

**AMBIENTALE CONSULTORIA EM POLUIÇÃO AMBIENTAL**

**PROPOSTA TÉCNICA E COMERCIAL**



**[www.ambientaleconsultoria.com.br](http://www.ambientaleconsultoria.com.br)**

**Porto Alegre, 13/04/2026  
CLIENTE: Âmbar Energia  
PROPOSTA Nº: 35/2026**

## 1. Objetivo

Apresentar uma proposta de projeto para estudo de monitoramento da qualidade do ar por tubos passivos em duas campanhas semestrais (verão e inverno) com vistas ao atendimento da condicionante 2.5.10.5 da Licença de Ambiental da UTE Candiota III – Fase C.

Os seguintes poluentes serão considerados: monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>), ozônio (O<sub>3</sub>), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) e compostos orgânicos voláteis (VOC).

## 2. Metodologia

O princípio da amostragem passiva se baseia no processo de difusão dos poluentes do ar num meio absorvente. A força indutora é o gradiente de concentração entre o ar vizinho e a superfície absorvente, onde a concentração do poluente é zero.

O movimento das moléculas poluentes pode ser expresso pela Lei de Fick. Após integração e rearranjo, a seguinte equação pode ser usada para calcular a concentração dos poluentes:

$$C = \frac{Q \times I}{D \times A \times t} \quad (1)$$

onde  $C$  é a concentração ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ),  $Q$  é a quantidade de massa absorvida ( $\mu\text{g}$ ),  $I$  é a trajetória de difusão (m),  $D$  é o coeficiente de difusão ( $1/\text{m}^2$ ),  $A$  é a seção transversal ( $\text{m}^2$ ) e  $t$  é o tempo de exposição (s).

As concentrações dos poluentes absorvidos são determinadas a partir do emprego de técnicas de laboratório padronizadas, tais como espectrofotometria, cromatografia de gases ou cromatografia de íons.

A utilização de amostradores passivos no monitoramento ambiental requer um grau de performance e confiabilidade. No contexto do Comitê Europeu de Normatização (CEN), um protocolo de avaliação foi implementado descrevendo os requerimentos mínimos necessários.

Se as características de performance são conhecidas, a adequação de um amostrador passivo para uma tarefa específica de monitoramento pode ser estimada.

As seguintes características são observadas num amostrador passivo:

- Taxa de amostragem;
- Faixa de operação e saturação;
- Influência da umidade relativa do ar;
- Influência da velocidade do vento;
- Tempo de armazenamento;
- Ajustamento com métodos independentes de medição sob condições de campo.

#### Amostragem de Monóxido de Carbono (CO):

A amostragem passiva de CO é baseada no princípio da difusão de moléculas do CO em um meio absorvente de cloreto de paládio. O paládio metálico formado pode, então, ser determinado fotometricamente por meio de uma reação específica

Os amostradores passivos são compostos por uma estrutura de polipropileno com uma abertura de 20 mm de diâmetro. Para reduzir a turbulência do vento, uma membrana de fibra de vidro é fixada e protegida por uma grade metálica.

Para proteger o amostrador de influências externas e minimizar a turbulência eólica, torna-se necessário a adoção de um aparato especial de proteção. As especificações de um amostrador passivo de CO são mostradas no Quadro 1.

Quadro 1 – Especificações técnicas de um amostrador passivo de CO.

<b>Faixa de trabalho</b>	0.5 – 15 mg/m <sup>3</sup>
<b>Tempo de amostragem</b>	1 – 2 semanas
<b>Limite de Detecção</b>	0.5 mg/m <sup>3</sup> para períodos de amostragem de 2 semanas
<b>Influências externas: Velocidade do vento Temperatura Umidade</b>	sem influência entre 0.5 to 2.2 m/s desconhecido desconhecido
<b>Armazenagem</b>	antes do uso:12 months; após exposição: 4 months
<b>Incerteza</b>	16 % em níveis de 10 mg/m <sup>3</sup>

### Amostragem de Dióxido de Nitrogênio (NO<sub>2</sub>)

Os amostradores passivos para medir NO<sub>2</sub> baseiam-se no princípio da difusão de NO<sub>2</sub> sobre o absorvente trietanolamina. O NO<sub>2</sub> coletado é então determinado espectrofotometricamente pelo método de Saltzmann.

O amostrador passivo para medir NO<sub>2</sub> consiste em uma caixa de polipropileno com uma abertura específica de 20 mm de diâmetro. Uma membrana de fibra de vidro é fixada e sustentada por uma tela metálica para eliminar qualquer tipo de perturbação meteorológica. O amostrador é colocado em um abrigo especialmente projetado para protegê-lo durante a exposição. As especificações de um amostrador passivo de NO<sub>2</sub> são mostradas no Quadro 2.

Quadro 2 – Especificações técnicas de um amostrador passivo de NO<sub>2</sub>.

<b>Taxa de amostragem</b>	0.8536 ml/min corrigido a 9°C
<b>Faixa de trabalho</b>	1 — 200 µg/m <sup>3</sup>
<b>Tempo da amostragem</b>	1 — 4 semanas
<b>Limite de detecção</b>	0.64 µg/m <sup>3</sup> exposição quinzenal
<b>Influências externas: Velocidade do vento Turbulência Temperatura Umidade</b>	influência da velocidade do vento < 10% acima de 4.5 m/seg usando abrigo de proteção membrana recomendada sem influência entre 5 e 40°C sem influência entre 20 e 80%
<b>Armazenagem</b>	antes do uso : 12 meses; após o uso: 4 meses
<b>Incerteza</b>	26.4 % ao nível de concentração de 20 - 40 µg/m <sup>3</sup>

### Amostragem de Ozônio (O<sub>3</sub>):

A amostragem passiva de O<sub>3</sub> é baseada no princípio da difusão de moléculas do O<sub>3</sub> ao longo de um tubo em um meio absorvente. A quimissorção do ozônio ocorre por reação com nitrito de sódio. A quantidade de nitrato é determinada por cromatografia iônica.

Os amostradores passivos são compostos por uma estrutura de polipropileno com uma abertura de 20 mm de diâmetro. Para reduzir a turbulência do vento, uma membrana de fibra de vidro é fixada e protegida por uma grade metálica. Para proteger o amostrador de influências externas e minimizar a turbulência eólica, torna-se necessário a adoção de um aparato especial de proteção. As especificações de um amostrador passivo de O<sub>3</sub> são mostradas no Quadro 3.

Quadro 3 – Especificações técnicas de um amostrador passivo de O<sub>3</sub>.

<b>Tempo de amostragem</b>	1 – 4 semanas
<b>Limite de detecção</b>	1 µg/m <sup>3</sup> em 4 semanas ou 2 µg/m <sup>3</sup> em 2 semanas de exposição
<b>Incerteza</b>	21.3 % em 60 µg/m <sup>3</sup>
<b>Armazenagem</b>	12 meses antes da exposição 3 meses após exposição
<b>Fatores ambientais &lt; 10%</b>	vento: no intervalo de 0.5 – 2.2 m/s temperatura: no intervalo de 5 – 35 °C umidade: no intervalo de 40 – 80%

Amostragem de Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>):

A amostragem passiva de SO<sub>2</sub> é baseada no princípio da difusão de moléculas de SO<sub>2</sub> em um meio absorvente, que é uma mistura de carbonato de potássio e glicerina. A quantidade total de dióxido de enxofre é extraída e determinada por cromatografia de íons.

Os amostradores passivos são compostos por uma estrutura de polipropileno com uma abertura de 20 mm de diâmetro. Para reduzir a turbulência do vento, uma membrana de fibra de vidro é fixada e protegida por uma grade metálica. Para proteger o amostrador de influências externas e minimizar a turbulência eólica, torna-se necessário a adoção de um aparato especial de proteção. As especificações de um amostrador passivo de SO<sub>2</sub> são mostradas no Quadro 4.

Quadro 4 – Especificações técnicas de um amostrador passivo de SO<sub>2</sub>.

<b>Taxa de amostragem</b>	11.9 ml/min em 20°C
<b>Faixa de trabalho</b>	1 – 240 µg/m <sup>3</sup>
<b>Tempo de amostragem</b>	2 – 4 semanas
<b>Limite de detecção</b>	0.3 µg/m <sup>3</sup> para amostragem no período de duas semanas
<b>Influências externas: Velocidade do vento Temperatura Umidade</b>	Influência do vento < 10% até 4.5 m/s usando abrigo de proteção Sem influência entre 10 a 30°C Sem influência em 20 a 80%
<b>Armazenagem</b>	Antes do uso : 12 meses; Após a exposição: 4 meses
<b>Incerteza</b>	23.2% ao nível de concentração de 20 - 40 µg/m <sup>3</sup>

Amostragem de Compostos Orgânicos Voláteis (VOC):

O amostrador passivo de VOC é composto por tubos de difusão ORSA5, constituídos por um tubo de amostragem de vidro aberto em ambas as extremidades e preenchido com carvão ativado. Cada abertura é preenchida com uma barreira de difusão de acetato de celulose.

Esta configuração permite que o ar ambiente se difunda para dentro do tubo de amostragem de forma controlada. As substâncias são analisadas por cromatografia gasosa. As especificações de um amostrador passivo de SO<sub>2</sub> são mostradas no Quadro 5.

Quadro 5 – Especificações técnicas de um amostrador passivo de VOC.

<b>Tempo de amostragem</b>	1 – 4 weeks
<b>Limite de detecção</b>	0.3 – 0.5 µg/m <sup>3</sup> at 4 weeks or 0.6 – 1.0 µg/m <sup>3</sup> at 2 weeks exposure
<b>Incerteza</b>	28.4 % at 5 µg/m <sup>3</sup> Benzene
<b>Armazenagem</b>	24 meses antes da exposição 6 meses após exposição
<b>Fatores ambientais &lt; 10%</b>	vento: < 1.5 m/s temperatura: no intervalo de -1 – 22 °C umidade relativa: no intervalo de 20 – 60%

Localização dos Pontos de Amostragem:

A rede proposta será composta por 24 (vinte e quatro) pontos de amostragem, escolhidos com base nas orientações contidas na condicionante 2.7 da LO no. 991/2010. O Quadro 6 apresenta as informações sobre 24 os pontos de amostragem.

Quadro 2 – Localização dos pontos de amostragem.

Tubo	Denominação	Coordenadas Geográficas		Local de Instalação
		Latitude	Longitude	
01	Três Lagoas	31°35'45.00"S	53°43'39.35"O	Estação três Lagoas
02	Aeroporto	31°29'46.14"S	53°41'35.28"O	Estação Aeroporto
03	Candiota III	31°31'21.91"S	53°44'39.74"O	Área do Candiotoão
04	Vila Operária	31°27'33.96"S	53°39'38.28"O	Vila Operária
05	Dario Lassence	31°32'53.58"S	53°43'09.46"O	Bairro Dario Lassence
06	Vila Residencial	31°33'45.04"S	53°40'32.20"O	Vila Residencial
07	Seival	31°27'21.62"S	53°44'43.14"O	Vila do Seival
08	Passo do Arroio	31°32'56.04"S	53°46'55.29"O	Estância
09	Hulha Negra	31°32'06.72"S	53°50'21.29"O	Estância
10	Afucam	31°30'12.05"S	53°41'52.00"O	Sede da AFUCAM
11	Passo do Tigre	31°36'03.78"S	53°45'44.87"O	Estância
12	Barão do Itaqui	31°38'37.62"S	53°49'06.61"O	Estância
13	Oito de Agosto	31°41'04.46"S	53°49'36.63"O	Vila Oito de Agosto
14	Votoram	31°30'31.28"S	53°33'48.66"O	Vila da VOTORAN
15	João Geraldino	31°36'56.68"S	53°37'07.08"O	Estância
16	Pedras Altas	31°43'54.07"S	53°34'58.47"O	Pedras Altas
17	Dom Pedro II	31°42'50.79"S	53°42'50.50"O	Estância
18	José Otávio	31°28'42.56"S	53°45'22.44"O	Estância

<b>19</b>	Pinheiro Machado	31°34'44.84"S	53°23'11.56"O	Pinheiro Machado
<b>20</b>	Aceguá	31°52'00.26"S	54°09'149.64"O	Aceguá
<b>21</b>	São Simão	31°28'09.19"S	53°39'46.55"O	São Simão
<b>22</b>	João Emílio	31°28'44.59"S	53°41'00.30"O	João Emílio
<b>23</b>	APA Candiota	31°32'29.92"S	53°42'41.63"O	Bairro Dario Lassance
<b>24</b>	Praínha	31°32'22.05"S	53°40'37.07"O	Praínha da Barragem II

Frequência de Amostragem:

As campanhas de amostragem de CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, VOC, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub> terão uma duração de 7 (sete) dias consecutivos de exposição.

**3. Informações Necessárias (Responsabilidade do Contratante)**

- Disponibilidade dos locais dos pontos de amostragem;
- Contato e autorização prévia dos responsáveis pelo ponto de amostragem.

**4. Responsabilidade Técnica**

Os responsáveis técnicos pelo serviço apresentarão identificação profissional junto ao CREA, acompanhada de ART (Anotação de Responsabilidade Técnica) específica da atividade exercida.

**5. Prazo de Entrega**

Relatório da primeira campanha em até **90 dias** a partir do recolhimento dos amostradores.  
Relatório final em até **90 dias** a partir da conclusão da última campanha.