



COMPARAÇÃO DO HISTÓRICO DE DADOS METEOROLÓGICOS DE SUPERFÍCIE DO NCEP COM OS DO CPTEC/INPE

Thaisy Cristina Silva Gonçalves ¹
Alex Sandro Aguiar Pessoa ²
Ana Lúcia Travezani Ferreira ³
Raphael Felca Glória ⁴
Sérgio Henrique S. Ferreira ⁵
Waldenio Gambi de Almeida ⁶

¹Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Rodovia Presidente Dutra Km. 39 Cachoeira Paulista, Brasil.

Thaisy.goncalves@cptec.inpe.br

²Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Rodovia Presidente Dutra Km. 39 Cachoeiras Paulista, Brasil.

³Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Rodovia Presidente Dutra Km. 39 Cachoeira Paulista, Brasil.

Raphael.felca@cptec.inpe.br

⁴Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Rodovia Presidente Dutra Km. 39 Cachoeira Paulista, Brasil.

Ana.travezani@cptec.inpe.br

⁵Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Rodovia Presidente Dutra Km. 39 Cachoeira Paulista, Brasil.

Sergio.ferreira@cptec.inpe.br

⁶Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Rodovia Presidente Dutra Km. 39 Cachoeira Paulista, Brasil.

Waldenio.almeida@cptec.inpe.br

ABSTRACT:

We know that the quantity and quality of the data that feeds the data assimilation system are important for the final quality of the forecasts of weather and climate, since there is a direct impact of observational data on the analysis, and consequently, on the results of numerical prediction models. In order to evaluate the acquisition and data processing system of CPTEC/INPE and assess if it has a performance compatible with systems from the international reference centers in numerical weather forecast, we made a comparison between the amount of historical data of CPTEC/INPE and of the NCEP (National Center for Environmental Prediction). The result shows that the CPTEC began its operations with a system that had some deficiencies, but that was being improved during the Center's 15 years of existence. Today the surface data acquisition and processing system of CPTEC has a performance equivalent to the international reference centers.

RESUMO

Sabemos que a quantidade e a qualidade dos dados que alimentam o sistema de assimilação de dados são importantes para a qualidade final das previsões de tempo e clima, uma vez que há um impacto direto dos dados observacionais na análise, e por consequência, nos resultados dos modelos de previsão numérica de tempo. A fim de avaliar se o sistema de aquisição e processamento de dados do CPTEC/INPE tem um desempenho compatível com os sistemas dos principais centros de referência internacional em previsão numérica de tempo e clima, fizemos uma comparação entre as contagens do histórico de dados do CPTEC/INPE e do NCEP (*National Center Environmental Prediction*). Os resultados mostram que o CPTEC começou as suas operações com um sistema que possuía deficiência, mas foi sendo aprimorado ao longo dos 15 anos de existência do centro. Hoje o sistema de aquisição e processamento de dados de superfície do CPTEC possui um desempenho equivalente ao dos principais centros internacionais.



1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a Previsão Numérica de Tempo têm adquirido importância econômica e estratégica, e o domínio destas tecnologias é relevante para uma nação como o Brasil. O Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) foi criado em 1994 para “Prover o país com o estado-da-arte em previsões numéricas de tempo e clima”. Uma das etapas do ciclo de Previsão Numérica de Tempo é a chamada assimilação de dados, que produz os campos com o estado presente da atmosfera para alimentar os modelos numéricos de previsão. Estes campos são gerados a partir dos dados meteorológicos observados e produtos derivados de satélites.

Sabemos que a quantidade e a qualidade dos dados que alimentam o sistema de assimilação de dados são importantes para o resultado final das previsões de tempo e clima, uma vez que há um impacto direto dos dados observacionais na análise, e por consequência, nos resultados dos modelos de previsão numérica de tempo.

Espera-se que os resultados apresentados pelos modelos do CPTEC sejam compatíveis com os dos principais centros internacionais de previsão numérica. Assim, a fim de atingir a sua missão institucional o centro necessita de um sistema de aquisição e processamento de dados que também possua um desempenho compatível com os sistemas dos principais centros de referência internacional em previsão numérica de tempo e clima.

A fim de avaliar como este desempenho se apresenta ao longo da história do CPTEC/INPE, para os dados convencionais de superfície, fizemos uma comparação com outros centros de meteorologia ao redor do globo. Comparação essa, que além de verificar o número de observações coletadas, possibilita analisar o parecer de como estão os processamentos de dados dos Centros Meteorológicos, bem como a participação em rede de dados internacionais. Para ilustrar a comparação realizada, são apresentados os gráficos entre as contagens do histórico de dados do CPTEC/INPE com o do NCEP (National Center *Environmental Prediction*).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O Sistema Global de Telecomunicações (Global Telecommunication System) é uma rede de distribuição de dados que interconecta os serviços meteorológicos dos países que compõem a OMM (Organização Meteorológica Mundial). O GTS pode ser dividido em três redes principais: 1) Rede Principal de Telecomunicação (Main Telecommunication Network – MTN) – é a espinha dorsal do GTS. Tem como função manter a comunicação confiável entre os três centros mundiais (Melbourne, Moscou e Washington) e os quinze centros regionais (Algiers, Beijing, Bracknell, Brasília, Buenos Aires, Cairo, Dukat, Jeddah, Nairóbi, New Delhi, Offenbach, Toulouse, Prague, Sofia e Tóquio). 2) Rede Regional de Telecomunicações Meteorológicas (Regional Meteorological Telecommunication Network – RMTN) – É responsável por manter a comunicação entre os centros regionais e os centros nacionais. 3) Rede Nacional de Telecomunicações Meteorológicas – National Meteorological Telecommunication Network – NMTN) – Responsável pela comunicação entre os centros nacionais, conectam os pontos de transmissão dentro de cada país.

Entre os dados contidos no GTS podemos destacar as observações convencionais, previsões, imagens de satélites meteorológicos e produtos derivados, alertas, informações e saídas de modelos numéricos. Todos esses dados são disponibilizados em formato alfanumérico ou binário, e são identificados através dos cabeçalhos abreviados. Os dados estão contidos em boletins que por sua vez são identificados por cabeçalhos abreviados, que torna possível identificar o tipo de informação transmitida. A estrutura do cabeçalho abreviado é a seguinte:

T₁T₂A₁A₂ii CCCC YGGgg BBB

Onde: T₁T₂ - Identifica o tipo de dados;
A₁A₂ - Identifica a região geográfica;



ii - Indicador de área, arbitrado pelos centros nacionais;
CCCC - Indica o centro gerador da mensagem;
YY - Dia do mês;
GGgg - Hora padrão da observação (hora UTC);
BBB - Campo opcional que indica mensagens adicionais (RRx) ou correções (CCx).

A identificação T_1T_2 dos principais tipos de mensagens, segundo o Manual 386 da WMO é:

$T_1 = S$ (dados de superfície);
 $T_1 = U$ (dados de ar superior);
 $T_1 = J$ ou I (dados em BUFR);

No caso de $T_1 = S$ (dados de superfície), temos o seguinte significado para o identificador seguinte:

$T_2 = A$ (dados de aviação: metar).
 $T_2 = I, M, e N$ (Horário das medidas sinóticas).
 $T_2 = S$ ou O (dados oceânicos).

Estas são apenas algumas das opções. A lista completa deve ser consultada no manual 386 da WMO.

veja o exemplo abaixo:

SMBZ01 SBBR 221200

T_1T_2 - SM (Mensagem SYNOP);
 A_1A_2 - BZ (Brasil);
ii - indicador de área 01. No caso, região norte.
SBBR - Dado gerado pelo INMET, em Brasília.
YY - 22 (dia do mês atual);
GGgg - 1200 (hora GMT);

As informações distribuídas através do GTS devem estar codificadas num dos formatos oficiais da OMM. Existem diversos decodificadores disponíveis para a comunidade meteorológica. Normalmente estes programas são construídos em função das necessidades do usuário, e produzem resultados com diferentes formatos de saída, pois para estes a WMO não estabelece regras. Alguns decodificadores estão disponíveis gratuitamente na internet, como por exemplo, os decodificadores "Perl-netCDF" do programa Unidata, ou os decodificadores contidos no pacote de análise GEMPAK (*General Meteorological Package*), software que também é distribuído gratuitamente pelo programa UNIDATA. O CPTEC/INPE (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos) também utiliza os decodificadores do ECMWF (*European Center for Medium-Range Weather Forecast*), que foram adaptados para as particularidades do CPTEC.

O grupo de pré-processamento é o responsável pelo gerenciamento e aprimoramento do sistema que faz a aquisição e decodificação dos dados meteorológicos do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). O grupo trabalha com os dados do GTS (Global Telecommunication System) que alimenta os modelos de previsão numérica, fornece material para a análise subjetiva dos meteorologistas, e é utilizado para verificar a acurácia das previsões passadas, fornecendo subsídios também para os pesquisadores e projetos de pesquisa desenvolvidos no centro.

O sistema de pré-processamento no CPTEC/INPE começou no ano de 1995 com a implantação de um sistema semelhante ao usado no ECMWF (Centro Europeu de Previsão de Tempo a Médio Prazo), gerando assim um banco para armazenamento dos dados recebidos via GTS (Sistema Global de Telecomunicações), o BDM (Banco de Dados Meteorológicos). Entretanto,



quando a instalação foi realizada, os computadores utilizados no Centro Brasileiro não possuíam a mesma estrutura de processamento dos utilizados na Europa. Assim, o sistema foi modificado para que se pudesse ter uso no CPTEC.

Do ano de 1995 a 2002 os dados foram recebidos via FTP (*File Transfer Protocol* - Protocolo de Transferência de Arquivos) do INMET e processados com o sistema de pré-processamento do CPTEC/ECMWF. A partir do ano de 1998 entra em operação no CPTEC o banco de dados meteorológicos (BDM), que forneceu as contagens desse período.

Em 2004, os dados também passaram a ser recebidos através do sistema IDD. E a partir de 2004, apresentamos as contagens dos dados processados com os decodificadores do GEMPAK. As contagens para esse período foram obtidas com um conjunto de scripts que acessam diretamente a base de dados do GEMPAK.

O GEMPAK, que é um pacote de visualização, análise e geração de produtos de dados meteorológicos, possui uma ferramenta chamada SFLIST. Essa ferramenta é capaz de extrair informações contidas em arquivos no formato (.gem) e exportada para arquivos textos. Porém, cada arquivo com dados no formato GEMPAK, apenas contém dados de um único dia. Portanto para extrair uma série temporal de dados, é necessário executar o programa e definir suas variáveis diversas vezes.

Utilizando a ferramenta SFLIST contida no pacote GEMPAK, e a linguagem de programação PERL (*The Practical Extraction and Report Language*), foram desenvolvidos diversos scripts que permitem a extração de uma série temporal de dados. Dessa forma, basta executar o script, que se é possível obter um arquivo contendo contagens de dados para um mês, uma para diversos anos.

O NCEP disponibiliza via web, todo seu histórico de assimilação mensal global de seus dados em um relatório, onde são informados os números das várias observações dos diversos tipos de dados.

Ao contrário do senso comum, realizar a tarefa de processamento de dados não é trivial, pois existem inúmeros detalhes a serem tratados por diversos sistemas e programas necessários para o processamento. O resultado prático é que para disponibilizar a quantidade de dados meteorológicos é necessário possuir uma capacidade tecnológica que poucos centros possuem.

Neste trabalho analisamos os dados de superfície, isto é, os dados de bóias, navios, aeroportos e de estações de superfície. Esses dados são disseminados pelo GTS nas mensagens do tipo "BUOY", "SHIP", "METAR" e "SYNOP".

O dados BUOY provém de bóias fixas ou a deriva, que são equipamentos flutuantes que servem para a coleta de dados meteorológicos e oceanográficos. As bóias fixas têm por objetivo coletar: dados atmosféricos; temperatura da superfície do mar; direção, altura e período de ondas; perfis das correntes marítimas, e; demais parâmetros físicos, químicos e/ou biológicos. As bóias que ficam à deriva têm por objetivo de coletar dados sobre: a pressão atmosférica; a temperatura da superfície do mar, e; as correntes superficiais.

SHIP são provenientes dos navios que circulam pelos oceanos de todo o globo, e as estações podem ser manuais ou automáticas.

METAR (*Meteorological Aerodrome Report* ou Relatório Meteorológico de Aeródromo), são dados provenientes de aeroportos. As informações são reportadas de hora em hora, ou de meia em meia hora em determinadas localidades. Quando uma observação for feita fora do horário estabelecido, será chamada de SPECI. Os códigos METAR e SPECI contém as seguintes informações na sequência: grupos de identificação, ventos à superfície, visibilidade, alcance visual da pista (quando houver), tempo presente, nuvens (ou visibilidade vertical, se for o caso), temperaturas do ar e do ponto de orvalho, pressão e informações suplementares inclusão condicional, se for o caso, tempo recente, cortante do vento, temperatura da superfície do mar e do estado dele.

SYNOP (*Surface Synoptic Observations* ou Observações Sinóticas de Superfície) são um código numérico utilizado para a notificação de observações meteorológicas feitas por estações meteorológicas de superfície, procedentes de estações terrestres. Um relatório é composto por grupos de números, descrevendo informações meteorológicas gerais, tais como a temperatura, pressão atmosférica, visibilidade e velocidade do vento em uma determinada estação meteorológica. Esses dados de superfície são obtidos através de estações automáticas ou manuais, a cada 3 horas ou em boletins espaçados.



3.RESULTADOS

Nos gráficos seguintes, são apresentadas as contagens para a as médias mensais dos totais diários dos dados SYNOP, BUOY, SHIP e METAR do CPTEC em comparação com o NCEP, visto que, assim, estas contagens são melhores analisadas. Até o final de 2003, foram utilizados dados provenientes do BDM, e a partir de 2004, apresentamos as contagens dos dados processados com os decodificadores do GEMPAK.

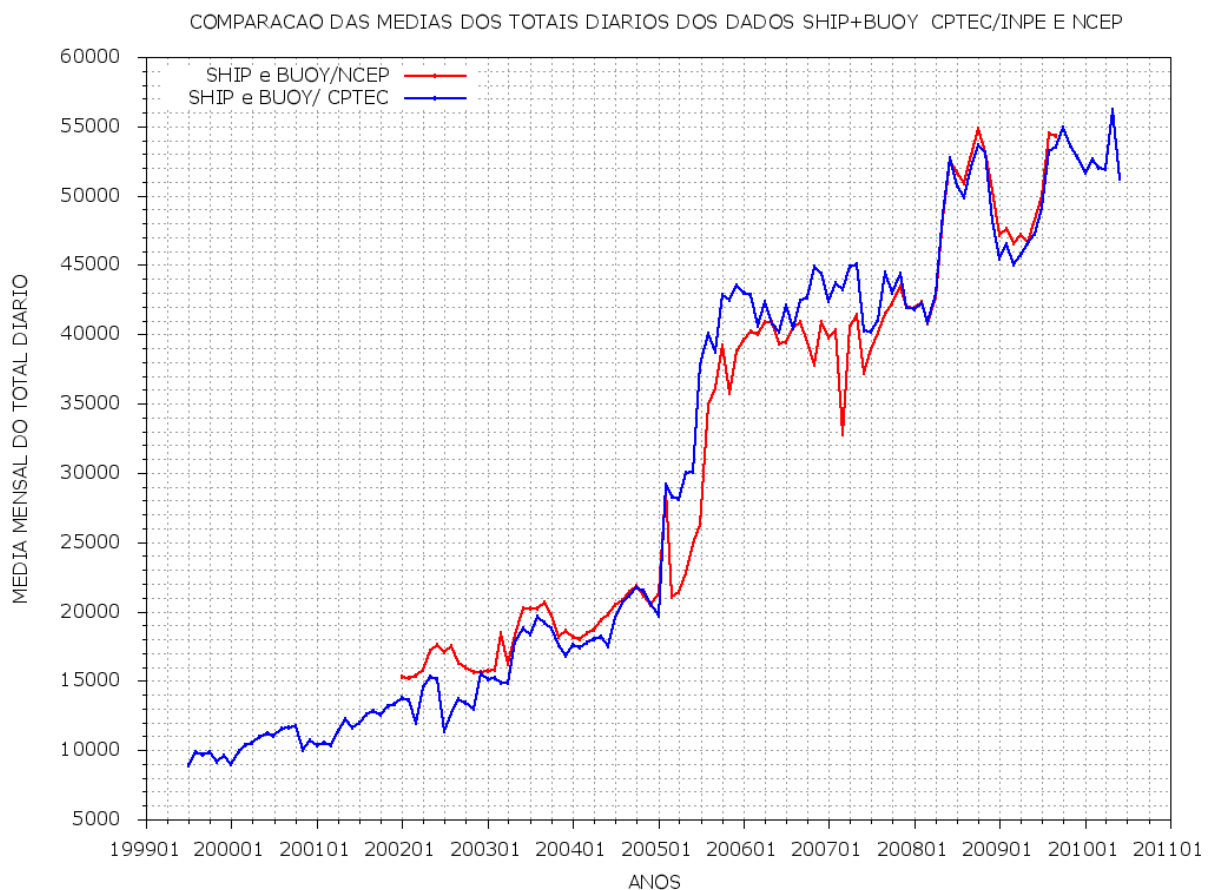


FIGURA 1 – Comparação das Médias dos Totais Diários para os Dados BUOY+SHIP - CPTEC/INPE e NCEP

No gráfico acima (FIGURA 1), é apresentado a contagem para as médias dos totais diários das observações BUOY+SHIP do CPTEC e do NCEP.

Percebemos que até 2005 o sistema do CPTEC disponibiliza uma quantidade de dados menor que o NCEP. Neste caso, o problema se encontrava na eficiência e estabilidade do sistema de aquisição e processamento, que falhava com alguma frequência. Essa situação foi corrigida em 2005, com a aquisição de novos equipamentos para o serviço de recepção dos dados via IDD. A partir de 2005, também nota-se um salto na quantidade de dados, isso se deve ao aumento do número de bóias espalhadas pelo globo.

Nesse período, a quantidade de dados do sistema do NCEP é menor que a do CPTEC. Provavelmente esse fato é devido a algum critério de exclusão de dados atrasados ou similares, em uso no NCEP, que foi corrigido em 2007.

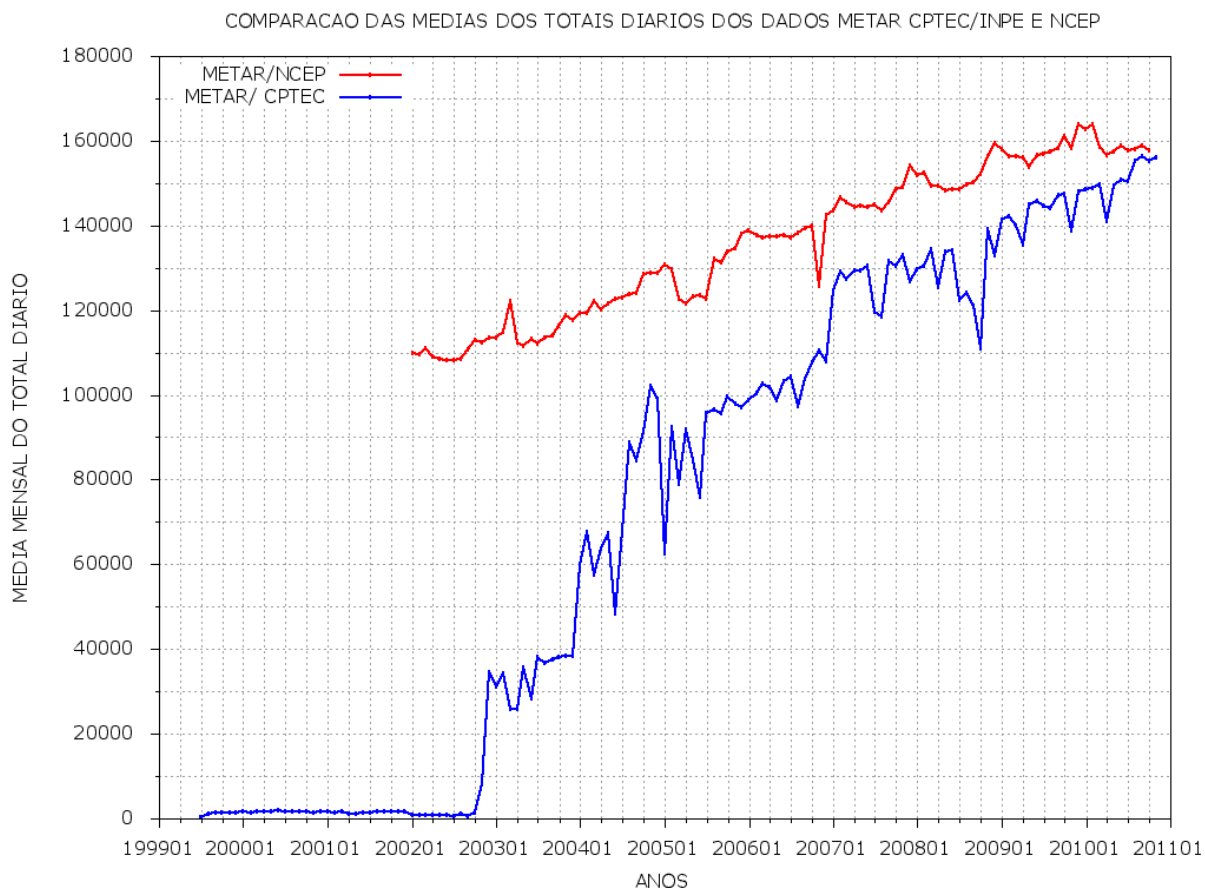


FIGURA 2 – Comparação das Médias dos Totais Diários para os Dados METAR- CPTEC/INPE e NCEP

Na FIGURA 2 é apresentada a contagem para as médias dos totais diários das observações METAR do CPTEC e do NCEP.

A grande quantidade de observações deve-se ao fato de que os dados METAR são enviados de hora em hora, para que sejam supridas as necessidades dos aeroportos e de seus respectivos pilotos.

No período de 1999 a 2002 é relativamente baixo a quantidade de observações do CPTEC, isso se deve, porque nessa época o centro apenas recebia e armazenava dados de aeroportos do Brasil.

Até 2002 os dados eram recebidos dos EUA via FTP. A partir de 2004 há a inclusão na rede IDD. Em 2005 há ganhos na quantidade de dados devido a problemas operacionais resolvidos com a aquisição de novos equipamentos. Nos anos de 2007 a 2010 há ganho de dados devido as melhorias nas tabelas de estações e no sistema de processamento.

É visível então, os ganhos ocorridos a partir de 2002, 2004, 2005 e 2007 que refletem momentos de incorporação de novas tecnologias e equipamentos no centro.

Percebe-se que a diferença entre as contagens entre os dois centros vai reduzindo gradativamente. Temos que hoje o sistema do CPTEC tem um desempenho equivalente ao do NCEP.

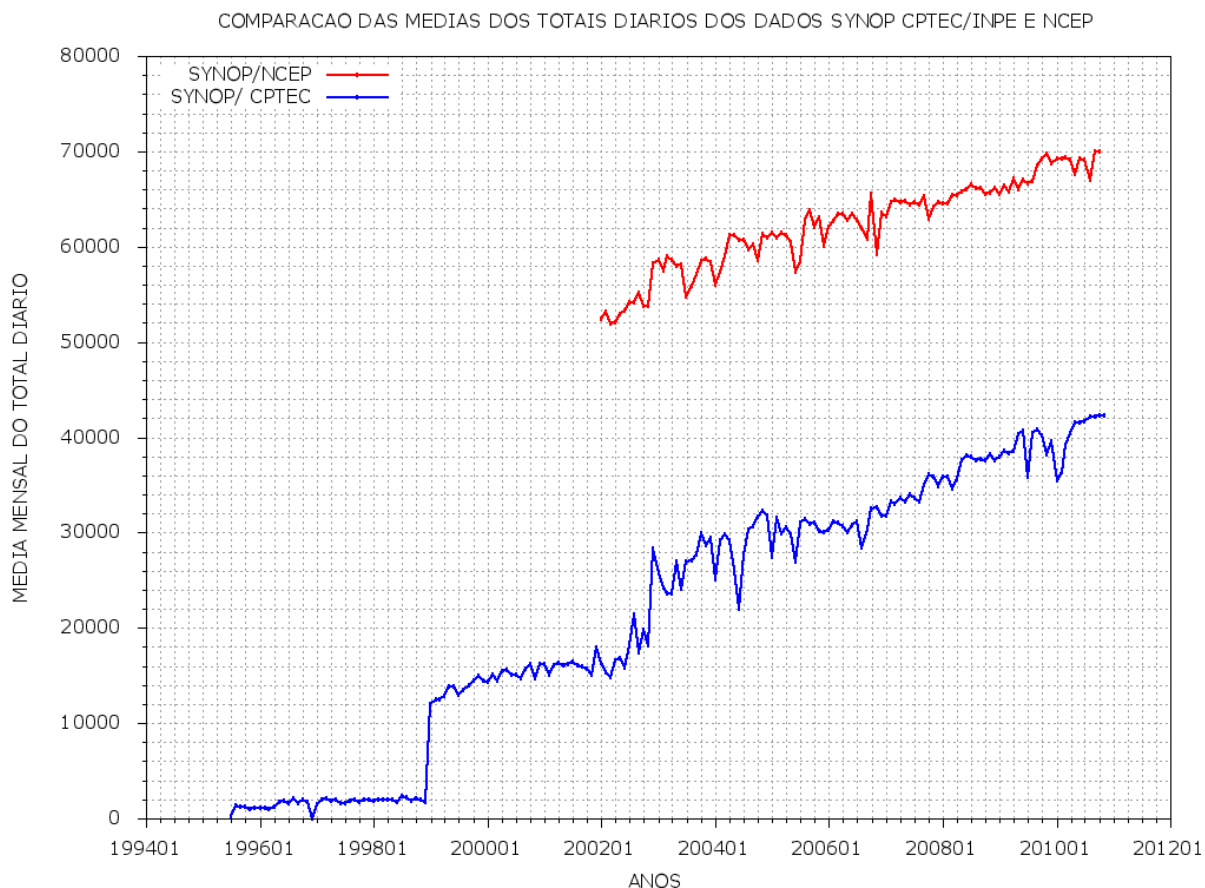


FIGURA 3 – Comparação das Médias dos Totais Diários para os Dados SYNOP - CPTEC/INPE e NCEP

Na figura 3 é apresentado a contagem para as médias dos totais diários das observações SYNOP do CPTEC e do NCEP. A contagem dos dados SYNOP do CPTEC mostra como os resultados foram evoluindo ao longo do tempo.

Até 1999, vemos que as contagens estão muito baixas, quando há uma crescente melhoria. Isso foi devido à melhoria do sistema de processamento da época. Até então, o sistema do CPTEC estava perdendo cerca de 90% dos dados SYNOP recebidos. Isso ocorria principalmente porque as tabelas de estações meteorológicas estavam muito desatualizadas. Foi grande o trabalho feito na época para a criação de tabelas do “CPTEC”, resultando no aprimoramento observado. (FERREIRA, S.H.S. 2010).

Entre 1999 e 2002 temos uma estabilidade na quantidade de dados SYNOP disponibilizados pelo sistema de processamento. Embora não tenhamos as contagens do NCEP deste período para uma comparação precisa, sabemos que durante esse período, as perdas de dados no sistema aumentaram, pois a tabela de estações não era atualizada com a frequência necessária. Além disso, muitos dados não eram recebidos no CPTEC.

Essa situação melhora de forma marcante com a recepção dos dados dos EUA e do IDD, assim como com as melhorias no sistema de processamento a partir de então.

Chama a atenção a diferença observada entre as contagens de dados SYNOP do CPTEC e do NCEP, e o mesmo se verifica com os dados do ECMWF (European Center for Medium-Range Forecast) e do BOM (Bureau of *Meteorology* – Australia).

O fato é que ainda hoje há uma quantidade de dados SYNOP que não são recebidos na América do Sul. Tratam-se de dados reportados por estações da Europa, com frequência horária,



enquanto que na América do Sul são apenas recebidos observações dos horários sinóticos. Essas são as conclusões de outro trabalho nosso, em fase de finalização. (FELCA, Raphael. 2010).

Uma das nossas prioridades é negociar com os organismos internacionais o recebimento desses dados para o continente Sul – Americano.

Testes de processamento com um conjunto de dados fornecidos pelo NCAR, mostram que o sistema de processamento de dados do CPTEC, fornece a mesma quantidade final de observações.

Conclui -se então que hoje o sistema de pré-processamento caminha junto com o NCEP no que diz respeito a capacidade de processamento dos dados.

4. CONCLUSÕES

Neste trabalho apresentamos as comparações do histórico de dados convencionais de superfície do CPTEC/INPE com o NCEP. Essas comparações mostram que as modificações e melhorias que foram implementadas nos sistemas de processamento de dados do CPTEC/INPE ao longo do tempo resultaram numa sensível diferença no desempenho geral do sistema, se compararmos a situação atual com o desempenho observado no passado. Se antes uma comparação entre as quantidades de dados mostrava uma grande distância entre o desempenho do sistema local e o patamar internacional, ao longo do tempo essa diferença começa a diminuir, aproximando-se do observado nos Centros de referência.

Essa realidade mostra, ao longo do tempo, um processo de aquisição de capacidade tecnológica por parte do CPTEC/INPE. Ao contrário do senso comum, a tarefa de receber e processar os dados meteorológicos necessários para alimentar a previsão numérica de tempo não é uma atividade simples, e requer a incorporação de sistemas, o treinamento de pessoal e o estabelecimento de uma infra-estrutura robusta e confiável.

Todo esse trabalho mostra que o CPTEC está alcançando os outros Centros Meteorológicos, pois põem em evidência a preocupação do centro com a qualidade dos dados recebidos e a busca contínua de melhorias. Além disso, manter uma boa imagem diante de outros Centros de Meteorologia espalhados pelo mundo é essencial, justamente pela possível troca de informações que podem ser feitas para correções e atualizações de estações e possíveis métodos de processamento.

5. AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador e aos colegas de trabalho por terem me ajudado na realização desse projeto e também a Deus.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, W.G., Capacidade Tecnológica e Indicadores de Desempenho na Divisão de Operações do CPTEC/INPE. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso MBA em Gestão Estratégica da Ciência e Tecnologia em Institutos Públicos de Pesquisa. INPE - São José dos Campos/SP, 2010.

ALMEIDA, W.G., et al. *Testes no Brasil com o Sistema de Distribuição de Dados meteorológicos pela Internet (IDD)*, Anais, XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2004, Fortaleza (CE), Brasil.

FELCA, R.G., Reprocessamento de 14 anos de dados do GTS no CPTEC/INPE e comparação desses dados com o ECMWF, 2010, Cachoeira Paulista (SP), Brasil.

FERREIRA, S.H.S., Comunicação pessoal. 2010. Tecnologista do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).



Manual On Codes:International Codes – WMO No. 306. Geneva – Switzerland: World Meteorological Organization, 1995.

Unidata Program Center – website: <http://www.unidata.ucar.edu>*National Centers of Environmental Prediction* – Disponível em <<http://www.unidata.ucar.edu>> Acesso em: 06 de jun. 2010

ECMWF – Global Data Monitoring Report. European Centre for Medium-Range Weather Forecasts – Disponível em: < <http://www.ecmwf.int>> Acesso em: 18 de jul. 2010.