



República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) PI 0715507-7 A2



* B R P I 0 7 1 5 5 0 7 A 2 *

(22) Data de Depósito: 31/07/2007
(43) Data da Publicação: 18/06/2013
(RPI 2215)

(51) Int.Cl.:
H04N 7/26
H04N 7/32
H04N 7/50

(54) Título: MÉTODOS E APARELHOS PARA PARTICIONAMENTO GEOMÉTRICO ADAPTATIVO PARA DECODIFICAÇÃO DE VÍDEO

(30) Prioridade Unionista: 02/08/2006 US 60/834.993

(73) Titular(es): Thomson Licensinc S.A

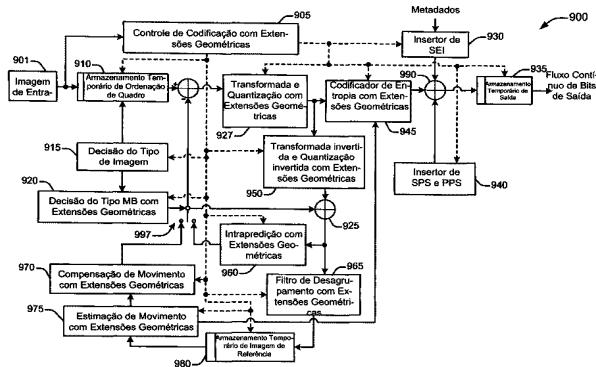
(72) Inventor(es): Oscar Divorra Escoda, Peng Yin

(74) Procurador(es): NELLIE ANNE DAIEL-SHORES

(86) Pedido Internacional: PCT US2007017114 de
31/07/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2008/016605de
07/02/2008

(57) Resumo: MÉTODO E APARELHOS PARA PARTICIONAMENTO GEOMÉTRICO ADAPTATIVO PARA DECODIFICAÇÃO DE VÍDEO. São fornecidos métodos e aparelhos para particionamento geométrico adaptativo para codificação e decodificação de vídeo. Um aparelho inclui um codificador (900) para a codificação de dados de imagem correspondentes às figuras pelo particionamento adaptativo de pelo menos partes das figuras responsivo a pelo menos um modelo paramétrico. O pelo menos um modelo paramétrico pelo menos um de formulação implícita e de formulação explícita da pelo menos uma curva.



“MÉTODOS E APARELHOS PARA PARTICIONAMENTO GEOMÉTRICO
ADAPTATIVO PARA DECODIFICAÇÃO DE VÍDEO”

Referência Cruzada a Pedidos Relacionados

Este pedido reivindica o benefício do pedido provisório US 60/834.993, depositado
5 em 2 de agosto de 2006, que é aqui incorporado pela referência em sua íntegra. Adicionalmente, este pedido é relacionado ao pedido não provisório, Documento Judicial PU070128, intitulado “METHODS AND APPARATUS FOR ADAPTIVE GEOMETRIC PARTITIONING FOR VIDEO ENCODING”, do mesmo requerente, aqui incorporado pela referência e depositado simultaneamente com este.

10 Campo Técnico

Os presentes princípios dizem respeito, no geral, à codificação e decodificação de vídeo e, mais particularmente, a métodos e aparelhos para particionamento geométrico adaptativo para codificação e decodificação de vídeo.

Antecedentes da Invenção

15 A maioria das técnicas de codificação de vídeo usa codificação preditiva mais residual para modelar imagens de vídeo. Outras abordagens também podem considerar predição como uma etapa dentro de algum processo da transformação de sinal, como quando esquemas de elevação são usados para gerar transformada de ondeleta (com ou sem compensação de movimento). Predição é realizada em cada quadro com base em partição. Isto
20 é, cada quadro é particionado em blocos ou conjuntos de blocos aninhados em uma estrutura de árvore e, então, cada partição de bloco é codificada pelo uso de um intrapreditor ou interpreditor mais alguma codificação residual. O particionamento de quadro em blocos é realizado pela definição de uma grade de regiões, que, normalmente, são blocos (chamados de macroblocos), em todo o quadro e, então, cada um dos macroblocos também pode ser
25 adicionaisamente particionado em blocos menores (também chamados de sub-blocos ou de submacroblocos). Tipicamente, macroblocos no limite de objetos e/ou regiões de quadro com diferentes texturas, cor, lisura e/ou diferente movimento tendem ser adicionaismente divididos em sub-blocos a fim de tornar a codificação do macrobloco o mais eficiente possível, com a maior qualidade objetiva e/ou subjetiva possível.

30 Em estudos recentes, estruturas de árvore se mostraram subideais para codificação de informação de imagem. Estes estudos sustentam que codificação das imagens com base em árvore não pode codificar de forma ideal regiões heterogêneas (aqui, considera-se que regiões têm uma característica bem definida e uniforme, tais como uma textura chata, lisa ou estacionária) separadas por uma borda ou contorno regular. Este problema surge do fato
35 que estruturas de árvore não podem pegar de forma ideal a redundância geométrica existente ao longo das bordas, contornos ou texturas orientadas. Este conceito implica que particionamento por árvore adaptativo dos macroblocos, mesmo se melhor do que o simples

particionamento de quadro de tamanho fixo, ainda não é ideal o suficiente para capturar a informação geométrica incluída nos dados 2D com propósitos de codificação de uma maneira eficiente.

O particionamento de quadro é um processo de importância chave na eficiente codificação de vídeo. Recentes tecnologias de compressão de vídeo, tal como o padrão de Codificação Avançada de Vídeo (AVC) parte 10 do Grupo de Especialistas de Imagens em Movimento-4 (MPEG-4) da Organização Internacional para a Padronização / Comissão Eletrotécnica Internacional (ISO/IEC) / recomendação H.264 do Setor de Telecomunicações da União Internacional de Telecomunicações (ITU-T) (doravante o “padrão MPEG-4 AVC”), usa uma partição de quadro com base em árvore. Isto parece ser mais eficiente do que uma simples partição de bloco uniforme usada, tipicamente, em padrões e recomendações de codificação de vídeo mais antigos, tal como o padrão do Grupo de Especialistas de Imagens em Movimento-2 (MPEG-2) da Organização Internacional para a Padronização / Comissão Eletrotécnica Internacional (ISO/IEC) e a recomendação H.263 do Setor de Telecomunicações da União Internacional de Telecomunicações (ITU-T) (doravante a “recomendação H.263”). Entretanto, particionamento de quadro com base em árvore ainda não codifica a informação de vídeo tão eficientemente quanto possível, já que ele não pode capturar eficientemente a estrutura geométrica de dados bidimensionais (2D).

Particionamento de macrobloco estruturado em árvore é adotado na maior parte dos padrões de codificação de vídeo atuais. A recomendação H.261 do Setor de Telecomunicações da União Internacional de Telecomunicações (ITU-T) (doravante a “recomendação H.261”), o padrão do Grupo de Especialistas de Imagens em Movimento-1 (MPEG-1) da Organização Internacional para a Padronização / Comissão Eletrotécnica Internacional (ISO/IEC), e o padrão MPEG-2 ISO/IEC / recomendação H.263 do ITU-T (doravante, o “padrão MPEG-2”) suportam somente partição de macrobloco (MB) de 16 x 16. A Recomendação de perfil simples ou H.263(+) do ITU-T do padrão de Codificação Avançada de Vídeo (AVC) parte 10 do Grupo de Especialistas de Imagens em Movimento-4 (MPEG-4) da ISO/IEC / recomendação H.264 do ITU-T (doravante o “padrão MPEG-4 AVC”) suporta partições tanto de 16 X 16 quanto de 8 X 8 para um MB de 16 x 16. O padrão MPEG-4 AVC suporta partições de macrobloco hierárquicas estruturadas em árvore. Um MB de 16 x 16 pode ser particionado em partições de macrobloco de tamanhos de 16 x 8, 8 x 16 ou 8 x 8. Partições de 8 x 8 também são conhecidas como submacroblocos. Submacroblocos podem ser adicionalmente decompostos em partições de submacrobloco de tamanhos 8 x 4, 4 x 8 e 4 x 4. Voltando para a figura 1, os conjuntos de divisão do macrobloco no padrão MPEG-4 AVC são indicados, no geral, pelo número de referência 100. Em particular, partições de macrobloco são indicadas pelo número de referência 110, e partições de submacrobloco são indicadas pelo número de referência 120. Em estudos recentes, estruturas de árvore

mostraram ser subideais para codificação de informação de imagem. Alguns destes estudos demonstram que sistemas de codificação com base em árvore não podem codificar de forma ideal regiões heterogêneas separadas por uma borda ou contorno regulares.

Alguns trabalhos anteriores sobre o assunto identificaram experimentalmente a necessidade de outros tipos de particionamento de bloco em relação àqueles supridos pelo simples particionamento com base em árvore para compensação de movimento. Estas técnicas propõem, além da partição de bloco com base em árvore, o uso de algumas partições de macrobloco adicionais que podem mais bem se adaptar às bordas de movimento para estimativa e compensação de movimento.

Em uma abordagem da tecnologia anterior (doravante, “a primeira abordagem da tecnologia anterior”) na estrutura de um codec H.263, propõe-se o uso de dois modos de compensação de movimento diagonal adicionais. Quando um destes modos for selecionado, macroblocos relacionados são particionados em dois triângulos similares divididos por um segmento diagonal. Dependendo do modo de codificação, este vai do canto inferior esquerdo até o canto superior direito para um modo, e do canto superior esquerdo até o canto inferior direito para o segundo modo. Voltando para as figuras 2A e 2B, modos de codificação com compensação de movimento adicionais correspondentes à “primeira abordagem da tecnologia anterior” designada aqui descritos são indicados, no geral, pelos números de referência 200 e 250, respectivamente. O modo de codificação com compensação de movimento 200 corresponde a um modo de codificação com borda diagonal superior direita, e o modo de codificação com compensação de movimento 250 corresponde a um modo de codificação com borda diagonal superior esquerda.

A primeira abordagem da tecnologia anterior é muito limitada no sentido em que estes modos são simples variações dos modos de compensação de movimento 16×8 ou 8×16 em uma direção diagonal fixa. A borda que eles definem é muito grosseira e não é precisa o suficiente para se adequar à rica variedade de bordas encontrada nos quadros de vídeo. Não há codificação explícita da informação geométrica, o que prejudica a existência de um tratamento adaptado desta informação no codificador. Dois modos são introduzidos na lista de modos de codificação, o que aumenta o sobreprocessamento de codificação dos outros modos de codificação localizados depois destes na lista de modos.

Uma evolução direta da primeira abordagem da tecnologia anterior diz respeito às três outras abordagens da tecnologia anterior, respectivamente aqui referidas como as segunda, terceira e quarta abordagens da tecnologia anterior. Coletivamente nestes trabalhos, é introduzido um conjunto maior de modos de codificação com compensação de movimento do que aquele descrito na primeira abordagem da tecnologia anterior. Os sistemas descritos em relação às segunda, terceira e quarta abordagens da tecnologia anterior introduzem uma grande coleção de modos de codificação adicionais, incluindo partições orientadas. Estes

modos são diferentes versões traduzidas dos modos 16 x 8, 8 x 16, bem como diferentes versões traduzidas dos modos propostos na primeira abordagem da tecnologia anterior com um perfil em ziguezague. Voltando para figura 3, modos de codificação com compensação de movimento que dizem respeito às “segunda”, “terceira” e “quarta abordagens da tecnologia anterior” designadas são indicados, no geral, pelo número de referência 300. Dezoito modos de codificação com compensação de movimento são mostrados.

Como no caso da primeira abordagem da tecnologia anterior, as partições definidas nas segunda, terceira e quarta abordagens da tecnologia anterior para compensação de movimento são muito brutas e imprecisas com conteúdo de quadros de vídeo. Mesmo se o conjunto de partições orientadas for mais numeroso do que aqueles na primeira abordagem da tecnologia anterior, ele ainda não é preciso o suficiente para eficiente codificação da rica variedade de bordas encontrada nos quadros de vídeo. Neste caso, não há codificação explícita da informação geométrica, o que danifica a existência de um tratamento adaptado da informação geométrica no codificador. Além do mais, o sobreprocessamento introduzido a fim de codificar o conjunto muito maior de modos tem um efeito muito pior nos modos não direcionais que seguem os modos orientados na lista de modos.

Uma quinta abordagem da tecnologia anterior propõe o uso de intrapredição nas partições dos modos orientados das segunda, terceira e quarta abordagens da tecnologia anterior, além dos seus propósitos prévios para compensação de movimento com base em predição. As limitações da quinta abordagem da tecnologia anterior são herdadas das segunda, terceira e quarta abordagens da tecnologia anterior, portanto, tudo aquilo declarado nos parágrafos anteriores também se aplica à quinta abordagem da tecnologia anterior.

Uma sexta abordagem da tecnologia anterior propõe a estrutura mais flexível dos trabalhos encontrados na literatura. A sexta abordagem da tecnologia anterior propõe a introdução de somente 2 modos, em que segmentos que conectam dois pontos limites são usados para gerar partições do bloco. O primeiro dos modos de codificação de compensação de movimento propostos divide um macrobloco em duas partições separadas por um segmento que conecta dois pontos limites do macrobloco. Voltando para a figura 4A, particionamento de macrobloco de acordo com um primeiro modo de codificação com compensação de movimento da “sexta abordagem da tecnologia anterior” designada aqui descrito é indicado, no geral, pelo número de referência 400.

O segundo modo proposto é baseado em uma divisão primária do macrobloco em sub-blocos e, então, cada sub-bloco é dividido usando um segmento que conecta dois pontos no limite de cada sub-bloco. Voltando para a figura 4B, particionamento de macrobloco de acordo com um segundo modo de codificação com compensação de movimento da “sexta abordagem da tecnologia anterior” designada aqui descrito é indicado, no geral, pelo número de referência 450.

Diversas limitações ainda existem em relação ao esquema esboçado na sexta abordagem da tecnologia anterior, e incluem o seguinte.

Em uma primeira limitação relacionada à sexta abordagem da tecnologia anterior, particionamento de bloco definido como a conexão de dois pontos limites por um segmento

- 5 não pode tratar eficientemente casos dos limites ou contornos mais complexos. Para isto, a sexta abordagem da tecnologia anterior propõe a divisão dos macroblocos em sub-blocos e o uso de pontos que conectam segmentos em cada sub-bloco a fim de aproximar formas mais complexas, o que é ineficiente.

Em uma segunda limitação relacionada à sexta abordagem da tecnologia anterior,

- 10 partições são somente concebidas para compensação de movimento, desconsiderando o uso de alguma técnica de intracodificação nas partições geradas. Isto desabilita a técnica proposta a tratar efeitos de descobrimento (situações em que dados inéditos aparecem de trás de um objeto durante uma seqüência), ou simplesmente para codificar informação de uma maneira preditiva não temporariamente em qualquer um dos quadros de vídeo.

15 Em uma terceira limitação relacionada à sexta abordagem da tecnologia anterior, codificação de partição pela codificação de pontos limites não é eficiente o suficiente em termos de distorção e de custo de codificação. Isto é em virtude de ela não poder representar

- 20 apropriadamente as características geométricas dos limites das partições, portanto, ela não mostra apropriadamente as características geométricas dos dados no quadro de vídeo. De fato, tipicamente, dados nos quadros de vídeo apresentam diferentes estatísticas para informação geométrica como orientações locais e posições locais de diferentes componentes e/ou objetos de vídeo. O simples uso de pontos limites não pode refletir tal informação. Assim, não pode-se explorar tais estatísticas com propósitos de codificação.

Em uma quarta limitação relacionada à sexta abordagem da tecnologia anterior, dif-

- 25 ferentes qualidades de compressão de vídeo têm diferentes exigências de precisão de informação geométrica a fim de alcançar a melhor distorção em função da substitutibilidade do custo de codificação. A sexta abordagem da tecnologia anterior não adapta a informação transmitida para codificar as partições de bloco dependendo da qualidade da compressão de vídeo. Além do mais, já que a sexta abordagem da tecnologia anterior não tem, e/ou de 30 outra forma descreve, uma representação apropriada da informação geométrica da partição, a sexta abordagem da tecnologia anterior não pode favorecer, se necessário, a codificação de algum tipo de informação geométrica com maior precisão do que algum outro tipo de informação geométrica.

Em uma quinta limitação relacionada à sexta abordagem da tecnologia anterior, a

- 35 sexta abordagem da tecnologia anterior não aparece para tratar aqueles pixels que ficam dispostos no limite das partições que estão parcialmente em um lado do limite e parcialmente no outro lado. Estes pixels devem poder, quando necessário, misturar informação de am-

bos os lados da partição.

Voltando para a figura 8, um codificador de vídeo que pode realizar codificação de vídeo de acordo com o padrão MPEG-4 AVC é indicado, no geral, pelo número de referência 800.

5 O codificador de vídeo 800 inclui um armazenamento temporário de ordenação de quadro 810 com uma saída em comunicação de sinal com uma entrada não invertida de um combinador 885. Uma saída do combinador 885 é conectada em comunicação de sinal em uma primeira entrada de um transformador e quantizador 825. Uma saída do transformador e quantizador 825 é conectada em comunicação de sinal em uma primeira entrada de um codificador de entropia 845 e em uma primeira entrada de um transformador invertido e quantizador invertido 850. Uma saída do codificador de entropia 845 é conectada em comunicação de sinal em uma primeira entrada não invertida de um combinador 890. Uma saída do combinador 890 é conectada em comunicação de sinal com uma primeira entrada de um armazenamento temporário de saída 835.

10 15 Uma primeira saída de um controlador do codificador 805 é conectada em comunicação de sinal em uma segunda entrada do armazenamento temporário de ordenação de estrutura 810, em uma segunda entrada do transformador invertido e quantizador invertido 850, em uma entrada de um módulo de decisão tipo imagem 815, em uma entrada de um módulo de decisão tipo macrobloco (tipo MB) 820, em uma segunda entrada de um módulo 20 de intrapredição 860, em uma segunda entrada de um filtro de desagrupamento 865, em uma primeira entrada de um compensador de movimento 870, em uma primeira entrada de um estimador de movimento 875 e em uma segunda entrada de um armazenamento temporário de imagem de referência 880.

25 Uma segunda saída do controlador de codificador 805 é conectada em comunicação de sinal em uma primeira entrada de um insertor de Informação de Melhoria Suplementar (SEI) 830, em uma segunda entrada do transformador e quantizador 825, em uma segunda entrada do codificador de entropia 845, em uma segunda entrada do armazenamento temporário de saída 835e em uma entrada do insertor do Conjunto de parâmetros de Seqüência (SPS) e do Conjunto de parâmetros de Imagem (PPS) 840.

30 Uma primeira saída do módulo de decisão tipo imagem 815 é conectada em comunicação de sinal em uma terceira entrada de um armazenamento temporário de ordenação de quadro 810. Uma segunda saída do módulo de decisão tipo imagem 815 é conectada em comunicação de sinal em uma segunda entrada de um módulo de decisão tipo macrobloco 820.

35 Uma saída do insertor do Conjunto de parâmetros de Seqüência (SPS) e do Conjunto de parâmetros de Imagem (PPS) 840 é conectada em comunicação de sinal em uma terceira entrada não invertida do combinador 890.

Uma saída do quantizador invertido e transformador invertido 850 é conectada em comunicação de sinal em uma primeira entrada não invertida de um combinador 825. Uma saída do combinador 825 é conectada em comunicação de sinal em uma primeira entrada do módulo de intrapredição 860 e em uma primeira entrada do filtro de desagrupamento 865. Uma saída do filtro de desagrupamento 865 é conectada em comunicação de sinal em uma primeira entrada de um armazenamento temporário de imagem de referência 880. Uma saída do armazenamento temporário de imagem de referência 880 é conectada em comunicação de sinal em uma segunda entrada do estimador de movimento 875. Uma primeira saída do estimador de movimento 875 é conectada em comunicação de sinal em uma segunda entrada do compensador de movimento 870. Uma segunda saída do estimador de movimento 875 é conectada em comunicação de sinal em uma terceira entrada do codificador de entropia 845.

Uma saída do compensador de movimento 870 é conectada em comunicação de sinal em uma primeira entrada de um comutador 897. Uma saída do módulo de intrapredição 860 é conectada em comunicação de sinal em uma segunda entrada do comutador 897. Uma saída do módulo de decisão tipo macrobloco 820 é conectada em comunicação de sinal em uma terceira entrada do comutador 897. Uma saída do comutador 897 é conectada em comunicação de sinal em uma segunda entrada não invertida do combinador 825.

Entradas do armazenamento temporário de ordenação de quadro 810 e o controlador de codificador 805 ficam disponíveis como entradas do codificador 800 para receber uma imagem de entrada 801. Além do mais, uma entrada do insertor de Informação de Melhoria Suplementar (SEI) 830 fica disponível como uma entrada do codificador 800 para receber metadados. Uma saída do armazenamento temporário de saída 835 fica disponível como uma saída do codificador 800 para transmitir um fluxo contínuo de bits.

Voltando para a figura 10, um decodificador de vídeo que pode realizar codificação de vídeo de acordo com o padrão MPEG-4 AVC é indicado, no geral, pelo número de referência 1000.

O codificador de vídeo 1000 inclui um armazenamento temporário de entrada 1010 com uma saída conectada em comunicação de sinal com uma primeira entrada de um decodificador de entropia 1045. Uma primeira saída do decodificador de entropia 1045 é conectada em comunicação de sinal em uma primeira entrada de um transformador invertido e quantizador invertido 1050. Uma saída do transformador invertido e quantizador invertido 1050 é conectada em comunicação de sinal em uma segunda entrada não invertida de um combinador 1025. Uma saída do combinador 1025 é conectada em comunicação de sinal em uma segunda entrada de um filtro de desagrupamento 1065 e em uma primeira entrada de um módulo de intrapredição 1060. Uma segunda saída do filtro de desagrupamento 1065 é conectada em comunicação de sinal em uma primeira entrada de um armazenamento

temporário de imagem de referência 1080. Uma saída do armazenamento temporário de imagem de referência 1080 é conectada em comunicação de sinal em uma segunda entrada de um compensador de movimento 1070.

Uma segunda saída do decodificador de entropia 1045 é conectada em comunicação de sinal em uma terceira entrada do compensador de movimento 1070 e em uma primeira entrada do filtro de desagrupamento 1065. Uma terceira saída do decodificador de entropia 1045 é conectada em comunicação de sinal em uma entrada de um controlador do decodificador 1005. Uma primeira saída do controlador do decodificador 1005 é conectada em comunicação de sinal em uma segunda entrada do decodificador de entropia 1045. Uma 10 segunda saída do controlador do decodificador 1005 é conectada em comunicação de sinal em uma segunda entrada do transformador invertido e quantizador invertido 1050. Uma terceira saída do controlador do decodificador 1005 é conectada em comunicação de sinal em uma terceira entrada do filtro de desagrupamento 1065. Uma quarta saída do controlador do decodificador 1005 é conectada em comunicação de sinal em uma segunda entrada do módulo de intrapredição 1060, em uma primeira entrada do compensador de movimento 1070 e 15 em uma segunda entrada do armazenamento temporário de imagem de referência 1080.

Uma saída do compensador de movimento 1070 é conectada em comunicação de sinal em uma primeira entrada de um comutador 1097. Uma saída do módulo de intrapredição 1060 é conectada em comunicação de sinal em uma segunda entrada do comutador 1097. Uma saída do comutador 1097 é conectada em comunicação de sinal em uma primeira 20 entrada não invertida do combinador 1025.

Uma entrada do armazenamento temporário de entrada 1010 fica disponível como uma entrada do decodificador 1000 para receber um fluxo contínuo de bits de entrada. Uma primeira saída do filtro de desagrupamento 1065 fica disponível como uma saída do decodificador 1000 para transmitir uma imagem de saída. 25

Sumário da Invenção

Estes e outros inconvenientes e desvantagens da tecnologia anterior são abordados pelos presentes princípios, que são direcionados a métodos e aparelhos para particionamento geométrico adaptativo para codificação e decodificação de vídeo.

De acordo com um aspecto dos presentes princípios, é fornecido um aparelho. O aparelho inclui um codificador para codificação de dados de imagem correspondentes a figuras pelo particionamento adaptativo de pelo menos partes das figuras em resposta a pelo menos um modelo paramétrico. O pelo menos um modelo paramétrico envolve pelo menos uma de uma formulação implícita e de uma formulação explícita de pelo menos uma curva.

De acordo com um outro aspecto dos presentes princípios, é fornecido um método. O método inclui codificar dados de imagem correspondentes às figuras pelo particionamento adaptativo de pelo menos partes das figuras responsivo a pelo menos um modelo paramé-

trico. O pelo menos um modelo paramétrico envolve pelo menos uma de uma formulação implícita e de uma formulação explícita de pelo menos uma curva.

De acordo com um ainda outro aspecto dos presentes princípios, é fornecido um aparelho. O aparelho inclui um decodificador para a decodificação de dados de imagem correspondentes às figuras pela reconstrução de pelo menos partes das figuras particionadas usando pelo menos um modelo paramétrico. O pelo menos um modelo paramétrico envolve pelo menos uma de formulação implícita e de formulação explícita de pelo menos uma curva.

De acordo com um ainda outro aspecto dos presentes princípios, é fornecido um método. O método inclui decodificar dados de imagem correspondentes às figuras pela reconstrução de pelo menos partes das figuras particionadas usando pelo menos um modelo paramétrico. O pelo menos um modelo paramétrico envolve pelo menos uma de formulação implícita e de formulação explícita de pelo menos uma curva.

Estes e outros aspectos, recursos e vantagens dos presentes princípios ficarão aparentes a partir da seguinte descrição detalhada das modalidades exemplares que deve ser lida em conjunto com os desenhos anexos.

Descrição Resumida dos Desenhos

Os presentes princípios podem ser mais bem entendidos de acordo com as seguintes figuras exemplares, nas quais:

a figura 1 mostra um diagrama para conjuntos de divisão de macrobloco padrão MPEG-4 AVC nos quais os presentes princípios podem ser aplicados;

as figuras 2A e 2B mostram diagramas para modos de codificação com compensação de movimento adicionais correspondentes à “primeira abordagem da tecnologia anterior” aqui descrita;

a figura 3 mostra um diagrama para modos de codificação com compensação de movimento que diz respeito às “segunda”, “terceira” e “quarta abordagens da tecnologia anterior” aqui descritas;

a figura 4A mostra um diagrama para particionamento de macrobloco de acordo com um primeiro modo de codificação com compensação de movimento da “sexta abordagem da tecnologia anterior” designada aqui descrito;

a figura 4B mostra um diagrama para particionamento de macrobloco de acordo com um segundo modo de codificação com compensação de movimento da “sexta abordagem da tecnologia anterior” designada aqui descrito;

a figura 5 mostra um diagrama para uma partição de limite uniforme com base em um modelo polinomial com partições P0 e P1 de acordo com uma modalidade dos presentes princípios;

a figura 6 mostra um diagrama para um exemplo de uso de um polinômio de primei-

ra ordem com geometria descrita em parâmetros (ângulo e posição) para uso como um modelo paramétrico de acordo com uma modalidade dos presentes princípios;

a figura 7 mostra um diagrama para uma máscara de partição gerada a partir do modelo paramétrico $f(x,y)$ usando um polinômio de primeiro grau de acordo com uma modalidade dos presentes princípios;

a figura 8 mostra um diagrama de blocos para um codificador de vídeo que pode realizar codificação de vídeo de acordo com o Padrão MPEG-4 AVC;

a figura 9 mostra um diagrama de blocos para um codificador de vídeo que pode realizar codificação de vídeo de acordo com o Padrão MPEG-4 AVC estendido para uso com os presentes princípios de acordo com uma modalidade dos presentes princípios;

a figura 10 mostra um diagrama de blocos para um decodificador de vídeo que pode realizar decodificação de vídeo de acordo com o Padrão MPEG-4 AVC;

a figura 11 mostra um diagrama de blocos para um decodificador de vídeo que pode realizar decodificação de vídeo de acordo com o Padrão MPEG-4 AVC estendido para uso com os presentes princípios de acordo com uma modalidade dos presentes princípios;

a figura 12 mostra um diagrama para um macrobloco particionado com base em modelo paramétrico e seu uso juntamente com um procedimento de desagrupamento de acordo com uma modalidade dos presentes princípios;

a figura 13 mostra um diagrama para um exemplo da predição dos parâmetros de partição para o bloco direito a partir dos parâmetros do bloco esquerdo de acordo com uma modalidade dos presentes princípios;

a figura 14 mostra um diagrama para um exemplo da predição dos parâmetros de partição para o bloco inferior a partir dos parâmetros do bloco superior de acordo com uma modalidade dos presentes princípios;

a figura 15 mostra um diagrama para um exemplo de predição dos parâmetros de partição para o bloco direito a partir dos parâmetros dos blocos superior e esquerdo de acordo com uma modalidade dos presentes princípios;

a figura 16 mostra um diagrama para um método exemplar para estimativa de modos geométricos com parâmetros de partição com base em modelo e busca de predição de acordo com uma modalidade dos presentes princípios;

a figura 17 mostra um fluxograma para um método exemplar para codificação de um bloco de predição geometricamente particionado de acordo com uma modalidade dos presentes princípios;

a figura 18A mostra um fluxograma para um método exemplar para codificação de um bloco de interpredação geometricamente particionado de acordo com uma modalidade dos presentes princípios;

a figura 18B mostra um fluxograma para um método exemplar para codificação de

um bloco de intrapredição geometricamente particionado de acordo com uma modalidade dos presentes princípios;

a figura 19 mostra um fluxograma para um método exemplar para codificação com múltiplos tipos de modelos de acordo com uma modalidade dos presentes princípios;

5 a figura 20 mostra um fluxograma para um método exemplar para decodificação de um bloco de predição geometricamente particionado de acordo com uma modalidade dos presentes princípios;

10 a figura 21A mostra um fluxograma para um método exemplar para decodificação de um bloco de interpredação geometricamente particionado de acordo com uma modalidade dos presentes princípios;

a figura 21B mostra um fluxograma para um método exemplar para decodificação de um bloco de intrapredição geometricamente particionado de acordo com uma modalidade dos presentes princípios;

15 a figura 22 mostra um fluxograma para um método exemplar para decodificação com múltiplos tipos de modelos de acordo com uma modalidade dos presentes princípios;

a figura 23 mostra um fluxograma para um método exemplar para codificação de sintaxe do cabeçalho de fatia de acordo com uma modalidade dos presentes princípios;

a figura 24 mostra um fluxograma para um método exemplar para derivar precisão de parâmetros geométricos de acordo com uma modalidade dos presentes princípios;

20 a figura 25 mostra um fluxograma para um método exemplar para a reconstrução de blocos geométricos de acordo com uma modalidade dos presentes princípios;

a figura 26 mostra um fluxograma para um método exemplar para buscar o melhor modo para um bloco atual de acordo com uma modalidade dos presentes princípios; e

25 a figura 27 mostra um fluxograma para um método exemplar para decodificação de sintaxe do cabeçalho de fatia de acordo com uma modalidade dos presentes princípios.

Descrição Detalhada

Os presentes princípios são direcionados a métodos e aparelhos para particionamento geométrico adaptativo para codificação e decodificação de vídeo.

A presente descrição ilustra os presentes princípios. Assim, percebe-se que versões na técnica podem conceber vários arranjos que, embora não explicitamente aqui descritos ou mostrados, incorporam os presentes princípios e são incluídos no seu espírito e escopo.

30 Pretende-se que todos os exemplos e linguagem condicional aqui citados tenham propósitos pedagógicos para auxiliar o leitor no entendimento dos presentes princípios e dos conceitos contribuídos pelo(s) inventor(s) para promover a tecnologia e devem ser interpretados sem limitações a tais exemplos e condições específicos citados.

Além do mais, pretende-se que todas as declarações que aqui citam princípios, as-

pectos e modalidades dos presentes princípios, bem como seus exemplos específicos abranjam seus equivalentes tanto estrutural quanto funcional. Adicionalmente, pretende-se que tais equivalentes incluam tanto equivalentes atualmente conhecidos quanto equivalentes desenvolvidos no futuro, isto é, todos os elementos desenvolvidos que realizam a mesma função, independente da estrutura.

Assim, por exemplo, versados na técnica percebem que os diagramas de blocos aqui apresentados representam vistas conceituais do sistema de circuitos ilustrativo que incorpora os presentes princípios. Similarmente, percebe-se que todos os fluxogramas, diagramas de fluxo, diagramas de transição de estado, pseudocódigos e congêneres representam vários processos que podem ser substancialmente representados em mídia legível por computador e, assim, executados por um computador ou processador seja ou não tal computador ou processador explicitamente mostrado.

As funções dos vários elementos mostrados nas figuras podem ser fornecidas através do uso de hardware dedicado bem como de hardware que pode executar software em conjunto com software apropriado. Quando fornecidas por um processador, as funções podem ser fornecidas por um único processador dedicado, por um único processador compartilhado ou por uma pluralidade de processadores individuais, alguns dos quais podem ser compartilhados. Além do mais, o uso explícito do termo “processador” ou “controlador” não deve ser interpretado para dizer respeito exclusivamente a hardware que pode executar software, e pode incluir implicitamente, sem limitações, hardware processador de sinal digital (“DSP”), memória exclusiva de leitura (“ROM”) para armazenamento de software, memória de acesso aleatório (“RAM”) e armazenamento não volátil.

Outro hardware, convencional e/ou customizado, também pode ser incluído. Similarmente, todos os comutadores mostrados nas figuras são somente conceituais. Suas funções podem ser realizadas por meio da operação de lógica de programa, por meio de lógica dedicada, por meio da interação do controle de programa e lógica dedicada, ou mesmo manualmente, a técnica em particular sendo selecionável pelo implementador, como mais especificamente entendido a partir do contexto.

Nas reivindicações deste, pretende-se que todos os elementos expressados como um dispositivo para realizar uma função específica abranjam qualquer maneira de realizar aquela função, incluindo, por exemplo: a) uma combinação de elementos de circuito que realizam aquela função ou b) software em qualquer forma, incluindo, portanto, software embarcado, microcódigo ou congêneres combinados com sistema de circuitos apropriado para executar aquele software para realizar a função. Os presentes princípios definidos por tais reivindicações ficam residentes no fato de que as funcionalidades fornecidas pelos vários dispositivos citados são combinadas e reunidas da maneira que as reivindicações exigem. Assim, considera-se que todos os dispositivos que podem fornecer aquelas funcionalidades

são equivalentes àqueles aqui mostrados.

Referência na especificação a “uma modalidade” ou “umas modalidades” dos presentes princípios significa que um recurso, estrutura, característica e assim por diante em particular descritos em conjunto com a modalidade está incluído em pelo menos uma modalidade dos presentes princípios. Assim, os aparecimentos das frases “em uma modalidade” ou “em umas modalidades”, que aparecem em vários locais por toda a especificação, não

- 5 estão todos, necessariamente, se referido à mesma modalidade.

Percebe-se que os termos “blocos” e “regiões” são aqui usados intercambiavelmente.

10 Percebe-se adicionalmente que as frases “padrão de codificação de vídeo existente” e “recomendação de codificação de vídeo” podem dizer respeito a qualquer padrão e recomendação de codificação de vídeo existentes, incluindo aqueles ainda não desenvolvidos, mas existentes no momento da aplicação dos presentes princípios anexos. Tais padrões e recomendações incluem, mas sem limitações, H.261, H.262, H.263, H.263+,
15 H.263++, MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4 AVC, e assim por diante.

Além do mais, o termo “versão estendida”, quando usado em relação ao padrão e/ou recomendação de codificação de vídeo, diz respeito a uma versão que é modificada, desenvolvida ou de outra forma estendida.

20 Também, percebe-se que pretende-se que a frase “dados de imagem” diga respeito aos dados correspondentes a todas as imagens estáticas e imagens em movimento (isto é, uma seqüência de imagens que incluem movimento).

Adicionalmente, da forma aqui usada, “sintaxe de alto nível” diz respeito à sintaxe presente no fluxo contínuo de bits que fica residente hierarquicamente acima da camada de macrobloco. Por exemplo, sintaxe de alto nível, da forma aqui usada, pode dizer respeito,
25 mas sem limitações, a sintaxe no nível do cabeçalho da fatia, ao nível da Informação de Melhoria Suplementar (SEI), ao nível do conjunto de parâmetros de imagem, ao nível do conjunto de parâmetros de seqüência e ao nível do cabeçalho da unidade NAL.

Percebe-se que pretende-se que o uso do termo “e/ou”, por exemplo, no caso de “A e/ou B” abranja a seleção da primeira opção listada (A), a seleção da segunda opção listada
30 (B), ou a seleção de ambas as opções (A e B). Como um exemplo adicional, no caso de “A, B e/ou C”, pretende-se que tal fraseologia abranja a seleção da primeira opção listada (A), a seleção da segunda opção listada (B), a seleção da terceira opção listada (C), a seleção das primeira e segunda opções listadas (A e B), a seleção das primeira e terceira opções listadas (A e C), a seleção das segunda e terceira opções listadas (B e C) ou a seleção de todas
35 as três opções (A e B e C). Isto pode ser estendido, da forma prontamente aparente aos versados na técnica, para tantos itens quanto forem listados.

Como exposto, os presentes princípios são direcionados a métodos e aparelhos pa-

ra particionamento geométrico adaptativo para codificação e decodificação de vídeo.

Uma ou mais modalidades dos presentes princípios usam modelos paramétricos para particionamento de região de quadro, que pode capturar e representar geometria de sinal local, a fim de superar as ineficiências das abordagens com base em árvore. Modelagem paramétrica, da forma usada em várias modalidades dos presentes princípios, é definida como definindo pelo menos uma partição em uma parte da imagem (ou macrobloco) por formulação implícita ou explícita de pelo menos uma curva (que, no caso em particular de um polinômio de primeiro grau, se torna uma linha reta), e em que uma modalidade em particular desta deve definir conjuntamente as partições e curva de acordo com a assim denominada formulação de “curva implícita”. Formulação de uma curva geral usada de acordo com os presentes princípios é distinguida da sexta abordagem, da tecnologia anterior supradescrita em que a sexta abordagem da tecnologia anterior define limites entre partições fatiadas em um bloco como uma conexão em linha reta entre dois dados pontos localizados na periferia do bloco.

Dada uma região ou bloco de um quadro a ser prognosticado, um modo de partição geométrica é testado além daqueles com base no particionamento de árvore clássico. O bloco ou região de interesse é particionado em diversas regiões descritas por um ou por um conjunto de modelos paramétricos. Em particular, uma forma deste pode ser a partição de blocos ou regiões em duas partições, em que seus limites são descritos por um modelo paramétrico ou função paramétrica $f(x, y, \bar{p})$, em que x e y representam os eixos geométricos da coordenada e \bar{p} representa o conjunto de parâmetros que incluem a informação que descreve a forma da partição. Uma vez que o bloco ou região do quadro é dividido em partições que usam $f(x, y, \bar{p})$, cada partição gerada é prognosticada pelo preditor mais apropriado com base em alguma medida de distorção e substitutibilidade de medida de custo de codificação.

O motivo pelo qual uma descrição de partição como esta é de interesse é em virtude de, em recentes estudos, estruturas de árvore ter demonstrado ser subideais para codificação de informação de imagem. Estes estudos sustentam que codificação com base em árvore das imagens não pode codificar de forma ideal regiões heterogêneas separadas por uma borda ou contorno regular. Este problema surge do fato de que estruturas de árvore não podem pegar de forma ideal a redundância geométrica existente ao longo das bordas, contornos ou texturas orientadas. Em seqüências de vídeo, diferentes instâncias de situações em que bordas e/ou contornos precisam ser codificados são comuns. Uma delas é quando dados intracodificados são codificados. Limites entre diferentes tipos de dados visuais são um dos tipos de informação mais relevantes, por exemplo, bordas e contornos de objeto. Em dados intercodificados, contornos ao redor dos objetos móveis e entre regiões de diferente movimento também são de importância relevante.

Uma modalidade dos presentes princípios fornece uma técnica para particionamento de quadro geométrico geral adaptada à geometria dos dados bidimensionais (2D). Então, cada uma das regiões geradas é codificada pelo uso do tipo de predição mais eficiente, por exemplo, tipos de interpredição e/ou de intrapredição. Uma modalidade inclui a geração de partições geométricas em blocos ou regiões de quadro. A partição de blocos ou regiões de quadro em partições geometricamente adaptadas, em vez de árvores clássicas, permite uma redução da quantidade de informação a ser transmitida, bem como a quantidade de resíduo gerado pelo procedimento de predição. De acordo com os presentes princípios, um modelo paramétrico é usado para gerar, aproximar e/ou codificar os limites de partição em cada bloco. Uma abordagem como esta permite uma melhor captura das propriedades geométricas principais dos dados 2D. Por exemplo, os parâmetros do modelo podem ser definidos para portar independentemente informação que envolve, por exemplo, mas sem limitações, ângulo, posição, descontinuidades e/ou mesmo a curvatura do limite da partição. O uso de modelos paramétricos, para codificação de partição, permite uma descrição de borda de partição muito compacta, o que minimiza o número de parâmetros a codificar. Além do mais, parâmetros do modelo de partição podem ser definidos, tal como para desacoplar informação geométrica independente ou diferente, a fim de mais bem codificar cada um dos parâmetros de acordo com suas estatísticas e natureza. Tal tratamento com base em modelo da informação geométrica também permite redução ou aumento seletivo da quantidade de informação de codificação investida por parâmetro geométrico. Além da eficiência de codificação, um recurso como este é usado para controlar a complexidade computacional durante a minimização do impacto na eficiência de codificação.

Uma das vantagens do uso do modelo paramétrico com base nas descrições de partição é a possibilidade de descrever eficientemente limites de partição uniformes entre duas partições em um bloco. Muitas vezes, limites entre dois objetos ou bordas móveis diferentes em um intraquadro podem ser modelados e finamente aproximados por algum tipo de polinômio $f_p(x, y, \bar{p})$. Voltando para a figura 5, uma partição de limite uniforme com base em um modelo polinomial com partições P0 e P1 é indicada, no geral, pelo número de referência 500.

Com o propósito de codificação de imagem geométrica e vídeo, os parâmetros $f_p(x, y, \bar{p})$ (também expressado como $f(x, y)$ no seguinte) podem ser operados de maneira tal que eles descrevam informação geométrica, tais como ângulo, posição e/ou alguma magnitude de curvatura do local. Portanto, no caso em particular de um polinômio de primeira ordem $f_{p1}(x, y, \bar{p})$, partições do bloco podem ser representadas de maneira tal que elas descrevam ângulo e distância em relação a um dado conjunto de eixos geométricos de coordenada:

$$f(x, y) = x \cos\theta + y \sin\theta - p,$$

em que o limite de partições é definido sobre aquelas partições (x, y) de maneira tal que $f(x,$

$y) = 0$.

Voltando para a figura 6, um exemplo do uso de um polinômio de primeira ordem com geometria descrita por parâmetros (ângulo e posição) para uso como um modelo paramétrico é indicado, no geral, pelo número de referência 600.

- 5 Em uma modalidade direcionada à geração de duas regiões em cada bloco, uma formulação implícita como segue pode ser usada para descrever as partições:

$$\text{GEO_Partição} = \begin{cases} \text{se } f(x, y) > 0 & \text{Partição 0} \\ \text{se } f(x, y) = 0 & \text{Limite de linha} \\ \text{se } f(x, y) < 0 & \text{Partição 1} \end{cases}$$

- 10 Todos os pixels localizados em um lado da linha zero ($f(x, y)=0$) são classificados como pertencentes a uma região de partição (por exemplo, Partição 1). Todos os pixels localizados no outro lado são classificados na região alternativa (por exemplo, Partição 0).

Método Opcional para Tratar Pixels nos Limites da Partição:

- 15 Considerando a natureza discreta das partições, descobriu-se que, nas vizinhanças da linha ou curva de separação, alguns pixels somente pode ser considerados pertencer parcialmente a uma ou à outra partição. Isto é em função do fato de que a formulação do modelo paramétrico é contínua e de a realização das partições ser discreta.

- 20 Tais pixels podem ser sujeitos à influência do preditor usado para descrever cada um dos lados da partição. Portanto, pixels podem ser rotulados como “superfície parcial”, com um rótulo diferente daqueles da Partição 1 e 0. Por simplicidade, adota-se a convenção de rotular pixels em uma ou na outra partição com um 1 ou um 0. Assim, pixels de “superfície parcial” podem ser identificados com algum valor entre eles, que também pode incluir a informação de quanto o pixel considerado está na partição 0 (por exemplo, um valor de 1 indicará completamente, 0,5 indicará meio a meio, e 0 indicará nada). Certamente, doravante e por toda parte, arranjos de numeração precedentes são fornecidos com propósitos de ilustração e concisão e, dados os preceitos dos presentes princípios aqui fornecidos, versados na técnica percebem estes e vários outros arranjos de numeração para uso com os presentes princípios, ainda mantendo o espírito dos presentes princípios. O precedente é formalmente expresso pela seguinte definição de rotulação para a Partição 0:

25

$$\text{Rótulo}(x, y) = \begin{cases} \text{se } f(x, y) \geq 0,5 & \text{então 1} \\ \text{se } 0,5 > f(x, y) > -0,5 & \text{então } f(x, y) + 0,5 \\ \text{se } f(x, y) \leq -0,5 & \text{então 0} \end{cases}$$

- 30 Rótulo(x, y) = 1 indica se aquele pixel está incluído na primeira partição. Rótulo(x, y) = 0 indica que ele está na segunda partição, o resto dos valores declara, para aquele pixel em particular, que ele está parcialmente classificado, também indicando o peso da contribuição para aquele valor da predição da primeira partição. A predição da segunda partição contribui com o peso ($1 - \text{Rótulo}(x, y)$) para o valor do pixel “superfície parcial”. A classificação

do pixel genérico é gerada sob a forma de uma máscara de partição. Voltando para a figura 7, uma máscara de partição gerada a partir do modelo paramétrico $f(x, y)$ usando um polinômio de primeiro grau é indicada, no geral, pelo número de referência 700. Como exposto, os números com ponto flutuante aqui expostos são somente um exemplo de possíveis valores de seleção. De fato, dependendo de $f(x, y)$, valores limites diferentes de 0,5 são possíveis. Cada pixel classificado como “superfície parcial” pode ser prognosticado, também em função de um ou mais pixels vizinhos em uma das partições que o sobrepõe ou de uma combinação de funções de mais de uma partição que o sobrepõe. Também, versados na técnica percebem que todos os aspectos dos presentes princípios aqui descritos podem ser adaptados para implementação de número inteiro, e/ou para fazer uso de tabelas de pesquisa.

Considerações para amostragem do espaço de parâmetro $f(x, y)$ da função de partição

Parâmetros de modelo precisam ser codificados e transmitidos para permitir que o decodificador determine a partição do bloco ou região considerados. Com este propósito, a precisão dos parâmetros da partição é limitada de acordo com a quantidade máxima do custo de codificação que deseja-se investir para descrever blocos ou regiões de partição.

Sem perda da generalidade, um dicionário de possíveis partições (ou modelos geométricos) é definido *a priori* pela determinação da faixa de valor e da precisão de amostragem para cada parâmetro de $f(x, y)$. No caso do limite polinomial de primeira ordem geométrico, por exemplo, isto pode ser definido de maneira tal que:

$$\rho : \rho \in [0, \frac{\sqrt{2}MB_{\text{Size}}}{2}] \quad \text{e} \quad \rho \in \{0, \Delta\rho, 2 \cdot \Delta\rho, 3 \cdot \Delta\rho, \dots\}$$

e

$$\theta : \begin{cases} \text{se } \rho = 0: \theta \in [0, 180] \\ \text{senão: } \theta \in [0, 360] \end{cases} \quad \text{e} \quad \theta \in \{0, \Delta\theta, 2 \cdot \Delta\theta, 3 \cdot \Delta\theta, \dots\}$$

em que $\Delta\rho$ e $\Delta\theta$ são as etapas de quantização selecionadas (precisão de parâmetro). Contudo, um deslocamento nos valores selecionados pode ser estabelecido. Os índices quantizados para θ e ρ são a informação transmitida para codificar a forma das partições. Entretanto, no caso em que modos direcionais vertical e horizontal (definidos para o padrão MPEG-4 AVC) são usados como modos de codificação separados, partições geométricas com $\rho = 0$ e ângulos 0 e 90 são removidas do conjunto de possíveis configurações de partições. Isto pode economizar bits, bem como reduzir a complexidade.

O decodificador precisa saber a precisão dos parâmetros usados pelo codificador. Isto pode ser transmitido para cada tipo de parâmetro de partição de forma explícita ou implícita em função de alguns dados já existentes (por exemplo, o Parâmetro de Quantização no padrão MPEG-4 AVC). Precisão de parâmetros pode ser adaptada de acordo com algu-

ma sintaxe de alto nível, tais como a seqüência, imagem e/ou nível de fatia.

Um sistema de comunicação de vídeo que usa o particionamento de região aqui descrito em relação aos presentes princípios deve transmitir, para cada região que o usa, o conjunto de parâmetros codificados necessários para descrever a forma da partição. O resto dos dados transmitidos, para cada região de geometria codificada, será do tipo similar àquele transmitido pelos modos de partição com base em árvore. De fato, para cada partição com base em modelo, informação de predição deve ser transmitida. Adicionalmente, erro de predição residual também pode ser eventualmente codificado depois da predição.

O uso de particionamento de regiões geométricas com base em modelo paramétrico influencia todos os processos em um codificador / decodificador de vídeo que depende do particionamento do quadro. Alguns dos processos / módulos mais comuns em sistemas de vídeo que podem tirar proveito dos presentes princípios e que podem ser adaptados aos presentes princípios incluem, mas sem limitações: controle geral do codificador / decodificador; predição de região (compensação de movimento / predição de intradados); estimativa de movimento; codificação / decodificação de entropia; e filtragem em laço para redução de artefatos.

Doravante, uma modalidade é descrita em relação à estrutura do Padrão MPEG-4 AVC. Entretanto, percebe-se que os presentes princípios não são limitados exclusivamente ao MPEG-4 AVC e podem ser prontamente utilizados em relação aos outros padrões e recomendações de codificação de vídeo, ainda mantendo o espírito dos presentes princípios.

Extensão do Codificador e Decodificador de Vídeo Padrão MPEG-4 AVC para Considerar Partições do Modelo Paramétrico de Acordo com os Presentes Princípios:

Uma modalidade será agora descrita em relação a uma extensão do Padrão MPEG-4 AVC de acordo com os presentes princípios. O Padrão MPEG-4 AVC se baseia no particionamento de quadro com base em árvore a fim de otimizar o desempenho da codificação. Estender o Padrão MPEG-4 AVC de acordo com uma modalidade dos presentes princípios ajuda a superar as limitações inerentes ao particionamento de quadro com base em árvore ao qual o Padrão MPEG-4 AVC está sujeito.

O uso de particionamento de região com base em modelo paramétrico pode ser incluído no Padrão MPEG-4 AVC sob a forma de modos de codificação de bloco inéditos. O particionamento de quadro com base em árvore do Padrão MPEG-4 AVC divide cada imagem, quando e onde necessário, em blocos 16 x 16, 16 x 8, 8 x 16, 8 x 8, 8 x 4, 4 x 8 e 4 x 4. Cada um destes tipos de partição é associado com um modo de codificação que, ao mesmo tempo, dependendo do modo, pode ser do tipo inter ou intra. Além destes modos de partição de bloco, introduz-se um modo de bloco de partição adicional de maneira tal que um modelo paramétrico $f(x, y)$ seja usado para descrever a partição no bloco. Um modo de bloco como este particionado com um modelo paramétrico é aqui referido como "Modo Ge-

ométrico". O objetivo é gerar partições tão grandes quanto possível. Portanto, o propósito do modelo paramétrico é ser aplicado em blocos de tamanho 16 x 16 ou em uniões de folhas das partições com base em árvore. Entretanto, quando a eficiência de compressão for relevante, blocos de "Modo Geométrico" 8 x 8 também são considerados. O uso de blocos do "Modo Geométrico" 8 x 8 também pode ser habilitado ou desabilitado dependendo dos fatores de complexidade. Uma sintaxe de alto nível pode ser assinalada a fim de indicar se "Modos Geométricos" 8 x 8 são usados ou não. Isto pode economizar sobreprocessamento de codificação quando um modo como este não for usado. Exemplos em particular do nível da sintaxe incluem, mas sem limitações, uma seqüência, imagem e/ou nível de fatia.

A fim de inserir uma família de modos de codificação inédita como esta, o codificador e/ou o decodificador podem ser modificados. Como representado nas figuras 8, 9, 10 e 11, funcionalidade dos blocos de construção principais no Padrão MPEG-4 AVC pode ser modificada e estendida a fim de tratar os modos inéditos que podem capturar e codificar informação geométrica.

Voltando para a figura 9, um codificador de vídeo que pode realizar codificação de vídeo de acordo com o padrão MPEG-4 AVC, estendido para uso com os presentes princípios, é indicado, no geral, pelo número de referência 900.

O codificador de vídeo 900 inclui um armazenamento temporário de ordenação de quadro 910 com uma saída em comunicação de sinal com uma entrada não invertida de um combinador 985. Uma saída do combinador 985 é conectada em comunicação de sinal em uma primeira entrada de um transformador e quantizador com extensões geométricas 927. Uma saída do transformador e quantizador com extensões geométricas 927 é conectada em comunicação de sinal em uma primeira entrada de um codificador de entropia com extensões geométricas 945 e em uma primeira entrada de um transformador invertido e quantizador invertido 950. Uma saída do codificador de entropia com extensões geométricas 945 é conectada em comunicação de sinal em uma primeira entrada não invertida de um combinador 990. Uma saída do combinador 990 é conectada em comunicação de sinal em uma primeira entrada de um armazenamento temporário de saída 935.

Uma primeira saída de um controlador do codificador com extensões geométricas 905 é conectada em comunicação de sinal em uma segunda entrada do armazenamento temporário de ordenação de quadro 910, em uma segunda entrada do transformador invertido e quantizador invertido 950, em uma entrada do módulo de decisão tipo imagem 915, em uma entrada de um módulo de decisão tipo macrobloco (tipo MB) com extensões geométricas 920, em uma segunda entrada de um módulo de intrapredição com extensões geométricas 960, em uma segunda entrada de um filtro de desagrupamento com extensões geométricas 965, em uma primeira entrada de um compensador de movimento com extensões geométricas 970, em uma primeira entrada de um estimador de movimento com exten-

sões geométricas 975, e em uma segunda entrada de um armazenamento temporário de imagem de referência 980.

Uma segunda saída do controlador do codificador com extensões geométricas 905 é conectada em comunicação de sinal em uma primeira entrada de um insertor de Informação de Melhoria Suplementar 930, em uma segunda entrada do transformador e quantizador com extensões geométricas 927, em uma segunda entrada do codificador de entropia com extensões geométricas 945, em uma segunda entrada do armazenamento temporário de saída 935, e em uma entrada do insertor do Conjunto de parâmetros de Seqüência (SPS) e do Conjunto de parâmetros de Imagem (PPS) 940.

Uma primeira saída do módulo de decisão tipo imagem 915 é conectada em comunicação de sinal em uma terceira entrada de um armazenamento temporário de ordenação de imagem 910. Uma segunda saída do módulo de decisão tipo imagem 915 é conectada em comunicação de sinal em uma segunda entrada de um módulo de decisão tipo macrobloco com extensões geométricas 920.

Uma saída do insertor do Conjunto de parâmetros de Seqüência (SPS) e do Conjunto de parâmetros de Imagem (PPS) 940 é conectada em comunicação de sinal em uma terceira entrada não invertida do combinador 990.

Uma saída do quantizador invertido e transformador invertido 950 é conectada em comunicação de sinal em uma primeira entrada não invertida de um combinador 925. Uma saída do combinador 925 é conectada em comunicação de sinal em uma primeira entrada do módulo de intrapredição com extensões geométricas 960 e em uma primeira entrada do filtro de desagrupamento com extensões geométricas 965. Uma saída do filtro de desagrupamento com extensões geométricas 965 é conectada em comunicação de sinal em uma primeira entrada de um armazenamento temporário de imagem de referência 980. Uma saída do armazenamento temporário de imagem de referência 980 é conectada em comunicação de sinal em uma segunda entrada do estimador de movimento com extensões geométricas 975. Uma primeira saída do estimador de movimento com extensões geométricas 975 é conectada em comunicação de sinal em uma segunda entrada do compensador de movimento com extensões geométricas 970. Uma segunda saída do estimador de movimento com extensões geométricas 975 é conectada em comunicação de sinal em uma terceira entrada do codificador de entropia com extensões geométricas 945.

Uma saída do compensador de movimento com extensões geométricas 970 é conectada em comunicação de sinal em uma primeira entrada de um comutador 997. Uma saída do módulo de intrapredição 860 é conectada em comunicação de sinal em uma segunda entrada do comutador 997. Uma saída do módulo de decisão tipo macrobloco com extensões geométricas 920 é conectada em comunicação de sinal em uma terceira entrada do comutador 997. Uma saída do comutador 997 é conectada em comunicação de sinal em

uma segunda entrada não invertida do combinador 925 e em uma entrada invertida do combinador 985.

Entradas do armazenamento temporário de ordenação de quadro 910 e o controlador do codificador com extensões geométricas 905 ficam disponíveis como entrada do codificador 900 para receber uma imagem de entrada 901. Além do mais, uma entrada do inseritor de Informação de Melhoria Suplementar (SEI) 930 fica disponível como uma entrada do codificador 900 para receber metadados. Uma saída do armazenamento temporário de saída 935 fica disponível como uma saída do codificador 900 para transmitir um fluxo contínuo de bits.

Voltando para a figura 11, um decodificador de vídeo que pode realizar decodificação de vídeo de acordo com o padrão MPEG-4 AVC, estendido para uso com os presentes princípios, é indicado, no geral, pelo número de referência 1100.

O decodificador de vídeo 1100 inclui um armazenamento temporário de entrada 1110 com uma saída conectada em comunicação de sinal em uma primeira entrada de um decodificador de entropia com extensões geométricas 1145. Uma primeira saída do decodificador de entropia com extensões geométricas 1145 é conectada em comunicação de sinal em uma primeira entrada de um transformador invertido e quantizador invertido com extensões geométricas 1150. Uma saída do transformador invertido e quantizador invertido com extensões geométricas 1150 é conectada em comunicação de sinal em uma segunda entrada não invertida de um combinador 1125. Uma saída do combinador 1125 é conectada em comunicação de sinal em uma segunda entrada de um filtro de desagrupamento com extensões geométricas 1165 e em uma primeira entrada de um módulo de intrapredição com extensões geométricas 1160. Uma segunda saída do filtro de desagrupamento com extensões geométricas 1165 é conectada em comunicação de sinal em uma primeira entrada de um armazenamento temporário de imagem de referência 1180. Uma saída do armazenamento temporário de imagem de referência 1180 é conectada em comunicação de sinal em uma segunda entrada de um compensador de movimento com extensões geométricas 1170.

Uma segunda saída do decodificador de entropia com extensões geométricas 1145 é conectada em comunicação de sinal em uma terceira entrada do compensador de movimento com extensões geométricas 1170 e em uma primeira entrada do filtro de desagrupamento com extensões geométricas 1165. Uma terceira saída do decodificador de entropia com extensões geométricas 1145 é conectada em comunicação de sinal em uma entrada de um controlador do decodificador com extensões geométricas 1105. Uma primeira saída do controlador do decodificador com extensões geométricas 1105 é conectada em comunicação de sinal em uma segunda entrada do decodificador de entropia com extensões geométricas 1145. Uma segunda saída do controlador do decodificador com extensões geométricas 1105 é conectada em comunicação de sinal em uma segunda entrada do transformador

invertido e quantizador invertido com extensões geométricas 1150. Uma terceira saída do controlador do decodificador com extensões geométricas 1105 é conectada em comunicação de sinal em uma terceira entrada do filtro de desagrupamento com extensões geométricas 1165. Uma quarta saída do controlador do decodificador com extensões geométricas 1105 é conectada em comunicação de sinal em uma segunda entrada do módulo de intrapredição com extensões geométricas 1160, em uma primeira entrada do compensador de movimento 1170 e em uma segunda entrada do armazenamento temporário de imagem de referência 1180.

Uma saída do compensador de movimento com extensões geométricas 1170 é conectada em comunicação de sinal em uma primeira entrada de um comutador 1197. Uma saída do módulo de intrapredição com extensões geométricas 1160 é conectada em comunicação de sinal em uma segunda entrada do comutador 1197. Uma saída do comutador 1197 é conectada em comunicação de sinal em uma primeira entrada não invertida do combinador 1125.

Uma entrada do armazenamento temporário de entrada 1110 fica disponível como uma entrada do decodificador 1100 para receber um fluxo contínuo de entrada. Uma primeira saída do filtro de desagrupamento com extensões geométricas 1165 fica disponível como uma saída do decodificador 1100 para transmitir uma imagem de saída.

Considerando uma possível modificação / extensão relacionada ao uso dos presentes princípios em relação ao Padrão MPEG-4 AVC, módulos de controle do codificador e/ou decodificador podem ser modificados / estendidos para incluir todas as regras de decisão e estruturas de processo de codificação necessárias para “Modos Geométricos”.

Considerando uma outra possível modificação / extensão relacionada ao uso dos presentes princípios em relação ao Padrão MPEG-4 AVC, o módulo de compensação de movimento pode ser adaptado a fim de compensar blocos com partições arbitrárias descritas por $f(x, y)$ e seus parâmetros.

Considerando uma ainda outra possível modificação / extensão relacionada ao uso dos presentes princípios em relação ao Padrão MPEG-4 AVC, o módulo de estimativa de movimento pode ser adaptado a fim de testar e selecionar os vetores de movimento mais apropriados para os diferentes tipos de partições disponíveis no modo de codificação com base no modelo paramétrico.

Considerando uma ainda outra modificação / extensão possível relacionada ao uso dos presentes princípios em relação ao Padrão MPEG-4 AVC, predição intraquadro pode ser adaptada a fim de considerar particionamento de bloco com base em modelo paramétrico com a possibilidade de selecionar o modo de predição mais apropriado em cada partição.

Considerando uma adicional possível modificação / extensão relacionada ao uso dos presentes princípios em relação ao Padrão MPEG-4 AVC, o módulo de filtro de desa-

grupamento em laço pode ser adaptado a fim de tratar a forma mais complicada das regiões de movimento nos blocos com partições com base em modelo paramétrico.

Considerando uma possível modificação / extensão ainda adicional relacionada ao uso dos presentes princípios em relação ao Padrão MPEG-4 AVC, codificação e/ou decodificação de entropia pode ser adaptada e estendida a fim de codificar e/ou decodificar os dados inéditos associados com o modo com base em modelo paramétrico. Além do mais, previsão de movimento pode ser adaptada a fim de tratar a forma mais complicada das regiões de movimento. Preditores para codificar eficientemente parâmetros de partição com base em modelo paramétrico também podem ser gerados e usados.

10 Blocos Específicos do Codificador:

 - Controle do Codificador:

O módulo de controle do codificador pode ser estendido a fim de levar em consideração os modos inéditos com base na partição de bloco com base em modelo paramétrico.

Estes modos (chamados Modos Geométricos) são inseridos naqueles existentes no padrão

15 MPEG-4 AVC. No caso em particular dos intermodos para compensação de movimento, blocos particionados com base em modelo paramétrico 16 x 16 e 8 x 8. Cada um destes modos é respectivamente inserido nos modos de tamanho do Macrobloco e nos modos de tamanho do submacrobloco. Por similaridade estrutural, estes modos são logicamente inseridos antes, entre ou depois do Modo Geométrico 16 x 8 e/ou 8 x 16 para o Modo Geométrico 16 x 16, e antes, entre ou depois do Modo Geométrico 8 x 4 e/ou 4 x 8 para o Modo Geométrico 8 x 8. Em uma implementação de exemplo, a fim de permitir um uso de baixo custo de modos 16 x 8 e 8 x 16, bem como dos modos 8 x 4 e 4 x 8 para baixa taxa de bits, Modos Geométricos 16 x 16 e 8 x 8 são inseridos exatamente depois de seus homólogos direcionais MPEG-4 AVC. De acordo com suas estatísticas de uso global, também pode-se inseri-los exatamente antes dos modos (e submodos) direcionais MPEG-4 AVC, da forma mostrada na Tabela 1 e na Tabela 2.

Tabela 1

Modos de Macrobloco	Modos de Submacrobloco
Bloco 16 x 16	Bloco 8 x 8
Bloco 16 x 8	Bloco 8 x 4
Bloco 8 x 16	Bloco 4 x 8
Bloco geométrico 16 x 16	Bloco geométrico 8 x 8
Submacrobloco 8 x 8	Bloco 4 x 4
...	

Tabela 2

Modos de Macrobloco	Modos de Submacrobloco
Bloco 16 x 16	Bloco 8 x 8
Bloco geométrico 16 x 16	Bloco geométrico 8 x 8
Bloco 16 x 8	Bloco 8 x 4
Bloco 8 x 16	Bloco 4 x 8
Submacrobloco 8 x 8	Bloco 4 x 4
...	

- Estimativa de Movimento:

O módulo de estimativa de movimento pode ser adaptado para tratar, quando necessário, partições de bloco adaptadas em geometria. Como um exemplo, no Modo Geométrico, movimento é descrito da mesma maneira que para modos de partição com base em árvore clássicos 16 x 8, 8 x 16, 8 x 4 ou 4 x 8. De fato, estes modos podem funcionar como alguns exemplos em particular do modo de partição com base em modelo paramétrico atual. Como tal, eles são excluídos das possíveis configurações do modelo paramétrico em uso. Cada partição pode ser modelada com uma ou múltiplas referências, dependendo das necessidades, e se um bloco P ou B está sendo codificado.

Exemplo do modo P: Em um bloco particionado com base em modelo paramétrico modo P completo, ambas as partições são modeladas por uma correção casada selecionada de um quadro de referência. Cada correção deve ter uma forma adaptada para se adequar a partição geométrica selecionada. Da mesma maneira dos macroblocos P e submacroblocos P, um vetor de movimento é transmitido por partição. Em um exemplo deste, vetores de movimento bem como parâmetros do modelo $f(x, y)$, são selecionados de maneira tal que a informação incluída no bloco seja mais bem descrita em termos de alguma medida de distorção (D) e de alguma medida de custo de codificação (R). Com este propósito, todos os parâmetros são otimizados conjuntamente para cada bloco de maneira tal que D e R sejam minimizados conjuntamente:

$$\{MV_1, MV_0, \theta, \rho\} = \underset{\begin{array}{l} MV_1 \in \Omega_{MV_1}, MV_0 \in \Omega_{MV_0} \\ \theta \in \Omega_\theta, \rho \in \Omega_\rho \end{array}}{\arg \min} D(MV_1, MV_0, \theta, \rho) + \lambda R(MV_1, MV_0, \theta, \rho)$$

em que λ é um fator de multiplicação, MV_1 e MV_0 correspondem a ambos os vetores de movimento na partição, e ρ representa parâmetros de partição para o caso em particular do polinômio de primeira ordem e cada Ω_x representa o conjunto de valores válidos para cada tipo de informação.

Um exemplo da adaptação de uma medida de distorção para uso com uma ou mais modalidades dos presentes princípios é o uso das máscaras geradas para cada partição (veja exemplo de máscara na figura 7). Então, toda medida de distorção com base em bloco

clássica pode ser modificada para levar partições em consideração, de maneira tal que:

$$D(MV_1, MV_0, \theta, \rho) = \sum_{z \in \text{block}} D(I(z), I^*(z - MV_1)) \cdot \text{MASK}_{P1}(z, y) + \sum_{z \in \text{block}} D(I(z), I^*(z - MV_0)) \cdot \text{MASK}_{P0}(z, y).$$

Na expressão exposta, $\text{MASK}_{P1}(x, y)$ e $\text{MASK}_{P0}(x, y)$ representam, respectivamente, cada uma das partições $f(x, y)$. Rápidas implementações disto são possíveis pela redução do

- 5 número de operações de adição para aqueles valores de máscara que são muito pequenos (por exemplo, menores do que um dado limite (tal como, por exemplo, 0,5) até zero). Um exemplo de uma simplificação como esta também pode ser para gerar uma máscara simplificada em que todos os valores iguais ou menores que 0,5 são arredondados para zero e todos os valores maiores que 0,5 são arredondados para um. Então, em uma modalidade,
10 somente aquelas posições em que a máscara for 1 são somados para computar a distorção. Em um caso como este, somente operações de adição são necessárias, e todas as posições com valor zero em cada máscara são ignoradas.

Em uma modalidade, além de realizar uma busca de movimento em cada partição, as próprias partições devem ser determinadas juntamente com a informação de movimento.

- 15 Portanto, uma busca também é realizada nos parâmetros $f(x, y)$. Voltando para a figura 16, um método exemplar para estimativa de modos geométricos com parâmetros de partição com base em modelo e busca de predição (por exemplo, busca de vetores de movimento para estimativa de movimento) é indicado, no geral, pelo número de referência 1600.

- O método 1600 inclui um bloco de início 1605 que passa o controle a um bloco de
20 limite de laço 1610. O bloco de limite de laço 1610 realiza um laço para o número total de possíveis bordas (em que a quantidade de bordas depende de precisão geométrica), e iniciaiza uma variável i , e passa controle para um bloco de função 1615. O bloco de função 1615 gera uma partição com um conjunto de parâmetro i e passa o controle para um bloco de função 1620. O bloco de função 1620 busca os melhores preditores, dado o conjunto de
25 partições i , e passa o controle para um bloco de decisão 1625. O bloco de decisão 1625 determina se a melhor partição e a melhor predição foram determinadas. Se for o caso, então, o controle é passado para um bloco de função 1630. Caso contrário, o controle é passado para um bloco de limite de laço 1635.

- O bloco de função 1630 armazena os melhores parâmetros geométricos e a esco-
30 lha do preditor, e passa o controle ao bloco de limite de laço 1635.

O bloco de limite de laço 1635 termina o laço para o número total de bordas possí-
veis, e passa o controle para um bloco de fim 1640.

- No caso em que o uso de diversos tipos possíveis de modelos para partição de blo-
co for desejado, estimativa de movimento pode envolver testar os diferentes modelos a fim
35 de encontrar o melhor modelo adaptado aos dados. A seleção do melhor modelo no lado do decodificador pode ser tratada pela transmissão da informação complementar necessária.

- Codificação de entropia:

Codificação de entropia pode ser estendida a fim de codificar parâmetros geométricos de acordo com suas estatísticas bem como modelos de predição dos blocos vizinhos codificados - decodificados que podem, eles próprios, incluir informação de partições geométricas. Preditores do vetor de movimento para blocos particionados com modelos paramétricos são adaptados à geometria do seu respectivo bloco particionado bem como daquele dos blocos vizinhos já codificados. Cada vetor de movimento de partição geométrica é prognosticado a partir de um conjunto adaptativamente selecionado de vetores de movimento dos blocos espacial e/ou temporal vizinhos. Uma modalidade disto é o uso, dependendo da geometria da partição de bloco atual, de 1 ou 3 vizinhos espaciais. Quando o número de vetores de movimento for 3, estes são filtrados por mediana. Então, vetores de movimento prognosticados são codificados de acordo com o Padrão MPEG-4 AVC, usando tanto codificação de comprimento variável (VLC) quanto codificação com base em codificação aritmética (AC).

Duas abordagens de codificação exemplares para parâmetros de partição com base em modelo serão agora descritas.

Em uma primeira abordagem de codificação exemplar para parâmetros de partição com base em modelo, tais parâmetros são codificados sem predição quando não existir nenhum bloco com base em modelo vizinho (ou geométrico). Então, para o caso polinomial de primeira ordem, em uma modalidade da codificação de comprimento variável, ângulos podem ser codificados com códigos uniformes e o raio pode usar um código Golomb.

Em uma segunda abordagem de codificação exemplar para parâmetros de partição com base em modelo, tais parâmetros são codificados com predição quando existir pelo menos um bloco com base em modelo vizinho (ou geométrico). Uma modalidade da predição de parâmetro é realizada pela projeção dos modelos paramétricos dos blocos vizinhos anteriores no bloco atual. De fato, para o caso polinomial de primeiro grau, um exemplo é prognosticar parâmetros pela continuação da linha de um bloco anterior no bloco atual. Quando dois blocos estiverem disponíveis, então, a linha prognosticada é aquela que conecta ambos os pontos cruzados das linhas vizinhas com limites de macrobloco.

Voltando para a figura 13, um exemplo de predição de parâmetros de partição para o bloco direito dos parâmetros do bloco esquerdo é indicado, no geral, pelo número de referência 1300.

Voltando para a figura 14, um exemplo da predição de parâmetros de partição para o bloco inferior dos parâmetros do bloco superior é indicado, no geral, pelo número de referência 1400.

Voltando para a figura 15, um exemplo da predição dos parâmetros de partição para o bloco direito dos parâmetros dos blocos superior e esquerdo é indicado, no geral, pelo número de referência 1500.

Então, parâmetros prognosticados são codificados de forma diferencial usando códigos Golomb. No caso em particular do ângulo, sua propriedade de periodicidade pode ser explorada a fim de ter as melhores estatísticas possíveis para codificação VLC ou AC posterior. Em um exemplo de VLC, pode-se usar códigos Golomb.

- 5 Em relação à estrutura do procedimento de codificação de um modo de bloco geométrico, as figuras 17, 18 e 19 representam uma modalidade em particular dos fluxogramas de codificação para os blocos com base no modelo paramétrico geral. De fato, a fim de codificar blocos com base em modelo paramétrico, além dos dados de movimento, em algum ponto do procedimento de codificação do bloco, parâmetros de partição devem ser codificados.
- 10

Voltando para a figura 17, um método exemplar para a codificação de um bloco de predição geometricamente particionado é indicado, no geral, pelo número de referência 1700.

- 15 O método 1700 inclui um bloco de início 1705 que passa o controle a um bloco de decisão 1710. O bloco de decisão 1710 determina se o tipo de modo atual é um tipo de modo geométrico ou não. Se for o caso, então, o controle é passado para um bloco de função 1715. Caso contrário, o controle é passado para um bloco de fim 1730.

- 20 O bloco de função 1715 codifica o tipo de modo geométrico e passa o controle para um bloco de função 1720. O bloco de função 1720 codifica os parâmetros de partição geométrica, e passa o controle para um bloco de função 1725. O bloco de função 1725 codifica a predição das partições, e passa o controle para o bloco de fim 1730.

Voltando para a figura 18A, um método exemplar para a codificação de um bloco de interpredição geometricamente particionado é indicado, no geral, pelo número de referência 1800.

- 25 O método 1800 inclui um bloco de início 1802 que passa controle a um bloco de decisão 1804. O bloco de decisão 1804 determina se o tipo de modo atual é um tipo de intermodo geométrico ou não. Se for o caso, então, o controle é passado para um bloco de função 1806. Caso contrário, o controle é passado para um bloco de fim 1812.

- 30 O bloco de função 1806 codifica o tipo de intermodo geométrico, e passa o controle a um bloco de função 1808. O bloco de função 1808 codifica os parâmetros de partição geométrica (por exemplo, usando dados geométricos vizinhos, se disponíveis para predição, e adaptando tabelas de codificação dessa maneira), e passa o controle a um bloco de função 1810. O bloco de função 1810 codifica as partições interpredição (por exemplo, usando dados decodificados vizinhos, se disponíveis para predição, e adaptando tabelas de codificação dessa maneira), e passa o controle ao bloco de fim 1812.

Voltando para a figura 18B, um método exemplar para codificação de um bloco de intrapredição geometricamente particionado é indicado, no geral, pelo número de referência

1850.

O método 1850 inclui um bloco de início 1852 que passa o controle a um bloco de decisão 1854. O bloco de decisão 1854 determina se o tipo de modo atual é um tipo intermodo geométrico ou não. Se for o caso, então o controle é passado a um bloco de função

5 1856. Caso contrário, o controle é passado a um bloco de fim 1862.

O bloco de função 1856 codifica o tipo de intermodo geométrico e passa o controle a um bloco de função 1858. O bloco de função 1858 codifica os parâmetros de partição geométrica (por exemplo, usando dados geométricos vizinhos, se disponíveis para predição, e adaptando tabelas de codificação dessa maneira), e passa o controle a um bloco de função

10 1860. O bloco de função 1860 codifica as partições interpredação (por exemplo, usando dados decodificados vizinhos, se disponíveis para predição, e adaptando tabelas de codificação dessa maneira), e passa o controle ao bloco de fim 1862.

Voltando para a figura 19, um método exemplar para codificação com múltiplos tipos de modelos é indicado, no geral, pelo número de referência 1900.

15 O método 1900 inclui um bloco de início 1905 que passa o controle a um bloco de decisão 1910. O bloco de decisão 1910 determina se o tipo de modo atual é um tipo de modo geométrico ou não. Se for o caso, então, o controle é passado a um bloco de função 1915. Caso contrário, o controle é passado a um bloco de fim 1950.

20 O bloco de função 1915 codifica o tipo de modo geométrico, e passa o controle a um bloco de preparação 1920. O bloco de preparação 1920 seleciona o modelo paramétrico A ou B para a partição atual. Se o modelo paramétrico A for selecionado, então o controle é passado a um bloco de função 1935. Caso contrário, se o modelo paramétrico B for selecionado, então, o controle é passado a um bloco de função 1925.

25 O bloco de função 1935 designa o código para corresponder ao modelo paramétrico A, e passa o controle a um bloco de função 1940. O bloco de função 1940 codifica os parâmetros de partição geométrica para o modelo paramétrico A e passa o controle a um bloco de função 1945.

30 O bloco de função 1925 designa o código para corresponder ao modelo paramétrico B, e passa o controle a um bloco de função 1930. O bloco de função 1930 codifica os parâmetros de partição geométrica para o modelo paramétrico B e passa o controle ao bloco de função 1945.

O bloco de função 1945 codifica a predição de partições e passa o controle ao bloco de fim 1950.

Blocos Compartilhados do Codificador / Decodificador

35 - Compensação de Movimento:

O módulo de compensação de movimento pode ser estendido a fim de compensar as partições não quadrada / não retangular nos blocos particionados com base em modelo

paramétrico. Reconstrução de bloco para o procedimento de compensação de movimento segue diretamente a partir do procedimento de estimativa de movimento supradescrito. De fato, a compensação corresponde ao uso como um preditor do melhor conjunto de partições juntamente com os dois mapas de pixel modelados por partição associados com os vetores de movimento. Como definido anteriormente, pixels de "Superfície Parcial" são computados como uma combinação, de acordo com uma dada regra, dos mapas de pixel associados com os vetores de movimento.

- Intrapredição:

Intrapredição é atualizada a fim de prognosticar intradados de acordo com a partição do bloco com base em modelo paramétrico. Intrapredição com partição com base em modelo paramétrico é definida da mesma maneira da compensação de movimento e da estimativa de movimento com partições com base em modelo paramétrico, com a diferença básica que intrapredição é usada, em vez disto, a fim de encher cada uma das partições geradas.

- Filtro de Desagrupamento em Laço:

Filtragem de desagrupamento em laço reduz os artefatos de bloqueio introduzidos pela estrutura de bloco da predição, bem como, pela codificação residual por Transformada Discreta de Cosseno (DCT). Filtragem de desagrupamento em laço adapta a intensidade do filtro dependendo dos dados de vídeo codificados, bem como, dependendo das diferenças de intensidade local entre pixels através dos limites do bloco. Uma modalidade dos presentes princípios introduz uma forma inédita de representação de dados de vídeo. Blocos que incluem uma partição com base em modelo paramétrico, não necessariamente, têm valores de vetor de movimento constantes, ou valores de quadro de referência constantes em cada bloco 4 x 4. De fato, com a partição com base em modelo paramétrico, em tais blocos particionados arbitrários, a área e os limites de bloco afetados por um dado vetor de movimento são definidos pela forma forçada pelo modelo paramétrico. Portanto, pode parecer que um bloco 4 x 4 esteja metade em uma partição e a outra metade em uma outra partição, com todas as implicações que isto tem, considerando o vetor de movimento usado e o quadro de referência usado em um dado local. Assim, o módulo do filtro de desagrupamento em laço é estendido pela adaptação do processo de decisão da intensidade do filtro. Agora, este processo deve poder decidir a intensidade do filtro levando em consideração a forma em particular das partições do bloco interno. Dependendo da parte do limite de bloco a filtrar, é necessário adquirir o vetor de movimento e o quadro de referência apropriados de acordo com a forma da partição, e não de acordo com o bloco 4 x 4, como é feito pelos outros modos MPEG-4 AVC. Voltando para a figura 12, um macrobloco particionado com base em modelo paramétrico é indicado, no geral, pelo número de referência 1200. No macrobloco particionado com base em modelo paramétrico que inclui alguns exemplos de área de desagrupa-

mento com uma indicação de como a informação é selecionada para uma decisão de intensidade de filtragem de desagrupamento, a intensidade da filtragem é computada uma vez para cada lado do bloco 4×4 que é sujeito à filtragem de desagrupamento.

A partição considerada para computação da intensidade de filtragem é selecionada

- 5 pela escolha da partição que sobrepõe a maior parte com o lado do bloco para filtrar. Entretanto, um segundo método alternativo, a fim de simplificar a computação em blocos de canto, deve considerar todo o bloco transformado para ter a informação de movimento e do quadro de referência da partição que inclui a maior parte de ambas as bordas de bloco sujeitas à filtragem.

10 Um terceiro método alternativo para combinação da filtragem de desagrupamento em laço com o uso de particionamento de blocos com base em modelo paramétrico é sempre permitir algum grau de filtragem através dos limites do bloco toda vez e em todo lugar que o limite de bloco for afetado por um modo particionado do bloco com base em modelo (por exemplo, Modo Geométrico). O Modo Geométrico pode ser qualquer um dos blocos
15 que afeta / é vizinho do limite. Ao mesmo tempo, filtragem de desagrupamento pode ou não ser aplicada naqueles blocos transformados, em um modo geométrico, que não estão localizados no limite de um macrobloco.

Uma quarta alternativa para combinar filtragem de desagrupamento em laço considera qualquer um dos dois primeiros métodos, mas adiciona o seguinte ao conjunto de condições que dispara o uso de algum grau de filtragem em um bloco transformado: se o limite do bloco for afetado pelo bloco transformado que inclui a junção entre a curva de partição com base em modelo e o limite do macrobloco, então, usar algum grau de desagrupamento.

Blocos Específicos do Decodificador:

- Módulo de Controle do Decodificador:

25 O módulo de controle do decodificador pode ser estendido a fim de levar em consideração os modos inéditos com base na partição de bloco com base em modelo paramétrico. Estes modos (Modos Geométricos) são inseridos naqueles existentes no Padrão MPEG-4 AVC da mesma maneira realizada no fim do codificador. O módulo de controle do decodificador pode ser modificado a fim de casar perfeitamente a estrutura e a seqüência de procedimentos de decodificação do codificador a fim de recuperar exatamente a informação codificada no lado do codificador.

- Decodificação de entropia:

Decodificação de entropia pode ser estendida para uso do particionamento de bloco com base em modelo. De acordo com o procedimento de codificação de entropia supradescrito, decodificação de entropia precisa ser estendida de maneira tal que ela case com o procedimento de codificação supradescrito. As figuras 20, 21 e 22 descrevem possíveis modalidades em particular desta para a decodificação da informação relacionada aos modos de

codificação com base em modelo paramétrico, já que a palavra código que indica qual modo de bloco é usado, já foi decodificada e está disponível para controle do decodificador.

Voltando para a figura 20, um método exemplar para a decodificação de um bloco de predição geometricamente particionado é indicado, no geral, pelo número de referência

5 2000.

O método 2000 inclui um bloco de início 2005 que passa o controle a um bloco de função 2010. O bloco de função 2010 determina se o tipo de modo atual é um tipo de modo geométrico ou não. Se for o caso, então, o controle é passado a um bloco de função 2015. Caso contrário, o controle é passado a um bloco de fim 2025.

10 O bloco de função 2015 decodifica os parâmetros de partição geométrica e passa o controle a um bloco de função 2020. O bloco de função 2020 decodifica a predição de partições e passa o controle ao bloco de fim 2025.

15 Voltando para a figura 21A, um método exemplar para a decodificação de um bloco de interpredição geometricamente particionado é indicado, no geral, pelo número de referência 2100.

O método 2100 inclui um bloco de início 2112 que passa o controle a um bloco de função 2114. O bloco de função 2114 determina se o tipo de modo atual é um tipo de modo geométrico ou não. Se for o caso, então, o controle é passado a um bloco de função 2116. Caso contrário, o controle é passado a um bloco de fim 2120.

20 O bloco de função 2116 decodifica os parâmetros de partição geométrica (por exemplo, usando dados geométricos vizinhos, se disponíveis para predição, e adaptando tabelas de codificação dessa maneira), e passa o controle a um bloco de função 2118. O bloco de função 2118 decodifica a interpredição de partições (por exemplo, usando dados decodificados vizinhos, se disponíveis para predição, e adaptando tabelas de codificação 25 dessa maneira), e passa o controle ao bloco de fim 2120.

Voltando para a figura 21B, um método exemplar para a decodificação de um bloco de intrapredição geometricamente particionado é indicado, no geral, pelo número de referência 2150.

30 O método 2150 inclui um bloco de início 2162 que passa o controle a um bloco de função 2164. O bloco de função 2164 determina se o tipo de modo atual é um tipo de modo geométrico ou não. Se for o caso, então, o controle é passado a um bloco de função 2166. Caso contrário, o controle é passado a um bloco de fim 2170.

35 O bloco de função 2166 decodifica os parâmetros de partição geométrica (por exemplo, usando dados geométricos vizinhos, se disponíveis para predição, e adaptando tabelas de codificação dessa maneira), e passa o controle a um bloco de função 2168. O bloco de função 2168 decodifica a intrapredição de partições (por exemplo, usando dados decodificados vizinhos, se disponíveis para predição, e adaptando tabelas de codificação

dessa maneira), e passa o controle ao bloco de fim 2170.

Voltando para a figura 22, um método exemplar para decodificação com múltiplos tipos de modelos é indicado, no geral, pelo número de referência 2200.

O método 2200 inclui um bloco de início 2205 que passa o controle a um bloco de decisão 2210. O bloco de decisão 2210 determina se o tipo de modo atual é um tipo de modo geométrico ou não. Se for o caso, então, o controle é passado a um bloco de função 2215. Caso contrário, o controle é passado a um bloco de fim 2240.

O bloco de função 2215 decodifica a seleção do modelo paramétrico e passa o controle a um bloco de preparação 2220. O bloco de preparação 2220 seleciona o modelo paramétrico A ou B para a partição atual. Se o modelo paramétrico A for selecionado, então, o controle é passado a um bloco de função 2225. Caso contrário, se o modelo paramétrico B for selecionado, então, o controle é passado a um bloco de função 2230.

O bloco de função 2225 decodifica os parâmetros de partição geométrica para o modelo paramétrico A e passa o controle a um bloco de função 2235.

O bloco de função 2230 decodifica os parâmetros de partição geométrica para o modelo paramétrico B e passa o controle ao bloco de função 2235.

O bloco de função 2235 decodifica a predição de partições e passa o controle a um bloco de fim 2240.

Voltando para a figura 23, um método exemplar para codificação de sintaxe do cabeçalho da fatia é indicado, no geral, pelo número de referência 2300.

O método 2300 inclui um bloco de início que passa o controle a um bloco de função 2310. O bloco de função 2310 codifica informação relacionada à fatia I e passa o controle a um bloco de função 2315. O bloco de função 2315 codifica a informação de codificação da qualidade de fatia (QP) e passa o controle a um bloco de função 2320. O bloco de função 2320 codifica a informação de precisão dos parâmetros geométricos e passa o controle a um bloco de função 2325. O bloco de função 2325 codifica a informação relacionada à fatia II e passa o controle a um bloco de fim 230. As frases “informação relacionada à fatia I” e “informação relacionada à fatia” denotam informação relacionada ao cabeçalho de fatia, de maneira tal que os parâmetros de precisão geométrica sejam inseridos na sintaxe existente do cabeçalho de fatia.

Voltando para a figura 24, um método exemplar para derivar a precisão dos parâmetros geométricos é indicado, no geral, pelo número de referência 2400.

O método 2400 inclui um bloco de início 2405 que passa o controle a um bloco de função 2410. O bloco de função 2410 adquire o parâmetro QP para o macrobloco presente (isto é, atual) e passa o controle a um bloco de função 2415. O bloco de função 2415 computa a precisão do parâmetro geométrico e passa o controle a um bloco de fim 2420.

Voltando para a figura 25, um método exemplar para a reconstrução de blocos ge-

ométricos é indicado, no geral, pelo número de referência 2500.

O método 2500 inclui um bloco de início 2505 que passa o controle a um bloco de função 2510. O bloco de função 2510 determina a partição geométrica a partir dos parâmetros e passa o controle a um bloco de função 2515. O bloco de função 2515 recompõe a predição de partições e passa o controle a um bloco de função 2520. O bloco de função 2520 aplica um procedimento anti-serrilhado e passa o controle a um bloco de função 2525. O bloco de função 2525 adiciona o residual reconstruído e passa o controle a um bloco de fim 2530.

Voltando para a figura 26, um método exemplar para buscar o melhor modo para um bloco atual é indicado, no geral, pelo número de referência 2600.

O método 2600 inclui um bloco de início 2605 que passa o controle a um bloco de função 2610, a um bloco de função 2615, a um bloco de função 2620, a um bloco de função 2625 e a um bloco de função 2630. O bloco de função 2610 testa o modo de bloco 16 x 16 e passa o controle a um bloco de função 2635. O bloco de função 2615 testa o modo de bloco 16 x 8 e passa o controle a um bloco de função 2635. O bloco de função 2620 testa o modo de bloco 8 x 16 e passa o controle a um bloco de função 2635. O bloco de função 2625 testa o modo do bloco geométrico 16 x 16 e passa o controle a um bloco de função 2635. O bloco de função 2630 testa os modos de bloco 8 x 8 e passa o controle a um bloco de função 2635.

O bloco de função 2635 seleciona o melhor modo para o bloco atual e passa o controle a um bloco de fim 2640.

Voltando para a figura 27, um método exemplar para decodificação de sintaxe do cabeçalho da fatia é indicado, no geral, pelo número de referência 2700.

O método 2700 inclui um bloco de início 2705 que passa o controle a um bloco de função 2710. O bloco de função 2710 decodifica a informação relacionada à fatia I e passa o controle a um bloco de função 2715. O bloco de função 2715 decodifica a informação de codificação de qualidade de fatia (QP) e passa o controle a um bloco de função 2720. O bloco de função 2720 decodifica a informação de precisão de parâmetros geométricos e passa o controle a um bloco de função 2725. O bloco de função 2725 decodifica a informação relacionada à fatia II e passa o controle a um bloco de fim 2730.

Agora, será dada uma descrição de alguns dos muitos recursos / vantagens existentes na presente invenção, alguns dos quais foram mencionados anteriormente. Por exemplo, um recurso / vantagem é um aparelho que inclui um codificador para a codificação de dados de imagem correspondentes às figuras pelo particionamento adaptativo de pelo menos partes das figuras responsivo a pelo menos um modelo paramétrico. O pelo menos um modelo paramétrico envolve pelo menos uma de formulação implícita e de formulação explícita de pelo menos uma curva.

Um outro recurso / vantagem é o aparelho com o codificador supradescrito, em que pelo menos um do pelo menos um modelo paramétrico e da pelo menos uma curva é derivado de um modelo de sinal geométrico.

Um ainda outro recurso / vantagem é o aparelho com o codificador supradescrito, 5 em que pelo menos um do pelo menos um modelo paramétrico e da pelo menos uma curva descreve pelo menos um de um ou mais contornos de imagem e de um ou mais limites de movimento.

Um ainda outro recurso / vantagem é o aparelho com o codificador supradescrito, em que pelo menos um polinômio é usado como pelo menos um do pelo menos um modelo 10 paramétrico e da pelo menos uma curva.

Além do mais, um outro recurso / vantagem é o aparelho com o codificador supradescrito, em que um modelo polinomial de primeira ordem é usado como pelo menos um do pelo menos um modelo paramétrico e da pelo menos uma curva.

Adicionalmente, um outro recurso / vantagem é o aparelho com o codificador, em 15 que um modelo polinomial de primeira ordem é usado como descrito anteriormente, em que o modelo polinomial de primeira ordem inclui um parâmetro de ângulo e um parâmetro de distância.

Também, um outro recurso / vantagem é o aparelho com o codificador supradescrito, em que o pelo menos um modelo paramétrico para uma dada parte da imagem é adaptivamente selecionado de um conjunto de modelos quando mais de um modelo paramétrico 20 estiver disponível, e a seleção é codificada de forma explícita ou implícita.

Adicionalmente, um outro recurso / vantagem é o aparelho com o codificador supradescrito, em que o codificador realiza codificação explícita ou implícita de uma precisão de parâmetros de pelo menos um do pelo menos um modelo paramétrico e da pelo menos 25 uma curva usando pelo menos um elemento de sintaxe de alto nível.

Além do mais, um outro recurso / vantagem é o aparelho com o codificador que usa o pelo menos um elemento de sintaxe de alto nível como descrito anteriormente, em que o pelo menos um elemento de sintaxe de alto nível é colocado em pelo menos um de um nível 30 do cabeçalho da fatia, de um nível de Informação de Melhoria Suplementar (SEI), de um nível de ajuste de parâmetro de imagem, de um nível de ajuste de parâmetro de seqüência e de um nível de cabeçalho de unidade de camada de abstração de rede.

Adicionalmente, um outro recurso / vantagem é o aparelho com o codificador supradescrito, em que uma precisão de parâmetros de pelo menos um do pelo menos um modelo paramétrico e da pelo menos uma curva é adaptada a fim de controlar pelo menos uma 35 da eficiência de compressão e da complexidade do codificador.

Também, um outro recurso / vantagem é o aparelho com o codificador supradescrito, em que a precisão dos parâmetros de pelo menos um do pelo menos um modelo para-

métrico e da pelo menos uma curva é adaptada dependendo de um parâmetro de qualidade da compressão.

Adicionalmente, um outro recurso / vantagem é o aparelho com o codificador supradescrito, em que os dados do preditor, associados com pelo menos uma partição de pelo menos uma das imagens, são prognosticados a partir de pelo menos um dos blocos espaciais vizinhos e dos blocos temporais vizinhos.

Além do mais, um outro recurso / vantagem é o aparelho com o codificador supradescrito, em que os parâmetros do modelo de partição para pelo menos um do pelo menos um modelo paramétrico e da pelo menos uma curva são prognosticados a partir de pelo menos um dos blocos espaciais vizinhos e dos blocos temporais vizinhos.

Adicionalmente, um outro recurso / vantagem é o aparelho com o codificador supradescrito, em que o codificador computa valores de predição para pixels que, de acordo com pelo menos um do pelo menos um do modelo paramétrico e da pelo menos uma curva, ficam dispostos parcialmente em mais de uma partição usando pelo menos um de um procedimento anti-serrilhado, de uma combinação de uma parte dos valores de predição para as posições correspondentes dos pixels, de uma totalidade dos valores de predição para as posições correspondentes dos pixels, de uma vizinhança, de preditores das diferentes partições, de entre as mais de uma partição, em que considera-se que o pixel dispõe-se.

Também, um outro recurso / vantagem é o aparelho com o codificador supradescrito, em que o codificador é uma versão estendida de um codificador preditivo híbrido existente de um padrão de codificação de vídeo ou recomendação de codificação de vídeo existentes.

Adicionalmente, um outro recurso / vantagem é o aparelho com o codificador que é a versão estendida do codificador preditivo híbrido existente do padrão de codificação de vídeo ou da recomendação de codificação de vídeo existentes supradescritos, em que o codificador aplica partições com base em modelo paramétrico em pelo menos um dos macroblocos e dos submacroblocos das imagens como modos de codificação para pelo menos um dos macroblocos e dos submacroblocos, respectivamente.

Além do mais, um outro recurso / vantagem é o aparelho com o codificador que aplica as partições com base em modelo paramétrico supradescrito, em que os modos de codificação com base em modelo paramétrico são inseridos nos modos de codificação de macrobloco ou de submacrobloco existentes de um padrão de codificação de vídeo ou de uma recomendação de codificação de vídeo existentes.

Adicionalmente, um outro recurso / vantagem é o aparelho com o codificador que aplica as partições com base em modelo paramétrico supradescrito, em que o codificador codifica parâmetros do modelo de pelo menos um do pelo menos um modelo paramétrico e da pelo menos uma curva para gerar as partições com base em modelo paramétrico junta-

mente com dados de predição de partições.

Também, um outro recurso / vantagem é o aparelho com o codificador que aplica as partições com base em modelo paramétrico supradescrito, em que o codificador seleciona parâmetros de modelo de pelo menos um do pelo menos um modelo paramétrico, da 5 pelo menos uma curva e das predições da partição a fim de minimizar conjuntamente pelo menos uma de uma medida de distorção e de uma medida de custo de codificação.

Adicionalmente, um outro recurso / vantagem é o aparelho com o codificador que aplica as partições com base em modelo paramétrico supradescrito, em que os pixels de pelo menos uma das imagens que sobrepõe pelo menos duas partições com base em modelo paramétrico é uma média linear ponderada das predições das pelo menos duas partições com base em modelo paramétrico.

Além do mais, um outro recurso / vantagem é o aparelho com o codificador que aplica as partições com base em modelo paramétrico supradescrito, em que as predições de partição são pelo menos um do tipo inter e do tipo intra.

15 Adicionalmente, um outro recurso / vantagem é o aparelho com o codificador que aplica as partições com base em modelo paramétrico supradescrito, em que o codificador usa seletivamente predições de parâmetro para pelo menos um do pelo menos um modelo paramétrico e da pelo menos uma curva para codificação dos parâmetros do modelo de partição.

20 Também, um outro recurso / vantagem é o aparelho com o codificador que usa seletivamente as predições de parâmetro supradescrito, em que uma predição para um bloco atual de uma das imagens em particular é baseada na extração da curva dos blocos vizinhos no bloco atual.

25 Adicionalmente, um outro recurso / vantagem é o aparelho com o codificador que usa seletivamente as predições de parâmetro supradescrito, em que o codificador usa diferentes contextos ou tabelas de codificação para codificar os dados de imagem dependendo se os parâmetros de pelo menos um do pelo menos um modelo paramétrico e da pelo menos uma curva são prognosticados ou não.

30 Além do mais, um outro recurso / vantagem é o aparelho com o codificador que aplica o modelo paramétrico com base em partições supradescrito, em que o codificador é uma versão estendida de um codificador para o padrão de Codificação Avançada de Vídeo (AVC) parte 10 do Grupo de Especialistas de Imagens em Movimento-4 (MPEG-4) da Organização Internacional para a Padronização / Comissão Eletrotécnica Internacional (ISO/IEC) / recomendação H.264 do Setor de Telecomunicações da União Internacional de Telecomunicações (ITU-T).

Adicionalmente, um outro recurso / vantagem é o aparelho com o codificador que aplica as partições com base em modelo paramétrico supradescrito, em que o codificador

aplica pelo menos uma da filtragem de desagrupamento e da filtragem do quadro de referência adaptadas para tratar blocos com tamanho transformado afetados por pelo menos uma partição com base em modelo paramétrico em função do particionamento sem base em árvore do pelo menos um dos macroblocos e dos submacroblocos quando os modos de 5 partição com base no modelo paramétrico forem usados.

Estes e outros recursos e vantagens dos presentes princípios podem ser facilmente certificados pelos versados na técnica com base nos preceitos aqui expostos. Entende-se que os preceitos dos presentes princípios podem ser implementados em várias formas de hardware, software, software embarcado, processadores de uso especial ou combinações 10 destes.

Mais preferivelmente, os preceitos dos presentes princípios são implementados como uma combinação de hardware e de software. Além do mais, o software pode ser implementado como um programa de aplicação incorporado de forma tangível em uma unidade de armazenamento de programa. O programa de aplicação pode ser carregado e executado por uma máquina que compreende qualquer arquitetura adequada. Preferivelmente, a 15 máquina é implementada em uma plataforma de computador com hardware, tais como uma ou mais unidades centrais de processamento ("CPU"), uma memória de acesso aleatório ("RAM"), e interfaces de entrada / saída ("I/O"). A plataforma de computador também pode incluir um sistema operacional e código de microinstrução. Os vários processos e funções 20 aqui descritos podem ser tanto parte do código de microinstrução quanto parte do programa de aplicação, ou qualquer combinação destes, que podem ser executados por uma CPU. Além do mais, várias outras unidades periféricas podem ser conectadas na plataforma de computador, tais como uma unidade de armazenamento de dados adicional e uma unidade de impressão.

Entende-se adicionalmente que, em virtude de alguns dos componentes e métodos 25 do sistema constituinte nos desenhos anexos ser preferivelmente implementados em software, as conexões reais entre os componentes do sistema ou os blocos de função do processo podem diferir dependendo da maneira na qual os presentes princípios são programados. Dados os preceitos aqui expostos, versados na técnica podem contemplar estas e similares implementações ou configurações dos presentes princípios.

Embora as modalidades ilustrativas tenham sido aqui descritas em relação aos desenhos anexos, entende-se que os presentes princípios não são limitados àquelas precisas modalidades, e que várias mudanças e modificações podem ser efetuadas pelos versados na técnica sem fugir do escopo ou do espírito dos presentes princípios. Pretende-se que 30 todas tais mudanças e modificações estejam incluídas no escopo dos presentes princípios apresentados nas reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende:

um decodificador (1100) para a decodificação de dados de imagem correspondentes a figuras pela reconstrução de pelo menos partes das figuras particionadas usando pelo menos um modelo paramétrico, em que o pelo menos um modelo paramétrico envolve pelo menos uma de formulação implícita e de formulação explícita de pelo menos uma curva.

5 2. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que pelo menos um de pelo menos um modelo paramétrico e de pelo menos uma curva é derivado de um modelo de sinal geométrico.

10 3. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que pelo menos um do pelo menos um modelo paramétrico e da pelo menos uma curva descreve pelo menos um dos um ou mais contornos de imagem e dos um ou mais limites de movimento.

15 4. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que pelo menos um polinômio é usado como pelo menos um do pelo menos um modelo paramétrico e da pelo menos uma curva.

5 5. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que um modelo polinomial de primeira ordem é usado como pelo menos um do pelo menos um modelo paramétrico e da pelo menos uma curva.

20 6. Aparelho, de acordo com a reivindicação 5, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o modelo polinomial de primeira ordem inclui um parâmetro de ângulo e um parâmetro de distância.

25 7. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o pelo menos um modelo paramétrico para uma dada parte da imagem é adaptativamente decodificado dependendo de um conjunto de modelos em que mais de um modelo paramétrico está disponível (1900).

30 8. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dito decodificador (1100) realiza codificação explícita ou implícita de uma precisão dos parâmetros de pelo menos um do pelo menos um modelo paramétrico e da pelo menos uma curva usando pelo menos um elemento de sintaxe de alto nível.

9. Aparelho, de acordo com a reivindicação 8, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o pelo menos um elemento de sintaxe de alto nível é decodificado de pelo menos um de um de um nível do cabeçalho da fatia, de um nível de Informação de Melhoria Suplementar (SEI), de um nível de ajuste de parâmetro de imagem, de um nível de conjunto de parâmetro 35 de seqüência e de um nível de cabeçalho da unidade de camada de abstração da rede.

10. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que uma precisão dos parâmetros de pelo menos um do pelo menos um modelo paramétrico e

- da pelo menos uma curva é adaptada a fim de controlar pelo menos uma de eficiência de descompressão e de complexidade do decodificador.

11. Aparelho, de acordo com a reivindicação 10, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a precisão dos parâmetros de pelo menos um do pelo menos um modelo paramétrico e

5 da pelo menos uma curva é adaptada dependendo de um parâmetro de qualidade de descompressão.

12. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os dados do preditor associados com pelo menos uma partição de pelo menos uma das i-

magens são prognosticados a partir de pelo menos um dos blocos espaciais vizinhos e dos blocos temporais vizinhos.

10 13. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os parâmetros do modelo de partição para pelo menos um do pelo menos um modelo para-

métrico e da pelo menos uma curva são prognosticados a partir de pelo menos um dos blocos espaciais vizinhos e dos blocos temporais vizinhos.

15 14. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dito decodificador (1100) determina valores de predição para pixels que, de acordo com

pelo menos um do pelo menos um modelo paramétrico e da pelo menos uma curva, dis-

põem-se parcialmente em mais de uma partição usando pelo menos um de um procedimen-

20 to anti-serrilhado, de uma combinação de uma parte dos valores de predição para posições correspondentes dos pixels, de uma totalidade dos valores de predição para as posições

correspondentes dos pixels, de uma vizinhança, de preditores de diferentes partições, de entre as mais de uma partições, em que considera-se que o pixel se dispõe parcialmente.

15 15. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dito decodificador (1100) é uma versão estendida de um decodificador preditivo híbrido

25 existente de um padrão de codificação de vídeo ou de uma recomendação de codificação de

vídeo existentes.

16. Aparelho, de acordo com a reivindicação 15, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dito decodificador (1100) aplica partições com base em modelo paramétrico em pelo

menos um dos macroblocos e dos submacroblocos das imagens como modos de codifica-

30 ção para pelo menos um dos macroblocos e dos submacroblocos, respectivamente.

17. Aparelho, de acordo com a reivindicação 16, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os modos de codificação com base em modelo paramétrico são inseridos nos modos de

codificação de macrobloco e de submacrobloco existentes de um padrão de codificação de

vídeo ou de uma recomendação de codificação de vídeo existentes.

35 18. Aparelho, de acordo com a reivindicação 16, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dito decodificador (1100) decodifica parâmetros de modelo de pelo menos um do pelo

menos um modelo paramétrico e da pelo menos uma curva para determinar as partições

com base em modelo paramétrico juntamente com dados de predição de partições.

19. Aparelho, de acordo com a reivindicação 16, **CARACTERIZADO** pelo fato de que pixels de pelo menos uma das imagens que sobrepõem pelo menos duas partições com base em modelo paramétrico são uma média linear ponderada de pelo menos uma das pre-
5 dições das pelo menos duas partições com base em modelo paramétrico e de pixels vizinhos de pelo menos uma das predições de uma das pelo menos duas partições com base em modelo paramétrico.

20. Aparelho, de acordo com a reivindicação 16, **CARACTERIZADO** pelo fato de que predições de partição são de pelo menos um do tipo inter e do tipo intra.

10 21. Aparelho, de acordo com a reivindicação 16, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dito decodificador (1100) usa seletivamente predições de parâmetro para pelo menos um do pelo menos um modelo paramétrico e da pelo menos uma curva para codificação dos parâmetros do modelo de partição.

15 22. Aparelho, de acordo com a reivindicação 21, **CARACTERIZADO** pelo fato de que uma previsão para um bloco atual de uma das imagens em particular é baseada na extrapolação de curva dos blocos vizinhos no bloco atual.

20 23. Aparelho, de acordo com a reivindicação 21, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dito decodificador (1100) usa diferentes contextos ou tabelas de codificação para decodificar os dados de imagem dependendo se os parâmetros de pelo menos um do pelo menos um modelo paramétrico e da pelo menos uma curva são prognosticados ou não.

25 24. Aparelho, de acordo com a reivindicação 16, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dito decodificador (1100) é uma versão estendida de um decodificador para o padrão de Codificação Avançada de Vídeo (AVC) parte 10 do Grupo de Especialistas de Imagens em Movimento-4 (MPEG-4) da Organização Internacional para a Padronização / Comissão Eletrotécnica Internacional (ISO/IEC) / recomendação H.264 do Setor de Telecomunicações da União Internacional de Telecomunicações (ITU-T).

30 25. Aparelho, de acordo com a reivindicação 16, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dito decodificador (1100) aplica pelo menos uma de filtragem de desagrupamento e de filtragem do quadro de referência adaptada para tratar blocos com tamanho transformado afetados por pelo menos uma partição com base em modelo paramétrico em função do particionamento sem base em árvore do pelo menos um dos macroblocos e dos submacroblocos quando os modos de partição com base no modelo paramétrico forem usados, e em que a filtragem de desagrupamento e a filtragem do quadro de referência dependem de pelo menos um de qualquer um da pelo menos uma partição com base em modelo paramétrico
35 que for usada e de uma forma selecionada da pelo menos uma partição com base em modelo paramétrico.

26. Aparelho, de acordo com a reivindicação 15, **CARACTERIZADO** pelo fato de

que o dito decodificador (1100) adapta pelo menos um de uma transformada residual invertida e de um procedimento de dequantização (1150) dependendo da partição com base em modelo paramétrico selecionada, se esta estiver em uso.

27. Método, **CARACTERIZADO** pelo fato de que comprehende:

5 decodificar dados de imagem correspondentes a figuras pela reconstrução (2000, 2500) de pelo menos partes das figuras particionadas usando pelo menos um modelo paramétrico, em que o pelo menos um modelo paramétrico envolve pelo menos uma de formulação implícita e de formulação explícita de pelo menos uma curva.

10 28. Método, de acordo com a reivindicação 27, **CARACTERIZADO** pelo fato de que pelo menos um do pelo menos um modelo paramétrico e da pelo menos uma curva é derivado de um modelo de sinal geométrico (500, 600).

15 29. Método, de acordo com a reivindicação 27, **CARACTERIZADO** pelo fato de que pelo menos um do pelo menos um modelo paramétrico e da pelo menos uma curva descreve pelo menos um de um ou mais contornos de imagem e de um ou mais limites de movimento (500).

30 30. Método, de acordo com a reivindicação 27, **CARACTERIZADO** pelo fato de que pelo menos um polinômio é usado como pelo menos um do pelo menos um modelo paramétrico e da pelo menos uma curva (500).

20 31. Método, de acordo com a reivindicação 27, **CARACTERIZADO** pelo fato de que um modelo polinomial de primeira ordem é usado como pelo menos um do pelo menos um modelo paramétrico e da pelo menos uma curva (600).

25 32. Método, de acordo com a reivindicação 31, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o modelo polinomial de primeira ordem inclui um parâmetro de ângulo e um parâmetro de distância (600).

33. Método, de acordo com a reivindicação 27, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o modelo paramétrico para uma dada parte de imagem é adaptativamente decodificado dependendo de um conjunto de modelos quando mais de um modelo paramétrico estiver disponível (2200).

30 34. Método, de acordo com a reivindicação 27, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita etapa de decodificação realiza codificação explícita ou implícita de uma precisão de parâmetros de pelo menos um do pelo menos um modelo paramétrico e da pelo menos uma curva usando pelo menos um elemento de sintaxe de alto nível (2720).

35 35. Método, de acordo com a reivindicação 34, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o pelo menos um elemento de sintaxe de alto nível é decodificado de pelo menos um de um nível do cabeçalho da fatia, de um nível de Informação de Melhoria Suplementar (SEI), de um nível de conjunto de parâmetro de imagem, de um nível de conjunto de parâmetro de seqüência e de um nível de cabeçalho de unidade de camada de abstração de rede.

36. Método, de acordo com a reivindicação 27, **CARACTERIZADO** pelo fato de que uma precisão dos parâmetros de pelo menos um do pelo menos um modelo paramétrico e da pelo menos uma curva é adaptada a fim de controlar pelo menos uma da eficiência de descompressão e da complexidade do codificador.

5 37. Método, de acordo com a reivindicação 36, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a precisão dos parâmetros de pelo menos um do pelo menos um modelo paramétrico e da pelo menos uma curva é adaptada dependendo de um parâmetro de qualidade de descompressão (2410, 2415).

10 38. Método, de acordo com a reivindicação 27, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os dados do preditor, associados com pelo menos uma partição de pelo menos uma das imagens, são prognosticados a partir de pelo menos um dos blocos espaciais vizinhos e dos blocos temporais vizinhos (2118, 2168).

15 39. Método, de acordo com a reivindicação 27, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os parâmetros do modelo de partição para pelo menos um do pelo menos um modelo paramétrico e da pelo menos uma curva são prognosticados a partir de pelo menos um dos blocos espaciais vizinhos e dos blocos temporais vizinhos (2116, 2166).

20 40. Método, de acordo com a reivindicação 27, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita etapa de decodificação determina valores de predição para pixels que, de acordo com pelo menos um do pelo menos um modelo paramétrico e da pelo menos uma curva, dispõem-se parcialmente em mais de uma partição usando pelo menos um de um procedimento anti-serrilhado (700), de uma combinação de uma parte dos valores de predição para posições correspondentes dos pixels, de uma totalidade dos valores de predição para as posições correspondentes dos pixels, de uma vizinhança, de preditores de partições diferentes, de entre a mais de uma partição, em que considera-se que o pixel dispõe-se parcialmente (2520).

25 41. Método, de acordo com a reivindicação 27, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etapa de decodificação é realizada em uma versão estendida de um decodificador preditivo híbrido existente de um padrão de codificação de vídeo ou de uma recomendação de codificação de vídeo existentes.

30 42. Método, de acordo com a reivindicação 41, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita etapa de decodificação aplica partições com base em modelo paramétrico em pelo menos um dos macroblocos e dos submacroblocos das imagens como modos de codificação para pelo menos um dos macroblocos e dos submacroblocos, respectivamente (2625).

35 43. Método, de acordo com a reivindicação 42, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os modos de codificação com base em modelo paramétrico são inseridos nos modos de codificação de macrobloco e de submacrobloco existentes de um padrão de codificação de vídeo ou de recomendação de codificação de vídeo existentes.

44. Método, de acordo com a reivindicação 42, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita etapa de decodificação decodifica parâmetros de modelo de pelo menos um do pelo menos um modelo paramétrico e da pelo menos uma curva para determinar as partições com base em modelo paramétrico juntamente com os dados de predição de partições 5 (2000).

45. Método, de acordo com a reivindicação 42, **CARACTERIZADO** pelo fato de que pixels de pelo menos uma das imagens que sobrepõem pelo menos duas partições com base em modelo paramétrico são uma média linear ponderada de pelo menos uma das pre-10 dições das pelo menos duas partições com base em modelo paramétrico e dos pixels vizi- nhos de pelo menos uma das predições das pelo menos duas partições com base em mo- delo paramétrico.

46. Método, de acordo com a reivindicação 42, **CARACTERIZADO** pelo fato de que as predições de partições são de pelo menos um do tipo inter (2100) e do tipo intra (2150).

47. Método, de acordo com a reivindicação 42, **CARACTERIZADO** pelo fato de que 15 a dita etapa de decodificação usa seletivamente predições de parâmetro para pelo menos um do pelo menos um modelo paramétrico e da pelo menos uma curva para codificação dos parâmetros do modelo de partição (2100, 2150).

48. Método, de acordo com a reivindicação 47, **CARACTERIZADO** pelo fato de que 20 uma predição para um bloco atual de uma das imagens em particular é baseada na extrapolação da curva dos blocos vizinhos no bloco atual (1300, 1400, 1500).

49. Método, de acordo com a reivindicação 47, **CARACTERIZADO** pelo fato de que 25 a dita etapa de decodificação usa diferentes contextos ou tabelas de codificação para codificar os dados de imagem dependendo se os parâmetros de pelo menos um do pelo menos um modelo paramétrico e da pelo menos uma curva são prognosticados ou não (1808, 1858).

50. Método, de acordo com a reivindicação 42, **CARACTERIZADO** pelo fato de que 30 a dita etapa de decodificação é realizada em uma versão estendida de um decodificador para o padrão de Codificação Avançada de Vídeo (AVC) parte 10 do Grupo de Especialistas de Imagens em Movimento-4 (MPEG-4) da Organização Internacional para a Padronização / Comissão Eletrotécnica Internacional (ISO/IEC) / recomendação H.264 do Setor de Telecomunicações da União Internacional de Telecomunicações (ITU-T).

51. Método, de acordo com a reivindicação 42, **CARACTERIZADO** pelo fato de que 35 a dita etapa de decodificação aplica pelo menos uma de filtragem de desagrupamento e de filtragem do quadro de referência adaptada para tratar blocos com tamanho transformado afetados por pelo menos uma partição com base em modelo paramétrico em função do particionamento sem base em árvore de pelo menos um dos macroblocos e dos submacroblocos quando modos de partição com base em modelo paramétrico forem usados, e em que a

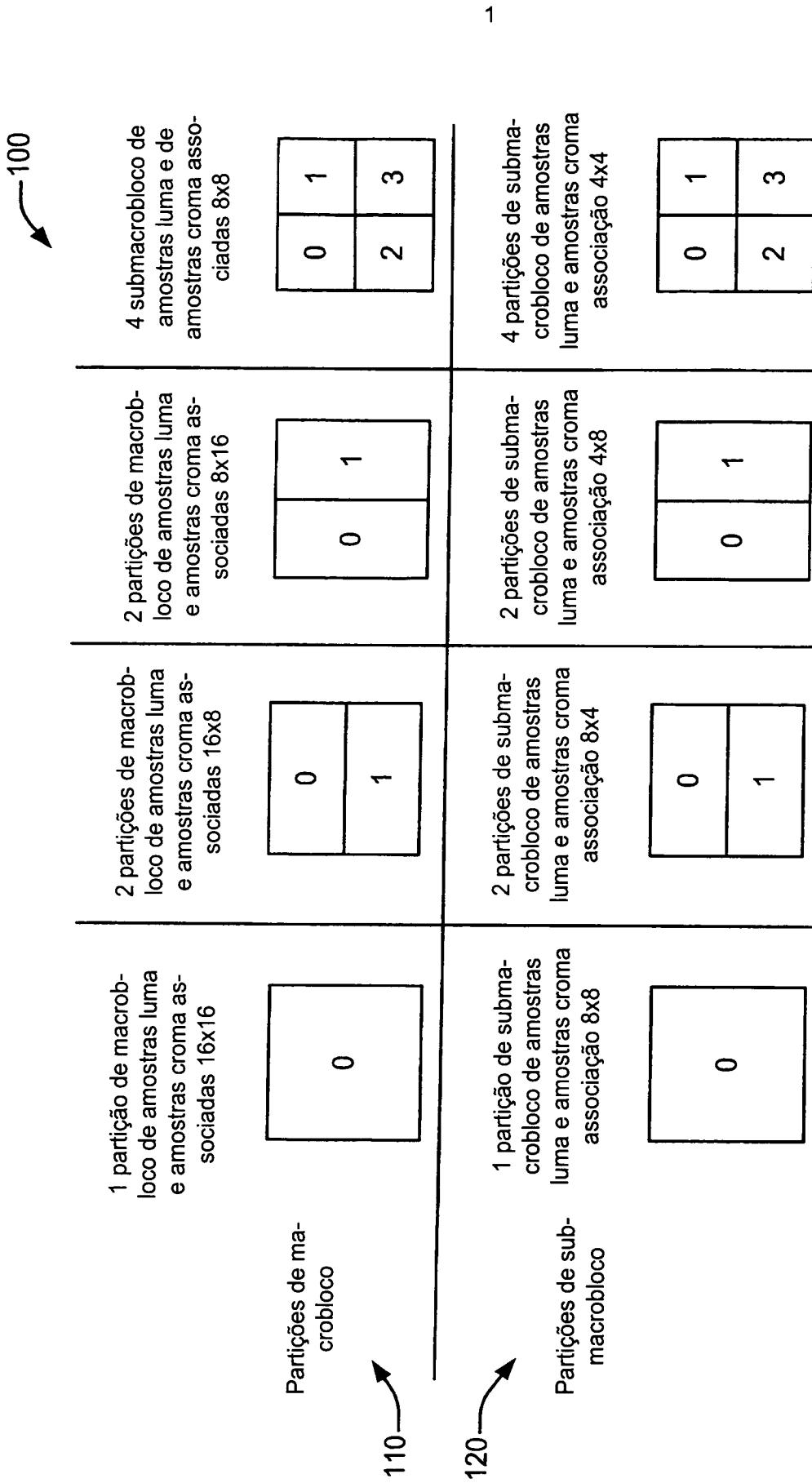
filtragem de desagrupamento e a filtragem do quadro de referência dependem de pelo menos um de qualquer um da pelo menos uma partição com base em modelo paramétrico que for usada e de uma forma selecionada da pelo menos uma partição com base em modelo paramétrico.

5 52. Método, de acordo com a reivindicação 38, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita etapa de decodificação adapta pelo menos um de uma transformada residual invertida e de um procedimento de dequantização (1150), dependendo de uma partição com base em modelo paramétrico selecionada, se esta estiver em uso.

10 53. Mídia de armazenamento com dados de sinal de vídeo nela codificados, **CARACTERIZADA** pelo fato de que compreende:

dados de imagem correspondentes às figuras codificadas pelo particionamento adaptativo de pelo menos partes das figuras responsivo a pelo menos um modelo paramétrico, em que o pelo menos um modelo paramétrico envolve pelo menos uma de formulação implícita e de formulação explícita da pelo menos uma curva.

FIG. 1



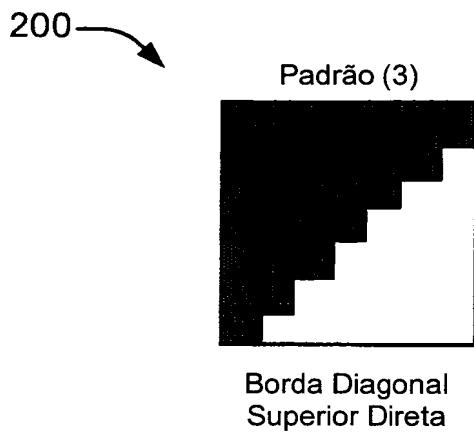


FIG. 2A

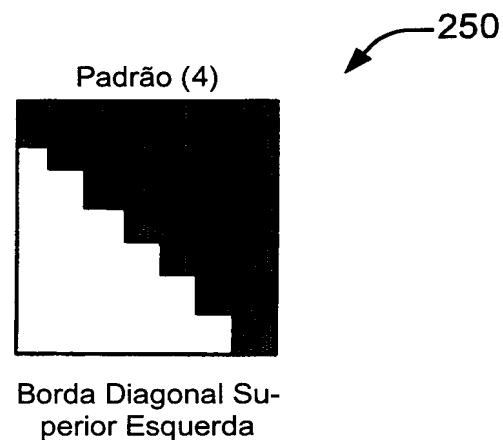


FIG. 2B

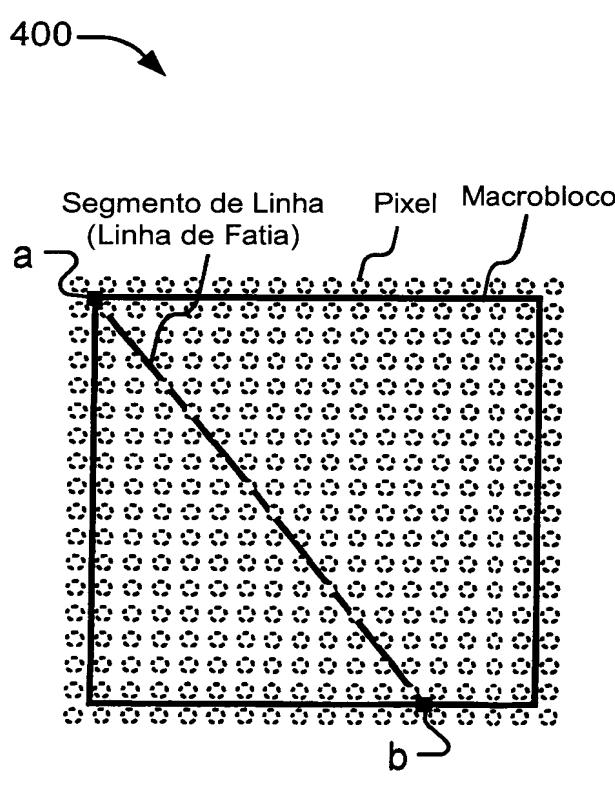


FIG. 4A

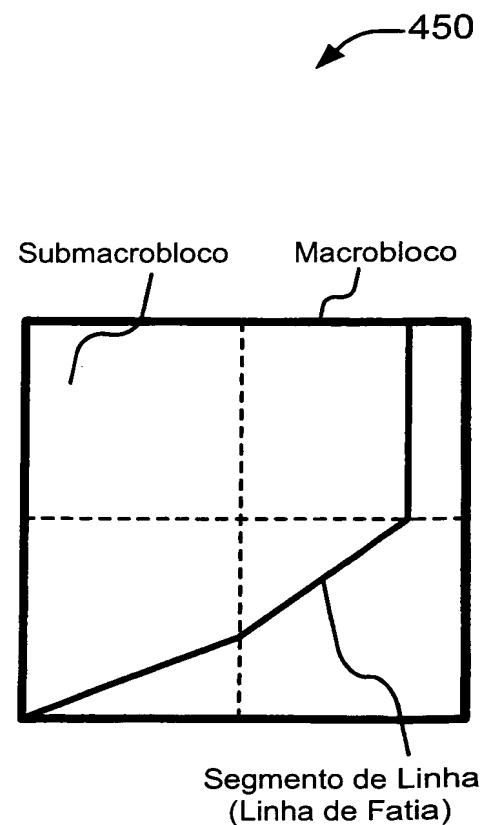
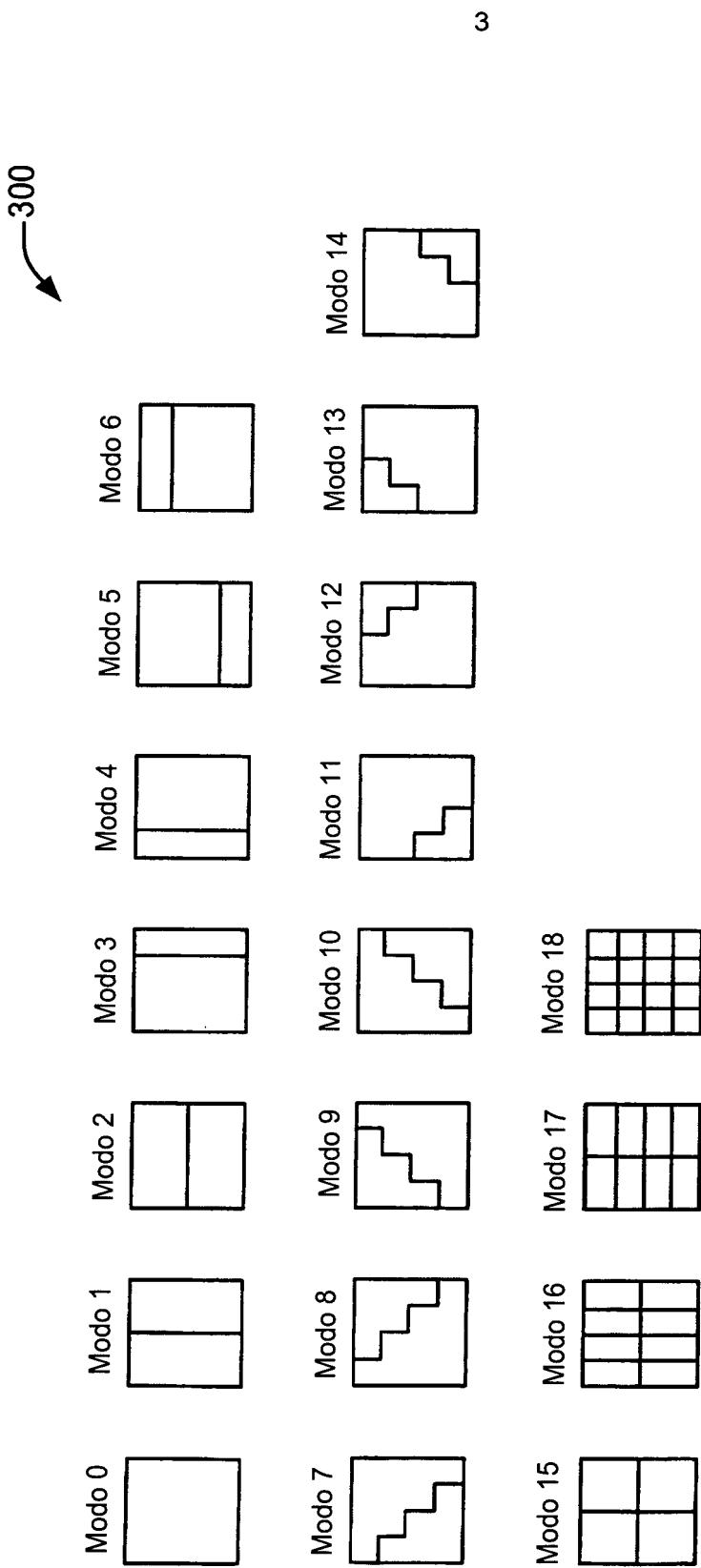


FIG. 4B

FIG. 3



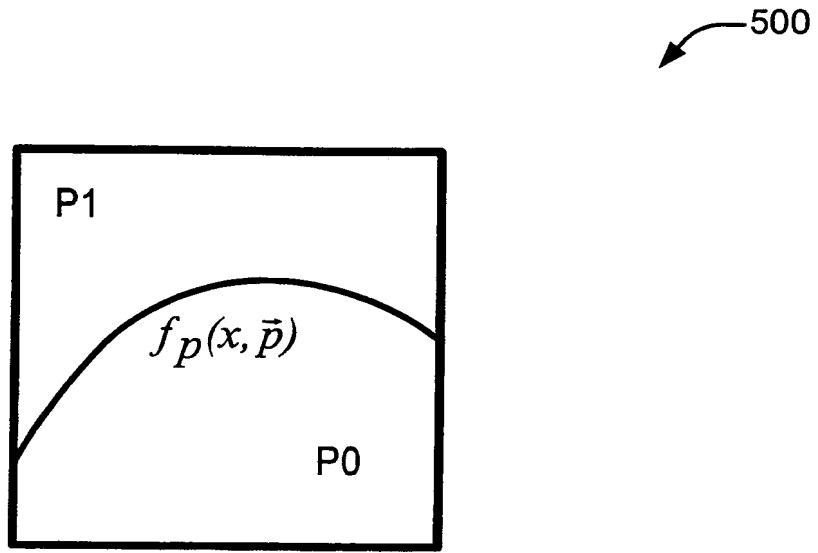


FIG. 5

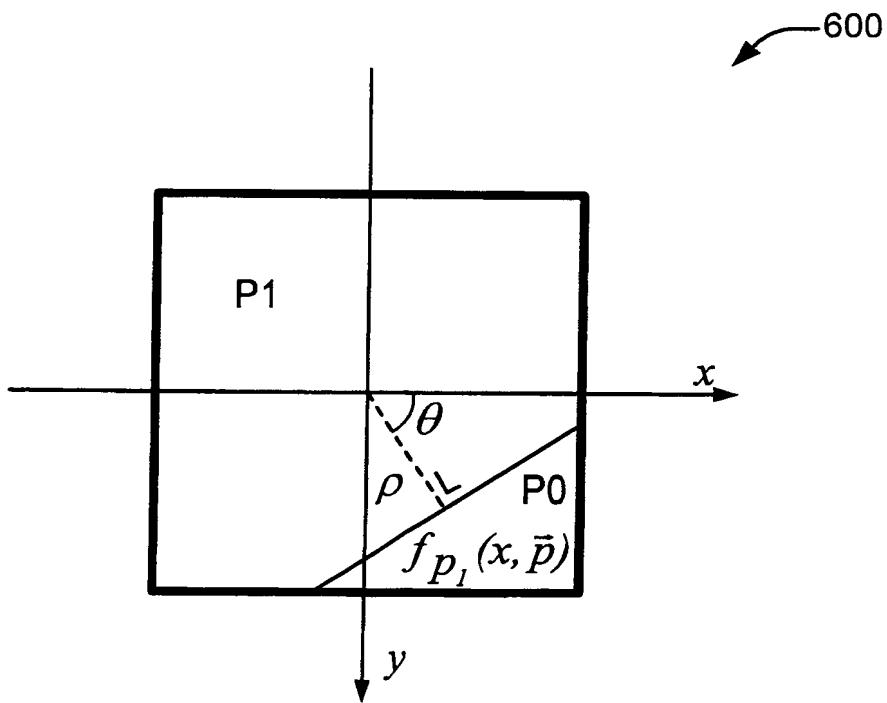


FIG. 6

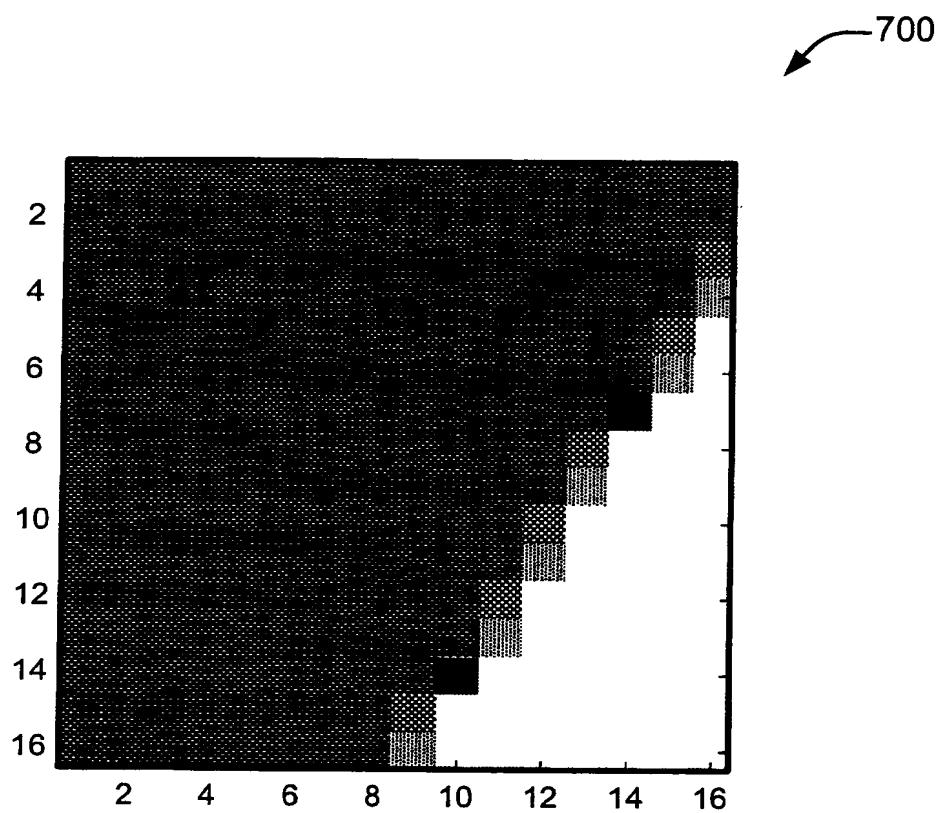


FIG. 7

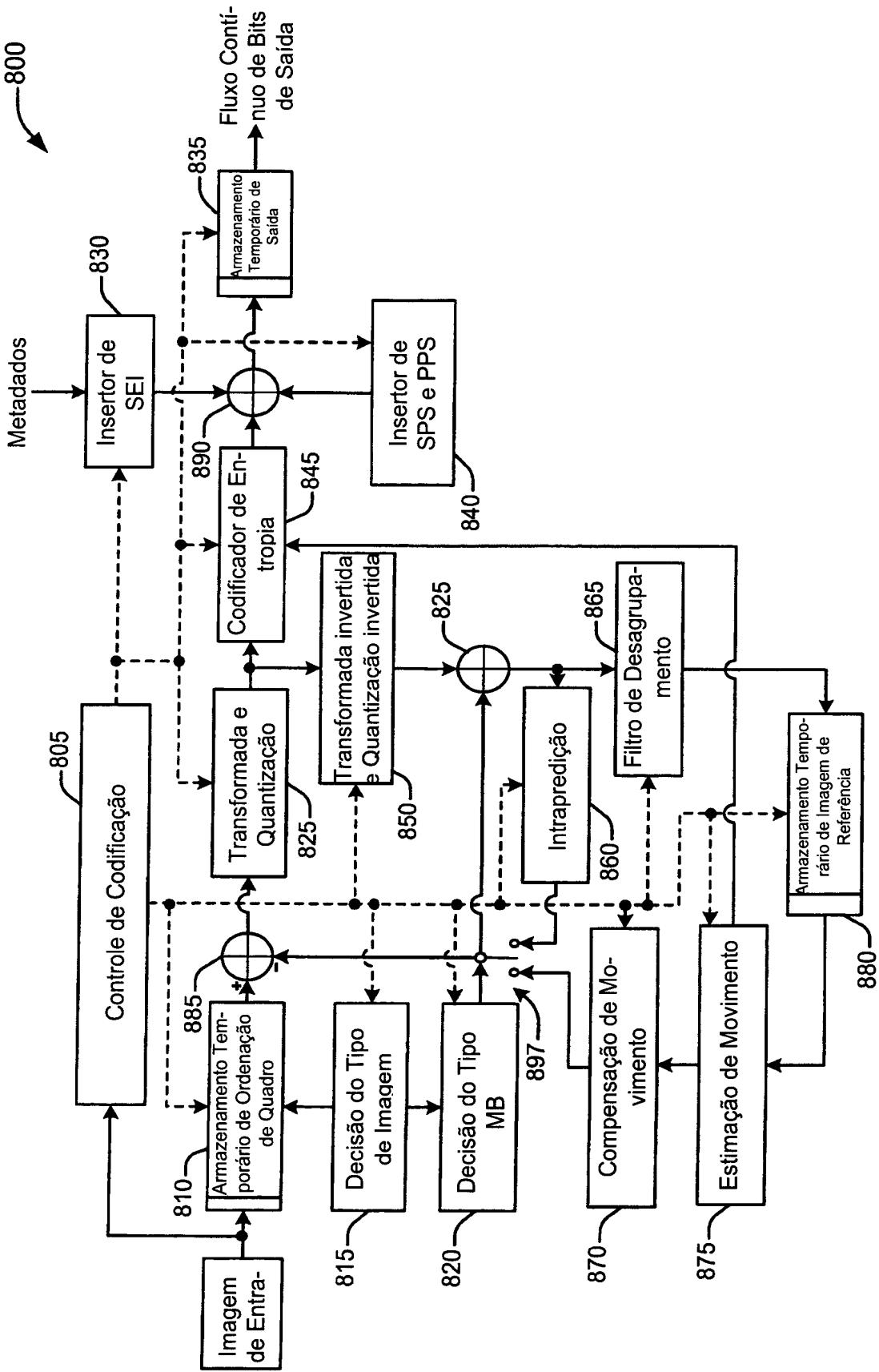


FIG. 8

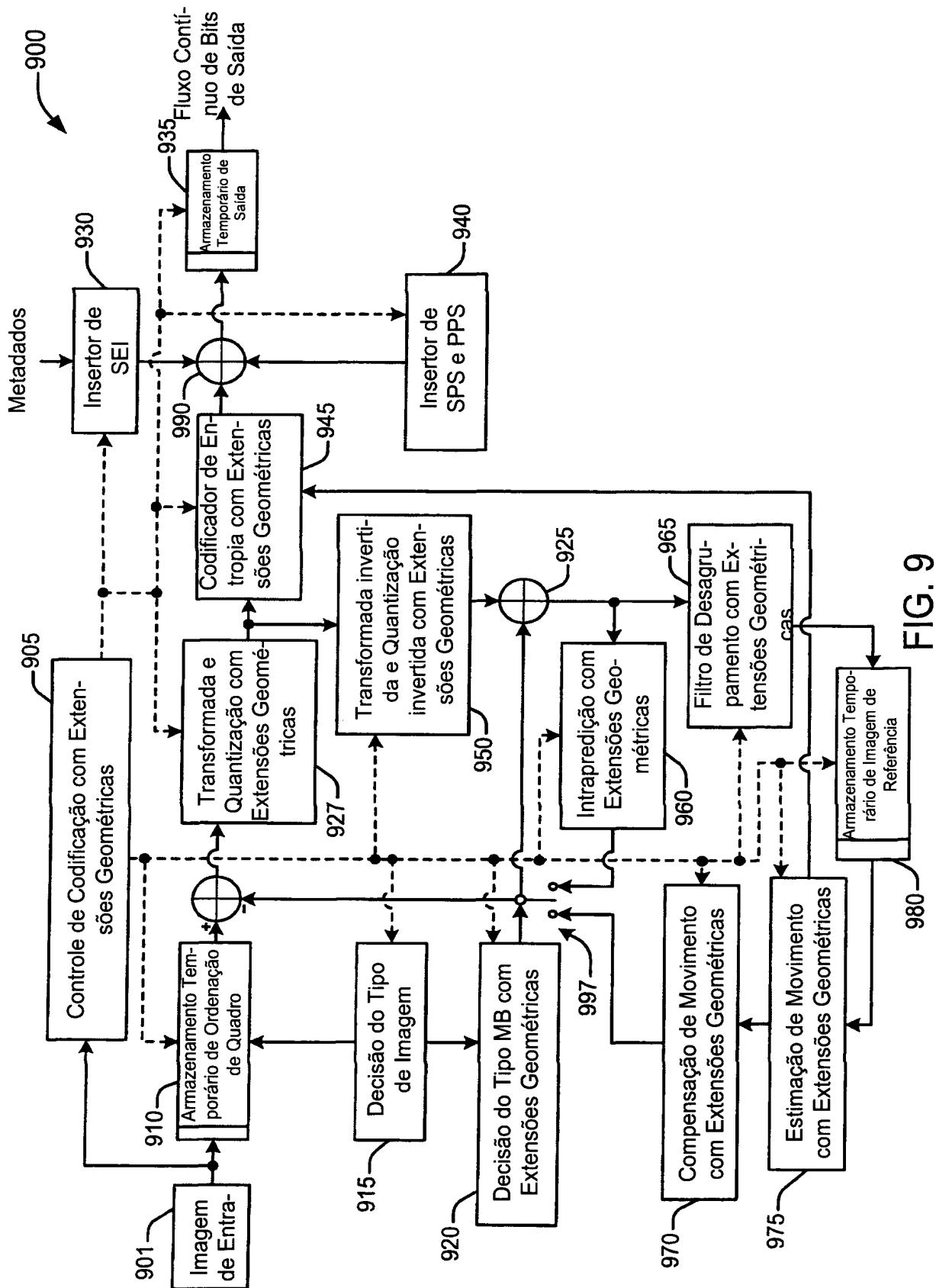


FIG. 9

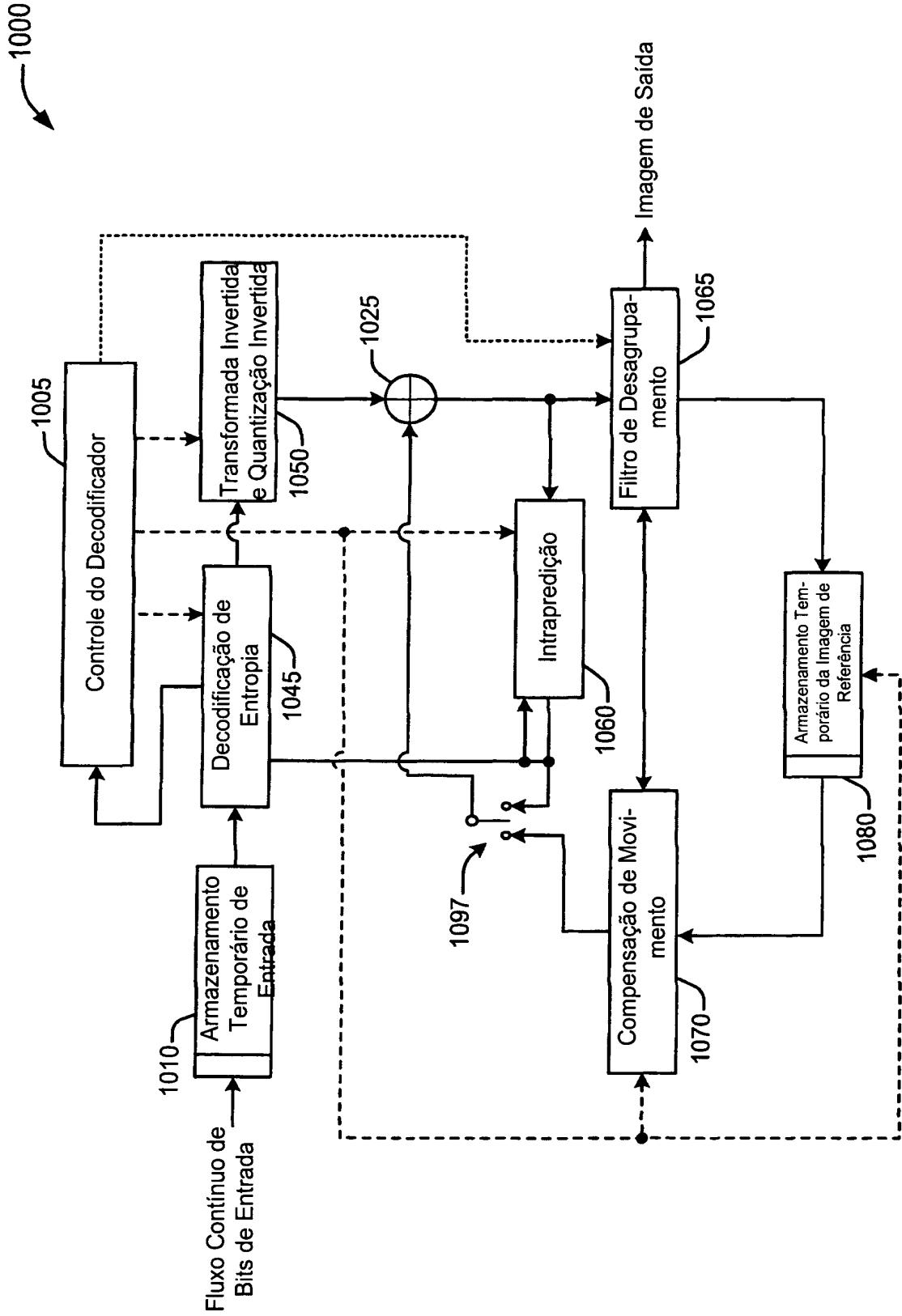


FIG. 10

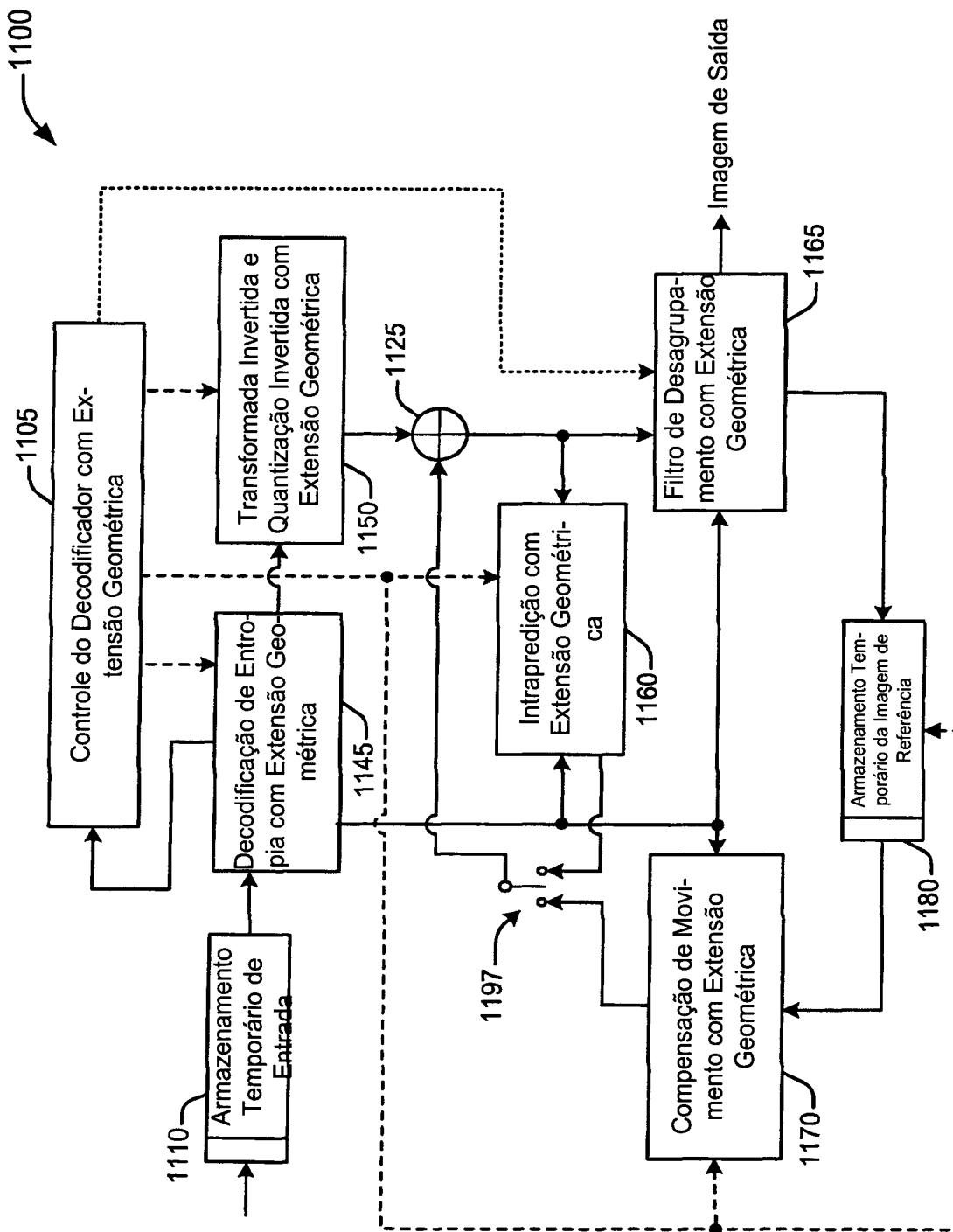


FIG. 11

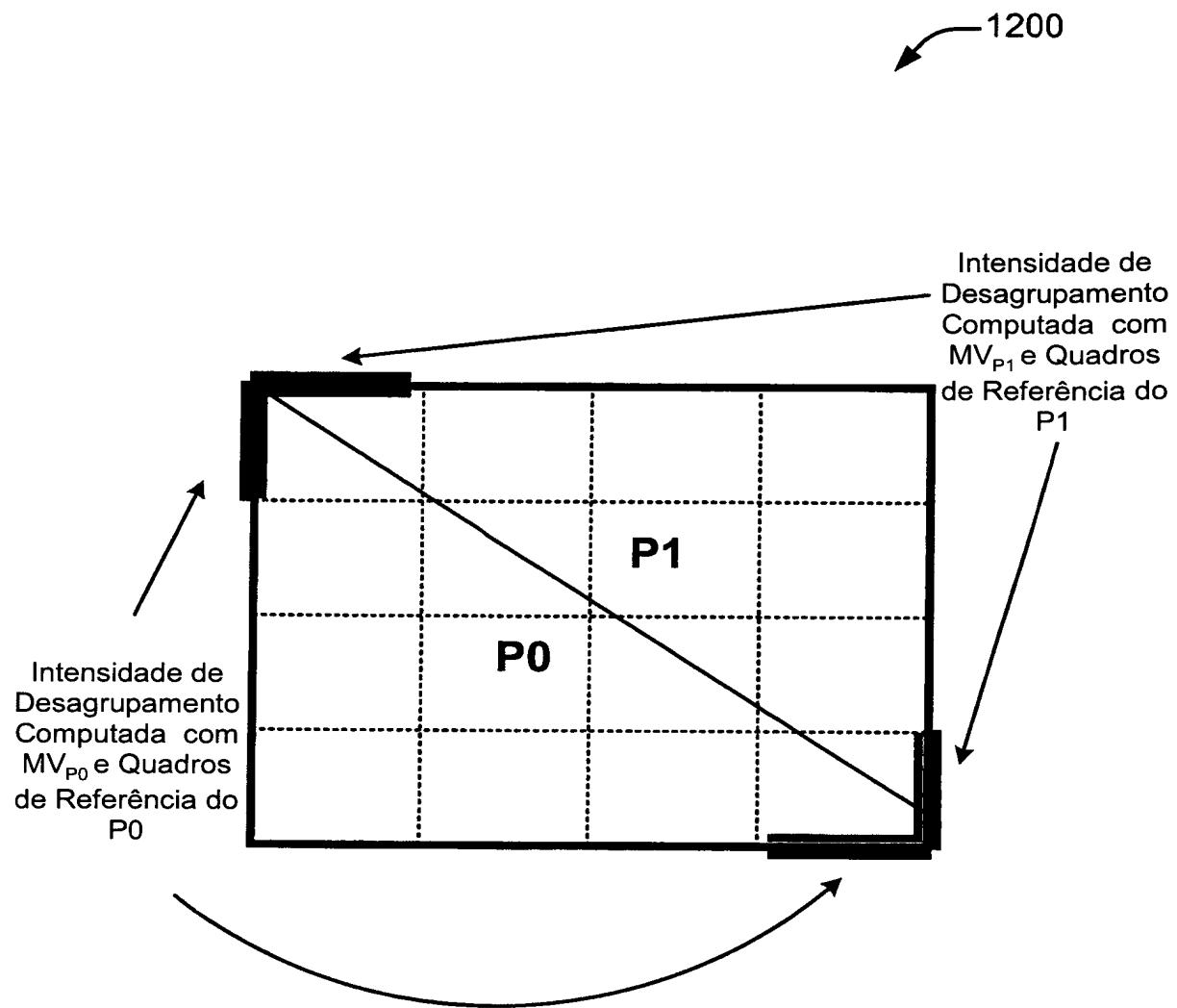


FIG. 12

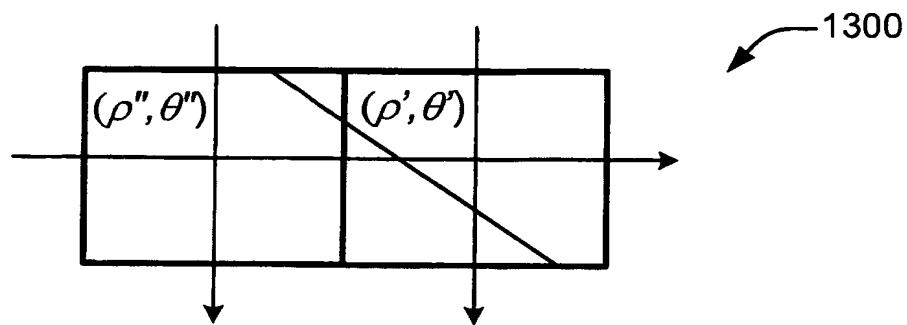


FIG. 13

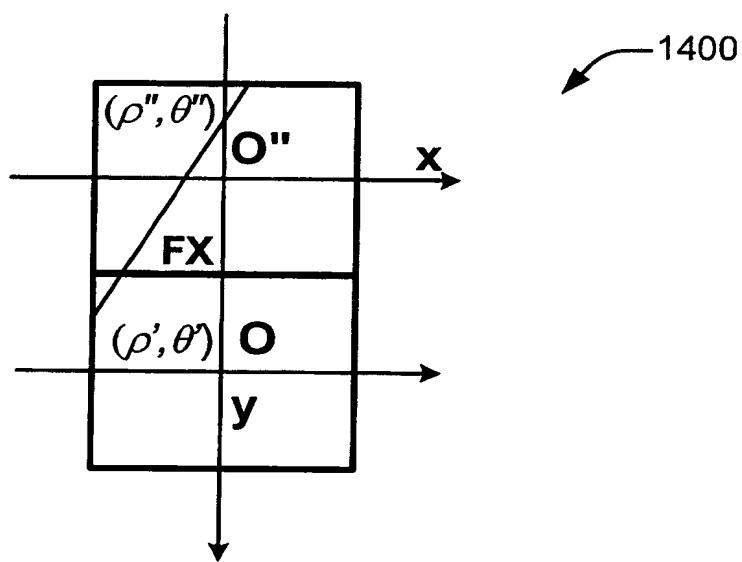


FIG. 14

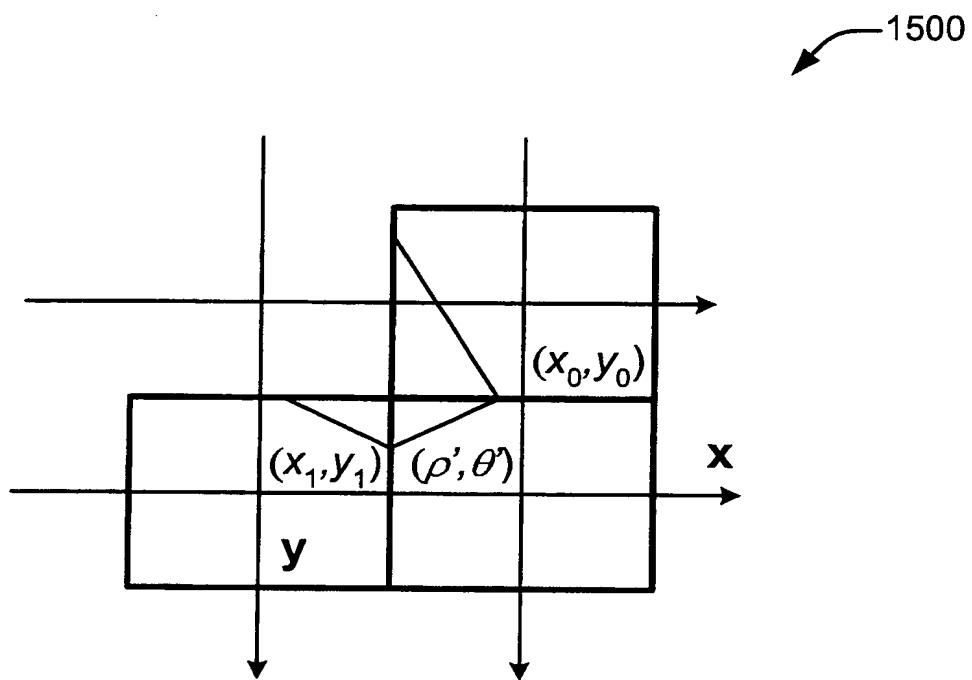


FIG. 15

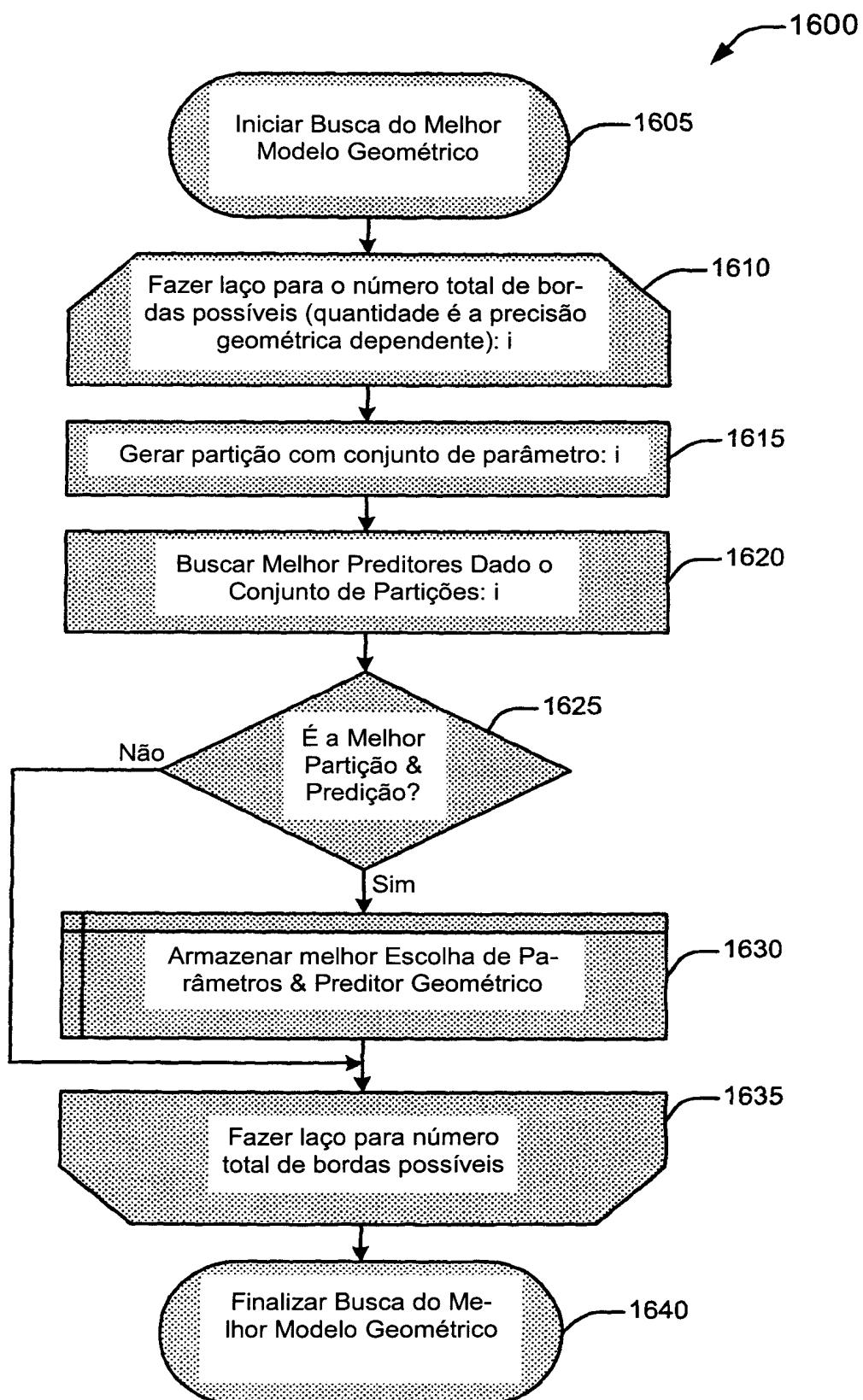


FIG. 16

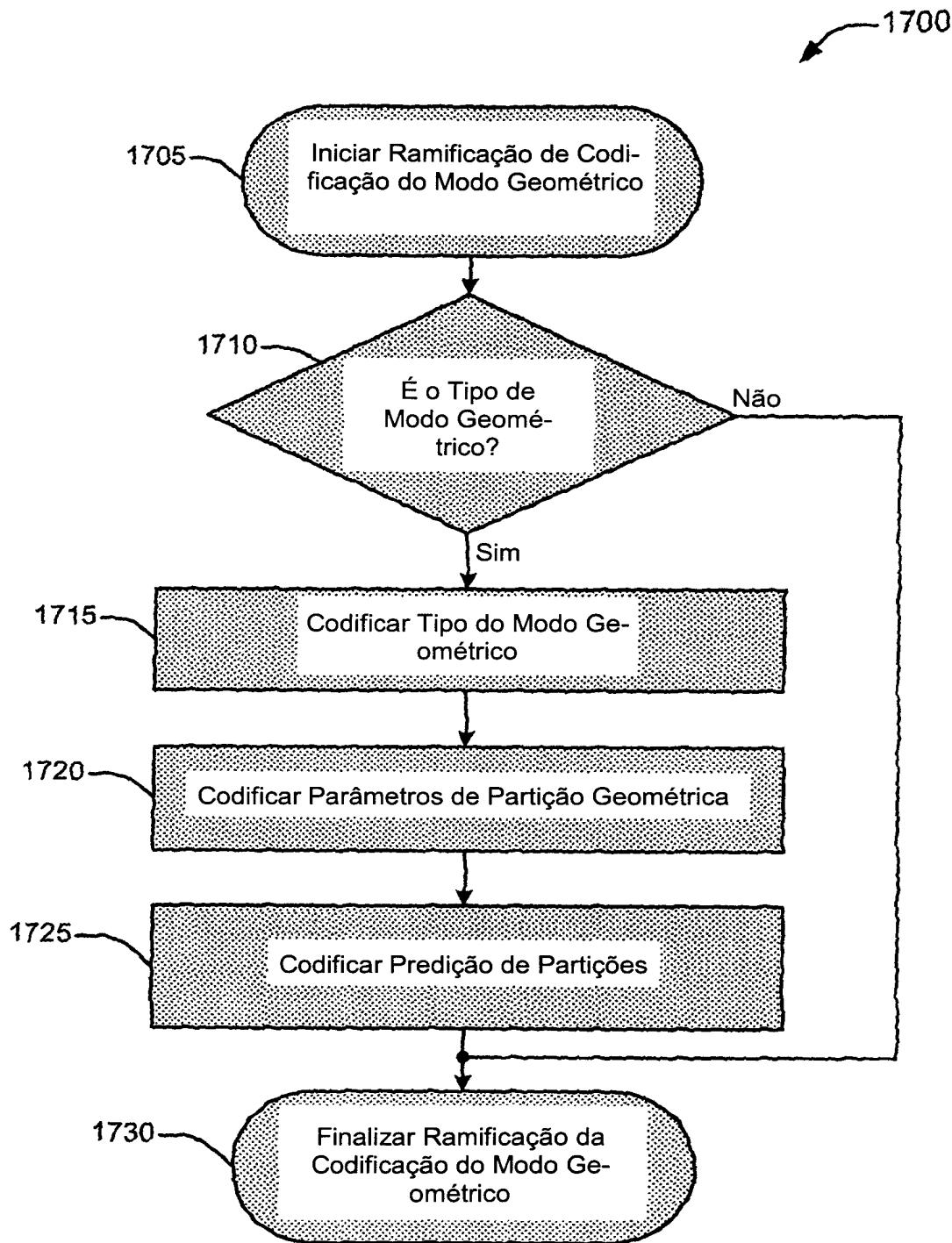


FIG. 17

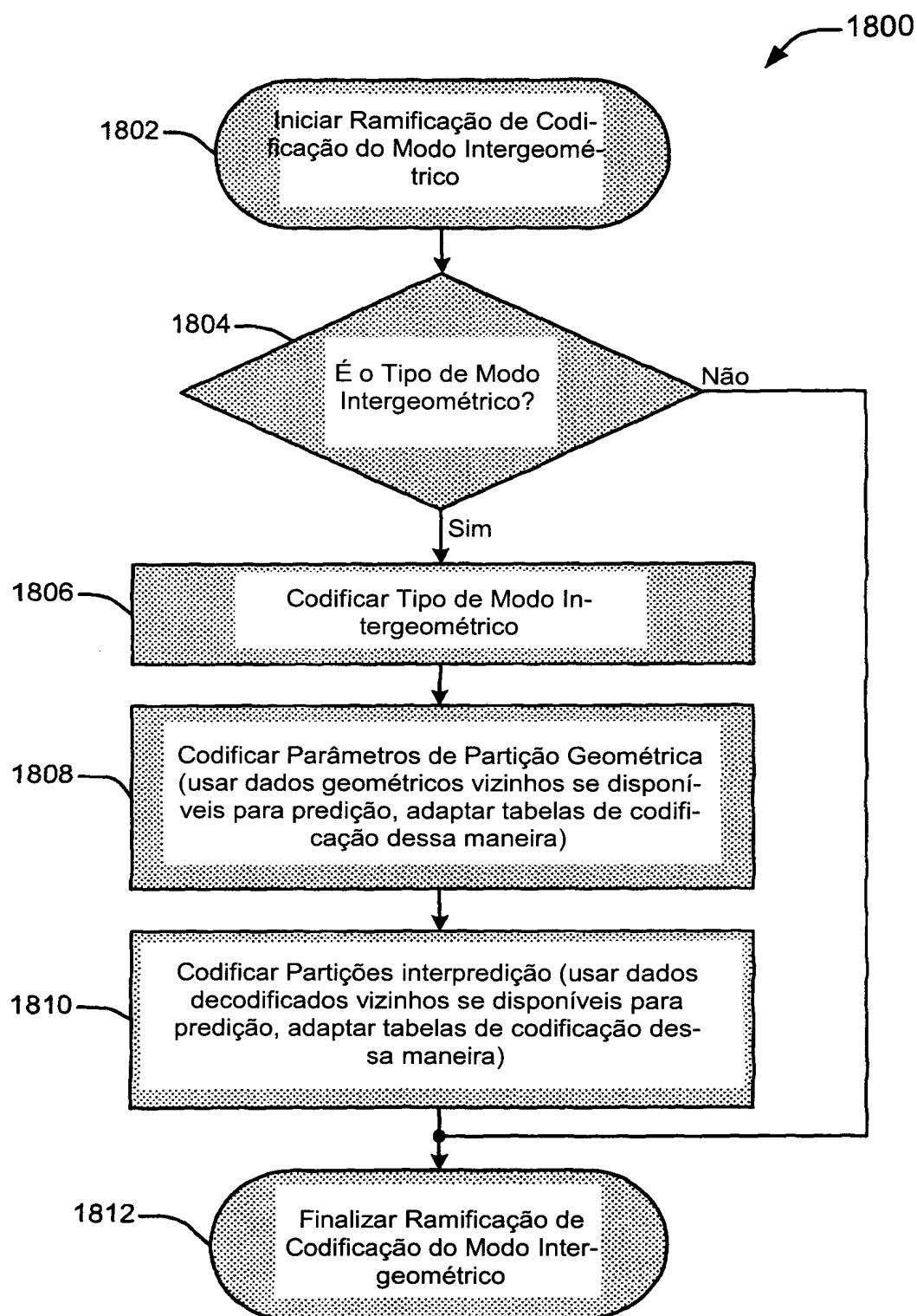


FIG. 18A

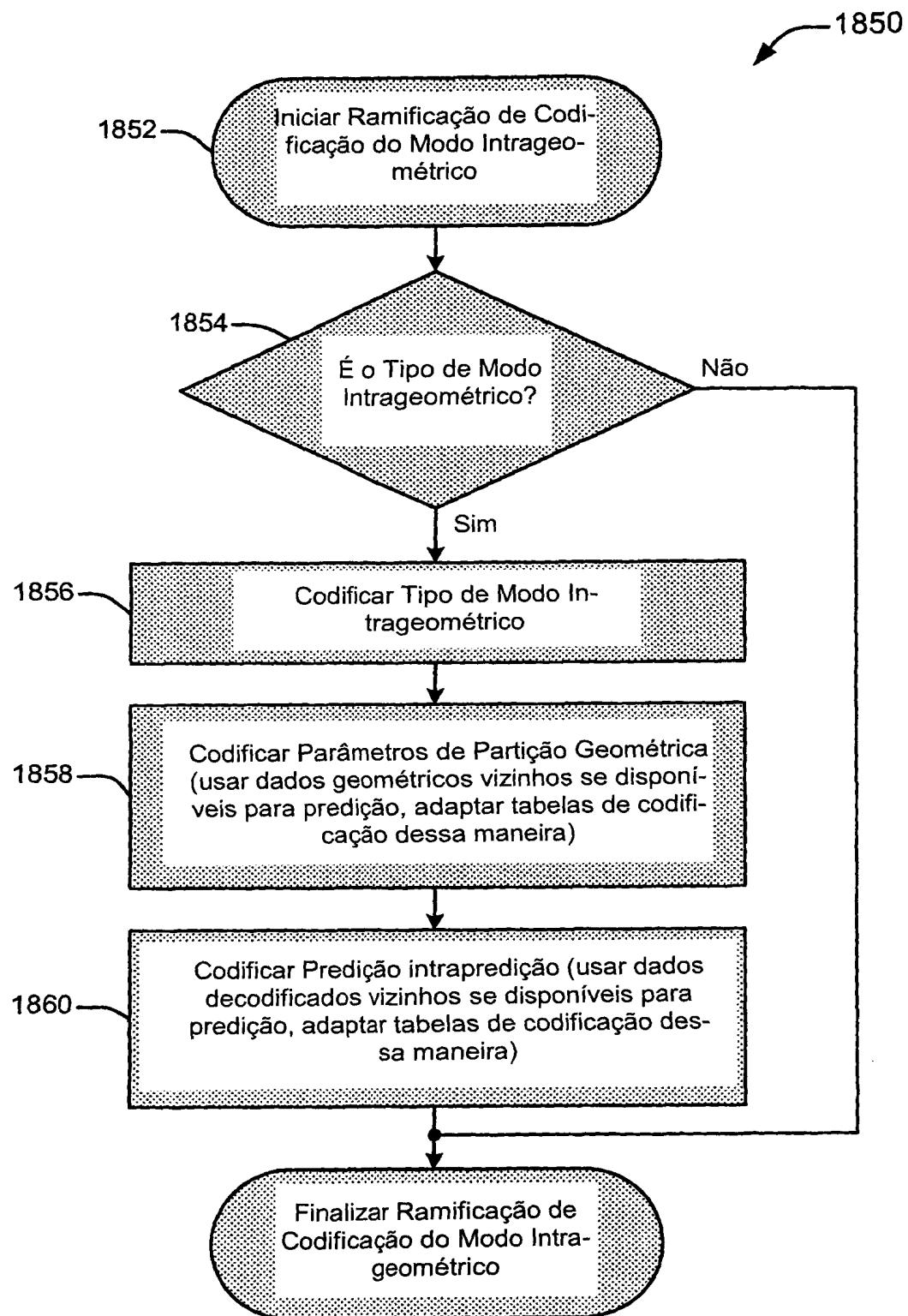


FIG. 18B

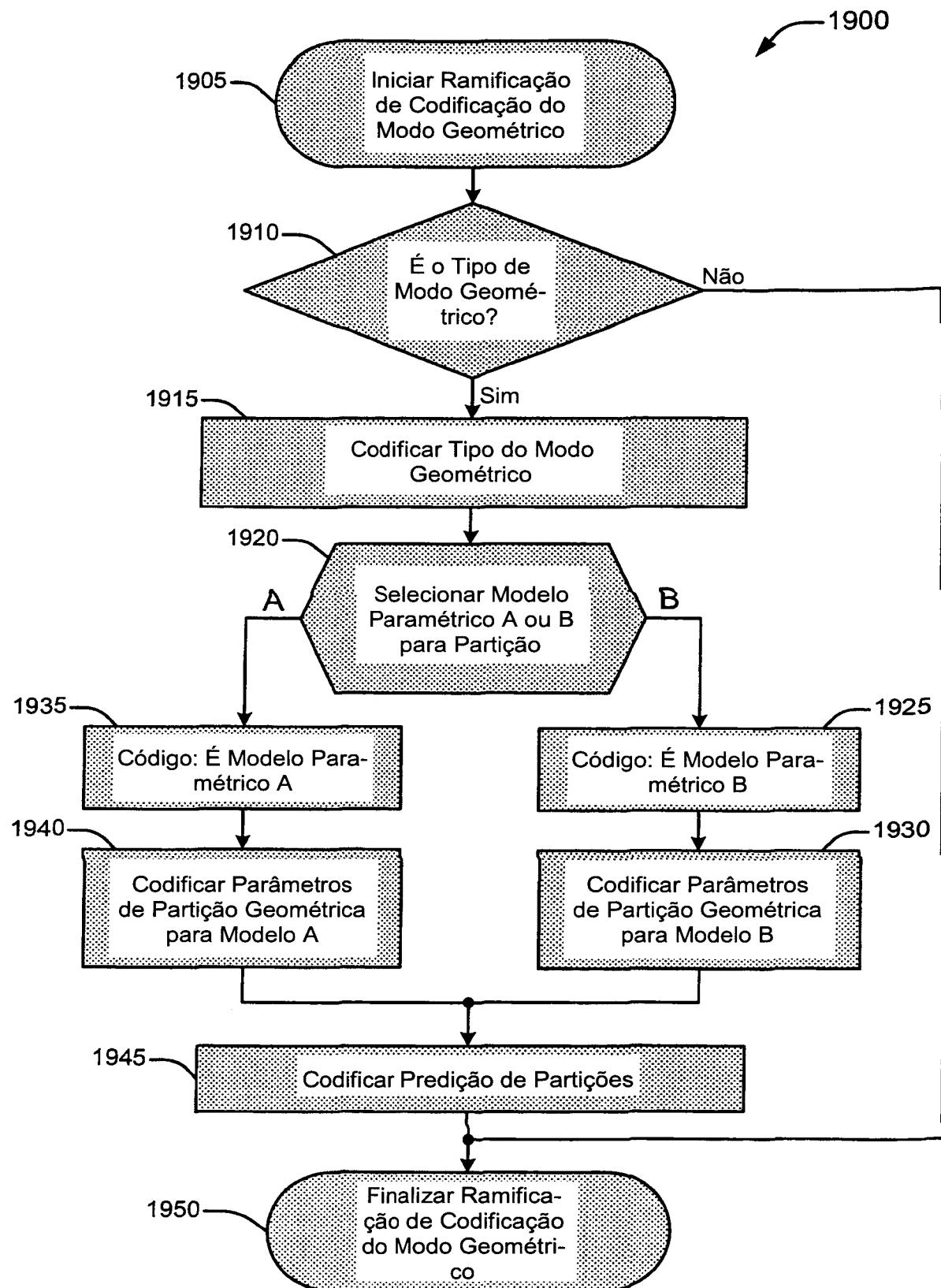


FIG. 19

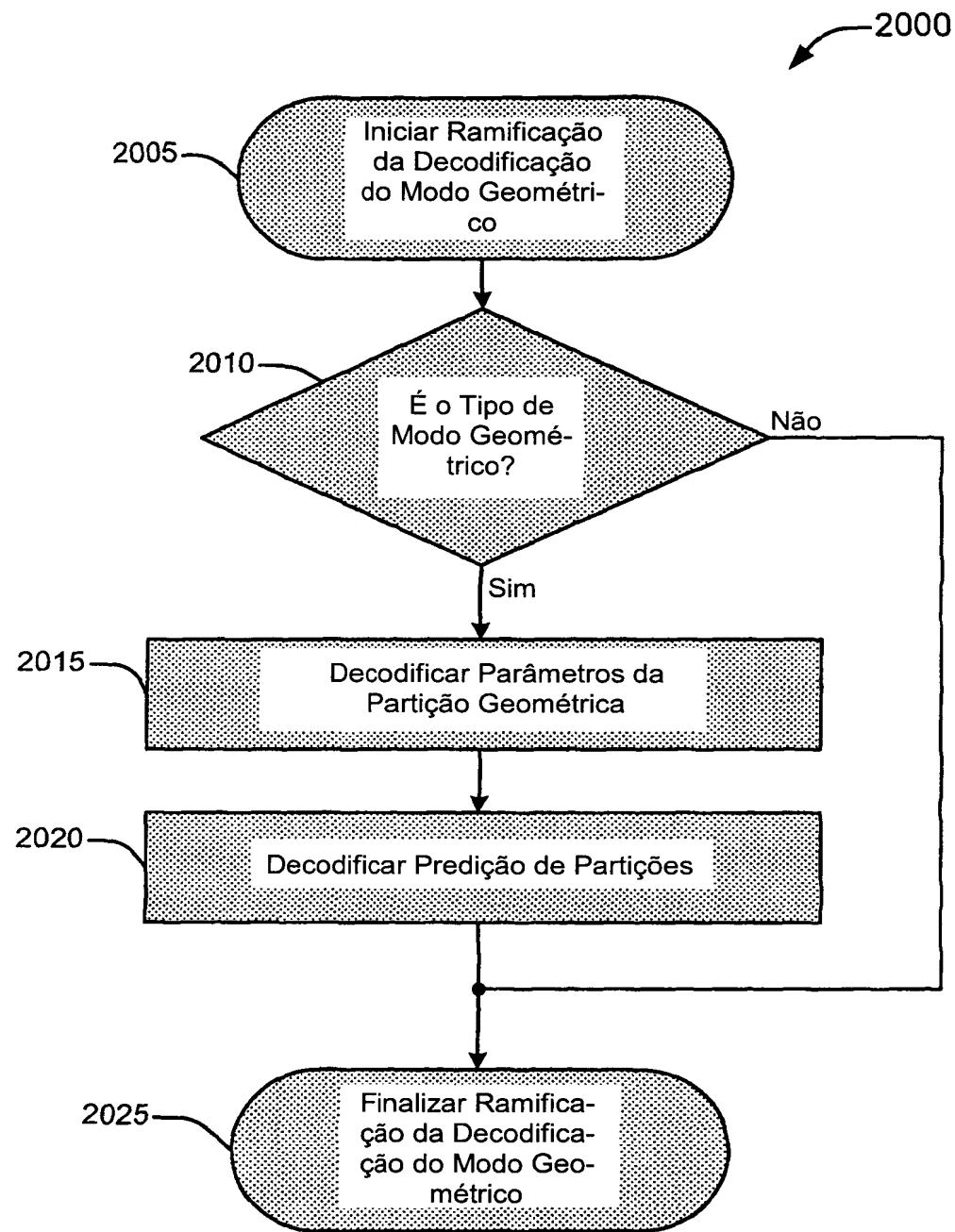


FIG. 20

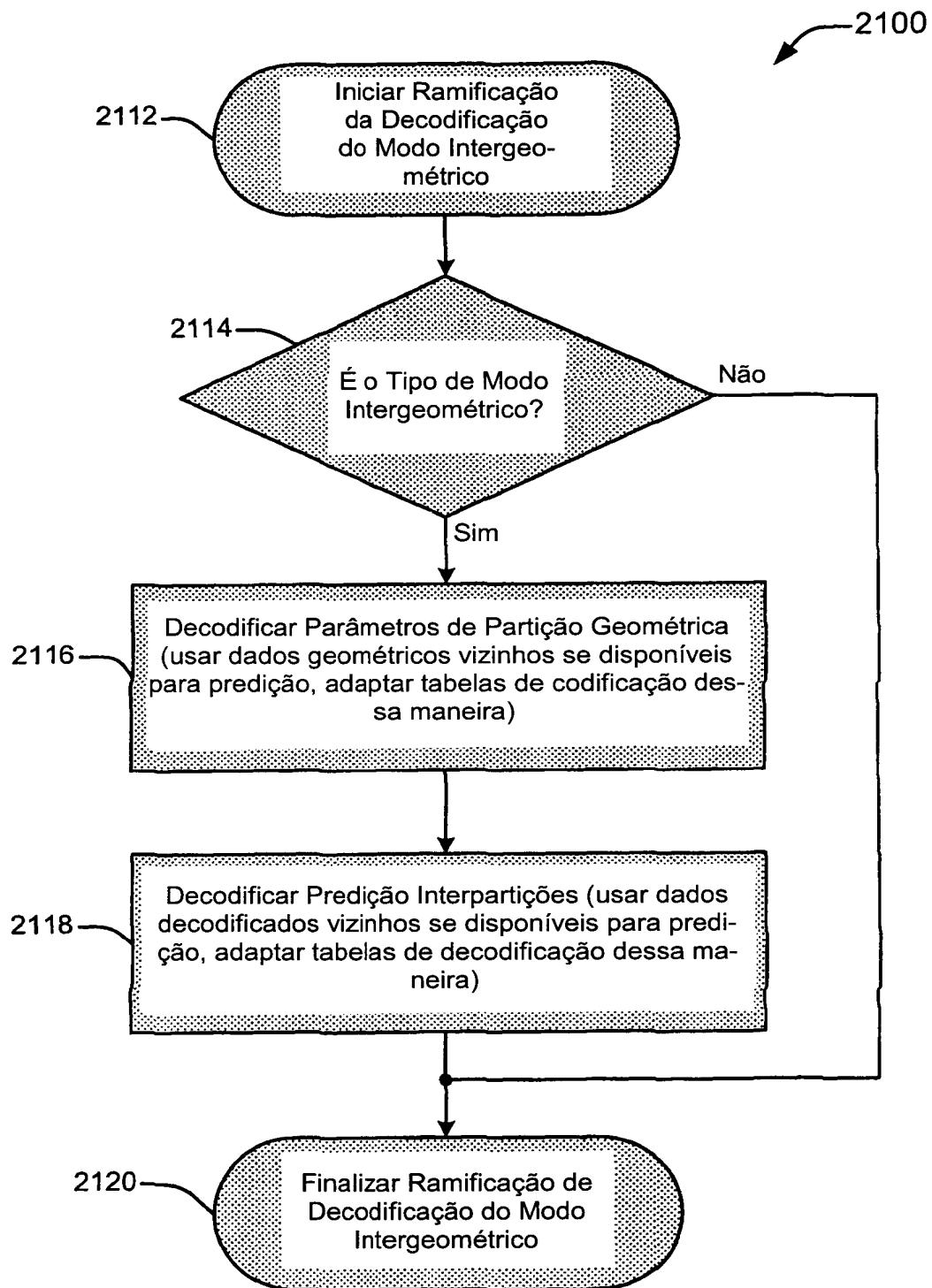


FIG. 21A

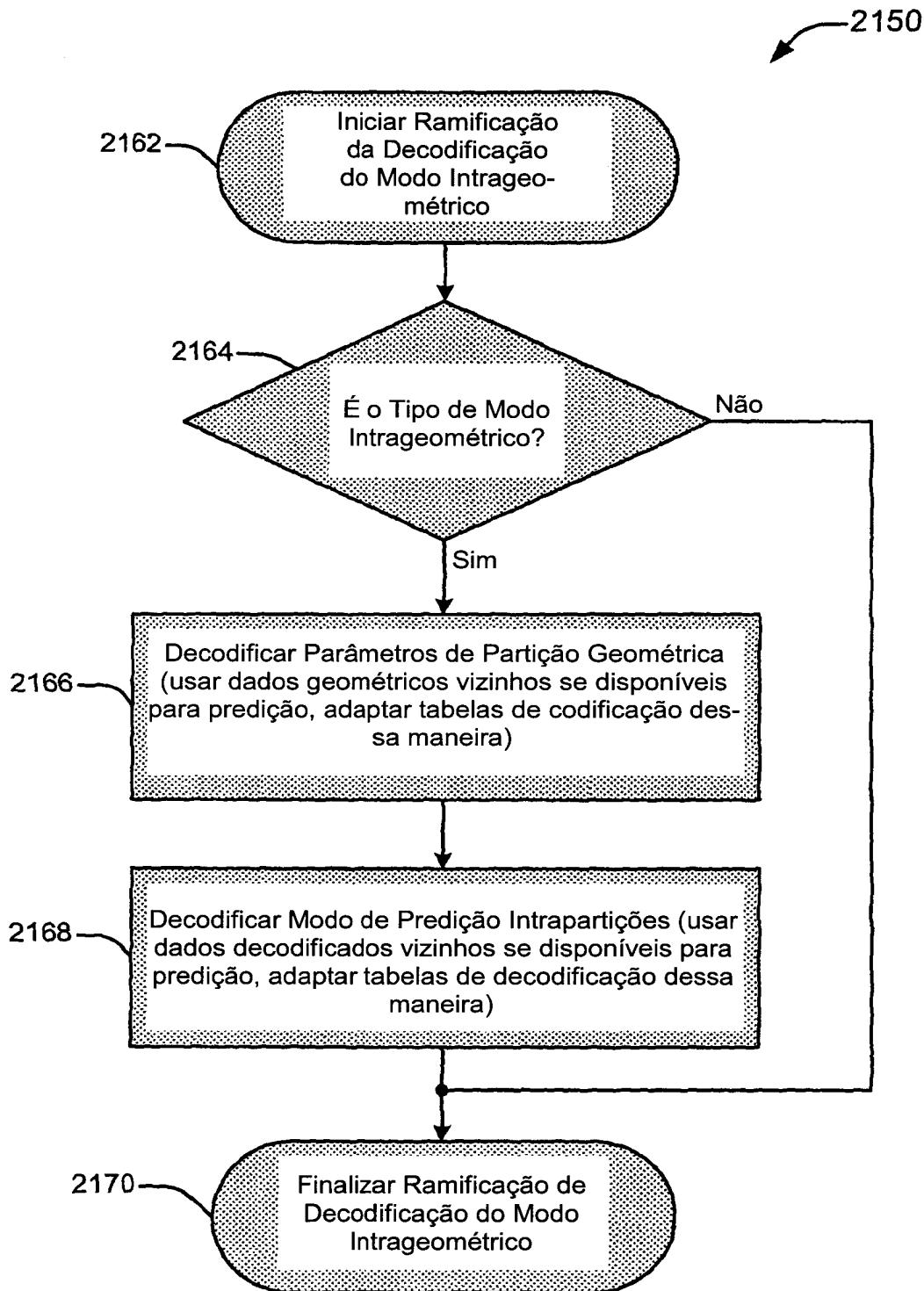


FIG. 21B

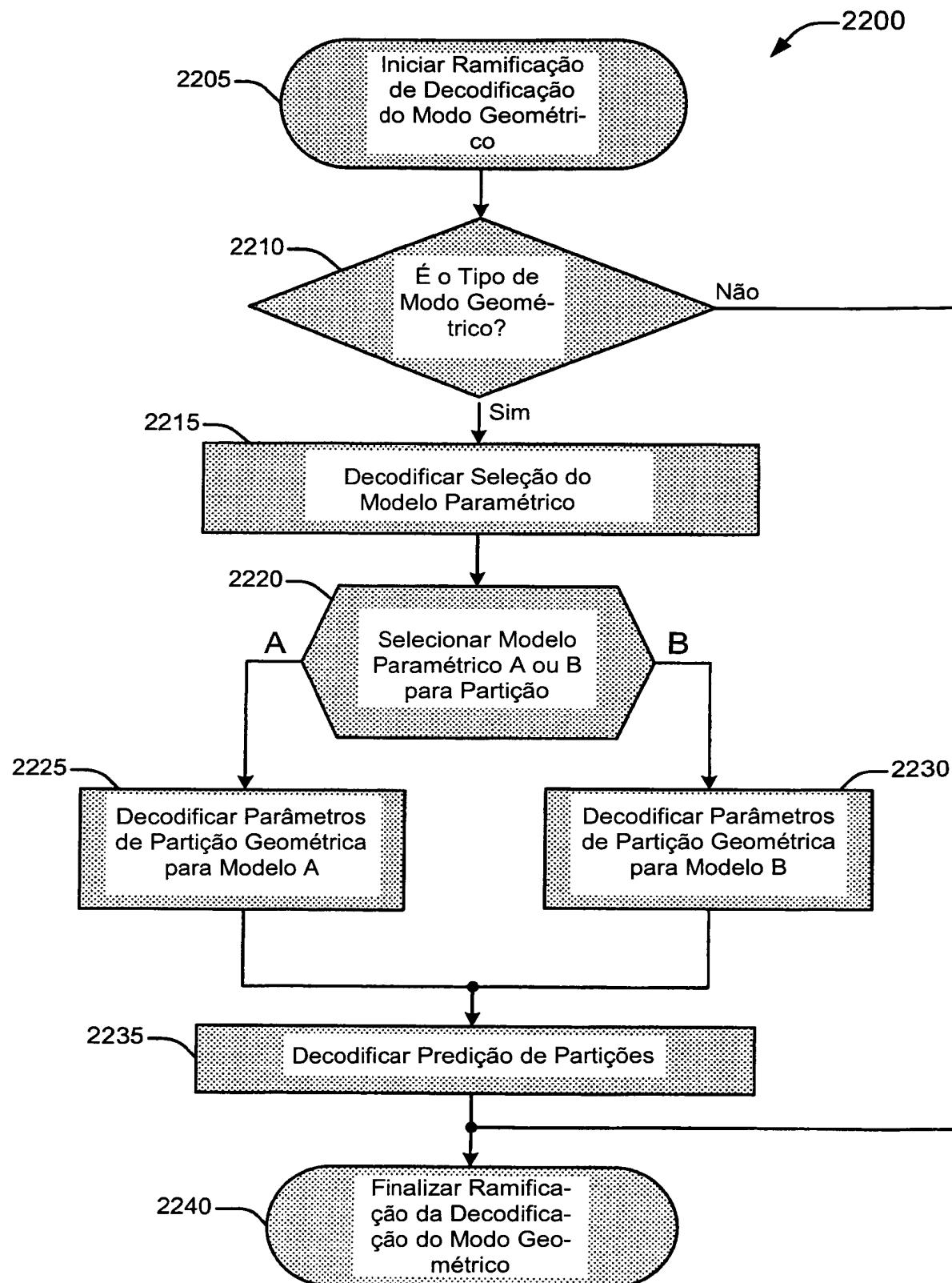


FIG. 22

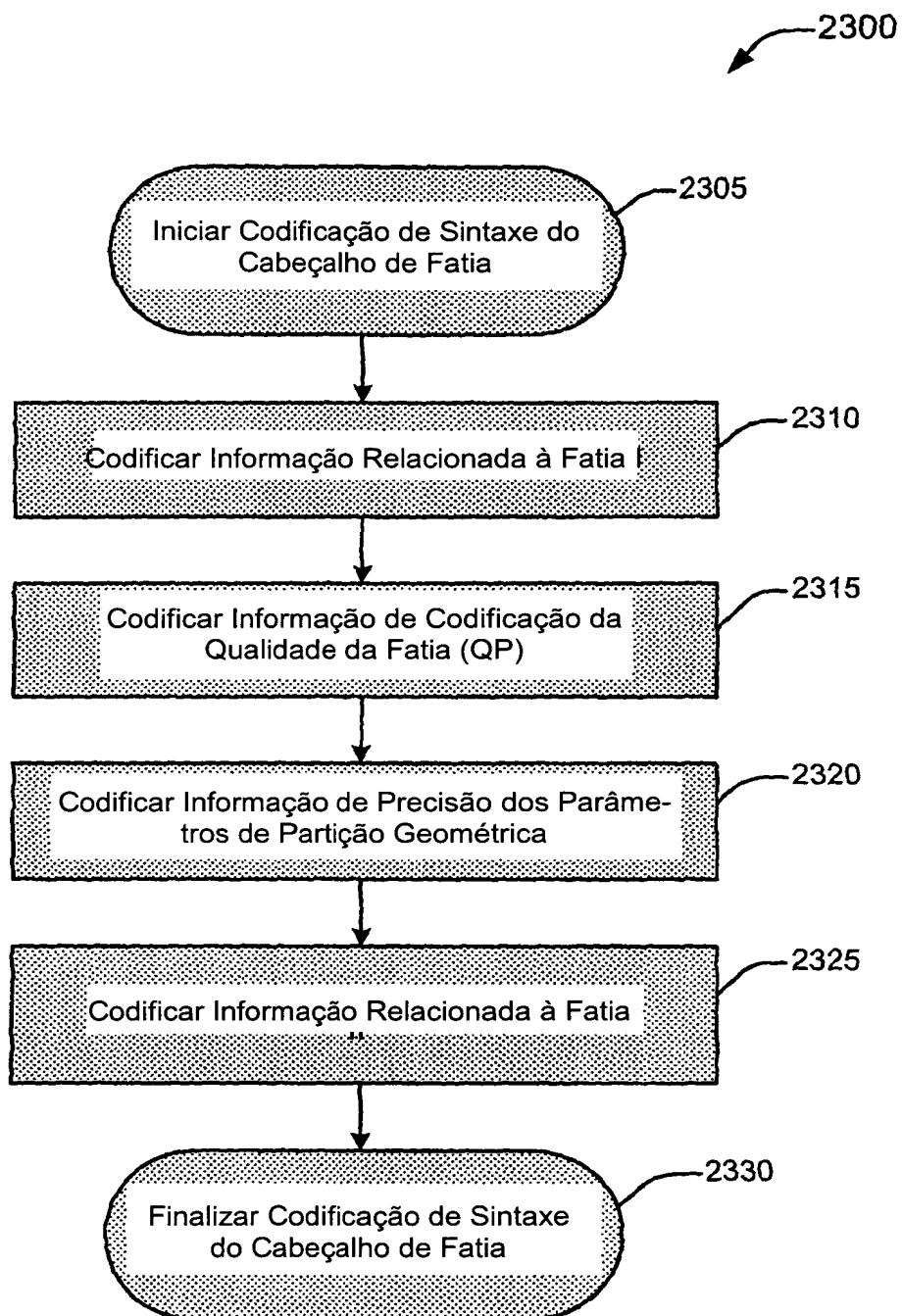


FIG. 23

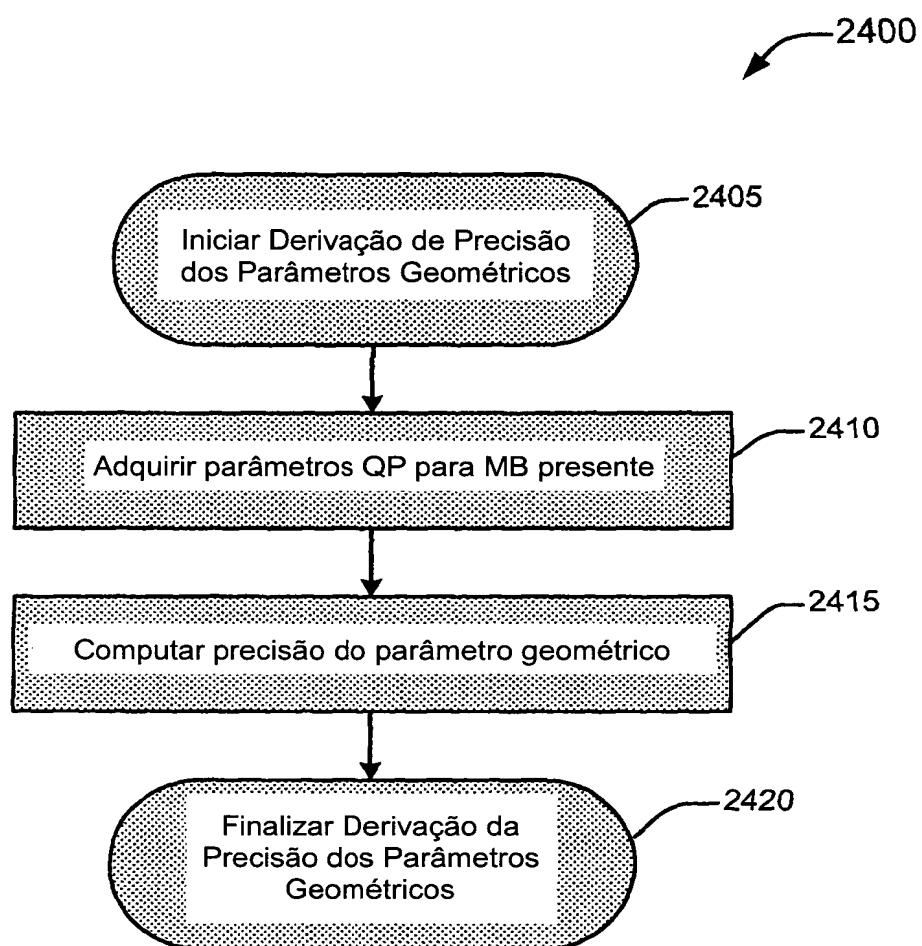


FIG. 24

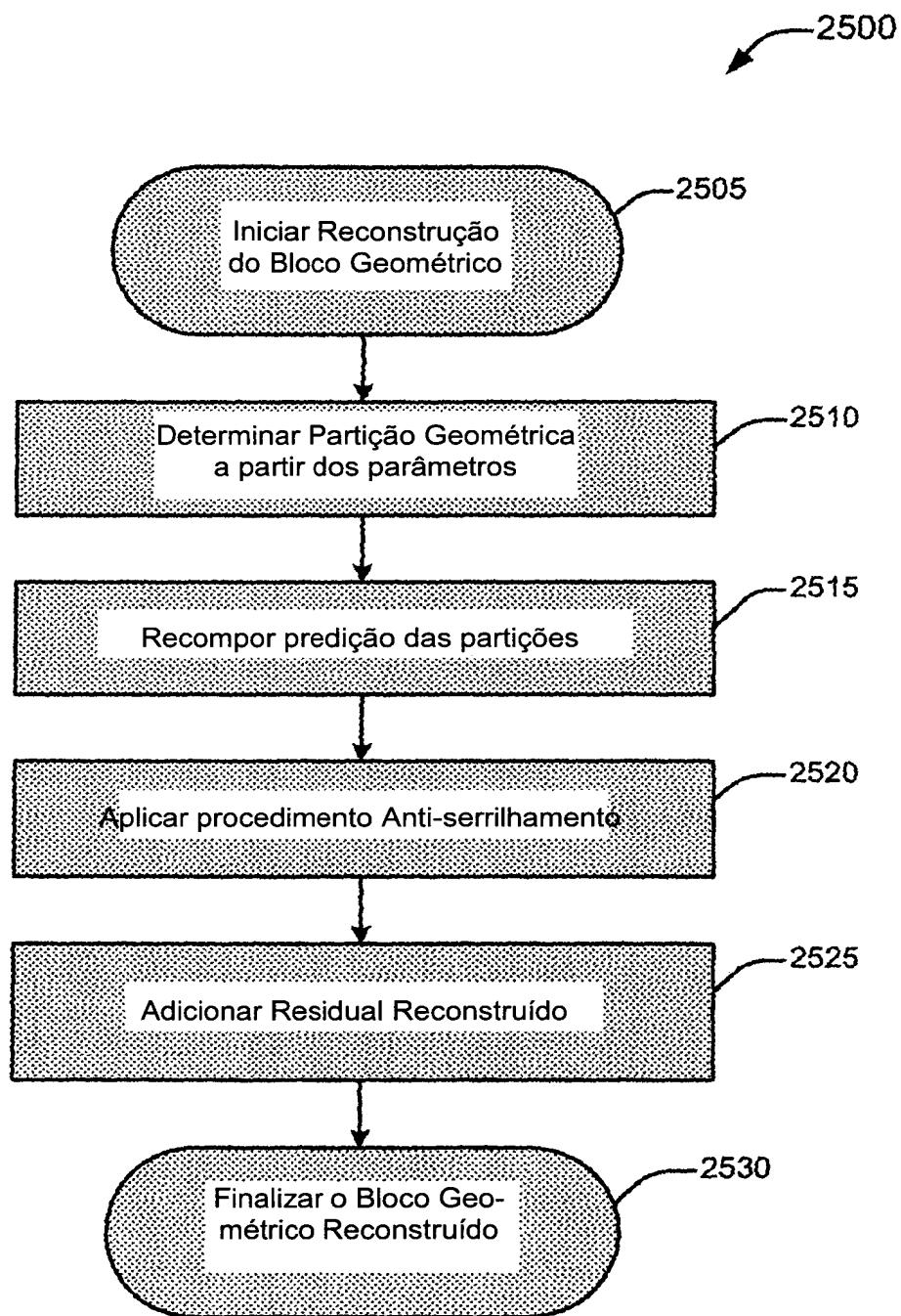


FIG. 25

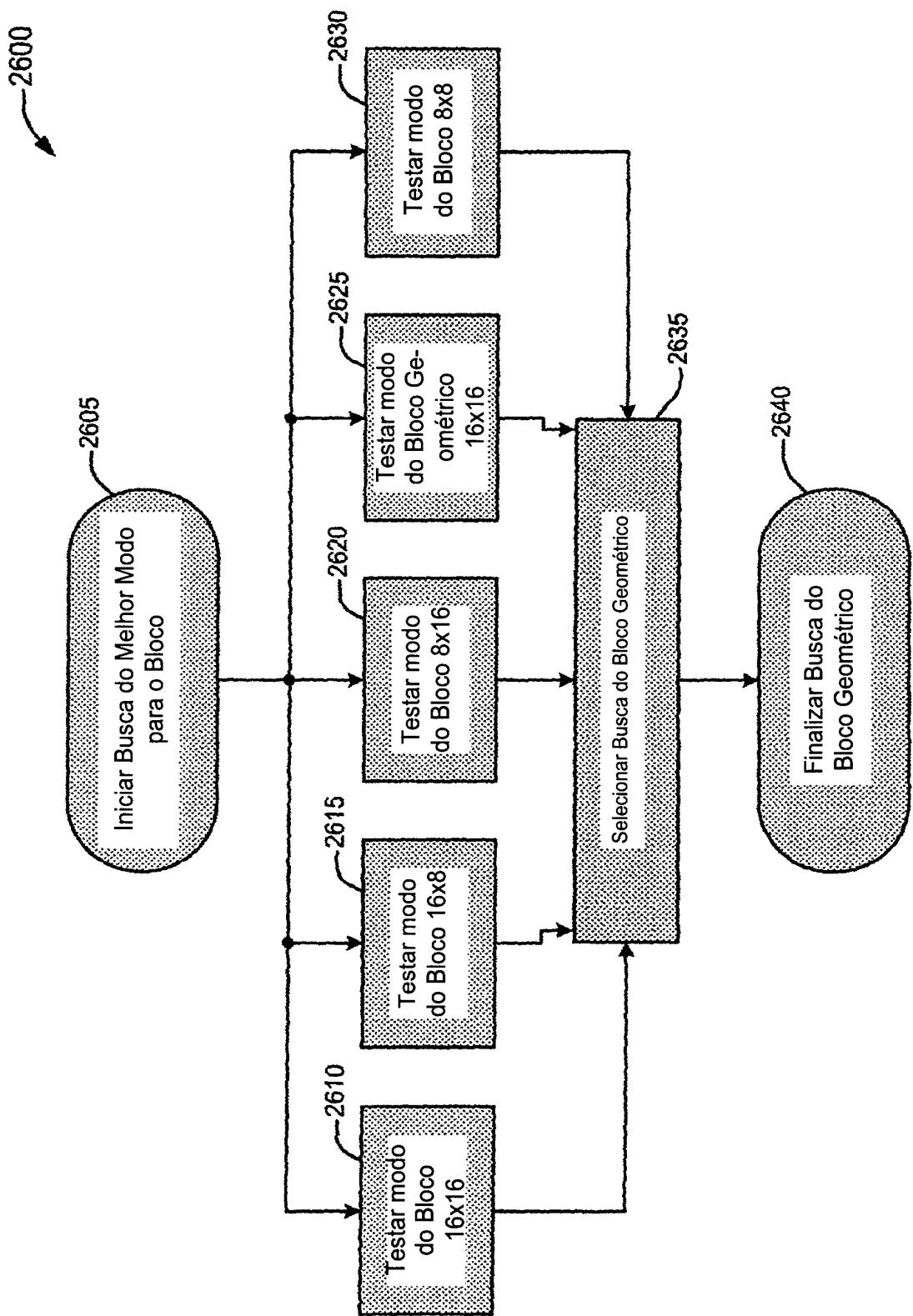


FIG. 26

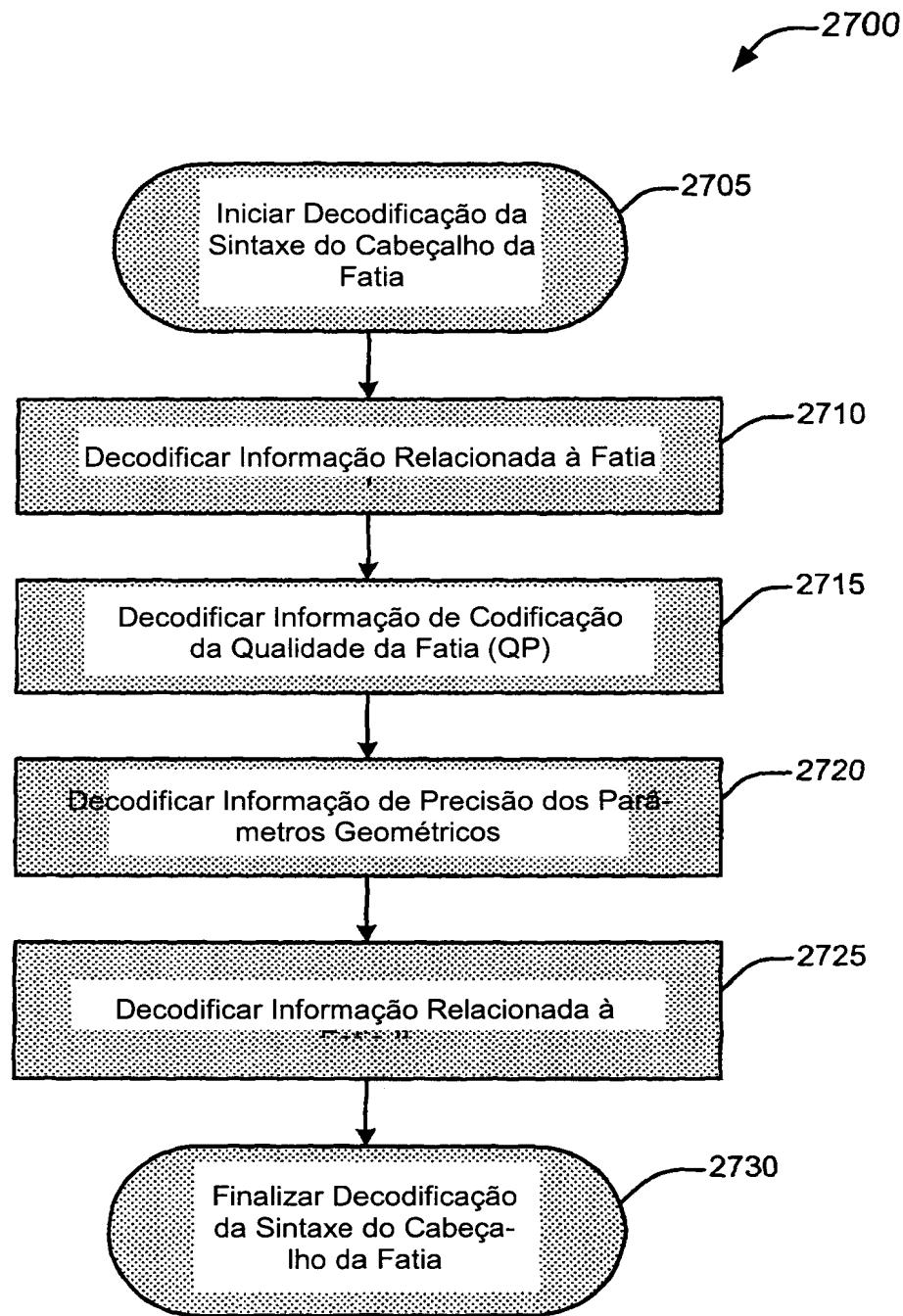


FIG. 27

RESUMO

"MÉTODOS E APARELHOS PARA PARTICIONAMENTO GEOMÉTRICO ADAPTATIVO PARA DECODIFICAÇÃO DE VÍDEO"

São fornecidos métodos e aparelhos para particionamento geométrico adaptativo para codificação e decodificação de vídeo. Um aparelho inclui um codificador (900) para a codificação de dados de imagem correspondentes às figuras pelo particionamento adaptativo de pelo menos partes das figuras responsivo a pelo menos um modelo paramétrico. O pelo menos um modelo paramétrico envolve pelo menos um de formulação implícita e de formulação explícita da pelo menos uma curva.