

# **MODELO REGIONAL DA IONOSFERA PARA USO EM POSICIONAMENTO COM RECEPTORES GPS DE UMA FREQUÊNCIA**

*A Regional Ionospheric Pattern for Using in Positioning whit a Single Frequency  
GPS Receptor*

Paulo Oliveira Camargo

Doutorado

Orientador: João Francisco Galera Monico

Luiz Danilo Damasceno Ferreira

Defesa: 17/12/1999

Resumo: A maior fonte de erro maior no posicionamento e navegação com GPS, na ausência da disponibilidade seletiva (AS), é devida à refração ionosférica. Seu efeito causa, respectivamente, um atraso no código e avanço na fase, de uma mesma quantidade. A magnitude deste erro é afetada pelo movimento diurno do sol, estação do ano, ciclo solar, localização geográfica do receptor e campo magnético da Terra. Como bem conhecido, o efeito sistemático provocado pela ionosfera é o principal fator limitante no posicionamento de precisão, quando se utiliza receptores de uma frequência, que seja no posicionamento por ponto ou no posicionamento relativo de linhas base médias e longas. Um modelo representado pela série do tipo de Fourier foi implementado e os parâmetros estimados a partir de dados coletados pelas estações ativadas da RBMC (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Satélites GPS). Os dados de entrada do modelo podem ser as observáveis pseudodistâncias, pseudodistâncias filtradas pelas fase das portadoras ou fase das portadoras, coletadas nas portadoras L1 e L2. Controle de qualidade baseado no teste estatístico Qui-quadrado ( $c_2$ ) foi implementado para a análise da qualidade do ajustamento, bem como o teste de significância dos parâmetros, com o objetivo de validar os coeficientes da série. As observáveis pseudodistâncias filtradas pelas fase das portadora proporcionaram parâmetros com melhor precisão. Experimentos foram realizados no Brasil, usando dados coletados como receptores de dupla frequência. Afim de validar o modelo, valores estimados para as coordenadas de algumas estações de referências foram comparados com os considerados verdadeiros. Para o posicionamento por ponto, foram considerados como valores

verdadeiros as coordenadas conhecidas da estação. Já no relativo, considerou-se as coordenadas obtidas a partir do processamento da combinação linear livre do efeito da ionosfera. As discrepâncias em relação aos valores considerados verdadeiros indicaram uma redução do erro, em média, da ordem de 80,7% e 41,7%, respectivamente, para o posicionamento por ponto e relativo de linhas de base entre 10Km e 215 Km. Estes resultados indicam que mais pesquisas devem ser realizadas afim de prover suporte aos usuários de receptores GPS de uma frequência, necessitando realizar posicionamento relativo. Porém, no posicionamento por ponto, os resultados proporcionaram discrepâncias da ordem de 1 (um) metro para as coordenadas cartesianas, o que mostra potencialidade do modelo.

**Abstract:** The largest error source in the positioning and navigation with GPS, in the absence of the selective availability (SA), is due to the ionospheric refraction. Its effects cause code delay and phase advance, of the same amount. The magnitude of this error is affected with time of day, season, solar cycle, geographical location of the receiver and magnetic field of the Earth. As it is well known, the ionosphere is the main drawback for high accuracy positioning when using single frequency receivers either for point positioning or relative positioning of medium and long baselines. The effect of the ionosphere is investigated in the determination of point positioning and relative positioning using single frequency data. A model represented by a Fourier series type was implemented and the parameter estimated from data collected by the active stations of RBMC (Brazilian Network for Continuous Monitoring of GPS satellites). The model data input can be the pseudo range, pseudo range filtered by carrier phase or carrier phase observables, collected by carriers, L1 and L2. Quality control based on the Chi-square ( $\chi^2$ ) statistical test was implemented for the analysis the quality of the adjustment, as well the parameter significance test, with the objective to validate the estimated parameters of the series. The observables pseudo range filtered by carrier phase provided parameters with better precision. Experiments were carried out in Brazil, using data collected with dual frequencies receivers. In order to validate the model, the estimated values for coordinates station were compared with “ground truth”. For point positioning the known coordinates of the station were considered as “ground truth”. In the relative positioning the coordinates obtained by processing the ionospheric free combination were the “ground truth”. The discrepancies – ““ground truth” minus estimated value – indicated a reduction better than 80,7 % and 41,7% respectively, for the point positioning and relative positioning of baselines ranging from 10 km to 215 km. These results give an indication that more research has to be carried in order to provide support to the single frequency GPS users, who to realize relative positioning. However, in the point positioning, the results provided discrepancies better than 1 m for the cartesian coordinates, indicating the potentiality of the model.