

WHITE PAPER

# Axis' Zipstream technology

Diminua o armazenamento, não a qualidade

Julho 2026

# Resumo

A Axis Zipstream technology permite aumentar a utilidade forense por meio do uso da taxa de quadros total e de uma resolução mais alta, ao mesmo tempo em que reduz os custos de armazenamento. O método de compressão inteligente garante que detalhes importantes da imagem sejam preservados na transmissão de vídeo, enquanto os dados desnecessários são omitidos.

A maior parte dos sistemas de monitoramento por vídeo em rede atuais é limitada pela largura de banda e armazenamento necessários para gravar os vídeos. Zipstream é uma implementação de codificador de vídeo compatível com o padrão, radicalmente aprimorada, que reduz os requisitos de largura de banda e armazenamento em uma média de 50% ou mais quando comparada a uma compressão padrão. Os detalhes mais importantes e o movimento são preservados em um vídeo de alta qualidade, ao mesmo tempo em que a compressão aprimorada exclusiva da Axis pode filtrar o restante das informações da imagem, para que a largura de banda seja usada da melhor maneira possível.

O Zipstream é composto por diversos algoritmos, que analisam o stream de vídeo em tempo real:

- Regiões de interesse dinâmicas – Identifica as regiões de interesse com base em objetos, pessoas ou movimento na cena e aplica o nível correto de compactação de uma perspectiva forense.
- Grupo de imagens dinâmico – Faz com que a câmera envie quadros I que exigem uma grande quantidade de largura de banda com menos frequência quando não há movimento na cena.
- FPS dinâmico (quadros por segundo) – Reduz a taxa de bits quando há pouco ou nenhum movimento na cena. A câmera captura e analisa vídeo na taxa de quadros máxima, mas quadros desnecessários são removidos.

O Zipstream é aprimorado e otimizado continuamente. Desde sua apresentação ao mercado, no ano de 2015, o Zipstream foi aprimorado com funcionalidade para câmeras PTZ, compatibilidade com as resoluções 4K Ultra HD, câmeras térmicas e panorâmicas 360°, limitação de FPS dinâmico e salto de quadros do FPS dinâmico. Mais recentemente, foram adicionados dois perfis do Zipstream que ativam técnicas mais avançadas de compactação de vídeo, mas também tornam o Zipstream mais fácil e intuitivo de usar. O perfil de armazenamento otimiza a transmissão de vídeo para armazenamento, enquanto o perfil de balanceamento de carga de rede o otimiza para cenários de rede com alta carga.

O Zipstream tem suporte para AV1 em câmeras baseadas no sistema em um chip ARTPEC-9. Essas câmeras têm suporte para todos os três tipos de codificação de vídeo (AV1, H.265 e H.264) para permitir a migração flexível durante um período de transição estendido. O ARTPEC-9 pode fornecer vários streams simultaneamente até o limite máximo de desempenho do chip.



# Índice

|       |                                                                   |    |
|-------|-------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | Introdução                                                        | 4  |
| 2     | Padrões de codificação de vídeo                                   | 4  |
| 3     | Como o Zipstream funciona?                                        | 4  |
| 3.1   | Algoritmos de redução de taxa de bits                             | 5  |
| 3.1.1 | ROI dinâmicas (Regiões de interesse dinâmicas)                    | 5  |
| 3.1.2 | GOP dinâmico                                                      | 5  |
| 3.1.3 | FPS dinâmico                                                      | 5  |
| 3.2   | O perfil de armazenamento                                         | 6  |
| 3.3   | O perfil de balanceamento de carga da rede                        | 6  |
| 4     | Expectativas quanto à redução da taxa de bits                     | 7  |
| 4.1   | Gráficos de redução da taxa de bits com grupo de imagens dinâmico | 7  |
| 4.2   | Gráficos de redução da taxa de bits com FPS dinâmico              | 9  |
| 5     | Exemplos de medições em cenas típicas                             | 9  |
| 5.1   | Redução da taxa de bits com a tecnologia Zipstream                | 10 |
| 5.2   | Redução adicional da taxa de bits com perfil de armazenamento     | 12 |
| 6     | Zipstream para câmeras e codecs específicos                       | 14 |
| 6.1   | Câmeras PTZ                                                       | 14 |
| 6.1.1 | ROI dinâmica aprimorada                                           | 14 |
| 6.1.2 | Controlador de taxa de bits dinâmico                              | 14 |
| 6.1.3 | Gráficos de redução da taxa de bits para câmera PTZ               | 15 |
| 6.2   | Câmeras com resolução 4K Ultra HD, 8K e multi-megapixel           | 16 |
| 6.3   | Câmeras panorâmicas 360°                                          | 16 |
| 6.4   | Suporte para AV1                                                  | 16 |
| 6.5   | Compatibilidade com o padrão H.265                                | 16 |
| 7     | Economia de espaço de armazenamento com o Zipstream               | 16 |
| 7.1   | Detalhes forenses e controle da taxa de bits                      | 17 |
| 8     | Gerenciamento do Zipstream                                        | 17 |
| 8.1   | Configurações do Zipstream                                        | 18 |
| 9     | Acrônimos e abreviações                                           | 19 |

# 1 Introdução

As tecnologias de câmeras, como sensores, óptica e processamento de imagem incorporado, evoluíram rapidamente na última década. Isso permite vídeo com resolução, taxa de quadros e faixa dinâmica mais altas, onde mais detalhes da cena podem ser capturados. Como resultado, a evidência de vídeo e a análise forense são mais confiáveis hoje, mas somente quando é possível recuperar o vídeo do lugar certo, na hora certa e com a qualidade certa. E devido à taxa de bits mais alta, os requisitos de armazenamento e de largura de banda aumentaram.

A Axis Zipstream technology é uma implementação de codificador de vídeo compatível com o padrão, totalmente mais eficiente do que os codificadores padrões. Ele é otimizado para videomonitoramento e reduz os requisitos de largura de banda e armazenamento em uma média de 50% ou mais. O Zipstream consiste em um conjunto de algoritmos de compactação inteligentes que garantem que os detalhes importantes da imagem mantenham a resolução total na transmissão de vídeo, enquanto os dados desnecessários são omitidos. A Zipstream é aprimorada continuamente com recursos dinâmicos adicionais.

## 2 Padrões de codificação de vídeo

O vídeo de monitoramento precisa ser processado antes de ser armazenado com eficiência. Isso é feito utilizando algoritmos de compressão de vídeo que codificam os dados do vídeo, reduzindo e removendo informações redundantes. Os algoritmos localizam regiões do vídeo que já foram transferidas, para que o envio redundante do próximo quadro de imagem possa ser evitado. Além disso, os algoritmos identificam pontos do vídeo onde os detalhes possam ser omitidos, sem redução da qualidade visual.

As normas internacionais para codificação de vídeo, como H.264, AV1 e H.265, agrupam métodos de compactação que funcionam bem em conjunto, a fim de formar sintaxes de transmissão de vídeo para armazenamento, compartilhamento e exibição de vídeos.

- O H.264 é o padrão de compactação de vídeo mais usado atualmente. É eficiente o suficiente para reduzir vários dias de vídeo de videomonitoramento de modo que caibam em um único cartão SD. O H.264 também é conhecido como Advanced Video Coding (AVC) ou MPEG-4 Part 10. Foi desenvolvido em conjunto por organizações de padronização dos setores de TI e telecomunicações: o Grupo de Especialistas em Imagens em Movimento da ISO/IEC e o Grupo de Especialistas em Codificação de Vídeo da ITU-T.
- AV1 é um padrão moderno e de código aberto, pois é livre de licença da Alliance for Open Media (AOM). Prevê-se que o AV1 desempenhará uma função significativa no futuro monitoramento de segurança, em que mais soluções precisam de integração com a nuvem.
- O H.265 foi planejado para substituir o H.264, mas problemas de licença dificultaram seu uso generalizado pelas empresas. Como resultado, tem sido difícil para os fabricantes de hardware pré-instalar decodificadores cliente e, ao mesmo tempo, complexo demais para os usuários finais implementá-los por conta própria. O H.265 também é conhecido como High Efficiency Video Coding (HEVC) ou ITU-T H.265. Ele foi desenvolvido em conjunto pelo Moving Picture Experts Group (ISO/IEC) e pelo Video Coding Experts Group (ITU-T).

Os padrões de codificador de vídeo não estipulam o método de compressão de vídeo real, apenas a sintaxe e o método para executar a reprodução são padronizados. Isso possibilita que soluções de codificação de vídeo aprimoradas sejam criadas, ao mesmo tempo mantendo o formato do arquivo, para viabilizar a interoperabilidade (a compatibilidade do decodificador).

A Zipstream é uma implementação mais eficaz de um codificador de vídeo H.264/AV1/H.265 nativo para aplicações de monitoramento. Isso inclui vários métodos, exclusivos de monitoramento, que possibilitam que câmeras em rede produzam vídeo a taxas de bits significativamente mais baixas.

## 3 Como o Zipstream funciona?

A Axis Zipstream technology é composta por diversos algoritmos, que permitem que a câmera analise o stream de vídeo em tempo real. O método exclusivo da Axis para compactação preserva o movimento e os detalhes de interesse com a qualidade da imagem desejada, enquanto outras áreas são filtradas e compactadas de forma mais agressiva para o aproveitamento ideal da largura de banda disponível.

O Zipstream não substitui, de forma alguma, o H.265 ou o AV1. O Zipstream é um aprimoramento do codificador de vídeo que pode ser aplicado a diversos padrões de compactação de vídeo, incluindo o H.264, o AV1 ou o H.265, com pequenas adaptações.

### 3.1 Algoritmos de redução de taxa de bits

O Zipstream é composto por três algoritmos para reduzir a taxa de bits.

#### 3.1.1 ROI dinâmicas (Regiões de interesse dinâmicas)

Por meio de análises em tempo real, a ROI dinâmica identifica regiões de interesse com base em objetos, pessoas ou movimentos na cena e, do ponto de vista forense, aplica o nível correto de compressão. Esse processo é realizado para todo o conteúdo da imagem, resultando em uma ROI dinâmica totalmente flexível. A ROI ampliará, diminuirá, mudará a forma, dividirá, misturará, desaparecerá e reaparecerá automaticamente dependendo do conteúdo, beneficiando o ajuste da largura de banda instantânea.

Como não se sabe em que partes da imagem as informações relevantes podem surgir, o Zipstream prepara o sistema para eventos inesperados. Essas ROI dinâmicas e automáticas são muito mais conveniente do que implementações de ROI tradicionais nas quais a região é definida manualmente.

#### 3.1.2 GOP dinâmico

Com o GOP dinâmico, a câmera enviará quadros I com consumo intensivo de largura de banda com menor frequência quando não houver nenhum movimento na cena. Vídeos de cenas de monitoramento típicos, com movimento limitado, podem ser comprimidos para taxas de bits extremamente baixas, sem perder detalhamento. Esse algoritmo realiza uma adaptação em tempo real do tamanho do GOP no vídeo comprimido, de acordo com a quantidade de movimento.

Nem todos os clientes podem ser compatíveis com a reprodução uniforme de vídeos com esse algoritmo ativado, mesmo que a transmissão de vídeo comprimida esteja de acordo com o padrão H.264.

#### 3.1.3 FPS dinâmico

O FPS dinâmico reduz a taxa de bits, evitando codificação desnecessária de quadros de vídeo, que é feita ao omiti-los do stream. Uma cena de monitoramento estática será codificada a uma taxa de quadros drasticamente reduzida, embora a câmera esteja capturando e analisando o vídeo na taxa de quadros máxima. Como o movimento na cena é usado como uma variável de controle, um pequeno objeto distante em movimento pode não ser processado com a taxa de quadros máxima. Objetos se aproximando da câmera aumentam a taxa de quadros, para que todos os detalhes importantes sejam capturados. O número de quadros por segundo fornecido é restringido automaticamente pela câmera, e isso economiza um volume de dados considerável em muitas cenas.

O FPS dinâmico tem um parâmetro de limitação no qual é possível definir a taxa de quadros dinâmica mínima permitida. Então, uma taxa de quadros dinâmica entre o FPS da transmissão e o FPS mínimo configurado será selecionada, permitindo o uso conjunto com sistemas compatíveis com requisitos mínimos de FPS, bem como com sistemas que exigem uma taxa de FPS mais alta.

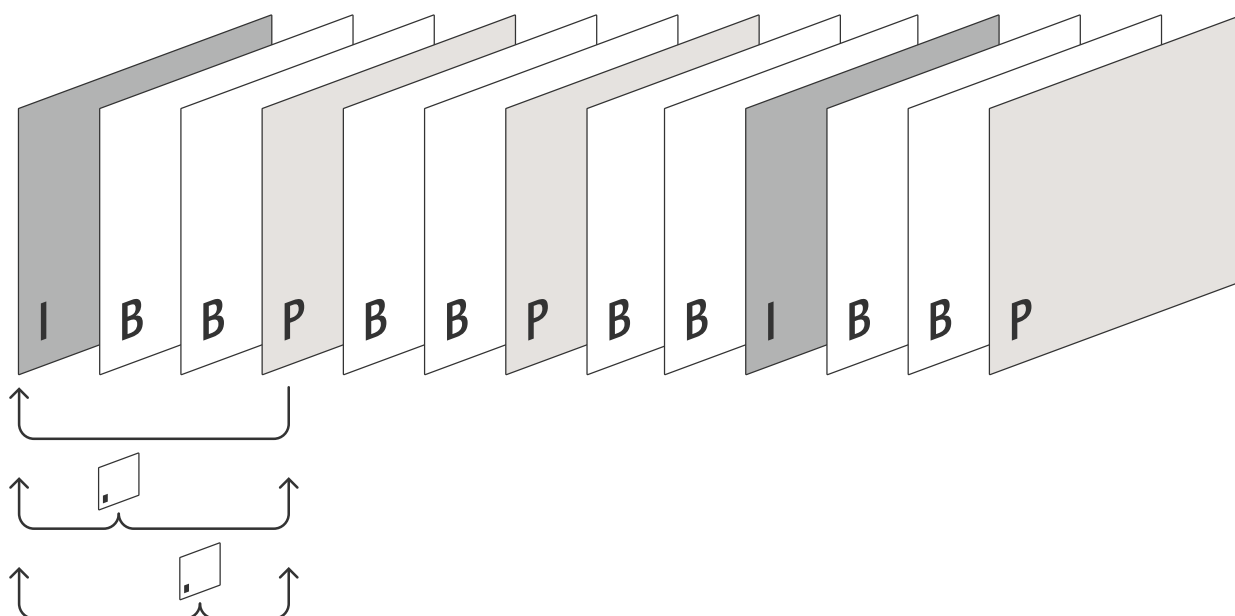
Alguns sistemas de gerenciamento de vídeo podem não ser compatíveis com a reprodução uniforme de vídeos com taxa de quadros dinâmica, mesmo que o stream de vídeo comprimido esteja de acordo com os padrões de vídeo H.264/AV1/H.265. Nesses casos, desabilitar o salto de quadro (configurando o modo de salto de quadro FPS dinâmico para "vazio") torna possível ainda usar o FPS dinâmico. A taxa de quadros do vídeo irá variar enquanto a taxa de quadros total do stream é mantida. A omissão de quadros desativada funciona como um modo de compatibilidade, que permite que todos os usuários se beneficiem do FPS dinâmico, embora a economia de taxa de bits seja menor do que quando a omissão de quadros está ativada.

Exigências legais podem impedir o uso da taxa de quadros dinâmica em algumas situações de monitoramento. Selecionando o valor mínimo de fps correto, o algoritmo de FPS dinâmico ainda poderá ser usado.

### 3.2 O perfil de armazenamento

A maioria dos produtos de vídeo da Axis é usada para realizar a gravação de vídeos para exibição posterior, e não para visualização ao vivo. O perfil de armazenamento do Zipstream foi projetado para atender a essa finalidade principal, minimizando a taxa de bits e, ao mesmo tempo, maximizando a qualidade do vídeo para armazenamento. Usando o perfil pré-configurado, a câmera ativa automaticamente o algoritmo Zipstream específico mais adequado para esse tipo de câmera e usa ferramentas de codificação de vídeo mais avançadas. O perfil varia em diferentes câmeras dependendo das capacidades, e o resultado pode variar entre os tipos de câmera.

O perfil de armazenamento utiliza uma estrutura GOP alternativa comparada com o Zipstream padrão, com até dois quadros bidirecionais (quadros B) por quadro P, que economiza taxa de bits ao poder usar informações futuras na codificação de vídeo. O número de quadros B é alterado dinamicamente, pois há situações em que o uso de quadros B aumentaria a taxa de bits. Além da redução da taxa de bits, os quadros B apresentarão um impacto de latência de 1/fps por quadro B. Isso significa que, por exemplo, para um vídeo de 25 fps, 80 ms extras de latência serão adicionados ao vídeo ao usar o vídeo com armazenamento otimizado. Observe que o perfil Baseline H.264 não oferece suporte a quadros B e será substituído pelo perfil High H.264 se o perfil de armazenamento for usado.



*Uma sequência típica de quadros I, B e P. Um quadro P apenas pode referenciar quadros I ou P anteriores, enquanto que um quadro B pode referenciar quadros I ou P anteriores e posteriores. Com o perfil de armazenamento, o número de quadros B é alterado dinamicamente.*

A seleção do perfil de armazenamento ("Otimizar para armazenamento") ativa o algoritmo alternativo de grupo de imagens dinâmico e os quadros B, mas não altera nenhuma outra configuração do Zipstream.

Se a câmera estiver sobrecarregada por muitas solicitações de streams, os vídeos do perfil de armazenamento serão priorizados. Isso é para garantir a preservação do valor de evidência.

### 3.3 O perfil de balanceamento de carga da rede

Otimizado para condições de rede desafiadoras, nas quais picos de quadros I podem ser problemáticos, esse perfil é altamente relevante para redes Wi-Fi, 4G, 5G, LTE ou outras redes sem fio. As configurações são otimizadas automaticamente para cenários de rede com alta carga, a fim de minimizar picos na taxa de bits. Os quadros I podem ser configurados para serem menores ou até mesmo substituídos por quadros P da atualização gradual da decodificação.

Os quadros I têm seu tamanho reduzido por meio da transferência de dados para quadros P adjacentes, por meio de ajustes dinâmicos de compactação, o que resulta em quadros P ligeiramente maiores. A técnica de atualização gradual da decodificação distribui a atualização do quadro I ao dispersar os blocos I (blocos intra) por vários quadros P subsequentes, em vez de enviá-los todos de uma só vez em um único quadro I de grande tamanho.

É possível controlar o comportamento dos quadros I por meio do parâmetro opcional de **Atualização gradual da decodificação**.

## 4 Expectativas quanto à redução da taxa de bits

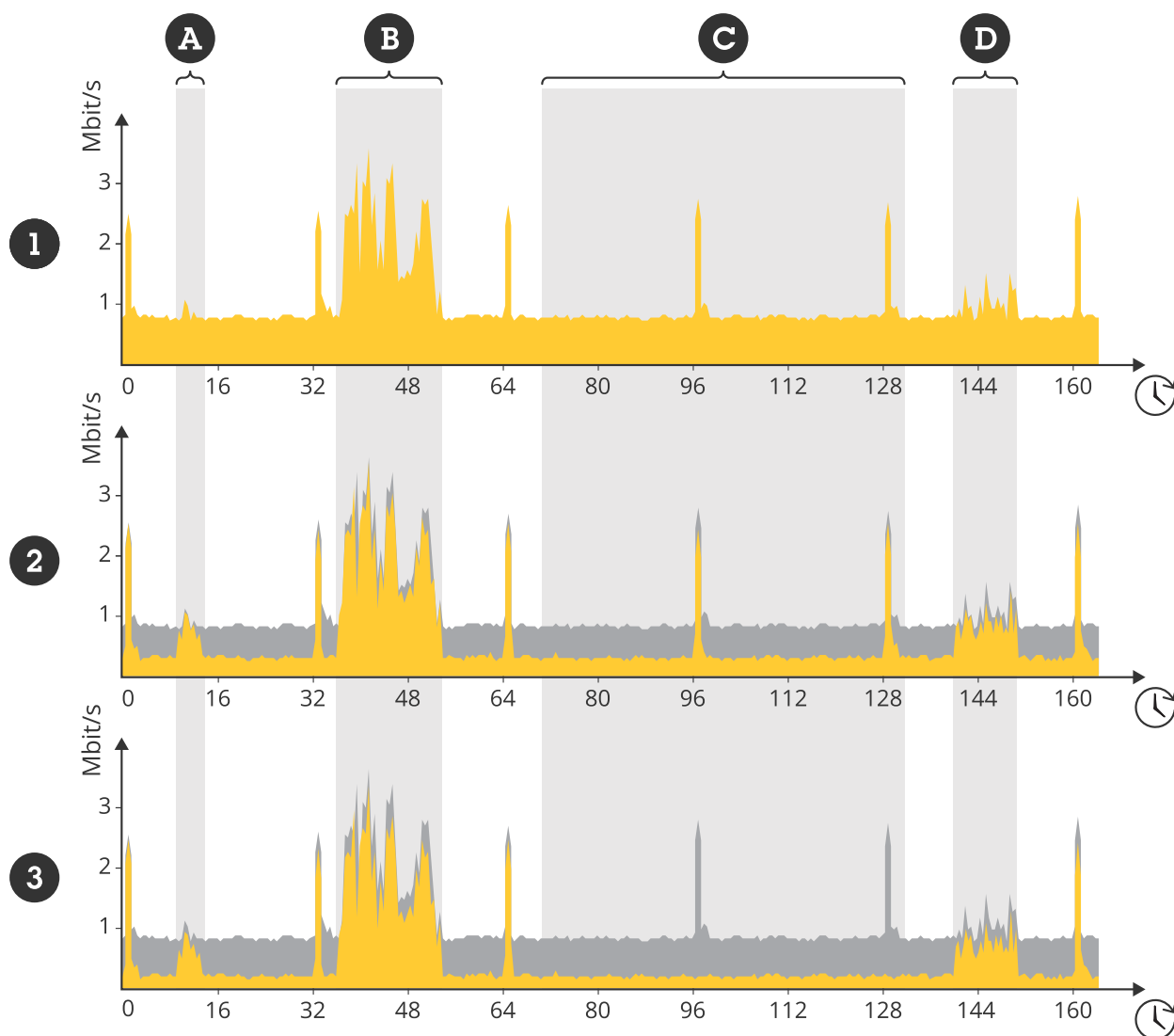
O Zipstream usa informações da cena em tempo real para reduzir a taxa de bits média. É possível estimar a redução total da taxa de bits avaliando a economia de taxa de bits para cada algoritmo separadamente e combinando os resultados. A tabela mostra a redução esperada na taxa de bits para vídeos com compactação H.264.

Tabela 4.1 *Redução esperada da taxa de bits para cada algoritmo.*

| Algoritmo do Zipstream | Redução da taxa de bits                                                                                    |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ROI dinâmica           | 10 a 50% (dependendo do parâmetro de intensidade do Zipstream, do movimento na cena e do conteúdo da cena) |
| GOP dinâmico           | 0 a 50% (dependendo do movimento da cena)                                                                  |
| FPS dinâmico           | 0 a 50% (dependendo do movimento da cena)                                                                  |

### 4.1 Gráficos de redução da taxa de bits com grupo de imagens dinâmico

A ilustração apresenta as taxas de bits instantâneas de um vídeo com o Zipstream desativado (1), em nível baixo (2) e em nível alto (3). As regiões de interesse dinâmicas e o grupo de imagens dinâmico estão ligados, enquanto o FPS dinâmico está desligado. Estão indicados quatro cenários (A, B, C, D) com diferentes tipos de movimento, nos quais os algoritmos do Zipstream operam em condições distintas.



*Taxa de bits instantânea (amarela) e redução da taxa de bits (cinza escuro).*

- 1 *Zipstream desligado.*
- 2 *Intensidade do Zipstream: baixa. A taxa de bits (amarela) está visivelmente reduzida.*
- 3 *Intensidade do Zipstream: alta. A taxa de bits (amarela) está ainda mais reduzida.*

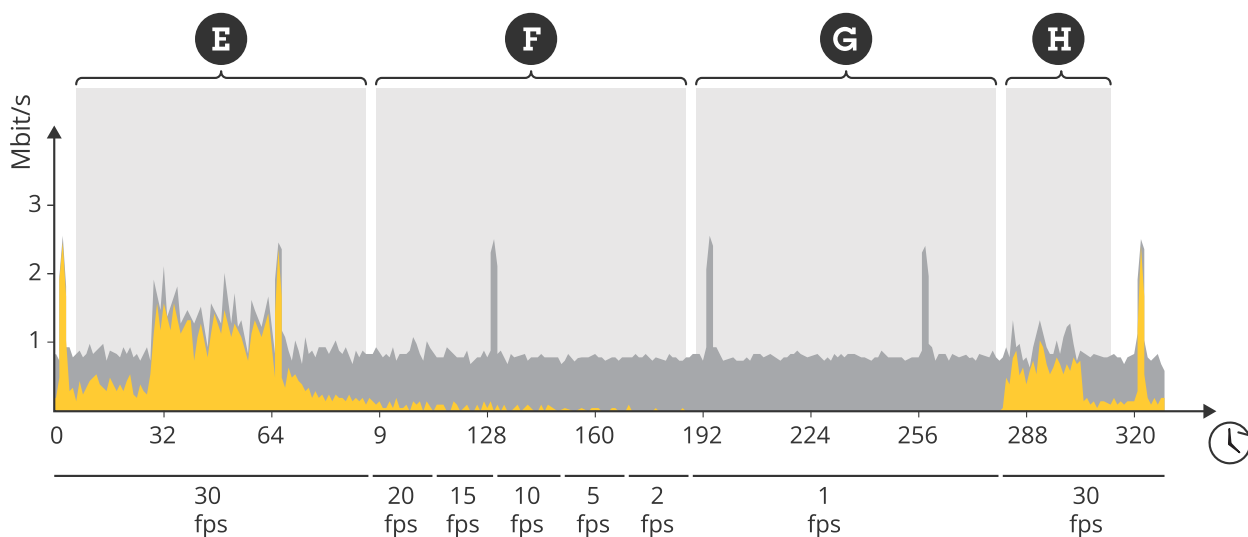
*Todas as transmissões são de taxa de bits variável (VBR), com os quadros P (comprimento de GOP) definidos em 32. Cada atualização do quadro I é claramente visível como um pico na taxa de bits.*

*As letras A - D na ilustração destacam os intervalos de tempo no vídeo em que ocorrem diferentes tipos de movimento. O Zipstream funciona de maneira diferente, dependendo das condições em cada intervalo.*

- *A. Intervalo em que se observa um movimento suave e breve no vídeo. As regiões de interesse dinâmicas detectam em que parte da cena há movimento, de modo que seja possível aplicar menos compactação nessa região de interesse.*
- *B. Intervalo em que o movimento é mais acentuado e duradouro. Essa sequência de vídeo exigirá uma taxa de bits mais alta. Ainda haverá alguma redução na taxa de bits, pois as informações não priorizadas podem ser omitidas por meio das regiões de interesse dinâmicas.*
- *C. Intervalo sem movimento. O grupo de imagens dinâmico pode, nesse caso, permitir um número maior de quadros P e, assim, evitar atualizações desnecessárias de quadros I.*
- *D. Intervalo com movimento suave, porém duradouro. A gravação do movimento é realizada conforme o esperado e o número de quadros P volta ao valor definido.*

## 4.2 Gráficos de redução da taxa de bits com FPS dinâmico

O gráfico mostra a taxa de bits instantânea de um vídeo com o nível de intensidade do Zipstream definido como "alta". As regiões de interesse dinâmicas, o grupo de imagens dinâmico e o FPS dinâmico estão ligados. Quatro cenários (E, F, G, H) estão marcados e as taxas de quadros estão indicadas.



*Taxa de bits instantânea (amarela), redução da taxa de bits (cinza escuro) e taxas de quadros (abaixo do gráfico).*

- E. Com movimento na cena, a câmera produz dados a 30 fps.
- F. Quando o movimento é reduzido, a taxa de quadros cai consideravelmente. A taxa de bits é reduzida quando a taxa de quadros é reduzida, pois menos dados são transferidos.
- G. Durante um período sem nenhum movimento em uma cena completamente estática, a taxa de quadros cai para praticamente zero entre os quadros I. Atualizações de quadros I esparsamente distribuídas são a única fonte de taxa de bits.
- H. Quando o movimento é detectado novamente, a câmera volta imediatamente a 30 fps.

## 5 Exemplos de medições em cenas típicas

Este capítulo apresenta a redução da taxa de bits medida para gravação constante em diferentes tipos de cenários de monitoramento, tanto com o Zipstream padrão quanto com o perfil de armazenamento.

## 5.1 Redução da taxa de bits com a tecnologia Zipstream



*Acima: cena bem iluminada com movimento ocasional.*

*Redução total da taxa de bits: 25%.*

*Intensidade do Zipstream: baixa. Grupo de imagens dinâmico: desligado. FPS dinâmico: desligado.*

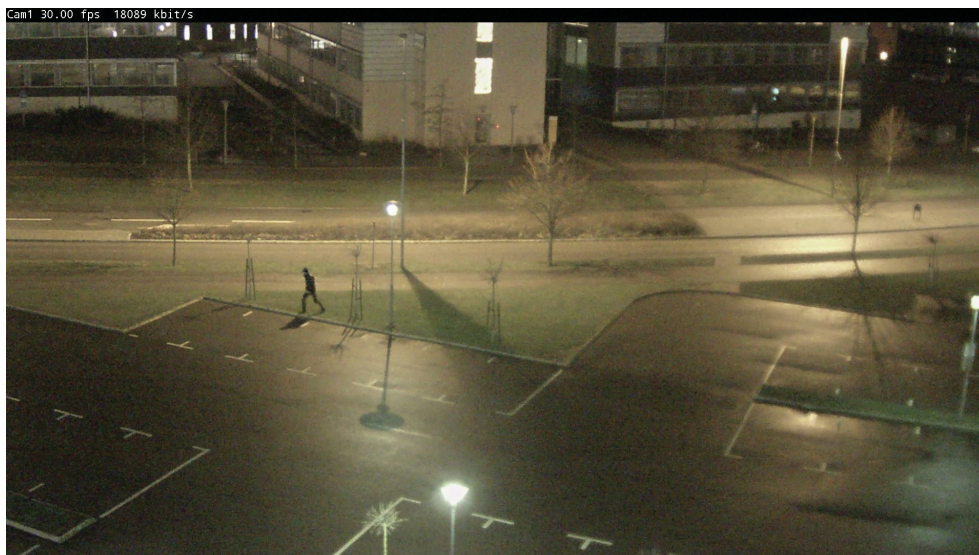


*Acima: visão geral diurna com movimentos frequentes, porém suaves.*

*Redução total da taxa de bits: 50%.*

*Intensidade do Zipstream: alta. Grupo de imagens dinâmico: ligado. FPS dinâmico: desligado.*





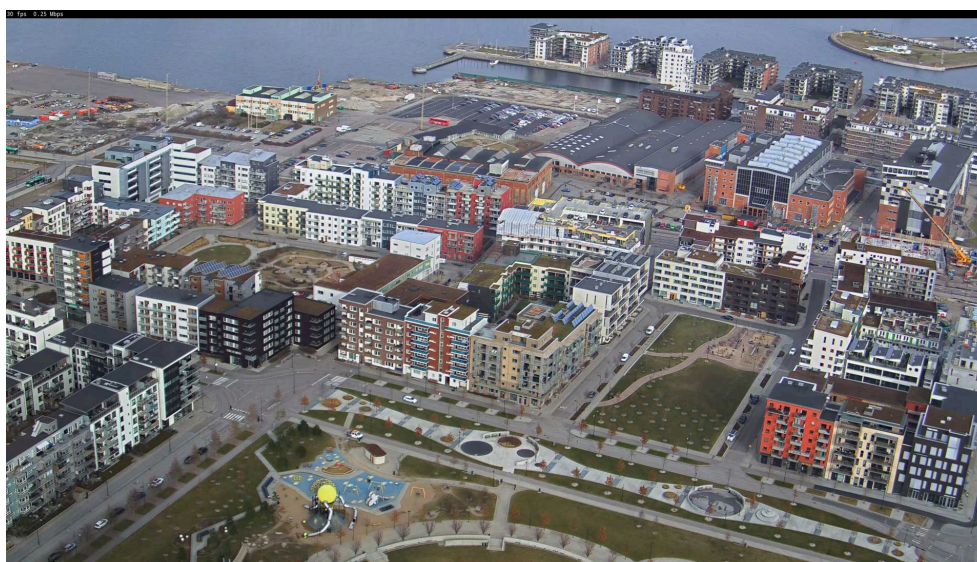
*Acima: cena escura (vídeo com ruído) com movimentos suaves ocasionais.  
 Redução total da taxa de bits: 90%.  
 Intensidade do Zipstream: alta. Grupo de imagens dinâmico: ligado. FPS dinâmico: desligado.*



*Acima: cena diurna com movimentos ocasionais mais acentuados.  
 Redução total da taxa de bits: 73%.  
 Potência do Zipstream: extrema. Grupo de imagens dinâmico: ligado. FPS dinâmico: ligado.*



*Acima: cena no modo noturno com movimento muito esporádico.  
 Redução total da taxa de bits: 99,7%.  
 Potência do Zipstream: extrema. Grupo de imagens dinâmico: ligado. FPS dinâmico: ligado.*



*Acima: visão geral diurna com movimentos frequentes, porém muito suaves.  
 Redução total da taxa de bits: 85%.  
 Potência do Zipstream: extrema. Grupo de imagens dinâmico: ligado. FPS dinâmico: desligado.*

## 5.2 Redução adicional da taxa de bits com perfil de armazenamento

O perfil de armazenamento do Zipstream permite salvar uma quantidade significativa de espaço em comparação com a configuração clássica do Zipstream. Mesmo para cenas com muito movimento, o perfil de armazenamento pode reduzir ainda mais a taxa de bits porque ferramentas de compactação diferentes são usadas. O grupo de imagens dinâmico (e FPS dinâmico) não importa muito nessas cenas porque há movimento o tempo todo. Se o movimento se acalmasse, o grupo de imagens dinâmico proporcionaria economias adicionais.





*Acima: cena diurna com movimentos suaves e frequentes, perfil de armazenamento do Zipstream  
Redução adicional da taxa de bits\*: 40%*

*\* em comparação com o Zipstream clássico, padrão (Intensidade: baixa. Grupo de imagens dinâmico: desligado.  
FPS dinâmico: desativado.)*



*Acima: cena diurna com movimentos frequentes, perfil de armazenamento do Zipstream.  
Redução adicional da taxa de bits\*: 33%*

*\* em comparação com o Zipstream clássico, padrão (Intensidade: baixa. Grupo de imagens dinâmico: desligado.  
FPS dinâmico: desativado.)*



*Acima: cena noturna com movimentos frequentes, perfil de armazenamento do Zipstream.*

*Redução adicional da taxa de bits\*: 32%*

*\* em comparação com o Zipstream clássico (Intensidade: extrema. Grupo de imagens dinâmico: ligado. FPS dinâmico: ligado.)*

## 6 Zipstream para câmeras e codecs específicos

### 6.1 Câmeras PTZ

O algoritmo Zipstream para câmeras PTZ permite a redução da taxa de bits mesmo quando a câmera está realizando movimentos de pan, tilt e zoom. O algoritmo reduz a taxa de bits em tempo real, atualizando automaticamente a ROI dinâmica que preserva detalhes importantes da imagem. Para aprimorar ainda mais a utilidade do recurso PTZ e reduzir os requisitos do sistema, um controlador de taxa de bits dinâmico foi adicionado, para evitar picos de largura de banda ocasionados pelos movimentos da câmera. Isso é possível por meio da redução da qualidade geral do vídeo, ao mesmo tempo preservando pontos de referência que o operador pode usar para navegação, a fim de manter a orientação e o acompanhamento de objetos importantes durante movimentos rápidos da câmera.

O perfil de armazenamento e o perfil de balanceamento de carga de rede funcionam com câmeras PTZ, mas podem causar alguma latência no modo de visualização ao vivo.

#### 6.1.1 ROI dinâmica aprimorada

Em uma câmera PTZ, o algoritmo do ROI dinâmico compensa o movimento da cena e o movimento da câmera simultaneamente. Durante o movimento da câmera, algumas áreas do vídeo são identificadas como mais importantes e são priorizadas, enquanto outras áreas são mais comprimidas para reduzir o uso de largura de banda. Essa parte do algoritmo reduz a largura de banda e o armazenamento médios, enquanto preserva os detalhes forenses.

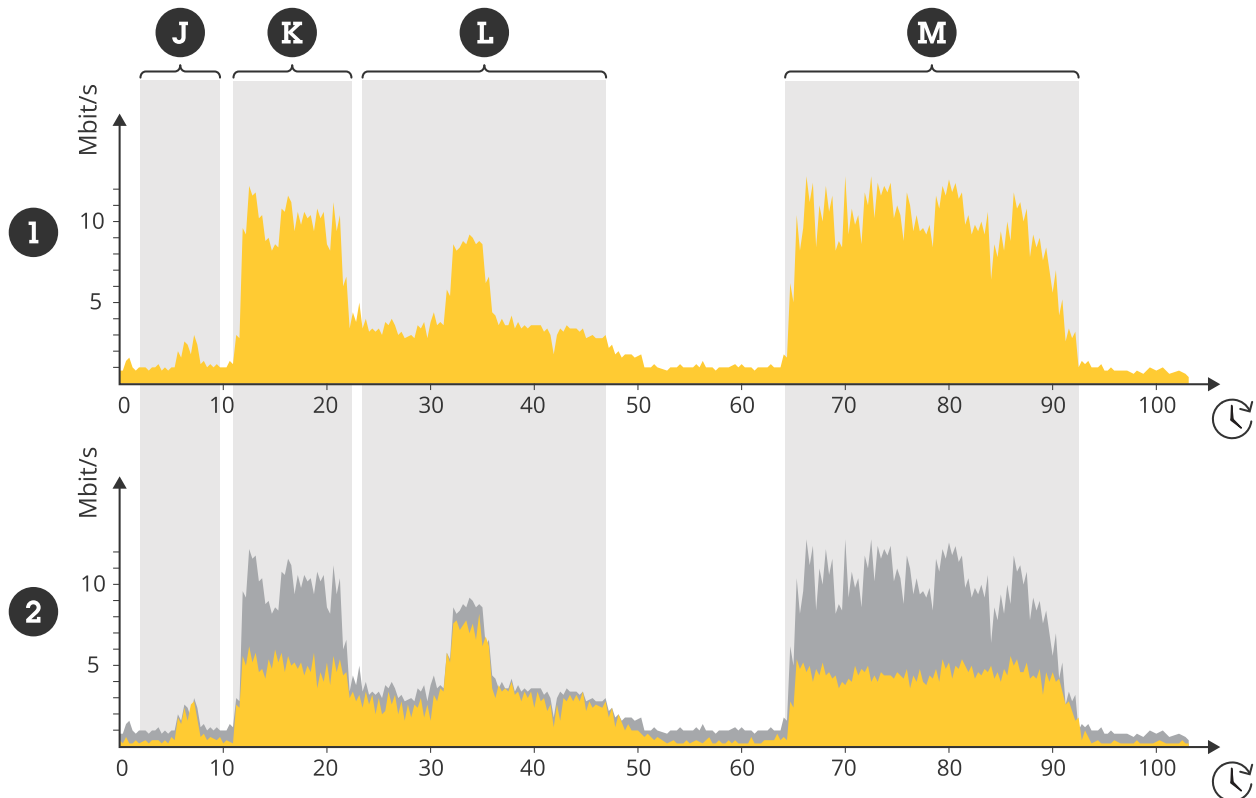
#### 6.1.2 Controlador de taxa de bits dinâmico

Mesmo com a ROI dinâmica aprimorada ativada, uma câmera com recursos de pan, tilt e zoom requer mais largura de banda do que uma câmera fixa. Isso ocorre porque mais informações são capturadas, com taxas muito elevadas, durante o reposicionamento rápido da câmera. Entretanto, como os borrões invariavelmente reduzem a qualidade, um algoritmo de controlador de taxa de bits dinâmico pode ser usado para reduzir a taxa de bits automaticamente e evitar picos de largura de banda ocasionados pelo movimento da câmera. Uma câmera PTZ normalmente realiza movimentos de pan, tilt e zoom em uma fração de segundo. Assim que a câmera para novamente, o controlador imediatamente restaura a taxa de bits, para oferecer a qualidade de vídeo ideal.

O controlador de taxa de bits dinâmica reduz os requisitos de todo o sistema, como equipamentos de transmissão (switches e roteadores), armazenamento (servidores de gravação e tamanho do disco) e dispositivos de visualização (computadores e decodificadores). Isso significa que as câmeras PTZ remotas podem ser operadas utilizando um canal de transmissão menos complexo, ainda assim preservando seus benefícios e flexibilidade.

### 6.1.3 Gráficos de redução da taxa de bits para câmera PTZ

A ilustração mostra a taxa de bits instantânea de um vídeo, sem e com o Zipstream. Estão indicados quatro cenários de movimento (J, K, L, M) com diferentes tipos de movimento, nos quais o Zipstream opera em condições distintas.



*Taxa de bits instantânea (amarela) e redução da taxa de bits (cinza escuro) em uma câmera PTZ.*

- 1 O Zipstream está desligado.
- 2 O Zipstream para PTZ está ligado. A taxa de bits (amarela) está visivelmente reduzida.

*Ambas as transmissões são de taxa de bits variável (VBR), com os quadros P (comprimento de GOP) configurados em 32.*

*As letras J, K, L e M na ilustração destacam os intervalos de tempo no vídeo em que ocorrem diferentes tipos de movimento. O Zipstream funciona de maneira diferente, dependendo das condições em cada intervalo.*

- J. Nesse intervalo, a câmera permanece inicialmente imóvel em sua posição de visão geral e não há movimento na cena. O Zipstream está salvando uma quantidade considerável de armazenamento. Em seguida, é realizada a detecção de movimento suave na cena.
- K. A câmera faz um pan e aplica zoom para capturar imagens em alta resolução do movimento na cena. O reposicionamento rápido da câmera aumenta a taxa de bits, mas o controlador dinâmico de taxa de bits pode reduzir substancialmente esse aumento.
- L. A câmera grava um vídeo de alta qualidade do movimento na cena. O Zipstream realiza a redução automática da taxa de bits nas áreas não prioritárias da cena.
- M. Quando o movimento diminui, a câmera faz um pan/tilt para abranger uma área maior. A taxa de bits e a qualidade do vídeo se ajustam automaticamente a esses movimentos.



## 6.2 Câmeras com resolução 4K Ultra HD, 8K e multi-megapixel

O Zipstream também pode ser usado em câmeras que mais necessitam de reduções na taxa de bits: câmeras 4K, 8K e multi-megapixel. Embora essas câmeras de alta resolução sejam extremamente eficientes na captura de detalhes forenses, seu uso vem sendo considerado caro, devido aos elevados requisitos de armazenamento. Atualmente, o Zipstream é capaz de analisar uma transmissão 4K em tempo real para reduzir a transferência e o armazenamento. Uma câmera de 8K é equipada com dois chips ARTPEC para garantir um desempenho adequado.

## 6.3 Câmeras panorâmicas 360°

As câmeras panorâmicas são câmeras fixas que fornecem uma cobertura ampla, de 180° a 360°, com uma única câmera multissensor. Elas geralmente são utilizadas para monitoramento, principalmente para monitorar atividades e detectar incidentes em áreas amplas, acompanhar o fluxo de pessoas e aprimorar o gerenciamento da área. Os novos modelos de câmeras panorâmicas combinam ampla área de cobertura com resolução em multi-megapixel, e fornecem imagens livres de deformações e com elevados níveis de detalhamento. A tecnologia Zipstream é compatível com todas as opções de visualização panorâmica dessas câmeras e pode reduzir significativamente as necessidades de armazenamento.

## 6.4 Suporte para AV1

Em câmeras com o sistema em um chip ARTPEC-9, o Zipstream oferece suporte à codificação de vídeo AV1 acelerada por hardware com base no formato AV1 lançado pela AOM. Embora seja completamente novo para o caso de uso de segurança, espera-se que o AV1 seja o codificador de vídeo que substituirá o H.264 em popularidade graças à baixa taxa de bits, aos novos recursos e ao amplo suporte ao decodificador cliente.

O AV1 provavelmente se tornará o padrão preferido de codificador de vídeo para soluções em nuvem e também se mostrará útil para soluções locais que exigem integração com a nuvem ou acesso remoto de vídeo para usuários móveis. Com seu ecossistema em rápida expansão, o AV1 é otimizado para ocupar pouco espaço, mas também pode ser dimensionado para hardware personalizado quando a transferência for necessária.

## 6.5 Compatibilidade com o padrão H.265

A tecnologia Zipstream oferece suporte ao padrão de codificação de vídeo global H.265. No entanto, o H.265 foi desenvolvido para transmissão de vídeo sem ruído e ainda não está totalmente adaptado para o videomonitoramento, onde condições difíceis de iluminação são comuns. Além disso, o suporte ao ecossistema H.265 ainda é limitado e sem progresso real.

A tecnologia Zipstream para H.265 é fornecida com as mesmas ferramentas e benefícios da versão H.264 inicial, mas com taxas de bits ainda mais baixas para cenas complexas. O H.265 é muito eficiente para codificar objetos em movimento com muitos detalhes, mas, em alguns casos, o Zipstream com H.264 ainda pode fornecer largura de banda menor.

O Zipstream, dependendo do SoC da câmera, pode ter suporte para H.264, H.265 e AV1 em paralelo na mesma câmera, sem exigir reconfiguração ou configurações complicadas do sistema. Streams verdadeiramente múltiplos, com codec selecionável e configurações por stream, possibilitam que todos esses tipos de vídeo sejam transmitidos ou armazenados, para proporcionar o máximo em termos de flexibilidade. Essa abordagem de multi-codecs gêmeos é essencial para simplificar ao máximo o período de transição entre padrões.

# 7 Economia de espaço de armazenamento com o Zipstream

Sistemas de monitoramento de câmera exigem que a taxa de bits seja reduzida, ao mesmo tempo mantendo a qualidade de imagem. Mesmo o menor desvio na cena deve ser detectado e deve ser possível realizar um

trabalho forense avançado após um incidente. O Zipstream viabiliza gravações contínuas, devido à baixa taxa de bits usada para cenas estáticas.

Para o AXIS Camera Station Edge, é desejável uma taxa de bits ainda mais baixa, já que o custo do sistema e a facilidade de instalação são prioridades. O objetivo é salvar vídeos com qualidade suficiente e em um armazenamento edge storage econômico. Entretanto, a qualidade do vídeo precisa ser reduzida de forma controlada, a fim de permitir fácil localização e compreensão dos acontecimentos. O Zipstream reduz o número de disparos perdidos, viabilizando segmentos de gravação maiores para cada evento acionado por movimento, sem a geração excessiva de dados.

A tecnologia Zipstream é relevante para os usuários que desejem reduzir os custos de armazenamento e de rede. Em qualquer sistema de monitoramento por vídeo, a redução das necessidades de armazenamento resulta diretamente em um custo total menor, independentemente do porte do sistema ou da solução de armazenamento. Com o Zipstream, o armazenamento necessário por minuto gravado é reduzido. Isso permite aumentar o tempo de retenção, a resolução ou o número de câmeras, sem ter que aumentar o espaço de armazenamento.

As câmeras que usam Zipstream e AV1 são muito atrativas para soluções em nuvem, que exigem codificadores de vídeo eficientes e com baixa taxa de bits. Como o AV1 é nativamente compatível com muitos dispositivos móveis, computadores e navegadores da Web sem a necessidade de plug-ins, o Zipstream com AV1 se integra perfeitamente às caixas de ferramentas do provedor de nuvem. Além disso, o AV1 pode ser usado com WebRTC para streaming de vídeo em tempo real, com baixa latência e alta resolução, com taxa de bits significativamente menor em comparação com a codificação H.264 tradicional.

## 7.1 Detalhes forenses e controle da taxa de bits

A Axis recomenda usar vídeo em rede com uma taxa de bits variável (VBR), onde a qualidade se adapta ao conteúdo da cena em tempo real. O uso de CBR como uma estratégia de redução de armazenamento não é recomendável, pois as câmeras gerando vídeos com CBR podem precisar descartar detalhes forenses importantes em situações críticas, devido ao limite da taxa de bits.

A Zipstream possibilita ao instalador do sistema continuar a usar a VBR, com ou sem um limite, para fornecer a qualidade de vídeo ideal, ao mesmo tempo reduzindo os requisitos de armazenamento. Desde forma, o sistema pode continuar a fornecer vídeo de alta qualidade. Detalhes forenses importantes, como rostos, tatuagens e modelagens de roupas, são isolados e preservados, enquanto partes irrelevantes, como paredes brancas, gramados e vegetação, são suavizados.

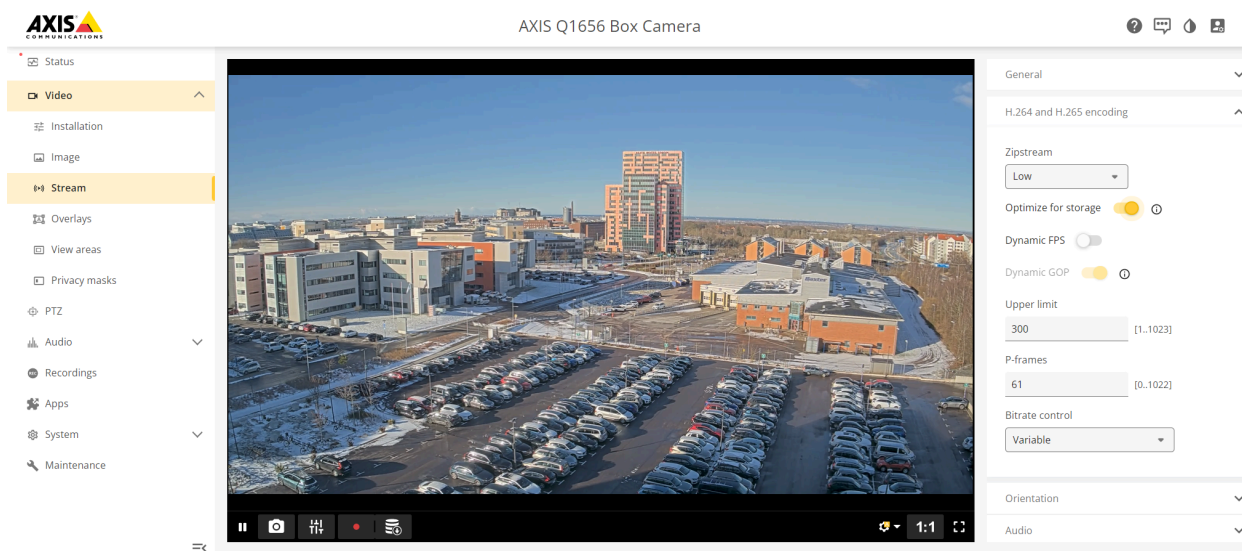
Se uma solução de armazenamento ou a rede requerem um limite de largura de banda absoluto, o Zipstream é compatível com MBR, um método que protege o sistema de picos temporários de largura de banda.

## 8 Gerenciamento do Zipstream

Muitas soluções VMS podem solicitar o Zipstream de forma automática. Você também pode ativar o Zipstream na interface web da câmera ou por meio do AXIS Device Manager.

É possível realizar a configuração dos diferentes algoritmos individualmente com o perfil clássico ou usar um dos outros perfis.

- **Perfil clássico:** O perfil padrão, que permite controlar partes principais do algoritmo Zipstream individualmente.
- **Perfil de armazenamento:** Configura a tecnologia Zipstream para que o vídeo seja otimizado para armazenamento e acesso posterior. Caso use um VMS para solicitar uma transmissão de vídeo, é possível obter uma transmissão otimizada para armazenamento adicionando um parâmetro de perfil de transmissão. Caso a integração com o VMS não esteja disponível, você pode usar a interface web da câmera para forçar todas as transmissões a usarem o perfil de armazenamento (selecione "Otimizar para armazenamento" nas configurações do Zipstream).



- **Perfil de balanceamento de carga de rede:** Configura o Zipstream para que o vídeo seja otimizado para redes com alta carga. O parâmetro opcional de **Atualização gradual da decodificação** controla o comportamento dos quadros I com os seguintes valores:
  - Auto: A estrutura de vídeo realiza o gerenciamento desse parâmetro internamente. Esta é a configuração padrão.
  - Low (Baixa): A atualização gradual da decodificação está desativada, mas os quadros I são submetidos a uma compactação mais intensa do que em outros perfis.
  - Equalizada: A maioria das atualizações usa a atualização gradual da decodificação, distribuindo os blocos intra entre os quadros P. Alguns quadros I compactados ainda são usados para manter a compatibilidade de decodificação durante a reprodução do vídeo.
  - Extreme (Extremo): Todas as atualizações são realizadas por meio da atualização gradual da decodificação. Além do quadro I inicial (com alta compactação), todas as atualizações subsequentes são processadas por meio de blocos intra.

## 8.1 Configurações do Zipstream

O Zipstream adapta a transmissão de vídeo compactada com base no movimento da cena, no conteúdo da cena, no nível de luz ambiente e nas configurações que o usuário pode controlar. Isso inclui configurações específicas do Zipstream e configurações gerais da transmissão de vídeo.

Configurações do Zipstream:

- **Strength (Intensidade):** Vários níveis, de "Desligado" a "Extremo". Uma intensidade mais alta do Zipstream minimiza o espaço de armazenamento, mas pode causar efeitos visíveis em algumas cenas.
  - Off (Desativada): sem redução da taxa de bits
  - Low (Baixa): Não há degradação de qualidade visível na maioria das cenas. Essa é a opção padrão e pode ser usada em todos os tipos de cenas para reduzir a taxa de bits.
  - Medium (Médio): efeito visível em algumas cenas com menos ruído e nível de detalhes ligeiramente inferior em regiões de menos interesse (por exemplo, quando não houver movimento).
  - High (Alto): efeitos visíveis em algumas cenas com menos ruído e nível de detalhes inferior em regiões de menos interesse (por exemplo, quando não houver movimento). Essa configuração é recomendada para dispositivos conectados à nuvem e para aqueles que usam armazenamento local.
  - Higher (Mais alto): efeitos visíveis em mais cenas com menos ruído e nível de detalhes inferior em regiões de menos interesse (por exemplo, quando não houver movimento).
  - Extreme (Extremo): Efeito visível na maioria das cenas. A taxa de bits é otimizada para minimizar o armazenamento.



- **Grupo de imagens dinâmico:** Ligado ou desligado. Se estiver ligado, é possível definir um limite máximo para o comprimento de GOP.
- **FPS dinâmico:** Ligado ou desligado. Se estiver ligado, é possível definir um limite mínimo para a taxa de quadros permitida.
- **Modo de omissão de quadros do FPS dinâmico:** Vazio ou caído.

As funções de grupo de imagens dinâmico e FPS dinâmico podem ser usadas simultaneamente, para potencializar a redução da taxa de bits. Se o VMS ou outro software cliente não conseguir lidar com o comprimento de GOP variável, defina um comprimento de GOP máximo menor ou desative o grupo de imagens dinâmico. Se o software não conseguir lidar com a taxa de quadros variável, defina um FPS dinâmico mínimo permitido ou desative o recurso de salto de quadros do FPS dinâmico.

Por padrão, as câmeras compatíveis com o Zipstream são configuradas com a intensidade "Baixa" e com o grupo de imagens dinâmico e o FPS dinâmico desligados. A configuração padrão é compatível com todas as aplicações de software existentes, e ainda reduz a taxa de bits. Todas as configurações de parâmetros de intensidade também são compatíveis com todos os aplicativos existentes, ao mesmo tempo ainda reduzindo a taxa de bits.

Configurações gerais de transmissão de vídeo:

- **Compactação.** Mesmo com o Zipstream ativado, o parâmetro geral de compactação da câmera ainda controla o grau de compactação aplicado aos detalhes forenses importantes. Essa configuração é normalmente definida como 30, e esse valor também é recomendado quando o Zipstream está ativo.
- **Controle da taxa de bits.** O controlador de taxa de bits integrado ao codificador pode ser combinado com o Zipstream para impor um limite máximo da taxa de bits (MBR). MBR é uma configuração de taxa de bits variável (VBR) que inclui um limite superior para proteger o sistema de picos temporários de largura de banda. No entanto, o limite de MBR deve ser suficiente para capturar os detalhes de objetos em movimento na cena, a fim de permitir o aproveitamento de todo o potencial do Zipstream e do VBR. Para limitar a taxa de bits e aumentar o tempo de armazenamento, câmeras conectadas à nuvem ou com edge storage devem ser configuradas com o parâmetro de intensidade do Zipstream definido como "Alto" e o grupo de imagens dinâmico ativado. Essa configuração é indicada em combinação com o acionamento por detecção de movimento e/ou sistemas de MBR, que permitem que a taxa de bits seja adaptada a mudanças na complexidade.

Para obter mais informações sobre as configurações e os parâmetros do Zipstream, consulte a documentação para desenvolvedores da Axis:

- <https://developer.axis.com/vapix/network-video/zipstream-technology/>
- <https://developer.axis.com/vapix/network-video/parameter-management/image-api/#url-options>
- <https://developer.axis.com/vapix/network-video/media-stream-over-http/#axis-cgimediacy>

## 9 Acrônimos e abreviações

**AOM:** Aliança para Mídia Aberta

**AV1:** AOMedia Video 1

**CBR:** Taxa de bits constante (Constant bitrate)

**FPS:** Quadros por segundo (Frames per second)

**GOP:** Grupo de Imagens (Group of pictures)

**HEVC:** Codificação de Vídeo Altamente Eficiente (High Efficiency Video Coding)

**IEC:** Comissão Eletrotécnica Internacional (International Electrotechnical Commission)

**ISO:** Organização Internacional de Padronização (International Organization for Standardization)

**ITU:** União Internacional de Telecomunicações (International Telecommunication Union)

**ITU-T:** Setor de Padronização de Telecomunicações (Telecommunication Standardization Sector) ITU

**MBR:** Taxa de bits máxima (Maximum Bitrate)

**MPEG:** Grupo de Especialistas em Imagem com Movimento (Moving Picture Experts Group)

**PTZ:** Panorâmica, Inclinação, Zoom (Pan/Tilt/Zoom)

**ROI:** Região de Interesse (Region of Interest)

**SoC:** sistema em um chip

**VBR:** Taxa de bits variável (Variable Bitrate)

**VCEG:** Grupo de Especialistas em Codificação de Vídeo ou Grupo de Especialistas em Codificação Visual (Video Coding Experts Group ou Visual Coding Experts Group)

**VMS:** Sistema de gerenciamento de vídeo (Video Management System)



## 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.