



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

Análise da Qualidade das Sondagens Atmosféricas inferidas via Satélite no CPTEC-INPE

Jaya Ausha Munta

Relatório Final de Projeto de Iniciação Científica (PIBIC/CNPq/INPE), orientado por

Dra. Simone Sievert da Costa

Ms. Weber Andrade Gonçalves

DSA/CPTEC/INPE Cachoeira Paulista – SP 2009

RESUMO

Os satélites meteorológicos oferecem uma oportunidade única de obtenção de perfis termodinâmicos em regiões do globo que não apresentam uma densa rede de estações meteorológicas de ar superior, como no Hemisfério Sul por exemplo. Além disso, os satélites permitem que perfis sejam obtidos em intervalos de tempo muito menores do que quando obtidos por radiossondagens convencionais. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo verificar a qualidade dos perfis de temperatura e umidade inferidos pelo satélite Terra. Esta validação será realizada a partir do cálculo de índices estatísticos comparativos entre os dados provenientes do satélite e de radiossondas. A principal contribuição deste trabalho é oferecer de maneira operacional, no site da DSA/CPTEC/INPE, validações mensais dos produtos de sondagens atmosféricas inferidos pelo satélite TERRA. Contribuindo para um acompanhamento contínuo da qualidade dos dados gerados pelo satélite, favorecendo estudos futuros relacionados ao aprimoramento dos métodos de inferência. Nesta pesquisa é utilizado o satélite de órbita polar TERRA, que apresenta duas passagens sobre o continente sul-americano, por volta das 01:00 e 13:00 UTC . O sensor utilizado é o MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*), que para a realização da inferência dos perfis termodinâmicos da atmosfera utiliza 11 canais situados na banda do infravermelho com uma resolução espacial de 1 km. Os perfis termodinâmicos são obtidos pelo modelo de inversão da Equação de Transferência Radiativa (ETR), IMAPP (*International MODIS/AIRS Processing Package*), oferecendo o produto final com uma resolução de 10 km. Para a concretização deste trabalho foi montado um banco de dados orbitais e de radiossonda, disponibilizados pela DSA/CPTEC. Posteriormente, foram implementados programas para a comparação dos dados provenientes de satélite e de radiossonda. Os dados provenientes do satélite e das radiossondas apresentam-se em níveis distintos, impossibilitando uma comparação quantitativa entre os níveis de pressão. Sendo assim, realiza-se a interpolação dos dados das radiossondagens para que as mesmas possam ser comparadas diretamente com os dados do satélite Terra. Os resultados preliminares de temperatura e umidade para

o mês de março mostram que o valor de temperatura e da umidade da satélite nos alguns níveis pressão aproxima da valor de radiossonda por onde nos alguns níveis varia muito.

ABSTRACT

Verification of the quality of the profiles of temperature and humidity inferred by satellite and radiosonde

The meteorological satellites provides a unique opportunity to obtain thermo dynamical profiles in global regions where there isn't a dense network of meteorological stations in the higher layers of the atmosphere, for example in the Southern Hemisphere. Moreover, the satellites allow obtaining profiles that are regularly collected at much lower intervals of time than when obtained by conventional radiosondings. In this context, the aim of this work to verify the quality of the profiles of temperature and humidity inferred by the Terra satellite. This evaluation will be performed from the statistical calculation of indices for the comparison between the data obtained from the satellite and the Radiosonde. The main contribution of this work is to provide a operational way, to the DSA / CPTEC / INPE website, validations of atmospheric soundings products inferred by TERRA satellite monthly. Contributing to a continuous monitoration of the quality of data generated by satellite, to facilitate future studies related to the improvement of inference methods. This research has used polar orbiting Terra satellite, which passes twice on the South American continent, around 01:00 and 13:00 UTC. The sensor used is the MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer), which performs the inference of the thermodynamic profiles of the atmosphere using 11 channels located in the infrared band with a spatial resolution of 1 km. The thermodynamic profiles are obtained by inversion of the model equation of radiative transfer (ETR), IMAPP (International MODIS / AIRS Processing Package), providing the final product with a resolution of 10 km. This work was assembled a database of orbital and Radiosonde, provided by the DSA / CPTEC/ INPE. Later, programs were implemented for the comparison of data calculated by satellite and measured by Radiosonde. Data from the satellite and radiosondas are shown in different levels, it is impossible a quantitative comparison between the levels of pressure. Though the interpolation is carried out using the radiosondings so that they can be compared directly with data from the Terra satellite.

SUMÁRIO

1 FUNDAMENTACAO TEORICA

- 1.1 Radiossonda – Estação de observação de altitude
- 1.2 Inferência de perfis verticais na DSA/CPTEC
- 1.3 Objetivo de presente estudo

2 DADOS METEOROLOGICOS

- 2.1 Satélite
- 2.2 Radiossonda

3 MÉTODOLOGIA

- 3.1 Desenvolvimento de um Sistema Computacional Operacional
- 3.2 Interpolação
- 3.3 Separar arquivos de satélite onde tem estações da radiossonda
- 3.4 Gerar Matrizes
- 3.5 Gerar Estatística

4 RESULTADOS

- 4.1 Comparações entre MODIS/TERRA e Radiossonda
- 4.2 Atividades complementares
 - 4.2.1 Criação de banco de dados do Satélite NOAA- 18 sobre Argentina
 - 4.2.2 Projeto de colaboração com o ministério da saúde e Programa sol amiga

5 CONCLUSÃO

CAPÍTULO 1

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais (DSA) vinculada ao Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), tem desenvolvido: técnicas para extração de informações a partir de dados transmitidos por satélites meteorológicos, pesquisas aplicadas, acompanhamento de novas missões de satélites ambientais visando permanente atualização no uso de novos sensores e na análise de oportunidades em missões nacionais e estrangeiras. Como atividade de suporte e transferência de conhecimento, a DSA/CPTEC elabora aplicativos para tratamento de imagens, disponibiliza metodologias para setores operacionais e oferece treinamento na área. Em relação às sondagens atmosféricas, a DSA/CPTEC possui um amplo conjunto de dados de perfis verticais inferidos via diversos satélites e observados via radiossonda, permitindo a comparação destes dados. Neste capítulo uma breve revisão do funcionamento de uma radiossonda e dos dados de sondagens da DSA/CPTEC é apresentada.

1.1 - RADIOSSONDA - ESTAÇÃO DE OBSERVAÇÃO DE ALTITUDE:

Uma radiossonda é um conjunto de instrumentos e sensores que medem basicamente a temperatura do ar, umidade relativa e pressão atmosférica, enquanto é elevada na atmosfera até alturas típicas da ordem de 30 km, por um balão inflado com gás hélio. O deslocamento da sonda é registrado por uma antena GPS (*Global Position System*) que permite a medida da direção e velocidade do vento. Os dados observados são enviados via rádio para a estação receptora no solo que os processa, gera uma mensagem codificada e a envia para o NCEP (*National Centers for Environmental Prediction*) onde ocorrerá a distribuição global. A radiossonda foi inventada pelo meteorologista soviético Pavel Molchanov o qual lançou o primeiro modelo em 30 de janeiro de 1930. denominada "271120", a radiossonda decolou às 13h44min (hora de Moscou) de Pavlovsk, na União Soviética e atingiu uma altitude de 7,8 Km, na qual mediu a temperatura de -40,7 °C. Trinta e dois minutos após o lançamento, a radiossonda enviou a primeira mensagem aerológica para os centros meteorológicos de Leningrado em Moscou. Atualmente, as radiossondas modernas podem medir ou calcular as seguintes variáveis: pressão atmosférica, altitude, temperatura, temperatura do ponto de orvalho e vento (velocidade e direção). Essas medições são realizadas em inúmeras áreas do globo terrestre, contudo,

devido a custos operacionais diversas regiões ainda não apresentam uma cobertura de lançamento de radiossondas satisfatória.

1.2 - INFERÊNCIAS DE PERFIS VERTICAIS NA DSA/CPTEC

Na área de sondagens atmosféricas, a DSA vem aplicando modelos de inversão usando radiâncias obtidas a partir dos seguintes satélites meteorológicos e ambientais: TIROS/NOAA (*Television Infrared Observation Satellite/National Oceanic and Atmospheric Administration*), TERRA, AQUA e GOES-10 (*Geostationary Operational Environmental Satellite*). Análises do nível de qualidade dos perfis verticais de temperatura e de umidade inferidos via satélite é de grande importância, dado que estes perfis são essenciais na previsão de curtíssimo prazo (“nowcasting”), e no processo de assimilação de dados dos modelos de previsão numérica de tempo, que segundo Kidder e Haar (1995), começaram a ser realizadas em 1969 com dados do Satélite Nimbus 3. Nesta seção são apresentadas as características dos satélites e dos métodos físicos matemáticos usados na inferência de sondagens na DSA/CPTEC.

1.2.1 - NOAA 18

O programa de satélites NOAA18 é gerenciado pela *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), através do *National Environmental Satellite Data and Information Service* (NESDIS), e pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA). A órbita de satélite NOAA 18 é polar a uma altitude de aproximadamente 850 km. O sondador deste satélite é ATOVS (*Advanced TIROS Operacional Vertical Sounders*), o qual apresenta 20 canais. Este produto é gerado pelo pacote IAPP (*International ATOVS Processing Package*) desenvolvido por Li et al.(2000).

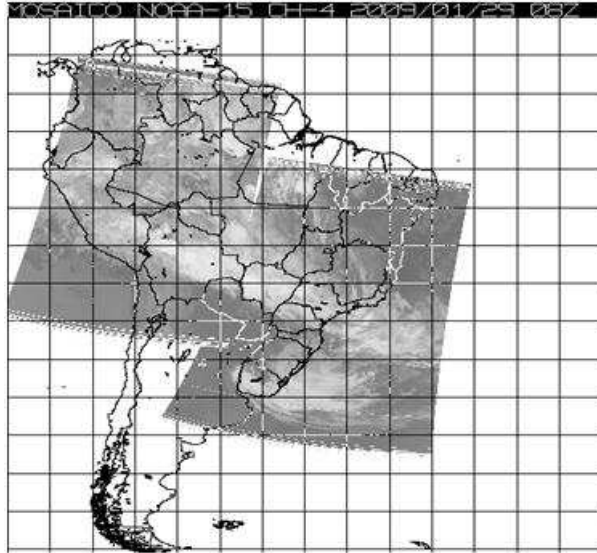
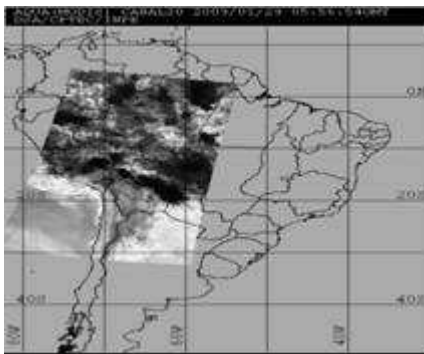


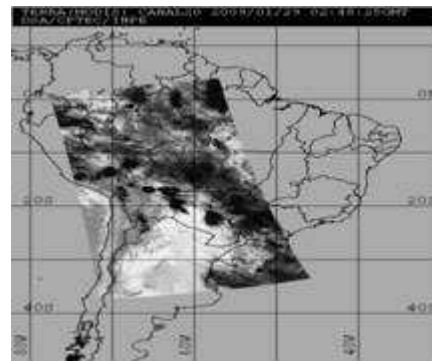
Figura 1 – exemplo de imagens do satélite NOAA 18.

1.2.2 - AQUA e TERRA

Estes satélites pertencem ao Sistema de Observação da Terra da NASA. O sensor usado para inferência dos perfis são AIRS (AQUA) e MODIS (TERRA e AQUA). O sensor MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) é o principal instrumento a bordo do satélite Terra (EOS AM-1) e Aqua que também transportava o HSB (Humidity Sensor for Brazil), sensor brasileiro de umidade atmosférica.



(a)



(b)

Figura 2 – Imagens do satélite (a) AQUA e (b) TERRA

1.3 Objetivo

Satélites meteorológicos e ambientais vêm permitindo estimar perfis de temperatura e concentrações de gases atmosféricos, tais como vapor d' água, monóxido de carbono, metano entre outros, contribuindo para uma compreensão da atmosfera, sua hidrodinâmica e as transformações de energia (Kaplan, 1959). Devido à importância destes perfis é necessário avaliar o desempenho do seu sistema de inferência. Assim, O objetivo deste trabalho é verificar a qualidade dos perfis de temperatura e razão de mistura inferidos pelo satélite TERRA. Esta validação será realizada a partir do cálculo de índices estatísticos comparativos entre os dados provenientes do satélite e de radiossondas. A principal contribuição deste trabalho é oferecer de maneira operacional, no site da DSA/CPTEC/INPE, validações mensais dos produtos de sondagens atmosféricas inferidos pelo satélite TERRA. Contribuindo para um acompanhamento contínuo da qualidade dos dados gerados pelo satélite, favorecendo estudos futuros relacionados ao aprimoramento dos métodos de inferência.

CAPÍTULO 2

DADOS METEOROLÓGICOS

Os dados utilizados neste trabalho são radiâncias estimadas via satélite e perfis verticais de temperatura e razão de mistura provenientes de radiossondas. As fontes destes dados são brevemente descritas abaixo.

2.1 SATÉLITE

As radiâncias utilizadas nesta pesquisa são provenientes do satélite de órbita polar chamado TERRA. O satélite TERRA, desenvolvido pela NASA (*National Aeronautics and Space Administration*), foi lançado em 18 de dezembro de 1999 no projeto EOC (*Earth Observing System*). A inclinação deste satélite é 98,2°. Os dados obtidos começaram a ser coletados em fevereiro de 2000. Os sensores implantados no satélite TERRA são: MODIS, ASTER, CERES, MISR e MOPITT. O sensor MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*), que é usado neste estudo para a realização da inferência dos perfis termodinâmicos da atmosfera utiliza 11 canais situados na banda do infravermelho com uma resolução espacial de 1 km. Os perfis termodinâmicos são obtidos pelo modelo de inversão da Equação de Transferência Radiativa (ETR) - IMAPP (*International MODIS/AIRS Processing Package*). O IMAPP oferece o produto final com uma resolução de 10 km. O satélite Terra geralmente apresenta duas passagens sobre o continente sul-americano, por volta das 01:00 e 13:00 UTC. Estas sondagens atmosféricas obtidas pelo satélite permitem monitorar as características termodinâmicas da atmosfera em grandes áreas, principalmente onde existe uma carência de dados de observações de ar superior (CINTRA et al., 2005; LI e HUANG, 1999; WARK e FLEEMING, 1966).

2.2 RADIOSSONDA

Os dados de radiossondas que foram utilizados para desenvolver este trabalho são relacionados à temperatura e à razão de mistura em várias estações distribuídas sobre a América da Sul (Figura 3), e disponibilizadas a partir de um banco de dados pertencente à DSA/CPTEC/INPE.

Table 1 – Satellite sensor and operational retrieval scheme used in the vertical profiles at DSA-CPTEC/INPE.

Características Técnicas	
sensor	MODIS
Orbit	polar
Product Spatial Resolution (km)	1
Satellite Overpass	~ 3:00,14:00 and 15:00 UTC
Inversion model scheme	IMAPP-MOD07 PGE03_v4.3
N. of levels retrieved	20
N. of channels in the retrieval	36 (11)
First Guess	Regression

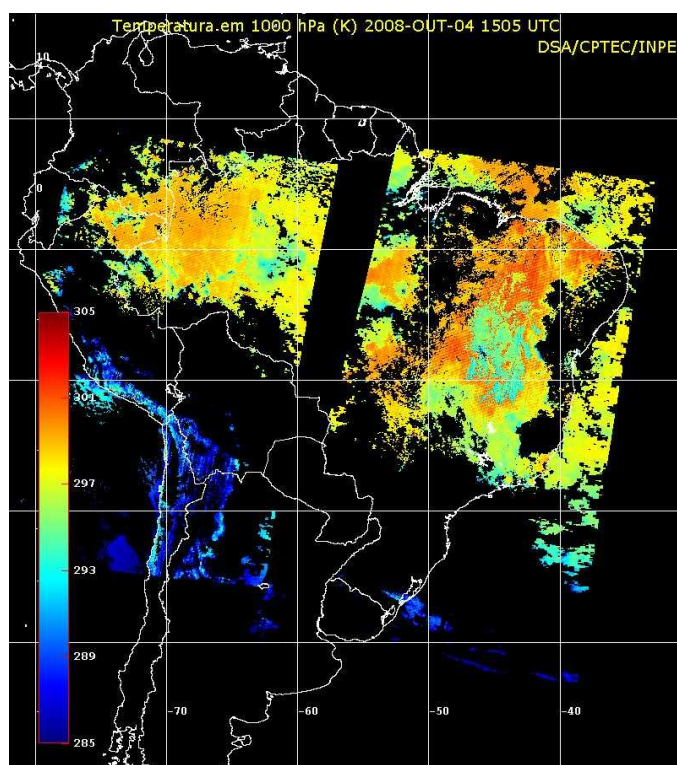


Figura X – Temperatura a 1000 mbar inferida através do satélite TERRA sensor MODIS.

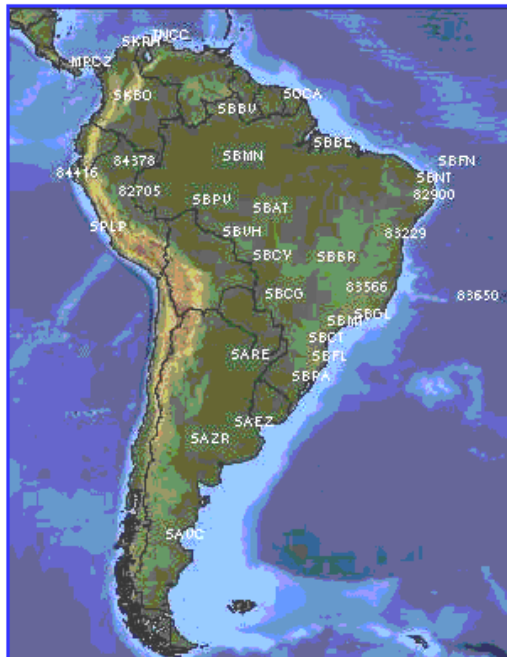


Figura ? – Mapas das estações de lançamento de radiossondas (fonte: <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>).

CAPÍTULO 3

MÉTODOLOGIA

Neste estudo foram utilizados dados de satélite e radiossondas. As radiossonda são lançadas todos os dias aproximadamente as 00 e 12 UTC. Atualmente, a rede de Estações de Altitude no Brasil conta com aproximadamente 40 estações e são lançadas geralmente nos aeroportos e distribuída pelos órgãos operacionais: INMET, o Departamento de Controle do Espaço a Aéreo (DECEA) e a Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha (DHN). Os dados de radiossonda são disponibilizados na pagina da internet da Universidade de Wyombe Estados Unidos <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>. Neste estudo foram usados apenas os perfis de temperatura inferidos pelos satélites GOES10 e NOAA18, os quais estão disponíveis no banco de dados da DSA/CPTEC (<http://satellite.cptec.inpe.br/acervo/imgacervo.jsp?idProd=2026>). Para a avaliação dos perfis inferidos pelo sensor MODIS/TERRA foi necessário programar um algoritmo na linguagem MATLAB que lê os dados da radiossonda e plota os perfis verticais. Cada

etapa deste trabalho é mostrado em forma de uma fluxograma. As etapas são descritas separadamente.

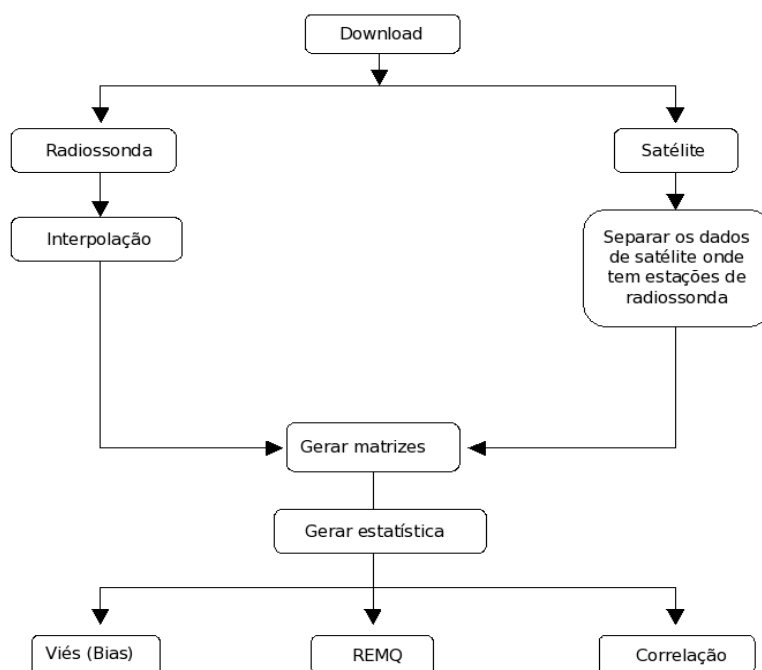


Figura 4. Fluxograma da Metodologia

3.1 Desenvolvimento de um Sistema Computacional Operacional :

Foi criado um programa que transfere os arquivos do satélite Terra do banco de dados de DSA/CPTEC/INPE em formato HDF (Hierarchical Data Format) para a máquina local. Adicionalmente, foi gerado outro programa que baixa os arquivos da radiossonda do mesmo banco de dados da radiossonda da DSA/CPTEC/INPE em formato .txt. Cada arquivo da radiossonda mostra, numericamente, as sondagens medidas nas várias estações da Brasil.

3.2 Interpolação:

Os dados provenientes do satélite e das radiossondas apresentam-se em níveis distintos, impossibilitando uma comparação quantitativa entre os níveis de pressão. Sendo assim, realiza-se a interpolação dos dados das radiossondas para que as mesmas possam ser comparadas diretamente com os dados do satélite Terra.

3.3 Separar arquivos de satélite onde tem estações da radiossonda:

Neste passo do projeto, os dados de satélite para a grade que está mais próximo ao sitio de lançamento de radiossonda foi extraído. A distância entre o pixel do satélite e o ponto de lançamento é de aproximadamente 1 grau, o que equivale a uma distancia de 100 km de área.

3.4 Gerar Matrizes:

Foram geradas matrizes de dados de satélite e radiossonda através de um programa MATLAB.

3.5 Gerar estatísticas:

Os índices estatísticos que foram calculados para a realização das validações deste trabalho são: Viés (Bias), REMQ e Correlação. O Viés é um termo usado em estatística para expressar o erro sistemático. O viés é calculado pela diferença entre o dado estimado (X) e o observado (Y) (<http://pt.wikipedia.org/wiki/Viés>) através de:

$$viés(v) = \frac{\sum_{i=1}^N (X - Y)}{N},$$

em que N = número de observações. Numericamente, a equação acima mostra que a viés é uma divisão do somatório das diferenças de valores calculados e observados dividido pelo número total de observações realizadas mensalmente.

Raiz erro de média quadrática (REMQ) é definida como a raiz quadrada da média aritmética dos quadrados dos elemento, expressa por:

$$remq = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X - Y)^2}{N}}$$

Em teoria da probabilidade e estatística, **correlação**, também é chamada de **coeficiente de correlação**, indica a força e a direção do relacionamento linear entre duas variáveis aleatórias. A correlação é a medida padronizada da relação entre duas variáveis. A correlação nunca pode ser maior do que um (+1) ou menor do que menos um (-1). Uma

correlação próxima a zero indica que as duas variáveis não estão relacionadas. Uma correlação positiva indica que as duas variáveis movem juntas, e a relação é forte quanto mais a correlação se aproxima de um. Uma correlação negativa indica que as duas variáveis movem-se em direções opostas, e que a relação também fica mais forte quanto mais próxima de menos 1 a correlação ficar. Duas variáveis que estão perfeitamente correlacionadas positivamente movem-se essencialmente em perfeita proporção na mesma direção, enquanto dois conjuntos que estão perfeitamente correlacionados negativamente movem-se em perfeita proporção em direções opostas;

$$\text{correlação} = \frac{\sum_{i=1}^N (X - \bar{X}) \times (Y - \bar{Y})}{(\sigma X - \sigma Y)}$$

CAPÍTULO 4

RESULTADOS

4.1. - COMPARAÇÃO ENTRE OS PRODUTOS DE SATÉLITE TERRA E RADIOSSONDA

Neste estudo foram realizadas comparações entre os produtos de satélite TERRA e radiossonda. A comparação entre estes produtos foi considerada para determinadas datas onde havia dados disponíveis simultaneamente para radiossonda e satélite durante o mês de março de 2009. Os resultados são apresentados em termos da amostra mensal.

5.1 Temperatura:

As figuras 5(a), 5(b), 5(c) apresentam as curvas de viés, REMQ, correlação entre as temperaturas do satélite Terra e radiossonda. O satélite Terra tem uma tendência de subestimar em 1.5 K os valores de temperatura em relação à radiossonda, enquanto que o REMQ aproxima de 1.7K no nível de 920mbar e aproxima de 1.3 K no nível de 200mbar. O satélite Terra apresenta uma pobre correlação com os dados da radiossonda.

5.2 Razões de mistura (Umidade):

As figuras 6(a), 6(b), 6(c) apresentam as curvas de viés, REMQ, correlação entre satélite Terra e radiossonda. E a figura 6(b) mostra a curava de REMQ fazendo uma aproximação de 1.5 g/kg entre os níveis de 320 e 630 mbar, e uma diminuição do REMQ para os níveis superiores a 700mbar. E a curva da correlação figura 6(c) mostra uma pobre correlação, principalmente nos níveis de 1000mbar.

5.3 Dispersão:

A dispersão graficamente foi mostrada entre os valores de temperatura e razão de mistura de satélite com relação a radiossonda.

5.3.1 Temperatura:

Os figuras 7(a) e 7(b) mostram a dispersão de temperatura entre satélite e radiossonda. A correlação de temperatura no nível de 500mbar é de aproximadamente 0.5 com uma inclinação de 0.35 e a correlação no nível de 950mbar é 0.2 com um inclinação de 0.15.

5.3.2 Razão de mistura:

Os figuras 8(a) e 8(b) mostram a dispersão de razão de mistura entre satélite e radiossonda. A correlação de razão de mistura no nível de 500 é 0.727 com uma inclinação de 0.89 e a correlação no nível de 950 é 0.22 com uma inclinação de 0.14.

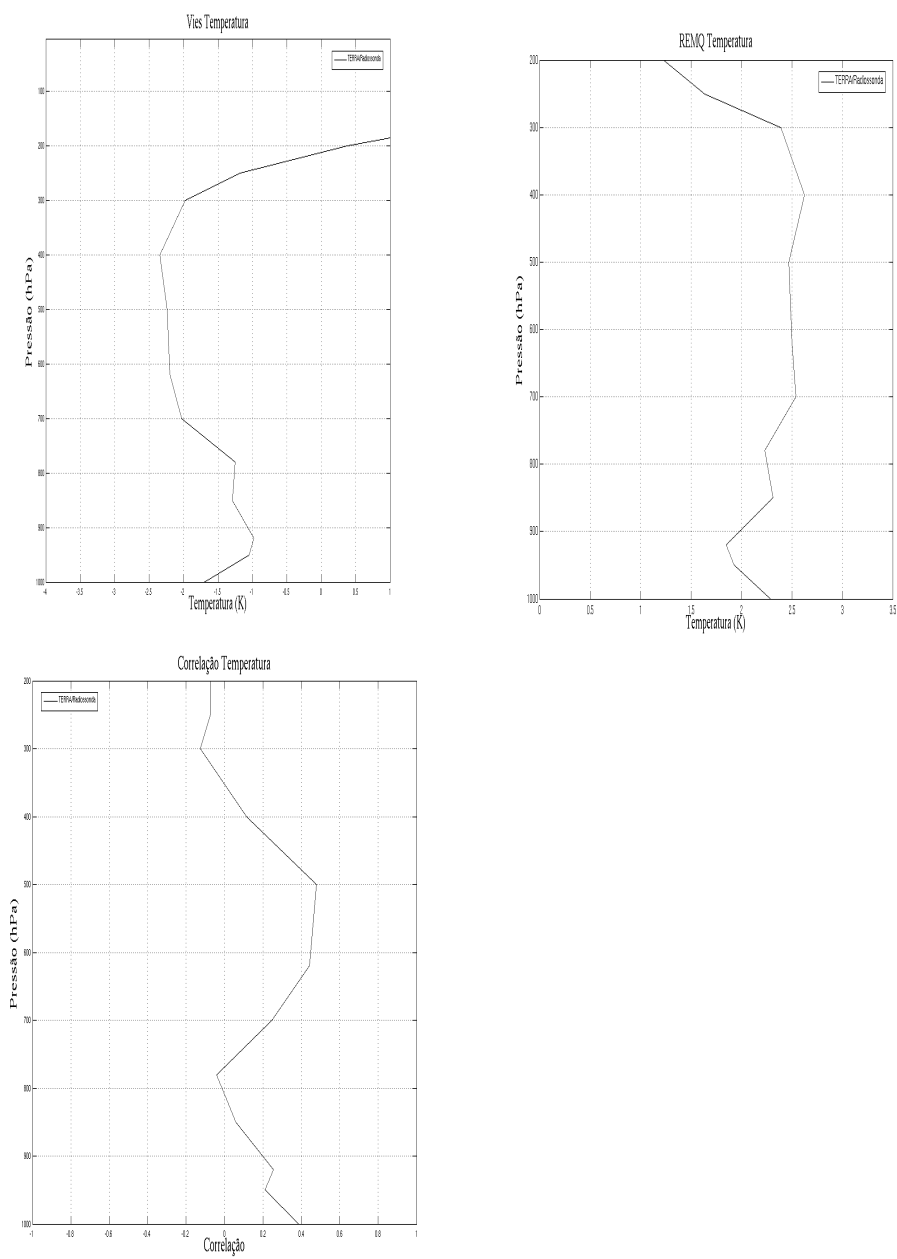


Figura 5 - Viés, REMQ, correlação entre as temperaturas do satélite Terra e radiossonda.

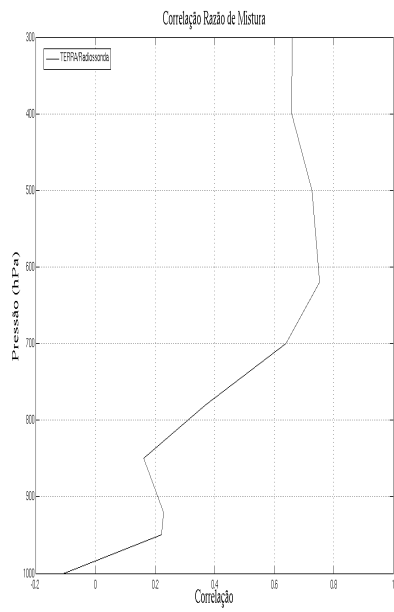
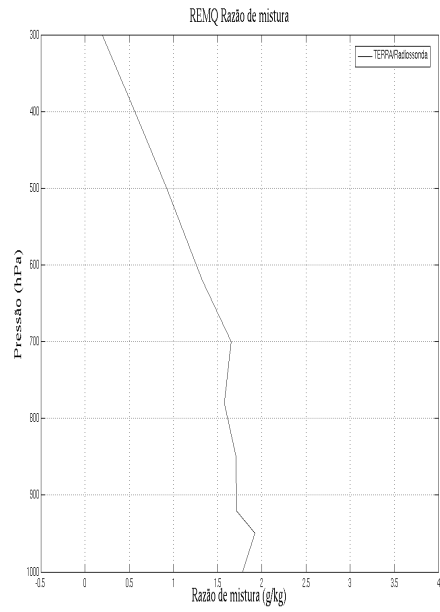
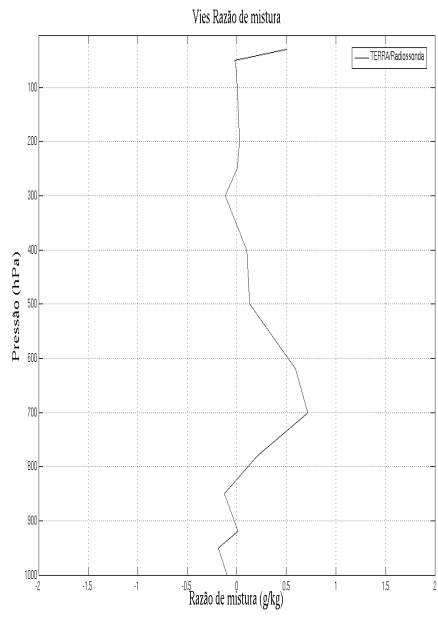


Figura 6 - Viés, REMQ, correlação entre as unidades do satélite Terra e radiossonda.

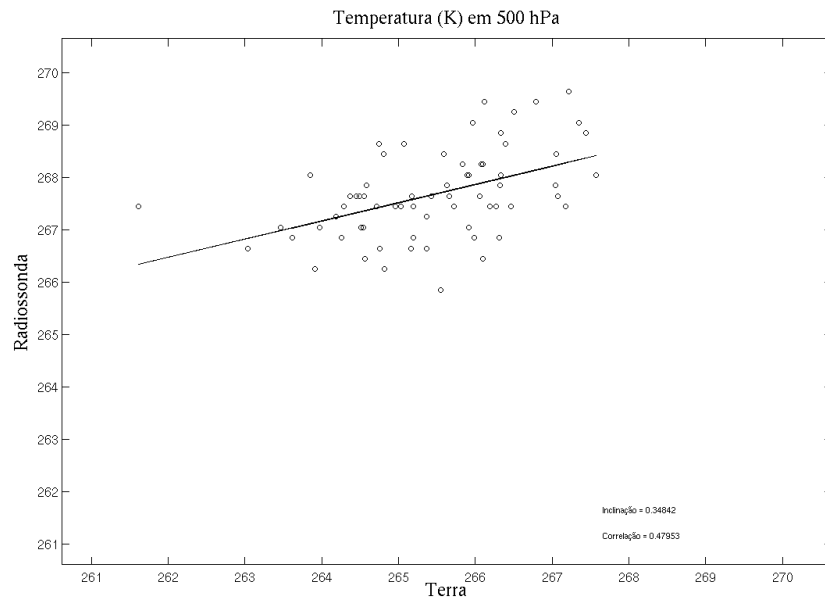


Fig 7(a) Dispersão de temperatura no nível 500 hPa

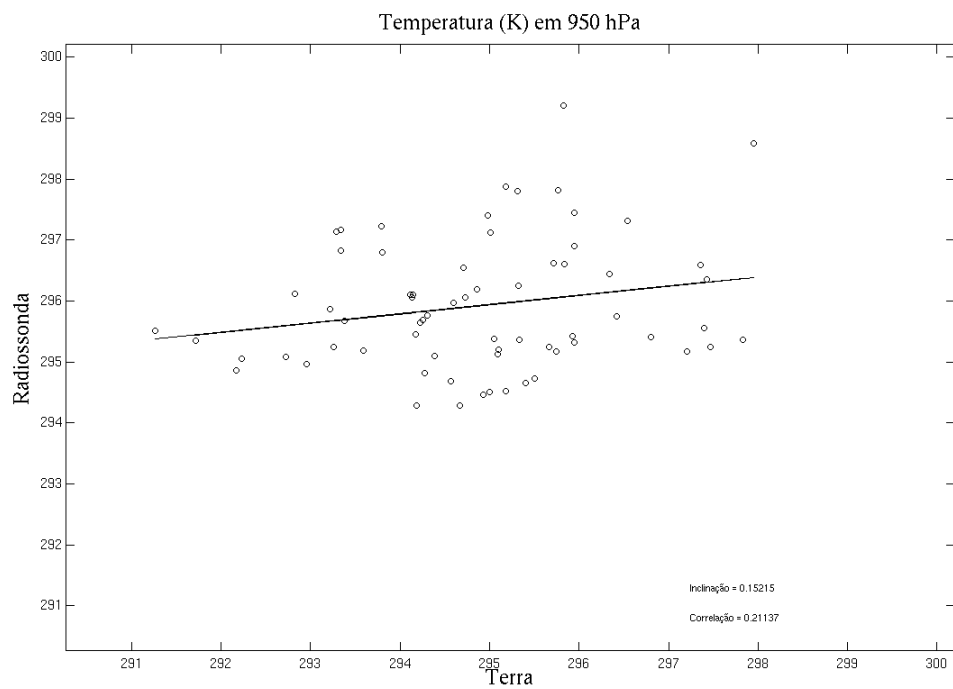


Fig 7(a) Dispersão de temperatura no nível 950 hPa

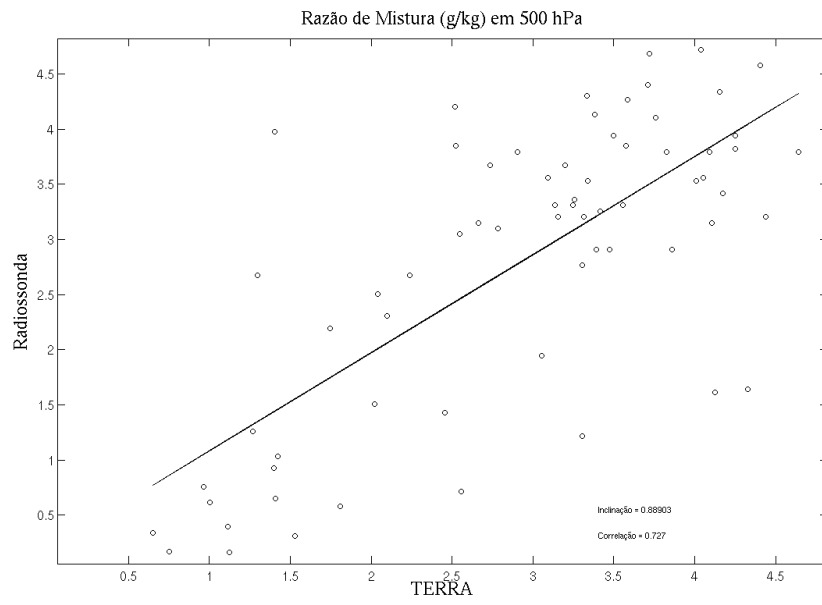


Fig 8(a) Dispersão de Razão de mistura no nível 500 hPa

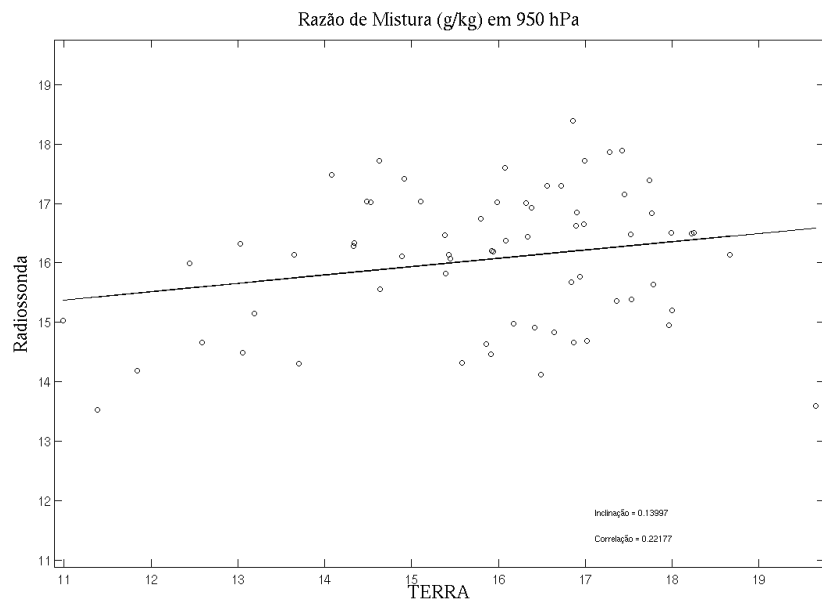


Fig 8(b) Dispersão de Razão de mistura no nível 950 hPa

.4.2 - ATIVIDADES COMPLEMENTARES

Alem da avaliação dos perfis termodinâmicos do satélite TERRA, foram realizadas algumas atividades complementares e de colaboração com outros grupos de pesquisa. Uma breve descrição destas atividades é apresentada nas duas subseções abaixo.

4.2.1 – CRIAÇÃO DO BANCO DE DADOS DO NOAA-18 SOBRE ARGENTINA

O objetivo deste trabalho foi avaliar banco de dados das imagens de satélite NOAA 18 que cobriam a Argentina ou parte deste país. A disponibilidade dos dados foi acessada através do site o CPTEC- INPE (<http://satelite.cptec.inpe.br/acervo/imgacervo.jsp?idProd=3500>). Foram selecionados dados de sondagens para o período entre Outubro de 2006 a Setembro de 2007. Estes dados serão utilizados através de um projeto de colaboração entre a Argentina e a DSA que visa avaliar o conteúdo integrado de vapor d' água na coluna atmosférica sobre a Argentina.

4.2.2 - PROJETO DE COLABORAÇÃO COM O MINISTÉRIO DA SAÚDE E PROGRAMA SOL-AMIGO:

Foi realizado um trabalho de tradução do inglês para o português de uma historia em quadrinhos chamada “ The Trail of Missing Ozone” traduzido aqui por “A busca do ozônio perdido”. Esta estória é muito divertida, e é destinada ao publico infantil e adulto. É uma historia que ensina sobre o ozônio, os efeitos da destruição da camada de ozônio. Adicionalmente, explica a radiação ultravioleta é filtrada pela camada de Ozônio causando grandes problemas de saúde e aquecimento global. O ozônio ainda está sendo produzido pela natureza, e se diminuirmos o uso de CFC, a camada de ozônio ira retornar a sua espessura natural, fechando o buraco que produzimos. A população, juntamente com o governo e com as empresas trabalhando juntos pode parar de usar o CFC. Alguns países já concordaram em parar de produzir CFCs desde 1995.

A estória, formulada pela Agencia de Proteção do Meio Ambienta EPA dos Estados Unidos, será disponibilizada no site no programa Sol Amigo, o qual é iniciativa da sociedade civil com uma proposta ampla de educação continuada em saúde. Este programa, assim como a DSA, entende que somente atuando junto á comunidade, informando, orientando e divulgando práticas de prevenção é possível minimizar a ocorrência de doenças decorrentes da exposição excessiva ao sol.

CAPITULO 5

CONCLUSÃO

O objetivo principal deste estudo é avaliar dados de sondagens inferidos via informações de satélite. A avaliação foi realizada através da comparação dos perfis estimados via satélite e dados de radiossonda. Produtos inferidos via satélite tem importância fundamental para a previsão numérica de tempo, que faz uso de modelos matemáticos, particularmente no Hemisfério Sul onde existe um baixo número de dados convencionais. A existência de extensa área oceânica e de regiões remotas como a Amazônia dificulta a instalação de redes de observações. Além disso, os perfis atmosféricos podem auxiliar estudos científicos no sentido de proporcionar uma melhor compreensão de processos físicos a fim de que eles sejam bem representados em modelos numéricos de previsão de tempo.

Resultados preliminares mostram que o satélite Terra não apresenta um bom desempenho quando comparados com os dados observacionais. Estes resultados podem estar associados à manipulação errônea dos dados ou ao método de amostragem utilizado neste estudo. Em relação ao método de amostragem, verifica-se que o ponto da grade do satélite e a localização do sitio de lançamento da radiossonda não são consistentes quando comparados. Adicionalmente, a diferença entre horário da passagem do satélite e do lançamento é grande o suficiente, de modo que os perfis sejam distintos. Estudos futuros irão explorar com mais detalhes a metodologia adotada e as diferenças encontradas entre satélite e radiossonda. Porém vale ressaltar que o principal resultado deste estudo foi adaptar a metodologia desenvolvida por Gonçalves (2009) para avaliar os perfis verticais do satélite Terra. A versão original da metodologia de Gonçalves (2009) era para avaliar os perfis inferidos via satélite GOES10.

Referências utilizadas

KIDDER, S. Q.; HAAR, V. **Satellite meteorology, an introduction**. Orlando, Flórida, Estados Unidos. Academic Press, 1995. 466 p. ISBN (0-12-406430-2).

KAPLAN, L. D. Inferences of atmospheric structures from satellite remote radiation measurements. **Journal of the Optical Society of America**, v. 49, p. 1004, 1959.

CINTRA, R. S. C.; LIMA, W. F.; ESPINOZA, E. S.; CAMPOS VELHO, H. F. C. Inclusão de dados ATOVS no sistema de assimilação de dados GPSAS do CPTEC. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12 (SBSR), 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. P. 2917-2924. CD-ROM, On-line. ISBN 85-17-00018-8. (INPE-12706-PRE/7996). Disponível em: <<http://urlib.net/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.20.23.49>>. Acesso em: 20 mar. 2008. Goiânia, Brasil, 2005.

LI, J.; HUANG, H. L. Retrieval of atmospheric profiles from satellite sounder measurements by use of the discrepancy principle. **Applied Optics**, v. 38, n. 6, p. 916-923, 1999.

WARK, D.Q.; FLEMING, H.E. Indirect measurements of atmospheric temperature profiles from satellites: Introduction. **Monthly Weather Review**, v.94, n.1, p. 351-362, 1966.