



# Apple ProRes

White Paper  
Junho de 2014

# Índice

<b>3</b>	<b>Introdução</b>
<b>4</b>	<b>Implementações autorizadas do Apple ProRes</b>
<b>5</b>	<b>Visão geral da família Apple ProRes</b>
<b>7</b>	<b>Propriedades de imagens digitais</b> Tamanho do quadro (largura total versus largura parcial) Chroma Sampling Amostra de profundidade de bits
<b>10</b>	<b>Propriedades dos codecs Apple ProRes</b> Taxa de dados Qualidade Desempenho Suporte ao canal alfa nos codecs Apple ProRes 4444
<b>21</b>	<b>Apêndice</b> Taxas de dados de destino
<b>23</b>	<b>Glossário</b>

# Introdução

Apple ProRes é um dos codecs mais conhecidos para pós-produção profissional. A família de codecs de vídeo Apple ProRes tornou possível e econômico editar vídeos originais full frame, 10 bits, HD (alta definição) 4:2:2 e 4:4:4:4, 2K, 4K e 5K com desempenho multistream no Final Cut Pro X. Este white paper fornece informações detalhadas sobre os seis membros da família Apple ProRes, inclusive especificações técnicas e cálculos de desempenho.

# Implementações autorizadas do Apple ProRes

O Apple ProRes é uma tecnologia de codec desenvolvida para a edição de alta qualidade e alto desempenho no Final Cut Pro X. A Apple licenciou o Apple ProRes para a utilização de algumas empresas em produtos e fluxos de trabalho específicos.

Em algumas situações, foram utilizadas implementações não autorizadas de codec em produtos de hardware e software de terceiros. Usar implementações não autorizadas (como FFmpeg e derivadas) pode gerar erros de decodificação, queda do desempenho, incompatibilidade e instabilidade.

Para obter uma lista de licenciados e desenvolvedores autorizados do Apple ProRes, além de informações de licença, acesse [support.apple.com/kb/HT5959](https://support.apple.com/kb/HT5959). Se você utilizar ou considerar adquirir um produto que codifique ou decodifique Apple ProRes, e esse produto não estiver nessa lista, entre em contato com a Apple pelo e-mail [ProRes@apple.com](mailto:ProRes@apple.com).

# Visão geral da família Apple ProRes

Os codecs Apple ProRes oferecem uma combinação inigualável de edição com desempenho multistream em tempo real, qualidade de imagem impressionante e taxas de armazenamento reduzidas. Os codecs Apple ProRes aproveitam ao máximo o processamento de vários núcleos e oferecem modos de decodificação rápidos, com resolução reduzida. Todos os codecs Apple ProRes são compatíveis com qualquer tamanho de quadro (inclusive SD, HD, 2K, 4K e 5K) em resolução máxima. As taxas de dados variam com base no tipo de codec, conteúdo da imagem, tamanho do quadro e taxa de quadro.

Como é uma tecnologia de codec com taxa de bits variável (VBR), o Apple ProRes usa menos bits em quadros simples que não se beneficiariam da codificação com taxas de dados mais altas. Todos os codecs Apple ProRes são independentes de outros quadros (ou "entre quadros"). Isso significa que cada quadro é codificado e decodificado independentemente de outros quadros. Essa técnica proporciona melhor desempenho e flexibilidade para a edição.

O Apple ProRes inclui os seguintes formatos:

- **Apple ProRes 4444 XQ:** a versão de mais alta qualidade do Apple ProRes para vídeos originais 4:4:4:4 (inclusive canais alfa) com uma taxa de dados muito alta, para manter os detalhes de imagens HDR geradas pelos sensores de imagens digitais de mais alta qualidade disponíveis na atualidade. O Apple ProRes 4444 XQ mantém alcances dinâmicos várias vezes maiores que o alcance dinâmico de imagens Rec. 709 — mesmo com o rigor do processamento de efeitos visuais extremos, em que as escalas de preto e destaques são estendidos significativamente. Como o Apple ProRes 4444 padrão, esse codec aceita até 12 bits por canal de imagem e até 16 bits para o canal alfa. O Apple ProRes 4444 XQ tem taxa de dados de destino de aproximadamente 500 Mbps para vídeos 4:4:4 com resolução de 1.920 x 1.080 e 29,97 fps.

*Nota:* O Apple ProRes 4444 XQ precisa do OS X v10.8 (Mountain Lion) ou posterior.

- **Apple ProRes 4444:** uma versão de qualidade extremamente alta do Apple ProRes para vídeos originais 4:4:4:4 (inclusive canais alfa). Esse codec tem fidelidade visual e de cor RGBA 4:4:4:4 com qualidade de masterização praticamente indistinguível do material original. O Apple ProRes 4444 é uma solução de alta qualidade para armazenar e trocar imagens em movimento e compostas, com excelente desempenho multigeracional e canal alfa de até 16 bits matematicamente sem perdas (lossless). Esse codec tem uma taxa de dados muito baixa em comparação com HD 4:4:4 sem compactação, com uma taxa de dados de destino de aproximadamente 330 Mbps para vídeos 4:4:4 com resolução de 1.920 x 1.080 e 29,97 fps. Ele também oferece codificação e decodificação direta para os formatos de pixels RGB e  $Y'CbCr$ .

- **Apple ProRes 422 HQ:** uma versão do Apple ProRes 422 com maior taxa de dados que mantém a qualidade visual no mesmo nível do Apple ProRes 4444, mas para vídeos originais 4:2:2. Com ampla adoção no setor de pós-produção de vídeo, o Apple ProRes 422 HQ mantém vídeos HD profissionais sem perdas visuais, com a mais alta qualidade que pode ser transmitida por um sinal HD-SDI de link único. Esse codec é compatível com vídeos originais 4:2:2 de largura total e profundidade de pixels de 10 bits, permanecendo sem perdas visuais por muitas gerações de decodificação e recodificação. A taxa de dados de destino do Apple ProRes 422 HQ é de aproximadamente 220 Mbps com resolução de 1.920 x 1.080 e 29,97 fps.
- **Apple ProRes 422:** um codec compactado de alta qualidade que oferece praticamente todos os benefícios do Apple ProRes 422 HQ, mas com 66% da taxa de dados para melhorar ainda mais o desempenho de edição multistream em tempo real. A taxa de dados de destino do Apple ProRes 422 é de aproximadamente 147 Mbps com resolução de 1.920 x 1.080 e 29,97 fps.
- **Apple ProRes 422 LT:** um codec com maior compactação que o Apple ProRes 422, com aproximadamente 70% da taxa de dados e arquivos 30% menores. Esse codec é perfeito para ambientes em que a capacidade de armazenamento e a taxa de dados são escassos. A taxa de dados de destino do Apple ProRes 422 LT é de aproximadamente 102 Mbps com resolução de 1.920 x 1.080 e 29,97 fps.
- **Apple ProRes 422 Proxy:** um codec com compactação ainda maior que a do Apple ProRes 422 LT, destinado ao uso em fluxos de trabalho off-line que exigem taxas de dados menores, mas vídeo com resolução máxima. A taxa de dados de destino do Apple ProRes 422 Proxy é de aproximadamente 45 Mbps com resolução de 1.920 x 1.080 e 29,97 fps.

*Nota:* o Apple ProRes 4444 XQ e o Apple ProRes 4444 são ideais para a troca de mídia com imagens em movimento, pois são praticamente sem perdas, e são os únicos codecs Apple ProRes compatíveis com canais alfa.

# Propriedades de imagens digitais

As propriedades técnicas de imagens digitais correspondem a diferentes aspectos da qualidade da imagem. Por exemplo, imagens em HD de alta resolução podem transmitir mais detalhes que imagens em SD de baixa resolução. Imagens de 10 bits podem ter gradação de cor mais fina, evitando assim as manchas e listras que podem aparecer em imagens de 8 bits.

A função de um codec é preservar a qualidade da imagem o máximo possível, com uma taxa de dados reduzida, oferecendo a maior velocidade de codificação e decodificação. A família Apple ProRes dá suporte às três principais propriedades das imagens digitais que contribuem com sua qualidade — *tamanho do quadro*, *chroma sampling* e *amostra de profundidade de bits* — e oferece, ao mesmo tempo, desempenho líder do setor e qualidade em todas as taxas de dados aceitas. Para aproveitar os benefícios da família Apple ProRes como um todo e escolher quais membros da família utilizar em diferentes fluxos de trabalho de pós-produção, é importante entender essas três propriedades.

## Tamanho do quadro (largura total versus largura parcial)

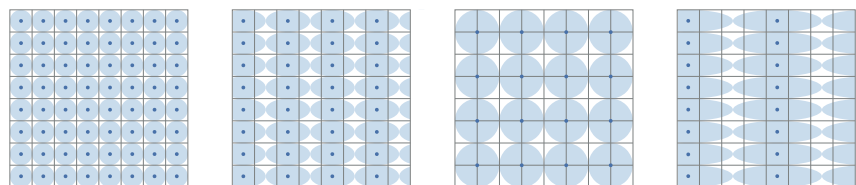
Muitas câmeras de vídeo codificam e armazenam quadros de vídeo com larguras menores que full HD de 1.920 pixels ou 1280 pixels, formatos HD de 1.080 linhas ou 720 linhas, respectivamente. Quando esses formatos são exibidos, sua frequência é aumentada horizontalmente para larguras full HD, mas eles não podem transmitir a quantidade de detalhes possível com formatos HD de largura total.

Todos os membros da família Apple ProRes podem codificar vídeos originais HD de largura total (conhecidos também como vídeos originais “full-raster”) para preservar o máximo de detalhes que pode ser transmitido por um sinal HD. Os codecs Apple ProRes também podem codificar vídeos originais em HD com largura parcial, evitando assim a possível degradação da qualidade e do desempenho resultante do aumento da frequência dos formatos de largura parcial antes da codificação.

## Chroma Sampling

As imagens coloridas exigem três canais de informações. Em imagens computadorizadas, a cor de um pixel normalmente é definida pelos valores R, G e B. Em vídeos digitais tradicionais, um pixel é representado pelos valores  $Y'$ ,  $C_B$  e  $C_R$ , sendo que  $Y'$  é o valor “luma” de escala de cinzas, e  $C_B$  e  $C_R$  contêm as informações “chroma” ou de diferença de cor. Como o olho é menos sensível aos detalhes sutis chroma, é possível fazer uma média e codificar menos amostras  $C_B$  e  $C_R$  com pouca perda de qualidade visível para a visualização casual. Essa técnica, conhecida como *chroma subsampling*, é amplamente usada para reduzir a taxa de dados dos sinais de vídeo. No entanto, o uso excessivo do chroma subsampling pode diminuir a qualidade da composição, correção de cor e outras operações de processamento de imagens. A família Apple ProRes lida com os formatos mais utilizados de chroma da atualidade da seguinte forma:

- **4:4:4** é o formato de maior qualidade para manter os detalhes do chroma. Em vídeos originais 4:4:4, não há subsampling ou nivelamento das informações de chroma. Existem três amostras únicas, sejam  $Y'$ ,  $C_B$  e  $C_R$  ou R, G e B, para a localização de cada pixel. O Apple ProRes 4444 XQ e o Apple ProRes 4444 são totalmente compatíveis com vídeos originais 4:4:4, de espaços de cor RGB ou  $Y'C_B C_R$ . O quarto “4” significa que o Apple ProRes 4444 XQ e o Apple ProRes 4444 também podem ter uma amostra de canal alfa única para a localização de cada pixel. O Apple ProRes 4444 XQ e o Apple ProRes 4444 são feitos para aceitar vídeos originais 4:4:4:4 RGB+Alfa exportados de aplicativos de imagens computadorizadas, como o Motion, além de vídeos originais 4:4:4 de dispositivos de alto nível como HDCAM-SR dual link.
- **4:2:2** é considerado um formato de vídeo profissional de alta qualidade em que os valores das imagens  $Y'C_B C_R$  são nivelados, de forma que haja uma amostra  $C_B$  e  $C_R$  ou um par chroma “ $C_B/C_R$ ” para cada amostra  $Y$  (luma). Esse chroma subsampling mínimo sempre foi considerado adequado para a composição e a correção de cor de alta qualidade, embora seja possível obter melhores resultados usando vídeos originais 4:4:4. Os vídeos originais 4:2:2 são gerados por muitos formatos de câmeras de vídeo de alto nível, inclusive DVCPRO HD, AVC-Intra/100 e XDCAM HD422/50. Todos os membros da família Apple ProRes 422 são totalmente compatíveis com a resolução chroma inerente aos formatos de vídeo 4:2:2.
- **4:2:0** e **4:1:1** têm a menor resolução chroma dos formatos mencionados aqui, com apenas um par chroma  $C_B/C_R$  para cada quatro amostras luma. Esses formatos são usados em várias câmeras de vídeo profissionais e amadoras. Dependendo da qualidade do sistema de gravação de imagens de uma câmera, os formatos 4:2:0 e 4:1:1 podem oferecer uma qualidade de visualização excelente. No entanto, em fluxos de trabalho de composição, pode ser difícil evitar defeitos nos cantos de um elemento composto. Os formatos HD 4:2:0 são HDV, XDCAM HD e AVC-Intra/50. 4:1:1 é usado em vídeo digital. Todos os formatos Apple ProRes 422 podem aceitar vídeos originais 4:2:0 ou 4:1:1 se a frequência do chroma aumentar para 4:2:2 antes da codificação.



4:4:4

4:2:2

4:2:0 (localização intersticial)

4:1:1



Pixel da imagem



Amostra de cor



## Amostra de profundidade de bits

O número de bits usados para representar cada amostra de imagem  $Y'$ ,  $C_B$  ou  $C_R$  (ou  $R$ ,  $G$  ou  $B$ ) determina o número de possíveis cores que podem ser representadas no local de cada pixel. A amostra de profundidade de bits também determina a uniformidade do sombreamento de cores sutil que pode ser representada no dégradé de uma imagem, como o céu durante o pôr do sol, sem listras ou manchas visíveis.

Tradicionalmente, as imagens digitais se limitam a amostras de 8 bits. Nos últimos anos, o número de dispositivos profissionais e técnicas de aquisição que aceitam amostras de imagens de 10 bits e até 12 bits aumentou. Atualmente, as imagens de 10 bits muitas vezes são encontradas em vídeos originais 4:2:2 com saídas digitais profissionais (SDI, HD-SDI ou até HDMI). Os vídeos originais 4:2:2 raramente superam 10 bits, mas um número cada vez maior de vídeos originais 4:4:4 dizem ter resolução de 12 bits, embora com imagens derivadas de sensores, um ou dois bits menos significativos podem ter mais ruído que sinal. As fontes 4:4:4 são scanners de filmes, câmeras digitais tipo filme e até imagens computadorizadas de alto nível.

O Apple ProRes 4444 XQ e o Apple ProRes 4444 são compatíveis com fontes de imagens de até 12 bits e mantêm profundidades de amostras alfa de até 16 bits. Todos os codecs Apple ProRes 422 são compatíveis com fontes de imagens de até 10 bits, embora a melhor qualidade de 10 bits seja obtida com os membros da família com a maior taxa de bits — Apple ProRes 422 e Apple ProRes 422 HQ. (Nota: Como o Apple ProRes 4444 XQ e o Apple ProRes 4444, todos os codecs Apple ProRes 422 podem aceitar amostras de imagens com mais de 10 bits, embora profundidades de bits tão altas sejam raramente encontradas em vídeos originais 4:2:2 ou 4:2:0.)

# Propriedades dos codecs Apple ProRes

Todas as imagens ou codecs de vídeo podem ser caracterizados por como se comportam em três dimensões críticas: compactação, qualidade e complexidade. *Compactação* significa redução de dados ou quantos bits são necessários em comparação com a imagem original. Para sequências de imagens ou fluxos de vídeo, compactação significa taxa de dados, que é expressa em bits/s para transmissão ou bytes/hora para armazenamento. *Qualidade* descreve a proximidade de uma imagem compactada com a original. Portanto, "fidelidade" seria um termo mais preciso, mas "qualidade" é o termo utilizado de forma mais ampla. *Complexidade* tem a ver com o número de operações aritméticas que devem ser processadas para compactar ou descompactar um quadro ou sequência de imagens. Para implementações de codec de software, quanto menor a complexidade, maior o número de fluxos de vídeo que podem ser decodificados simultaneamente em tempo real, o que resulta no melhor desempenho dentro de aplicativos de pós-produção.

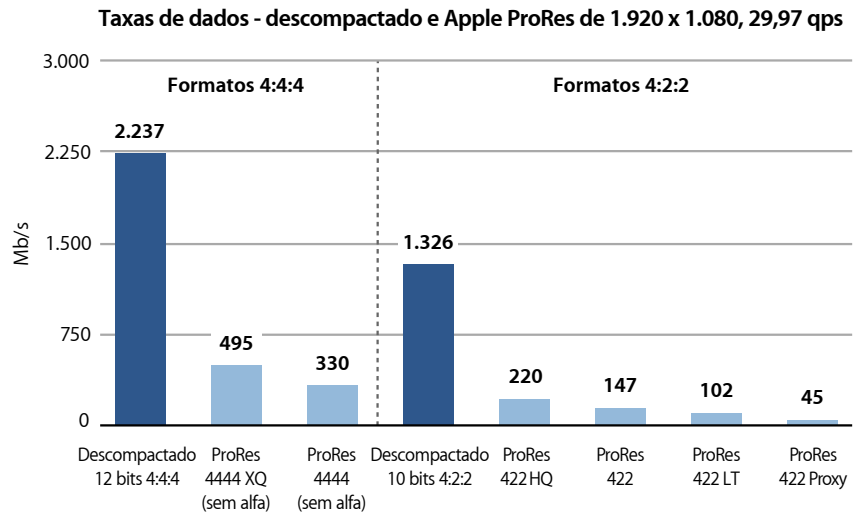
Todo projeto de codec de imagem ou vídeo precisa fazer a compensação entre essas três propriedades. Como os codecs usados em câmeras profissionais ou para a edição de vídeo profissional devem manter a alta qualidade visual, a compensação é entre a taxa de dados e o desempenho. Por exemplo, as câmeras AVCHD podem produzir fluxos de vídeo H.264 com qualidade de imagem excelente e baixas taxas de dados. No entanto, a complexidade do codec H.264 é muito alta, o que resulta na diminuição do desempenho para a edição de vídeo em tempo real com vários fluxos de vídeo e efeitos. Em comparação, o Apple ProRes tem uma qualidade de imagem excelente, além de baixa complexidade, que resulta no melhor desempenho para a edição de vídeo em tempo real.

As seções a seguir explicam como os diferentes codecs Apple ProRes se comportam e qual é a diferença entre eles em relação a estas três propriedades importantes: *taxa de dados, qualidade e desempenho*.

## Taxa de dados

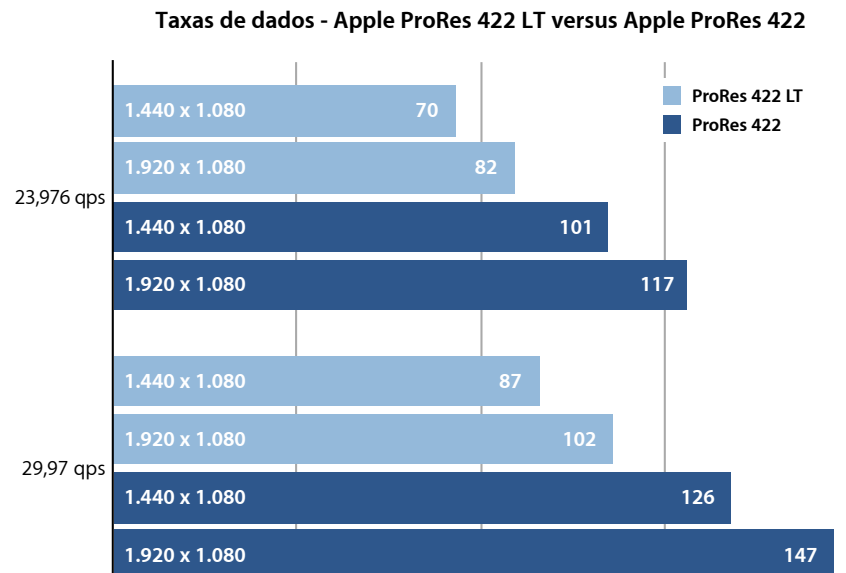
A família Apple ProRes abrange uma ampla variedade de taxas de dados para dar suporte a vários fluxos de trabalho e aplicações. Esta seção faz uma comparação entre as taxas de dados do Apple ProRes e as taxas de dados de vídeos não compactados. A seção também mostra como o tamanho e a taxa de quadros afeta as taxas de dados do Apple ProRes. Finalmente, o texto inclui informações sobre a natureza de taxa de bits variável (VBR) da família de codecs Apple ProRes.

O gráfico de barras a seguir mostra uma comparação entre as taxas de dados dos formatos Apple ProRes e os formatos não compactados, seqüências de imagens de largura total (1.920 x 1.080), 4:4:4 12 bits e 4:2:2 10 bits com 29,97 quadros/s. O gráfico mostra que mesmo os dois formatos Apple ProRes de maior qualidade — Apple ProRes 4444 XQ e Apple ProRes 4444 — oferecem taxas de dados significativamente mais baixas que os formatos sem compactação.



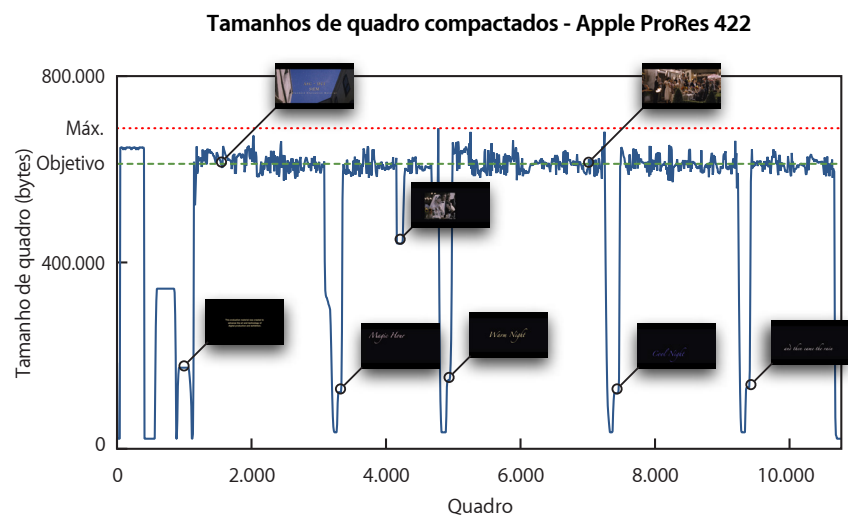
As taxas de dados mostradas no gráfico de barras acima são para quadros HD de "largura total" (1.920 x 1.080) com 29,97 quadros/s. A família Apple ProRes também é compatível com o formato HD de 720p em sua largura total (1.280 x 720). Além dos formatos HD de largura total, os codecs Apple ProRes aceitam três formatos de vídeo HD com "largura parcial" usados como resoluções de gravação em várias câmeras HD populares: 1.280 x 1.080, 1.440 x 1.080, e 960 x 720.

A taxa de dados de um formato Apple ProRes é determinada principalmente por três fatores principais: tipo de codec Apple ProRes, tamanho de quadro codificado e taxa de quadros. O gráfico a seguir mostra alguns exemplos de como a variação de qualquer desses fatores muda a taxa de dados de um formato Apple ProRes. Uma tabela de taxas de dados de vários formatos Apple ProRes aceitos para a edição em tempo real no Final Cut Pro X pode ser encontrada no apêndice.



Apple ProRes é um codec de vídeo com taxa de bits variável (VBR). Isso significa que o número de bits usados para codificar cada quadro dentro de um fluxo não é constante, mas varia de acordo com o quadro. Para um determinado tamanho de quadro de vídeo e um determinado tipo de codec Apple ProRes, o codificador do Apple ProRes busca atingir um número “alvo” de bits por quadro. Ao multiplicar esse número pelos quadros por segundo do formato de vídeo que está sendo codificado, o resultado é a taxa de dados de destino para um formato específico do Apple ProRes.

Embora o Apple ProRes seja um codec VBR, a variação normalmente é pequena. A taxa de dados real normalmente é próxima à taxa de dados de destino. Para um determinado formato Apple ProRes, também há um número máximo de bits por quadro que nunca é ultrapassado. O máximo é aproximadamente 10% maior que o número de bits por quadro de destino. O gráfico a seguir mostra o número real de bits usados por quadro em um exemplo de sequência de vídeo do Apple ProRes.



A sequência descrita é ASC/DCI Standard Evaluation Material (StEM) Mini-Movie de 1.920 x 1.080.

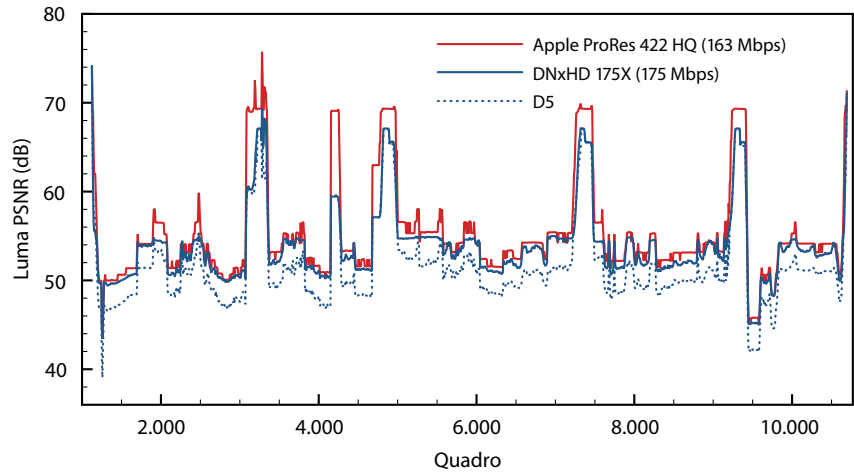
Para essa sequência específica com mais de 10.000 quadros, somente um quadro usa o número máximo de bits, e a maior parte dos quadros é agrupada dentro de uma pequena porcentagem do destino. No entanto, muitos quadros usam significativamente menos bits que o destino. Isso acontece porque os codificadores do Apple ProRes só adicionam bits a um quadro se isso melhorar a correspondência com a imagem original. Além de certo ponto, quadros de imagens simples, como uma estrutura toda preta com poucas palavras, não se beneficiam com a adição de mais bits. Os codificadores do Apple ProRes não desperdiçam bits em qualquer quadro se essa adição não melhorar a fidelidade.

## Qualidade

Embora a capacidade de produzir resultados de alta qualidade seja um atributo importante dos codecs de imagem e vídeo, o objetivo real de um codec é a preservação — ou fidelidade — da qualidade. Muitas vezes, as imagens passam por várias etapas de processamento antes da codificação do Apple ProRes, e essas etapas podem adicionar falhas visíveis ou defeitos às imagens. Se uma sequência de imagens já tiver defeitos visíveis, o Apple ProRes preservará esses efeitos com perfeição, e isso pode fazer com que os espectadores pensem que essas falhas são causadas pelo próprio codec Apple ProRes. O objetivo de todos os membros da família Apple ProRes é preservar a qualidade da imagem original com perfeição, seja ela boa ou ruim.

A capacidade de preservação de qualidade dos diferentes codecs Apple ProRes pode ser expressa em termos quantitativos e qualitativos. No campo de compactação de imagens e vídeos, a medida quantitativa mais usada para a fidelidade é a PSNR (pico da relação sinal-ruído). PSNR é uma medida da correspondência de uma imagem compactada (depois da compactação) com a imagem original utilizada pelo codificador. Quanto maior o valor da PSNR, maior a correspondência entre a imagem codificada e a original. O gráfico a seguir mostra o valor da PSNR para cada quadro de imagem em uma sequência de teste para três codecs diferentes: Apple ProRes 422 HQ, Avid DNxHD e Panasonic D5.

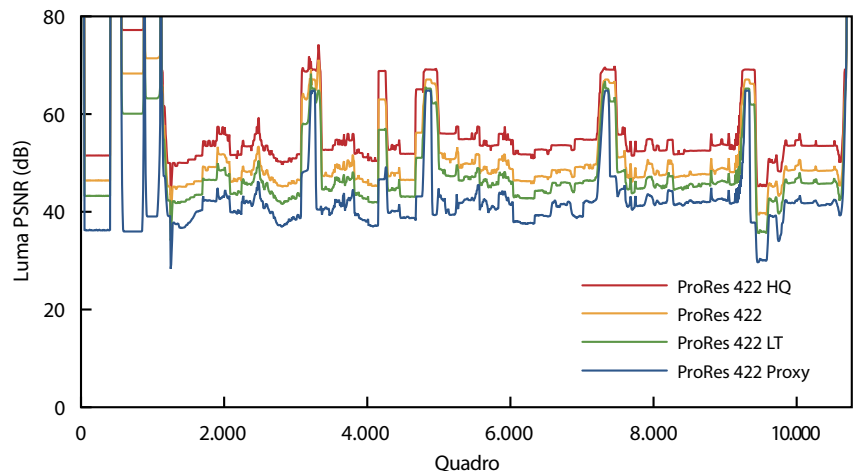
Comparação PSNR - Apple ProRes, DNxHD e D5



Medido usando ASC/DCI Standard Evaluation Material (StEM) Mini-Movie de 1.920 x 1.080.

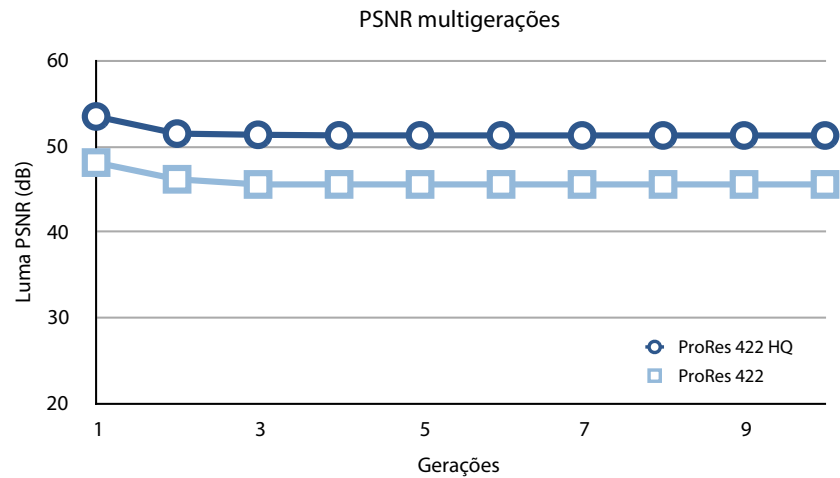
O próximo gráfico mostra a mesma sequência para cada codec Apple ProRes 422. Como o gráfico mostra, há uma diferença de PSNR entre os membros da família. Essas diferenças correspondem às taxas de dados comparativas dos codecs Apple ProRes 422. A PSNR do Apple ProRes 422 HQ é 15–20 dB maior que a do Apple ProRes 422 Proxy, mas o fluxo do Apple ProRes 422 HQ tem uma taxa de dados aproximadamente cinco vezes maior que a do fluxo do Apple ProRes 422 Proxy. O custo da maior fidelidade é o aumento do tamanho dos arquivos, então é importante escolher o membro da família Apple ProRes de acordo com os requisitos do seu fluxo de trabalho.

Comparação PSNR - Apple ProRes 422 Family



Medido usando ASC/DCI Standard Evaluation Material (StEM) Mini-Movie de 1.920 x 1.080.

Além de indicar fidelidade visual, a diferença dos valores de PSNR também denota espaço. Por exemplo, se você visualizar a sequência original usada no gráfico acima, e depois visualizar versões do mesmo fluxo codificadas com o Apple ProRes 422 HQ e o Apple ProRes 422, as três seriam visualmente idênticas. No entanto, o valor mais alto de PSNR para o Apple ProRes 422 HQ indica maior espaço para a qualidade. O espaço maior significa que uma sequência de imagens pode ser decodificada e recodificada em várias gerações, e mesmo assim permanecer visualmente idêntica à original, como mostra o gráfico a seguir.



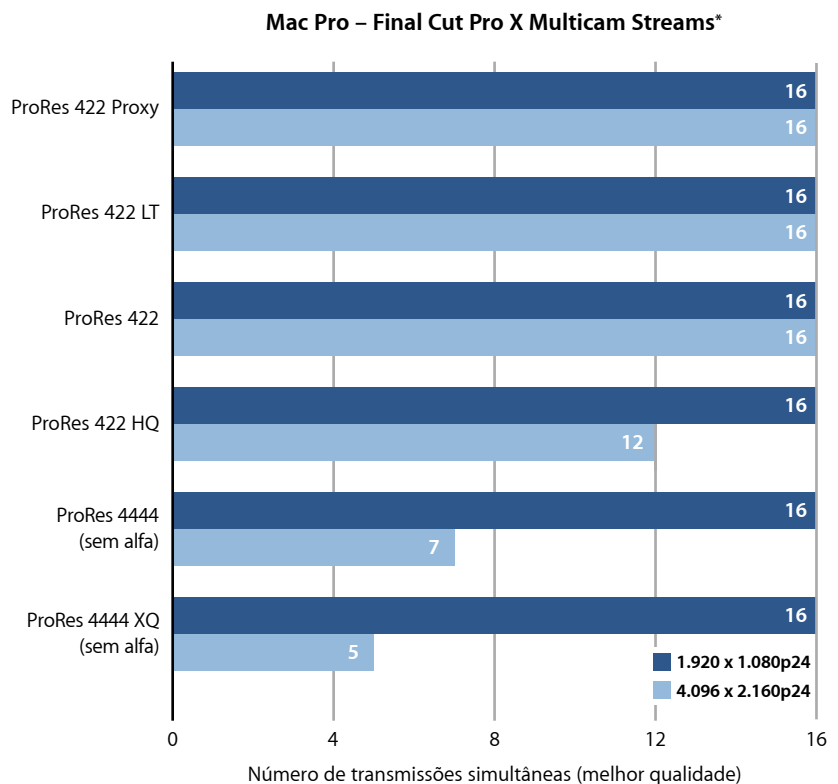
Como a PSNR é uma medida perfeita da fidelidade das imagens compactadas — não há um número de PSNR que possa garantir que uma imagem compactada não tenha diferenças visíveis em relação à original — é útil ter uma descrição qualitativa da qualidade esperada da imagem para cada tipo de codec Apple ProRes. Na tabela a seguir, a descrição qualitativa do Apple ProRes 4444 (sem canal alfa) é idêntica à do Apple ProRes 422 HQ. Isso acontece porque o Apple ProRes 4444, embora sua taxa de bits de destino seja 50 % maior que a do Apple ProRes 422 HQ, usa bits adicionais para codificar o maior número de amostras chroma em 4:4:4 com o mesmo espaço para a alta qualidade garantido pelo Apple ProRes 422 HQ para fontes 4:2:2.

Codec Apple ProRes	Diferenças visíveis (1a geração)	Espaço para a qualidade
ProRes 4444 XQ	Praticamente nunca	Muito alto, excelente para o acabamento de várias gerações e originais de câmera
ProRes 4444	Praticamente nunca	Muito alto, excelente para o acabamento de várias gerações
ProRes 422 HQ	Praticamente nunca	Muito alto, excelente para o acabamento de várias gerações
ProRes 422	Muito raro	Alto, muito bom para fluxos de trabalho de várias gerações
ProRes 422 LT	Raro	Bom para alguns fluxos de trabalho de várias gerações
ProRes 422 Proxy	Sutil para imagens muito detalhadas	OK, feito para visualização e edição de primeira geração

## Desempenho

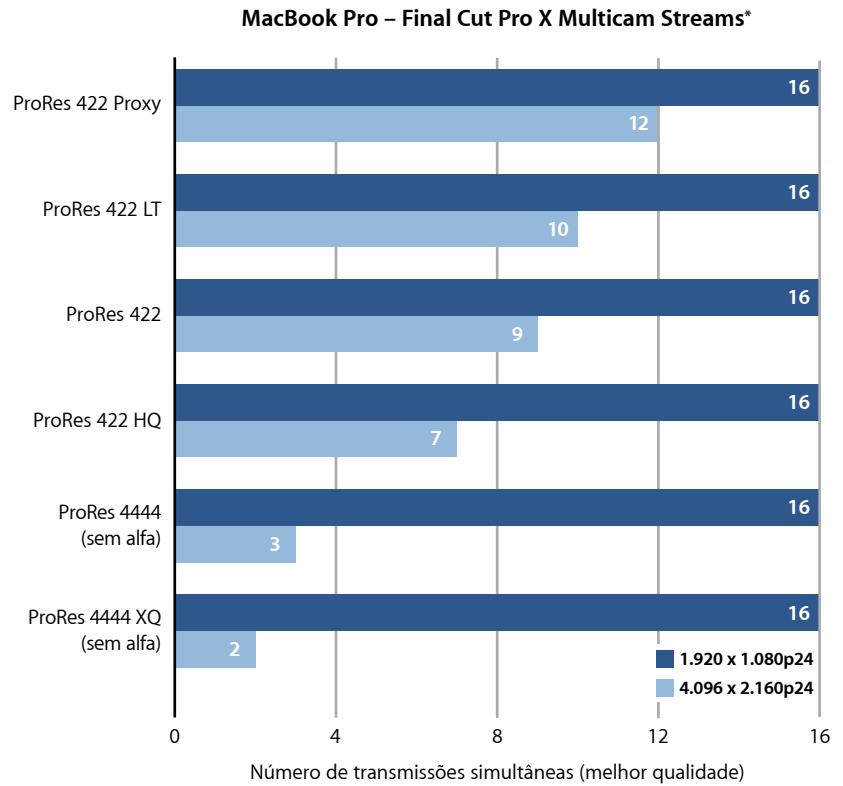
A família de codecs Apple ProRes foi projetada para a velocidade, e a alta velocidade na codificação e decodificação é essencial para evitar gargalos no fluxo de trabalho.

A decodificação rápida é importante, especialmente para a edição multistream em tempo real no Final Cut Pro X. A família de codecs Apple ProRes se desempenha muito bem em relação a essa característica. Para cada tipo de codec Apple ProRes, os gráficos a seguir mostram o número de fluxos de largura total que podem ser editados simultaneamente em tempo real em um computador Mac Pro ou MacBook Pro. (Em cada gráfico, o número de possíveis fluxos 4K de 4.096 x 2.160 é mostrado em azul-claro. O número de possíveis fluxos HD de 1.920 x 1.080 é mostrado em azul-escuro.) Na prática, é claro, pode ser que você não precise editar cinco, seis ou mais fluxos simultaneamente, mas esses gráficos dão uma ideia sobre o tempo de processamento que estará disponível para títulos, efeitos, etc. em tempo real, durante a utilização de um, dois ou três fluxos.



\*O recurso Final Cut Pro X Multicam permite exibir até 16 ângulos simultaneamente ao alternar ou recortar ângulos em tempo real.

Testes realizados pela Apple em março de 2014 usando Mac Pro de envio com unidades 12-core de 2,7 GHz com 1 TB de armazenamento flash, 64 GB de RAM, gráficos AMD FirePro D700 e OS X 10.9.2. Testado com uma versão de pré-lançamento do Final Cut Pro X usando clipes Standard Evaluation Material Multicam 1.920 x 1.080p24 e 4.096 x 2.160p24 ASC-DCI de dez minutos para cada tipo de conteúdo. O Mac Pro monitora continuamente as condições de energia e térmicas do sistema e pode ajustar a velocidade do processador conforme necessário para manter a operação ideal do sistema. O desempenho pode variar dependendo da configuração e do conteúdo do sistema.



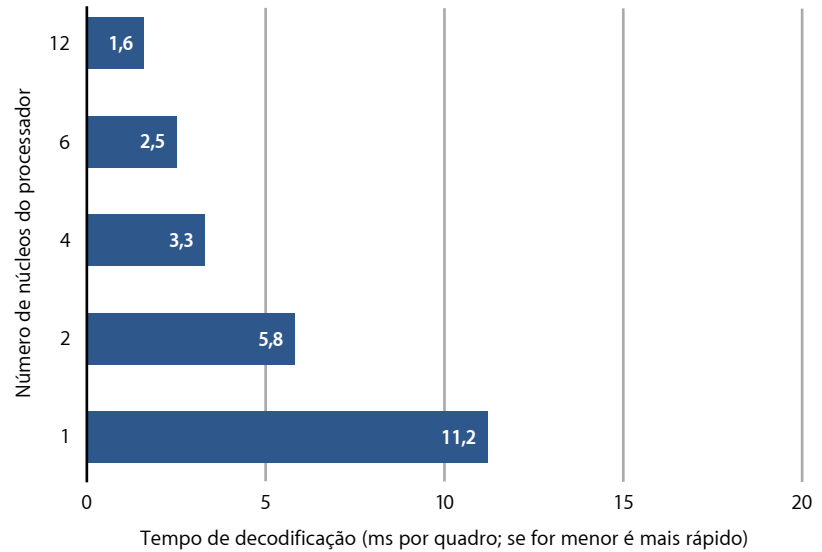
\*O recurso Final Cut Pro X Multicam permite exibir até 16 ângulos simultaneamente ao alternar ou recortar ângulos em tempo real.

Testes realizados pela Apple em março de 2014 usando MacBook Pro de envio de 15 polegadas com unidades de tela de Retina quad-core de 2,6 GHz com armazenamento flash de 1 TB, 16 GB de RAM, gráficos NVIDIA GeForce GT 750 M e OS X 10.9.2. Testado com uma versão de pré-lançamento do Final Cut Pro X usando clipes Standard Evaluation Material Multicam 1.920 x 1.080p24 e 4.096 x 2.160p24 ASC-DCI de dez minutos para cada tipo de conteúdo. O MacBook Pro monitora continuamente as condições de energia e térmicas do sistema e pode ajustar a velocidade do processador conforme necessário para manter a operação ideal do sistema. O desempenho pode variar dependendo da configuração e do conteúdo do sistema.



Os notebooks e desktops Mac da atualidade utilizam o processamento com vários núcleos, por isso a velocidade do decodificador de edição rápida deve aumentar — isso significa que o tempo de decodificação por quadro deve diminuir — conforme o número de núcleos de processamento aumenta. Muitas implementações de codec do setor chegaram ao teto e não oferecem melhoria do desempenho com a adição de processadores, mas os codecs Apple ProRes continuam aumentando sua velocidade com a adição de mais núcleos, como mostra o gráfico a seguir.

**Escala com vários processadores – Apple ProRes 422 HQ de 1.920 x 1.080**

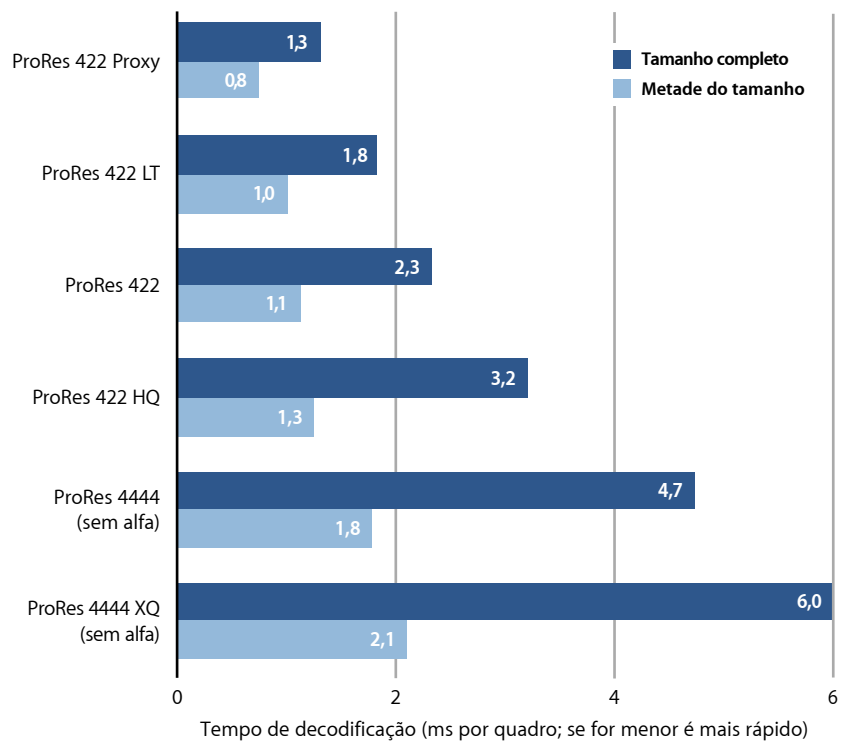


Testes realizados pela Apple em maio de 2014 usando OS X Mavericks v.10.9.2 e Mac Pro com processador Intel Xeon 12-core de 2,7 GHz. O desempenho pode variar dependendo da configuração do sistema, do conteúdo e do uso da ferramenta de medida de desempenho.

Os decodificadores Apple ProRes são desenvolvidos para funcionar muito bem como codecs de edição de alta qualidade e alto desempenho do Final Cut Pro X. Além de serem rápidos para a decodificação de vídeo em tamanho e qualidade máximos, eles são ainda mais rápidos na decodificação de quadros em "metade do tamanho" (1/2 da altura e 1/2 da largura). Especialmente para formatos de alta resolução, como HD e 2K, as imagens com metade do tamanho oferecem muitas informações na tela para tomar decisões de edição.

O gráfico a seguir mostra que a decodificação com metade do tamanho é substancialmente mais rápida que a decodificação em tamanho total, que já é rápida, especialmente para codecs Apple ProRes de maior qualidade. A maior velocidade de decodificação significa que a CPU tem mais tempo disponível para decodificar mais fluxos ou mais efeitos em tempo real.

**Velocidade de decodificação de resolução reduzida de 1.920 x 1.080**



Testes realizados pela Apple em março de 2014 usando MacBook Pro de envio de 15 polegadas com unidades de tela de Retina quad-core de 2,6 GHz com armazenamento flash de 1 TB, 16 GB de RAM, gráficos NVIDIA GeForce GT 750 M e OS X 10.9.2. O MacBook Pro monitora continuamente as condições de energia e térmicas do sistema e pode ajustar a velocidade do processador conforme necessário para manter a operação ideal do sistema. O desempenho pode variar dependendo da configuração do sistema, do conteúdo e do uso da ferramenta de medida de desempenho.

Embora a decodificação rápida seja o principal fator para o desempenho da edição em tempo real, a codificação rápida também é importante para as principais etapas de fluxos de trabalho pós-produção. Assim como os decodificadores Apple ProRes, os membros da família de codificadores Apple ProRes foram desenvolvidos como implementações de software eficientes, e a codificação rápida é obtida por meio do uso eficiente de processadores com vários núcleos. A codificação rápida é essencial para algumas etapas e importante em praticamente todas as outras.

Para captura em tempo real e codificação Apple ProRes de sinais de vídeo de banda base (tanto fontes de sinal SD digitais ou analógicas ou HD), os codificadores de software Apple ProRes devem ser rápidos o suficiente para acompanhar os quadros de vídeo em tempo real. Uma placa de captura de vídeo apropriada deve ser usada para essa finalidade. Fora isso, não é necessário usar hardware de codificação especializado para fazer a captura de vídeo em banda base para formatos Apple ProRes em tempo real.

A transcodificação de arquivos de vídeo que foram codificados com outros codecs de vídeo (não Apple ProRes) para Apple ProRes envolve a decodificação da técnica inicial e a recodificação para Apple ProRes. Portanto, o tempo mínimo total de transcodificação será a soma do tempo necessário para decodificar o arquivo e o tempo necessário para recodificá-lo como Apple ProRes. Para determinados formatos de codec de vídeo que são muito complexos e, portanto, com decodificação relativamente demorada, como JPEG-2000 e o formato de codec nativo REDCODE® RAW (R3D), o tempo geral de transcodificação será dominado pelo tempo de decodificação. Ainda assim, a codificação rápida Apple ProRes ajuda a acelerar o tempo total de transcodificação.

A codificação e decodificação rápidas também ajudam na renderização e exportação. Os efeitos de renderização, como parte do processo criativo ou da etapa final antes do resultado, são basicamente uma decodificação da mídia de origem e sua recodificação para o formato de entrega escolhido. Durante o processo de renderização, todas as etapas de decodificação, mistura e composição devem ser pré-processadas antes da codificação para o formato compactado definido no projeto do Final Cut Pro X. Embora você possa escolher qualquer codec Apple ProRes como formato de renderização — de Apple ProRes 422 LT a Apple ProRes 4444 XQ — e alterá-lo a qualquer momento durante a pós-produção, o padrão do Final Cut Pro X é a renderização em Apple ProRes 422.

Ao fazer a renderização para Apple ProRes, o tempo total de renderização é determinado pela velocidade das etapas de decodificação e codificação, que podem ser significativamente mais rápidas em comparação com outros codecs mais complexos e lentos. A vantagem de velocidade do Apple ProRes também é útil ao exportar um arquivo no final de um projeto. Se você precisar fazer uma entrega em formato web, DVD ou Blu-ray, é possível acelerar o processo de exportação escolhendo editar em formato Apple ProRes em vez de outros formatos profissionais, inclusive sem compactação.

## Suporte ao canal alfa nos codecs Apple ProRes 4444

Além de ser compatível com dados de pixels 4:4:4  $Y'_{CB}C_R$  ou RGB, os tipos de codec Apple ProRes 4444 XQ e Apple ProRes 4444 são compatíveis com um canal alfa opcional. A nomenclatura de amostragem para essas imagens  $Y'_{CB}C_RA$  ou RGBA é 4:4:4:4. Isso indica que, para a localização de cada pixel, há um valor alfa — ou A — além dos três valores  $Y'_{CB}C_R$  ou RGB. Um valor alfa especifica a proporção de seu pixel RGB ou  $Y'_{CB}C_R$  que deve ser mesclado com o pixel na localização correspondente de uma imagem em segundo plano, criando o efeito de transparência variável para usar na composição de fluxos de trabalho. Diferente dos valores de pixel  $Y'_{CB}C_R$  ou RGB, os valores alfa não representam amostras de uma imagem do mundo real nem mesmo amostras de uma imagem gerada por computador, ambas destinadas à visualização humana.

Os valores alfa são essencialmente dados numéricos que especificam como mesclar ou compor uma imagem em primeiro plano com uma imagem em segundo plano. Por isso, o Apple ProRes 4444 XQ e o Apple ProRes 4444 codificam valores alfa exatos e não aproximados. Esse tipo de codificação exata é chamada de compactação “lossless” ou também “matematicamente lossless” (sem perdas). Ela usa técnicas de codificação diferentes das usadas pela família de codecs Apple ProRes para valores de pixel RGB ou  $Y'_{CB}C_R$ , em que a codificação aproximada é aceitável, contanto que as diferenças em relação ao original não sejam visíveis para o espectador e não afetem o processamento. Os codecs Apple ProRes 4444 XQ e Apple ProRes 4444 codificam valores de canal alfa com qualquer profundidade de bits até 16 bits sem perdas.

Resumindo, os codecs Apple ProRes 4444 XQ e Apple ProRes 4444 podem ser considerados sem perda visual (“visually lossless”) para a codificação dos valores de pixels  $Y'_{CB}C_R$  ou RGB para a visualização, mas matematicamente sem perdas (“lossless”) para a codificação dos valores alfa que especificam a composição. Como resultado, o grau de qualidade ou fidelidade nunca é uma dúvida para os canais alfa do Apple ProRes 4444, pois os dados decodificados sempre correspondem perfeitamente ao original.

Com qualquer tipo de compactação lossless, a taxa de dados varia de acordo com a quantidade de detalhes da imagem codificada. Isso também vale para a compactação lossless do canal alfa Apple ProRes 4444. No entanto, na prática, os canais alfa normalmente contêm apenas as informações relacionadas a definições de objetos, de forma que o canal alfa opcional adiciona apenas uma pequena porcentagem da taxa de dados geral do Apple ProRes 4444. Por isso, a presença de um canal alfa em um fluxo Apple ProRes 4444 costuma reduzir o desempenho da decodificação e da codificação em apenas 10% ou menos.

# Apêndice

## Taxas de dados de destino

Dimensões	Quadro Taxa	ProRes 422 Proxy		ProRes 422 LT		ProRes 422		ProRes 422 HQ		ProRes 4444 (sem alfa)		ProRes 4444 XQ (sem alfa)	
		Mb/s	GB/h	Mb/s	GB/h	Mb/s	GB/h	Mb/s	GB/h	Mb/s	GB/h	Mb/s	GB/h
720 x 486	24p	10	4	23	10	34	15	50	23	75	34	113	51
	60i, 30p	12	5	29	13	42	19	63	28	94	42	141	64
720 x 576	50i, 25p	12	6	28	13	41	18	61	28	92	41	138	62
960 x 720	24p	15	7	35	16	50	23	75	34	113	51	170	76
	25p	16	7	36	16	52	24	79	35	118	53	177	80
	30p	19	9	44	20	63	28	94	42	141	64	212	95
	50p	32	14	73	33	105	47	157	71	236	106	354	159
	60p	38	17	87	39	126	57	189	85	283	127	424	191
1.280 x 720	24p	18	8	41	18	59	26	88	40	132	59	198	89
	25p	19	9	42	19	61	28	92	41	138	62	206	93
	30p	23	10	51	23	73	33	110	49	165	74	247	111
	50p	38	17	84	38	122	55	184	83	275	124	413	186
	60p	45	20	101	46	147	66	220	99	330	148	495	223
1.280 x 1.080	24p	31	14	70	31	101	45	151	68	226	102	339	153
	60i, 30p	38	17	87	39	126	57	189	85	283	127	424	191
1.440 x 1.080	24p	31	14	70	31	101	45	151	68	226	102	339	153
	50i, 25p	32	14	73	33	105	47	157	71	236	106	354	159
	60i, 30p	38	17	87	39	126	57	189	85	283	127	424	191
1.920 x 1.080	24p	36	16	82	37	117	53	176	79	264	119	396	178
	50i, 25p	38	17	85	38	122	55	184	83	275	124	413	186
	60i, 30p	45	20	102	46	147	66	220	99	330	148	495	223
	50p	76	34	170	77	245	110	367	165	551	248	826	372
	60p	91	41	204	92	293	132	440	198	660	297	990	445

Taxas de dados de destino (continuação)

Dimensões	Quadro Taxa	ProRes 422 Proxy		ProRes 422 LT		ProRes 422		ProRes 422 HQ		ProRes 4444 (sem alfa)		ProRes 4444 XQ (sem alfa)	
		Mb/s	GB/h	Mb/s	GB/h	Mb/s	GB/h	Mb/s	GB/h	Mb/s	GB/h	Mb/s	GB/h
2.048 x 1.080	24p	41	19	93	42	134	60	201	91	302	136	453	204
	25p	43	19	97	44	140	63	210	94	315	142	472	212
	30p	52	23	116	52	168	75	251	113	377	170	566	255
	50p	86	39	194	87	280	126	419	189	629	283	944	425
	60p	103	46	232	104	335	151	503	226	754	339	1.131	509
2.048 x 1.556	24p	56	25	126	57	181	81	272	122	407	183	611	275
	25p	58	26	131	59	189	85	283	127	425	191	637	287
	30p	70	31	157	71	226	102	340	153	509	339	764	344
	50p	117	52	262	118	377	170	567	255	850	382	1.275	574
	60p	140	63	314	141	452	203	679	306	1.019	458	1.528	688
3.840 x 2.160	24p	145	65	328	148	471	212	707	318	1.061	477	1.591	716
	25p	151	68	342	154	492	221	737	332	1.106	498	1.659	746
	30p	182	82	410	185	589	265	884	398	1.326	597	1.989	895
	50p	303	136	684	308	983	442	1.475	664	2.212	995	3.318	1.493
	60p	363	163	821	369	1.178	530	1.768	795	2.652	1.193	3.977	1.790
4.096 x 2.160	24p	155	70	350	157	503	226	754	339	1.131	509	1.697	764
	25p	162	73	365	164	524	236	786	354	1.180	531	1.769	796
	30p	194	87	437	197	629	283	943	424	1.414	636	2.121	955
	50p	323	145	730	328	1.049	472	1.573	708	2.359	1.062	3.539	1.593
	60p	388	174	875	394	1.257	566	1.886	848	2.828	1.273	4.242	1.909
5.120 x 2.160	24p	194	87	437	197	629	283	943	424	1.414	636	2.121	955
	25p	202	91	456	205	655	295	983	442	1.475	664	2.212	995
	30p	243	109	546	246	786	354	1.178	530	1.768	795	2.652	1.193
	50p	405	182	912	410	1.311	590	1.966	885	2.949	1.327	4.424	1.991
	60p	485	218	1.093	492	1.571	707	2.357	1.061	3.535	1.591	5.303	2.386

# Glossário

**canal alfa** Um canal adicional de informação que opcionalmente pode ser incluído com imagens RGB e  $Y'CbCr$ . Se estiver incluído em uma imagem RGB, para cada valor R, G e B que define um pixel, existe um valor A que especifica como o pixel RGB deve ser mesclado com uma imagem em segundo plano. Normalmente, um valor extremo de A indica 100% de transparência, e o outro valor extremo indica 100% de opacidade. Os valores entre os extremos indicam o grau de opacidade.

**codec** Abreviação de *compressor/descompressor*. Um termo geral que se refere ao codificador e ao decodificador.

**codificador** Um algoritmo ou sistema de processamento que utiliza imagens não compactadas e entrega um fluxo de bits compactados. Para Apple ProRes, esse termo se refere a um componente compressor do QuickTime que gera um arquivo .mov com codificação Apple ProRes.

**decodificador** Um algoritmo ou sistema de processamento que utiliza um fluxo de bits compactado e entrega uma sequência de imagens ou quadros de vídeos. Para o Apple ProRes, esse termo se refere a um componente descompressor do QuickTime que converte um arquivo .mov codificado como Apple ProRes em uma sequência de imagens para maior processamento ou exibição.

**formato de vídeo** Uma sequência de vídeo para a qual a altura, a largura e a taxa de quadros são especificadas. Por exemplo, um formato de vídeo de "1.920 x 1.080i 29,97."

**Formato Apple ProRes** Um fluxo de bits com codificação Apple ProRes, normalmente em forma de arquivo .mov, para o qual o tipo de codec e o formato de vídeo Apple ProRes são especificados. Por exemplo, um formato "Apple ProRes 422 HQ 1.920 x 1.080i 29,97."

**lossless** Um tipo de codec para o qual a codificação de um quadro de imagem seguida pela decodificação resulta em uma imagem com garantia matemática de ter os mesmos valores de pixels que o original.

**sem perda visual** Um tipo de codec para o qual a codificação de um quadro de imagem seguida pela decodificação resulta em uma imagem que não é matematicamente sem perdas, mas visualmente não pode ser diferenciada da original quando visualizada em telas idênticas.

**sequência de imagens** Um conjunto ordenado de quadros de imagens que, quando exibido com uma taxa de quadros especificada, é percebido pelo espectador como uma sequência de imagens em movimento em tempo real. Se não for chamada de "vídeo", uma sequência de imagens muitas vezes é um conjunto de imagens RGB (com um canal alfa opcional), como formatos de arquivos DPX, TIFF e OpenEXR.

**vídeo** Uma sequência de imagens para a qual os quadros de imagem normalmente usam o espaço de cor  $Y'CbCr$  e os canais de chroma subsampling, normalmente com um dos padrões a seguir: 4:2:2, 4:2:0 ou 4:1:1.