

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS
CENTRO DE PREVISÃO DO TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS

MCT-INPE-CPTEC

**MBUFR: MÓDULO PARA CODIFICAÇÃO E
DECODIFICAÇÃO DE DADOS METEOROLÓGICOS EM
FM94 BUFR**

(GUIA BÁSICO DE PROGRAMAÇÃO E UTILIZAÇÃO)

Sérgio Henrique Soares Ferreira
Waldenio Gambi de Almeida

INPE
São José dos Campos
2006

SUMÁRIO

	<u>Pag</u>
CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO	11
CAPÍTULO 2 O FORMATO BUFR E O SISTEMA MBUFRTOOLS	15
2.1 Questões de flexibilidade e padronização	15
2.2 O padrão de codificação binária.....	17
2.3 A estrutura interna do BUFR	18
2.3.1 Descritores de identificação de elementos (TABELA B).....	20
2.3.2 Descritores Replicador	21
2.3.3 Descritores da tabela C.....	22
2.3.4 Descritores da tabela D	22
2.4 A estratégia de desenvolvimento do sistema MBUFRTOOLS.....	23
CAPÍTULO 3 INSTALAÇÃO E CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA	25
3.1 Instalação e compilação em sistema Linux/ UNIX.....	25
3.2 Instalação e compilação no sistema Windows.....	27
3.2.1 Compilando com o g95	30
3.2.2 Compilando com Microsoft Fortran Power Station.....	30
CAPÍTULO 4 UTILIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS BUFR	31
4.1 O programa BUFRLIST.....	31
4.2 O programa PLOTBUFRTYPE	32
4.3 O programa BUFRDUMP	33
4.4 O programa BUFRGEN.....	36
4.5 O programa BUFRQC	42
CAPÍTULO 5 CRIANDO PROGRAMAS ESPECÍFICOS COM MBUFR	45
5.1 A Sub-rotina Open_MBUFR	45
5.2 A Sub-rotina READ_MBUFR	47
5.3 A subrotina Write_MBUFR.....	49
5.4 A subrotina Close_MBUFR.....	51
5.5 Escrevendo um programa simples de codificação BUFR.....	51
5.6 Escrevendo programa simples de decodificação BUFR.....	56
5.7 Gravação de múltiplas mensagens BUFR de um único arquivo BUFR	58
5.8 Codificação e Decodificação de Textos.....	60
5.9 Leitura e processamento de modelos de codificação	62
5.10 Utilização da variável selectção de tipos do read_MBUFR.....	67
5.11 Utilização do módulo auxiliar MFORMATS	68
5.12 Convertendo BUFR para formato do GrADS.....	70

ANEXOS

A - Categoria e Subcategoria dos dados BUFR

B - Classificação dos Elementos da Tabela Bufr B

C - Tabelas de Descritores Operadores (Tabela Bufr C)

D - Classificação das Listas de Sequencias Comuns (Tabela Bufr D)

E - Tabela de Códigos de Erros do Módulo Mbufr.F90

F - Alguns Modelos de Codificação Bufr/Crex

G – Descrição das Seções do BUFR Edição 3

H – Modificações propostas a partir de novembro de 2005 para o BUFR Edição 4

LISTA DE FIGURAS

2.1 – Exemplo esquemático de compactação binária do BUFR	18
3.1 – Janelas de propriedades do Sistema do Windows XP	28
3.2 – Janela de Configuração das Variáveis de ambiente do Usuário e do Sistema do Windows XP.	29
4.1 – Exemplo de figura gerada pelo GrADS e o PLOTBUFRTYPE. Os dados em BUFR foram fornecidos pelo CPTEC/INPE. Em azul estão os dados do tipo BUOY, em verde os dados do tipo SYNOP, e em vermelho os dados do tipo TEMP.....	33
5.1 – Exemplo de nome de arquivo da tabela BUFR [Tabela B do centro 46. Versão da tabela mestre 11. (não contem descritores locais)]	47

LISTA DE TABELAS

2.1 - As seções do formato BUFR.....	18
2.2 - Tipos de descritores utilizados na codificação BUFR	19
2.3 - Exemplos de seqüência de descritores da tabela B com e sem o uso de replicadores para evitar a repetição de descritores.....	21
A.1 - (Tabela BUFR–A): Categoria dos dados em BUFR operacional em 2005 com as modificações proposta em 2006.....	A1
A.2 – Tabela Comum–C13: Subcategorias dos dados em BUFR operacional em 2005 com as modificações proposta em 2006.....	A2
B.1 – Tabela BUFR B/índice: Classificação dos elementos (índice).....	B1
C.1 – Tabela BUFR C: Descritores Operadores (Data description operators).....	C1
D.1: Tabela BUFR-D/índice: Lista de seqüências comuns (índice).....	D1
E.1 – Tabela de erros do módulo MBUFR.f90.....	E1

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

- ASCII - *American National Standard Code for Information Interchange* – Código binário para representação de caracteres alfanuméricos padronizado pelo American National Standart Institute (ANSI)
- BUFR - *Binary Universal Form for the Representation of meteorological data* – Formato binário padronizado da Organização Meteorológica Mundial, para intercambio e utilização de informações meteorológicas.
- CCITT - Comité Consultatif Internationale de Telegraphie et Telephonie - Comitê Consultativo Internacional de Telegrafia e Telefonía. Órgão responsável pela padronização mundial das telecomunicações, incluindo telefonia, fax e modem. Este órgão foi atualizado como ITU, International Telecommunications Union. <http://www.itu.int/>.
- CCITTIA5 - Alfabeto internacional numero 5 do CCITT
- CPTEC - Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos
- EBCDIC - *Extended Binary Coded Decimal Interchange Code* – Código binário para representação alfanumérico da IBM
- ECMWF - European Centre for Medium-Range Weather Forecasts
- GrADS - *Grid Analysis and Display System* – Sistema fornecido pelo COLA, muito utilizado para manipulação e visualização de dados e campos meteorológicos. <http://www.iges.org/grads/>
- NCEP - National Centers for Environmental Prediction
- OMM - Organização Meteorológica Mundial
- TAC - Tradicional Alfanumeric Codes ou Códigos Alfanuméricos Tradicionais. Denominação dada ao conjunto de mensagens meteorológicas das quais fazem parte o SYNOP, SHIP, TEMP, BUOY. METAR entre outras

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

O código FM94 BUFR (Binary Universal Form for the Representation of meteorological data) é a forma binária estabelecida pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) para intercâmbio de observações meteorológicas entre os diversos centros e instituições meteorológicos mundiais. Recentemente, este formato ganhou importância devido à decisão da OMM de substituir os Códigos Alfanuméricos Tradicionais (TAC) por este formato, para fins de disseminação de dados através do Global Telecommunication System (GTS).

Os Códigos Alfanuméricos Tradicionais (SYNOP, SHIP, BUOY, TEMP, etc) tem sido utilizado para intercâmbio de observações meteorológicas desde quando o telégrafo e o telefone eram os únicos meios de comunicação disponíveis. O uso destes formatos requer que as informações originalmente medidas nas estações sejam resumidas e degradadas, passando-se somente os dados essenciais para a elaboração manual de cartas sinópticas e outros diagramas de tempo.

Nos dias atuais, o progresso dos meios de comunicação, das observações meteorológicas por satélite e do uso massivo de supercomputadores mudaram por completo a forma como as previsões do tempo são realizadas operacionalmente. Hoje existe uma grande disponibilidade de informações por satélite, mas as observações meteorológicas medidas em estações convencionais possuem grande importância na previsão do tempo dada a sua precisão e confiabilidade.

As observações convencionais são disseminadas em formatos codificados que seguem os padrões da OMM, e para serem utilizadas pelos computadores é necessário convertê-las do formato alfanumérico tradicional para um formato binário, mais adequado aos sistemas computacionais. Tal conversão tem sido realizada através de decodificadores, 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, quanto às próprias características dos códigos, que, como havíamos dito, degradam as informações.

A OMM definiu o padrão de codificação BUFR no manual 306 e disponibiliza as tabelas padrões atualizadas para a codificação destes formatos. Contudo não foram desenvolvidos softwares-padrão para esta codificação, assim como, não foram estabelecidos algoritmos computacionais de forma detalhada. Este trabalho tem ficado a cargo dos centros meteorológicos precursores na utilização do BUFR, destacando-se o ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts), e o NCEP (National Center for Environmental Prediction).

O Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE) tem utilizado uma adaptação do sistema de sistema de pré-processamento do ECMWF para decodificar as mensagens meteorológicas convencionais e recodificá-las no formato BUFR. Este sistema foi cedido pelo ECMWF e adaptado para atender às particularidades do centro. Contudo, dada a complexidade e pluralidade de tipos e modelos de BUFR existentes e a importância estratégica deste formato para acesso e distribuição de dados meteorológicos, iniciou-se no CPTEC a construção de ferramentas próprias, cujo objetivo principal foi o de criar uma base para desenvolvimento de rotinas computacionais tanto para utilização em grandes computadores, visando a decodificação de grandes volumes para uso nos Modelos Numéricos de Tempo, quanto para utilização em computadores menores, visando principalmente a codificação de dados em estações meteorológicas automáticas ou convencionais.

Este documento apresenta e descreve estas ferramentas, cujo desenvolvimento baseou-se módulo central escrito em FORTRAN 90, chamado MBUFR, que implementa e encapsula os algoritmos básicos de gravação e leitura. Estes algoritmos respeitam os padrões estabelecidos para o formato BUFR no manual 306 da OMM. Com a utilização

deste módulo, o desenvolvimento de softwares que gravam ou lêem é feito de forma bastante amigável para programadores FORTRAN.

Utilizando o MBUFR foram desenvolvidas outras ferramentas computacionais que constituem o sistema MBUFRTOOLS. Com estas ferramentas é possível realizar a leitura e gravação de dados em BUFR de forma direta, ou através da elaboração de programas específicos, a partir de uma metodologia de desenvolvimento voltada à utilização e reaproveitamento de código.

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, freeBSD, MS-Windows). Também é imune a diferenças de arquitetura de máquina (big-endian ou little-endian), tendo como única restrição o uso do “byte” como unidade de leitura e gravação em arquivos binários não formatados.

No Capítulo 2 apresentamos uma explicação abrangente do formato BUFR, assim como as principais características que nortearam o desenvolvimento desta ferramenta.

A fim de permitir o uso imediato das ferramentas computacionais, apresentamos no Capítulo 3 instruções para compilação e instalação dos softwares.

Estas instruções são complementadas no Capítulo 4, onde efetivamente mostramos como utilizar estas ferramentas para leitura e gravação BUFR e também realizar outras operações básicas. Contudo isto é apenas o início. Na maioria dos casos é necessário que o usuário conheça os modelos de codificação para cada tipo de informação. Em outros casos, as ferramentas apresentadas não são adequadas para as aplicações específicas, sendo conveniente a criação de programas mais apropriados.

Desta forma, o Capítulo 5 destina-se ao usuário-programador, que deseja utilizar o módulo MBUFR diretamente. Neste são fornecidas informações básicas sobre as sub-rotinas do MBUFR, lógica de programação e programas-exemplo para serem utilizados em diferentes situações.

CAPÍTULO 2

O FORMATO BUFR E O SISTEMA MBUFRTOOLS

Neste capítulo, teceremos algumas considerações sobre várias questões relativas ao formato BUFR, tais como padronização, flexibilidade, utilização das tabelas e dos descritores. Tais considerações foram baseadas nos manuais da OMM e também na experiência adquirida no desenvolvimento das ferramentas que apresentamos neste trabalho. O objetivo é proporcionar um maior entendimento sobre a complexidade deste formato, assim como a abstração computacional por trás das ferramentas BUFR aqui apresentadas.

2.1 Questões de flexibilidade e padronização

A sigla BUFR sugere que este é um formato padrão e extremamente flexível (universal). Para evitar falsas expectativas com relação a isto, preferimos dizer que o BUFR não é, de fato, um formato padrão, mas sim um padrão de formatação.

Através deste padrão, pode-se codificar qualquer tipo de dado observacional, utilizando diferentes formas e diversos modelos de codificação (*templates*). Contudo, se as tabelas utilizadas não estiverem disponíveis para os programas decodificadores, provavelmente estes não poderão ser decodificados e interpretados corretamente. Isto ocorre porque a padronização do BUFR, segundo manual 305 do OMM é rígida somente em nível de estrutura binária de codificação, dando liberdade para que cada centro meteorológico crie seus próprios softwares e defina suas próprias tabelas, processos e modelos de codificação (*templates*).

Para explicar melhor a questão, faremos uma analogia: Se tivermos um conjunto de dados meteorológicos de uma localidade, e desejamos enviá-los a outro usuário, podemos colocá-los num arquivos texto (Padrão ASCII). Neste, organizamos os dados

em colunas, uma para temperatura, outra para pressão e assim por diante. O usuário que receber este arquivo poderá abrir e ver o conteúdo sem problemas, bastando utilizar um editor de texto ou uma planilha tipo excell. Isto ocorre porque o código ASCII é um código padrão, reconhecido por todos os editores de texto atuais. Mas se o arquivo texto tiver sido editado em EBCDIC, ao abri-lo em um editor ASCII, os caracteres aparecerão trocados. Assim, o ASCII e o EBCDIC são exemplos de padrões diferentes de codificação de texto.

É claro que o padrão ASCII, não é único tipo de padronização necessária para o intercâmbio de informações na forma de texto, principalmente se isto envolver várias entidades que produzem dados de forma independente. É necessário que haja também um acordo entre as entidades para que os dados sejam organizados da mesma forma. Isto é, seguindo a mesmas colunas para cada variável e utilizando as mesmas unidades de medida.

Voltando a questão, o padrão BUFR seria como se fosse o padrão ASCII do nosso exemplo, só que, um pouco mais complicado. Os modelos de codificação ou *templates* seriam como os acordos entre as entidades para organizar os dados da mesma forma.

Atualmente a OMM está definindo novos modelos de codificação para diferentes tipos de dados. Além disto, existem os modelos de codificação locais, utilizados por diferentes centros. Em alguns casos, para poder decodificar as informações destes centros, é necessário fazer um contato direto com centro gerador da mensagem BUFR a fim de obter tabelas e documentação ou mesmo algum software específico.

Isso cria algumas dificuldades para o desenvolvimento de softwares padrões de codificação e decodificação de dados BUFR. A própria OMM vem declarando que a elaboração de um software-padrão não faz parte das suas atribuições, que se restringem à padronização das mensagens. Além disso, as comissões da OMM modificam as normas do padrão de formatação BUFR, suas tabelas e *templates*, com uma certa

regularidade, criando novas edições e versões periodicamente. Trata-se, portanto, de uma questão de perseguir um “alvo móvel”.

Antecipando um pouco sobre o desenvolvimento do MBUFRTOOLS, a estratégia adotada foi desenvolver um módulo central (módulo MBUFR), que implementa o que chamamos de “núcleo da padronização BUFR”. Em torno deste módulo central foram construídas as demais ferramentas para manipular o BUFR. Isto facilita o trabalho de desenvolvimento de software, pois permite organizar o trabalho em equipes, de forma que os programadores envolvidos podem desenvolver com liberdade seus próprios softwares, baseados no mesmo núcleo comum. Em caso de modificação do padrão pela OMM, isto implicará apenas na necessidade de atualizar o módulo MBUFR, enquanto que os demais programas baseados neste módulo não necessitarão de modificações. Assim reduzimos o esforço necessário para o desenvolvimento e manutenção dos programas, além de criar duas camadas de desenvolvimento, onde questões de padronização e flexibilidade podem ser discutidas e compreendidas como maior clareza.

2.2 O padrão de codificação binária

O BUFR possui um padrão de codificação binário próprio. Este padrão organiza os bits de informação de forma contínua, sempre do bit menos significativo para o mais significativo, sem subdivisões em bytes ou outra qualquer formatação. Isto torna o BUFR um formatação binária independente do tipo de arquitetura de máquina (padrões “big-endian” e “little-endian”), impondo, desta forma, um padrão e criando uma forma bastante compacta de armazenamento de dados. De fato, a codificação binária do BUFR é, de certa forma, semelhante às técnicas de compressão de arquivos tais como os padrões zip, gz, arj, etc.

Em BUFR as variáveis meteorológicas distintas não ocupam espaços iguais. Mesmo estas variáveis sendo todas do tipo REAL, elas não ocupam o espaço de variável REAL (4 bytes), O espaço ocupado é, em geral bem menor. Para ter uma idéia, uma variável REAL de 4 bytes, pode armazenar números da ordem de $(-3.4 \times 10^{38}$ a $+3.4 \times 10^{38}$).

Como as variáveis meteorológicas possuem variações bem menores em ordem de grandeza, temos a economia com o reaproveitamento de bits do formato BUFR. Examinando-se a tabela BUFR B (anexo B) veremos o número de bits utilizados para gravar cada variável meteorológica. Por exemplo, a direção do vento, que varia de 0 a 360 graus, é definida como uma variável de 9 bits, ou seja, 1 byte + 1 bit. Os 7 bits restantes do segundo byte são reaproveitados para armazenar as próximas variáveis, resultando em grande economia em espaço de armazenamento. A figura 2.1 representa a distribuição dos bits de duas variáveis: A variável “a” com 9 bits e a variável “b” com 11 bits.

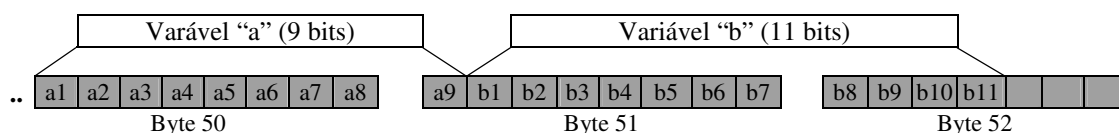


Figura 2.1 – Exemplo esquemático de compactação binária do BUFR

2.3 A estrutura interna do BUFR

Do ponto de vista estrutural as mensagens BUFR são divididas em 6 seções, codificadas em um formato binário próprio, contínuo e não formatado. A primeira seção é chamada de seção 0 e inicia com a palavra “BUFR”, indicativo de início de uma mensagem BUFR. A última seção ou seção 5 contém apenas os números “7777” que indica o final de mensagem BUFR. A tabela 2.1 apresenta a definição e finalidade de cada seção dentro do BUFR.

Tabela 2.1 - As seções do formato BUFR

Seção	Descrição
Seção 0	Seção de Indicadora (“indicator section”) – Contém o prefixo “BUFR”, que indica o início de uma mensagem BUFR, e outros atributos das mensagens.
Seção 1	Seção de identificação (“Identification Section”) – Contém informações que identificam a mensagem, tais como centro de origem, data e tipo dos dados, etc.
Seção 2	Seção Opcional (“optional section”) - Esta seção não é padronizada pela OMM e sim definida pelo centro gerador da informação. Ela é normalmente utilizada para gravação de metadados utilizados por bancos de dados relacionais. Como se trata de uma seção não padronizada, um programa de leitura de um centro, poderá não saber como decodificar a seção 2 de outro, contudo, por ser uma seção opcional, poderá ser omitida na gravação ou

	ignorada na leitura sem prejudicar a leitura das demais informações.
Seção 3	Seção de descrição (“Data description Section”) - Sua principal finalidade é armazenar os códigos descritores que identificam e caracterizam a forma de codificação dos dados que estão na seção 4
Seção 4	Seção de dados (“Data section”) - Contém os dados meteorológicos codificados e compactados, conforme descrito através dos códigos descritores da seção 3
Seção 5	Seção indicadora de fim de mensagem. Contém o grupo de caracteres “7777” que indica o final de uma mensagem.

Não detalharemos aqui a formatação de cada uma das seções do BUFR. Isto pode ser visto através dos anexos G e H ou no manual 306 da OMM. Vamos direto aos códigos descritores que são armazenados na seção 3. Eles são as chaves, sem as quais não é possível decodificar os dados meteorológicos que estão na seção 4. De fato, conhecer bem as tabelas de códigos descritores é fundamental para o trabalho com o BUFR.

Os descritores são códigos numéricos divididos em 3 partes chamadas de F, X e Y, tendo cada uma destas partes representadas respectivamente por 1, 2 e 3 dígitos, ou seja, F-XX-YYY. A parte F indica o tipo do descritor conforme a tabela 2.2

Tabela 2.2 - Tipos de descritores utilizados na codificação BUFR

Tipo de descritor	Finalidade
0-XX-YYY	Descritores de identificação de elementos definidos na tabela BUFR B
1-XX-YYY	Descritores replicadores
2-XX-YYY	Descritor da tabela BUFR C
3-XX-YYY	Descritor da tabela BUFR D

As partes XX e YYY dependem do tipo do descritor conforme descrevemos a seguir.

2.3.1 Descritores de identificação de elementos (TABELA B)

Na tabela BUFR B, são relacionados os descritores de identificação dos todos os elementos meteorológicos que podem ser incluídos na mensagem BUFR, tais como Pressão, temperatura, etc. As partes F, X e Y dos códigos descritores representam respectivamente o indicativo de elemento da tabela B (F=0), o indicativo da classificação do elemento meteorológico (ANEXO B) e o indicativo do elemento meteorológico propriamente dito. Os descritores da tabela B são os principais descritores utilizados para a gravação dos dados meteorológicos. A seqüência com que os descritores são colocados na seção 3 corresponde à seqüência com que os dados são colocados na seção 4, tal como mostrado nos capítulos 3 e 4. Na tabela B os descritores estão associados a quatro outras colunas: A unidade de medida; O fator de escala; O valor de referência e o número de bits.

É importante prestar atenção nas unidades de medidas. Por exemplo, no caso da variável de pressão reduzida ao nível do mar, dada pelo descritor 0-07-004, temos na tabela BUFR B (ANEXO B) que a unidade desta variável é o Pascal (Pa). Como estes dados normalmente são representados em hPa, temos que multiplicá-los por 100 antes de gravá-los. Observe ainda que existem variáveis que são representadas por códigos, tais como o código de identificação do satélite. Normalmente estes códigos são estabelecidos nas tabelas Comuns da OMM (Common tables). Estas tabelas podem ser consultadas através do site da OMM e também estão disponíveis junto com a distribuição do BUFRTOOLS. Tenha sempre estas tabelas à mão. Isto facilitará bastante a utilização do BUFR.

O fator de escala E e o valor de referência R são coeficientes utilizados para transformar os valores reais V_R em valores inteiros positivos A_N , conforme a equação 2.1.

$$A_N = V_R \cdot 10^{E_{(d)}} - R_{(d)} \quad (\text{equação 2.1})$$

O Valor binário de A_N deverá ocupar um número de bits igual ou inferior ao número de bits especificados na tabela B.

2.3.2 Descritor Replicador

Em muitos casos, um determinado elemento meteorológico ou conjunto de elementos meteorológicos são repetidos muitas vezes. A finalidade do descritor replicador é indicar esta repetição sem repetir várias vezes os mesmos descritores. Desta forma, o uso do replicador reduz o tamanho da seção 3 na mensagem BUFR.

A sintaxe do descritor replicador é “ $I\ xx\ yyy$ ”, onde o número I é o código do descritor replicador ($F=I$). O termo xx indica o número de descritores subseqüentes que serão replicados, e o termo yyy o número de replicações.

Por exemplo, digamos que, em uma determinada mensagem BUFR, entremos com 4 conjuntos de informações de pressão e temperatura. Para representá-los, precisaríamos inserir na seção 3 os descritores para o elemento de pressão e temperatura quatro vezes, totalizando oito descritores. Utilizando o descritor replicador, esta parte da seção 3 pode ser escrita utilizando apenas três descritores, conforme é ilustrado no exemplo comparativo da Tabela 2.3.

Tabela 2.3 - Exemplos de seqüência de descritores da tabela B com e sem o uso de replicadores para evitar a repetição de descritores.

Exemplo sem o uso de replicador		Exemplo com o uso de replicador	
Código	Descrição	Código	Descrição
0-07-004	Pressão (Pa)	1-02-004	Replica os 2 próximos descritores 4 vezes
0-12-001	Temperatura (K)	0-12-001	Pressão (Pa)
0-07-004	Pressão (Pa)	0-07-004	Temperatura (K)
0-12-001	Temperatura (K)		
0-07-004	Pressão (Pa)		
0-12-001	Temperatura (K)		
0-07-004	Pressão (Pa)		
0-12-001	Temperatura (K)		

Uma outra categoria de descritor replicador é o replicador posposto (*delayed replicator*). O replicador posposto indica a replicação de variáveis. Contudo, o número de vezes em que as variáveis serão repetidas não é indicada no corpo do replicador (termo YYY), mas na seção 4, junto com os próprios dados a serem replicados. A utilização do replicador posposto é comum para representar a repetição de níveis isobáricos de dados de radiossondagens. Como cada radiossondagem gravada em uma mensagem BUFR poderá ter um número de níveis isobáricos diferente, a indicação de replicação não pode ser feita através de um único replicador na seção 3. Com o replicador posposto, a indicação da replicação passa a ser feita junto aos dados de radiossondagens, dentro dos seus respectivos subgrupos na seção 4.

2.3.3 Descritores da tabela C

Os descritores da tabela C ou “*Data description operators*”, possuem a sintaxe 2-xx-yyy. Parte destes descritores, de 2-01-yyy a 2-07-yyy, atuam no sentido de modificar as definições dos descritores da tabela B. A partir de 2-21-yyy, indicam operações e procedimentos mais gerais (vide tabela BUFR C).

2.3.4 Descritores da tabela D

Os descritores da tabela D representam “as sequencias comuns de descritores”. Possuem a sintaxe 3-xx-yyy, onde xx representa a classe e yyy o tipo de seqüência comum específica. Para ilustrar a utilização dos descritores da tabela D, consideremos, por exemplo, o descritor 3-01-011, que representa a seqüência de descritores de data. O uso deste descritor na seção 3 equivale à seqüência dos descritores 0-04-001 (ano), 0-04-002 (mes) e 0-04-003 (dia).

Resumindo, a seqüência de descritores utilizada na seção 3 define os dados na seção 4, assim como o próprio formato da seção 4. Note que esta definição de fato não está contida dentro do arquivo BUFR, pois exceto para o caso dos descritores replicadores, todos os demais são apenas chaves para tabelas BUFRs externas. Desta forma, o BUFR

não é um formato autodescritivo ou autocontido. Convém ainda salientar que tais tabelas podem ser definidas localmente por cada centro meteorológico, de forma que, sem as tabelas adequadas não é possível decodificar um arquivo BUFR. Os modelos de codificação da OMM, que estão sendo definidos, correspondem a um acordo para que todos os centros meteorológicos utilizem mesmos descritores e nas mesmas seqüências para cada tipo de mensagem.

2.4 A estratégia de desenvolvimento do sistema MBUFRTOOLS

Como pode ser observado, tanto pela explicação dada nos itens anteriores, quanto através do manual 306 da OMM, o BUFR é um formato complexo. A questão que se apresenta é como desenvolver um programa para trabalhar com este formato.

No desenvolvimento do MBUFRTOOLS, o conceito de utilização de módulos e a criação do módulo MBUFR foram a principal estratégia utilizada para simplificar o desenvolvimento. O módulo MBUFR encapsula toda a codificação binária, disponibilizando apenas quatro sub-rotinas públicas: OPEN_MBUFR (para abertura de um arquivo BUFR); READ_MBUFR (para leitura de uma mensagem BUFR no arquivo aberto); WRITE_MBUFR (para gravar uma mensagem BUFR no arquivo); e CLOSE_MBUFR (para fechar o arquivo).

Estas sub-rotinas foram criadas em analogia aos comandos de entrada e saída do FORTRAN 90, como se fosse uma extensão da linguagem de programação, tornando sua utilização mais intuitiva para maioria dos programadores FORTRAN. Assim, o desenvolvimento do MBUFR foi orientado em função da interface destas sub-rotinas. Abaixo delas é implementada toda a parte rígida e de baixo nível da estrutura interna do BUFR.

A partir deste módulo principal foram desenvolvidos outros programas que constituem o sistema de ferramentas MBUFRTOOLS. Com estas ferramentas é possível realizar a leitura e gravação de dados em BUFR de forma direta, ou através da elaboração de

programas específicos, a partir de uma metodologia de desenvolvimento voltada à utilização e reaproveitamento de módulos.

Uma outra estratégia foi a utilização de apenas comandos do FORTRAN 90 padrão, podendo ser compilado por diversos tipos de compiladores (ifort, g95, DecAlpha f90, Microsoft Power Station) e em diferentes sistemas operacionais (Unix, Linux, freeBSD, MS-Windows). Também é imune a diferença de arquitetura de máquina (big-endian ou little-endian), tendo como única restrição o uso do “byte” como unidade de leitura e gravação em arquivos binários não formatados.

CAPÍTULO 3

INSTALAÇÃO E CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA

O Objetivo deste capítulo é fornecer instruções básicas para início rápido na utilização dos programas utilitários que compõe o MBUFRTTOOLS. O sistema, como um todo, é bastante portátil para diferentes sistemas operacionais e compiladores. Contudo, existem diferentes parâmetros e procedimentos de compilação que devem ser seguidos em cada caso. O primeiro passo é ter em seu computador um compilador FORTRAN 90, que pode ser o **ifort**, **g95**, **pgf90**, **DEC Fortran** ou **Microsoft Fortran Powerstation**. Caso você possua outro compilador de FORTRAN 90, consulte o respectivo manual e verifique os parâmetros de compilação disponíveis. Dependendo do caso, pode ser necessário utilizar alguma opção especial para o compilador considerar o tamanho da “palavra” igual a 1 (um) byte, tal como ocorre no caso do DEC Fortran, onde devemos utilizar a opção “- assume byterecl”. Caso você não disponha de qualquer compilador FORTRAN 90, sugerimos a utilização do compilador g95, disponibilizado livremente em <http://www.g95.org> para diversos sistemas operacionais, tais como Linux, Windows, FreeBSD, e outros. As instruções a seguir também estão inclusas no arquivo Leia-me.txt que é fornecido junto com o software. Siga as instruções e boa sorte!

3.1 Instalação e compilação em sistema Linux/ UNIX

Existem duas distribuições básicas do MBUFRTTOOLS: A primeira inclui *makefiles* e instruções para compilação em Linux ou Unix (*mbufrtools_unx_v1r0.tar.gz*) e outra com *makefiles* e instruções para compilação em Microsoft Windows (*mbufrtools_win_v1r0.zip*). Portanto, para instalação em Linux/Unix, copie para um diretório à sua escolha, o arquivo *mbufrtools_unx_v1r0.tar.gz*.

O segundo passo é a descompactação do sistema. Você precisará do programa `gunzip`, que acompanha todas as versões do sistema linux. Para isto digite as seguintes instruções:

```
gunzip bufertools_v1r0_unx.tar.gz
tar -xvf bufertools_v1r0_unx.tar
```

Este comando deve descompactar todos os arquivos, criando a estrutura de diretórios necessários para a compilação e execução do sistema.

```
./bufertools_unx_v1r0/
./bufertools_unx_v1r0/src
./bufertools_unx_v1r0/tables
./bufertools_unx_v1r0/bin
./bufertools_unx_v1r0/data_examples
```

Em seguida é necessário configurar a variável de ambiente `MBUFR_TABLES`. Esta variável deve conter o caminho completo até o diretório onde as tabelas BUFR estão situadas (`./bufertools_unx_v1r0/tables/`). Caso esteja usando o C Shell como padrão, adicione a seguinte linha no arquivo `“.login”`:

```
setenv MBUFR_TABLES ${HOME}/bufertools_v1r0_unx/tables/
```

Caso esteja usando Korn Shell ou o Bash como padrão, esta mesma linha fica um pouco diferente:

```
Export MBUFR_TABLES=${HOME}/bufertools_v1r0_unx/tables
```

Não se esqueça de reiniciar o seu `“.login”`, utilizando `“source .login”`, ou abrindo outro terminal.

O passo seguinte é compilar o sistema, com todos ou programas utilitários. No diretório `/bufertools_unx` existem vários arquivos de compilação (makefiles), com instruções muito semelhantes. Basicamente a única diferença entre cada arquivo é a primeira linha, onde são definidos os parâmetros de compilação adequados para cada um dos tipos de compilador. Note que o nome do makefile possui uma extensão que indica para qual

compilador foi escrito. Assim, por exemplo, se deseja utilizar o compilador g95 deve-se usar o `makefile_g95` da seguinte forma:

```
Make -f makefile_g96
```

Esta instrução irá fazer a compilação de todos os programas utilitários, gerando os executáveis no diretório “bin”. São estes: `bufrdump`, `bufrgen`, `bufrlist`, `plotbufrtype` e `bufrqc`. Para facilitar a utilização, mova estes arquivos para o diretório “bin” do sistema, ou modifique a variável `$PATH` do arquivo “.login” para acrescentar o diretório onde estão os programas.

Exemplo:

```
setenv PATH ${HOME}/bufertools_unx_v1r0/bin: $PATH
```

A parte final é verificar se tudo ocorreu corretamente. No diretório “data_example” existem arquivos BUFR que podem ser utilizados como teste. Entre neste diretório e experimente utilizar cada um dos programas. Veja como fazer no próximo capítulo.

3.2 Instalação e compilação no sistema Windows

Em princípio não é necessário compilar os programas em Windows, basta descompactar o arquivo `BUFERTOOLS_WIN` em um diretório e configurar as variáveis de ambiente. Dentro do `BUFERTOOLS_WIN`, na pasta “bin” estão os programas executáveis para Windows 32 bits. Na pasta `TABLES`, as tabelas BUFR necessárias para que os programas rodem. Recomendamos mover a pasta `TABLES` para “C:\TABLES” ou para outro local fora da pasta do `MBUFERTOOLS`. Isto facilita atualizações futuras das tabelas ou dos programas.

Tal como no sistema UNIX é necessário configurar a variável de ambiente MBUFR_TABLES indicando o caminho exato onde estão as tabelas. No caso do Windows 98, isto poderá ser feito editando o arquivo C:\AUTOEXEC.BAT. Neste acrescente a seguinte instrução:

```
Set MBUFR_TABLES C:\TABLES\
```

É necessário re-iniciar o computador, para que as modificações em AUTOEXEC.BAT tenham efeito.

Caso utilize uma versão do Windows superior à versão 98, esta mesma configuração pode ser feita de uma forma mais fácil. No Windows XP, acesse as configurações do sistema clicando na opção “INICIAR” da barra de ferramentas. Em seguida clique “Configurações”. Vá para o “Painel de controle”, acesse as “Propriedades do Sistema” e selecione a janela: “Avançado” (figura 3.1).

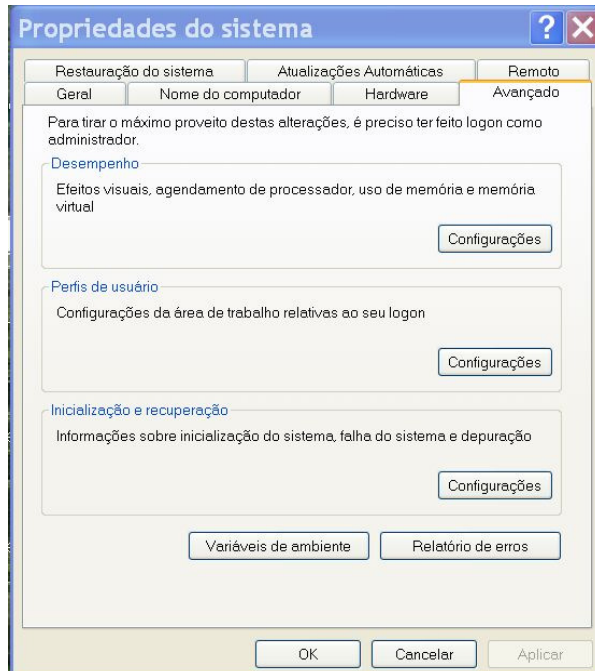


Figura 3.1 – Janelas de propriedades do Sistema do Windows XP

Nesta janela clique em “Variáveis de ambiente”. Na tela seguinte (figura 3.2) clique em “Nova”. No campo “nome da variável” digite: MBUFR_TABLES. No campo valor: C:\TABLES\.



Figura 3.2 – Janela de Configuração das Variáveis de ambiente do Usuário e do Sistema do Windows XP.

Aproveite e edite a variável “Path” para acrescentar o caminho completo até a pasta onde estão os programas executáveis. Este procedimento permite que os programas possam ser chamados de qualquer ponto do Windows a partir de uma janela DOS (“Prompt de Comando”).

Caso já tenha aberto uma janela DOS antes de configurar as variáveis de ambiente, feche-a e abra-a novamente para que ela possa carregar as variáveis de ambiente. Geralmente não é preciso reiniciar o sistema.

3.2.1 Compilando com o g95

A pesar dos programas já estarem compilados, eventualmente pode ser interessante proceder a re-compilação. Por exemplo: para modificar alguns dos programas já existentes, criar novas rotinas, adaptar para Windows 16 bits, ou ainda aumentar o desempenho com a utilização de compilador mais apropriado para processadores Intel ou processadores 64 bits.

Para compilar com o **g95** utilize o aplicativo “**nmake**”. Ele funciona exatamente como o “**make**” do Linux. Para compilar com nmake digite no “prompt de comando”

```
nmake -f bufertools_g95.mak
```

Esta instrução irá fazer a compilação de todos os programas utilitários, gerando os executáveis no diretório “bin”, tal como o ocorre na compilação com Linux.

3.2.2 Compilando com Microsoft Fortran Power Station

Caso disponha do **Microsoft Fortran Power Station**, uma outra opção, seria abrir o arquivo de projeto “bufertools_win.mdp” que encontra-se dentro da pasta MSDEV. Isto permite ver e editar todos os códigos fontes de forma amigável. Dentro do Microsoft Fortran, o MBUFERTOOLS fica dividido em vários subprojetos, uma para cada ferramenta do MBUFERTOOLS. Utilize as facilidades visuais deste sistema para seleccionar e compilar cada um dos subprojetos.

A parte final é verificar se tudo ocorreu corretamente. Para isto, existem no diretório “data_example” arquivos BUFR que podem ser utilizados. Abra uma janela DOS (Prompt de Comando), vá para o diretório “data_example” e experimente utilizar cada um dos programas. Os procedimentos são análogos aos procedimentos do Linux. Veja como fazer isto no próximo capítulo.

CAPÍTULO 4

UTILIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS BUFR

4.1 O programa BUFRLIST

Finalidade: Gerar listagem descritiva do conteúdo de um ou mais arquivos BUFR

Sintaxe: *Bufrlist* <arquivo 1> <arquivo 2> ... <arquivo n>

Este programa oferece uma forma rápida de verificar o conteúdo de um ou mais arquivos BUFR, mas ele não decodifica a mensagem inteira. Somente as seções 0 e 1 de cada mensagem BUFR são lidas, o que torna a pesquisa bastante rápida. A listagem abaixo corresponde a uma saída de exemplo do BUFRLIST. Para maiores detalhes sobre as seções do BUFR veja capítulo 5.

```
-----  
Bufr Edição                2  
INPE-CPTEC  
  Dados de Superficie - Terrestre.....Subtipo =  1    1699.0 kBytes  
  Dados de Superficie - Terrestre.....Subtipo =  3     450.2 kBytes  
  Dados de Superficie - Terrestre.....Subtipo =  6    2094.3 kBytes  
  Dados de Superficie - Oceanicos.....Subtipo =  9         2.8 kBytes  
  Dados de Superficie - Oceanicos.....Subtipo = 11    205.2 kBytes  
  Dados de Superficie - Oceanicos.....Subtipo = 13    266.4 kBytes  
  Dados de Superficie - Oceanicos.....Subtipo = 19     39.8 kBytes  
  Dados de Superficie - Oceanicos.....Subtipo = 21   1162.4 kBytes  
  Sondagens Verticais.....Subtipo = 91    149.5 kBytes  
  Sondagens Verticais.....Subtipo = 101   482.9 kBytes  
  Sondagens Verticais.....Subtipo = 102     3.8 kBytes  
  Dados de Ar Superior (niv.simples).....Subtipo = 142  124.4 kBytes  
  Dados de Ar Superior (niv.simples).....Subtipo = 144 1531.1 kBytes  
  Total.....8211.8  
kbytes  
-----  
Bufr Edicao                3  
USA- National Centres for Environmental Prediction  
  Sondagens Verticais-(satelites).....Subtipo = 104   1626.3 kBytes  
  Total.....1626.3 kbytes  
  
Tokyo(RSMC), Japan Meteorological Agency  
  Dados de Ar Superior (niv.simples-satelites).Subtipo =  0    582.6 kBytes  
  Total.....582.6 kbytes  
  
US NOAA / NESDIS  
  Dados de Ar Superior (niv.simples-satelites).Subtipo =  87   571.7 kBytes  
  Total.....571.7 kbytes
```

4.2 O programa PLOTBUFRTYPE

Finalidade: Obtém a posição geográfica de cada tipo de dado BUFR, gerando arquivos que podem ser visualizados através do programa GrADS (Grid Analysis and Display System)

Sintax: plotbufrtype <arquivo-destino> <data> <janela> < arquivos-BUFR >

<arquivo-destino> : Nome do arquivo, sem extensão, com o qual serão gravados os resultados: A extensões .bin e .ctl são gerados automaticamente para representar os arquivos do grads
<data> :Data e hora centrais das observações no formato YYYYMMDDHH
<janela> :Janela de tempo em horas. Os dados do arquivo BUFR que estiverem fora da janela de tempo, não serão considerados
<arquivos-BUFR>: Um ou mais nomes de arquivos BUFR que deseja-se processar

Para visualizar o conteúdo destes arquivos é necessário o uso do software GrADS. Caso já tenha o GrADS instalado em seu computador, basta executar as seguintes linhas

```
Stnmap -i <arquivo-destino.ctl>  
Grads -lc "open arquivo-destino.ctl  
d btype
```

A figura 1 apresenta a saída para os arquivos de exemplo. Nesta figura estão grafados os códigos BUFR da tabela A (ver tabela A em anexo), que identificam cada um dos dados nas suas respectivas posições geográficas.

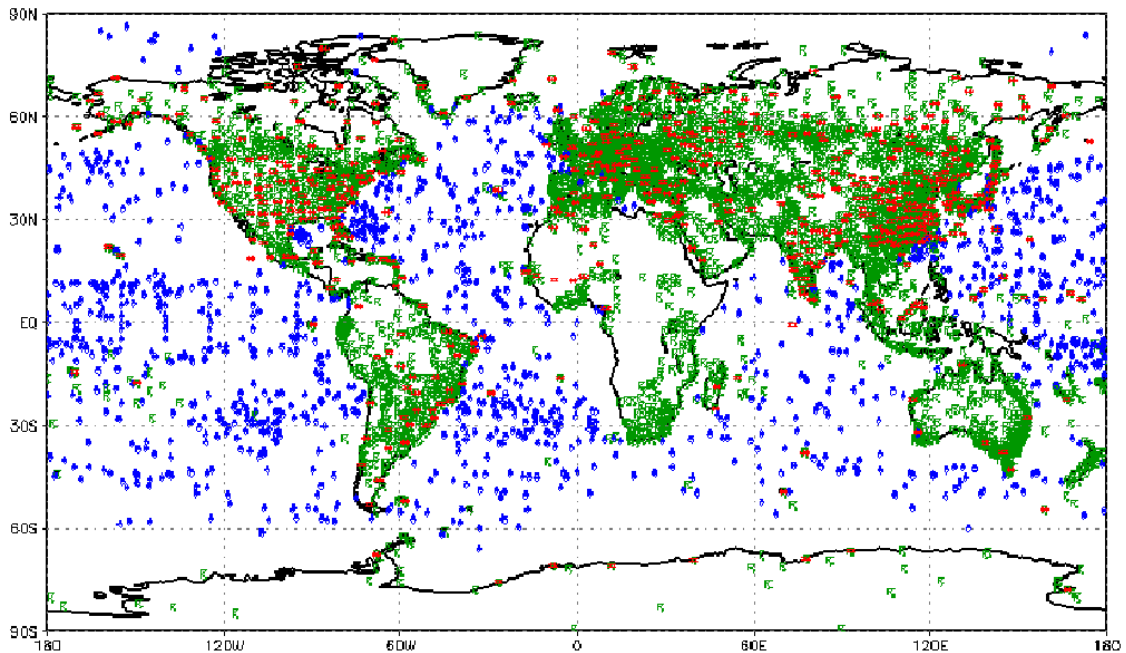


Figura 4.1 – Exemplo de figura gerada pelo GrADS e o PLOTBUFRTYPE. Os dados em BUFR foram fornecidos pelo CPTEC/INPE. Em azul estão os dados do tipo BUOY, em verde os dados do tipo SYNOP, e em vermelho os dados do tipo TEMP

4.3 O programa BUFRDUMP

Finalidade: descarregar o conteúdo de um arquivo BUFR em arquivo texto

Sintax: bufrdump < arquivo-bufr> < arquivo-texto> <NM> <NSS>

<arquivo-bufr> : Nome do arquivo BUFR de entrada

<arquivo-text>: Nome do arquivo texto (saída)

<NM> : Número máximo de mensagens a serem decodificadas

<NSS> : Número máximo de subgrupos (“subsets”)

Este programa pode ser utilizado para converter arquivos BUFR para texto ou simplesmente verificar a seqüência de descritores (*template*) de mensagens BUFR . A listagem abaixo mostra um exemplo de saída do BUFRDUMP.

```

:BUFR:
  0 # MBUFR Error code
:SEC1:
  46 # CENTER: INPE
  0 # BUFR TYPE: Dados de Superficie - Terrestre
  1 # BUFR SUBTYPE
  2 # BUFR MASTER TABLE
  1 # BUFR LOCAL TABLE
2004 # YEAR
  12 # MONTH
  14 # DAY
  12 # HOUR
  0 # MINUTE
:SEC3:
  1 # Num.subsets
  10 # Num.descriptors
  0 # Flag for Compressed data (1=compressed 0=uncompressed)
  307005
  013021
  013013
  222000
  101049
  031031
  001031
  001201
  101039
  033007
:SEC4:
  140 # N. VARIABLES !!!
  :SUBSET 0001:
    78.0000 # 001001-WMO BLOCK NUMBER
    741.0000 # 001002-WMO STATION NUMBER
    1.0000 # 002001-TYPE OF STATION
    2004.0000 # 004001-YEAR
    12.0000 # 004002-MONTH
    14.0000 # 004003-DAY
    12.0000 # 004004-HOUR
    .0000 # 004005-MINUTE
    12.1400 # 005001-LATITUDE (HIGH ACCURACY)
    -86.1700 # 006001-LONGITUDE (HIGH ACCURACY)
    56.0000 # 007001-HEIGHT OF STATION
    100710.0000 # 010004-PRESSURE
    101340.0000 # 010051-PRESSURE REDUCED TO MEAN SEA LEVEL
    130.0000 # 010061-3 HOUR PRESSURE CHANGE
    3.0000 # 010063-CHARACTERISTIC OF PRESSURE TENDENCY
    .0000 # 011011-WIND DIRECTION AT 10 M
    .0000 # 011012-WIND SPEED AT 10 M
    294.0000 # 012004-DRY BULB TEMPERATURE AT 2M
    292.8000 # 012006-DEW POINT TEMPERATURE AT 2M
    127.0000 # 013003-RELATIVE HUMIDITY
    12000.0000 # 020001-HORIZONTAL VISIBILITY
    11.0000 # 020012-CLOUD TYPE
    1.0000 # 008002-VERTICAL SIGNIFICANCE (SURFACE OBSERVATIONS)
# 020011-CLOUD AMOUNT
...
:7777:

```

Neste arquivo a palavra “:BUFR:” (entre “:”) é um delimitador que indica o início de uma mensagem BUFR. O delimitador “:7777:” indica o final da mesma mensagem. Dentro de cada mensagem BUFR existem as subdivisões, tais como “:sec1:”, “:sec3:”, “:sec4:”, que representam respectivamente os inícios das seções 1, 3 e 4. Note que a seção 2 é omitida. Esta é uma seção opcional do BUFR, e não é padronizada, por isto

este programa simplesmente ignora esta seção. Após a palavra “:BUFR:” vem um código de erro que normalmente é igual a zero. Este código não existe dentro do arquivo BUFR. Na realidade este é simplesmente um indicador gerado internamente pelo programa, para indicar se houve erros durante o processo de decodificação. Caso nenhum erro tenha ocorrido o valor apresentado é zero, tal como no exemplo acima. Caso diferente de zero, indica o tipo de erro, conforme a tabela de erros do módulo MBUFR (capítulo 6).

Após isto, vêm informações das seções sec1, sec3, sec4. A interpretação das informações estão descritas nos próximos capítulos e também nos manuais da OMM. Destacaremos aqui alguns detalhes que podem causar estranheza aos usuários mais experientes em BUFR: Muito embora o BUFRDUMP pareça converter todas as informações que estão em BUFR para formato texto, isto de fato não ocorre. Existem algumas informações que são omitidas e outras que são geradas durante o processo de decodificação. Dentre as informações omitidas está o número de bytes de cada uma das seções. Esta, assim como as outras informações omitidas, são utilizadas apenas no processamento interno de codificação/decodificação.

Dentre as informações geradas a principal é N.VARIABLE. Indica o número de variáveis de cada subconjunto da seção 4. De fato o que existe no BUFR é o número de descritores da seção 3: A variável N. VARIABLES é obtida durante o processo de expansão de descritores e é uma variável útil para que o usuário conheça o número real de dados dentro de cada subconjunto da mensagem. No caso do exemplo acima. N. VARIABLES é 140, indicando que existem 140 variáveis dentro de cada subconjunto de informações.

Para melhor entendimento deste programa, recomendamos que veja também o programa BUFRGEN. Este faz o processo inverso, isto é, gera um arquivo BUFR a partir de um arquivo texto.

4.4 O programa BUFRGEN

Finalidade: Gerar um arquivo BUFR a partir de um arquivo texto

Sintax: bufrgen < arquivo-texto> < arquivo-bufr>

<arquivo-texto>: Nome do arquivo texto (entrada)

<arquivo-bufr> : Nome do arquivo BUFR (saída)

O BUFRGEN realiza o processo inverso do BUFRDUMP, isto é, ao invés de converter um arquivo BUFR em texto, o BUFRGEN converte um arquivo texto em BUFR. Por esse motivo, o formato texto de entrada do BUFRGEN e o formato texto de saída do BUFRDUMP são exatamente iguais.

Para ilustrar a utilização deste programa, supomos que desejemos gravar os dados de temperatura à superfície de uma determinada estação meteorológica (tabela 4.1).

Tabela 4.1 – Exemplo hipotético de dados de temperatura à superfície para uma localidade situada em 10S/50W no dia 25-08-2005.

LAT	LON	ANO	MES	DIA	Hora	Temperatura (k)
-10.0	-50.0	2005	08	25	01	300.0
“	“	“	“	“	02	296.5
“	“	“	“	“	03	295.2

Para codificar os dados desta tabela utilizando o BUFRGEN, precisamos escrevê-la no formato de saída do BUFRDUMP. Este arquivo deve começar com a sigla “:BUFR:”, e em seguida vem o número zero, que neste caso indica que as informações a seguir devem ser gravadas.

Note que a o “0” na caso do BUFRDUMP, indicava que a mensagem foi lida sem erros. Assim se usarmos uma saída com erros do BUFRDUMP e tentarmos usar o BUFRGEN

para fazer o processo inverso, as mensagens que tiverem erros serão simplesmente ignoradas.

Em seguida iniciamos a seção 1. Esta é uma seção com tamanho fixo, onde devem ser informadas na ordem as seguintes informações:

- a) Código do centro gerador conforme a classificação da OMM [Veja tabela Comum C1 (anexo C)];
- b) O tipo de dado conforme a classificação da OMM [veja tabela A (anexo A)];
- c) Versões das Tabelas Mestre e Local;
- d) Data sinóptica da observação (ano, mes, dia, hora e minutos).

No nosso exemplo, desejamos informar que o centro gerador do BUFR é o INPE. Consultando a tabela C1 (ANEXO), constatamos que o código do centro gerador adequado é 46. Para dados de superfície informa-se o código correspondente na tabela BUFR A (anexo A) é “0”. Por opção nossa, utilizaremos a tabela mestre 11 sem descritores locais (tabela local 0). Desta forma a seção 1 é escrita como se segue

```
:BUFR:
  0 # MBUFR Error code
:SECT:
  46 # CENTRO GERADOR - Brazilian Spacial Agence (INPE-CPTEC)
  0 # BUFR TYPE: Dados de Superficie - Terrestre (BUFR TABLE A)
  1 # BUFR SUBTYPE
  11 # BUFR MASTER TABLE
  0 # BUFR LOCAL TABLE
2005 # YEAR
  08 # MONTH
  25 # DAY
  00 # HOUR
  0 # MINUTE
```

Terminada a seção 1, começamos a escrever a seção 3. Nesta são colocados os códigos descritores que indicam a seqüência e a forma em que cada informação meteorológica será gravada na seção 4. Para saber os códigos descritores que vamos utilizar, precisamos consultar a tabela BUFR B, ou melhor, a versão 11 da tabela BUFR B. Cuidado na utilização destas tabelas! Devemos indicar adequadamente na seção 1 a

versão da tabela utilizada na seção 3. Assim, como indicamos 11 em MASTER TABLE na seção 1, os descritores que vamos introduzir na seção 3 devem ser todos da versão 11. Consultado esta tabela verificamos os códigos adequados para codificar as sete variáveis que vamos gravar. São elas: latitude, longitude, ano, mês, dia, hora, minuto e a temperatura. Como os dados que desejamos gravar referem-se a três horários distintos, optaremos por gravar cada um dos horários em um subconjunto diferente. Assim iniciamos escrevendo o número 3, para indicar o número do subconjunto (*subset*), em seguida 7 para indicar o número de descritores, depois o código que indica o modo de gravação (que pode se 0 para modo não-compactado ou 1 para modo compactado) e por fim os sete descritores escolhidos.

```
:sec3:
3      # Num.subsets
7      # Num.descriptors
0      # Flag for Compressed data (1=compressed 0=uncompressed)
004001 # Código descritor do ano
004002 # Código descritor do mes
004003 # Código descritor do dia
004004 # Código descritor da Hora
005001 # Código descritor da Latitude
006001 # Código descritor da Longitude
012004 # Código descritor da Temperatura em Kelvin
```

Finalmente vem a seção 4. Nesta escreveremos o número de variáveis, que neste caso é igual a sete (exatamente o mesmo número de descritores), em seguida o número do subconjunto na forma “:SUBSET #####:” e os sete valores que desejamos codificar em cada subconjunto, respeitando-se a mesma ordem adotada na gravação dos descritores na seção 3. Portanto a seção 4 ficaria:

```
:SEC4:
7 # Numero de variaveis
:SUBSET 0001:
2005
08
25
01
-10.00
-50.00
300
:SUBSET 0002:
2005
08
25
02
-10.00
-50.00
296.5
:SUBSET 0003:
2005
08
25
03
-10.00
-50.00
```

Note que as informações após o sinal “#” indicam a inserção de “comentários”, podendo, portanto, serem omitidos. Também não é necessário preocupar-se com os espaços em cada linha do texto, pois a formatação é livre. Veja exemplo completo a seguir.

```

:BUFR:
0
:SEC1:
46 # CENTRO GERADOR
0 # BUFR TYPE
1 # BUFR SUBTYPE
11 # BUFR MASTER TABLE
0 # BUFR LOCAL TABLE 1
2005 # ANO
08 # MES
25 # DIA
0 # HORA
0 # MINUTO
:SEC3:
3 # Numero de subsets
7 # Numero de descritores
0 # Indicador de modo de gravacao (1=comprimido, 0 = não comprimido)
004001 # Ano
004002 # Mes
004003 # Dia
004004 # Hora
005001 # Latitude
006001 # Longitude
012004 # Temperatura
:SEC4:
7 # Numero de variaveis
:SUBSET 0001:
2005
08
25
01
-10.00
-50.00
300
:SUBSET 0002:
2005
08
25
02
-10.00
-50.00
296.5
:SUBSET 0003:
2005
08
25
03
-10.00
-50.00
295.2
:7777: # Fim da mensagem

```

É importante não esquecer o código “:7777:” para indicar o fim da mensagem.

Fornecendo esse arquivo ao BUFRGEN, obteremos um arquivo BUFR, não comprimido, com múltiplos subconjuntos (multi-subsets). Para verificar se o arquivo foi gerado com sucesso, pode-se utilizar o BUFRDUMP, para retornar ao arquivo texto original.

Um outro detalhe importante neste exemplo é a inserção da data (2005-08-25) na seção 1, que depois é repetida em cada um dos subconjuntos. O campo de data na seção 1 é obrigatório, já na seção 4 poderia ser omitido, bastando, para isto, omitir os descritores de data na seção 3. Introduzimos esta data repetidamente na seção 4, apenas para chamar a atenção de que, muito embora o BUFR seja um “formato flexível”, do ponto de vista de que, podemos gravar qualquer tipo de dado em qualquer ordem apenas manipulando os descritores e tabelas; na prática, existem modelos de codificação (*templates*), pré-estabelecidas pela OMM ou pelos centros geradores, que ditam a ordem dos descritores. Existem modelos, para vários tipos de dados, tais como SYNOP, SHIP, METAR, TEMP, etc., mas não existem modelos para todos os tipos. Eventualmente pode ser necessário criar o seu próprio modelo para um tipo de dado específico. Daí, como garantir que um arquivo BUFR com um modelo criado localmente vai ser corretamente decodificada em outras instituições? De fato não existe forma de garantir isto, pois cada centro pode utilizar seus próprios programas de decodificação, podendo ocorrer eventuais problemas de decodificação ou “**entendimento**” da seqüência utilizada.

No nosso exemplo, não utilizamos um modelo de codificação da OMM (*template*). Ao invés disto, atemo-nos em alguns aspectos comuns a todos os modelos de codificação oficiais: “**A data e a latitude sempre precedem os dados em cada subconjunto**”. Por isto repetimos estas informações: para que programas distintos “**não tenham dúvidas**” com relação as datas e locais de cada dado.

Um último detalhe importante: O BUFRGEN possui uma forma especial para entrar com textos. Descritores da tabela B podem descrever valores numéricos, códigos ou textos. Consultando a tabela BUFR B da OMM, os descritores texto são identificados pela sigla CCITTIA5 no campo de unidade, tal como por exemplo o descritor 0-01-015.

O descritor 0-01-015 (*Station Or Site Name*) é um descritor de texto de 160 bits. Para saber o número de caracteres deste texto, basta dividir o número de bits por 8. Assim concluímos que 0-01-15 indica uma variável do tipo texto (*string*) de 20 caracteres.

Caso desejemos gravar esta variável usando o BUFRGEN, além de incluir o descritor 0-01-015 na seção 3, é necessário colocar o valor na seção 4 entre aspas (“”). Vejamos, por exemplo, o seguinte trecho de uma seção 4 de uma mensagem BUFR:

```
21          # N.VARIABLES !
:SUBSET 1:
"Mart Station"      " # 001015  STATION OR SITE NAME"
223.3 # 012004  Temperature (kenvin)
```

Neste exemplo, temos duas variáveis na seção 4. Como o nome da localidade (“Mart Station”) tem menos do que 20 caracteres, completamos com espaços em branco os caracteres que faltam. Note também que colocamos apenas duas variáveis (0-01-015 e 0-12-004), mas em N.VARIABLES, colocamos o número 21 ao invés de 2. Isto por que, para o BUFRGEN, cada caractere é gravado separadamente em BUFR, contando como se fossem 20 variáveis. Portanto 20 caracteres do nome da localidade + 1 valor de temperatura totalizam 21 variáveis ou elementos para gravação.

Com isto terminamos a explicação sobre o BUFRGEN, contudo vale salientar que isto é apenas o começo no que se refere às questões relacionadas à codificação de arquivos BUFR. É necessário estar atento aos modelos de codificação e muitos outros detalhes, que serão falados mais adiante, tais como, a utilização de descritores replicadores pospostos, (delayed replication), codificação comprimida, utilização descritores da tabela D, inserção de índices de confiança, e a criação de descritores locais.

Assim, antes de começar criar seus próprios arquivos BUFR com o BUFRGEN, recomendamos o estudo das tabelas BUFR e dos modelos de codificação estabelecidos pela OMM para diferentes tipos de dados. Em anexo estão alguns modelos de codificação adotados pela OMM. Maiores informações sobre os modelos de codificação podem ser obtidas através do site da OMM. Caso tenha acesso a dados BUFR de outros centros, pode-se utilizar o BUFRDUMP para verificar quais os modelos adotados por estes centros.

4.5 O programa BUFRQC

Finalidade: Extrair o conteúdo da seção 4 de um arquivo BUFR gravando em arquivo texto na forma de tabela e com os índices de confiabilidade

Sintaxe: bufrqc < arquivo-bufr> < arquivo-texto> <NM> <NSS>

<arquivo-bufr> : Nome do arquivo BUFR de entrada

<arquivo-text>: Nome do arquivo texto (saída)

<NM> : Número máximo de mensagens a serem decodificadas

<NSS> : Número máximo de sub-seções

Como estávamos dizendo, existem modelos de codificação apropriados para gravar dados em BUFR. Em muitos deles é comum atribuir índices de confiança aos dados meteorológicos.

O Programa BUFRDUMP, não é capaz de interpretar esta atribuição, pois foi escrito para listar os dados diretamente, um após o outro, sem fazer qualquer interpretação dos modelos de codificação. Por outro lado o BUFRQC foi elaborado para processar a leitura dos dados e “interpretar” a atribuição dos índices de confiança de forma a produzir uma saída mais amigável, conforme observamos na listagem a seguir:

```
MBUFR Error code 0
CENTER: 46 INPE
BUFR TYPE: 0Dados de Superficie - Terrestre
```

BUFR SUBTYPE 1
 DATE 2004-12-14 12:00

```
-----
SUBSET = 1
BUFRCOD          NAME          VALUE          QC
-----
001001 WMO BLOCK NUMBER          78.0000 70
001002 WMO STATION NUMBER       741.0000 70
002001 TYPE OF STATION           1.0000 70
004001 YEAR                      2004.0000 70
004002 MONTH                      12.0000 70
004003 DAY                        14.0000 70
004004 HOUR                       12.0000 70
004005 MINUTE                      .0000 70
005001 LATITUDE (HIGH ACCURACY)  12.1400 70
006001 LONGITUDE (HIGH ACCURACY) -86.1700 70
007001 HEIGHT OF STATION         56.0000 75
010004 PRESSURE                  100710.0000 74
010051 PRESSURE REDUCED TO MEAN SEA LEVEL 101340.0000 74
010061 3 HOUR PRESSURE CHANGE    130.0000 70
010063 CHARACTERISTIC OF PRESSURE TENDENCY 3.0000 70
011011 WIND DIRECTION AT 10 M     .0000 75
011012 WIND SPEED AT 10 M        .0000 74
012004 DRY BULB TEMPERATURE AT 2M 294.0000 80
012006 DEW POINT TEMPERATURE AT 2M 292.8000 77
013003 RELATIVE HUMIDITY         127.0000
020001 HORIZONTAL VISIBILITY     12000.0000 82
020003 PRESENT WEATHER            2.0000 85
020004 PAST WEATHER (1)           1.0000 70
020005 PAST WEATHER (2)           1.0000 70
020010 CLOUD COVER (TOTAL)       40.0000 85
008002 VERTICAL SIGNIFICANCE (SURFACE OBSERVATIONS) 1.0000 70
020011 CLOUD AMOUNT              1.0000 85
020013 HEIGHT OF BASE OF CLOUD   800.0000 84
020012 CLOUD TYPE                 31.0000 85
020012 CLOUD TYPE                 23.0000 85
020012 CLOUD TYPE                 11.0000 85
008002 VERTICAL SIGNIFICANCE (SURFACE OBSERVATIONS) 1.0000 70
020011 CLOUD AMOUNT              1.0000 70
020012 CLOUD TYPE                 8.0000 70
020013 HEIGHT OF BASE OF CLOUD   620.0000 70
008002 VERTICAL SIGNIFICANCE (SURFACE OBSERVATIONS) 2.0000 70
020011 CLOUD AMOUNT             15.0000
020012 CLOUD TYPE                 63.0000
020013 HEIGHT OF BASE OF CLOUD   Null
008002 VERTICAL SIGNIFICANCE (SURFACE OBSERVATIONS) 3.0000 70
020011 CLOUD AMOUNT             15.0000
020012 CLOUD TYPE                 63.0000
020013 HEIGHT OF BASE OF CLOUD   Null
008002 VERTICAL SIGNIFICANCE (SURFACE OBSERVATIONS) 63.0000 70
020011 CLOUD AMOUNT             15.0000
020012 CLOUD TYPE                 63.0000
020013 HEIGHT OF BASE OF CLOUD   Null
013021 TOTAL PRECIPITATION PAST 6 HOURS .0000 70
013013 TOTAL SNOW DEPTH          .0000 70
-----
```

Como pode ser verificado, nesta saída os dados ficam bem mais fáceis de serem visualizados do que as saídas do BUFRDUMP. Note que as informações da seção 3 foram suprimidas e somente as informações meteorológicas, propriamente dita, são apresentadas. Os índices de confiabilidade (QC) que vem no final da mensagem são organizados ao lado dos respectivos dados meteorológicos.

Estes índices de confiabilidade não são obrigatórios nas mensagens BUFR, contudo é a forma utilizada pelo sistema de pré-processamento do ECMWF, para indicar se um determinado dado meteorológico é confiável ou não, segundo os critérios adotados neste sistema. Valores iguais ou superiores a 70% indicam que as informações são confiáveis. Valores menores que 70% indicam informações suspeitas. Onde os valores são omitidos não houve teste de qualidade.

CAPÍTULO 5

CRIANDO PROGRAMAS ESPECÍFICOS COM MBUFR

Uma das principais vantagens de se criar programas específicos é eliminar os arquivos intermediários. Programas específicos que processam ou utilizam dados em BUFR não precisam ler ou gravar os arquivos intermediários no formato das ferramentas BUFRDUMP ou BUFRGEN. Ao invés disto, podem usar o módulo MBUFR diretamente, sendo todo o processo de leitura e gravação feito diretamente em memória RAM. Contudo, a utilização do MBUFR requer do usuário maior experiência em programação.

O Objetivo deste capítulo é mostrar, como utilizar as sub-rotinas públicas do módulo MBUFR para escrever novos programas. Iniciamos pela descrição das interfaces e da lógica de utilização de cada uma das sub-rotinas públicas (OPEN_MBUFR, READ_MBUFR, WHITE_MBUFR e CLOSE_MBUFR). Em seguida, programas-exemplo simples, são apresentados em uma seqüência didática, de forma a facilitar a criação ou manutenção de programas, mesmo para programadores com pouca experiência em programação FORTRAN.

5.1 A Sub-rotina Open_MBUFR

Abre um arquivo BUFR para leitura e gravação. Ao mesmo tempo faz leitura das tabelas BUFR B e D, para que sejam utilizadas pelas demais sub-rotinas do MBUFR . Possui a seguinte sintaxe:

Sintaxe:

Call **Open_MBUFR** (*un, filename, centre, MasterTable, LocalTable, Bufr_Ed*)

Parâmetros:

- un* - [integer] : Unidade de leitura ou gravação do arquivo (0 a 99)
- Filename* - [character]: Nome do arquivo
- Centre* - [integer]: Código do centro gerador, conforme tabela BUFR A (anexo)
- Master Table* - [integer]: Versão das tabelas BUFR Mestre da OMM. Atualmente a última versão é a 12
- LocalTable* - [integer]: Versão da tabela BUFR local. Esta versão depende do centro gerador, que poderá criar seus próprios descritores.
- Bufr_ed* - [optional-integer]: Indica a edição do BUFR (2, 3 ou 4). Caso esta variável seja omitida a edição 3 é assumida como padrão na gravação

Comentários adicionais:

A indicação da versão das tabelas BUFR (*Centre*, *MasterTable* e *LocalTable*) referem-se às tabelas que são carregadas inicialmente no *OPEN_MBUFR* e que serão preferencialmente utilizadas tanto para leitura quanto gravação de dados em BUFR. Caso haja uma indicação posterior de tabelas BUFR, o *MBUFR* poderá proceder de duas formas: Caso a versão da tabela inicial seja compatível com a segunda indicação, a tabela inicial prevalecerá na codificação ou decodificação. Caso a versão inicial seja incompatível, o *MBUFR* enviará uma mensagem alertando da incompatibilidade de tabelas e procederá uma tentativa de localização da tabela adequada no disco local.

O nome dos arquivos das tabelas são formados pelas letras B ou D que designam o nome o tipo da tabela e pelos códigos do centro gerador, versão da tabela mestre e tabela local, tal como é mostrado na figura 5.1.

Caso seja informado: *Centre=46*, *MasterTable=11* e *LocalTable=0*. o *Open_MBUFR* irá carregar as tabelas: *B000011046000.txt* e *D000011046000.ext* e as utilizará preferencialmente (em *Read_MBUFR*), tanto para ler as mensagens do centro 46, quanto dos demais centros, desde que as tabelas sejam compatíveis, ou seja, desde que a mensagem BUFR tenha sido gerada com os parâmetros *Localtable=0*, *MasterTable<=11*. Caso contrário será necessário ter as tabelas específicas do centro gerador da mensagem.

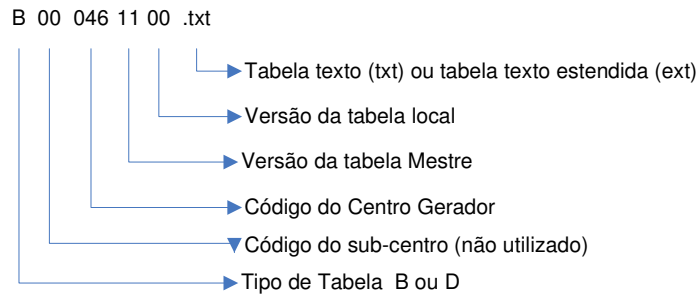


Figura 5.1 – Exemplo de nome de arquivo da tabela BUFR [Tabela B do centro 46. Versão da tabela mestre 11. (não contem descritores locais)]

Observe que o uso de tabelas locais na chamada do `OPEN_MBUFR` (*localtable*>0) implica no uso exclusivo desta tabela, tanto para leitura quanto a escrita. Sendo assim, para minimizar possíveis problemas de incompatibilidade de tabelas, evite utilizar tabelas locais.

Um outro aspecto a ser notado é a variável opcional `BUFR_ED`. Ela indica qual edição BUFR será usada para a gravação de mensagem. Caso seja omitida é assumida a edição 3 como padrão.

5.2 A Sub-rotina `READ_MBUFR`

Ler a próxima mensagem BUFR de um arquivo aberto por `OPEN_MBUFR`

Sintaxe:

CALL `READ_MBUFR` (*un*, *ndmax*, *sec1*, *sec3*, *sec4*, *sec2_present*, *bufr_ed*, *nbytes*, *err*,
<*sec2*>, <*select*>)

Parâmetros de entrada:

- Un* → [integer]: Unidade de leitura ou gravação do arquivo. O mesmo *Un* utilizado em `OPEN_MBUFR`
- Ndmax* → [integer]: Limita o número máximo de descritores ou variáveis por mensagem. Valores típicos estão entre 1000 a 2000.

Parâmetros de saída:

Estrutura de dados relativos à seção 1 (`Sec1Type`)

<i>Sec1</i>	→	<i>%Centre</i>	[integer]: Código do centro gerador da mensagem, conforme tabela Comum C1 (Common table C1). Note que este valor pode ser diferente do valor “ <i>centre</i> ” especificado em OPEN_MBUFR
		<i>%Subcentre</i>	[integer]: Código do sub-centro gerador da mensagem, conforme tabela comum C1 (Common table C1)
		<i>%BType</i>	[integer]: Tipo da mensagem BUFR, conforme tabela BUFR A
		<i>%Bsubtype</i>	[integer]: Subtipo da mensagem BUFR, que são definidos livremente pelos centros
		<i>%Day</i>	[integer]: Dia
		<i>%Month</i>	[integer]: Mês
		<i>%Year</i>	[integer]: Ano
		<i>%Hour</i>	[integer]: Hora
		<i>%Min</i>	[integer]: Minutos
		<i>%MasterTable</i>	[integer]: Versão da tabela-mestre utilizada na codificação
		<i>%LocalTable</i>	[integer]: Versão da tabela local utilizada na codificação
<i>%Sec2Present</i>	[logical]: Se apresentar valor “.false.” Indica que a seção 2 não está presente na mensagem		

Estrutura de dados relativos à seção 3 (sec3type)

<i>Sec3</i>	→	<i>%d(:)</i>	[integer,pointer (1:ndesc)] Sequência de descritores contidos na seção 3
		<i>%ndesc</i>	[integer]: Número de descritores em <i>%d</i> .
		<i>%is_cpk</i>	[integer] Indica tipo de compressão da mensagem (1 = modo comprimido, 0= modo normal)
		<i>%is_obs</i>	[integer] . Se 0 indica dados observados.
		<i>%nsubsets</i>	[integer]. Número de sub-seções da seção 4 (ver sec4)

Estrutura de dados relativos à seção 4 (sec4type) e que retorna os valores lidos na seção 4 com seus respectivos descritores.

<i>Sec4</i>	→	<i>%r(:,:)</i>	[real,pointer(1:nvars,1:nsubsets)]: Matriz de valores reais através da qual são lidos os dados meteorológico propriamente ditos. As linhas (nvars) representam as variáveis meteorológicas. AS colunas (nsubsets) representam as diferentes sub-seções de dados
		<i>%c(:,:)</i>	[integer,pointer (1:nvars,1:nsubsets)]: Matriz de sub-descritores para variáveis do tipo caracter. Caso <i>%c(i,j) = 0</i> valores numéricos são informados em <i>%r(i,j)</i> . Caso <i>%c(i,j) > 0</i> códigos ASCII serão informados em <i>%r(i,j)</i> . Se <i>%c(i,j)=1</i> indica que é código ASCII da primeira letra, <i>%c(i,j)=2</i> da segunda letra e assim sucessivamente.
		<i>%d(:)</i>	[Integer,pointer (1:nvars)]: Sequencia de descritores
		<i>%nvars</i>	Inteiro que representa o número de variáveis fornecidas em <i>%r</i>

- Bufr_ed* → [integer] a edição da mensagem BUFR lida. A atual versão do MBUFR poderá ler BUFR das edições 2,3 ou 4.
- Nbytes* → [Integer]: Número de bytes da mensagem BUFR.
- Err* → [integer]: Código de erro de leitura. Caso seja zero (err=0) indica que

não houve erros. Para maiores detalhes veja capítulo 7

Parâmetros opcionais

Select é um vetor do tipo **selecttype** utilizado para selecionar um tipo de dado específico, ou então, para cancelar a leitura de todos os tipos de dados e retornar apenas as informações da seção 1.

Select(:)	→	<i>%btype</i>	[integer]:Tipo de dado BUFR selecionado. Caso seja igual a “-99” ou “none”, todos os tipos são ignorado, sendo lidas apenas as informações da seção 1
		<i>%bsubtype</i>	[integer]:Subtipo de dado BUFR. Caso seja igual a “-11” ou “any” qualquer subtipo do tipo <i>%btype</i> será lido.

Sec2 é a estrutura de dados relativos à seção opcional 2 (*sec2type*). Caso exista a seção 2 em uma mensagem BUFR, então a seção 2 será lida e retornada nesta estrutura, porém sem decodificação, isto é, somente os códigos binários são retornados.

Sec2	→	<i>%oct(:)</i>	[Character(len=1),dimension(1:nocts)]:Vetor caracteres que contém o códigos binários de cada um dos octetos da seção 2
		<i>%nocts</i>	- Número de octetos em <i>%oct</i>

Comentários adicionais: A cada chamada da sub-rotina READ_MBUFR no programa principal, uma nova mensagem é lida do arquivo BUFR, até que não haja mais mensagens a ser lidas. Caso atinja o final do arquivo, a função IOERR(*Un*) retorna um valor diferente de zero.

5.3 A subrotina Write_MBUFR

Grava dados de uma mensagem BUFR dentro do arquivo BUFR especificado

Sintaxe:

Call Write_MBUFR(un,sec1,sec3,sec4, <sec2>)

Parâmetros de entrada:

Un → [integer]: Unidade de leitura ou gravação do arquivo. O mesmo Un utilizado em OPEN_MBUFR

Estrutura de dados relativos à seção 1 (Sec1Type), composta pelas seguintes variáveis:

Sec1 →	%Subcentre	[integer]: Código do sub-centro, conforme tabela comum C1 (Common table C1)
	%Ibtype	[integer]: Tipo da mensagem BUFR, conforme tabela BUFR A
	%ibsubtype	[integer]: Subtipo da mensagem BUFR, que é definido livremente pelos centros (A partir da edição 4 do BUFR estes subtipos passam a ser definidos pela OMM)
	%day	[integer]: dia
	%month	[integer]: mês
	%year	[integer]: ano
	%hour	[integer]: hora
	%min	[integer]: minuto

Estrutura de dados relativa à seção 3 (sec3Type) composta pelas seguintes variáveis:

Sec3 →	%d(:)	[integer,pointer (1:ndesc)] Sequência de descritores contidos na seção 3
	%ndesc:	[integer]: Número de descritores em %d
	%is_cpk	[integer]: Define tipo de compressão da mensagem (0 = modo normal, 1 = modo comprimido – Válido apenas no caso de mensagens com mais de 3 sub-seções)

Estrutura de dados relativos a seção 4 e composto pelos seguintes campos:

Sec4 →	%r(:,:)	[real,pointer(1:nvars,1:nsubsets)] : Matriz de valores reais através do qual é fornecido o dado meteorológico para gravação. Caso precise armazenar uma variável de tipo texto, deve-se fornecer o código ASCII de cada uma das letras que compõe o texto. Cada letra deve ser armazenada em linha consecutiva de %r(:,:), como se, cada uma fosse uma variável diferente.
	%Nsubsets	[integer]: número de subsets em %r
	%Nvars	[integer]: número de variáveis fornecidas em %r

Parâmetros Opcionais:

Sec2 é a estrutura de dados relativos à seção opcional 2 (sec2type). Caso seja fornecida, a seção 2 será incluída na mensagem.

Sec2 →	%oct(:)	[Character(len=1),dimension(1:nocts)]: Vetor caracteres que contém o códigos binários de cada um dos octetos da seção 2
	%nocts	[integer]: Número de octetos em %oct

5.4 A subrotina Close_MBUFR

Fecha um arquivo BUFR, aberto por open_mbuf

Sintaxe:

Call Close_MBUFR(un)

5.5 Escrevendo um programa simples de codificação BUFR.

Para incluir o módulo MBUFR em um programa FORTRAN, o modo mais simples e usual é utilizando o comando USE. Precisamos também declarar as variáveis que serão necessárias para passagem de valores para sub-rotinas. Dentre estas existem quatro tipos especiais de variáveis definidas no MBUFR. São elas sec1type, sec2type, sec3type e sec4type; cada uma correspondendo a uma das seções do BUFR.

No exemplo abaixo, mostramos em linhas gerais, como ficaria um programa típico para gravação de dados BUFR. Neste exemplo omitimos a gravação da seção 2, que é opcional. Estruturas, valores e sub-rotinas definidas internamente dentro do MBUFR foram colocados em negrito.

```
Programa <meu-programa-gravação>
Use MBUFR
Type(sec1type) :: sec1
Type(sec3type) :: sec3
Type(sec4type) :: sec4

Real, parameter :: null = -340282300

< minhas linhas de programação >

< Alocação de memória estrutura sec3 e sec4 >
  c = Código do centro gerador
  M = Versão da tabela mestre
  L = versão da tabela local

Call open_mbuf(1, "Nome-do-arquivo BUFR", C, M, L)

<Atribuição dos valores às estruturas sec1, sec2, sec3 e sec4>

do i=1, <numero-de-mensagens>
```

```

        call write_mbuf(1, sec1, sec3, sec4)

end do

call close_mbuf(1)

end

```

Após ter sido escrito o programa, é necessário compilá-lo incluindo a rotina MBUFR. Como já dito anteriormente, as instruções podem variar de compilador para compilador. Por exemplo, no caso de compilação com g95, as instruções seriam:

```

g95 -free-form -c mbuf.f90
g95 -free-form -o meu_programa.exe meu_programa.f90 mbuf.f90

```

Se preferir, ao invés de digitar estes comandos, poderá ser utilizado o comando “**make**” do linux/unix ou “**nmake**” do Windows para processar a compilação através de instruções escritas em um “makefile”, tal como feito na compilação das MBUFRTOOLS. Para maiores detalhes reveja o capítulo 3.

Para facilitar o entendimento, apresentamos o programa demo1, que poderá servir de modelo para criação de outros programas do mesmo tipo. Examinando o exemplo vemos na segunda linha do programa a instrução “USE MBUFR”. Isto torna disponível às sub-rotinas públicas do MBUFR e os tipos abstratos de dados: sec1type, sec2type, sec3type e sec4type. Em seguida estes tipos são utilizados para declarar as variáveis que serão utilizadas mais adiante. É necessário fazer a alocação dinâmica das estruturas internas sec3%d e sec4%r utilizando o comando “ALLOCATE” do FORTRAN. Neste exemplo alocamos espaço para a gravação uma mensagem BUFR com 8 descritores e 8 variáveis em até 10 subseções.

```

Program demo1

Use MBUFR

! Declaration and allocation of MBUFR interface variables
type(sec1type)::sec1
type(sec3type)::sec3
type(sec4type)::sec4
!

```

```

real::ano,mes,dia,hora,lat,lon,temp
integer::n
integer::err

!-----
!Alocacao de espaço necessário nas estruturas sec3 e sec4
!(ate 10 subsets)
!-----

allocate(sec3%d(1:8), STAT = ERR)
allocate(sec4%r(1:8, 1:10), stat = err)

!-----
! Atribuicao dos valores da secao 3 _ Neste utilizamos
! apenas descritores da tabela BUFR B.
!-----

      sec3%d(1)   = 004001   ! Ano
      sec3%d(2)   = 004002   ! Mes
      sec3%d(3)   = 004003   ! Dia
      sec3%d(4)   = 004004   ! Hora
      sec3%d(5)   = 004005   ! Minuto
      sec3%d(6)   = 005001   ! Latitude
      sec3%d(7)   = 006001   ! Longitude
      sec3%d(8)   = 012004   ! Descritor de temperatura em kelvin
      sec3%ndesc  =         8   ! Número de descritores fornecidos,
      sec3%is_cpk = 0         ! 0=modo normal, 1= modo comprimido

!-----
! Como sao utilizados apenas descritores da tabela B
! o número de descritores na secao 3 (sec3%ndesc)
! e exatamente igual ao número de variaveis da secao 4
! (sec4%nvars)
!-----

      sec4%nvars=8

!-----
! lendo arquivo exemplo (exemple.txt)
! e passando para a estrutura da seção 4
!-----
n=0

open(1,file='c:\sergio\tmp\exempl01.txt',status='old')

10 read(1,*,end=999)ano,mes,dia,hora,lat,lon,temp
   n=n+1
   print *,ano,mes,dia,hora,lat,lon,temp
   sec4%r(1,n)=ano
   sec4%r(2,n)=mes
   sec4%r(3,n)=dia
   sec4%r(4,n)=hora
   sec4%r(5,n)=0.0

```

```

sec4%r(6,n)=lat
sec4%r(7,n)=lon
sec4%r(8,n)=temp+273.2 !Convertendo para Kelvin
goto 10

999 close(1) ! Termino da leitura dos dados

!-----
! E necessario informar na secao 3 o numero de subsets
! de informacao que sera gravado na secao 4
!-----

sec3%ns subsets=n

!-----
! Atribuicao dos valores da secao 1
!-----

sec1%btype      = 0      ! Dados de superficie
sec1%bsubtype   = 0      ! Subtipo da observacao (nao definido)
sec1%center     = 46     ! Codigo do centro gerador (INPE)
sec1%subcenter  = 0      ! Código do Subcentro
sec1%MasterTable = 11    ! Usar tabela MASTER 11
sec1%LocalTable = 0      ! Tabelas nao contem descritores locais
sec1%year       = ano    ! Ano da data sinótica
sec1%month      = mes    ! mes da data sinótica
sec1%day        = dia    ! Dia da data sinótica
sec1%hour       = hora   ! Horario sinoptico
sec1%minute     = 0      ! Minutos do horario sinótico
sec1%sec2present = .false. ! Nao gravar a secao 2

!-----
! Uma vez preenchida todas a estrutura de dados utilizamos a
! as subrotinas open_mbuf, para abrir o arquivo,
! write_mbuf, para gravar os dados e close_mbuf para
! fechar o arquivo
!-----

call OPEN_MBUF(1, "exemplo1.bufr", 46,11,0)
call write_mbuf(1,sec1,sec3,sec4)
call CLOSE_MBUF(1)

end

```

Como exercício, recomendamos que digite e compile o programa acima. Crie também um arquivo “exemplo.txt” com as 4 colunas: ano, mes, dia, hora, latitude, longitude e temperatura. Exemplo:

```

2006 01 01 01 -10.00 -50.00 20.0
2006 01 01 02 -10.00 -60.00 23.0
2006 01 01 03 -10.00 -70.00 24.0

```

Este programa gera o arquivo exemplo1.bufr. Utilize o programa bufrdump para verificar o arquivo que foi gerado corretamente. Não esqueça que as temperaturas foram digitadas em Celsius, para serem convertidas para Kelvin dentro do programa.

Como sugestão, faça outras modificações, como por exemplo, inclua outras variáveis no programa e no arquivo texto. Se preferir, tente implementar um dos modelos de codificação em anexo ou disponíveis no site da OMM.

Recomendamos que verifique também a linha do programa onde é declarado “sec1%center”. O sec1%center contém o código do centro gerador da informação. No Anexo A1 existe uma relação de códigos de centros meteorológicos. Verifique qual o código do centro meteorológico apropriado em seu caso e modifique esta linha. Observe que devem existir no diretório apropriado as tabelas BUFR B e D do centro gerador escolhido. Caso estes arquivos não existam, ou o centro gerador não tenha suas próprias tabelas, copie as tabelas do centro 46 para os nomes das tabelas do centro desejado. Estas tabelas não possuem descritores locais, portanto podem ser usadas sem problemas.

Uma outra questão interessante a ser testada é o uso das variáveis sec3%ndesc, sec3%nsupsets e sec%nsvars. Estas são variáveis que indicam o tamanho da estrutura de dados que está sendo passando. Portanto deve-se tomar bastante cuidado para não passar valores incorretos nestas variáveis. Note que no programa demo1 cada descritor fornecido na seção 3 corresponde a uma única variável meteorológica na seção 4. Portanto o número de descritores (sec3%ndesc) é igual ao número de variáveis (sec4%nsval). Estes números podem ser diferentes, quando utilizamos descritores da tabela BUFR D, ou descritores replicadores.

Como exercício, substitua os descritores de data e latitude e longitude pelos descritores correspondentes na tabela D. Para facilitar, já separamos os descritores necessários na Tabela 5.1.

Tabela 5.1- Descritores da tabela D

Tabela D	Tabela B	
3 01 011	0 04 001	Year
	0 04 002	Month
	0 04 003	Day
3 01 012	0 04 004	Hour
	0 04 005	Minute
3 01 021	0 05 001	Latitude
	0 06 001	Longitude
		high accuracy

Modificando o programa demo1.f90 para usar estes descritores, a parte relativa a seção 3 ficaria apenas com 4 descritores, sendo escrita da seguinte forma .

```

sec3%d(1) = 301011 ! Ano, mes, dia
sec3%d(2) = 301012 ! Hora,minuto
sec3%d(3) = 301021 ! Latitude e Longitude
sec3%d(4) = 012004 ! Descriptor de temperatura em kelvin
sec3%ndesc = 4 ! Número de descritores fornecidos,
sec3%is_cpk = 0 ! 0=modo normal, 1= modo comprimido

```

A parte relativa a seção 4 permanece exatamente a mesma.

Para o caso de haver algum erro, a sub-rotina WRITE_MBUFR verifica se os descritores da seção 3 são compatíveis com o tamanho da seção 4, de forma que, caso haja alguma inconsistência o processo de gravação é interrompido e uma mensagem de erro é apresentada na tela.

5.6 Escrevendo programa simples de decodificação BUFR.

Apresentaremos agora como seria um programa simples de leitura de dados com MBUFR. Para iniciar vejamos o programa demo 2, que faz a leitura dos dados gravados no exemplo anterior.

Tal como no exemplo anterior, iniciamos o programa com a declaração “USE MBUFR” e com a declaração de variáveis. Note que não precisamos alocar espaço para as

estruturas `sec3%d` e `sec4%r`. Isto é feito automaticamente durante o processo de leitura com a sub-rotina `READ_MBUFR`. A abertura do arquivo com `OPEN_MBUFR` para leitura é exatamente igual à gravação, isto é, informamos o nome do arquivo, as versões das tabelas `BUFR` mestre e local. Em seguida a leitura com `READ_MBUFR`. Que retorna todos os valores lidos dentro da primeira mensagem.

Após a leitura podemos trabalhar com os dados. Neste caso simplesmente imprimimos todos os dados meteorológicos de todos os subconjuntos de informações lado a lado, com seus respectivos descritores da tabela B.

É importante notar que neste exemplo imprimimos os descritores dos elementos meteorológicos contidos em `sec4%d(i,j)`, ao invés de imprimir `sec3%d(i)`. No caso específico deste exemplo não há diferença em imprimir um ou outro, pois ambas as estruturas contêm os mesmos descritores, isto é, descritores da tabela B que representam os elementos meteorológicos. Neste ponto convém lembrar que podem ser utilizados descritores da tabela D e descritores replicadores para gravar a seção 3 de forma compactada. Se assim for, no processo de leitura `sec3%d(i)` conterà os descritores compactos, tal qual gravado na seção 3. O `READ_MBUFR` retorna `sec4%d(i,r)` os descritores expandidos no processo de leitura da seção 3, e que foram utilizados para decodificação da seção 4. Em outras palavras, `sec4%d(i,j)` sempre representa as variáveis em `sec4%r(i,j)` por isto preferimos neste exemplo imprimir `sec4%d`

```
Program demo2
```

```
    Use MBUFR
!Declaration and allocation of MBUFR interface variables
    type(sec1type)::sec1
    type(sec3type)::sec3
    type(sec4type)::sec4
    integer::err
    integer:: bufr_ed
    integer::nbytes
```

```

    call OPEN_MBUFR(1, "c:\sergio\tmp\exemplo1.bufr", 46,11,0)
10  call READ_MBUFR(1,500,sec1,sec3,sec4, BUFR_ED, NBYTES,err)

    if ((ioerr(1)==0).and.(err==0)) then
        do j =1,sec3%ns subsets
            do i=1,sec4%nvars
                write(*,*)sec4%d(i,j), sec4%r(i,j)
            end do
        end do
        goto 10
    endif
CLOSE(1)

```

Tal como no exemplo anterior sugerimos que teste este programa e faça algumas modificações, por exemplo, imprima também o conteúdo das variáveis BUFRTYPE, Err sec3%d, para ver o resultado.

5.7 Gravação de múltiplas mensagens BUFR de um único arquivo BUFR

Num arquivo podem existir uma ou mais mensagens BUFR. Por exemplo, para gerar um arquivo com múltiplas mensagens poderíamos utilizar a sub-rotina WRITE_MBUFR repetidamente de forma a colocar parte dos dados em cada mensagem. Isto normalmente é feito para subdividir as mensagens BUFR em mensagens menores.

O programa demo3, listado a seguir, é uma modificação do demo1 e realiza a gravação de múltiplas mensagens.

```

Program demo3

    Use MBUFR

    ! Declaration and allocation of MBUFR interface variables
    type(sec1type)::sec1
    type(sec3type)::sec3
    type(sec4type)::sec4

```

```

real::ano,mes,dia,hora,lat,lon,temp
integer::n
integer::err

!-----
!Alocacao de espaço necessário nas estruturas sec3 e sec4
!(ate 10 subsets)
!-----

allocate(sec3%d(1:4), STAT = ERR)
allocate(sec4%r(1:4, 1:10), stat = err)

sec3%d(1)   = 004004   ! Código da Hora
sec3%d(2)   = 005001   ! Descritor de Latitude
sec3%d(3)   = 006001   ! Descritor de Longitude
sec3%d(4)   = 012004   ! Descritor de temperatura em kelvin
sec3%ndesc  =         4   ! Número de descritores fornecidos,

sec4%nvars=sec3%ndesc
sec3%nsubsets=1

call OPEN_MBUFR(2, "c:\sergio\tmp\exemplo1.bufr", 46,11,0)

open(1,file='c:\sergio\tmp\exemplo1.txt',status='old')
10  read(1,*,end=999)ano,mes,dia,hora,lat,lon,temp
    n=n+1

    sec4%r(1,1)=hora
    sec4%r(2,1)=lat
    sec4%r(3,1)=lon
    sec4%r(4,1)=temp+273.2 !Convertendo para Kelvin

    sec1%btype      =0   ! Dados de superfície
    sec1%bsubtype   =0   ! Subtipo da observação (não definido)
    sec1%center     =46  ! Codigo do centro gerador (INPE)
    sec1%subcenter  =0   ! Código do Subcentro
    sec1%MasterTable=11 ! Usar tabela MASTER 11
    sec1%LocalTable =0   ! Tabelas nao contem descritores locais
    sec1%year       =ano   ! Ano da data sinótica
    sec1%month      =mes   ! mes da data sinótica
    sec1%day        =dia   ! Dia da data sinótica
    sec1%hour       =hora  ! Horario sinoptico
    sec1%minute     =0     ! Minutos do horário sinótico
    sec1%sec2present=.false.! Nao gravar a secao 2

    Call write_mbufr(2,sec1,sec3,sec4)

    goto 10

999 close(1) ! Termina da leitura dos dados

```

```

Call CLOSE_MBUFR(2)

End

```

Obs.: Para transmissão através do GTS, os procedimentos atuais regem que cada mensagem BUFR deve ser precedida do Encabeçamento de Telecomunicações apropriado. Neste caso, a utilização de múltiplas mensagens dentro de um mesmo arquivo não é recomendável, pois dificulta a inserção dos encabeçamentos.

5.8 Codificação e Decodificação de Textos

Além de armazenar dados numéricos, o BUFR pode armazenar textos. A Tabela 5.2 apresenta alguns dos descritores da tabela B que designam dados do tipo texto. Eles são identificados na coluna UNIT pela sigla CCITIA5. Esta sigla nada mais é do que uma outra forma de designar o padrão ASCII.

Tabela 5.2 – Trecho da tabela BUFR B

TABLE REFERENCE	TABLE ELEMENT NAME		BUFR			
			UNIT	SCALE	REFER. VALUE	DATA WIDTH (Bits)
0 01 051	Platform transmitter ID number		CCITT IA5	0	0	96
0 01 060	Aircraft reporting point (Beacon identifier)		CCITT IA5	0	0	64
0 01 062	Short ICAO location indicator		CCITT IA5	0	0	32
0 01 063	ICAO location indicator		CCITT IA5	0	0	64
0 01 064	Runway designator		CCITT IA5	0	0	32
0 01 075	Tide station identification		CCITT IA5	0	0	40
0 01 080	Ship line number according to SOOP		CCITT IA5	0	0	32
0 01 085	Observing platform manufacturer's model		CCITT IA5	0	0	160
0 01 086	Observing platform manufacturer's serial number		CCITT IA5	0	0	256

Peguemos por exemplo, o código 0-01-062 (Short ICAO location indicator), comumente usado nas mensagens do tipo METAR ou TAF. Pode-se verificar que esta variável deve ser codificada com 32 bits. Dividindo por 8 verificamos que é uma

variável de 4 bytes, ou seja, uma variável de 4 letras. Uma vez que os indicadores de localidade são sempre códigos de 4 letras (ex.: SBGL = Aeroporto do Galeão; SBGR Aeroporto de Guarulhos) é natural que o descritor atribua um espaço de 4 letras para armazenar este tipo de variável.

Existem descritores que atribuem espaços bem maiores, por exemplo, o descritor 0-01-086, que descreve uma variável de 256 bits, ou seja, 32 bytes ou letras. Desta forma o número de bits divididos por 8 nos indica o número de letras.

Sabendo disto, a questão é como ler e gravar dados em texto usando MBUFR, uma vez que a variável `sec4%r(i,j)` é uma variável do tipo real, e aloca apenas 4 bytes de informação.

Para permitir esta codificação, utilizaremos um pequeno artifício. Ao invés de passar a variável em uma única posição de `sec4%r(i,j)`, passamos o código ASCII de cada letra em posições consecutivas de `sec4%r(i,j)`. Por exemplo, digamos que queiramos gravar em BUFR a variável texto ICAO="SBGL". Uma forma de passar esta variável para o MBUFR seria como no exemplo abaixo:

```
ICAO="SBGL"  
  
Sec4%r(i,j+1)=ichar(ICAO(1:1))  
Sec4%r(i,j+2)=ichar(ICAO(2:2))  
Sec4%r(i,j+3)=ichar(ICAO(3:3))  
Sec4%r(i,j+4)=ichar(ICAO(4:4))
```

Neste exemplo ICAO é uma variável FORTRAN do tipo "character(len=4)", "i" é a subseção corrente e "j" a variável anterior. Note o MBUFR está preparado para "entender" que os descritores com unidade "CCITTIA5" são considerados como texto, e que, como no caso acima, serão passados um número maior de posições do que o número de descritores.

Na leitura, o MBUFR procede de forma análoga, retornando uma letra por posição em `sec4%r(i,j)`. Para identificar uma variável ASCII no programa principal, basta verificar a variável `sec4%c(i,j)`:

Se `sec4%c(i,j) = 0` então `sec4%r(i,j)` contem um valor numérico normal. Se `sec4%c(i,j) = 1, 2, ..., n`, então `sec4%r(i,j)` contem as letras de uma variável texto. Os números 1, 2, ...,n indicam se é a primeira letra, segunda letra, etc. Um algoritmo para leitura, tanto de variáveis texto quanto numéricas poderia ser algo como no exemplo abaixo:

```
If (sec4%c(i,j)==0) then
    ValorReal=sec4%r(i,j)
Else
    P=sec4%c(i,j)
    Valortexto(P:P)=char(sec4%r(I,j))
End if
```

Pelo exposto até aqui, pode-se ter uma idéia inicial do BUFR e do funcionamento do MBUFR. Para maior entendimento, recomendamos que verifique também os códigos fontes das ferramentas apresentadas no capítulo anterior. São programas FORTRAN, não muito diferentes dos que são apresentados neste capítulo, e podem ser utilizados como modelos para criação de outros programas simples.

5.9 Leitura e processamento de modelos de codificação

Abordaremos agora alguns aspectos mais práticos. Normalmente quando se abre um arquivo BUFR, deseja-se algo mais do que apenas listar o conteúdo na tela. Deseja-se

também fazer algum processamento, para obter um resultado, tal como em modelos numéricos de tempo, ou aplicações estatísticas.

São nestes tipos de aplicação que percebemos melhor a questão de compatibilidade do BUFR e a necessidade de seguir os modelos de codificação pré-estabelecidos. Os programas demo 4 e demo 5, que apresentamos a seguir, são exemplos de leitura do arquivo BUFR para um uso específico. Neste caso queremos obter todos os valores de temperaturas observadas, apresentá-las em uma tabela e ao final calcular a temperatura média. Por opção nossa, os valores lidos são passados para uma matriz de 5 colunas, uma para cada variável lida, correspondendo respectivamente a: latitude, longitude, hora e temperatura em graus Celsius.

Como não nos importamos com a precisão da medida da posição geográfica, não queremos desprezar um valor somente por ele ter sido codificado com um descritor diferente. Por isto testamos todos os 4 descritores comumente usados para a latitude e longitude.

```
Program demo4

Use MBUFR

! Declaration and allocation of MBUFR interface variables
type(sec1type)::sec1
type(sec3type)::sec3
type(sec4type)::sec4
integer::err
integer:: bufr_ed
integer::nbytes
Real,parameter :: Null=-340282300      !valor nulo

real soma_temp ! Somatorio de valores de temperatura
integer:: cont ! Contador
integer:: nobs ! Numero de observacoes
real,dimension(100,4)::obs ! Matriz de dados observacionais

!-----
! zeroando variaveis
!-----
obs(:,:)=null

!-----
```

```

! Leitura dos dados em BUFR
!-----
      call OPEN_MBUFR(1, "c:\sergio\tmp\exemplo1.bufr", 46,11,0)
10      call READ_MBUFR(1,500,sec1,sec3,sec4, bUFR_ED, NBYTES,err)

      if ((ioerr(1)==0).and.(err==0)) then

          print *, "Numero de subconjuntos=",sec3%nsubsets
          print *, "Numero de variaveis=",sec4%nvars

          do i =1,sec3%nsubsets

              do j=1,sec4%nvars
                  ! Obtem latitude (sejan de baixa ou alta acurácia)
                  if((sec4%d(j,i)==005001).or.(sec4%d(j,i)==005002)) then
                      obs(i,1)=sec4%r(j,i)
                  end if

                  ! Obtem a longitude (seja ela de baixa pu alta acurácia)
                  if((sec4%d(j,i)==006001).or.(sec4%d(j,i)==006002)) then
                      obs(i,2)=sec4%r(j,i)
                  end if

                  ! Obtem a hora
                  if (sec4%d(j,i)==004004) obs(i,3)=sec4%r(j,i)
                  ! Obten a temperatura
                  if (sec4%d(j,i)==012004) obs(i,4)=sec4%r(j,i)-273.2
              end do
          end do

          goto 10

      endif

CLOSE(1)

nobs=sec3%nsubsets

!-----
! imprimindo dados de temperatura
!-----
print *, "Numero de dados lidos:",nobs
print *, " Os dados lidos foram: "

print *, "-----"
print *, "Latitude Longitude Hora Temperatura"
print *, "-----"
do i=1,nobs
    write(*,20)obs(i,1:4)
20  format(1x,2(1x,f8.2),3x,f2.0,3x,f4.1)
end do
print *, "-----"
!-----
! calculando media
! -----
cont=0
do i=1,nobs
    if (obs(i,4)/=null) then
        soma_temp=soma_temp+obs(i,4)
        cont=cont+1
    end if
end do

if (cont>0) then
    write(*,100) soma_temp/real(cont)
100 format(" Temperatura media=",f5.1,"C")
end if

```



```
end
```

Rodando este programa sobre os arquivos, obtemos o seguinte resultado:

```
Numero de subconjuntos= 3
Numero de variaveis= 8
Numero de dados lidos: 3
Os dados lidos foram:
-----
Latitude Longitude Hora Temperatura
-----
-10.00 -50.00 1. 20.0
-20.00 -50.00 2. 23.0
-30.00 -50.00 3. 24.0
-----
Temperatura media= 22.3C
-----
```

Este é um exemplo bastante simples e bastante ilustrativo da leitura os dados em BUFR para um uso específico. O que este programa faz é varrer o arquivo BUFR de forma a encontrar as variáveis de interesse, independente do modelo de codificação. Uma outra forma é escrever um programa para fazer uma leitura rígida de um ou mais modelos de codificação oficiais. Nesta segunda forma, o programa leria cada um dos descritores de BUFR na ordem em que eles são especificados pela OMM, caso haja algum descritor em ordem diferente ou de tipo não especificado para o modelo em questão, este BUFR é recusado pelo programa.

Cada uma das duas formas tem suas vantagens e desvantagens. No exemplo acima o programa pode ler qualquer tipo de BUFR que contenha as variáveis procuradas e obtém o resultado, sendo portanto mais flexível e compatível com diferentes modelos de codificação. Contudo, existe o risco de interpretar incorretamente o arquivo.

Por exemplo, uma das características do programa demonstrativo acima é que ele foi escrito pressupondo que a data, a latitude e a longitude precedem um único valor de temperatura. Façamos por exemplo, o seguinte teste: Digamos que nossa estação,

obtivesse 4 estimativas de temperatura ao invés de uma. Como se comportaria o programa demo4 ao ler um BUFR deste tipo?

O programa basicamente leria as 4 temperaturas e reescreveria uma sobre a outra na mesma posição da matriz, de forma que somente o último valor de temperatura seria considerado no calculo. Todos os demais seriam simplesmente ignorados.

Você poderá observar isto criando mais colunas de temperatura no arquivo exemplo.buf.

O que se conclui com este exercício, é que o algoritmo de varredura empregada neste exemplo, embora bastante flexível, oferece riscos de interpretação errônea das informações, pois não impõe que seja respeitado o padrão.

Uma forma de tornar o programa demo4 mais robusto a tipos de BUFR não esperados é verificar o tipo e o subtipo da mensagem que são informados na seção 1. Para isto bastaria acrescentar algumas linhas de código no programa demo4. Antes da linha “if ((ioerr...” acrescente:

```
If (secl%bufrtype = =0).and.(secl%bufsubtype = = 0) then
```

Antes de goto 10

```
Else  
Print *, "Ignorado mensagem de tipo nao apropriado"  
End if
```

Com estas linhas, o programa demo4 passaria a selecionar apenas as mensagens do tipo 0, subtipo 0. Os demais tipos/subtipos de mensagens BUFR seriam ignorados, evitando assim o processamento de um tipo de BUFR para o qual o programa não estaria preparado.

Como teste, introduza as linhas acima no demo4 e teste o demo4 modificado com os arquivos-exemplo. Verifique o que ocorre.

Uma forma de tornar mais eficiente a realização do mesmo procedimento seria a utilização da variável de seleção de tipos do read_MBUFR.

5.10 Utilização da variável selectção de tipos do read_MBUFR

A variável de seleção de tipos (select) é uma variável da interface da subrotina read_MBUFR de uso opcional, isto é, é uma variável que poderá ser ou não fornecida ao read_mbuf. A finalidade dessa variável é informar ao read_mbuf quais os tipos e subtipos de dados BUFR que se deseja ler. Quando esta variável é omitida, significa que todos os tipos de dado serão lidos. Quando a variável é fornecida, o read_mbuf ler inicialmente apenas a seção 1 do BUFR para verificar se a mensagem BUFR corrente é do tipo e subtipo desejado. Somente no caso afirmativo é que o read_mbuf procederá a leitura das demais seções. No caso negativo, read_MBUFR retorna apenas as informações da seção 1 e o número de bytes. A variável sec3%`nsubset e sec4%`nvars retornam o valor zero.

Normalmente a leitura da seção 4 é bastante demorada em comparação com a leitura da seção 1, e além do mais, depende da existência das tabelas BUFR apropriadas. Desta forma, o uso da variável select pode otimizar bastante a leitura de mensagens BUFR, evitando a leitura desnecessária de dados que serão posteriormente descartados.

Para utilizar a variável select deve-se declara-la e preenche-la no início do programa. Por exemplo para selecionar apenas os dados de superfície sobre o continente declaramos

```
Type(selecttype),dimension(1)::select ! Apenas um tipo/subtipo é selecionado
Select(1)%btype=0 ! Seleciona o tipo bufr = 0 da tabela A
```

```
Select(1)%bsubtype=any ! Qualquer subtipo do tipo 0 será lido
```

O comando `read_mbuf` passa a ser escrito da seguinte forma:

```
call READ_MBUFR(1,500,sec1,sec3,sec4, bUFR_ED, NBYTES,err,selected)
```

Caso desejemos ler os dados de navios e bóias oceânicas, então precisaremos acrescentar mais alguns elementos no `select`. Para isto as instruções acima teriam que ser reescritas da seguinte forma:

```
Type(selectype),dimension(3):: select
Select(1)%btype=0          !Dados de superficie (continente) - TABELA A
  Select(1)%bsubtype=any   !Qualquer subtipo do tipo 0 será lido
Select(2)%btype=1          !Dados de superficie (oceânicos) -TABELA A
  Select(2)%bsubtype=0     !ship (TABELA COMUM C 13)
Select(3)%btype=1          !Dados de superficie(oceânicos) - TABELA A
  Select(3)%bsubtype=25    !bóias ( TABELA COMUM C 13)
```

Um outro tipo de aplicação da variável `select` corresponde às aplicações para as quais não estamos de fato interessados nos dados meteorológicos propriamente ditos. Queremos apenas saber o que tem dentro das mensagens, sem que seja necessária a leitura dos dados. Para estes casos a variável `select` foi introduzida da seguinte forma

```
Type(selectype),dimension(1):: select
Select(1)%btype=none      ! Informa que nenhum dado será lido
```

Este é caso do desenvolvimento da ferramenta `BUFRLIST` apresentada no capítulo anterior.

5.11 Utilização do módulo auxiliar `MFORMATS`

Da forma com que foram apresentados os itens anteriores, concluiríamos que seriam necessários programas específicos para ler cada um dos diversos modelos de `BUFR`, o que pode não ser conveniente. Nas aplicações meteorológicas e para os modelos numéricos de tempo, o que se deseja é ter um único software que processe qualquer tipo

de BUFR. Se desenvolvêssemos este software diretamente, teríamos que criar todos os algoritmos necessários para contemplar cada caso específico de BUFR. O resultado seria um software muito extenso, o que de fato queremos evitar. Softwares extensos são de difícil manutenção e sujeitos à muitos erros. Além do mais, dificulta o desenvolvimento em equipe.

Uma melhor estratégia é a criação de módulos auxiliares, que se integrariam ao sistema. O Módulo MFORMATS.f90 é um destes módulos, que encontram-se ainda em desenvolvimento. A finalidade dele é conter sub-rotinas genéricas ou específicas, que reorganizem a estrutura dos dados do MBUFR em uma forma conveniente.

Atualmente existem 4 sub-rotinas básicas em MFORMATS. Podem ser criadas outras, conforme a conveniência. As sub-rotinas atuais são as seguintes:

format_tab: Extrai os dados de interesse de sec4 colocando em uma matriz (tabela de dados). Esta sub-rotina não considera os casos de dados com múltiplos níveis verticais. Pode ser usada para processar dados de superfície, tais como synop, ship, metar, buoy, ou dados de altitude, porém com único nível, tais como os dados de vento por satélites (SATOB)

format_tabqc: Faz o mesmo que format_tab, porém ignora os dados que possuam um “flag” de qualidade baixo.

format_mtabqc: Similar ao format_tabqc, porém considera que os dados tenham múltiplos níveis verticais. Ao ler sec4, e encontrar variáveis repetidas, esta rotina “entende” que estas repetições são níveis verticais distintos, pertencentes à mesma latitude e longitude, mesmo que essas latitudes e a longitudes não sejam informadas repetidamente. Este algoritmo organiza corretamente os dados BUFR dos modelos de radiossondagem e ATOVS.

O exemplo abaixo foi retirado de um programa para conversão de dados BUFR para o sistema de assimilação do CPTEC. Neste, após a chamada de READ_MBUFR, verifica-se os dados lidos são do tipo 2 ou 3, isto é, se são sondagens verticais do tipo convencional ou satélite. Caso afirmativo chama a sub-rotina format_mtabqc, que para converter os de múltiplos níveis na matriz “obs”, que é usada posteriormente. Caso contrário, utiliza a sub-rotina format_tabqc, para pegar os níveis simples dos demais tipos de mensagens e colocar na mesma matriz.

Este programa apresentado permite processar basicamente todos os dados convencionais, além dos dados de quikscat, ATOVS e SATOB, produzidos por diferentes centros meteorológicos.

```

Call READ_MBUFR(iun, 2000,sec1,sec3,sec4,bUFR_ED, NBYTES,err)

! Se nao houver erro de leitura ou se nao tiver chegado ao final do arquivo
! processa a separacao das variaveis meteorologicas de interesse,
! guardando-as na matriz de variaveis B
!{

If ((err==0).and.(ioerr(1)==0)) Then

if ((sec1%btype==2).or.(sec1%btype==3)) then

! Processa dados de multiplos niveis
call format_mtabqc(sec4,sec3%subsets,60,obs_desc,nobs_desc,nrows,obs,ks,nqcexc)

else

! Processa dados de niveis simples

call format_tabqc(sec4,sec3%subsets,minqc,obs_desc,nobs_desc,nrows,obs,nqcexc)

do i=nrows0,nrows
ks(i+1)=i+1
end do

end if

```

5.12 Convertendo BUFR para formato do GrADS

O programa GrADS (*Grid Analysis and Display System*) é software visualizador e processador de dados meteorológicos do Center for Ocean-Land-Atmosphere Studies

(COLA). É bastante utilizado pela comunidade meteorológica. Este software pode ler dados em diferentes formatos e também em formato próprio.

Como é um software bastante utilizado, uma aplicação interessante é converter os dados BUFR para um formato adequado ao GrADS, de forma que os dados possam ser plotados. De certa forma isto é feito no programa PLOTBUFRTYPE apresentado no capítulo anterior, porém apenas para plotar os tipos de dados BUFR.

Uma solução melhor é realizada através do programa demonstrativo demo6. Ele converte dados de algumas das variáveis das estações convencionais de superfície para o formato do GRADS. Note que, além de utilizar o MBUFR, esse programa utiliza também o MGRADS, DATELIB, STRINGFLIB e O MFORMATS, apresentado no item anterior.

```
program demo6

USE MBUFR
USE MGRADS
USE DATELIB
USE STRINGFLIB
USE MFORMATS

implicit none

!{DECLARACAO DE VARIAVEIS

!{ Declaracao das variaveis utilizadas em read_mbufr

    type(sec1type)::sec1
    type(sec3type)::sec3
    type(sec4type)::sec4
    integer :: NBYTES,BUFR_ED
    integer :: err
    !Real,parameter :: Null=-340282300 !valor nulo
    type(selecttype),dimension(2)::select

!}
```

```

!{ Declaracao das variaveis utilizadas no mgrads

    real*8 :: cdate          !Data juliana
    character(len=5),dimension(6)::codes    !Codigo das variaveis
    character(len=60),dimension(6)::desc    !Descricao das variaveis
    integer  ::nvarsgrd      !Numero das Variaveis
    type(stidtype),dimension(20000)::STID!Identificacao da estacao
    real,dimension(20000,6)::gr_obs        !Matriz com as observacoes
    integer  ::nobs         !Numero de observacoes

!}

!{ Declaração das variaveis do MFORMAT
    integer::ncols ! Numero de colunas de obs
    integer::nrows ! Numero de linha de obs
    integer,dimension(10)::surf_cols    ! Indentificação das
colunas da matris OBS
    real,dimension(20000,10,1):: obs ! Matris de observacoes

!}

!{ Declaração das variaveis do programa

    integer::nm    ! Contador de número de mensagens BUFR
    character(len=255)::infile    ! Arquivo BUFR de entrada
    character(len=255)::outfile ! Arquivo Grads (saida)
    integer::i
    real :: dir,vel

!}

!}

!{ INICIO DO PROGRAMA
    nm=0
    NBYTES = 0
    nrows=0
    select(1)%btype=0
    select(1)%bsubtype=any
    select(2)%btype=1
    select(2)%bsubtype=any

!{ Declaracao das variaveis que serao extraidas do BUFR

    surf_cols(1)=005001 ! Latitude (baixa acuracia)
    surf_cols(2)=005002 ! Latitude (alta acuracia)
    surf_cols(3)=006001 ! Longitude (baixa acuracia)
    surf_cols(4)=006002 ! Longitude (alta acuracia)
    surf_cols(5)=007001 ! Altura da estacao
    surf_cols(6)=010051 ! Pressao reduzida a nivel medio do mar
    surf_cols(7)=012004 ! Temperatura do ar
    surf_cols(8)=012006 ! Temperatura do ponto de orvalho
    surf_cols(9)=011011 ! Direcao do vento a 10 metros
    surf_cols(10)=011012 ! Velocidade do vento a 10 metros

```



```

ncols=ubound(surf_cols,1) ! Numero de colunas

obs(:,:)=null
gr_obs(:,:)=null

!{Abre arquivos BUFR

    print *, "Programa demonstrativo de conversão de dados BUFR para
Grads"
    write(*, '(1x,a,\)') "Informe nome do arquivo BUFR: "
    read(*, '(a)') infile
    outfile=trim(infile)//".grd"

    print *, ""
    print *, "Convertendo"
    print *, trim(infile), "->", trim(outfile)
    print *, ""

    Call OPEN_MBUFR(1, infile,46,11,0)

10    CONTINUE

call READ_MBUFR(1, 2000,sec1,sec3,sec4, bUFR_ED, NBYTES,err,select)

    If ((NBYTES > 0).and.(IOERR(1)==0)) Then

        IF ((ERR==0).and.(sec4%nvars>0)) THEN

            nm=nm+1
            call
format_tab(sec4,sec3%nsubsets,surf_cols,ncols,nrows,obs)
            write(*, '(a,\)') "."
            END IF

            GoTo 10

        end if

    Close (1)

!} Fim da leitura de todos os arquivos da lista
print *, "Numero de mensagens=",nm
print *, "Numero de observacoes=",nrows
!{ Salvar dados no formato do grads
!{ Iniciar variaveis do grads

333 continue

!}
!{ Obtendo data e hora para grads
!-----
! Por facilidade pegamos a data e hora da secão 1

```

```

! para representar todos os dados.
!
! Para completar o codigo da estacao no formato
! do grads, utilizamos o tipo e subtipo do BUFR
!
! A data e hora real dos dados pode ser diferente da
! data e hora da secao 1
!-----
cdate=fj Julian(sec1%year,sec1%month,sec1%day,sec1%hour,sec1%minute,0)
print *, "Data=", grdate(cdate)
print *, "Numero de dados =", nrows

codes(1)="h"; desc(1)="Altura da Estacao (m)"
codes(2)="P"; desc(2)="Pressure (hPa)"
codes(3)="T"; desc(3)="Temperature (C)"
codes(4)="Td"; desc(4)="Dew Point (C)"
codes(5)="u"; desc(5)="Surface (10m) zonal wind (m/s)"
codes(6)="v"; desc(6)="Surface (10m) meridional wind (m/s)"
nvarsgrd=ubound(codes,1)

do i=1,nrows

write(STID(I)%COD, '(i4.4,i4.4)') SEC1%BTYPE, SEC1%bsubtype
!
! Verifica se a latitude e longitude e de baixa o alta
acuracia
! e usa a que vier
!
if (obs(i,1,1)==null) then
STID(I)%lat=obs(i,2,1)
else
STID(I)%lat=obs(i,1,1)
end if

if (obs(i,3,1)==null) then
STID(I)%lon=obs(i,4,1)
else
STID(I)%lon=obs(i,3,1)
end if

!
! Pega a altitude, pressa e temperatura, convertendo para as
! unidade mais apropriadas
!
if (obs(i,5,1)/=null) gr_obs(i,1)=obs(i,5,1)
if (obs(i,6,1)/=null) gr_obs(i,2)=obs(i,6,1)/100 ! Converte
para (hPa)
if (obs(i,7,1)/=null) gr_obs(i,3)=obs(i,7,1)-273.2 !
Converte para Celcius
if (obs(i,8,1)/=null) gr_obs(i,4)=obs(i,8,1)-273.2 !
Converte para Celcius
!
! converte direcao e velocidade para componentes U e V do vento
!
dir=obs(i,9,1)

```

```

        vel=obs(i,10,1)
        if ((dir/=null).and.(vel/=null)) then
            gr_obs(i,5)=-vel*sin(dir*3.141596/180)
            gr_obs(i,6)=-vel*cos(dir*3.141596/180)
        end if

        !write(*,'(8(1x,f10.2))')STID(I)%lat,STID(I)%LON,gr_obs(i,:)

    end do

!{ Grava os arquivos de dados (bin) e o descritores (ctl)

    call SAVECTL(2,outfile,cdate,codes,desc,nvarsgrd)
    call SAVEBIN(2,outfile,gr_obs,nrows,STID,nvarsgrd)

!}

End

```

Não entraremos em todos os detalhes com relação ao programa. Isto poderá ser visto através dos códigos-fonte dos módulos que são colocados junto com as ferramentas. Apenas, chamamos atenção que se trata se um programa demonstrativo, sendo portanto muito simples e limitado. Por exemplo, neste programa somente os dados de superfície são considerados. Outra limitação é que a data atribuída aos dados no arquivo GrADS é a mesma data da seção 1 da última mensagem BUFR, isto é, caso a mensagem BUFR tenha diferentes subconjuntos com diferentes datas, esta diferenciação não é repassada para o arquivo GRADS.

De qualquer forma o resultado que pode ser obtido é bastante útil conforme pode ser percebido na Figura 5.1. Este figura foi gerada com o Grads, utilizando como dado de entrada um arquivo produzido pelo demo6. Os dados plotados correspondem à pressão reduzida ao nível médio do mar e a direção e velocidade dos ventos.

Note que, além destas variáveis plotadas nesta figura, o arquivo gerado contém ainda a temperatura do ar, temperatura do ponto de orvalho e altitude da estação. O Usuário

podará usar os comandos apropriados do GrADS para gerar diferentes cartas com este arquivo.

Examinando mais detalhadamente o demo6, podemos entender tanto as suas limitações como o motivo de optarmos por escrever este programa desta forma. Basta verificar que, para adequação dos dados em BUFR ao aplicativo GrADS, é necessário que sejam feitas associações de variáveis, por exemplo, o GrADS não distingue se as variáveis de latitude/longitude são de baixa e alta acurácia, portanto temos uma associação de 4 tipos de descritores do BUFR para representar apenas 2 variáveis do GrADS.

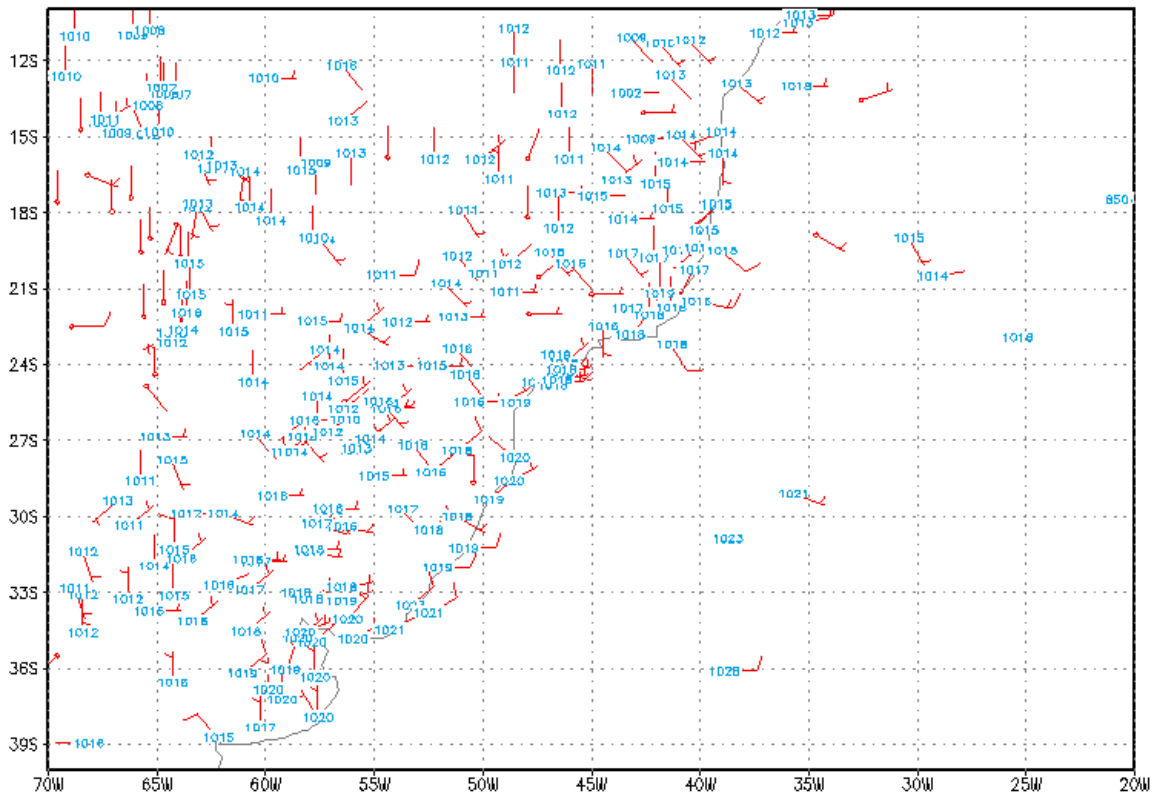


Figura 5.1 - Exemplo de conversão de dados em BUFR para GrADS (Pressão Reduzida (hpa) e vento a 10m (m/s) para 2005-11-11 (12 UTC))

Outro exemplo de associação é o caso da direção e velocidade do vento, que preferimos converter para as componentes zonais e meridionais, pois desta forma é mais fácil utilizar no grads.

O exame da diversidade de modelos de BUFR existentes, com diferentes formas e descritores para representar variáveis equivalentes, mostra que escrever um programa conversor de BUFR para grads que funcione para qualquer tipo de BUFR, é algo bem mais complexo que o programa demo6.

Só para ilustrar, consideremos, por exemplo, a variável de umidade do ar. Existem estações meteorológicas que reportam a umidade do ar na forma de Temperatura do Ponto de orvalho, outras na forma de umidade relativa. No caso de queremos incluir dados de altitude, tais como dados de Radiossondagens, ATOVS, entre outros, as possibilidades aumentam. No caso de dados ATOVS o teor de umidade é expresso na forma de umidade específica. No caso das Radiossondagens, na forma de temperatura do ponto de orvalho. Além dos níveis isobáricos temos ainda que considerar os níveis significativos (irregularmente espaçados).

Assim, para que seja feito um programa conversor de BUFR para Grads que seja universal e possa ser aplicado em qualquer situação, é necessário que o mesmo tenha sido elaborado prevendo todas as possibilidades de organização das mensagens BUFR, e conter todas as rotinas necessárias para compatibilizar as variáveis em seus níveis isobáricos, assim como na escala de tempo adequada.

Basta olhar a diversidade de tabelas BUFR e a diversidade de *templates* existentes, para concluir que as possibilidades são muitas, e que a criação de um programa conversor universal é de difícil realização.

O que de fato funciona são programas como demo6, que é limitado a uso específico. Seguindo-se este modelo, o leitor poderá criar facilmente os programas específicos para plotagem de dados de seu interesse.

Uma dica é a utilização do BUFRDUMP para examinar os modelos de BUFR de seu interesse. Assim fica mais fácil verificar os descritores e elaborar um programa para localizar os descritores de interesse e elaborar as rotinas de conversão de variáveis.

CAPÍTULO 6

COMENTÁRIOS FINAIS

O comentário final sobre o que foi exposto neste Guia Básico, é que ele compreende apenas os pontos que consideramos essenciais para o entendimento do formato BUFR, do módulo MBUFR, e da utilização das ferramentas básicas associadas; de forma que permita ao usuário manipular os BUFR que são codificados de forma simples.

Existem detalhes relacionados a descritores específicos que não apresentamos neste guia, assim como algoritmos e procedimentos para modelos de BUFR mais elaborados.

O usuário mais experiente poderá encontrar informações adicionais nos manuais da OMM, ou na documentação adicional do MBUFR que está sendo elaborada.

A principal dica para o usuário pouco experiente é utilizar mensagens em BUFR disponíveis na rede meteorológica mundial e examiná-los com o BUFRDUMP, procurando entender como os descritores são organizados na seção 3, e os dados na seção 4. Os arquivos fontes do MBUFR também apresentam vários comentários e informações que podem ajudar.

Em breve devemos estar apresentados um Guia Completo do MBUFR onde incluiremos detalhes de codificação como o uso dos replicadores pós-postos (deleayed replicator) e procedimentos para a inclusão de bandeiras de controle de qualidade e utilização da seção 2.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

WMO-WMO-No 306 (**Manual on codes. international codes.**). Geneva –
Switzerland: Secretariat the World Meteorological Organization, , v..2 annex II,
1995. WMO Technical Regulation

WMO-WMO codes and representation forms (**migration to TDCF**), Disponível em:
< <http://www.wmo.int/web/www/WMOCodes.htm> > Acesso em 2005

Thorpe, W. **A Guide to the WMO code FORM FM 94 BUFR**, Washington, D.C:
Office of the Federal Coordinator For Meteorológicoal Service and Suporting
Research,, Mar 1995. Disponível em: <<http://www.ofcm.gov/bufr/bufr.html>> acesso
em 2004-0910.

ASCII-EBCDIC chart. Disponível em:< <http://www.natural-innovations.com> > Acesso
em 2004.

The G95 project. Disponível em: < <http://www.g95.org/> > Acesso em 2006.

COLA- **Grid Analysis and Display System (GrADS)**. Disponível em:
<<http://www.iges.org/grads> > Acesso em 2005.

ANEXOS

ANEXO A

CATEGORIAS E SUBCATEGORIAS DOS DADOS BUFR

O Tipo e o Subtipo de uma mensagem BUFR são informados através de códigos numéricos definidos através de tabelas apropriadas. Os tipos ou categorias de dados são padronizados através da tabela BUFR A da OMM. Os subtipos ou subcategorias são usualmente definidos pelos próprios centros geradores, contudo a partir de 2006 a OMM passa a propor a adoção de uma tabela de subcategorias-padronizada apresentadas na Tabela Comum C13 da OMM

Neste anexo são apresentadas adaptações das tabelas BUFR-A e Comum-C13 segundo as propostas da comissão da OMM de 2006

Tabela A.1 - (Tabela BUFR–A): Categoria dos dados em BUFR operacional em 2005 com as modificações proposta em 2006

Code figure	Meaning
0	Surface data — land
1	Surface data — sea
2	Vertical soundings (other than satellite)
3	Vertical soundings (satellite)
4	Single level upper-air data (other than satellite)
5	Single level upper-air data (satellite)
6	Radar data
7	Synoptic features
8	Physical/chemical constituents
9	Dispersal and transport
10	Radiological data
11	BUFR tables, complete replacement or update
12	Surface data (satellite)
13	Forecasts
14	Warnings
15–19	Reserved
20	Status information
21	Radiances (satellite measured)
22–30	Reserved
31	Oceanographic data
32–100	Reserved
101	Image data
102–239	Reserved
240–254	For experimental use
255	Indicator for local use, with sub-category

Tabela A.2 – Tabela Comum–C13: Subcategorias dos dados em BUFR operacional em 2005 com as modificações proposta em 2006

TYPE Name	Code	SUB TYPE NAME
-0- Surface data (land)	0	Hourly synoptic observations from fixed-land stations (SYNOP)
	1	Intermediate synoptic observations from fixed-land stations (SYNOP)
	2	Main synoptic observations from fixed-land stations (SYNOP)
	3	Hourly synoptic observations from mobile-land stations (SYNOP MOBIL)
	4	Intermediate synoptic observations from mobile-land stations (SYNOP MOBIL)
	5	Main synoptic observations from mobile land stations (SYNOP MOBIL)
	6	One-hour observations from automated stations
	7	n-minute observations from AWS stations
	10	Routine aeronautical observations (METAR)
	11	Special aeronautical observations (SPECI)
	20	Climatological observations (CLIMAT)
	30	Spherics locations (SFLOC)
	40	Hydrologic reports
	-1- Surface data — (sea)	0
6		One-hour observations from automated stations
7		n-minute observations from AWS stations
20		Climatological observations (CLIMAT SHIP)
25		Buoy observation (BUOY)
30		Tide gauge
31		Observed water level time series
-2- Vertical soundings (other than satellite)	1	Upper-wind reports from fixed-land stations (PILOT)
	2	Upper-wind reports from ships (PILOT SHIP)
	3	Upper-wind reports from mobile-land stations (PILOT MOBIL)
	4	Upper-level temperature/humidity/wind reports from fixed-land stations (TEMP)
	5	Upper-level temperature/humidity/wind reports from ships (TEMP SHIP)
	6	Upper-level temperature/humidity/wind report from mobile-land stations (TEMPMOBIL)
	7	Upper-level temperature/humidity/wind reports from dropwinsondes (TEMP DROP)
	10	Wind profiler reports
	11	RASS temperature profiles
	20	ASDAR/ACARS profiles (AMDAR)
	25	Climatological observations from fixed-land stations (CLIMAT TEMP)
	26	Climatological observations from ships (CLIMAT TEMP SHIP)
3-Vertical soundings (satellite)	0	Temperature (SATEM)
	1	TIROS (TOVS)
4-Single level upper-air data (other than satellite)	0	ASDAR/ACARS (AMDAR)
	1	Manual (AIREP, PIREP)
5-Single level upper-air data (satellite)	0	Cloud wind data (SATOB)
-6 – Radar data	0	Reflectivity data
	1	Doppler wind profiles
	2	Derived products
	3	Ground radar weather (RADOB)

7-Synoptic features	0	Forecast Tropical cyclone tracks from EPS
8 - Physical/chemical constituents	0	Ozone measurement at surface
	1	Ozone vertical sounding
9- Dispersal and transport	0	Trajectories, analysis or forecast
10 - Radiological data	1	Observation (RADREP)
	2	Forecast (RADOF)
-12 - Surface data (satellite)	0	ERS-uwa
	1	ERS-uwi
	2	ERS-ura
	3	ERS-uat
	4	SSM/I radiometer
	5	Quickscat
	6	Surface temp./radiation (SATOB)
31 - Oceanographic data	0	Surface observation
	1	Surface observation along track (TRACKOB)
	2	Spectral wave observation (WAVEOB)
	3	Bathythermal observation (BATHY)
	4	Sub surface floats (profile)
	5	XBT/XCTD profiles (TESAC)
	6	Waves reports

ANEXO B

CLASSIFICAÇÃO DOS ELEMENTOS DA TABELA BUFR B

A tabela BUFR B da OMM apresenta a classificação de todos os elementos meteorológicos utilizados nas mensagens BUFR. Neste anexo e apresentamos apenas o índice, em seguida, algumas partes da tabela BUFR B, de forma a dar uma idéia geral da classificação dos elementos. Para obter a tabela B completa e atualizada consulte a OMM ou os documentos inclusos na distribuição do MBUFRTOOLS.

Tabela B.1 – Tabela BUFR B/índice: Classificação dos elementos (índice)

F	X	Class	Comments
0	00	BUFR table entries	
0	01	Identification	Identifies origin and type of data
0	02	Instrumentation	Defines instrument types used
0	03	Reserved	
0	04	Location (time)	Defines time and time derivatives
0	05	Location (horizontal – 1)	Defines geographical position, including horizontal derivatives, in association with class 06 (first dimension of horizontal space)
0	06	Location (horizontal – 2)	Defines geographical position, including horizontal derivatives, in association with class 05 (second dimension of horizontal space)
0	07	Location (vertical)	Defines height, altitude, pressure level, including vertical derivatives of position
0	08	Significance qualifiers	Defines special character of data
0	09	Reserved	
0	10	Vertical elements and pressure	Height, altitude, pressure and derivatives observed or measured, <i>not</i> defined as a vertical location
0	11	Wind and turbulence	Wind speed, direction, etc.
0	12	Temperature	
0	13	Hydrographic and hydrological elements	Humidity, rainfall, snowfall, etc.
0	14	Radiation and radiance	
0	15	Physical/chemical constituents	
0	19	Synoptic features	
0	20	Observed phenomena	Defines present/past weather, special phenomena, etc.
0	21	Radar data	
0	22	Oceanographic elements	
0	23	Dispersal and transport	
0	24	Radiological elements	
0	25	Processing information	
0	26	Non-coordinate location (time)	Defines time and time derivatives that are not coordinates
0	27	Non-coordinate location (horizontal – 1)	Defines geographical positions, in conjunction with class 28, that are not coordinates
0	28	Non-coordinate location (horizontal – 2)	Defines geographical positions, in conjunction with class 27, that are not coordinates
0	29	Map data	
0	30	Image	
0	31	Data description operator qualifiers	Elements used in conjunction with data description operators
0	33	Quality information	
0	35	Data monitoring	

Notes:

- (1) Where a code table or flag table is appropriate, "code table" or "flag table" respectively is entered in the UNITS column.
- (2) The code tables and flag tables associated with Table B are numbered to correspond with the F, X and Y part of the table reference.
- (3) To encode values into BUFR, the data (with units as specified in the UNITS column) must be multiplied by 10 to the power SCALE. Then subtract the REFERENCE VALUE to give the coded value found in Section 4 of the BUFR message. For example, a measured latitude is -45.76 degrees. The coarse accuracy descriptor is 0 05 002 and the encoded value is $-45.76 \times 10^2 - (-9000) = 4424$.
- (4) Where UNITS are given as CCITT IA5, data shall be coded as character data left justified within the field width indicated using CCITT International Alphabet No. 5, and blank filled to the full field width indicated.
- (5) Classes 48 to 63 are reserved for local use; all other classes are reserved for future development.
- (6) Entries 192 to 255 within all classes are reserved for local use.
- (7) The use of local descriptors, as defined in Notes (5) and (6), in messages intended for non-local or international exchange is strongly discouraged. They should be kept to the barest minimum possible and must also be by-passed by the use of descriptor 2 06 YYY.
- (8) First-order statistics are included in Table B only when they are produced, as such, by the observing system.

Class 07 - Location (vertical)

TABLE REFERENCE			TABLE ELEMENT NAME	BUFR				CREX		
				UNIT	SCALE	REFERENCE VALUE	DATA WIDTH (Bits)	UNIT	SCALE	DATA WIDTH (Characters)
F	X	Y								
0	07	001	Height of station	m	0	-400	15	m	0	5
0	07	002	Height or altitude	m	-1	-40	16	m	-1	5
0	07	003	Geopotential	m ² s ⁻²	-1	-400	17	m ² s ⁻²	-1	6
0	07	004	Pressure	Pa	-1	0	14	Pa	-1	5
0	07	005	Height increment	m	0	-400	12	m	0	4
0	07	006	Height above station	m	0	0	15	m	0	5
0	07	007	Height	m	0	-1000	17	m	0	6
0	07	008	Geopotential	m ² s ⁻²	0	-10000	20	m ² s ⁻²	0	7
0	07	009	Geopotential height	gpm	0	-1000	17	gpm	0	5
0	07	021	Elevation (see Note 1)	Degree	2	-9000	15	Degree	2	5
0	07	022	Solar elevation	Degree	2	-9000	15	Degree	2	5
0	07	024	Satellite zenith angle	Degree	2	-9000	15	Degree	2	5
0	07	025	Solar zenith angle	Degree	2	-9000	15	Degree	2	5
0	07	061	Depth below land surface	m	2	0	14	m	2	5
0	07	062	Depth below sea/water surface	m	1	0	17	m	1	6
0	07	064	Height above station (sensor height artificially corrected) (see Note 2)	m	0	0	4	m	0	2
0	07	070	Drogue depth	m	0	0	10	m	0	4

Notes:

- (1) Elevation shall only be used with respect to a stated location and a bearing, azimuth or distance; it shall not redefine that location.
- (2) Height above station at which sensor height is artificially corrected to standard value using formula. For example, standard height for wind is 10 metres but anemometers or buoys are placed at much lower height; such height is sometimes corrected using a formula.

Class 10 - Non-coordinate location (vertical)

TABLE REFERENCE			TABLE ELEMENT NAME	BUFR				CREX		
				UNIT	SCALE	REFERENCE VALUE	DATA WIDTH (Bits)	UNIT	SCALE	DATA WIDTH (Characters)
F	X	Y								
0	10	001	Height of land surface	m	0	-400	15	m	0	5
0	10	002	Height	m	-1	-40	16	m	-1	5
0	10	003	Geopotential	m ² s ⁻²	-1	-400	17	m ² s ⁻²	-1	6
0	10	004	Pressure	Pa	-1	0	14	Pa	-1	5
0	10	007	Height	m	0	-1000	17	m	0	6
0	10	008	Geopotential	m ² s ⁻²	0	-10000	20	m ² s ⁻²	0	7
0	10	009	Geopotential height	gpm	0	-1000	17	gpm	0	5
0	10	010	Minimum pressure reduced to mean sea level	Pa	-1	0	14	Pa	-1	5
0	10	011	Maximum pressure reduced to mean sea level	Pa	-1	0	14	Pa	-1	5
0	10	031	In direction of the North Pole, distance from the Earth's centre	m	2	-1073741824	31	m	2	10
0	10	040	Number of retrieved layers	Numeric	0	0	10	Numeric	0	4
0	10	050	Standard deviation altitude	m	2	0	16	m	2	5
0	10	051	Pressure reduced to mean sea level	Pa	-1	0	14	Pa	-1	5
0	10	052	Altimeter setting (QNH)	Pa	-1	0	14	Pa	-1	5
0	10	060	Pressure change	Pa	-1	-1024	11	Pa	-1	4
0	10	061	3-hour pressure change	Pa	-1	-500	10	Pa	-1	4
0	10	062	24-hour pressure change	Pa	-1	-1000	11	Pa	-1	4
0	10	063	Characteristic of pressure tendency	Code table	0	0	4	Code table	0	2
0	10	070	Indicated aircraft altitude	m	0	-400	16	m	0	5

Notes:

- (1) Vertical elements and pressure shall be used to define values of these elements independent of the element or variable denoting the vertical coordinate.
- (2) The value for descriptor 0 10 031 has been chosen to be suitable for polar orbiting satellites in approximately sun-synchronous orbits. Geostationary orbits would require greater data widths for distance and slightly less for speed.
- (3) Left handed xyz axes have been chosen for descriptor 0 10 031.

Class 11 - Wind and turbulence

TABLE REFERENCE			TABLE ELEMENT NAME	BUFR				CREX		
				UNIT	SCALE	REFERENCE VALUE	DATA WIDTH (Bits)	UNIT	SCALE	DATA WIDTH (Characters)
F	X	Y								
0	11	001	Wind direction	Degree true	0	0	9	Degree true	0	3
0	11	002	Wind speed	m s ⁻¹	1	0	12	m s ⁻¹	1	4
0	11	003	u-component	m s ⁻¹	1	-4096	13	m s ⁻¹	1	4
0	11	004	v-component	m s ⁻¹	1	-4096	13	m s ⁻¹	1	4
0	11	005	w-component	Pa s ⁻¹	1	-512	10	Pa s ⁻¹	1	4
0	11	006	w-component	m s ⁻¹	2	-4096	13	m s ⁻¹	2	4
0	11	010	Wind direction associated with wind speed which follows	Degree true	0	0	9	Degree true	0	3
0	11	011	Wind direction at 10 m	Degree true	0	0	9	Degree true	0	3
0	11	012	Wind speed at 10 m	m s ⁻¹	1	0	12	m s ⁻¹	1	4
0	11	013	Wind direction at 5 m	Degree true	0	0	9	Degree true	0	3
0	11	014	Wind speed at 5 m	m s ⁻¹	1	0	12	m s ⁻¹	1	4
0	11	016	Extreme counterclockwise wind direction of a variable wind	Degree true	0	0	9	Degree true	0	3
0	11	017	Extreme clockwise wind direction of a variable wind	Degree true	0	0	9	Degree true	0	3
0	11	019	Steadiness of wind ⁽⁶⁾	%	0	0	7	%	0	3
0	11	021	Relative vorticity	s ⁻¹	9	-65536	17	s ⁻¹	9	6
0	11	022	Divergence	s ⁻¹	9	-65536	17	s ⁻¹	9	6
0	11	023	Velocity potential	m ² s ⁻¹	-2	-65536	17	m ² s ⁻¹	-2	6
0	11	031	Degree of turbulence	Code table	0	0	4	Code table	0	2
0	11	032	Height of base of turbulence	m	-1	-40	16	m	-1	5
0	11	033	Height of top of turbulence	m	-1	-40	16	m	-1	5
0	11	034	Vertical gust velocity	m s ⁻¹	1	-1024	11	m s ⁻¹	1	4
0	11	035	Vertical gust acceleration	m s ⁻²	2	-8192	14	m s ⁻²	2	5
0	11	036	Maximum derived equivalent vertical gust speed	m s ⁻¹	1	0	10	m s ⁻¹	1	4
0	11	037	Turbulence Index	Code table	0	0	6	Code table	0	2
0	11	038	Time of occurrence of Peak Eddy Dissipation Rate	Code table	0	0	5	Code table	0	2
0	11	040	Maximum wind speed (mean wind)	m s ⁻¹	1	0	12	m s ⁻¹	1	4
0	11	041	Maximum wind speed (gusts)	m s ⁻¹	1	0	12	m s ⁻¹	1	4
0	11	042	Maximum wind speed (10-min mean wind)	m s ⁻¹	1	0	12	m s ⁻¹	1	4
0	11	043	Maximum wind gust direction	Degree true	0	0	9	Degree true	0	3
0	11	044	Mean wind direction for surface – 1 500 m (5 000 feet)	Degree true	0	0	9	Degree true	0	3

TABLE REFERENCE			TABLE ELEMENT NAME	BUFR			CREX			
				UNIT	SCALE	REFERENCE VALUE	DATA WIDTH (Bits)	UNIT	SCALE	DATA WIDTH (Characters)
F	X	Y								
0	11	045	Mean wind speed for surface – 1 500 m (5 000 feet)	m s ⁻¹	1	0	12	m s ⁻¹	1	4
0	11	046	Maximum instantaneous wind speed	m s ⁻¹	1	0	12	m s ⁻¹	1	4
0	11	047	Maximum instantaneous wind speed over 10 minutes	m s ⁻¹	1	0	12	m s ⁻¹	1	4
0	11	049	Standard deviation of wind direction	Degree true	0	0	9	Degree true	0	3
0	11	050	Standard deviation of horizontal wind speed	m s ⁻¹	1	0	12	m s ⁻¹	1	4
0	11	051	Standard deviation of vertical wind speed	m s ⁻¹	1	0	8	m s ⁻¹	1	3
0	11	052	Formal uncertainty in wind speed	m s ⁻¹	2	0	13	m s ⁻¹	2	5
0	11	053	Formal uncertainty in wind direction	Degree true	2	0	15	Degree true	2	5
0	11	061	Absolute wind shear in 1 km layer below	m s ⁻¹	1	0	12	m s ⁻¹	1	4
0	11	062	Absolute wind shear in 1 km layer above	m s ⁻¹	1	0	12	m s ⁻¹	1	4
0	11	070	Designator of the runway affected by wind shear (including ALL)	CCITT IA5	0	0	32	Character	0	4
0	11	071	Turbulent vertical momentum flux	m ² s ⁻²	3	-128	14	m ² s ⁻²	3	5
0	11	072	Turbulent vertical buoyancy flux	K m s ⁻¹	3	-128	11	K m s ⁻¹	3	4
0	11	073	Turbulent kinetic energy	m ² s ⁻²	2	-1024	13	m ² s ⁻²	2	4
0	11	074	Dissipation energy	m ² s ⁻²	2	-1024	10	m ² s ⁻²	2	4
0	11	075	Mean turbulence intensity	m ^{2/3} s ⁻¹	2	0	8	m ^{2/3} s ⁻¹	2	3
0	11	076	Peak turbulence intensity	m ^{2/3} s ⁻¹	2	0	8	m ^{2/3} s ⁻¹	2	3
0	11	081	Model wind direction at 10m	Degree true	2	0	16	Degree true	2	5
0	11	082	Model wind speed at 10m	m s ⁻¹	2	0	14	m s ⁻¹	2	4

Notes:

- (1) West to east u-components shall be assigned positive values.
- (2) South to north v-components shall be assigned positive values.
- (3) Upward w-components shall be assigned positive values where units are m s⁻¹.
- (4) Downward w-components shall be assigned positive values where units are Pa s⁻¹.
- (5) Wind reporting standards:

	Speed	Direction
No observation	Missing	Missing
Calm	0	0
Normal observation	> 0	1° – 360°
Speed only	> 0	Missing
Direction only	Missing	1° – 360°
“Light and variable”	> 0	0

- (6) The steadiness factor (descriptor 0 11 019) is the ratio of speed of the monthly mean vector wind to the speed of the monthly mean scalar wind expressed as a percentage. It is reported to the nearest one percent.

Class 12 - Temperature

TABLE REFERENCE			TABLE ELEMENT NAME	BUFR			CREX			
F	X	Y		UNIT	SCALE	REFERENCE VALUE	DATA WIDTH (Bits)	UNIT	SCALE	DATA WIDTH (Characters)
0	12	001	Temperature/dry-bulb temperature	K	1	0	12	°C	1	3
0	12	002	Wet-bulb temperature	K	1	0	12	°C	1	3
0	12	003	Dew-point temperature	K	1	0	12	°C	1	3
0	12	004	Dry-bulb temperature at 2 m	K	1	0	12	°C	1	3
0	12	005	Wet-bulb temperature at 2 m	K	1	0	12	°C	1	3
0	12	006	Dew-point temperature at 2 m	K	1	0	12	°C	1	3
0	12	007	Virtual temperature	K	1	0	12	°C	1	3
0	12	011	Maximum temperature, at height and over period	K	1	0	12	°C	1	3
0	12	012	Minimum temperature, at height and over period	K	1	0	12	°C	1	3
0	12	013	Ground minimum temperature, past 12 hours	K	1	0	12	°C	1	3
0	12	014	Maximum temperature at 2 m, past 12 hours	K	1	0	12	°C	1	3
0	12	015	Minimum temperature at 2 m, past 12 hours	K	1	0	12	°C	1	3
0	12	016	Maximum temperature at 2 m, past 24 hours	K	1	0	12	°C	1	3
0	12	017	Minimum temperature at 2 m, past 24 hours	K	1	0	12	°C	1	3
0	12	021	Maximum temperature at 2m	K	2	0	16	°C	2	4
0	12	022	Minimum temperature at 2m	K	2	0	16	°C	2	4
0	12	030	Soil temperature	K	1	0	12	°C	1	3
0	12	051	Standard deviation temperature	K	1	0	10	°C	1	3
0	12	052	Highest daily mean temperature	K	1	0	12	°C	1	3
0	12	053	Lowest daily mean temperature	K	1	0	12	°C	1	3
0	12	061	Skin temperature	K	1	0	12	°C	1	3
0	12	062	Equivalent black body temperature	K	1	0	12	°C	1	3
0	12	063	Brightness temperature	K	1	0	12	°C	1	3
0	12	064	Instrument temperature	K	1	0	12	K	1	4
0	12	065	Standard deviation brightness temperature	K	1	0	12	K	1	4
0	12	071	Coldest cluster temperature	K	1	0	12	K	1	4
0	12	072	Radiance	W m ⁻² sr ⁻¹	6	0	31	W m ⁻² sr ⁻¹	6	9
0	12	075	Spectral radiance	W m ⁻³ sr ⁻¹	-3	0	16	W m ⁻³ sr ⁻¹	-3	5
0	12	076	Radiance	W m ⁻² sr ⁻¹	3	0	16	W m ⁻² sr ⁻¹	3	5
0	12	101	Temperature/dry-bulb temperature	K	2	0	16	°C	2	4
0	12	102	Wet-bulb temperature	K	2	0	16	°C	2	4
0	12	103	Dew-point temperature	K	2	0	16	°C	2	4
0	12	104	Dry-bulb temperature at 2m	K	2	0	16	°C	2	4
0	12	105	Web-bulb temperature at 2m	K	2	0	16	°C	2	4
0	12	106	Dew-point temperature at 2m	K	2	0	16	°C	2	4

TABLE REFERENCE			TABLE ELEMENT NAME	BUFR				CREX		
				UNIT	SCALE	REFERENCE VALUE	DATA WIDTH (Bits)	UNIT	SCALE	DATA WIDTH (Characters)
F	X	Y								
0	12	107	Virtual temperature	K	2	0	16	°C	2	4
0	12	111	Maximum temperature, at height and over period specified	K	2	0	16	°C	2	4
0	12	112	Minimum temperature, at height and over period specified	K	2	0	16	°C	2	4
0	12	113	Ground minimum temperature, past 12 hours	K	2	0	16	°C	2	4
0	12	114	Maximum temperature at 2m, past 12 hours	K	2	0	16	°C	2	4
0	12	115	Minimum temperature at 2m, past 12 hours	K	2	0	16	°C	2	4
0	12	116	Maximum temperature at 2m, past 24 hours	K	2	0	16	°C	2	4
0	12	117	Minimum temperature at 2m, past 24 hours	K	2	0	16	°C	2	4
0	12	130	Soil temperature	K	2	0	16	°C	2	4
0	12	152	Highest daily mean temperature	K	2	0	16	°C	2	4
0	12	153	Lowest daily mean temperature	K	2	0	16	°C	2	4
0	12	161	Skin temperature	K	2	0	16	°C	2	4
0	12	162	Equivalent black body temperature	K	2	0	16	°C	2	4
0	12	163	Brightness temperature	K	2	0	16	°C	2	4
0	12	164	Instrument temperature	K	2	0	16	K	2	5
0	12	171	Coldest cluster temperature	K	2	0	16	K	2	5

Notes:

- (1) Where the expression “at height and over period specified” is entered under ELEMENT NAME, an appropriate vertical location shall be specified using descriptors from class 07, together with an appropriate period using descriptors from class 04.
- (2) Descriptor 0 12 076 should be used instead of descriptor 0 12 072 to encode radianc.

ANEXO C

TABELAS DE DESCRITORES OPERADORES (TABELA BUFR C)

Os descritores destas tabelas indicam operações que devem sobre os dados no processo de codificação BUFR. O Módulo MBUFR do CPTEC processa os descritores desta tabela do descritor 2-01-yyy ao 2-04-yyy. Os demais descritores ignorados na gravação e repassados na leitura, para que os mesmos sejam processados por algoritmos externos ao módulo.

Tabela C.1 – Tabela BUFR C: Descritores Operadores (Data description operators).

TABLE REFERENCE		OPERAND	OPERATOR NAME	OPERATION DEFINITION
F	X			
2	01	Y	Change data width	Add (Y–128) bits to the data width given for each data element in Table B, other than CCITT IA5 (character) data, code or flag tables
2	02	Y	Change scale	Add Y–128 to scale in Table B for elements which are not code or flag tables
2	03	Y	Change reference values	Subsequent element descriptors define new reference values for corresponding Table B entries. Each new reference value is represented by Y bits in the Data section. Definition of new reference values is concluded by coding this operator with Y = 255. Negative reference values shall be represented by a positive integer with the left-most bit (bit 1) set to 1
2	04	Y	Add associated field	Precede each data element with Y bits of information. This operation associates a data field (e.g. quality control information) of Y bits with each data element
2	05	Y	Signify character	Y characters (CCITT International Alphabet No. 5) are inserted as a data field of Y x 8 bits in length
2	06	Y	Signify data width for the immediately following local descriptor	Y bits of data are described by the immediately following descriptor
2	21	YYY	Data not present	Data values present in Section 4 (Data section) corresponding to the following YYY descriptors shall be limited to data from classes 1–9, and class 31
2	22	000	Quality information follows	The values of class 33 elements which follow relate to the data defined by the data present bit-map
2	23	000	Substituted values operator	The substituted values which follow relate to the data defined by the data present bit-map
2	23	255	Substituted values marker operator	This operator shall signify a data item containing a substituted value; the element descriptor for the substituted value is obtained by the application of the data present bit-map associated with the substituted values operator
2	24	000	First order statistical values follow	The statistical values which follow relate to the data defined by the data present bit-map

TABLE REFERENCE		OPERAND	OPERATOR NAME	OPERATION DEFINITION
F	X			
2	24	255	First order statistical values marker operator	This operator shall signify a data item containing a first order statistical value of the type indicated by the preceding 0 08 023 element descriptor; the element descriptor to which the first order statistic relates is obtained by the application of the data present bit-map associated with the first order statistical values follow operator; first order statistical values shall be represented as defined by this element descriptor
2	25	000	Difference statistical values follow	The statistical values which follow relate to the data defined by the data present bit-map
2	25	255	Difference statistical values marker operator	This operator shall signify a data item containing a difference statistical value of the type indicated by the preceding 0 08 024 element descriptor; the element descriptor to which the first order statistic relates is obtained by the application of the data present bit-map associated with the difference statistical values follow operator; difference statistical values shall be represented as defined by this element descriptor, but with a reference value of -2^n and a data width of $(n+1)$, where n is the data width given by the original descriptor. This special reference value allows the statistical difference values to be centred around zero
2	32	000	Replaced/retained values follow	The replaced/retained values which follow relate to the data defined by the data present bit-map
2	32	255	Replaced/retained value marker operator	This operator shall signify a data item containing the original of an element which has been replaced by a substituted value. The element descriptor for the retained value is obtained by the application of the data present bit-map associated with the substituted values operator
2	35	000	Cancel backward data reference	This operator terminates all previously defined backward reference and cancels any previously defined data present bit-map; it causes the next data present bit-map to refer to the data descriptors which immediately precede the operator to which it relates
2	36	000	Define data present bit-map	This operator defines the data present bit-map which follows for possible re-use; only one data present bit-map may be defined between this operator and the cancel use defined data present bit-map operator
2	37	000	Use defined data present bit-map	This operator causes the defined data present bit-map to be used again
2	37	255	Cancel use defined data present bit-map	This operator cancels the re-use of the defined data present bit-map

Notes:

- (1) The operations specified by operator descriptors 2 01, 2 02, 2 03 and 2 04 remain defined until cancelled or until the end of the data subset.
- (2) If change scale is used, then it may be necessary for the originator of the message to supply an appropriately rescaled reference value and data width.
- (3) Cancellation of the use of the redefined value shall be effected by the inclusion of the appropriate operand with Y set to 0. The value shall then revert to the original Table B value.
- (4) Nesting of operator descriptors must guarantee unambiguous interpretation; in particular, operators defined within a set of replicated descriptors must be cancelled or completed within that set.
- (5) Nesting of the operator descriptor 2 04 is defined such that:
 - (a) Each new definition adds to the currently defined associated field;
 - (b) Each cancellation (2 04 00) cancels only the most recently defined addition to the associated field.

- (6) When the descriptor 2 04 YYY is to be used, it shall precede the first of the data descriptors to which it applies.
- (7) The data description operator 2 04 YYY shall be followed immediately by the descriptor 0 31 021 to indicate the meaning of the associated fields.
- (8) In the data stream, the 6 bits described by 0 31 021 shall precede the YYY bits.
- (9) Once an associated field has been established and given meaning, the meaning may be changed by a re-application of descriptor 0 31 021. The associated field needs not to be cancelled in order to change the meaning. Further, if an associated field is cancelled, and then re-established, it must be given a meaning by a proper application of the 0 31 021 descriptor, as described in Notes (5) to (8), i.e. a previous assignment of meaning does not remain in force when the associated field is cancelled.
- (10) Data description operators shall not be applied to Table B, class 31 entries.
- (11) The operation 2 05 permits the inclusion of plain language.
- (12) The operator 2 06 Y allows for the inclusion of local descriptors in a message, with their associated data, which can then be by-passed by a receiver of the message. It can be applied to element descriptors (F = 0) only.
- (13) If “replaced/retained” values are indicated, this shall imply that the data element in the original part of the message has been replaced with a (presumably) better value; the original value has been retained in the message following the replaced/retained operator. If multiple replacements for the same data element are to be included, they shall be ordered such that the original datum shall be last, the first replacement shall precede it, the next precede that, etc. Each (set of) replaced/retained data values shall be indicated by the inclusion of the 2 32 000 operator.
- (14) If “substituted values” are indicated, this shall imply that the data element in the original part of the message is thought to be of poor quality. However, it has been left in the original message as received; an improved value has been placed within the message following the substituted values operator. If multiple substitutions for the same data element are to be included, they shall be ordered such that the first substitution shall be first, the next substitution shall follow it, the next follow that, etc. Thus, the (presumed) “best” value will be found at the end of the collection of substituted values. Each (set of) substituted data values shall be indicated by the inclusion of the 2 23 000 operator.
- (15) Operator 2 21 YYY allows for the construction of a BUFR message containing only coordinate (classes 1–9), delayed replication (class 31) and quality control information. The message could be linked back to the original data-containing message by comparison of the coordinate information in the two messages, or, in a local context, through “database” information in Section 2.
- (16) First-order statistics have values with a similar range and the same dimensions as the corresponding reported values (e.g. maxima, minima, means, etc.).
- (17) Difference statistics are difference values; they have dimensions the same as the corresponding reported values with respect to units, but assume a range centred on zero (e.g. the difference between reported and analysed values, the difference between reported and forecast values, etc.).
- (18) No operator descriptors are reserved for local use.

ANEXO D

CLASSIFICAÇÃO DAS LISTAS DE SEQUÊNCIAS COMUNS (TABELA BUFR D)

Este anexo apresenta a classificação das listas de seqüências comuns e partes da tabela BUFR D. Consulte documentos da OMM ou os documentos inclusos na distribuição do MBUFRTOOLS para obtenção das tabelas completas.

Tabela D.1: Tabela BUFR-D/índice: Lista de seqüências comuns (índice).

F	X	Category of sequences
3	00	BUFR table entries sequences
3	01	Location and identification sequences
3	02	Meteorological sequences common to surface data
3	03	Meteorological sequences common to vertical soundings data
3	04	Meteorological sequences common to satellite observations
3	05	Meteorological or hydrological sequences common to hydrological observations
3	06	Meteorological or oceanographic sequences common to oceanographic observations
3	07	Surface report sequences (land)
3	08	Surface report sequences (sea)
3	09	Vertical sounding sequences (conventional data)
3	10	Vertical sounding sequences (satellite data)
3	11	Single level report sequences (conventional data)
3	12	Single level report sequences (satellite data)
3	13	Sequences common to image data
3	14	Reserved
3	15	Oceanographic report sequences
3	16	Synoptic feature sequences
3	18	Radiological report sequences
3	21	Radar report sequences

Notes:

- (1) From a conceptual point of view, Table D is not necessary:
 - (a) The Data description section can fully and completely describe the data using only element descriptors, operator descriptors and the rules of description;
 - (b) Such a means of defining the data would involve considerable overheads in terms of the length of the Data description section. Table D is a device to reduce these overheads;
 - (c) Each entry within Table D contains a list of descriptors. Each sequence descriptor that references to Table D may be "expanded" by replacing it with the list corresponding to that entry. The process of "expansion" is well defined, provided it results in a set of element descriptors and operator descriptors;
 - (d) Descriptors listed in entries to Table D may themselves refer to Table D, provided no circularity results on repeated expansion;
 - (e) The initial Table D has been limited to lists of descriptors likely to be used frequently. Every attempt has been made not to produce initial tables that are too comprehensive. Minor differences of reporting practice can be accommodated by not endeavouring to reduce each observation type to a single descriptor. Indeed, much more flexibility is retained if the Data description section is envisaged as containing three or four descriptors.
- (2) It should be noted that, initially, effort has been concentrated on the requirements for observational data. Extensions to forecast data, time series data, products, etc., follow logically, and can be added at an appropriate future date.
- (3) Category 1 contains common sequences of non-meteorological descriptors; categories 2 to 6 contain common sequences of meteorological descriptors; categories 7 to 21 contain sequences which define reports, or major subsets of reports.
- (4) Underwater soundings are included, with some minor omissions, to illustrate the facility to describe data of slightly different contents.

- (5) Satellite data have been split to maximize the benefits of data compression. Compound combinations may easily be defined using the descriptors available.
- (6) Satellite observation data benefit enormously from being split into fragments (1, 2, 3 . . . 7), then applying data compression to many locations within each fragment. Again, BUFR flexibility enables compound forms to be defined if desired.
- (7) Categories 48 to 63 are reserved for local use; all other categories are reserved for future development.
- (8) Entries 192 to 255 within all categories are reserved for local use.

Category 01 - Location and Identification sequences

TABLE REFERENCE			TABLE REFERENCES			ELEMENT NAME	
F	X	Y					
3	01	001	0	01	001	WMO block number	
			0	01	002	WMO station number	
3	01	002*	0	01	003	WMO Region number	
			0	01	004	WMO Region sub-area	
			0	01	005	Buoy/platform identifier	
3	01	003	0	01	011	Ship's call sign	
			0	01	012	Direction of motion of moving observing platform	
			0	01	013	Speed of motion of moving observing platform	
3	01	011	0	04	001	Year	
			0	04	002	Month	
			0	04	003	Day	
3	01	012	0	04	004	Hour	
			0	04	005	Minute	
3	01	013	0	04	004	Hour	
			0	04	005	Minute	
			0	04	006	Second	
3	01	021	0	05	001	Latitude	high accuracy
			0	06	001	Longitude	
3	01	022	0	05	001	Latitude	high accuracy
			0	06	001	Longitude	
			0	07	001	Height of station	
3	01	023	0	05	002	Latitude	coarse accuracy
			0	06	002	Longitude	
3	01	024	0	05	002	Latitude	coarse accuracy
			0	06	002	Longitude	
			0	07	001	Height of station	
3	01	025	3	01	023	Latitude and longitude (coarse accuracy)	
			0	04	003	Day	
			3	01	012	Time	
3	01	026	3	01	021	Latitude and longitude (high accuracy)	
			0	04	003		
			0	04	003	(Time period in days)	
			0	04	004		
			0	04	004	(Time period in hours)	
			0	04	005		
			0	04	005	(Time period in minutes)	
3	01	031	3	01	001	WMO block and station number	
			0	02	001	Type of station	
			3	01	011	Date	
			3	01	012	Time	
			3	01	022	Latitude and longitude (high accuracy), height of station	
3	01	032	3	01	001	WMO block and station number	
			0	02	001	Type of station	
			3	01	011	Date	
			3	01	012	Time	
			3	01	024	Latitude and longitude (coarse accuracy), height of station	

TABLE REFERENCE			TABLE REFERENCES			ELEMENT NAME
F	X	Y				
						<i>(Buoy/platform — fixed)</i>
3	01	033	0	01	005	Buoy/platform identifier
			0	02	001	Type of station
			3	01	011	Date
			3	01	012	Time
			3	01	021	Latitude and longitude (high accuracy)
						<i>(Buoy/platform — fixed)</i>
3	01	034	0	01	005	Buoy/platform identifier
			0	02	001	Type of station
			3	01	011	Date
			3	01	012	Time
			3	01	023	Latitude and longitude (coarse accuracy)
						<i>(Buoy/platform — moving)</i>
3	01	035*	0	01	005	Buoy/platform identifier
			0	01	012	Direction of motion of moving observing platform
			0	01	013	Speed of motion of moving observing platform
			0	02	001	Type of station
			3	01	011	Date
			3	01	012	Time
			3	01	023	Latitude and longitude (coarse accuracy)
						<i>(Ship)</i>
3	01	036	3	01	003	Ship's call sign and motion
			0	02	001	Type of station
			3	01	011	Date
			3	01	012	Time
			3	01	023	Latitude and longitude (coarse accuracy)
						<i>(Land station for vertical soundings)</i>
3	01	037	3	01	001	WMO block and station number
			0	02	011	Radiosonde type
			0	02	012	Radiosonde computational method
			3	01	011	Date
			3	01	012	Time
			3	01	022	Latitude and longitude (high accuracy), height of station
						<i>(Land station for vertical soundings)</i>
3	01	038	3	01	001	WMO block and station number
			0	02	011	Radiosonde type
			0	02	012	Radiosonde computational method
			3	01	011	Date
			3	01	012	Time
			3	01	024	Latitude and longitude (coarse accuracy), height of station
						<i>(Ship for vertical soundings)</i>
3	01	039	3	01	003	Ship's call sign and motion
			0	02	011	Radiosonde type
			0	02	012	Radiosonde computational method
			3	01	011	Date
			3	01	012	Time
			3	01	023	Latitude and longitude (coarse accuracy)

TABLE REFERENCE			TABLE REFERENCE	ELEMENT NAME
F	X	Y		
3	01	040	3 01 003	Ship's call sign and motion
			0 02 011	Radiosonde type
			0 02 012	Radiosonde computational method
			3 01 011	Date
			3 01 012	Time
			3 01 024	Latitude and longitude (coarse accuracy), height of station
3	01	041	0 01 007	Satellite identifier
			0 02 021	Satellite instrument data used in processing
			0 02 022	Satellite data processing technique used
			3 01 011	Date
			3 01 012	Time
3	01	042	3 01 041	Satellite identifier, data used, and data processing technique; date/time
			3 01 021	Latitude, longitude
3	01	043	0 01 007	Satellite identifier
			0 02 023	Cloud motion computational method
			3 01 011	Date
			3 01 013	Time
			3 01 021	Latitude, longitude
3	01	044	0 01 007	Satellite identifier
			0 02 024	Integrated mean humidity computational method
			3 01 011	Date
			3 01 013	Time
			3 01 021	Latitude, longitude
				<i>(Satellite location and velocity)</i>
3	01	045	3 01 011	Year, month, day
			3 01 012	Time (hour, minute)
			2 01 138	Change width to 16 bits
			2 02 131	Change scale to 3
			0 04 006	Second
			2 01 000	Change width back to Table B
			2 02 000	Change scale back to Table B
			3 04 030	Location relative to the Earth's centre
			3 04 031	Velocity relative to the Earth's centre
3	01	046	0 01 007	Satellite identifier
			0 01 012	Direction of motion of moving observing platform
			0 02 048	Satellite sensor indicator
			0 21 119	Wind scatterometer geophysical model function
			0 25 060	Software identification
			2 02 124	Change scale
			0 02 026	Cross-track resolution
			0 02 027	Along-track resolution
			2 02 000	Change scale back to Table B
			0 05 040	Orbit number
				<i>(ERS product header)</i>
3	01	047	0 01 007	Satellite identifier
			0 25 060	Software identification
			0 01 033	Originating/generating centre
			0 01 034	Originating/generating sub-centre
			0 01 012	Direction of motion of moving observation platform

TABLE REFERENCE			TABLE REFERENCES			ELEMENT NAME
F	X	Y				
			3	01	045	Satellite location and velocity
			0	02	021	Satellite instrument data used in processing
			3	01	011	Date (year, month, day)
			3	01	012	Time (hour, minute)
			2	01	138	Change bit width to 16 bits
			2	02	131	Change scale to 3
			0	04	006	Second
			2	01	000	Change width back to Table B
			2	02	000	Change scale back to Table B
			3	01	023	Location (latitude, longitude)
						<i>(Radar parameters)</i>
3	01	048	0	02	104	Antenna polarization
			0	02	121	Mean frequency
			0	02	113	Number of azimuth looks
			0	02	026	Cross-track resolution
			0	02	027	Along-track resolution
			0	02	111	Radar incidence angle
			0	02	140	Satellite radar beam azimuth angle
			2	02	127	Change scale to -1
			0	01	013	Radar platform velocity
			2	02	126	Change scale to -2
			0	07	001	Radar platform altitude
			2	02	000	Change scale to Table B
			0	25	010	Clutter treatment
			0	21	064	Clutter noise estimate
						<i>(Radar beam data)</i>
3	01	049	0	02	111	Radar incidence angle
			0	02	112	Radar look angle
			0	21	062	Backscatter
			0	21	063	Radiometric resolution (Noise value)
			0	21	065	Missing packet counter
3	01	051	0	01	006	Aircraft identifier
			0	02	061	Navigational system
			3	01	011	Date
			3	01	012	Time
			3	01	021	Latitude, longitude
			0	08	004	Phase of aircraft flight
3	01	055	0	01	005	Buoy/platform identifier
			0	02	001	Type of station
			3	01	011	Date
			3	01	012	Time
			3	01	021	Latitude and longitude (high accuracy)
			0	01	012	Direction of motion of moving observing platform
			0	01	014	Platform drift speed (high precision)
						<i>(Radar location(s))</i>
3	01	062	1	01	000	Delayed replication of 1 descriptor
			0	31	001	Replication factor
			3	01	001	WMO block and station number
						<i>(ACARS identification)</i>
3	01	065	0	01	006	Aircraft flight number (see Note)
			0	01	008	Aircraft registration number (see Note)

TABLE REFERENCE			TABLE REFEERENCES	ELEMENT NAME
F	X	Y		
			0 02 001	Type of station
			0 02 002	Type of instrumentation for wind measurement
			0 02 005	Precision of temperature observation
			0 02 062	Type of aircraft data relay system
			0 02 070	Original specification of latitude/longitude
			0 02 065	ACARS ground receiving station

TABLE REFERENCE			TABLE REFERENCES	ELEMENT NAME
F	X	Y		
				<i>(ACARS location)</i>
3	01	066	3 01 011	Year, month, day
			3 01 013	Hour, minute, second
			3 01 023	Latitude and longitude (coarse accuracy)
			0 07 004	Pressure
			0 02 064	Aircraft roll angle quality
			0 08 004	Phase of aircraft flight
				<i>(Satellite identifier/Generating resolution)</i>
3	01	071	0 01 007	Satellite identifier
			0 01 031	Generating centre
			0 02 020	Satellite classification
			0 02 028	Segment size at nadir in X direction
			0 02 029	Segment size at nadir in Y direction
				<i>(Satellite identification)</i>
3	01	072	3 01 071	Satellite identification, Generation resolution
			3 01 011	Date
			3 01 013	Time
			3 01 021	Latitude, longitude

* Descriptor 3 01 002 should not be used.

* Descriptor 3 01 055 should be used instead of 3 01 035 to encode moving buoy/platform information.

Notes: (1) As supplied by originating sub-center ARINC, this value is a pseudo-value rather than the actual value. The relationship between this pseudo value and the true value is known only by ARINC.

(2) Descriptors from 3 01 041 to 3 01 049, 3 01 062, 3 01 071 and 3 01 072 should not be used in CREX for transmission.

ANEXO E

TABELA DE CÓDIGOS DE ERROS DO MÓDULO MBUFR.F90

Durante o processos de codificação ou decodificação, o módulo MBUFR.f90, pode verificar determinados erros ou inconsistências no processo. Para a maioria dos tipos de erros existe um código que é descrito que é apresentado na tabela E a seguir.

Tabela E.1 – Tabela de erros do módulo MBUFR.f90.

Código	Descrição do erro
0	Não ocorreram erros
14	Mensagen BUFR utiliza tabela mais atual. Necessário atualizar tabela Mestre
15	Tabela BUFR Local não encontrada
20	Erro de leitura da seção 2. Esta seção possivelmente está corrompida ou sua presença indicada de forma inadequada na seção 1
30	Erro de leitura da seção 3. Esta seção possivelmente está corrompida e, conseqüentemente, os dados na seção 4 não podem ser identificados
41	Erro de Leitura da seção 4 – Leitura ultrapassou o tamanho da seção 4
51	Erro na expansão dos descritores. Presença de um ou mais descritores desconhecidos relativos à Tabela BUFR – D
52	Erro na expansão dos descritores. Presença de um ou mais descritores desconhecidos relativos à tabela BUFR – B
53	Erro na expansão dos descritores - Descritor replicador posposto com erro.
54	Expansão incompleta. Um erro desconhecido causou a interrupção da expansão dos descritores
55	Erro na expansão de descritores. Numero de descritores expandidos maior do que o máximo especificado
60	Erro na decodificação da seção 4 compactada
61	Erro na decodificação da seção 4 com replicadores pospostos

ANEXO F
ALGUNS MODELOS DE CODIFICAÇÃO BUFR/CREX

Este anexo apresenta como exemplo, alguns dos modelos extraído do documentação oficial da OMM de 13 de abril de 2005. Os modelos apresentados são os seguintes:

- Dados de Estação Automática (AUTOMATIC WEATHER STATION DATA)
- Observações Tradicionais da OMM (TRADITIONAL WMO OBSERVATIONS)

BUFR TEMPLATE FOR AWS DATA FROM N-MINUTE PERIOD

3 01 090		Surface station identification; time, horizontal and vertical co-ordinates	
3 01 004		Surface station identification	
	0 01 001	WMO block number	Numeric
	0 01 002	WMO station number	Numeric
	0 01 015	Station or site name	CCITT IA5
	0 02 001	Type of station	Code table
3 01 011	0 04 001	Year	Year
	0 04 002	Month	Month
	0 04 003	Day	Day
3 01 012	0 04 004	Hour	Hour
	0 04 005	Minute	Minute
3 01 021	0 05 001	Latitude (high accuracy)	Degree, scale 5
	0 06 001	Longitude (high accuracy)	Degree, scale 5
0 07 030		Height of station ground above mean sea level	m, scale 1
0 07 031		Height of barometer above mean sea level	m, scale 1
0 08 010		Surface qualifier (for temperature data)	Code table
3 01 091		Surface station instrumentation	
	0 02 180	Main present weather detecting system	Code table
	0 02 181	Supplementary present weather sensor	Flag table
	0 02 182	Visibility measurement system	Code table
	0 02 183	Cloud detection system	Code table
	0 02 184	Type of lightning detection sensor	Code table
	0 02 179	Type of sky condition algorithm	Code table
	0 02 186	Capability to detect precipitation phenomena	Flag table
	0 02 187	Capability to detect other weather phenomena	Flag table
	0 02 188	Capability to detect obscuration	Flag table
	0 02 189	Capability to discriminate lightning strikes	Flag table
0 04 015		Time increment (= - n minutes)	Minute
0 04 065		Short time increment (= 1 minute)	Minute
1 14 n		Replicate 14 descriptors n- times	
		<i>E.g.: 1 14 006 in case of 6-minute period, 1 14 010 in case of 10-minute period</i>	
0 10 004		Pressure	Pa, scale -1
3 02 070		Wind data	
	0 07 032	Height of sensor above local ground	m, scale 2
	0 07 033	Height of sensor above water surface	m, scale 1
	0 11 001	Wind direction	Degree true
	0 11 002	Wind speed	m s ⁻¹
	0 11 043	Maximum wind gust direction	Degree true

	0 11 041	Maximum wind gust speed	m s ⁻¹
	0 11 016	Extreme counterclockwise wind direction of a variable wind	Degree true
	0 11 017	Extreme clockwise wind direction of a variable wind	Degree true
3 02 072		Temperature and humidity data	
	0 07 032	Height of sensor above local ground	m, scale 2
	0 07 033	Height of sensor above water surface	m, scale 1
	0 12 101	Temperature/dry-bulb temperature (scale 2)	K, scale 2
	0 12 103	Dew-point temperature (scale 2)	K, scale 2
	0 13 003	Relative humidity	%
0 07 032		Height of sensor above local ground	m, scale 2
0 12 101		Temperature/dry-bulb temperature (scale 2) (for ground temperature)	K, scale 2
1 01 005		Replicate one descriptors five times	
3 07 063	0 07 061	Depth below land surface	m, scale 2
	0 12 130	Soil temperature (scale 2)	K, scale 2
3 02 069		Visibility data	
	0 07 032	Height of sensor above local ground	m, scale 2
	0 07 033	Height of sensor above water surface	m, scale 1
	0 33 041	Attribute of following value	
	0 20 001	Horizontal visibility	m, scale -1
0 07 032		Height of sensor above local ground	m, scale 2
0 07 033		Height of sensor above water surface (set to missing to cancel the previous value)	m, scale 1
3 02 073		Cloud data	
	0 20 010	Cloud cover (total)	%
	1 05 004	Replicate 5 descriptors four times	
	0 08 002	Vertical significance	Code table
	0 20 011	Cloud amount	Code table
	0 20 012	Cloud type	Code table
	0 33 041	Attribute of following value	Code table
	0 20 013	Height of base of cloud	m, scale -1
3 02 076		Precipitation, obscuration and other phenomena	
	0 20 021	Type of precipitation	Flag table
	0 20 022	Character of precipitation	
	0 26 020	Duration of precipitation	Minute
	0 20 023	Other weather phenomena	Flag table
	0 20 024	Intensity of phenomena	Code table
	0 20 025	Obscuration	Flag table
	0 20 026	Character of obscuration	Code table
0 13 055		Intensity of precipitation	kgm ⁻² s ⁻¹ , scale 4
0 13 058		Size of precipitation element (end of the replicated sequence)	m, scale 4
	0 20 031	Ice deposit (thickness)	m, scale 2
	0 20 032	Rate of ice accretion	Code table
3 02 078		State of ground and snow depth measurement	
	0 02 176	Method of state of ground measurement	Code table
	0 20 062	State of ground (with or without snow)	Code table
	0 02 177	Method of snow depth measurement	Code table
	0 13 013	Total snow depth	m, scale 2
3 02 079		Precipitation measurement	
	0 07 032	Height of sensor above local ground	m, scale 2
	0 02 175	Method of precipitation measurement	Code table
	0 02 178	Method of liquid water content measurement of precipitation	Code table
	0 04 025	Time period (= - n minutes)	Minute
	0 13 011	Total precipitation / total water equivalent of snow	kg m ⁻² , scale 1

0 07 032		Height of sensor above local ground (set to missing to cancel the previous value)	m, scale 2
3 02 080		Evaporation measurement	
	0 02 185	Method of evaporation measurement	Code table
	0 04 025	Time period or displacement (= - n minutes)	Minute
	0 13 033	Evaporation /evapotranspiration	kg m ⁻²
3 02 081		Total sunshine data	
	0 04 025	Time period (= - n minutes)	Minute
	0 14 031	Total sunshine	Minute
3 02 082		Radiation data	
	0 04 025	Time period (= - n minutes)	Minute
	0 14 002	Long-wave radiation, integrated over period specified	J m ⁻² , scale -3
	0 14 004	Short-wave radiation, integrated over period specified	J m ⁻² , scale -3
	0 14 016	Net radiation, integrated over period specified	J m ⁻² , scale -4
	0 14 028	Global solar radiation (high accuracy), integrated over period specified	J m ⁻² , scale -2
	0 14 029	Diffuse solar radiation (high accuracy), integrated over period specified	J m ⁻² , scale -2
	0 14 030	Direct solar radiation (high accuracy), integrated over period specified	J m ⁻² , scale -2
0 04 025		Time period (= - n minutes)	Minute
0 13 059		Number of flashes	Numeric
3 02 083		First order statistics of P, W, T, U data	
	0 04 025	Time period (= - n minutes)	Minute
	0 08 023	First order statistics (= 9; best estimate of standard deviation)	Code table
	0 10 004	Pressure	Pa, scale -1
	0 11 001	Wind direction	Degree true
	0 11 002	Wind speed	m s ⁻¹
	0 12 101	Temperature/dry-bulb temperature (scale 2)	K, scale 2
	0 13 003	Relative humidity	%
	0 08 023	First order statistics (= missing value)	Code table
0 33 005		Quality information (AWS data)	Flag table
0 33 006		Internal measurement status information (AWS)	Code table

Notes:

- 1) The time identification refers to the end of the n-minute period.
- 2) Duration of precipitation (in minutes) represents number of minutes in which any precipitation was registered.
- 3) Best estimate of standard deviation of standard deviation is counted out of a set of samples (signal measurements) recorded within the period specified; it should be reported as a missing value, if the measurements of the relevant element are not available from a part of the period specified by 0 04 025.

BUFR TEMPLATE FOR SURFACE OBSERVATIONS FROM ONE-HOUR PERIOD

This template is proposed to be used for representation of surface observation data from both automatic stations and manned stations.

3 01 090		Surface station identification; time, horizontal and vertical co-ordinates	
3 01 004		Surface station identification	
	0 01 001	WMO block number	Numeric
	0 01 002	WMO station number	Numeric
	0 01 015	Station or site name	CCITT IA5
	0 02 001	Type of station	Code table
3 01 011	0 04 001	Year	Year
	0 04 002	Month	Month
	0 04 003	Day	Day
3 01 012	0 04 004	Hour	Hour
	0 04 005	Minute	Minute
3 01 021	0 05 001	Latitude (high accuracy)	Degree, scale 5
	0 06 001	Longitude (high accuracy)	Degree, scale 5
0 07 030		Height of station ground above mean sea level	m, scale 1
0 07 031		Height of barometer above mean sea level	m, scale 1
0 08 010		Surface qualifier (for temperature data)	Code table
3 01 091		Surface station instrumentation	
	0 02 180	Main present weather detecting system	Code table
	0 02 181	Supplementary present weather sensor	Flag table
	0 02 182	Visibility measurement system	Code table
	0 02 183	Cloud detection system	Code table
	0 02 184	Type of lightning detection sensor	Code table
	0 02 179	Type of sky condition algorithm	Code table
	0 02 186	Capability to detect precipitation phenomena	Flag table
	0 02 187	Capability to detect other weather phenomena	Flag table
	0 02 188	Capability to detect obscuration	Flag table
	0 02 189	Capability to discriminate lightning strikes	Flag table
3 02 001	0 10 004	Pressure	Pa, scale -1
	0 10 051	Pressure reduced to mean sea level	Pa, scale -1
	0 10 061	3-hour pressure change ⁽²⁾	Pa, scale -1
	0 10 063	Characteristic of pressure tendency ⁽²⁾	Code table
0 07 004		Pressure (standard level)	Pa, scale -1
0 10 009		Geopotential height of the standard level	gpm
3 02 072		Temperature and humidity data	
	0 07 032	Height of sensor above local ground	m, scale 2
	0 07 033	Height of sensor above water surface	m, scale 1
	0 12 101	Temperature/dry-bulb temperature (scale 2)	K, scale 2
	0 12 103	Dew-point temperature (scale 2)	K, scale 2
	0 13 003	Relative humidity	%
1 01 005		Replicate one descriptor five times	
3 07 063	0 07 061	Depth below land surface	m, scale 2
	0 12 130	Soil temperature (scale 2)	K, scale 2

3 02 069		Visibility data	
	0 07 032	Height of sensor above local ground	m, scale 2
	0 07 033	Height of sensor above water surface	m, scale 1
	0 33 041	Attribute of following value	Code table
	0 20 001	Horizontal visibility	m, scale -1
0 07 032		Height of sensor above local ground (set to missing to cancel the previous value)	m, scale 2
0 07 033		Height of sensor above water surface (set to missing to cancel the previous value)	m, scale 1
0 20 031		Ice deposit (thickness)	m, scale 2
0 20 032		Rate of ice accretion	Code table
0 02 038		Method of sea surface temperature measurement	Code table
0 22 043		Sea/water temperature (scale 2)	K, scale 2
3 02 021	0 22 001	Direction of waves	Degree true
	0 22 011	Period of waves	s
	0 22 021	Height of waves	m, scale 1
3 02 078		State of ground and snow depth measurement	
	0 02 176	Method of state of ground measurement	Code table
	0 20 062	State of ground (with or without snow)	Code table
	0 02 177	Method of snow depth measurement	Code table
	0 13 013	Total snow depth	m, scale 2
3 02 073		Cloud data	
	0 20 010	Cloud cover (total)	%
	1 05 004	Replicate 5 descriptors four times	
	0 08 002	Vertical significance	Code table
	0 20 011	Cloud amount	Code table
	0 20 012	Cloud type	Code table
	0 33 041	Attribute of following value	Code table
	0 20 013	Height of base of cloud	m, scale -1
3 02 074		Present and past weather	
	0 20 003	Present weather ⁽³⁾	Code table
	0 04 025	Time period (= - 60 minutes)	Minute
	0 20 004	Past weather (1) ⁽³⁾	Code table
	0 20 005	Past weather (2) ⁽³⁾	Code table
3 02 075		Intensity of precipitation, size of precip. element	
	0 08 021	Time significance (= 2 (time averaged))	Code table
	0 04 025	Time period (= - 10 minutes)	Minute
	0 13 055	Intensity of precipitation	kgm ⁻² s ⁻¹ , scale 4
	0 13 058	Size of precipitation element	m, scale 4
	0 08 021	Time significance (= missing value)	Code table
0 04 025		Time period (= - 10 minutes)	Minute
3 02 076		Precipitation, obscuration and other phenomena	
	0 20 021	Type of precipitation	Flag table
	0 20 022	Character of precipitation	Code table
	0 26 020	Duration of precipitation ⁽⁴⁾	Minute
	0 20 023	Other weather phenomena	Flag table
	0 20 024	Intensity of phenomena	Code table
	0 20 025	Obscuration	Flag table
	0 20 026	Character of obscuration	Code table

3 02 071		Wind data from one-hour period	
	0 07 032	Height of sensor above local ground	m, scale 2
	0 07 033	Height of sensor above water surface	m, scale 1
	0 08 021	Time significance (= 2 (time averaged))	Code table
	0 04 025	Time period (= - 10 minutes, or number of minutes after a significant change of wind, if any)	Minute
	0 11 001	Wind direction	Degree true
	0 11 002	Wind speed	m s ⁻¹
	0 08 021	Time significance (= missing value)	Code table
	1 03 002	Replicate next 3 descriptors 2 times	
	0 04 025	Time period (= - 10 minutes in the first replication, = - 60 minutes in the second replication)	Minute
	0 11 043	Maximum wind gust direction	Degree true
	0 11 041	Maximum wind gust speed	m s ⁻¹
	0 04 025	Time period (= - 10 minutes)	Minute
	0 11 016	Extreme counterclockwise wind direction of a variable wind	Degree true
	0 11 017	Extreme clockwise wind direction of a variable wind	Degree true
3 02 077		Extreme temperature data	
	0 07 032	Height of sensor above local ground	m, scale 2
	0 07 033	Height of sensor above water surface	m, scale 1
	0 04 025	Time period (= - 60 minutes)	Minute
	0 12 111	Maximum temperature (scale 2) at height and over period specified	K, scale 2
	0 12 112	Minimum temperature (scale 2) at height and over period specified	K, scale 2
	0 07 032	Height of sensor above local ground (for ground temperature)	m, scale 2
	0 04 025	Time period (= - 60 minutes)	Minute
	0 12 112	Minimum temperature (scale 2) at height and over period specified (for ground temperature)	K, scale 2
	0 07 033	Height of sensor above water surface (set to missing to cancel the previous value)	m, scale 1
3 02 079		Precipitation measurement	
	0 07 032	Height of sensor above local ground	m, scale 2
	0 02 175	Method of precipitation measurement	Code table
	0 02 178	Method of liquid water content measurement of precipitation	Code table
	0 04 025	Time period (= - 60 minutes)	Minute
	0 13 011	Total precipitation / total water equivalent of snow	kg m ⁻² , scale 1
0 07 032		Height of sensor above local ground (set to missing to cancel the previous value)	m, scale 2
3 02 080		Evaporation measurement	
	0 02 185	Method of evaporation measurement	Code table
	0 04 025	Time period (= - 60 minutes)	Minute
	0 13 033	Evaporation /evapotranspiration	kg m ⁻²
3 02 081		Total sunshine data	
	0 04 025	Time period (= - 60 minutes)	Minute
	0 14 031	Total sunshine	Minute

3 02 082		Radiation data	
	0 04 025	Time period (= - 60 minutes)	Minute
	0 14 002	Long-wave radiation, integrated over period specified	J m ⁻² , scale -3
	0 14 004	Short-wave radiation, integrated over period specified	J m ⁻² , scale -3
	0 14 016	Net radiation, integrated over period specified	J m ⁻² , scale -4
	0 14 028	Global solar radiation (high accuracy), integrated over period specified	J m ⁻² , scale -4
	0 14 029	Diffuse solar radiation (high accuracy), integrated over period specified	J m ⁻² , scale -4
	0 14 030	Direct solar radiation (high accuracy), integrated over period specified	J m ⁻² , scale -4
	0 04 025	Time period (= - 10 minutes)	Minute
	0 13 059	Number of flashes	Numeric
3 02 083		First order statistics of P, W, T, U data	
	0 04 025	Time period (= -10 minutes)	Minute
	0 08 023	First order statistics (= 9 (best estimate of standard deviation)) ⁽⁵⁾	Code table
	0 10 004	Pressure	Pa, scale -1
	0 11 001	Wind direction	Degree true
	0 11 002	Wind speed	m s ⁻¹
	0 12 101	Temperature/dry-bulb temperature (scale 2)	K, scale 2
	0 13 003	Relative humidity	%
	0 08 023	First order statistics (= missing value)	Code table
	0 33 005	Quality information (AWS data)	Flag table
	0 33 006	Internal measurement status information (AWS)	Code table

- Notes:**
- (1) The time identification refers to the end of the one-hour period.
 - (2) 0 10 061 (3-hour pressure change) and 0 10 063 (Characteristic of pressure tendency) are included in this template, although they refer to 3-hour period preceding the time of observation.
 - (3) Present weather may be represented only by 0 20 003, especially if reported from a manned non-automated station. When encoding present weather reported from an automatic weather station, the sequence of descriptors (proposed under 3 02 076) should be used, if applicable.
 - (4) Duration of precipitation (in minutes) represents number of minutes in which any precipitation was registered.
 - (5) Best estimate of standard deviation is counted out of a set of samples (signal measurements) recorded within the period specified; it should be reported as a missing value, if the measurements of the relevant element are not available from a part of the period specified by 0 04 025.

BUFR TEMPLATE FOR SYNOPTIC REPORTS FROM LAND STATIONS SUITABLE FOR SYNOP OBSERVATION DATA

3 01 090			Fixed surface station identification, time, horizontal and vertical coordinates	Unit, scale
	3 01 004	0 01 001	WMO block number II	Numeric, 0
		0 01 002	WMO station number iii	Numeric, 0
		0 01 015	Station or site name	CCITT IA5, 0
		0 02 001	Type of station (i_x)	Code table, 0
	3 01 011	0 04 001	Year	Year, 0
		0 04 002	Month	Month, 0
		0 04 003	Day YY	Day, 0
	3 01 012	0 04 004	Hour GG	Hour, 0
		0 04 005	Minute gg	Minute, 0
	3 01 021	0 05 001	Latitude (high accuracy)	Degree, 5
		0 06 001	Longitude (high accuracy)	Degree, 5
	0 07 030		Height of station ground above mean sea level	m, 1
	0 07 031		Height of barometer above mean sea level	m, 1
			Pressure data	
3 02 031	3 02 001	0 10 004	Pressure P₀P₀P₀P₀	Pa, -1
		0 10 051	Pressure reduced to mean sea level PPPP	Pa, -1
		0 10 061	3-hour pressure change ppp	Pa, -1
		0 10 063	Characteristic of pressure tendency a	Code table, 0
	0 10 062		24-hour pressure change p₂₄p₂₄p₂₄	Pa, -1
	0 07 004		Pressure (standard level) a₃	Pa, -1
	0 10 009		Geopotential height of the standard level hhh	gpm, 0
3 02 035			Basic synoptic "instantaneous" data	
			Temperature and humidity data	
	3 02 032	0 07 032	Height of sensor above local ground (for temperature measurement)	m, 2
		0 12 101	Temperature/dry-bulb temperature(sc.2) s_nTTT	K, 2
		0 12 103	Dew-point temperature (scale 2) s_nT_dT_dT_d	K, 2
		0 13 003	Relative humidity	%, 0
			Visibility data	
	3 02 033	0 07 032	Height of sensor above local ground (for visibility measurement)	m, 2
		0 20 001	Horizontal visibility VV	m, -1
			Precipitation past 24 hours	
	3 02 034	0 07 032	Height of sensor above local ground (for precipitation measurement)	m, 2
		0 13 023	Total precipitation past 24 hours R₂₄R₂₄R₂₄R₂₄	kg m ⁻² , 1
	0 07 032		Height of sensor above local ground (set to missing to cancel the previous value)	m, 2
			Cloud data	
	3 02 004	0 20 010	Cloud cover (total) N	%, 0
		0 08 002	Vertical significance	Code table, 0
		0 20 011	Cloud amount (of low or middle clouds) N_h	Code table, 0
		0 20 013	Height of base of cloud h	m, -1
		0 20 012	Cloud type (low clouds C _L) C_L	Code table, 0
		0 20 012	Cloud type (middle clouds C _M) C_M	Code table, 0
		0 20 012	Cloud type (high clouds C _H) C_H	Code table, 0
	1 01 000		Delayed replication of 1 descriptor	
	0 31 001		Delayed descriptor replication factor	Numeric, 0
	3 02 005	0 08 002	Vertical significance	Code table, 0
		0 20 011	Cloud amount (N _s) N_s	Code table, 0
		0 20 012	Cloud type (C) C	Code table, 0
		0 20 013	Height of base of cloud (h _s h _s) h_sh_s	m, -1
			Clouds with bases below station level	

3 02 036	1 05 000		Delayed replication of 5 descriptors	
	0 31 001		Delayed descriptor replication factor	Numeric, 0
	0 08 002		Vertical significance	Code table, 0
	0 20 011		Cloud amount N'	Code table, 0
	0 20 012		Cloud type C'	Code table, 0
	0 20 014		Height of top of cloud H'H'	m, -1
	0 20 017		Cloud top description C_t	Code table, 0
			Direction of cloud drift gr. 56 D_LD_MD_H	
3 02 047	1 02 003		Replicate 2 descriptors 3 times	
	0 08 002		Vertical significance = 7 (low cloud) = 8 (middle cloud) = 9 (high cloud)	Code table, 0
	0 20 054		True direction from which clouds are moving D_L, D_M, D_H	Degree true, 0
0 08 002			Vertical significance (set to missing to cancel the previous value)	Code table, 0
			Direction and elevation of cloud gr. 57 CD_ae_C	
3 02 048	0 05 021		Bearing or azimuth D_a	Degree true, 2
	0 07 021		Elevation angle e_C	Degree, 2
	0 20 012		Cloud type C	Code table, 0
	0 05 021		Bearing or azimuth (set to missing to cancel the previous value)	Degree true, 2
	0 07 021		Elevation angle (set to missing to cancel the previous value)	Degree, 2
			State of ground, snow depth, ground minimum temperature	
3 02 037	0 20 062		State of ground (with or without snow) E or E'	Code table, 0
	0 13 013		Total snow depth sss	m, 2
	0 12 113		Ground minimum temperature (scale 2), past 12 hours s_nT_gT_g	K, 2
3 02 043			Basic synoptic "period" data	
			Present and past weather	
3 02 038	0 20 003		Present weather ww	Code table, 0
	0 04 024		Time period in hours	Hour, 0
	0 20 004		Past weather (1) W₁	Code table, 0
	0 20 005		Past weather (2) W₂	Code table, 0
			Sunshine data	
1 02 002			Replicate 2 descriptors 2 times	
3 02 039	0 04 024		Time period in hours	Hour, 0
	0 14 031		Total sunshine SS and SSS	Minute, 0
			Precipitation measurement	
3 02 040	0 07 032		Height of sensor above local ground (for precipitation measurement)	m, 2
	1 02 002		Replicate next 2 descriptors 2 times	
	0 04 024		Time period in hours t_R	Hour, 0
	0 13 011		Total precipitation / total water equivalent of snow RRR	kg m ⁻² , 1
			Extreme temperature data	
3 02 041	0 07 032		Height of sensor above local ground (for temperature measurement)	m, 2
	0 04 024		Time period or displacement	Hour, 0
	0 04 024		Time period or displacement (see Notes 1 and 2)	Hour, 0
	0 12 111		Maximum temperature (scale 2) at height and over period specified s_nT_xT_xT_x	K, 2
	0 04 024		Time period or displacement	Hour, 0
	0 04 024		Time period or displacement (see Note 2)	Hour, 0
	0 12 112		Minimum temperature (scale 2) at height and over period specified s_nT_nT_nT_n	K, 2

			Wind data	
	3 02 042	0 07 032	Height of sensor above local ground (for wind measurement)	m, 2
		0 02 002	Type of instrumentation for wind measurement i_w	Flag table, 0
		0 08 021	Time significance (= 2 (time averaged))	Code table, 0
		0 04 025	Time period (= - 10 minutes, or number of minutes after a significant change of wind)	Minute, 0
		0 11 001	Wind direction dd	Degree true, 0
		0 11 002	Wind speed ff	m s ⁻¹ , 1
		0 08 021	Time significance (= missing value)	Code table, 0
		1 03 002	Replicate next 3 descriptors 2 times	
		0 04 025	Time period in minutes	Minute, 0
		0 11 043	Maximum wind gust direction	Degree true, 0
		0 11 041	Maximum wind gust speed 910f _m f _m , 911f _x f _x	m s ⁻¹ , 1
	0 07 032		Height of sensor above local ground (set to missing to cancel the previous value)	m, 2
			Evaporation data	
3 02 044	0 04 024		Time period in hours	Hour, 0
	0 02 004		Type of instrument for evaporation or crop type for evapotranspiration i_E	Code table, 0
	0 13 033		Evaporation /evapotranspiration EEE	kg m ⁻² , 1
			Radiation data (from 1 hour and 24 hour period)	
1 01 002			Replicate next descriptor 2 times	
3 02 045	0 04 024		Time period in hours	Hour, 0
	0 14 002		Long-wave radiation, integrated over period specified 553SS 4FFFF or 553SS 5FFFF, 55SSS 4F ₂₄ F ₂₄ F ₂₄ F ₂₄ or 55SSS 5F ₂₄ F ₂₄ F ₂₄ F ₂₄	J m ⁻² , -3
	0 14 004		Short-wave radiation, integrated over period specified 553SS 6FFFF, 55SSS 6F ₂₄ F ₂₄ F ₂₄ F ₂₄	J m ⁻² , -3
	0 14 016		Net radiation, integrated over period specified 553SS 0FFFF or 553SS 1FFFF, 55SSS 0F ₂₄ F ₂₄ F ₂₄ F ₂₄ or 55SSS 1F ₂₄ F ₂₄ F ₂₄ F ₂₄	J m ⁻² , -4
	0 14 028		Global solar radiation (high accuracy), integrated over period specified 553SS 2FFFF, 55SSS 2F ₂₄ F ₂₄ F ₂₄ F ₂₄	J m ⁻² , -4
	0 14 029		Diffuse solar radiation (high accuracy), integrated over period specified 553SS 3FFFF, 55SSS 3F ₂₄ F ₂₄ F ₂₄ F ₂₄	J m ⁻² , -4
	0 14 030		Direct solar radiation (high accuracy), integrated over period specified 55408 4FFFF, 55508 5F ₂₄ F ₂₄ F ₂₄ F ₂₄	J m ⁻² , -4
3 02 046			Temperature change group 54g _{0s} d _T	
	0 04 024		Time period or displacement	Hour, 0
	0 04 024		Time period or displacement (see Note 3)	Hour, 0
	0 12 049		Temperature change over period specified s _n d _T	K, 0

Notes:

- 1) Within RA-IV, the maximum temperature at 1200 UTC is reported for the previous calendar day (i.e. the ending time of the period is not equal to the nominal time of the report). To construct the required time range, descriptor

004024 has to be included two times. If the period ends at the nominal time of the report, value of the second 004024 shall be set to 0.

2) Within RA-III, the maximum day-time temperature and the minimum night-time temperature is reported (i.e. the ending time of the period may not be equal to the nominal time of the report). To construct the required time range, descriptor 004024 has to be included two times. If the period ends at the nominal time of the report, value of the second 004024 shall be set to 0.

3) To construct the required time range, descriptor 004024 has to be included two times.

BUFR TEMPLATE FOR SYNOPTIC REPORTS FROM LAND STATIONS SUITABLE FOR SYNOP MOBIL OBSERVATION DATA

BUFR template for SYNOP MOBIL is similar to the BUFR template for SYNOP. The only difference between them is in the very first sequence descriptor; in case of representation of SYNOP MOBIL data, the station identification, time, horizontal and vertical coordinates is provided by a newly proposed sequence descriptor **3 01 092**:

3 01 092			Mobile surface station identification, time, horizontal and vertical coordinates	Unit, scale
	0 01 011		Mobile land station identifier D...D	CCITT IA5, 0
	0 01 003		WMO Region number A₁	Code table, 0
	0 02 001		Type of station (i_x)	Code table, 0
	3 01 011	0 04 001	Year	Year, 0
		0 04 002	Month	Month, 0
		0 04 003	Day YY	Day, 0
	3 01 012	0 04 004	Hour GG	Hour, 0
		0 04 005	Minute gg	Minute, 0
	3 01 021	0 05 001	Latitude (high accuracy) L_aL_aL_a	Degree, 5
		0 06 001	Longitude (high accuracy) L_oL_oL_oL_o	Degree, 5
	0 07 030		Height of station ground above mean sea level	m, 1
	0 07 031		Height of barometer above mean sea level	m, 1
	0 33 024		Station elevation quality mark i_m	Code table, 0

The rest of the template is identical with the BUFR template for SYNOP data, including the Notes below the template for SYNOP data.

BUFR TEMPLATE FOR SYNOPTIC REPORTS FROM SEA STATIONS SUITABLE FOR SHIP OBSERVATION DATA

3 01 093			Ship identification, movement, type, date/time, horizontal and vertical coordinates	Unit, scale
	3 01 036	0 01 011	Ship or mobile land station identifier D...D	CCITT IA5, 0
		0 01 012	Direction of motion of moving observing platform ⁽³⁾ D_s	Degree true, 0
		0 01 013	Speed of motion of moving observing platform ⁽⁴⁾ v_s	m s ⁻¹ , 0
		0 02 001	Type of station (i_x)	Code table, 0
		0 04 001	Year	Year, 0
		0 04 002	Month	Month, 0
		0 04 003	Day YY	Day, 0
		0 04 004	Hour GG	Hour, 0
		0 04 005	Minute gg	Minute, 0
		0 05 002	Latitude (coarse accuracy) L_aL_aL_a	Degree, 2
		0 06 002	Longitude (coarse accuracy) L_oL_oL_oL_o	Degree, 2
	0 07 030		Height of station platform above mean sea level	m, 1
	0 07 031		Height of barometer above mean sea level	m, 1
			Pressure data	
3 02 001	0 10 004		Pressure P₀P₀P₀P₀	Pa, -1
	0 10 051		Pressure reduced to mean sea level PPPP	Pa, -1
	0 10 061		3-hour pressure change ppp	Pa, -1
	0 10 063		Characteristic of pressure tendency a	Code table, 0
3 02 054			SHIP "instantaneous" data	
			Temperature and humidity data	
	3 02 052	0 07 032	Height of sensor above marine deck platform (for temperature measurement)	m, 2
		0 07 033	Height of sensor above water surface (for temperature measurement)	m, 1
		0 12 101	Temperature/dry-bulb temperature(sc.2) s_nTTT	K, 2
		0 12 103	Dew-point temperature (scale 2) s_nT_dT_dT_d	K, 2
		0 13 003	Relative humidity	%, 0
			Visibility data	
	3 02 053	0 07 032	Height of sensor above marine deck platform (for visibility measurement)	m, 2
		0 07 033	Height of sensor above water surface (for visibility measurement)	m, 1
		0 20 001	Horizontal visibility VV	m, -1
	0 07 033		Height of sensor above water surface (set to missing to cancel the previous value)	m, 1
			Precipitation past 24 hours	
	3 02 034	0 07 032	Height of sensor above marine deck platform (for precipitation measurement)	m, 2
		0 13 023	Total precipitation past 24 hours R₂₄R₂₄R₂₄R₂₄	kg m ⁻² , 1
	0 07 032		Height of sensor above marine deck platform (set to missing to cancel the previous value)	m, 2
			Cloud data	
	3 02 004	0 20 010	Cloud cover (total) N	%, 0
		0 08 002	Vertical significance	Code table, 0
		0 20 011	Cloud amount (of low or middle clouds) N_h	Code table, 0
		0 20 013	Height of base of cloud h	m, -1
		0 20 012	Cloud type (low clouds C _L) C_L	Code table, 0
		0 20 012	Cloud type (middle clouds C _M) C_M	Code table, 0
		0 20 012	Cloud type (high clouds C _H) C_H	Code table, 0
	1 01 000		Delayed replication of 1 descriptor	
	0 31 001		Delayed descriptor replication factor	Numeric, 0

	3 02 005	0 08 002	Vertical significance		Code table, 0
		0 20 011	Cloud amount (N_s)	N_s	Code table, 0
		0 20 012	Cloud type (C)	C	Code table, 0
		0 20 013	Height of base of cloud ($h_s h_c$)	$h_s h_c$	m, -1
0 08 002			Vertical significance (set to missing to cancel the previous value)		Code table, 0
			Iceing and ice		
3 02 055	0 20 031		Ice deposit (thickness)	$E_s E_s$	m, 2
	0 20 032		Rate of ice accretion	R_s	Code table, 0
	0 20 033		Cause of ice accretion	I_s	Flag table, 0
	0 20 034		Sea ice concentration	c_i	Code table, 0
	0 20 035		Amount and type of ice	b_i	Code table, 0
	0 20 036		Ice situation	z_i	Code table, 0
	0 20 037		Ice development	S_i	Code table, 0
	0 20 038		Bearing of ice edge	D_i	Degree true, 0
3 02 057			SHIP marine data		
			Sea/water temperature		
	3 02 056	0 02 038	Method of sea surface temperature measurement		Code table, 0
		0 22 043	Sea/water temperature	$s_s T_w T_w T_w$	K, 2
			Waves		
	3 02 021	0 22 001	Direction of waves		Degree true
		0 22 011	Period of waves	$P_{wa} P_{wa}$	s, 0
		0 22 021	Height of waves	$H_{wa} H_{wa}$	m, 1
	3 02 024	0 22 002	Direction of wind waves		Degree true, 0
		0 22 012	Period of wind waves	$P_w P_w$	s, 0
		0 22 022	Height of wind waves	$H_w H_w$	m, 1
		1 01 002	Replicate 1 descriptor 2 times		
		3 02 023	Swell waves (2 systems of swell)	$d_{w1} d_{w1}, P_{w1} P_{w1}, H_{w1} H_{w1}$ $d_{w2} d_{w2}, P_{w2} P_{w2}, H_{w2} H_{w2}$	
3 02 060			SHIP "period" data		
			Present and past weather		
	3 02 038	0 20 003	Present weather	ww	Code table, 0
		0 04 024	Time period in hours		Hour, 0
		0 20 004	Past weather (1)	W_1	Code table, 0
		0 20 005	Past weather (2)	W_2	Code table, 0
			Precipitation measurement		
	3 02 040	0 07 032	Height of sensor above marine deck platform (for precipitation measurement)		m, 2
		1 02 002	Replicate next 2 descriptors 2 times		
		0 04 024	Time period in hours	t_R	Hour, 0
		0 13 011	Total precipitation / total water equivalent of snow RRR		kg m ⁻² , 1
			Extreme temperature data		
	3 02 058	0 07 032	Height of sensor above marine deck platform (for temperature measurement)		m, 2
		0 07 033	Height of sensor above water surface (for temperature measurement)		m, 1
		0 04 024	Time period or displacement		Hour, 0
		0 04 024	Time period or displacement (see Notes 1 and 2)		Hour, 0
		0 12 111	Maximum temperature (scale 2) at height and over period specified	$s_n T_x T_x T_x$	K, 2
		0 04 024	Time period or displacement		Hour, 0
			Time period or displacement (see Note 2)		Hour, 0
		0 12 112	Minimum temperature (scale 2) at height and over period specified	$s_n T_n T_n T_n$	K, 2
			Wind data		
	3 02 059	0 07 032	Height of sensor above marine deck platform		m, 2

			(for wind measurement)	
		0 07 033	Height of sensor above water surface (for wind measurement)	m, 1
		0 02 002	Type of instrumentation for wind measurement i_w	Flag table, 0
		0 08 021	Time significance (= 2 (time averaged))	Code table, 0
		0 04 025	Time period (= - 10 minutes, or number of minutes after a significant change of wind)	Minute, 0
		0 11 001	Wind direction dd	Degree true, 0
		0 11 002	Wind speed ff	m s ⁻¹ , 1
		0 08 021	Time significance (= missing value)	Code table, 0
		1 03 002	Replicate next 3 descriptors 2 times	
		0 04 025	Time period in minutes	Minute, 0
		0 11 043	Maximum wind gust direction	Degree true, 0
		0 11 041	Maximum wind gust speed 910f _m f _m , 911f _x f _x	m s ⁻¹ , 1

Notes:

- 1) Within RA-IV, the maximum temperature at 1200 UTC is reported for the previous calendar day (i.e. the ending time of the period is not equal to the nominal time of the report). To construct the required time range, descriptor 004024 has to be included two times. If the period ends at the nominal time of the report, value of the second 004024 shall be set to 0.
- 2) Within RA-III, the maximum day-time temperature and the minimum night-time temperature is reported (i.e. the ending time of the period may not be equal to the nominal time of the report). To construct the required time range, descriptor 004024 has to be included two times. If the period ends at the nominal time of the report, value of the second 004024 shall be set to 0.
- 3) 0 01 012: Means course made good (average course over the ground) during the three hours preceding the time of observation.
- 4) 0 01 013: Means speed made good (average speed over the ground) during the three hours preceding the time of observation.
- 5) If “plain language” text is reported within Section 2, this information can be conveyed in BUFR via the use of an appropriate 205YYY field as an extra descriptor following the above basic template.

BUFR TEMPLATE FOR SYNOPTIC REPORTS FROM SEA STATIONS SUITABLE FOR SHIP OBSERVATION DATA FROM VOS STATIONS

3 07 070

3 07 070 = 3 01 093 + 3 02 062 + 3 02 063

3 01 093			Ship identification, movement, type, date/time, horizontal and vertical coordinates	Unit, scale
	3 01 036	0 01 011	Ship or mobile land station identifier D...D	CCITT IA5, 0
		0 01 012	Direction of motion of moving observing platform ⁽³⁾ D_s	Degree true, 0
		0 01 013	Speed of motion of moving observing platform ⁽⁴⁾ v_s	m s ⁻¹ , 0
		0 02 001	Type of station (i_x)	Code table, 0
		0 04 001	Year	Year, 0
		0 04 002	Month	Month, 0
		0 04 003	Day YY	Day, 0
		0 04 004	Hour GG	Hour, 0
		0 04 005	Minute gg	Minute, 0
		0 05 002	Latitude (coarse accuracy) L_aL_aL_a	Degree, 2
		0 06 002	Longitude (coarse accuracy) L_oL_oL_oL_o	Degree, 2
	0 07 030		Height of station platform above mean sea level	m, 1
	0 07 031		Height of barometer above mean sea level	m, 1
3 02 062			SHIP "instantaneous" data from VOS	
			Pressure data	
	3 02 001	0 10 004	Pressure P₀P₀P₀P₀	Pa, -1
		0 10 051	Pressure reduced to mean sea level PPPP	Pa, -1
		0 10 061	3-hour pressure change ppp	Pa, -1
		0 10 063	Characteristic of pressure tendency a	Code table, 0
			Temperature and humidity data	
	3 02 052	0 07 032	Height of sensor above marine deck platform (for temperature measurement)	m, 2
		0 07 033	Height of sensor above water surface (for temperature measurement)	m, 1
		0 12 101	Temperature/dry-bulb temperature(sc.2) s_nTTT	K, 2
		0 02 039	Method of wet-bulb temperature measurement	Code table, 0
		0 12 102	Wet-bulb temperature (scale 2) s_wT_bT_bT_b	K, 2
		0 12 103	Dew-point temperature (scale 2) s_nT_dT_dT_d	K, 2
		0 13 003	Relative humidity	%, 0
			Visibility data	
	3 02 053	0 07 032	Height of sensor above marine deck platform (for visibility measurement)	m, 2
		0 07 033	Height of sensor above water surface (for visibility measurement)	m, 1
		0 20 001	Horizontal visibility VV	m, -1
	0 07 033		Height of sensor above water surface (set to missing to cancel the previous value)	m, 1
			Precipitation past 24 hours	
	1 01 000		Delayed replication of 1 descriptor	
	0 31 000		Short delayed descriptor replication factor	Numeric, 0
	3 02 034	0 07 032	Height of sensor above marine deck platform (for precipitation measurement)	m, 2
		0 13 023	Total precipitation past 24 hours R₂₄R₂₄R₂₄R₂₄	kg m ⁻² , 1
	0 07 032		Height of sensor above marine deck platform (set to missing to cancel the previous value)	m, 2
			Cloud data	
	1 01 000		Delayed replication of 1 descriptor	
	0 31 000		Short delayed descriptor replication factor	Numeric, 0

	3 02 004	0 20 010	Cloud cover (total)	N	%, 0
		0 08 002	Vertical significance		Code table, 0
		0 20 011	Cloud amount (of low or middle clouds)	N_h	Code table, 0
		0 20 013	Height of base of cloud	h	m, -1
		0 20 012	Cloud type (low clouds C _L)	C_L	Code table, 0
		0 20 012	Cloud type (middle clouds C _M)	C_M	Code table, 0
		0 20 012	Cloud type (high clouds C _H)	C_H	Code table, 0
	1 01 000		Delayed replication of 1 descriptor		
	0 31 001		Delayed descriptor replication factor		Numeric, 0
	3 02 005	0 08 002	Vertical significance		Code table, 0
		0 20 011	Cloud amount (N _s)	N_s	Code table, 0
		0 20 012	Cloud type (C)	C	Code table, 0
		0 20 013	Height of base of cloud (h _s h _s)	h_sh_s	m, -1
	0 08 002		Vertical significance (set to missing to cancel the previous value)		Code table, 0
			Icing and ice		
	1 01 000		Delayed replication of 1 descriptor		
	0 31 000		Short delayed descriptor replication factor		Numeric, 0
	3 02 055	0 20 031	Ice deposit (thickness)	E_sE_s	m, 2
		0 20 032	Rate of ice accretion	R_s	Code table, 0
		0 20 033	Cause of ice accretion	I_s	Flag table, 0
		0 20 034	Sea ice concentration	c_i	Code table, 0
		0 20 035	Amount and type of ice	b_i	Code table, 0
		0 20 036	Ice situation	z_i	Code table, 0
		0 20 037	Ice development	S_i	Code table, 0
		0 20 038	Bearing of ice edge	D_i	Degree true, 0
			Sea/water temperature		
	1 01 000		Delayed replication of 1 descriptor		
	0 31 000		Short delayed descriptor replication factor		Numeric, 0
	3 02 056	0 02 038	Method of sea surface temperature measurement		Code table, 0
		0 22 043	Sea/water temperature	s_sT_wT_wT_w	K, 2
			Waves		
	1 01 000		Delayed replication of 1 descriptor		
	0 31 000		Short delayed descriptor replication factor		Numeric, 0
	3 02 021	0 22 001	Direction of waves		Degree true, 0
		0 22 011	Period of waves	P_{wa}P_{wa}	s, 0
		0 22 021	Height of waves	H_{wa}H_{wa}	m, 1
	1 01 000		Delayed replication of 1 descriptor		
	0 31 000		Short delayed descriptor replication factor		Numeric, 0
	3 02 024	0 22 002	Direction of wind waves		Degree true, 0
		0 22 012	Period of wind waves	P_wP_w	s, 0
		0 22 022	Height of wind waves	H_wH_w	m, 1
		1 01 002	Replicate 1 descriptor 2 times		
		3 02 023	Swell waves (2 systems of swell) d_{w1}d_{w1}, P_{w1}P_{w1}, H_{w1}H_{w1} d_{w2}d_{w2}, P_{w2}P_{w2}, H_{w2}H_{w2}		
	3 02 063		SHIP“period” data from VOS		
			Present and past weather		
	3 02 038	0 20 003	Present weather	ww	Code table, 0
		0 04 024	Time period in hours		Hour, 0
		0 20 004	Past weather (1)	W₁	Code table, 0
		0 20 005	Past weather (2)	W₂	Code table, 0
			Precipitation measurement		
	1 01 000		Delayed replication of 1 descriptor		
	0 31 000		Short delayed descriptor replication factor		Numeric, 0

	3 02 040	0 07 032	Height of sensor above marine deck platform (for precipitation measurement)	m, 2
		1 02 002	Replicate next 2 descriptors 2 times	
		0 04 024	Time period in hours t_R	Hour, 0
		0 13 011	Total precipitation / total water equivalent of snow RRR	kg m ⁻² , 1
			Extreme temperature data	
	1 01 000		Delayed replication of 1 descriptor	
	0 31 000		Short delayed descriptor replication factor	Numeric, 0
	3 02 058	0 07 032	Height of sensor above marine deck platform (for temperature measurement)	m, 2
		0 07 033	Height of sensor above water surface (for temperature measurement)	m, 1
		0 04 024	Time period or displacement	Hour, 0
		0 04 024	Time period or displacement (see Notes 1 and 2)	Hour, 0
		0 12 111	Maximum temperature (scale 2) at height and over period specified s_nT_xT_xT_x	K, 2
		0 04 024	Time period or displacement	Hour, 0
			Time period or displacement (see Note 2)	Hour, 0
		0 12 112	Minimum temperature (scale 2) at height and over period specified s_nT_nT_nT_n	K, 2
			Wind data	
	3 02 059	0 07 032	Height of sensor above marine deck platform (for wind measurement)	m, 2
		0 07 033	Height of sensor above water surface (for wind measurement)	m, 1
		0 02 002	Type of instrumentation for wind measurement i_w	Flag table, 0
		0 08 021	Time significance (= 2 (time averaged))	Code table, 0
		0 04 025	Time period (= - 10 minutes, or number of minutes after a significant change of wind)	Minute, 0
		0 11 001	Wind direction dd	Degree true, 0
		0 11 002	Wind speed ff	m s ⁻¹ , 1
		0 08 021	Time significance (= missing value)	Code table, 0
		1 03 000	Delayed replication of 3 descriptors	
		0 31 001	Delayed descriptor replication factor	Numeric, 0
		0 04 025	Time period in minutes	Minute, 0
		0 11 043	Maximum wind gust direction	Degree true, 0
		0 11 041	Maximum wind gust speed 910f_mf_m, 911f_xf_x	m s ⁻¹ , 1

Notes:

- 1) Within RA-IV, the maximum temperature at 1200 UTC is reported for the previous calendar day (i.e. the ending time of the period is not equal to the nominal time of the report). To construct the required time range, descriptor 004024 has to be included two times. If the period ends at the nominal time of the report, value of the second 004024 shall be set to 0.
- 2) Within RA-III, the maximum day-time temperature and the minimum night-time temperature is reported (i.e. the ending time of the period may not be equal to the nominal time of the report). To construct the required time range, descriptor 004024 has to be included two times. If the period ends at the nominal time of the report, value of the second 004024 shall be set to 0.
- 3) 0 01 012: Means course made good (average course over the ground) during the three hours preceding the time of observation.
- 4) 0 01 013: Means speed made good (average speed over the ground) during the three hours preceding the time of observation.
- 5) If “plain language” text is reported within Section 2, this information can be conveyed in BUFR via the use of an appropriate 205YYY field as an extra descriptor following the above basic template.

BUFR VERTICAL PROFILE TEMPLATES FOR WIND SOUNDING (SUITABLE FOR PILOT, PILOT SHIP AND PILOT MOBIL OBSERVATION TYPE DATA)

a) with pressure as the vertical coordinate – 3 09 050

3 01 110		Identification of launch site and instrumentation for wind measurements	
	3 01 001	WMO block number	Numeric
		WMO station number	Numeric
	0 01 011	Ship or mobile land station identifier	CCITT IA5
	0 02 011	Radiosonde type	Code table
	0 02 014	Tracking technique/status of system used	Code table
	0 02 003	Type of measuring equipment used	Code table
3 01 113		Date/time of launch	
	0 08 021	Time significance (= 18 (launch time))	Code table
	3 01 011	Year	Year
		Month	Month
		Day	Day
	3 01 013	Hour	Hour
		Minute	Minute
		Second	Second
3 01 114		Horizontal and vertical coordinates of launch site	
	3 01 021	Latitude (high accuracy)	Degree, scale 5
		Longitude (high accuracy)	Degree, scale 5
	0 07 030	Height of station ground above mean sea level	m, scale 1
	0 07 031	Height of barometer above mean sea level	m, scale 1
	0 07 007	Height of release of sonde above mean sea level	m
	0 33 024	Station elevation quality mark (for mobile stations)	Code table
		Wind data at pressure levels	
1 01 000		Delayed replication of 1 descriptor	
0 31 002		Extended delayed descriptor replication factor	Numeric
3 03 050		Wind data at a pressure level	
	0 04 086	Long time period or displacement (since launch time)	Second
	0 08 042	Extended vertical sounding significance	Flag table
	0 07 004	Pressure	Pa, scale -1
	0 05 015	Latitude displacement since launch site (high accuracy)	Degree, scale 5
	0 06 015	Longitude displacement since launch site (high accuracy)	Degree, scale 5
	0 11 001	Wind direction	Degree true
	0 11 002	Wind speed	m s ⁻¹ , scale 1
		Wind shear data at pressure levels	
1 01 000		Delayed replication of 1 descriptor	
0 31 001		Delayed descriptor replication factor	Numeric
3 03 051		Wind shear data at a pressure level	
	0 04 086	Long time period or displacement (since launch time)	Second
	0 08 042	Extended vertical sounding significance	Flag table
	0 07 004	Pressure	Pa, scale -1
	0 05 015	Latitude displacement since launch site (high accuracy)	Degree, scale 5
	0 06 015	Longitude displacement since launch site (high accuracy)	Degree, scale 5
	0 11 061	Absolute wind shear in 1 km layer below	m s ⁻¹ , scale 1
	0 11 062	Absolute wind shear in 1 km layer above	m s ⁻¹ , scale 1

- Notes:
- (1) Time of launch 3 01 013 shall be reported with the highest possible accuracy available. If the launch time is not available with second accuracy, the entry for seconds shall be put to zero.
 - (2) Long time displacement 0 04 086 represents the time offset from the launch time 3 01 013 (in seconds)
 - (3) Latitude displacement 0 05 015 represents the latitude offset from the latitude of the launch site. Longitude displacement 0 06 015 represents the longitude offset from the longitude of the launch site.

b) with height as the vertical coordinate – 3 09 051

3 01 110		Identification of launch site and instrumentation for wind measurements	
	3 01 001	WMO block number	Numeric
		WMO station number	Numeric
	0 01 011	Ship or mobile land station identifier	CCITT IA5
	0 02 011	Radiosonde type	Code table
	0 02 014	Tracking technique/status of system used	Code table
	0 02 003	Type of measuring equipment used	Code table
3 01 113		Date/time of launch	
	0 08 021	Time significance (= 18 (launch time))	Code table
	3 01 011	Year	Year
		Month	Month
		Day	Day
	3 01 013	Hour	Hour
		Minute	Minute
		Second	Second
3 01 114		Horizontal and vertical coordinates of launch site	
	3 01 021	Latitude (high accuracy)	Degree, scale 5
		Longitude (high accuracy)	Degree, scale 5
	0 07 030	Height of station ground above mean sea level	m, scale 1
	0 07 031	Height of barometer above mean sea level	m, scale 1
	0 07 007	Height of release of sonde above mean sea level	m
	0 33 024	Station elevation quality mark (for mobile stations)	Code table
		Wind data at heights	
1 01 000		Delayed replication of 1 descriptor	
0 31 002		Extended delayed descriptor replication factor	Numeric
3 03 052		Wind data at a height level	
	0 04 086	Long time period or displacement (since launch time)	Second
	0 08 042	Extended vertical sounding significance	Flag table
	0 07 009	Geopotential height	gpm
	0 05 015	Latitude displacement since launch site (high accuracy)	Degree, scale 5
	0 06 015	Longitude displacement since launch site (high accuracy)	Degree, scale 5
	0 11 001	Wind direction	Degree true
	0 11 002	Wind speed	m s ⁻¹ , scale 1
		Wind shear data at heights	
1 01 000		Delayed replication of 1 descriptor	
0 31 001		Delayed descriptor replication factor	Numeric
3 03 053		Wind shear data at a height level	
	0 04 086	Long time period or displacement (since launch time)	Second
	0 08 042	Extended vertical sounding significance	Flag table
	0 07 009	Geopotential height	gpm
	0 05 015	Latitude displacement since launch site (high accuracy)	Degree, scale 5
	0 06 015	Longitude displacement since launch site (high accuracy)	Degree, scale 5
	0 11 061	Absolute wind shear in 1 km layer below	m s ⁻¹ , scale 1
	0 11 062	Absolute wind shear in 1 km layer above	m s ⁻¹ , scale 1

Notes:

- (1) Time of launch 3 01 013 shall be reported with the highest possible accuracy available. If the launch time is not available with second accuracy, the entry for seconds shall be put to zero.
- (2) Long time displacement 0 04 086 represents the time offset from the launch time 3 01 013 (in seconds)
- (3) Latitude displacement 0 05 015 represents the latitude offset from the latitude of the launch site. Longitude displacement 0 06 015 represents the longitude offset from the longitude of the launch site.

BUFR VERTICAL PROFILE TEMPLATE FOR UPPER-AIR SOUNDING (SUITABLE FOR TEMP, TEMP SHIP AND TEMP MOBIL OBSERVATION TYPE DATA)

3 09 052

3 01 111		Identification of launch site and instrumentation	
	3 01 001	WMO block number	Numeric
		WMO station number	Numeric
	0 01 011	Ship or mobile land station identifier	CCITT IA5
	0 02 011	Radiosonde type	Code table
	0 02 013	Solar and infrared radiation correction	Code table
	0 02 014	Tracking technique/status of system used	Code table
	0 02 003	Type of measuring equipment used	Code table
3 01 113		Date/time of launch	
	0 08 021	Time significance (= 18 (launch time))	Code table
	3 01 011	Year	Year
		Month	Month
		Day	Day
	3 01 013	Hour	Hour
		Minute	Minute
		Second	Second
3 01 114		Horizontal and vertical coordinates of launch site	
	3 01 021	Latitude (high accuracy)	Degree, scale 5
		Longitude (high accuracy)	Degree, scale 5
	0 07 030	Height of station ground above mean sea level	m, scale 1
	0 07 031	Height of barometer above mean sea level	m, scale 1
	0 07 007	Height of release of sonde above mean sea level	m
	0 33 024	Station elevation quality mark (for mobile stations)	Code table
3 02 049		Cloud information reported with vertical soundings	
	0 08 002	Vertical significance	Code table
	0 20 011	Cloud amount (of low or middle clouds N _h)	Code table
	0 20 013	Height of base of cloud (h)	m, scale -1
	0 20 012	Cloud type (low clouds C _L)	Code table
	0 20 012	Cloud type (middle clouds C _M)	Code table
	0 20 012	Cloud type (high clouds C _H)	Code table
	0 08 002	Vertical significance (= missing value)	Code table
0 22 043		Sea/water temperature (for ship stations)	K, scale 2
		Temperature, dew-point, wind at pressure levels	
1 01 000		Delayed replication of 1 descriptor	
0 31 002		Extended delayed descriptor replication factor	Numeric
3 03 054		Temperature, dew-point, wind at a pressure level	
	0 04 086	Long time period or displacement (since launch time)	Second
	0 08 042	Extended vertical sounding significance	Flag table
	0 07 004	Pressure	Pa, scale -1
	0 10 009	Geopotential height	gpm
	0 05 015	Latitude displacement since launch site (high accuracy)	Degree, scale 5
	0 06 015	Longitude displacement since launch site (high accuracy)	Degree, scale 5
	0 12 101	Temperature/dry-bulb temperature (scale 2)	K, scale 2
	0 12 103	Dew-point temperature (scale 2)	K, scale 2
	0 11 001	Wind direction	Degree true
	0 11 002	Wind speed	m s ⁻¹ , scale 1
		Wind shear data at pressure levels	
1 01 000		Delayed replication of 1 descriptor	
0 31 001		Delayed descriptor replication factor	Numeric
3 03 051		Wind shear data at a pressure level	
	0 04 086	Long time period or displacement (since launch time)	Second
	0 08 042	Extended vertical sounding significance	Flag table

	0 07 004	Pressure	Pa, scale –1
	0 05 015	Latitude displacement since launch site (high accuracy)	Degree, scale 5
	0 06 015	Longitude displacement since launch site (high accuracy)	Degree, scale 5
	0 11 061	Absolute wind shear in 1 km layer below	m s ⁻¹ , scale 1
	0 11 062	Absolute wind shear in 1 km layer above	m s ⁻¹ , scale 1

- Notes:
- (1) Time of launch 3 01 013 shall be reported with the highest possible accuracy available. If the launch time is not available with second accuracy, the entry for seconds shall be put to zero.
 - (2) Long time displacement 0 04 086 represents the time offset from the launch time 3 01 013 (in seconds)
 - (3) Latitude displacement 0 05 015 represents the latitude offset from the latitude of the launch site. Longitude displacement 0 06 015 represents the longitude offset from the longitude of the launch site.

BUFR VERTICAL PROFILE TEMPLATE FOR DROP SOUNDING (SUITABLE FOR TEMP DROP OBSERVATION TYPE DATA)

3 09 053

3 01 112		Identification of launch point and instrumentation of dropsonde	
	0 01 006	Aircraft identifier	CCITT IA5
	0 02 011	Radiosonde type	Code table
	0 02 013	Solar and infrared radiation correction	Code table
	0 02 014	Tracking technique/status of system used	Code table
	0 02 003	Type of measuring equipment used	Code table
3 01 113		Date/time of launch	
	0 08 021	Time significance (= 18 (launch time))	Code table
	3 01 011	Year	Year
		Month	Month
		Day	Day
	3 01 013	Hour	Hour
		Minute	Minute
		Second	Second
3 01 114		Horizontal and vertical coordinates of launch site	
	3 01 021	Latitude (high accuracy)	Degree, scale 5
		Longitude (high accuracy)	Degree, scale 5
	0 07 030	Height of station ground above mean sea level	m, scale 1
	0 07 031	Height of barometer above mean sea level	m, scale 1
	0 07 007	Height of release of sonde above mean sea level	m
	0 33 024	Station elevation quality mark	Code table
		Temperature, dew-point, wind at pressure levels	
1 01 000		Delayed replication of 1 descriptor	
0 31 002		Extended delayed descriptor replication factor	Numeric
3 03 054		Temperature, dew-point, wind at a pressure level	
	0 04 086	Long time period or displacement (since launch time)	Second
	0 08 042	Extended vertical sounding significance	Flag table
	0 07 004	Pressure	Pa, scale –1
	0 10 009	Geopotential height	gpm
	0 05 015	Latitude displacement since launch site (high accuracy)	Degree, scale 5
	0 06 015	Longitude displacement since launch site (high accuracy)	Degree, scale 5
	0 12 101	Temperature/dry-bulb temperature (scale 2)	K, scale 2
	0 12 103	Dew-point temperature (scale 2)	K, scale 2
	0 11 001	Wind direction	Degree true
	0 11 002	Wind speed	m s ⁻¹ , scale 1
		Wind shear data at pressure levels	
1 01 000		Delayed replication of 1 descriptor	

0 31 001		Delayed descriptor replication factor	Numeric
3 03 051		Wind shear data at a pressure level	
	0 04 086	Long time period or displacement (since launch time)	Second
	0 08 042	Extended vertical sounding significance	Flag table
	0 07 004	Pressure	Pa, scale -1
	0 05 015	Latitude displacement since launch site (high accuracy)	Degree, scale 5
	0 06 015	Longitude displacement since launch site (high accuracy)	Degree, scale 5
	0 11 061	Absolute wind shear in 1 km layer below	m s ⁻¹ , scale 1
	0 11 062	Absolute wind shear in 1 km layer above	m s ⁻¹ , scale 1

- Notes:
- (1) Time of launch 3 01 013 shall be reported with the highest possible accuracy available. If the launch time is not available with second accuracy, the entry for seconds shall be put to zero.
 - (2) Long time displacement 0 04 086 represents the time offset from the launch time 3 01 013 (in seconds)
 - (3) Latitude displacement 0 05 015 represents the latitude offset from the latitude of the launch site. Longitude displacement 0 06 015 represents the longitude offset from the longitude of the launch site.

ANEXO G

DESCRIÇÃO DAS SEÇÕES DO BUFR EDIÇÃO 3

Section 0 – Indicator section

Octet No.	Contents
1-4	BUFR (coded according to the CCITT International Alphabet No. 5)
5-7	Total length of BUFR message (including Section 0)
8	BUFR edition number (currently 3)

Section 1 – Identification section

Octet No.	Contents
1-3	Length of section
4	BUFR master table (zero if standard WMO FM 94 BUFR tables are used – see Note (2))
5	BUFR edition number (currently 3)
6	Originating/generating centre – see Note (3) of Common code table C-1 in Part C/c
7	Update sequence number (zero for original BUFR messages; incremented for updates)
8	Bit 1 = 0 No Optional section = 1 Optional section follows
	Bits 2-8 Set to zero (reserved)
9	Data category (Table A)
10	Data sub-category (defined by local automatic data processing (ADP) centres)
11	Version number of master table used (currently 10 for WMO FM 94 BUFR tables – see Note (2))
12	Version number of local tables used to augment the master tables in use – see Note (2)
13	Year of century
14	Month
15	Day
16	Hour
17	Minute
18	Reserved for local use by ADP centres

Notes :

- (1) If a BUFR message is corrected, the corrected message shall be represented in full with update sequence number in full with the update sequence number incremented by one. Operator 2 04 Y qualified by descriptor 0 31 021 may be used to indicate which values of values were corrected.
- (2) BUFR master tables may be defined for scientific disciplines other than meteorology – such other disciplines shall be indicated by non-zero numeric values in octet 4. Values are to be developed.
Each revision of the master tables shall be given a new version number.
Local tables shall define those parts of the master table which are reserved for local use, thus version number of local tables may be changed at will by the originating centre.
- (3) To specify year 2000, octet 13 of the section (year of the century) shall contain a value equal to 100. To specify year 2001, octet 13 of the section shall contain a value equal to 1 (By

Section 2 – Optional section

Octet No.	Contents
1-3	Length of section
4	Set to zero (reserved)
5	Reserved for local use by ADP centres

Section 3 – Data description section

Octet No.	Contents
1-3	Length of section
4	BUFR master table (zero if standard WMO FM 94 BUFR tables are used – see Note (2))

- 5-6 Number of data subsets
- 7 Bit 1 = 1 Observed data
 = 0 Other data
- Bit 2 = 1 Compressed data
 = 0 Non-compressed data
- Bits 3-8 Set to zero (reserved)
- 7 Update sequence number (zero for original BUFR messages; incremented for updates)
- 8 A collection of element descriptors, replication descriptors, operator descriptors and sequence descriptors, which define the form and contents of individual data elements comprising one data subset in the Data section.

Section 4 – Data section

Octet No. Contents

- 1-3 Length of section
- 4 BUFR master table (zero if standard WMO FM 94 BUFR tables are used – see Note (2))
- 5-6 Binary data as defined by sequence descriptors

ANEXO H

MODIFICAÇÕES PROPOSTAS A PARTIR DE NOV.2005 PARA O BUFR EDIÇÃO 4

Proposed modified Section 1 for BUFR Edition 4:

1-3	Length of section	
4	BUFR master table	
5-6	Identification of originating/generating centre (see Common Code Table C-11)	
7-8	Identification of originating/generating sub-centre (allocated by originating/generating Centre- see Common Code Table C-12)	
9	Update sequence number (zero for original BUFR messages; incremented for updates)	
10	Bit 1	=0 No optional section =1 Optional section follows
	Bit 2-8	Set to zero (reserved)
11	Data Category (Table A)	
12	International data sub-category (See Common Table C-13 – see Note (3))	
13	Local data sub-category (defined locally by automatic data processing (ADP) centres –see Note (3))	
14	Version number of master table (currently 12 for WMO FM 94 BUFR tables – see Note (2))	
15	Version number of local tables used to augment master table in use – see Note (2)	
16-17	Year (4 digits)	
18	Month	
19	Day	Most typical time for the BUFR message content – see Note (4)
20	Hour	
21	Minute	
22	Second	
23-	Reserved for local use by ADP centres	

Replace note (3) and add new Notes:t

- (3) The local data sub-category is maintained for backwards-compatibility with editions 0-3 of BUFR, since many ADP centers have made extensive use of such values in the past. The international data sub-category introduced with edition 4 of BUFR is intended to provide a mechanism for better understanding of the overall nature and intent of messages exchanged between ADP centers. These two values (i.e. local sub-category vs. international sub-category) are intended to be supplementary to one another, so both may be used within a particular BUFR message.
- (4) When accuracy of the time does not define a time unit, then the value for this unit is set to zero (e.g SYNOP observation at 09 UTC, then Minute =0, Second=0).