

Introdução ao RDS e sua utilização na disseminação de Correções Diferenciais para o DGPS

Eng^o Eno Darci Saatkamp ¹
Prof^a Dr^a Cláudia Pereira Krueger ²

Universidade Federal do Paraná - Departamento de Geomática
Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas
Centro Politécnico – Cx. Postal 19001 – CEP 81531-990 – Curitiba - PR – Brasil

¹ ✉ enosaat@hotmail.com

² ✉ ckrueger@cce.ufpr.br

| Conteúdo | |
|----------|---|
| | 1. Introdução |
| | 2. Princípio básico do DGPS |
| | 3. Introdução ao RDS |
| | 4. Transmissão de Correções Diferenciais através do RDS |
| | 5. Levantamentos e Resultados Preliminares |
| | 6. Conclusões |
| | 7. Referências Bibliográficas |

Resumo: O presente artigo possibilita ao leitor uma introdução ao RDS (Radio Data System) e a sua utilização para a transmissão dos dados de correções da pseudodistância, por meio de emissoras comerciais em FM, para o posicionamento pelo método GPS Diferencial - DGPS.

Palavras chave: DGPS, Radio Data System – RDS.

Abstract: The present article enables to the reader an introduction to the RDS (Radio Data System) and its use for the pseudorange corrections data transmission, by means of commercial FM radio stations, for the positioning by the DGPS method.

Keywords: DGPS, Radio Data System – RDS.

1. Introdução

O Sistema de Posicionamento Global (GPS) tem revolucionado não somente a geodésia, nestes últimos anos, mas também diversas outras áreas técnicas e científicas, e a sua utilização e as áreas de aplicação vêm se tornando cada vez mais amplas. Entretanto, para certas aplicações em tempo real, o posicionamento absoluto não fornece a precisão adequada, podendo ter erros de até 25 m com o uso do código C/A e com a técnica de segurança SA desativada (Divis, 2000, p. 16). Um dos métodos mais empregados para diminuir este erro no posicionamento é o método DGPS (GPS Diferencial), onde se pode “cancelar” grande parte dos erros inerentes ao sistema. Nele, faz-se uso de um receptor de referência, visando a geração de dados de correção de erros (usualmente denominados de correções diferenciais). Pela utilização destas correções no cálculo de sua posição, o receptor usuário do DGPS, que pode ser móvel ou fixo, obtém maior precisão em tempo real, conforme mostram os resultados práticos.

Para que o receptor usuário possa utilizar estas correções, é necessário que se transmita as mesmas até ele. Um dos meios que vem sendo utilizado em alguns países para transmitir estas correções diferenciais são as emissoras de radiodifusão comercial em FM (frequência modulada), através de um padrão denominado **RDS** (*Radio Data System*) (Kopitz & Marks, 1999, p. 189 a 1999; DGPS, 1999):

Como o DGPS por FM-RDS ainda é pouco conhecido no Brasil, pretende-se, com este artigo, que a comunidade científica e a usuária do DGPS obtenha um conhecimento básico a respeito deste sistema e de suas aplicações.

Dessa forma, será exposta, após uma breve revisão dos princípios do DGPS, uma visão geral sobre o RDS, bem como algumas considerações na utilização do mesmo para o DGPS. Também será realizada uma breve apresentação de um destes serviços DGPS por FM-RDS existentes atualmente na Alemanha. Apresenta-se ainda um teste prático e os resultados alcançados em levantamentos DGPS efetuados pelo autor na Alemanha, aplicando um destes serviços.

Este artigo faz parte da pesquisa de doutorado realizada pelo autor, o qual objetiva desenvolver um formato específico para permitir a transmissão das correções diferenciais por FM-RDS, para a utilização no Brasil, uma vez que os dois formatos atualmente existentes e em uso no exterior são proprietários.

2. Princípio básico do DGPS

Sabe-se que a medida da distância entre os centros de fase da antena de um receptor GPS e da antena do satélite, medida pelo receptor GPS, é afetada por diversos erros, e é denominada de pseudodistância.

O princípio básico do método GPS Diferencial (DGPS) vale-se do fato que, dois receptores GPS que rastreiam simultaneamente os mesmos satélites, têm os erros atuantes, dentro de certos limites, correlacionados. A ocupação de uma estação de coordenadas

conhecidas (estação de referência), possibilitará a quantificação dos erros inerentes ao posicionamento absoluto nesta estação. Eles são calculados pela diferença entre as distâncias (calculadas com auxílio das coordenadas verdadeiras) e as pseudodistâncias medidas pelo receptor GPS, para cada um dos satélites. Dentre as fontes destes erros pode-se citar os decorrentes de:

- erros do relógio do satélite e do receptor em relação ao tempo GPS;
- efeito de multicaminho do sinal;
- propagação (refração) do sinal na atmosfera (troposfera e ionosfera);
- efemérides (imprecisão das órbitas); e.
- ruído no receptor.

Os erros decorrentes do ruído do receptor e do efeito do multicaminho não serão, entretanto, atenuados pelo método Diferencial.

As correções diferenciais são transmitidas do receptor de referência ao receptor usuário através de um enlace de comunicação de dados num formato definido pela *Radio Technical Commission for Maritime Services – Special Committee 104* (RTCM, 1998). Elas poderão ser utilizadas para posicioná-lo em tempo real com uma precisão maior do que aquela que seria obtida num posicionamento absoluto. Dentre estas informações, cita-se algumas das mais importantes (para maiores detalhes, consultar RTCM (1998)): a correção da pseudodistância (PRC – Pseudo Range Correction); a taxa de variação da correção (RRC - Range Rate Correction); a identificação do Satélite (SATID); parâmetros das Efemérides; faixa de erro do usuário diferencial (User Differential Range Error - UDRE), etc.

A validade destas correções é função da distância entre as estações de referência e a usuária, isto é, quanto mais próxima a estação usuária estiver da estação de referência, mais correlacionados estarão os erros entre os dois pontos, e melhor será a precisão no posicionamento do receptor nesta estação. Outro fator que degrada a precisão do DGPS é a latência das correções, ou seja, o tempo decorrido entre a geração destas pela estação de referência e sua aplicação pela estação usuária. A latência está relacionada às características técnicas do sistema que efetua os cálculos, o controle e o envio das correções por um meio de transmissão (comunicação). Um fator de influência na latência, o qual pode variar desde unidades a dezenas de segundos, é a capacidade de transmissão de dados do meio de comunicação utilizado, ou seja, sua taxa de transmissão, dada em bits por segundo (bps). Meios com baixa capacidade de transmissão ocasionarão numa latência maior. Para o DGPS, embora o mínimo necessário seja uma taxa de 50 bps, é desejável que se tenha uma taxa de transmissão de pelo menos 100 bps, para que a latência não supere a dezena de segundos. De acordo com Kopitz & Marks (1999, p. 191), para estações distantes de até 1.000 km da estação de referência e à taxa de transmissão das correções de 100 bps, precisões no intervalo de ± 1 a 5 m devem ser esperadas.

3. Introdução ao RDS

O RDS, padronizado desde 1990, foi desenvolvido como um padrão para a transmissão de dados digitais de qualquer natureza utilizando a modulação da subportadora do sinal de radiodifusão de estações FM comerciais. A especificação atual é: *CENELEC, EN 50067: 1998 – Specifications of the Radio Data System (RDS) for VHF/FM broadcasting, European Committee for Electrical Standardisation*. A Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) está trabalhando na adaptação das normas internacionais para o Brasil, e em breve estará disponível o regulamento técnico para utilização do RDS.

O RDS foi inicialmente concebido para prover serviços adicionais a usuários pela utilização de uma nova geração de receptores de rádio "inteligentes". Ultimamente este sistema vem sendo muito utilizado nos Estados Unidos e na Europa também para a transmissão de correções diferenciais para o posicionamento DGPS.

Os dados são transmitidos sincronamente a uma taxa de 1.187,5 bits por segundo (o tom piloto estéreo (19 kHz) dividido por 16), modulados em amplitude com banda lateral dupla e portadora suprimida, centrado em 57 kHz (3 vezes o tom piloto de 19 kHz) (Kopitz & Marks, 1999, p. 28 a 30). A Figura 1 mostra o espectro deste sinal. São transmitidos 11,4 grupos por segundo, com cada grupo consistindo de 4 blocos de 16 bits de dados e 10 bits para correção de erro, conforme se observa na Figura 2. O sistema prevê 16 diferentes grupos de dados ou aplicações, com cada grupo sendo formado por dois tipos (A e B) para as diversas aplicações, conforme pode-se observar na Tabela 01. A seguir dar-se-á uma breve explanação da finalidade dos principais grupos listados nesta tabela (Kopitz & Marks, 1999, p. 42-43):

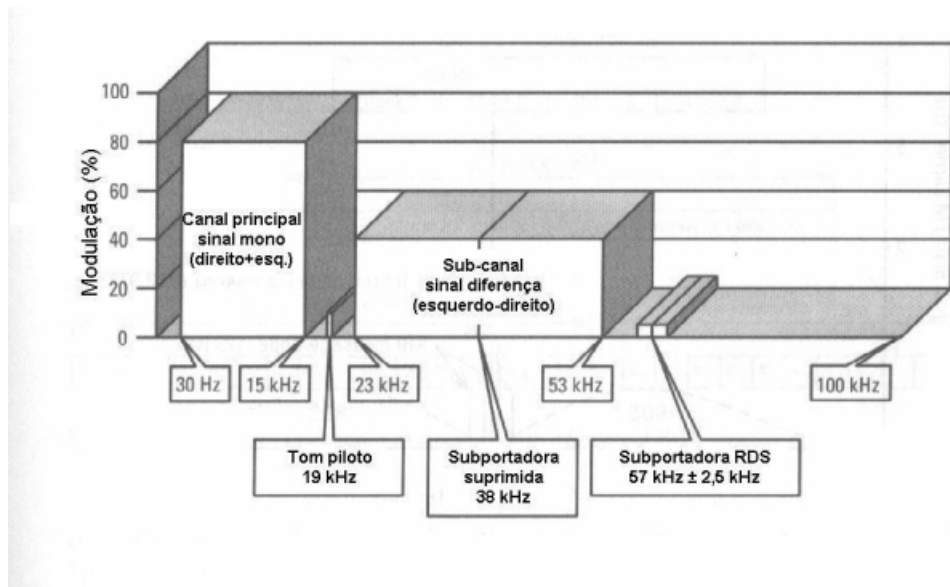


Figura 1 : Espectro de radiodifusão FM estéreo com RDS

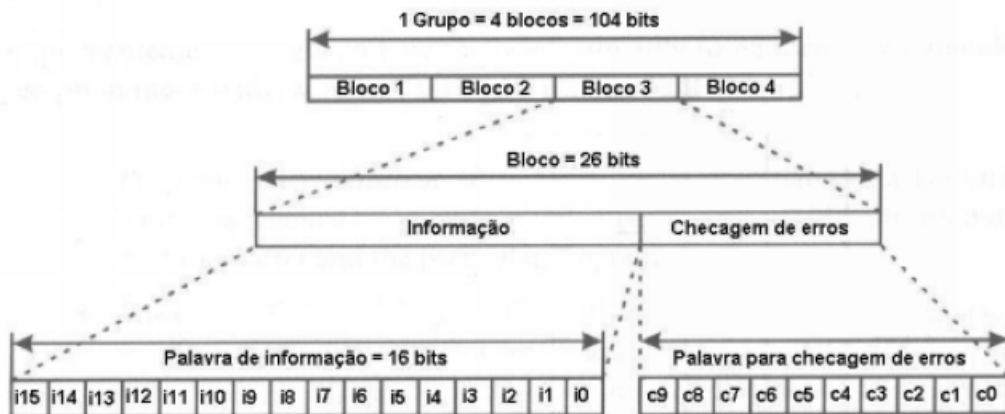


Figura 2 : Estrutura da codificação do RDS

Tabela 1 : Grupos RDS

| Grupo | Descrição de uso |
|-------|---|
| 0A | Informações para sintonia e chaveamento |
| 0B | Informações para sintonia e chaveamento |
| 1A | Número de item de programa (PIN) |
| 1B | Número de item de programa (PIN) |
| 2A | Radiotexto |
| 2B | Radiotexto |
| 3A | Identificação de aplicações para ODA |
| 3B | Aplicações abertas de dados (ODA) |
| 4A | Tempo e data |
| 4B | Aplicações abertas de dados (ODA) |
| 5A | Canal transparente de dados ou ODA |
| 5B | Canal transparente de dados ou ODA |
| 6A | Aplicações internas ou ODA |
| 6B | Aplicações internas ou ODA |
| 7A | Radio Paginação ou ODA |
| 7B | Aplicações abertas de dados (ODA) |
| 8A | Mensagens de tráfego(TMC) ou ODA |
| 8B | Aplicações abertas de dados (ODA) |
| 9A | Avisos de emergência (EWS) ou ODA |
| 9B | Aplicações abertas de dados (ODA) |
| 10A | Nome de tipo de programa (PTY) |
| 10B | Aplicações abertas de dados (ODA) |
| 11A | Aplicações abertas de dados (ODA) |
| 11B | Aplicações abertas de dados (ODA) |
| 12A | Aplicações abertas de dados (ODA) |
| 12B | Aplicações abertas de dados (ODA) |
| 13A | Rádio paginação aumentada ou ODA |
| 13B | Aplicações abertas de dados (ODA) |
| 14A | Inf. de outras redes aumentadas (EON) |
| 14B | Inf. de outras redes aumentadas (EON) |
| 15A | Indefinido |
| 15B | Informações para chaveamento rápido |

- Sintonia básica e informações de chaveamento (grupos 0A e 0B): sistema que permite a pesquisa (busca) automática de estações de rádio e/ou chaveamento do volume do receptor em diferentes níveis, conforme esteja sendo transmitida música ou mensagens (informações de tráfego, por ex.), de acordo com as preferências individuais do ouvinte.
- Número de item de programa (PIN) (grupos 1A e 1B): permite a gravação automática de um determinado programa. A emissora deve transmitir um PIN quando estiver prestes a transmitir um programa em particular.
- Radiotexto (grupos 2A e 2B): permite à emissora enviar informações detalhadas relativas ao programa de áudio (música que está tocando no momento, notícias curtas, mensagens de alerta ou de emergência, etc).
- Hora e data (grupo 4A): quando o codificador RDS dispuser de uma fonte acurada de tempo, um sinal é enviado no início de cada minuto dando a hora e a data.
- Canal transparente de dados (TDC) (grupo 5A ou 5B): permite a transmissão de dados para uma aplicação específica (por ex.: informações públicas mostradas em painéis (display)).
- Aplicações internas (in-house) (grupo 6A ou 6B): pode ser usado pela emissora para transmitir informações e/ou aplicações

internas (transmissor de controle remoto, etc.).

- Rádio mensagem (grupo 7A): para serviços de mensagem (paging).
- Rádio mensagem (grupo 7A): para serviços de mensagem (paging).
- Canal de mensagem de tráfego (TMC) (grupo 8A): para a transmissão de mensagens de tráfego para receptores dedicados (integrados com sistemas de navegação e GPS, por exemplo).
- Sistema de alerta de emergência (grupo 9A): pode ser usado por um serviço de resgate para transmitir mensagens de emergência.
- Nome do tipo de programa (PTYN) (grupo 13A): informação sobre a classificação do programa de áudio que está sendo transmitido (rock, jazz, popular, etc).
- Aplicações abertas de dados (ODA – Open Data Application): aberto para aplicações particulares e não previamente especificadas. Dentre estas aplicações, cita-se o DGPS, utilizando-se tipicamente o grupo 5A ou 11A para esta finalidade.
- grupo ODA tipo B permite 21 bits utilizáveis (para dados), enquanto que cada grupo ODA tipo A permite 37 bits utilizáveis.

A alocação e o uso de um grupo ODA deve ser indicado pelo grupo 3A, para identificar e indicar ao receptor/decodificador RDS da aplicação em uso. É importante destacar que dos 1.187,5 bps, apenas 673,7 bps são para informações, e o restante é utilizado para correção de erros e endereçamento (Kopitz & Marks, 1999, p. 277). Estes 673,7 bits ainda devem ser divididos para as diversas aplicações (grupos). A quantidade de bits que restam para ODA vai depender de quantos grupos estiverem sendo utilizados para as outras aplicações. Na Alemanha, utilizam-se, na prática, em média 1,5 grupos ODA por segundo (57 bps) para o DGPS (Lindstrot, 1998, p. 191).

Como percebe-se, o RDS tem uma capacidade para transmissão de dados bastante limitada. A sua grande vantagem, entretanto, é que o mesmo se utiliza de uma estrutura de transmissão (as emissoras de rádio) já existente, e, portanto, a implementação de tal sistema necessita de um investimento relativamente pequeno.

4. Transmissão de Correções Diferenciais através do RDS

O formato das palavras de um quadro de mensagem RTCM é diferente do formato de um grupo RDS, e por isso aquele precisa ser rearranjado (codificado) para o formato do RDS.

A utilização de apenas um grupo ODA (37 bits de informação) por segundo, para a transmissão de mensagens RTCM, é insuficiente. Segundo Kopitz & Marks (1999, p. 195), para nove satélites, são necessários em média 680 bits para a transmissão do quadro de mensagem RTCM tipo 1, ou seja, seriam necessários mais de 18 grupos ODA. Se for transmitido apenas 1 grupo ODA por segundo, haverá uma latência relativamente grande. Ainda, caso na recepção os dados sejam rejeitados pela checagem de erros, devido a erros ocorridos durante a transmissão, seria necessário esperar outro quadro de informações, diminuindo muito a confiabilidade do sistema. Por isso, foram desenvolvidos formatos compactos específicos para DGPS por RDS, na Alemanha e nos Estados Unidos da América. Estes formatos permitem que os dados de correção de cada satélite sejam alocados num único grupo ODA. Deste modo, a latência é reduzida e a confiabilidade aumentada. Entretanto, estes formatos são proprietários, ou seja, não há um padrão público para a transmissão de correções diferenciais por RDS.

Naturalmente que, do lado do usuário, após estas correções terem sido recebidas pelo receptor/demodulador FM-RDS, elas devem ser reconstruídas no formato RTCM (decodificação), para que o GPS possa aplicar as mesmas de modo transparente. Na figura 3 mostra-se a estrutura básica necessária ao posicionamento com o DGPS usando FM-RDS. Os processos de codificação RTCM=>RDS e de decodificação RDS=>RTCM são efetuados pelos programas desenvolvidos para tal tarefa. O modulador RDS é o equipamento que fica junto à emissora e que vai introduzir as informações no formato RDS junto ao sinal a ser irradiado pela mesma.

Na Alemanha, tem-se um sistema denominado RASANT (Radio Aided Satellite Navigation Technique), o qual transmite as correções diferenciais por meio de uma rede de emissoras públicas de rádio FM com o RDS, com cobertura em todo o país. Para que os dados RTCM pudessem ser enviados pelo RDS, uma comissão formada por técnicos e engenheiros do LVerM NRW (*Landesvermessungamt Nordrhein-Westfalen*) e da WDR (*Westdeutscher Rundfunk*) desenvolveram, em 1996, o formato especial para o RASANT. Trata-se de um formato compacto, para a codificação do formato RTCM para o RDS (AdV, 1996, p. 7-9 e AdV, 1998, p. 21-26). O processo de codificação e decodificação é realizado basicamente por dois programas por eles desenvolvidos, a saber:

RASREF: programa para codificação dos dados do formato RTCM para o formato RDS-RASANT, na estação de referência;

RASKOMBI: programa para decodificação dos dados RDS-RASANT para RTCM, na estação usuária.

Como já foi dito, o formato RDS-RASANT e os programas associados não são de domínio público. O usuário que deseja utilizar o serviço RASANT deverá adquirir um receptor/decodificador específico, desenvolvido por algumas empresas na Alemanha mediante contrato com o LVerM NRW. Entretanto, uma vez que o usuário tenha adquirido o decodificador, a utilização do serviço é grátis, já que uma parcela do dinheiro pago pelo decodificador é destinada à manutenção do sistema. Os preços dos receptores/decodificadores RDS-RASANT variam entre DM* 1.000,00 (receptor simples) e DM 4.000,00 (receptor com sintonizador FM duplo e GPS embutido) (AdV 1998, p. 23). *1 DM equivale aproximadamente a 1 Real.

O RASANT também está sendo utilizado na Espanha, por meio de um acordo entre a Rádio Nacional da Espanha (RNE) e o Instituto Geográfico Nacional (IGN), denominado de projeto RECORD (Radiodifusión Española de Correcciones Diferenciales).

Um outro formato existente para a transmissão de correções diferenciais por RDS é utilizado pela DCI (Differential Corrections Inc.), uma empresa dos Estados Unidos da América. Entretanto, não se tem maiores detalhes a respeito deste sistema.

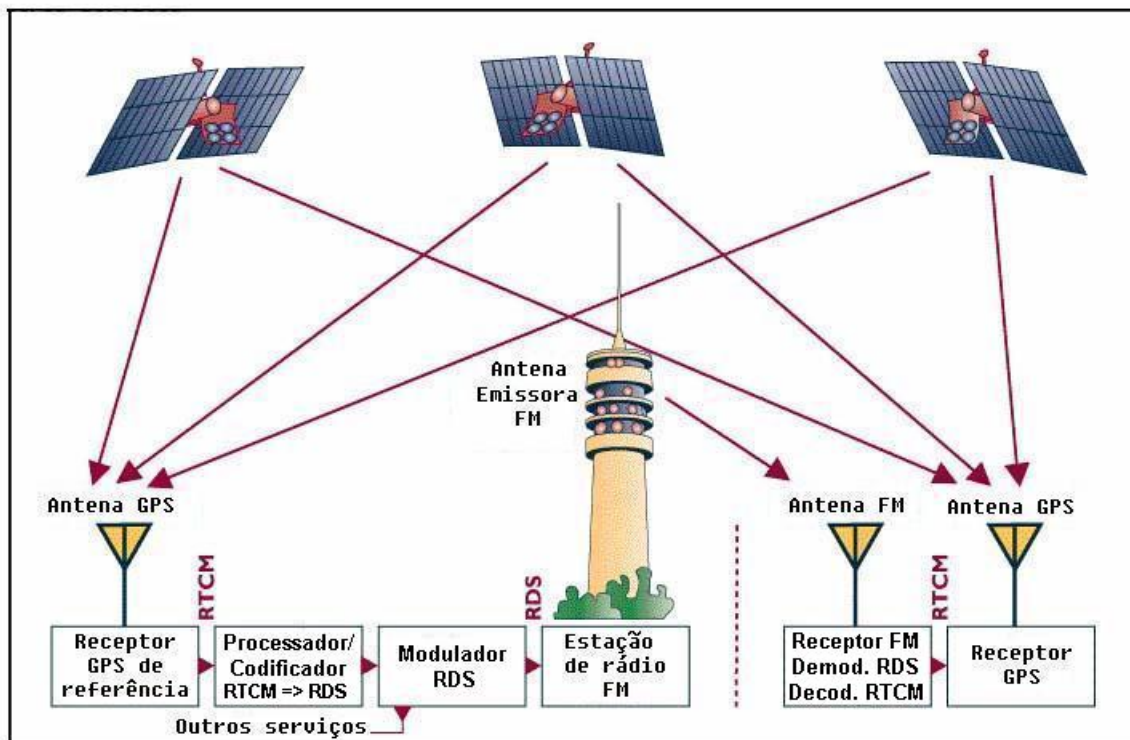


Figura 3 : Princípio e estrutura básica para o posicionamento DGPS usando FM-RDS

5. Levantamentos e Resultados Preliminares

Visando adquirir um conhecimento prático e verificar o funcionamento do sistema, efetuaram-se alguns levantamentos DGPS estáticos com o RASANT, na Alemanha. Eles foram efetuados no *Institut für Erdmessung (IfE)*, Universidade de Hannover, utilizando-se o esquema mostrado na figura 4. A antena GPS foi instalada num pilar pertencente à base de calibração do IfE. Ela foi conectada a dois receptores Ashtech Z-XII, através de um divisor de sinal. Enquanto um dos receptores efetuava o rastreo pelo método absoluto, o outro efetuava, simultaneamente, o rastreo pelo método diferencial, utilizando as correções fornecidas pelo RDS-RASANT. Os rastreios foram repetidos para equipamento receptor FM/demodulador RDS/decodificador RASANT de três diferentes fabricantes. A estação de referência, provedora das correções diferenciais, situava-se próximo a Hamburgo, distando 105 km do local onde foi efetuado o rastreo (Hannover).

Para auxiliar na análise dos dados colhidos, foi escrito um programa em linguagem MATLAB. Ele gera dois tipos de gráfico: um mostrando os erros no plano, ou seja, os desvios (diferenças) da latitude e longitude medidas em relação à coordenada verdadeira, exposto nos gráficos das figuras 5 e 6; e outro, mostrando a distribuição acumulada dos erros para faixas de 1/3 em 1/3 de metro, desde 0 a 8 metros, exposto nos gráficos das figuras 7 e 8.

Embora o posicionamento absoluto com os receptores geodésicos já forneça uma acurácia relativamente boa (erros abaixo de 6 m), observa-se uma melhora da mesma no posicionamento diferencial, com o uso das correções fornecidas pelo RASANT. Percebe-se que para o método diferencial, entretanto, há diversos pontos dispersos. Este fato ocorreu devido à dificuldade de recepção do sinal FM-RASANT no local onde foram efetuados os rastreios, com a perda periódica de sua recepção. Assim, houve períodos momentâneos nos quais o receptor GPS efetuou o cálculo das coordenadas pelo método absoluto. Em locais com boa intensidade de sinal, em princípio, tal fato não deve ocorrer.

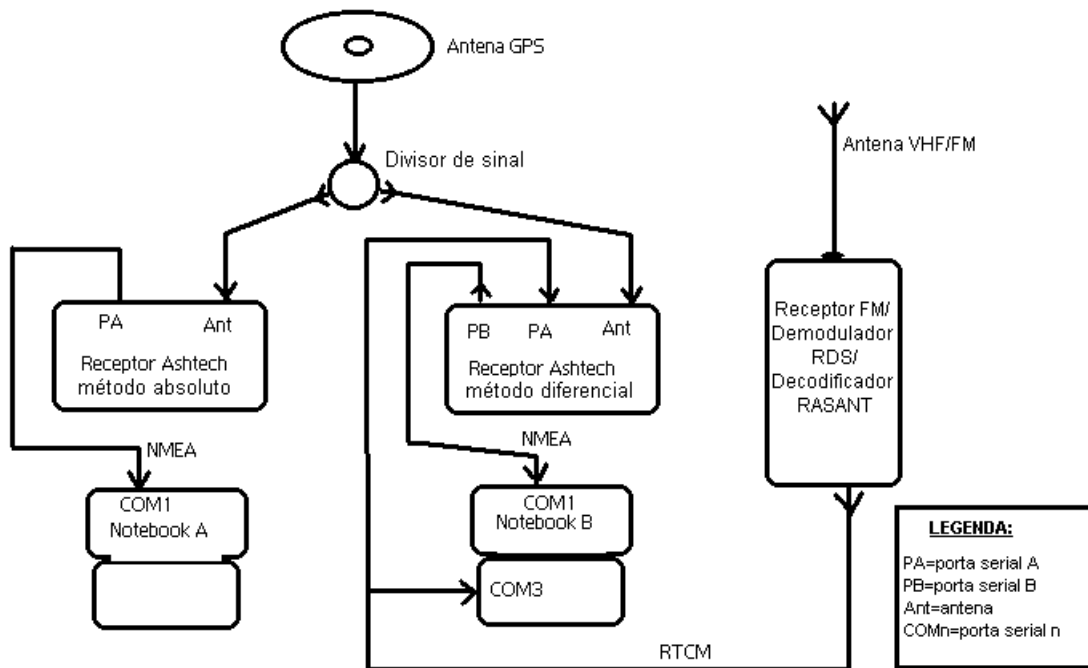


Figura 4 : Esquema utilizado para o rastreamento GPS/DGPS, a leitura e o armazenamento dos dados

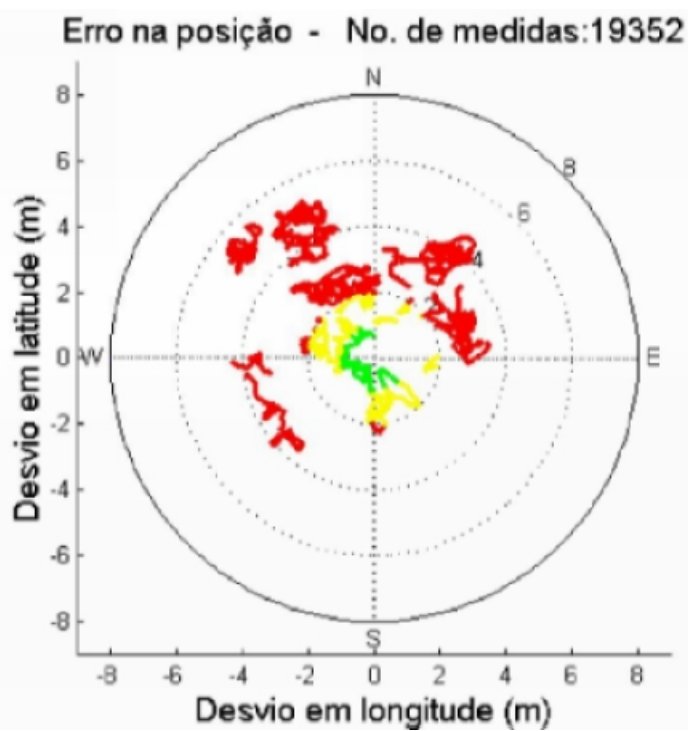


Figura 5 : Posição dos erros pelo método absoluto

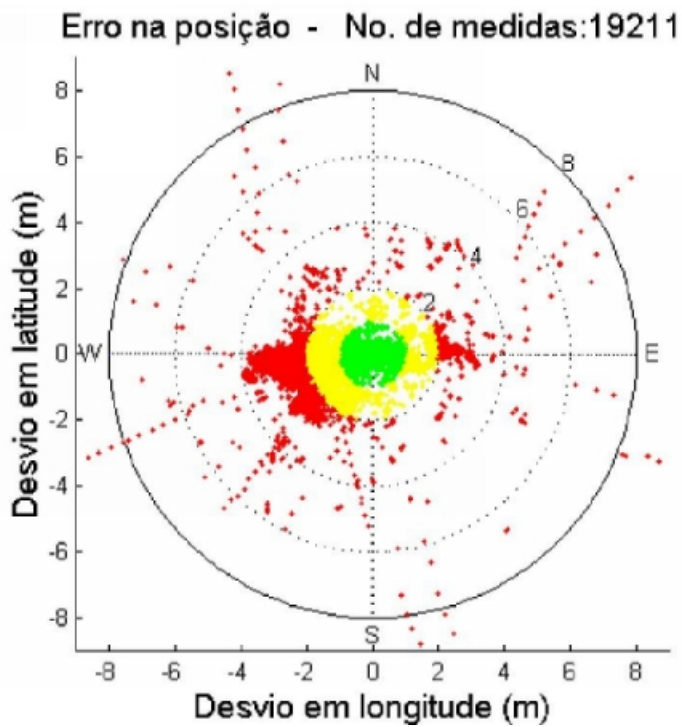


Figura 6 : Posição dos erros pelo método diferencial

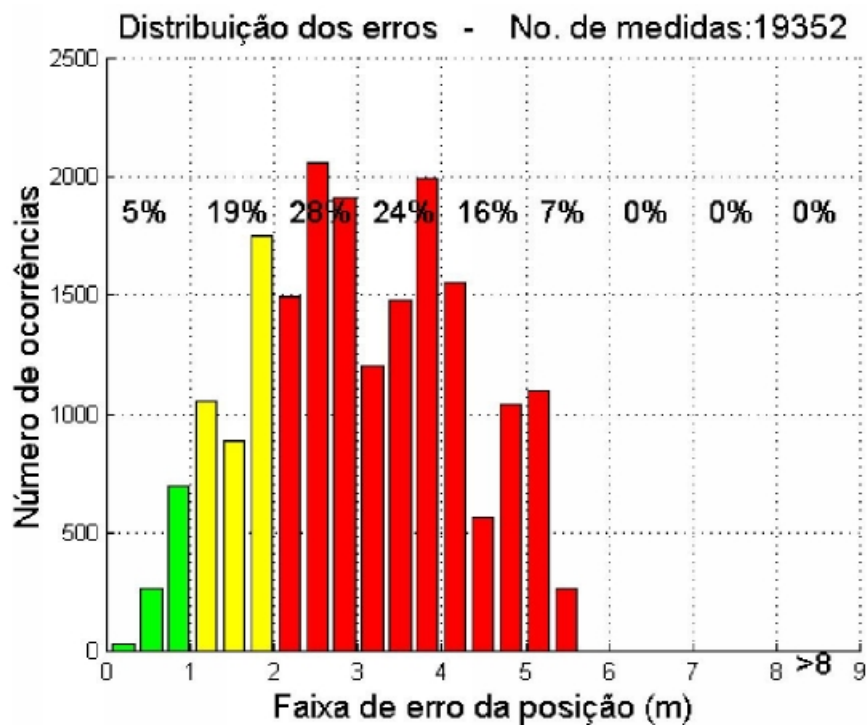


Figura 7 : Distribuição dos erros pelo método absoluto

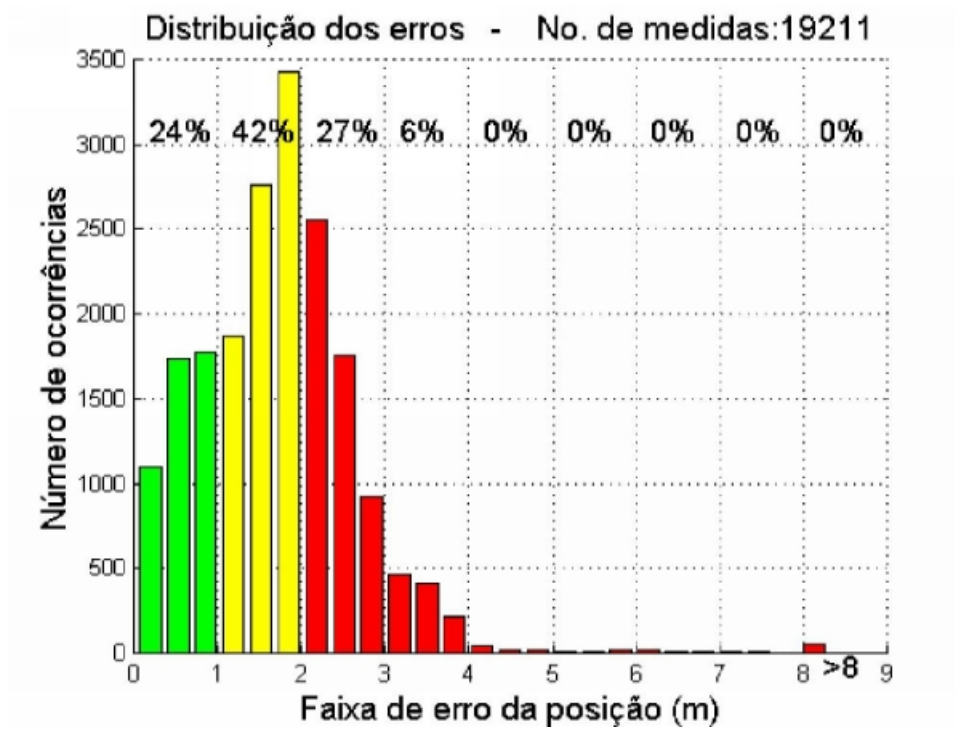


Figura 8 : Distribuição dos erros pelo método diferencial

Na tabela 2 tem-se o resultado estatístico dos rastreios. Observa-se que, para o método diferencial, tanto a média dos erros quanto o desvio padrão são menores, em comparação ao método absoluto.

Tabela 2 : Resultados estatísticos do levantamento

| Método | Média dos Erros Absolutos | Desvio Padrão |
|-------------|---------------------------|---------------|
| Absoluto | 2,81 m | 2,69 m |
| Diferencial | 1,60 m | 1,62 m |

6. Conclusões

O RDS é um sistema ainda a ser explorado no Brasil, e conta com um grande potencial de aplicação, principalmente para a transmissão de correções diferenciais para o posicionamento pelo método DGPS, além das outras aplicações previstas para o mesmo, não exploradas neste artigo. Sua grande vantagem é o baixo investimento necessário para a implantação do mesmo, uma vez que ele utiliza a estrutura de emissoras FM já existente. Por outro lado, é bastante limitado em termos da capacidade de transmissão dos dados. Esta é uma característica que obriga a otimização de seu uso, como é o caso do desenvolvimento dos formatos para a transmissão de correções diferenciais, e em cujo tema o autor deste artigo vem desenvolvendo suas pesquisas.

Mostraram-se as características básicas do RDS, algumas considerações para seu uso no DGPS, e viu-se que os resultados de sua aplicação para a transmissão de correções diferenciais são satisfatórios, sendo uma opção relativamente econômica aos usuários do DGPS.

Aos poucos, espera-se que o tema RDS seja ser melhor conhecido e explorado no Brasil.

7. Referências Bibliográficas

Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Lander der Bundesrepublik Deutschland (AdV). *Bericht der Expertengruppe GPS-Referenzstationen im Arbeitskreis Grundlagenvermessung*, Deutschland, 1998.

Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Lander der Bundesrepublik Deutschland (AdV). *RASANT – Realisierung des Echtzeit-Positiniungs-Service EPS*, Deutschland, 1996.

Divis, D. A. SA: *Going the Way of the Dinosaur*. GPS World, June 2000.

Kopitz, D.; Marks, B. *RDS: The Radio Data System*; Artech House Publishers, Boston-London, 1999.

RTCM. *RTCM recommended standards for differential GNSS (Global Navigation Satellite Systems) Service.* Versão 2.2. Paper 11-98/SC104-STD, RTCM Special Committee n°104, Alexandria, 1998.

Lindstrot, W. *DGPS-Datenübertragung in Echtzeit.* Verm.-Ing. 4/1998.

DGPS. *Performance of an FM Sub-Carrier (RDS) Based DGPS System.* Disponível em <http://www.dgps.com/paper1.htm>. Acesso em 23 mar 1999.

U.S. Government Document. *Technical Characteristics of the NAVSTAR GPS.* Navtech Seminars & Navtech Book and Software Store, Inc., June 1991.

