



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

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



## CARTA PATENTE N.º PI 9910229-3

*Patente de Invenção*

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito : PI 9910229-3

(22) Data do Depósito : 13/04/1999

(43) Data da Publicação do Pedido : 11/11/1999

(51) Classificação Internacional : G01S 5/00

(30) Prioridade Unionista : 05/05/1998 US 09/073,107

(54) Título : MÉTODO PARA DETERMINAR UMA POSIÇÃO DE UM RECEPTOR DE SISTEMA DE POSICIONAMENTO POR SATÉLITE MÓVEL E ESTAÇÃO DE PROCESSAMENTO DE DADOS

(73) Titular : Qualcomm Incorporated, Sociedade Norte-Americana. Endereço: 5775 Morehouse Drive, San Diego, California 92121-1714, Estados Unidos (US).

(72) Inventor : Leonid Sheynblat. Endereço: 1208 North Road, Belmont, CA 94002, Estados Unidos. Cidadania: Norte Americana.

Prazo de Validade : 10 (dez) anos contados a partir de 28/01/2014, observadas as condições legais.

Expedida em : 28 de Janeiro de 2014.

Assinado digitalmente por  
Liane Elizabeth Caldeira Lage  
Diretora de Patentes Substituta



**"MÉTODO PARA DETERMINAR UMA POSIÇÃO DE UM RECEPTOR DE  
SISTEMA DE POSICIONAMENTO POR SATÉLITE MÓVEL E ESTAÇÃO DE  
PROCESSAMENTO DE DADOS"**

Histórico da Invenção

5           A presente invenção está relacionada a sistemas de posicionamento por satélite que utilizam acréscimo ou auxílio a partir de informações concernentes à altitude de um receptor de sistema de posicionamento por satélite.

          Os sistemas de posicionamento por satélite (SPS) convencionais tais como o Sistema de Posicionamento Global (GPS) dos EUA utilizam sinais provenientes de satélites para determinar sua posição. Os receptores SPS convencionais normalmente determinam sua posição pela computação dos relativos tempos de chegada de sinais transmitidos simultaneamente a partir de uma multiplicidade de satélites GPS em órbita terrestre. Tais satélites transmitem, como parte de sua mensagem, tanto dados de posicionamento de satélite como dados sobre a temporização de relógio que especificam a posição de um satélite em determinados momentos; tais dados são amiúde designados como dados de efemérides de satélite. Os receptores SPS convencionais tipicamente buscam e captam os sinais SPS, leem os dados de efemérides para uma multiplicidade de satélites, determinam pseudo distâncias até tais satélites e computam a localização dos receptores SPS a partir das pseudo distâncias e dados de efemérides dos satélites.

          Os sistemas SPS convencionais algumas vezes utilizam o auxílio de altitude como ajuda em duas situações: em caso de má geometria de satélites, ou uma falta de medições para posicionamento tridimensional. Para a maioria dos casos, uma má geometria de satélites é causada por má capacidade de observação na direção vertical. Como exemplo, caso os vetores unitários para todos os satélites sendo usados na solução se posicionem em

um cone de meio ângulo arbitrário, é então possível posicionar um plano no topo das pontas dos vetores unitários caso os vetores unitários somente abranjam um espaço bidimensional. O erro na terceira direção ou  
5 dimensão, que é perpendicular ao plano, não pode ser observado; isto é referido como uma condição de singularidade. Em ambientes de canion urbano, com altos prédios circundando a antena do receptor GPS, os únicos satélites que estão visíveis são aqueles com altos ângulos  
10 de elevação. Tais condições de sinais são similares à condição de singularidade aqui descrita. Além disso, grandes erros de multipercurso tendem a causar grandes erros na direção vertical.

O auxílio de altitude convencional se baseia em  
15 uma pseudo medição da altitude que pode ser visualizada como uma superfície de uma esfera com seu centro no centro da terra. Tal esfera possui um raio que inclui o raio da terra e uma altitude com relação à superfície da terra que é tipicamente definida por um elipsoide (o WGS84 é um dos  
20 modelos do elipsoide). Existem numerosas técnicas disponíveis para efetuar o auxílio de altitude, porém todas as técnicas se baseiam em um conhecimento a priori da altitude necessária para definir a superfície de uma esfera que é uma magnitude da pseudo medição de altitude.  
25 Tipicamente, uma altitude estimada pode ser manualmente fornecida pelo operador do receptor GPS, ou pode ser ajustada a algum valor pré-ajustado, tal como a superfície da terra ou ser ajustada a uma altitude a partir de uma solução tridimensional prévia.

30 A tecnologia GPS anterior também utilizava o auxílio de altitude no caso em que um receptor GPS móvel recebe sinais GPS mas não computa a sua posição e depende de uma estação base para efetuar os cálculos de posição para ele. A Patente U.S. Nº 5.225.842 descreve tal sistema  
35 que utiliza o auxílio de altitude para permitir o uso de

apenas três satélites GPS. A altitude estimada é tipicamente derivada a partir de informações de mapeamento, tais como um banco de dados topológicos ou geodésicos. Em tal configuração, as informações de altitude de uma estação  
5 base também podem estar disponíveis.

Um ponto fraco dessa estratégia é o de que uma solução bidimensional inicial é tipicamente efetuada antes que um auxílio de altitude com uma estimativa de altitude razoável possa ser aplicado. A altitude pode a seguir ser  
10 extraída a partir de um banco de dados vertical como uma função de coordenadas de latitude e longitude.

Apesar das estratégias anteriores propiciarem certas vantagens a partir do uso de informações de altitude, elas não funcionam bem no caso de um sistema de  
15 processamento distribuído em que um receptor GPS móvel pode estar localizado em qualquer posição dentro de uma área geográfica relativamente grande. Ademais, tais estratégias anteriores utilizam informações de altitude com todas as pseudo distâncias disponíveis, mesmo que uma pseudo  
20 distância específica esteja errada.

#### Resumo da Invenção

A presente invenção proporciona vários métodos e equipamentos para determinar uma posição de um receptor de sistema de posicionamento por satélite (SPS) móvel com o  
25 uso de informações de altitude. Em um exemplo de um método da presente invenção, são determinadas informações de um objeto de célula. Tais informações de objeto de célula compreendem pelo menos uma dentre uma localização de objeto de célula ou uma identificação de objeto de célula. Em um  
30 exemplo, o objeto de célula pode ser uma estação radio base (cell site) e a identificação pode ser um identificador da estação rádio base e a localização pode ser constituída pela latitude e longitude da estação rádio base. Uma altitude é determinada a partir das informações de objeto

de célula que são selecionadas com base em um transmissor de estação rádio base que está em comunicação sem fio com um sistema de comunicação baseado em células que está acoplado a (e tipicamente integrado com) o receptor SPS móvel. Isto é, a altitude é determinada a partir de informações de objeto de célula que está associado com o transmissor de estação rádio base o qual está em comunicação com o sistema de comunicação do receptor SPS móvel. A posição do receptor SPS móvel é calculada usando-se a altitude que é determinada a partir das informações de objeto de célula.

Em outro exemplo de um método de acordo com a presente invenção, é determinada uma pseudo medição de altitude e tal pseudo medição utiliza uma estimativa de uma altitude do receptor SPS móvel. Tal estimativa da altitude pode ser derivada a partir de uma fonte de informações baseada em células em um sistema de comunicação baseado em células, ou pode ser uma altitude média ou outra representação matemática de altitude ou altitudes de uma área de cobertura de uma estação base sem fio em um sistema não baseado em células. Em uma implementação, uma comparação da estimativa da altitude com uma altitude que é calculada a partir de pseudo distâncias a satélites SPS (ou a partir de pseudo distâncias e da pseudo medição de altitude) determina a condição de pelo menos uma pseudo distância entre um satélite SPS e o receptor SPS móvel. Em outra implementação, a pseudo medição de altitude pode ser usada como uma medição redundante (com pseudo distâncias até satélites SPS) e técnicas de detecção e isolamento de falhas podem ser empregadas usando a medição redundante para determinar a condição (por exemplo, com falha ou sem falha) de pelo menos uma das pseudo distâncias ou uma solução de navegação. Em uma modalidade deste exemplo, a posição é determinada a partir de um algoritmo de solução de posição e, se a condição de uma pseudo distância estiver

em um primeiro estado, tal como um estado sem erros, a pelo menos uma pseudo distância é usada no algoritmo de solução de posição. Uma recomputação de uma solução de navegação pode ser efetuada usando-se apenas pseudo distâncias sem  
5 erros (após as pseudo distâncias com erros terem sido identificadas e excluídas de uma recomputação de uma solução de navegação).

São também descritos aqui vários receptores SPS móveis e estações base. Estão também descritos a seguir  
10 vários outros aspectos e modalidades da presente invenção.

#### Breve Descrição dos Desenhos

A presente invenção está ilustrada, como exemplo e não limitação, nas figuras dos desenhos anexos, nos quais referências similares indicam elementos semelhantes.

15 A Figura 1 ilustra um sistema de comunicação baseado em células possuindo uma pluralidade de células, cada uma das quais é servida por uma estação rádio base e cada uma das quais está acoplada a um centro de comutação baseado em células, o qual é algumas vezes designado como  
20 um centro de comutação móvel.

A Figura 2 ilustra uma implementação de um sistema servidor de localização de acordo com uma modalidade da invenção.

A Figura 3A ilustra um exemplo de um receptor SPS e sistema de comunicação combinados de acordo com uma  
25 modalidade da presente invenção.

A Figura 3B ilustra um exemplo de uma estação SPS de referência de acordo com uma modalidade da presente invenção.

30 A Figura 4 ilustra um exemplo de uma fonte de informações baseada em células que pode ser usada para determinar uma altitude estimada de um receptor SPS móvel.

A Figura 5 ilustra um fluxograma para um método que utiliza auxílio de altitude de acordo com a presente

invenção. As Figuras 5A e 5B apresentam dois outros fluxogramas que representam métodos para uso de auxílio de altitude de acordo com a presente invenção.

5 A Figura 6 é um fluxograma apresentando outros métodos para o uso de auxílio de altitude de acordo com a presente invenção.

#### Descrição Detalhada

10 A presente invenção propicia vários métodos e equipamentos para a utilização de auxílio de altitude com sistemas de posicionamento por satélite. A descrição e desenhos que se seguem são ilustrativos da invenção e não devem ser considerados como limitantes da inovação. Vários detalhes específicos são descritos para propiciar uma completa compreensão da presente invenção. No entanto, em 15 certos casos, detalhes bem conhecidos ou convencionais não serão descritos de modo a não obscurecer desnecessariamente os detalhes da presente invenção.

20 Antes de descrever vários detalhes com respeito ao uso de informações de auxílio de altitude, será útil descrever o contexto em que um aspecto da presente invenção é utilizado. Assim sendo, será provida uma descrição preliminar que faz referência às Figuras 1, 2, 3A e 3B, antes da descrição do uso do auxílio de altitude em um sistema de comunicação baseado em células.

25 A Figura 1 apresenta um exemplo de um sistema de comunicação baseado em células 10 que inclui uma pluralidade de estações rádio base, cada uma das quais está projetada para servir a uma região ou localização geográfica específica. Os exemplos de tais sistemas de 30 comunicação baseados em células ou celulares são bem conhecidos pelos versados na técnica, tais como os sistemas de telefonia baseados em células. O sistema de comunicação baseado em células 10 inclui duas células 12 e 14, ambas definidas como estando dentro de uma área de serviço 35 celular 11. Além disso, o sistema 10 inclui as células 18 e

20. Será notado que uma pluralidade de outras células, com as correspondentes estações rádio base e/ou áreas de serviço celular podem também ser incluídas no sistema 10 acopladas a um ou mais centros de comutação celular, tais como o centro de comutação celular 24 e o centro de comutação celular 24b.

No interior de cada célula, tal como a célula 12, existe uma célula sem fio ou central celular, tal como a estação rádio base 13, que inclui uma antena 13a que está projetada para se comunicar através de um meio de comunicação sem fio com um receptor de comunicação que pode estar combinado com um receptor GPS móvel, tal como o receptor 16 apresentado na Figura 1. Um exemplo de tal sistema combinado, possuindo um receptor GPS e um sistema de comunicação é apresentado na Figura 3A e pode incluir tanto uma antena GPS 77 como uma antena do sistema de comunicação 79.

Cada estação rádio base está acoplada a um centro de comutação celular. Na Figura 1, as estações rádio base 13, 15 e 19 estão acopladas ao centro de comutação 24 através das conexões 13b, 15b e 19b, respectivamente, e a estação rádio base 21 está acoplada a um diferente centro de comutação 24b através da conexão 21b. Tais conexões são tipicamente conexões cabeadas entre a respectiva estação rádio base e os centros de comutação celular 24 e 24b. Cada estação rádio base inclui uma antena para comunicação com sistemas de comunicação servidos pela estação rádio base. Em um exemplo, a estação rádio base pode ser uma estação rádio base de telefone celular que se comunica com telefones celulares móveis na área servida pela estação rádio base. Será notado que um sistema de comunicação no interior de uma célula, tal como o receptor 22 mostrado na célula 4, pode na realidade se comunicar com a estação rádio base 19 na célula 18 devido ao bloqueio de sinal (ou outras razões pelas quais a estação rádio base 21 não pode



se comunicar com o receptor 22). É também verdade que múltiplas estações rádio base podem comunicar dados (porém usualmente não voz) a um receptor GPS móvel que inclui um sistema de comunicação.

5                Em uma típica modalidade da presente invenção, o receptor GPS móvel 16 inclui um sistema de comunicação baseado em células que está integrado com o receptor GPS, de tal forma que tanto o receptor GPS como o sistema de comunicação ficam encerrados no mesmo alojamento (housing).  
10 Um exemplo disto é constituído por um telefone celular possuindo um receptor GPS integrado que compartilha circuitos em comum com o transceptor de telefone celular. Quando tal sistema combinado é usado para comunicações por telefone celular, as transmissões ocorrem entre o receptor  
15 16 e a estação rádio base 13. As transmissões provenientes do receptor 16 para a estação rádio base 13 são a seguir propagadas através da conexão 13b para o centro de comutação celular 24 e a seguir para outro telefone celular em uma célula servida pelo centro de comutação celular 24  
20 ou através de uma conexão 30 (tipicamente cabeada) para outro telefone através do sistema/rede de telefonia baseado em terra 28. Será notado que o termo cabeado inclui fibras ópticas e outras conexões não sem fio, tais como cabos de cobre, etc. As transmissões provenientes do outro telefone  
25 que está em comunicação com o receptor 16 são levadas do centro de comutação celular 24 através da conexão 13b e da estação rádio base 13 de volta ao receptor 16 da forma convencional.

              O sistema de processamento de dados remoto 26  
30 (que pode ser designado em algumas modalidades como um servidor SPS ou um servidor de localização) está incluído no sistema 10 e, em uma modalidade, é usado para determinar a posição de um receptor SPS móvel (por exemplo, o receptor 16) usando sinais SPS recebidos pelo receptor SPS. O  
35 servidor SPS 26 pode estar acoplado ao sistema/rede de

telefonia baseado em terra 28 através de uma conexão 27 e ele pode também estar opcionalmente acoplado ao centro de comutação celular 24 através da conexão 25 (que pode ser uma rede de comunicação) e também opcionalmente acoplado ao

5 centro 24b através da conexão 25b (que pode ser a mesma ou uma rede de comunicação diferente tal como a conexão 25). Será notado que as conexões 25 e 27 são tipicamente conexões cabeadas, apesar de poderem ser sem fio. É também

10 mostrado, como um componente opcional do sistema 10, um terminal de consulta 29, que pode consistir de outro sistema de computador que está acoplado através da rede 28 ao servidor SPS 26. Tal terminal de consulta 29 pode enviar uma solicitação, quanto à posição de um receptor SPS específico em uma das células, ao servidor SPS 26, o qual a

15 seguir inicia uma conversa com um receptor SPS específico através do centro de comutação celular de modo a determinar a posição do receptor GPS e reportar tal posição de volta ao terminal de consulta 29. Em outra modalidade, uma determinação de posição para um receptor GPS pode ser

20 iniciada por um usuário de um receptor GPS móvel; por exemplo, o usuário do receptor GPS móvel pode teclar 911 no telefone celular para indicar uma situação de emergência na localização do receptor GPS móvel e isto pode dar início a um processo de localização da forma aqui descrita. Em outra

25 modalidade da presente invenção, cada estação rádio base pode incluir um servidor de localização GPS que comunica dados de e para um receptor GPS móvel através da estação rádio base. A presente invenção pode também ser empregada com diferentes estruturas de comunicação, tal como

30 estruturas ponto a ponto, que utilizam sistemas não baseados em células.

Deve ser notado que um sistema de comunicação baseado em células é um sistema de comunicação que possui mais de um transmissor, cada um dos quais serve a uma

35 diferente área geográfica, a qual é predefinida em qualquer

momento no tempo. Tipicamente, cada transmissor constitui um transmissor sem fio que serve a uma célula que possui um raio geográfico menor que 32 quilômetros (20 milhas), embora a área de cobertura dependa do sistema celular específico. Existem numerosos tipos de sistemas de comunicação celular, tais como telefones celulares, PCS (sistema de comunicação pessoal), SMR (rádio móvel especializado), sistemas de alerta (pager) unidirecional ou bidirecional, RAM, ARDIS e sistemas de dados em pacote sem fio. Tipicamente, as áreas geográficas predefinidas são denominadas como células e uma pluralidade de células são agrupadas em uma área de serviço celular, tal como a área de serviço celular 11 apresentada na Figura 1, e tais pluralidades de células estão acopladas a um ou mais centros de comutação celular que propiciam conexões a redes e/ou sistemas de telefonia baseados em terra. As áreas de serviço são amiúde utilizadas para propósitos de cobrança. Portanto, pode ocorrer o caso em que células em mais de uma área de serviço estejam conectadas a um centro de comutação. Como exemplo, na Figura 1, as células 1 e 2 estão na área de serviço 11 e a célula 3 está na área de serviço 13, porém todas as três estão conectadas ao centro de comutação 24. Alternativamente, ocorre algumas vezes que células no interior de uma área de serviço estão conectadas a diferentes centros de comutação, especialmente em áreas de população densa. De um modo geral, uma área de serviço é definida como uma coletânea de células dentro de uma proximidade geográfica mútua. Outra classe de sistemas celulares que se ajusta à descrição acima é a baseada em satélites, em que as estações base celulares ou estações rádio base são satélites que tipicamente estão em órbita terrestre. Em tais sistemas, os setores de células e áreas de serviço se movem em função do tempo. Os exemplos de tais sistemas incluem o Iridium, Globalstar, Orbcomm e Odyssey.

A Figura 2 mostra um exemplo de um servidor SPS 50 que pode ser usado como o servidor SPS 26 da Figura 1. O servidor SPS 50 da Figura 2 inclui uma unidade de processamento de dados 51 que pode ser um sistema de computador digital tolerante a falhas. O servidor SPS 50 inclui também um modem ou outra interface de comunicação 52 e um modem ou outra interface de comunicação 53 e um modem ou outra interface de comunicação 54. Tais interfaces de comunicação propiciam conectividade para a troca de informações de e para o servidor de localização apresentado na Figura 2 entre três diferentes redes, que são apresentadas como as redes 60, 62 e 64. A rede 60 inclui o centro ou centros de comutação celular e/ou os comutadores do sistema de telefonia baseado em terra ou as estações rádio base. Dessa forma, a rede 60 pode ser considerada como incluindo os centros de comutação celular 24 e 24b e o sistema/rede de telefonia baseado em terra 28 e a área de serviço celular 11, bem como as células 18 e 20. A rede 64 pode ser considerada como incluindo o terminal de consulta 29 da Figura 1 ou a "PSAP", que constitui um ponto de resposta de segurança pública (Public Safety Answering Point) que é tipicamente o centro de controle que responde às chamadas 911 de emergência. No caso do terminal de consulta 29, tal terminal pode ser usado para consultar o servidor 26 de modo a se obter informações de posição de um receptor SPS móvel designado localizado nas várias células do sistema de comunicação baseado em células. Neste caso, a operação de localização é iniciada por outra pessoa que não o usuário do receptor GPS móvel. No caso de uma chamada telefônica 911 proveniente do receptor GPS móvel que inclui um telefone celular, o processo de localização é iniciado pelo usuário do telefone celular. A rede 62, que representa a rede GPS de referência 32 da Figura 1, é uma rede de receptores GPS que são receptores GPS de referência projetados para prover informações de correção de GPS

diferencial e também para prover dados de sinal GPS incluindo os dados de efemérides de satélite (tipicamente como parte de toda a mensagem de navegação de satélite "crua") para a unidade de processamento de dados. Quando o  
5 servidor 50 serve a uma área geográfica muito grande, um receptor GPS local opcional, tal como o receptor GPS opcional 56, pode não ser capaz de observar todos os satélites GPS que estão em visada com receptores SPS móveis por toda esta área. Assim sendo, a rede 62 coleta e provê  
10 dados de efemérides de satélite (tipicamente como parte de toda a mensagem de navegação de satélite "crua") e dados de correção de GPS diferencial aplicáveis dentro de uma ampla área de acordo com a presente invenção.

Como apresentado na Figura 2, um dispositivo de  
15 armazenamento em massa 55 está acoplado à unidade de processamento de dados 51. Tipicamente o armazenamento em massa 55 irá incluir armazenamento para dados e software para efetuar os cálculos de posição GPS após receber pseudo distâncias provenientes dos receptores SPS móveis, tal como  
20 um receptor 16 da Figura 1. Tais pseudo distâncias são normalmente recebidas através da estação rádio base e centro de comutação celular e do modem ou outra interface 53. O dispositivo de armazenamento em massa 55 inclui também software, pelo menos em uma modalidade, o qual é  
25 usado para receber e usar os dados de efemérides de satélite providos pela rede GPS de referência 32 através do modem ou outra interface 54. O dispositivo de armazenamento em massa 55 tipicamente inclui também um banco de dados que armazena informações de objetos de célula, tais como  
30 identificadores de estações rádio base, localização geográfica de estações rádio base e correspondentes altitudes que são tipicamente a(s) altitude(s) associada(s) a uma localização geográfica de estação rádio base e, portanto, altitudes estimadas para um receptor SPS móvel  
35 que está em rádio comunicação com uma estação rádio base

específica. Tais informações de objetos de célula e correspondentes altitudes constituem uma fonte de informações baseada em células, um exemplo da qual é apresentado na Figura 4 e será adicionalmente descrito a seguir.

Em uma típica modalidade da presente invenção o receptor GPS opcional 56 não é necessário, uma vez que a rede GPS de referência 32 da Figura 1 (apresentada como a rede 62 da Figura 2) provê as informações de GPS diferencial, medições GPS, bem como provê as mensagens de dados de satélite "cruas" proveniente dos satélites em visada dos vários receptores de referência na rede GPS de referência. Será notado que os dados de efemérides de satélites obtidos da rede através do modem ou outra interface 54 podem ser normalmente usados de uma maneira convencional com as pseudo distâncias obtidas a partir do receptor GPS móvel de modo a computar as informações de posição para o receptor GPS móvel. As interfaces 52, 53 e 54 podem, cada uma, ser um modem ou outra interface de comunicação adequada para acoplar a unidade de processamento de dados a outros sistemas de computador, como no caso da rede 64, e a sistemas de comunicação baseados em células, como no caso da rede 60, e a dispositivos de transmissão, tais como os sistemas de computador na rede 62. Em uma modalidade, será notado que a rede 62 inclui uma acumulação de receptores GPS de referência dispersos por uma ampla região geográfica. Em algumas modalidades, as informações de correção de GPS diferencial, obtidas a partir de um receptor 56 próximo à estação rádio base ou área de serviço celular que está em comunicação com o receptor GPS móvel através do sistema de comunicação baseado em células, irá prover informações de correção de GPS diferencial que são apropriadas para a localização aproximada do receptor GPS móvel. Em outros casos, correções diferenciais provenientes da rede 62 podem

ser combinadas para computar uma correção diferencial apropriada à localização do receptor SPS móvel.

A Figura 3A mostra um sistema combinado generalizado que inclui um receptor GPS e um transceptor do sistema de comunicação. Em um exemplo, o transceptor do sistema de comunicação é um telefone celular. O sistema 75 inclui um receptor GPS 76 possuindo uma antena GPS 77 e um transceptor de comunicação 78 possuindo uma antena de comunicação 79. O receptor GPS 76 está acoplado ao transceptor de comunicação 78 através da conexão 80 apresentada na Figura 3A. Em um modo de operação, o transceptor do sistema de comunicação 78 recebe informações Doppler aproximadas através da antena 79 e provê tais informações Doppler aproximadas através do enlace 80 ao receptor GPS 76 que efetua a determinação de pseudo distância ao receber os sinais GPS provenientes dos satélites GPS através da antena GPS 77. Tal pseudo distância é a seguir transmitida para um servidor de localização, tal como o servidor GPS 26 mostrado na Figura 1, através do transceptor do sistema de comunicação 78. Tipicamente o transceptor do sistema de comunicação 78 envia um sinal através da antena 79 para uma estação rádio base a qual a seguir transfere tais informações de volta ao servidor GPS, tal como o servidor GPS 26 da Figura 1. Exemplos de várias modalidades para o sistema 75 são conhecidos na técnica. Como exemplo, a Patente U.S. Nº 5.663.734 descreve um exemplo de um receptor GPS e sistema de comunicação combinados que utiliza um sistema de receptor GPS aperfeiçoado. Outro exemplo de um GPS e de um sistema comunicação combinados foi descrito no Pedido Co-pendente de Patente U.S. Nº de Série 08/652.833, o qual foi depositado em 23 de maio de 1996. O sistema 75 da Figura 3A, bem como numerosos sistemas alternativos de comunicação possuindo receptores SPS, podem ser empregados com os

métodos da presente invenção para operar com a rede GPS de referência da presente invenção.

A Figura 3B apresenta uma modalidade de uma estação GPS de referência. Será notado que cada estação de  
5 referência pode ser montada desta forma e acoplada à rede ou meio de comunicação. Tipicamente, cada estação GPS de referência, tal como a estação GPS de referência 90 da Figura 3B, pode incluir um receptor GPS de referência 92 de frequência dupla, o qual é acoplado a uma antena GPS 91,  
10 que recebe sinais GPS provenientes de satélites GPS em visada com a antena 91. Alternativamente, um receptor GPS de referência pode ser um receptor de frequência única, dependendo da acuracidade de correção necessária para cobrir uma área de interesse. Os receptores GPS de  
15 referência são bem conhecidos pelos versados na técnica. O receptor GPS de referência 92, de acordo com uma modalidade da presente invenção, provê pelo menos dois tipos de informações como saídas a partir do receptor 92. As saídas de pseudo distância 93 são providas a um processador e  
20 interface de rede 95 e tais saídas de pseudo distância são usadas para computar correções diferenciais de pseudo distância da maneira convencional para tais satélites em visada com a antena GPS 91. O processador e interface de rede 95 podem ser um sistema de computador digital  
25 convencional que possui interfaces para receber dados provenientes de um receptor GPS de referência, tal como é do conhecimento dos versados na técnica. O processador 95 irá tipicamente incluir software projetado para processar os dados de pseudo distância para determinar a correção de  
30 pseudo distância apropriada para cada satélite em visada com a antena GPS 91. Tais correções de pseudo distâncias são a seguir transmitidas através da interface de rede para a rede ou meio de comunicação 96 ao qual outras estações GPS de referência estão também acopladas. Em outro exemplo  
35 da invenção, dados de pseudo distância provenientes do



receptor de referência são passados através da rede 96 para uma localização central, tal como um servidor GPS 26, no qual correções diferenciais são computadas. Em mais outro exemplo, a saída 93 contém correções diferenciais geradas pelo receptor de referência 92. O receptor GPS de referência 92 também propicia uma saída de dados de efemérides de satélite 94. Tais dados são providos ao processador e interface de rede 95 que a seguir transmite esses dados para a rede de comunicação 96.

10           A saída de dados de efemérides de satélite 94 propicia tipicamente pelo menos parte da totalidade dos dados binários crus de navegação a 50 baud codificados nos sinais GPS reais recebidos a partir de cada satélite GPS. Os dados de efemérides de satélite fazem parte da mensagem de navegação que é difundida na forma de fluxo de dados de 15 50 bits por segundo nos sinais GPS provenientes dos satélites GPS e está descrita em maiores detalhes no documento GPS ICD-200. O processador e interface de rede 95 recebe tal saída de dados de efemérides de satélite 94 e a 20 transmite em tempo real ou tempo quase real para a rede de comunicação 96. Tais dados de efemérides de satélites são transmitidos para a rede de comunicação e são recebidos através da rede em vários servidores de localização de acordo com aspectos da presente invenção.

25           Em certas modalidades da presente invenção, somente certos segmentos da mensagem de navegação, tais como os dados de efemérides de satélite, podem ser enviados para servidores de localização de modo a reduzir as exigências de largura de banda para as interfaces de rede e 30 para a rede de comunicação. Além disso, tipicamente pode não ser necessário prover tais dados de forma contínua. Como exemplo, somente os primeiros três quadros que contêm informações de relógio e efemérides de satélite, em lugar de todos os 5 quadros juntos, podem ser transmitidos de 35 forma regular para a rede de comunicação 96. Será notado

que em uma modalidade da presente invenção, o servidor de localização pode receber a totalidade da mensagem de navegação que é transmitida a partir de um ou mais receptores GPS de referência para a rede em tempo real ou  
5 quase em tempo real de modo a realizar um método para medir tempo relacionado a mensagens de dados de satélites, tal como o método descrito no Pedido Co-pendente de Patente U.S. Nº de Série 08/794.649, que foi depositado em 3 de fevereiro de 1997, por Norman F. Krasner. Tal como é aqui  
10 utilizada a expressão "dados de efemérides de satélite" inclui dados que constituem apenas uma porção da mensagem de navegação do satélite (por exemplo, a mensagem a 50 baud) transmitida por um satélite GPS ou pelo menos uma representação matemática de tais dados de efemérides de  
15 satélite. Como exemplo, a expressão dados de efemérides de satélite se refere a pelo menos uma representação de uma porção da mensagem de dados a 50 baud codificada no sinal GPS transmitido a partir de um satélite GPS. Deve também ficar claro que o receptor GPS de referência 92 decodifica  
20 os diferentes sinais GPS provenientes dos diferentes satélites GPS em visada com o receptor de referência 92 de modo a prover a saída de dados binários 94 que contém os dados de efemérides de satélite.

A Figura 4 mostra um exemplo de uma fonte de  
25 informações baseada em células que em uma modalidade pode ser mantida em uma estação de processamento de dados tal como o servidor GPS 26 mostrado na Figura 1. Alternativamente, tal fonte de informações pode ser mantida em um centro de comutação celular tal como o centro de  
30 comutação celular 24 da Figura 1 ou em cada estação rádio base, tal como a estação rádio base 13 apresentada na Figura 1. No entanto, tipicamente, tais informações são mantidas e rotineiramente atualizadas no servidor de localização que está acoplado ao centro de comutação  
35 celular. A fonte de informações pode manter os dados em

vários formatos e será notado que o formato apresentado na Figura 4 ilustra apenas um exemplo de um formato. Tipicamente, cada altitude estimada, tal como a altitude estimada 203, irá incluir uma localização correspondente, tal como uma localização de estação rádio base ou identificação para uma estação rádio base ou área de serviço. As informações na fonte de informações baseada em células 201 podem ser mantidas em um banco de dados que inclua informações de objetos de células, tais como uma identificação de áreas de serviço celular ou estações rádio base mostradas nas colunas 208 e 210, respectivamente, e podem também incluir a localização da estação rádio base, tal como as informações mostradas na coluna 212. No caso de cada altitude estimada, existe tipicamente pelo menos um dentre uma localização de estação rádio base ou uma identificação de estação rádio base. Será notado que cada altitude estimada pode ser uma altitude média da região geográfica coberta pela cobertura do rádio sinal proveniente de uma estação rádio base. Podem ser usadas outras representações matemáticas das altitudes em torno da estação rádio base. Pode ser útil o uso de altitudes em torno da estação rádio base em lugar da altitude da estação rádio base, particularmente quando a posição da estação rádio base pode não ser representativa das altitudes em que os receptores SPS móveis podem estar posicionados naquela área específica.

O uso da fonte de informações baseada em células 201 será agora descrito em conjunto com a Figura 5, que mostra um exemplo de um método da presente invenção. Na descrição que se segue, será presumido que o receptor SPS móvel irá receber sinais SPS e determinar pseudo distâncias a partir de tais sinais, porém não completará um cálculo de solução de posição no receptor móvel. Ao contrário, o receptor móvel irá transmitir tais pseudo distâncias para uma estação rádio base específica com a qual ele está em

rádio comunicação e tal estação rádio base irá repassar as pseudo distâncias para um centro de comutação móvel, o qual por sua vez irá repassar as pseudo distâncias para um servidor de localização, tal como o servidor GPS 26 da

5 Figura 1. Tal servidor GPS irá a seguir completar o cálculo de posição utilizando informações de auxílio por altitude de acordo com um exemplo da presente invenção. Neste exemplo específico, as informações de objeto de célula são determinadas na etapa 301. Isto pode ocorrer através da

10 recepção pelo servidor GPS de um identificador de estação rádio base ou de uma localização para a estação rádio base que está em comunicação sem fio com um sistema de comunicação móvel baseado em células que está acoplado ao receptor SPS móvel, tal como o receptor apresentado na

15 Figura 3A. Como exemplo, a estação rádio base pode repassar tais informações de identificador ou pode repassar sua localização com as informações de pseudo distância provenientes do receptor SPS móvel para o servidor GPS. Na etapa 303, o servidor GPS determina uma altitude estimada

20 para o receptor SPS móvel a partir das informações de objeto de célula. Em um exemplo, o servidor SPS irá efetuar uma operação de consulta ao banco de dados para obter a altitude estimada pelo uso das informações de objeto de célula como um índice no banco de dados. Tal banco de dados

25 pode ser mantido no armazenamento em massa 55 apresentado na Figura 2. Caso a localização da estação rádio base seja provida por meio de uma latitude e uma longitude, o servidor pode usar tais latitude e longitude para consultar a altitude da superfície da terra neste ponto.

30 Alternativamente, no caso de um identificador de estação rádio base ser provido, tal como um número de estação rádio base ou outra identificação, então tais informações de objeto de célula serão usadas para a obtenção de uma altitude estimada; a altitude estimada 205 constitui um

35 exemplo de tal situação, em que o número de estação rádio

base B1 é usado para identificar a altitude estimada 205.  
Na etapa 305, o servidor GPS usa a altitude estimada para  
determinar a posição do receptor GPS móvel. Existem meios  
conhecidos pelos quais a altitude pode ser usada para  
5 aumentar ou auxiliar no cálculo da solução de posição.

As Figuras 5A e 5B apresentam métodos nos quais  
uma altitude estimada pode ser usada de acordo com a  
presente invenção. O método da Figura 5A se inicia em 311,  
quando são determinadas informações do objeto de célula.  
10 Tais informações são a seguir usadas em 313, Figura 5A,  
para determinar uma localização geográfica estimada inicial  
(que pode ser especificada na forma de uma latitude,  
longitude e altitude) para o receptor SPS móvel com base  
nas informações de objeto de célula. Em um exemplo de tal  
15 método, as informações de objeto de célula são usadas como  
um índice para consulta em um banco de dados sobre a  
localização estimada que está associada com as informações  
de objeto de célula. Tal localização estimada é a seguir  
usada em 315 na Figura 5A para calcular uma posição (por  
20 exemplo, uma latitude e longitude calculadas) para o  
receptor SPS móvel. Tais latitude e longitude calculadas  
são a seguir usadas em 317 na Figura 5A para determinar uma  
altitude estimada; tal pode ser feito efetuando-se uma  
operação de consulta ao banco de dados em um segundo banco  
25 de dados para obtenção da altitude estimada a partir das  
latitude e longitude calculadas. Neste caso, o segundo  
banco de dados é similar ao banco de dados apresentado na  
Figura 4, exceto que o segundo banco de dados utilizado na  
Figura 5A é mais extenso por prover altitudes para muitas  
30 outras combinações possíveis de latitudes e longitudes;  
apesar de tal segundo banco de dados usado na Figura 5A  
poder não possuir uma altitude para todas as possíveis  
combinações de latitudes e longitudes, uma lógica de  
interpolação pode ser utilizada para determinar uma  
35 altitude através de interpolação entre altitudes em um

banco de dados em latitudes e longitudes que estejam próximas às latitude e longitude calculadas. A altitude obtida em 317, Figura 5A, pode ser usada em 319 para novamente computar uma posição (efetivamente um cálculo de  
5 posição refinado).

O segundo banco de dados pode ser aperfeiçoado ao longo do tempo à medida que ele for utilizado, pela adição de combinações de latitude/longitude/altitude a cada vez que uma posição computada for determinada. Isto é, pelo uso  
10 do sistema da invenção várias vezes (por exemplo, a cada vez que "911" for teclado por um usuário de um telefone celular), podem ser adicionadas entradas no banco de dados e quaisquer conflitos de altitude em uma dada latitude e longitude podem ser mediados (ou marcados para serem  
15 conferidos "manualmente" por uma leitura acurada de um receptor GPS). Isto irá ao longo do tempo produzir um robusto banco de dados tridimensional da superfície da terra. A Figura 5B mostra um exemplo de tal método para adicionar entradas ao segundo banco de dados. Na etapa 325,  
20 a estimativa inicial da localização de um receptor SPS móvel é usada para calcular uma posição do receptor SPS móvel. A posição calculada (combinação de latitude, longitude e altitude) é a seguir usada para atualizar o segundo banco de dados (designado como um banco de dados de  
25 altitude na etapa 329).

Apesar da descrição acima presumir uma estrutura específica, deve ficar claro que a presente invenção pode ser usada em várias estruturas e em numerosos outros exemplos. Como exemplo, as informações de altitude podem  
30 ficar armazenadas em uma estação rádio base e serem transmitidas para o servidor de localização ou servidor GPS juntamente com as informações de pseudo distâncias provenientes de um receptor SPS móvel. Isto iria eliminar a necessidade de que cada servidor GPS mantenha um banco de  
35 dados, apesar de poder ser ainda vantajoso para um servidor

mantê-lo, caso existam estações rádio base com as quais o servidor se comunica e que não possuam suas próprias informações de altitude. Em outra alternativa, as informações de altitude podem ser transmitidas para o

5 receptor SPS móvel que determina sua própria posição de forma convencional pela captação e rastreamento de satélites SPS, determinação de pseudo distâncias, leitura de informações de efemérides de satélite provenientes dos satélites SPS e determinação de sua posição. Em mais outra

10 alternativa, em lugar de transmitir a altitude para a unidade móvel, uma informação de objeto de célula, tal como um identificador de estação rádio base ou localização de estação rádio base, pode ser transmitida para o receptor SPS móvel que mantém seu próprio banco de dados que

15 apresenta uma altitude estimada para uma dada informação de objeto de célula. Dessa forma, o receptor SPS móvel pode determinar sua própria posição e também efetuar o auxílio por altitude de forma autônoma. Em mais uma modalidade alternativa, o receptor SPS móvel pode meramente coletar os

20 sinais SPS e digitalizá-los e a seguir transmitir tal digitalização dos sinais SPS para o servidor GPS que determina pseudo distâncias a partir de tais informações digitalizadas e que completa o cálculo de posição. Em mais uma modalidade alternativa, dados de efemérides de satélite

25 podem ser enviados a partir de uma fonte, tal como o servidor SPS, através da estação rádio base para o receptor SPS móvel e tais dados de efemérides de satélite são usados em conjunto com pseudo distâncias determinadas pelo receptor SPS móvel para prover uma solução de posição no

30 receptor SPS móvel. Um exemplo de tal estrutura está descrito na Patente U.S. Nº 5.365.450.

Outro aspecto da presente invenção será agora descrito com referência à Figura 6, a qual mostra um método de acordo com tal aspecto. O método apresentado na Figura 6

35 está relacionado à detecção e isolamento de falhas em um

receptor SPS. Apesar de várias técnicas de detecção e isolamento de falhas (FDI) serem conhecidas pelos versados na técnica (consultar por exemplo o capítulo 5 e o capítulo 8 de Global Positioning System: Theory and Applications, volume 2, B. W. Parkinson e J. J. Spilker Jr., editores, American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc., 1996; e consultar também Navigation System Integrity Monitoring Using Redundant Measurements, por Mark A. Sturza, NAVIGATION: Journal of the Institute of Navigation, volume 35, Nº 4, inverno de 1988/89, pg. 483 et seq.), tais técnicas não utilizaram o auxílio por altitude como um meio para identificar a presença de uma pseudo distância de satélite com falhas. Uma vez identificada uma pseudo distância de satélite com falhas, ela pode ser excluída de uma solução de navegação recomputada para melhorar a determinação final de posição.

O método da Figura 6 pode se iniciar na etapa 351, na qual pseudo distâncias até vários satélites SPS são determinadas. Na etapa 353, é determinada uma pseudo medição de altitude. Tal pseudo medição de altitude pode ser considerada como uma pseudo distância até um satélite no centro da terra e pode ser determinada da forma convencional para determinação de pseudo medições para auxílio de altitude que são utilizadas na técnica anterior. Dessa forma, por exemplo, tal pseudo medição de altitude pode ser visualizada como um raio, que inclui o raio da terra a partir do centro da terra até um ponto acima da superfície esférica presumida da terra em uma altitude estimada em relação à superfície da terra, definida por um elipsoide. A altitude estimada pode ser derivada tal como mostrado na Figura 5 (etapas 301 e 303). Na etapa 355, é calculada uma altitude para o receptor SPS móvel e tal altitude calculada é comparada à altitude estimada. A altitude calculada pode ser obtida a partir de uma solução de navegação baseada nas pseudo distâncias determinadas na



etapa 351. A diferença entre esses dois valores, caso grande o suficiente, irá indicar uma possível pseudo distância a satélite com falha ou possível solução de navegação com falha, que pode ocorrer no caso de grandes  
5 erros de multipercurso que causam grandes erros em uma direção vertical, tal como ocorre amiúde em uma situação de canion urbano. Na etapa 357, a condição de pelo menos uma pseudo distância pode ser determinada com base em tal comparação. Caso a comparação apresente uma pequena  
10 diferença entre a altitude estimada e a altitude calculada, então a condição das pseudo distâncias pode ser tal que elas não estejam erradas. Por outro lado, caso a diferença entre a altitude estimada e a altitude calculada seja suficientemente grande (por exemplo, a diferença exceda um  
15 certo limite), pelo menos uma das pseudo distâncias (e/ou uma solução de navegação) pode estar errada.

É também apresentado na etapa 357 um método alternativo que não se baseia na comparação entre uma altitude estimada e uma altitude calculada. Tal método  
20 alternativo pode ser efetuado em lugar da comparação ou em adição à mesma. Tal método alternativo utiliza a pseudo medição de altitude (proveniente da etapa 353) como uma medição redundante (redundante em relação às pseudo distâncias da etapa 351) e utiliza técnicas FDI que usam  
25 medições redundantes para detectar se ocorre uma pseudo distância com falha (ou solução de navegação com falha) e para identificar pelo menos uma pseudo distância com falha, caso ela exista. Tais técnicas FDI estão descritas na literatura; consultar, por exemplo, Sturza, em "Navigation  
30 System Integrity Monitoring Using Redundant Measurements", acima mencionado. Após identificar a(s) pseudo distância(s) com falha(s), ela(s) pode(m) ser excluída(s) a partir de uma solução de navegação recomputada. Deve ficar claro que uma pseudo distância celular (descrita no Pedido Co-  
35 pendente de Patente U.S. Nº de Série 09/064.673, depositado

em 22 de abril de 1998, intitulado "SATELLITE POSITIONING SYSTEM AUGMENTATION WITH WIRELESS COMMUNICATION SIGNALS") pode ser usada como uma medição redundante com tais técnicas FDI. Um exemplo de uma pseudo distância celular  
5 consiste de uma diferença de tempo de chegada de um sinal de rádio frequência de comunicação em um sistema de comunicação CDMA ou outro sistema de comunicação celular (baseado em células); a pseudo distância celular representa tipicamente um tempo de percurso de um sinal de comunicação  
10 entre uma estação rádio base em uma localização conhecida e o receptor SPS móvel que inclui um sistema de comunicação baseado em células.

Os métodos da Figura 6 podem identificar uma pseudo distância específica até um satélite específico como  
15 "ruim" mesmo que os sinais SPS provenientes do satélite específico possuam uma elevada relação sinal/ruído (SNR). Em tal caso, a invenção pode rejeitar tal identificação e continuar a utilizar as técnicas FDI para encontrar outra pseudo distância com falha.

20 Os métodos da Figura 6 podem ser utilizados em um sistema não baseado em células no qual uma única estação base está em rádio comunicação ponto-a-ponto com um receptor SPS móvel. Neste caso, a altitude estimada pode ser uma altitude média da região geográfica coberta por  
25 rádio sinais provenientes da, ou destinados à estação base. Em tal exemplo específico, nenhuma informação de objeto de célula deve ser transmitida através de uma rede. Em outra alternativa, o método da Figura 6 pode ser usado em um sistema de comunicação baseado em células no qual  
30 informações de objeto de célula são transmitidas a partir de componentes em uma rede e finalmente usadas como um índice para um banco de dados para derivar uma altitude estimada.

Embora a descrição precedente geralmente assuma  
35 uma estrutura de sistema em que um receptor SPS móvel

determina pseudo distâncias e transmite tais pseudo distâncias para um servidor SPS remotamente localizado, será entendido que a presente invenção é também aplicável a outras estruturas de sistema. Por exemplo, a presente  
5 invenção pode ser empregada em um sistema no qual um receptor SPS móvel transmite sinais SPS digitalizados (com uma marca de tempo indicando a hora da recepção) para um servidor SPS remotamente localizado (sem computar pseudo distâncias para satélites SPS), e o servidor SPS  
10 remotamente localizado determina uma altitude estimada e determina uma solução de posição (que pode também ser examinada com técnicas FDI, como descritas aqui). Em outro exemplo, a presente invenção pode ser empregada em um sistema no qual um receptor SPS móvel determina sua própria  
15 posição com ou sem assistência de um servidor SPS remotamente localizado. Sem tal assistência, o receptor SPS móvel pode realizar técnicas FDI baseadas em uma altitude estimada com a ajuda de uma altitude estimada provida por um usuário ou transmitida para o receptor SPS móvel a  
20 partir de uma estação rádio base (o receptor SPS móvel pode determinar uma identificação de estação rádio base a partir de suas comunicações baseadas em células com a estação rádio base e consultar em seu próprio banco de dados uma altitude estimada que corresponda à da estação rádio base).  
25 Com tal assistência, o receptor SPS móvel pode determinar sua própria posição recebendo dados de efemérides de satélite e/ou informações Doppler e/ou almanaques de satélite a partir de um servidor SPS (por exemplo, transmitidos a partir de uma estação rádio base para o  
30 receptor SPS móvel) e pode também receber e usar uma estimativa de altitude de um servidor SPS; neste caso, o receptor SPS móvel pode determinar sua posição (após determinar pseudo distâncias de satélite) e pode realizar técnicas FDI na solução de posição usando a estimação de  
35 altitude.

Apesar dos métodos e equipamentos da presente invenção terem sido descritos com referência a satélites GPS, será notado que os ensinamentos são igualmente aplicáveis a sistemas de posicionamento que utilizam pseudolitos ou uma combinação de satélites e pseudolitos. Os pseudolitos são transmissores baseados em terra que difundem um código PN (similar a um sinal GPS) que pode ser modulado em um sinal de portadora da banda L, geralmente sincronizados com o tempo GPS. A cada transmissor pode ser designado um único código PN de modo a permitir a identificação por um receptor remoto. Os pseudolitos são úteis nas situações em que os sinais GPS provenientes de um satélite em órbita podem não estar disponíveis, tal como em túneis, minas, edificações ou outras áreas fechadas. O termo "satélite", tal como é aqui utilizado, inclui pseudolitos ou equivalentes de pseudolitos e o termo sinais GPS, tal como é aqui utilizado, inclui sinais similares aos GPS provenientes de pseudolitos ou equivalentes de pseudolitos.

Na descrição acima a invenção foi descrita com referência à aplicação no sistema de Posicionamento Global por Satélite (GPS) dos EUA. No entanto, deverá ficar evidente que tais métodos são igualmente aplicáveis a sistemas de posicionamento por satélite similares e, em particular, ao sistema russo Glonass. O sistema Glonass se diferencia principalmente do sistema GPS pelo fato de que as emissões provenientes de diferentes satélites são diferenciadas umas das outras pela utilização de frequências portadoras ligeiramente diferentes, em lugar da utilização de diferentes códigos pseudo aleatórios. O termo "GPS" aqui utilizado inclui sistemas de posicionamento por satélites alternativos, incluindo o sistema russo Glonass.

No relatório descritivo acima, a invenção foi descrita com referência a modalidades exemplares específicas da mesma. No entanto, ficará evidente que

várias modificações e mudanças podem ser efetuadas nas mesmas sem que ocorra afastamento do espírito e escopo mais amplos da invenção tal como definidos nas reivindicações anexas. Assim o relatório descritivo e os desenhos devem,  
5 portanto, ser considerados como possuindo um sentido ilustrativo e não restritivo.

### **REIVINDICAÇÕES**

1. Método para determinar uma posição de um receptor de sistema de posicionamento por satélite (SPS) móvel (16, 17, 22, 75-80) possuindo um receptor de  
5 comunicação baseado em células, o método caracterizado pelo fato de que compreende:

determinar informações de um objeto de célula, as informações de objeto de célula compreendendo pelo menos uma dentre uma localização de objeto de célula ou uma  
10 identificação de objeto de célula;

determinar uma altitude a partir das informações de objeto de célula, em que as informações de objeto de célula são selecionadas com base em um transmissor de estação radio base que está em comunicação sem fio com o  
15 receptor de comunicação baseado em células;

calcular uma posição do receptor SPS móvel (16, 17, 22, 75-80) usando a altitude.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que as informações de objeto de  
20 célula são informações que representam pelo menos uma dentre uma localização ou uma identificação do transmissor de estação radio base (13, 13a, 15, 15a, 19, 19a, 21, 21a).

3. Método, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a altitude é uma altitude  
25 aproximada do transmissor de estação radio base (13, 13a, 15, 15a, 19, 19a, 21, 21a).

4. Método, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a altitude é uma representação matemática de altitudes nas vizinhanças  
30 geográficas do transmissor de estação radio base (13, 13a, 15, 15a, 19, 19a, 21, 21a).

5. Método, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que as informações de objeto de célula e a altitude são armazenadas em um meio de  
35 armazenamento legível por computador.

6. Método, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente:

transmitir pelo menos uma pseudo distância do receptor SPS móvel (16, 17, 22, 75-80) até uma estação de  
5 processamento remota (26,50).

7. Método, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que transmitir ocorre através de um receptor no transmissor de estação radio base (13, 13a, 15, 15a, 19, 19a, 21, 21a) e em que a estação de  
10 processamento remota (26, 50) está acoplada a um centro de comutação celular (24, 24b) que está acoplado ao transmissor de estação radio base (13, 13a, 15, 15a, 19, 19a, 21, 21a) e em que o sistema de processamento remoto (26, 50) determina a altitude e calcula a posição usando a  
15 altitude.

8. Método, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente:

transmitir a altitude ao receptor SPS móvel (16, 17, 22, 75-80) e em que o receptor SPS móvel (16, 17, 22,  
20 75-80) calcula a posição usando a altitude.

9. Método, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente:

transmitir as informações de objeto de célula para o receptor SPS móvel (16, 17, 22, 75-80), e em que o  
25 receptor SPS móvel (16, 17, 22, 75-80) determina a altitude.

10. Método, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente:

receber, no sistema de processamento remoto (26,  
30 50), dados de efemérides de satélite.

11. Estação de processamento de dados (26, 50), caracterizada pelo fato de que compreende:

um processador (51);

um dispositivo de armazenamento (55) acoplado ao  
35 processador (51); e

um transceptor (52, 53, 54) acoplado ao processador (51), o transceptor (52, 53, 54) para acoplar a estação de processamento de dados a uma estação radio base sem fio;

5           o dispositivo de armazenamento (55) armazenando informações de objeto de célula que compreendem pelo menos uma dentre uma localização de objeto de célula ou uma identificação de objeto de célula para a estação radio base sem fio, em que o processador determina uma altitude a  
10 partir das informações de objeto de célula que são selecionadas com base na estação radio base sem fio estar em comunicação sem fio com um receptor de comunicação com base em células de um receptor de sistema de posicionamento por satélite (SPS) móvel e em que o processador calcula uma  
15 posição do receptor SPS móvel usando a altitude.

12. Estação de processamento de dados (26, 50), de acordo com a reivindicação 11, caracterizada pelo fato de que o processador (51) recebe uma fonte (32, 62, 90) de sinais SPS e o transceptor (52, 53, 54) recebe pelo menos  
20 uma pseudo distância a partir da estação radio base sem fio (13, 15, 19, 21) e em que o processador (51) usa os sinais SPS e a pelo menos uma pseudo distância para determinar a posição.

13. Estação de processamento de dados, de acordo  
25 com a reivindicação 12, caracterizada pelo fato de que o dispositivo de armazenamento (55) armazena um banco de dados contendo informações de objeto de célula e uma correspondente altitude para cada uma dentre uma pluralidade de estações radio base sem fio (13, 15, 19, 21)  
30 que está acoplada ao transceptor.



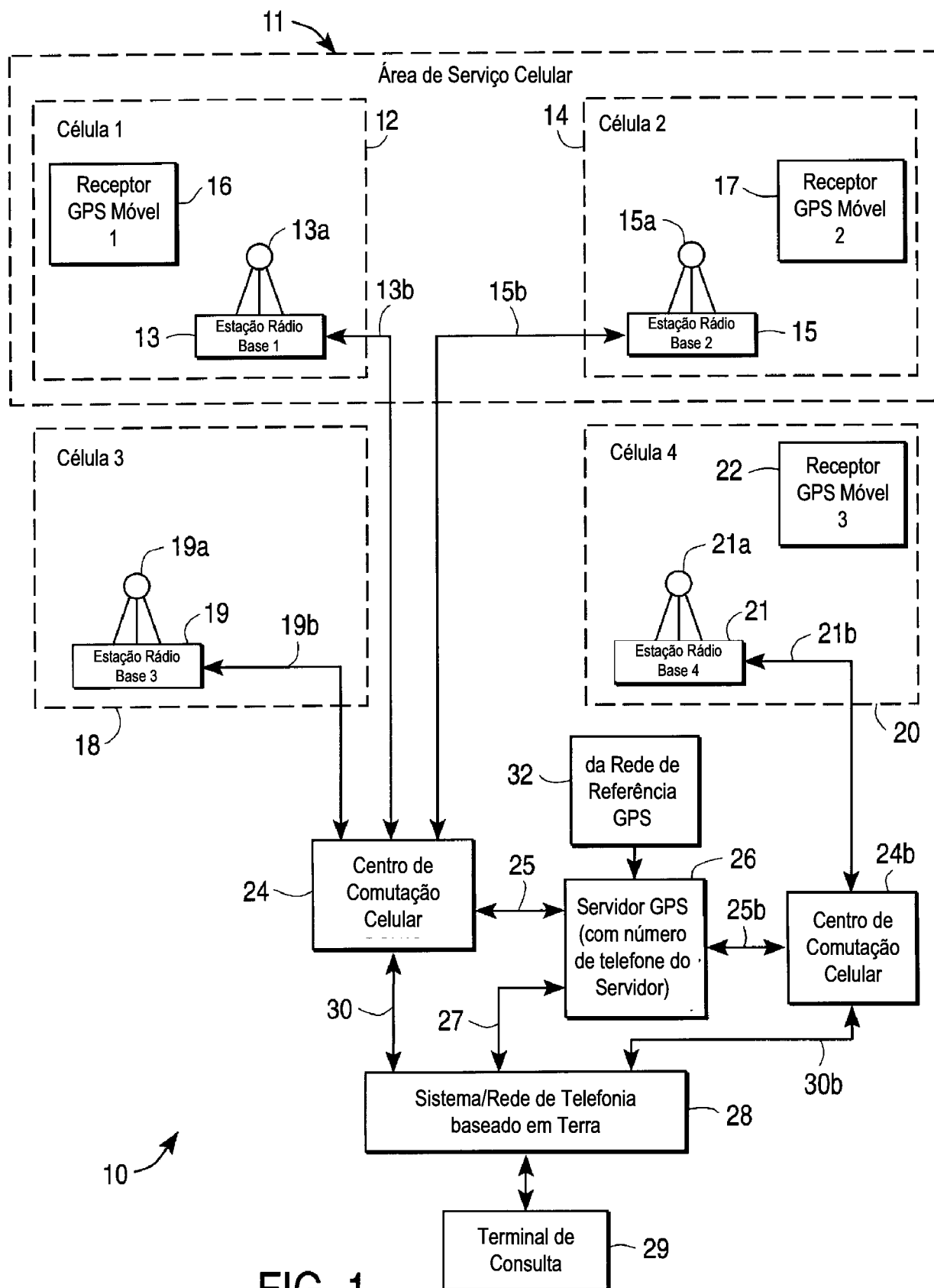


FIG. 1

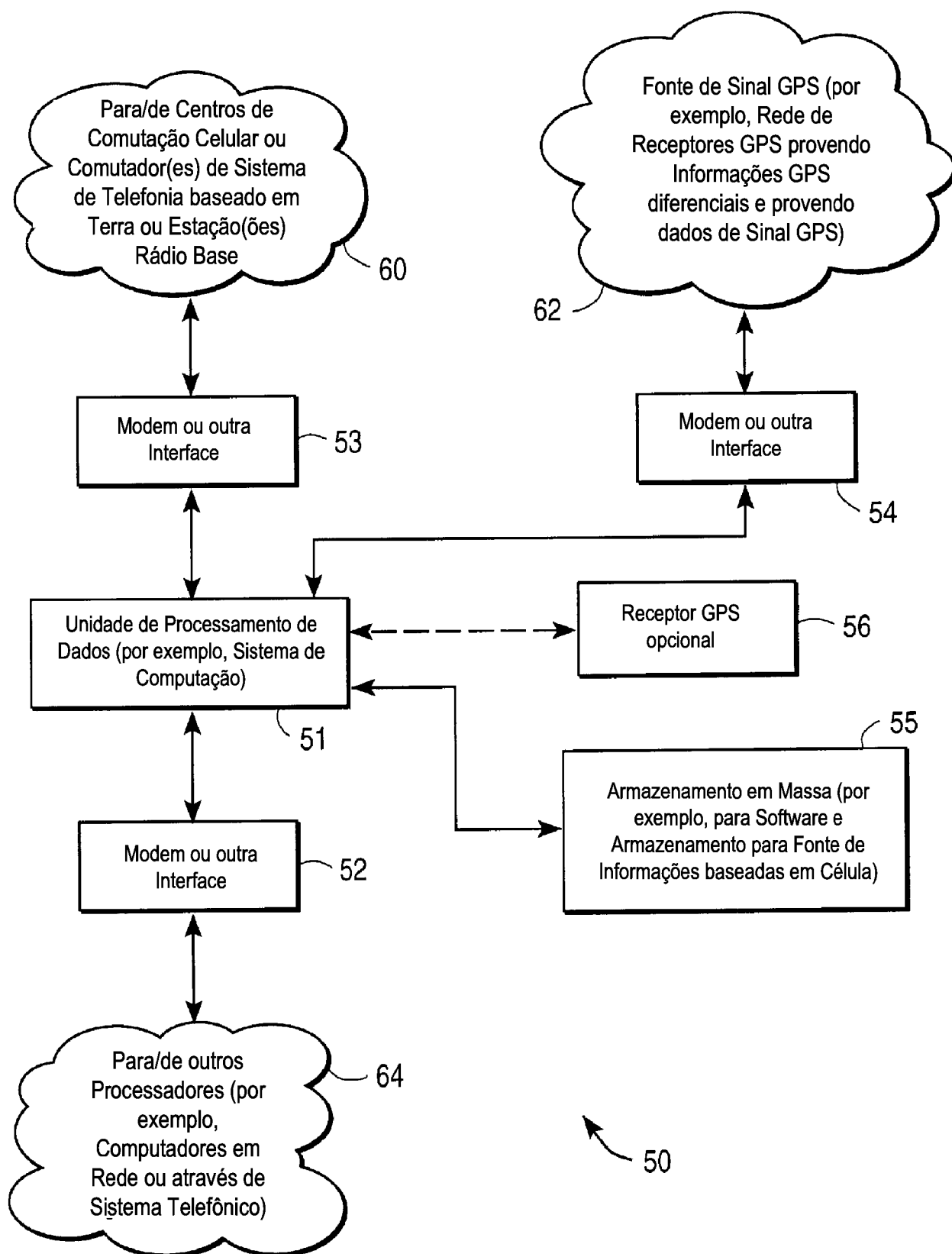


FIG. 2

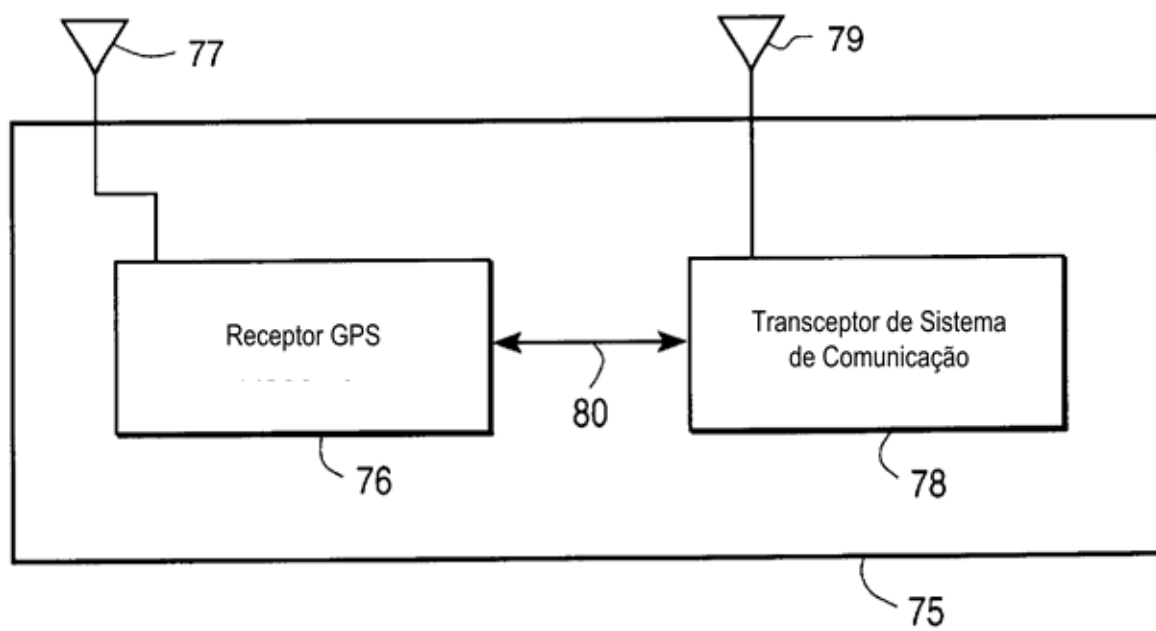


FIG. 3A

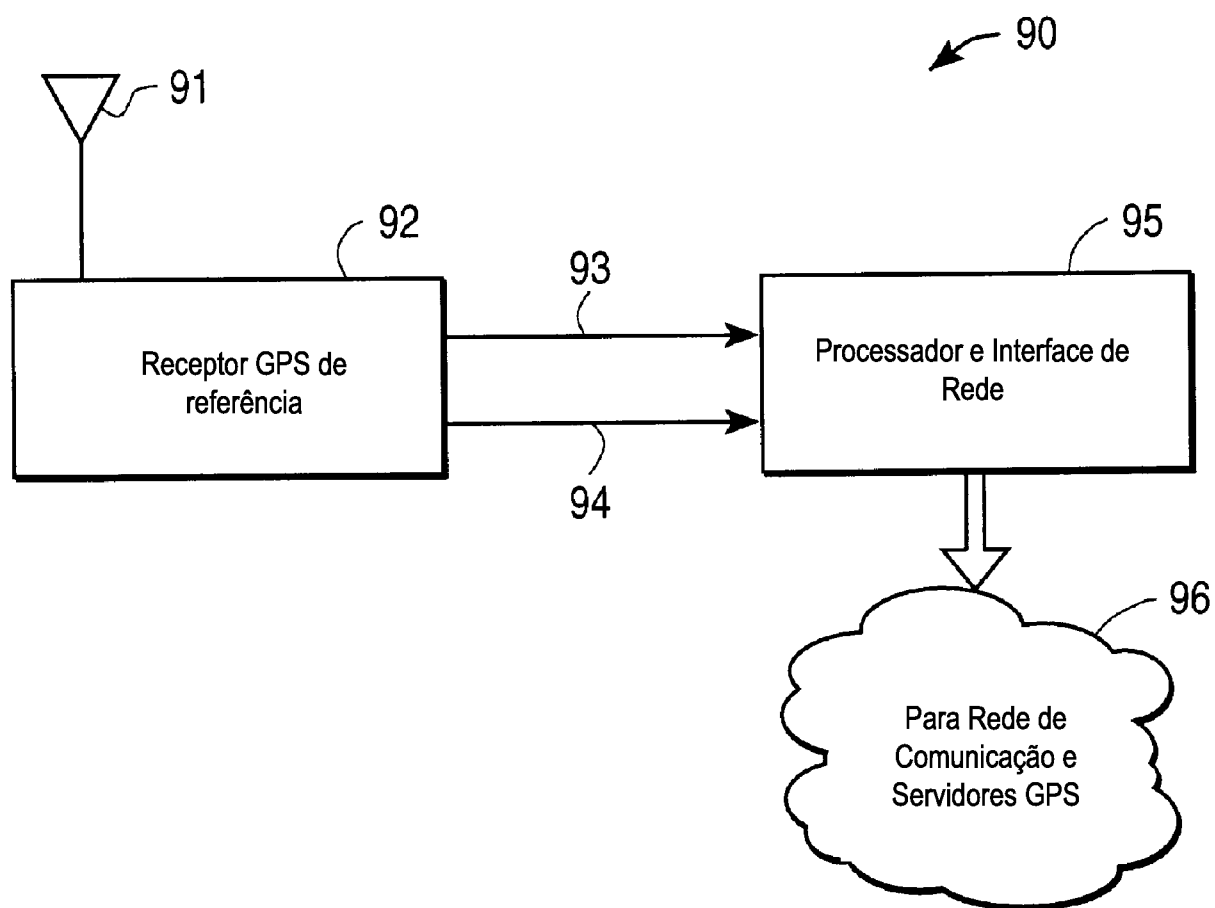


FIG. 3B

201

FONTE DE INFORMAÇÕES BASEADAS EM CÉLULA			
Área de Serviço Celular	Estação Rádio Base Nº	Localização de Estação Rádio Base	Altitude Estimada
A	—	Lat./Long. de A	Alt. de A1
B	B1	—	Alt. de B1
B	B2	Lat./Long. de B2	Alt. de B2

208                      210                      212                      214

FIG. 4

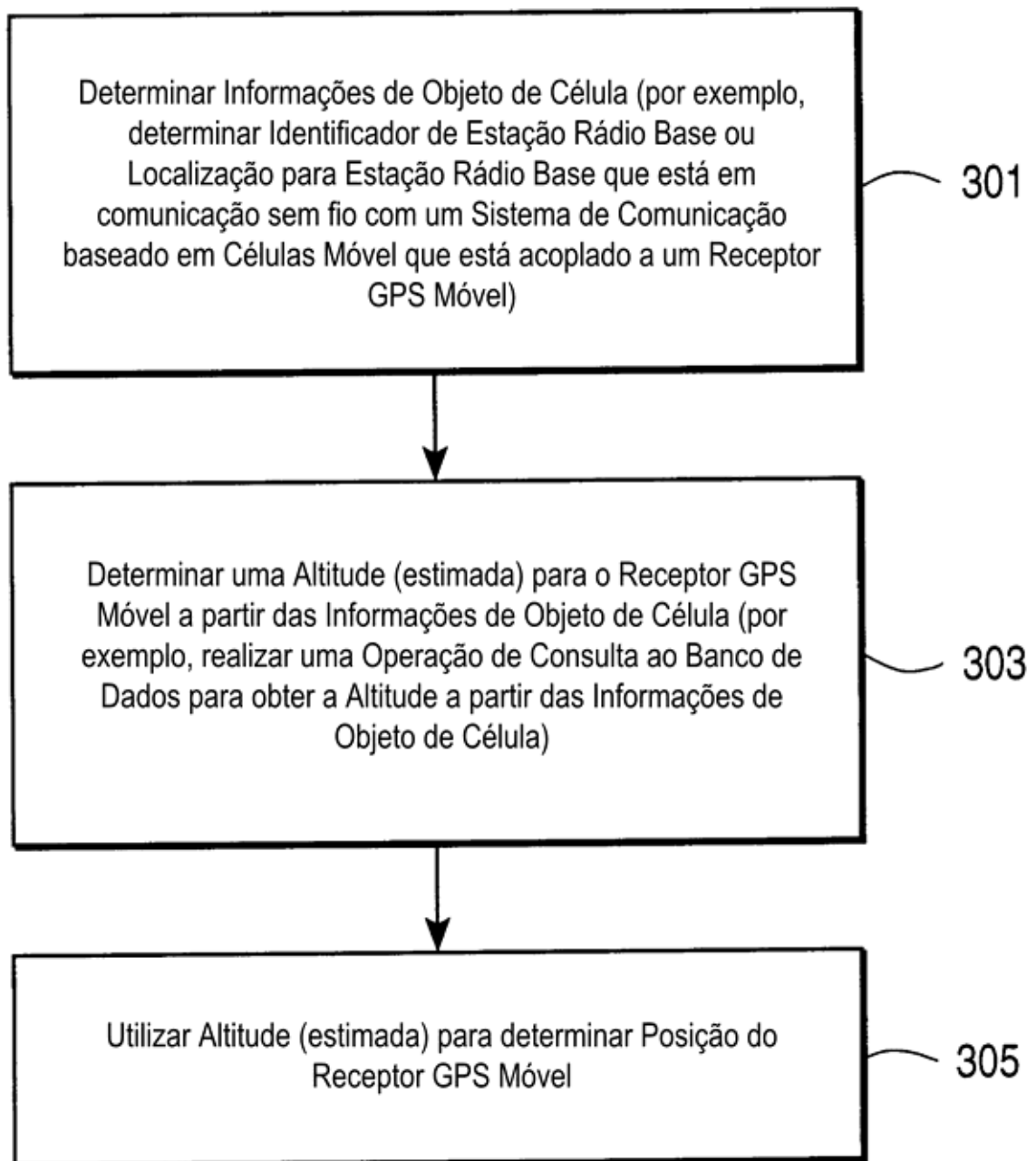


FIG. 5

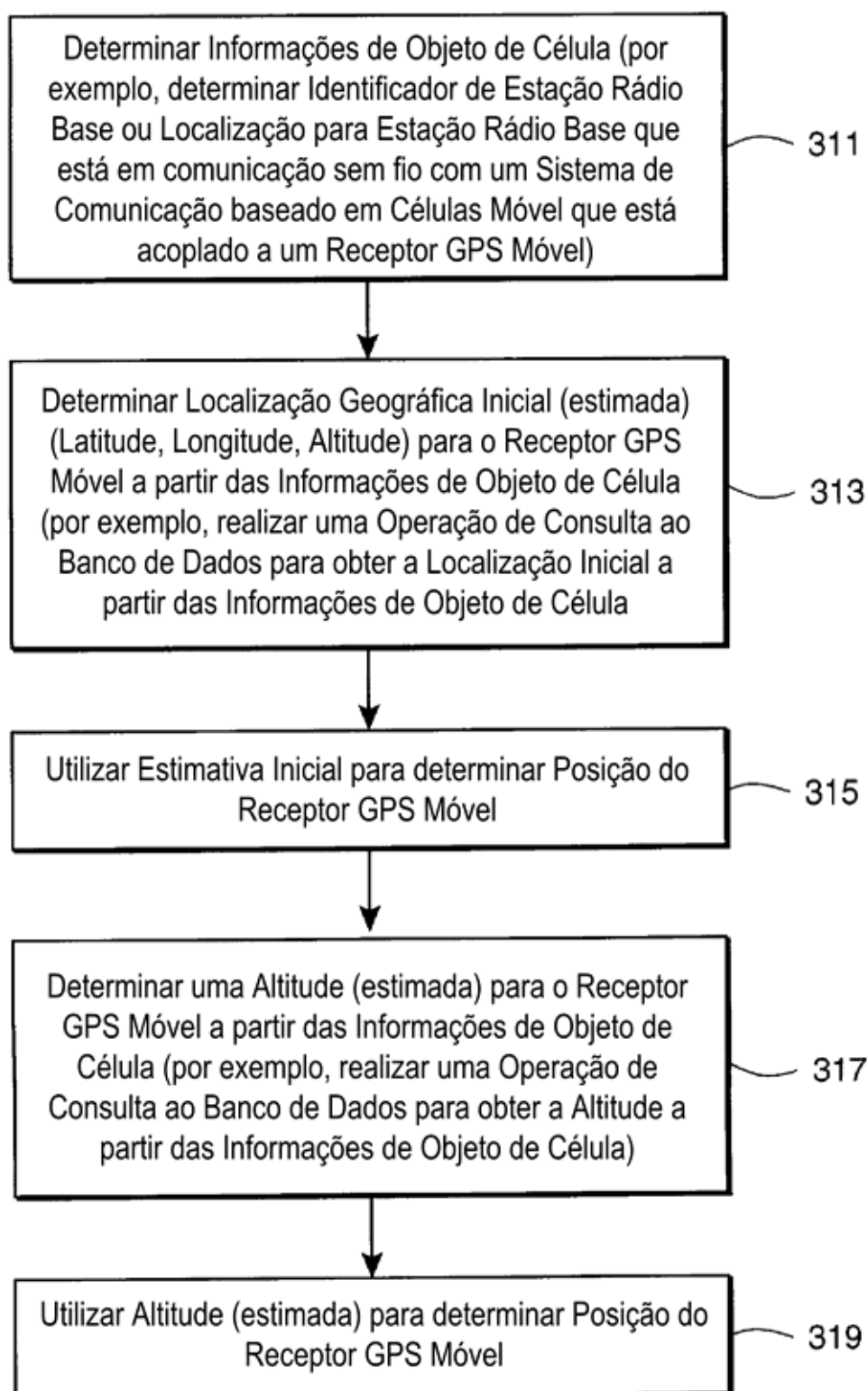


FIG. 5A

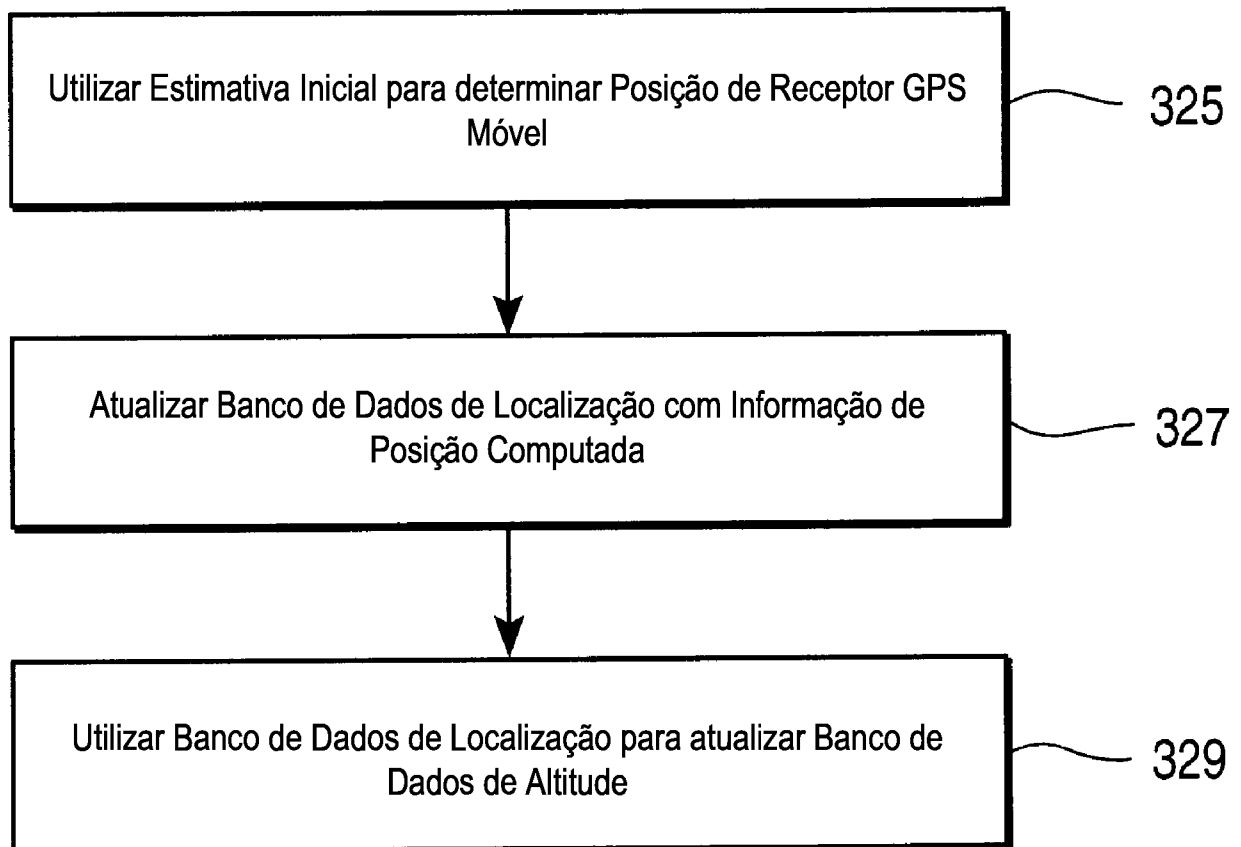


FIG. 5B



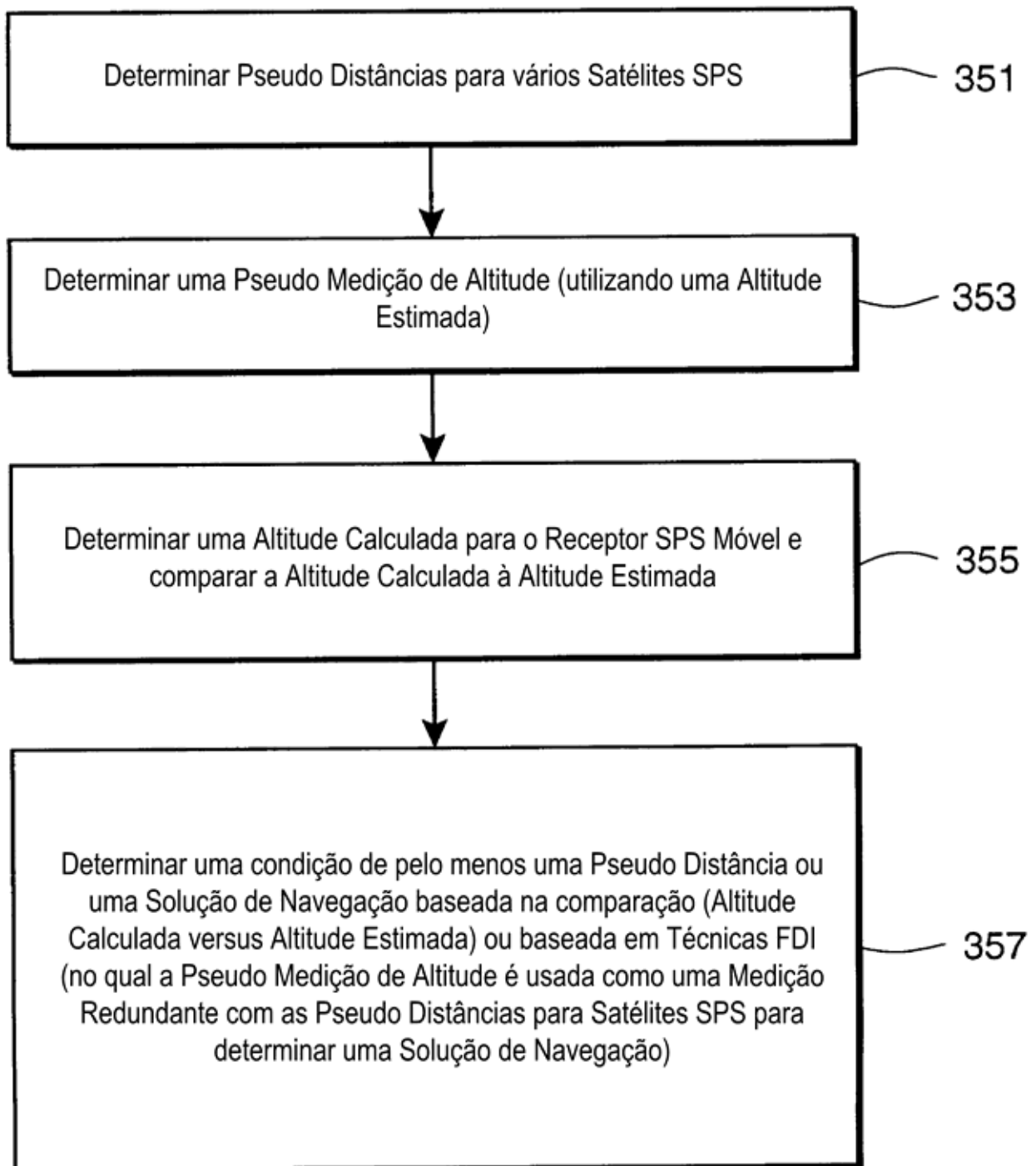


FIG. 6

**RESUMO****"MÉTODO PARA DETERMINAR UMA POSIÇÃO DE UM RECEPTOR DE SISTEMA DE POSICIONAMENTO POR SATÉLITE MÓVEL E ESTAÇÃO DE PROCESSAMENTO DE DADOS"**

5 Um método e um equipamento para determinar uma posição de um receptor de sistema de posicionamento por satélite (SPS) móvel. Em um exemplo de um método, é determinada uma informação de objeto de célula; tal informação de objeto de célula compreende pelo menos um dentre uma localização de  
10 objeto de célula ou uma identificação de objeto de célula. Uma altitude é determinada a partir das informações de objeto de célula que são selecionadas com base em um transmissor de estação rádio base que está em comunicação sem fio com um sistema de comunicação baseado em células que está acoplado (e  
15 tipicamente integrado) ao receptor SPS móvel. A posição do receptor SPS móvel é calculada usando-se a altitude que é determinada a partir das informações de objeto de célula. Em outro exemplo de um método, uma pseudo medição de altitude é determinada a partir de uma estimativa de uma altitude do  
20 receptor SPS móvel. Tal estimativa da altitude pode ser a partir de uma fonte de informações baseada em células em um sistema baseado em células ou pode ser uma altitude média da área de cobertura por rádio de uma estação base sem fio no sistema não baseado em células. A pseudo medição de altitude  
25 pode ser usada como uma medição redundante com técnicas de detecção e isolamento de falhas para determinar se pelo menos uma pseudo distância apresenta uma condição falha. Alternativamente (ou em adição), uma comparação da altitude estimada com uma altitude calculada determina uma condição de  
30 pelo menos uma pseudo distância entre um satélite SPS e o receptor SPS móvel. Em uma modalidade deste exemplo, a posição é determinada a partir de um algoritmo de solução de posição e, caso a condição esteja em um primeiro estado (não um estado de falha) a pelo menos uma pseudo distância é usada no algoritmo  
35 de solução de posição.