



República Federativa do Brasil  
Ministério da Economia  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

**(11) PI 0908351-0 B1**



**(22) Data do Depósito: 06/02/2009**

**(45) Data de Concessão: 29/10/2019**

---

**(54) Título:** MÉTODO PARA DETERMINAR UM VOLUME DO HORIZONTE

**(51) Int.Cl.:** G01V 1/28.

**(30) Prioridade Unionista:** 11/02/2008 US 12/029216.

**(73) Titular(es):** CHEVRON U.S.A. INC..

**(72) Inventor(es):** JESSE LOMASK; JAMES RICKETT; JULIAN CLARK.

**(86) Pedido PCT:** PCT US2009033427 de 06/02/2009

**(87) Publicação PCT:** WO 2009/102638 de 20/08/2009

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 10/08/2010

**(57) Resumo:** MÉTODO PARA DETERMINAR UM VOLUME DO HORIZONTE É descrito um método para determinar um volume do horizonte. Em uma modalidade, o volume do horizonte é determinado a partir de informação sísmica obtida, e mapeia a informação sísmica obtida em um volume planejado de maneira tal que, no volume planejado, horizontes representados na informação sísmica obtida sejam mudados para ficar substancialmente coplanares com uma superfície definida pelo volume do horizonte como uma estimativa de um único tempo cronoestratigráfico de maneira tal que os parâmetros do volume planejado incluam (i) uma posição bidimensional em um plano da superfície, e (ii) uma métrica relacionada ao tempo cronoestratigráfico.

**“MÉTODO PARA DETERMINAR UM VOLUME DO HORIZONTE  
PEDIDOS RELACIONADOS**

**[0001]** Este pedido está relacionado ao pedido de patente U.S. No. (documento judicial T7207), intitulado "Method for Determining Geological Information Related to a Subsurface Volume of Interest" e depositado na mesma data deste, cujos conteúdos estão incorporados nas suas íntegras nesta revelação.

**CAMPO DA INVENÇÃO**

**[0002]** A invenção diz respeito a sistemas e métodos para determinar informação geológica relacionada aos volumes subsuperficiais de interesse. Em particular, a invenção envolve determinar e ajustar um volume do horizonte que mapeia informação sísmica relacionada a um volume subsuperficial de interesse em um volume planificado.

**FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO**

**[0003]** Técnicas para determinar informação relacionada a uma taxa de deposição na qual estratos presentes em um volume subsuperficial de interesse foram formados são conhecidas. Entretanto, essas técnicas no geral exigem análise manual de dados sísmicos relacionados ao volume subsuperficial de interesse (por exemplo, coleta manual de horizontes dentro dos dados sísmicos) e/ou computação imprecisa, e tipicamente resultam em dados que são esparsamente amostrados e/ou baixa resolução. Como tal, a utilidade da implementação da informação determinada na derivação de informação geológica adicional é prejudicada. Uma técnica para determinar uma velocidade de sedimentação é descrita em "Space-Time Mathematical Framework for Sedimentary Geology", J-L.Mallet, Mathematical Geology, Vol. 36, No. 1, January 2004, pgs. 1-32.

**SUMÁRIO DA INVENÇÃO**

**[0004]** A presente invenção provê um método implementado por computador para determinar um volume do horizonte de um volume subsuperficial. Em uma modalidade, o método compreende obter informação sísmica relacionada a um volume subsuperficial, a informação sísmica obtida tendo pontos de dados que

representam formações geológicas no volume subsuperficial em um arranjo de localizações no volume subsuperficial, em que os parâmetros da informação obtida incluem (i) uma posição bidimensional em um plano da superfície do volume subsuperficial, e (ii) uma métrica relacionada à profundidade sísmica do volume subsuperficial, e em que os pontos de dados na informação sísmica obtida são espaçados ao longo da métrica relacionada à profundidade sísmica de acordo com um intervalo de amostragem para a métrica relacionada à profundidade sísmica; e determinar um volume do horizonte a partir da informação sísmica obtida, em que o volume do horizonte mapeia a informação sísmica obtida em um volume planejado de maneira tal que, no volume planejado, horizontes representados na informação sísmica obtida sejam mudados para ficar substancialmente coplanares com uma superfície definida pelo volume do horizonte como uma estimativa de um único tempo cronoestratigráfico de maneira tal que os parâmetros do volume planejado incluam (i) uma posição bidimensional no plano da superfície, e (ii) uma métrica relacionada ao tempo cronoestratigráfico. Em alguns casos, determinar o volume do horizonte compreende analisar a informação sísmica obtida para identificar horizontes no volume subsuperficial que são representados nos dados sísmicos obtidos; criar um volume do horizonte inicial que ordena os horizontes identificados pelo tempo cronoestratigráfico e que associa posições em um volume planejado inicial com pontos de dados incluídos na informação sísmica obtida; analisar o volume do horizonte inicial para determinar se o mapeamento da informação sísmica obtida no volume planejado inicial de acordo com o volume do horizonte inicial comprimiria a informação sísmica obtida mais do que um valor predeterminado, em que a compressão ocorre se dois pontos de dados na informação sísmica obtida (i) tiverem a mesma posição bidimensional no plano da superfície, (ii) forem mapeados pelo volume do horizonte inicial no volume planejado inicial em posições diretamente adjacentes, e (ii) tiverem uma diferença na métrica relacionada à profundidade sísmica que é maior que o intervalo de amostragem para a métrica relacionada à profundidade sísmica; e ajustar o volume do horizonte inicial se o mapeamento da informação sísmica obtida no volume planejado inicial de acordo

com o volume do horizonte inicial comprimir a informação sísmica obtida mais do que um valor predeterminado de maneira tal que o mapeamento da informação sísmica obtida em um volume planificado ajustado de acordo com o volume do horizonte ajustado não comprima a informação sísmica obtida mais do que um valor admissível.

**[0005]** Um outro aspecto da invenção diz respeito a um método implementado por computador para determinar um volume planificado a partir de um volume subsuperficial. Em uma modalidade, o método compreende obter informação sísmica relacionada a um volume subsuperficial que representa formações geológicas no volume subsuperficial; analisar a informação sísmica obtida para identificar automaticamente horizontes no volume subsuperficial que são representados na informação sísmica obtida; criar um volume do horizonte inicial a partir da informação sísmica obtida e os horizontes identificados, em que o volume do horizonte inicial mapeia a informação sísmica obtida em um volume planificado, em que os parâmetros do volume planificado incluem (i) posição bidimensional em uma superfície que corresponde a um único tempo cronoestratigráfico, e (ii) uma métrica relacionada ao tempo cronoestratigráfico, e em que um dado um dos horizontes identificados é representado no volume planificado como uma superfície que é substancialmente planar, substancialmente perpendicular a um eixo correspondente à métrica relacionada ao tempo cronoestratigráfico, e intercepta o eixo em uma posição correspondente ao tempo cronoestratigráfico no qual material geológico do dado horizonte foi depositado no volume subsuperficial; analisar o volume do horizonte inicial para determinar se o mapeamento da informação sísmica obtida no volume planificado de acordo com o volume do horizonte inicial resulta em compressão da informação sísmica obtida que omite pelo menos parte da informação sísmica obtida do volume planificado; e ajustar o volume do horizonte inicial para atenuar compressão detectada da informação sísmica obtida durante o mapeamento da informação sísmica obtida no volume planificado.

**[0006]** Um outro aspecto da invenção diz respeito a um método implementado por computador para determinar um volume do horizonte de um volume

subsuperficial. Em uma modalidade, o método compreende obter informação sísmica relacionada a um volume subsuperficial que representa formações geológicas no volume subsuperficial; analisar a volume da informação sísmica obtida para identificar automaticamente horizontes no volume subsuperficial que são representados na informação sísmica obtida; criar um volume do horizonte inicial a partir da informação sísmica obtida e os horizontes identificados, em que o volume do horizonte inicial mapeia a informação sísmica obtida em um volume planejado, em que os parâmetros do volume planejado incluem (i) posição bidimensional em uma superfície que corresponde a um único tempo cronoestratigráfico, e (ii) uma métrica relacionada ao tempo cronoestratigráfico, e em que um dado um dos horizontes identificados é representado no volume planejado como uma superfície que é substancialmente planar, substancialmente perpendicular a um eixo correspondente à métrica relacionada ao tempo cronoestratigráfico, e intercepta o eixo em uma posição correspondente ao tempo cronoestratigráfico no qual material geológico do dado horizonte foi depositado no volume subsuperficial; e ajustar o volume do horizonte para expandir, no volume planejado, o espaçamento entre um par dos horizontes identificados ao longo do eixo que corresponde à métrica relacionada ao tempo cronoestratigráfico.

**[0007]** Um outro aspecto da invenção diz respeito a um método implementado por computador para determinar um volume do horizonte. Em uma modalidade, o método compreende obter informação sísmica relacionada a um volume subsuperficial que representa formações geológicas no volume subsuperficial; analisar a informação sísmica obtida para identificar automaticamente uma pluralidade de horizontes no volume subsuperficial que são representados nos dados sísmicos obtidos; criar um volume do horizonte a partir dos horizontes identificados que ordena os horizontes identificados de acordo com tempo cronoestratigráfico de deposição; comparar uma densidade dos horizontes identificados no volume do horizonte com um patamar de densidade predeterminado; e ajustar o volume do horizonte de maneira tal que a densidade dos horizontes identificados no volume do horizonte seja maior que o patamar de

densidade predeterminado se a densidade dos horizontes identificados no volume do horizonte for inicialmente menor que o patamar de densidade predeterminado.

**[0008]** Um outro aspecto da invenção diz respeito a um método implementado por computador para determinar um volume do horizonte. Em uma modalidade, o método compreende obter informação sísmica relacionada a um volume subsuperficial que representa formações geológicas no volume subsuperficial; analisar a informação sísmica obtida para identificar automaticamente uma pluralidade de horizontes no volume subsuperficial que são representados na informação sísmica obtida; criar um volume do horizonte a partir dos horizontes identificados que ordena os horizontes identificados de acordo com tempo cronoestratigráfico de deposição; e ajustar o volume do horizonte de maneira tal que os horizontes identificados sejam indexados no volume do horizonte pelo tempo cronoestratigráfico de deposição uniformemente em função do tempo cronoestratigráfico de deposição.

**[0009]** Esses e outros objetivos, recursos e características da presente invenção, bem como os métodos de operação e funções dos elementos relacionados da estrutura e a combinação de partes e economias de fabricação, ficarão mais aparentes mediante consideração da descrição seguinte e das reivindicações anexas com referência aos desenhos anexos, todos os quais formam uma parte desta especificação, em que números de referência iguais designam partes correspondentes nas várias figuras. Entretanto, deve-se entender expressamente que os desenhos têm o propósito de ilustração e descrição somente e não pretendem ser uma definição dos limites da invenção. Da forma usada na especificação e nas reivindicações, a forma singular de "um", "uma" e "o", "a" inclui os plurais referentes, a menos que o contexto dite claramente o contrário.

#### DESCRIÇÃO RESUMIDA DOS DESENHOS

**[0010]** A figura 1 ilustra uma representação gráfica de informação sísmica relacionada a um volume subsuperficial de interesse que representa formações geológicas no volume subsuperficial de interesse, de acordo com uma modalidade da invenção.

**[0011]** A figura 2 ilustra uma vista em elevação de uma representação gráfica de um volume planejado que corresponde a um volume subsuperficial de interesse, de acordo com uma modalidade da invenção.

**[0012]** A figura 3 ilustra um método para determinar um volume do horizonte para um volume subsuperficial de interesse, e processar o volume do horizonte para derivar informação geológica relacionada ao volume subsuperficial de interesse, de acordo com uma modalidade da invenção;

**[0013]** A figura 4 ilustra um método para determinar um volume do horizonte a partir de informação sísmica relacionada a um volume subsuperficial de interesse, de acordo com uma modalidade da invenção;

**[0014]** A figura 5 ilustra um método de ajustar uma densidade de horizontes representada por um volume do horizonte, de acordo com uma modalidade da invenção;

**[0015]** A figura 6 ilustra um método de ajustar um volume do horizonte para levar em conta compressão de informação sísmica causada pelo mapeamento da informação sísmica em um volume planejado de acordo com o volume do horizonte, de acordo com uma modalidade da invenção.

**[0016]** A figura 7 ilustra uma vista em elevação de uma representação gráfica de um volume planejado que corresponde a um volume subsuperficial de interesse, de acordo com uma modalidade da invenção.

#### DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

**[0017]** Sismologia de reflexão (ou reflexão sísmica) é um método de geofísica de exploração que usa os princípios de sismologia para estimar as propriedades de um volume subsuperficial de interesse na subsuperfície da terra a partir de ondas sísmicas direcionadas e refletidas no volume subsuperficial de interesse. O método no geral exige uma fonte de ondas sísmicas, tais como explosivos (por exemplo, dinamite/Tovex), um canhão pneumático especializado, um Vibroseis e/ou outras fontes. A fonte é usada para introduzir ondas sísmicas no volume subsuperficial de interesse (normalmente na superfície), e dados são adquiridos por um arranjo de sismômetros (normalmente dispostos na superfície) que detectam reflexões das

ondas sísmicas geradas pela fonte à medida que elas chegam na superfície do volume subsuperficial. Os dados adquiridos pelos sismômetros são então processados (por exemplo, migrados, etc.) para formar um cubo de dados sísmicos, que representa formações geológicas presentes no volume subsuperficial em um arranjo de pontos de dados no volume subsuperficial. Uma vez que os pontos de dados dentro do cubo de dados sísmicos são de forma típica altamente amostrados espacialmente, o cubo de dados sísmicos é efetivamente uma imagem dos estratos presentes no volume subsuperficial de interesse. Deve-se perceber que, em alguns casos, os dados sísmicos podem incluir menos que as três dimensões do cubo de dados sísmicos aqui discutidos (por exemplo, dados sísmicos uni ou bidimensionais) e/ou podem incluir uma dimensão de tempo bem como dimensões espaciais.

**[0018]** A título de ilustração, a figura 1 ilustra uma vista em elevação de uma representação gráfica de informação sísmica relacionada a um volume subsuperficial de interesse 12 que representa formações geológicas no volume subsuperficial de interesse 12 (por exemplo, um cubo de dados sísmicos obtido pela realização de sismologia de reflexão no volume subsuperficial de interesse 12). Embora a representação gráfica provida pela figura 1 represente a informação sísmica de forma contínua, tipicamente informação sísmica representará formações geológicas no volume subsuperficial de interesse 12 em um arranjo de pontos de dados no volume subsuperficial de interesse 12. Entretanto, por causa da alta amostragem espacial da informação sísmica (por exemplo, a proximidade dos pontos de dados), a informação pode ser representada de forma contínua com propósitos ilustrativos. Adicionalmente, embora a figura 1 forneça somente uma visão bidimensional da representação gráfica da informação sísmica, esta é meramente com propósitos ilustrativos, e deve-se perceber que uma visão tridimensional poderia ser provida com uma dimensão adicional dentro e fora do plano da figura. Por exemplo, em uma modalidade, os parâmetros da informação sísmica que representa formações geológicas no volume subsuperficial de interesse 32 são uma posição bidimensional em um plano da superfície do volume subsuperficial de interesse 12 (por exemplo, um eixo x 14, e um eixo y 16 que é ortogonal ao plano da figura 1) e uma métrica

relacionada à profundidade sísmica do volume subsuperficial de interesse 12 (por exemplo, um eixo t 18, onde t representa tempo sísmico). A métrica relacionada à profundidade sísmica do volume subsuperficial de interesse 12 pode ser um tempo sísmico, que é definido como o tempo que as ondas sísmicas levam para deslocar de um ponto no volume subsuperficial de interesse 12 até a superfície, ou uma profundidade sísmica.

**[0019]** Os pontos de dados na informação sísmica representada na figura 1 são espaçados ao longo do eixo t 18 de acordo com um intervalo de amostragem para a métrica relacionada à profundidade sísmica. Uma vez que os pontos de dados são derivados de detectores que monitoram impulsos sísmicos na superfície do volume subsuperficial de interesse 12. Um intervalo de amostragem inicial será relacionado a uma quantidade de tempo (sísmico) entre amostras recebidas e/ou retiradas pelos detectores. O intervalo de amostragem inicial pode ser alterado durante processamento da informação sísmica representada na figura 1. Por exemplo, uma mudança no intervalo de amostragem pode ocorrer durante uma transferência dos pontos de dados de tempo sísmico para profundidade. Esta quantidade de tempo (isto é, o intervalo de amostragem), em uma modalidade corresponde a uma taxa de amostragem dos detectores que estão registrando os dados sísmicos do volume subsuperficial de interesse 12. Em uma modalidade, o intervalo de amostragem corresponde a um mínimo comprimento de onda das ondas sísmicas que refletem no volume subsuperficial de interesse 12 e deslocam de volta até a superfície para detecção pelos detectores, já que menores comprimentos de onda tendem ser atenuados pelos estratos subsuperficiais.

**[0020]** Como pode-se ver na figura 1, o volume subsuperficial de interesse 12 inclui uma pluralidade de horizontes 20. Um horizonte é uma superfície formada em um limite entre duas camadas de diferentes composições nos estratos do volume subsuperficial de interesse 12. Uma vez que os horizontes 20 representam mudanças nos limites na composição dos estratos do volume subsuperficial de interesse 12, considera-se, com propósitos de análise, que cada horizonte 20 represente uma superfície no volume subsuperficial de interesse 12 que foi

depositado em um tempo cronoestratigráfico comum. Isto é razoável em virtude de o ímpeto de uma mudança de composição nos estratos que estão sendo depositados em uma área do volume subsuperficial de interesse 12 provavelmente ser um ímpeto para uma mudança similar na composição de estratos que estão sendo depositados em uma outra área do volume subsuperficial de interesse 12. Particularmente onde os limites indicando uma mudança como esta na composição para ambas áreas conectam e/ou são de profundidade similar no volume subsuperficial de interesse 12.

**[0021]** Em um dado ponto em um horizonte (ou alguma outra superfície no volume subsuperficial de interesse 12 que corresponde a um único tempo cronoestratigráfico), o horizonte (ou outra superfície) pode ser descrito em termos de sua localização (por exemplo, coordenadas x,y,t) e seu "mergulho". O "mergulho" é uma medição da orientação do horizonte com relação à horizontal (ou alguma outra superfície planar, tipicamente perpendicular à "colisão"). Por exemplo, na figura 1, o mergulho de um dado dos horizontes 20 pode ser caracterizado por dois componentes, um mergulho x, ou o ângulo do dado horizonte 20 com relação ao eixo x 14, e um mergulho y, ou o ângulo do dado horizonte 20 com relação ao eixo y 16.

**[0022]** Como está mostrado na figura 1, os horizontes 20 no volume subsuperficial de interesse 12 no geral têm ondulações e/ou descontinuidades. Algumas dessas ondulações e/ou descontinuidades podem ser causadas por vários fenômenos associados com a deposição dos estratos. Esses fenômenos incluem, por exemplo, taxas de sedimentação variáveis, taxas de erosão variáveis, ondulações superficiais no momento da deposição, composição litológica variável e/ou outros fenômenos. As ondulações e/ou descontinuidades, em alguns casos, podem ser o resultado de várias forças subsuperficiais que conferem a forma dos horizontes 20. Esses fenômenos podem incluir, por exemplo, atividade sísmica, atividade vulcânica, fluxo de água subterrânea, fluxo de sedimentos subsuperficiais (por exemplo, movimento de sal), carregamento não uniforme, taxas de compactação variáveis, taxas de consolidação diagenética variáveis, deformação tectonicamente induzida (por exemplo, dobramento e/ou falha) e/ou outros

fenômenos.

**[0023]** Pela análise de informação sísmica que representa formações geológicas (por exemplo, horizontes 20, camadas de estratos entre horizontes 20, etc.) no volume subsuperficial de interesse 12, informação geológica relacionada ao volume subsuperficial de interesse 12 pode ser determinada. Uma técnica empregada para analisar tal informação é no geral referida como "planificação". A título de exemplo, a figura 2 ilustra uma vista em elevação de uma representação gráfica do volume planificado 22 que corresponde ao volume subsuperficial de interesse 12. No volume planificado 22, alguns ou todos os horizontes 20 presentes no volume subsuperficial de interesse 12 são remodelados para corresponder a alguma forma comum. A forma comum é coplanar com uma superfície definida pelo volume do horizonte como uma estimativa de um único tempo cronoestratigráfico de deposição. No volume planificado 22 mostrado na figura 2, os horizontes 20 foram remodelados para ficar coplanares com uma superfície que é planar e horizontal.

**[0024]** Uma vez que cada um dos horizontes 20 é considerado representativo de uma superfície no volume subsuperficial de interesse 12 que foi depositado em um tempo cronoestratigráfico comum, o eixo vertical do volume planificado 22 (ilustrado na figura 2 e referido a seguir como eixo do tempo cronoestratigráfico 24) torna-se uma métrica relacionada ao tempo cronoestratigráfico do depósito, em vez de profundidade sísmica. Mais especificamente, os parâmetros do volume planificado 22 são uma posição bidimensional no plano da superfície do volume planificado 22, e uma métrica relacionada a informação relacionada ao tempo cronoestratigráfico do depósito.

**[0025]** Embora na figura 2 os horizontes 20 tenham sido planificados para ficar substancialmente coplanares com uma superfície que é planar e ortogonal ao eixo do tempo cronoestratigráfico 24, isto não deve ser visto como limitante. Em alguns casos, horizontes 20 podem ser planificados para ficar substancialmente coplanares com uma superfície que é um ou ambos de não planar e/ou não ortogonal ao eixo do tempo cronoestratigráfico 24 (por exemplo, planificados em uma superfície que corresponde à forma de um dos horizontes 20 no volume subsuperficial de interesse

12).

**[0026]** Vendo a informação sísmica obtida na forma do volume planificado 22, um interpretador (por exemplo, um usuário, tal como um geólogo ou geofísico, um computador, etc.) pode ver características geológicas no volume subsuperficial de interesse 32 na forma como elas foram dispostas originalmente. Por exemplo, depois da planificação, um interpretador poderia ver todo o plano de inundação completo com canais sinuosos em uma única imagem.

**[0027]** Uma técnica para planificar informação sísmica obtida é descrita, por exemplo, em "Flattening without picking" Lomask et al, Stanford Exploration Project Report 112, 11 de novembro de 2002, pgs. 141-151; "Flattening 3-D data cubes in complex geology", Lomask, Stanford Exploration Project. Report 113, 8 de julho de 2003, pgs, 247-261; "Flattening without picking; "Lomask et al, geophysics, Vol. 71, No. 4 (July- August 2006), pgs. 13-20; e "'Volumetric flattening: an interpretation tool" Lomask et al, The Leading Edge, julho de 2007, pgs. 888-897 (referidos coletivamente a seguir como "Lomask"). Essas publicações estão incorporadas nas íntegras nesta revelação. Como discutido em Lomask, quando a técnica de planificação aqui descrita é aplicada à informação sísmica obtida, o resultado inclui um "volume do horizonte". Na forma aqui usada, um volume do horizonte é um conjunto de dados que mapeia a informação sísmica obtida no volume planificado 22, e vice-versa. Como tal, em uma modalidade, o volume do horizonte pode ser conceitualizado como uma função que provê uma posição dentro da informação sísmica (por exemplo,  $(x,y,t)$  que corresponde a uma dada localização no volume planificado 22 em função de sua posição no volume planificado 22 (por exemplo,  $(x,y,\tau)$ ). Uma vez que a localização bidimensional em um plano da superfície (por exemplo, coordenadas  $x,y$  nas figuras 1 e 2) não muda entre o volume subsuperficial de interesse 12 e o volume planificado 22, a designação de  $t$  para uma dada localização  $(x,y,\tau)$  no volume planificado 22 permite que a informação do  $t$  designado com a mesma posição da superfície bidimensional da dada localização no volume subsuperficial de interesse 12 (por exemplo, o mesmo  $x$  e  $y$ ) seja mapeada no volume planificado 22 na dada localização no volume planificado 22.

**[0028]** Como anteriormente mencionado, no geral, informação sísmica representará formações geológicas no volume subsuperficial de interesse 12 em um arranjo de pontos de dados no volume subsuperficial de interesse 12. Portanto, uma outra maneira de conceitualizar o volume do horizonte é como um índice dos pontos de dados na informação sísmica obtida que são incluídos no volume planejado 22, onde o índice designa uma posição do ponto de dado na informação sísmica relacionada ao volume subsuperficial de interesse 12 que deve ser mapeado em uma dada localização do volume planejado 22.

**[0029]** Algumas técnicas para planificar a informação sísmica podem fazer com que algumas das informações sísmicas sejam omitidas do volume planejado correspondente. Isto inclui a omissão de um ou mais pontos de dados presentes na informação sísmica do volume planejado correspondente. Nesta revelação, a omissão de informação sísmica do volume planejado correspondente é referida como "compressão" da informação sísmica durante planificação.

**[0030]** A título de ilustração, a figura 1 mostra um dado par de horizontes 20a e 20b que emerge de um horizonte fonte 20c, e ligado a uma região 26 que pode ser comprimida por planificação. De acordo com várias técnicas para planificar informação sísmica, incluindo a técnica descrita em Lomask, o espaçamento de horizontes em um volume planejado é determinado, pelo menos inicialmente, ao longo de um traço de referência vertical 28 através do volume subsuperficial de interesse 12. Entretanto, se o traço de referência vertical 28 não for tomado através do volume subsuperficial de interesse 12 em uma localização onde o espaçamento entre cada um dos horizontes 20 é máximo, então a informação sísmica relacionada ao volume subsuperficial de interesse 12 será omitida pela planificação.

**[0031]** Por exemplo, na figura 1, tais técnicas ditariam que o espaçamento entre horizonte fonte 20c e horizontes 20d e 20e (que são adjacentes ao horizonte fonte 20c ao longo do traço de referência vertical 28) seja mantido por todo o volume planejado correspondente. Como pode-se ver pela figura 2, a manutenção do espaçamento de horizontes 20c, 20d e 20e ao longo de traço de referência vertical 28 no volume planejado 22 faz com que a região 26 entre os horizontes separados

20a e 20b seja comprimida no volume planejado 22 em um único horizonte 20f.

**[0032]** A compressão de informação sísmica durante planificação tipicamente reduz a precisão e/ou utilidade da informação sísmica planejada representada pelo volume planejado resultante. A compressão de informação sísmica pode ser detectada por uma análise de um volume do horizonte que mapeia a informação sísmica em um volume planejado, e/ou por uma análise da informação sísmica e do volume planejado correspondente.

**[0033]** A figura 3 ilustra um método 30 para determinar um volume do horizonte e processar o volume do horizonte para extrair informação geológica relacionada a um volume subsuperficial de interesse. Na descrição do método 30 e de uma ou mais de suas operações a seguir, é feita referência específica à técnicas de planificação descrita em Lomask. Entretanto, isto não deve ser visto como limitante. Pelo contrário, deve-se perceber que o método 30 pode ser utilizado com uma variedade de diferentes técnicas de planificação. Adicionalmente, o arranjo particular das operações do método 30 ilustrado na figura 3 e descrito a seguir não pretende ser limitante. Em algumas implementações, várias das operações poderiam ser realizadas em uma ordem sem ser a apresentada (ou concomitantemente com outras das operações), várias das operações podem ser combinadas com outras e/ou ser todas omitidas, e/ou várias operações adicionais podem ser incorporadas sem fugir do escopo da revelação, conforme pode-se perceber.

**[0034]** Em uma operação 32 do método 30, é obtida informação sísmica que é relacionada a um volume subsuperficial de interesse que representa formações geológicas no volume subsuperficial de interesse. Em uma modalidade, os parâmetros da informação sísmica obtida incluem uma posição bidimensional em um plano da superfície, e uma métrica relacionada à profundidade sísmica. Em alguns casos, a informação sísmica obtida na operação 32 representa formações geológicas presentes no volume subsuperficial de interesse em um arranjo de pontos de dados no volume subsuperficial. Em uma modalidade, a informação sísmica obtida na operação 32 inclui um cubo de dados sísmicos que representa as posições tridimensionais de formações geológicas presentes no volume

subsuperficial de interesse.

**[0035]** Em uma operação 34, é determinado um volume do horizonte que mapeia a informação sísmica obtida na operação 32 em um volume planejado de maneira tal que, no volume planejado, horizontes representados na informação sísmica obtida sejam ordenados de acordo com tempo cronoestratigráfico de deposição e sejam mudados para ficar substancialmente coplanares com uma superfície definida pelo volume do horizonte como uma estimativa de um único tempo cronoestratigráfico. Como tal, as coordenadas do volume planejado são uma posição bidimensional no plano da superfície, e uma métrica relacionada ao tempo cronoestratigráfico de deposição. Em uma modalidade, o volume do horizonte mapeia a informação sísmica obtida na operação 32 no volume planejado especificando-se valores de tempo/profundidade sísmica na informação sísmica obtida que correspondem às posições no volume planejado.

**[0036]** Em uma modalidade, a métrica relacionada ao tempo cronoestratigráfico de deposição é uma medição relativa do tempo cronoestratigráfico. Isto tipicamente será o caso, uma vez que o volume do horizonte ordena os horizontes representados pela informação sísmica obtida de acordo com tempo cronoestratigráfico de deposição, mas não especifica um valor real para tempo cronoestratigráfico de deposição. Entretanto, em alguns casos, um usuário pode especificar uma escala mais absoluta para os tempos cronoestratigráficos de deposição a ser aplicados na métrica relativa provida inicialmente pelo volume do horizonte.

**[0037]** Em uma modalidade, a superfície definida pelo volume do horizonte como uma estimativa de um único tempo cronoestratigráfico tem uma forma planar e é ortogonal a um eixo que corresponde à métrica relacionada ao tempo cronoestratigráfico. Em uma modalidade, a superfície definida pelo volume do horizonte como uma estimativa de um único tempo cronoestratigráfico tem uma forma que corresponde à(s) forma(s) de um ou mais dos horizontes representados pela informação sísmica obtida.

**[0038]** Em uma modalidade, o método 30 inclui uma operação 36, na qual o

volume do horizonte determinado na operação 34 é implementado para mapear a informação sísmica obtida no volume planejado e/ou acessar os horizontes representados pela informação sísmica obtida pelo tempo cronoestratigráfico de deposição. Como está ilustrado na figura 2, e anteriormente discutido, o resultado do mapeamento da informação sísmica obtida no volume planejado é que os horizontes representados pela informação sísmica obtida são mudados para ficar substancialmente coplanares com a superfície definida pelo volume do horizonte para ser uma estimativa de um único tempo cronoestratigráfico de deposição.

**[0039]** Em uma modalidade, o método 30 inclui uma operação 38, na qual informação geológica relacionada ao volume subsuperficial de interesse é determinada a partir do volume do horizonte. A operação 38 pode ser realizada automaticamente (por exemplo, de acordo com algum algoritmo predeterminado), manualmente (por exemplo, por um usuário analisando o volume do horizonte) e/ou por alguma combinação de análise automática e/ou manual. Em uma modalidade, a informação geológica inclui uma ou mais propriedades do reservatório do volume subsuperficial de interesse (por exemplo, uma porosidade, um líquido para bruto, uma fração volumétrica do xisto, uma permeabilidade, etc.).

**[0040]** Em uma modalidade, o método 30 inclui uma operação 40, na qual informação é exibida aos usuários (por exemplo, via uma exibição eletrônica). A informação exibida na operação 40 pode incluir informação derivada em uma ou mais das operações 34 e/ou 36. Como tal, a informação exibida na operação 40 pode habilitar os usuários a realizar e/ou monitorar ou controlar o desempenho da operação 38, em alguns casos, a operação 40 pode incluir a exibição de informação geológica (em substituição ou em adição à informação geológica determinada em uma ou mais das operações 34 e/ou 36) determinada na operação 38. Em tais casos, a operação 40 afeta a exibição dos resultados (ou resultados parciais) da operação 38.

**[0041]** A figura 4 ilustra um método 42 para determinar um volume do horizonte. Em uma modalidade, o método 42 é implementado no método 30 como a operação 34. Na descrição do método 42 e de uma ou mais de suas operações a seguir, é

feita referência específica à técnicas de planificação descritas em Lomask. Entretanto, isto não deve ser visto como limitante. Pelo contrário, deve-se considerar que o método 42 pode ser utilizado com uma variedade de diferentes técnicas de planificação. Adicionalmente, o arranjo particular das operações do método 42 ilustrado na figura 4 e descrito a seguir não pretende ser limitante. Em algumas implementações, várias das operações poderiam ser realizadas em uma ordem sem ser a apresentada (ou concomitantemente com outras das operações), várias das operações podem ser combinadas com outras e/ou ser todas omitidas, e/ou várias operações adicionais podem ser incorporadas sem fugir do escopo da revelação, conforme pode-se perceber.

**[0042]** Em uma operação 44, informação sísmica previamente obtida (por exemplo, na operação 32 mostrada na figura 3 e anteriormente descrita) é analisada para identificar horizontes presentes no volume subsuperficial de interesse que são representados pela informação sísmica obtida. Em uma modalidade, a identificação de horizontes na operação 44 inclui interpretar horizontes individuais representados na informação sísmica obtida associando-se cada um dos pontos de dados na informação sísmica que está em um dado horizonte dos horizontes identificados com o dado horizonte. Por exemplo, os horizontes podem ser interpretados automaticamente de acordo com a técnica descrita em Lomask, ou alguma outra técnica de planificação.

**[0043]** Em uma operação 46, os horizontes identificados na operação 44 são ordenados de acordo com o tempo cronoestratigráfico de deposição. A ordem dos horizontes identificados com relação ao tempo cronoestratigráfico de deposição pode ser determinada com base nas posições relativas dos horizontes identificados dentro da informação sísmica obtida. A ordenação dos horizontes, em uma modalidade, inclui atribuir valores aos horizontes identificados para a métrica relacionada ao tempo cronoestratigráfico de deposição. Isto pode incluir atribuir valores aos horizontes identificados para a métrica relacionada ao tempo cronoestratigráfico que indexa os horizontes uniformemente com relação ao tempo cronoestratigráfico de deposição (por exemplo, periodicamente, com base no

espaçamento entre os horizontes ao longo da métrica relacionada à profundidade sísmica, etc.). Em uma modalidade, os horizontes identificados são ordenados automaticamente de acordo com a técnica descrita em Lomask, ou alguma outra técnica de planificação.

**[0044]** A identificação e ordenação de horizontes nas operações 44 e 46 resultam em um volume do horizonte que habilita os horizontes identificados ser acessados/indicados de acordo com o tempo cronoestratigráfico de deposição. Adicionalmente, o volume do horizonte produzido pelas operações 44 e 46 pode ser implementado para mapear a informação sísmica obtida em um volume planificado, como anteriormente descrito. Entretanto, em alguns casos, este volume do horizonte pode ser adicionalmente refinado de acordo com uma ou ambas operações 48 e/ou 50.

**[0045]** Em uma modalidade, o método 42 inclui uma operação 48, na qual o volume do horizonte gerado pelas operações 44 e 46 é ajustado de maneira tal que a densidade dos horizontes representados no volume do horizonte seja maior que ou igual a um patamar de densidade predeterminado. O patamar de densidade predeterminado pode ser determinado com base em um ou ambos de um ajuste configurável pelo usuário ou um ou mais parâmetros da informação sísmica obtida (por exemplo, o intervalo de amostragem, etc.). O patamar de densidade predeterminado pode ser uma densidade dos horizontes representados no volume do horizonte com relação à métrica relacionada à profundidade sísmica.

**[0046]** Em uma modalidade, o método 42 inclui uma operação 50, na qual o volume do horizonte é analisado e/ou ajustado para garantir que qualquer compressão da informação sísmica obtida que ocorre no mapeamento da informação sísmica no volume planificado de acordo com o volume do horizonte seja menor que um valor predeterminado de compressão. Como foi apresentado anteriormente com relação às figuras 1 e 2, compressão da informação sísmica obtida ocorre se (i) dois pontos de dados na informação sísmica obtida tiverem a mesma posição bidimensional no plano da superfície do volume subsuperficial de interesse (por exemplo, se eles tiverem o mesmo traço vertical), (ii) eles forem

mapeados pelo volume do horizonte gerado pelas operações 44 e 46 no volume planejado em posições diretamente adjacentes (por exemplo, se eles forem mapeados em tempos cronoestratigráficos de deposição adjacentes), e (iii) eles tiverem uma diferença na métrica relacionada à profundidade sísmica que é maior que o intervalo de amostragem dos dados sísmicos obtidos (por exemplo, se existirem pontos de dados intervenientes entre esses dois pontos de dados nos dados sísmicos que são omitidos do volume planejado). O valor predeterminado de compressão pode ser determinado com base em um ou ambos de um ajuste configurável pelo usuário ou um ou mais parâmetros da informação sísmica obtida (por exemplo, o intervalo de amostragem, etc.). Em uma modalidade, o valor predeterminado de compressão é zero.

**[0047]** A figura 5 ilustra um método 52 de ajustar uma densidade de horizontes representada por um volume do horizonte. Em uma modalidade, o método 52 é implementado no método 42 como pelo menos parte da operação 48. Na descrição do método 52 e de uma ou mais de suas operações a seguir, é feita referência específica à técnicas de planificação descritas em Lomask. Entretanto, isto não deve ser visto como limitante. Pelo contrário, deve-se perceber que o método 52 pode ser utilizado com uma variedade de diferentes técnicas de planificação. Adicionalmente, o arranjo particular das operações do método 52 ilustrado na figura 5 e descrito a seguir não pretende ser limitante. Em algumas implementações, várias das operações poderiam ser realizadas em uma ordem sem ser a apresentada (ou concomitantemente com outras das operações), várias das operações podem ser combinadas com outras e/ou ser todas omitidas, e/ou várias operações adicionais podem ser incorporadas sem fugir do escopo da revelação, conforme pode-se perceber.

**[0048]** Em uma operação 54, uma densidade dos horizontes representada em um volume do horizonte é determinada e comparada com um patamar de densidade predeterminado. Se a densidade dos horizontes representada no volume do horizonte for determinada maior que o patamar de densidade predeterminado, a operação 54 produz o volume do horizonte (por exemplo, para processamento e/ou

exibição posterior). Se a densidade dos horizontes representada no volume do horizonte for determinada menor que o patamar de densidade predeterminado, a operação 54 direciona o método 52 para uma operação 56.

**[0049]** Na operação 56, horizontes adicionais são identificados dentro da informação sísmica que corresponde ao volume do horizonte. Em uma modalidade, isto inclui a interpretação manual de horizontes adicionais dentro da informação sísmica. Em uma modalidade, a identificação de horizontes adicionais na informação sísmica é conseguida via um algoritmo automático. Por exemplo, o algoritmo inicialmente implementado para determinar o volume do horizonte a partir dos dados sísmicos (por exemplo, o algoritmo descrito por Lomask) pode ser usado para interpretar automaticamente os horizontes adicionais (por exemplo, reconfigurando um ou mais parâmetros do algoritmo e fazendo um outro passar através da informação sísmica).

**[0050]** Em uma operação 58, os horizontes adicionais identificados na operação 56 são incluídos no volume do horizonte para aumentar a densidade dos horizontes representada no volume do horizonte. A inclusão dos horizontes adicionais no volume do horizonte pode incluir indexar os horizontes adicionais no índice de horizontes provido pelo volume do horizonte de acordo com seus tempos cronoestratigráficos relativos de deposição. Em uma modalidade, a operação 58 é realizada automaticamente de acordo com a técnica descrita em Lomask, ou alguma outra técnica de planificação.

**[0051]** Deve-se perceber que, em uma modalidade, as operações 56 e 58 incluem suplementar o volume do horizonte existente para aumentar a densidade de horizontes representada no volume do horizonte. Entretanto, isto não pretende ser limitante, já que o desempenho das operações 56 e 58, em uma modalidade, inclui reprocessar a informação sísmica para gerar um volume do horizonte completamente novo que representa horizontes com uma densidade maior que a do volume do horizonte inicial.

**[0052]** A figura 6 ilustra um método 60 de ajustar um volume do horizonte para levar em conta compressão de informação sísmica causada pelo mapeamento da

informação sísmica em um volume planejado de acordo com o volume do horizonte. Em uma modalidade, o método 60 é implementado no método 42 como pelo menos parte da operação 50. Na descrição do método 60 e de uma ou mais de suas operações a seguir, é feita referência específica à técnica de planificação descrita em Lomask. Entretanto, isto não deve ser visto como limitante. Pelo contrário, deve-se perceber que o método 60 pode ser utilizado com uma variedade de diferentes técnicas de planificação. Adicionalmente, o arranjo particular das operações do método 60 ilustrado na figura 6 e descrito a seguir não pretende ser limitante. Em algumas implementações, várias das operações poderiam ser realizadas em uma ordem sem ser a apresentada (ou concomitantemente com outras das operações), várias das operações podem ser combinadas com outras e/ou ser todas omitidas, e/ou várias operações adicionais podem ser incorporadas sem fugir do escopo da revelação, conforme pode-se perceber.

**[0053]** Em uma operação 62, um conjunto de pontos de dados na informação sísmica que corresponde a um traço vertical através da informação sísmica é identificado. Uma vez que o conjunto de pontos de dados corresponde a um traço vertical através da informação sísmica, cada um dos pontos de dados no conjunto de pontos de dados terá a mesma posição bidimensional no plano da superfície de um volume subsuperficial de interesse que corresponde à informação sísmica.

**[0054]** A título de ilustração, referindo-se novamente à figura 1, o conjunto de pontos de dados identificado na operação 62 pode ser disposto ao longo de um traço vertical (por exemplo, traço vertical 64 ilustrado na figura 1) através da informação sísmica. Como pode-se perceber pela figura 1, cada ponto de dado ao longo do traço vertical 64 terá a mesma posição bidimensional no plano da superfície do volume subsuperficial de interesse 12 (por exemplo, as mesmas coordenadas (x,y)).

**[0055]** De volta à figura 6, em uma operação 66, para cada par de pontos de dados no conjunto de pontos de dados que é mapeado pelo volume do horizonte nas posições no volume planejado que são diretamente adjacentes uma à outra (por exemplo, pontos de dados no conjunto de dados que são indexados nos tempos

cronoestratigráficos adjacentes de deposição), uma diferença entre os valores da métrica relacionada à profundidade sísmica para o par de pontos de dados é determinada.

**[0056]** Em uma modalidade, as operações 62 e 66 são realizadas analisando-se o volume do horizonte. Por exemplo, as operações 62 e 66 poderiam ser realizadas fazendo-se um traço vertical através do volume do horizonte (que proveria o conjunto de pontos de dados identificado na operação 62), e determinando a diferença entre os valores da métrica relacionada à profundidade sísmica para cada par adjacente de pontos de dados ao longo do traço vertical.

**[0057]** A título de ilustração, referindo-se de volta à figura 2, no horizonte 20c, pontos de dados adjacentes ao longo do traço de referência 64 teriam uma diferença bastante grande no valor da métrica relacionada à profundidade sísmica. Mais especificamente, a diferença no valor da métrica relacionada à profundidade sísmica para esses pontos de dados corresponderia à região 26 mostrada na figura 1, que é omitida do volume planejado 22 na figura 2 por causa da compressão.

**[0058]** Retornando à figura 6, em uma operação 68, é feita uma determinação se a diferença entre os valores da métrica relacionada à profundidade sísmica para qualquer dos pontos de dados identificados é maior que um valor predeterminado. O valor predeterminado pode corresponder a um valor predeterminado de compressão que é permitido. Por exemplo, onde o valor predeterminado de compressão é zero (por exemplo, nenhuma compressão é aceitável), o valor predeterminado implementado pela operação 68 seria o intervalo de amostragem da informação sísmica (por exemplo, qualquer espaçamento maior que o intervalo de amostragem significa que pelo menos um ponto de dado será omitido do volume planejado).

**[0059]** Se for determinado na operação 68 que a diferença entre os valores da métrica relacionada ao tempo sísmico para um ou mais pares de pontos de dados adjacentes identificados na operação 62 é maior que o valor predeterminado, então o método 60 vai para a operação 70. Na operação 70, o volume do horizonte é re-interpolado para aumentar o espaçamento ao longo da métrica relacionada ao tempo cronoestratigráfico entre horizontes que correspondem a um dado par de

pontos de dados adjacentes a partir do conjunto de dados identificado na operação 62 que tem uma diferença no valor da métrica relacionada à profundidade sísmica que é maior que o valor predeterminado. Pelo aumento do espaçamento ao longo da métrica relacionada ao tempo cronoestratigráfico para esses horizontes, a ré-interpolação do volume do horizonte é capaz de incluir pontos de dados adicionais que foram previamente omitidos.

**[0060]** A título de ilustração, a figura 7 ilustra o volume planejado 22 definido por um volume do horizonte reinterpolado (por exemplo, reinterpolado pela operação 70). Como pode-se ver na figura 7, a reinterpolação do volume do horizonte estira o espaçamento do volume planejado 22 entre horizontes 20a e 20b de forma que os pontos de dados correspondentes à região 26 na informação sísmica possa ser incluído no volume planejado 22.

**[0061]** Referindo-se de volta à figura 6, se for determinado na operação 68 que nenhum par de pontos de dados adjacentes identificado na operação 62 tem uma diferença nos valores da métrica relacionada ao tempo sísmico que é maior que o valor predeterminado, então o método 60 vai para a operação 72. Na operação 72 é feita uma determinação se conjuntos de pontos de dados adicionais devem ser identificados e/ou analisados (por exemplo, se o espaçamento de horizontes no volume do horizonte ao longo de traços verticais adicionais deve ser analisado). Se houver conjuntos de pontos de dados adicionais a ser identificados e/ou analisados, o método 60 retorna para a operação 62. Se não houver conjuntos de pontos de dados adicionais a ser identificados e/ou analisados, o método 60 termina (por exemplo, em virtude de a compressão ter sido corrigida).

**[0062]** Embora a invenção tenha sido descrita com detalhes com o propósito de ilustração com base no que são atualmente consideradas as modalidades mais práticas e preferidas, deve-se entender que tal detalhe é somente com este propósito e que a invenção não está limitada às modalidades reveladas, mas, pelo contrário, pretende-se cobrir modificações e arranjos equivalentes que estejam de acordo com o espírito e escopo das reivindicações anexas. Por exemplo, deve-se entender que a presente invenção contempla que, até o ponto possível, um ou mais

## REIVINDICAÇÕES

1. Método para determinar um volume do horizonte de um volume subsuperficial, caracterizado pelo fato de que o método compreende:

obter informação (32) sísmica relacionada a um volume subsuperficial, a informação sísmica obtida tendo pontos de dados que representam formações geológicas no volume subsuperficial em um arranjo de localizações no volume subsuperficial, em que os parâmetros da informação obtida incluem (i) uma posição bidimensional em um plano da superfície do volume subsuperficial, e (ii) uma métrica relacionada à profundidade sísmica do volume subsuperficial, e em que os pontos de dados na informação sísmica obtida são espaçados ao longo da métrica relacionada à profundidade sísmica de acordo com um intervalo de amostragem para a métrica relacionada à profundidade sísmica; e

determinar um volume do horizonte (34) a partir da informação sísmica obtida, em que o volume do horizonte mapeia a informação sísmica obtida em um volume planejado (36) de maneira tal que, no volume planejado, horizontes representados na informação sísmica obtida sejam mudados para ficar substancialmente coplanares com uma superfície definida pelo volume do horizonte como uma estimativa de um único tempo cronoestratigráfico de maneira tal que os parâmetros do volume planejado incluam (i) uma posição bidimensional no plano da superfície, e (ii) uma métrica relacionada ao tempo cronoestratigráfico, em que determinar o volume do horizonte compreende:

analisar a informação sísmica obtida para identificar horizontes (44) no volume subsuperficial que são representados nos dados sísmicos obtidos;

criar um volume do horizonte inicial que ordena os horizontes (46) identificados pelo tempo cronoestratigráfico e que associa posições em um volume planejado inicial com pontos de dados incluídos na informação sísmica obtida;

analisar o volume (50) do horizonte inicial para determinar se o mapeamento da informação sísmica obtida no volume planejado inicial de acordo com o volume do horizonte inicial comprimiria a informação sísmica obtida por mais do que um valor admissível, pela:

identificação de um conjunto de pontos (62) de dados na informação sísmica obtida tendo a mesma posição bidimensional no plano da superfície;

determinação de uma diferença (66) entre os valores da métrica relacionada à profundidade sísmica para cada par de pontos de dados no conjunto identificado de pontos de dados que são mapeados pelo volume do horizonte em posições dentro do volume planejado que são diretamente adjacentes uma ao outra;

determinação se a diferença entre os valores da métrica relacionada à profundidade sísmica para pelo menos um par de pontos de dados adjacentes identificados é maior do que um valor (68) predeterminado;

ajustar o volume do horizonte inicial (70) se o mapeamento da informação sísmica obtida no volume planejado inicial de acordo com o volume do horizonte inicial comprimir a informação sísmica obtida por mais do que um valor admissível, pela:

re-interpolação do volume do horizonte para aumentar o espaçamento ao longo da métrica relacionada ao tempo cronoestratigráfico entre horizontes que correspondem a um dado par de pontos de dados adjacentes tendo uma diferença no valor da métrica relacionada à profundidade sísmica que é maior que o valor predeterminado permitindo que sejam incluídos pontos de dados adicionais que foram previamente omitidos.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o valor admissível de compressão é zero.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a superfície definida pelo volume do horizonte como uma estimativa de um único tempo cronoestratigráfico é planar e ortogonal a um eixo que corresponde à métrica relacionada ao tempo cronoestratigráfico.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a superfície definida pelo volume do horizonte como uma estimativa de um único tempo cronoestratigráfico tem uma forma derivada da forma tridimensional de um horizonte no volume subsuperficial que é representada na informação sísmica

obtida.

5. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a métrica relacionada à profundidade sísmica é profundidade sísmica.

6. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a métrica relacionada à profundidade sísmica é tempo sísmico.

7. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a etapa de criação de um volume do horizonte a partir dos horizontes identificados compreende ordenar os horizontes identificados de acordo com tempo cronoestratigráfico de deposição, o método compreendendo ainda:

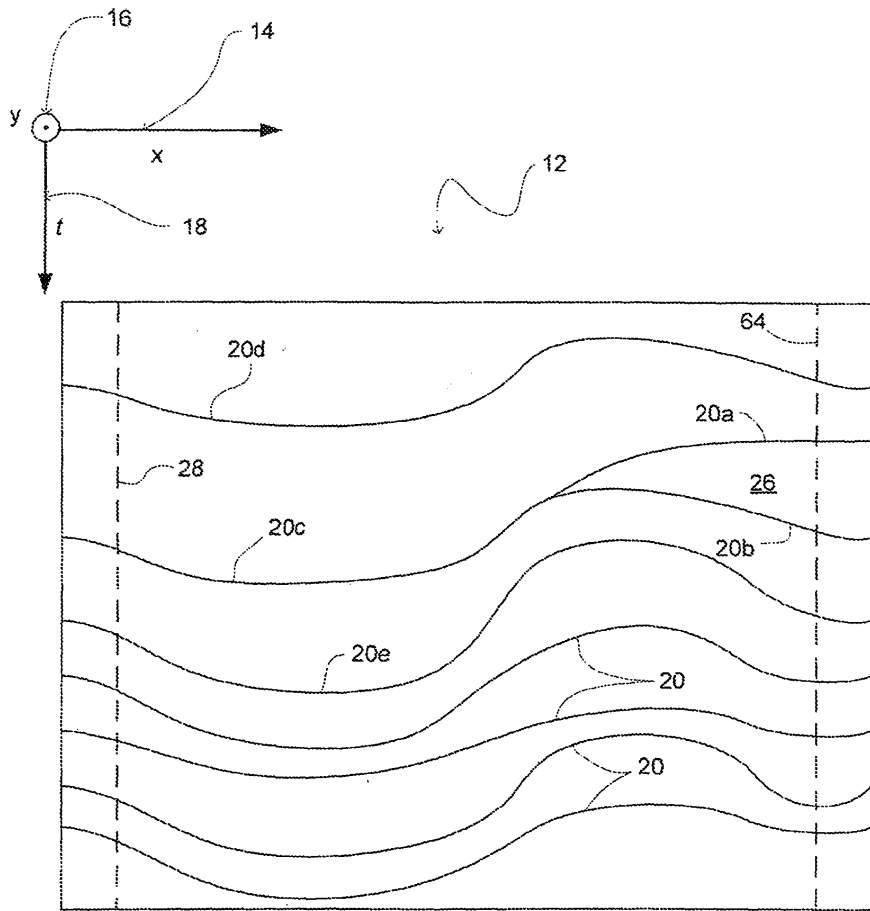
comparar uma densidade (48) dos horizontes identificados no volume do horizonte com um patamar (54) de densidade predeterminado; e

ajustar o volume do horizonte de maneira tal que a densidade dos horizontes identificados no volume do horizonte seja maior que o patamar de densidade predeterminado se a densidade dos horizontes identificados no volume do horizonte for inicialmente menor que o patamar de densidade predeterminado.

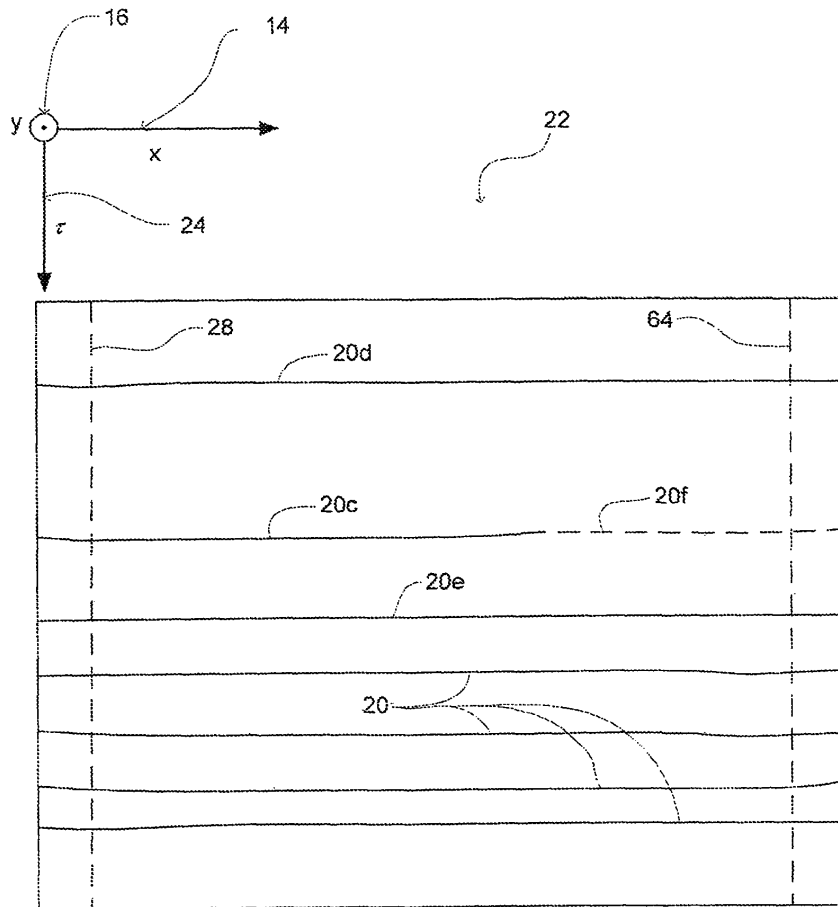
8. Método, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que ajustar o volume do horizonte compreende:

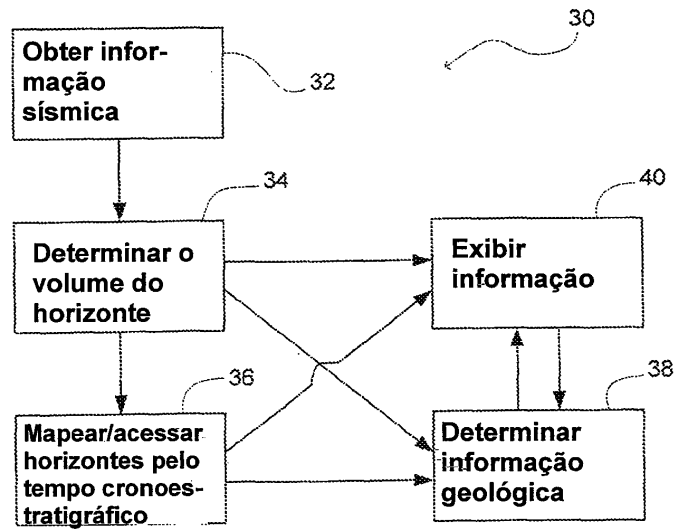
identificar um ou mais horizontes (56) adicionais no volume subsuperficial que são representados na informação sísmica obtida; e

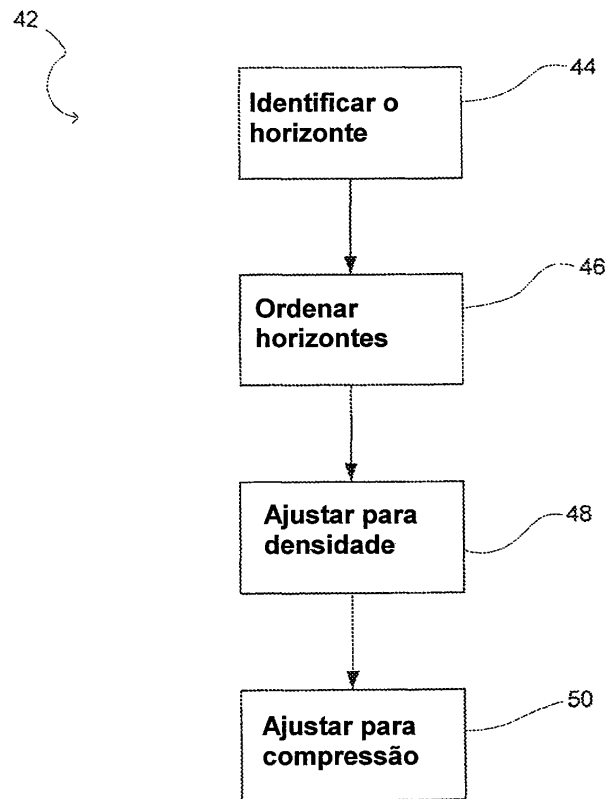
incluir um ou mais horizontes (58) identificados adicionais no volume do horizonte de acordo com seus tempos cronoestratigráficos relativos de deposição.



**FIG. 1**

**FIG. 2**

**FIG. 3**

**FIG. 4**

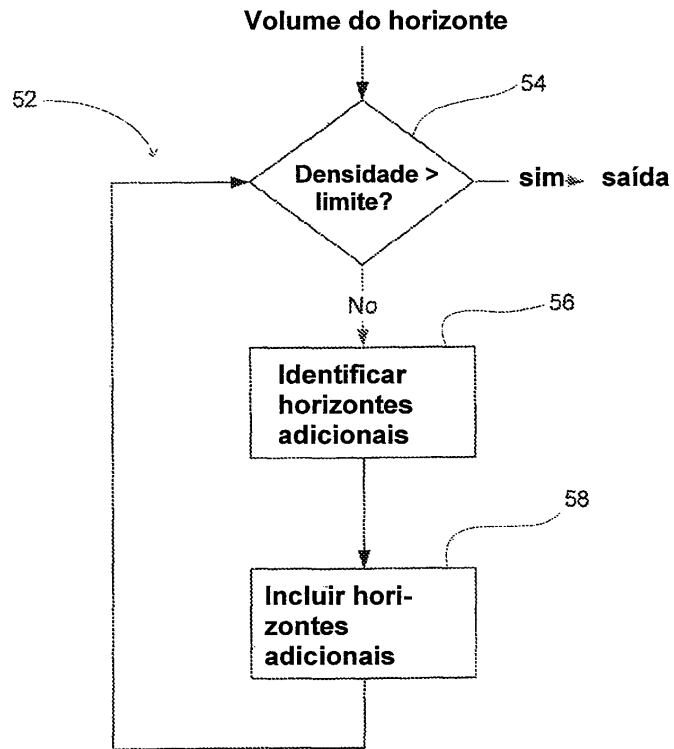


FIG. 5

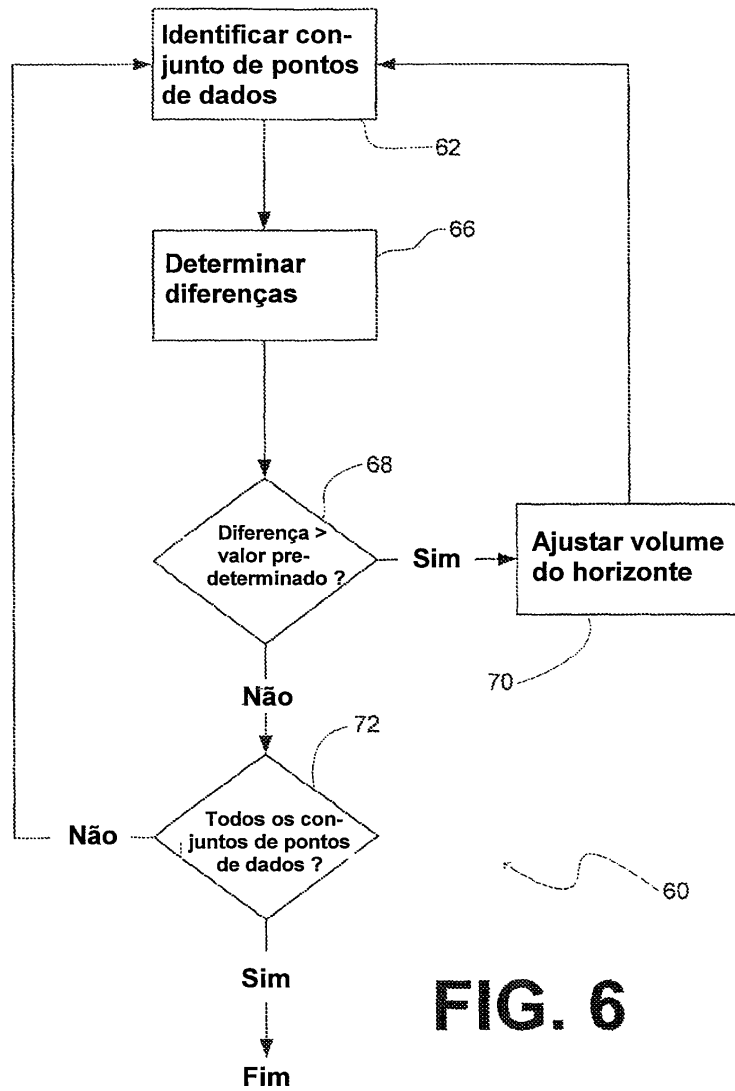
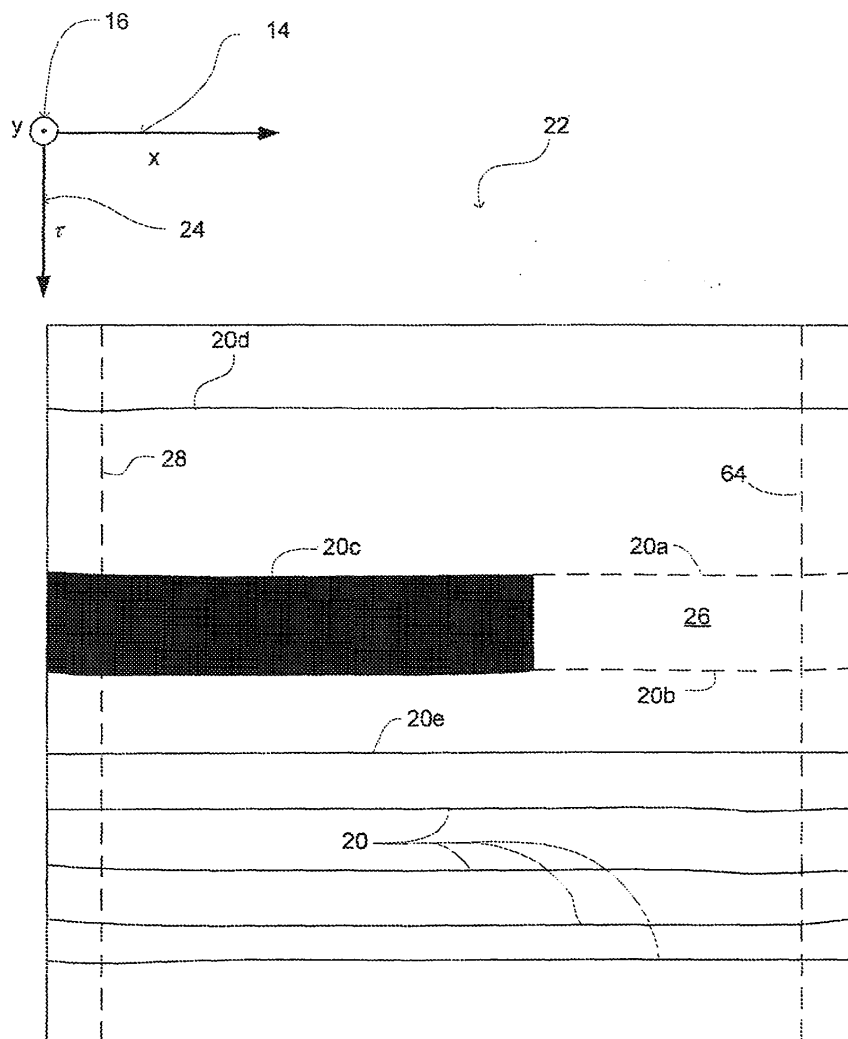


FIG. 6

**FIG. 7**