

# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



Monitoramento de H<sub>2</sub>S e Metilmercaptanas no processo de tratamento de Esgoto na ETE – SAMAE São Luís - Jaraguá do Sul-SC.

Autor: Robson Silva



# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## Introdução

Com o avanço da área urbana em grandes e pequenas cidades, é cada vez mais comum nos depararmos com Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) estando próximo ou rodeados por casas e condomínios. Um problema que não existia, enquanto as ETEs eram recém construídas e estavam afastadas de áreas urbanas, hoje se torna cada vez mais comum, que é a percepção de mal odores, gerados durante o processo de tratamento de efluentes, causando incômodo nas comunidades vizinhas.



# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO

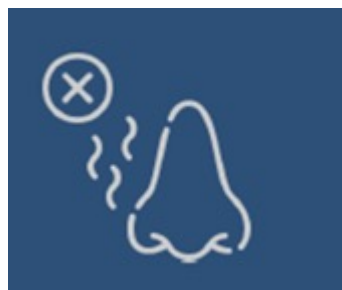


Realização:



## Monitorar a qualidade do ar em uma ETE é relevante?

- ✓ Impactos no meio ambiente,
- ✓ Saúde ocupacional dos empregados que operam as ETE,
- ✓ Ocasionalmente impactos de percepção de odores em comunidades vizinhas localizadas no entorno,
- ✓ Os sulfetos são de grande importância por serem diretamente responsáveis pelos processos corrosivos em tubulações e outros materiais.



- O odor do sulfeto de hidrogênio pode ser percebido por humanos (limiar do odor) em quantidades tão pequenas quanto 8,1 ppb (11 µg/m<sup>3</sup>). É citada percepção em concentrações tão baixas quanto 0,00047 partes por milhão (470 partes por trilhão).<sup>[8]</sup>

**Referência:** Amore JE (1985). The perception of hydrogen sulfide odor in relation to setting an ambient standard. Olfacto-Labs, Berkeley, CA: prepared for the California Air Resources board.



# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## Objetivo

Apresentar os resultados do monitoramento realizado no período de 13 de setembro a 21 de novembro de 2023 da operação da estação autônoma de monitoramento KUNAK AIR LITE. A estação monitorou Sulfeto de Hidrogênio ( $H_2S$ ) e os parâmetros meteorológicos umidade relativa, temperatura, pressão além da velocidade e direção do vento, utilizados para indicar a dispersão do poluente na área do entorno dos cinco pontos monitorados

O monitoramento teve o intuito de avaliar o impacto das emissões odoríferas provenientes do Tratamento de Efluentes na SAMAE em Jaraguá do Sul/SC e suas circunvizinhanças.



# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## Material e métodos

Para realização das medições foi utilizado um KUNAK AIR LITE equipado com cartucho de H<sub>2</sub>S, sensores integrados de temperatura ambiente, umidade relativa e pressão, painel solar para fornecimento de energia e um anemômetro mecânico DAVIS para aferição da velocidade e direção do vento.



# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento

## Material e métodos



Dimensões	257 x 270 x 225 mm
Peso	<3.5 kg
Gabinete	PMMA & Policarbonato & Aço inox
Temperatura operacional	-20 °C a 60 °C
UR Operacional	0 a 99 %UR
Classificação de IP	IP65
Bateria	Lítio 2.9Ah ou 26Ah
Carga externa	7 - 12 Vdc. Carregador ou Painel Solar
Autonomia	24/7 com painel solar ou carregador
Consumo de energia	0.08-1.2W (dependendo da configuração)
Comunicações	Multi-Banda 2G/3G/4G (LTE-FDD/LTE-TDD/UMTS/HSDPA/HSUPA/HSPA+/GSM/GPRS/EDGE) ou Ethernet
GNSS	GPS, GLONASS, GALILEO e BEIDOU

Sensores de Gás	CO, CO2, NO, NO2, O3, SO2, H2S, NH3 & VOCs
Sensor PM	PM <sub>1</sub> , PM <sub>2.5</sub> & PM <sub>10</sub>
Status interno	Temp./Bateria/Tensão de carga & corrente/Sinal
Sensores imbutidos	Temp./Umidade/Pressão Atmosférica / Cond. Água
Sensores & sondas adicionais	#3: Medidor de ruído & Saída digital (Relé) #4: Modbus RS485 RTU & 4-20mA & Saída de Fonte de alimentação configurável #5: Entradas de anemômetro e pluviômetro
Freq. de amostragem	3Hz gases, 1Hz partículas
Média períodos	De 10 segundos a um máximo de 24 horas
Períodos de envio	De 5 minutos a um máximo de 24 h
Gerenciamento remoto	Comunicações bidirecionais Configuração e calibração remota
SIM	eSIM embutido e suporte SIM



# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## Material e métodos

A estação autônoma e os sensores adicionais foram instalados em 5 (cinco) pontos definidos pela SAMAE, a uma altura próxima de 3 metros.



# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



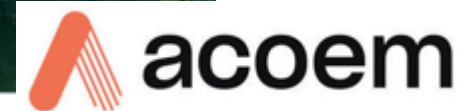
Realização:



Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento

## Material e métodos

A estação realizou as medições da concentração do gás e dos dados meteorológicos a cada 2 minutos, com um período de envio de 30 minutos, onde esses dados foram condensados e enviados a plataforma *KUNAK Cloud* para posterior visualização e análise.





# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## Resultados e discussão

Os resultados apresentados neste relatório mostram medições realizadas pela estação autônoma entre 13 de setembro a 21 de novembro de 2023, operando 24 horas por dia. A estação autônoma possui comunicação via rede 3G/4G e envia as informações para nuvem que pode ser acessado de qualquer dispositivo que tenha sinal de internet para verificar as medições on-line. As medições da estação estão programadas com intervalo de 1 minuto, totalizando 1463 medições por dia da concentração de sulfeto de hidrogênio.



# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## Resultados e discussão

### Gráfico de calendário

O gráfico de calendário representa a média diária das concentrações do elemento de H<sub>2</sub>S em cada dia, podendo ser representado em escala de cores com o respectivo dia, como no gráfico a seguir



Gráfico de calendário da concentração de H<sub>2</sub>S em escala de



# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## Resultados e discussão

### Conclusão do gráfico de calendário.

Analisando os resultados das concentrações de H<sub>2</sub>S do período, observa-se que temos a maior média diária em 18 de setembro, com valor médio de 22,02 ppb. Nos dias 17 e 24 de setembro também foram observados o segundo e terceiro maiores valores médios do período, atingindo concentrações iguais a, respectivamente, 20,57 ppb e 17,92 ppb. Observando o restante do período, percebe-se valores médios diários em sua maioria relativamente baixos, entre 1 e 10 ppb, e valores acima deste limite em alguns momentos da campanha de medição, em especial quando o sensor estava instalado no Ponto A.



# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## Resultados e discussão

### Concentrações medidas

Nesta seção, são apresentados os gráficos absolutos de todas as leituras realizadas pela estação de monitoramento, as médias horárias do período e a estatística das concentrações medidas. As subseções seguintes apresentam os gráficos gerados para cada ponto de medição.



# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## Resultados e discussão

### Concentrações medidas

#### *Ponto A*

O gráfico abaixo representa todas as medições de H<sub>2</sub>S realizadas entre 13/09/2023 a 25/09/2023, onde as concentrações estão representadas em vermelho na escala de partes por bilhão (ppb).



Concentração de H<sub>2</sub>S média do período no Ponto A.

# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## Resultados e discussão

### Concentrações medidas

#### *Ponto A*

Observou-se que a concentração máxima medida no período foi de 251,77 ppb, a mínima foi de 0 ppb e a média calculada foi de 12,01 ppb. Analisando o gráfico, percebe-se que, em alguns momentos, ocorreram alguns picos de concentração acima de 100 ppb. O gráfico seguinte representa todas as médias horárias de H<sub>2</sub>S, onde as concentrações estão representadas em azul na escala de partes por bilhão (ppb).



# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



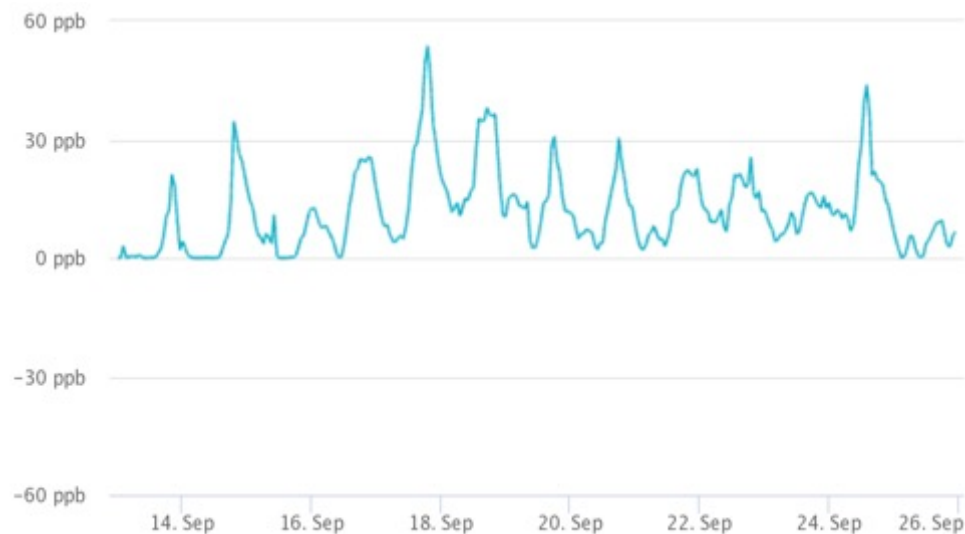
Realização:



## Resultados e discussão

### Concentrações medidas

#### Ponto A



Concentração média horária de H<sub>2</sub>S no Ponto A.



# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## Resultados e discussão

### Concentrações medidas

#### *Ponto A*

A concentração máxima da média horária foi de 53,71 ppb, a mínima de 0 ppb e a média igual a 11,98 ppb. Na maior parte do período de medição, observou-se que os valores estavam abaixo de 30 ppb e ocorreram 6 picos de concentração, onde os valores ultrapassaram este valor. Cabe ressaltar que a média horária retrata a média da última hora a cada medição, como por exemplo, um ponto das 14:33 até as 15:33, o seguinte será das 14:36 até 15:36, pensando em uma medição a cada 3 minutos.





# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## Resultados e discussão

### Concentrações medidas

#### *Ponto B*

O gráfico abaixo representa todas as medições de H<sub>2</sub>S realizadas entre 25/09/2023 a 06/10/2023, onde as concentrações estão representadas em vermelho na escala de partes por bilhão (ppb).



Concentração de H<sub>2</sub>S média do período no Ponto B.

# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## Resultados e discussão

### Concentrações medidas

#### *Ponto B*

Observou-se que a concentração máxima medida no período foi de 171,28 ppb, a mínima foi de 0 ppb e a média calculada foi de 5,44 ppb. Os valores medidos neste local, em comparação com o Ponto A, foram mais baixos. Analisando o gráfico, percebe-se que, em alguns momentos, ocorreram apenas 2 picos de concentração acima de 100 ppb. O gráfico abaixo representa todas as médias horárias de H<sub>2</sub>S, onde as concentrações estão representadas em azul na escala de partes por bilhão (ppb).



# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## Resultados e discussão

### Concentrações medidas

#### Ponto B



Concentração média horária de H<sub>2</sub>S no Ponto B.



# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## Resultados e discussão

### Concentrações medidas

#### *Ponto B*

A concentração máxima da média horária foi de 24,88 ppb, a mínima de 0 ppb e a média igual a 5,44 ppb. Na maior parte do período de medição, observou-se que os valores estavam abaixo de 16 ppb e ocorreram 2 picos de concentração, onde os valores ultrapassaram este valor, no início do período de medição.



# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:

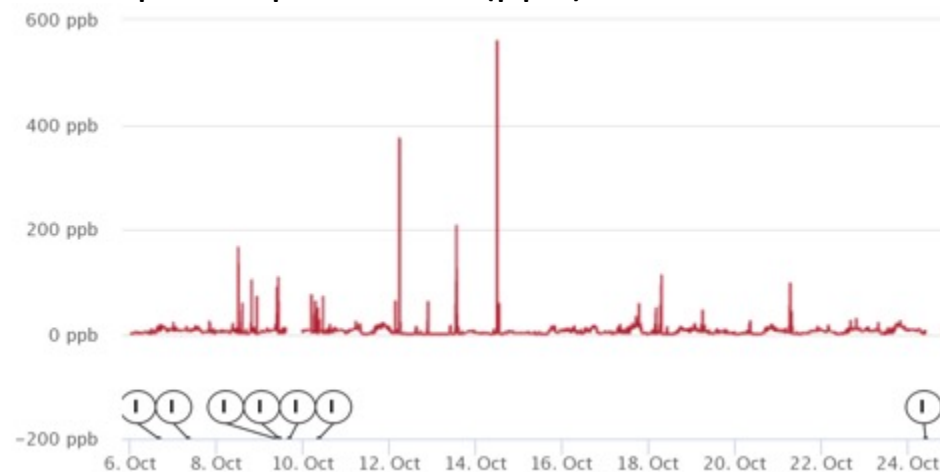


## Resultados e discussão

### Concentrações medidas

#### *Ponto C*

O gráfico abaixo representa todas as medições de H<sub>2</sub>S realizadas entre 06/10/2023 a 24/10/2023, onde as concentrações estão representadas em vermelho na escala de partes por bilhão (ppb).



Concentração de H<sub>2</sub>S média do período no Ponto C.

# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## Resultados e discussão

### Concentrações medidas

#### *Ponto C*

Observou-se que a concentração máxima medida no período foi de 561,47 ppb, a mínima foi de 0 ppb e a média calculada foi de 4,43 ppb. Analisando o gráfico, percebe-se que, em alguns momentos, ocorreram apenas 3 picos de concentração, sendo 2 acima de 200 ppb e 1 acima de 500 ppb. Os valores medidos de picos neste local, em comparação com os Pontos A e B, foram mais elevados e isto se deve a localização do sensor neste ponto (no meio do processo em si). O gráfico abaixo representa todas as médias horárias de H<sub>2</sub>S, onde as concentrações estão representadas em azul na escala de partes por bilhão (ppb).

# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



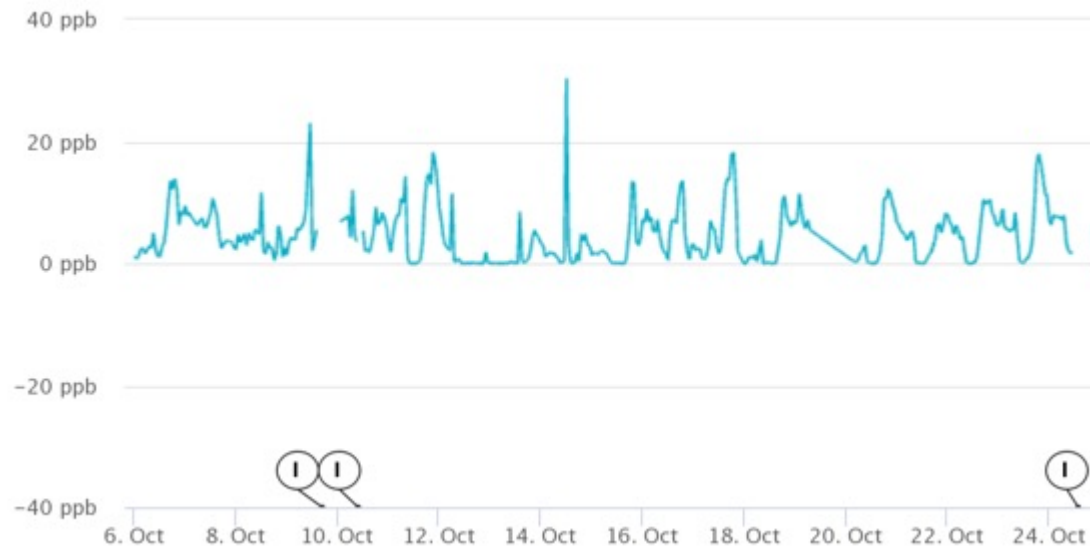
Realização:



## Resultados e discussão

### Concentrações medidas

#### Ponto C



Concentração média horária de H<sub>2</sub>S no Ponto C.



# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## Resultados e discussão

### Concentrações medidas

#### *Ponto C*

A concentração máxima da média horária foi de 30,27 ppb, a mínima de 0 ppb e a média igual a 4,59 ppb. Na maior parte do período de medição, observou-se que os valores estavam abaixo de 20 ppb e ocorreram 2 picos de concentração, onde os valores ultrapassaram este valor.





# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:

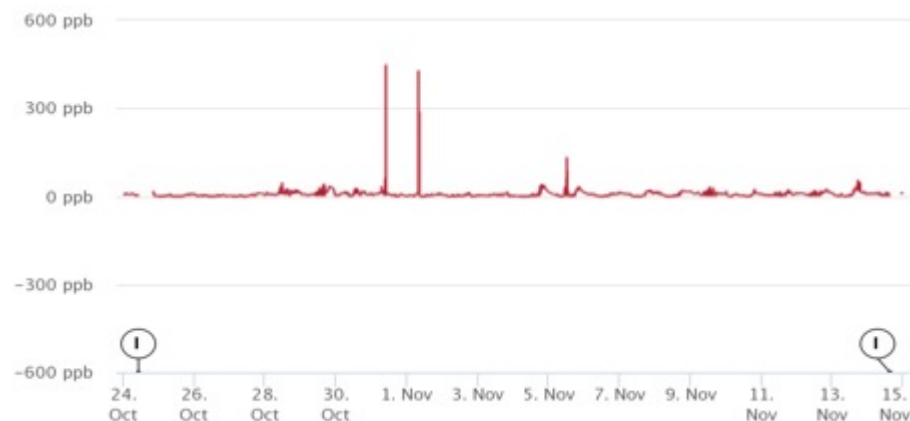


## Resultados e discussão

### Concentrações medidas

#### *Ponto D*

O gráfico abaixo representa todas as medições de H<sub>2</sub>S realizadas entre 24/10/2023 a 14/11/2023, onde as concentrações estão representadas em vermelho na escala de partes por bilhão (ppb).



Concentração de H<sub>2</sub>S média do período no Ponto D.

# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## Resultados e discussão

### Concentrações medidas

#### *Ponto D*

Observou-se que a concentração máxima medida no período foi de 449,98 ppb, a mínima foi de 0 ppb e a média calculada foi de 6,02 ppb. Analisando o gráfico, percebe-se que, em alguns momentos, ocorreram apenas 2 picos de concentração acima de 300 ppb. Comparando aos dados medidos no Ponto A, percebe-se que os picos foram mais elevados e isto se deve a localização do ponto, uma vez que ele está próximo à duas PVs (Poços de Visita). O gráfico abaixo representa todas as médias horárias de H<sub>2</sub>S, onde as concentrações estão representadas em azul na escala de partes por bilhão (ppb).

# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



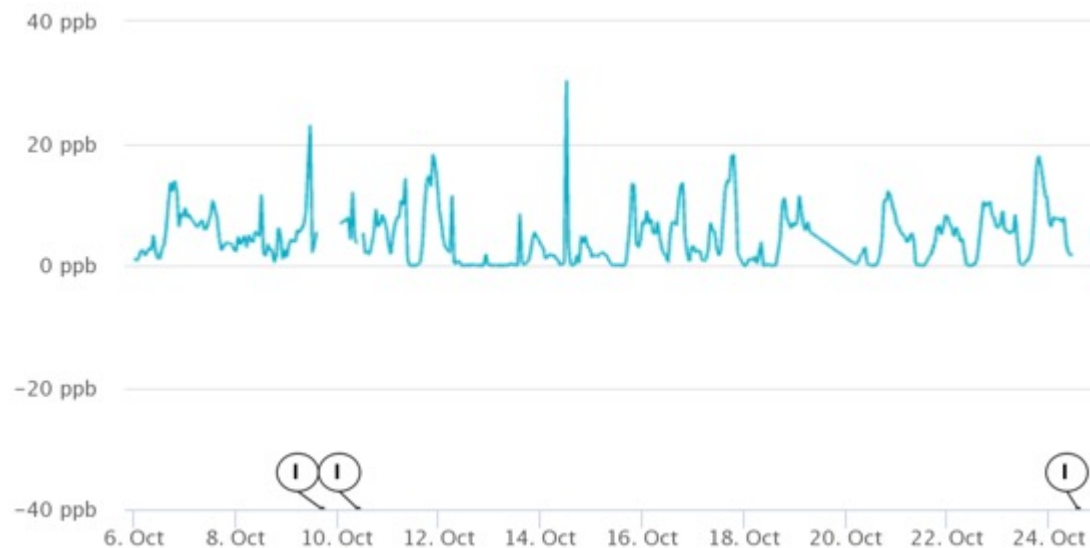
Realização:



## Resultados e discussão

### Concentrações medidas

#### Ponto D



Concentração média horária de H<sub>2</sub>S no Ponto D.



# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## Resultados e discussão

### Concentrações medidas

#### *Ponto D*

A concentração máxima da média horária foi de 33,72 ppb, a mínima de 0 ppb e a média igual a 6,02 ppb. Na maior parte do período de medição, observou-se que os valores estavam abaixo de 20 ppb e ocorreram 7 picos de concentração, onde os valores ultrapassaram este valor.



# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## Resultados e discussão

### Concentrações medidas

#### *Ponto E*

O gráfico abaixo representa todas as medições de H<sub>2</sub>S realizadas entre 14/11/2023 a 21/11/2023, onde as concentrações estão representadas em vermelho na escala de partes por bilhão (ppb).



Concentração de H<sub>2</sub>S média do período no Ponto E.

# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## Resultados e discussão

### Concentrações medidas

#### *Ponto E*

Observou-se que a concentração máxima medida no período foi de 65,90 ppb, a mínima foi de 0 ppb e a média calculada foi de 8,30 ppb. Analisando o gráfico constatou-se que as concentrações não ultrapassaram o valor de 70 ppb. Ao comparar os valores medidos, com relação aos outros pontos, verificou-se que foram mais baixos. O gráfico abaixo representa todas as médias horárias de H<sub>2</sub>S, onde as concentrações estão representadas em azul na escala de partes por bilhão (ppb).



# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## Resultados e discussão

### Concentrações medidas

#### Ponto E



Concentração média horária de H<sub>2</sub>S no Ponto E.



# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## Resultados e discussão

### Concentrações medidas

#### *Ponto D*

A concentração máxima da média horária foi de 24,25 ppb, a mínima de 0 ppb e a média igual a 8,41 ppb. Na maior parte do período de medição, observou-se que os valores estavam abaixo de 16 ppb e ocorreram 8 picos de concentração, onde os valores ultrapassaram este valor.





# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## Resultados e discussão

### Avaliação da Relação entre Concentração, Temperatura e Umidade.

Um dado interessante de se observar é a interação entre umidade relativa, temperatura ambiente e a concentração de  $H_2S$ , como forma de avaliar a ocorrência de concentrações mais altas de Sulfeto de Hidrogênio sendo medidas pelo sensor. Em geral, em momentos de queda de temperatura e aumento da umidade, que ocorre, principalmente, no período noturno, é possível detectar uma maior concentração de  $H_2S$  e um aumento na percepção de odor próximo a fonte emissora. Este comportamento pode ser confirmado nos gráficos.



# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



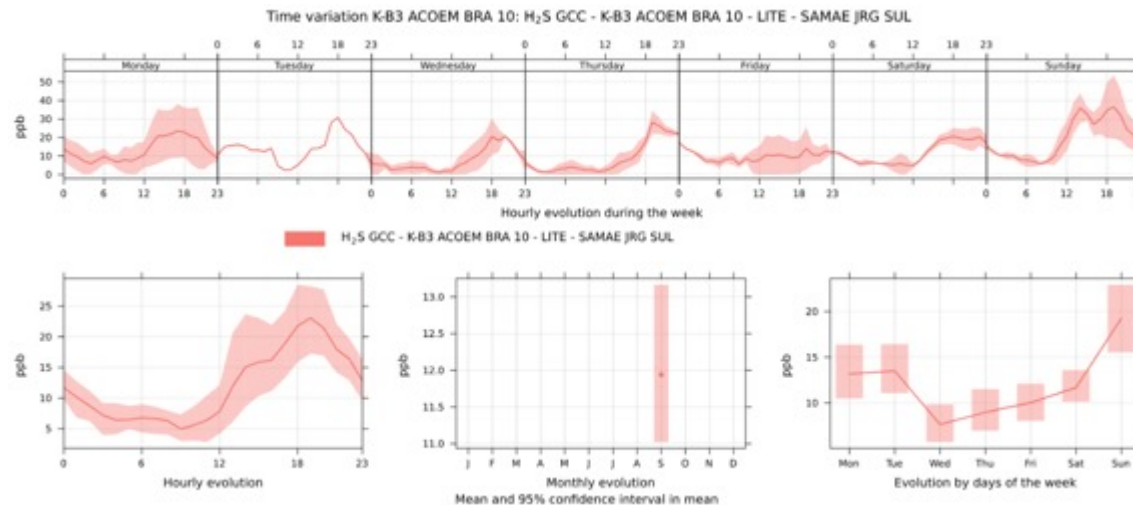
Realização:



Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento

## Resultados e discussão Variação Temporal

No período medido no Ponto A, observou-se que, a partir da evolução horária durante os dias da semana, as maiores concentrações de  $H_2S$  medidas no período noturno, a partir das 18 horas, e no domingo. Este fato foi confirmado também nos gráficos de evolução horária e pelos dias da semana. O padrão se mantém nos gráficos de variação temporal nos demais pontos como veremos a seguir.



# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO

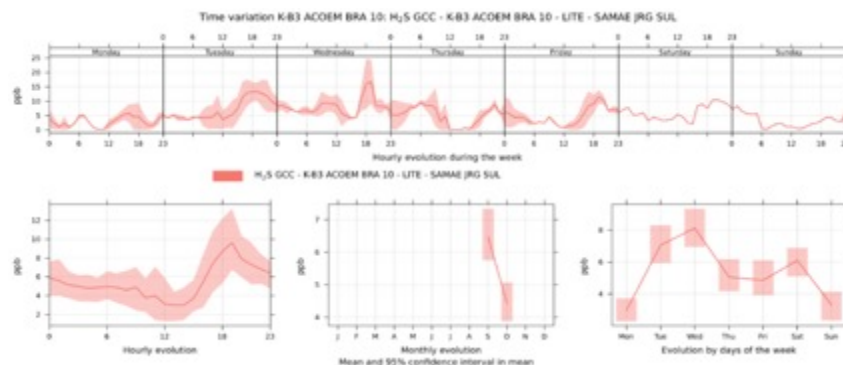


Realização:

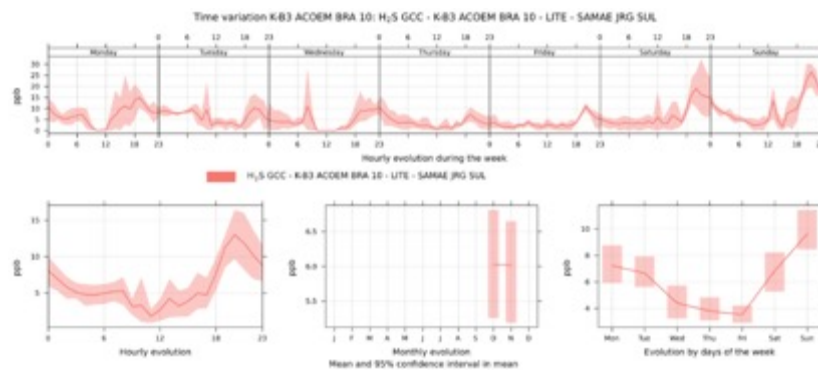


Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento

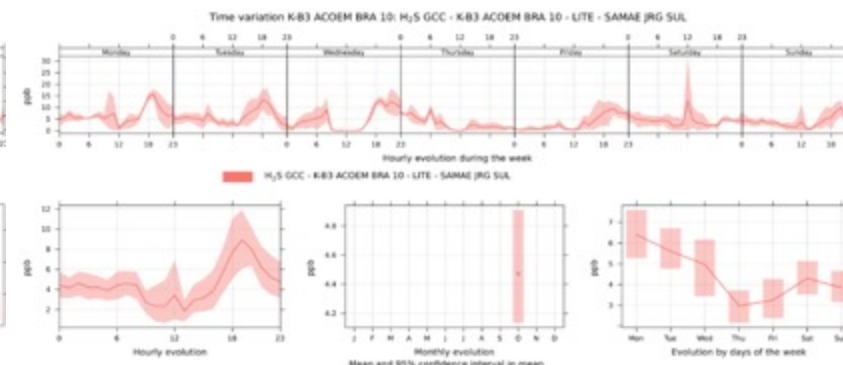
## Resultados e discussão Variação Temporal



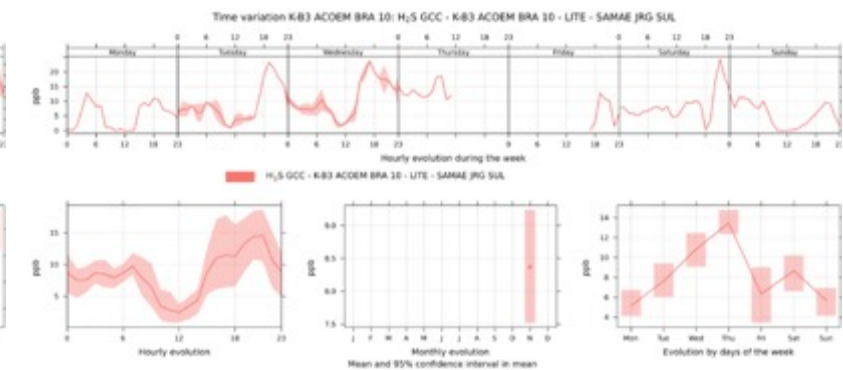
Variação Temporal no Ponto B.



Variação Temporal no Ponto D.



Variação Temporal no Ponto C.



Variação Temporal no Ponto E.

# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## Resultados e discussão

### Gráficos de dispersão

Nesta seção são apresentados os gráficos de mapa de calor e rosa de poluição que avaliam a interação entre a concentração do composto gasoso que está sendo monitorado e a velocidade e direção do vento, sendo assim possível identificar possíveis fontes e também o comportamento de dispersão no local.

O gráfico de mapa de calor representa como as concentrações chegam no equipamento, sempre representado ao centro da imagem e o local colorido representando a origem do vento, com velocidades representadas pelas esferas tracejadas, quanto mais distantes do centro, maior a velocidade do vento. Já os gráficos com a rosa de poluição retratam os mesmos dados de concentração e direção do vento do mapa de calor exibido no mapa de calor, porém sem a velocidade do vento. É utilizado para identificação de direção de fontes e incidência predominante do vento. As subseções seguintes apresentam os gráficos gerados para cada ponto de medição. Ressalta-se que, devido a problemas no anemômetro, não foi possível gerar estes gráficos para o Ponto C.

# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



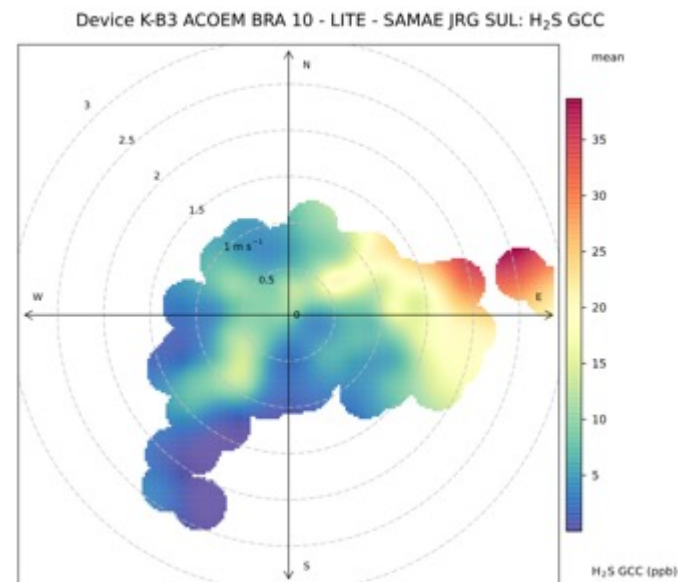
Realização:



## Resultados e discussão

### Concentrações medidas

### *Mapa de calor Ponto A*



Mapa de concentração de H<sub>2</sub>S Ponto A.



# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## Resultados e discussão

### Concentrações medidas

#### *Mapa de calor ponto A*

Os resultados obtidos através da análise deste gráfico indicam que a maior incidência do vento no período soprou da direção leste para oeste, devido ao maior preenchimento dessa região do gráfico, apresentando concentrações relativamente mais altas, como indicam os tons avermelhados e alaranjados na escala de cores. Essas concentrações mais elevadas são notadas nas áreas um pouco mais distantes do centro do gráfico, que representa velocidades de vento maiores, acima de 2,5 m/s e acabam sendo um indicativo quanto a origem deste odor (possivelmente, as duas PVs a leste do ponto). Quando o vento sopra com velocidade menor, entre 0,5 e 1,5m/s a concentração proveniente dessa direção é intermediária, representada pela coloração amarelada nessa região do gráfico.

Da região sudeste, percebemos certa quantidade de amostras de vento, porém trazendo concentrações menores, independente da velocidade desse vento, representadas em tons azuis e verdes.

# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:

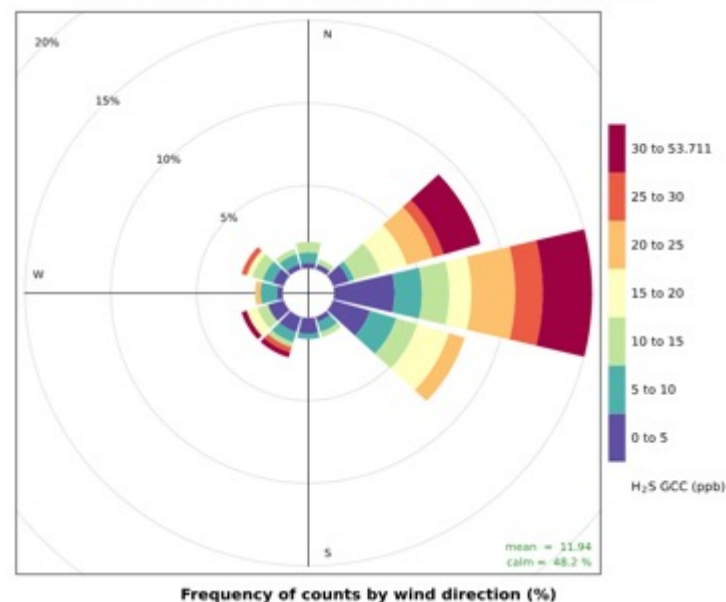


## Resultados e discussão

### Concentrações medidas

### *Rosa de Poluição ponto A*

Device K-B3 ACOEM BRA 10 - LITE - SAMAE JRG SUL: H<sub>2</sub>S GCC



Rosa de poluição da concentração de H<sub>2</sub>S no Ponto A.

# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## Resultados e discussão

### Concentrações medidas

#### *Rosa de poluição Ponto A*

De maneira semelhante as interpretações anteriores, o gráfico nos mostra uma maior incidência de vento soprando da direção leste, a grande maioria das amostras apresenta concentrações baixas e intermediárias segundo a escala de cores, porém existe uma certa quantidade com concentrações elevadas, como mostrado pelo preenchimento da cor amarela, laranja e vermelho. O vento também sopra do Nordeste em quantidade considerável de tempo, novamente com a maior parte das amostras em níveis variados de concentração.

Também se observa a incidência de vento em menor quantidade de todas as direções, em quantidades intermediárias e algumas mais elevadas, mas em suma maioria trazendo baixas concentrações. Assim como no mapa de calor, é possível observar a média da concentração horária no período, que é de 53,71 ppb.





# XXVII

## EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



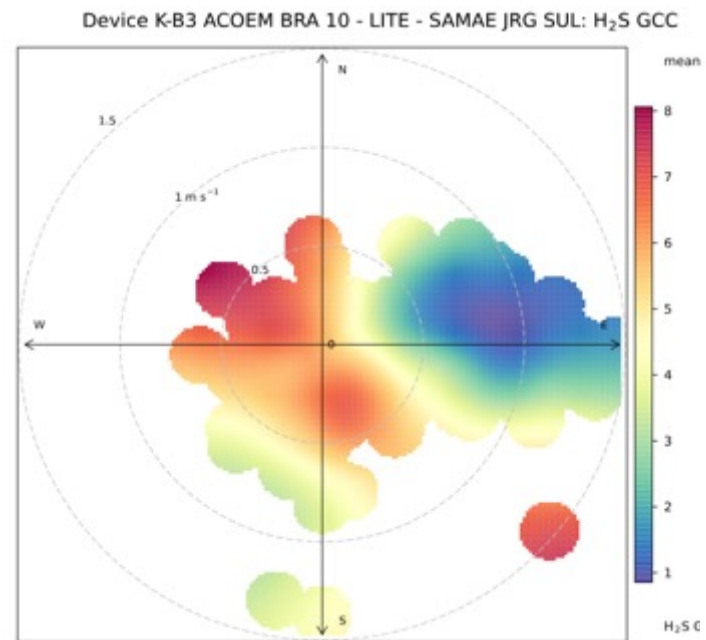
Realização:



## Resultados e discussão

### Concentrações medidas

### Mapa de calor Ponto B



Mapa de concentração de H<sub>2</sub>S Ponto B.



# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## Resultados e discussão

### Concentrações medidas

#### *Mapa de calor ponto B*

Os resultados obtidos através da análise deste gráfico indicam que a maior incidência do vento no período soprou da direção leste para oeste, devido ao maior preenchimento dessa região do gráfico, apresentando concentrações baixas, como indicam os tons azulados e esverdeados na escala de cores. Porém, as concentrações mais elevadas foram percebidas provenientes da direção sudeste e noroeste, através da coloração mais avermelhada. Na região sudeste, estas concentrações foram notadas nas áreas um pouco mais distantes do centro do gráfico, que representa velocidades de vento maiores, acima de 1,5 m/s e acabam sendo um indicativo quanto a origem deste odor (possivelmente, as duas PVs a sudeste do ponto). Além disso, ventos provenientes da região noroeste também apresentaram concentrações mais elevadas, com baixa velocidade do vento, sinalizando que podem ser originadas da elevatória.



# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



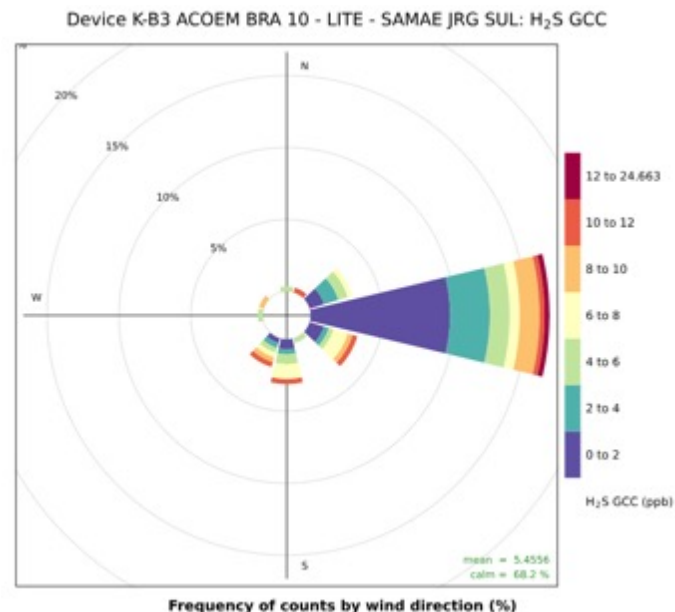
Realização:



## Resultados e discussão

### Concentrações medidas

### *Rosa de Poluição ponto B*



Rosa de poluição da concentração de H<sub>2</sub>S no Ponto B.

# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## Resultados e discussão

### Concentrações medidas

#### *Rosa de poluição Ponto B*

De maneira semelhante as interpretações anteriores, o gráfico nos mostra uma maior incidência de vento soprando da direção leste, a grande maioria das amostras apresenta concentrações baixas segundo a escala de cores, porém existe uma certa quantidade com concentrações elevadas, como mostrado pelo preenchimento da cor amarela, laranja e vermelho.

Também se observa a incidência de vento em menor quantidade de todas as direções, em quantidades intermediárias e algumas mais elevadas, mas em suma maioria trazendo baixas concentrações. Assim como no mapa de calor, é possível observar a média da concentração horária no período, que é de 24,663 ppb.



# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



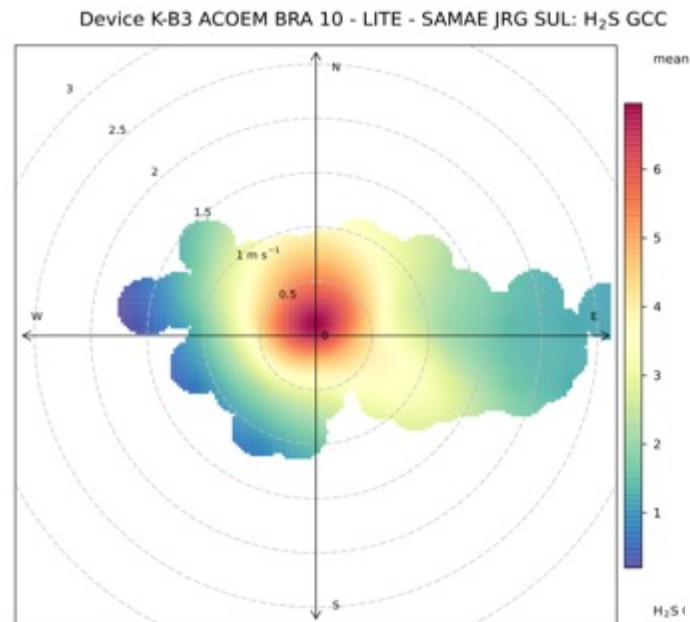
Realização:



## Resultados e discussão

Concentrações medidas

*Mapa de calor Ponto D*



Mapa de concentração de H<sub>2</sub>S Ponto D.



# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## Resultados e discussão

### Concentrações medidas

#### *Mapa de calor ponto D*

Os resultados obtidos através da análise deste gráfico indicam que a maior incidência do vento no período soprou da direção leste para oeste, devido ao maior preenchimento dessa região do gráfico, apresentando concentrações relativamente baixas, como indicam os tons azulados e esverdeados na escala de cores. Essas concentrações mais elevadas são notadas no centro do gráfico, que representa velocidades de vento calmo, abaixo de 0,5 m/s e acabam sendo um indicativo quanto a origem deste odor (possivelmente, as duas PVs bem próximos a este ponto). Quando o vento sopra com velocidade maior, acima de 1 m/s a concentração é varia de intermediária a baixa.



# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



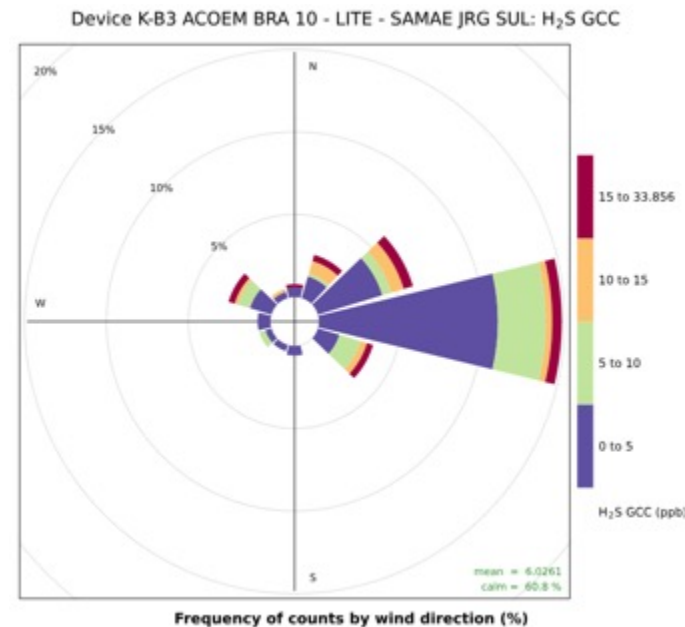
Realização:



## Resultados e discussão

### Concentrações medidas

### *Rosa de Poluição ponto D*



Rosa de poluição da concentração de H<sub>2</sub>S no Ponto D.

# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## Resultados e discussão

### Concentrações medidas

#### *Rosa de poluição Ponto B*

De maneira semelhante as interpretações anteriores, o gráfico nos mostra uma maior incidência de vento soprando da direção leste, a grande maioria das amostras apresenta concentrações baixas segundo a escala de cores, porém existe uma certa quantidade com concentrações elevadas, como mostrado pelo preenchimento da cor amarela, laranja e vermelho.

Também se observa a incidência de vento em menor quantidade de todas as direções, em quantidades intermediárias e algumas mais elevadas, mas em suma maioria trazendo baixas concentrações. Assim como no mapa de calor, é possível observar a média da concentração horária no período, que é de 33,856 ppb.





# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



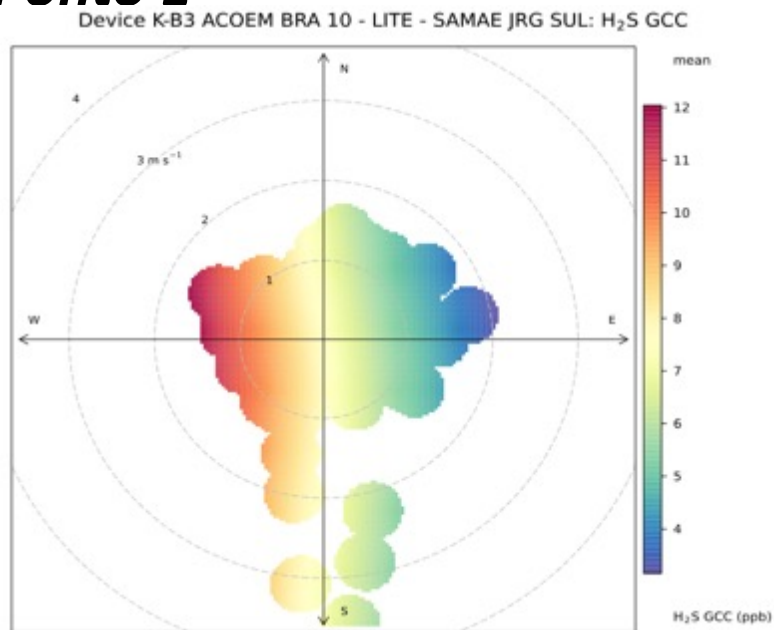
Realização:



## Resultados e discussão

### Concentrações medidas

#### Mapa de calor Ponto E



Mapa de concentração de H<sub>2</sub>S Ponto E.



# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## Resultados e discussão

### Concentrações medidas

#### *Mapa de calor ponto E*

Os resultados obtidos através da análise deste gráfico indicam que a direção do vento no período foi bastante variada. Porém, quando o vento soprou da direção noroeste para sudeste, apresentou concentrações relativamente mais altas, como indicam os tons avermelhados e alaranjadas na escala de cores. Em velocidades mais elevadas, acima de 3 m/s, quando o vento sopra de sul, percebeu-se concentrações intermediárias, representadas pela coloração amarelada.



# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



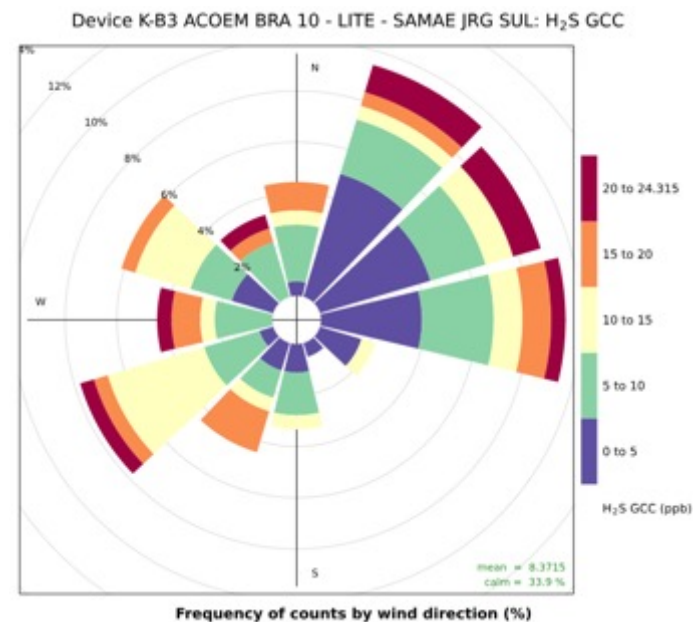
Realização:



## Resultados e discussão

### Concentrações medidas

#### *Rosa de Poluição ponto E*



Rosa de poluição da concentração de H<sub>2</sub>S no Ponto D.

# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## Resultados e discussão

### Concentrações medidas

#### *Rosa de poluição Ponto E*

De maneira semelhante as interpretações anteriores, o gráfico nos mostra que não houve uma predominância específica de direção do vento no período. A maior frequência observada foi de ventos provenientes da direção Leste a Norte e Sudoeste. A grande maioria das amostras apresenta concentrações baixas segundo a escala de cores, porém existe uma certa quantidade com concentrações elevadas, como mostrado pelo preenchimento da cor amarela, laranja e vermelho.

Também se observa a incidência de vento em menor quantidade de todas as direções, em quantidades intermediárias e algumas mais elevadas, mas em suma maioria trazendo baixas concentrações. Assim como no mapa de calor, é possível observar a média da concentração horária no período, que é de 24,315 ppb.

# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## Conclusões

A partir dos resultados encontrados, constatou-se que, possivelmente, uma das maiores fontes de odor na Estação de Tratamento de Efluentes da SAMAE em Jaraguá do Sul são as duas PVs localizadas bem próximo as casas localizadas ao lado da planta, na direção leste. Os níveis de concentrações medidos se assemelham a plantas de mesma tipologia de atividade.

Para o caso da SAMAE, a recomendação é que sejam realizadas melhorias no processo de tratamento a partir do uso de produtos químicos que minimizem a ocorrência de odores. Outra possibilidade é inutilizar as PVs localizadas próximo a comunidade e/ou instalar uma cortina verde entre o muro da planta e as casas para impedir que o odor se disperse para aquela região.

Além disso, a recomendação é manter um monitoramento contínuo de odores, principalmente no Ponto D, que é o mais próximo das casas, com o intuito de avaliar a efetividade das ações a serem tomadas pela SAMAE. Sem esse recurso, acaba sendo impossível quantificar o quão efetiva está sendo essa melhoria, uma vez que a percepção de odor é muito subjetiva.

# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## Recomendações



52<sup>o</sup> CNSA  
CONGRESSO NACIONAL DE SANEAMENTO DA ASSEMAE  
20 a 24 de Maio de 2024  
RIBEIRÃO PRETO - SÃO PAULO

Estaremos na **FEIRA DE SANEAMENTO** que acontece juntamente com o **Congresso da Assemæ** demonstrando nossas tecnologias para **Monitoramento Ambiental** e **Confiabilidade Industrial**.

Venha nos visitar!  
**Stand 72**



# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## Referências

CARB. 2023. Hydrogen Sulfide & Health. Disponível em: <[https://ww2.arb.ca.gov/resources/hydrogen-sulfide-and-health#:~:text=Hydrogen%20sulfide%20\(H2S,natural%20emissions%20from%20geothermal%20fields.>](https://ww2.arb.ca.gov/resources/hydrogen-sulfide-and-health#:~:text=Hydrogen%20sulfide%20(H2S,natural%20emissions%20from%20geothermal%20fields.>)>. Acesso em: nov. 2023.

EPAGRI. 2003. Caracterização Regional – Jaraguá do Sul. Disponível em: <[https://docweb.epagri.sc.gov.br/website\\_cepa/publicacoes/diagnostico/JARJARAGUADO.pdf](https://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/publicacoes/diagnostico/JARJARAGUADO.pdf)>. Acesso em: nov. 2023.

EPA. 2016. Appendix E Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) Hydrogen Sulfide Fact Sheet. Disponível em: <[https://www.epa.gov/sites/default/files/2017-12/documents/appendix\\_e-atcdr\\_h2s\\_factsheet.pdf](https://www.epa.gov/sites/default/files/2017-12/documents/appendix_e-atcdr_h2s_factsheet.pdf)>. Acesso em: nov. 2023.

Orcellet, E. E.; Villanova, M.; Noir, J.O.; Caire, D.M. 2022. Atmospheric dispersion of hydrogen sulfide using a modified ARPS model: a case study. Disponível em: <[https://ecotoxbrasil.org.br/upload/eb07df7b924fb679cc8b63fc858d14ad-article%209%20\(eec-2022-9\).pdf](https://ecotoxbrasil.org.br/upload/eb07df7b924fb679cc8b63fc858d14ad-article%209%20(eec-2022-9).pdf)>. Acesso em: nov. 2023.

Weather Spark. 2023. Clima e condições meteorológicas médias em Jaraguá do Sul no ano todo. Disponível em: <[https://pt.weatherspark.com/y/29898/Clima-caracter%3%ADstico-em-Jaragu%3%A1-do-Sul-Brasil-durante-o-ano#google\\_vignette](https://pt.weatherspark.com/y/29898/Clima-caracter%3%ADstico-em-Jaragu%3%A1-do-Sul-Brasil-durante-o-ano#google_vignette)>. Acesso em: nov. 2023.

Zwain, H.M., Nile, B.K., Faris, A.M. et al. Modelling of hydrogen sulfide fate and emissions in extended aeration sewage treatment plant using TOXCHEM simulations. Sci Rep 10, 22209 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-79395-8>

# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## Agradecimentos

Agradecimentos a equipe SAMAE Jaraguá do Sul, em especial ao Diretor responsável pela ETE São Luiz, Sr. Tuhã Schmitt do evangelho, que confiou em nosso trabalho, competência e método de monitoramento a meus colegas de trabalho da Acoem Brasil Pedro Blosfeld e Larissa Zanutto e a todo o time de engenharia Acoem, que realizaram as atividades em campo e me apoiaram no desenvolvimento do material apresentado.





# XXVII

## EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## OBRIGADO!



**Robson Silva**

Sales Engineer

Office: 551150550

Mobile: 551199346-95441

[robson.silva@acoem.com](mailto:robson.silva@acoem.com)

[acoem.com/brasil](http://acoem.com/brasil)