

WHITE PAPER

Câmeras a bordo

Janeiro 2026

Índice

1	Introdução	3
2	Monitoramento em veículos	3
3	Considerações importantes para câmeras de bordo	5
3.1	Condições de iluminação	5
3.2	Cenas movimentadas	5
3.3	Vibrações	5
3.4	Grau de proteção IP	6
3.5	Alimentação	6
3.6	Integração	6
3.7	Imunidade eletromagnética	6
4	Campo de visão	7
5	Cibersegurança	7
6	Certificações	8

1 Introdução

As câmeras de bordo da Axis são projetadas especificamente para instalação em uma ampla variedade de veículos, incluindo trens, bondes, ônibus, caminhões, veículos de emergência, equipamentos de mineração e outros ativos móveis que exigem tecnologia resiliente. Essas câmeras foram projetadas para funcionar em condições únicas e desafiadoras, em conformidade com os rigorosos padrões e regulamentos da indústria que regem sua instalação em veículos ferroviários e rodoviários.

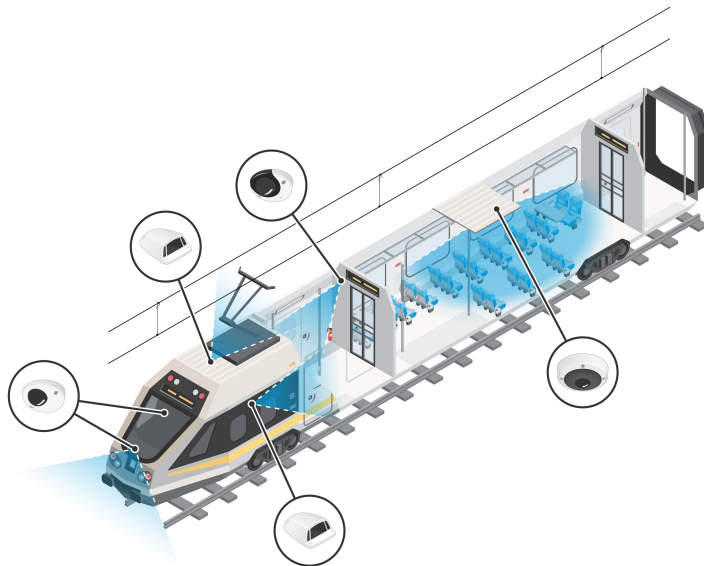
Este white paper fornece uma visão geral concisa dos aspectos técnicos das câmeras de bordo da Axis. Descrevemos as principais características, considerações essenciais e camadas robustas de segurança cibernética necessárias para um desempenho ideal de bordo.

2 Monitoramento em veículos

As soluções de monitoramento de veículos são cada vez mais usadas para aumentar a segurança dos passageiros e operadores, prevenir crimes e vandalismo e fornecer evidências valiosas. As câmeras de bordo permitem o monitoramento em tempo real, bem como a análise pós-incidente, para proteger funcionários, passageiros, veículos e equipamentos.

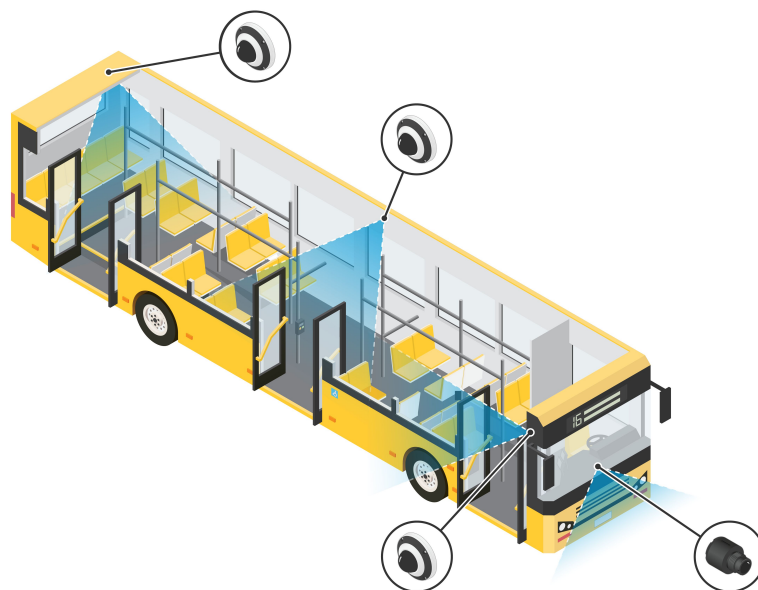
Para garantir uma excelente qualidade de imagem em ambientes de bordo, as câmeras precisam suportar vibrações severas por longos períodos, ser confiáveis em relação ao fornecimento de energia e transferência de dados e funcionar independentemente das condições de iluminação. Essas exigências se aplicam a dispositivos usados tanto no tráfego ferroviário quanto no tráfego rodoviário, mas os requisitos regulamentares geralmente diferem entre os dois tipos de transporte. Também pode haver variações regionais. É essencial, naturalmente, cumprir as normas regionais relativas à segurança contra incêndios e à compatibilidade eletromagnética.

As câmeras reforçadas para trens da Axis são projetadas para resistir a choques e vibrações (em conformidade com a norma EN 50155) e cumprem as normas de segurança contra incêndio, como EN 45545-2 e NFPA 130. Temos câmeras dome fixas para uso interno e externo com várias opções de lentes disponíveis para necessidades personalizadas.



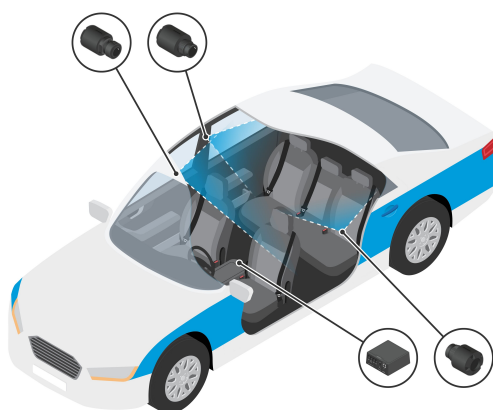
Vários tipos de câmeras de bordo em um trem.

As câmeras Axis para ônibus também oferecem várias opções de lentes. Quando usadas em conjunto com caixas resistentes às intempéries, estas câmeras podem suportar condições meteorológicas adversas e até mesmo ser instaladas no exterior de um ônibus.



Câmeras modulares em um ônibus.

As câmeras modulares Axis oferecem instalação flexível e podem ser montadas em outros veículos, como ambulâncias, veículos de segurança ou caminhões. Com base em um conceito de câmera dividida, a unidade principal, o sensor e o cabo são escolhidos de acordo com as necessidades individuais para um sistema totalmente modular.



3 Considerações importantes para câmeras de bordo

Os ambientes de bordo exigem que as câmeras resistam a flutuações de temperatura, vibrações e interferência eletromagnética. Além disso, as condições de iluminação podem ser variáveis e desafiadoras, e as cenas típicas são complexas e dinâmicas.

Uma câmera de bordo normalmente possui:

- Caixa resistente (geralmente de metal)
- Componentes e conectores duráveis
- Ampla tolerância à temperatura
- Resistência a poeira, água e choques (classificações IP e IK)
- Resistência à vibração (projeto robusto)

As câmeras de bordo devem obter classificações ambientais que garantam proteção adequada, usar conectores resistentes a vibrações e tecnologias para lidar com condições de iluminação desafiadoras. Idealmente, eles também devem ser à prova de vandalismo e ter a funcionalidade de alarme de manipulação. Em muitos ambientes, câmeras pequenas e discretas são preferíveis.

3.1 Condições de iluminação

As câmeras de bordo devem ser capazes de se adaptar a diferentes condições de iluminação. Em condições de iluminação muito desafiadoras, como pouca luz, luz em cintilação ou luz de fundo intensa, você precisa de câmeras com técnicas especiais para lidar com isso.

As câmeras Axis empregam técnicas WDR com capacidade incomparável para tornar visíveis os detalhes nas partes escuras de uma cena sem excesso de exposição nas partes claras. Leia mais sobre as técnicas WDR em whitepapers.axis.com/wide-dynamic-range

O Lightfinder captura imagens coloridas em condições de luz extremamente fraca. Leia mais sobre o Lightfinder em whitepapers.axis.com/lightfinder

Com o modo semáforo, uma câmera pode distinguir a cor dos semáforos em cenas escuras.

3.2 Cenas movimentadas

As análises podem fornecer informações valiosas e ajudar a monitorar o fluxo de passageiros e a otimizar os processos de embarque. Com análises de terceiros, você também pode monitorar a ocupação ou itens esquecidos.

No entanto, implementar análises em câmeras de bordo é complexo. O ambiente apresenta desafios únicos, como cenas em constante movimento devido à visão em constante mudança através dos vidros de um veículo em movimento. Multidões e vibrações também contribuem para cenas extremamente dinâmicas. O teto normalmente baixo de um veículo pode apresentar desafios adicionais para a análise, e se a câmera for instalada na parte externa do veículo, as condições meteorológicas aumentam a complexidade.

Antes de implementar soluções analíticas em câmeras de bordo, é essencial testá-las e validá-las para o uso pretendido.

3.3 Vibrações

O termo *robusto* ou *resistente* é usado em relação aos dispositivos de bordo e modulares da Axis para descrever sua durabilidade e estabilidade ao longo do tempo em ambientes com alta vibração, como dentro de veículos ou

dentro ou próximo a máquinas. Os dispositivos robustos são fabricados para continuarem a funcionar nessas condições desafiadoras durante toda a vida útil do produto.

As câmeras de bordo são projetadas com sistemas de montagem robustos, conexões flexíveis e componentes que podem absorver choques e vibrações. Isso garante que a câmera permaneça funcional e continue a capturar imagens de alta qualidade, apesar dos desafios dos deslocamentos ferroviários ou rodoviários.

Os conectores de cabo de rede M12 oferecem uma conexão segura e mais resistente a vibrações do que os conectores RJ45 tradicionais. O projeto rosqueado de um conector M12 garante um encaixe perfeito, crucial em ambientes com alta vibração, onde os conectores tradicionais podem afrouxar com o tempo. O projeto interno também é diferente do de um conector RJ45.

Em câmeras modulares para aplicações de bordo, conectores SMA-FAKRA são usados no cabo entre a unidade principal e a unidade sensora para resistir a vibrações e garantir uma instalação robusta.

3.4 Grau de proteção IP

A maioria das câmeras de bordo possui classificação IP66/67, o que garante proteção contra poeira e água. Isso não significa que sejam adequados para uso ao ar livre.

As câmeras Axis classificadas para uso externo podem ser identificadas pelo "-E" em seu nome de produto, o que significa que elas estão prontas para uso externo assim que saem da caixa, sem a necessidade de caixas adicionais. Elas atendem a requisitos específicos, incluindo a fabricação com materiais resistentes aos raios ultravioleta e à umidade, com condensação interna mínima.

A maioria das câmeras de bordo não é destinada ao uso externo. Uma câmera na parte externa de um veículo, como um trem, fica exposta a vibrações e condições de vento mais extremas do que a maioria das câmeras externas.

3.5 Alimentação

As câmeras de bordo precisam de uma fonte de alimentação confiável. As câmeras de bordo da Axis são alimentadas por PoE (Power over Ethernet), eliminando a necessidade de cabos de alimentação separados. O interruptor alimenta os dispositivos, consumindo uma quantidade mínima de energia. O PoE simplifica a instalação e reduz o tempo de inatividade.

3.6 Integração

Todos os produtos de vídeo da Axis têm uma interface de programação de aplicativos (API) chamada VAPIX®. A VAPIX permite que os desenvolvedores integrem facilmente os produtos de vídeo da Axis e suas funcionalidades integradas a outras soluções de software. Isso significa que as câmeras podem ser integradas, por exemplo, a sistemas de vídeo específicos usados no gerenciamento do trânsito ferroviário ou rodoviário. Todas as câmeras Axis também são compatíveis com ONVIF®, que proporciona interoperabilidade entre produtos de vídeo em rede, independentemente do fabricante.

3.7 Imunidade eletromagnética

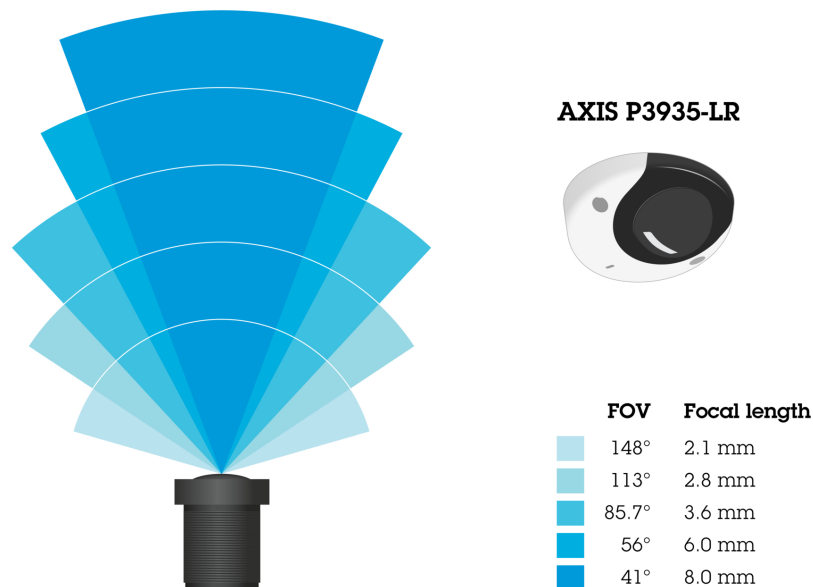
Os ambientes de bordo podem colocar as câmeras à prova no que diz respeito à suscetibilidade à interferência eletromagnética (EMI) e à capacidade da câmera de operar de forma confiável na presença de campos eletromagnéticos intensos. As aplicações ferroviárias envolvem inúmeras fontes de interferência eletromagnética, incluindo sinais de radiofrequência de sistemas de comunicação e pulsos eletromagnéticos gerados por motores de tração e outros equipamentos elétricos.

Para atender a esse requisito, as câmeras de bordo incorporam princípios de projeto EMC, como blindagem (uso de invólucros metálicos ou materiais de blindagem para reduzir a radiação eletromagnética), filtragem para suprimir frequências indesejadas e evitar interferências, e aterramento adequado dos componentes eletrônicos da câmera para evitar descargas eletrostáticas.

4 Campo de visão

As câmeras de bordo oferecem uma variedade de opções de campo de visão para garantir uma cobertura abrangente.

- As câmeras panorâmicas oferecem amplas visões gerais, ideais para monitoramento geral.
- As câmeras dome fixas pequenas ou câmeras modulares oferecem flexibilidade na colocação e na estética.
- As lentes intercambiáveis permitem ajustar o campo de visão, adaptando-se a necessidades específicas de monitoramento, como focar na porta do motorista. As câmeras integradas da Axis permitem que você troque as lentes para encontrar o campo de visão ideal.



Campo de visão horizontal para as várias lentes disponíveis para uma câmara de bordo específica da Axis.

5 Cibersegurança

A segurança cibernética é especialmente importante no caso das câmeras de bordo, pois elas costumam ser instaladas em locais fisicamente acessíveis ao público. Existem riscos potenciais associados às câmeras que servem como pontos de entrada em redes maiores, e a principal preocupação é impedir o acesso não autorizado à rede.

Medidas de segurança robustas protegem as câmeras de bordo da Axis contra ataques cibernéticos e mantêm a integridade da rede. Os exemplos incluem:

- Fornecimento regular de atualizações de software e patches de segurança para dispositivos.
- Implementação de métodos seguros de autenticação e criptografia.
- Em conformidade com os padrões da indústria e as melhores práticas.
- Oferecendo recursos de proteção de rede, como controle de acesso e protocolos seguros.
- Monitoramento e aprimoramento contínuos das medidas de segurança.
- Fornecimento de diretrizes e recursos para instalação e configuração seguras.

Leia mais sobre segurança cibernética nos produtos Axis em www.axis.com/about-axis/cybersecurity

6 Certificações

A Axis está comprometida em fornecer produtos que não apenas atendam, mas excedam os padrões, regulamentos e certificações do setor. Nossa adesão rigorosa a esses padrões garante que nossas soluções sejam confiáveis, seguras e da mais alta qualidade.

Nossas câmeras de bordo cumprem as mesmas normas e regulamentações que nossas outras câmeras, mas também normas específicas do setor para garantir uma operação segura e confiável em diversos ambientes de transporte.

Certificações ou normas importantes para câmeras de bordo incluem:

- **EN 50155 (Aplicações ferroviárias – Equipamentos eletrônicos usados em material circulante)**
Garante que equipamentos eletrônicos, como câmeras de bordo, possam suportar as condições ambientais adversas encontradas em aplicações ferroviárias. Isso diz respeito, por exemplo, a vibrações em frequências de vibração comumente encontradas, interferência eletromagnética (EMI) e a presença de campos eletromagnéticos intensos.
- **EN 45545-2 (Aplicações ferroviárias – Proteção contra incêndios em veículos ferroviários)**
Concentra-se nos aspectos de segurança contra incêndios do equipamento de bordo, garantindo que este não contribua para a propagação de incêndios nem liberte substâncias perigosas.
- **UN ECE R118 (Comportamento à combustão dos materiais usados na construção interior de certas categorias de veículos motorizados)**
Concentra-se na segurança contra incêndios em veículos rodoviários, como ônibus, avaliando mais especificamente o comportamento ao fogo e a repelência ao combustível dos materiais e componentes usados no interior dos ônibus.
- **NFPA 130 (Norma para sistemas ferroviários fixos de transporte público e passageiros)**
Especifica os requisitos de proteção contra incêndios e segurança de vida para sistemas ferroviários subterrâneos, de superfície e elevados de transporte público e passageiros.

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.