



República Federativa do Brasil

Ministério do Desenvolvimento, Indústria,
Comércio e Serviços

Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) BR 122018010845-2 B1

(22) Data do Depósito: 04/09/2014

(45) Data de Concessão: 09/05/2023

(54) Título: MEIO LEGÍVEL POR COMPUTADOR NÃO TRANSITÓRIO PARA QUANTIFICAÇÃO DE CROMA EM CODIFICAÇÃO DE VÍDEO

(51) Int.Cl.: H04N 19/124.

(52) CPC: H04N 19/124.

(30) Prioridade Unionista: 05/08/2014 US 14/452,485; 05/08/2014 US 14/452,494; 09/09/2013 US 61/875,664.

(73) Titular(es): APPLE INC..

(72) Inventor(es): ALEXANDROS TOURAPIS; GUY COTE.

(86) Pedido PCT: PCT US2014054152 de 04/09/2014

(87) Publicação PCT: WO 2015/035092 de 12/03/2015

(85) Data do Início da Fase Nacional: 28/05/2018

(62) Pedido Original do Dividido: BR112016005080-0 - 04/09/2014

(57) Resumo: QUANTIFICAÇÃO DE CROMA EM CODIFICAÇÃO DE VÍDEO. A presente invenção refere-se a um método de sinalização de valores de desvio de QP de croma adicionais que são específicos para os grupos de quantificação, em que cada grupo de quantificação especifica de maneira explícita o seu próprio conjunto de valores de desvio de QP de croma. Alternativamente, uma tabela de possíveis conjuntos de valores de desvio de QP de croma é especificada na área do cabeçalho da imagem, e cada grupo de quantificação usa um conteúdo para selecionar uma entrada da tabela para determinar o seu próprio conjunto de valores de desvio de QP de croma. Os valores de desvio de QP de croma específicos do grupo de quantificação são usados então para determinar os valores QP de croma para os blocos dentro do grupo de quantificação além dos valores de desvio de QP de croma já especificados para níveis mais elevados da hierarquia de codificação de vídeo.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"MEIO LEGÍVEL POR COMPUTADOR NÃO TRANSITÓRIO PARA QUANTIFICAÇÃO DE CROMA EM CODIFICAÇÃO DE VÍDEO"**.

Dividido do BR112016005080-0, depositado em 4 de setembro de 2014.

ANTECEDENTES

[001] O padrão High Efficiency Video Codificação (HEVC/H.265) da próxima geração, que foi desenvolvido conjuntamente por IT e ISO MPEG, introduziu várias ferramentas de codificação de vídeo novas em um esforço para melhorar a eficiência da codificação de vídeo versus os padrões e tecnologias de codificação de vídeo precedentes tais como MPEG-2, MPEG-4 part2, MPEG-4 AVC/H.264, VC1 e VP8, entre outro. Em sua primeira versão, esse novo padrão pode suportar a codificação de material de 8 ou 10 bits YUV 4:2:0 ao utilizar três perfis bem definidos, isto é, os perfis Main, Main 10 e Main Still Picture. No entanto, o trabalho ainda está progredindo no suporte de uma precisão de amostra de mais de 10 bits (profundidade de bit) bem como formatos de amostragem de cores e espaços de cores diferentes, incluindo YUV 4:2:2, YUV 4:4:4 e RGB 4:4:4, entre outros. A codificação de tais materiais é de interesse considerável, principalmente para o uso em várias aplicações profissionais, tais como aplicações do cinema, a captura, edição de vídeo, arquivamento, obtenção de imagens médicas, etc., mas também em várias aplicações do consumidor tais como a compressão e o compartilhamento do conteúdo da tela, a computação remota, e os jogos, entre outras.

[002] Até recentemente, os codecs de vídeo existentes receberam quase sempre uma prioridade muito maior na codificação do componente de luma de uma imagem. Os parâmetros de codificação que controlam as características de codificação e a qualidade da informação de luma são providos principalmente a níveis mais baixos da hie-

rarquia de codificação de vídeo tais como a fatia, o bloco da árvore de codificação, a unidade de codificação, ou até mesmo o nível do bloco de transformação de HEVC. Os parâmetros de controle e sintonia para todos os componentes restantes são principalmente possíveis em um nível mais elevado, tal como ao nível de Sequência, Conjunto de Parâmetros de Imagem, ou Fatia, conjuntamente com as modificações dos parâmetros de controle de luma. Por exemplo, em MPEG-4 AVC, a quantificação de luma e o parâmetro de Quantificação (QP) correspondente foram controlados com um parâmetro sinalizado ao nível de macrobloco. Um único desvio para cada componente de croma foi provido nos Conjuntos de Parâmetros de Imagem. Cada desvio de QP de croma controla o valor de QP do componente de croma correspondente em relação a De QP de luma dentro de cada macrobloco. No entanto, essa relação é fixa para toda a imagem. Se for desejado mudar a qualidade de uma área de luma ou de croma, então os outros componentes também são impactados no caso dessa relação muito apertada. Em HEVC, algum controle adicional também foi provido, uma vez que HEVC permite a sinalização de desvio de quantificação de croma separada para cada fatia. No entanto, o uso de múltiplas fatias pode não ser desejável ou funcional para algumas aplicações, ao passo que o controle provido ainda é um tanto grosseiro.

[003] Para algumas aplicações ou conteúdos, a capacidade de controlar a qualidade de alguns componentes de cor independentemente pode ser bastante importante em uma tentativa de melhorar a qualidade total, a razão de compressão, assim como a experiência total do usuário. Algumas áreas, por exemplo, podem ser caracterizadas por características diferentes de textura ou de ruído até mesmo nos componentes de cor, enquanto pode ser importante realçar as bordas das cores, mais ou menos do mesmo modo que é realçada a mesma informação em luma. Além disso, para as aplicações 4:4:4 tais como o

compartilhamento da exibição de vídeo e a computação remota, pode ser desejável codificar o conteúdo de RGB onde a importância e, desse modo, o controle desejado, dos componentes vermelhos e azuis da cor tendem a ser mais elevados do que os componentes de croma no domínio de YUV. Também pode ser desejável codificar o conteúdo de vídeo misturado que é uma combinação do conteúdo sintético, tais como gráficos de computador ou aplicativos, com imagens ou vídeos naturais. Nesse cenário, dadas as características diferentes de conteúdo natural versus sintético, assim como a possibilidade de que o conteúdo natural consistia originalmente em imagens de 4:2:0 convertidas para cima para a exibição em 4:4:4, que tem a capacidade de controlar parâmetros de quantificação de croma pode causar potencialmente impactos no desempenho da codificação e na qualidade subjetiva de maneira considerável.

[004] O que se faz necessário é um método que permita mais controle dos parâmetros de quantificação de croma em comparação aos codecs existentes, bem como ampliar esse suporte para todos os formatos de cores comuns (tais como YUV, RGV, YCoCg, ou YCoCg-R), todos os esquemas de amostragem de cores comuns (tais como 4:2:0, 4:2:2, 4:4:4, ou 4:4:4:4), bem como uma variedade de profundidades de bits para cada componente. Tal método deve permitir a sinalização e a troca de informação de desvio de QP de croma dentro de um bloco de codificação de uma maneira muito mais flexível sem impor nenhuma limitação nos formatos de cores ou de amostragem.

SUMÁRIO

[005] A fim de prover um sistema de codificação de vídeo em que os parâmetros de quantificação de croma (QP) podem ser especificados de maneira mais flexível, algumas modalidades da invenção provêm um método de sinalização de valores de desvio de QP de croma adicionais que são específicos para os grupos de quantificação. Em

algumas modalidades, cada grupo de quantificação especifica explicitamente o seu próprio conjunto de valores de desvio de QP de croma. Em algumas modalidades, uma tabela de possíveis conjuntos de valores de desvio de QP de croma é especificada na área do cabeçalho da imagem ou da fatia, e cada grupo de quantificação usa um índice para selecionar uma entrada da tabela para determinar o seu próprio conjunto de valores de desvio de QP de croma. Os valores de desvio de QP de croma do nível do grupo de quantificação são usados então para determinar os valores QP de croma para blocos ou conjuntos de pixels dentro do grupo de quantificação. Em algumas modalidades, os valores QP de croma do grupo de quantificação são usados conjuntamente com o De QP de luma do bloco e os valores de desvio de QP de croma já especificados a níveis mais elevados da hierarquia de codificação de vídeo.

[006] Algumas modalidades associam as especificações de desvio de QP de croma com grupos de quantificação (QGs) que incluem uma ou mais unidades de dados de vídeo. Em algumas modalidades, cada QG é associado com seu próprio conjunto de especificações de desvio de QP de croma, e em algumas dessas modalidades o conjunto das especificações de desvio de QP de croma associadas com um QG é codificado ou embutido dentro da estrutura de codificação de uma unidade de dados de vídeo no QG.

[007] A fim de reduzir ainda mais o baixo desempenho ou o uso de bits, algumas modalidades especificam todos os valores de desvio disponíveis de cada componente, ou valores da combinação de ambos os componentes, em um nível mais elevado, por exemplo, em um conjunto de parâmetros de sequência (SPS), em um conjunto de parâmetros de imagem (PPS), ou no cabeçalho da fatia atual. Em algumas dessas modalidades, o cabeçalho da sintaxe de nível mais elevado (cabeçalho de SPS/PPS/fatia) lista os possíveis valores de desvio dife-

rentes em um formato tabular, em que a cada entrada na tabela é atribuído um índice. A seguir, ao nível da unidade de codificação/grupo de quantificação, algumas modalidades especificam somente o índice ou os índices dos valores de desvio de quantificação desejados. Tais desvios podem ser independentes dos valores de desvio especificados no cabeçalho de PPS ou de fatia ou, por outro lado, aditivos aos valores de desvio especificados no cabeçalho de PPS ou de fatia. A fim de reduzir o tamanho do fluxo de bits, algumas modalidades restringem o número de entradas na tabela a um valor máximo.

[008] Os codificadores em modalidades diferentes usam métodos diferentes para selecionar e atribuir os valores de desvio de QP de croma adicional que são específicos para um grupo de quantificação. Algumas modalidades executam uma etapa de pré-análise em que o codificador executa uma análise do nível da região. Algumas modalidades identificam as regiões diferentes em uma imagem que são do tipo de conteúdo de vídeo diferente. Em algumas dessas modalidades, as regiões diferentes com tipos diferentes de conteúdo de vídeo são atribuídos valores de desvio de QP de croma diferentes ou em grupos de quantificação diferentes. Algumas modalidades distinguem o conteúdo de gráficos do conteúdo de vídeo real. Algumas modalidades distinguem o conteúdo de vídeo 4:4:4 que são codificadas originalmente no formato 4:4:4 do conteúdo de vídeo 4:4:4 que são amostrados para cima a partir do formato 4:2:0. Algumas modalidades discernem o conteúdo de vídeo que pode ter sido originalmente de profundidades de bits diferentes. Essas características de conteúdo de vídeo, além das suas relações através dos componentes de cores bem como a informação de controle da taxa, são usadas por algumas modalidades para determinar os níveis de quantificação ou as relações de quantificação entre todos os componentes de cores.

[009] O sumário acima é destinado a servir como uma breve in-

introdução a algumas modalidades da invenção. Ela não se refere a uma introdução ou uma visão geral de todo o objeto da invenção divulgado neste documento. A Descrição Detalhada a seguir e os Desenhos que são mencionados na Descrição Detalhada também irão descrever as modalidades descritas na Descrição Resumida, bem como outras modalidades. Por conseguinte, para compreender todas as modalidades descritas por este documento, uma revisão completa do Sumário, da Descrição Detalhada e dos Desenhos é necessária.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0010] As novas características da invenção são apresentadas nas reivindicações anexas. No entanto, para a finalidade de explanação, várias modalidades da invenção são apresentadas nas figuras a seguir.

[0011] A Figura 1 ilustra uma estrutura de codificação de vídeo hierárquica 100 que inclui grupos de quantificação de croma em que cada um deles tem o seu próprio conjunto de especificações de desvio de QP de croma.

[0012] As Figuras imagens 2a-c ilustram vários métodos para codificar um conjunto de valores de desvio de QP de croma para um grupo de quantificação de croma.

[0013] A Figura 3 ilustra um cabeçalho de imagem ou um conjunto de parâmetros da imagem (PPS) exemplificador que especifica uma definição de um grupo de quantificação de croma.

[0014] A Figura 4 ilustra uma unidade da árvore de codificação exemplificadora que pode estar em um grupo de quantificação de croma.

[0015] A Figura 5 ilustra a especificação de desvios de QP de croma adicionais dentro de um grupo de quantificação.

[0016] A Figura 6 ilustra a especificação de desvios de QP de croma adicionais dentro de um grupo de quantificação ao usar um mé-

todo diferente para especificar os valores de desvio de QP de croma para os dois componentes de croma.

[0017] A Figura 7 ilustra conceitualmente um processo para determinar os valores QP de croma a partir de um fluxo de bits de vídeo que permite especificações de desvio de QP de croma adicionais.

[0018] A Figura 8 ilustra uma estrutura de codificação de vídeo hierárquica que inclui uma tabela de possíveis valores de desvio de QP de croma em um cabeçalho de um nível mais elevado.

[0019] Imagem 9 ilustra um cabeçalho do imagem do exemplo ou o conjunto de parâmetro do imagem (PPS) que codifica uma tabela de QP de croma desloca.

[0020] A Figura 10 ilustra um cabeçalho de imagem que codifica cada entrada de uma tabela de desvio de QP de croma de maneira preditiva.

[0021] A Figura 11 ilustra uma unidade de árvore de codificação exemplificadora que pode estar em um grupo de quantificação que usa um índice para recuperar valores de desvio de QP de croma de uma tabela em um cabeçalho da imagem.

[0022] A Figura 12 ilustra um grupo de quantificação que usa um índice para selecionar uma entrada em uma tabela de valores de desvio de QP de croma.

[0023] A Figura 13 ilustra conceitualmente um processo para determinar valores de QP de croma a partir de um fluxo de bits vídeo que usa uma tabela de possíveis valores de desvio de QP de croma para implementar especificações de desvio de QP de croma adicionais.

[0024] A Figura 14 ilustra o pseudocódigo para um cabeçalho de imagem que inclui uma seleção para um método de especificação de valores de desvio de QP de croma adicionais.

[0025] A Figura 15 ilustra a implementação do pseudocódigo para uma unidade de transformação que pode especificar os valores de

desvio de QP de croma para um grupo de quantificação ao usar qualquer um de três métodos diferentes.

[0026] A Figura 16 ilustra a segmentação e a categorização exemplificadoras de uma imagem.

[0027] A Figura 17 ilustra conceitualmente um processo 1700 para analisar regiões diferentes de uma imagem e atribuir desvios de QP de croma de modo correspondente.

[0028] A Figura 18 ilustra um codificador de vídeo genérico.

[0029] A Figura 19 ilustra um decodificador de vídeo genérico.

[0030] A Figura 20 ilustra conceitualmente um sistema eletrônico com o qual algumas modalidades da invenção são implementadas.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[0031] Na descrição a seguir, numerosos detalhes são apresentados com a finalidade de explanação. No entanto, um elemento versado na técnica irá se dar conta que a invenção pode ser praticada sem o uso desses detalhes específicos. Em outros exemplos, as estruturas e os dispositivos bem conhecidos são mostrados na forma de diagrama de blocos a fim de não obscurecer a descrição da invenção com detalhes desnecessários.

[0032] A fim de prover um sistema de codificação vídeo em que os parâmetros de quantificação de croma (QP de croma) podem ser especificados de maneira mais flexível, algumas modalidades da invenção provêm um método de sinalização de valores de desvio de QP de croma adicionais que são específicos para grupos de quantificação. Em algumas modalidades, cada grupo de quantificação especifica explicitamente o seu próprio conjunto de valores de desvio de QP de croma. Em algumas modalidades, uma tabela de possíveis conjuntos de valores de desvio de QP de croma é especificada na área do cabeçalho da imagem ou da fatia, e cada grupo de quantificação usa um índice para selecionar uma entrada da tabela para determinar o seu

próprio conjunto de valores de desvio de QP de croma. Os valores de desvio de QP de croma do nível do grupo de quantificação são então usados para determinar os valores de QP de croma para os blocos dentro do grupo de quantificação. Em algumas modalidades, os valores de QP de croma do grupo de quantificação são usados conjuntamente com o QP de luma de bloco e os valores de desvio de QP de croma já especificados a níveis mais elevados da hierarquia de codificação de vídeo.

[0033] A Seção I a seguir descreve métodos para especificar valores de desvio de QP de croma adicionais. Especificamente, a Seção I.a descreve métodos para especificar explicitamente valores de desvio de QP de croma adicionais em grupos de quantificação, ao passo que a Seção I.b descreve métodos para especificar uma tabela de possíveis valores de desvio de QP de croma. A Seção II descreve então sistemas e métodos diferentes para identificar e atribuir os valores de desvio de QP de croma adicionais a regiões diferentes de uma imagem. A Seção III descreve os sistemas de codificador e decodificador de vídeo que implementam algumas modalidades da invenção, ao passo que a Seção IV descreve um sistema computadorizado com o qual algumas modalidades da invenção são implementadas.

I. ESPECIFICAÇÃO DE DESVIOS DE QP DE CROMA ADICIONAIS

a. Especificação de Desvios de QP de croma Adicionais em Grupos de Quantificação

[0034] Algumas modalidades da invenção provêm um método de especificação de valores de desvio de parâmetros de quantificação de croma (desvios de QP de croma) para codificar uma sequência de vídeo. O método associa as especificações de desvio de QP de croma com grupos de quantificação de croma, em que cada QG de croma engloba uma ou mais unidades de dados de vídeo (tais como unidades de codificação em HEVC). Em algumas modalidades, um conjunto

de especificações de desvio de QP de croma associadas com um grupo de quantificação de croma é codificado ou embutido dentro da estrutura de codificação de uma unidade de dados de vídeo no grupo de quantificação de croma. Em algumas modalidades, a especificação de desvio de QP de croma para um grupo de quantificação de croma é aplicada além das outras especificações de desvio de QP de croma que são especificadas para uma estrutura de codificação de vídeo em um nível mais elevado da hierarquia de codificação de vídeo (tal como uma fatia ou uma imagem) que engloba o grupo de quantificação de croma. Em algumas modalidades, os desvios de QP de croma de níveis diferentes são aplicados conjuntamente (por exemplo, ao adicionar os mesmos ao valor de QP de luma) para determinar os parâmetros de quantificação de croma (QP de croma).

[0035] Em algumas modalidades, os grupos de quantificação de croma (QGs de croma) são definidos além dos grupos de quantificação de luma (QGs de luma). Um QG de luma também engloba uma ou mais unidades de dados de vídeo, mas é para especificar os parâmetros de quantificação de luma (QPs de luma). Em algumas modalidades, os QG de croma podem se sobrepôr ou englobar um ou mais QGs de luma. Em outras palavras, as regiões diferentes dentro de um QG de croma podem pertencer a QGs de luma diferentes e consequentemente ter QPs de luma diferentes.

[0036] Para algumas modalidades da invenção, a Figura 1 ilustra uma estrutura de codificação de vídeo hierárquica 100 que inclui grupos de quantificação de croma (QGs de croma) em que cada um deles tem o seu próprio conjunto de especificações de desvio de QP de croma. A estrutura de codificação de vídeo hierárquica 100 inclui várias imagens 101a 103. Entre estas, a imagem 102 inclui várias fatias 111 a 113. A fatia 112 inclui vários QGs de croma 121 a 123. A imagem 102 tem um conjunto de parâmetros de imagem (PPS) 132 que

inclui um conjunto de especificações de desvios de QP de croma. Os QGs de croma 121 a 123 são associados com os conjuntos de desvios de QP de croma 141 a 143, respectivamente.

[0037] A estrutura de codificação de vídeo hierárquica 100 corresponde a uma sequência de imagens de vídeo. Uma sequência das imagens de vídeo é organizada em camadas de unidades de dados de vídeo em vários níveis de hierarquia, em que uma unidade de dados de vídeo em um nível mais elevado engloba uma ou mais unidades de dados de vídeo a níveis mais baixos. Por exemplo, um grupo de imagens (GOP) é uma unidade de dados de vídeo em um nível mais elevado da hierarquia do que uma imagem, uma imagem é uma unidade de dados de vídeo em um nível mais elevado da hierarquia do que uma fatia da imagem, uma fatia é a unidade de dados de vídeo em um nível mais elevado da hierarquia do que uma unidade da árvore de codificação, e assim por diante. Em algumas modalidades, pelo menos alguns parâmetros especificados para uma unidade de dados de vídeo de um nível mais elevado são aplicáveis às unidades de dados de vídeo de um nível mais baixo que a unidade de dados de vídeo de um nível mais elevado engloba. Por exemplo, em algumas modalidades, a especificação de desvio de QP de croma do nível da imagem para a imagem 102 (de PPS 132) é aplicável a todos os QGs de croma englobados pela imagem 102 (por exemplo, os QGs de croma 121 a 123).

[0038] A estrutura de codificação de vídeo 100 é codificada como um fluxo de bits em algumas modalidades. Tal fluxo de bits é baseado em um formato de codificação de vídeo estabelecido, tal como o padrão HEVC/H.265 ou o padrão MPEG-4 AVC/H.264. Uma imagem sob o padrão H.265 pode incluir uma ou mais fatias, e cada fatia pode ter uma ou mais unidades de árvore de codificação (CTUs). Além disso, cada CTU pode ser subdividida em blocos. O padrão H.265 também permite a definição de grupos de quantificação de luma para a quanti-

ficação/desquantificação de componentes de luma. Cada grupo de quantificação permite a derivação de um parâmetro de quantificação de luma que é específico às unidades de dados de vídeo dentro do grupo de quantificação. Uma vez derivado, o parâmetro de quantificação de luma é usado então para executar a quantificação de coeficientes DCT de luma. Sob o padrão H.265, os parâmetros de quantificação de croma são derivados dos parâmetros de quantificação de luma com base nos valores de desvio providos na camada de imagem ou de fatia de um fluxo de bits compatível com o padrão H.265. A estrutura de codificação de vídeo 100 provê uma sinalização ou especificação de desvio de QP de croma que é além dos desvios de QP de croma da camada de imagem/fatia permitidos pelo padrão H.265.

[0039] Os QGs de croma 141 a 143 são faixas definidas na estrutura de codificação de vídeo 100. Cada um dos QGs 141 a 143 é associado com o seu próprio conjunto de valores de desvio de QP de croma 141a 143. Em algumas modalidades, um grupo de quantificação pode ser um grupo de unidades de dados de vídeo que compartilham de um mesmo conjunto de valores de QP. Em algumas modalidades, a sinalização para os desvios de QP de croma em um QG é aplicada a todas as unidades de dados de vídeo dentro do QG. Em algumas modalidades, os desvios de QP são aplicados a partir da primeira informação residual de croma sinalizada para diante. Nenhuma área que precede a sinalização é associada com o desvio de QP de croma sinalizado. Em outras palavras, o QG pode "ser fragmentado".

[0040] Em algumas modalidades, um QG (de croma ou luma) pode ser definido a diferentes níveis ou profundidades da hierarquia de codificação de vídeo tais como a unidade de árvore de codificação, a unidade de codificação ou a unidade de transformação, uma vez que estas são suportadas em HEVC. Em algumas modalidades, a definição de um QG para o desvio de QP de croma herda a definição de um

QG para componentes de luma quando disponível.

[0041] Em algumas modalidades, a profundidade, o nível e o tamanho de um QG (de croma ou luma) podem ser especificados de maneira flexível no fluxo de bits, e podem variar da imagem a imagem. Por exemplo, uma imagem (por exemplo, 101) pode especificar os seus QGs de croma para que estejam no nível superior de uma árvore de quad de codificação (isto é, um QG é uma CTU), ao passo que uma outra imagem (por exemplo, 103) pode especificar os seus QGs de croma para que estejam em um nível mais baixo de uma árvore de quad de codificação (por exemplo, um QG é um bloco de codificação de uma árvore de quad). Em algumas modalidades, os parâmetros de um nível mais elevado (tal como um PPS ou um cabeçalho de fatia) especificam em qual nível da hierarquia de codificação de vídeo se encontram os QGs de uma imagem a ser definidos.

[0042] A Figura 1 também ilustra como os desvios especificados pelos QGs de croma são usados para computar valores de QPs de croma. Em algumas modalidades, tais como aquelas ilustradas pela Figura 1, um primeiro conjunto de parâmetros de desvio de QP de croma já está sinalizado no PPS 132 (e/ou cabeçalho para a fatia 112). Em algumas modalidades, os valores de desvio de QP de croma que são especificados a níveis acima de QGs de croma (por exemplo, PPS e/ou cabeçalho da fatia) são ignorados quando os QGs especificam os seus próprios valores de desvio de QP de croma. Em algumas modalidades, os elementos de sintaxe de desvio de QP de croma de nível mais elevado e os desvios de QP de croma do nível de QG são considerados em conjunto para reduzir o baixo desempenho. Isto é, a adaptação de valores de QP de croma é feita em relação a ambos os conjuntos de parâmetros em conjunto, e a informação sinalizada pode ser vista como um desvio "de segunda ordem". Em algumas dessas modalidades, os valores de QP de croma para o QG de croma atual são

computados como:

$QP_{croma}[i] = QP_{luma} + QP_{offset_pps}[i] + QP_{offset_quant_group}[i]$ (1)
(i = 0 para o primeiro componente de croma; i = 1 para o segundo componente de croma)

[0043] Onde QP_{luma} é o QP do componente de luma que corresponde ao grupo de quantificação de croma atual, $QP_{offset_pps}[i]$ é o desvio de QP do i^o componente de croma desviado do PPS atual (ou cabeçalho de fatia), e $QP_{offset_quant_group}[i]$ é o desvio adicional sinalizado ao nível de QG para esse componente. $QP_{offset_pps}[i] + QP_{offset_quant_group}[i]$ constitui desse modo o desvio de QP de croma total do i^o componente de croma.

[0044] Em algumas modalidades, a adaptação de valores de QP de croma é baseada em parâmetros de desvio de QP de croma a partir de múltiplos níveis da hierarquia de codificação de vídeo. Por exemplo, em algumas modalidades, a computação dos valores de QP de croma considera os valores de desvio de QP de croma a partir de PPS bem como do cabeçalho da fatia. Em algumas dessas modalidades, o valor de QP de croma para o componente i do QG atual é computado como:

$$QP_{croma}[i] = QP_{luma} + QP_{offset_pps}[i] + QP_{offset_slice}[i] + QP_{offset_quant_group}[i] \quad (2)$$

[0045] Onde $QP_{offset_slice}[i]$ é o desvio de QP do i^o componente de croma desviado do cabeçalho de fatia atual, $QP_{offset_pps}[i]$ é o QP do i^o componente de croma desviado do PPS atual, e a soma $QP_{offset_pps}[i] + QP_{offset_slice}[i] + QP_{offset_quant_group}[i]$ é o desvio total de QP de croma do i^o componente de croma. Algumas modalidades permitem opcionalmente que um ou mais valores de desvio de QP de croma adicionais sejam especificados em outras camadas da hierarquia de codificação de vídeo. Para codificar ou decodificar um bloco de codificação particular, algumas dessas modalidades usam

alguns ou todos os valores de desvio de QP de croma especificados ao longo dos níveis da hierarquia de codificação de vídeo que englobam (ou são aplicáveis a) o bloco de codificação particular.

[0046] Tal como mencionado, os valores de QP de croma de um QG de croma são computados ao adicionat desvios de QP de croma ao valor de QP de luma aplicável ao QG de croma. Em algumas modalidades, o valor de QP de luma que corresponde a um QG de croma pode mudar dentro de um QG de croma. Isso ocorre porque os QGs de luma e o QGs de croma podem se sobrepôr de maneira tal que um QG de croma pode englobar as unidades de codificação que caem em QGs de luma diferentes e têm desse modo valores diferentes de QPs de luma. Consequentemente, as unidades de codificação diferentes dentro de um QG de croma podem terminar tendo valores diferentes de QP de croma (uma vez que os desvios de QP de croma aplicáveis ao QG de croma sejam aplicados aos valores diferentes de QP de luma dentro do QG de croma).

[0047] No exemplo da Figura 1, o QG de croma 121 tem quatro valores correspondentes de QP de luma (QPLuma), porque o QG de croma 121 se sobrepõe com quatro QGs de luma diferentes 171 a 174. Esses quatro valores de QP de luma do QG de croma 121 resultam em quatro valores possíveis de QP de croma depois da aplicação dos desvios de QP de croma (QPoffset_pps, QPoffset_slice, QPoffset_quant_group) do desvio de PPS 132 e do desvio de QG1 141. Uma unidade da codificação no QG de croma 121 pode, portanto, ter um desses quatro valores possíveis de QP de croma, dependendo do QG de luma subjacente no qual cai a unidade de codificação. Do mesmo modo, o QG de croma 123 se sobrepõe com dois QGs de luma diferentes 181 e 182, e uma unidade de codificação no QG de croma 123 pode ter um de dois valores possíveis de QP de croma, dependendo do QG de luma subjacente QG no qual cai a unidade de codificação.

[0048] Por outro lado, o QG de croma 122 tem somente um valor de QP de luma correspondente, porque o QG de croma 122 cai completamente dentro de um QG de luma 175 (ou engloba o mesmo conjunto exato de unidades de codificação que o QG de luma 175). Consequentemente, todas as unidades de codificação no QG de croma 122 têm o mesmo valor de QP de croma depois da aplicação dos desvios de QP de croma.

[0049] Uma vez que há dois componentes de croma para cada componente de luma para a maior parte dos formatos de codificação de vídeo (por exemplo, YCbCr), em algumas modalidades, cada desvio de QP de croma para um grupo de quantificação é um conjunto de valores que incluem a especificação para computar dois valores de desvio para os dois componentes de croma. Para algumas modalidades, as Figuras 2a-c ilustram vários métodos para codificar um conjunto de valores de desvio para o QG 141 da Figura 1. Algumas modalidades usam somente um desses métodos para codificar um conjunto de valores de desvio de QP de croma. Algumas modalidades selecionam métodos diferentes para QGs diferentes com base em características específicas de QG.

[0050] A Figura 2a ilustra o conjunto de valores de desvio de QP de croma como dois valores de desvio independentes 241 e 242. Esses dois valores são usados diretamente como desvio de QP de croma para o componente [0] (251) e para o componente [1] (252). Algumas modalidades selecionam esse método de codificação do desvio de QP de croma quando os dois componentes de croma têm uma correlação muito pequena entre si. Um exemplo adicional desse método de codificação de valores de desvio de QP de croma é descrito mais adiante por meio de referência à Figura 5.

[0051] A Figura 2b ilustra o conjunto de valores de desvio codificado como um único valor 243 que é usado simultaneamente como o

desvio de QP de croma por ambos os componentes de croma (253 e 254). Algumas modalidades selecionam esse método quando os dois componentes de croma são muito similares em suas relações ao componente de luma. Um exemplo adicional desse método de codificação de valores de desvio de QP de croma é descrito mais adiante por meio de referência à Figura 6.

[0052] A Figura 2c ilustra o conjunto de valores de desvio codificados como um valor de desvio imediato 244 e um valor delta 245 baseado no desvio imediato. Neste exemplo, o valor de desvio imediato 244 é aplicado diretamente como o desvio de QP de croma do primeiro componente de croma (255), ao passo que a soma do valor delta 245 e do valor imediato 244 é usada como o valor de desvio de QP de croma do segundo componente de croma (256). Algumas modalidades selecionam esse método quando os dois componentes de croma diferem em suas relações ao componente de luma por um desvio pequeno que pode ser codificado de maneira econômica no fluxo de bits com muitos poucos bits. Esse método codifica o segundo desvio de QP de croma (para o componente [1]) em relação ao primeiro desvio de QP de croma. Isto é, o segundo desvio de QP de croma é predito agora a partir do primeiro desvio de QP de croma (para o componente [0]). Em algumas modalidades, o valor de QP de croma para o primeiro componente de croma é computado como:

$$QP_{croma}[0] = QP_{luma} + QP_{offset_pps}[0] + QP_{offset_quant_group}[0]. \quad (3)$$

[0053] O valor de QP de croma para o segundo componente de croma é computado como:

$$QP_{croma}[1] = QP_{luma} + QP_{offset_pps}[1] + QP_{offset_quant_group}[0] + QP_{offset_quant_group}[1]. \quad (4)$$

(i = 0 para o primeiro componente de croma; i = 1 para o segundo componente de croma)

[0054] Tal como mencionado, algumas modalidades usam valores

de desvio de QP de croma de múltiplas camadas diferentes da hierarquia de codificação de vídeo para derivar o valor de QP de croma final. Para algumas modalidades que usam valores de desvio de QP de croma a partir de PPS e do cabeçalho da fatia, o valor de QP de croma para o primeiro componente de croma é computado como:

$$\begin{aligned} \text{QPcroma}[0] = & \text{QPluma} + \text{QPoffset_pps}[0] + \text{QPoffset_slice}[0] \\ & + \text{QPoffset_quant_group}[0]. \end{aligned} \quad (5)$$

[0055] O valor de QP de croma para o segundo componente de croma é computado como:

$$\begin{aligned} \text{QPcroma}[1] = & \text{QPluma} + \text{QPoffset_pps}[1] + \text{QPoffset_slice}[1] \\ & + \text{QPoffset_quant_group}[0] + \text{QPoffset_quant_group}[1]. \end{aligned} \quad (6)$$

[0056] Tal como mencionado, em algumas modalidades, a definição de um luma e/ou grupo de quantificação de croma é especificada pelos parâmetros que estão no nível da imagem. A Figura 3 ilustra um cabeçalho da imagem exemplificador ou PPS 300 que especifica uma definição de um grupo de quantificação de croma. O cabeçalho de imagem exemplificador 300 é associado com a imagem 102 da estrutura de codificação de vídeo 100. O cabeçalho de imagem 300 é descrito pelo pseudocódigo que é modificado a partir do padrão H.265 a fim de acomodar os desvios de QP de croma adicionais (isto é, a adaptação de valores de QP de croma). Em algumas modalidades, um pseudocódigo para um padrão de vídeo (tal como o padrão H.265 ou um padrão modificado) descreve as operações que são requeridas de um decodificador vídeo quando do processamento de um fluxo de bits que está em conformidade com o padrão de vídeo. Um pseudocódigo também descreve as operações que são requeridas de um codificador de vídeo quando da geração de um fluxo de bits que está em conformidade com o padrão de vídeo.

[0057] Para finalidades ilustrativas, o pseudocódigo do cabeçalho de imagem 300 é mostrado na Figura 3 com as linhas escurecidas 311

a 313. As linhas 311 a 313 permitem valores de desvio de Qp de croma adicionais e definem grupos de quantificação de croma para desvios de QP de croma na imagem 102. Especificamente, o parâmetro "additional_croma_qp_offset" na linha 311 informa o decodificador que vai haver uma especificação de desvio de QP de croma adicional no fluxo de bits. Quando essa variável não é ajustada para uma imagem particular, o fluxo de bits não deve incluir bits para especificar o desvio de QP de croma adicional para a imagem a fim de evitar o desperdício de bits.

[0058] O parâmetro "croma_qp_offset_max_depth" na linha 313 define o nível (e desse modo o tamanho ou a profundidade hierárquica) de QG de croma. Esse parâmetro pode ser ajustado para ser igual ao tamanho de toda a unidade de árvore de codificação (CTU) ou até o tamanho da menor unidade de codificação possível no fluxo de bits. Algumas modalidades permitem que a especificação e a sinalização de desvios de QP de croma adicionais ocorram a qualquer nível desejável (por exemplo, ao nível da CTU, o nível do grupo de quantificação definido por croma, o nível da unidade de codificação, o nível da unidade de transformação, etc.).

[0059] Em algumas modalidades, em vez de definir grupos de quantificação especificamente para desvios de QP de croma, o fluxo de bits usa o parâmetro "diff_cu_qp_delta_depth", que também define os grupos de quantificação para os QPs de luma. Em algumas modalidades, se o parâmetro para definir um grupo de quantificação não estiver disponível, a toda a imagem é atribuído então o mesmo QP para o luma e nenhuma adaptação de QP para o luma é permitida.

[0060] A Figura 4 ilustra uma unidade de árvore de codificação 400 exemplificadora que pode estar em um grupo de quantificação. A unidade de árvore de codificação 400 é descrita pelo pseudocódigo modificado a partir pseudocódigo H.265 a fim de acomodar os desvios

de QP de croma adicionais. A unidade de árvore de codificação 400 está no grupo de quantificação 122, que está na fatia 112 da imagem 102.

[0061] O pseudocódigo para a unidade de árvore de codificação 400 é ilustrado com as linhas escurecidas 411 a 413, que são adicionadas com a finalidade de determinar se a unidade de árvore de codificação faz parte de um QG. Especificamente, na linha 411, o parâmetro "additional_croma_qp_offset" (por exemplo, do cabeçalho de imagem 300) é usado para indicar se a informação de croma adicional é permitida. O parâmetro "croma_qp_offset_max_depth" é comparado contra uma variável "log2CbSize" para determinar se a unidade de árvore de codificação 400 está em um grupo de quantificação (tal como o grupo de quantificação 122). Em caso positivo, o pseudocódigo ajusta a variável "IsCrCuQpOffsetCoded" em 0 na linha 412. Para algumas modalidades, isso também inicializa o ponto de partida do grupo de quantificação de croma.

[0062] A Figura 5 ilustra a especificação de desvios de QP de croma adicionais dentro do QG 122. Tal como discutido acima por meio de referência às Figuras 3 e 4, o QG 122 foi definido pelo cabeçalho de imagem 300 para incluir a unidade de árvore de codificação 400. Os desvios de QP de croma adicionais são especificados dentro de uma unidade de transformação 500 da unidade de árvore de codificação 400. A unidade de transformação 500 é descrita pelo pseudocódigo modificado a partir do pseudocódigo H.265 a fim de acomodar os desvios de QP de croma adicionais.

[0063] O pseudocódigo para a unidade de transformação 500 é ilustrado com as linhas escurecidas 511 a 519, que são adicionadas com a finalidade de especificar os desvios de QP de croma adicionais. Especificamente, na linha 511, o parâmetro "additional_croma_qp_offset" é usado para indicar se a informação adicional de croma é permitida. A

variável "IsCrCuQpOffsetCoded" é usada para indicar se é necessário especificar (ou receber) a informação de desvio de QP de croma na unidade de transformação 500. Se os valores de desvio de QP de croma para o QG 122 já foram codificados, não há nenhuma necessidade de especificar outra vez os valores de desvio de QP de croma.

[0064] Se o QG 122 já não codificou um conjunto de valores de desvio de QP de croma (isto é, se a variável "IsCrCuQpOffsetCoded" for igual a 0), a unidade de transformação 500 nas linhas 512 a 517 especifica os valores de desvio de QP de croma para os dois componentes de croma. Neste caso, a unidade de transformação especifica o conjunto de desvios de QP de croma como dois valores assinados independentes, em que cada valor assinado foi sinalizado ao usar uma magnitude ("cu_croma_cmp0_qp_offset_abs" ou "cu_croma_cmp1_qp_offset_abs") e um sinalizador de sinal ("cu_croma_cmp0_qp_delta_sign_flag" e "cu_croma_cmp1_qp_delta_sign_flag"). O pseudocódigo ajusta então a variável "IsCrCuQpOffsetCoded" em 1, indicando que os valores de desvio de QP de croma desse grupo de quantificação já foram especificados.

[0065] Tal como foi mencionado anteriormente por meio de referência às Figuras 2a e 2b, os grupos de quantificação em modalidades diferentes especificam os valores de desvio de QP de croma para os dois componentes de croma distintamente. A Figura 6 ilustra a especificação de desvios de QP de croma adicionais dentro do QG 122 ao usar um método diferente para especificar os valores de desvio de QP de croma para os dois componentes de croma. A Figura 6 ilustra uma unidade 600 que é descrita pelo pseudocódigo similar àqueles para a unidade de transformação 500, em que a única diferença da transformação é que as linhas 611 a 616 especificam somente um valor de desvio de QP de croma (magnitude + sinal) para ambos os componentes de croma. Em algumas modalidades, a especificação de um valor

de desvio de QP de croma para ambos os componentes de croma é suficiente uma vez que, na maior parte dos casos, a importância dos dois componentes de cores pode não mudar. A sinalização de um ou dois de tais parâmetros pode ser prefixada, ou pode ser sinalizada em diferentes locais de níveis de sintaxe mais elevados tais como SPS, PPS ou o cabeçalho da fatia.

[0066] Para algumas modalidades, a Figura 7 ilustra conceitualmente um processo 700 para determinar valores de QP de croma a partir de um fluxo de bits vídeo que permite especificações de desvios de QP de croma adicionais. Em algumas modalidades, o processo 700 é executado por um decodificador de vídeo, que usa esse processo para executar a desquantificação de componentes de croma quando da decodificação do fluxo de bits vídeo para exibição. Em algumas modalidades, o processo começa quando o decodificador recebeu um fluxo de bits vídeo e começa a decodificar uma imagem de vídeo particular para exibição ou outras finalidades.

[0067] Em 705, o processo 700 processa os parâmetros no cabeçalho de imagem ou PPS da imagem de vídeo particular. Tal como discutido acima por meio de referência à Figura 3, em algumas modalidades, o cabeçalho de imagem ou PPS de uma imagem de vídeo inclui sinalizadores (por exemplo, "additional_croma_qp_offset") para determinar se os desvios de QP de croma adicionais são permitidos para a imagem de vídeo. O cabeçalho de imagem ou PPS também identifica a camada de hierarquia de vídeo em que os grupos de quantificação de croma para os desvios de QP de croma adicionais serão definidos (por exemplo, ao ajustar a variável "croma_qp_offset_max_depth").

[0068] Em seguida, o processo identifica (em 710) valores de desvio de QP de croma de nível mais elevado. Em algumas modalidades, esses valores de desvio de QP de croma de nível mais elevado são

desvios de nível de imagem codificados no cabeçalho da imagem (ou como uma parte do PPS). Em algumas modalidades, esses valores de desvio de QP de croma de nível mais elevado são desvios de nível de fatia codificados no cabeçalho da fatia. Algumas modalidades identificam múltiplos valores de desvio de QP de croma de nível mais elevado, incluindo o nível da imagem e o nível da fatia.

[0069] O processo determina então (em 720) se desvios de QP de croma adicionais são permitidos ou disponíveis para essa imagem de vídeo e/ou fatia particular. Se os desvios de QP de croma adicionais não estiverem disponíveis, o processo prossegue para 750. Se os desvios de QP de croma adicionais estiverem disponíveis, o processo prossegue para 730.

[0070] Em 730, o processo determina se alcançou o início de um grupo de quantificação de croma. Em algumas modalidades, o processo examina se está no nível de hierarquia de vídeo que foi identificado como um grupo de quantificação de croma. Se o processo não estiver no início de um grupo de quantificação de croma (por exemplo, já está dentro de um grupo de quantificação de croma), o processo prossegue para 750. Se o processo estiver no início de um grupo de quantificação de croma, o processo prossegue para 740. Os exemplos das operações 720 e 730 são discutidos por meio de referência à Figura 4 acima.

[0071] Em 740, o processo identifica os valores de desvio de QP de croma para o grupo de quantificação de croma. Em algumas modalidades, os desvios de QP de croma são codificados explicitamente dentro dos grupos de quantificação de croma tal como discutidos acima por meio de referência às Figuras 5 e 6.

[0072] O processo identifica então (em 750) o(s) valor(es) de QP de luma para o grupo de quantificação de croma. Tal como mencionado, em algumas modalidades, os valores de QP de luma são ajustados de acordo com os grupos de quantificação de luma, que podem ou não

ser os mesmos que os grupos de quantificação de croma. Dependendo da sinalização, pode haver mais ou menos grupos de quantificação de luma do que grupos de quantificação de croma. Em algumas modalidades, um grupo de quantificação de luma pode conter múltiplos grupos de quantificação de croma, ou vice versa. Em algumas modalidades, os grupos de quantificação de croma e os grupos de quantificação de luma podem se sobrepor uns aos outros. Consequentemente, unidades diferentes de codificação no mesmo grupo de quantificação de croma podem ter valores diferentes de QP de luma baseados em grupos de quantificação de luma.

[0073] Em seguida, o processo computa (em 760) valores de QP de croma. Para um decodificador, algumas modalidades computam o valor de QP de croma a partir dos valores identificados de QP de luma e de cada desvio de QP de croma identificado. Em algumas modalidades, isso é realizado ao adicionar o valor de QP de luma com os todos os desvios de QP de croma identificados (a partir do nível de fatia/imagem e do nível de QG) tal como ilustrado acima nas equações (1) a (6).

[0074] O processo determina então (em 770) se alcançou o final da imagem (se o de desvio de QP de croma de um nível mais elevado é para toda a imagem) ou alcançou o final da fatia (se o desvio de QP de croma de um nível mais elevado é para a fatia). Em caso positivo, o processo 700 termina. Em caso negativo, o processo 700 retorna a 730 para processar o grupo de quantificação seguinte.

[0075] Tal como mostrado acima por meio de referência às Figuras 1 a 6, os valores de QP de croma são codificados de maneira preditiva ao usar desvios dos valores de QP de luma. Além disso, em algumas modalidades, os próprios valores de desvios são codificados de maneira preditiva pelo desvio entre os mesmos, tais como os desvios do nível de QG que são desvios dos desvios do nível da fatia e/ou da

imagem, e/ou os valores de desvio de um componente de croma que são codificados como desvios de um outro componente de croma. Em algumas modalidades, os desvios de QP de croma são ainda preditos a partir de valores de croma ou dos desvios de unidades ou blocos de codificação vizinhos, ou de valores de croma ou dos desvios de uma unidade ou bloco de codificação arranjada em uma imagem de vídeo vizinha, uma vez que são mais provavelmente suficientemente similares às unidades ou blocos de codificação do grupo de quantificação de croma atual. Algumas modalidades não executam a predição para pelo menos alguns dos grupos de quantificação. Nesses casos, os valores de QP de croma são codificados explicitamente (não como desvios) de maneira tal que os parâmetros de QP do componente de luma são ignorados (porque não há nenhuma necessidade de desviar de luma).

[0076] Algumas modalidades usam um sinalizador para indicar que um conjunto de valores de desvio de QP de croma de um grupo de quantificação vizinho será usado para o grupo de quantificação atual. Em algumas modalidades, esse grupo de quantificação vizinho fica localizado espacialmente à esquerda ou em cima do grupo de quantificação atual. Por exemplo, algumas modalidades usam um sinalizador "cu_qp_update_signal" para indicar se os valores de desvio de QP de croma de um grupo de quantificação vizinho serão usados. Em algumas modalidades, o sinalizador "cu_qp_update_signal" é sinalizado antes do parâmetro "cu_croma_qp_offset_abs" na linha 612 da Figura 6.

[0077] Se o sinalizador for '1', o grupo de quantificação atual irá fornecer uma atualização para especificar os seus próprios valores de desvio de QP de croma. Se o sinalizador for '0', o grupo de quantificação atual não irá atualizar o seu conjunto de valores de desvio de QP de croma, mas, por outro lado, herda os seus valores de desvio de QP

de croma do último conjunto especificado de valores de desvio de QP de croma (por exemplo, do grupo de quantificação vizinho à esquerda) ou outros valores de desvio de QP de croma previamente especificados (por exemplo, o grupo de quantificação vizinho em cima, ou um outro grupo de quantificação vizinho). Se os valores de desvio de QP de croma vizinhos não estiverem disponíveis, algumas modalidades usam então os valores de desvio de QP padrão do PPS e/ou do cabeçalho da fatia.

[0078] Em algumas modalidades, o sinalizador "cu_qp_update_signal" pode tomar possíveis valores adicionais para manipular opções diferentes para especificar valores de desvio de QP de croma. Por exemplo, em algumas modalidades, se o sinalizador for '0', os valores de desvio de QP de croma do grupo de quantificação vizinho à esquerda são usados; se o sinalizador for '1', os valores de desvio de QP de croma do grupo de quantificação vizinho de cima são usados; e se o sinalizador for '2', o grupo de quantificação atual irá especificar explicitamente um novo conjunto de valores de desvio de QP de croma. Em caso contrário, o grupo de quantificação atual irá usar os valores de desvio de QP padrão do PPS e/ou do cabeçalho da fatia. Em algumas modalidades, os valores de desvio de QP de croma herdados pelo grupo de quantificação atual são baseados na média dos valores de desvio de QP de croma de pelo menos dois dos grupos de quantificação vizinhos (por exemplo, da esquerda e de cima).

[0079] Para reduzir ainda mais o baixo desempenho, algumas modalidades especificam que esses desvios de QP de croma adicionais só podem estar dentro de uma pequena faixa de valores, isto é, de um valor - x a x. Ao fazer isso, muda o processo de codificação de entropia, uma vez que altera a estatística prevista da informação a ser sinalizada (isto é, para a codificação Context Adaptive Binary Arithmetic (CABAC), ou se for usado um esquema de codificação de comprimen-

to variável universal "máximo-limitado"). Em algumas modalidades, o valor de x (isto é, a faixa) é prefixado para toda a sequência; ou é sinalizado em um nível mais elevado de sintaxe tal como PPS, SPS, ou cabeçalho da fatia. Algumas dessas modalidades conseguem isso ao especificar x diretamente ou, se x corresponder a uma potência de 2, o valor $\log_2(x)$. Algumas modalidades especificam x ao separar a magnitude, isto é, $\text{abs}(x)$, e o sinal de x . Na CABAC, o valor de $\text{abs}(x)$ corresponde ao parâmetro $c\text{Max}$ necessário no processo de binarização.

b. Especificação de Desvios de QP de Croma Adicionais em uma Tabela

[0080] A fim de reduzir ainda mais o baixo desempenho ou o uso de bits, algumas modalidades especificam todos os possíveis valores de desvio de cada componente, ou valores da combinação de ambos os componentes em uma sintaxe de um nível mais elevado, por exemplo, no conjunto de parâmetros em sequência (SPS), no conjunto de parâmetros da imagem (PPS), ou no cabeçalho da fatia atual. Em algumas dessas modalidades, o cabeçalho de um nível mais elevado (cabeçalho de SPS/PPS/fatia) lista os possíveis valores de desvio possíveis em um formato tabular, em que a cada entrada na tabela é atribuído um índice. Então, ao nível da unidade de codificação/grupo de quantificação, algumas modalidades especificam somente o índice ou índices dos valores de desvio de quantificação desejados. Tais desvios podem ser independentes dos valores de desvio especificados no cabeçalho de PPS ou na fatia ou, por outro lado, ser aditivos aos valores de desvios especificados no cabeçalho de PPS ou na fatia. A fim de reduzir o tamanho do fluxo de bits, algumas modalidades restringem o número das entradas na tabela a um valor máximo.

[0081] A Figura 8 ilustra uma estrutura de codificação de vídeo hierárquica 800 que inclui uma tabela 890 dos possíveis valores de desvio de QP de croma codificados em um cabeçalho de um nível mais

elevado. Um QG de croma em um nível mais baixo da estrutura de codificação de vídeo usa então um índice para selecionar um dos possíveis valores de desvio de QP de croma da tabela 890 para computar os valores de QP de croma. A estrutura de codificação de vídeo 800 é similar à estrutura de codificação de vídeo 100. A estrutura de codificação de vídeo 800 inclui várias imagens 801 a 803. Entre estas, a imagem 802 inclui várias fatias 811 e 812. A fatia 811 inclui vários QGs de croma 821 a 823. A imagem 802 tem um conjunto de parâmetros de imagem (PPS) 831 que inclui um conjunto de especificações de desvio de QP de croma que é aplicável a todos os QGs de croma englobados pela imagem 802. Tal como mencionado acima por meio de referência à Figura 1, bem como das equações (1) e (2), algumas modalidades também especificam o desvio de QP de croma do nível da fatia (não ilustrado), e que a adaptação de valores de QP de croma é baseada em parâmetros de desvio de QP de croma de múltiplos níveis da hierarquia de codificação de vídeo. Ao contrário dos QGs de croma 121 a 123 de imagem 1 que especificam o seu próprio conjunto de valores de desvio de QP de croma, cada um dos QGs de croma 821 a 823 seleciona um conjunto de valores de desvio de QP de croma da tabela 890.

[0082] A tabela 890 é uma disposição que inclui múltiplas entradas. Cada entrada contém um conjunto de desvios de QP de croma que podem ser selecionados por qualquer um dos grupos de quantificação na imagem. Neste exemplo, a tabela 890 inclui as entradas 891 a 895, que correspondem aos conjuntos A, B, C, D e E do desvio de QP de croma, respectivamente. Em algumas modalidades, cada uma das entradas pode ser selecionada por qualquer número de grupos de quantificação ou então por nenhum. No exemplo da Figura 8, os QGs 822 e 823 selecionam o QP de croma para desviar o conjunto A (891), ao passo que o QG 821 seleciona o conjunto de desvio de QP

de croma C (893). Em algumas modalidades, o codificador decide qual o conjunto de desvio de QP de croma a ser incluído e quantos conjuntos de desvio de QP de croma devem ser incluídos na tabela a fim de minimizar a taxa de bits.

[0083] Uma vez que o conjunto de valores de desvio de QP de croma tenha sido identificado na tabela 890, a computação de parâmetros de quantificação de croma é similar àquela da Figura 1. No exemplo da Figura 8, os valores de QP de luma 851 (de quatro QGs de luma que se sobrepõe, ao QG de croma 821) são aplicáveis ao QG de croma 821, o valor de QP de luma 852 (de um mesmo QG de luma) é aplicável ao QG de croma 822, e os valores de QP de luma 853 (dois QGs de luma que se sobrepõem ao QG de croma 823) são aplicáveis ao QG 823. A adição dos valores de QP de luma 851, do conjunto de QP de croma 831 (para a imagem 802 e/ou para a fatia 811), e do desvio de QP de croma C (recuperado da entrada 893 da tabela para o QG 821) resulta nos valores de QP de croma 861 para o QG 821. A adição dos valores de QP de luma 852, do conjunto de QP de croma 831, e do desvio de QP de croma A (recuperado da entrada 891 da tabela) resulta nos valores de QP de croma 862 para o QG 822. A adição dos valores de QP de luma 853, do desvio de QP de croma 831 e do desvio de QP de croma A (recuperado da entrada 891 da tabela) resulta nos valores de QP de croma 863 para o QG 823.

[0084] Em algumas modalidades, a tabela de desvios de QP de croma é codificada dentro da área do cabeçalho de uma imagem de vídeo codificada. A Figura 9 ilustra codifica um cabeçalho de imagem ou PPS 900 exemplificador que codifica a tabela 890. O cabeçalho de imagem 900 é descrito pelo pseudocódigo que é modificado a partir do padrão H.265 a fim de acomodar os desvios de QP de croma adicionais.

[0085] O pseudocódigo para o cabeçalho de imagem 900 é ilus-

trado com as linhas escurecidas 911 a 917, que são adicionadas com a finalidade de definir grupos de quantificação para desvios de QP de croma assim como codificar a tabela 890. Especificamente, o parâmetro "additional_croma_qp_offset" na linha 911 informa o decodificador que irão haver especificações de desvio de QP de croma adicionais para a imagem 802, e o parâmetro "croma_qp_offset_max_depth" na linha 913 define o nível (e desse modo o tamanho ou a profundidade hierárquica) para os QGs na imagem 802. As linhas 914 a 916 do pseudocódigo definem então um conjunto de valores de desvio de QP de croma para cada entrada (891 a 895) da tabela 890. Tal como ilustrado, a cada entrada da tabela é atribuída um valor de desvio de QP de croma para um primeiro componente ("croma_cmp0_qp_offset[k]") e um valor de desvio de QP de croma para um segundo componente ("croma_cmp1_qp_offset[k]").

[0086] Uma vez que os dois componentes de croma para cada entrada da tabela de desvio de QP de croma são provavelmente correlacionados, algumas modalidades usam o valor de desvio de QP de croma de um componente de croma para prever o valor de desvio de QP de croma do outro componente de croma. Em outras palavras, para a k^a entrada na tabela, se `croma_cmp0_qp_offset[k]` representar o valor do desvio do primeiro componente de croma e se `croma_cmp1_qp_offset[k]` representar o valor do desvio do segundo componente de croma, então o desvio de QP de croma para o segundo componente de croma da k^a entrada é computado como:

$$\text{croma_cmp1_qp_offset}[k] = \text{croma_cmp0_qp_offset}[k]$$

$$\text{a. } +\text{delta_croma_cmp1_qp_offset}[k] \quad (7)$$

[0087] Isto é, em vez de enviar todo o parâmetro de desvio, isto é, `croma_cmp1_qp_offset[k]`, algumas modalidades enviam um parâmetro delta, isto é, `delta_croma_cmp1_qp_offset[k]` para computar o desvio para o segundo QP de croma `croma_cmp1_qp_offset[k]`. A Figura

10 ilustra um cabeçalho de imagem 1000 que codifica cada entrada (891 a 895) da tabela de desvio de QP de croma 890 (nas linhas 1015 e 1016) como `croma_cmp0_qp_offset[k]` e `delta_croma_cmp1_qp_offset[k]` de acordo com a equação (7).

[0088] Há outros métodos possíveis de codificar a tabela de desvio de QP de croma de maneira preditiva a fim de reduzir o uso de bits. Por exemplo, em algumas modalidades, as entradas da tabela de desvio de QP de croma são codificadas de maneira preditiva umas com respeito às outras, de maneira tal que todas as entradas exceto uma são preditas a partir de outras entradas. Um exemplo consiste em codificar cada entrada sucessiva na tabela após a primeira entrada como um valor delta predito de uma entrada precedente na tabela. Em algumas modalidades, a primeira entrada é um QP explícito. Em algumas modalidades, a primeira entrada é ela própria um desvio e, portanto, ela própria também é um delta.

[0089] A Figura 11 ilustra uma unidade de árvore de codificação 1100 exemplificadora que pode estar em um grupo de quantificação que usa valores de desvio de QP de croma de uma tabela no cabeçalho da imagem. A unidade de árvore de codificação 1100 é descrita pelo pseudocódigo modificado a partir do pseudocódigo H.265 a fim de acomodar os desvios de QP de croma adicionais. A unidade de árvore de codificação 1100 está no grupo de quantificação 821 da fatia 811. A fatia 811 está na imagem 802, cujo cabeçalho ou PPS inclui a tabela 890. O pseudocódigo para a unidade de árvore de codificação 1100 é idêntico ao pseudocódigo para a unidade de árvore de codificação 400 da Figura 4, uma vez que, em algumas modalidades, não há nenhuma diferença entre uma unidade de árvore de codificação em um grupo de quantificação que embute valores de desvio de QP de croma explicitamente e uma unidade de árvore de codificação em um grupo de quantificação que usa um conjunto de valores de desvio de QP de

croma de uma tabela.

[0090] O pseudocódigo para a unidade de árvore de codificação 1100 é ilustrado com as linhas escurecidas 1111 a 1113, que são adicionadas com a finalidade de determinar se a unidade de árvore de codificação faz parte de um QG. Especificamente, na linha 1111, o parâmetro "additional_croma_qp_offset" é usado para indicar se a informação de croma adicional é permitida. O parâmetro "croma_qp_offset_max_depth" é comparado contra uma variável "log2CbSize" para determinar se a unidade de árvore de codificação 1100 está em um grupo de quantificação de croma. Para algumas modalidades, isso também inicializa o ponto de partida do grupo de quantificação de croma.

[0091] A Figura 12 ilustra um grupo de quantificação que usa um conteúdo para selecionar uma entrada em uma tabela de valores de desvio de QP de croma. Tal como discutido acima, o grupo de quantificação 821 inclui a unidade de árvore de codificação 1100 que inclui, por sua vez, uma unidade de transformação 1200. A unidade de transformação 1200 é descrita na Figura 12 pelo pseudocódigo modificado a partir do pseudocódigo H.265 a fim de acomodar os desvios de QP de croma adicionais.

[0092] O pseudocódigo para a unidade de transformação 1200 é ilustrado com as linhas escurecidas 1211 a 1214, as quais são adicionadas com a finalidade de especificar os desvios de QP de croma adicionais. Especificamente, na linha 1211, o parâmetro "additional_croma_qp_offset" é usado para indicar se a informação de croma adicional é permitida. A variável "IsCrCuQpOffsetCoded" é usada para indicar se é necessário especificar (ou receber) a informação de desvio de QP de croma na unidade de transformação 1200. Se os valores de desvio de QP de croma para o QG 821 já foram codificados, não há nenhuma necessidade de especificar outra vez os valores de desvio de QP de croma. Se o QG 821 ainda não codificou um conjunto de valores de

desvio de QP de croma (isto é, se a variável "IsCrCuQpOffsetCoded" for 0), a unidade de transformação 1200 nas linhas 1212 especifica um índice "cu_croma_qp_offset_table_index" para selecionar uma entrada na tabela 890. Para este exemplo, o valor do índice é ajustado para selecionar os valores de desvio de QP de croma contidos na entrada C (893) da tabela 890.

[0093] Para algumas modalidades, a Figura 13 ilustra conceitualmente um processo 1300 para determinar os valores de QP de croma a partir de um fluxo de bits vídeo que use uma tabela de possíveis valores de desvio de QP de croma para implementar especificações de desvio de QP de croma adicionais. Em algumas modalidades, o processo 1300 é executado por um decodificador de vídeo, que usa esse processo para executar a desquantificação de componentes de croma quando da decodificação do fluxo de bits de vídeo para exibição ou outras finalidades. Em algumas modalidades, o processo 1300 começa quando o decodificador tiver recebido um fluxo de bits de vídeo e começa a decodificar uma imagem de vídeo particular em algumas modalidades.

[0094] Em 1305, o processo 1300 processa parâmetros no cabeçalho de imagem ou PPS da imagem de vídeo particular. Em algumas modalidades, o cabeçalho de imagem inclui sinalizadores para determinar se os desvios de QP de croma adicionais são permitidos para a imagem de vídeo. O cabeçalho de imagem também inclui parâmetros para identificar a camada da hierarquia de vídeo em que os grupos de quantificação para os desvios de QP de croma adicionais serão definidos.

[0095] Em seguida, o processo identifica (em 1310) os valores de desvio de QP de croma de nível mais elevado. Em algumas modalidades, esses valores de desvio de QP de croma de nível mais elevado são desvios de nível da imagem codificados no cabeçalho da imagem (ou como uma parte do PPS). Em algumas modalidades, esses valo-

res de desvio de QP de croma de nível mais elevado são desvios de nível da fatia codificados no cabeçalho da fatia. Algumas modalidades identificam múltiplos valores de desvio de QP de croma de nível mais elevado, incluindo o nível da imagem e o nível da fatia.

[0096] O processo determina então (em 1320) se os desvios de QP de croma adicionais são permitidos ou disponíveis para essa imagem de vídeo particular ou fatia. Se os desvios de QP de croma adicionais não estiverem disponíveis, o processo prossegue para 1350. Se os desvios de QP de croma adicionais estiverem disponíveis, o processo prossegue para 1325 para receber as entradas da tabela de desvio de QP de croma do fluxo de bits.

[0097] Em seguida, o processo determina (em 1330) se alcançou o início de um grupo de quantificação. Em algumas modalidades, o processo examina se está no nível da hierarquia de vídeo que foi identificado como um grupo de quantificação. Se o processo não estiver no início de um grupo de quantificação (por exemplo, já está dentro de um QG), o processo prossegue para 1350. Se o processo estiver no início do grupo de quantificação, o processo prossegue para 1335.

[0098] Em 1335, o processo determina se há algum coeficiente residual de croma a ser codificado. Em algumas modalidades, se não houver nenhum coeficiente residual de croma, então os desvios (ou seus índices associados) nunca são sinalizados. A sinalização começa quando o primeiro coeficiente de transformação diferente de zero para um bloco de croma é encontrado e os desvios de QP de croma se tornam ativos desse ponto para diante e até o final do grupo de quantificação de croma. Os desvios de QP de croma são iguais a 0 até que o primeiro coeficiente de transformação diferente de zero do bloco de croma seja encontrado (desse modo uma região sem nenhum coeficiente de croma não deve ter nenhuma sinalização de desvios de QP de croma). Se houver um coeficiente de croma residual a ser codificado, o

processo prossegue para 1340. Em caso contrário, o processo prossegue para 1350.

[0099] Em 1340, o processo seleciona uma das entradas na tabela de desvio de QP de croma como contendo o conjunto de valores de desvio de QP de croma para o grupo de quantificação. Em algumas modalidades, esta operação envolve a recepção de um índice do fluxo de bits e o uso do índice recebido para selecionar uma entrada na tabela de desvio de QP de croma. Em algumas modalidades que codificam de maneira preditiva os valores de desvio de QP de croma na tabela, esse processo inclui a restauração dos valores de desvio de QP de croma (de ambos os componentes de croma) dos valores de predição ou delta.

[00100] O processo identifica então (em 1350) os valores de QP de luma para o grupo de quantificação. Tal como mencionado, em algumas modalidades, os valores de QP de luma são definidos para um grupo de quantificação que é o mesmo para os valores de QP de croma. Em algumas modalidades, os grupos de quantificação para o QP de luma e o QP de croma são definidos independentemente.

[00101] Em seguida, o processo computa (em 1360) os valores de QP de croma. Algumas modalidades computam o valor de QP de croma a partir dos valores identificados de QP de luma e de cada desvio de QP de croma identificado. Em algumas modalidades, isso é realizado ao adicionar o valor de QP de luma com os todos os desvios de QP de croma identificados (do nível de fatia/imagem e do nível de QG) tal como ilustrado acima nas equações (1) a (6).

[00102] O processo determina então (em 1370) se alcançou o final da imagem (se o de desvio de QP de croma de um nível mais elevado é para toda a imagem) ou alcançou o final da fatia (se de desvio de QP de croma de um nível mais elevado é para a fatia). Em caso positivo, o processo 1300 termina. Em caso negativo, o processo 1300 retorna a

1330 para processar o grupo de quantificação seguinte.

[00103] As Figuras 5, 6 e 12 introduziram vários métodos diferentes que um grupo de quantificação pode usar para especificar um conjunto de valores de desvio de QP de croma. Em algumas modalidades, os grupos de quantificação em imagens diferentes ou fatias podem usar métodos diferentes para especificar valores de desvio de QP de croma. Um codificador em qualquer uma dessas modalidades seleciona o melhor método que acha que é necessário para a imagem atual ou fatia a fim de obter uma flexibilidade maior ou reduzir o baixo desempenho da codificação.

[00104] Para algumas modalidades, a Figura 14 ilustra o pseudocódigo para um cabeçalho de imagem 1400 que inclui uma seleção para um método de especificação de valores de desvio de QP de croma adicionais. O cabeçalho de imagem 1400 é similar ao cabeçalho de imagem 900, uma vez que inclui os sinalizadores "additional_croma_qp_offset" (na linha 1411) e "croma_qp_offset_max_depth" (na linha 1413). O cabeçalho de imagem 1400 também inclui as entradas da tabela de desvio de QP de croma 890 (nas linhas 1415 a 1417). No entanto, ao contrário do cabeçalho de imagem 900, o cabeçalho de imagem 1400 também especifica um método mediante o ajuste de "croma_qp_offset_method" (na linha 1414).

[00105] A Figura 15 ilustra a implementação do pseudocódigo para uma unidade de transformação 1500 que pode especificar os valores de desvio de QP de croma para um grupo de quantificação ao usar qualquer um de três métodos diferentes. Quando o sinalizador do método "croma_qp_offset_method" é ajustado em 0 (na linha 1512), a unidade de transformação 1500 usa o índice "cu_croma_qp_offset_table_index" para selecionar uma entrada da tabela 890 para computar os valores de desvio de QP de croma de QG 821 tal como na Figura 12. Quando o sinalizador do método é ajustado em 1 (na linha 1514), a unidade de

transformação 1500 codifica dois valores de desvio de QP de croma independentes para dois componentes de croma (ao usar sinalizadores de magnitude e de sinal) tal como na Figura 5. Quando o sinalizador do método é ajustado em 2 (na linha 1522), a unidade de transformação 1500 codifica somente um valor de desvio de QP de croma para ambos os componentes de croma tal como na Figura 6.

II. Atribuição de Desvios de QP de Croma Adicionais

[00106] Os codificadores em modalidades diferentes usam métodos diferentes para identificar e atribuir os valores de desvio de QP de croma adicionais. Em algumas modalidades, o codificador analisa as imagens em uma sequência de vídeo a fim de identificar os valores mais apropriados de QP para a quantificação (por exemplo, para o equilíbrio ideal da qualidade e da taxa de bits). Algumas modalidades analisam várias regiões da imagem a fim de identificar os grupos de quantificação que podem ser codificados idealmente por um conjunto comum de valores de QP de croma.

[00107] Algumas modalidades executam uma etapa de pré-análise em que o codificador executa uma análise do nível da região (por exemplo para cada bloco $N \times M$ com, por exemplo, $N = M = 4$, ou uma análise baseada na segmentação de objeto) para extrair para cada componente da cor nessa região a intensidade (por exemplo, o valor médio, ou a iluminação para o luma e a saturação para a cor), a nuance, características de variância/atividade/textura, características de ruído e características de movimento (por exemplo, vetor do movimento e/ou valor de distorção da predição).

[00108] Uma vez que os conteúdos de vídeo de tipos diferentes podem ser combinados em uma mesma corrente de vídeo ou até mesmo em uma mesma imagem de vídeo, algumas modalidades identificam as regiões diferentes em uma imagem que são de tipos diferentes de conteúdo de vídeo. Em algumas dessas modalidades, a regiões dife-

rentes com tipos diferentes de conteúdo de vídeo são atribuídos valores de desvio de QP de croma diferentes ou em grupos de quantificação diferentes. Algumas modalidades distinguem o conteúdo dos gráficos do conteúdo de vídeo real. Algumas modalidades distinguem o conteúdo de vídeo 4:4:4 que são codificados originalmente no formato 4:4:4 do conteúdo de vídeo 4:4:4 que é amostrado para cima a partir do formato 4:2:0. Algumas modalidades discernem o conteúdo de vídeo que pode ter sido originalmente de profundidades de bits diferentes. Essas características do conteúdo de vídeo, além das suas relações através dos componentes de cores bem como a informação de controle da taxa, são usadas por algumas modalidades para determinar os níveis de quantificação ou as relações de quantificação entre todos os componentes de cores.

[00109] A Figura 16 ilustra a segmentação e a categorização de uma imagem 1600. A imagem é dividida em unidades de árvore de codificação, e cada unidade de árvore de codificação é subdividida em unidades de codificação. As várias unidades de codificação da imagem 1600 são divididas em quatro grupos de desvio de QP de croma diferentes. Em algumas modalidades, os quatro grupos de desvio de QP de croma diferentes são sinalizados no PPS e o codificador pode selecionar o grupo apropriado a ser sinalizado ao nível do grupo de quantificação. Em algumas modalidades, os desvios de QP de croma são sinalizados explicitamente dentro de cada grupo de quantificação no momento da codificação.

[00110] A escolha de um valor de desvio de QP de croma é determinada pelas complexidades visuais relativas ou texturas entre os componentes de luma e de croma. Aos grupos de quantificação da imagem 1600 são atribuídas as categorias diferentes 1611 a 1614 de acordo com os seus níveis de textura. Por exemplo, as áreas que aparecem como lisas através de todos os componentes de cores pertencem

cem a uma primeira categoria 1611, as áreas de luma lisas com componentes de cores de elevada textura pertencem a uma segunda categoria 1612, as áreas de luma de elevada textura com informação de cores lisas pertencem a uma terceira categoria 1613, ao passo que as áreas com textura elevada através de todos os três componentes pertencem a uma quarta categoria 1614. O codificador em algumas modalidades pode criar subcategorias adicionais para cada categoria com base no movimento e na intensidade. Em algumas modalidades, as categorizações adicionais são feitas ao levar em consideração as diferenças entre os dois próprios componentes de croma.

[00111] Essas categorizações podem então ser usadas para especificar conjuntos de desvio de QP de croma diferentes para categorias diferentes. Por exemplo, em algumas modalidades, à primeira categoria 1611 (toda lisa) são atribuídos desvios de QP iguais a zero ou negativos. Nesse cenário, um desvio de QP de croma negativo permite a alocação melhorada da qualidade de croma nessas regiões, uma vez que a qualidade melhorada de croma pode ser mais aparente devido às características de todos os componentes de cores. Para a segunda categoria 1612 (luma liso, informação de cor de textura elevada) pode ser usado um desvio de QP positivo maior. Neste caso, o QP de croma maior permite um melhor controle dos componentes de croma de modo a não oprimir os componentes de luma, ao passo que algum mascaramento de textura da informação de croma ainda pode ser explorado para garantir uma boa qualidade subjetiva. Para a terceira categoria 1613 (luma de textura elevada versus croma liso), algumas modalidades usam um desvio de QP de croma negativo maior para ajuda a garantir uma qualidade ligeiramente melhor da cor. Algumas outras modalidades usam um desvio de QP de croma positivo maior para melhor explorar o mascaramento da textura de luma. Para a quarta categoria 1614 (textura elevada através de todos os três com-

ponentes), algumas modalidades usam um desvio de QP de croma igual a zero ou positivo para melhor explorar o mascaramento da textura de luma e evitar o desperdício de bits para uma melhoria insignificante na qualidade subjetiva de croma. Vale a pena observar que os valores de desvio de QP de croma exatos atribuídos a um grupo de quantificação são dependentes dos valores de QP de luma correspondentes para esse grupo de quantificação. Decisões diferentes podem ser tomadas com base em mecanismos subjetivos ou objetivos de decisão da qualidade e da taxa de bits em outros codificadores.

[00112] Em algumas modalidades, de se um número limitado de desvios de QP de croma for permitido ou desejado (dado o aumento provável em baixo desempenho de bits que a sua especificação deve requerer, além da determinação das regiões e seus de desvio de QP desejados), uma decisão adicional é executada com base na ocorrência de cada conjunto de desvio, assim como seu impacto subjetivo ou objetivo na qualidade percebido.

[00113] Esses critérios são usados então por algumas dessas modalidades para "podar" o número possível de conjuntos de desvio de QP de croma sinalizados dentro da corrente de bits, uma vez que somente os conjuntos de desvio mais críticos são agora sinalizados. às regiões classificadas nas categorias que são "podadas" ainda pode ser atribuído um conjunto de desvio que é próximo o bastante dos valores desejados. Este é um compromisso que pode ser feito, dado algum processo de ponderação subjetivo ou objetivo, de acordo com o qual os desvios de QP de croma que são especificados são "subideais" para todos os tipos de região agrupados individualmente, mas, dadas as limitações da taxa de bits, provavelmente propiciam o melhor desempenho total/conjunto.

[00114] Para as aplicações em tempo real em que uma pré-análise não é possível, algumas modalidades usam "uma decisão prefixada"

de desvios de QP. Em algumas modalidades, a decisão é baseada na análise dos dados das imagens prévias que já foram codificadas. Em algumas modalidades em que o desvio de QP de croma é sinalizado explicitamente para cada grupo de quantificação, a decisão é tomada na sequência ou dinamicamente para cada bloco ativamente codificado, com base em seu parâmetro de quantificação de luma selecionado, suas várias características espaço-temporais e de core, bem como a informação da codificação de blocos passados (isto é, o que era a taxa de bits, as relações de bits entre luma e croma, bem como a distorção introduzida de outros blocos similares ou vizinhos codificados anteriormente). Em algumas modalidades, os parâmetros de quantificação de luma são derivados conjuntamente com os desvios de QP de croma dados o mesmo tipo de taxa de bits e as relações e condições de características de conteúdo.

[00115] Algumas modalidades também melhoram a seleção dos desvios de QP de croma de um imagem atual ao examinar as suas imagens vizinhas. Especificamente, algumas modalidades examinam como essas imagens vizinhas foram codificadas ou serão codificadas, assim como a maneira na qual essas imagens vizinhas se relacionam temporalmente à imagem atual e suas regiões. Por exemplo, se a imagem atual tivesse que ser codificada como uma imagem "chave" (por exemplo, como uma imagem de restauração intra ou "periódica"), algumas modalidades devem codificar desvios de QP de croma adicionais a fim de melhorar a qualidade de croma da imagem atual. Por outro lado, se a imagem atual for uma imagem descartável ou uma imagem menos importante na hierarquia de codificação, algumas modalidades devem se abster de atribuir desvios de QP de croma adicionais de uma maneira que resulte em uma taxa de bits mais elevada (ou não usar o desvio de QP de croma adicional de maneira alguma). Para outros tipos de imagens, algumas modalidades usam uma mu-

dança de desvio de QP de croma mais moderada para conseguir um compromisso melhor entre a taxa de bits e a qualidade.

[00116] Em algumas modalidades, os parâmetros de desvio de QP de croma diferentes são especificados para camadas diferentes de escalabilidade tais como para a resolução, a qualidade, a profundidade de bits, etc. Algumas modalidades aplicam desvios de QP de croma adicionais às aplicações de 3D/Multi-view onde os desvios de QP de croma diferentes são atribuídos a vistas diferentes. Por exemplo, o mascaramento estéreo pode ser considerado para alocar e prever os desvios de QP de croma de modo a reduzir baixo desempenho e maximize a qualidade subjetiva de tal sistema.

[00117] Para algumas modalidades, a Figura 17 ilustra conceitualmente um processo 1700 para analisar regiões diferentes de uma imagem e atribuir os desvios de QP de croma de maneira correspondente. O processo é executado por um codificador de vídeo em algumas modalidades.

[00118] O processo começa quando recebe (em 1710) uma imagem de vídeo. Essa imagem de vídeo pode ser uma imagem bruta em uma corrente de vídeo não comprimida ou uma imagem decodificada de um fluxo de bits de vídeo comprimido. O processo identifica então (em 1720) uma região na imagem que compartilha as características comuns que a tornam apropriada para as unidades de codificação na região para compartilhar um conjunto comum de valores de desvio de QP de croma. Por exemplo, algumas modalidades identificam uma região que é codificada originalmente no formato 4:2:0 como uma região em que valores de QP mais elevados (e desse modo desvio de QP de croma positivo) podem ser usados para reduzir a taxa de bits. Por outro lado, algumas modalidades identificam uma região que é codificada de maneira nativa no formato 4:4:4 como uma região em que valores de QP mais baixos (e desse modo valores de desvio de QP mais bai-

xos ou negativos) são necessários para manter a qualidade.

[00119] O processo analisa então (em 1730) as características espaço-temporais de cada região. Em algumas modalidades, essa análise inclui uma análise da textura/variação/atividade da região, do formato (4:4:4 ou 4:2:0, etc.), do ruído, do movimento, da profundidade de bits, ou de outras características que podem afetar a relação entre o luma e o croma bem como entre os dois componentes de croma.

[00120] Em seguida, o processo atribui (em 1740) os valores de desvio de QP de croma com base na análise da região. Em algumas modalidades, o processo identifica primeiramente o valor de QP de croma apropriado para a região com base na análise executada em 1730, subtrai então o valor de QP de luma escolhido do valor de QP de croma identificado para obter o valor de desvio de QP de croma total desejado. O processo 1740 em algumas modalidades também dissolve o valor de desvio de QP de croma total em valores de desvio de QP de croma em vários níveis da hierarquia de codificação de vídeo (por exemplo, imagem, fatia, e grupo de quantificação). Algumas modalidades identificam os valores de desvio de QP de croma para grupos de quantificação ao subtrair os valores de desvio de QP de croma para elementos de sintaxe de um nível mais elevado do valor desvio de QP de croma total. Em algumas modalidades, essa operação é executada por um controlador de taxa tal como descrito por meio de referência à Figura 18 abaixo.

O processo então determina

[00121] (em 1750) a tabela de desvio de QP de croma com os valores de desvio de QP de croma identificados para os grupos de quantificação na região. O processo 1700 também codifica os seus valores de índice correspondentes nos grupos de quantificação tal como discutido na seção I.b acima. Para algumas modalidades que especificam valores de desvio de QP de croma explicitamente, o processo 1700

codificam os valores de desvio de QP de croma dentro dos próprios grupos de quantificação tal como discutidos na seção I.a acima.

[00122] O processo então determina (em 1760) se há mais regiões na imagem que precisam ser analisadas. Em caso positivo, o processo retorna a 1720. Em caso negativo, o processo 1700 termina.

III. SISTEMAS DE VÍDEO

[00123] A Figura 18 ilustra um codificador de vídeo genérico 1800 (por exemplo, um codificador de HEVC) para algumas modalidades da invenção. O codificador 1800 recebe uma corrente de vídeo de uma fonte vídeo 1805 e produz um fluxo de bits codificado comprimido 1895 a ser armazenado e/ou transmitido.

[00124] O codificador de vídeo inclui um módulo de transformação 1810, um módulo de quantificação 1815, um codificador de entropia 1820, um módulo de quantificação inversa 1825, um módulo de transformação inversa 1830, um filtro de desbloqueio 1840, um filtro de desvio adaptável de amostra (SAO) 1845, um buffer de quadros 1850, um módulo de controle de taxa 1835 e um módulo de predição 1890. O módulo de predição 1890 inclui um módulo de estimativa de movimento 1860, um módulo de compensação de movimento 1865, um módulo intrapredição 1870 e um módulo de decisão de modo 1880. O codificador de vídeo 1800 também inclui uma tela de vídeo 1855 em algumas modalidades.

[00125] O módulo de quantificação 1815 é um módulo que usa parâmetros de quantificação para executar a quantificação em coeficientes de transformação (por exemplo, DCT) do módulo de transformação 1810. Em algumas modalidades, o módulo de transformação 1810 pode ser completamente desviado (tal como sob o modo de desvio de transformação suportado por HEVC) de modo que o módulo de quantificação 1815 recebe valores da imagem ou valores de erro de predição da imagem sem transformação. O módulo de quantificação 1815 apli-

ca valores de QP diferentes para regiões/blocos diferentes para cada componente de cor. Os valores de QP usados pelo módulo de quantificação 1815 também são codificados como valores de QP de luma e desvios de QP de croma no fluxo de bits 1895. Em algumas modalidades, os valores de QP que são usados pelo módulo de quantificação 1815 são determinados e providos pelo módulo de controle de taxa 1835.

[00126] O módulo de controle de taxa 1835 controla a taxa de bits do fluxo de bits de vídeo codificado ao controlar os valores de QP que são usados pelo módulo de quantificação 1815 (e pelo módulo de quantificação inversa 1825). Em algumas modalidades, o módulo de controle de taxa 1835 fornece valores de QP diferentes ao módulo de quantificação 1815 para grupos de quantificação diferentes. A fim de identificar valores de QP (para o luma e o croma) que são os mais apropriados para a quantificação (por exemplo, um equilíbrio ideal entre a qualidade e a taxa de bits para uma determinada sequência de vídeo), o módulo de controle de taxa 1835 em algumas modalidades executa pelo menos uma parte da análise descrita na seção II acima a fim de chegar em um valor de QP de luma para cada grupo de quantificação de luma e um conjunto de valores de desvio de QP de croma para cada grupo de quantificação de croma. Em algumas modalidades, o controlador de taxa 1835 também usa a análise para identificar as regiões e atribuir (luma e croma) os grupos de quantificação.

[00127] Em algumas modalidades, o controlador de taxa 1835 dissolve o conjunto de valores de desvio de QP de croma em conjuntos de valores de desvio de QP de croma em vários níveis de hierarquia de codificação de vídeo. Em algumas dessas modalidades, pelo menos alguns conjuntos de valores de desvio de QP de croma também são dissolvidos em valores preditos entre os dois componentes de croma tal como mostrado nas equações (1) a (7) acima. Em algumas

modalidades, os valores de desvio de QP de nível mais baixo são identificados mediante a subtração de valores de desvio de QP de nível mais elevados dos valores de desvio de QP de croma totais. Por exemplo, algumas modalidades computam os desvios de QP de croma do nível do grupo de quantificação como:

$$\begin{aligned} \text{QPoffset_quant_group}[i] &= \text{QPcroma}[i] - \text{QPluma} \\ &- \text{QPoffset_pps}[i] - \text{QPoffset_slice}[i] \quad (8) \end{aligned}$$

[00128] Esses conjuntos de valores de desvio de QP de croma são providos então ao codificador de entropia 1820 para ser codificados no fluxo de bits 1895. Em algumas modalidades, o controlador de taxa 1835 compila uma tabela de possíveis desvios do grupo de quantificação e fornece a tabela compilada ao codificador de entropia 1820.

[00129] O módulo do codificador de entropia 1820 é um módulo que executa a encodificação de entropia (por exemplo, CABAC) nos coeficientes de transformação quantificados, parâmetros, e outras informações, e compacta os mesmos no fluxo de bits 1895. Em algumas modalidades, o módulo do codificador de entropia 1820 recebe os valores de desvio de QP de croma do módulo do controlador de taxa 1835 e a entropia codifica os mesmos no fluxo de bits. Em algumas modalidades, o codificador de entropia 1820 codifica os valores de desvio de QP de croma na área do PPS de uma imagem como uma tabela tal como descrito na seção I.b acima. Em algumas modalidades, o codificador de entropia codifica valores de desvio de QP de croma em grupos de quantificação individuais tal como descrito na seção I.a acima.

[00130] O módulo de desbloqueio 1840 é um módulo do filtro de laço que melhora a qualidade visual e o desempenho da predição de um sistema de codec de vídeo ao suavizar as bordas agudas que podem se formar entre os blocos de codificação. Em algumas modalidades, o módulo de desbloqueio 1840 usa o valor de QP de croma total computado a partir de todos os desvios de QP de croma aplicáveis ao execu-

tar as suas operações de desbloqueio (isto é, ao incluir os desvios de QP de croma do grupo de quantificação e da imagem/fatia). Em algumas outras modalidades, o módulo de desbloqueio 1840 considera somente alguns dos desvios de QP de croma especificados, ou considera somente os desvios de QP de croma dos cabeçalhos de PPS ou de fatia. Algumas dessas modalidades controlam o processo do desbloqueio com base nos valores de desvio de QP de croma que são sinais. Por exemplo, algumas modalidades ajustam os parâmetros de desbloqueio a fim de compensar os valores de desvio de QP de croma. O desbloqueio também pode ser executado fora do laço e como um pós-processo. Em algumas modalidades, o valor de QP de croma computado total ou alguns dos desvios de QP de croma são usados por outros tipos de pós-processamento em laço ou fora do laço tais como SAO (por exemplo, o filtro de SAO 1845), o filtro de laço adaptável (ALF), ou a adição de ruído.

[00131] A Figura 19 ilustra um decodificador de vídeo genérico 1900 (por exemplo, um decodificador de HEVC) para algumas modalidades da invenção. O decodificador 1900 recebe um fluxo de bits 1905 e decodifica o mesmo para a exibição pelo módulo de exibição 1965. O decodificador 1900 inclui o decodificador de entropia 1910, um módulo de quantificação inversa 1920, um módulo de transformação inversa 1930, um módulo intrapredição 1950, um módulo interpredição 1980, um módulo de desbloqueio 1960, um módulo de SAO 1970, e um buffer de quadros 1975.

[00132] O módulo do decodificador de entropia 1910 é um módulo que executa a decodificação de entropia no fluxo de bits de entrada e extrai os coeficientes de transformação bem como os parâmetros para outros módulos no decodificador 1900. Especificamente, a informação de quantificação de croma contida no fluxo de bits de entrada 1905 é extraída pelo decodificador de entropia 1910 e passada ao módulo de

quantificação inversa 1920. Em algumas modalidades, a informação de quantificação de croma inclui os valores de desvio de QP de croma adicionais que são extraídos de uma tabela em um PPS, cabeçalho da fatia, ou dos próprios grupos de quantificação.

[00133] O módulo de desbloqueio 1960 do decodificador 1900 executa uma função similar à do módulo de desbloqueio 1840 do codificador 1800. Em particular, o módulo de desbloqueio 1960 também usa o valor de QP de croma computado final de todos os desvios de QP de croma aplicáveis ao executar as suas operações de desbloqueio (isto é, ao incluir os desvios de QP de croma do grupo de quantificação e da imagem/fatia). Em algumas outras modalidades, o módulo de desbloqueio 1960 considera somente alguns dos desvios de QP de croma especificados, ou considera somente os desvios de QP de croma dos cabeçalhos de PPS ou de fatia. Em algumas modalidades, o valor de QP de croma computado total ou alguns dos desvios de QP de croma são usados por outros tipos de processo em laço ou fora de laço tais como SAO (isto é, o filtro de SAO 1970), ALF, ou a adição de ruído.

IV. SISTEMA ELETRÔNICO

[00134] Muita das características e aplicações descritas acima são implementadas como processos de software que são especificados como um conjunto de instruções gravadas em um meio de armazenamento que pode ser lido por computador (também indicado como meio que pode ser lido por computador). Quando essas instruções são executadas por uma ou mais unidades computacionais ou de processamento (por exemplo, um ou mais processadores, núcleos de processadores, ou outras unidades de processamento), elas fazem com que a(s) unidade(s) de processamento execute(m) as ações indicadas nas instruções. Os exemplos de meios que podem ser lidos por computador incluem, mas sem ficar a eles limitados, CD-ROMs, flash drives, chips de memória de acesso aleatório (RAM), discos rígidos, memó-

rias só de leitura programáveis apagáveis (EPROMs), memórias só de leitura programáveis eletricamente apagáveis (EEPROMs), etc. Os meios que podem ser lidos por computador não incluem ondas de portadora e os sinais eletrônicos que passam sem fio ou por conexões com fios.

[00135] Neste relatório descritivo, o termo "software" deve incluir o firmware que reside na memória só de leitura ou os aplicativos armazenados na armazenamento magnético que pode ser lido na memória para processamento por um processador. Além disso, em algumas modalidades múltiplas invenções de software podem ser implementadas como subpartes de um programa maior enquanto continuam sendo invenções de software distintas. Em algumas modalidades, múltiplas invenções de software também podem ser implementadas como programas separados. Finalmente, qualquer combinação de programas separados que implementam em conjunto uma invenção de software descrita no presente documento está dentro do âmbito da invenção. Em algumas modalidades, os programas de software, quando instalados para operar em um ou mais sistemas eletrônicos, definem uma ou mais implementações de máquina específicas que executam e rodam as operações dos programas de software.

[00136] A Figura 20 ilustra conceitualmente um sistema eletrônico 2000 com o qual algumas modalidades da invenção são implementadas. O sistema eletrônico 2000 pode ser um computador (por exemplo, um computador do tipo desktop, computador pessoal, um computador do tipo tablet, etc.), um telefone, um PDA, ou qualquer outro tipo de dispositivo eletrônico. Tal sistema eletrônico inclui vários tipos de meios que podem ser lidos por computador e interfaces para vários outros tipos de meios que podem ser lidos por computador. O sistema eletrônico 2000 inclui um barramento 2005, unidade(s) de processamento 2010, uma unidade de processando de gráficos (GPU) 2015, uma

memória de sistema 2020, uma rede 2025, uma memória só de leitura 2030, um dispositivo de armazenamento permanente 2035, dispositivos de entrada 2040, e dispositivos de saída 2045.

[00137] O barramento 2005 representa coletivamente todos os condutores de sistema, periféricos e de conjunto de chips que conectam de maneira comunicativa os numerosos dispositivos internos do sistema eletrônico 2000. Por exemplo, o barramento 2005 conecta de maneira comunicativa a(s) unidade(s) de processamento 2010 com a memória só de leitura 2030, a GPU 2015, a memória de sistema 2020, e o dispositivo de armazenamento permanente 2035.

[00138] Dessas várias unidades da memória, a(s) unidade(s) de processamento 2010 recupera(m) as instruções para a execução e os dados para o processamento a fim de executar os processos da invenção. A(s) unidade(s) de processamento pode(m) ser um único processador ou um processador de múltiplos núcleos em modalidades diferentes. Algumas instruções são passadas para e executadas pela GPU 2015. A GPU 2015 pode descarregar várias computações ou complementar o processamento da imagem provido pela(s) unidade(s) de processamento 2010.

[00139] A memória só de leitura (ROM) 2030 armazena os dados de estática e as instruções que são requeridos pela(s) unidade(s) de processamento 2010 e outros módulos do sistema eletrônico. O dispositivo de armazenamento permanente 2035, por outro lado, é um dispositivo de memória de leitura e gravação. Esse dispositivo é uma unidade de memória não volátil que armazena instruções e dados mesmo quando o sistema eletrônico 2000 está desligado. Algumas modalidades da invenção usam um dispositivo de armazenamento de massa (tal como um disco magnético ou ótico e seu drive de disco correspondente) como dispositivo de armazenamento permanente 2035.

[00140] Outras modalidades usam um dispositivo de armazenamen-

to removível (tal como um disco flexível, um dispositivo de memória flash, etc., e o seu drive de disco correspondente) como dispositivo de armazenamento permanente. Como dispositivo de armazenamento permanente 2035, a memória de sistema 2020 é um dispositivo de memória de leitura e gravação. No entanto, ao contrário do dispositivo de armazenamento 2035, a memória de sistema 2020 é uma memória de leitura e gravação volátil, tal como uma memória de acesso aleatório. A memória de sistema 2020 armazena uma parte das instruções e dos dados que o processador requer no tempo de processamento. Em algumas modalidades, os processos da invenção são armazenados na memória de sistema 2020, no dispositivo de armazenamento permanente 2035 e/ou na memória só de leitura 2030. Por exemplo, as várias unidades de memória incluem instruções para processar clips de multimídia de acordo com algumas modalidades. Dessas várias unidades de memória, a(s) unidade(s) de processamento 2010 recupera(m) as instruções para a execução e os dados para o processamento a fim de executar os processos de algumas modalidades.

[00141] O barramento 2005 também se conecta aos dispositivos de entrada e saída 2040 e 2045. Os dispositivos de entrada 2040 permitem que o usuário comunique as informações e selecione comandos para o sistema eletrônico. Os dispositivos de entrada 2040 incluem teclados alfanuméricos e dispositivos apontadores (também chamados de "dispositivos de controle de cursor"), câmeras (por exemplo, webcams), microfones ou dispositivos similares para receber comandos de voz, etc. Os dispositivos de saída 2045 exibem as imagens geradas pelo sistema eletrônico ou então dados de saída. Os dispositivos de saída 2045 incluem impressoras e dispositivos de exibição, tais como tubos de raios catódicos (CRT) ou telas de cristal líquidas (LCD), bem como alto-falantes ou dispositivos de saída de áudio similares. Algumas modalidades incluem dispositivos tais como uma tela de toque

que funcionam como dispositivos de entrada e de saída.

[00142] Finalmente, tal como mostrado na Figura 20, o condutor 2005 também acopla o sistema eletrônico 2000 a uma rede 2025 através de um adaptador de rede (não mostrado). Desta maneira, o computador pode ser uma parte de uma rede de computadores (tais como uma rede de área local ("LAN"), uma rede de área ampla ("WAN"), ou uma Intranet, ou uma rede de redes, tal como a Internet. Qualquer um ou todos os componentes do sistema eletrônico 2000 podem ser usados conjuntamente com a invenção.

[00143] Algumas modalidades incluem componentes eletrônicos, tais como microprocessadores, armazenamento e memória que armazenam instruções de programa do computador em um meio que pode ser lido por máquina ou pode ser lido por computador (indicados alternativamente como meios de armazenamento que podem ser lidos por computador, meios que podem ser lidos por máquina, ou meios de armazenamento que podem ser lidos por máquina). Alguns exemplos de tais meios que podem ser lidos por computador incluem uma RAM, uma ROM, discos compactos só de leitura (CD-ROM), discos compactos graváveis (CD-R), discos compactos regraváveis (CD-RW), discos versáteis digitais só de leitura (por exemplo, DVD-ROM, DVD-ROM de camada dupla), uma variedade de DVDs graváveis/regraváveis (por exemplo, DVD-RAM, DVD-RW, DVD+RW, etc.), memória flash (por exemplo, cartões SD, cartões mini-SD, cartões micro-SD, etc.), discos rígidos magnéticos e/ou de estado sólido, discos de Blu-Ray® só de leitura e graváveis, discos ópticos de ultradensidade, quaisquer outros meios ópticos ou magnéticos, e discos flexíveis. Os meios que podem ser lidos por computador podem armazenar um programa de computador que seja executável por pelo menos uma unidade de processamento e inclua conjuntos de instruções para executar várias operações. Os exemplos de programas de computador ou de código de

computador incluem o código da máquina, tal como é produzido por um compilador, e arquivos incluindo o código de nível mais elevado que são executados por um computador, um componente eletrônico, ou um microprocessador ao usar um intérprete.

[00144] Embora a discussão acima se refira principalmente ao microprocessador ou aos processadores de múltiplos núcleos que executam software, algumas modalidades são executadas por um ou mais circuitos integrados, tais como circuitos integrados específicos de aplicativos (ASICs) ou conjuntos de portas programáveis de campo (FPGAs). Em algumas modalidades, tais circuitos integrados executam as instruções que são armazenadas no próprio circuito. Além disso, algumas modalidades executam o software armazenado em dispositivos de lógica programáveis (PLDs), em dispositivos ROM, ou RAM.

[00145] Tal como usado neste relatório descritivo e em quaisquer reivindicações deste pedido de patente, todos os termos "computador", "servidor", "processador" e "memória" se referem a dispositivos eletrônicos ou outros dispositivos tecnológicos. Esses termos excluem pessoas ou grupos de pessoas. Para as finalidades do relatório descritivo, os termos exibem ou exibindo significam a exibição em um dispositivo eletrônico. Tal como usados neste relatório descritivo e em todas as reivindicações deste pedido de patente, os termos "meio que pode ser lido por computador", "meios que podem ser lidos por computador" e "meio que pode ser lido por máquina" são restringidos inteiramente a objetos físicos tangíveis que armazenam as informações em uma forma que pode ser lida por um computador. Esses termos excluem quaisquer sinais sem fio, sinais de download com fio, e quaisquer outros sinais efêmeros.

[00146] Embora a invenção tenha sido descrita com referência a numerosos detalhes específicos, um elemento versado na técnica irá reconhecer que a invenção pode ser incorporada em outras formas

específicas sem desviar do caráter da invenção. Além disso, um número de figuras (incluindo as Figuras 7, 13 e 17) ilustram conceitualmente os processos. As operações específicas desses processos podem não ser executadas na ordem exata mostrada e descrita. As operações específicas podem não ser executadas em uma série contínua de operações, e operações específicas diferentes podem ser executadas em modalidades diferentes. Além disso, o processo pode ser implementado ao usar vários subprocessos, ou como parte de um macroprocesso maior. Desse modo, um elemento versado na técnica irá compreender que a invenção não deve ser limitada pelos detalhes ilustrativos acima, mas, ao invés disto, deve ser definida pelas reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Meio legível por computador não transitório que armazena um método que é executável por uma unidade de processamento, o método caracterizado pelo fato de que compreende conjuntos de instruções para:

identificar dois valores de deslocamento de parâmetro de quantização de croma inicial (QP) para dois níveis de uma hierarquia de codificação de vídeo, cada valor de deslocamento QP de croma inicial para especificar QPs de croma de unidades de vídeo abrangidas por um nível da hierarquia de codificação de vídeo;

para cada um de uma pluralidade de grupos de quantização, identificar um valor de deslocamento QP de croma adicional, cada grupo de quantização englobando uma pluralidade de unidades de vídeo, em que diferentes valores de deslocamento QP de croma adicionais são identificados para pelo menos dois grupos de quantização; e

computar, para cada unidade de vídeo na pluralidade de grupos de quantização, um valor de croma QP adicionando (i) os valores de deslocamento QP de croma iniciais que foram identificados para os níveis da hierarquia de codificação de vídeo que abrange a unidade de vídeo e (ii) o valor de deslocamento QP de croma adicional que foi identificado para o grupo de quantização que engloba a unidade de vídeo.

2. Meio legível por computador não transitório, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que um valor de deslocamento QP de croma inicial identificado especificado em um nível particular da hierarquia de codificação de vídeo é para unidades de vídeo que são abrangidas pelo nível particular da hierarquia de codificação de vídeo.

3. Meio legível por computador não transitório, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o método com-

preende ainda um conjunto de instruções para identificar um valor luma QP para a pluralidade de unidades de vídeo.

4. Meio legível por computador não transitório, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que o conjunto de instruções para calcular o valor de croma QP para cada unidade de vídeo compreende um conjunto de instruções para adicionar os valores de deslocamento QP de croma iniciais identificados e o valor de deslocamento QP de croma adicional identificado ao valor luma QP identificado.

5. Meio legível por computador não transitório, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que um valor de deslocamento QP de croma adicional particular para um grupo de quantização particular é codificado na hierarquia de codificação de vídeo com base na subtração dos valores de deslocamento QP de croma iniciais identificados de um valor QP de croma associado com uma imagem bruta associada à hierarquia de codificação de vídeo.

6. Meio legível por computador não transitório, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que um primeiro valor QP de croma inicial identificado é especificado para uma imagem.

7. Meio legível por computador não transitório, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o valor QP de croma calculado é para quantizar um bloco de dados de vídeo na pluralidade de unidades de vídeo.

8. Meio legível por computador não transitório, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o valor QP de croma calculado é para desquantizar um bloco de dados de vídeo em unidades de vídeo.

9. Meio legível por computador não transitório, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o método compreende ainda um conjunto de instruções para desquantizar unidades

de vídeo de cada grupo de quantização usando o valor QP de croma calculado.

10. Meio legível por computador não transitório, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a hierarquia de codificação de vídeo é codificada e armazenada em um fluxo de bits, em que o método compreende ainda um conjunto de instruções para decodificar a hierarquia de codificação de vídeo codificado usando o valor QP de croma computado.

11. Meio legível por computador não transitório, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que uma unidade de vídeo é uma de uma unidade de árvore de codificação e uma unidade de codificação.

12. Meio legível por computador não transitório, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a pluralidade de unidades de vídeo em cada grupo de quantização está associada a um mesmo valor de deslocamento QP de croma.

13. Meio legível por computador não transitório, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que um segundo valor QP de croma inicial identificado é especificado para uma fatia.

14. Meio legível por computador não transitório, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que o segundo valor de deslocamento QP de croma inicial sendo armazenado no fluxo de bits em uma estrutura de cabeçalho associada à fatia.

15. Meio legível por computador não transitório, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que a fatia engloba a pluralidade de grupos de quantização.

16. Meio legível por computador não transitório, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que cada grupo de quantização associado ao primeiro e segundo componentes de croma, o valor QP de croma computado associado ao primeiro componente

de croma do grupo de quantização, o deslocamento QP de croma adicional sendo um primeiro croma adicional Deslocamento QP, em que o método compreende ainda conjuntos de instruções para:

- identificar um segundo valor de deslocamento QP de croma adicional; e

- calcular um valor de croma QP associado a um segundo componente de croma do grupo de quantização a partir do segundo valor de deslocamento QP de croma adicional.

17. Meio legível por computador não transitório, de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que a hierarquia de codificação de vídeo é codificada em um formato YCbCr, o primeiro componente de croma sendo um componente Cb, o segundo componente de croma sendo um componente Cr.

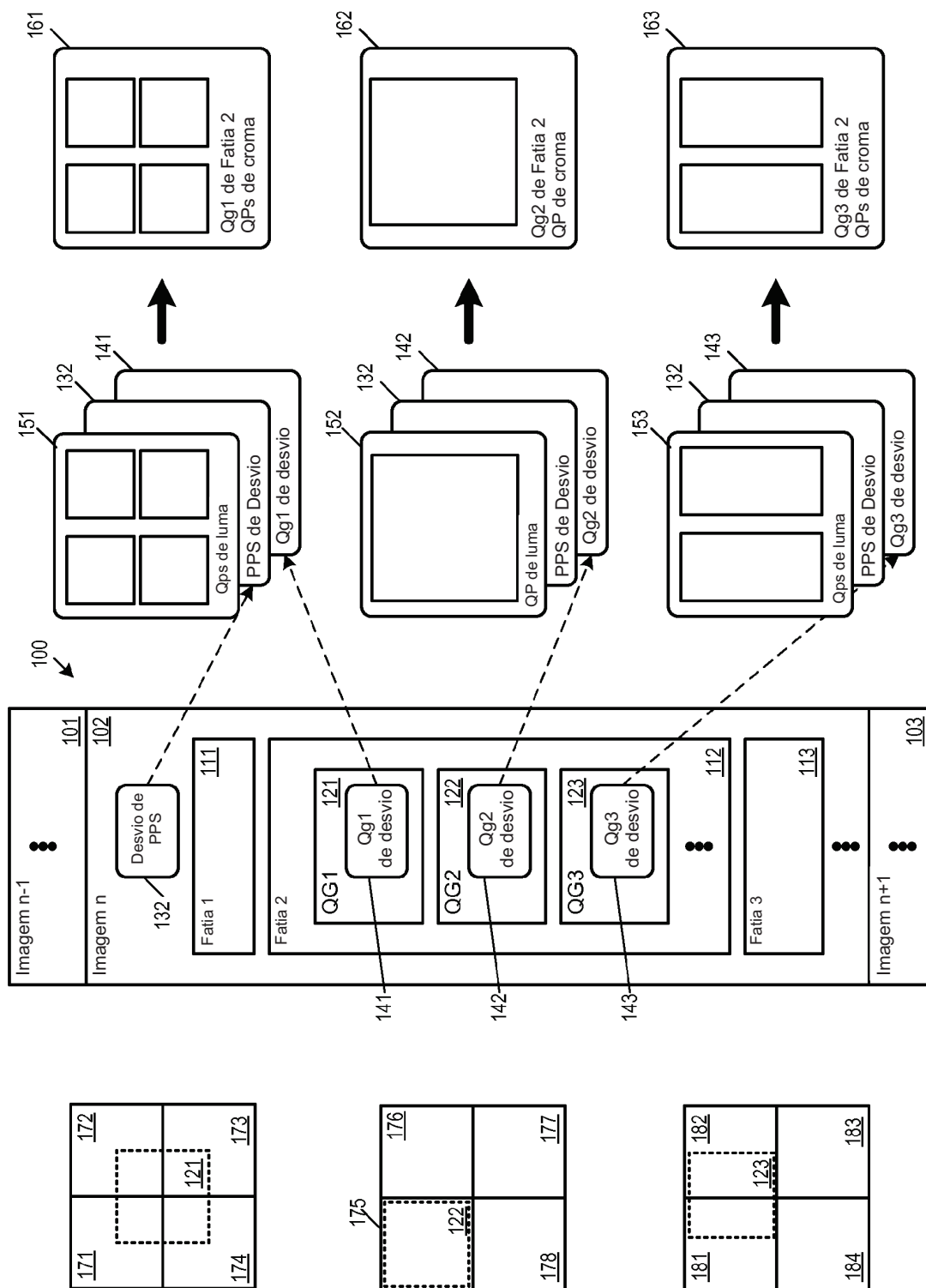


FIG. 1

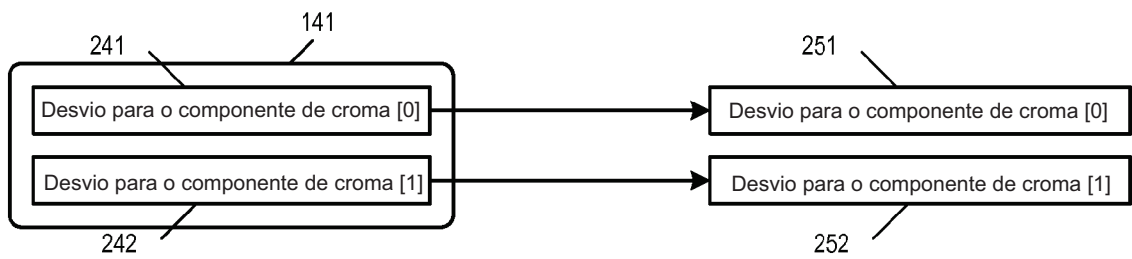


FIG. 2a

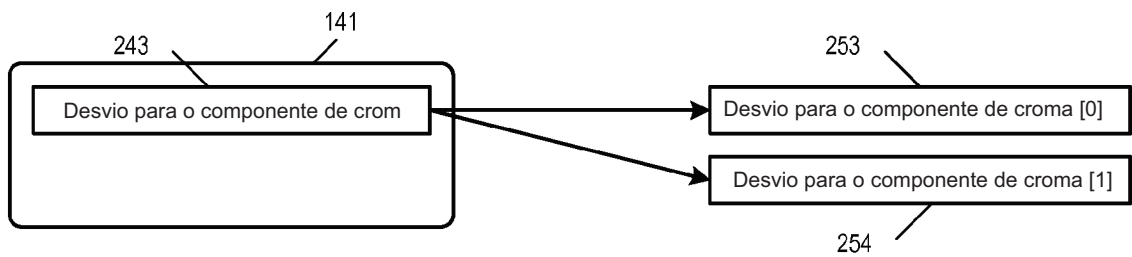


FIG. 2b

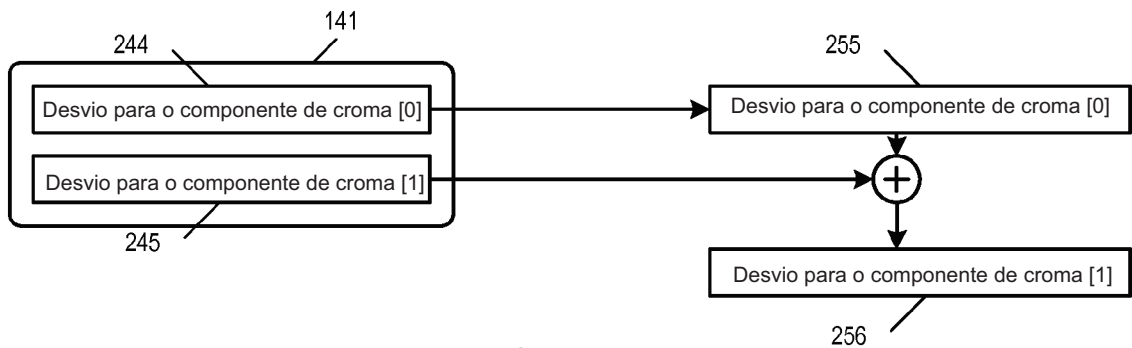


FIG. 2c

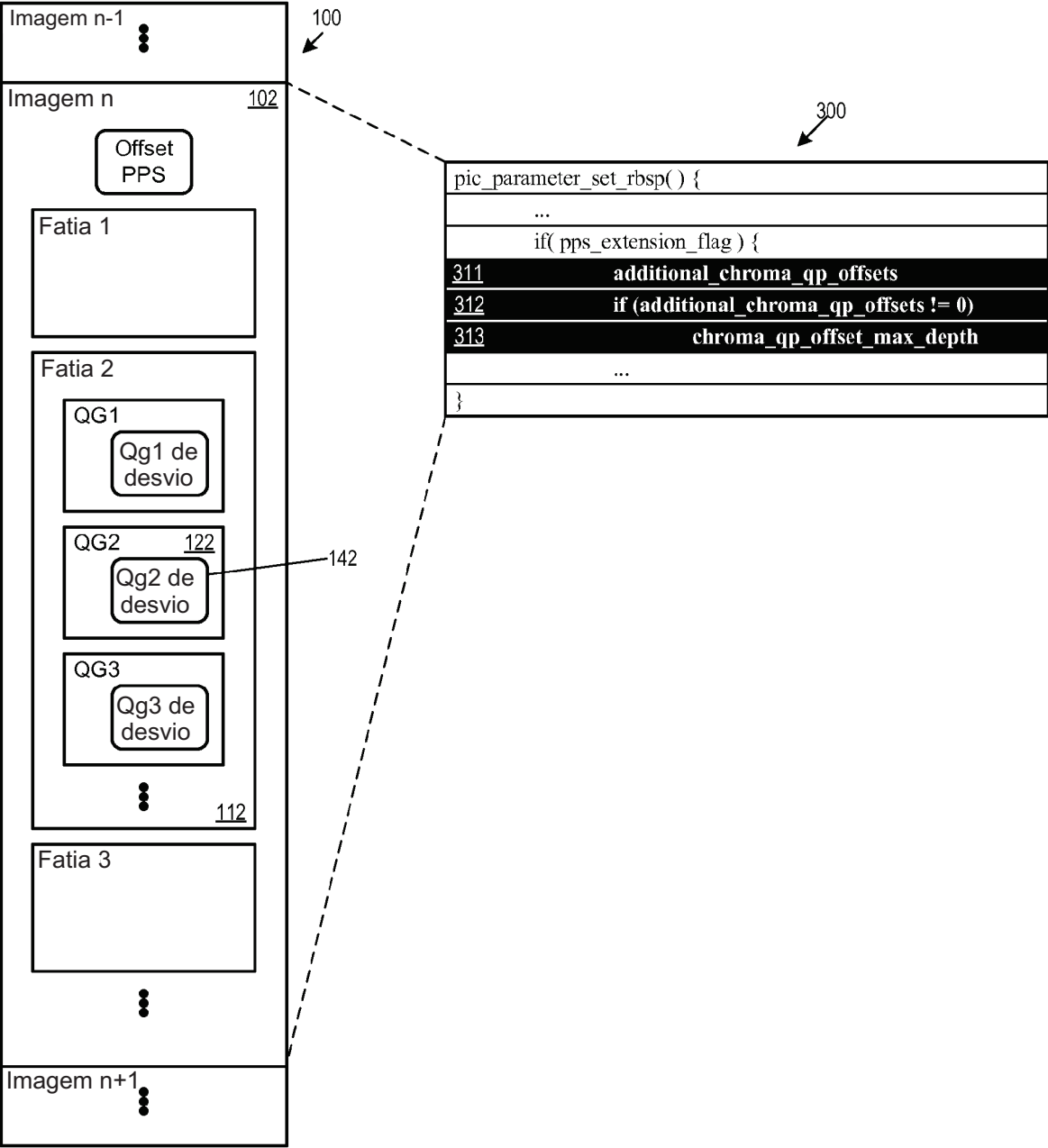


FIG. 3

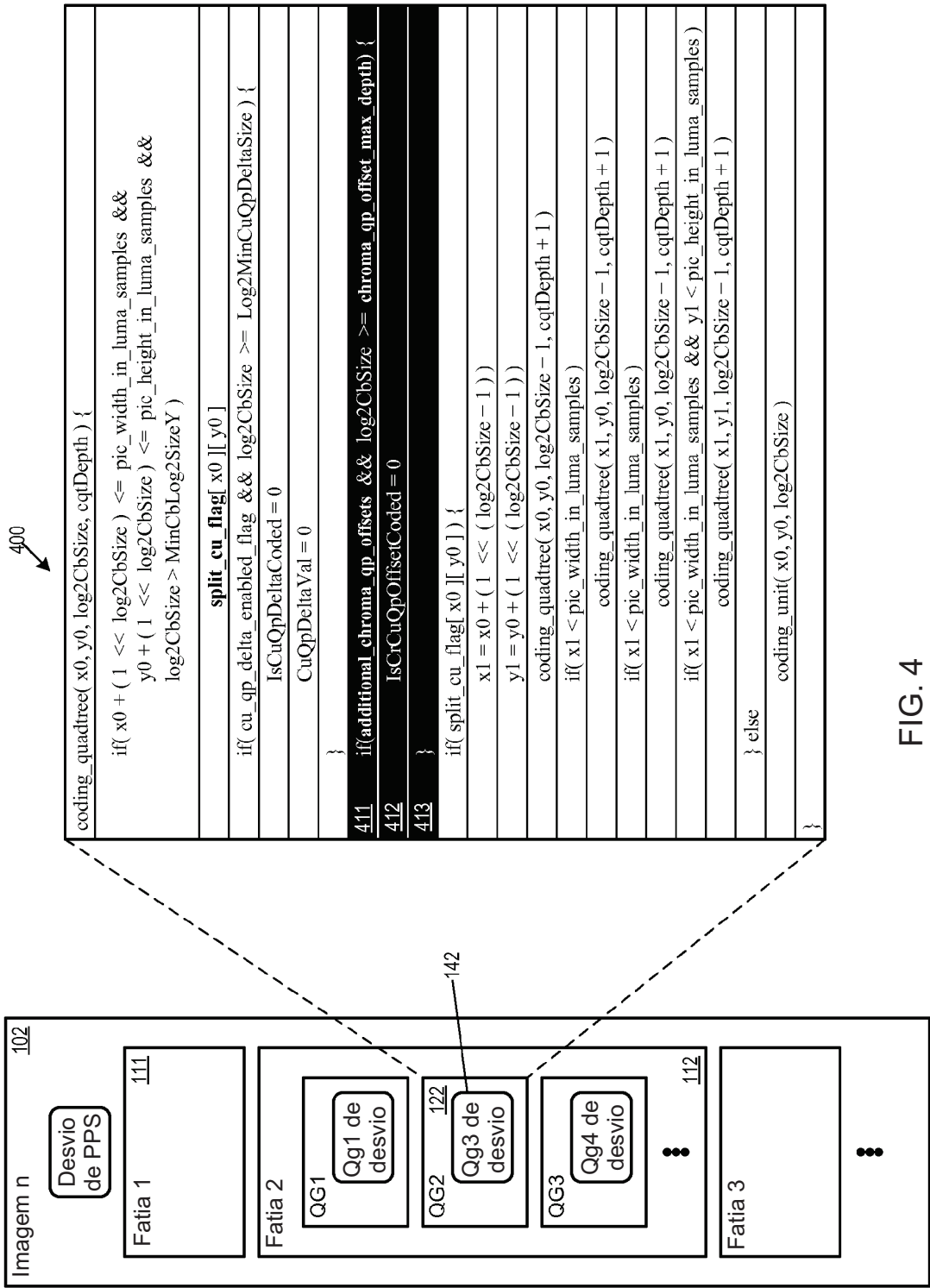


FIG. 4

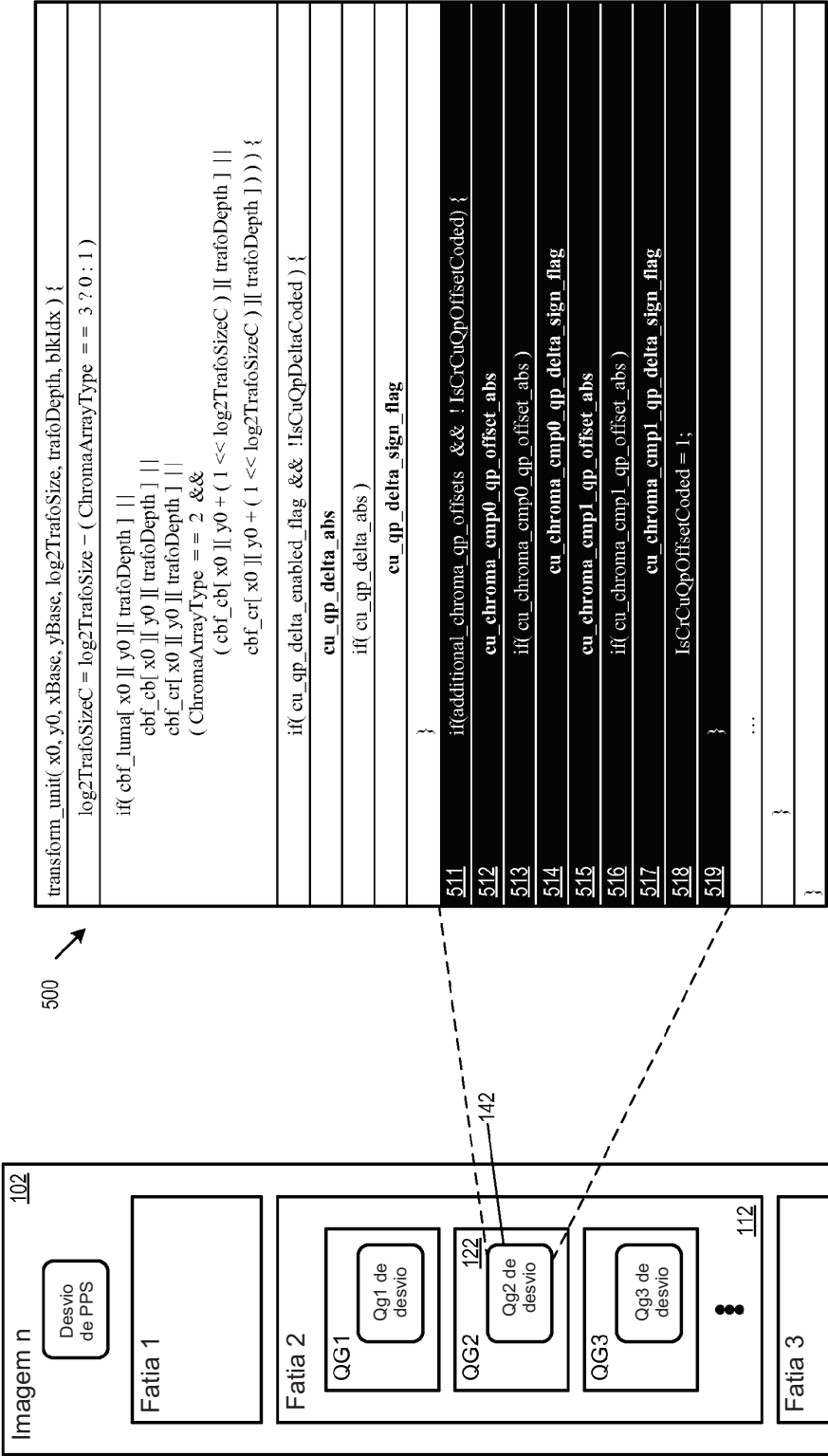


FIG. 5

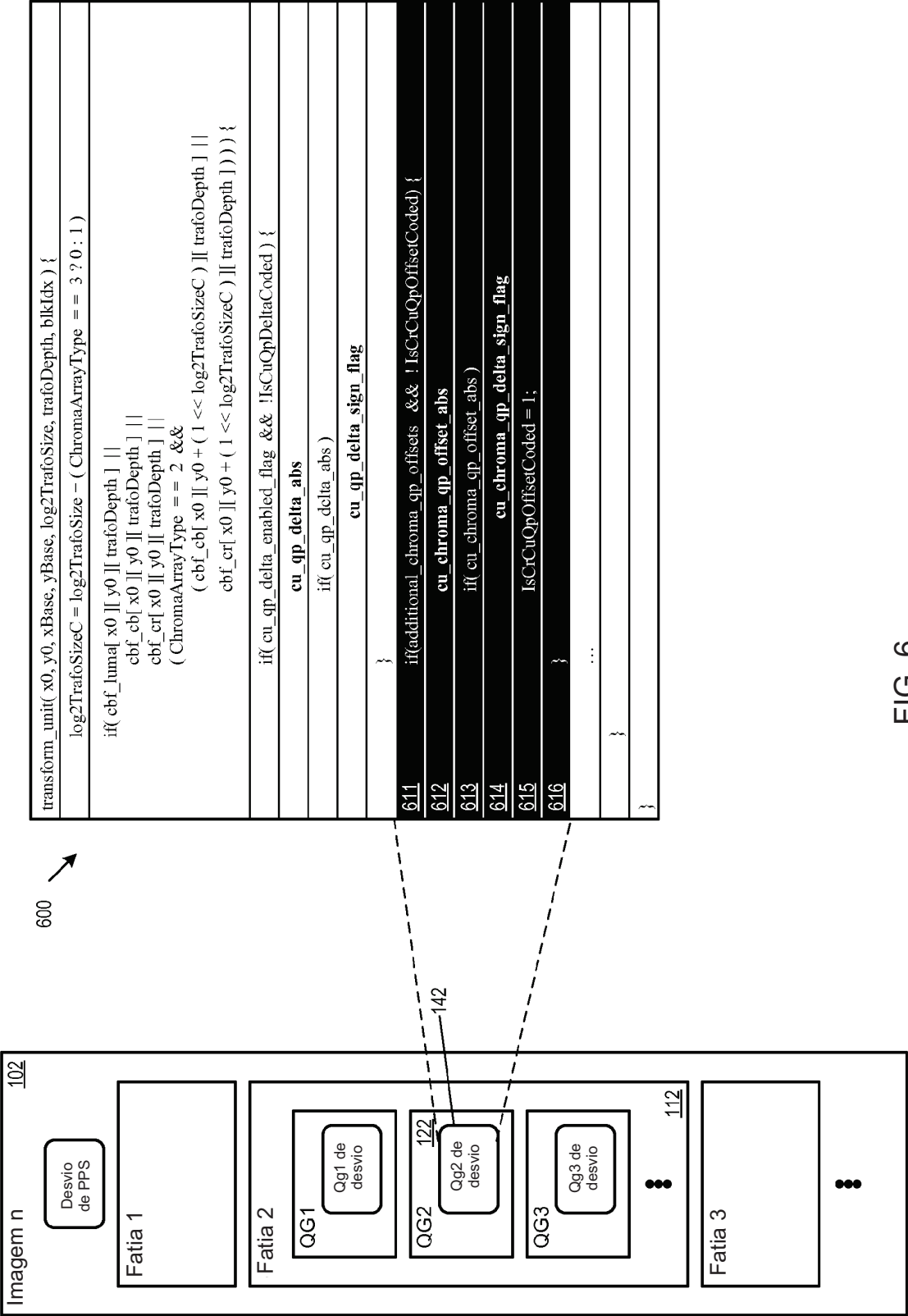


FIG. 6

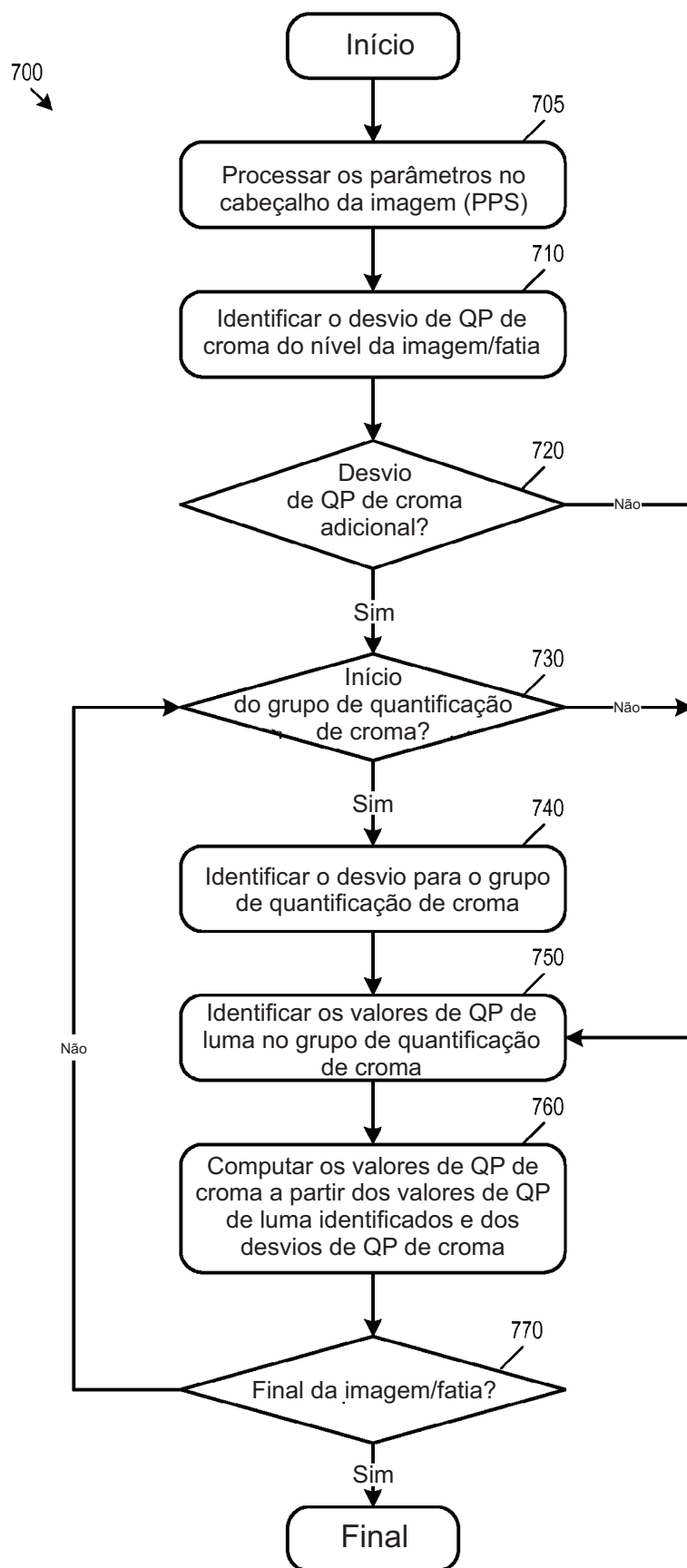


FIG. 7

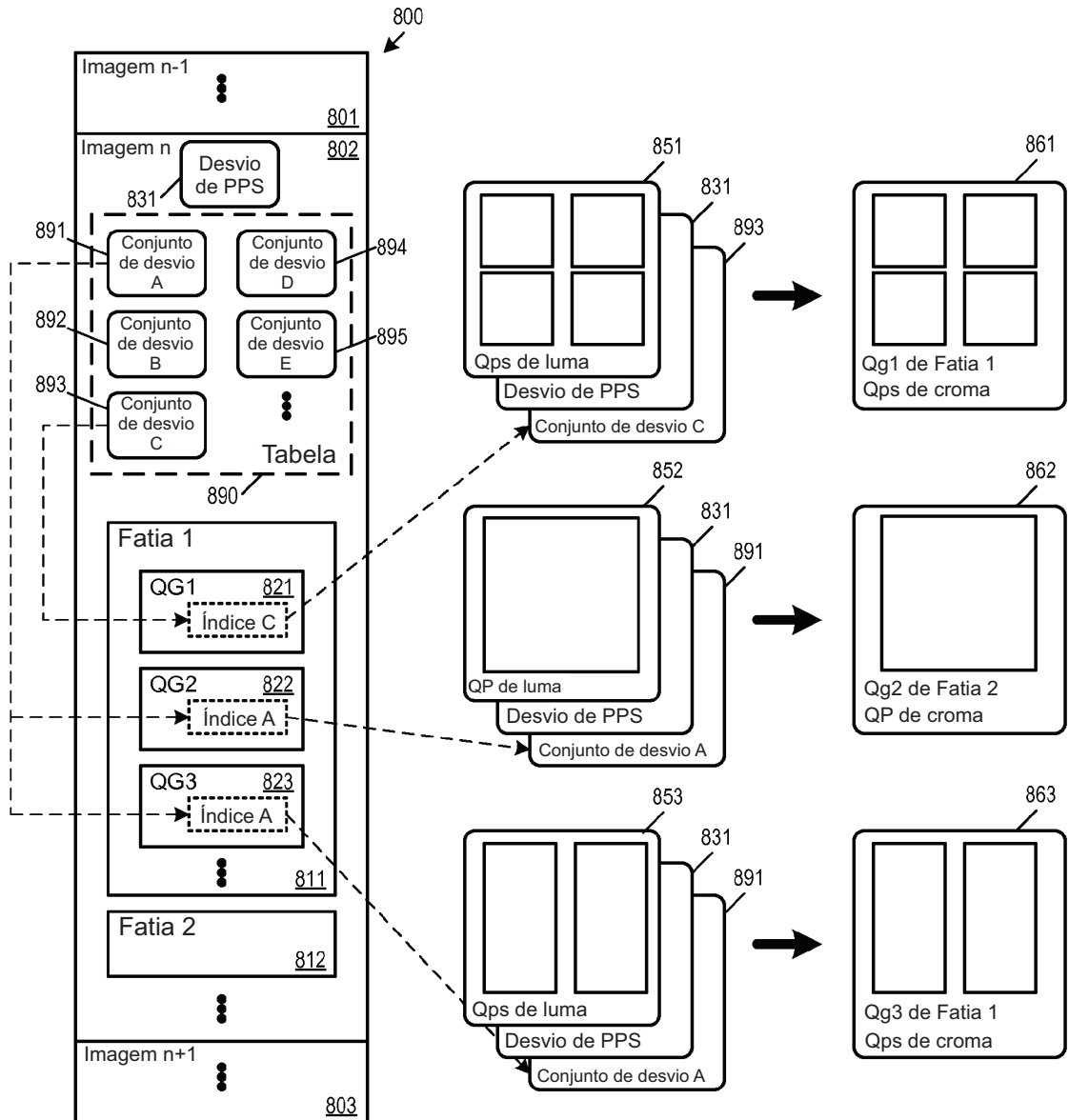


FIG. 8

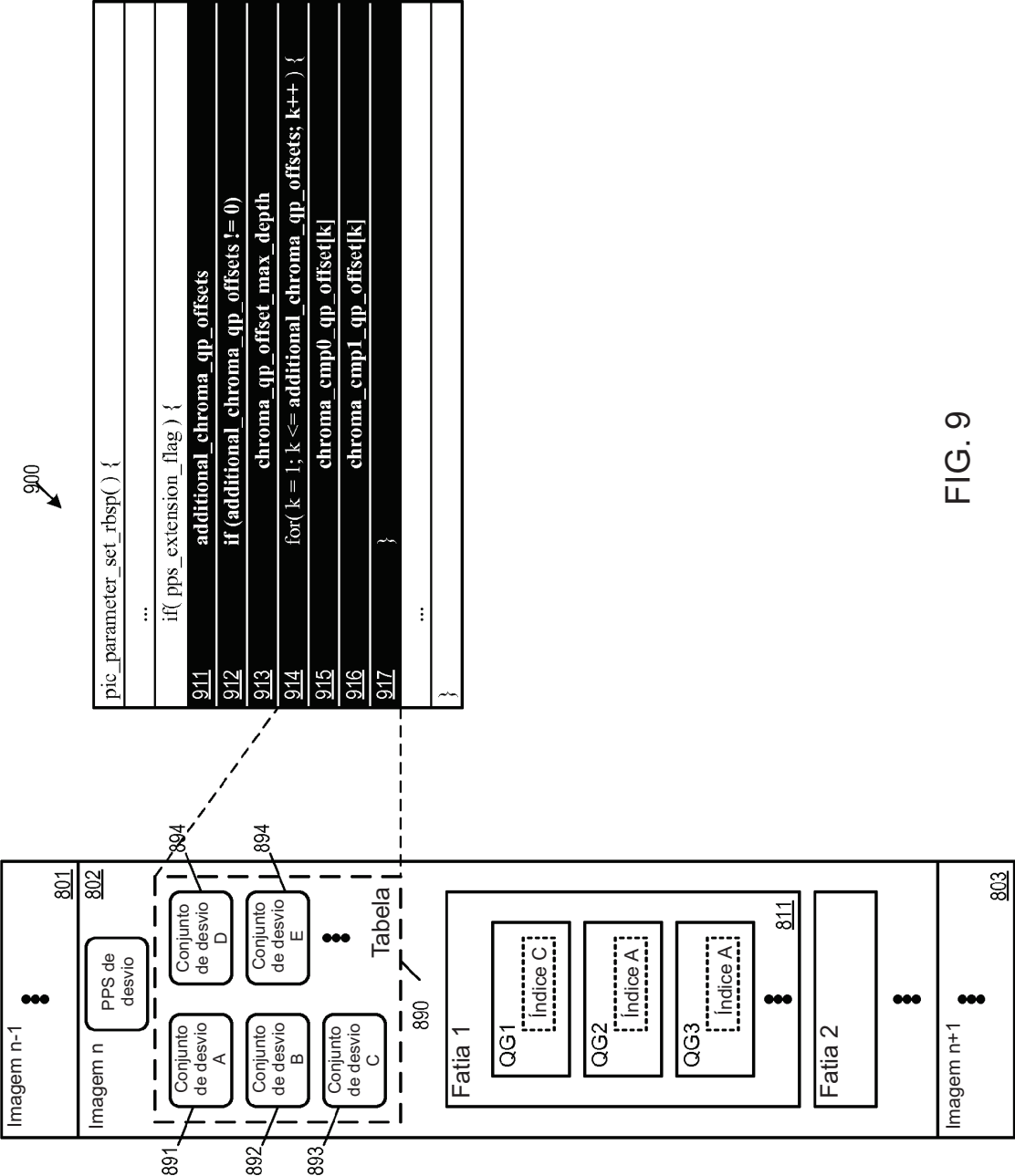


FIG. 9

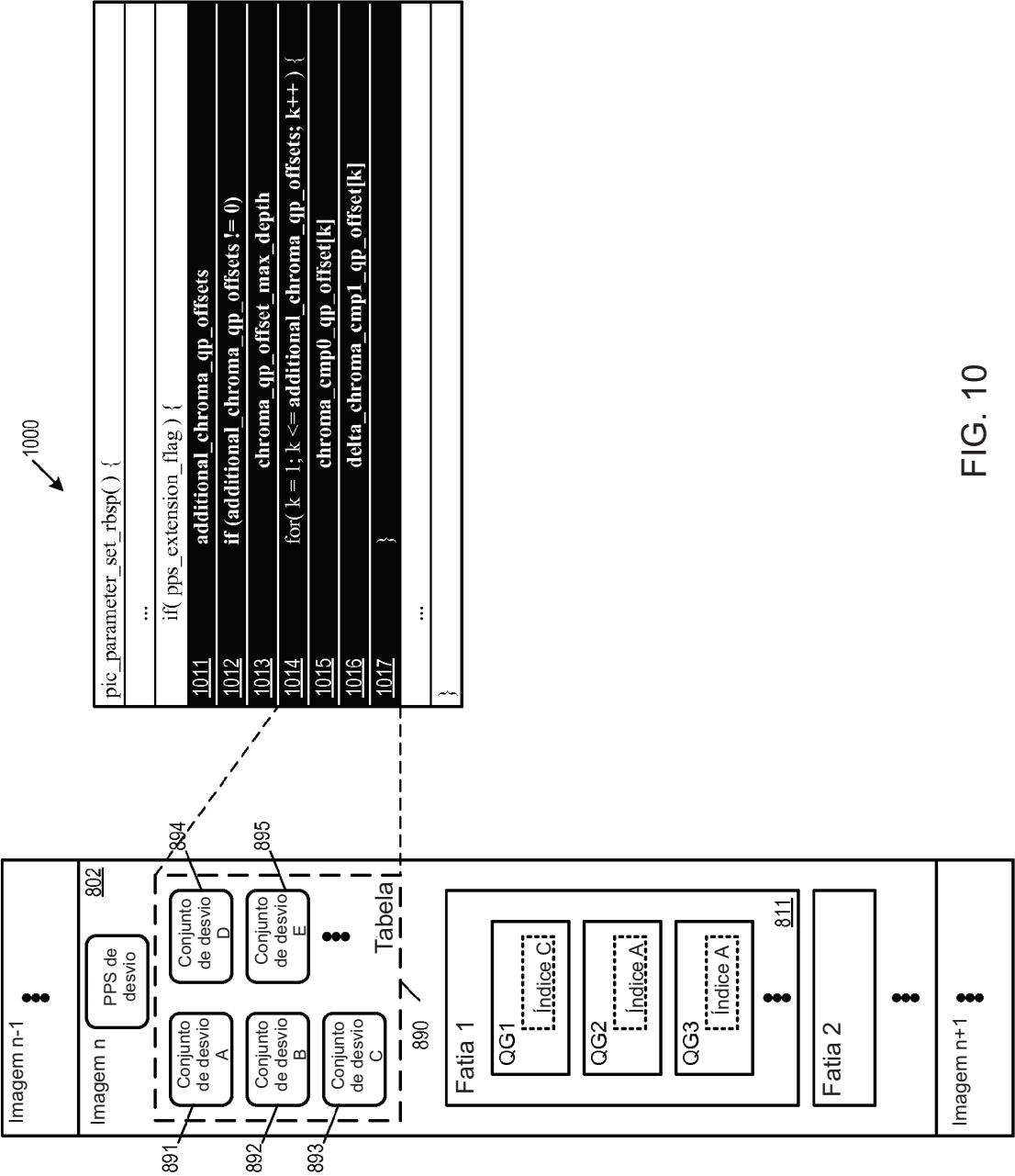


FIG. 10

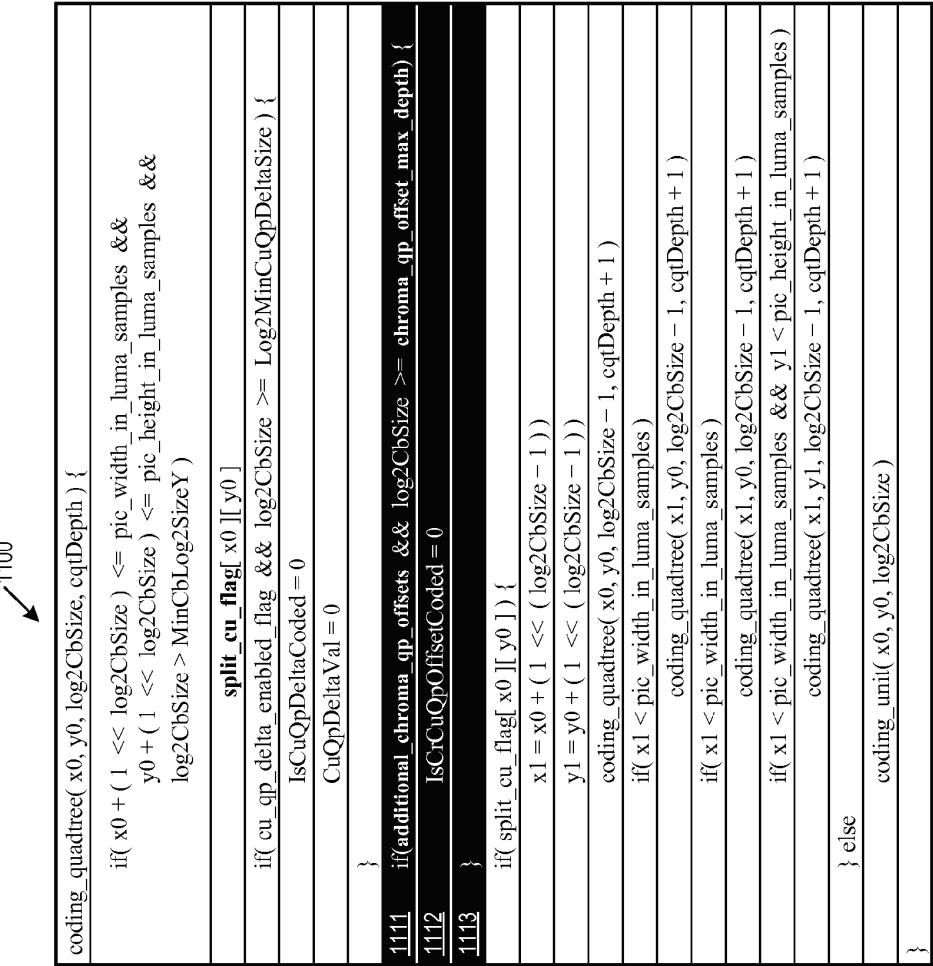


FIG. 11

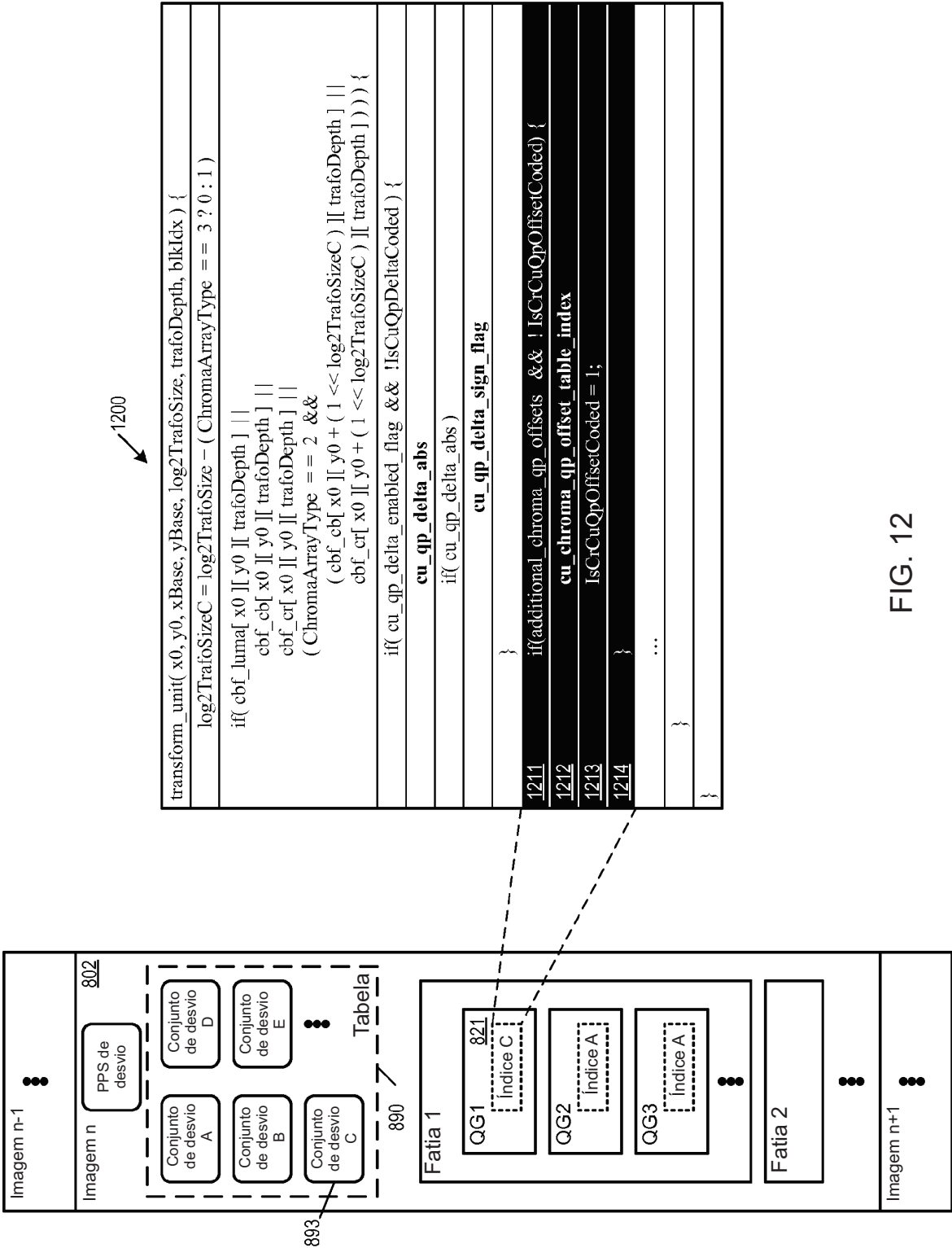
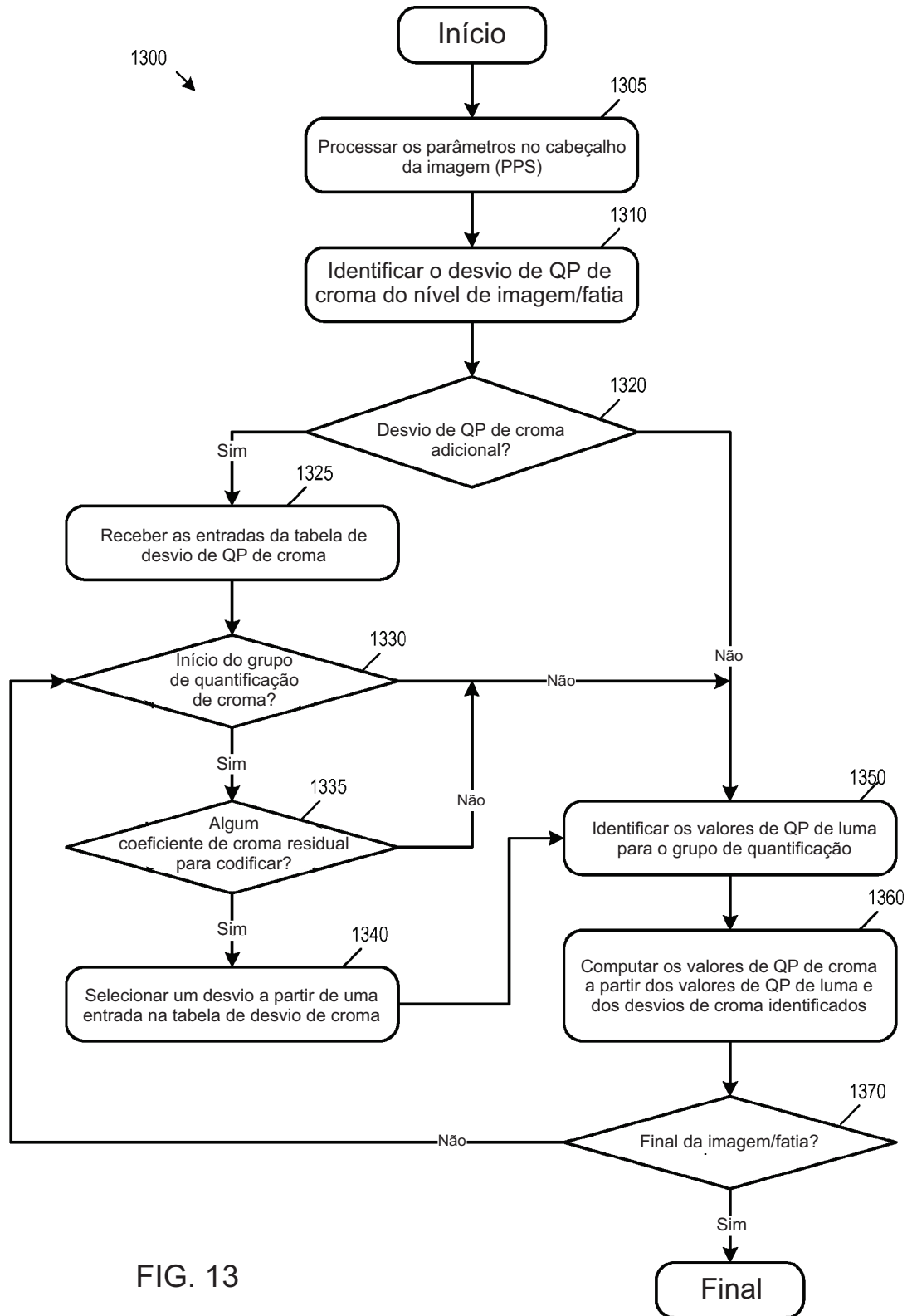


FIG. 12



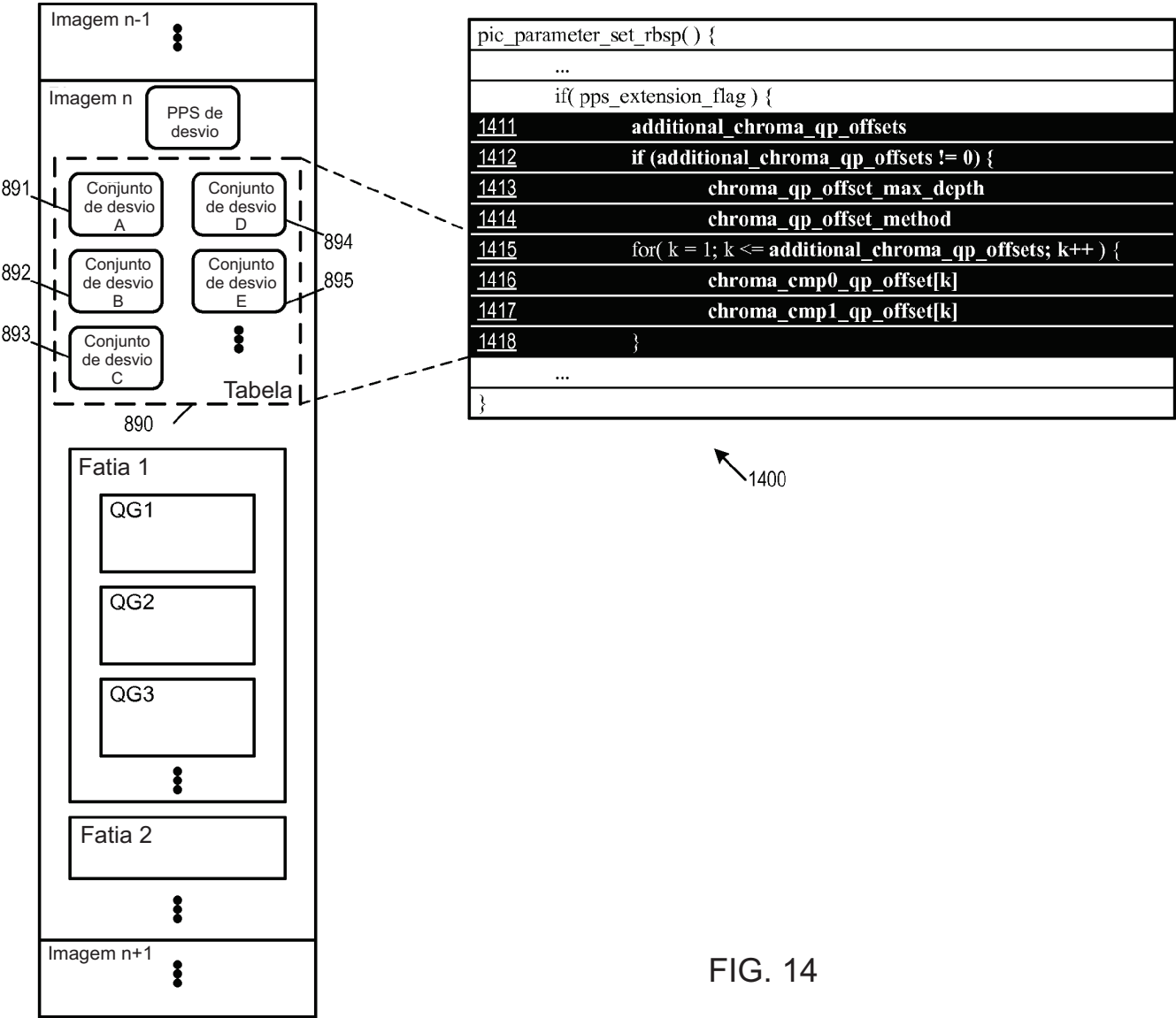


FIG. 14

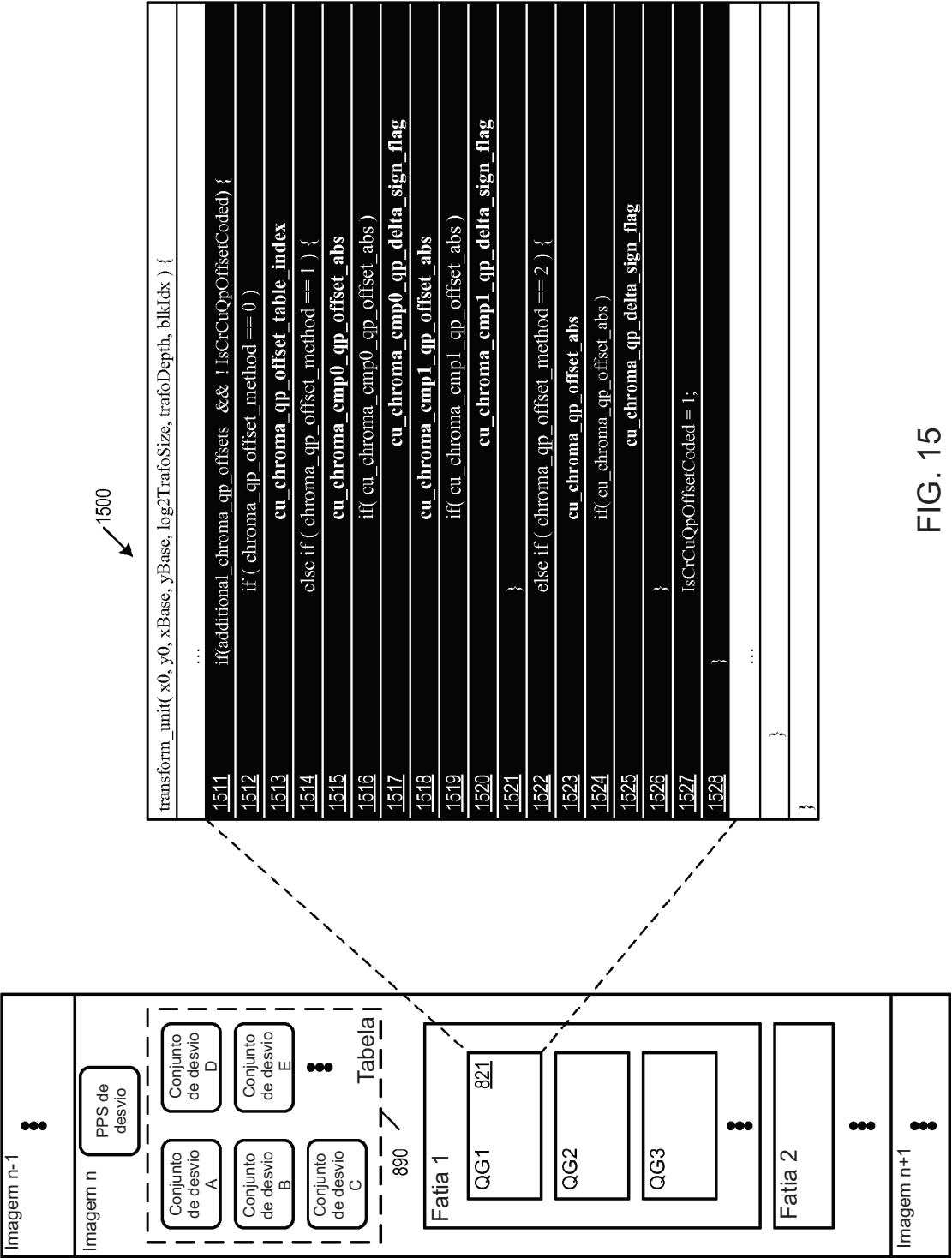


FIG. 15

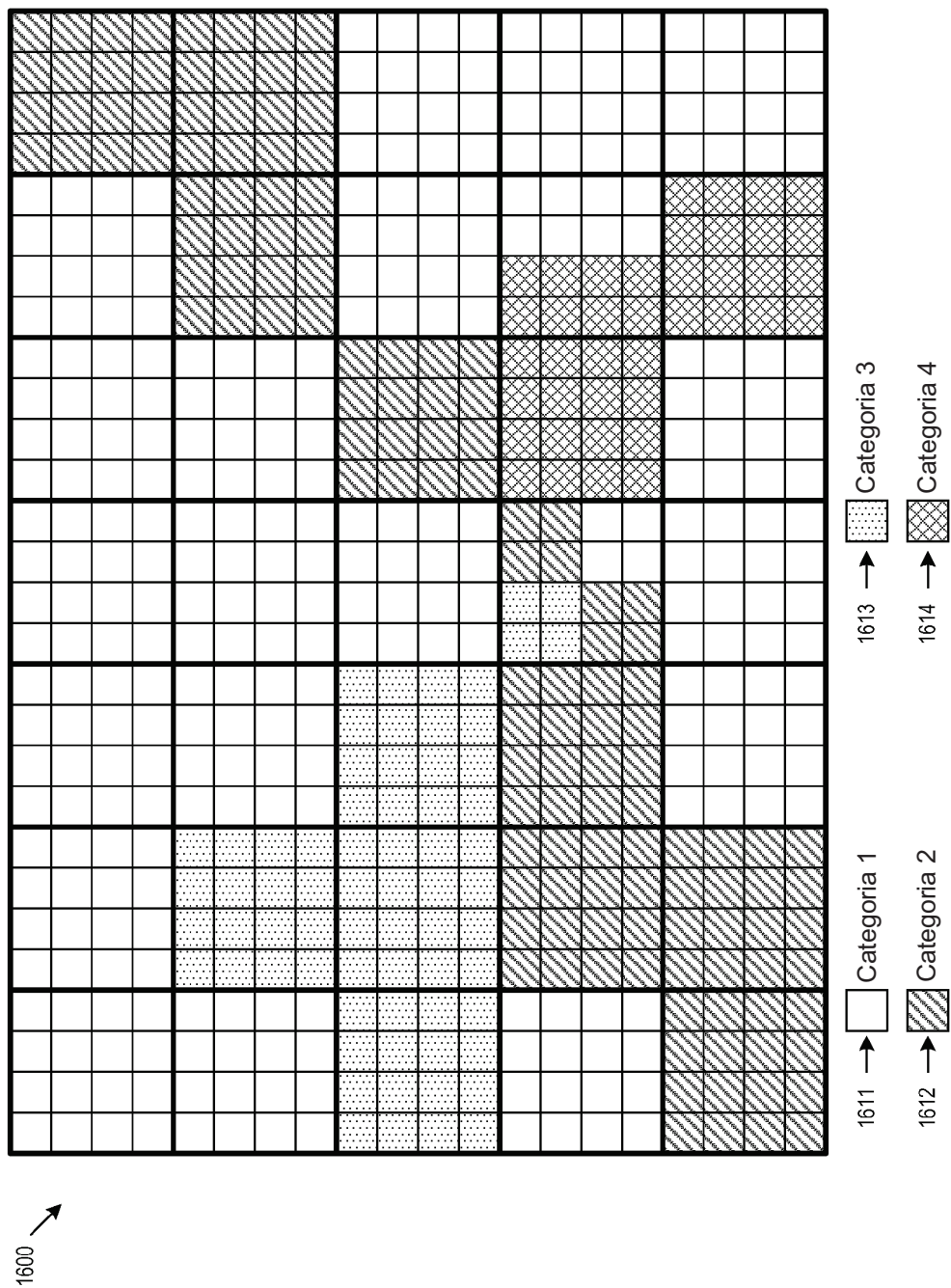


FIG. 16

17/20

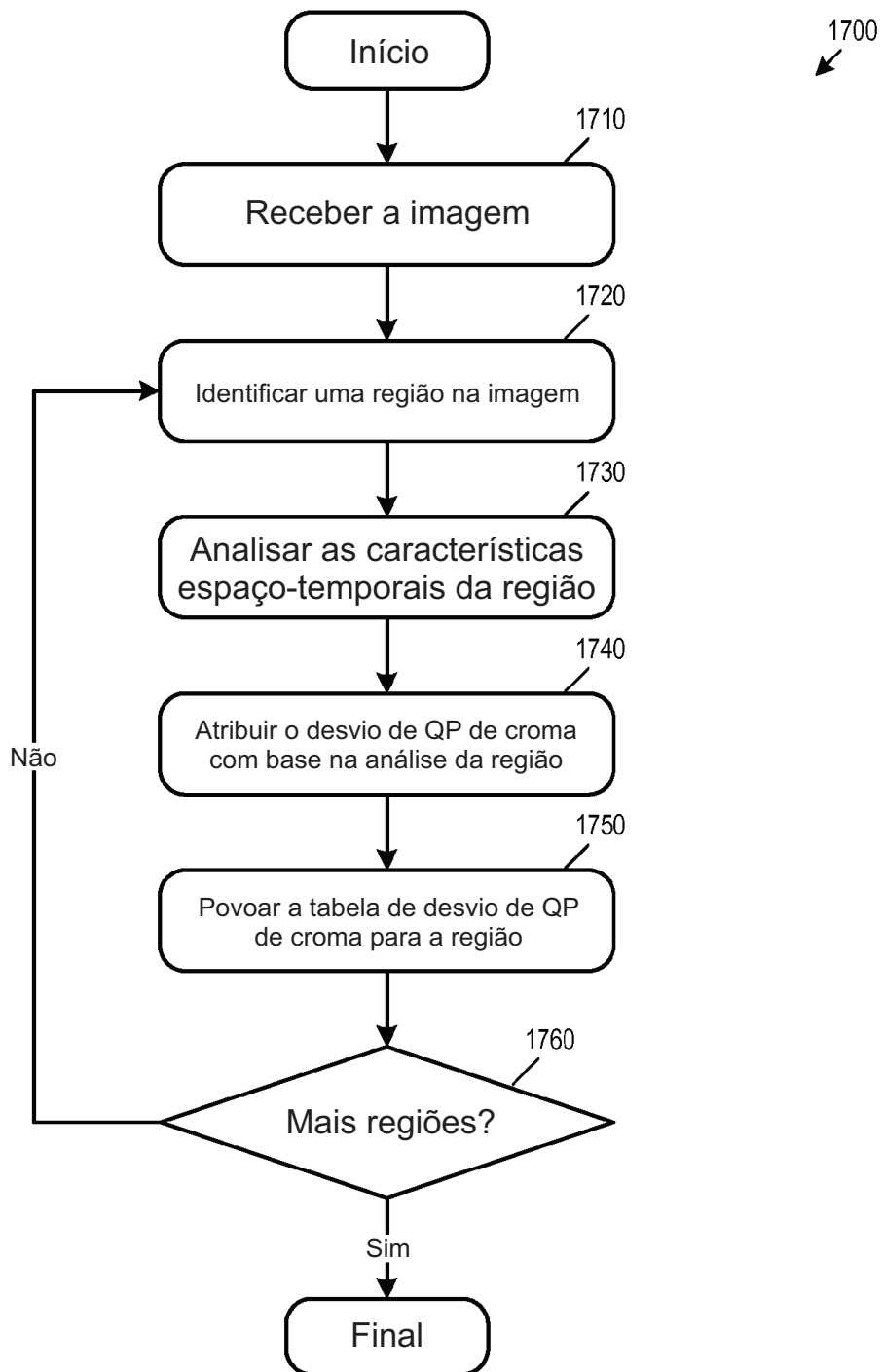


FIG. 17

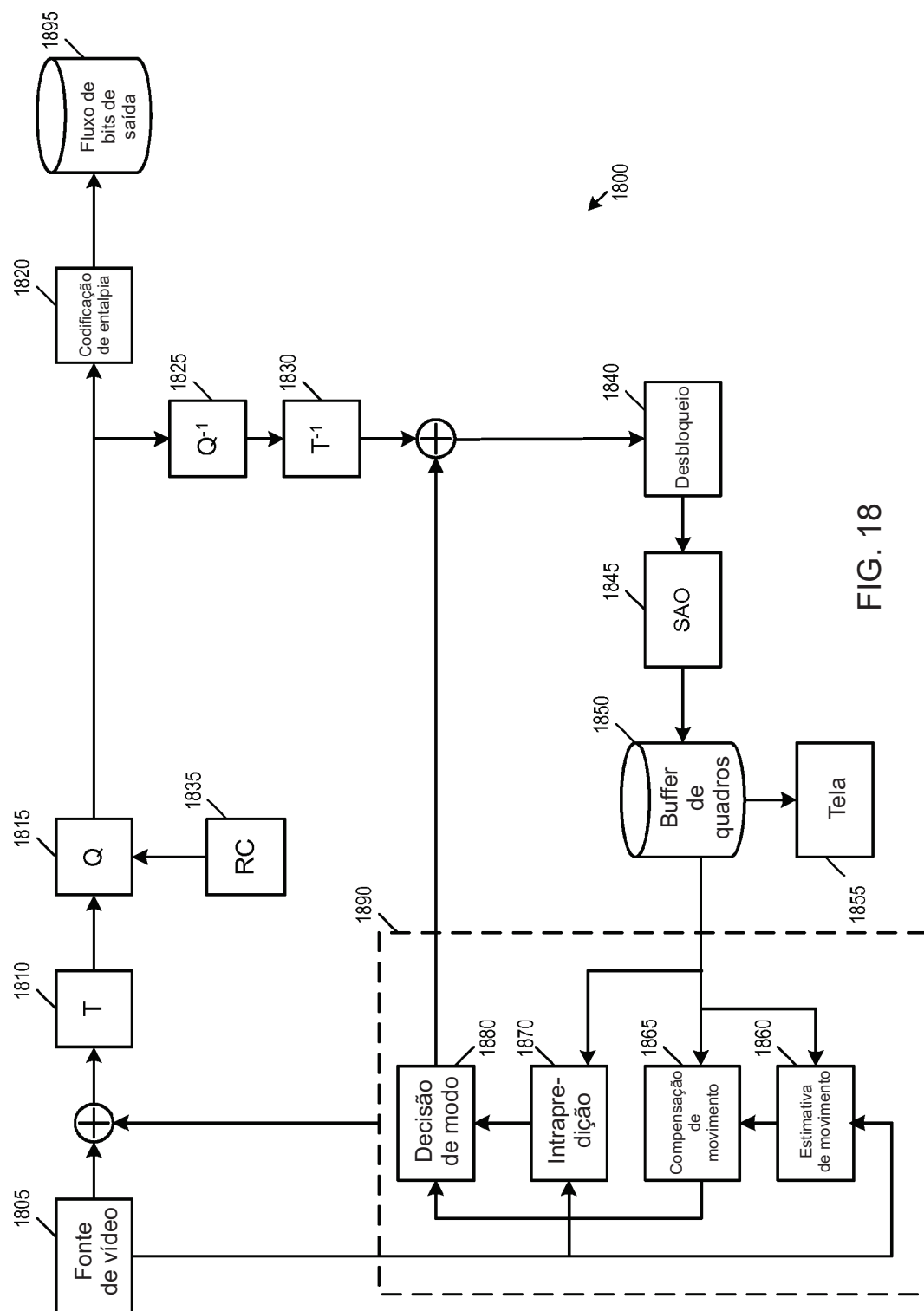


FIG. 18

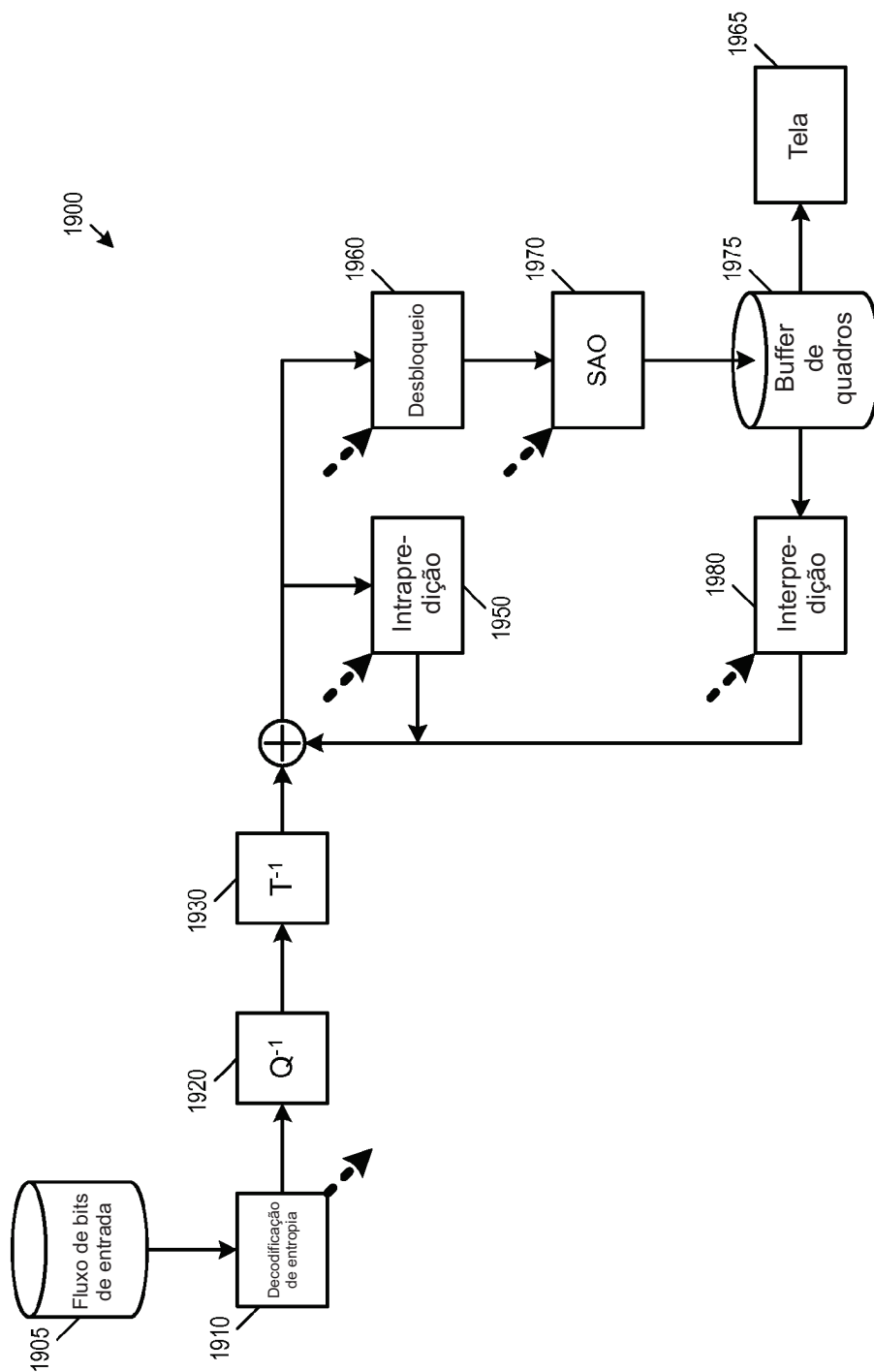


FIG. 19

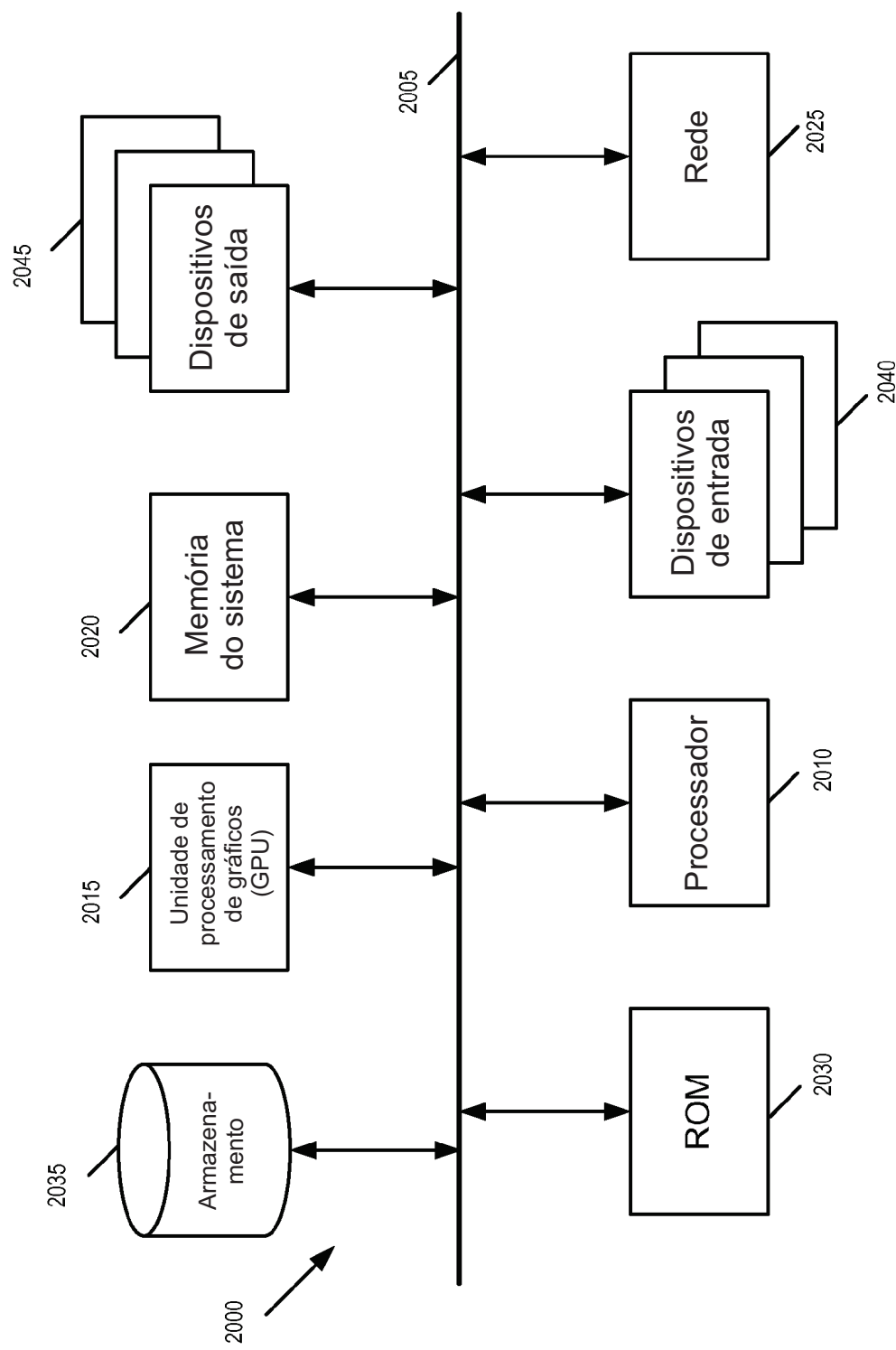


FIG. 20