



COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

DECISÃO DE DIRETORIA Nº 326/2014/I, de 05 de novembro de 2014.

Dispõe sobre os critérios para a verificação do atendimento dos limites de emissão dos parâmetros estabelecidos na Resolução SMA nº 79, de 04/11/2009, para o licenciamento da atividade de tratamento térmico de resíduos sólidos em Usinas de Recuperação de Energia – UREs.

A Diretoria Plena da CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, no uso de suas atribuições estatutárias e regulamentares, tendo em vista o disposto no artigo 25 da Resolução SMA nº 079, de 04/11/2009, considerando o que consta do Processo nº 8/2013/321/I e o contido no Relatório à Diretoria nº 033/2014/I, que acolhe, **DECIDE:**

- I. **Aprovar** o Regulamento estabelecendo os critérios para a verificação do atendimento dos limites de emissão dos parâmetros estabelecidos na Resolução SMA nº 79, de 04/11/2009, para o licenciamento da atividade de tratamento térmico de resíduos sólidos em Usinas/Unidades de Recuperação de Energia – UREs, constante do **ANEXO ÚNICO** que integra esta Decisão de Diretoria, elaborado pelo Grupo de Trabalho instituído pela Resolução nº 080/2013/P, de 18/11/2013.
- II. O ANEXO ÚNICO referido no inciso anterior será disponibilizado na página da CETESB da Internet (www.cetesb.sp.gov.br)
- III. Esta Decisão de Diretoria entra em vigor na data de sua publicação.

Publique-se no Diário Oficial do Poder Executivo – Seção I.

ANEXO ÚNICO

(a que se refere o inciso I da Decisão de Diretoria nº 326/2014/I, de 05/11/2014)

REGULAMENTO ESTABELECEndo OS CRITÉRIOS PARA A VERIFICAÇÃO DO ATENDIMENTO DOS LIMITES DE EMISSÃO DOS PARÂMETROS ESTABELECIDOS NA RESOLUÇÃO SMA Nº 79, DE 04/11/2009, PARA O LICENCIAMENTO DA ATIVIDADE DE TRATAMENTO TÉRMICO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM USINAS/UNIDADES DE RECUPERAÇÃO DE ENERGIA – URES.

PARTE 1 – Objetivos.

Artigo 1º – Este regulamento estabelece critérios para a instalação e o funcionamento do monitoramento de emissões atmosféricas em Usinas/Unidades de Recuperação de Energia (URE) com os objetivos de:

a) verificar a conformidade das emissões atmosféricas em relação aos limites estabelecidos pela Resolução SMA 079, de 04 de novembro de 2009, ou a valores mais restritivos claramente especificados nas licenças expedidas pela CETESB.

b) acionar o sistema de intertravamento das operações se os processos não atenderem aos requisitos mínimos estabelecidos na Resolução SMA 079, de 04 de novembro de 2009.

Artigo 2º - Os termos utilizados neste documento são os mesmos dos utilizados na Resolução SMA 079, de 04 de novembro de 2009, com o acréscimo de termos específicos deste regulamento e listados no SUB ANEXO 1.

PARTE 2 – Sistema de Monitoramento.

Artigo 3º - O sistema de monitoramento de uma URE deve mensurar no mínimo:

A) Parâmetros físicos: - Temperatura; pressão; vazão de ar na chaminé, energia gerada, além de presença de chama.

B) Parâmetros Químicos – Monitoramento contínuo:

Material particulado (MP); óxidos de nitrogênio (NO_x); monóxido de carbono (CO), ácido clorídrico (HCl); ácido fluorídrico (HF), óxidos de enxofre (SO_x), hidrocarbonetos totais (HCT), oxigênio (O₂) e teor de água.

C) Parâmetros Químicos -: Monitoramento não contínuo:

c.1 - Dioxinas e Furanos;

c.2 - Os seguintes metais e seus compostos: Cádmio (Cd), Tálcio (Tl), Mercúrio (Hg), Chumbo (Pb), Arsênio (As) Cobalto (Co), Níquel (Ni), Crômio (Cr), Manganês (Mn), Antimônio (Sb), Cobre (Cu), Vanádio (V).

Artigo 4º - O monitoramento de parâmetros físicos deve ser efetuado como segue:

A - Presença de Chama – A URE deve possuir detector de chama, localizado na câmara de combustão.

ANEXO ÚNICO

(a que se refere o inciso I da Decisão de Diretoria nº 326/2014/I, de 05/11/2014)

B - Monitoramento de Temperatura:

Deve haver monitoramento de temperatura nos seguintes pontos:

b.1 – Nas câmaras, localizado próximo da parede interna ou de outro ponto representativo da câmara de combustão e também da câmara de pós-combustão com função de acionar o intertravamento e verificação de processos,

b.2 – Na chaminé, juntamente com a tomada de amostra dos monitores para determinação de concentração dos gases nas condições normais de temperatura e pressão, caso necessário.

b.3 - A calibração desse monitor deve ser efetuada com um sensor de referência, podendo apresentar um desvio máximo de 1,5% na faixa de utilização. Esta calibração deve ser efetuada antes do teste de queima e posteriormente a cada 3 meses.

C - Monitoramento de Pressão.

Deve haver monitoramento de Pressão nos seguintes pontos;

c.1 - Na câmara de combustão, a fim de acionar o intertravamento caso ocorra sobrepressão.

c.2 - No equipamento de controle, permitindo a verificação do seu correto funcionamento.

D) – Alimentação e geração de resíduos – Os resíduos alimentados e os resíduos sólidos gerados devem ser reportados em t/hora.

E) - Energia gerada – devem ser informados, em kW/h, o total de energia gerada e a energia consumida na URE. No caso de geração de vapor, devem ser informadas a produção de vapor, em t/hora, a temperatura e a pressão.

Artigo 5º - Os monitores contínuos de parâmetros químicos devem atender, no mínimo, os requisitos listados nas Tabelas 1 e 2.

§ 1º - A medição do teor de água, necessária para correção em base seca, deve possuir as mesmas características indicadas para os gases na Tabela 1.

§ 2º - Os monitores devem permitir a leitura de valores negativos, indicativos de desvio de zero.

§ 3º A localização do ponto de amostragem deve estar de acordo com a Norma CETESB L.9.221, sendo que alternativas de localização, por motivos técnicos, podem ser utilizadas desde que aprovadas previamente pela CETESB.

§ 4º - Faz parte do sistema de monitoramento contínuo, como item do controle de qualidade, a disponibilidade de plataforma segura, adequada à instalação dos monitores contínuos bem como ao acesso de pessoal e instalação de equipamentos para a realização dos diversos testes de qualidade descritos neste documento.

§ 5º - Deve estar disponível tomada de amostra para a realização de testes com métodos de referência, localizada próximo ao local de amostragem dos monitores contínuos, e que não deverá causar perturbação no sistema de monitoramento contínuo (SMC).

ANEXO ÚNICO

(a que se refere o inciso I da Decisão de Diretoria nº 326/2014/I, de 05/11/2014)

§ 6º - A localização do ponto de tomada de amostra dos monitores contínuos não deve influenciar na coleta feita para o monitoramento não contínuo.

§ 7º - O sistema de monitoramento contínuo da URE deve dispor de Plano de Inspeção e Manutenção.

§ 8º - Os registros completos das intervenções de inspeção, manutenção e calibração devem estar disponíveis integralmente ao Órgão Ambiental sempre que solicitados e obrigatoriamente apresentados no relatório anual.

§ 9º - O sistema de monitoramento deve ser provido de meios de proteção às funções de controle contra o acesso não autorizado.

§ 10º - Os monitores devem possuir mostradores que mostrem de forma visível, na área de operação, os valores dos parâmetros, bem como saída de sinal para um sistema de armazenamento de dados.

Tabela 1 – Características mínimas de monitores contínuos de emissões atmosféricas de gases.

Parâmetro	Gases, exceto O ₂	O ₂	MP
Fundo de escala	1,5 vezes o limite máximo de emissão	-----	1,5 vezes o limite máximo de emissão
Tempo de resposta	< 200 s <400s para HF e HCl	<200s	< 200 s
Repetibilidade de zero – s	< 2,0 % ⁽¹⁾	< 0,2% ⁽²⁾	< 2,0 %
Repetibilidade de span – s	< 2,0 % ⁽¹⁾	< 0,2% ⁽²⁾	< 2,0%
Linearidade	< 2,0% ⁽¹⁾	< 0,2% ⁽²⁾	< 3 %
Influência de variação de temperatura externa – 20°C para zero e para span	< 5,0% ⁽¹⁾	< 0,5% ⁽²⁾	< 5,0 %
Influência da pressão na amostragem no span para uma diferença de 3 kPa	< 2,0 % ⁽¹⁾	< 0,2% ⁽²⁾	-
Influência da variação de voltagem de (-)15% a (+) 10% na voltagem nominal de operação.	< 2,0 % ⁽¹⁾	< 0,2% ⁽²⁾	< 2,0 %
Influência de vibração	< 2,0 % ⁽¹⁾	< 0,2% ⁽²⁾	-
Interferência	< 4,0 % ⁽¹⁾	< 0,4% ⁽²⁾	-
Caminho óptico ⁽³⁾	< 2,0 %	-	-
Eficiência de conversão – apenas NO _x	>95,0%	-	-

(1) = Porcentagem do valor do fundo de escala.

(2) = Valor percentual da concentração de oxigênio, em volume.

(3) = Refere-se a monitores com medição in-situ com medições através da chaminé, e indica o desvio máximo possível da alteração no caminho do feixe de luz e seu reflexo na medição.

ANEXO ÚNICO

(a que se refere o inciso I da Decisão de Diretoria nº 326/2014/I, de 05/11/2014)

Tabela 2 – Características específicas dos monitores de HCT.

Característica	Critério
Efeito de oxigênio	≤ 2 % (1)
Composto	Faixa de fatores de resposta
Metano	0,9 a 1,2
Hidrocarbonetos alifáticos	0,9 a 1,10
Hidrocarbonetos aromáticos	0,8 a 1,1
Diclorometano	0,75 a 1,15
Álcoois alifáticos	0,7 a 1,0
Ésteres e cetonas	0,7 a 1,0
Ácidos orgânicos	0,5 a 1,0

(1) - Valor em percentagem do limite superior da faixa certificada.

Artigo 6º - O monitoramento não contínuo de emissões atmosféricas deve ser efetuado para as verificações de atendimento aos limites de “Dioxinas e Furanos” e de “Substâncias Inorgânicas Específicas”.

§ 1º - Esse monitoramento deve ser realizado manualmente, a cada três meses, no primeiro ano de funcionamento, e, a partir de então, pelo menos duas vezes por ano.

§ 2º - O monitoramento não contínuo de parâmetros químicos deve seguir metodologia aceita pela CETESB, respeitando o “Plano de Monitoramento de Emissões Atmosféricas” – PME – conforme Decisão de Diretoria da CETESB Nº 010/2010/P, de 12 de janeiro de 2010 – e suas revisões.

§ 3º - Deve ser apresentado um plano de medições com todo o procedimento e metodologia de coleta, análise e validação de dados e também os laboratórios acreditados.

§ 4º - Os resultados do monitoramento não contínuo devem ser apresentados à CETESB a cada teste feito, além de serem incorporados ao relatório anual.

PARTE 3 - Sobre o Intertravamento.

Artigo 7º - São condições para acionar o sistema de intertravamento:

- a) temperatura de combustão menor que 850 °C ou outra definida na Licença Ambiental;
- b) falta de indicação de chama;
- c) falta de energia elétrica ou queda brusca de tensão;
- d) queda do teor de oxigênio (O₂), quer na câmara pós-combustão ou na chaminé, abaixo da variação de teor de O₂ estabelecida no projeto;
- e) excesso de monóxido de carbono (CO) na chaminé com concentração de pico – valor instantâneo - acima de 500 ppm;
- f) mau funcionamento dos monitores e registradores de oxigênio ou de monóxido de carbono;

ANEXO ÚNICO

(a que se refere o inciso I da Decisão de Diretoria nº 326/2014/I, de 05/11/2014)

- g) interrupção do funcionamento do Equipamento de Controle de Poluição;
- h) parada do ventilador ou exaustor;
- i) sobrepresão na câmara de combustão;
- j) queda de suprimento do ar de instrumentação;
- k) sempre que as medições contínuas previstas na Resolução SMA 079, de 04 de novembro de 2009, indicarem que foi excedido por 4 horas seguidas qualquer um dos limites de emissão devido a perturbações no sistema de queima ou avarias dos equipamentos de controle de emissão, respeitados os valores máximos descritos na Tabela 3.

Tabela 3 - Limites de Emissão Máximos que não devem ser ultrapassados conforme situação descrita no item K acima - valores expressos mg/Nm³, base seca, corrigidos a 11% de O₂.

Parâmetro	Concentração (mg/Nm ³)
Material Particulado (MP)	30
Óxidos de Enxofre (SO _x), como SO ₂	200
Óxidos de Nitrogênio (NO _x), como NO ₂	400
Ácido Clorídrico (HCl)	60
Ácido Fluorídrico (HF)	4
Hidrocarbonetos Totais - HCT	20
Monóxido de Carbono	150

Parágrafo único - A alimentação do sistema pode ser retomada tão logo as condições normais de funcionamento sejam restabelecidas.

Artigo 8 - A verificação do sistema de intertravamento deve ser efetuada por ocasião do teste de queima e posteriormente quando for realizado o Controle de Qualidade nível 2 (CQ2).

PARTE 4 - Sistema de aquisição de dados

Artigo 9º – Os dados do monitoramento contínuo das emissões devem ser apropriados por sistema eletrônico, preferencialmente único, com capacidade de:

- a) registrar continuamente os dados, nas condições normais de operação;
- b) registrar, de maneira diferenciada, os dados obtidos nas calibrações de valores de zero e *span* com o fito de reportá-los separadamente e utilizá-los no Controle de Qualidade nível CQ3;
- c) registrar, de forma diferenciada, os dados obtidos nas partidas e paradas do incinerador, com o fito de reportá-los separadamente por não se constituírem de valores a serem apropriados para verificação de atendimento de padrão;

ANEXO ÚNICO

(a que se refere o inciso I da Decisão de Diretoria nº 326/2014/I, de 05/11/2014)

- d) registrar a ativação do sistema de alarme que aciona o intertravamento, conforme prescrito no artigo 7º;
- e) o sistema de aquisição de dados deve ser provido de meios de proteção contra o acesso das funções por pessoal não autorizado;
- f) o sistema deve prever interface via *web*, quando for solicitado pelo órgão ambiental.

Artigo 10º - Os dados, na sua forma reduzida, devem ser mantidos pelo operador por pelo menos 10 anos.

Parágrafo único – Os registros completos devem ser mantidos pelo operador por pelo menos cinco anos.

PARTE 5 – Relatório Anual de emissões.

Artigo 11º - O relatório anual de emissão tem como parâmetros de referência os limites de emissão estabelecidos pela Resolução SMA 079 de 04 de novembro de 2009, reproduzidos nas tabelas 4, 5, 6 e 7, sem prejuízo do disposto na Resolução CONAMA nº 316 de 29 de outubro de 2012 ou em outro documento legal concernente.

Tabela 4 - Limites de Emissão para Poluentes a serem Monitorados Continuamente, valores expressos em mg/Nm³, base seca, corrigidos a 11% de O₂.

Parâmetro	Limite de Emissão		
	Valor médio diário	Valores médios de 30 min.	
		97% do tempo	100% do tempo
Material Particulado (MP)	10	10	30
Óxido de Enxofre (SO _x), expressos em SO ₂	50	50	200
Óxidos de Nitrogênio (NO _x), expressos em NO ₂	200	200	400
Ácido Clorídrico (HCl)	10	10	60
Ácido Fluorídrico (HF)	1	2	4
Hidrocarbonetos Totais - HCT (expresso como metano e não metano)	10	10	20

Tabela 5 - Limites de Emissão para Substâncias Inorgânicas Específicas, valores médios obtidos durante o período de amostragem mínimo de 30 minutos e máximo de 8 horas, expressos em mg/Nm³, base seca, corrigidos a 11% de O₂.

Parâmetro	Limites de Emissão
Cd + Tl e seus compostos	0,05
Hg e seus compostos	0,05
Pb + As + Co + Ni + Cr + Mn + Sb + Cu + V e seus compostos	0,5

ANEXO ÚNICO

(a que se refere o inciso I da Decisão de Diretoria nº 326/2014/I, de 05/11/2014)

Tabela 6 - Limites de Emissão de Dioxinas e Furanos, valores médios obtidos durante o período de amostragem mínimo de 30 minutos e máximo de 8 horas, expressos em ng/Nm³ (nanograma por normal metro cúbico), base seca, corrigidos a 11% de O₂, referente à concentração total de dioxinas e furanos.

Parâmetro	Limites de Emissão
Dioxinas e Furanos	0,1

Tabela 7 – Limites de Emissão para Monóxido de Carbono (CO) a serem monitorados continuamente, valores expressos em mg/Nm³, base seca, corrigidos a 11% de O₂.

	Limite de Emissão
Valor médio diário.	50
Valores médios de intervalos de 10 minutos.	150
Valores médios de intervalos de 30 minutos.	100
Valor médio por hora para o monitoramento contínuo de UREs que utilizam tecnologia de leito fluidizado	100

Parágrafo 1º - Para a verificação do atendimento aos padrões estabelecidos nas colunas "VALORES MÉDIOS DE 30 MIN.", na tabela 4, deve ser considerado o conjunto de dados obtidos durante um ano.

Parágrafo 2º - Os resultados de dioxinas e furanos devem ser reportados em mg/m³ e calculados com base no conceito de equivalência de toxicidade de acordo com o SUB ANEXO 6 deste regulamento.

Artigo 12º - A verificação do atendimento aos limites de emissão deve constar do relatório anual informando-se, além de ocorrências importantes:

- a) Se todos os valores médios diários são inferiores a qualquer dos valores listados na coluna correspondente da Tabela 4, e, se os valores foram ultrapassados, o número de eventos, data de ocorrência e os motivos das desconformidades;
- b) Se todos os valores médios de intervalos de 30 (trinta) minutos são inferiores a qualquer dos limites de emissão listados na coluna correspondente a 100% do tempo da Tabela 4, e, se foram ultrapassados, o número de eventos, data de ocorrência e os motivos das desconformidades;
- c) Se 97 % dos valores médios de intervalos de 30 (trinta) minutos não ultrapassam os valores listados na coluna correspondente a 97% do número de valores obtidos em um ano da Tabela 4, ou se foram ultrapassados, a percentagem e a data de ocorrência;
- d) Se ocorreram períodos com duração superior a 4 horas ininterruptas em que a usina operou acima dos limites estabelecidos conforme descrito no artigo 7 letra k, indicando os valores alcançados, duração do evento e data de ocorrência;

ANEXO ÚNICO

(a que se refere o inciso I da Decisão de Diretoria nº 326/2014/I, de 05/11/2014)

- e) Se a soma do número de horas dos eventos ocorridos, conforme o item anterior, foi maior que 60 horas, considerando inclusive o tempo necessário para retornar abaixo do padrão das concentrações;
- f) Se nenhum dos valores estabelecidos para substâncias inorgânicas específicas e dioxinas e furanos ultrapassou os valores da Tabela 5, assinalando quando e por quanto foi ultrapassado;
- g) Valores obtidos nas calibrações de zero e *span*;
- h) Valores obtidos durante as partidas e paradas de operação, registrando-os, mas desconsiderando-os para efeitos de atendimento ao padrão;
- i) Considerar sem validade as médias diárias se forem invalidados 8 ou mais valores horários, sequenciais ou não, no mesmo dia, por falha do sistema de medição, mas aceitando como válidos os valores de 10 minutos e 30 minutos nos períodos válidos;
- j) Relatar o número de dias anulados devido à falha na obtenção de dados no sistema de monitoramento, inclusive considerando o critério do item anterior;
- k) No caso de serem verificados mais de 7 dias sem dados ou com dados anulados por trimestre, conforme descrito no item (i), deve ser utilizado monitor de reserva;
- l) Deve ser utilizado monitor de reserva caso sejam invalidados mais de 8 dias sequenciais;
- m) A energia gerada no sistema, discriminando os valores médios diários, total mensal e total anual;
- n) O total de resíduos queimados e resíduos gerados, discriminando os valores médios diários, total mensal e total anual.

Artigo 13 - O relatório anual de monitoramento deve ser apresentado em versão impressa e em meio eletrônico.

Artigo 14 – O relatório anual de monitoramento deve consolidar dados obtidos de 01 de janeiro a 31 de dezembro e deve ser entregue até o dia 31 de março do ano seguinte.

Artigo 15 – Para efeito de cumprimento deste regulamento, os valores das medições devem ser normalizados para as condições de temperatura, pressão, percentagem de oxigênio, teor de água, e terem seus valores subtraídos do valor da incerteza.

Parágrafo primeiro – O valor de incerteza de cada parâmetro é determinado no Controle de Qualidade Nível 2 – CQ2 – conforme prescreve este regulamento.

ANEXO ÚNICO

(a que se refere o inciso I da Decisão de Diretoria nº 326/2014/I, de 05/11/2014)

PARTE 6 – CONTROLES DE QUALIDADE. (CQ1, CQ2, CQ3 e CQ4)

Artigo 16 – A geração de dados pelo sistema de monitoramento contínuo (SMC) deve ter controle de qualidade em quatro níveis, como definido a seguir:

1) CQ1 – Controle de qualidade nível 1

- a) É um procedimento que visa a demonstrar que os monitores atendem rigorosamente às características listadas no artigo 5º deste regulamento, além de estarem completamente aptos a cumprir os requisitos determinados nos controles de qualidade níveis 2, 3 e 4.
- b) O CQ1 deve ser efetuado por instituições nacional ou internacionalmente reconhecidas para realização dos testes que garantam o funcionamento adequado do sistema de medições.
- c) a certificação dos monitores deve ser apresentada à CETESB para conhecimento, sendo de responsabilidade do empreendedor a garantia de funcionamento dos equipamentos, nos testes de campo, durabilidade e confiabilidade das informações geradas.
- d) É de exclusiva responsabilidade dos empreendedores a aquisição de equipamentos que, possuindo certificado de CQ1, estejam aptos a cumprirem as exigências dos Controles de Qualidade nível 2 (CQ2), nível 3 (CQ3) e nível 4 (CQ4), não bastando apenas declaração, aprovação ou adoção do equipamento por órgãos internacionais;
- e) O fabricante dos equipamentos deve fornecer também detalhes da técnica de medição utilizada e os procedimentos para determinar e compensar os desvios de zero e span.

2) CQ2 – Controle de qualidade nível 2.

- a) É um procedimento para calibrar o monitor, obtendo-se assim sua função de calibração, determinar a variabilidade dos valores obtidos e verificar se os equipamentos já instalados em campo atendem às condições estabelecidas neste regulamento.
- b) Os equipamentos certificados com CQ1 devem ser instalados e ajustados no campo, antes dos testes de CQ2.
- c) Os testes de CQ2 são prévios aos testes de queima preconizados na Resolução SMA 079, de 04 de novembro de 2009.
- d) A análise de dados obtidos no CQ2 também leva ao cálculo de incertezas, observando que as incertezas máximas devem estar dentro dos limites estabelecidos na tabela 8.

Tabela 8 – Valores de incertezas máximas para cada um dos poluentes medidos.

Poluente	Limite de Emissão (mg/Nm ³) ¹	Incerteza máxima %	Incerteza máxima (mg/Nm ³)
Material Particulado	10	30 %	3
Dióxido de enxofre	50	20 %	10
Óxidos de Nitrogênio (como NO ₂)	200	20 %	40
Ácido Clorídrico	10	40 %	4
Ácido Fluorídrico	2	40 %	0,8
Hidrocarbonetos totais	10	30 %	3
Monóxido de carbono	150	10 %	15

ANEXO ÚNICO

(a que se refere o inciso I da Decisão de Diretoria nº 326/2014/I, de 05/11/2014)

- e) Os testes de CQ2 devem ser realizados para a obtenção de licença de operação e, posteriormente, 18 meses após a cada licença obtida, seja de operação ou renovação de licença de operação.

3) Controle de qualidade nível 3 - CQ3.

É um procedimento para garantir a manutenção da qualidade das medições, durante a operação normal pela conferência de zero e *span*, com frequência recomendada pelo fabricante do equipamento.

4) Controle de qualidade nível 4 - CQ4.

É um teste anual para avaliar se os equipamentos funcionam corretamente e as funções de calibração ainda são válidas.

Artigo 17 – Para as empresas que efetuarem os testes de controle de qualidade (CQ2 e CQ4) é exigida acreditação específica, conforme Resolução SMA 100, de 17 de outubro de 2013, ou outra que vier a substituí-la.

Parágrafo único – A realização dos testes CQ2 e CQ4, efetuados por laboratórios acreditados, podem ser acompanhados por técnicos da CETESB, se assim esta o determinar.

Artigo 18 – É recomendado que os testes tipo CQ3 sejam efetuados por pessoal especializado do próprio empreendimento, pois, além de operarem os sistemas de controle de emissão, podem executar estes testes na regularidade requerida.

Artigo 19 - A equipe de controle de poluição deve ser composta por profissionais com formação técnica e possuir um responsável técnico. Deve ser informada à CETESB a relação de profissionais dessa equipe.

Artigo 20 – O detalhamento dos procedimentos para execução dos testes de controle de qualidade CQ2, CQ3 e CQ4 está descrito nos SUB ANEXOS 2, 3, 4 e 5.

Artigo 21 – Este regulamento pode ser aplicado, mesmo que em parte, em outros processos industriais que exijam monitoramento contínuo de emissões, de acordo com os critérios da CETESB.

Parágrafo único: A realização do CQ2 para outros tipos de fontes está vinculada ao tipo de combustível utilizado, a critério do órgão ambiental.

ANEXO ÚNICO

(a que se refere o inciso I da Decisão de Diretoria nº 326/2014/I, de 05/11/2014)

SUB ANEXO 1

DEFINIÇÃO DE TERMOS

I - Usina de Recuperação de Energia (URE) - qualquer unidade dedicada ao tratamento térmico de resíduos sólidos conforme especificados no artigo 3º da Resolução SMA 079, de 04 de novembro de 2009, com recuperação de energia térmica gerada pela combustão. Esta definição inclui o tratamento por oxidação térmica e outros processos como a pirólise, gaseificação ou processos de plasma, desde que se demonstre equivalência ao tratamento por oxidação. Abrange também toda a área do empreendimento, considerando as áreas de atividades ao ar livre, as áreas construídas e toda a instalação de tratamento, incluindo todos os fornos, áreas de recepção, armazenamento, linhas de triagem, os sistemas de abastecimento de resíduos, combustível e ar, as caldeiras, equipamentos de geração de energia e unidades associadas, equipamentos de controle de poluição do ar, o sistema de tratamento de águas residuárias, as chaminés, os dispositivos e sistemas de controle das operações dos fornos e de registro e o monitoramento das condições de operação;

II - Capacidade Nominal - capacidade de tratamento de cada forno da Usina de Recuperação de Energia, tal como definido em projeto, expresso em quantidade de resíduos sólidos, conforme especificado no artigo 3º da Resolução SMA 079, de 04 de novembro de 2009, tratados por hora.

III - Plena Carga - condição de operação em que é utilizada pelo menos 90% da capacidade nominal de cada forno;

IV - Emissão - a liberação direta ou indireta de matéria ou energia para a atmosfera, água ou solo, a partir de fontes estacionárias (pontuais ou difusas) da Usina de Recuperação de Energia - URE.

V - Limites de Emissão - valores que não podem ser excedidos durante um ou mais períodos de tempo, usualmente expressos em concentração (massa por volume).

VI - Dioxinas/Furanos - todos os congêneres de policlorodibenzo-p-dioxinas e policlorodibenzofuranos, listados no SUB ANEXO 6.

VII - Operador - qualquer pessoa ou grupo de pessoas que opere, controle, supervisione, ou seja proprietário de uma Usina de Recuperação de Energia - URE, e que tenha o poder legal de decisão sobre o funcionamento técnico da instalação.

VIII - Plano de Teste de Queima - Plano que contempla o cronograma com dados, cálculos e procedimentos relacionados com as operações de tratamento térmico em Usina de Recuperação de Energia - URE, a serem verificados durante o Teste de Queima, conforme SMA 079, de 04 de novembro de 2009, na Usina de Recuperação de Energia - conforme SUB ANEXO 2.

IX - Teste de Queima - conjunto de medições realizadas na Usina de Recuperação de Energia - URE operando, no mínimo, na capacidade de plena carga, para avaliar a compatibilidade das condições operacionais da Usina com o atendimento aos limites de

ANEXO ÚNICO

(a que se refere o inciso I da Decisão de Diretoria nº 326/2014/I, de 05/11/2014)

emissões definidos na Resolução SMA 079, de 04 de novembro de 2009 e, também, as exigências técnicas fixadas pela CETESB no Licenciamento Ambiental.

X - Produto Residual - qualquer material líquido ou sólido gerado na Usina de Recuperação de Energia - URE, como por exemplo: escórias e cinzas depositadas, cinzas volantes e poeiras da caldeira, produtos sólidos gerados em reação de tratamento de gases, lodos do tratamento de efluentes líquidos, catalisadores e carvão ativado usados.

XI - Condição Normal - temperatura de 273 K (0°C) e uma pressão de 101,3 kilopascal (1 atm).

XII - Sistemas de Monitoramento Contínuo - conjunto completo de equipamento para o monitoramento de emissões geradas na Usina de Recuperação de Energia - URE, usado para amostrar, acondicionar (se aplicável), analisar e fornecer um registro permanente das emissões ou dos parâmetros de processo.

XIII - Relatório de Ultrapassagem do Limite - Relatório que deve ser enviado à CETESB, descrevendo a ocorrência da ultrapassagem (seja de algum limite de emissão, ou algum limite operacional), o alcance dos seus efeitos e as medidas mitigadoras adotadas.

XIV - Relatório Anual de Atividades - relatório que deve ser enviado à CETESB anualmente, até 31 de março, descrevendo toda a operação com dados sobre quantidade de resíduos sólidos urbanos, origem, quantidades de combustíveis utilizados, condições operacionais relevantes, caracterização e destinação dos produtos residuais, manutenção e inspeção dos sistemas de monitoramento contínuo, além de um resumo dos Relatórios de Ultrapassagem do Limite no período;

XV - Monitor contínuo – MC - parte do sistema de monitoramento que detecta o gás poluente e gera um sinal de saída proporcional à concentração;

XVI – Método de Referência - Mref - método que é utilizado para a calibração dos monitores contínuos, devendo ser aprovado previamente pela CETESB;

XVII - Tomada de amostra - é o local em que se coleta a amostra para a medição da concentração do poluente, localizado em um ponto ou ao longo de uma trajetória igual ou menor que 10% do diâmetro equivalente da chaminé ou da seção transversal do duto;

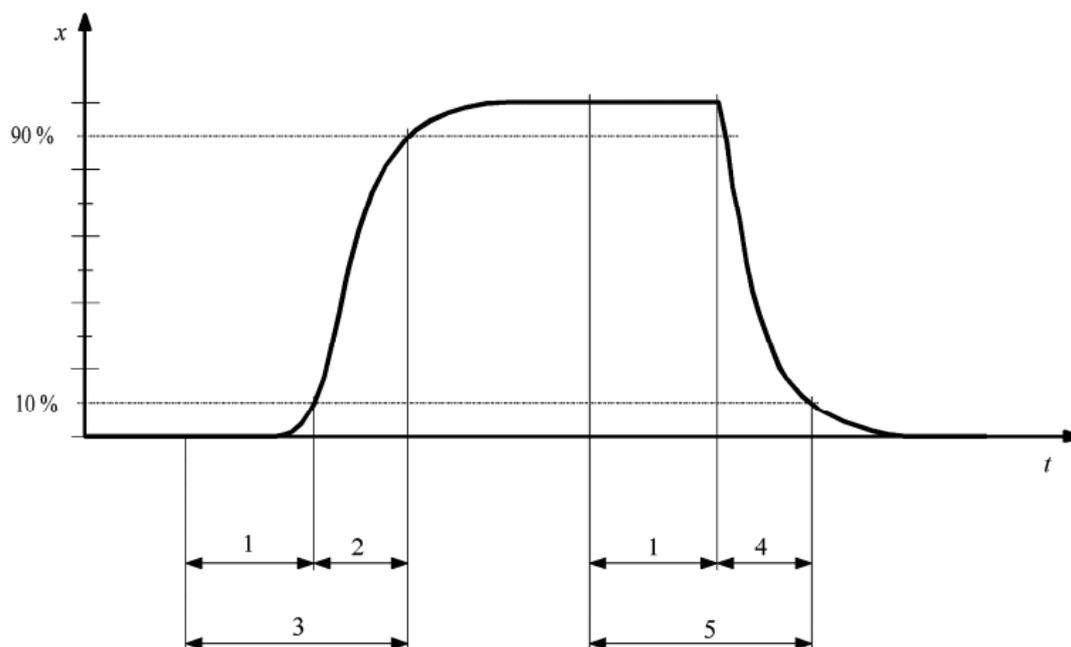
XVIII - Fundo de escala - é o limite superior da faixa de medição da concentração do poluente especificado.

XIX – O tempo de resposta é resultado da observação tanto do tempo de subida como do tempo de queda, como abaixo definido.

- a) Tempo de resposta de subida (Ts) – É o tempo necessário para que o monitor contínuo, com medição estabilizada no valor zero pela injeção de gás zero, atinja 90% do valor de um gás de referência, após a injeção desse gás. Neste caso é chamado de tempo de subida (Ts) e assinalado na figura como tempo 3.
- b) Tempo de resposta de queda (Tq) – É o tempo necessário para que o monitor contínuo, uma vez estabilizada a medição com um gás de referência, atinja o valor de 10% do gás de referência, depois da injeção de gás zero. O Tq está assinalado na figura como tempo 5.

ANEXO ÚNICO

(a que se refere o inciso I da Decisão de Diretoria nº 326/2014/I, de 05/11/2014)



Onde:

1 – tempo de espera.

2 - subida.

3 - tempo de resposta de subida (Ts), a partir do início da injeção de gás span.

4 – queda.

5 - tempo de resposta de queda (Tq), a partir da injeção do gás com concentração zero.

x = resposta do monitor.

t = tempo decorrido.

Td – tempo de resposta relativa entre o tempo de subida e o tempo de queda.

$$Td = \frac{T_s - T_q}{T_q}$$

O experimento de verificação do tempo de resposta deve ser repetido por quatro vezes. Os resultados obtidos dos tempos de subida (Ts), de queda (Tq), de resposta relativa (Td) e seus valores médios, devem ser apresentados em tabela. Os valores médios de Ts e de Tq são comparados com os valores especificados na tabela 1 do Artigo 5º parágrafo 10º, para verificação de aceitabilidade do equipamento.

XX - Desvio de zero - diferença na leitura de saída do MC do valor de calibração com gás zero após um determinado período de operação contínua durante o qual não haja nenhuma manutenção não programada, reparos ou ajustes.

XXI - Desvio de calibração - diferença nas leituras de saída do MC com o valor de calibração com gás de concentração conhecida – *span* - após determinado período de operação contínua normal no qual não haja manutenção não programada, reparos ou ajustes.

XXII - Eficiência de conversão – Utilizada apenas para medições de NO_x, quando esta se faz por processo de redução de óxidos de nitrogênio para o óxido NO para posterior medição. A eficiência deve ser constante para qualquer quantidade de óxidos de nitrogênio convertida a NO.

ANEXO ÚNICO

(a que se refere o inciso I da Decisão de Diretoria nº 326/2014/I, de 05/11/2014)

XXIII - Correção para base seca - Para a correção para base seca utilizar a seguinte equação:

$$C_{seca} = C_{medida} \frac{100}{(100 - \%H_2O)}$$

Onde:

C_{seca} – Concentração do poluente em base seca (mg/m³).

C_{medida} – Concentração medida do poluente em base úmida (mg/m³)

$\%H_2O$ - Concentração de água medida em % de volume.

XXIII - Correção para condições referência de oxigênio - Para a correção para base seca utilizar a seguinte equação:

$$C_0 = C_{med} X \frac{21 - O_2 \%norma}{21 - O_2 med}$$

Onde:

C_0 = Concentração corrigida.

C_{med} = concentração medida do poluente.

$O_2 \%norma$ = percentagem estabelecida nesta norma – 11%.

$O_2 med$ = percentagem de oxigênio medido.

ANEXO ÚNICO

(a que se refere o inciso I da Decisão de Diretoria nº 326/2014/I, de 05/11/2014)

SUB ANEXO 2

TESTE DE FUNCIONALIDADE

O teste de funcionalidade deve ser efetuado antes dos Controles de Qualidade nível 2 (CQ2) e nível 4 (CQ4). Os testes estão especificados na tabela A.2.1, ressaltando-se que há diferenças entre os testes de funcionalidade dependendo da aplicação de CQ2 ou CQ4. A explicação de cada atividade também é descrita. O teste de funcionalidade perde sua validade em 30 dias.

Tabela A.2.1 – Observações a serem efetuadas antes dos testes de CQ2 e CQ4.

Nota	Atividade	CQ2		CQ4	
		Sistema extrativo	Sistema não extrativo	Sistema extrativo	Sistema não extrativo
A.2.	Alinhamento e limpeza		X		x
A-3.	Sistema de amostragem	X		X	
A.4.	Documentação e registros	X	X	X	x
A.5.	Condições de trabalho.	X	X	X	x
A.6.	Teste de vazamento	X		X	
A.7.	Ajuste de Zero e span	X	X	X	x
A.8.	Linearidade			X	x
A.9.	Interferências			X	x
A.10.	Desvio de zero e <i>span</i>			X	x
A.11.	Tempo de resposta	X	x	X	x
	Relatório	X	x	X	x

A.2 Alinhamento e Limpeza.

A.2.2. - Inspeção visual de acordo com os manuais, constando de:

- verificação interna dos equipamentos;
- verificação e limpeza dos componentes óticos;
- verificação de obstruções do caminho ótico;

ANEXO ÚNICO

(a que se refere o inciso I da Decisão de Diretoria nº 326/2014/I, de 05/11/2014)

A.2.3 - Após a recolocação do monitor no local de amostragem verificar:

- alinhamento do sistema de medição;
- as superfícies óticas;
- descarga do suprimento de ar.

A.2.4 Sistema de amostragem.

Realizar uma inspeção do sistema de amostragem com destaque aos seguintes itens:

- sonda de amostragem;
- sistemas de gases;
- bombas;
- todas as conexões;
- linhas de amostragem;
- suprimento de energia elétrica;
- filtros.

A.2.5. Registros e documentação.

Devem estar disponíveis e atualizados, para a realização dos testes:

- planos da amostragem contínua;
- todos os manuais dos equipamentos;
- livro de registro de eventos para a documentação de eventuais falhas e ações tomadas;
- relatórios de manutenções efetuadas;
- documentação sobre o controle de qualidade nível 3 – CQ3- incluindo o registro de ações tomadas no caso de funcionamento anormal;
- procedimentos gerenciais para a manutenção, calibração e treinamento de pessoal;
- registro de treinamento;
- programação de manutenção;
- registro de planos de auditorias.

A.2.6 Condições de trabalho.

A qualidade dos dados gerados exige a constante observação dos equipamentos, além de testes específicos que ocorrem periodicamente. O local de amostragem e de acesso para realização de testes devem ter as características:

- local seguro e limpo com espaço adequado e proteção contra intempéries;
- local de fácil acesso;
- local adequado para colocar materiais de referência, ferramentas e partes de reposição.

ANEXO ÚNICO

(a que se refere o inciso I da Decisão de Diretoria nº 326/2014/I, de 05/11/2014)

A.2.7. Testes de vazamento.

O teste deve cobrir todo o sistema de monitoramento e estar de acordo com as recomendações do fabricante.

A.2.8. – Teste de Zero e span.

- Materiais de referência de zero e span devem ser usados para verificação das medições.

- No caso de amostragem não extrativa, seguir as orientações do manual do fabricante.

A.2.8. Linearidade.

- Verificar a linearidade das respostas do equipamento utilizando-se 5 diferentes materiais de referência, inclusive o zero, para respostas que cubram toda a faixa de operação, tipicamente 20%, 40%, 60%, 80% do fundo de escala.

- No caso de gases, pode ser utilizada uma série de gases certificados ou com a diluição adequada do gás de um cilindro único.

- No caso de gases, o tempo de uma nova injeção deve ser, no mínimo, após 3 vezes o tempo de resposta do equipamento.

A.2.9. Interferências.

O teste de interferência deve ser efetuado caso os gases a serem monitorados possuam, potencialmente, interferentes identificados no processo de qualificação do equipamento, especificamente CQ1.

A.2.10. Desvio de zero e *span*.

O desvio de zero e *span* deve ser avaliado e analisado a partir dos registros obtidos anteriormente nos testes regulares de CQ3.

A.2.11. Tempo de resposta.

O tempo de resposta deve ser conferido com o uso de material de referência e não deve ser superior ao obtido na certificação do equipamento e indicado no teste de certificação CQ1.

A.2.12. Relatório.

O relatório do teste de funcionalidade deve estar disponível previamente à realização dos controles de qualidade CQ2 e CQ4 e devem servir de base para o planejamento e realização desses testes.

ANEXO ÚNICO

(a que se refere o inciso I da Decisão de Diretoria nº 326/2014/I, de 05/11/2014)

SUB ANEXO 3

CONTROLE DE QUALIDADE NÍVEL 2 – CQ2

Os testes de CQ2 devem ser efetuados com base em planejamento resultante do teste de funcionalidade e constituem-se de cinco etapas, a saber:

Etapa 1 – Medições efetuadas paralelamente com um método de referência.

Etapa 2 – Análise de dados e curva de calibração.

Etapa 3 – Determinação da faixa de validade da função de calibração e sua aplicação.

Etapa 4 – Cálculo da variabilidade e incerteza.

Etapa 5 - Emissão de relatório.

1. ETAPA 1 – Medições paralelas com um método de referência.

1.1.- Esta etapa deve necessariamente ser efetuada com medições paralelas na chaminé, utilizando-se um método de referência – MRef, para compará-las com os resultados do Monitor Contínuo - MC. O uso de material de referência, em substituição às medições paralelas, pode ser considerado apenas em situações excepcionais e com a prévia aprovação da CETESB.

1.2 - O uso de gases ou outro tipo de material de referência pode ser admitido na hipótese em que as medições paralelas se mostrarem muito abaixo do limite de emissão, sendo que a extrapolação das medições pode ser verificada com material de referência.

1.3 - Deve ser efetuado um teste preliminar para a avaliação de concentrações das emissões e ser verificado se a calibração pode ser feita na matriz real para a faixa total de concentrações ou se, a critério da CETESB, pode ser admitida a extrapolação da curva de calibração, com comprovação, utilizando-se material de referência.

1.4 - Durante o teste de CQ2, devem ser alteradas ao máximo possível as condições de operação de maneira a se obterem concentrações de emissão na faixa em que o equipamento está sendo calibrado.

1.5 - A tomada de amostra para análise com monitor de referência deve ser efetuada o mais próximo possível do plano de tomada de amostra do monitor testado. A presença do equipamento de referência não deve influenciar e nem ser influenciado pelo monitor em teste.

1.6 - Em cada monitor devem ser efetuadas no mínimo 15 medições válidas, sendo que no máximo podem ser feitas 5 medições por dia, com intervalo de tomada de amostra o maior possível, respeitando-se as características dos métodos de medição. Adicione-se a essas medições, uma medição de zero por dia

1.7 – As medições de zero, ou próximas ao zero, são consideradas apenas quando os valores medidos não excedem a 5% dos limites máximos de emissão. Muitas vezes

ANEXO ÚNICO

(a que se refere o inciso I da Decisão de Diretoria nº 326/2014/I, de 05/11/2014)

essas condições não são possíveis na operação normal. Em tais casos utilizar gases de concentração zero ou materiais de referência.

1.8 - Para que sejam adquiridos 15 dados válidos é recomendado que se tome um número maior de amostras, pois, algumas delas podem ser invalidadas.

1.9- As medições paralelas com MC e Mref devem ser consideradas um par e devem ser tomadas concomitantemente.

1.10 - Quando tanto MRef como o MC forem medições automáticas, o tempo entre as amostragens deve, no mínimo, ser de 4 vezes o maior tempo de resposta dos aparelhos.

1.11 - Deve ser apresentado um planejamento de amostragem à CETESB, antes da execução do teste.

2. ETAPA 2 – Análise dos dados e curva de calibração.

Nesta etapa prepara-se os dados obtidos no teste e determina-se a curva de calibração.

2.1 – Os pares de dados obtidos com o MRef e o MC devem ser convertidos, se for o caso, para as mesmas condições de amostragem – sem normalizar para condições de referência. A unidade de medida de MC, neste momento, é o impulso elétrico, geralmente em miliampères.

2.2 – Obter a função de calibração (curva de calibração) por regressão linear simples pelo método dos mínimos quadrados, calculando também o coeficiente de correlação R^2 . A função de calibração é admitida ser uma reta e terá a forma:

$$y = ax + b$$

Onde: y = valor corrigido

x = valor medido

a = coeficiente angular

b=coeficiente linear

2.3 – Um indicador para uma curva de calibração válida é o valor de R^2 que deve ser maior que 0,9 para os gases e maior que 0,5 para o material particulado.

2.4 – Ajustar os dados do MC com o uso da função de calibração obtida.

2.5 – Converter todos os dados tanto de MC como os do MRef para as condições Normais estabelecidas neste regulamento.

2.6 – O par de dados obtidos de MRef e MC, ambos corrigidos para as condições normais, devem ser utilizados nas etapas seguintes.

ANEXO ÚNICO

(a que se refere o inciso I da Decisão de Diretoria nº 326/2014/I, de 05/11/2014)

3. ETAPA 3 – Determinação da faixa de validade da função de calibração e sua aplicação.

3.1 - A função de calibração é válida quando os valores de emissão se encontram na faixa de zero até o maior valor determinado no teste de calibração, acrescido de 10 %. Essa é uma das razões para que se façam muitas medições em condições bastante diferenciadas, de modo a se obter alguns valores os mais altos possíveis durante a execução deste CQ2.

3.2 – Durante uma operação rotineira, os valores obtidos além da faixa de validade estabelecida devem ser destacados para análise futura de dados.

3.3 – Semanalmente devem ser analisados os dados para verificação de sua adequabilidade com a faixa de validade, ou seja, verificar se há um significativo número de dados acima do valor máximo da faixa de validade.

3.4 – Uma nova calibração tipo CQ2 deve ser realizada se:

- mais que 5% dos dados (normalizados) semanais obtidos estiverem acima da faixa de validade, durante 5 semanas;

- mais que 40% dos dados (normalizados) estiverem fora da faixa de validade durante uma semana.

3.5 – Caso os dados obtidos estejam fora da faixa de validade, porém abaixo de 50% do limite de emissão, a CETESB deve ser informada e pode ser permitida a extrapolação da função de calibração para uma faixa maior. Essa nova faixa pode ser usada até uma nova execução do teste de CQ4.

4. ETAPA 4 - Cálculo de variabilidade e incertezas.

Nesta etapa é verificada a variabilidade das medições e determinada a incerteza que afetam os dados coletados.

1 – As incertezas que afetam as medições devem ser determinadas para a verificação confiabilidade do monitoramento e também para determinar de quanto os valores obtidos no monitoramento rotineiro devem ser corrigidos.

2 – Nesta etapa são usados os pares de resultados, já normalizados, conforme obtidos na etapa 2.

3 – O desvio padrão das diferenças é utilizado para o cálculo da incerteza das medições. Na prática considera-se como incerteza o valor de dois desvios padrão obtidos no teste, valor bastante próximo daqueles quando se calcula com intervalo de confiança de 95%.

ANEXO ÚNICO

(a que se refere o inciso I da Decisão de Diretoria nº 326/2014/I, de 05/11/2014)

4.1 – Exemplo de cálculo da incerteza.

4.1.a – Cálculo do desvio padrão – Medições hipotéticas de Material Particulado.

Tabela A.3.1. Dados hipotéticos para exemplo de cálculo de desvio padrão de medições paralelas.

Método de referência ¹ MRef	Monitor ¹ Contínuo MC	D _i (Mref-MC)
7.04	6.39	0.65
8.03	6.89	1.14
9.14	10.58	-1.44
4.78	3.47	1.30
5.49	4.15	1.33
0.53	1.84	-1.32
2.69	1.58	1.12
0.55	1.66	-1.11
0.34	1.48	-1.14
3.74	4.23	-0.48
1.31	2.23	-0.93
1.40	0.64	0.76
0.70	0.96	-0.26
1.42	1.12	0.30
1.74	1.71	0.03
Desvio padrão das diferenças	-	1,02

Nota 1 - Valores ajustados à curva de calibração e normalizados para temperatura, pressão, oxigênio e teor de água.

- Calcular o desvio padrão das diferenças, neste caso = 1,02;
- Calcular a incerteza que para esse caso é o desvio padrão vezes 2;
Desvio padrão = 1,02
Incerteza = Desvio padrão x 2 = 2,04
- Como a incerteza de 2,04 mg/Nm³ é menor que o valor da incerteza máxima permitida - 3mg/Nm³ (tabela 8 do artigo 16), os dados obtidos no monitoramento são considerados adequados.

ANEXO ÚNICO

(a que se refere o inciso I da Decisão de Diretoria nº 326/2014/I, de 05/11/2014)

- d) A incerteza de 2,04 mg/Nm³, deve ser o valor a ser subtraído dos valores medidos, conforme prescreve este regulamento no seu artigo 9. No caso em que a subtração leve a valores negativos, para cálculo de médias utilizar o valor de zero.

5. ETAPA 5 – Emissão de Relatórios.

O relatório do teste de qualidade de dados nível 2 (CQ2) deve no mínimo conter:

- a) Descrição da planta e a localização dos amostradores.
- b) Descrição das condições operacionais da planta e combustíveis utilizados durante o teste;
- c) Nome do laboratório executor do teste bem como seus responsáveis e nome dos técnicos do empreendimento que acompanharam o teste;
- d) Acreditação do laboratório executor dos testes;
- e) Para cada parâmetro medido, descrever os métodos de referência utilizados, princípio, tipo, faixa de operação, repetibilidade ou incerteza;
- f) Descrição do amostrador contínuo, princípio de operação, faixa de operação e repetibilidade ou faixa de incerteza;
- g) Data e período em que foram realizadas as medições paralelas;
- h) Dados detalhados de todos os valores medidos obtidos pelos Mref e MC;
- i) A equação representativa da função de calibração obtida, a faixa de calibração incluindo todos os dados utilizados na função de calibração e os testes de variabilidade;
- j) O gráfico obtido com as medições paralelas destacando a curva de calibração e os valores que a geraram;
- k) Qualquer alteração do procedimento de calibração aqui indicado;
- l) As observações do teste de funcionalidade, conforme SUB ANEXO 2.

ANEXO ÚNICO

(a que se refere o inciso I da Decisão de Diretoria nº 326/2014/I, de 05/11/2014)

SUB ANEXO 4

CONTROLE DE QUALIDADE NÍVEL 3 – CQ3

A.4.a - Características da Medição.

a.1. O Controle de Qualidade nível 3 – CQ3 – tem a finalidade de acompanhar, durante todo o período de operação da planta, a qualidade dos dados obtidos.

a.2. O CQ3 verifica as variações de zero e *span*, sendo que valores negativos obtidos no teste com gás zero devem ser registrados. Para tal, o monitor deve ser ajustado para um valor positivo do sinal de saída. Tipicamente ao se calibrar com gás zero ajusta-se o valor de saída em 4 mA.

a.3. A verificação de zero e *span* deve ser efetuada com o uso de materiais de referência, por exemplo, com o uso de gases certificados. Para os monitores nos quais as medições de zero sejam extremamente difíceis, o fornecedor dos equipamentos deve demonstrar que eles possuem procedimentos alternativos de verificação.

a.4. No caso de monitores de material particulado devem ser utilizados materiais de referência que, por sua vez, devem ter sido testados no teste de qualidade CQ1, fazendo, portanto parte do material de certificação dos monitores.

a.5. Os dados obtidos no CQ3 são auxiliares de outros testes de qualidade. É importante que a coleta de dados seja iniciada mesmo antes do primeiro teste de CQ2 de forma que se obtenha o maior número de dados possível e assim auxiliar no tratamento estatístico necessário.

a.6. O CQ3 é uma atividade frequente e obrigatória sendo recomendado que seja feita por equipe técnica do empreendimento.

A.4.b – CQ3 - Uso dos dados.

b.1 - Os dados obtidos de zero e *span* são indicadores do desempenho dos monitores. Para que constantemente se obtenham dados confiáveis, os resultados dos testes devem ser rapidamente analisados utilizando-se cartas de controle de qualidade tipo Shewhart ou tipo CUSUM.

b.2 – A preparação das cartas de controle exige inicialmente o cálculo do desvio padrão das medições de zero e de *span*, desvio que é baseado em dados que obrigatoriamente devem ser apresentados no certificado do monitor como parte integrante do controle de qualidade CQ1.

b.3 - A forma de calcular o desvio padrão é descrita em A.4.c – Cálculo do desvio padrão.

b.4 - Construir, em papel ou em meio eletrônico, uma carta de controle de qualidade tipo Shewhart para zero e uma para *span*, conforme figura abaixo.

ANEXO ÚNICO

(a que se refere o inciso I da Decisão de Diretoria nº 326/2014/I, de 05/11/2014)

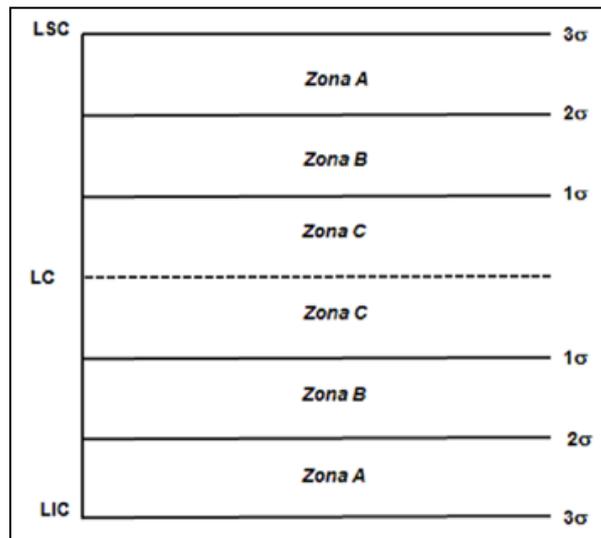


Figura A.4.1 - Carta de controle com a linha central (LC), o limite superior (LSC), o limite inferior (LIC) e linhas correspondentes a um e dois desvios (σ).

A LC ou linha central é o chamado valor alvo que possui valor zero para o gás zero ou o valor do gás *span* utilizado no teste.

b.5 – Assinalar os dados obtidos no processo de CQ3 para zero e para *span* nas respectivas cartas.

b.6 – Há necessidade de ajuste do equipamento quando:

- Um ou mais pontos estejam além do LSC (+3 σ) ou aquém do LIC (-3 σ);
- Três pontos consecutivos estiverem dentro da zona A, tanto superior como inferior;
- Cinco pontos consecutivos se situarem na zona B superior ou cinco pontos consecutivos zona B inferior;
- Oito medições consecutivas estiverem do mesmo lado do valor da linha central.
- Seis pontos consecutivos se apresentarem sempre com valores crescentes, ou sempre com valores decrescentes.

A.4.c. Cálculo do desvio padrão para cartas de controle Shewhart.

c.1 – O desvio padrão de zero e *span*, calculados separadamente, devem ser obtidos pela fórmula indicada a seguir com exemplo em c.2.

$$S_{AMS} = \sqrt{\mu_{inst}^2 + \mu_{temp}^2 + \mu_{volt}^2 + \mu_{pres}^2 + \mu_{outros}^2}$$

Onde:

S_{AMS} – desvio padrão do MC;

μ_{inst} – incerteza da instabilidade;

μ_{temp} – incerteza devido às variações da temperatura ambiental;

μ_{volt} – incerteza devido a variações de voltagem;

ANEXO ÚNICO

(a que se refere o inciso I da Decisão de Diretoria nº 326/2014/I, de 05/11/2014)

μ_{pres} - incerteza relativa às variações de pressão ambiental;

μ_{outras} – outras incertezas que podem influenciar as medições e relatadas no certificado do monitor – CQ1.

Nota: o S_{AMS} é expresso como desvio padrão e as incertezas também devem ser expressas como desvio padrão. Caso o certificado apresente incertezas como valores a 95% de confiança, tais valores devem ser divididos por 2. Ver que em CQ2 a incerteza é calculada pela multiplicação do desvio padrão por 2.

c.2 – Exemplo de cálculo da incerteza para um monitor de SO_2 , que opera na faixa de 0 a 250 mg/m³,

c.2.1 – os dados aqui utilizados são um exemplo de resultados fornecidos pelo fabricante dos monitores e fazem parte obrigatória do certificado referente ao controle de qualidade CQ1. O tipo de cálculo para desvio padrão de span é igual, apenas alterando-se os valores fornecidos no certificado de CQ1.

c.2.1.1 - Faixa de leitura – 0 a 250 mg/Nm³ resolução 0,02 mg/Nm³, com saída analógica de 0 ao fundo de escala;

c.2.1.2 - Ruído: no processo de medida 0,005 mg/Nm³ ou 0,1% da saída analógica, o que for maior;

c.2.1.3 - Desvio de zero:

- dependência de temperatura - 0,025 mg/m³ por (K);

- dependência de tempo a uma temperatura fixa: menos que 0,25 mg/Nm³ tanto para 24 horas como para 30 dias;

c.2.1.3 - Dependência da pressão: uma mudança em 5% da pressão ambiental produz uma mudança na leitura do instrumento em menos que 1%;

c.2.1.4 - Faixa de temperatura: teste de 5°C a 40°C

c.2.1.4.a - Para cálculo da μ_{temp} usar o seguinte procedimento:

$$\mu_{temp} = |I_{temp}| \sqrt{\frac{t_+^2 + t_+ t_- + t_-^2}{3}}$$

Como a temperatura de referência é 20°C, t_+ é o valor superior da certificação, no caso 40°C, sendo o valor mínimo 5°C, temos:

$$t_{cal} = 20^\circ\text{C}$$

$$t_+ = t_{max} - t_{cal} = (40-20)^\circ\text{C} = 20\text{K}$$

$$t_- = t_{min} - t_{cal} = (5-20)^\circ\text{C} = -15\text{K}$$

$$u_{temp} = |I_{temp}| \sqrt{(20\text{K})^2 + (20\text{K})(-15\text{K}) + (-15\text{K})^2} = 10,41\text{K} |I_{temp}|$$

ANEXO ÚNICO

(a que se refere o inciso I da Decisão de Diretoria nº 326/2014/I, de 05/11/2014)

Como $|t_{temp}|$ é igual a 0,025 mg/Nm³ por (K), obtém-se a μ_{temp} igual a 0,26

c.2.1.4.b. – com os valores acima construir a tabela F.1 e obter o Sams.

Tabela A.4.1 – Tabulação dos dados de μ para cálculo de Sams.

Parâmetro	Informação do CQ1	Contribuição (mg/Nm ³)
μ_{inst} - ruído	0,005 mg/Nm ³ ou 0.1% do fundo de escala	0,25
μ_{inst} - desvio	0,25 mg/Nm ³	0,25
μ_{temp}	0,025 mg/Nm ³ /K (5°C a 40°C)	0,26
μ_{volt}	Sem informação	-
$U \mu_{pres}$	$\Delta < 5\%$, menos que 1% de alteração na leitura	zero
Sams	Calculado pela fórmula para Sams (item c.1)	0,44

ANEXO ÚNICO

(a que se refere o inciso I da Decisão de Diretoria nº 326/2014/I, de 05/11/2014)

SUB ANEXO 5

CONTROLE DE QUALIDADE NÍVEL 4 - CQ4

1 – O Controle de Qualidade nível 4 - CQ4 – é conhecido nas normas internacionais como teste de verificação anual, em inglês “Annual Surveillance Test” (AST). Caracteriza-se por ser um teste anual para a verificação da validade da curva de calibração obtida no controle de qualidade nível 2 – CQ2.

2 – O CQ4 deve ser executado atendendo às mesmas exigências requeridas em CQ2, sendo que um plano de teste deve ser previamente apresentado e aceito pela CETESB.

3 – Embora bastante similar ao CQ2, no CQ4 é solicitado um número menor de medições por poluente, no mínimo 5 amostragens válidas, podendo ser efetuadas no mesmo dia.

4 – Caso os métodos de referência utilizem equipamentos automáticos, estes devem possuir um certificado conforme especificado em CQ1.

6 – Nova calibração só deve ser realizada utilizando-se os procedimentos estabelecidos em CQ2, caso a função de calibração seja significativamente alterada, conforme as incertezas aqui determinadas.

7 - Exemplo de tratamento de dados em CQ4.

Exemplo baseado em um teste hipotético para monitor de dióxido de enxofre considerando que o limite de emissão é de 50 mg/Nm³ e a incerteza aceitável para esse parâmetro é de 20%, conforme TABELA 8 do artigo 16.

A função de calibração, adotada neste exemplo:

$$y_i = 1.25x_i + 3.1$$

e a faixa de concentração válida de 0 a 42.8 mg/Nm³.

7.1 - Tabulação de dados – As cinco medidas tomadas pelo MC paralelamente com o Mref, e com o tempo adequado entre uma tomada de uma amostra e outra, são mostradas na tabela a seguir:

Tabela A.5.1. - Medições paralelas para teste CQ4

Amostra de número	Mref valor medido y_i mg/Nm ³	MC valor medido x_i mg/Nm ³
1	2,5	1,6
2	5,6	4,0
3	3,8	3,9
4	1,1	0,0
5	18,0	15,8

7.2 - Obtenção de gráfico: Os resultados são colocados em gráfico que já indicam a qualidade dos resultados obtidos. Os dados devem também gerar a função obtida por regressão linear, e calculado o valor de R², sendo um bom indicador quando os valores desse parâmetro forem maiores que 0,9. No presente caso R²>0,99.

ANEXO ÚNICO

(a que se refere o inciso I da Decisão de Diretoria nº 326/2014/I, de 05/11/2014)

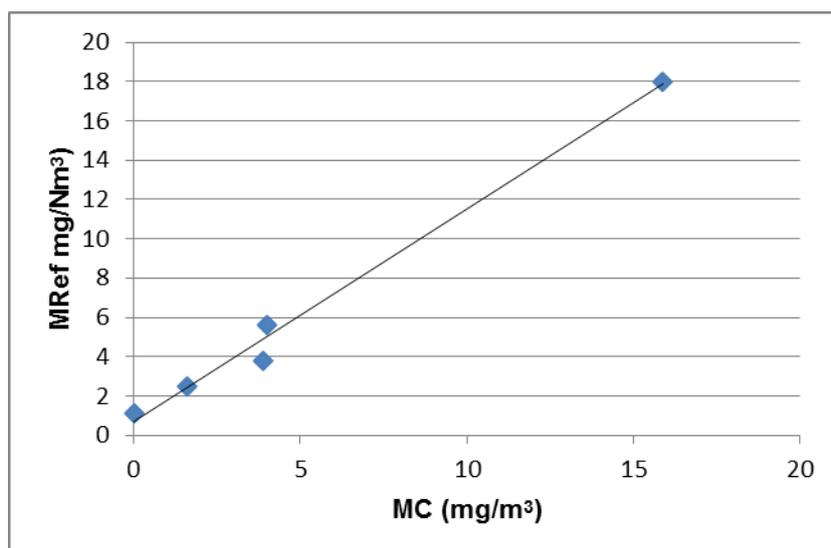


Figura A.5.1 – Gráfico obtido com os dados utilizados no exemplo.

7.4 - Cálculo dos valores de MC.

Calcular os valores do MC usando a função de calibração original, ou seja, a obtida no CQ2 exemplo.

$$y_i = 1.25x_i + 3.1$$

Os resultados obtidos do MC são apresentados na tabela a seguir:

Tabela A.5.2 Valores medidos e calculados do MC.

Amostra Número. (i)	Valor MC medido x_i	Valor Mref medido. y_i	Valor MC calculado ¹ . y_c	Diferença $D_i = y_i - y_c$	Quadrado da diferença. $(D_i - \bar{D})^2$
1	1,6	2,5	5,1	-2,6	0,49
2	4,0	5,6	8,1	-2,5	0,64
3	3,9	3,8	8,0	-4,2	0,81
4	0,0	1,1	3,1	-2,0	1,69
5	15,8	18,0	22,9	-4,9	2,89
Soma				-16,1	5,96
Média				-3,2 = (\bar{D})	

(1) Calcular a partir dos valores do monitor contínuo corrigido com a curva de calibração existente obtida no CQ2

ANEXO ÚNICO

(a que se refere o inciso I da Decisão de Diretoria nº 326/2014/I, de 05/11/2014)

7.4 - Cálculo da Variabilidade:

A variabilidade σ_D é então calculada com a seguinte equação:

$$\sigma_D = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (D_i + \bar{D})^2}$$

E usando os valores obtidos na tabela anterior:

$$\sigma_D = \sqrt{\frac{1}{5-1} \times 5,96 \left(\frac{\text{mg}}{\text{m}^3}\right)^2} = 1,22 \frac{\text{mg}}{\text{m}^3}$$

A variabilidade é aceita quando:

$$\sigma_D = \pm \bar{y} \quad \text{e} \quad \sigma_D < 1,5\sigma_0 k_v$$

Onde:

σ_D — é o desvio padrão

σ_0 — é a incerteza estabelecida no regulamento (do artigo 16 tabela 8 o desvio ou incerteza máxima é 10 para o SO₂, portanto σ_0 é metade desse valor).

k_v — parâmetro estatístico cujo valor para 5 medidas é 0,9161.

O teste de variabilidade então nos leva a:

$$1,22 \leq 1,5 \times 5 \text{ mg/m}^3 \times 0,9161$$

$$1,22 \leq 6,87$$

O valor obtido - 1,22 - é menor que o valor requerido no teste estatístico, portanto a variabilidade do MC é aceita.

7.5 – Aceitação da calibração anterior efetuada em CQ2

Finalmente a calibração do MC é aceita e considerada válida se:

$$|\bar{D}| \leq t_{0,95} (N-1) \frac{S_D}{\sqrt{N}} + \sigma_0$$

Neste exemplo, o valor “t” de Student, para 4 graus de liberdade (N-1) e 95% de confiança (monocaudal) é igual a 2,132. A desigualdade acima nos leva a:

$$3,2 \text{ mg/m}^3 \leq 2,132 \times \frac{1,2 \text{ mg/m}^3}{\sqrt{5}} + 5 = 6,22 \text{ mg/m}^3$$

ANEXO ÚNICO

(a que se refere o inciso I da Decisão de Diretoria nº 326/2014/I, de 05/11/2014)

Como o módulo do valor da média dos desvios é de Di (3,2) é menor que 6,22 mg/m³ conclui-se que a função de calibração continua válida.

ANEXO ÚNICO

(a que se refere o inciso I da Decisão de Diretoria nº 326/2014/I, de 05/11/2014)

SUB ANEXO 6

FATORES DE EQUIVALÊNCIA DE TOXICIDADE – FTEQ - PARA CONGÊNERES DE DIOXINAS E FURANOS

Congêneres	FTEQ
mono-, di-, e tri-CDDs (mono-, di- e tri-cloro-dibenzo-p-dioxinas)	0
2,3,7,8TCDD (tetracloro-dibenzo-p-dioxina)	1
outros TCDDs (tetracloro-dibenzo-p-dioxinas).	0
1,2,3,7,8PeCDD (pentacloro-dibenzo-p-dioxina)	0,5
outros PeCDDs (pentacloro-dibenzo-p-dioxinas)	0
1,2,3,4,7,8HxCDD (hexacloro-dibenzo-p-dioxina)	0,1
1,2,3,6,7,8HxCDD (hexacloro-dibenzo-p-dioxina)	0,1
1,2,3,7,8,9HxCDD (hexacloro-dibenzo-p-dioxina)	0,1
outros HxCDDs (hexacloro-dibenzo-p-dioxinas)	0
1,2,3,4,6,7,8HpCDD (heptacloro-dibenzo-p-dioxina)	0,01
outros HpCDDs (heptacloro-dibenzo-p-dioxinas)	0
OCDD (octacloro-dibenzo-p-dioxina)	0,001
Mono-, di-, tri-CDFs (mono-, di- e tri-cloros- dibenzofuranos)	0
2,3,7,8TCDF (tetracloro-dibenzofurano)	0,1
outros TCDFs (tetracloro-dibenzofuranos)	0
1,2,3,7,8PeCDF (pentacloro-dibenzofurano)	0,05
2,3,4,7,8PeCDF (pentacloro-dibenzofurano)	0,5
outros PeCDDs (pentacloro-dibenzofuranos)	0
1,2,3,4,7,8HxCDF (hexacloro-dibenzofurano)	0,1
1,2,3,6,7,8HxCDF (hexacloro-dibenzofurano)	0,1
1,2,3,7,8,9HxCDF (hexacloro-dibenzofurano)	0,1
2,3,4,6,7,8HxCDF (hexacloro-dibenzofurano)	0,1
outros HxCDDs (hexacloro-dibenzofuranos)	0
1,2,3,4,6,7,8HpCDF (heptacloro-dibenzofurano)	0,01
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF (heptacloro-dibenzofurano)	0,01
outros HpCDF (heptacloro-dibenzofuranos)	0
OCDF (octacloro-dibenzofurano)	0,001