

UTILIZAÇÃO DO FORMATO BUFR NO CPTEC/INPE E FERRAMENTAL DESENVOLVIDO.

Sergio Henrique S. Ferreira¹, Waldênio Gambi de Almeida¹ e Ana Lúcia Travezani Ferreira¹

RESUMO: O código FM94 BUFR (Binary Universal Form for the Representation of meteorological data) é a forma binária estabelecida pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) para substituir os códigos alfanuméricos tradicionais, tais como SYNOP, TEMP e SHIP, na transmissão de dados observacionais através do Global Telecommunication System (GTS). Neste trabalho é apresentada uma visão geral sobre vários aspectos relacionados ao BUFR, incluindo as ferramentas computacionais que estão sendo desenvolvidas no CPTEC, os tipos de dados que estão sendo disponibilizados e os benefícios para previsão numérica de tempo. Os principais passos a serem considerados na implementação operacional do formato BUFR são os cursos de treinamento e a adaptação dos softwares operacionais às especificidades de cada instituição.

ABSTRACT: The FM94 BUFR (Binary Universal Form for the Representation of meteorological data) is the binary form, established by World Meteorological Organization (WMO), to substitute the traditional alphanumeric codes, such as SYNOP, TEMP, SHIP on the observed data transmission through the Global Telecommunication System (GTS). In this work, an overview about BUFR aspects is presented, including some computational tools which are been developed in CPTEC, the type of BUFR data available and the benefits to the weather forecast models. The principal aspects which must be considerate to the BUFR implementation are the training curses and the adaptation of software to the specificities of each meteorological application.

PALAVRAS-CHAVE: BUFR, códigos Meteorológicos, processamento de dados.

¹ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (INPE/CPTEC), Rodovia Presidente Dutra Km 40, Cachoeira Paulista-SP; tel: 55+ (12) 3186-8400; sergioh@cptec.inpe.br, gambi@cptec.inpe.br, travezan@cptec.inpe.br

INTRODUÇÃO:

Nos dias atuais, o progresso dos meios de comunicação, das observações meteorológicas por satélite e do uso massivo de supercomputadores mudou por completo a forma como as previsões de tempo são realizadas operacionalmente. Apesar da grande disponibilidade de informações por satélite, as informações meteorológicas medidas em estações convencionais continuam sendo importantes na previsão de tempo, principalmente devido à sua confiabilidade. Contudo, para a utilização destas informações, é necessária a conversão dos formatos alfanuméricos tradicionais para um formato adequado aos sistemas computacionais.

Tais conversões são realizadas pelos chamados programas decodificadores ou sistemas de pré-processamento, que precisam ser bastante flexíveis e “inteligentes” para perceber as variações na codificação manual e decodificar as informações corretamente. Em geral, certa parte das informações é perdida neste processo, tanto devido aos erros humanos na codificação das mensagens, quanto às próprias características dos códigos, que degradam substancialmente a qualidade das informações.

Dentro deste contexto, a OMM estabelece o padrão de codificação BUFR através do manual 306 e disponibiliza as tabelas-padrão atualizadas para a codificação destes formatos. Contudo, a OMM não desenvolveu os decodificadores/codificadores universais, assim como não foram definidos os algoritmos computacionais detalhados, cabendo este trabalho, aos diversos centros meteorológicos e outros desenvolvedores.

Uma característica a ser considerada é a complexidade do formato, que foi elaborado para possuir grande flexibilidade e ser capaz de representar qualquer tipo de informação. Contudo, esta flexibilidade permite que cada centro crie seus próprios “*templates*”, isto é, seus próprios modelos de codificação BUFR, o que pode criar problemas de padronização. Por esse motivo, a OMM está trabalhando para definir “*templates*” oficiais para cada tipo de dado meteorológico.

Tendo em vista a necessidade imediata de incorporar o maior número de dados de satélite nos modelos numéricos de tempo, e também para contribuir com os trabalhos de migração da OMM, foi necessário desenvolver no CPTEC/INPE ferramentas computacionais para codificação e decodificação do formato BUFR.

Apresentamos a seguir a estratégia principal adotada no desenvolvimento destas ferramentas e também alguns resultados obtidos.

CARACTERÍSTICAS DOS SOFTWARES:

A parte central de todo o desenvolvimento foi a criação de um módulo FORTRAN 90 chamado MBUFR com o objetivo de implementar quatro sub-rotinas básicas, a saber:

- a) Open_MBUFR (Abre um arquivo BUFR);
- b) Read_MBUFR (Ler uma mensagem BUFR dentro de um arquivo);
- c) Write_MBUFR (Grava uma mensagem BUFR dentro de um arquivo);
- d) Close_MBUFR (Fecha um arquivo BUFR).

Este módulo cria uma camada de abstração de alto nível, similar à lógica das próprias linguagens de programação para ler e gravar arquivos. A lógica complexa da orientação binária fica encapsulada dentro do módulo, sem que o programador precise lidar diretamente com a manipulação de bits própria do BUFR. Isto facilita o desenvolvimento de ferramentas computacionais de forma mais elaborada e distribuída, permitindo o desenvolvimento em equipe e facilitando os processos de manutenção e atualização do sistema.

Assim, algumas ferramentas computacionais foram criadas tais como o programa BUFRGEN, que gera um arquivo BUFR a partir de um “*template*” em texto, ou o BUFRDUMP, que faz exatamente o oposto, isto é, devolve um “*template*” em texto a partir do arquivo BUFR. As principais ferramentas desenvolvidas foram:

- a) BUFRGEN (converte de texto para BUFR)
- b) BUFRDUMP (Converte de BUFR para texto)
- c) BUFRLIST (Lista a identificação das mensagens BUFR)
- d) PLOTBUFRTYPE (Mostra as coordenadas das observações no GRADs)

Uma outra característica importante deste sistema é a alta portabilidade para diferentes sistemas operacionais e diferentes arquiteturas de máquinas. Foi projetado utilizando apenas comandos do FORTRAN 90 padrão, podendo ser compilado por diversos tipos de compiladores (ifort, g95, DecAlfa f90, Microsoft Power Station) e em diferentes sistemas operacionais (Unix, Linux, freeBDS, MS-Windows). Também é imune a diferença de arquitetura de máquina (big-endian ou little-endian)

A UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE NO CPTEC:

O CPTEC utiliza o sistema de assimilação de dados “*Physical-Statistical Analysis System*” (PSAS) da NASA, para prover as condições iniciais aos modelos de previsão numérica de tempo do CPTEC (Global e ETA). Em sua implementação inicial, o PSAS contava apenas com dados convencionais e uma adaptação de dados de ATOVS da NOAA (Nacional Oceanic & Atmospheric Administration), de forma que a cobertura e quantidade dos dados não eram suficientes para produzir análises e previsões de boa qualidade.

A partir do desenvolvimento do MBUFR, foi construído um novo conversor capaz de alimentar o sistema de assimilação com diferentes tipos de dados no formato BUFR recebidos através do GTS. Com isto a quantidade de dados disponíveis aumentou significativamente, principalmente com a inclusão dos dados de QUIKSCAT (Vento na superfície do mar estimado por satélite) e SATOB de alta resolução (Vento na troposfera estimado por satélite). O Impacto destes dados sobre a qualidade das análises e previsão são bastante significativos, conforme mostrado em vários estudos realizados sobre assimilação de dados (Ferreira et al 2006).

DADOS EM BUFR DISPONÍVEIS NO GTS:

Seguindo a estratégia da OMM de substituir todas as mensagens meteorológicas tradicionais pelo formato BUFR, pode-se constatar que a quantidade de dados neste formato está aumentando gradativamente. A migração dos dados derivados de satélite já está completa e já existem dados de superfície e de altitude disponíveis. Na tabela 1 apresentamos o resultado de uma inspeção realizado com o programa BUFRLIST sobre os dados recebidos no CPTEC. Conforme pode ser observado, o volume total diário de informações em BUFR corresponde a aproximadamente 33 Gigabytes de informações de diferentes tipos e procedências.

Tabela 1 – Volume de dados disponibilizados no GTS em formato BUFR, que foram recebidos e processados no CPTEC no dia 15/08/2006

Cetro Gerador	Descrição do Tipo de dado BUFR	Subtipo BUFR	Sigla ou nome usual	Volume (Kb)
NCEP	Sondagens Verticais-(satelites)	104	ATOVS	16520.0
Tokyo(RSMC), JMA	Sondagens Verticais	0	Radiossonda	51.0
	Características Sinópticas	0		1.0
NOAA	Sondagens Verticais	0	Radiossonda	109.6
	Sondagens Verticais	7	Radiossonda	65.2
Service ARGOS -	Dados de Superfície –	0	BUOY	1703.9

Landover	Oceânicos			
US NOAA / NESDIS	Dados de Ar Superior (niv.simples de satélites)	87	SATOB de alta resolução	14145.9
Franscati (ESA / ESRIN)	Dados de Superfície (Satélite)	5	QUICKSCAT	94.1
Serviço ARGOS - Toulouse	Dados de Superfície -	0	SYNOP	5.1
	Dados de Superfície – Oceânicos.	0	BUOY	626.9
Volume total				33321.1

DADOS BUFR PRODUZIDOS PELO CPTEC/INPE:

Utilizando as ferramentas desenvolvidas, os produtos gerados na Divisão de Satélites Ambientais (DSA) do CPTEC estão sendo convertidos para o formato BUFR, afim de que os mesmos possam ser disponibilizados através do GTS. A conversão dos dados das Plataformas de Coleta de Dados (PCD) já está bastante avançada e deverá ser o primeiro a entrar no GTS. A figura 2(a) ilustra a cobertura destes dados. Uma questão relevante a se notar é a que maior parte deles não possui número sinóptico cadastrado na OMM, o que impede a distribuição no GTS através dos formatos tradicionais. Como essa restrição não se aplica ao formato BUFR, tanto as PCDs como os dados das estações automáticas do INMET só estarão disponíveis neste formato.

Os dados de vento por satélites (SATOB de alta resolução) produzidos no DSA também já estão em BUFR. A figura 2(b) mostra a cobertura destes, obtidos a partir dos canais Infravermelho e Vapor d'água do satélite GOES.

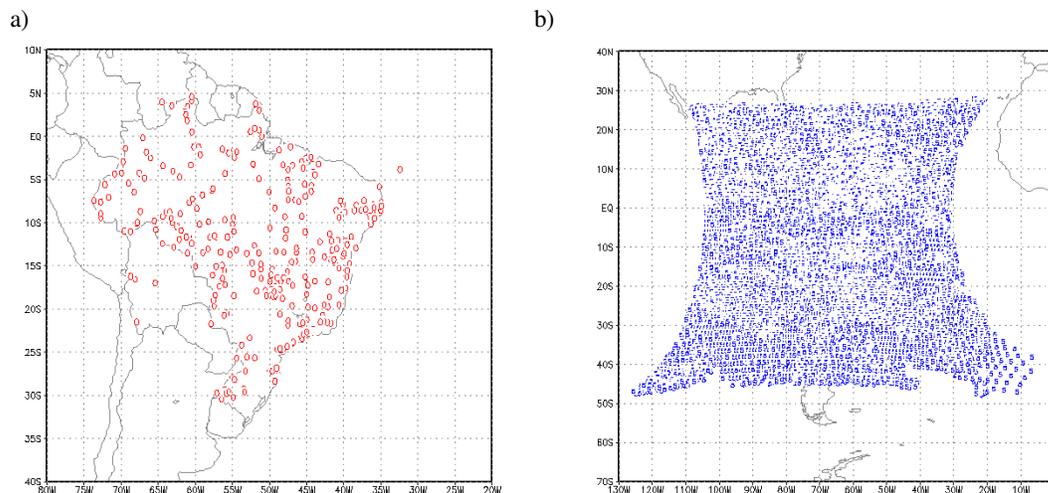


Figura 2 Exemplo de cobertura de dados gerados no CPTEC que estão sendo disponibilizado em BUFR: a) Dados de estações automáticas (PCDs); b) Dados de vento por satélites

CONCLUSÕES:

O Desenvolvimento das ferramentas para manipular o formato BUFR iniciou-se com a necessidade de codificar os dados do CPTEC/INPE e decodificar os dados produzidos por outros centros, com o objetivo de alimentar os modelos numéricos de tempo. Durante o processo desenvolvimento, criou-se capacitação técnica para acompanhar os trabalhos da OMM e contribuir para os esforços de migração para BUFR dentro do Brasil. A principal vantagem de se utilizar o formato BUFR é permitir que volumes maiores de dados meteorológicos sejam distribuídos com maior resolução e qualidade, favorecendo, desta forma, a melhoria dos serviços meteorológicos e, em especial, os sistemas de previsão numérica de tempo. Ao mesmo tempo, conforme o cronograma da OMM, em breve todos os dados observacionais só deverão estar disponíveis em BUFR, sendo, portanto indispensável, que todos os usuários estejam aptos a lidar com esse formato. Por todos esses motivos o CPTEC/INPE propôs-se a contribuir com o INMET no trabalho de migração dos dados meteorológicos para o formato BUFR. Dentro da política do INPE de distribuir gratuitamente os programas desenvolvidos na instituição, as ferramentas BUFR do CPTEC pode ser uma solução conveniente para os usuários nacionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

FERREIRA, S.H.S; ALMEIDA, W.G., Módulo para Codificação e Decodificação de Dados Meteorológicos em Formato BUFR: Guia Básico de Utilização. São José dos Campos: Instituto Nacional de Meteorologia. No prelo 2006.

FERREIRA, S.H.S; et al. Estágio Atual da Operacionalização do PSAS com o Modelo Global de Previsão do Tempo do CPTEC, Submetido ao XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia, Florianópolis, 2006.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO) WMO-No 306- Manual on Codes: International Codes. Secretariat the World Meteorological Organization, Geneva – Switzerland, WMO Technical Regulation, v1.2 annex II, 1995.