

CAPÍTULO 8

CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Na primeira parte deste capítulo resumiremos as conclusões deste trabalho. Na segunda parte apresentamos as sugestões para outras aplicações do GPS, assim como sugestões que poderiam ser testadas e desenvolvidas em trabalhos futuros.

8.1 Conclusões

Com o trabalho foi mostrado que o sistema de posicionamento global por satélites, GPS é um sistema com muitas capacidades, que além de ser um sistema de radionavegação, pode ser aplicado também em radiocomunicações.

O resultado para efeito de análise pode ser dividido em duas partes: (1) predição do GIM e (2) predição parâmetros importantes para comunicações.

Na primeira parte, analisamos os diferentes mapas globais que existem (CODE, NRCan, JPL, ESA, UPC) e a estimativa que faz nosso programa Kantor-Dulanto (PKD). O método usado para predição foi o método de máxima entropia, que é baseado em um processo regressivo, com uma base de dados de 30 dias.

Os resultados obtidos da predição do GIM foram comparados com os outros mapas disponíveis. Pode observar-se que os resultados do nosso programa apresentaram boa concordância com todos eles, apresentado as mesmas variações, valores máximos na anomalia equatorial ($\cong 15^{\circ}\text{N}$ e 20°S , entre 13:00 a 14:00 Hora local) e valores mínimos em latitudes médias e altas (entre 03:00 a 05:00 Hora local).

Cabe ressaltar que existem pequenas diferenças entre o mapa gerado pelos coeficientes (expansão de harmônicos esféricos) utilizado pela CODE em relação ao mapa

observado e processado depois por eles. Também analisamos nossa predição com a gerada pelos coeficientes processados do mesmo dia, pois nossa aproximação seria com os coeficientes e não com os valores processados. A maior parte do mapa global, apresentou uma diferença próxima de zero e em pequenas áreas, diferenças inferiores a 20 UTEC.

Observando as várias comparações e análises de como deveria ser o comportamento do Conteúdo Total de Elétrons na Terra, chegamos à conclusão que nosso programa se apresenta como uma boa alternativa para prever o TEC no mundo, pois é um método simples, econômico, com uma precisão razoável, tendo informação disponível durante as 24 horas do dia e em quase toda a Terra.

Na segunda parte analisamos os diferentes softwares que fazem predições de frequência. Escolhemos como exemplo um transmissor em São José dos Campos (Brasil) e o receptor no porto do Callao (Perú), para o dia 16 de março de 2002. Nosso software faz gráficos do excesso de atraso de tempo e a frequência crítica para a camada f_oF2 , o qual é um parâmetro fundamental para determinar a MUF e a FOT. Estes valores previstos foram introduzidos em fórmulas e com algumas constantes, foi feita uma predição da MUF e FOT. Pode observar-se que nossa predição tem valores máximos do TEC na região da anomalia equatorial, em concordância com os outros programas para horários próximos as 15:00 HL, em que é previsto trabalhar em frequências mais altas, pela máxima influência diurna do sol, e os valores mínimos são para as 05:00 HL, horário em que a influência solar é mínima.

As predições de frequência crítica da camada F2, assim como os cálculos de excesso de atraso de tempo, não devem apresentar problemas (considerando que a predição de coeficientes é válida), pois se derivam de fórmulas ou aproximações.

A predição da frequência ótima de trabalho não foi configurada em nosso programa, pois existem várias constantes ou fatores externos que variam em função da posição e tempo, e poderia fazer-se melhores aproximações, mas ainda assim o resultado foi bom.

Analisando os diferentes programas de predições de frequência em HF, chegamos a conclusão que o sistema GPS se apresenta como uma boa alternativa para determinar e prever excesso de atraso de tempo, calcular a frequência crítica da camada F2, e prever a MUF, FOT e LUF.

8.2 Sugestões

Existe um grande potencial no sistema GPS, pois este pode ser uma fonte de dados praticamente interminável (o sistema já tem projeção até o ano 2050). A informação obtida entre um receptor ou estação qualquer, com um satélite posicionado a 20200 km de altura, pode ser usado para diversas áreas do conhecimento humano, e com a futura habilitação do sinal L5 (1176,45 MHz) devem aparecer novos usos e aumentar a precisão dos existentes.

Na área da ionosfera, o sistema se apresenta como uma ferramenta útil de estudo, pois é fácil de implementar, acessível em qualquer instante (24 horas do dia) e em quase qualquer ponto da Terra ou próximo de ela. O trabalho pode ser usado para novas pesquisas no campo da geofísica espacial, como no estudo do TEC, determinação de distúrbios ionosféricos, comparação com modelos de TEC plasmasférico ou TEC Faraday, etc. Pode-se também desenvolver-se e adaptar ao programa de Fedrizzi (1999) para obter a leitura direta de um receptor de GPS de dupla frequência e determinar o TEC local.

Na área de comunicações, o programa pode ser desenvolvido para fazer cálculos de frequências críticas das outras camadas F1, E e D, assim como cálculos diretos da frequência ótima de trabalho. Não foram completadas estas funções, porque é nossa intenção continuar pesquisando quais seriam os valores das diferentes constantes e parâmetros externos, que se ajustariam melhor à nossa realidade (hemisfério Sul), pois muitos dos coeficientes foram calculados tomando a maioria de medidas no hemisfério Norte, o que pode observar-se claramente no gráfico das estações do IGS.

Na área espacial e de sensoramento remoto, deve-se ter em conta o excesso de atraso de tempo, para escolher as melhores frequências de comunicação e de controle dos satélites, pois muitos dos trabalhos ou medições que se realizam são de alta precisão.

Seria interessante para a estimativa de parâmetros testar outros métodos como filtro de Kalman e mínimos quadrados.

Na área da meteorologia, poderia ser interessante ler e processar mapas globais de parâmetros meteorológicos para fazer estimativas dos diferentes fatores climáticos.