

CE DOA-0014/2019

Candiota, 24 de setembro de 2019

Ao Senhor
EDUARDO WAGNER DÁ SILVA
Chefe da DENE/DILIC/IBAMA
SCEN - Trecho 2 - Ed. Sede do IBAMA
Brasília-DF - CEP 70818-900

Ref.: Beneficiamento de Carvão Mineral - Emissões Atmosféricas

Processo nº.02001.130731/2017-51

Prezado Senhor,


A COMPANHIA DE GERAÇÃO TÉRMICA DE ENERGIA ELÉTRICA- Eletrobras CGTEE, CNPJ nº.02016507/0001-69, vem, respeitosamente, perante V. S.^a, informar que segue:

Em atendimento as solicitações e entendimentos da Reunião Técnica IBAMA/CGTEE, realizada em 09/08/2019 para a apresentação do Projeto da Planta de Beneficiamento de Carvão Mineral para a UTE Candiota III Fase C, apresentamos a Nota Técnica DOA-003/2019 que trata da evolução técnica e ganhos ambientais da execução do Projeto Overhaul, da avaliação das emissões atmosféricas e dos ajustes operacionais necessários a estabilização da Unidade Geradora até a entrada em operação da Planta de Beneficiamento de Carvão Mineral em escala industrial.

Dessa forma, requer, respeitosamente, a V. Exa., o recebimento da presente carta e do documento em anexo.

Sendo o que tínhamos para o momento, subscrevemo-nos.

Atenciosamente,



Luis Eduardo Brose Piotrowicz
Gerente Assessoria De Meio Ambiente

Anexos:



Nota Técnica_DOA-Emissões 2019_Final.pdf

Gerar energia elétrica com rentabilidade promovendo o desenvolvimento sustentável.

Nota Técnica DOA-003/2019

Assessoria de Meio Ambiente

- Ganhos Ambientais do Projeto Overhaul –
- Emissões Atmosféricas da UTE Candiota III Fase C –

Evolução técnica com ganhos ambientais e ajustes necessários na operação da UTE Candiota III Fase C, pós execução do Projeto Overhaul, e seus reflexos nas emissões atmosféricas, qualidade do ar e a implantação de um sistema de beneficiamento de carvão mineral a seco (jigagem) no site do Complexo Termelétrico de Candiota.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	3
2. OBJETIVO	3
3. AVALIAÇÃO TÉCNICA AMBIENTAL	3
3.1 GANHOS AMBIENTAIS DO PROJETO OVERHAUL.....	3
3.2 QUALIDADE DO CARVÃO MINERAL UTILIZADO NA UTE CANDIOTA III FASE C.....	6
3.3 EMISSÕES ATMOSFÉRICAS E AJUSTES OPERACIONAIS	7
3.3.1 <i>Avaliação de Emissão Atmosférica – SO₂ Percebido</i>	10
3.3.2 <i>Avaliação de Emissão Atmosférica – SO₂ pela Resolução CONAMA nº 08/1990</i>	11
3.3.3 <i>Avaliação de Emissão Atmosférica –SO₂ pelo Balanço de Massa</i>	13
3.4 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR DA REGIÃO DE CANDIOTA	15
3.5 AÇÕES DA COMPANHIA EM ATENDIMENTO AO LICENCIAMENTO AMBIENTAL	17
3.6 GANHOS AMBIENTAIS IMEDIATOS DO SISTEMA DE BENEFICIAMENTO DE CARVÃO MINERAL	17
3.1 ESTIMATIVA DE EMISSÃO DE SO ₂ COM A QUEIMA DO CARVÃO BENEFICIADO	18
4. CONCLUSÃO	19
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	20

1. INTRODUÇÃO

Este documento apresenta a evolução técnica com ganhos ambientais, oriundos da execução do Projeto Overhaul, bem como os ajustes necessários na operação da UTE Candiota III Fase C para se buscar a regularização em suas emissões atmosféricas. Os ajustes da estabilidade de operação da UTE Candiota III Fase C são absolutamente necessários em paradas de manutenção, particularmente naquelas decorrentes do Projeto Overhaul, em face da grande intervenção de manutenção e melhorias de sistemas, realizadas no primeiro trimestre de 2019. As emissões atmosféricas na Chaminé da Unidade Geradora e suas implicações na qualidade do ar da Região são continuamente monitoradas e avaliadas, buscando sempre manter tal qualidade, inclusive com antecipação da implantação de um sistema de beneficiamento de carvão mineral a seco (jigagem) no site do Complexo Termelétrico de Candiota, entendido esse sistema como solução definitiva para adequada operação da UTE Candiota III Fase C quanto suas emissões.

2. OBJETIVO

Apresentar os ganhos ambientais da execução do Projeto Overhaul, bem como a necessidade de ajustes durante a retomada Unidade Geradora de modo a se perenizar os ganhos ambientais dessa intervenção.

Apresentar a variabilidade natural na qualidade e composição do carvão mineral ROM (*Run Of Mine*) consumido pela Eletrobras CGTEE para a geração de energia elétrica.

Avaliar as emissões atmosféricas da UTE Candiota III Fase C e a qualidade do ar na Região de Candiota durante o período de ajustes operacionais do Projeto Overhaul;

Apresentar as ações da Companhia em atendimento a Licença de Operação da UTE Candiota III Fase C L. O. nº 991/2010 – 1º Renovação.

Apresentar os ganhos ambientais imediatos do beneficiamento de carvão mineral.

3. AVALIAÇÃO TÉCNICA AMBIENTAL

Os diversos trabalhos relacionados a evolução técnica com ganhos ambientais, ajustes operacionais, medições de emissões atmosféricas e qualidade do ar, foram executados, monitorados e comparados tendo em vista a efetiva operação da Unidade Geradora e indicadores vinculados ao licenciamento ambiental da UTE Candiota III Fase C.

3.1 Ganhos ambientais do Projeto Overhaul

O Projeto Overhaul foi executado com o objetivo principal de realizar a revisão preventiva do conjunto turbo-gerador da UTE Candiota III Fase C. Paralelamente foram realizadas melhorias de sistemas,

que apresentaram baixa eficiência no histórico operacional da Unidade, bem como manutenções preventivas e corretivas em toda a planta Industrial.

A realização contou com a prestação de serviços especializados, supervisão pelos fabricantes de equipamentos e sistemas, fornecimento de peças importadas e garantia de performance de equipamentos da planta industrial, pela empresa Chinesa CITIC, a qual contou com mais de 320 profissionais para a execução de serviços sob sua responsabilidade, na UTE Candiota III Fase C.

A execução do Projeto Overhaul foi informada ao IBAMA por meio da Carta CE DO-010/2018, protocolizada em 19/12/2018, com a apresentação do escopo, cronograma macro, layout do canteiro e histograma de mobilização de mão de obra. A sua execução teve duração de aproximadamente 100 dias e contou com a participação de aproximadamente 1800 profissionais.

O Projeto Overhaul é caracterizado como uma grande intervenção de manutenção em unidade operacional, com desmontagem completa, reparos, adequação em diversos equipamentos, e, em alguns casos, substituição completa de sistemas.

Contudo, não houve quaisquer alterações no Projeto da UTE Candiota III Fase C que implicassem na adequação do seu licenciamento ambiental ou sua reavaliação.

A execução deste Projeto gerou diversos ganhos ambientais para UTE Candiota III Fase C, relacionados às suas condicionantes do licenciamento ambiental, entre os quais podemos citar:

- **Recuperação da capacidade de produção de energia** – com conseqüente recuperação de rendimento de projeto (35%) uma vez que a Unidade Geradora poderá gerar sua capacidade nominal (350 MW) dentro de consumo específico otimizado;
- **Aumento de disponibilidade** – redução da necessidade de paradas/partidas da Unidade Geradora, o que remete a um ganho operacional, com redução de consumo de combustíveis e redução de emissões atmosféricas;
- **Substituição do sistema de transporte de cinza pesada** – adequação da capacidade do equipamento, com aumento de 50t/h para 80 t/h de remoção de cinzas pesadas;
- **Substituição do economizador da caldeira** – redução no número de intervenções de manutenção, com ganho de eficiência e redução do número de paradas/partidas;
- **Manutenção nos sistemas de despeiramento de cinza e carvão** – redução na emissão fugitiva de material particulado na área industrial;
- **Adequação do sistema de descarga de cinza leve e subproduto** – recuperação dos sistemas de transporte, umidificação carregamento de cinza leve e subproduto da dessulfurização;

- **Manutenção em precipitadores eletrostáticos** – substituição de 372/984 das placas do precipitador 1 (ESP1) e 122/3.608 placas do precipitador 2 (ESP2). Também foram substituídos eletrodos, sistema de batimento e controle, possibilitando a redução das emissões de material particulado;
- **Manutenção nos sistemas de tratamento e distribuição de água** – com redução de consumo e de vazamentos de água para a área industrial e consequente diminuição na geração de efluentes;
- **Substituição de válvulas diversas** - com redução de perdas líquidas e geração de efluentes;
- **Substituição de tubulações de transporte de cinza leve e carvão pulverizado** – novas tubulações com revestimento interno cerâmico, de maior durabilidade e resistência a abrasão, prevenindo vazamentos e contaminação da área industrial.

A recuperação da capacidade nominal de geração da Unidade, viabilizada pela execução do Projeto Overhaul é o principal ganho ambiental, uma vez que possibilita a sua operação com o menor consumo específico de combustível e água, remetendo a um ambiente de menor impacto ambiental e menor consumo de recursos naturais em todo o seu ciclo produtivo.

A figura 1 apresenta a eficiência líquida da UTE Candiota III Fase C, na forma gráfica para os últimos 12 meses, contemplando o período anterior e posterior à realização do Projeto Overhaul, com registro de recuperação da eficiência aos patamares de Projeto.

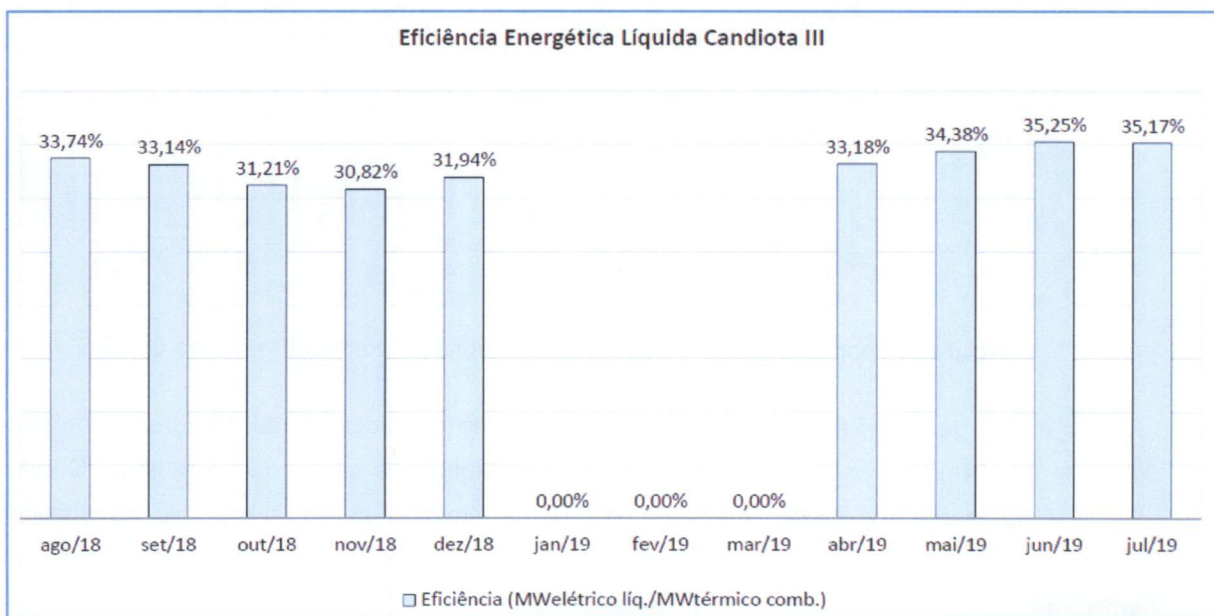


Figura 1. Eficiência líquida da UTE Candiota III Fase C nos últimos 12 meses.

3.2 Qualidade do Carvão Mineral Utilizado na UTE Candiota III Fase C

O carvão mineral utilizado pela Eletrobras CGTEE para a geração de energia termelétrica é proveniente da jazida de Candiota, no estado do Rio Grande do Sul. O fornecimento é realizado pela Companhia Estadual de Mineração – CRM, a qual detém concessão de lavra e exploração.

A qualidade do carvão mineral proveniente dessa jazida apresenta uma variabilidade inerente a sua formação sedimentar na Região. Estudos realizados pelo Laboratório de Análise de Carvão e Rochas Geradoras de Petróleo – Instituto de Geociências, UFRGS, indicam que a composição do carvão mineral de Candiota apresenta um teor médio das cinzas de 50% em peso e a matéria volátil pode variar entre 31,7-63,4%. Para a análise elementar, os resultados podem variar para o carbono (% em peso) entre 12,3-47,3%, hidrogênio entre 1,9-4,8%, nitrogênio entre 0,25-1,05% e enxofre entre 0,32-9,8%. O poder calorífico recalculado em uma base seca e livre de cinzas varia entre 2654-6854 cal/g.

O contrato de fornecimento de carvão estipula valores máximos aceitáveis, por lote entregue, de cinzas em 52,82% e de enxofre em 1,88% (% em peso). Estes percentuais variam de acordo com a evolução natural da lavra da jazida, dificultando o atendimento por parte da Contratada, no que se refere a manutenção da qualidade do combustível.

O teor médio de enxofre no carvão consumido pela Eletrobras CGTEE tem apresentado um valor crescente a partir do ano de 2018, conforme apresentado na figura 2.

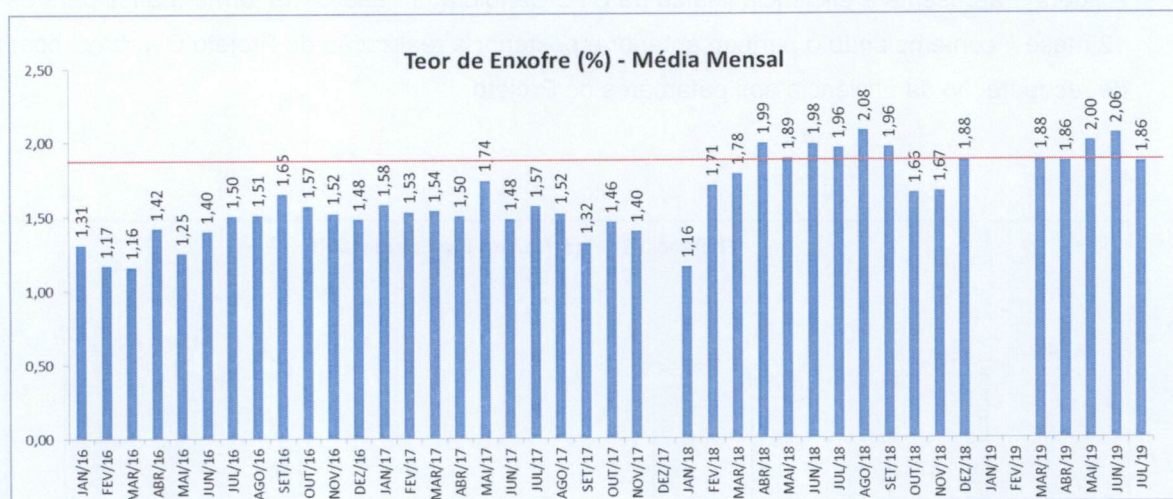


Figura 2. Teor de enxofre médio no carvão consumido pela Eletrobras CGTEE.

O teor médio de enxofre no carvão mineral consumido no processo de geração termelétrica tem reflexos imediatos na concentração de dióxido de enxofre nos gases de combustão. O gráfico da figura 2 apresenta as médias mensais do teor de enxofre, porém o controle da qualidade do combustível é realizado por lote de 12 horas, ou seja, esta média é resultado de aproximadamente 60 amostras de carvão, as quais tem apresentado uma variação significativa. Conforme dados apresentados no item 3.3.1, com um desvio padrão da média na ordem de 20%, a tabela 2 apresenta

um máximo de enxofre percebido de 3,04%. De forma sistemática, a Eletrobras CGTEE vem buscando alternativas junto ao seu fornecedor de forma a regularizar e melhorar a qualidade deste combustível, posto que há reflexos diretos tanto na estabilidade da Unidade Industrial quanto na eficiência do sistema de tratamento de gases de combustão.

O consumo específico do combustível (tonelada de carvão por MWh gerado) tem relação direta nos ganhos ambientais e na emissões atmosféricas, particularmente em função do seu teor de cinzas e enxofre, tanto em impactos ambientais locais relativos a emissões de material particulado e dióxido de enxofre, quanto a impactos globais das emissões de gases do efeito estufa.

3.3 Emissões Atmosféricas e Ajustes Operacionais

A execução do Projeto Overhaul na UTE Candiota III Fase C está caracterizado como uma grande intervenção na unidade industrial, e consequente período de testes e ajustes, inerentes a intervenções desse porte, que podem durar de 12 a 24 meses após a sua conclusão.

As emissões atmosféricas da UTE Candiota III Fase C, ou de qualquer termoelétrica a carvão mineral, é resultado dos seus processos de preparo e transporte do combustível, combustão, tratamento de gases, transporte de resíduos e suas condições operacionais e eficiência.

Uma unidade de geração térmica de energia elétrica, assim como os sistemas que a compõe, é projetada para ter sua máxima eficiência atingida operando em 100% de sua capacidade instalada.

Ajustes operacionais requerem variações de carga que remetem a instabilidade do processo de geração de energia e seus auxiliares, incluindo o sistema de tratamento de gases de combustão.

O monitoramento e gestão da emissão atmosférica da UTE Candiota III Fase C é realizado pela Eletrobras CGTEE. São regrados por sua licença de operação, pelo Protocolo de Operação em Regime de Eventos Não Usuais, apresentado ao IBAMA, e pelas Resoluções CONAMA relacionadas.

Os parâmetros monitorados e seu limite de emissão atmosférica são apresentados na Condicionante nº 2.5.10.1 da LO 991/2010 – 1ª Renovação:

“ 2.5.10.1 Ficam estabelecidos os seguintes Limites Máximos de Emissões da Fonte fixa (chaminé). NOX:680 mg/Nm³ e de SO₂: 1.700 mg/Nm³ a 6% de excesso de O₂, em base seca, nas CNTP (1 atm e 0°C). E de Material particulado: 265 mg/Nm³, a 6% de excesso de O₂, em base úmida, nas CNTP (1 atm e 0°C).”

O Protocolo de Operação em Regime de Eventos Não Usuais vem sendo utilizado pela Eletrobras CGTEE na gestão de suas emissões atmosféricas e formaliza os procedimentos e registros das áreas de Operação, Manutenção e Meio Ambiente. Este protocolo tem por objetivo assegurar a autonomia na tomada de decisão, o cumprimento da Licença Ambiental e promover a manutenção da qualidade do ar nas áreas de influência da UTE Candiota III Fase C.

A Resolução CONAMA nº 436/2011, complementa as Resoluções nº 05/1989 e nº 382/2006 e estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas instaladas ou com pedido de licença de instalação anteriores a 02 de janeiro de 2007. Esta Resolução não define limites de emissão para processos de combustão de carvão mineral, mas apresenta no seu Anexo XIV as determinações a serem observadas para a realização do monitoramento das emissões atmosféricas e na elaboração de relatórios de monitoramento. O item 5.1 do Anexo XIV da Resolução CONAMA nº 436/2011, determina:

“5.1 O processo industrial deverá estar estabilizado para garantir um resultado representativo e situações diferentes deverão estar acordadas com o órgão ambiental licenciador segundo critérios técnicos específicos;”

O processo de geração de energia da UTE Candiota III Fase C, após o Overhaul, necessitará um período mínimo de ajustes de 12 meses, compreendido de abril de 2019 a março de 2020. Considerando o item 5.1 supracitado, as suas emissões atmosféricas estão sujeitas as variações.

O ano de 2019 está caracterizado como fase inicial do período de testes e ajustes após realização do Projeto Overhaul. Este período é marcado pela permanência na área industrial de profissionais da referida empresa CITIC, de forma a realizar a supervisão do fabricante ao fornecimento de peças importadas, serviços especializados e garantia de desempenho de equipamentos da planta industrial da UTE Candiota III Fase C, vinculados ao contrato de fornecimento.

A figura 3 apresenta a geração da UTE Candiota III Fase C no período de 1º abril a 15 de agosto de 2019.

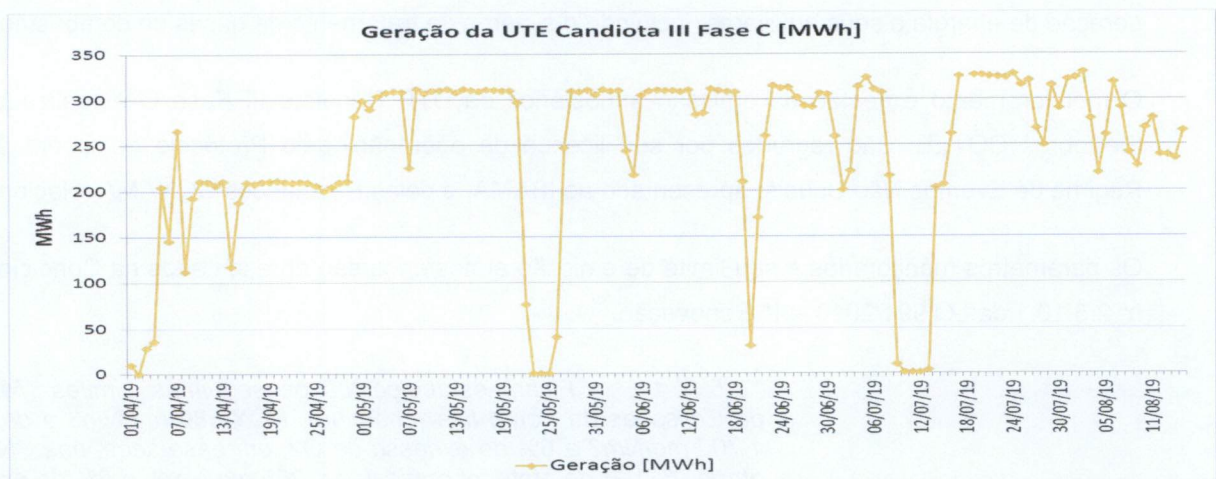


Figura 3. Geração de energia UTE Candiota III Fase C - abril a agosto de 2019.

As figuras de 4 a 6 apresentam as emissões atmosféricas de material particulado (MP), dióxido de enxofre (SO₂) e óxidos de nitrogênio (NO_x), respectivamente ao período de 1º abril a 15 de agosto de 2019, fase considerada crítica para a realização de testes e ajustes operacionais na planta industrial frente a grande intervenção de manutenção.

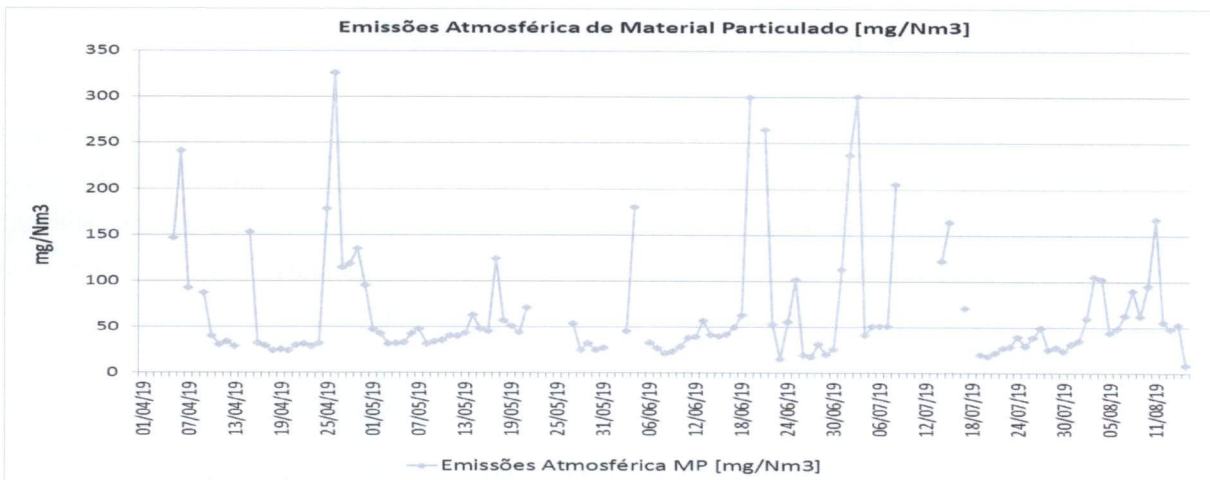


Figura 4. Emissões atmosféricas da UTE Candiota III Fase C - MP de abril a agosto de 2019.

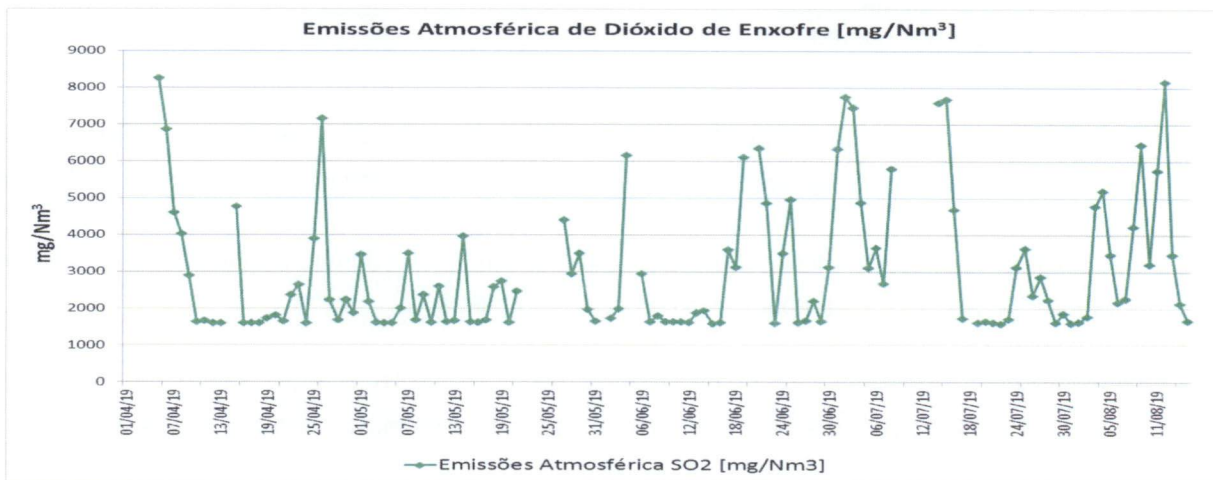


Figura 5. Emissões atmosféricas da UTE Candiota III Fase C - SO₂ de abril a agosto de 2019.

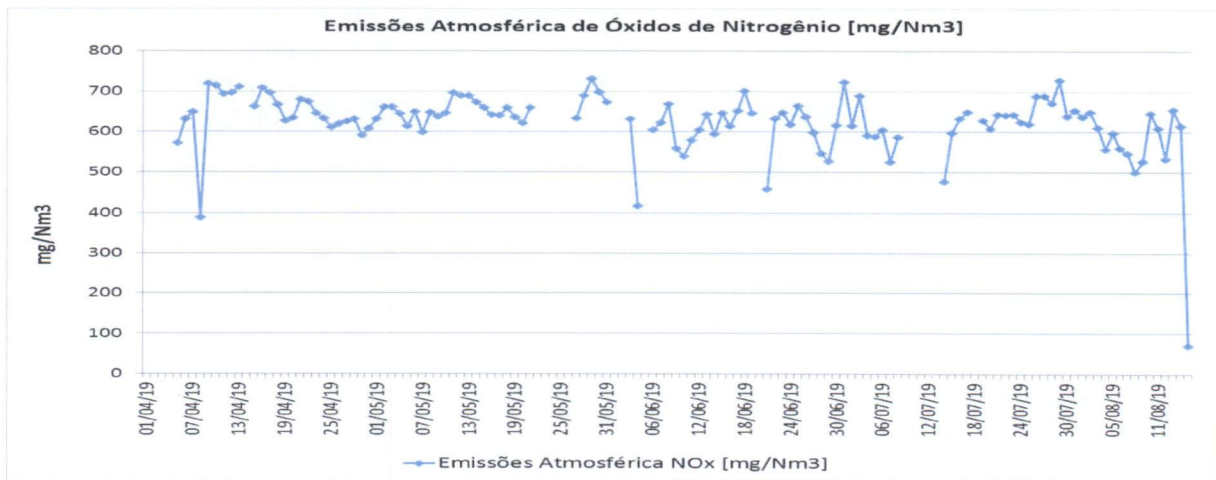


Figura 6. Emissões atmosféricas da UTE Candiota III Fase C - NO_x de abril a agosto de 2019.

Handwritten signatures and initials in blue ink.

3.3.1 Avaliação de Emissão Atmosférica – SO₂ Percebido

Visando estimar os limites máximos de emissão da UTE Candiota III Fase C no período de ajustes do Projeto Overhaul, até a entrada em operação da Planta de Beneficiamento de Carvão Mineral, foi realizada a avaliação das emissões atmosféricas e da operação do sistema de dessulfurização de gases, a partir da base de dados do Sistema de Informações Ambientais – SIA, considerando valores de média diária no período compreendido entre abril e julho de 2019. Os resultados estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Resultados para análise de médias diárias – abril a julho de 2019.

Resultado	Enxofre no Carvão [%]	SO ₂ no Gás de Combustão [mg/Nm ³]
Média	1,92	7.323,75
Desvio Padrão	0,37	904,20

A operação do sistema de dessulfurização de gases de combustão, limitada à sua eficiência máxima de 75%, possibilita prever os limites máximos de emissão atmosféricos da UTE Candiota III Fase C.

Para tanto, foi realizada a avaliação de distribuição normal dos dados, considerando os intervalos de abrangência (significância) a partir dos resultados da tabela 1.

Os resultados estão apresentados na tabela 2. Na avaliação técnica que segue, foi considerado um limite de abrangência de 99,74% dos dados, utilizando a média do período avaliado somada a três desvios padrão.

Tabela 2. Valores máximos obtido da análise estatística.

Abrangência amostral [%]	Enxofre no Carvão [%]	SO ₂ máximo no Gás de Combustão [mg/Nm ³]
68,26	2,30	8.227,95
95,44	2,67	9.132,15
99,74	3,04	10.036,35

Considerando a eficiência máxima no Sistema de Dessulfurização de Gases em 75%, teríamos um abatimento de 7.527,26 mg/Nm³ do dióxido de enxofre nos gases de combustão, conforme valor da tabela acima para uma abrangência amostral de 99,74%, resultando em uma emissão atmosférica de 2.509,09 mg/Nm³ de SO₂.

Desta forma, em condições de operação estabilizada é possível trabalharmos com a emissão máxima de 2.500 mg/Nm³ de SO₂, condicionada a eficiência máxima de 75% na remoção do dióxido de

enxofre nos gases de combustão, até a partida da Planta de Beneficiamento de Carvão Mineral a Seco.

A concentração máxima de 2.500 mg/Nm³ de SO₂ a 6% de oxigênio nas emissões atmosféricas caracteriza-se como condição transitória e extraordinária de operação do Sistema de Dessulfurização de Gases de Combustão, frente a variação da qualidade do carvão mineral, até a partida da Planta de Beneficiamento.

3.3.2 Avaliação de Emissão Atmosférica – SO₂ pela Resolução CONAMA nº 08/1990

A **Resolução CONAMA nº 08/1990**, que complementa a Resolução CONAMA nº 5/1989, dispõe sobre os limites máximos de emissão de poluentes no ar para processos de combustão externa de fontes fixas de poluição, incluindo os processos que utilizam carvão mineral.

Para fins de aplicação da Resolução CONAMA nº 08/1990, é necessário avaliar o critério de “fontes novas”, o qual está definido em seu Art.1º:

“§ 2º Para os efeitos desta Resolução, fontes novas de poluição são aquelas pertencentes a empreendimentos, cujas LP venham a ser solicitadas aos órgãos licenciadores competentes após a publicação desta Resolução.”

Embora a Resolução CONAMA nº 08/1990 não se aplique a UTE Candiota III Fase C, uma vez que seu processo de licenciamento teve início na década de 1980, foi realizada avaliação dos limites de emissão estimados para esta UTE, de forma a subsidiar uma análise comparativa. A tabela 3 apresenta os valores utilizados para o cálculo de comparação de limite de emissão de SO₂ da Licença de Operação da UTE Candiota III Fase C e da Resolução CONAMA nº08/1990.



Tabela 3. Valores vinculados a Resolução CONAMA nº 08/1990.

Parâmetro Avaliado	Id	Valor	Unidade
Limite de SO ₂ da CONAMA 08/1990	<i>a</i>	2.000	g/milhão de kcal
Limite de SO ₂ da CONAMA 08/1990	<i>b</i>	2.000.000	mg/milhão de kcal
Limite de SO ₂ da CONAMA 08/1990	<i>c</i>	2,00	mg/kcal
PCS do carvão (Contrato de Fornecimento)	<i>d</i>	3.300,00	kcal/kg
Consumo Especifico Max. de carvão - UTE Candiota III	<i>e</i>	900	kg/MW
Geração de Energia Elétrica	<i>f</i>	350,00	MW
Consumo de carvão para 350 MW	<i>g</i>	350.000,00	kg/hora
Energia térmica para 350 MW	<i>h</i>	1.104.250.000,00	kcal/hora
Taxa Máx. Emissão de SO ₂ pela CONAMA nº 08/1990	<i>i</i>	2.208.500.000,00	mg/hora
Vazão media de gases de combustão (350MW)	<i>j</i>	1.062.114,00	Nm ³ /hora
Padrão de Emissão de SO ₂ da L. O. 991/2010 - 1º Ren.	<i>k</i>	1.700,00	mg/Nm ³
Taxa Máx. Emissão de SO ₂ da L. O. 991/2010 - 1º Ren.	<i>l</i>	1.805.593.800,00	mg/hora
Emissão de SO ₂ projetada na CONAMA nº 08/1990	<i>m</i>	1.957,42	mg/Nm ³

Desta forma, considerando o consumo específico de 0,9 tonelada de carvão mineral ROM por megawatts gerado e uma geração máxima de 350 MW, aplicando-se os limites definidos pela Resolução CONAMA nº 08/1990 apresentada na tabela 3, teremos uma emissão máxima projetada de 1.957,42 mg/Nm³ de dióxido de enxofre. Este resultado foi obtido com a aplicação da equação descrita a seguir, considerando os valores designados por letras na tabela anterior.

$$m = a * d * e * f / (j * 1000)$$

Onde:

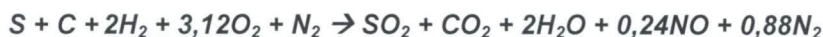
- m* = Emissão de SO₂ projetada com base na CONAMA 08/1990;
- a* = Limite de SO₂ da CONAMA 08/1990;
- d* = PCS do carvão (Contrato de Fornecimento);
- f* = Consumo específico de carvão - UTE Candiota III Fase C;
- j* = Vazão média de gases de combustão (350MW).

Assim, para a licença de operação nº 991/2010 – 1ª Renovação, temos o limite de emissão de dióxido de enxofre em 1.700 mg/Nm³, enquanto para a Resolução CONAMA nº 08/1990 teríamos a emissão atmosférica projetada de 1957,42 mg/Nm³ aplicando-se o limite definido de 2.000 gramas por milhão de quilocalorias.

Por outro lado, considerando a expectativa de geração média até a instalação da planta de jigagem em 290 MW médios, o que representa um fator de carga de 83% da potência nominal, e aplicando esse fator em termos de taxa de emissão de SO₂ (kg/hora), calculada para carga plena (350MW) com os dados da tabela 3, temos uma emissão atmosférica equivalente de 2.362,40 mg/Nm³ para uma geração média de 290 MW.

3.3.3 Avaliação de Emissão Atmosférica –SO₂ pelo Balanço de Massa

Utilizando o **Balanço de Massa** da reação de combustão descrita a seguir é possível estimar a formação de dióxido de enxofre a partir do teor de enxofre verificado no carvão ROM.



Para avaliação estequiométrica da reação de combustão, considerou-se empiricamente que 12% do nitrogênio contido no carvão reage quimicamente para a formação de NO, responsável pelas medições de NOX realizadas nas emissões atmosféricas. O restante é emitido como nitrogênio nos gases de combustão.

No balanço de massa foi utilizado a base de dados para 1000kg de carvão ROM, considerando uma composição estimada, em base seca, com valores variáveis para o enxofre e seus percentuais correspondentes a média histórica de cinzas, carbono, hidrogênio, nitrogênio e oxigênio+halogênios. Os valores utilizados estão apresentados na tabela 4.

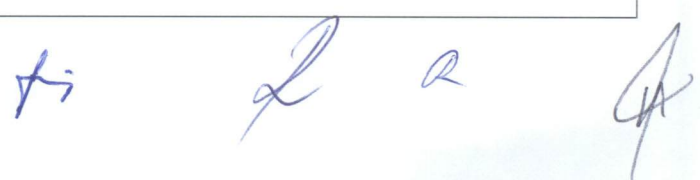
Tabela 4. Composição elementar do carvão para o cálculo do Balanço de Massa.

Composição elementar estimada do Carvão ROM	Percentual [%]	Massa [kg]
Cinza (B.S.)	52,76	527,59
Enxofre (B.S.)	2,00	20,00
Carbono (B.S.)	33,59	335,94
Hidrogênio (B.S.)	2,37	23,73
Nitrogênio (B.S.)	0,72	7,18
Oxigênio + Halogênios (B.S.)	8,56	85,56
Total	100	1.000

Os resultados do balanço de massa para a reação de combustão, considerando que 12% do nitrogênio é oxidado a NOx e utilizando uma base de calculo de 1.000 kg de carvão ROM, demonstram a massa em quilogramas de dióxido de enxofre formada na combustão. A tabela 5 apresenta os resultados para um carvão com 2% de enxofre em massa.

Tabela 5. Balanço de Massa da reação de combustão.

Equação:	S	+	C	+	2H ₂	+	3,12O ₂	+	2N ₂	>	SO ₂	+	CO ₂	+	2H ₂ O	+	0,24NO	+	0,88N ₂
Massa molar [kg]:	32		12		4		128		56		64		44		36		60		28
Estequiometria [kg]:	20		336		24		1.107		7		40		1.232		214		2		6



Para o cálculo do volume de ar necessário a combustão, foi utilizado o volume molar do oxigênio de 22,4 litros (volume molar na CNTP), resultando nos valor de oxigênio estequiométrico de 717 Nm³. O volume de gás gerado, a partir de um excesso de ar de 40% na combustão, o que nos permite estimar um oxigênio de 6% no gás de combustão, estão apresentados na tabela 6.

Tabela 6. Resultado do calculo de O₂, ar e gás na equação de combustão.

Variável	Volume [Nm ³]	Condição
O ₂ Estequiométrico (B.S.)	717	Sem o O ₂ do carvão
Ar Estequiométrico (B.S.)	3.413	21 % de O ₂
Gás para 40% de excesso de ar (B.S.)	1.365	6% de O ₂
Gás estequiométrico (B.S.)	3.347	
Gás total de combustão (B.S.)	4.712	6% de O ₂

Desta forma, teremos como resultado do balanço de massa para a combustão de um carvão com 2% de enxofre, a formação de dióxido de enxofre no gás de combustão e a emissão atmosférica conforme apresentado na tabela 7, considerando a eficiência do Sistema de Dessulfurização em 75%.

Tabela 7. Resultados do Balanço de Massa para carvão ROM com 2% de enxofre.

Dióxido de Enxofre	Valor	Unidade
SO ₂ formado na combustão	40.000.000	mg
SO ₂ no gás com 40% de excesso de ar (B.S.)	8.489,13	mg/Nm ³
SO ₂ na emissão atmosférica a 6% de O ₂	2.122,28	mg/Nm ³

A tabela 8 apresenta os resultados do balanço de massa para um carvão com 2,5% de enxofre para a eficiência de dessulfurização de 75%.

Tabela 8. Resultados do Balanço de Massa para carvão ROM com 2,5% de enxofre.

Dióxido de Enxofre	Valor	Unidade
SO ₂ formado na combustão	50.000.000	mg
SO ₂ no gás com 40% de excesso de ar (B.S.)	10.615,84	mg/Nm ³
SO ₂ na emissão atmosférica a 6% de O ₂	2.653,96	mg/Nm ³

Buscando extrair uma relação de formação de dióxido de enxofre no gás de combustão, foi fixado o valor de enxofre no carvão ROM em 1%. Assim, utilizando o balanço de massa para a reação de combustão, a relação de formação de SO₂ é dada pela equação apresentada a seguir:

$$SO_{2 \text{ Combustão}} = 4.246,33551 * \% S (B.S.)$$

Onde:

$SO_{2 \text{ Combustão}}$ = Concentração de dióxido de enxofre no gás de combustão a 6% de O₂;
 $\% S (B.S.)$ = Percentual de enxofre no carvão ROM.

Com base no balanço de massa para a reação de combustão supracitada, e os valores apresentados nas tabelas 7 e 8 apresentadas, considerando a eficiência de dessulfurização de gases em 75%, é atualmente possível atingir uma emissão média de 2.500 mg/Nm³ de dióxido de enxofre com carvão mineral ROM que apresente valores de enxofre menores que 2,5%.

3.4 Avaliação da Qualidade do Ar da Região de Candiota

A avaliação dos impactos ambientais das emissões atmosféricas da UTE Candiota III Fase C demonstra que não há registros de efeitos adversos, ou a indicação de degradação do ar atmosférico, na qualidade do ar da região monitorada.

As figuras de 7 a 9 apresentam os resultados do monitoramento da qualidade do ar na região em médias diárias (24 horas), no período de 1º de abril a 15 de agosto de 2019, mesmo período avaliado para as emissões atmosféricas durante os testes e ajustes da UTE Candiota III Fase C. Verifica-se que não foi observado neste período, nenhum evento de ultrapassagem dos limites definidos pela Resolução CONAMA nº 491/2018, para os Padrões de Qualidade do Ar Intermediários PI-1, relacionado à operação da UTE Candiota III Fase C, ou em sua decorrência.

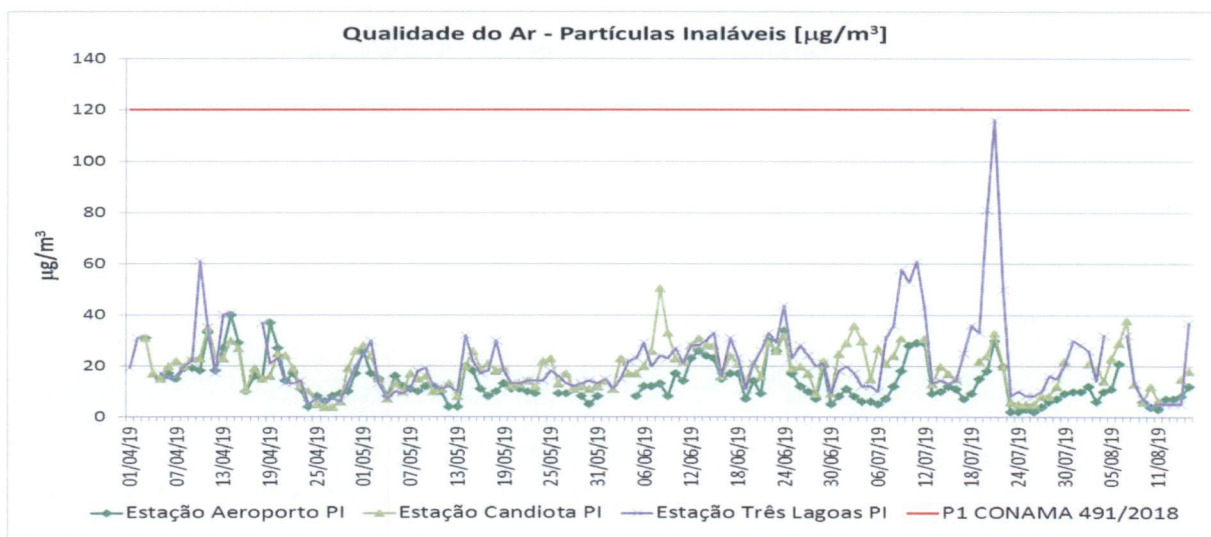


Figura 7. Qualidade do Ar da Região – PI de abril a agosto de 2019.

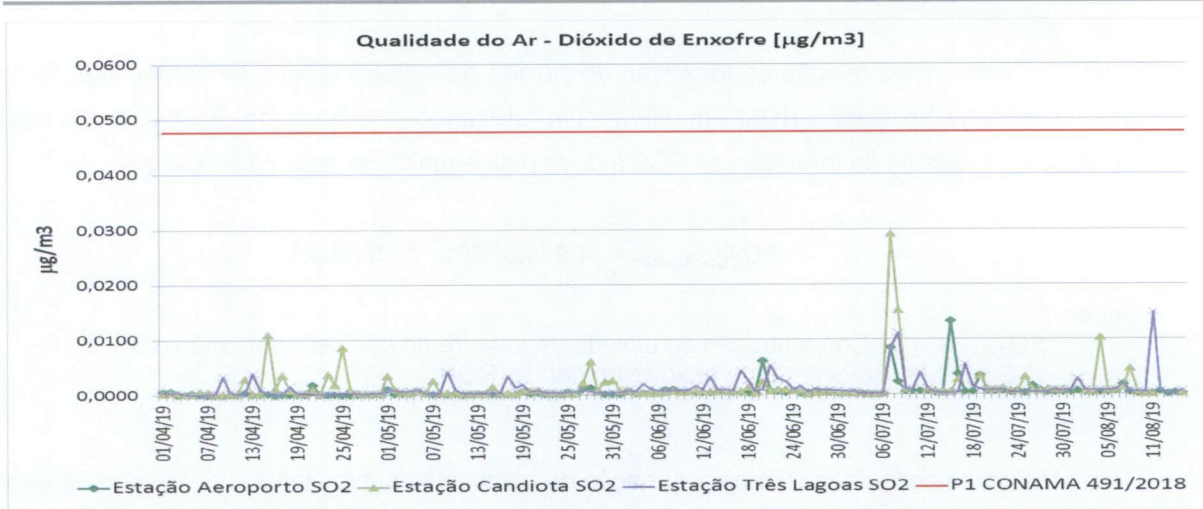


Figura 8. Qualidade do Ar da Região – SO₂ de abril a agosto de 2019.

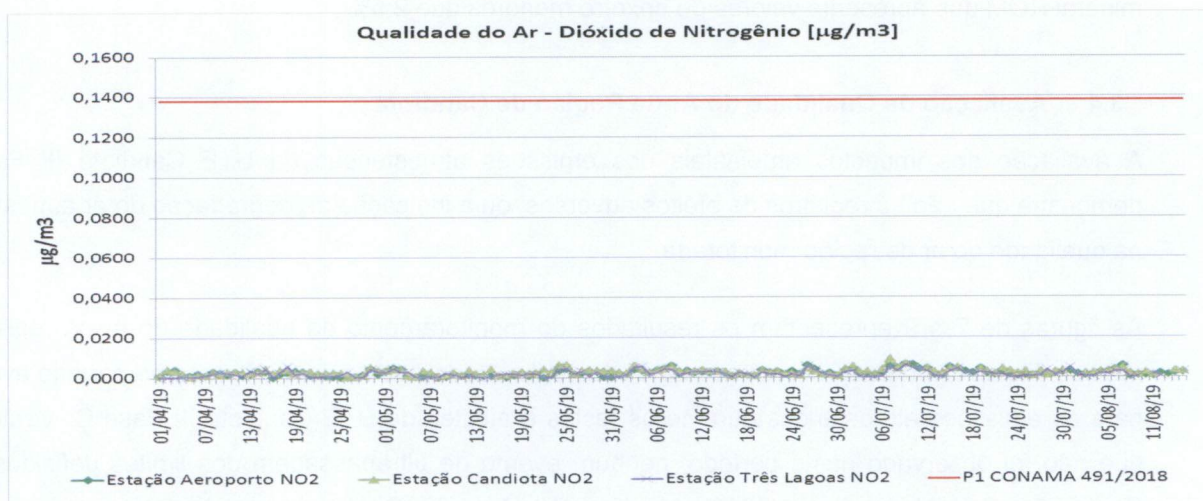


Figura 9. Qualidade do Ar da Região – NO₂ de abril a agosto de 2019.

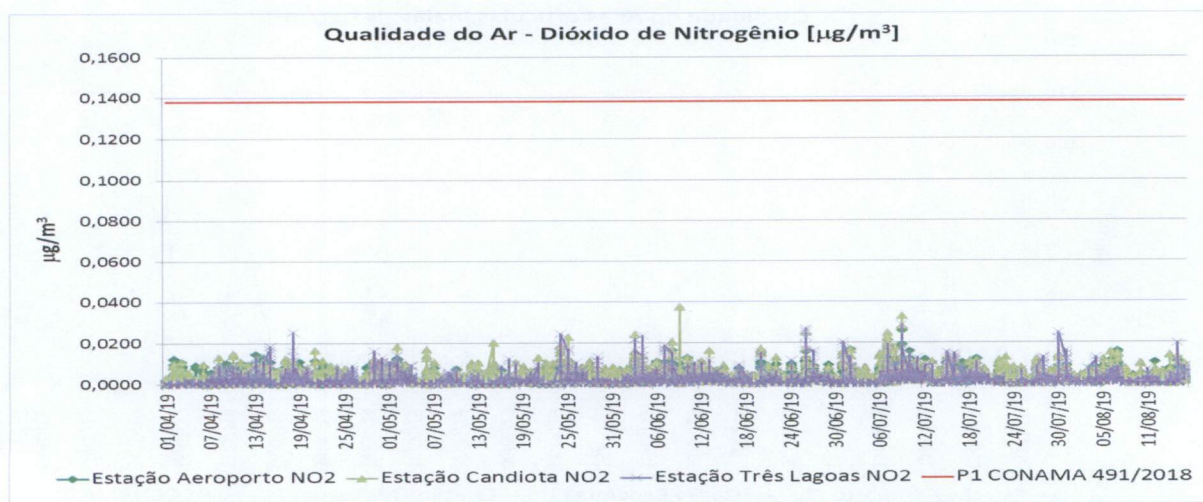
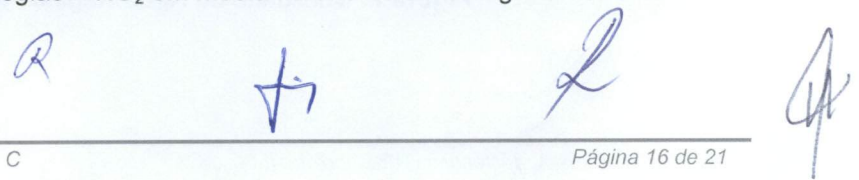


Figura 10. Qualidade do Ar da Região – NO₂ em media horária de abril a agosto de 2019.



A figura 10 apresenta os valores de dióxido de nitrogênio em valores de média horária, possibilitando a avaliação na frequência de medição definida pela Resolução CONAMA nº 491/2018 e seu Padrão de Qualidade do Ar Intermediários PI-1.

A avaliação das figuras 6 a 10 atesta, portanto, a manutenção da qualidade do ar na região de Candiota/RS, considerando as suas diversas fontes de emissões, incluindo as da UTE Candiota III Fase C apresentadas nas figuras 4 a 6.

3.5 Ações da Companhia em atendimento ao Licenciamento Ambiental

A Eletrobras CGTEE utiliza o Protocolo de Operação em regime de Eventos Não Usuais, documento apresentado ao IBAMA para avaliação, de forma a padronizar a tomada de decisão quando identificada a variação da qualidade nas emissões atmosféricas da UTE Candiota III Fase C. Este Protocolo apresenta as ações de operação, manutenção e monitoramento ambiental, vinculadas ao desempenho do sistema de tratamento de gases de combustão, assegurando o cumprimento do licenciamento ambiental e garantindo a manutenção da qualidade do ar da região de Candiota/RS.

A Companhia realiza de forma permanente ações cabíveis a gestão de contrato no fornecimento de carvão mineral, bem como discussões institucionais junto ao seu fornecedor, buscando a avaliação conjunta de soluções que possibilitem o planejamento da lavra de mineração. Estas ações visam a melhoria da qualidade do combustível em relação ao teor de enxofre, ou sua uniformidade de atendimento ao contrato de fornecimento, frente aos seus reflexos na gestão de emissões atmosféricas da UTE Candiota III Fase C.

A Eletrobras CGTEE optou pela antecipação da instalação de uma Planta de Beneficiamento de Carvão Mineral a seco, em atendimento a condicionante específica de seu licenciamento ambiental. Esta unidade está em construção com partida prevista para início de 2020. A partir do ano de 2020, portanto, a Eletrobras CGTEE passará a utilizar 100% de carvão beneficiado no seu processo de geração de energia elétrica.

3.6 Ganhos Ambientais Imediatos do Sistema de Beneficiamento de Carvão Mineral

A Licença Ambiental nº 991/2010 – 1ª Renovação, recebida pela Eletrobras CGTEE em 28 de Junho de 2016, por meio do of. 02001.006774/2016-35 DILIC/IBAMA, com validade até Abril de 2026, estabelece em suas condicionantes específicas a obrigatoriedade de apresentar projeto e cronograma de execução para a instalação de planta de beneficiamento de carvão mineral:

*“ 2 CONDICIONANTES ESPECIFICAS
Programas Ambientais*

...

2.5.6 Programa de Monitoramento do Heat Hate da Planta

...

2.5.6.4 Apresentar projeto para a instalação de planta de jigagem/beneficiamento do carvão, de escala industrial, contendo cronograma de execução.”

A Eletrobras CGTEE manifestou ao IBAMA o início das obras de instalação da planta de beneficiamento de carvão em escala industrial, em atendimento a condicionante supracitada, por meio da Carta CE DO-010/2019, informando o cronograma macro de fornecimento e instalação, assim como a localização no site do Complexo Termelétrico de Candiota.

A instalação da Planta de Beneficiamento de Carvão Mineral resultará em ganhos ambientais significativos ao processo de geração de energia na UTE Candiota III Fase C.

Testes realizados e acompanhados pela Eletrobras CGTEE em laboratório, planta piloto e queima direta em planta industrial, apresentaram redução significativa do teor de enxofre no combustível e aumento do poder calorífico. Desta forma é possível atribuir ganhos ambientais imediatos com a instalação do sistema de beneficiamento de carvão, tais como:

- ✓ Melhoria e uniformidade na qualidade do carvão mineral utilizado para a geração de energia;
- ✓ Melhoria na gestão das emissões de dióxido de enxofre nos gases de combustão;
- ✓ Redução da geração de resíduos sólidos oriundos do processo de geração, tais como cinzas e subproduto da dessulfurização;
- ✓ Ganho em eficiência de queima com a redução de material inerte na fornalha;
- ✓ Redução de consumo interno de energia com menor volume de combustível e resíduo a serem transportados.

Pelo exposto Eletrobras CGTEE entende que a instalação da planta de beneficiamento de carvão representará evolução para a questão das emissões atmosféricas da UTE Candiota III Fase C.

3.1 Estimativa de Emissão de SO₂ com a Queima do Carvão Beneficiado

Com base nos testes realizados no equipamento de beneficiamento carvão FX na China, obteve-se uma eficiência de 25,35% de remoção de enxofre para uma amostra de carvão ROM com 1,78% de enxofre.

A CGTEE projeta uma remoção de enxofre no carvão ROM na ordem de 25%, entre outros ganhos que podem remeter a uma redução do consumo específico do combustível.

Avaliando os dados de análise de laboratório realizados pela CGTEE, a maior média mensal de enxofre no carvão ROM foi observada no mês de junho de 2019, após a execução do Projeto Overhaul, com o valor de 2,08%, o que resultaria em carvão beneficiado com 1,55% de enxofre.

Assim, o carvão beneficiado, utilizando-se o balanço de massa para a reação de combustão, teríamos uma concentração de dióxido de enxofre nos gases de 6.585 mg/Nm³. Aplicando eficiência do Sistema de Dessulfurização de Gases de 75%, estima-se obter emissão de 1.646 mg/Nm³.

A tabela 9 demonstra um resultado possível do Sistema de Beneficiamento de Carvão, considerando um carvão ROM de entrada de 2,08% e uma eficiência de remoção de enxofre de 25,35%.

Tabela 9. Resultados do Balanço de Massa para carvão beneficiado com 1,6% de enxofre.

Dióxido de Enxofre	Valor	Unidade
SO ₂ formado na combustão	31.200.000	mg
SO ₂ no gás com 40% de excesso de ar (B.S.)	6.584,64	mg/Nm ³
SO ₂ na emissão atmosférica a 6% de O ₂	1.646,16	mg/Nm ³

Desta forma, a partir da queima de carvão beneficiado pela UTE Candiota III Fase C, será possível então atender o limite máximo de 1.700 mg/Nm³ de dióxido de enxofre, considerando a usina em operação estabilizada e com o Sistema de Dessulfurização de Gases de Combustão com eficiência de 75%.

4. CONCLUSÃO

A realização do Projeto Overhaul, caracterizada como uma manutenção de grande porte, realizado na UTE Candiota III Fase C, resultou em diversos ganhos ambientais e proporcionou a recuperação do rendimento de projeto da Unidade Geradora, sem, com isso, alterar o projecto do empreendimento, aprovado no seu licenciamento ambiental.

Encerradas as atividades relativas ao Projeto Overhaul, a UTE Candiota III Fase C encontra-se em período de testes e ajustes, vinculados à própria intervenção de manutenção, que podem perdurar por um intervalo de até 12 meses.

A análise técnica apresenta uma avaliação sucinta da qualidade do carvão mineral, consumido pela UTE Candiota III Fase C para a geração de energia elétrica, suas emissões atmosféricas e os impactos na qualidade do ar.

A partir do ano de 2018 foi percebido um acréscimo no teor de enxofre do carvão mineral fornecido pela Companhia Riograndense de Mineração – CRM. A Eletrobras CGTEE busca alternativas junto seu fornecedor de forma a melhorar a qualidade do combustível.

As emissões atmosféricas apresentam grande variabilidade, em especial a de dióxido de enxofre, caracterizando o período de testes e ajustes da planta industrial e a própria qualidade do combustível.

A avaliação do limite de emissão atmosférica de dióxido de enxofre, com referência a Resolução CONAMA nº 08/1990, resulta em uma emissão atmosférica projetada de 1957,42 mg/Nm³ aplicando-se o limite definido de 2.000 gramas por milhão de quilocalorias, quando no Licenciamento Ambiental temos o limite de 1.700 mg/Nm³.

Considerando a expectativa de geração até a instalação da planta de jigagem em 290 MW médios, o que representa um fator de carga de 83% da potencia nominal, resulta em uma emissão atmosférica

equivalente de 2.358,34 mg/Nm³, quando avaliado em termos de taxa de emissão de SO₂ (kg/hora) aplicando o fator de carga.

A análise pelo balanço de massa para a reação de combustão, considerando a eficiência de dessulfurização de gases em 75%, é possível atingir uma emissão média de 2.500 mg/Nm³ de dióxido de enxofre com a queima de carvão ROM que apresente teor de enxofre menor que 2,5%.

Embora ocorra grande variabilidade nas emissões atmosféricas da UTE Candiota III Fase C, neste período inicial de ajuste e testes do Projeto Overhaul, não houve comprometimento na qualidade do ar da região monitorada.

Considerando as diversas fontes de emissão atmosférica da Bacia Aérea de Candiota/RS, não foi verificado nenhum evento de degradação da qualidade do ar atmosférico ou de ultrapassagem dos limites definidos pela Resolução CONAMA nº 491/2018, para os Padrões de Qualidade do Ar Intermediários PI-1.

A implantação da Planta de Beneficiamento de Carvão Mineral padronizará a qualidade do combustível e atenderá plenamente a condicionante número 2.5.6.4 da Licença de Operação nº 991/2010 – 1ª Renovação, referente ao beneficiamento do combustível principal da CGTEE em escala industrial.

Os testes realizados na China, utilizando uma amostra do carvão de Candiota no equipamento de beneficiamento carvão FX, resultaram em uma eficiência de 25,35%.

A utilização de combustível beneficiado resultará em ganho ambiental imediato no processo de geração termelétrica da Eletrobras CGTEE, principalmente nos relacionados às emissões atmosféricas e redução na geração de resíduos.

A partir da queima de carvão beneficiado pela UTE Candiota III Fase C, será possível então atender o limite máximo de 1.700 mg/Nm³ de dióxido de enxofre.

O uso de combustível beneficiado reduz os impactos ambientais da geração termoelétrica a carvão mineral e promove a atuação sustentável da Eletrobras CGTEE.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos valores apresentados nas avaliações pela análise estatística e pelo balanço de massa, aplicando-se a eficiência do processo de dessulfurização, é possível atender a um limite superior de 2.500 mg/Nm³ de dióxido de enxofre nas emissões atmosféricas, consumindo um carvão com um teor de enxofre na faixa de 2 a 3%. Eventualmente, devido a períodos de ajustes pós manutenções, esse limite pode ser ultrapassado. A CGTEE buscará sempre atender o limite superior de 1.700 mg/Nm³.

No processo de dessulfurização é utilizada a cal virgem, importado do Uruguai, como agente de dessulfurização. Situações de redução ou descontinuidade de fornecimento de cal, frente a problemas na planta industrial da fornecedora, podem implicar em situação de impossibilidade de operação a pleno do Sistema de Dessulfurização de Gases da UTE Candiota III Fase C.

Adicionalmente observa-se que estudos de dispersão atmosférica, já simuladas para a região de Candiota, demonstraram que taxas maiores de emissão de dióxido de enxofre pelo Complexo Termelétrico de Candiota, não apresentaram resultados de alteração da qualidade do ar, tais como os do cenário de simulação com a UTE Candiota III Fase C e a UTE Candiota II Fase B-adequada. Este fato pode ser comprovado justamente na condição atual de operação da UTE Candiota III Fase C, com muita dificuldade no atendimento do padrão de emissão, na qual não houve registros de ocorrências de ultrapassagens nos padrões intermediários de qualidade do ar definidos pela Resolução Conama nº 491/2018.

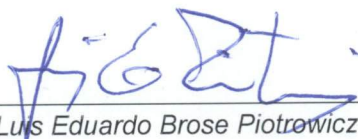
Destacamos ainda a capacidade atual da Eletrobras CGTEE em monitorar, de forma contínua, a qualidade do ar da região de Candiota, sob influência das emissões atmosféricas regionais, com transmissão de dados online ao IBAMA. A Companhia possui três estações, dispostas em pontos estratégicos, e que já demonstraram, ao longo dos últimos anos, sua capacidade para identificar qualquer indicio de alteração na concentração de poluentes no ar atmosférico, permitindo de forma rápida e eficaz a tomada de decisão para ações operacionais que resultem na manutenção da qualidade do ar na região monitorada.

Permanecemos a disposição para esclarecimentos sobre esta Nota Técnica.

Submetemos esta Nota Técnica para avaliação da Autoridade Superior da Eletrobras CGTEE.

Candiota 19 setembro de 2019.

Atenciosamente,




Luis Eduardo Brose Piotrowicz
Gerente da Assessoria de Meio Ambiente



Rômulo Lucas da Costa
Gerente do Departamento de Operação



Felipe Ferreira Rodrigues
Assistente da Presidência



Rodrigo Lucas Bortoluzzi
Assessor da Diretoria de Operação