

WHITE PAPER

# Amplo alcance dinâmico

Soluções WDR para agregar valor forense

Março 2026

## Resumo

Cenas que contêm áreas muito escuras e muito claras são desafiadoras para uma câmera. Exemplos típicos dessas cenas com WDR (Amplio Alcance Dinâmico) em aplicações de segurança incluem portas de acesso, estacionamentos e túneis, onde há grande contraste entre a luz de fora e o interior mais escuro. Cenas ao ar livre com luz solar direta e sombras também podem ser um problema.

Vários métodos foram desenvolvidos para que as câmeras sejam capazes de recriar melhor todo o conteúdo da cena. Nenhuma técnica é ideal para todos os tipos de cenas e situações, e cada método tem suas desvantagens, incluindo a introdução de anomalias visuais, conhecidas como artefatos.

A Axis oferece diversas soluções de WDR, incluindo duas soluções forenses que representam uma melhoria revolucionária na captura de imagens em cenários complexos com alto contraste. Sua capacidade de tornar visíveis detalhes nas partes escuras de uma cena, sem a superexposição das partes claras, é incomparável, e as imagens fornecidas têm uma relevância forense excepcional.

As soluções de WDR da Axis incluem Forensic WDR (WDR) Forense, WDR Forensic Capture (captura forense), WDR Dynamic Capture (captura dinâmica) e WDR Dynamic Contrast (contraste dinâmico). A maioria das câmeras Axis usa o Forensic WDR (WDR Forense), que é um método baseado em dupla exposição. Quando essa função está desativada, as câmeras mudam automaticamente para o WDR Dynamic Contrast (contraste dinâmico).

Algumas câmeras da Axis usam combinações não especificadas desses diversos métodos para ampliar o alcance dinâmico. Nessas câmeras, a solução WDR é adaptada para cada câmera específica e é indicada como "WDR" nas fichas técnicas e outras informações do produto.

A capacidade do alcance dinâmico de uma câmera é geralmente especificada como um valor em dB, mas o desempenho real do WDR é difícil de medir e também depende de outros fatores, como a complexidade da cena, a quantidade de movimento na cena e a capacidade de processamento de imagem da câmera.

Durante o desenvolvimento das câmeras, a Axis prioriza a facilidade de uso em investigações forenses e a qualidade da imagem em detrimento da medição e da indicação de um valor elevado em dB. Devido a essa priorização, uma câmera Axis com um determinado alcance dinâmico especificado pode muito bem apresentar um desempenho superior ao de uma câmera concorrente que tenha um valor em dB mais alto.

# Índice

1	Introdução	4
2	Cenas com amplo alcance dinâmico	4
3	Limitações físicas do alcance dinâmico de uma câmera	5
3.1	Tamanho de pixel e tempo de exposição	5
3.2	Ruídos e profundidade de bits	5
3.3	Exibição da imagem	6
4	Métodos gerais de ampliação do alcance dinâmico de uma câmera	6
4.1	Uso de dois ou vários níveis de exposição	6
4.2	Uso de pixels com dois ou vários níveis de sensibilidade	6
4.3	Uso de aprimoramento de contraste	6
4.4	Uso de aprimoramento de contraste local	7
5	Geração de imagens WDR nas câmeras Axis	7
5.1	Desempenho do WDR descrito pela Axis	7
5.2	Soluções WDR da Axis	8
6	Capacidade do alcance dinâmico especificada em dB	9
7	Artefatos na geração de imagens WDR	10

# 1 Introdução

Câmeras normalmente têm dificuldades com cenas com amplo alcance dinâmico, isto é, cenas que têm muita variação nos níveis de luz. Este documento técnico explica a tecnologia por trás das limitações do alcance dinâmico de uma câmera, descreve os métodos gerais disponíveis para obter um bom desempenho de WDR e apresenta as soluções de WDR da Axis para vídeo com o máximo valor forense e usabilidade.

## 2 Cenas com amplo alcance dinâmico

O termo "alcance dinâmico" refere-se à diferença nos níveis de luz entre as áreas mais escuras e mais claras de uma cena ou imagem. Portanto, uma cena com amplo alcance dinâmico contém simultaneamente áreas muito claras e muito escuras. Os exemplos típicos na área de monitoramento incluem:

- Portas de acesso, com a luz natural do dia no exterior e um ambiente mais escuro no interior.
- Estacionamento ou túneis, com luz natural do dia no exterior e baixos níveis de luminosidade no interior.
- Cenas ao ar livre com luz solar direta e sombras.
- Edifícios de escritórios ou shopping centers, com muitos reflexos luminosos das janelas.

Abaixo está um exemplo de uma cena com amplo alcance dinâmico, capturada por uma câmera de monitoramento sem tecnologia para lidar com cenas WDR.



Figura 2.1 Uma típica cena de monitoramento com amplo alcance dinâmico: o interior de um estacionamento e sua entrada. As duas imagens foram geradas usando diferentes tempos de exposição, menor na imagem à esquerda e maior na imagem à direita.

A câmera pode, dependendo do tempo de exposição utilizado, tornar visível a entrada bem iluminada e o exterior claro ou o interior escuro do estacionamento. Uma câmera sem capacidade de WDR não consegue capturar todo o conteúdo da cena em uma única imagem.

As imagens a seguir têm inserções da imagem de curta exposição na imagem de longa exposição e vice-versa. É evidente que objetos importantes na cena não foram captados pela câmera sem capacidade de WDR.



Figura 2.2 *A mesma cena de antes. A imagem à esquerda mostra detalhes que foram perdidos com o tempo de exposição curto. A imagem à direita mostra os detalhes que foram perdidos com o tempo de exposição longo.*

Para conseguir capturar todo o conteúdo da cena, é necessária uma câmera de monitoramento com função WDR. Ela consegue, em uma única imagem, capturar ambos os extremos, ou seja, mostrar claramente os detalhes tanto na entrada bem iluminada quanto nas sombras escuras dentro do estacionamento. Sem a capacidade de WDR, a câmera só consegue produzir uma imagem adequada na área escura ou na área clara da cena, ficando a outra área subexposta ou superexposta.

## 3 Limitações físicas do alcance dinâmico de uma câmera

Os principais motivos para o alcance dinâmico limitado de uma câmera estão relacionados à maneira como a luz é capturada no sensor da câmera, como as imagens são processadas e também à natureza da luz em si. Em termos ainda mais práticos, o alcance dinâmico depende do tamanho de pixel, do tempo de exposição, dos ruídos e da profundidade de bits.

### 3.1 Tamanho de pixel e tempo de exposição

A luz é composta de feixes discretos de energia, denominados fótons. Quando a intensidade da luz em uma cena é aumentada, isso significa que um número maior de fótons será direcionado para a câmera. No entanto, uma câmera, ou melhor, seu sensor de imagem, pode detectar apenas uma quantidade limitada de fótons por intervalo de exposição.

O sensor de imagem é composto de milhões de pontos fotossensíveis, denominados pixels, que são capazes de converter os fótons capturados em elétrons. Quando a câmera está formando uma imagem, a contagem de elétrons de cada pixel é medida, fornecendo informações sobre os níveis de luz nas diferentes partes da cena capturada.

Cada pixel tem um tamanho definido e pode conter apenas um número limitado de elétrons antes de ficar saturado. Em uma câmera moderna, é desejável que o número de pixels seja maximizado, porém, devido aos custos, é preciso manter as dimensões totais do sensor reduzidas, limitando efetivamente o tamanho do pixel.

Para uma cena com amplo alcance dinâmico, um tempo de exposição prolongado saturará os pixels nas partes mais claras da imagem. Reduzindo o tempo de exposição e coletando fótons em um espaço de tempo menor, a saturação excessiva dos fótons nas partes mais claras pode ser evitada. Entretanto, um tempo de exposição menor também pode significar que apenas poucos fótons serão capturados nas áreas mais escuras. Devido às características das partículas de luz e a um fenômeno conhecido como ruído de disparo de fótons, essas áreas da imagem terão ruídos visíveis. O tempo de exposição correto de um pixel é aquele que maximiza a SNR (Relação Sinal-Ruído) e, portanto, é menor para pixels localizados nas partes mais claras da imagem do que para os pixels nas regiões mais escuras.

### 3.2 Ruídos e profundidade de bits

No nível do pixel, o alcance dinâmico é definido como o sinal máximo dividido pelo piso de ruído. O piso de ruído determina a menor intensidade de sinal que pode ser discernida acima da intensidade da soma total de todas as fontes de ruídos. Parte do ruído é originada em imperfeições no conversor analógico-digital, que conta os elétrons e gera uma leitura por pixel. Outro tipo de ruído é o ruído de disparo de fótons, que é impossível de ser evitado, mesmo utilizando o melhor equipamento. Todos os ruídos resultam em valores de pixels que não refletem as intensidades efetivas da cena real.

A profundidade de bits representa o número de bits usados para capturar as informações em um pixel, determinando o número de níveis de luz possíveis de serem detectados. As câmeras de segurança normalmente terão uma profundidade de 10 bits. Teoricamente, uma profundidade de bits maior aumentaria a quantidade de níveis de luz que podem ser detectados, porém, na verdade, ela só aumentará a qualidade da imagem se os pixels do sensor forem suficientemente grandes e se o ruído for suficientemente baixo. Se os dados do sensor apresentarem ruídos, não será vantajoso aumentar o número de bits.

### 3.3 Exibição da imagem

Com relação à profundidade de bits, também é importante lembrar que um monitor típico, no qual o profissional de segurança visualizará o vídeo de monitoramento, tem uma profundidade de apenas 8 bits por canal de cor. Isso significa que o algoritmo para converter os 10 bits do sensor nos 8 bits do monitor é vital para obter um bom desempenho de WDR.

## 4 Métodos gerais de ampliação do alcance dinâmico de uma câmera

Foram desenvolvidos diversos métodos para contornar as limitações do alcance dinâmico de uma câmera e obter boas imagens com WDR. Por vezes, os métodos são combinados, para criar um resultado melhor. Nenhum método isoladamente é ideal para todas as aplicações, pois cada método introduz anomalias visuais diferentes, denominadas artefatos. Artefatos que podem não ser visíveis em um aplicativo podem ser um verdadeiro obstáculo para outro. Consulte o Capítulo 7 para ler as descrições dos artefatos que ocorrem frequentemente.

### 4.1 Uso de dois ou vários níveis de exposição

Usando um algoritmo de mesclagem, várias imagens capturadas com diferentes tempos de exposição podem ser combinadas para formar uma única imagem. Esse é o método mais comum para ampliar o alcance dinâmico. Entretanto, devido à captura sequencial, esse método introduz artefatos relacionados ao movimento na cena. Normalmente, movimentos rápidos podem ser um problema, já que as duas exposições não podem ser combinadas porque os objetos não estão na mesma posição entre as duas capturas.

A dupla exposição requer dois tempos de exposição: um muito curto e outro longo. Como o curto tempo de exposição não pode ser sincronizado com todos os tipos de iluminação artificial moderna (LEDs), a oscilação da parte mais clara da imagem pode ficar bastante visível.

Entre os artefatos comuns causados pela dupla exposição estão:

- Cintilação
- Borrões e "fantasmas"
- Ruído nas partes escuras da cena
- Ruído inesperado nas partes de cinza médio da cena

### 4.2 Uso de pixels com dois ou vários níveis de sensibilidade

Com esse método, a câmera usa um sensor de imagem que contém dois ou mais tipos de pixels, com diferentes sensibilidades à luz. Assim, uma única exposição pode, essencialmente, criar duas imagens, uma mais escura e outra mais clara, uma para cada conjunto de pixels. A imagem final é criada em tempo real através da combinação dessas imagens, usando um algoritmo de fusão e mapeamento de tons. Geralmente, existem restrições relacionadas às diferenças entre as sensibilidades dos pixels adjacentes, como por exemplo, uma taxa de sensibilidade fixa, limitando o alcance dinâmico que pode ser obtido com esse método. Devido à exposição simultânea, os artefatos relacionados ao movimento e à cintilação são evitados, mas outros tipos de artefatos podem ser introduzidos. Por exemplo, a resolução reduzida resultante desse método (uma vez que menos pixels podem ser usados para formar a imagem), pode criar padrões moiré e efeitos de "escada" na imagem. Além disso, o processamento para combinar os dois conjuntos de pixels pode ser complicado e, em alguns casos, ocasionar outros problemas. Artefatos típicos:

- Padrões moiré e efeitos de "escada"
- Ruídos
- Desfoque

### 4.3 Uso de aprimoramento de contraste

Esse é um método digital que utiliza uma imagem subexposta e clareia as áreas mais escuras. O método não amplia de fato o alcance dinâmico capturado, mas melhora as possibilidades de detecção na imagem final,

especialmente em áreas que, de outra maneira, estariam superexpostas. É muito útil para cenas com alcance dinâmico limitado e muito movimento. Os artefatos típicos introduzidos incluem:

- Ruído inesperado nas áreas mais escuras
- Poucos níveis de cinza em algumas áreas
- Cores sem naturalidade

#### 4.4 Uso de aprimoramento de contraste local

Câmeras normalmente usam métodos globais para ajustar a curva de tons, o que significa que a mesma transformação é usada para todos os pixels da imagem. Além disso, é possível usar um método local, ajustando a curva de tons de maneira diferente nas diversas áreas do sensor. Isso não amplia verdadeiramente o alcance dinâmico capturado, mas fornece uma poderosa ferramenta de visualização por meio da moderação do contraste, criando um visual melhor em uma tela com baixo alcance dinâmico. Os artefatos típicos dependem da intensidade com que o método é usado e podem incluir:

- "Fantasmas"
- Efeito de "desenho animado"
- Ausência de contraste
- Cores excessivas

## 5 Geração de imagens WDR nas câmeras Axis

A Axis oferece várias soluções de geração de imagens WDR, combinando alguns dos métodos gerais descritos no capítulo anterior com processamento de imagens e procedimentos de última geração para reduzir os artefatos.

### 5.1 Desempenho do WDR descrito pela Axis

Na Axis, nós selecionamos alguns aspectos importantes para classificar nossas soluções WDR. Ao determinar a solução adequada para um caso de monitoramento específico, os aspectos devem ser ponderados de maneira diferente de acordo com as circunstâncias do caso. A avaliação desses aspectos é baseada no uso real e em critérios subjetivos.

Tabela 5.1 Aspectos utilizados para determinar o desempenho do WDR.

Aspecto	Significado
Movimento	Até que ponto os artefatos relacionados a movimento e cintilação são evitados?
Alcance	O alcance dinâmico prático. Está relacionado ao valor de dB.
Aparência	Qual é o nível de qualidade da imagem reproduzida em uma cena complexa?

A classificação do aspecto de **movimento** resume a capacidade da solução de capturar uma cena com movimento sem introduzir artefatos relacionados à técnica de amostragem. O tratamento da cintilação é um fator importante desse aspecto; outro é evitar mesclar artefatos.

O aspecto do **alcance** resume o quão grande pode ser a diferença de brilho entre a parte mais clara e a parte mais escura da imagem, ao mesmo tempo ainda mantendo a utilidade da imagem para o monitoramento.

A classificação do aspecto da **aparência** indica a capacidade da solução de reproduzir condições de iluminação complexas, mas, ainda assim, renderizar uma imagem que seja útil para a visualização em um monitor de computador. O objetivo não é reproduzir a cena com a maior fidelidade possível, pois isso ocultaria detalhes para o espectador.

## 5.2 Soluções WDR da Axis

O alcance dinâmico de uma câmera geralmente é especificado por um valor em dB, que está relacionado ao aspecto do alcance descrito na seção anterior. Entretanto, para fins de viabilidade e para oferecer mais detalhes em cenas típicas de monitoramento, as soluções de WDR da Axis priorizam mais os aspectos do movimento e da aparência do que o aspecto do alcance. Essa prioridade significa que as câmeras Axis podem oferecer uma geração de imagens com um alcance dinâmico melhor do que seus valores de dB indicam. Considerando os artefatos reduzidos e a viabilidade aprimorada, uma câmera Axis com um valor de dB menor poderia perfeitamente superar uma câmera de outra marca com um valor de dB maior. Consulte o Capítulo 6 para obter mais detalhes sobre valores de dB.

Veja a seguir a lista de soluções WDR da Axis.

- O **Forensic WDR** (WDR Forense) é uma combinação de dupla exposição e de um método de aprimoramento de contraste local. Ele fornece imagens que são ajustadas para proporcionar os níveis mais elevados de viabilidade forense. Empregando os mais modernos algoritmos de processamento de imagens, essa tecnologia reduz os ruídos visíveis e os artefatos de forma eficaz. O Forensic WDR (WDR Forense) também é adequado em cenas com movimento e em câmeras de resolução ultra-alta.
- **WDR Forensic Capture** (captura forense) é uma combinação de dupla exposição e um método de aprimoramento de contraste local. Ele fornece imagens que são ajustadas para proporcionar os níveis mais elevados de viabilidade forense.
- O **WDR – Captura Dinâmica** usa um método de dupla exposição para mesclar imagens com diferentes tempos de exposição.
- O **WDR – Contraste Dinâmico** utiliza um método de aprimoramento de contraste com um alcance dinâmico bastante limitado, porém com poucos artefatos. Como apenas uma exposição é usada, essa solução funciona bem em cenas com muito movimento.

Algumas câmeras da Axis usam combinações não especificadas desses diversos métodos para ampliar o alcance dinâmico. Nessas câmeras, a solução WDR é adaptada para cada câmera específica e é indicada como "WDR" nos documentos informativos do produto.

As soluções de WDR da AXIS são predeterminadas, mas você pode optar por ativar/desativar a dupla exposição. Algumas pessoas compram uma câmera com Forensic WDR (WDR Forense), desativam a dupla exposição porque há muito movimento na cena e, então, ficam com o uso apenas do aprimoramento do contraste local. Alguns sensores e SoCs (system-on-chips) não conseguem lidar com a alta resolução em combinação com a dupla exposição devido ao desempenho. Essas câmeras estão limitadas a usar apenas o aprimoramento do contraste local.

Em algumas câmeras, a taxa de quadros pode ser aumentada (às vezes até o dobro) quando a dupla exposição é desativada.

A tabela abaixo mostra a classificação das soluções de WDR da Axis de acordo com aspectos de desempenho.

Tabela 5.2 *Soluções de WDR da Axis classificadas de acordo com os aspectos de movimento, alcance e aparência. "+" refere-se à classificação de desempenho. "-" refere-se ao desempenho de uma câmera normal sem alcance dinâmico.*

<b>Solução WDR</b>	<b>Movimento</b> Até que ponto os artefatos relacionados a movimento e cintilação são evitados?	<b>Alcance</b> Até que ponto a câmera consegue lidar com a diferença entre as áreas mais escuras e mais claras em uma cena realista? (também chamado de valor dB)	<b>Aparência</b> Qual é o nível de qualidade da imagem reproduzida em uma cena complexa?
Forensic WDR (WDR Forense)	+++	+++	+++++

WDR Forensic Capture (captura forense)	++	+++	+++
WDR - Captura Dinâmica	+	+	++
WDR - Contraste Dinâmico	+++++	-	-

De acordo com a classificação, a solução de WDR que tem o melhor desempenho geral é o Forensic WDR (WDR Forense), que aprimora tanto o aspecto do movimento quanto a aparência, se comparado ao desempenho do WDR Forensic Capture (Captura Forense), por exemplo. Entretanto, essas duas soluções forenses constituem um aprimoramento revolucionário na geração de imagens de cenas complexas. Sua capacidade de tornar visíveis detalhes nas partes escuras de uma cena, sem a superexposição das partes claras, é incomparável, e as imagens fornecidas têm uma relevância forense excepcional.

Como o propósito das soluções forenses é priorizar a utilidade forense, todas as sombras são clareadas, e os detalhes são aprimorados, proporcionando à imagem uma aparência muito diferente das imagens com que estamos acostumados, como por exemplo, das transmissões de vídeo. Com uma câmera com Forensic WDR (WDR Forense), o alcance dinâmico da cena é comprimido em um alcance muito menor, sem perder os detalhes. Isso otimiza o vídeo para visualização em centros de segurança, onde a equipe profissional trabalha com análises de vídeos ao vivo e gravados, e a imagem não causa cansaço visual.

A figura abaixo compara uma cena capturada com duas câmeras diferentes: uma câmera sem a capacidade de WDR, à esquerda, e uma câmera Axis com Forensic WDR (WDR Forense), à direita. Com o Forensic WDR (WDR Forense), os detalhes são claros e visíveis tanto no interior quanto no exterior com iluminação de fundo.



Figura 5.1 Cena em um ambiente interno com iluminação de fundo intensa. Comparação entre uma câmera sem capacidade de WDR (esquerda) e uma câmera Axis com Forensic WDR (WDR Forense) (direita).

## 6 Capacidade do alcance dinâmico especificada em dB

A capacidade do alcance dinâmico de uma câmera normalmente é especificada como um valor em dB, relacionado ao aspecto do alcance apresentado no Capítulo 5.

O valor de dB é uma medição da proporção entre a radiância do objeto mais claro e a radiância do objeto mais escuro que podem ser capturados pela câmera. Se a proporção for 1.000:1, o valor de dB será de 60 dB, calculado como o logaritmo da proporção (neste caso, 3), multiplicado por 20.

O nível mais escuro detectável pode ser definido como o piso de ruído do pixel do sensor, pois qualquer sinal abaixo desse nível fica abafado pelos ruídos. Com essa definição, um bom sensor de imagem pode atingir normalmente uma faixa dinâmica de cerca de 70 dB. Usando técnicas de WDR, podemos, sem alterar o valor real de dB da câmera, aumentar a faixa dinâmica prática ou o alcance.

Entretanto, nem o valor de dB nem a cobertura expressam a capacidade total do alcance dinâmico da câmera. A qualidade de uma imagem WDR também depende do método WDR usado, da presença ou não de algum artefato visível e da qualidade do processamento da imagem. Alguns desses fatores são resumidos pelos aspectos da aparência e do movimento, especificados no Capítulo 5.

A imagem à direita a seguir foi gerada utilizando uma câmera com um valor de dB especificado menor do que o da imagem à esquerda. Nessa cena de amplo alcance dinâmico, a câmera com o valor de dB mais baixo produziu claramente uma imagem mais qualificada para videomonitoramento, contrariando as expectativas. A câmera com dB mais baixo obviamente contou com outros recursos, como um processamento de imagem melhor, o que melhorou sua capacidade de WDR.



Figura 6.1 *Area interna com iluminação de fundo capturada por câmeras com diferentes valores de dB. A imagem à direita a seguir foi gerada utilizando uma câmera com um valor de dB especificado menor do que o da imagem à esquerda, contrariando as expectativas.*

## 7 Artefatos na geração de imagens WDR

Este capítulo descreve alguns dos artefatos visuais mais comuns e suas causas.

- **Borrão:** O desfoque por movimento (borrão) pode ocorrer quando a imagem que está sendo gravada muda durante um único quadro, seja devido a um movimento rápido na cena, seja porque o tempo de exposição é simplesmente muito longo. Nas câmeras WDR que usam várias exposições, diferentes níveis de desfoque por movimento ocorrem em diferentes partes da imagem, dependendo da luminosidade.



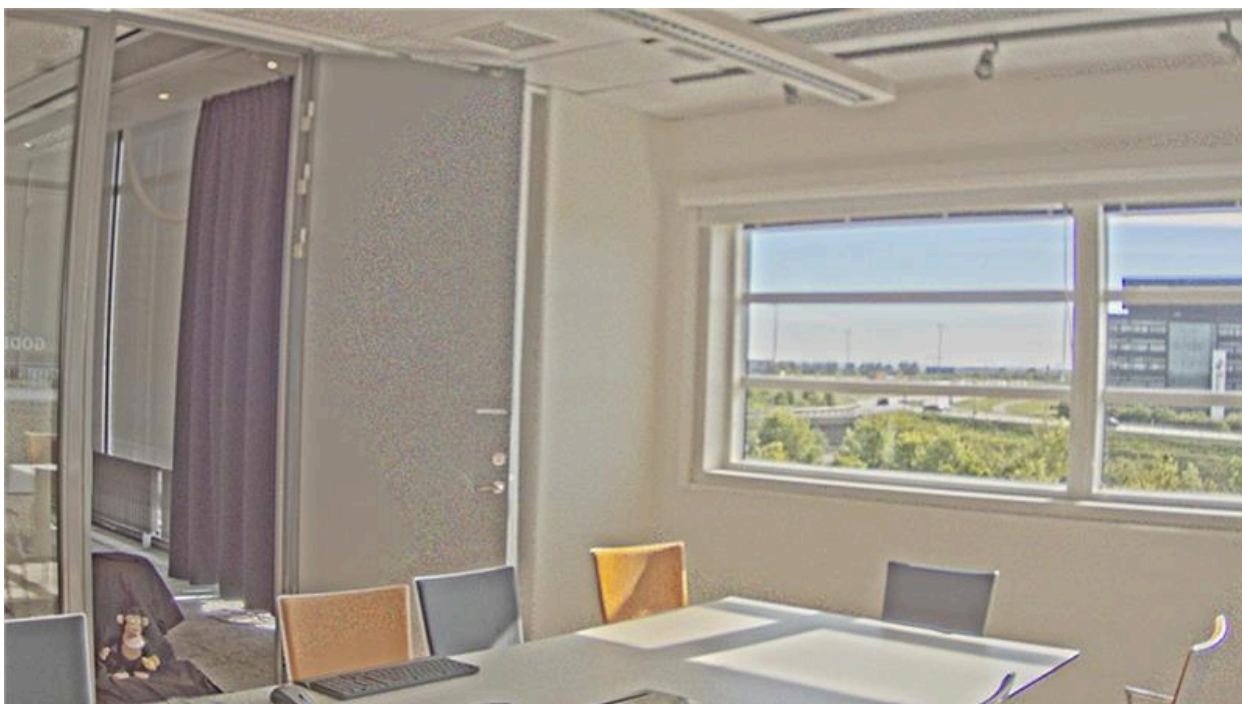
- **Ghosting (efeito fantasma):** Quando várias exposições são usadas para criar uma imagem, um objeto em movimento pode ser capturado em diferentes locais. Isso pode resultar em um efeito fantasma em torno de objetos ou pessoas em movimento.



- **Artefatos causados por cintilação:** Os artefatos causados por luz oscilante podem aparecer em todos os tipos de câmeras. Normalmente, como se supõe uma iluminação constante, as fontes de luz moduladas, como a iluminação fluorescente ou de LED, representam um desafio. Dependendo do tipo de câmera, os artefatos introduzidos podem parecer listras ou pulsações visíveis. Nas câmeras WDR que usam várias exposições, o efeito geralmente é mais forte na exposição curta, o que pode fazer com que a oscilação se torne mais visível na imagem, pois pode haver uma transição nítida entre as áreas tiradas com diferentes tempos de exposição.



- **Ruído inesperado:** Quando você combina duas ou mais imagens para formar uma nova imagem com um alcance dinâmico maior, a nova imagem não terá as mesmas características de ruído de uma imagem com um alcance dinâmico realmente amplo. Um dos compromissos que devem ser aceitos é que a imagem combinada terá mais ruído do que uma imagem ideal. Esse ruído não é distribuído uniformemente em todos os níveis de brilho, mas é pior nas partes em que duas imagens foram combinadas. Se os filtros de ruído das câmeras não puderem compensar esse efeito, o resultado poderá ser um ruído inesperado em áreas que deveriam estar livres de ruído.



- **Cartunesco e artificialidade:** Cenas com alcance dinâmico muito alto podem ser difíceis de exibir em um monitor padrão. O processamento sofisticado de imagens pode fazer o possível para preservar a cor e o contraste, mas, às vezes, isso pode não ser suficiente para renderizar as imagens de forma natural. O resultado pode ser cores estranhas ou apenas uma experiência geralmente não natural.



- **Franja roxa:** A franja roxa, ou às vezes azul, é o efeito em que as bordas nítidas e de alto contraste da imagem podem ficar com uma tonalidade roxa devido à aberração cromática na lente. A aberração cromática ocorre quando diferentes comprimentos de onda da luz não são refratados igualmente na lente e, portanto, ficam ligeiramente deslocados ou fora de foco no sensor. Esse efeito pode ser mais forte perto da borda do sensor. As câmeras WDR podem ser mais sensíveis à aberração cromática do que outras câmeras porque são melhores na preservação da cor e do contraste. Enquanto uma câmera que não seja WDR pode

saturar ou superexpor as áreas mais próximas de fontes de luz brilhante, uma câmera WDR pode, em vez disso, preservar as informações de cores, o que, nesse caso, pode fazer com que os pontos fracos do sistema óptico fiquem mais visíveis.



- **Clarões e névoa na lente:** Quando a luz entra em qualquer sistema de lente óptica, parte dela não será coletada adequadamente, mas sim espalhada no sistema de lentes. Parte dessa luz será coletada por defletores internos, projetados para reduzir a luz refletida, mas alguma luz também alcançará o sensor de

imagem no ponto errado, gerando diferentes tipos de artefatos. O artefato mais comum é o reflexo na lente, que é visível na maior parte das câmeras direcionadas para uma fonte de luz intensa, como o Sol. Outro efeito, denominado embaçamento, reduz o contraste e a saturação da cor em áreas maiores da imagem. Ambos os efeitos serão particularmente perturbadores com fontes de luz fortes na imagem, cenas de amplo alcance dinâmico, vidro frontal sujo ou poeira no sistema de lentes. A instalação de uma proteção contra intempéries na câmera pode reduzir os reflexos, clarões e a névoa. O desempenho de uma câmera WDR, ou seja, a capacidade de capturar e reproduzir cenas com um alcance dinâmico muito alto, ainda será limitado pela luz dispersa no sistema óptico.



## 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.