

# O software EVP Plus fornece o processamento mais recente de imagens para os sistemas CR e DR

## Introdução

Os técnicos de radiografia esperam um grau alto de automação e eficiência na tecnologia que eles usam em seu fluxo de trabalho diário, o que significa que eles esperam interação mínima com o software de modalidade da tecnologia. Ao mesmo tempo, os radiologistas também precisam da flexibilidade para especificarem suas preferências de visualização de diagnósticos individualizados do local.

Para tecnologia de processamento de imagens, isso significa que o desafio máximo é alcançar um grau alto de automação fornecendo, simultaneamente, flexibilidade e facilidade de uso. Isso é um desafio relativamente grande quando se trata de radiografia de projeção digital, em que as imagens de raios X dos pacientes usando sistemas de radiografia digital de painel plano

(DR) ou de radiografia computadorizada de fósforo de armazenamento foto-estimulável (CR) requerem uma etapa de processamento para transformarem as imagens capturadas em uma forma adequada para interpretação de diagnósticos.

O software CARESTREAM DirectView EVP Plus resolve com sucesso este desafio para radiografia de projeção digital. Processa automaticamente EVP Plus e fornece imagens DR e CR com qualidade de diagnóstico para PACs, baseadas nas preferências de aspecto que podem ser especificadas exclusivamente por cada local.

## Processamento de imagens EVP Plus

A figura 1 mostra um diagrama do fluxo das seis etapas principais do processamento automático do algoritmo do EVP Plus.



Figura 1 – Diagrama do fluxo do processamento do EVP Plus

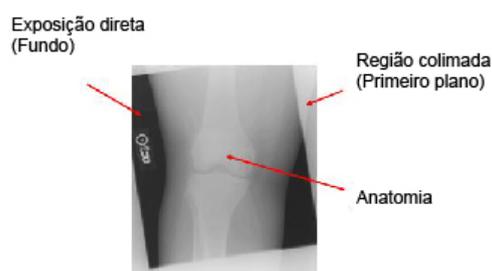
Durante a etapa de pré-processamento, são efetuadas várias correções como o ganho do detector e ajustes do deslocamento nos dados de pixel sem formatação. Essas correções calibram o receptor da criação de imagens para que ele tenha uma resposta consistente para as exposições de raios X no

campo de visualização. A etapa de pré-processamento também incorpora a conversão linear-para-logarítmica dos valores do pixel. A conversão logarítmica garante que a forma do histograma do valor do código da imagem não varia com o nível de exposição, o que facilita o processamento

## Documento técnico | Software CARESTREAM DirectView EVP Plus

robusto e consistente. Se for usada uma grade estacionária durante a aquisição de imagens e se um padrão de linha de grade estiver presente na imagem, o software de pré-processamento detectará o padrão e a amplitude das variações do sinal será desvanecida. A supressão da linha da grade evita a ocorrência dos artefatos de aliases, como os efeitos de Moire, quando as imagens são redimensionadas para exibição nos monitores de PACS.

Após o pré-processamento estar completo, a imagem é segmentada e cada pixel é classificado como pertencendo a uma das três regiões: 1) anatomia diagnosticamente relevante, que corresponde geralmente à região na linha da pele; 2) colimação e 3) exposição direta. A figura 2 identifica as três regiões principais que são segmentadas.



**Figura 2 – Três regiões de imagem que são segmentadas**

Na anatomia, os algoritmos são usados para redefinirem a estimativa das regiões diagnosticamente importantes, como: osso, tecido mole e ar livre. A etapa de segmentação identifica regiões rádio-opacas relativamente menores na linha da pele, incluindo marcadores de fio e marca-passos.

O software EVP Plus ignora os valores de pixel correspondentes às regiões rádio-opacas quando da derivação de parâmetros que controlam o aprimoramento espacial-frequência, e cria tabelas de pesquisa para criação de imagens com escalas de cinza. No caso de CR, podem existir ocasiões onde estão presentes campos de exposição múltipla em uma placa única. Para estes casos, o software identifica automaticamente cada região e, depois, trata cada campo de exposição como uma imagem individual. O resultado da etapa da segmentação é um conjunto de descritores

de imagens principais ou, no caso de um exame de CR de exposição múltipla, conjuntos de descritores. Estes descritores de imagens principais são usados para controlarem a criação de imagens dependentes do sinal.

A primeira etapa na criação de imagens é a decomposição da banda de frequência múltipla. Este é uma abordagem poderosa que permite que o contraste de recursos de tamanho diferente na anatomia seja manipulados de forma independente. O contraste relativo destes recursos pode ser ajustado para produzir uma visualização preferida para interpretação de diagnósticos para cada tipo de exame. A decomposição da banda de frequência envolve um processo que mancha sucessivamente a imagem, aumentando os graus para criar uma série de imagens filtradas de passagem baixa.

As imagens resultantes são usadas para criar uma série de imagens representando bandas diferentes espaciais-frequência. Cada banda de frequência representa um intervalo particular de tamanhos de recursos anatômicos. Por exemplo, as bandas de frequência baixa representam variações grandes de anatomia-contraste como, por exemplo, os campos de mediastino e pulmões, onde as bandas de alta frequência representam variações pequenas de contraste, como trabéculo ósseo. As bandas de alta frequência também contêm, geralmente, as variações de "sal e pimenta" associadas com o ruído quantum.

Após a imagem ser decomposta nas bandas de frequência, os valores de pixel em cada banda são multiplicados por um termo de ganho que aumenta, ou reduz, essencialmente, (se o termo do ganho for  $< 1$ ) o contraste dos atributos das imagens que são representados por essa banda. O grau de aprimoramento ou supressão de cada banda espacial-frequência não é um valor fixado no EVP Plus. Ao invés disso, os ganhos da banda de frequência são uma função do nível de exposição e a magnitude da borda. Especificamente, o EVP Plus incorpora uma função dependente da borda-magnitude que efetua a modulação do ganho para mitigar os artefatos de halo (anéis) que podem ocorrer ao redor das bordas de alto contraste. Esta abordagem aprimora os detalhes sutis sem

## Documento técnico | Software CARESTREAM DirectView EVP Plus

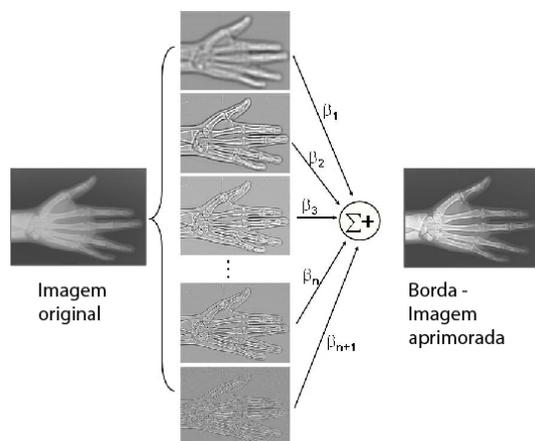
sobrepor o realce das bordas de alto contraste suscetíveis de artefatos de halo (figura 3).



**3a – Artefato de halo**    **3b – Processamento de EVP Plus**

Nos níveis diagnóstico-exposição, a fonte de ruído predominante em uma imagem radiográfica é ruído quantum. À medida que os níveis de exposição dos raios X reduzem no intervalo de diagnósticos, a relação sinal-para-ruído (SNR) também reduz, o que tem o efeito de incrementar o aspecto de ruído. Devido ao aspecto do ruído variar espacialmente à medida que corresponde às regiões da exposição relativamente maior ou menor, o EVP Plus aplica uma supressão maior às regiões da exposição menor.

Após as bandas da frequência serem manipuladas, as bandas são re combinadas para reconstruírem a imagem aprimorada de frequência (figura 4).



**Figura 4 – Reconstrução aprimorada da frequência e decomposição de frequência múltipla do EVP Plus**

Os descritores da imagem principal são usados para gerarem uma escala de tons derivada da etapa da segmentação. A escala de tons é aplicada na imagem aprimorada da frequência e usada para controlar o brilho da imagem (luminância ou densidade média) e a latitude (o intervalo de exposições que é criado para exibição).

Além disso, a tabela de procura da escala de tons é mapeada através de uma função de exibição de escala de cinza padrão (DICOM GSDF) para apresentação da imagem em um monitor de PACS calibrado. Uma máscara de colimação também pode ser aplicada na imagem preparada para exibição.

A figura 5 mostra dois exemplos ilustrando a progressão do aspecto da imagem através das várias etapas do processamento de imagens do EVP Plus. Mostrados da esquerda a direita: a imagem sem formatação não processada, a imagem após aplicação de tom-escala, a imagem com frequência aprimorada e a imagem preparada para exibição após a aplicação da máscara de colimação.

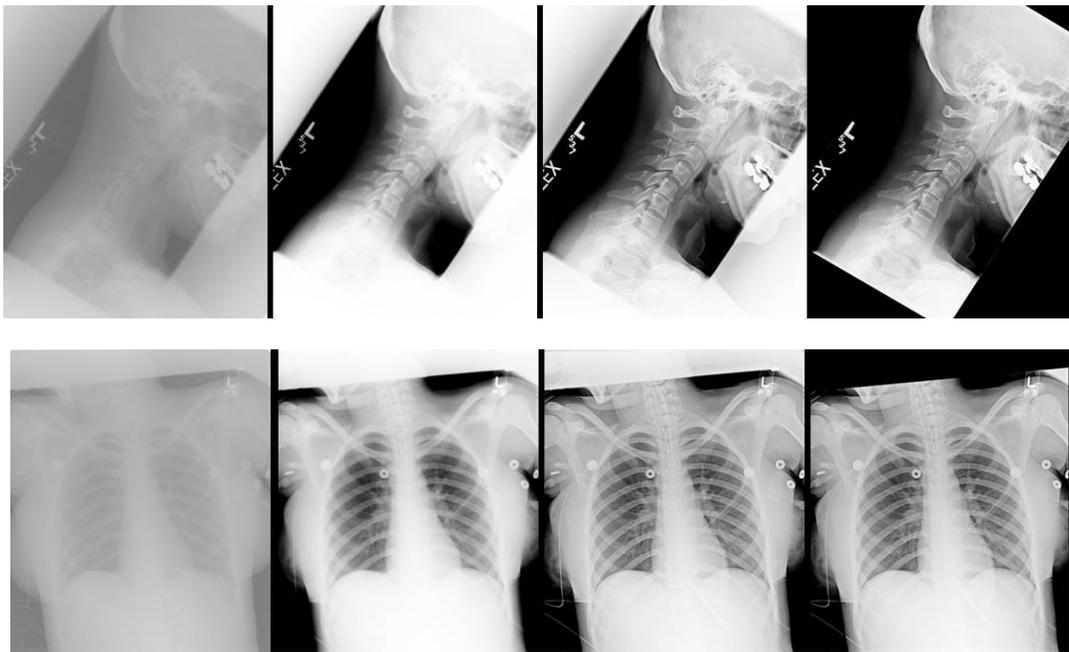


Figura 5 – Da esquerda para a direita, a progressão da imagem: imagem não processada, escala de tons, aprimoramento da frequência, máscara de colimação aplicada

### Estabelecer preferências de visualização de imagem

Os sistemas de CR e DR da Carestream implementaram uma interface de usuário intuitiva (figura 6) que fornece controles independentes para cinco atributos fundamentais da qualidade da imagem: brilho, latitude, contraste do detalhe, nitidez e ruído.

A interface do usuário, conforme é descrita abaixo (figura 6), pode ser usada para configuração inicial na definição das preferências únicas de aspecto para uma clínica. Após as preferências serem estabelecidas, o EVP Plus processa automaticamente imagens para o “aspecto” especificado.



Figura 6 – Interface do usuário com controles independentes dos atributos da qualidade da imagem

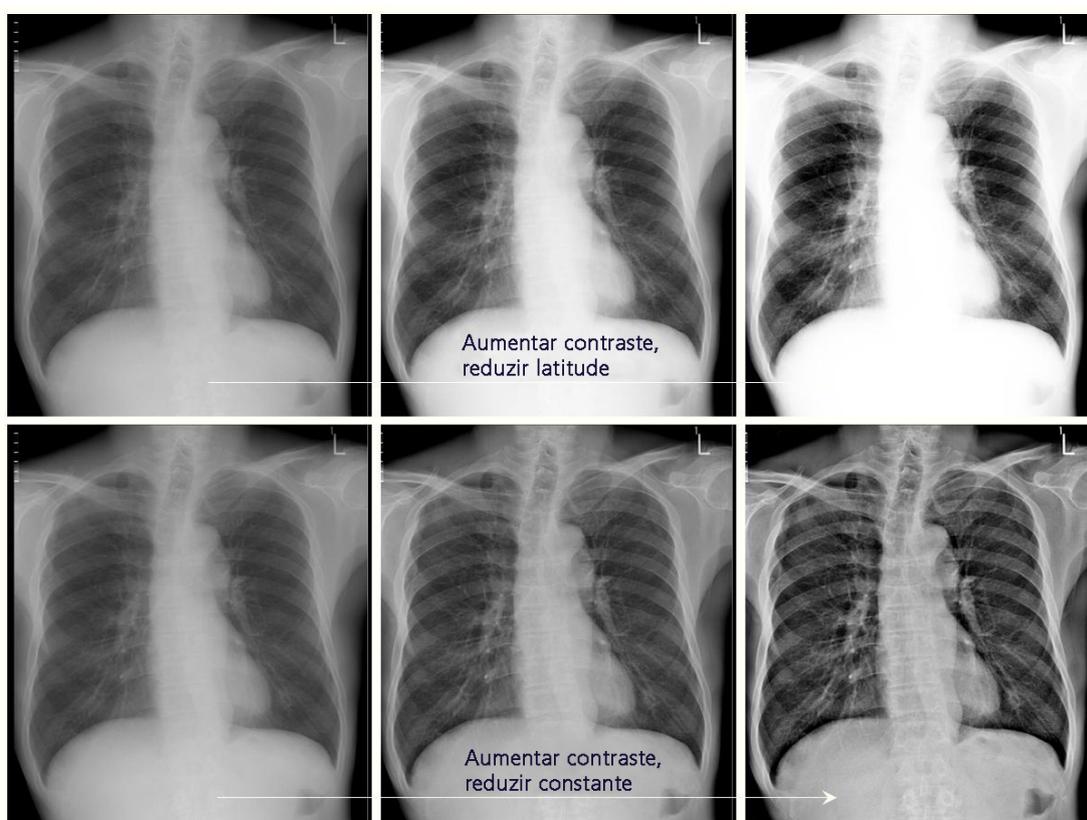
## Documento técnico | Software CARESTREAM DirectView EVP Plus

Cada atributo de qualidade da imagem é controlado através de deslizadores no editor de preferência. O deslizador do brilho controla a densidade média (ou luminância) da imagem. Deslizar simplesmente este controle do brilho para cima ou para baixo clareia ou escurece o nível do brilho, respectivamente.

O deslizador da latitude controla o intervalo das exposições que são mapeadas para o intervalo de exibição sem afetarem o detalhe local. Mover este deslizador para cima aumenta as sombras visíveis de cinza.

Movê-lo para baixo reduz as sombras visíveis de cinza.

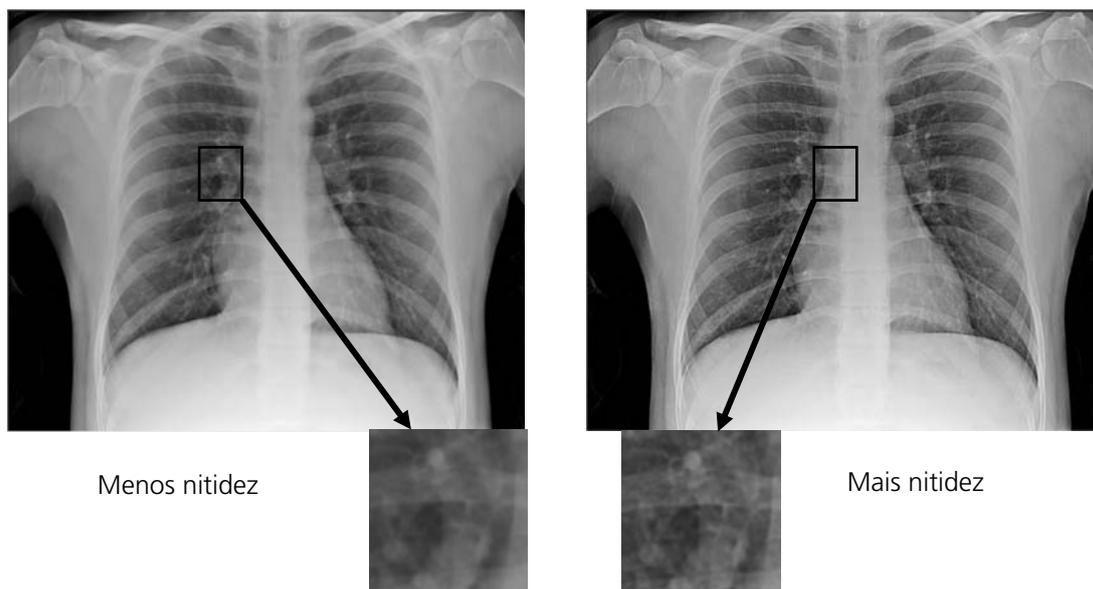
O deslizador de detalhe-contraste controla o contraste local das estruturas de tamanho médio em uma imagem, como espaços de junta, espaçamento dos corpos vertebrais e costelas, sem afetar a latitude da imagem. Aumentar o valor do deslizador torna as estruturas de tamanho médio na imagem mais pronunciadas, enquanto que reduzir o valor torna essas estruturas menos pronunciadas. A figura 7 ilustra as diferenças entre o controle interdependente e independente da latitude e contraste do detalhe.



**Figura 7 – Linha de topo: a operação tradicional de tons-escala ilustra que aumentar o contraste reduz o intervalo de exposições que são visualizadas (essa é a troca clássica contraste/latitude interdependente). Linha inferior: o processamento do EVP Plus alcança o mesmo grau de incremento do contraste, enquanto que mantém o mesmo intervalo de exposições que pode ser visualizado. O EVP Plus fornece controle independente da latitude e contraste.**

O deslizador da nitidez controla o aspecto das estruturas mais finas como trabéculo ósseo, marcas no pulmão e calcificações. A figura 8 ilustra os efeitos do ajuste do deslizador da nitidez.

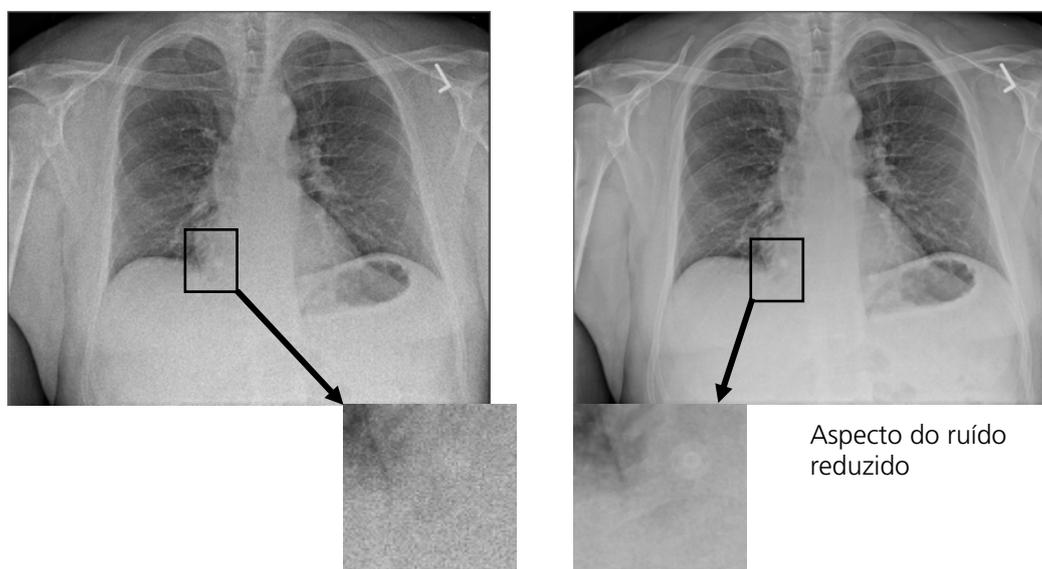
Aumentar o valor do deslizador torna estas estruturas mais finas mais pronunciadas, enquanto que reduzir o deslizador anula o realce dessas estruturas.



**Figura 8 – Efeito de aumentar o deslizador de nitidez no aspecto das estruturas de imagem mais finas**

Finalmente, o deslizador de ruído controla o nível da supressão do ruído aplicado na imagem. A mesma facilidade de uso aplica-se aqui— reduzir o deslizador minimiza o aspecto do ruído, enquanto que

aumentar o deslizador aplica menos supressão do ruído, que pode tornar o ruído mais aparente nas áreas de exposição menor. A figura 9 ilustra o efeito de reduzir o deslizador do ruído.



**Figura 9 – Reduzir o deslizador do ruído reduz o aspecto do ruído**

O EVP Plus oferece um conjunto dos aspectos predefinidos, cada um levando em consideração graus diferentes de brilho, latitude, contraste de detalhe, nitidez e aspecto do ruído. Os locais de criação de imagens podem ser selecionados a partir

dessas configurações predefinidas e, depois, os exames personalizados para suas próprias preferências, usando controles simples e intuitivos.

---

## Documento técnico | Software CARESTREAM DirectView EVP Plus

### Resumo

O software EVP Plus da Carestream fornece o processamento de imagens mais recente para DR e CR, que é fornecido junto com uma interface de usuário intuitiva. Após a instalação do software, os usuários podem “digitar” facilmente definições de

preferências de visualização individualizadas para cada tipo de exame radiográfico em seu local. Depois do software estar configurado, o software EVP Plus fornece automaticamente imagens radiográficas que atendem a apresentação da imagem preferida para cada exame.

### Referências

1. X. Wang e H. Luo, “Automatic and exam-type independent algorithm for the segmentation and extraction of foreground, background, and anatomy regions in digital radiographic images,” Proc. SPIE 5370, 1427–1434 (2004).
2. X. Wang, J. Luo, R. Senn e D. Foos, “Method for recognizing multiple radiation fields in computed radiography,” Proc SPIE 3661, 1625–36 (1999).
3. Couwenhoven ME, Senn RA, Foos DH. Enhancement method that provides direct and independent control of fundamental attributes of image quality for radiographic imagery. SPIE Medical Imaging Proceedings; 5367: 474-481, 2004.
4. Jain AK, “Fundamentals of Digital Image Processing,” Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, NJ, 1989.
5. Dainty JC, Shaw R, “Image Science,” Academic Press, London, NY, San Francisco, 1974.
6. Barret HH, Swindell W, “Radiological imaging: the theory of image formation, detection and processing,” Academic Press, New York, NY, 1981.