

# RECONSTRUÇÃO DO CONTEÚDO ELETRÔNICO TOTAL DA IONOSFERA UTILIZANDO ANÁLISE ESPECTRAL DE DADOS HISTÓRICOS

João Vítor Bernardi Rohr<sup>1</sup> (UFSM, Bolsista PIBITI/CNPq)

Dr. Adriano Petry<sup>2</sup> (INPE, Orientador)

## RESUMO

A descrição analítica de modelos para o Conteúdo Eletrônico Total (TEC) da ionosfera apresenta alta complexidade e elevado custo computacional. Sendo assim, com a grande quantidade de dados já existentes é de interesse a utilização de métodos de aprendizado de máquina e ciência de dados para a mais rápida previsão do TEC da ionosfera através de indicadores de atividade solar. Dando continuidade ao trabalho anterior, neste também se buscou a modelagem da dinâmica da ionosfera durante longos períodos (1 a 3 anos) fazendo uso da análise espectral através da Transformada Discreta do Cosseno (DCT). As variáveis solares analisadas como *features* do modelo foram o número relativo de manchas solares (RSN), índice F10.7 e 39 bandas de fluxo fotônico (PF) de extremo ultravioleta (EUV) obtidos através do modelo empírico Solar2000. A fim de condensar as 39 bandas de fluxo fotônico em apenas uma variável foi proposta uma nova *feature* baseada na média ponderada pelos coeficientes de correlação de Pearson de cada uma das bandas, nomeada por simplicidade como PF combinado. Para o presente trabalho foram considerados apenas os modelos de regressão linear e máquina de vetores de suporte (SVM). Além disso, o conjunto de dados foi aumentado para 19 anos (2003-2021) tanto em valores de TEC como de dados solares o que permitiu a análise de desempenho com o aumento dos anos de teste e maior tempo de treino. Por fim, desenvolveu-se um código geral em que é possível se subdividir a simulação em diferentes modelos individuais separados por um período de dias do ano, sazonal por exemplo, pelos solstícios e equinócios. Analisando o desempenho de modelos treinados com certas combinações de *features* ficou notável que aqueles com F10.7 e algumas bandas separadas de PF desempenharam muito abaixo do que aqueles treinados somente com RSN e/ou PF combinado, os quais atingiram erros de 2.8 TECu, quando comparados com dados de TEC fornecidos pelo International GNSS Service (IGS). De outro modo, com variáveis de F10.7, RSN e PF das três primeiras bandas, mas agora com divisão sazonal, o valor de RMSE ficou em torno de 2 TECu para todo o período de teste. Todavia, observou-se que a utilização apenas de RSN e/ou PF combinado não obtém benefícios significativos da divisão sazonal, pois com estas *features* o comportamento periódico sazonal é suprimido.

Palavras-chave: Conteúdo Eletrônico Total. Previsão. Aprendizado de Máquina. Modelagem Sazonal. Ionosfera. Total Electron Content. Forecasting. Machine Learning. Seasonal Modeling. Ionosphere.

<sup>1</sup>Aluno do curso de bacharelado em Engenharia Aeroespacial – E-mail: joao.rohr@acad.ufsm.br

<sup>2</sup>Tecnologista Sênior – E-mail: dr.adriano.petry@gmail.com