

WHITE PAPER

Sensores ambientais

Março 2026

Índice

1	Introdução	3
2	Cenário	3
3	O que medir e por quê	3
4	Tecnologias de medição	4
5	Posicionamento e cobertura do sensor	5
6	Casos de uso	5
7	Uso em setores da indústria	7
8	Sensores de qualidade do ar da Axis	8
8.1	Sensor de qualidade do ar independente	11
8.2	Sensor de qualidade do ar com dispositivo host	12

1 Introdução

Os sensores ambientais detectam e medem vários parâmetros nos arredores, geralmente temperatura, umidade, níveis de ruído, vibrações, índice de calor, umidade ou diferentes tipos de poluição.

Um sensor de qualidade do ar é um tipo de sensor ambiental que detecta e mede especificamente os parâmetros de qualidade do ar, como o conteúdo de gases e partículas. Esses sensores geralmente são projetados para uso em ambientes com qualidade de ar geralmente boa, onde se deseja ser notificado sobre anomalias.

Este white paper apresenta uma visão geral dos sensores de qualidade do ar conectados em rede, o que eles medem e como funcionam.

2 Cenário

A manutenção de um ambiente interno saudável e sustentável é importante por vários motivos, inclusive HSE (saúde, segurança e meio ambiente), eficiência operacional e inteligência comercial. Ao medir vários parâmetros de qualidade do ar interno, detectar anomalias e fazer os ajustes necessários, é possível garantir um espaço saudável e confortável para os ocupantes.

Monitorar a temperatura e os níveis de umidade relativa também desempenha um papel importante na manutenção de um ambiente interno que favoreça a longevidade do equipamento e permita fazer ajustes conforme necessário. Os dados podem ser usados para informar decisões sobre ventilação e outros aspectos do gerenciamento do edifício, contribuindo, em última análise, para uma operação mais sustentável e eficiente.

Além disso, a possibilidade de documentar e provar o gerenciamento adequado da qualidade do ar interno pode ajudá-lo a atingir as metas de sustentabilidade ou demonstrar conformidade com os regulamentos relevantes. Sensores avançados podem detectar vapores e fumos, ativando ações rápidas para manter um ambiente livre de cigarros.

3 O que medir e por quê

Os poluentes atmosféricos importantes a serem monitorados incluem material particulado (PM), compostos orgânicos voláteis (COVs), óxidos de nitrogênio (NO_x), dióxido de carbono (CO₂), bem como vapores e fumos. Talvez você também queira medir a umidade relativa (UR), o índice de calor, o índice de umidade e a temperatura do ar. Além disso, podemos determinar o índice de qualidade do ar (IQA) ao longo do tempo.

- **Matéria das partículas:** A exposição a partículas pode causar efeitos de curto prazo à saúde, como irritação nos olhos, nariz e garganta, tosse e falta de ar. Também pode afetar a função pulmonar e piorar condições médicas como asma e doenças cardíacas. Exemplos de material particulado incluem pólen, mofo, esporos, poeira e fumos, bem como aerossóis emitidos por vaporizadores. O material particulado é normalmente categorizado por diâmetro:
 - PM₁: Partículas ultrafinas, menores que 1 micrômetro de diâmetro. Podem penetrar profundamente nos pulmões e na corrente sanguínea.
 - PM_{2,5}: Partículas finas, menores que 2,5 micrômetros de diâmetro. Comumente associadas à poluição do ar e a problemas respiratórios.
 - PM₄: Partículas grossas, menores que 4 micrômetros de diâmetro. Frequentemente associadas à poeira, pólen e outros poluentes maiores transportados pelo ar.
 - PM₁₀: Partículas inaláveis, menores que 10 micrômetros de diâmetro. Inclui partículas finas e grossas que podem entrar nos pulmões.
- **VOC:** Vários VOC são perigosos para a saúde humana ou causam danos ao meio ambiente, e alguns são regulamentados por lei. A maioria dos COVs não apresenta toxicidade aguda, mas pode ter efeitos de longo prazo sobre a saúde. Os COVs podem ser liberados por produtos como tintas, solventes, desinfetantes, repelentes de traças, combustíveis armazenados e produtos automotivos.
- **NO_x:** Os óxidos de nitrogênio em ambientes de ar interno são os poluentes mais relevantes dos gases oxidantes. Qualquer exposição a longo prazo, mesmo em pequenas concentrações, pode ser considerada

prejudicial. Os óxidos de nitrogênio são produzidos durante os processos de combustão, normalmente em motores de automóveis ou ao cozinhar em um fogão a gás, queimar velas ou fumar. Fontes externas, como escapamentos de carros, podem afetar a qualidade do ar interno em um edifício se o sistema de filtragem de ar do edifício for inadequado.

- **CO₂**: Altas concentrações de dióxido de carbono podem causar dores de cabeça e dificuldades respiratórias. Em escolas e escritórios, pode diminuir o aprendizado e a produtividade ao reduzir a capacidade de foco dos alunos e funcionários. Como os seres humanos exalam dióxido de carbono, sua concentração normalmente aumenta em espaços internos com pouca ventilação. O dióxido de carbono também é proveniente da extração e queima de combustíveis fósseis. O dióxido de carbono (CO₂) não deve ser confundido com o monóxido de carbono (CO).
- **Vapores e fumos**: Os vaporizadores geram partículas finas que se espalham e se depositam nas vias aéreas. O cigarro está associado a vários efeitos negativos à saúde, como problemas respiratórios, bronquite crônica, doenças cardíacas e câncer de pulmão.
- **Umidade relativa**: Níveis de umidade muito altos podem causar o crescimento de mofo em um edifício, enquanto níveis muito baixos causam irritação e ressecamento da pele e dos olhos. O controle dos níveis de umidade também é importante em salas de servidores e data centers para prolongar a vida útil de equipamentos sensíveis. Os níveis de umidade em ambientes internos são normalmente afetados pela ventilação, cozimento e ar condicionado.
- **Temperatura**: Temperaturas muito altas ou muito baixas podem ter um impacto negativo no conforto humano e na longevidade de equipamentos. As temperaturas internas são afetadas pelas temperaturas externas em combinação com isolamento ou aquecimento inadequados. Eletrodomésticos ou máquinas também podem gerar muito calor em ambientes internos.
- **AQI**: O índice de qualidade do ar é uma métrica amplamente usada que quantifica o nível de poluentes transportados pelo ar. Ao medir as concentrações de material particulado fino (PM_{2,5}) em um período de 12 horas, o IQA classifica a qualidade do ar em categorias distintas. O método NowCast usa uma média ponderada das últimas 12 medições horárias para fornecer uma estimativa de IQA em tempo real.
- **Índice de calor/umidade**: Uma temperatura muito alta pode causar desconforto no corpo humano e levar à insolação e à exaustão pelo calor. O índice de calor e o índice de umidade (humidex) descrevem a temperatura percebida por uma pessoa comum, na sombra ou em um ambiente interno, combinando a temperatura do ar e a umidade relativa.

4 Tecnologias de medição

Os sensores de qualidade do ar Axis usam as tecnologias descritas a seguir para medir os níveis dos parâmetros de qualidade do ar.

Contadores ópticos de partículas (OPC) são usados para medir o material particulado. Um OPC funciona com a aplicação de um laser no ar que passa pelo sensor. O fluxo de ar é controlado por um ventilador. À medida que a luz do laser é espalhada nas partículas do fluxo de ar, um sensor óptico mede a quantidade de luz espalhada. Com isso, o OPC pode calcular a quantidade e a densidade das partículas. Ele pode distinguir entre diferentes composições de partículas e identificar, por exemplo, aerossóis emitidos por vaporizadores.

Os **sensores de óxido metálico (MOX)** são usados para medir COVs e NO_x. Um sensor de MOX reage à quantidade de oxigênio ao redor do sensor. Os gases NO_x são oxidantes (aumentam o oxigênio), enquanto os COVs são redutores (diminuem o oxigênio) à medida que entram em combustão na superfície do sensor MOX. A umidade também diminui a quantidade de oxigênio. Isso significa que a presença simultânea de gases NO_x e COV no ar fará com que os gases se neutralizem. Todos esses fatores são compensados pelo uso do sensor de umidade integrado e pelo aumento da seletividade para medir especificamente gases redutores ou gases oxidantes.

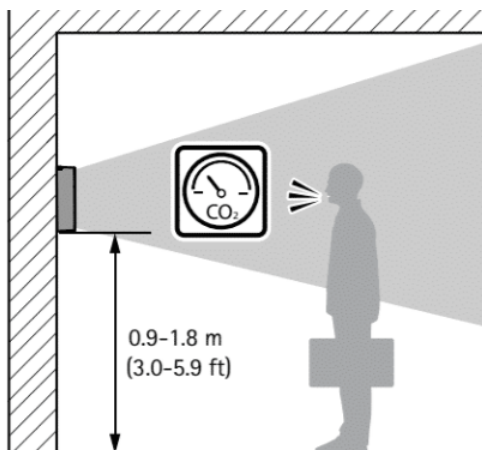
As fontes de luz IR pulsada são usadas para medir os níveis de CO₂. As fontes de luz emitem comprimentos de onda que são absorvidos pelo CO₂. Como a fonte de luz é pulsante, as moléculas de CO₂ que ela atinge começam a vibrar e criam uma onda acústica. Quanto mais moléculas de CO₂ estiverem presentes, mais alta será a onda acústica. Isso é medido por um microfone para calcular a concentração de CO₂.

5 Posicionamento e cobertura do sensor

Você deve colocar o sensor o mais próximo possível da área de interesse para obter leituras ideais. Escolha um local que permita o livre fluxo de ar, longe de cantos e fontes de calor e não muito perto de janelas ou saídas de ar. Dessa forma, você minimiza o impacto dos padrões de fluxo de ar e do calor na precisão do sensor.

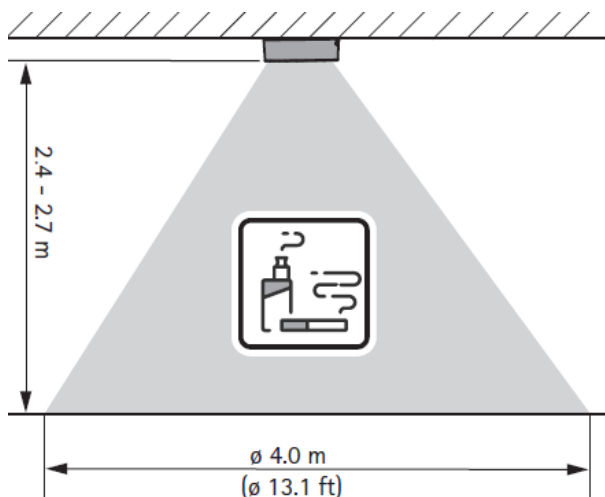
O posicionamento ideal também depende das medidas que deseja priorizar, portanto, verifique o manual do usuário do produto para obter diretrizes de instalação específicas para o seu caso de uso.

Para monitorar efetivamente a qualidade do ar, o sensor deve ser instalado na parede. A colocação em uma altura de 0,9 a 1,8 metro (3,0 a 5,9 pés) do chão garante que o sensor meça a qualidade do ar no nível da respiração e forneça leituras precisas relevantes para a exposição humana. Em espaços grandes, talvez sejam necessários vários sensores para manter a detecção precisa e a cobertura adequada.



Posicionamento na parede para medir os níveis de dióxido de carbono.

Para a detecção de vapores ou fumos, normalmente o sensor deve ser instalado no teto. Um sensor de qualidade do ar montado no teto da Axis cobre aproximadamente 12 m² (130ft²), com um raio de detecção de 2 metros (6,5 ft) a partir do ponto diretamente abaixo do sensor.



Cobertura de um sensor montado no teto para detecção de fumos ou vapores.

6 Casos de uso

Os sensores de qualidade do ar podem ser usados para apoiar a HSE (saúde, segurança e meio ambiente), melhorar a eficiência operacional e fornecer inteligência comercial.

Detectar cigarro eletrônico e cigarro: A detecção de vapores e fumos e o início de uma resposta apropriada oferecem a oportunidade de intervir quando as proibições ao fumo não forem seguidas. As respostas automatizadas ou manuais podem incluir o envio de um alerta sonoro ou visual, o início de uma gravação de vídeo ou a informação ao pessoal.

Garanta a qualidade do ar interno saudável: Ao monitorar a qualidade do ar interno, você pode ficar à frente das preocupações emergentes e detectar anomalias que podem passar despercebidas pelos ocupantes. Os sensores de qualidade do ar podem acompanhar os principais indicadores, como os níveis de CO₂, e acionar alertas e eventos quando as leituras excederem os limites definidos. Os alertas podem acionar respostas automatizadas ou manuais, como informar a equipe e os ocupantes sobre a qualidade insuficiente do ar ou ajustar a ventilação para restaurar a qualidade ideal do ar.

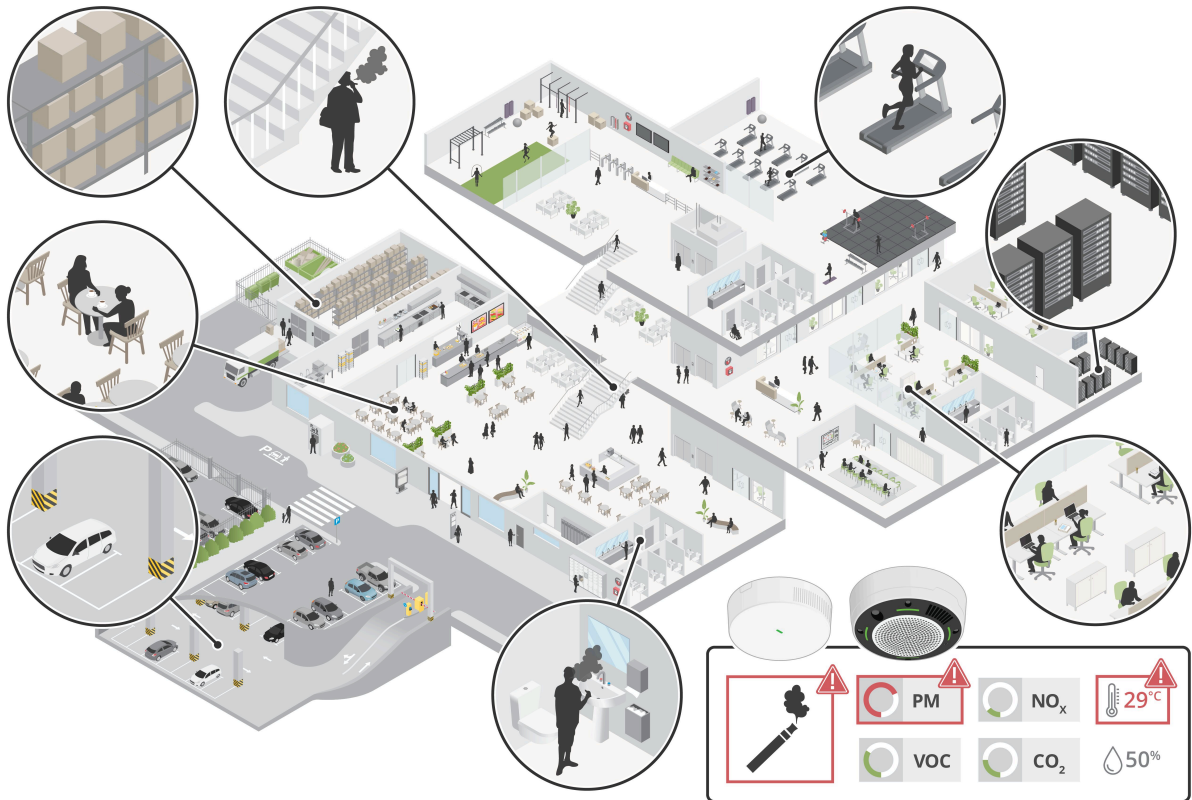
Obtenha um bom ambiente interno: Ao monitorar a temperatura e a umidade relativa, é possível detectar anomalias e fazer os ajustes necessários para prolongar a saúde de máquinas e a longevidade de equipamentos. Um sensor de qualidade do ar pode acionar alertas quando detecta níveis fora da faixa predefinida para que você saiba quando precisa ajustar a ventilação.

Analise dados históricos e metadados para tomar decisões informadas: Os sensores podem ajudá-lo a ganhar uma compreensão de como a qualidade do ar interno varia. Eles fornecem os metadados necessários para que você possa analisar as tendências ao longo do tempo e tomar decisões sobre, por exemplo, ventilação e como projetar seu espaço.

Atinja metas de sustentabilidade: Com a instalação de sensores de qualidade do ar, é possível coletar dados para ajudá-lo a acompanhar as metas de sustentabilidade e comunicar seus esforços.

Cumpra os regulamentos: Com a instalação de sensores de qualidade do ar, é possível documentar e comprovar o gerenciamento adequado da qualidade do ar interno.

Aumentar a segurança dos trabalhadores: Ao medir a temperatura interna, é possível identificar proativamente condições perigosas de calor em ambientes internos e intervir, por exemplo, ajustando os cronogramas de trabalho. Isso reduz o risco de doenças relacionadas ao calor e protege o bem-estar e a produtividade de seus funcionários. Além disso, ajuda as organizações a cumprir as normas de segurança e saúde ocupacional relacionadas à exposição ao calor.



Os sensores de qualidade do ar normalmente são utilizados para a detecção de fumaça de cigarros ou de cigarros eletrônicos em banheiros e em escadas, monitorar os parâmetros de qualidade do ar interior em escritórios e áreas públicas e monitorar a temperatura e a umidade em salas de servidores.

7 Uso em setores da indústria

Os sensores de qualidade do ar podem desempenhar um papel vital na prevenção de riscos à saúde, na melhoria da produtividade e na otimização das operações em vários setores.

- **Educação:** A promoção de um ambiente mais saudável nas escolas é crucial para o bem-estar e o sucesso dos alunos, pois ajuda a evitar problemas de foco e outros problemas causados pela má qualidade do ar. Ao evitar vapores e fumos em áreas comuns, como banheiros, corredores, salas de aula, bibliotecas, refeitórios, auditórios e áreas de recreação, os educadores podem ajudar a criar uma atmosfera de aprendizado mais segura e favorável.
- **Data centers:** A regulação da temperatura, da umidade e dos níveis de material particulado pode ajudar a prolongar a vida útil de equipamentos.
- **Imóveis comerciais:** Monitorar a qualidade do ar ativa o gerenciamento mais inteligente de edifícios de escritórios, hotéis ou áreas públicas. A qualidade do ar interno também é um componente dos sistemas de certificação de edifícios verdes, que avaliam a sustentabilidade ambiental dos edifícios.
- **Infraestrutura crítica/Industrial:** O controle da poluição do ar, às vezes causada pelo próprio processo industrial, protege a saúde do trabalhador e a qualidade do produto em ambientes industriais. Exemplos incluem fábricas de processamento de alimentos, áreas com detritos e queima de materiais e áreas onde produtos químicos são processados.
- **Varejo:** A manutenção da boa qualidade do ar aprimora a experiência do cliente em shopping centers e lojas. Por outro lado, a má qualidade do ar pode causar desconforto e problemas de saúde, enquanto a boa qualidade do ar incentiva compras mais longas.

- **Saúde:** O ar limpo é crucial em salas de operação, áreas de pacientes e UTIs. O monitoramento rigoroso da qualidade do ar também pode ser crítico durante reformas ou obras em hospitais e instalações de cuidados.

8 Sensores de qualidade do ar da Axis

A Axis oferece dois tipos de sensores de qualidade do ar: dispositivos em rede IP independentes e sensores que devem ser conectados a um dispositivo em rede IP host.



Os sensores de qualidade do ar Axis medem os parâmetros de qualidade do ar interno e detectam a fumaça de cigarros e de cigarros eletrônicos. É possível configurá-los para acionar eventos automáticos, para que você seja notificado quando os valores dos parâmetros ultrapassarem os limites definidos.

Tabela 8.1 Parâmetros de qualidade do ar e faixas de medição dos sensores de qualidade do ar Axis.

Parâmetro	Faixa de medição
Material particulado (PM)	Concentrações de PM entre 0 e 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para tamanhos de partículas entre 0,3 μm e 10 μm . Medições separadas para cada categoria de tamanho, PM ₁ , PM _{2,5} , PM ₄ e PM ₁₀ .
Índice de compostos orgânicos voláteis (COV)	0 a 500*, presença de COVs em geral <100: inferior à média dos últimos 30 dias >100: superior à média dos últimos 30 dias =100: sem alterações em relação à média dos últimos 30 dias
Índice de óxidos de nitrogênio (NO _x)	0 para 500 * <1: inferior à média das últimas 24 horas >1: superior à média das últimas 24 horas =1: inferior à média das últimas 24 horas
Dióxido de carbono (CO ₂)	0 a 40.000 ppm *
Índice de qualidade do ar (IQAr)	0 para 500 *
Umidade relativa (RH)	0 a 100% (sem condensação)
Índice de calor	0 °C a 153 °C (32 °F a 307 °F)
Humidex	0 °C a 96 °C (32 °F a 205 °F)

Parâmetro	Faixa de medição
Temperatura	-10 °C a 45 °C (14 °F a 113 °F)
Vapores e fumos	Detectado ou não detectado

* Consulte os períodos de calibração aplicáveis.

Os parâmetros de COVs e NO_x são medidos como índices, em vez de valores absolutos. Optamos por esse tipo de medição para poder fornecer um sensor de qualidade do ar de baixa manutenção. O tipo de sensor que mede valores absolutos de COV e NO_x exigiria recalibração manual regular com soluções de COV e NO_x de concentrações conhecidas.

Para COVs, o valor de referência do índice é 100. Valores abaixo de 100 são indicadores de que a concentração de COVs no ar é inferior à média dos últimos 30 dias. Valores acima de 100 são indicadores de que a concentração de COV no ar é superior à média dos últimos 30 dias. Se o valor for 100, a concentração de COV no ar é igual à média dos últimos 30 dias. Deve-se observar também que o valor do índice de COV é afetado pela presença de COVs em geral, não por cada composto individualmente. Se o índice de COV ficar mais alto do que o esperado, talvez seja necessário realizar análises adicionais para identificar o principal composto contribuidor.

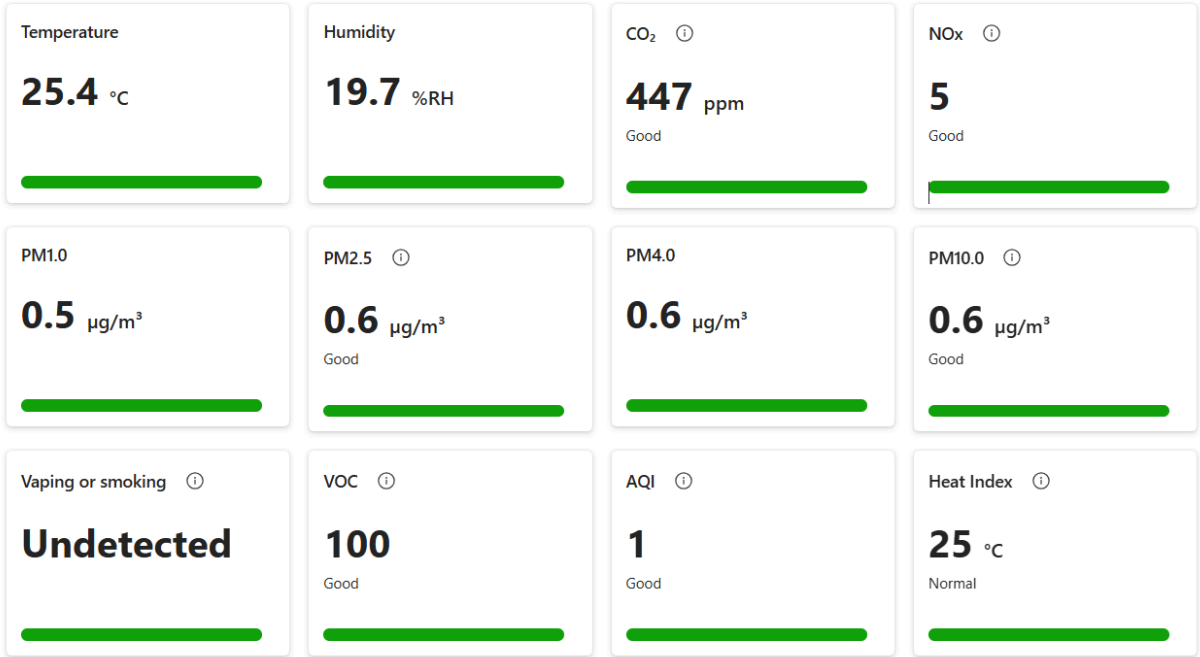
Para NO_x, o valor de referência do índice é 1. Valores abaixo de 1 são indicadores de que a concentração de NO_x no ar é inferior à média das últimas 24 horas. Valores acima de 1 são indicadores de que a concentração de NO_x no ar é superior à média das últimas 24 horas. Se o valor for 1, a concentração de NO_x no ar é igual à média das últimas 24 horas.

Devido à calibração automática, as medições de IQA, CO₂, COV e NO_x levam algum tempo para funcionar.

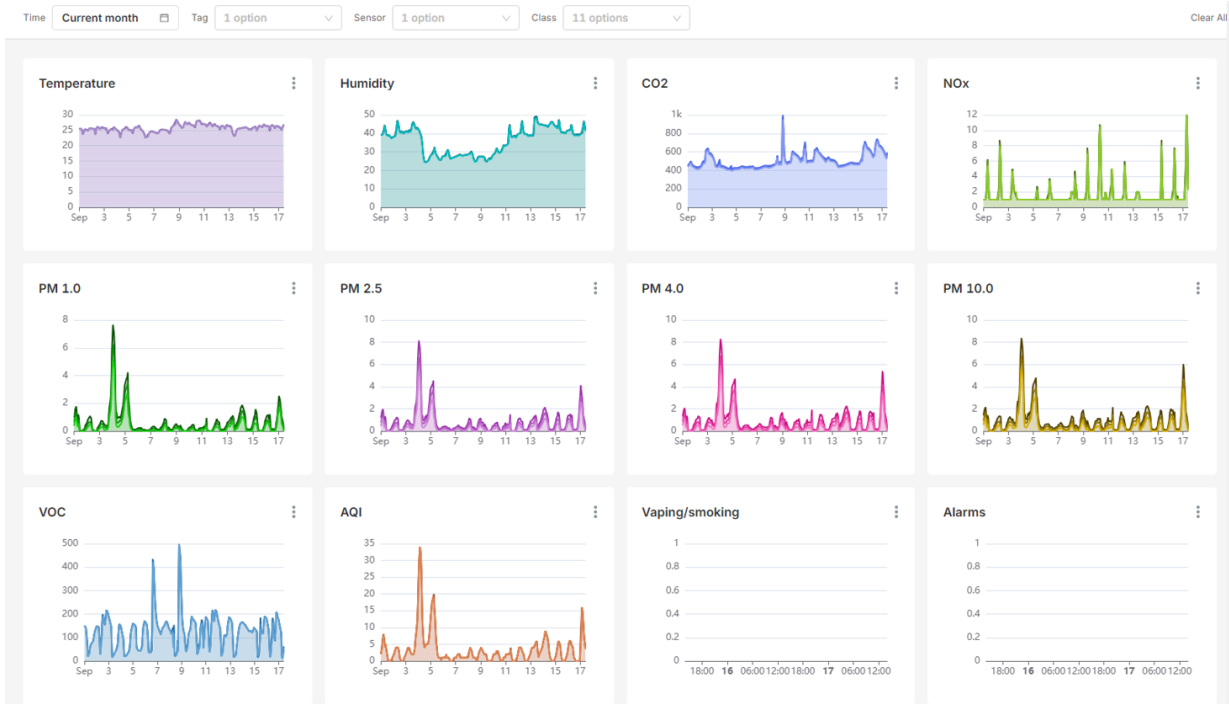
- Total precisão na medição do CO₂ é alcançada dois dias após o dispositivo ser ligado pela primeira vez.
- O IQA requer 12 horas para funcionar corretamente na primeira vez que o dispositivo é ligado. O IQA mostrará "Calculating" (Calculando) até que tenha dados suficientes. O tempo de calibração é necessário sempre que o dispositivo é reiniciado.
- Total precisão na medição de VOC é alcançada depois que o dispositivo estiver em funcionamento por uma hora. O tempo de calibração é necessário sempre que o dispositivo é reiniciado.
- Total precisão na medição de NO_x é alcançada depois que o dispositivo estiver em funcionamento por seis horas. O tempo de calibração é necessário sempre que o dispositivo é reiniciado.

Para obter mais orientações sobre como interpretar os resultados da medição em termos de qualidade do ar, consulte o manual do usuário do produto relevante.

Você pode exibir os resultados das medições em um painel para exibição de dados em tempo real, bem como visualizar dados históricos e tendências ao longo do tempo.



Painel mostrando dados de medições em tempo real de um sensor de qualidade do ar Axis.



Painel mostrando dados de medições históricas de um sensor de qualidade do ar Axis.

8.1 Sensor de qualidade do ar independente



O sensor de qualidade do ar independente pode realizar a detecção de fumaça de cigarro e cigarro eletrônico, bem como de vários parâmetros e poluentes do ar. Por meio de seus diversos recursos adicionais, ele também possibilita o gerenciamento proativo da qualidade do ar e respostas eficientes a problemas. Por exemplo, ele tem um sensor PIR para detecção de presença e LEDs multicoloridos para fornecer alertas visuais. O dispositivo também conta com áudio bidirecional para transmitir mensagens de voz e analíticos de áudio. Leia mais sobre o AXIS Audio Analytics em whitepapers.axis.com/audio-analytics-for-security-and-safety.

Com o sensor de qualidade do ar independente, os resultados das medições estão disponíveis na interface Web do sensor, e um painel de controle também permite a exibição dos resultados das medições no seu VMS.

8.2 Sensor de qualidade do ar com dispositivo host



Um sensor de qualidade do ar (à direita) adiciona efetivamente a funcionalidade de monitoramento da qualidade do ar ao seu sistema de monitoramento por meio de uma câmera (à esquerda), que funciona como dispositivo host.

Nosso sensor de qualidade do ar baseado em portcast é um produto bastante econômico e requer um dispositivo host. Dispositivos Axis selecionados podem funcionar como um dispositivo host para que você possa adicionar o sensor ao seu sistema de monitoramento com facilidade.

A conexão entre o sensor e o dispositivo host Axis funciona por meio da tecnologia portcast da Axis, que permite adicionar perfeitamente a funcionalidade ao dispositivo host, neste caso, a capacidade de medição da qualidade do ar. Isso significa que o sensor usa o endereço IP do dispositivo host e é controlado a partir do dispositivo host. Os resultados das medições estão disponíveis na interface Web do dispositivo host e também no stream da câmera através de sobreposições MQTT.

Sobre a Axis Communications

A Axis possibilita um mundo mais inteligente e seguro, aprimorando a segurança, proteção, eficiência operacional e inteligência nos negócios. Como uma empresa de tecnologia em rede e líder do setor, a Axis oferece soluções de videomonitoramento, controle de acesso, intercomunicação e áudio. Essas soluções são aprimoradas por meio de aplicativos de análise inteligentes e apoiadas por treinamentos de alta qualidade.

A Axis conta com cerca de 5.000 funcionários dedicados, em mais de 50 países, e colabora com parceiros de tecnologia e integração de sistemas em todo o mundo para oferecer soluções aos clientes. A Axis foi fundada em 1984 e está sediada em Lund, na Suécia.