

WHITE PAPER

# O uso do infravermelho em aplicações de vigilância

Câmeras dia e noite e a tecnologia OptimizedIR

Abril 2023

# Resumo

## Câmeras dia e noite

- Câmeras com funcionalidade *dia e noite* podem usar luz infravermelha (IR) para geração de imagens. Seu sensor detecta a luz visível, mas também a luz IR com comprimentos de onda próximos aos comprimentos de onda da luz visível.
- No *modo dia*, a câmera usa a luz visível para fornecer vídeos em cores.
- No *modo noturno*, a câmera também capta a luz IR e a utiliza para fornecer vídeo em tons de cinza de alta qualidade.
- A câmera muda do *modo dia* para o *modo noturno* quando a luz ambiente diminui abaixo de um nível de intensidade definido.
- Observe que as câmeras dia e noite não são câmeras térmicas. As câmeras térmicas usam uma parte diferente do espectro de IR.

## fontes de luz IR

- A iluminação LED-IR é uma maneira discreta e com baixo consumo de energia de permitir o monitoramento no escuro, onde a iluminação comum não é adequada.
- A luz IR também é naturalmente predominante na luz do sol e da lua.
- Câmeras com LEDs IR integrados são uma solução prática porque não requerem cabeamento extra, dispositivo ou fonte de alimentação para a iluminação.
- A iluminação LED IR integrada à câmera é adaptada exclusivamente para a câmera específica e seus recursos.
- Iluminadores IR autônomos são adequados em alguns casos porque geralmente são mais poderosos e alcançam mais longe.

## OptimizedIR

- O Axis OptimizedIR é uma solução avançada de IR integrada à câmera que combina inteligência de câmera e sofisticada tecnologia de LED.
- O OptimizedIR é personalizado em cada modelo de câmera. Normalmente, inclui tecnologia patenteada para iluminação uniforme no campo de visão variável da câmera, gerenciamento de calor extremamente eficiente e LEDs de longo alcance e alta qualidade que são ajustados com precisão para a câmera.
- O OptimizedIR está em constante evolução com novos recursos avançados sendo adicionados continuamente.

# Sumário

1	Introdução	4
2	A sensibilidade à luz e o espectro eletromagnético	4
3	Geração de imagens usando IV e iluminação IV	5
3.1	Câmeras dia e noite	5
3.2	Por que escolher a geração de imagens usando IV em vez de uma câmera térmica?	7
3.3	Por que usar iluminação IV em vez de iluminação com luz visível?	8
4	Iluminação IV autônoma ou integrada à câmera?	8
4.1	Requisitos gerais dos iluminadores IV	8
4.2	Iluminadores integrados	9
4.3	Iluminadores autônomos	9
5	Axis OptimizedIR	10
5.1	Ângulo de iluminação flexível	10
5.2	Intensidades de luz ajustáveis	11
5.3	Eficiência energética e durabilidade	11
5.4	Personalização da câmera PTZ	11
6	Segurança dos equipamentos de IV da Axis	12

# 1 Introdução

A maioria das câmeras pode usar luz visível e luz infravermelha (IV) próxima para produzir imagens ou vídeos. Adicionando iluminação IV artificial a uma cena, é possível obter vídeos de alta qualidade, mesmo em ambientes sob completa escuridão.

Este white paper descreve por que a iluminação IR é amplamente utilizada em aplicações de monitoramento. Ele analisa os iluminadores autônomos e aqueles integrados às câmeras, bem como a combinação exclusiva de soluções de IR denominada Axis OptimizedIR.

## 2 A sensibilidade à luz e o espectro eletromagnético

A luz é composta de feixes discretos de energia, denominados fótons. O sensor de imagem em uma câmera contém milhões de pontos fotossensíveis, os pixels, que detectam o número de fótons recebidos. A câmera usa essas informações para criar uma imagem.

A luz também tem níveis de energia diferentes, ou comprimentos de onda diferentes. A capacidade do sensor de uma câmera de detectar fótons depende de seu comprimento de onda. Os fótons de luz visível, com comprimentos de onda entre 0,4  $\mu\text{m}$  (micrômetros) e 0,7  $\mu\text{m}$ , geralmente são detectados, mas o sensor normalmente também pode detectar fótons com comprimentos de onda ligeiramente mais longos (0,7 a 1,5  $\mu\text{m}$ ), na parte do espectro eletromagnético próxima ao infravermelho. Essa luz é naturalmente predominante, por exemplo, na luz solar, mas também pode ser adicionada usando fontes de luz artificiais.

Fótons com comprimentos de onda ainda mais longos, na parte LWIR (infravermelho de ondas longas) do espectro, podem ser detectados por um sensor de câmera térmica. A luz LWIR é a radiação de calor, emitida naturalmente por todos os objetos vivos e não vivos. Nas imagens das câmeras térmicas, objetos mais quentes (como pessoas e animais) se destacam no ambiente, que é tipicamente mais frio.



Figure 1. O espectro da radiação eletromagnética. Os iluminadores IR trabalham na região quase infravermelha (11) e as câmeras termográficas trabalham na região IR de comprimento de onda longo (12).

1. Raios X
2. Luz ultravioleta
3. Luz visível
4. Radiação quase infravermelha (NIR) (aproximadamente 0,7 a 1,5  $\mu\text{m}$ )
5. Radiação infravermelha de comprimento de onda curto (SWIR) (1,5 a 3  $\mu\text{m}$ )
6. Radiação infravermelha de comprimento de onda médio (MWIR) (3 a 5  $\mu\text{m}$ )
7. Radiação infravermelha de longo comprimento de onda (LWIR) (8 a 14  $\mu\text{m}$ )
8. Radiação de infravermelho distante (FIR) (aproximadamente 15 a 1.000  $\mu\text{m}$ )
9. Radiação de micro-ondas
10. Comprimentos de onda de rádio/TV
11. Iluminação IR
12. Câmeras termográficas da Axis

Onde há pouca luz, há menos fótons disponíveis que possam atingir o sensor da câmera. As câmeras com a tecnologia Axis Lightfinder têm extrema sensibilidade à luz, graças a uma combinação equilibrada de sensor, lente e um processamento de imagens bem ajustado, que permite que a câmera gere imagens em cores usando poucos fótons. Entretanto, quando a cena é muito escura, há muito poucos fótons de luz visível para o sensor registrar. Em cenas com luminosidade extremamente reduzida, a luz visível (e a imagem colorida) deve ser abandonada, e o espectro deve ser ampliado para incluir comprimentos de onda próximos a infravermelho (usando uma câmera dia e noite) ou comprimentos de ondas infravermelhos de ondas longas (usando uma câmera térmica) para que a detecção seja possível.

### **3 Geração de imagens usando IV e iluminação IV**

A utilização da iluminação por LED infravermelho é uma maneira energeticamente eficiente e discreta de viabilizar a vigilância sob escuridão. Para gerar imagens sob total escuridão, a luz IV deve ser adicionada usando iluminadores IV autônomos ou integrados às câmeras.

Câmeras capazes de usar a luz IR para gerar imagens contam com aquilo que é conhecido como "*funcionalidade dia e noite*" ou são referidas como "*câmeras dia e noite*". Elas podem empregar a luz IV natural, como a luz da lua, ou artificial, de lâmpadas incandescentes ou de uma fonte de luz infravermelha dedicada. Todas as câmeras com iluminação IV integrada são câmeras dia e noite, mas uma câmera dia e noite não tem necessariamente iluminação integrada. As câmeras Axis com iluminadores IV integrados são caracterizadas pela extensão de nome de produto "-L", de LED (Diodo Emissor de Luz).

Ambas as iluminações, as autônomas e aquelas integradas à câmera, normalmente usam luz IR com um comprimento de onda de 850 nm. Estando tão perto dos comprimentos de onda da luz visível, os LEDs IR produzem um leve brilho vermelho que pode ser visível. Os LEDs IR também estão disponíveis com 940 nm, o que reduz o risco de produzir brilho visível. No entanto, os sensores da câmera são um pouco menos sensíveis a esse comprimento de onda, conforme mostrado no próximo diagrama.

A tecnologia Axis Lightfinder funciona com a luz IR e com a luz visível. Uma câmera com a tecnologia Lightfinder permite que a iluminação IV tenha um alcance maior e torna mais visível a luz IV natural mais distante na cena.

#### **3.1 Câmeras dia e noite**

Câmeras dia e noite podem alternar entre dois modos: modo diurno e modo noturno. No modo diurno, a câmera usa a luz visível e fornece vídeos em cores. À medida que a luminosidade é reduzida abaixo de um

determinado nível de intensidade, a câmera alterna automaticamente para o modo noturno, que capta tanto a luz visível quanto a luz infravermelha próxima, para fornecer vídeos em escala de cinza de alta qualidade.

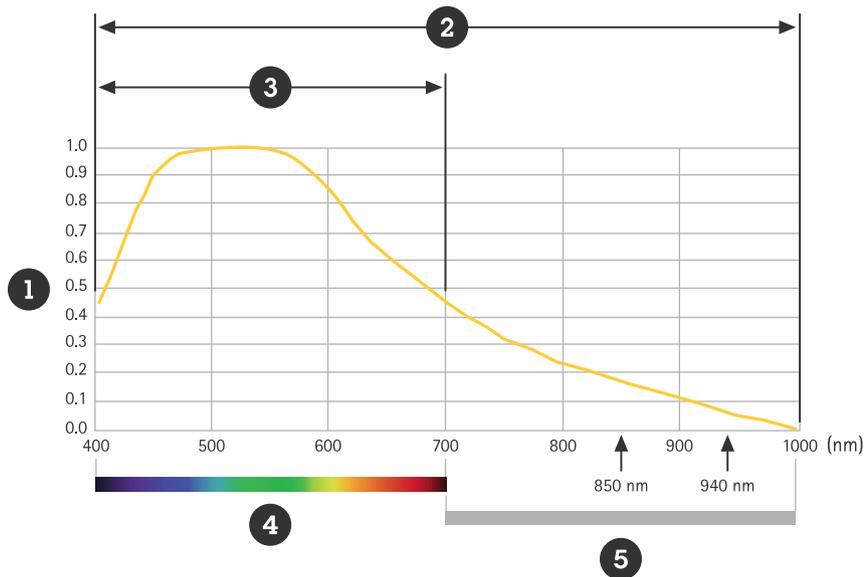


Figure 2. O gráfico mostra como um sensor de imagem reage à luz visível e NIR.

1. Sensibilidade relativa do sensor
2. Comprimentos de onda usados no modo noturno
3. Comprimentos de onda usados no modo diurno
4. Luz visível
5. Luz quase infravermelha

A alternância entre o modo diurno e o modo noturno ocorre por meio do uso de um filtro de corte IV mecanicamente removível. No modo diurno, o filtro impede que qualquer luz IV que ocorra naturalmente chegue ao sensor da câmera, para não distorcer as cores do vídeo. No modo noturno, o filtro é removido, aumentando a sensibilidade da câmera à luz e permitindo que a luz IV chegue ao sensor. Como a luz IV passa pelos três tipos de filtro de cores (RGB) no sensor, as informações de cor são perdidas e a câmera não é mais capaz de fornecer imagens coloridas.

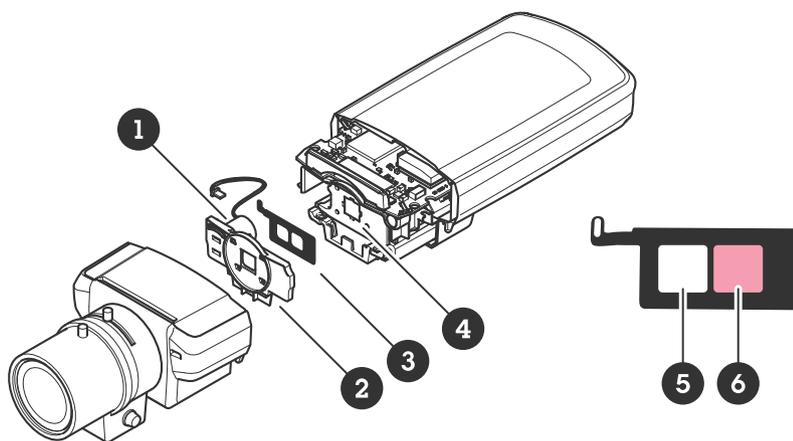


Figure 3. Filtro de corte de IR (dia/noite) em um suporte óptico que, nesta câmera, desliza lateralmente. O filtro em tons de vermelho é usado durante o dia para evitar que a luz IR atinja o sensor da câmera. A parte clara é usada à noite.

1. Solenoide
2. Guarda frontal
3. Suporte óptico
4. Sensor de imagem
5. Filtro noturno
6. Filtro diurno

O vídeo em escala de cinza gerado durante o modo noturno acomoda a incapacidade do olho humano de ver a luz infravermelha. Porém, materiais com determinadas propriedades refletoras podem, por vezes, ser representados em tons inesperados na escala de cinza. Por exemplo, uma jaqueta escura pode parecer ter uma tonalidade muito mais clara e vice-versa.

### 3.2 Por que escolher a geração de imagens usando IV em vez de uma câmera térmica?

Vídeos úteis sob total escuridão podem ser fornecidos por câmeras térmicas, bem como por câmeras visuais com iluminação IV. As câmeras térmicas não necessitam de nenhuma fonte de luz, pois elas detectam apenas a radiação de calor, que é naturalmente emitida por todos os objetos.



Figure 4. Imagens comparando a câmera dia e noite e a câmera térmica, ambas capturadas no escuro.

*Esquerda: Imagem de uma câmera dia e noite com iluminação IR integrada.*

*Direita: Imagem de uma câmera térmica, detectando passivamente a radiação de calor.*

As duas tecnologias de câmeras geralmente servem a propósitos diferentes: as câmeras térmicas detectam, principalmente, a presença, enquanto câmeras IV podem ser utilizadas para reconhecimento ou identificação de indivíduos, dependendo das condições. Assim, as câmeras com IV integrado podem ser usadas para prover uma vigilância completa e autônoma, mas também podem ser integradas a um sistema de vigilância maior e diversificado. As câmeras térmicas, por outro lado, podem complementar perfeitamente um sistema de vigilância, mas não são capazes de substituí-lo; as câmeras visuais geralmente são necessárias em algum ponto do sistema, para fins de identificação.

As câmeras térmicas têm um impressionante alcance de detecção, de quilômetros, mas sua aquisição é dispendiosa. O alcance de uma câmera visual com iluminação IV depende da resolução da câmera e da distância alcançada pela iluminação. Para os produtos IV da Axis, as fichas técnicas fornecem informações sobre o alcance da iluminação, avaliada em ambientes externos, à noite, com relação a objetos reais e em cenas reais.

As câmeras térmicas não podem ver através do vidro, mas as câmeras visuais usando a iluminação IV podem. Os efeitos desse aspecto dependem das circunstâncias e dos objetivos da vigilância. Por exemplo, o uso de uma câmera térmica pode ser vantajoso para a vigilância interna, pois evitaria a gravação involuntária da área externa através das janelas, onde a vigilância pode não ser permitida.

Para obter mais informações sobre a tecnologia de câmeras térmicas, consulte:  
[www.axis.com/technologies/thermal-imaging](http://www.axis.com/technologies/thermal-imaging)

### **3.3 Por que usar iluminação IV em vez de iluminação com luz visível?**

Em locais onde a iluminação artificial com luz branca é restrita, ou onde ela seria muito invasiva, a iluminação infravermelha oferece a possibilidade de viabilizar a vigilância.

Um exemplo é o monitoramento do tráfego noturno, em que a luz branca pode ser muito perturbadora para os motoristas. O IR também se beneficia ao permitir um monitoramento muito discreto, estrategicamente útil em muitos cenários, além de não aumentar a poluição luminosa geral. Entretanto, o efeito dissuasivo dos iluminadores de luz visível é frequentemente preferido.

A iluminação IV pode ser usada quando a captura de informações de cores não for essencial. Porém, vídeos em escala de cinza também têm uma taxa de bits consideravelmente menor do que a dos vídeos coloridos, o que significa que as necessidades de largura de banda e armazenamento são reduzidas.

O contraste superior e os baixos níveis de ruídos proporcionados por câmeras dia e noite com iluminação IV também as tornam particularmente adequadas para aplicações de dados analíticos de vídeo e vigilância noturna de objetos em alta velocidade, como por exemplo, para vigilância de tráfego, como mencionado anteriormente. O LPR (Reconhecimento de Placa de Licença) é uma aplicação de dados analíticos de vídeo que, em alguns casos, se beneficia de vídeos com iluminação IV. As placas dos veículos refletem muito mais luz infravermelha do que qualquer outro objeto na imagem, permitindo que o algoritmo de LPR reaja exclusivamente às placas, e a nada mais. Além disso, qualquer modificação não autorizada realizada nas placas de licença é facilmente detectada.

## **4 Iluminação IV autônoma ou integrada à câmera?**

A iluminação IV artificial pode ser fornecida por iluminadores IV autônomos ou integrada à câmera. Os aplicativos de monitoramento podem se beneficiar do uso de ambos os tipos simultaneamente. Os iluminadores autônomos geralmente são mais potentes e têm maior alcance, porém, os iluminadores integrados às câmeras podem ser mais adequados em extensões menores, por serem adaptados e concebidos exclusivamente para a câmera específica, considerando seus recursos, níveis de zoom e assim por diante.

### **4.1 Requisitos gerais dos iluminadores IV**

Um iluminador IV, seja ele integrado à câmera ou autônomo, deve fornecer um campo de luz uniforme dentro de todo o campo de visão da câmera. Ele deve ter um longo alcance, mas também deve evitar que a câmera superexponha objetos próximos. Isso geralmente requer uma câmera com amplo alcance dinâmico.

Os iluminadores infravermelhos devem ter detectores de luz visível integrados e contar com desligamento automático, para poupar energia durante o dia ou quando outras fontes de luz fornecerem luz suficiente. O superaquecimento dos LEDs também deve ser evitado, para possibilitar uma vida útil prolongada do LED.

## 4.2 Iluminadores integrados

Com a câmera e a iluminação em um único dispositivo, a instalação completa é mais discreta. Isso é especialmente importante para vigilância em edifícios antigos ou tombados, como museus e edifícios históricos.

As câmeras da Axis com IR integrado são fáceis de instalar e incorporar. Elas não requerem cabos externos ou fonte de alimentação adicional, pois os LEDs IV de baixo consumo são alimentados pela câmera, usando a tecnologia PoE (Power over Ethernet). Um sistema com iluminação integrada à câmera também pode ser mais barato, com menos componentes para instalar e, conseqüentemente, com menos componentes que necessitem da execução de serviços e outras manutenções.

Em algumas câmeras, os LEDs IR estão localizados em áreas isoladas da lente, e uma cúpula blindada evita reflexos infravermelhos contra gotas de água ou neve na cúpula. Isso garante imagens consistentemente claras e nítidas. Em outras câmeras com iluminação IR integrada, você pode usar uma proteção climática para minimizar a água e a neve na cúpula.



Figure 5. Câmeras da Axis com LEDs IR integrados.

*Esquerda: Esta câmera tem dois LEDs IR abaixo da lente e uma proteção contra intempéries que protege a cúpula de gotas d'água em caso de chuva.*

*Direita: Esta câmera tem dois LEDs infravermelhos localizados atrás das partes blindadas do dome, em uma área isolada da lente.*

## 4.3 Iluminadores autônomos



Figure 6. Iluminadores LED IR autônomos, para serem usados com câmeras dia e noite.

Os iluminadores IV autônomos, para serem usados em conjunto com as câmeras dia e noite, geralmente fornecem um alcance maior do que a iluminação IV integrada à câmera, pois utilizam um número maior de LEDs e fornecem mais luz. Além disso, eles permitem que a câmera seja direcionada com mais liberdade.

Como a luz e a lente da câmera ficam fisicamente mais distantes quando iluminadores autônomos são usados, em comparação com o IR integrado à câmera, insetos e sujeira, que são naturalmente atraídos pela luz, não chegam tão próximos à lente de maneira que possam afetar o vídeo.

Ao usar iluminadores autônomos, é preciso garantir que a iluminação seja compatível com a cena. Uma área iluminada com um feixe muito estreito ocasionará um efeito branco ou de ofuscamento no centro da cena e iluminação inadequada em ângulos mais amplos. Por outro lado, ter uma área muito ampla iluminada implica um alcance reduzido da luminosidade à frente e a iluminação desnecessária de objetos que estão fora da área de interesse.

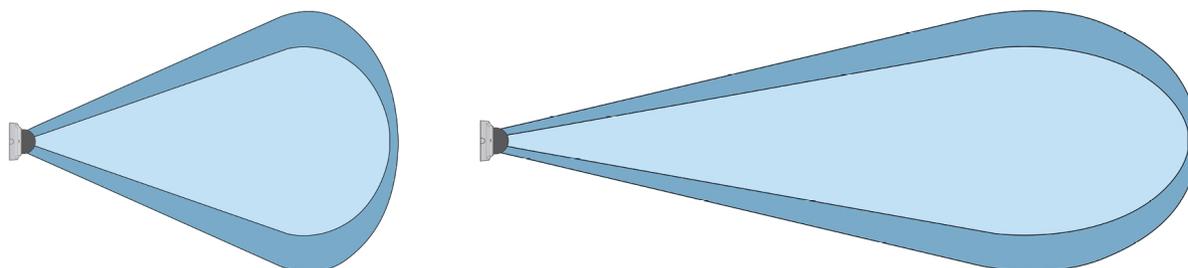
Os iluminadores autônomos da Axis são fornecidos com lentes substituíveis e divergentes, para viabilizar uma largura de iluminação que seja adequada à cena. Como os ajustes dos iluminadores devem ser realizados no local, manualmente, os iluminadores autônomos terão um melhor aproveitamento quando usados em conjunto com câmeras que mantenham um nível de zoom e um campo de visão razoavelmente constantes.

## 5 Axis OptimizedIR

As câmeras da Axis com a tecnologia OptimizedIR oferecem uma combinação única e poderosa de câmera inteligente e tecnologia de LED sofisticada, usando as soluções de IR integrado a câmeras mais avançadas da Axis. Os exemplos incluem tecnologia patenteada, para garantir uma iluminação uniforme no campo de visão variável da câmera, gerenciamento de calor extremamente eficiente e o uso de LEDs de longo alcance de alta qualidade, perfeitamente ajustados à câmera. A tecnologia OptimizedIR é adaptada a cada modelo de câmera e pode ser composta de diferentes soluções, dependendo dos pré-requisitos e funcionalidades específicos da câmera. Além disso, o OptimizedIR está em constante evolução, com novos recursos avançados sendo adicionados continuamente.

### 5.1 Ângulo de iluminação flexível

Um dos recursos do OptimizedIR, utilizado em câmeras selecionadas com zoom remoto, é a capacidade de adaptação do ângulo de iluminação ao nível de zoom. Usando lentes personalizadas de alta precisão, os LEDs IV fornecem um ângulo de iluminação que segue os movimentos de zoom da câmera, para sempre fornecer a quantidade de luz adequada. Todo o campo de visão é iluminado uniformemente, gerando vídeos de alta qualidade, com boa exposição e níveis de ruído baixo, mesmo quando o ambiente está sob total escuridão.



*Figure 7. Em algumas câmeras, o OptimizedIR controla o ângulo de iluminação IR para seguir quaisquer ajustes feitos no campo de visão da câmera.*

*Esquerda: O ângulo de iluminação IR é ligeiramente maior do que o ângulo de visão da câmera para garantir uma iluminação uniforme em toda a visão da câmera (azul claro).*

*Direita: Se o ângulo de visão da câmera diminuir, o ângulo de iluminação IR também diminuirá automaticamente.*

## **5.2 Intensidades de luz ajustáveis**

Em algumas das soluções mais avançadas da Axis, a intensidade dos LEDs integrados à câmera pode ser ajustada de forma manual ou automática. Para obter a melhor qualidade de imagem, se necessário, luzes individuais podem ter sua luminosidade reduzida ou podem ser desligadas remotamente por meio da interface Web.

A câmera ajusta automaticamente a exposição, para proporcionar a qualidade de imagem ideal. Quando a câmera está instalada próxima a uma parede ou quina, também pode ser uma vantagem reduzir automaticamente a luminosidade dos LEDs localizados mais próximos a essa parede ou quina, a fim de evitar reflexos que poderiam saturar partes da imagem.

Dependendo do ambiente de instalação e das condições ao redor da câmera, como por exemplo, fontes de luz externas na cena, ajustes manuais da intensidade de LEDs individuais também podem ser úteis para personalizar a iluminação infravermelha.

## **5.3 Eficiência energética e durabilidade**

OptimizedIR é baseado em LEDs extremamente eficientes em termos de energia. Devido à dissipação de calor mínima, o PoE é suficiente para alimentá-los e não são necessários cabos de alimentação adicionais.

Os LEDs são duráveis e de alta qualidade, e sua vida é adicionalmente prolongada devido à baixa geração de calor. Com uma temperatura operacional mais baixa, os LEDs duram mais. O OptimizedIR também é uma tecnologia energeticamente eficiente porque ilumina a cena de maneira uniforme e minimiza a quantidade de luz fora do campo de visão. Isso é obtido usando poucos LEDs, com um design mecânico otimizado.

## **5.4 Personalização da câmera PTZ**

Graças a soluções avançadas de gerenciamento de calor e aos recursos sofisticados das câmeras, a Axis também oferece o OptimizedIR em câmeras PTZ (Pan/Tilt/Zoom) selecionadas. Usando vários LEDs em conjunto com diferentes lentes e intensidades de luminosidade variáveis, a iluminação resultante é ajustada de forma ideal ao campo de visão e ao fator de zoom. Não importa se a câmera está fazendo movimentos panorâmicos, de inclinação ou de zoom, o feixe de luz infravermelha é adaptado perfeitamente à visão da câmera.

Para proporcionar um design discreto à câmera PTZ, os LEDs integrados devem estar localizados próximos ao sensor de imagem, sem que estejam conectados a nenhum dissipador de calor externo. Isso torna o resfriamento dos LEDs crucial.

As câmeras PTZ com OptimizedIR da Axis usam tubulações de calor para conduzir o calor gerado pelos LEDs para longe do sensor e dos LEDs, permitindo que eles mantenham uma temperatura operacional adequada. Isso permite que o sensor produza imagens de alta qualidade e com baixos níveis de ruídos, e garante uma vida do LED prolongada. A solução de gerenciamento de calor também possibilita oferecer um design de dome compacto e com direcionamento discreto que, em conjunto com a iluminação infravermelha próxima do OptimizedIR, fornece uma vigilância totalmente discreta.

## **6 Segurança dos equipamentos de IV da Axis**

As câmeras Axis são seguras de usar de acordo com o padrão europeu EN 62471:2008, baseado no padrão internacional IEC 62471. Em conformidade com esse padrão, as câmeras e sua iluminação embutida não são prejudiciais aos olhos de qualquer criatura viva olhando diretamente para a câmera.



# Sobre a Axis Communications

A Axis torna possível um mundo mais inteligente e seguro criando soluções para melhorar a segurança e o desempenho dos negócios. Como empresa de tecnologia de rede e líder do setor, a Axis oferece soluções em vigilância por vídeo, controle de acesso, intercomunicação e áudio. Nossas soluções são aprimoradas por aplicativos de análise inteligentes e apoiados por treinamento de alta qualidade.

A Axis tem cerca de 4.000 funcionários dedicados em mais de 50 países e colabora com parceiros de tecnologia e integração de sistemas em todo o mundo para fornecer soluções aos clientes. A Axis foi fundada em 1984 e tem sede em Lund, Suécia