



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

sid.inpe.br/mtc-m21b/2016/08.16.18.59-NTC

SISTEMA DE GESTÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DE DADOS (GCQD) PARA ASSIMILAÇÃO NOS MODELOS DO CPTEC (VERSÃO 1.3.3)

Luiz Fernando Sapucci
Lucas Amarante Avanço
Fábio Luiz Rodrigues Diniz
Claudio Pavani
Nicolas Moisés Cruz Salvador
Renato Galante Negri
João Gerd Zell de Mattos

Relatório técnico sobre o desenvolvimento e implementação da versão 1.3.3 do sistema com informações básicas destinadas à compilação e execução usando um pacote de teste.

URL do documento original:

<<http://urlib.net/8JMKD3MGP3W34P/3M9LN45>>

INPE
São José dos Campos
2016

PUBLICADO POR:

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

Gabinete do Diretor (GB)

Serviço de Informação e Documentação (SID)

Caixa Postal 515 - CEP 12.245-970

São José dos Campos - SP - Brasil

Tel.:(012) 3208-6923/6921

Fax: (012) 3208-6919

E-mail: pubtc@inpe.br

COMISSÃO DO CONSELHO DE EDITORAÇÃO E PRESERVAÇÃO DA PRODUÇÃO INTELECTUAL DO INPE (DE/DIR-544):

Presidente:

Maria do Carmo de Andrade Nono - Conselho de Pós-Graduação (CPG)

Membros:

Dr. Plínio Carlos Alvalá - Centro de Ciência do Sistema Terrestre (CST)

Dr. André de Castro Milone - Coordenação de Ciências Espaciais e Atmosféricas (CEA)

Dra. Carina de Barros Melo - Coordenação de Laboratórios Associados (CTE)

Dr. Evandro Marconi Rocco - Coordenação de Engenharia e Tecnologia Espacial (ETE)

Dr. Hermann Johann Heinrich Kux - Coordenação de Observação da Terra (OBT)

Dr. Marley Cavalcante de Lima Moscati - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPT)

Silvia Castro Marcelino - Serviço de Informação e Documentação (SID) **BIBLIOTECA DIGITAL:**

Dr. Gerald Jean Francis Banon

Clayton Martins Pereira - Serviço de Informação e Documentação (SID)

REVISÃO E NORMALIZAÇÃO DOCUMENTÁRIA:

Simone Angélica Del Ducca Barbedo - Serviço de Informação e Documentação (SID)

Yolanda Ribeiro da Silva Souza - Serviço de Informação e Documentação (SID)

EDITORAÇÃO ELETRÔNICA:

Marcelo de Castro Pazos - Serviço de Informação e Documentação (SID)

André Luis Dias Fernandes - Serviço de Informação e Documentação (SID)



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

sid.inpe.br/mtc-m21b/2016/08.16.18.59-NTC

SISTEMA DE GESTÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DE DADOS (GCQD) PARA ASSIMILAÇÃO NOS MODELOS DO CPTEC (VERSÃO 1.3.3)

Luiz Fernando Sapucci
Lucas Amarante Avanço
Fábio Luiz Rodrigues Diniz
Claudio Pavani
Nicolas Moisés Cruz Salvador
Renato Galante Negri
João Gerd Zell de Mattos

Relatório técnico sobre o desenvolvimento e implementação da versão 1.3.3 do sistema com informações básicas destinadas à compilação e execução usando um pacote de teste.

URL do documento original:

<<http://urlib.net/8JMKD3MGP3W34P/3M9LN45>>

INPE
São José dos Campos
2016



Esta obra foi licenciada sob uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial 3.0 Não Adaptada.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Unported License.

SUMÁRIO EXECUTIVO

Os dados observados de variáveis atmosféricas das mais variadas fontes observacionais chegam rotineiramente ao CPTEC através do Global Telecommunication System (GTS) e outros meios operacionais de disseminação de dados. O CPTEC através de seus acordos institucionais com os centros regionais possui uma base de dados convencionais sobre a América do Sul mais completa do que a utilizada operacionalmente em outros centros, a qual vem gradativamente crescendo com a expansão da base de dados. No que se refere aos dados de satélites a Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais (DSA) com suas antenas e acordos internacionais, têm produzido operacionalmente uma base de dados observacional bastante densa sobre a América do Sul com o seu envolvimento no Regional ATOVS Retransmission Services (RARS) da WMO. Essa base de dados, mais completa e principalmente sua expansão, apresenta um potencial significativo para a melhoria da qualidade dos produtos de previsão numérica de tempo (PNT) do CPTEC sobre a América do Sul, a qual é o propósito principal de sua missão. Mas para isso a base de dados deve ser processada, armazenada e disponibilizada adequadamente para ser utilizada no processo de assimilação de dados. O grupo de trabalho do pré-processamento da Divisão de Operações (DOP) do CPTEC é a equipe responsável por fazer operacionalmente uma triagem inicial dos dados convencionais, decodificá-los e armazená-los em um formato apropriado. Para os dados de satélites a equipe de especialistas da DSA e a estrutura operacional disponível são capazes de fornecer dados (em especial radiâncias e vento a superfície) com baixa latência e fluxo contínuo com forte potencial para assimilação de dados em ciclos rápidos sobre a América do Sul. No entanto, para que seja possível a assimilação desses dados nos modelos de PNT do CPTEC, tanto os de abrangência global como regional, é necessário um sistema robusto de controle de qualidade usando previsão de curto prazo do modelo e a conversão em formatos de arquivos com códigos de observações utilizados nos sistemas de assimilação de dados. O presente projeto tem o propósito de desenvolver um fluxo estável para os dados recebidos (tanto no pré-processamento da DOP como na DSA), passando por um processo de preparação para a assimilação envolvendo no caso dos convencionais um controle de qualidade, o que resulta em uma base de dados com suas estatísticas de erro, necessária para o processo de assimilação na PNT do CPTEC. Uma proposta no sistema de gerenciamento de projetos do CPTEC foi criada tratando do desenvolvimento de um sistema de Gestão e Controle de Qualidade de Dados para a assimilação em modelos do CPTEC (denominado pelo acrônimo GCQD). Logo na concepção dessa proposta se estudou como o desenvolvimento da mesma poderia ser particionado e se definiu o que se pode oferecer em cada uma delas. O

presente relatório técnico apresenta em detalhes a versão 1.3.3 do sistema GCQD, documentando todos os módulos em que o mesmo é dividido. Essa versão é uma atualização da versão anterior denominada V 1.0 e traz uma série de melhorias, correções e principalmente uma significativa ampliação da base de dados contemplada por esse sistema. A versão 1.3.3 considera uma ampliação da base de dados de satélites disponibilizando dados de radiância dos sensores MHS e HIRS4 com cobertura global dos satélites NOAA-18, NOAA-19, MetOp-A e MEtOp-B, bem como dados de rádio ocultação GPS dos satélites MetOp-A e MatOp-B. Com relação aos dados convencionais, houve uma significativa evolução dos módulos de dados a superfície, na qual dados de radiossondas, dados sobre a superfície oceânica, sensores em aviões e perfilhadores de vento, foram incluídos. A estrutura do sistema implementada nas versões anteriores foi mantida visando permitir a implementação compartilhada por uma maior número de colaboradores. A publicação dessa versão é mais um passo para se obter uma versão onde toda a base de dados disponível sobre a América do Sul seja contemplada e os dados disponíveis para a assimilação sejam gerados com a menor latência, visando a viabilidade do ciclo rápido de atualização da condição inicial para modelagem de alta resolução. Essa tarefa de ampliação da base de dados deverá estar em constante desenvolvimento e demandará relativamente um longo período de tempo. A conclusão desse processo é de difícil previsão, uma vez que a disponibilidade de novos tipos de dados e modificações nos mesmos é sempre constante e requer atenção. Essa tarefa deverá fazer parte da rotina do grupo de assimilação de dados e o sistema em desenvolvimento deverá ser uma ferramenta importante para o bom êxito da mesma.

Palavras chave: Sistema de gestão e controle de dados, Assimilação de dados, Dados observados, Dados PrepBUFR.

LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
1.1 Diagrama do sistema de assimilação de dados para o controle de qualidade nos modelo do CPTEC.	3
1.2 Estrutura de diretórios do sistema GCQD.	5
2.1 Diagrama do sistema GCQD e controle de fluxo dos dados.	13
2.2 Parâmetro ajuda utilizado como opção no script config_obs.ksh	17
2.3 Informações sobre a execução utilizando a opção ajuda do script run_obs.sh.	24
2.4 Sequencia de execuções dos processos no script principal run obs.	27
3.1 Representação do módulo dummy e arquivo namelist.	33
3.2 Lista de exemplo de alguns mnemônicos.	35
3.3 Esquema do funcionamento dummy.	35
3.4 Exemplo de execução do dummy.	36
3.5 Estrutura do modelo bufr tank.	37
3.6 Lista de mnemônicos utilizados para o modelo bufr tank.	38
3.7 Lista de nomes para as observações de satélites e exemplos.	40
3.8 Fluxograma dos processos no BFGGE.	46
3.9 Descrição da opção ajuda no script do bfge.	50
3.10 Sequência de processos ao executar o bfge (parte 1).	53
3.11 Sequência de processos ao executar o bfge (parte 2).	54
3.12 Sequência de processos ao executar o bfge (parte 3).	54
4.1 Base de dados convencionais utilizada no PSAS operacionalmente no período de 6 de outubro de 2007 as 12z no CPTEC.	56
4.2 Estação convencional de superfície.	59
4.3 Estação automática de superfície.	60
4.4 Visualização das observações de superfície no globo terrestre.	62
4.5 Exemplo de radiossonda.	63
4.6 Exemplo de dropsonda.	64
4.7 Exemplo do tubo de pitot.	67
4.8 Distribuição espacial dos dados de AIRCFT do BFGGE para o dia 24 de novembro de 2015 das 0Z às 1Z.	69
4.9 Exemplo de bóia.	70
4.10 Distribuição espacial dos dados de boia do NCEP.	71
4.11 Distribuição espacial dos dados de boia disponível no testCase do pacote.	72

4.12	Distribuição espacial de vento por satélite no testCase do BFGE.	75
4.13	Exemplo da estatística dos canais.	81
4.14	Dados do sensor AMSUA recepcionados pelo CPTEC.	81
4.15	Dados do sensor AMSUA recepcionados pelo NCEP.	82
4.16	Dados distribuídos sobre a América do Sul do Metop-B e NOAA-19.	83
4.17	Comparação de observações de temperatura de brilho entre os dados gerado pelo sistema GCQD (lado esquerdo) e do NCEP (lado direito) para o dia 24 de agosto de 2014 às 06:57 UTC.	84
4.18	Distribuição espacial das radiâncias para o sensor MHS.	85
4.19	Saídas do MHS para o horário das 06:00 UTC para o dia 02/08/2015 nas passagens dos satélites NOAA-18 e NOAA-19. Os canais mostrados são 2, 3, 4, e 5.	86
4.20	Distribuição espacial das observações do sensor HIRS.	88
4.21	Comparação de temperatura de brilho do sensor HIRS dos satélites NOAA-19 RARS (lado esquerdo) e NOAA-18 (lado direito) para o dia 11 de novembro de 2015 as 06:00 e 18:00 UTC.	89
4.22	Esquema ilustrativo do comportamento do sinal quando esse atravessa a atmosfera terrestre, no momento em que acontece uma ocultação do sinal GPS emitido pelo satélite do sistema e recebido por um receptor a bordo do satélite LEO (Figura adaptada de Lee L.-C. e Kursinski (2000))	90
4.23	Lista de mnemônicos ROGNSS.	93
4.24	Descrição da lista de mnemônicos ROGNSS.	93
4.25	Descrição detalhada da lista de mnemônicos ROGNSS.	94
4.26	Distribuição espacial das observações ROGNSS do BFGE.	95
4.27	Distribuição espacial das observações ROGNSS do NCEP.	96
4.28	Resultados da assimilação da rádio ocultação no GSI.	97
5.1	Opção ajuda do script run_paqc.	109
5.2	Sequência dos processos realizados pelo paqc (parte1).	111
5.3	Sequência dos processos realizados pelo paqc (parte2).	112
5.4	Sequência dos processos realizados pelo paqc (parte3).	113
6.1	Estrutura de diretórios do pacote de validação.	116
6.2	Fluxo dos processos envolvidos no pacote de validação.	117
6.3	Exemplo de decodificação de um prepbufr.	118
6.4	Distribuição espacial de vento por satélite do BFGE.	119
6.5	Distribuição espacial de vento por satélite do NCEP.	119
6.6	Distribuição espacial de vapor d água do NCEP.	120
6.7	Distribuição espacial de boias do BFGE.	120
6.8	Distribuição espacial de avião do BFGE.	121

6.9	Log de assimilação no gsi para a variável de pressão.	125
6.10	Log de assimilação no gsi para a variável de vento.	126
6.11	Log de assimilação no gsi para a variável de temperatura.	127
6.12	Log de assimilação no gsi para as radiâncias.	128
6.13	Log de assimilação no gsi para a rádio ocultação.	129

SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Escopo do projeto	1
1.2 Concepção da proposta da GCQD no grupo de assimilação de dados da DMD	2
1.3 Estrutura básica do pacote do GCQD	4
1.4 Estrutura do documento	5
2 Sistema GCQD	9
2.1 Informações gerais sobre a versão V1.3.3	9
2.1.1 Relação das revisões da versão	11
2.1.2 Estrutura-do-sistema-GCQD	11
2.2 Obtenção/configuração/compilação e execução do pacote obs	13
2.2.1 Obtenção do sistema obs	14
2.2.2 Instalação do sistema obs	15
2.2.2.1 Detalhes do script de instalação do sistema obs	16
2.2.2.2 Passo-a-passo da instalação do sistema obs	21
2.2.3 Utilização do sistema obs	23
2.2.3.1 Detalhes do script de execução do sistema obs	24
2.2.3.2 Passo-a-passo para a execução do sistema obs	26
2.2.3.3 Utilização da validação dos dados PrepBUFR e BUFR gerados pelo obs	27
2.3 Notas sobre a versão 1.3.3 e melhorias futuras a serem feitas na próxima	28
3 Pacote BFGE	31
3.1 Informações gerais sobre o BFGE	31
3.1.1 Estratégia de desenvolvimento do BFGE	31
3.2 Estrutura básica do BFGE e seus módulos principais	41
3.2.1 Os módulos principais do pacote BFGE	42
3.3 Obtenção/configuração/compilação e execução do BFGE	46
3.3.1 Detalhes sobre a instalação do BFGE	46
3.3.1.1 Detalhes do script de instalação do BFGE	47
3.3.2 Utilização do pacote BFGE	49
3.3.2.1 Detalhes do script de execução do BFGE	50

3.3.2.2	Passo-a-passo para a execução do BFGE	52
4	Dados observacionais	55
4.1	Informações gerais sobre os dados	55
4.2	Dados convencionais	55
4.2.1	Metodologia de implementação dos processos associados aos dados convencionais no BFGE	57
4.2.2	ADPSFC - Informações gerais	59
4.2.3	ADPUPA - Informações gerais	62
4.2.4	AIRCFT - Informações gerais	66
4.2.5	SFCSHP - Informações Gerais	69
4.3	Dados de vento por satélites	72
4.3.1	Informações dos dados vento por satélite	73
4.3.2	O módulo SATWND do BFGE	74
4.4	Dados de Radiância	76
4.4.1	Apresentação e importância desses dados para a PNT	76
4.4.2	Radiância AMSUA - Informações gerais	78
4.4.3	Radiância MHS - Informações gerais	84
4.4.4	Radiância HIRS - Informações gerais	87
4.5	Dados de Rádio Ocultação GNSS	89
4.5.1	Módulo para dados RO do MetOp-A e MetOp-B	92
5	Pacote de Controle de Qualidade (PAQC - Package Quality Control)	99
5.1	Informações gerais sobre o PaQC	99
5.1.1	Metodologia utilizada no PaQC	99
5.1.2	Os módulos principais do pacote PaQC	100
5.2	Obtenção/configuração/compilação e execução do PaQC	104
5.2.1	Detalhes sobre a instalação do PaQC	104
5.2.1.1	Detalhes do script de instalação do PaQC	105
5.2.2	Utilização do pacote PAQC	107
5.2.2.1	Detalhes do script de execução do PaQC	108
5.2.2.2	Passo-a-passo para a execução do PaQC	110
5.3	Notas sobre a versão e melhorias futuras	113
6	Pacote de validação do BUFR gerado pelo BFGE	115
6.1	Visualização dos dados BUFR	115
6.1.1	Decodificação	118

6.1.2	Visualização	118
6.2	Estatística básica para avaliação quantitativa dos dados BUFR	121
6.3	Teste na assimilação dos dados BUFR com o GSI	122
7	Perspectivas futuras e considerações finais	133
7.1	Lista de versões concebidas na elaboração da proposta com o cronograma das futuras entregas	133
7.2	Melhorias futuras identificadas para serem implementadas nas versões posteriores a V1.3.3 do GCQD	134
7.3	Considerações finais	136
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	137
A	ANEXO: REVISÕES DO PROJETO	139

1 INTRODUÇÃO

1.1 Escopo do projeto

A versão tratada no presente relatório foi implementada no sistema de gerenciamento de projetos do CPTEC, cujo endereço do projeto no svn é <https://svn.cptec.inpe.br/paqc> e o endereço no redmine é <https://projetos.cptec.inpe.br/projects/paqc/wiki>. Toda a estrutura do código tratado nesse documento e as páginas wikis se referem a esse repositório e considera-se que o leitor tenha acesso a mesma para mais detalhes.

Todo o pacote de tratamento de dados é bastante abrangente e o desenvolvimento desse projeto deverá ser feito continuamente pelos próximos anos. Assim, está se adotando uma metodologia de desenvolvimento que envolve a definição de versões e um cronograma de entrega no qual o conteúdo das mesmas é bem detalhado e pré-definido em sua concepção. Caso haja a necessidade de modificações, implementações adicionais, essas devem ser realizadas nas futuras versões. Isso tudo salvo as correções emergenciais ou funcionalidades essenciais para a utilização do produto em desenvolvimento.

Todo o projeto com a definição dessas versões de entregas e as tarefas associadas foi planejado utilizando as ferramentas disponíveis nesse sistema. Nessa estratégia de desenvolvimento a aba de planejamento se encontra no link: <https://projetos.cptec.inpe.br/projects/paqc/roadmap> e pode ser acessada durante o desenvolvimento, a qual permite o acompanhamento das tarefas e a evolução da versão em processo, bem como as tarefas associadas com as futuras versões. As páginas wikis são de grande ajuda para documentar apropriadamente todas as implementações realizadas. O conteúdo dessas páginas foi utilizado quase que integralmente para a compilação desse relatório. Problemas na eficiência desse processo foram identificados, os quais deverão ser resolvidos nas próximas versões do sistema.

Os dados observados de variáveis atmosféricas das mais variadas fontes observacionais chegam rotineiramente ao CPTEC por meio do Sistema de Telecomunicação Global (GTS, do inglês *Global Telecommunication System*) e outros meios operacionais de disseminação de dados. O CPTEC por meio de seus acordos institucionais com os centros regionais possui uma base de dados convencionais sobre a América do Sul mais completa do que a utilizada operacionalmente em outros centros, a qual vem gradativamente crescendo com a expansão da base de dados. No que se refere aos dados de satélites a Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais (DSA) com

suas antenas e acordos internacionais, têm produzido operacionalmente uma base de dados observacional bastante densa sobre a América do Sul com o seu envolvimento no Serviços de Retransmissão ATOVS Regionais (RARS, do inglês *Regional ATOVS Retransmission Services*) da WMO. Essa base de dados, mais completa e principalmente sua expansão, apresenta um potencial significativo para a melhoria da qualidade dos produtos de previsão numérica (PNT) do CPTEC sobre a América do Sul, o qual é o propósito principal de sua missão. Mas para isso a base de dados deve ser processada, armazenada e disponibilizada adequadamente para ser utilizada no processo de assimilação de dados. O grupo de trabalho do pré-processamento da Divisão de Operações (DOP) do CPTEC é a equipe responsável por fazer operacionalmente uma triagem inicial dos dados convencionais, decodificá-los e armazená-los em um formato apropriado. Para os dados de satélites a equipe de especialistas da DSA e a estrutura operacional disponível são capazes de fornecer dados (em especial radiâncias e vento por satélite) com baixa latência e fluxo contínuo com forte potencial para assimilação de dados em ciclos rápidos sobre a América do Sul. No entanto, para que seja possível a assimilação desses dados nos modelos de PNT do CPTEC, tanto os de abrangência global quanto regional, é necessário um sistema robusto de controle de qualidade usando previsão de curto prazo do modelo e a conversão em formatos de arquivos com códigos de observações utilizados nos sistemas de assimilação de dados. O presente projeto tem o propósito de desenvolver um fluxo estável para os dados recebidos (tanto no pré-processamento da DOP como na DSA), passando por um processo de preparação para a assimilação envolvendo no caso dos convencionais um controle de qualidade, o que resulta em uma base de dados com suas estatísticas de erros, necessária para o processo de assimilação na PNT do CPTEC.

1.2 Concepção da proposta da GCQD no grupo de assimilação de dados da DMD

Nesta proposta o que se pretende é organizar os dados recebidos operacionalmente pela DOP (dados convencionais) e pela DSA (dados de satélites) para a utilização na modelagem atmosférica por meio da assimilação de dados. Dessa forma, o fluxo dos dados não é abordado na mesma, sendo essa a tarefa das divisões mencionadas. Com isso, a proposta trabalha com a premissa que os dados já estejam disponíveis e organizados em uma estrutura de diretórios que convencionou-se chamar de “Tanque”, na qual os dados são separados pela data (YYYYMMDD) por tipos e subtipos obedecendo os mnemônicos usados no GSI, os quais são baseados na tabela do NCEP. O fluxo de dados serão gerenciados pela DOP no que se refere aos dados

convencionais e pela DSA no que se refere aos dados de satélites. A figura 1.1 ilustra essa ideia. Durante o desenvolvimento do projeto os dados serão colocados em um tanque “Dummy” na conta gdad no scratchin(área do supercomputador Tupa), o qual simulará o processo em modo operacional. Em paralelo será trabalhado nessas divisões para que esse processo torne a ser operacionalizado seguindo o que é proposto aqui.

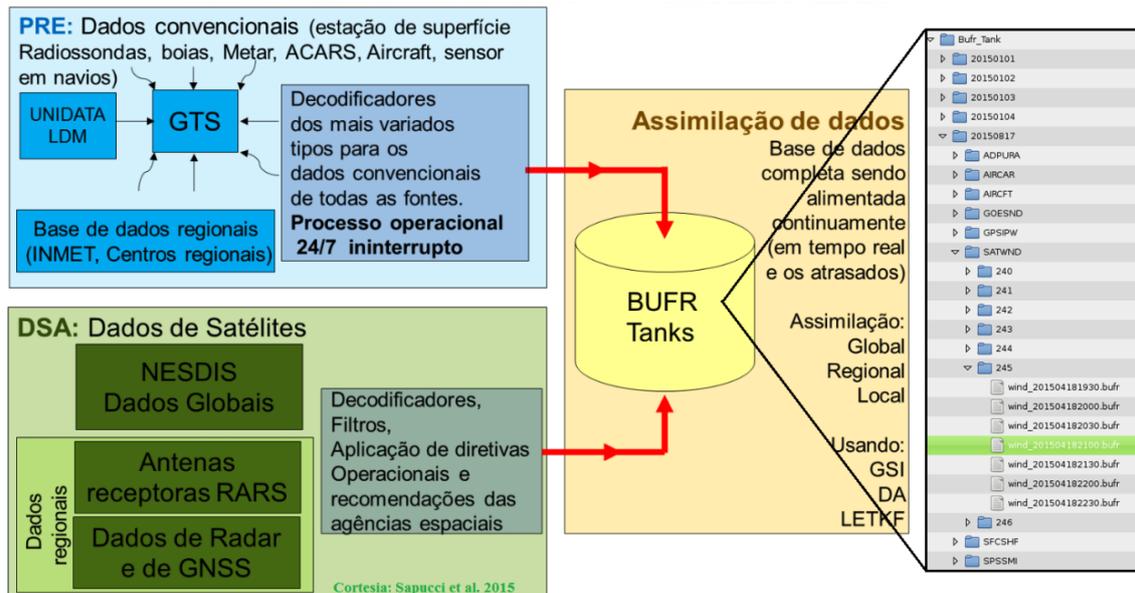


Figura 1.1 - Diagrama do sistema de assimilação de dados para o controle de qualidade nos modelos do CPTEC.

Como é mostrado na figura 1.1 os dados convencionais das mais variadas fontes (estações de superfície, radiossondas, bóias, METAR, ACARS, Aircraft, sensor em navios, entre outras) espalhadas sobre todo o globo, bem como as redes de estações dos centros regionais, recebidas pelo Grupo de Pré-processamento da DOP deverão ser organizados em um depósito específico, denominado aqui de “BUFR tanque”. Nesse processamento está envolvida uma árdua tarefa de decodificar as mensagens, aplicar filtros e controle grosseiro de dados assim que as observações são recebidas, o que é feito operacionalmente e de forma ininterrupta. Para os dados de satélites o mesmo deverá ser feito pela DSA que recebendo os dados regionais via suas antenas ou mesmos os dados globais via sistema de recepção padrão, os mesmos devem ser processados e aplicados os filtros, melhorias necessárias para se ter o melhor desses dados para a assimilação. Os dados depositados no tanque, espera-se que estejam escritos em formato de BUFR com as tabelas WMO, o qual é o padrão de distribuição. Como mostra a figura a direita, o tanque é organizado em diretórios por data,

de forma que todos os dados de um mesmo dia sejam colocados no mesmo diretório e os mesmos estejam separados por tipo e subtipo. No exemplo é apresentado os dados de vento por satélites da DSA do dia 20150817, sendo do tipo “SATWND” e subtipo 245 que significa dados do canal do infravermelho do GOES. Essa base de dados depositada no tanque é a mesma forma de organizar sistematicamente todos os dados recebidos pelo CPTEC para a assimilação, de tal forma que ficaria disponível para futuros trabalhos envolvendo reprocessamento dos dados históricos. Além disso permitirá que os dados atrasados sejam agregados a base de dados e esses se tornarem na medida que o tempo passa uma base mais completa.

Cabe salientar que para a operacionalização dos dados para a assimilação é imprescindível uma coordenação a nível de chefias para que os grupos da DMD, DSA e DOP possam trabalhar em conjunto. O desenvolvimento das metas deverá ser feito envolvendo indiretamente os grupos mencionados na proposta a fim tornar mais eficiente sua evolução. Visando avançar para atender essa demanda, atualmente encontra-se em curso um processo de avaliação da viabilidade da organização do fluxo de dados para a Previsão Numérica de Tempo envolvendo atores das três divisões do CPTEC. Um documento encontra-se em fase de elaboração, o qual deverá nortear as ações inter e intra divisão buscando a eficiência na gestão operacional dos dados.

1.3 Estrutura básica do pacote do GCQD

O pacote é composto de um conjunto de código fonte e scripts para compilar e configurar os programas, bem como um conjunto de dados básicos para rodar o processo em modo de teste inicial. Ele está estruturado em um diretório pai denominado “obs” o que já foi predefinido no projeto Sistema de Modelagem Regional que pode ser encontrado no link em: (<https://projetos.cptec.inpe.br/projects/gto/wiki#21-Componentes-do-RMS-e-sua-estrutura>). Esse mesmo diretório pode ser adicionado no Sistema de Modelagem Global (SMG) o qual poderá ser incluído na estrutura de processos e permitir que se tenha disponível para os usuários um processo capaz de gerar os dados para os testes na assimilação, seguindo, se for o caso, novos critérios na seleção e controle de qualidade a serem experimentados.

A estrutura de diretório vista na figura 1.2 é básica, contendo “bin” para os binários, “run” para os scripts de execução e o “src” contendo dois pacotes. Um pacote para a geração dos dados convencionais (PrepBUFR) e para a geração dos dados BUFR. Para o controle de qualidade dos dados, o pacote NCEP_PAQC é utilizado e está contido dentro do sistema G3DVAR, cujo código está disponível em: (<https://projetos.cptec.inpe.br/projects/g3dvar/repository/show/trunk/G3DVAR/>

cptec/gsi/SRC/GSIIsa/src/Applications/NCEP_Paqc). O segundo denominado aqui de “BUFR Generator” (BFGE) é um pacote em desenvolvimento nesse projeto que tem a função de ler os dados BUFR na tabela WMO de distribuição e escrever no formato PrepBUFR do NCEP para serem assimilados no GSI. O pacote BFGE que nas versões anteriores do sistema esteve focado em gerar os dados de satélites, na atual versão esforços são aplicados significativamente nos dados convencionais, em paralelo a ampliação das bases de dados de satélites nas três frentes: radiância, vento por satélite e rádio ocultação GPS.



Figura 1.2 - Estrutura de diretórios do sistema GCQD.

1.4 Estrutura do documento

O presente relatório tem a função de descrever com riqueza de detalhes todas as implementações realizadas para a entrega da versão 1.3.3 do pacote do GCQD, descrita acima. As informações contidas nesse relatório foram organizadas a partir do relatório da versão 1.0, e portanto todas as informações são mantidas e muitas outras são adicionadas, as quais documentam as novas implementações. Em uma avaliação total desse desenvolvimento até essa versão, o GCQD teve evolução nos seguintes aspectos:

- Desenvolvimento de um sistema completo de configuração/compilação/execução destinado ao processamento dos dados para a assimilação de dados;
- Uma estrutura de desenvolvimento modular para o processamento dos da-

dos de diferentes fontes, sensores e técnicas de observação do sistema terrestre, com ferramentas de documentação e validação dos resultados;

- Um sistema de controle de qualidade complexo e global dos dados convencionais utilizando as previsões de curto prazo no modelo global do CPTEC.
- Uma metodologia de processamento dos dados para a conversão de formato de arquivos do padrão WMO para o padrão utilizado no sistema de assimilação usado atualmente no CPTEC;

Essa estrutura é utilizada para a inclusão de todos os tipos de dados disponíveis para a previsão de tempo do CPTEC, o qual deve ser feita de forma gradual e constante acompanhando a evolução dos sistemas de observações. Na atual versão os seguintes sistemas de observações são contemplados:

- Dados de radiâncias do sensor MHS dos satélites GOES-18, GOES-19, MetOp-A e MetOp-B recebidos via RARS da DSA;
- Dados de radiâncias do sensor HIRS4 dos satélites GOES-18, GOES-19, MetOp-A e MetOp-B recebidos via RARS da DSA;
- Dados convencionais de perfilhadores acústicos de vento (SODAR);
- Dados de ar superior na atmosfera (Radiossondas, Balão Piloto, Dropsondas);
- Dados convencionais de sensores meteorológicos instalados em aviões (ACARS, AIRCRAFT e MDCRS);
- Dados de rádio ocultação GPS do sensor GRAS provenientes dos satélites da constelação EUMETSAT: MetOP-A e MetOP-B;

Para descrever todas essas implementações o presente documento é dividido nas seguintes seções: seção 2 apresenta a estrutura principal da versão 1.3.3 de todo o sistema GCQD, descrevendo o fluxo dos processos, os módulos principais que o sistema está dividido como mencionado acima, bem como detalhes da obtenção, configuração, instalação e execução de todo o processo. A seção 3 descreve em detalhes o módulo de conversão de dados bufr tabela WMO para os dados bufr tabela NCEP, utilizados na assimilação com o GSI. Uma descrição da metodologia modular de desenvolvimento baseado em um módulo modelo é descrita bem como outras ferramentas utilizadas para essa tarefa detalhando o passo-a-passo para a inclusão

de um novo sistema de observação. Subseções são apresentadas para essas ferramentas. A seção 4 são apresentados os quatro módulos principais de observações que são as radiâncias, vento por satélites, rádio ocultação GPS e dados convencionais, na qual informações sobre cada um dos novos módulos são apresentados. Na seção 5 é descrito o pacote de controle de qualidade de dados usado nessa versão que é o PAQC, de forma detalhada apresentando a função de cada um dos módulos em que se divide. Na seção 6 é contemplado o pacote de validação dos dados gerados, sendo os mesmos utilizados no sistema GSI apresentando as estatísticas e figuras da distribuição das observações. Na seção 7 são apresentadas as considerações finais contemplando a estratégia de entrega das futuras versões do sistema e uma síntese do que deverá ser implementado nos próximos meses na continuidade da atividade.

2 Sistema GCQD

2.1 Informações gerais sobre a versão V1.3.3

Data prevista para a release: 31 de maio de 2016.

Data que a versão foi lançada: a partir de 06 de julho de 2016.

A versão anterior [SAPUCCI et al. \(2016\)](#) a essa é a versão V1.0 Básica com suas informações disponíveis em: https://projetos.cptec.inpe.br/projects/paqc/wiki/V10_basical e também no relatório oficial de entrega da versão publicado na biblioteca do INPE, que está disponível em: <http://urlib.net/8JMKD3MGP3W34P/3L46UF8>.

Seguindo a estratégia de desenvolvimento adotada nesse projeto, essa página wiki apresenta em detalhes todos os itens contemplados na versão V1.3.3 do projeto GCQD. Esses itens seguem as definições feitas na concepção das versões no início do projeto. Mais detalhes sobre as versões e os itens previstos em cada uma delas estão em: https://projetos.cptec.inpe.br/projects/paqc/wiki/GCQD_release. Nessa página, bem como nas demais apresentadas aqui, serão descritas em detalhes cada um desses itens apresentando informações de como foi implementado, como é o processamento e detalhes dos resultados gerados para facilitar seu uso na assimilação. Cada uma das revisões necessárias para compor a versão V1.3.3 a partir da última revisão da versão V1.0 é listada no Anexo A desse documento, na qual as datas, desenvolvedores e modificações realizadas são apresentadas.

Na versão V1.3.3, chamada essencial, toda a estrutura de desenvolvimento do sistema OBS foi montada, na qual além dos ingredientes básicos contidos na versão V1.0 Básica (diga-se um pacote de dados modelo chamado *Dummy*, os processamentos para a conversão de dados BUFR tabela WMO para BUFR/PrepBUFR tabela NCEP, controle de qualidade dos dados PrepBUFR e ferramentas para validar os arquivos gerados), essa versão apresenta a inclusão de novas fontes de dados, tais como:

- Inclusão de dados de superfície do conjunto ADPSHP recebidos via pré do CPTEC usando o pacote *dummy* disponível, o qual envolve estações em bases oceânicas e boias;
- Inclusão de dados de superfície do conjunto ADPUPA recebidos via pré do CPTEC usando o pacote *dummy* disponível, o qual envolve estações de ar superior de radiossondas, balões pilotos e dropsondas;

- Inclusão de dados de ar superior baseados em aviões comerciais (AIREP, PIREP, AMDAR, TAMDAR) recebidos via pré do CPTEC usando o pacote *dummy* disponível;
- Inclusão dos dados de radiância do sensor HIRS4 a bordo dos satélites NOAA-18 NOAA-19 MetOp-A e MetOp-B;
- Inclusão dos dados de radiância do sensor MHS a bordo dos satélites NOAA-18 NOAA-19 MetOp-A e MetOp-B;
- E inclusão dos dados de rádio ocultação GNSS dos satélites MetOp-A e MetOp-B (meta não atingida na versão anterior).

Além disso essa versão contempla também melhorias na versão anterior, tais como:

- Reestrutura da leitura dos dados BUFR utilizando o pacote *bufextractor* para padronizar os índices dos dados;
- Melhoria da wiki para melhor documentar os processos, dando mais detalhes no relatório final, com ênfase para a página dos dados convencionais, de radiância e do PaQC, com melhorias nos conteúdos da página.
- Ajustes e melhorias dos resultados do controle de qualidade usando o PaQC com o background do modelo global do CPTEC nos dados convencionais de superfície adicionados nessa versão;
- Levantamento de todas a base de dados envolvida com essa versão sobre a América do Sul via DSA e um teste de assimilação de todos os dados recebidos na DSA;
- Correção de bugs e ajustes do módulo de superfície da versão anterior.

Da mesma forma que as versões anteriores, essa versão também é constituída de dois pacotes principais: o *BUFR Generator* (BFGE) e o *Pre-analysis Quality Control* (PaQC) do GMAO, esse disponível no pacote do G3DVAR. Cada um desses pacotes possuem um script principal, o **run_bfge.ksh** e o **run_paqc.ksh** respectivamente, que os executam sendo ambos sequencialmente chamados pelo script principal **run_obs.ksh** baseado em dados iniciais de um intervalo de tempo.

2.1.1 Relação das revisões da versão

Essas revisões tem a função de corrigir grandes erros existentes nas versões já publicadas, as quais devem ser adicionadas na versão substituindo-a. A versão Essencial V1.3.3 ainda não sofreu revisões até o momento da publicação desse relatório, a qual quando realizadas deverá estar detalhada nessa seção no relatório de publicação da referida revisão.

2.1.2 Estrutura-do-sistema-GCQD

O Sistema GCQD é constituído, desde sua concepção por dois processos principais, *BUFR Generator* (BFGE) e o *Pre-analysis Quality Control* (PaQC) do GMAO. Esses pacotes têm as seguintes funções:

- **BFGE:** tem a função de converter o formato de arquivo BUFR na tabela WMO para o formato BUFR/ PrepBUFR tabela NCEP, o qual é o formato utilizado pelo GSI. Esse pacote é um fortran composto de diversos módulos independentes, sendo cada módulo responsável por um tipo de sistema de observação. Para o caso das radiâncias os módulos são separados por tipo de sensores tendo o mesmo arquivo de escrita resultante em cada módulo. No caso dos dados convencionais diversos podem ser os módulos baseados nos diferentes tipos de sistemas observacionais, no entanto todos devem escrever em um mesmo arquivo de saídas dos dados. Para o caso dos dados de rádio ocultação GNSS, nesta revisão é executado um programa específico para reorganizar a estrutura do dado para o formato de leitura do GSI, e apenas um arquivo de dados GPS é criado. Para facilitar o desenvolvimento e mantê-lo padronizado com a colaboração de um maior número de pessoas, nessa versão Essencial 1.3.3 foi implementada utilizando a estrutura Dummy, desenvolvida na versão Inicial_0.0 vista em: https://projetos.cptec.inpe.br/projects/paqc/wiki/Estrutura_dummy, cujos módulos vazios de todos os tipos de sistemas de observações a serem contemplados na versão Robusta_2.0. Nessa versão são contemplados também os dados de radiâncias dos sensores MHS e HIRS4 provenientes dos satélites NOAAs e MetOp-B, bem como os dados de vento por satélites na canal do infra-vermelho compondo o PrepBUFR.
- **PaQC:** esse pacote utilizado é oriundo do G3DVAR que está disponível em: https://projetos.cptec.inpe.br/projects/g3dvar/repository/show/trunk/G3DVAR/cptec/gsi/SRC/GSIa/src/Applications/NCEP_Paqc. Para a

compilação do mesmo foi necessário a compilação da biblioteca NCEP_shared e a GMAO_shared. A primeira foi a mesma obtida via external do svn apontando para o repositório do G3DVAR. A GMAO_shared foi baixada do site do GMAO e incluída no pacote. Esse pacote é responsável por ler os arquivos PrepBUFR gerados no BFGE e comparando com os dados do background do G3DVAR faz uma avaliação e modifica as flags do controle de qualidade gerando um novo arquivo PrepBUFR. Diversos processos compõem o PaQC, o qual trata os sistemas de observação contidos no PrepBUFR separadamente e por fim todos os dados em conjunto.

Na figura 2.1 é apresentado um esquema ilustrativo da sequência em que os processos são chamados em um fluxograma dos scripts responsáveis por executar cada um dos dois processos descritos acima. Nessa figura o script principal chamado run_obs.sh é detalhado em especial os argumentos necessários para a sua execução, bem como o lastro principal de um período de datas a serem processadas. Um destaque é feito para o fluxo de dados de cada um desses processos, os quais são utilizados setas coloridas para separar os diferentes tipos de dados: dados convencionais, dados de radiância e dados de rádio ocultação GNSS. Os dados existentes no Bufr_Tanque, disponibilizados pelos bancos de dados Meteorológicos (DOP) e de satélites (DSA) no formato WMO são convertidos pelos BFGE em dados BUFR/ PrepBUFR tabela NCEP, próprios para a assimilação de dados. Como pode ser observado, apenas os dados convencionais são tratados no PaQC. Um destaque adicional é feito nessa figura para uma das ferramentas do BFGE que é o pacote de validação dos arquivos gerados, denominado VALIDA, o qual é responsável por validar os arquivos gerados apresentado uma distribuição espacial e uma estatística básica dos dados incluídos no arquivo BUFR/ PrepBUFR NCEP gerado.

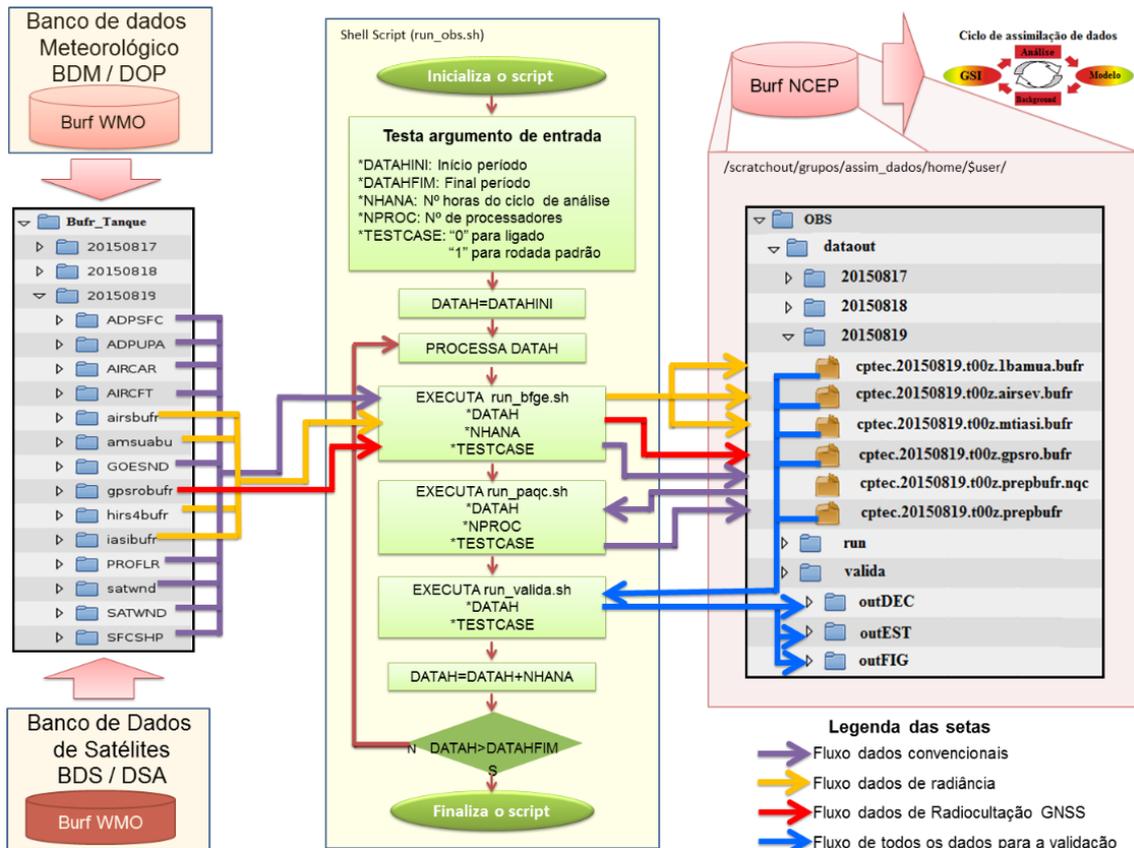


Figura 2.1 - Diagrama do sistema GCQD e controle de fluxo dos dados.

Para o desenvolvimento de todo o pacote, o mesmo foi dividido em diversas atividades para facilitar o desenvolvimento do projeto. A lista completa das atividades podem ser vistas no link: <https://projetos.cptec.inpe.br/projects/paqc/issues/gantt>.

Para a instalação foram criados scripts de compilação, configuração e execução de todos os processos, os quais são detalhados nas próximas seções abaixo. Esses scripts praticamente não sofreram modificações com relação aos apresentados na versão Inicial_0.0.

2.2 Obtenção/configuração/compilação e execução do pacote obs

Nessa seção são apresentadas as informações para se fazer o download de todo o pacote na conta do usuário, bem como a configuração para criar a estrutura de diretórios, a instalação dos pacotes incluindo as bibliotecas e finalmente a execução usando dados de um testcase também disponível na distribuição, sendo todos esses procedimentos realizados no supercomputador Tupã.

2.2.1 Obtenção do sistema obs

O pacote contendo todos as rotinas e scripts de configuração/instalação/execução do sistema obs está disponível no repositório SVN do CPTEC no ramo trunk, a atual versão em desenvolvimento e no tag a versão finalizada após a release da versão V0.0. Para obter essas versões do pacote desse sistema, deverão ser realizadas as seguintes etapas:

- a) Login no supercomputador Tupã:

```
ssh usuario@tupa.cptec.inpe.br -XC
```

- b) Acessar o diretório scratchin (/scratchin/grupos/assim_dados/home/\${USER}), o que pode ser feito via variável \$SUBMIT_HOME:

```
cd $SUBMIT_HOME
```

- c) Uma outra possibilidade que vai ser futuramente viabilizada no desenvolvimento do pacote é a instalação do OBS dentro da estrutura de diretórios do projeto RMS (Regional Modeling System) ou no futuro GMS (Global Modeling System), os quais o diretório (\${home}/RMS/obs) já se encontra contemplado na estrutura dos diretórios (mais informações se encontram na página wiki <https://projetos.cptec.inpe.br/projects/gto/wiki#21-Componentes-do-RMS-e-sua-estrutura>). Se for essa a sua opção, depois de instalar o pacote RMS, acesse o diretório obs (\${home}/RMS/obs):

```
cd ${home}/RMS/obs
```

- d) Extração do código do sistema OBS do ramo tag para o diretório escolhido usando o comando export:

```
svn export https://svn.cptec.inpe.br/paqc/tag/obs_V1.3.3
```

- e) Para o caso onde a versão publicada teve que ter uma revisão para correção de bugs, informações sobre o número da revisão deverá estar adicionada no diretório obs no ramo tag. Nesse caso um erro ocorrerá ao digitar o comando acima, por indicar que a versão (obs_V1.3.3) não exista. Use o comando list para avaliar a última versão e escolha-la com o comando anterior. Para listar as versões, digite:

```
svn list https://svn.cptec.inpe.br/paqc/tag
```

- f) Caso o usuário queira e possua habilidade e permissões para contribuir com a versão em desenvolvimento o acesso ao pacote deve ser via comando checkout para acionar o controle das alterações na versão. Para isso deve-se acessar a versão disponível no trunk:

```
svn co https://svn.cptec.inpe.br/paqc/trunk/obs
```

Nota 1: O repositório do projeto OBS no trunk está vinculado aos repositórios do G3DVAR para evitar a duplicação desnecessária da biblioteca NCEP_shared que já está incluída no repositório SVN. Dessa forma, ao baixar o obs, o svn vai nos repositórios do G3DVAR e baixa os diretórios desejados para a estrutura de diretórios do sistema. A função do svn utilizada para isso é a externals. Mais detalhes sobre a função external podem ser vistos na página wiki: https://projetos.cptec.inpe.br/projects/gdad/wiki/Svn_externals A lista das componentes do obs, dos diretórios na estrutura e respectivos repositórios é a seguinte: src/paqc/Linux: <https://svn.cptec.inpe.br/g3dvar/trunk/G3DVAR/cptec/gsi/SRC/GSIIsa/Linux> src/paqc/src/NCEP_Shared: https://svn.cptec.inpe.br/g3dvar/trunk/G3DVAR/cptec/gsi/SRC/GSIIsa/src/NCEP_Shared Observe que é preciso que o usuário nessa versão trunk seja incluído no projeto G3DVAR para ter acesso ao repositório. Na versão tag esses repositórios não são linkados via external e sim copiados para a versão tag de distribuição.

Nota 2: Na construção da estrutura do sistema obs foi incluída a possibilidade de que o mesmo possa ser adicionado como um pacote externo nos sistemas de assimilação de dados, como por exemplo no sistema RMS. Para isso foi pensando na utilização do comando external do svn, no qual o sistema obs possa ser incluído na lista do sistema da forma como descrita na wiki do RMS: <https://projetos.cptec.inpe.br/projects/gto/wiki>.

2.2.2 Instalação do sistema obs

Como nos outros pacotes, o pacote de configuração/instalação do obs foi organizado seguindo a mesma estratégia de implementação adotada no GDAD. Nela o script config_obs.ksh é responsável por fazer todas as etapas de configuração e instalação de todos os pacotes que envolve o Sistema de Gestão e Controle de Qualidade de Dados para a Assimilação (GCQD). A estrutura é toda montada sobre o diretório obs que é baixada no scratchin via SVN (feita na seção anterior) e ao configurar o sistema uma árvore de diretório no scratchout é criada. Isso é feito para manter a

estratégia de processamento arquitetada na concepção do supercomputador Tupã. Nessa estratégia os códigos e scripts, mantidos em segurança no SVN sobre controle de versões, é compilado no scratchin, de onde é rodado o script principal, denominado `run_obs.ksh`, que tem a função de enviar para o scratchout todos os scripts, executáveis e demais arquivos necessários para o processamento, onde são executados envolvendo submissão de processos para os nós do Tupã. Os arquivos de resultados finais (com maior fluxo de dados) são enviados para a árvore de diretório do obs no scratchout de onde são enviados para fitas ou discos externos. Mais informações sobre a estratégia de processamento recomendada pela supercomputação do CPTEC-INPE podem ser vistas no link: <http://supercomputacao.inpe.br/introducao-ao-uso-do-tupa#armazenamento>. Observe que com essa estratégia nada é enviado para o home do usuário, pois embora seja uma área com backup, ela tem restrição de espaço o que limita a sua utilização envolvendo diversos sistemas.

2.2.2.1 Detalhes do script de instalação do sistema obs

Para a instalação do sistema obs utiliza-se o script `config_rms.ksh`, o qual executa diferentes tarefas definidas via argumento de entrada. Uma descrição detalhada de cada uma das opção segue abaixo:

A opção ajuda do `config_obs.ksh`

Seguindo as instruções na tarefa ajuda (ou caso nenhum argumento de entrada é fornecido) ele apresenta uma lista das possíveis opções. Essa lista é apresentada na figura 2.2:

```
lucas.amarante@eslogin10:/scratchin/grupos/assim_dados/home/lucas.amarante/obs> ./config_obs.ksh ajuda

> Opcao escolhida: ajuda

Uso.....: ./config_obs.ksh <opcao>

Opcoes...: <opcao> configurar          -> configura o OBS (estrutura de pastas e arquivos)
              compilar                -> compila o paqc+bfge
              clean_all                -> limpa executaveis
              vars_export              -> exporta variaveis
              ajuda                    -> apresenta uma ajuda

Exemplos: ./config_obs.ksh configurar
           ./config_obs.ksh compilar
           ./config_obs.ksh clean_all
           ./config_obs.ksh vars_export
           ./config_obs.ksh ajuda

Para mais informacoes sobre o pacote leia os ./doc/README_GCQD_from_wiki_in_.pdf* usando o evince:
> evince ./doc/README_GCQD_from_wiki_in_*.pdf

PS. Aconselha-se a utilizacao das opcoes em ordem descrita acima.
    No caso da opcao vars_export utilize-a apenas depois de configurar e compilar.

> Para mais informacoes sobre esta distribuicao do GCQD
> leia a wiki do projeto https://projetos.cptec.inpe.br/projects/paqc/wiki
```

Figura 2.2 - Parâmetro ajuda utilizado como opção no script config_obs.ksh

A opção configurar do config_obs.ksh

A opção configurar tem a função de preparar a estrutura de diretórios no scratchout do Tupã. Exporta as variáveis chamando a opção vars_export (ver mais detalhes abaixo) e cria os diretórios que as variáveis estão associadas. Para que esse sistema seja versátil e possa ser instalado em qualquer outro sistema como parte do mesmo, foi implementado de forma que na configuração a função var_export permite que seja passado para o sistema o endereço onde se quer rodar o obs e gerar os resultados. Seria a variável `${obs_work}`. Por exemplo, para o caso do mesmo ser integrado ao RMS o endereço adequado deveria ser `${WORK_HOME}/RMS`, no qual seria criado o diretório obs. Para o caso convencional esse endereço seria o home do usuário no scratchout (`${WORK_HOME}`).

A opção vars_export do config_obs.ksh

A opção vars_export exporta uma sequência de variáveis associadas a todo o sistema, as quais são utilizadas pelos demais scripts integrados no sistema e com essa opção os mesmos conseguem carregar essa mesma estrutura de variáveis mantendo uma padronização. Esse script com essa opção pode ser até colocado no .login do usuário e se os nomes das variáveis for por ele memorizados pode permitir uma navegação por todos as componentes do obs. Existe uma lógica na composição das variáveis para facilitar essa memorização. A sequência principal de diretórios é:

-Do obs no scratchin:

subt_obs igual ao obs_home que é o home da instalação do obs no Tupã
obs_run o diretório onde é executado o obs
obs_bin o diretório dos binários principais do obs
obs_src o diretório raiz dos fontes do sistema

-Do pacote BFGÉ no scratchin:

bfge_src diretório do source do bfge
bfge_src_conv diretório do source do módulo de dados convencionais
bfge_src_nooa_amsua diretório do source do módulo de dados de radiância do amsua

-Do pacote PaQC no scratchin:

paqc_src o diretório do source root do PaQC
paqc_2src o diretório do source do PaQC
paqc_bin o diretório dos binários do PaQC
paqc_etc o diretório das libs e outros do PaQC

-Diretórios de entrada de dados do pre TANQUE:

TANQUE_DUMMY Diretório de entrada dos dados do testcase (Tanque) na estrutura pré definida (setada para /scratchin/grupos/assim_dados/home/gdad/-DataFix/OBS/testcase/Bufr_Tanks)
obs_datain Diretório onde os dados BUFR de entrada devem estar disponível operacionalmente

-Do obs no scratchout:

obs_work_run diretório root de trabalho do obs (padrão no scratchout no subdiretório obs para a versão de desenvolvimento e obs_V1.3.3 para a versão tag)
obs_work_run_bfge diretório de trabalho do BFGÉ
obs_work_run_paqc diretório de trabalho do PaQC
obs_valida diretório de saída dos dados da validação
obs_dataout diretório de saída dos dados PrepBUFR e BUFR para a assimilação no GSI

-Diretórios do G3DVAR:

work_gsi_datain_bkg dados do background do G3DVAR entre outros diretórios

-Utilitários:

inctime ferramenta para incremento de tempo disponível no pacote e extraído do G3DVAR (/stornext/home/\${USER}/G3DVAR/util/inctime/inctime)

public_gdad diretório de dados públicos do usuário gdad (/scratchin/grupos/assim_dados/home/gdad/public)

Fix_obs diretório de dados fixos para o obs também no usuário gdad (/scratchin/grupos/assim_dados/home/gdad/DataFix/OBS)

A opção compilar do config_obs.ksh

A opção compilar tem a função de instalar todas os componentes necessários para funcionar o obs utilizando os executáveis gerados nos pacotes BFGE e PaQC. Inicialmente verifica se está no eslogin01 (pré-requisito para a instalação dos pacotes no Tupã), carrega os módulos do Tupã usando a configuração pré-definida e testada das versões dos compiladores e bibliotecas do sistema, exporta as variáveis de ambiente (chamando a função vars_export), compila os módulos do BFGE que são: bufrlib, mbufr-adt, f90lib, metlib, extractor, inctime e o principal denominado bfge, finalmente o decode para a validação. Depois disso verifica se os arquivos executáveis foram gerados. São eles:

- \${obs_bin}/bfge.x
- \${obs_bin}/valida_dec_estat_prepbufr.x
- \${obs_bin}/valida_dec_estat_radiance.x

Para essa revisão do obs é também compilado um programa específico para a reestruturação da tabela dentro dos dados de rádio ocultação. O programa compilado é o bufr_tranmtypsbt, extraído do NCEP, e é utilizado somente para os dados de rádio ocultação GNSS. Ao final de sua compilação é gerado o executável: bufr_tranmtypsbt.x.

Após a instalação do BFGE, o script compila o PaQC. Para isso o mesmo exporta algumas variáveis de ambiente e executa o comando “gmake instal” no diretório do source do PaQC (\${paqc_2src}). As saídas da tela com as informações da instalação são armazenadas no arquivo \${paqc_src}/compilePAQC.log. Um teste dos arquivos executáveis gerados é feito para avaliar o sucesso do processo:

- \${paqc_bin}/echorc.x

- `${paqc_bin}/combfrd.x`
- `${paqc_bin}/scanbuf0.x`
- `${paqc_bin}/ssprepqc`
- `${paqc_bin}/zeit_ci.x`
- `${paqc_bin}/zeit_co.x`
- `${paqc_bin}/zeit_pr.x`
- `${paqc_bin}/ssprevents.x`
- `${paqc_bin}/cqcbufr.x`
- `${paqc_bin}/raobcore.x`
- `${paqc_bin}/hradcor.x`
- `${paqc_bin}/cqcvad.x`
- `${paqc_bin}/profcqc.x`
- `${paqc_bin}/acarsqc.x`
- `${paqc_bin}/oiqcbufr.x`
- `${paqc_bin}/prepacqc.x`

A opção `clean_all` do `config_obs.ksh`

A opção `clean_all` limpa todos os diretórios dos pacotes de instalação apagando os arquivos temporários usados durante esse processo, tais como `*.mod`, `*.o` e `*.exe`, uma vez que os executáveis finais são copiados para diretórios acima desses. Essa opção somente deve ser executada se realmente necessário, geralmente nos casos em que há mudanças nos programas principais, bibliotecas ou nos módulos ela deverá ser executada. Os diretórios em que operações de `clean` são realizados e os respectivos comandos usados são:

- `${mbufr_lib}; make clean`
- `${mbufr_adt}; make clean`

- `${f90lib}`; make clean
- `${bfge_src}`; make clean
- `${bfge_inctime}`; make clean
- `cd${paqc_2src}`; gmake distclean ESMADIR=\${paqc_src}

2.2.2.2 Passo-a-passo da instalação do sistema obs

Para o passo a passo da instalação do obs usando o `config_obs.ksh` (depois de já efetuado a obtenção do pacote da forma descrita na seção 2.2 e estando no mesmo status em que a etapa 4 ou 5 foi realizada) basta seguir as etapas detalhadas abaixo:

- a) Já estando logado no supercomputador Tupã faça login no `eslogin01`, onde deverá ser feita compilação:

```
$ ssh eslogin01 -XC
```

- b) Acessar o diretório obs no `scratchin` onde foi feito o download do sistema via SVN. Para o caso padrão na tag, usando os comandos acima (`/scratchin/grupos/assim_dados/home/${USER}/obs_V1.3.3`) faça:

```
$ cd ${SUBMIT_HOME}/obs_V1.3.3
```

- c) Para o caso da versão de desenvolvimento padrão onde foi feito o download do sistema via SVN (`/scratchin/grupos/assim_dados/home/${USER}/obs`) faça:

```
$ cd ${SUBMIT_HOME}/obs
```

- d) Executar o script `config_rms.ksh` com a opção configurar selecionada para preparar a estrutura de diretórios do obs e seus componentes, seguindo as instruções na tela:

```
$ ./config_obs.ksh configurar
```

- e) A linha de comando apresentará a seguinte mensagem:

```
> Opcao Escolhida: Configurar
```

```
> Entre com o diretório onde prefere que o obs seja executado
```

```
> Recomenda-se fora da estrutura do obs no scratchin.  
Sugere-se que seja no scratchout  
> Exemplo: /scratchout/grupos/assim_dados/home/${USER}  
> Digite sua resposta abaixo:
```

- f) E ficará aguardando a informação do diretório que se deseja executar o obs no scratchout. Caso queira colocar dentro da estrutura de outro sistema de assimilação como o RMS ou GMS, selecione o diretório desejado. Para a instalação padrão selecione o home no scratchout digitando:

```
> /scratchout/grupos/assim_dados/home/${USER}
```

- g) A linha de comando apresentará uma mensagem de confirmação para criar a estrutura de diretórios no work_obs. Verifique o conteúdo apresentado da variável `${obs_work}` onde a estrutura vai ser criada e se concordar, digite `s/S` para continuar:

```
> O diretório de trabalho selecionado possui o valor ${obs_work}  
> o configurador do GCQD System ira criar uma estrutura de  
diretório nessa área  
> Deseja continuar? (s/n)  
S
```

- h) Compilar as componentes chamando a função `compilar` do `config_obs.ksh`:

```
$ ./config_obs.ksh compilar
```

Acompanhe o processo que deverá demorar mais de 35 minutos (5 minutos para o BFGGE e outros 30 minutos para o PaQC). Na instalação do PaQC são diversas as bibliotecas associadas, o que demora a compilação. As bibliotecas `NCEP_Shared` e a `GMAO Shared` são as mais completas e impactam no tempo da instalação. Os processos fazem um teste certificando o sucesso ou fracasso de cada etapa verificando se os arquivos foram criados (relação dos arquivos ver seção anterior). Caso o fracasso seja certificado observe as mensagens na tela com relação BFGGE e para o PaQC ver o conteúdo do arquivo: `${paqc_src}/compilePAQC.log`.

- A opção `clean_all` do `config_obs.ksh` serve para apagar todos os arquivos gerados na compilação tanto do BFGGE quanto do PAQC. Essa opção somente deve ser executada se realmente necessário, geralmente nos casos em

que há mudanças nos programas principais, bibliotecas ou módulos. Cabe ressaltar que no caso do usuário somente utilizar o sistema não é necessário executar essa opção.

```
$ ./config_obs.ksh clean_all
```

2.2.3 Utilização do sistema obs

Da mesma forma que a instalação e execução inicial, para a avaliação da compilação do sistema obs é realizado um determinado testcase. Os dados necessários para esse testcase do sistema estão disponíveis no scratchin em um diretório comum a todos os usuários do sistema no user “gdad”, de forma que não se precisa replicá-los e nem ocupar espaço no SVN. A execução de todo o sistema é realizado ao rodar o script run_obs.sh que tem a função de incrementar uma variável com a data e hora das rodadas para o período desejado, rodando sequencialmente os processo envolvidos, a saber: o run_bfge.sh que executa o BFGE para gerar os PrepBUFR e BUFR, o run_paqc.ksh que executa o PaQC para o controle de qualidade e finalmente o run_valida.sh para a validação do PrepBUFR e BUFR gerados. Em uma descrição geral desse script, o mesmo recebe via argumento de entrada a data inicial e final do período e utiliza o utilitário inctime para controlar uma variável referente a data do processo chamando em um determinado loop os scripts.

Com relação aos dados necessários para a utilização do sistema, são dois os diretórios que se deve modificar: (1) os que possuem os dados BUFR de entrada e (2) os arquivos de background do modelo. O diretório onde os dados BUFR (Tabela WMO) de entrada são lidos pelo sistema está definido pela variável `obs_datain`. Inicialmente a variável está setada para ser a mesma do tanque modelo (variável `TANQUE_DUMMY`), mas deve ser modificada para apontar para o tanque real onde os dados operacionalmente serão armazenados. Mais detalhes sobre o repositório tanque são vistos em: https://projetos.cptec.inpe.br/projects/paqc/wiki/dummy_bufr_tank. Para o caso do testcase os dados utilizados são os presentes no diretório `/scratchin/grupos/assim_dados/home/gdad/DataFix/OBS/testcase/Bufr_Tanks`, apontado pela variável `TANQUE_DUMMY`. Para o caso dos campos de background do modelo, o diretório desses dados está setado no script `config_obs_ksh`, mais especificamente pela variável `work_gsi_datain_bkg`, que é a saída dos campos de background do G3DVAR, que é utilizado para o controle de qualidade dos dados PrepBUFRS. Como padrão de distribuição está setado para o endereço `WORK_HOME/G3DVAR/datainout/gsi/datain/Bkg`. Para uma rodada normal esse endereço deve ser revisto. Para o caso do testcase, os dados

necessários foram armazenados em:

/scratchin/grupos/assim_dados/home/gdad/DataFix/OBS/testcase/BackGround.
Para rodar outros períodos como teste, deve-se providenciá-los e modificar os endereços de forma apropriada.

Lembre-se que os dados devem estar no scratchin para que os mesmos sejam vistos pelo Tupã. Caso estejam, apenas links são suficientes para rodar, mas, caso estejam em outros locais, como os discos Online, esses dados devem ser copiados para o scratchin.

2.2.3.1 Detalhes do script de execução do sistema obs

Para rodar todo o processo obs basta acionar o script run_obs.sh com as datas do período passadas via argumento seguindo as recomendações da opção ajuda que é apresentada quando nenhum argumento é dado. Essa ajuda é apresentada na figura 2.3 para facilitar a descrição de cada um dos argumentos requeridos para a execução do script.

```
Lucas.amarante@eslog1n10:/scratchin/grupos/assim_dados/home/Lucas.amarante/obs/run> ./run_obs.sh ajuda
+++++ Executando o Sistema de Gestao e Controle de
+++++ Qualidade de dados para a Assimilacao (GCQD) +++++
==== Para rodar o processo GCQD digite:
> ./run_obs.sh LABELI LABELF NHANA NPROC TESTCASE
* LABELI      : Data inicial do período desejado para gerar os arquivos bufir para a assimilcao de dados (YYYYMMDDHH) ex. 2015120100
* LABELF      : Data final desse período desejado (YYYYMMDDHH) ex. 2015120200
* NHANA       : Passo do ciclo de análise
* NPROC       : Numero de processadores a ser utilizado (no maximo 4)
* TESTCASE    : Flag para opcao testCase sendo:
                =0 Quando nao se deseja rodar o testeCase usando os dados bufir da wmo lidos no Tanque e chamando o bfgc para gerar os prebuffer em obs_dataout
                  O PAQC e chamado para o controle de qualidade dos dados convenconats escrevendo o arquivo no mesmo diretorio.
                =1 utiliza dados bufir da wmo lidos no TanqueDummy no scratchin do gdad e chamando o bfgc para gerar os prebuffer em obs_dataout
                  O PAQC e chamado para o controle de qualidade dos dados convenconats escrevendo o arquivo no mesmo diretorio.
PS. Dados background para o PAQC sao oriundos do G3DVAR, para opcao testCase os dados sao lidos no DataFix do Gdad
Para rodar normalmente os dados devem estar disponiveis em /scratchout/grupos/assim_dados/home/Lucas.amarante/G3DVAR/datatnout/gst/datain/Bkg
==== Para testCase basico do obs digite:
> ./run_obs.sh 2015120100 2015120200 6 4 1
==== A opcao ajuda mostra as informacoes sobre os argumentos de entrada. Para isso digite:
> ./run_obs.ksh ajuda
Para mais informacoes sobre o pacote leia os ../doc/README_GCQD_from_wiki_in_*.pdf usando o evince:
> evince ../doc/README_GCQD_from_wiki_in_*.pdf
Creditos: GDAD/DMD/CPTEC/INPE
```

Figura 2.3 - Informações sobre a execução utilizando a opção ajuda do script run_obs.sh.

Como descrito na figura, o run_obs.sh possui duas funções acionadas pelo primeiro argumento ao executar o script, sendo:

- **Função ajuda** : apresenta o mesmo conteúdo apresentado na figura 2.3, o que é o mesmo se nenhum argumento for fornecido.
- **Função running**. Para a função de execução do ciclo é acionado se

os argumentos passados são suficientes para a rodada. Um total de 5 argumentos são necessários para executar o script, os quais são listados na figura 2.3 e reapresentados aqui com mais detalhes:

LABELI : Data inicial do período do tipo YYYYMMDDHH;

LABLEF: Data final do período do tipo YYYYMMDDHH, sendo essa impreterivelmente posterior a LABELI;

NHANA: Passo do ciclo de análise a ser utilizado pelo BFGC para a definição da janela de dados usada na criação dos arquivos BUFR/ PrepBUFR;

NPROC: Número de processadores a ser utilizado no PaQC (no máximo 4);

TestCase: é uma flag para indicar onde o sistema deve procurar os dados necessários para a execução, nos quais se incluem os dados BUFR de entrada e os campos de background do modelo global.

para a opção 0 que representa “NoTestCase” os dados utilizados são os disponíveis e definidos pelo usuário. No padrão de distribuição os diretórios são:

BUFR de entrada : setar a variável `${obs_datain}` no script `config_obs.sh`

Campos de Background: `${WORK_HOME}/G3DVAR/datainout/gsi/datain/Bkg`

Para a opção 1 os diretórios são do testcase no user `gdad`:

BUFR de entrada : `/scratchin/grupos/assim_dados/home/gdad/DataFix/OBS/testcase/Bufr_Tanks`

Campos de Background: `/scratchin/grupos/assim_dados/home/gdad/DataFix/OBS/testcase/BackGround`

2.2.3.2 Passo-a-passo para a execução do sistema obs

- a) Logar no supercomputador Tupã:

```
$ ssh usuário@tupa.cptec.inpe.br -XC
```

- b) Acessar o diretório no scratchin (variável \$SUBMIT_HOME):

```
$ cd $SUBMIT_HOME
```

- c) Ir ao diretório dos scripts do obs, que caso tenha sido feito a instalação padrão trunk o acesso para esse diretório é:

```
$ cd obs/run
```

- d) Execute inicialmente o run_obs.sh sem argumento para rever as informações descritas acima certificando que não há outras opções implementadas e não tratadas nessa página:

```
$ ./run_obs.sh ajuda
```

- e) A saída deverá ser a mesma apresentada na figura 2.3. Depois disso execute o testcase seguindo os argumentos apresentados abaixo:

```
$ ./run_obs.sh 2015120100 2015120200 6 4 1
```

Observe a sequencia de chamadas que o run_obs.sh realiza intercalando o BFGÉ e a execução do PaQC para cada data do período. Na rodada testcase a seguinte sequencia é apresentada na figura 2.4 onde as informações entre as chamadas foram suprimidas na figura para simplificar o entendimento da sequencia dos processos:

```

+++++ Executando o Sistema de Gestao e Controle de +++++
+++++ Qualidade de dados para a Assimilacao (GCQD) +++++
+++++
+ PARAMETROS
+ Data Inicial          : 2015120100
+ Data Final           : 2015120200
+ Passo do ciclo de analise: 6
+ Numero de processadores : 4
+ Testcase             : 1

          !!! ATENCAO !!!
PARAMETROS ACIMA SAO PRE-CONFIGURADOS PARA UM TESTCASE PADRAO
Deseja continuar? (Digite S/s para afirmativo): S
> Executando o sistema GCQD com o testCase padrao...

++ Executando o CGQD para a data: 2015120100
++ Executando o BFGE: /bin/bash ./run_bfge.sh 2015120100
++ Executando o PAQC: /bin/bash ./run_paqc.ksh 2015120100 4 1
++ Executando validacao BFGE: /bin/bash ./run_valida.sh 2015120100 1

+++++
++ Executando o CGQD para a data: 2015120106
++ Executando o BFGE: /bin/bash ./run_bfge.sh 2015120106
++ Executando o PAQC: /bin/bash ./run_paqc.ksh 2015120106 4 1
++ Executando validacao BFGE: /bin/bash ./run_valida.sh 2015120106 1

+++++
++ Executando o CGQD para a data: 2015120112
++ Executando o BFGE: /bin/bash ./run_bfge.sh 2015120112
++ Executando o PAQC: /bin/bash ./run_paqc.ksh 2015120112 4 1
++ Executando validacao BFGE: /bin/bash ./run_valida.sh 2015120112 1

+++++
++ Executando o CGQD para a data: 2015120118
++ Executando o BFGE: /bin/bash ./run_bfge.sh 2015120118
++ Executando o PAQC: /bin/bash ./run_paqc.ksh 2015120118 4 1
++ Executando validacao BFGE: /bin/bash ./run_valida.sh 2015120118 1

+++++
++ Executando o CGQD para a data: 2015120200
++ Executando o BFGE: /bin/bash ./run_bfge.sh 2015120200
++ Executando o PAQC: /bin/bash ./run_paqc.ksh 2015120200 4 1
++ Executando validacao BFGE: /bin/bash ./run_valida.sh 2015120200 1

+++++

```

Figura 2.4 - Sequencia de execuções dos processos no script principal run obs.

Os arquivos de saída do processo nesse testcase podem ser acessados em `${WORK_HOME}/obs/dataout/20151201` (ou `${WORK_HOME}/obs_V1.3.3/dataout/20151201` para a versão tag).

2.2.3.3 Utilização da validação dos dados PrepBUFR e BUFR gerados pelo obs

Com os arquivos PrepBUFR e BUFR gerados é possível realizar um dos procedimentos da validação desses dados utilizando o conjunto de processos para a geração

de valores estatísticos e também a visualização do conjunto de observações desejadas através da latitude e longitude no globo terrestre. Para isso deve-se proceder da seguinte maneira:

- a) Configurar dentro do script `run_valida` um namelist correspondente:

```
gedit run_valida.sh&
```

- b) Preencher os vetores com os tipos de observações convencionais desejadas para a visualização:

```
Os vetores a serem modificados dentro do script são esses
(exemplo pré-definido):
pb_message_type=(SATWND ADPUPA GPSIPW) #acrescentar no vetor
pb_report_type=(245.0 120.0 153.0)
pb_said=(257.0 209.0 0) #inserir 0 para quando
nao tiver valor de sat_identifier=SAID
```

- c) Executar o script `run_valida`:

```
./run_valida.sh 2015120100 1
```

Observação 1: Dentro do script há a criação de um namelist que será lido pelo programa em fortran de decodificação. Esse namelist chama-se `namelist_decodes.nml` e deve conter os seguintes parâmetros:

- Diretórios de entrada dos arquivos `PrepBUFR` e saída para os arquivos texto decodificados;
- Nome dos arquivos `PrepBUFR` a serem executados;

Cabe ressaltar que para as próximas versões o namelist e os vetores com os tipos de observação serão configurados fora do script principal de visualização.

2.3 Notas sobre a versão 1.3.3 e melhorias futuras a serem feitas na próxima

A presente versão, contendo apenas os dados essenciais, tem em sua elaboração diversas bases de dados ainda não implementada. Além disso, no desenvolvimento da proposta foram identificados diversos pontos que poderiam ser melhores desenvolvidos, mas que não o foram realizados para não prejudicar o andamento de outras atividades que não são dependentes dessas melhorias. Algumas dessas tarefas já haviam sido identificadas na versão anterior 1.0, mas ainda não foram devidamente

tratados ainda nessa versão, devendo ser na próxima. Nessa seção será feita uma listagem dos pontos que foram identificados e uma previsão em termos de versões futuras em que essas melhorias deverão estar disponíveis. As principais que merecem destaque são:

- Correção de um bug na biblioteca NCEP_bufR para o PaQC de dados de Profiler e de AIRCRAFT, pois na execução inicial do PaQC foi identificado um bug no controle de qualidade dos perfilhadores e para os dados de AIRCFT. Ao testar o PaQC numa determinada tarefa usando os dados do BUFR GDAD do NCEP um problema foi identificado na biblioteca NCEP_BURF ao fazer o controle de qualidade desses dados. Esse problema foi postergado para ser resolvido na próxima versão permitindo a publicação dessa. Pretende-se investir nessa tarefa para a versão V1.6.6 intermediária, a ser disponível em janeiro de 2017.
- Aprimorar a ferramenta que cria o arquivo PrepBUFR abordando outros tipos de dados tais como:
 - ASCATW - Dados de vento a superfície marinha recuperados a partir de dados de escaterometro (ASCAT).
 - GOESND - Dados de perfis atmosféricos recuperados a partir de dados dos satélites GOES (retrieval);
 - GPSIPW - Dados do vapor d'água integrado obtidos a partir dos dados GPS;
 - PROFLR - Dados de perfilhadores acústicos de vento (SODAR);
- E para o caso dos dados de satélites, serão adicionados:
 - Outros sensores de radiância dos satélites já utilizados e recebidos na DSA e DOP devem ser adicionados, em especial dos sensores hiperespectrais: AIRS e IASI;
 - Dados de radiocultação de outras constelações deverão ser adicionadas posteriormente, tais como os dados do COSMIC e TerraSar e outras futuras, tais como o COSMIC-2 entre outras;
 - Dados de vento por satélites usando os dados dos satélites da EUMETSAT;

Essas tarefas associadas com a ampliação da base de dados utilizadas deverão estar em constante desenvolvimento e demandará relativamente um longo período de tempo. Um desenvolvimento completo e de difícil previsão uma vez que a disponibilidade de dados e modificações nos mesmos é sempre constante.

3 Pacote BFGE

3.1 Informações gerais sobre o BFGE

Esse pacote tem a função de converter os dados em formato BUFR na tabela WMO para o formato PrepBUFR/ BUFR tabela NCEP, o qual é o formato utilizado pelo GSI. Embora a conversão do formato de arquivo seja semelhante entre os diferentes tipos de dados, bastando apenas que seja identificados os códigos de leitura WMO e escrita na tabela NCEP, todo o processo é separado em módulos principais por tipo de dados e tratados separadamente. Isso é feito para tornar mais fácil as futuras modificações no código, para que um tipo de dado não interfira em um outro. Essa separação modular, embora as vezes deixa o código pouco otimizado, com algumas rotinas semelhantes permite uma separação do fluxo e facilita a interpretação do código. As futuras versões provavelmente deverá caminhar para um código mais eficiente. A estratégia de implementação adotada foi que apenas uma rotina principal que está contida no programa `obs/src/bfge/main.f90` seja responsável por executar todos os módulos e gerar assim os diferentes tipos de arquivos. A estratégia adotada na concepção do projeto foi que cada sistema de observação fosse tratado separadamente em módulos distintos, os quais os mais semelhantes sejam agrupados em módulos maiores, como por exemplo os sensores de radiâncias em módulos distintos mas agrupados em um módulo de processamento de radiâncias.

3.1.1 Estratégia de desenvolvimento do BFGE

Para o desenvolvimento dos módulos específicos para cada sistema de observação no BFGE foi criado um Dummy composto basicamente de uma rotina de configuração, uma de seleção dos dados e uma terceira de escrita. O desenvolvimento de um novo sistema de observação a ser incluído no BFGE deve tratar das seguintes tarefas:

- a) Levantamento dos dados e estudo da estrutura de escrita do sistema de observação e sua utilização na assimilação do GSI;
- b) Preparação do ambiente de implementação no repositório do pacote usando o pacote Dummy;
- c) Organização dos dados no testcase padrão do pacote;
- d) Implementação do código obedecendo a estrutura Dummy de desenvolvimento e as exigências para as entregas no SVN;

- e) Validar os resultados usando o pacote de validação e implementar funcionalidade de o dado exigir função ainda não contempladas no pacote;
- f) Gerar uma página wiki documentando em detalhes todo o desenvolvimento realizado relacionado com as revisões realizadas no SVN.

Para isso algumas ferramentas básicas destinadas para apoiar o desenvolvimento foram desenvolvidas, as quais são listadas abaixo, dos quais são apresentados aqui informações básicas bem como um link para uma página wiki específica para cada um deles, onde os mesmos são detalhados. Os itens de apoio no desenvolvimento são:

- Estrutura dummy

A estrutura básica do modelo (dummy) consiste na criação de um pacote inicial estruturado em módulos e sub-rotinas que tem por objetivo de auxiliar o desenvolvedor na criação de novos pacotes de outros tipos de observação a partir desse pacote modelo, facilitando assim todo o esquema de estruturação do programa em geral, sendo possível com maior facilidade incluir novas funcionalidades de observações.

O pacote dummy é atualmente separado em dois módulos e faz a utilização das sub-rotinas de alguns módulos independentes (módulo de variáveis globais, módulo de leitura de dados bufr e módulo de escrita de dados PrepBUFR).

Os módulos principais do dummy são:

- **m_dummy_select**

- **m_dummy_conf**

O módulo **m_dummy_conf** contém a sub-rotina que faz a leitura do arquivo de configuração denominado **namelist_dummy.PREPOBS** apresentado na figura 3.1 :

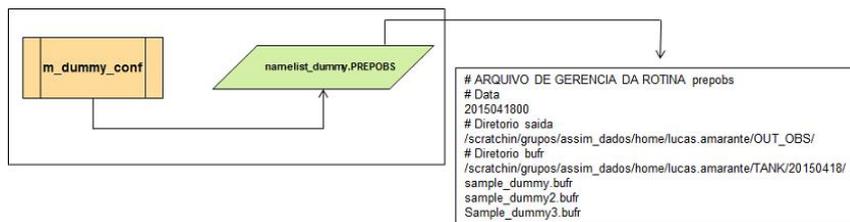


Figura 3.1 - Representação do módulo dummy e arquivo namelist.

A sub-rotina específica nesse módulo faz a leitura do arquivo de configuração e armazena o resultado em algumas variáveis que serão utilizados pelos outros módulos do programa, tais como os diretórios de entrada e saída dos arquivos BUFERS. O arquivo namelist tem uma configuração que deve ser respeitada, como inclusão de # no início de linhas não utilizadas, e também devem estar de acordo com a descrição da linha acima desses parâmetros.

O módulo principal `m_dummy_select` consiste num módulo com uma sub-rotina responsável em executar a chamada de outras sub-rotinas localizadas nos módulos independentes do programa, que são:

– **Módulo de variáveis globais:**

Esse módulo contém as variáveis que são necessárias utilizar ao longo das sub-rotinas de outros módulos. Foi preciso a criação de um módulo específico como esse porque havia necessidade de utilizar a mesma variável preenchida com o valor em outras sub-rotinas, visto que quando a declaração é feita dentro de uma sub-rotina, a mesma perde seu valor em outras sub-rotinas de outros módulos.

– **Sub-rotina no módulo de leitura do arquivo de configuração namelist:**

Essa sub-rotina pertence ao pacote dummy, conforme explicada acima, faz a leitura do arquivo de configuração e armazena o resultado em algumas variáveis que serão utilizados pelos outros módulos do programa.

– **Sub-rotina no módulo de leitura de dados BUFERS:**

A sub-rotina de leitura de dados BUFERS faz a utilização dos módulos de criação e decodificação de BUFERS da ferramenta `mbuf_tools` (distribuída pelo CPTEC/INPE:

<http://downloads.cptec.inpe.br/publicacoes/detalhes.jsp>) e é uma adaptação de um dos programas dessa ferramenta denominado bufrdump. A partir dos parâmetros informados no namelist, o dado BUFR é decodificado pelos módulos de decodificação a partir da leitura de arquivos tabela, que são um conjunto de arquivos em formato texto com a descrição dos códigos referentes a informação dentro do arquivo BUFR. Essas tabelas são fundamentais para a correta decodificação do dado e segue um exemplo abaixo de um desses descritores (trecho retirado de um arquivo tabela):

002153	SATELLITE CHANNEL CENTRE FREQUENCY	Hz	-8	0	26
002154	SATELLITE CHANNEL BAND WIDTH	Hz	-8	0	26
002163	HEIGHT ASSIGNMENT METHOD	CODETABLE 2163	0	0	4
002164	TRACER CORRELATION METHOD	CODETABLE 2164	0	0	3
002166	RADIANCE TYPE	CODETABLE 2166	0	0	4
002167	RADIANCE COMPUTATIONAL METHOD	CODETABLE 2167	0	0	4
004001	YEAR	YEAR	0	0	12
004002	MONTH	MONTH	0	0	4
004003	DAY	DAY	0	0	6
004004	HOURL	HOURL	0	0	5
004005	MINUTE	MINUTE	0	0	6
004006	SECOND	SECOND	0	0	6
004011	TIME INCREMENT	YEAR	0	-1024	11

A decodificação desses dados são armazenados em variáveis tipo e seus valores são passados para a sub-rotina seguinte de escrita de dados PrepBUFRS.

– **Sub-rotina no módulo de escrita de dados PrepBUFRS:**

Essa é a última sub-rotina utilizada no processo de geração de dados PrepBUFRS, sendo a mesma responsável por adicionar os valores das variáveis vindas da leitura do BUFR aos parâmetros específicos da lista de mnemônicos, os quais são descritos em algumas das tabelas NCEP que está localizada no link: http://www.emc.ncep.noaa.gov/mmb/data_processing/prepbufr.doc/table_1.htm. Na figura 3.2 pode-se ver um exem-

plo de alguns mnemônicos:

String name	MNEMONIC	NUMBER	DESCRIPTION
hdstr	SID	001192	STATION IDENTIFICATION
	XOB	006002	LONGITUDE
	YOB	005002	LATITUDE
	DHR	004192	OBSERVATION TIME MINUS CYCLE TIME
	TYP	001193	PREPBUFR REPORT TYPE
	ELV	010194	STATION ELEVATION
	SAID	001007	SATELLITE IDENTIFIER (SATELLITE REPORTS ONLY)
obstr	POB	007192	PRESSURE OBSERVATION
	QOB	013192	SPECIFIC HUMIDITY OBSERVATION AFTER "VIRTMP" STEP - ALWAYS RECALCULATED FROM QUALITY CONTROLLED VIRTUAL TEMPERATURE DATA)
	TOB	012192	TEMPERATURE OBSERVATION(AFTER "PREPRO" STEP - REPORTED TEMP, EITHER SENSIBLE OR VIRTUAL DEPENDING UPON DATA TYPE AFTER "VIRTMP" STEP - VIRTUAL TEMPERATURE IF MOISTURE AVAILABLE, OTHERWISE SENSIBLE)
	ZOB	010196	HEIGHT OBSERVATION
	UOB	011003	U-COMPONENT WIND OBSERVATION
	VOB	011004	V-COMPONENT WIND OBSERVATION
	PWO	013213	TOTAL PRECIPITABLE WATER OBSERVATION
	CAT	001194	PREPBUFR DATA CATEGORY
	PRSS	010195	SURFACE PRESSURE OBSERVATION

Figura 3.2 - Lista de exemplo de alguns mnemônicos.

Essa sub-rotina é uma adaptação de um dos programas da ferramenta bufrtools (disponibilizada em: <http://www.dtcenter.org/com-GSI/users/downloads/index.php>).

O esquema do funcionamento do dummy é apresentado na figura 3.3:

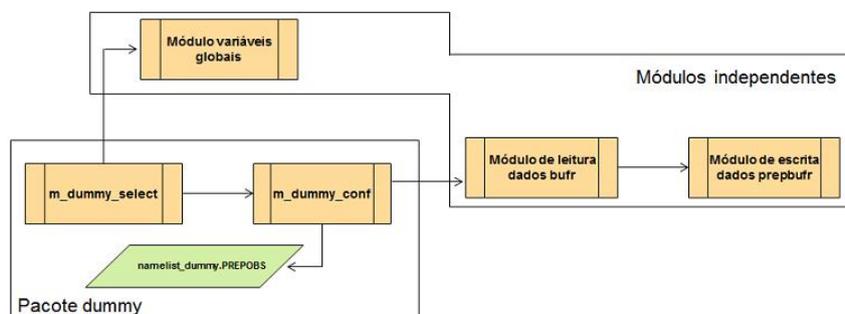


Figura 3.3 - Esquema do funcionamento dummy.

A ideia inicial é que toda a execução do pacote dummy será realizada pelo programa principal que executa a sub-rotina principal do dummy localizada no `m_dummy_select`. E a medida que desenvolve esses procedimentos utilizando o dummy para outros tipos de observação as sub-rotinas serão inclusas no código do programa principal para a execução das mesmas uma por vez, conforme a figura 3.4 que apresenta esse exemplo:

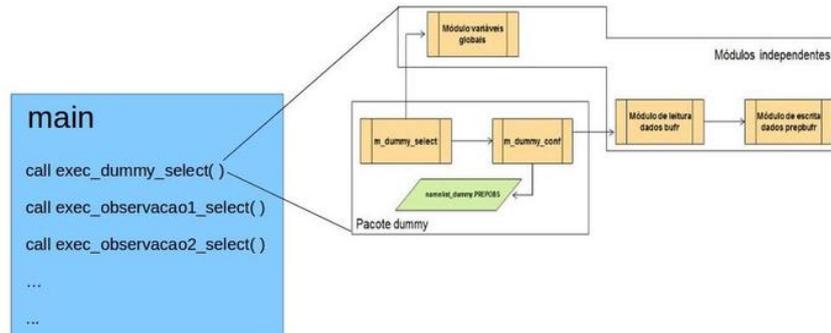


Figura 3.4 - Exemplo de execução do dummy.

Todo código é versionado para um melhor andamento do desenvolvimento e para mais detalhes do pacote dummy são encontrados no link: <https://projetos.cptec.inpe.br/projects/paqc/repository/show/trunk/obs/src/bfge/dummy>

- Estrutura `dummy_bufr_tank`

O modelo tanque é um diretório contendo os dados para uma rodada de teste da versão em distribuição bem como orientar o ambiente onde os dados deverão estar disponíveis para a operacionalização de todo o pacote de processamento do GCQD. Assim numa tarefa como um testcase do pacote foi criado um diretório chamado de Bufr_Tank no scratchin do usuário gdad no diretório Data_Fix, como é o procedimento padrão de desenvolvimento dos demais projetos do grupo. A mesma tem a função de materializar a ideia conceitual de um repositório onde os dados disponíveis para a assimilação sejam colocados da forma como mostra a figura 3.5.

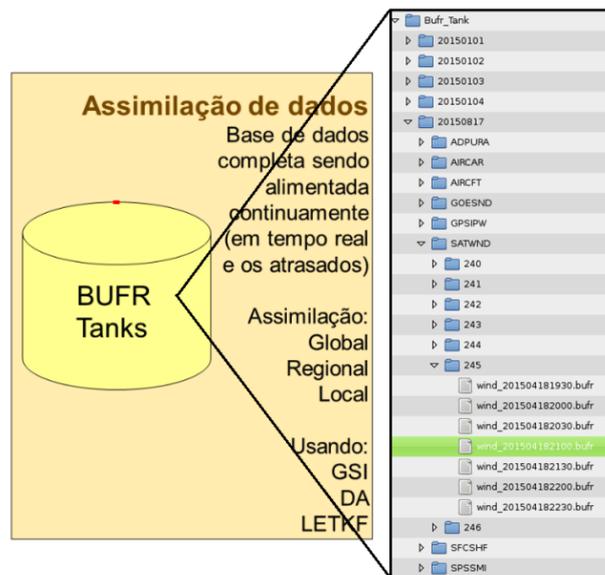


Figura 3.5 - Estrutura do modelo bufr tank.

Para isso foi criado o diretório OBS ao lado do GSI e WRF no DataFix
 /scratchin/grupos/assim_dados/home/gdad/DataFix/OBS/

Nele foi criado o testcase

/scratchin/grupos/assim_dados/home/gdad/DataFix/OBS/testcase

No caso do projeto obs para o testcase são necessários os dados do Bufr_Tank

/scratchin/grupos/assim_dados/home/gdad/DataFix/OBS/testcase/-
 Bufr_Tanks

Nesse diretório subdiretórios para cada data foram criados com o formato YYYYMMDD, nos quais subdiretórios com os mnemônicos dos dados são criados seguindo a estrutura de diretórios idealizado na concepção da proposta e ilustrada na figura acima. Detalhes dos mnemônicos são apresentados nas próximas sub-seções.

Nesse diretório foi colocado também um README com todas as ideias de como foi organizado os diretórios no bufr_tank.

Estrutura de diretórios para os dados convencionais:

A relação dos mnemônicos utilizada para a criação dos diretórios dos dados convencionais foi a lista na tabela do NCEP disponível em: http://www.emc.ncep.noaa.gov/mmb/data_processing/prepbufr.doc/table_1.htm, as quais são destacada na figura 3.6:

THE FOLLOWING ARE TABLE A ENTRIES FOR PREPBUFR MESSAGE TYPES

MNEMONIC	NUMBER	DESCRIPTION
ADPUPA	A48102	UPPER-AIR (RAOB, PIBAL, RECCO, DROPS) REPORTS
AIRCAR	A48103	MDCRS ACARS AIRCRAFT REPORTS
AIRCFT	A48104	AIREP, PIREP, AMDAR, TAMDAR AIRCRAFT REPORTS
SATWND	A48105	SATELLITE-DERIVED WIND REPORTS
PROFLR	A48106	WIND PROFILER AND ACOUSTIC SOUNDER (SODAR) REPORTS
VADWND	A48107	VAD (NEXRAD) WIND REPORTS
SATEMP	A48108	POES SOUNDING, RETRIEVAL, RADIANCE DATA (TOVS)
ADPSFC	A48109	SURFACE LAND (SYNOPTIC, METAR) REPORTS
SFCSHP	A48110	SURFACE MARINE (SHIP, BUOY, C-MAN PLATFORM) REPORTS
SFCBOG	A48111	MEAN SEA-LEVEL PRESSURE BOGUS REPORTS
SPSSMI	A48112	DMSP SSM/I RETRIEVAL PRODUCTS (REPROCESSED WIND SPEED, TPW)
SYNDAT	A48113	SYNTHETIC TROPICAL CYCLONE BOGUS REPORTS
ERS1DA	A48114	ERS SCATTEROMETER WIND DATA (REPROCESSED)
GOESND	A48115	GOES SOUNDING, RETRIEVAL, RADIANCE DATA
QKSWND	A48116	QUIKSCAT SCATTEROMETER WIND DATA (REPROCESSED)
MSONET	A48117	MESONET SURFACE REPORTS
GPSIPW	A48118	GLOBAL POSITIONING SATELLITE-INTEGRATED PRECIPITABLE WATER REPORTS
RASSDA	A48119	RADIO ACOUSTIC SOUNDING SYSTEM (RASS) VIRTUAL TEMPERATURE PROFILE REPORTS
WDSATR	A48120	WINDSAT SCATTEROMETER WIND DATA (REPROCESSED)
ASCATW	A48121	ASCAT SCATTEROMETER DATA (REPROCESSED)

Figura 3.6 - Lista de mnemônicos utilizados para o modelo bufr tank.

Embora nem todos os tipos de dados são utilizados, a lista completa foi implementada para os dados não utilizados possam ser incluídos no tanque recursivamente para épocas passadas em um momento no futuro. Portanto, a lista final dos subdiretórios para os dados convencionais foi a seguinte:

ADPUPA AIRCAR AIRCFT SATWND PROFLR VADWND SATEMP
ADPSFC SFCSHP SFCBOG SPSSMI SYNDAT ERS1DA GOESND
QKSWND MSONET GPSIPW RASSDA WDSATR ASCATW

Estrutura de diretórios para os dados de satélites:

Para os dados de satélites foi utilizado os mesmos mnemônicos utilizados no GSI na ingestão de dados de satélites. Essa lista é destacado o sensor ou a técnica e os satélites envolvidos podem estar separados em subdiretórios o que poderá variar significativamente para cada um deles. A necessidade dessa subdivisão fica para ser decidida na inclusão de cada um dos tipos de dados. Essa lista do GSI está disponível no arquivo GSI_Userguide no link: http://www.dtcenter.org/com-GSI/users/docs/users_guide/GSIUserGuide_v3.3.pdf do DTC, mais especificamente na página 18, onde são apresentados todos os tipos de dados. Essa tabela é transcrita na figura 3.7:

GSI Name	Content	Example file names
prepbufr	Conventional observations, including ps, t, q, pw, uv, spd, dw, sst	gdas1.t12z.prepbufr
satwnd	satellite winds observations	gdas1.t12z.satwnd.tm00.bufr_d
amsuabufr	AMSU-A 1b radiance (brightness temperatures) from satellites NOAA-15, 16, 17, 18, 19 and METOP-A/B	gdas1.t12z.1bamua.tm00.bufr_d
amsubbuf	AMSU-B 1b radiance (brightness temperatures) from satellites NOAA-15, 16, 17	gdas1.t12z.1bamub.tm00.bufr_d
radarbuf	Radar radial velocity Level 2.5 data	ndas.t12z.radwnd.tm12.bufr_d
gpsrobuf	GPS radio occultation and bending angle observation	gdas1.t12z.gpsro.tm00.bufr_d
ssmirrbuf	Precipitation rate observations from SSM/I	gdas1.t12z.spssmi.tm00.bufr_d
tmirrbuf	Precipitation rate observations from TMI	gdas1.t12z.sptrmm.tm00.bufr_d
sbuvbuf	SBUV/2 ozone observations from satellite NOAA-16, 17, 18, 19	gdas1.t12z.osbuv8.tm00.bufr_d
hirs2buf	HIRS2 1b radiance from satellite NOAA-14	gdas1.t12z.1bhrs2.tm00.bufr_d
hirs3buf	HIRS3 1b radiance observations from satellite NOAA-16, 17	gdas1.t12z.1bhrs3.tm00.bufr_d
hirs4buf	HIRS4 1b radiance observation from satellite NOAA-18, 19 and METOP-A/B	gdas1.t12z.1bhrs4.tm00.bufr_d
msubufr	MSU observation from satellite NOAA 14	gdas1.t12z.1bmsu.tm00.bufr_d
airsbuf	AMSU-A and AIRS radiances from satellite AQUA	gdas1.t12z.airsev.tm00.bufr_d
mhsbuf	Microwave Humidity Sounder observation from NOAA-18, 19 and METOP-A/B	gdas1.t12z.1bmhs.tm00.bufr_d
ssmitbuf	SSM/I observation from satellite f13, f14, f15	gdas1.t12z.ssmi.tm00.bufr_d
amsrebuf	AMSR-E radiance from satellite AQUA	gdas1.t12z.amsre.tm00.bufr_d
ssmisbuf	SSMIS radiances from satellite f16	gdas1.t12z.ssmis.tm00.bufr_d
gsnd1buf	GOES sounder radiance (sndrd1, sndrd2, sndrd3, sndrd4) from GOES-11, 12, 13, 14, 15.	gdas1.t12z.goesfv.tm00.bufr_d
l2rwbufr	NEXRAD Level 2 radial velocity	ndas.t12z.nexrad.tm12.bufr_d
gsndrbuf	GOES sounder radiance from GOES-11, 12	gdas1.t12z.goesnd.tm00.bufr_d
gimgrbufr	GOES imager radiance from GOE- 11, 12	
ornibufr	Ozone Monitoring Instrument (OMI) observation NASA Aura	gdas1.t12z.orni.tm00.bufr_d
iasibufr	Infrared Atmospheric Sounding Interferometer sounder observations from METOP-A/B	gdas1.t12z.mtiasi.tm00.bufr_d
gomebuf	The Global Ozone Monitoring Experiment (GOME) ozone observation from METOP-A/B	gdas1.t12z.gome.tm00.bufr_d
mlshufr	Aura MLS stratospheric ozone data from Aura	gdas1.t12z.mlshufr.tm00.bufr_d

Figura 3.7 - Lista de nomes para as observações de satélites e exemplos.

A relação completa dos mnemônicos (primeira coluna na tabela da figura acima) foi reduzida para uma relação mais enxuta com os dados mais importantes, a qual pode ser ampliada futuramente na medida da necessidade com a inclusão de dados não considerados nessa lista. Uma relação mais enxuta utilizada é:

satwnd amsuabufr amsubbuf radarbuf gpsrobuf hirs3buf hirs4buf airsbufr mhsbuf iasibufr atmsbuf crisbuf modisbuf

Script para gerar a estrutura de subdiretórios no Bufr_Tank:

Para facilitar a estruturação de novos períodos de dados foi criado um script para criar a estrutura de diretórios no Bufr_Tank. Ele chama-se `cria_subdir.ksh` e possui as seguintes funções:

- 1- Criar um diretório para a data;
- 2- Criar os subdiretórios para os dados convencionais e de satélites para cada data;
- 3- Criar os subdiretórios para os subtipos em que cada um dos tipos de dados são compostos.

Os parâmetros de entrada são a data inicial e final do período desejado na forma YYYYMMDD.

Mais informações sobre essa ferramenta se encontra em: https://projetos.cptec.inpe.br/projects/paqc/wiki/dummy_bufr_tank.

Para os testes iniciais de avaliação do pacote foi organizado um depósito modelo de arquivos BUFR WMO, os quais devem conter um conjunto básico de dados para testes iniciais, de todos os sistemas de observações contemplados no BFGGE. Esse depósito foi criado no diretório DataFix do usuário GDAD. Nesse Tanque dummy foi definida a estrutura de diretórios, os quais o tanque deve obedecer quando estiver na operação junto ao DOP. Com a inclusão de novos sistema de observações, os dados do testcase deve ser colocados nesse tanque.

3.2 Estrutura básica do BFGGE e seus módulos principais

Com base nessa metodologia de desenvolvimento a estrutura do pacote está organizada em função da origem dos dados, sendo uma para os dados convencionais que contempla os dados oriundos do BDM da DOP, e uma segunda para os dados de satélites que trata dos dados oriundos do BDS da DSA. Os dados convencionais compõem um módulo único e os diferentes sistemas de observações são escritos em um mesmo arquivo denominado PrepBUFR. Os dados de satélites são separados em dois diferentes módulos para os dois principais tipos de dados importantes para a assimilação, os quais são radiâncias e dados de rádio ocultação dos sinais dos sistemas de navegação GNSS.

3.2.1 Os módulos principais do pacote BFGÉ

Os quatro principais módulos que divide o pacote são detalhados abaixo:

- Convencionais (convobs)

Os dados chamados convencionais são dados provenientes de estações meteorológicas em superfície, sensores em aviões, navios e bóias, perfilhadores de vento e dados de lançamento de radiossondas, dropsondas e outras fontes de dados em bases terrestres ou reportados a essas. Todas essas fontes de dados são organizadas em um mesmo arquivo de leitura no GSI, o qual é denominado PrepBUFR. Inicialmente se pensou em colocar cada tipo de dado em um módulo em separado, mas a separação em módulos não traria contribuição significativa dada as suas semelhanças e por isso todos os dados são tratados em um mesmo módulo. Dessa forma as tarefas similares como configuração dos sistemas de observações e seleção dos arquivos a serem processados são feitas pela mesma rotina, mas a escrita dos dados no arquivo PrepBUFR é realizada por uma rotina específica para cada sistema de observação dada as suas particularidades. Seguindo a tabela do NCEP, há uma relação de mnemônicos para os dados convencionais e os principais, contemplados nesse projeto, e são listados abaixo:

- ADPSFC: Dados de estações meteorológicas a superfície terrestres (SYNOP e METAR);
- ADPUPA: Dados de ar superior na atmosfera (Radiossondas, Balão Piloto, Dropsondas);
- AIRCAR: Dados de sensores meteorológicos instalados em aviões (ACARS, AIRCRAFT e MDCRS);
- AIRCFT: Dados de sensores meteorológicos instalados em aviões comerciais (AIREP, PIREP, AMDAR, TAMDAR)
- ASCATW: Dados de vento a superfície marinha recuperados a partir de dados de escaterometro (ASCAT).
- GOESND: Dados de perfis atmosféricos recuperados a partir de dados dos satélites GOES (retrieval);
- GPSIPW: Dados do vapor d'água integrado obtidos a partir dos dados GPS;
- PROFLR: Dados de perfilhadores acústicos de vento (SODAR);
- RASSDA: Dados de sensores rádio acústico (RAAS) - perfil de temperatura virtual;

- SATWND: Dados de vento derivados de satélite;
- SFCBOG: Dados de pressão ao nível médio do mar (BOGUS);
- SFCSHIP: Dados de estações a superfície oceânica (Navios, boias e plataformas C-MAN);
- VADWND: Dados de vento VAD (NEXRAD);

- Vento por satélites (satwind)

Os dados de vento por satélites gerado operacionalmente na DSA/CP-TEC/INPE utilizam imagens de um satélite geo-estacionário. O processo de estimativa assume a hipótese de que o deslocamento horizontal das nuvens se deve apenas ao efeito dos ventos, portanto é necessário identificar a propagação horizontal dessas nuvens em uma sequência de imagens. Uma metodologia de rastreamento de nuvens, baseada no método da Máxima Correlação Cruzada (MCC), é empregada para identificar a direção e intensidade do vento responsável por esse deslocamento. O nível de pressão que cada vetor vento representa é definido de acordo com o tipo de nuvem utilizada como traçador durante o processo de rastreamento. Esse dado é tratado no GSI como uma das fontes de dados do arquivo PrepBUFR. No entanto, como esse tipo de dados tem crescido significativamente nos últimos anos, ele tem dominado o arquivo PrepBUFR, o que sugeriu a criação de um arquivo separado dos demais tipos de dados no PrepBUFR. Dessa forma, ele é tratado em um módulo específico no BFGE, uma vez que utiliza dados de satélites e conta com o apoio da DSA, ele ficou alojado na parcela sat do BFGE. A relação de satélites e tipos de canais tratados aqui são:

=>Satélite GOES*

- visível
- infravermelho próximo (3.9 μm)
- vapor d'água (6.7 μm)
- infravermelho janela (10.2 μm)

=>Satélite EUMETSAT (previsto para o segundo semestre de 2016)

- vapor d'água (6.2 μm)
- infravermelho (10.8 μm)

- Radiâncias (radiance)

Sendo os dados de maior importância para a assimilação em modelos globais de PNT os dados de radiância compõem um módulo principal que é subdividido em sub-módulos para cada tipo de sensor, independente dos satélites que os embarca. Para cada um desses módulos um tipo de arquivo é gerado contendo os dados do mesmo sensor provenientes de distintos satélites. Isso foi organizado dessa forma, pois é como o GSI trata a relação de sensores e satélites para os dados da radiância. Cada um desses módulos devem ser desenvolvidos obedecendo a estrutura Dummy de desenvolvimento. A relação abaixo apresenta a lista dos sub-módulos para a radiância relacionado os sensores, os satélites e os arquivos que os mesmos geram para a assimilação no GSI:

- Módulo amsua: Satélites: NOAA-18 NOAA-19 MetOp-A e MetOp-B/
Arquivo: cptec.yyyymmdd.thhz.1bamua
- Módulo airs : Satélites: Aqua Terra/ Arquivo: cptec.yyyymmdd.thhz.airsev
- Módulo iasi : Satélites: MetOp-A e MetOp-B/ Arquivo: cptec.yyyymmdd.thhz.mtiasi
- Módulo mhs : Satélites: NOAA-18 NOAA-19 MetOp-A e MetOp-B/
Arquivo: cptec.yyyymmdd.thhz.1bmhs
- Módulo hirs4: Satélites: NOAA-18 NOAA-19 MetOp-A e MetOp-B/
Arquivo: cptec.yyyymmdd.thhz.1bhrs4

- Rádio ocultação (rogss)

Os dados de rádio ocultação GNSS são perfis de observações indiretas da atmosfera, que semelhante aos dados de radiância, carregam informação do comportamento da mesma em diferentes níveis. Os dados podem ser em três níveis de processamento, os quais podem ser listados aqui (do mais cru para o mais processado) como sendo (1) perfis do ângulo de ocultação em função do parâmetro de impacto; (2) perfis de refratividade em função da altura geométrica e (3) perfis de temperatura e umidade em função da pressão atmosférica. Atualmente o CPTEC está assimilando dados de refratividade e caminha para a assimilação do ângulo de ocultação. No GSI todos os dados de rádio ocultação independente dos sensores e constelação de satélites são tratados em um mesmo arquivo. Mas como são distintas as formas de receber os dados das diferentes constelações, os seguintes sub-módulos deverão ser criados:

- Sensor GPS, Satélites: Constelação COSMIC-I;
- Sensor GRAS, Satélites MetOp-A e MetOP-B;
- Sensor GNSS, Satélite TerraSAR;
- Sensor GPS, Satélites: Constelação COSMIC-II.

Na figura 3.8 é apresentado um esquema ilustrativo da sequencia em que os processos são chamados em um fluxograma dos scripts responsáveis por executar cada um dos módulos que compõem o BFGE descritos acima. Nessa figura o script principal chamado `run_bfge.sh` é detalhado em especial os argumentos necessários para a sua execução. Um destaque é feito para o fluxo de dados de cada um desses módulos, os quais são utilizados setas coloridas para separar os diferentes tipos de dados: dados convencionais, dados de radiância e dados de rádio ocultação GNSS. Os dados existentes no `Bufr_Tanque`, disponibilizados pelos bancos de dados Meteorológicos (DOP) e de satélites (DSA) no formato WMO são convertidos pelos BFGE em dados `PrepBUFR/ BUFR` tabela NCEP, próprios para a assimilação de dados.

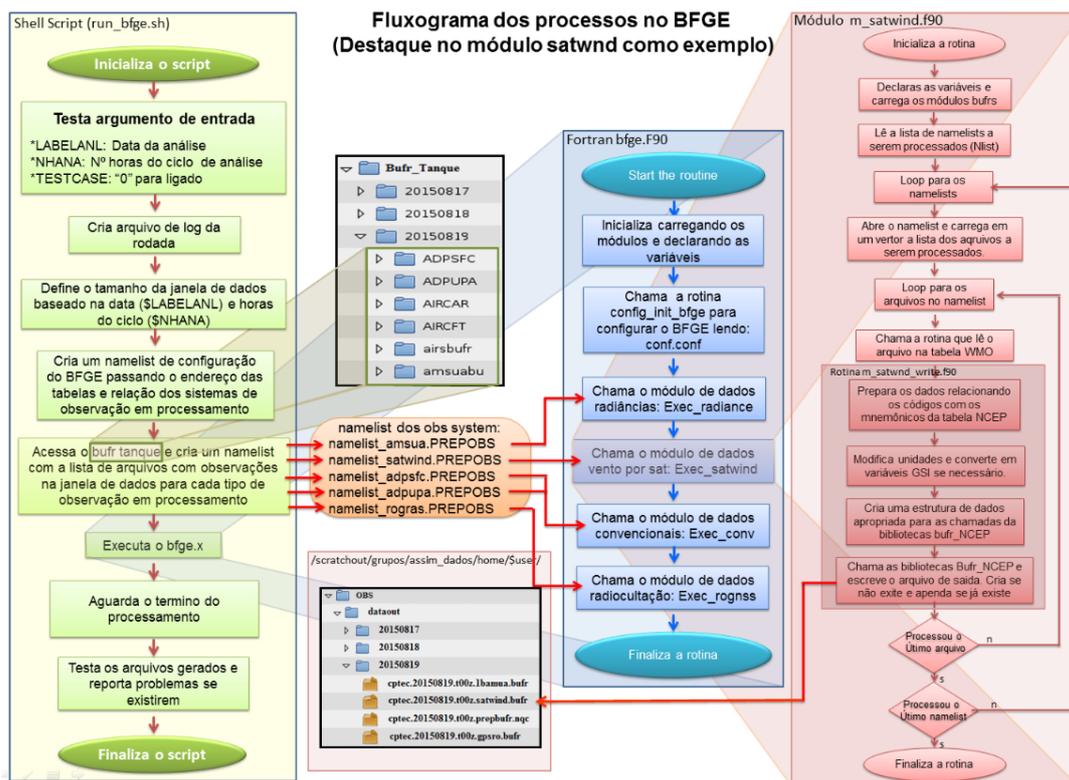


Figura 3.8 - Fluxograma dos processos no BFGE.

Para a instalação foram criados scripts de compilação, configuração e execução de todo o pacote, os quais são detalhados nas próximas seções abaixo. Esses scripts são chamados pelo instalador de todo o sistema OBS. Aqui será tratado com mais detalhes apenas a instalação e execução do BFGE.

3.3 Obtenção/configuração/compilação e execução do BFGE

Nessa seção são apresentadas as informações relevantes do processo de configuração, instalação e execução do pacote BFGE. Nela é descrita o download de todo o pacote na conta do usuário, bem como a configuração para criar a estrutura de diretórios, a instalação dos pacotes incluindo as bibliotecas e finalmente a execução usando dados de um testcase também disponível na distribuição. Embora o BFGE possa executar independente do GCQD, ajustes são necessários para isso, os quais não são tratados aqui, pois as informações apresentadas pressupõe a versão integrada.

3.3.1 Detalhes sobre a instalação do BFGE

Como nos outros pacotes, o pacote de configuração e instalação do obs foi organizado seguindo a mesma estratégia de implementação adotada no GDAD. Nela o script

config_obs.ksh é responsável por fazer todas as etapas de configuração e instalação de todos os pacotes que envolve o Sistema de Gestão e Controle de Qualidade de Dados para a Assimilação (GCQD). A estrutura é toda montada sobre o diretório obs que é baixada no scratchin via SVN (feita na seção anterior) e ao configurar o sistema uma árvore de diretórios no scratchout é criada. Isso é feita para manter a estratégia de processamento arquitetada na concepção do supercomputador Tupã. Nessa estratégia os códigos e scripts, mantidos em segurança no SVN sobre controle de versões, é compilado no scratchin, de onde é rodado o script principal, denominado run_obs.ksh, que tem a função de enviar para o scratchout todos os scripts, executáveis e demais arquivos necessários para o processamento, onde são executados envolvendo submissão de processos para os nós do Tupã. Os arquivos de resultados finais (com maior fluxo de dados) são enviados para a árvore de diretórios do obs no scratchout de onde são enviados para fitas ou discos externos. Mais informações sobre a estratégia de processamento recomendada pela supercomputação do CPTEC-INPE podem ser vistos no link: <http://supercomputacao.inpe.br/introducao-ao-uso-do-tupa#armazenamento>. Observe que com essa estratégia nada é enviado para o home do usuário, pois embora seja uma área com backup, ela tem restrição de espaço, o que limita a sua utilização envolvendo diversos sistemas.

3.3.1.1 Detalhes do script de instalação do BFGE

Com a utilização do script config_rms.ksh, com a opção configurar selecionada é criado uma lista de variáveis associadas com o BFGE que são exportadas para a utilização no sistema, abaixo segue um exemplo de uma pequena lista dessas variáveis:

```
export bfge_src=${obs_src}/bfge
export mbuf_r_lib=${bfge_src}/lib/bufrlib
export mbuf_r_adt=${bfge_src}/lib/mbufr-adt
export f90lib=${bfge_src}/lib/f90lib
export bfge_tables=${bfge_src}/bufrtables
export bfge_tables_WMO=${bfge_tables}/wmo
export bfge_tables_NCEP=${bfge_tables}/ncep
export bfge_tables_NCEP_CON=${bfge_tables}/ncep/prepbufr.table
export bfge_tables_NCEP_RAD=${bfge_tables}/ncep/radiance.bufrtable
export bfge_tools=${bfge_src}/bufrtools
export bfge_bufrview=${bfge_src}/bufrview
export bfge_decode=${bfge_src}/bufrview/decodes
export bfge_visualize=${bfge_src}/bufrview/visualize
```

```
export obs_work_run_bfge=${obs_work_run}/bfge
export obs_work_run_bfge_log=${obs_work_run_bfge}/logfiles
```

Com a utilização do script `config_rms.ksh`, com a opção `compilar` selecionada é compilado os módulos do BFGÉ, que alguns deles são apresentados abaixo com os respectivos comandos para a compilação:

- **bufrlib**: `${bfge_src}/lib/bufrlib` que é o diretório das bibliotecas bufrs;

```
cd ${mbufr_lib}
export FC=ftn
export CC=gcc
$CC -c -DUNDERSCORE './preproc.sh' *.c
$FC -c modv*.f moda*.f 'ls -l *.f | grep -v "mod[av]_"'
ar crv libbufr.a *.o
```

- **mbufr-adt**: `${bfge_src}/lib/mbufr-adt` que é o diretório das bibliotecas mbufr-adt;

```
cd ${mbufr_adt}; make
```

- **f90lib**: `${bfge_src}/lib/f90lib` que é o diretório das bibliotecas f90lib;

```
cd ${f90lib}; make
```

- **extractor**: `${extractor}` que é o diretório do pacote de extração bufr;

```
cd ${extractor}; make
```

- **inctime**: `${bfge_inctime}` que é o diretório do utilitário inctime para manipulação de datas;

```
cd ${bfge_inctime}; export ARCH=gnu; make
```

- **bfge**: `${bfge_src}/bfge` diretório do código fonte do BFGÉ, com todos seus módulos para as diferentes fontes de dados;

```
cd ${bfge_src}; make
```

Após a finalização da compilação verifica se o seguinte arquivo executável foi gerado:

- `${obs_bin}/bfge.x`: programa principal do BFGÉ contendo todos os mó-

dulos integrados;

Com a utilização do script `config_rms.ksh`, com a opção `clean_all` selecionada limpa todos os diretórios dos pacotes de instalação do BFGE apagando os arquivos temporários usados durante esse processo nos seguintes diretórios:

- `mbufr_lib`; make clean
- `mbufr_adt`; make clean
- `f90lib`; make clean
- `bfge_src`; make clean

3.3.2 Utilização do pacote BFGE

Baseado nos processos já descritos sobre a utilização do sistema GCQD com a execução básica usando os dados do testcase disponíveis, destaca-se aqui os detalhes mais relevantes da execução do BFGE.

Os dados necessários para esse testcase do sistema estão disponíveis no scratchin em um diretório comum a todos os usuários do sistema no user “`gdad`”, de forma que não se precisa replicá-los e nem ocupar espaço no SVN. A execução de todo o sistema é realizado ao rodar o script `run_obs.sh` que tem a função de incrementar uma variável com a data e hora das rodadas para o período desejado, rodando sequencialmente os processo envolvidos, chamando o script `run_bfge.sh` que executa o BFGE para converter os dados para PrepBUFR e BUFR tabela NCEP.

Em uma descrição geral do script `run_bfge.sh`, nota-se que ele:

- a) Recebe via argumento de entrada a data para o processamento do dados como sendo a data do centro da janela de dados. Um segundo argumento é o passo da análise para se definir o tamanho da janela de dados sendo metade desse passo em horas o intervalo considerado antes e depois do centro da janela. Um terceiro argumento é a flag do testcase que se define onde os dados devem ser procurados para o processamento.
- b) Esse script cria um namelist para o programa principal, chamado `bfge.conf` contendo endereços das tabelas e uma lista dos namelist dos módulos contemplados na rodada.

- c) Cria um arquivo de log da rodada com a data informada e a hora em que foi executado o script, do tipo `/${obs_work_run_bfge_log}/runBFGE_${LABELANL}_${RUNTM}.log`
- d) Trata o tamanho da janela de forma flexível podendo ser desde arquivos a cada 6 horas como a cada 1 hora para a assimilação no ciclo rápido.
- e) Cria para cada sistema de observação um namelist contendo uma lista dos arquivos disponíveis para o processamento.
- f) Executa o programa principal processando todos os tipos de dados considerados e gera os diferentes arquivos de dados BUFR e PrepBUFR tabela NCEP.
- g) Verifica se todos os arquivos gerados estão aptos para a utilização.

3.3.2.1 Detalhes do script de execução do BFGE

Para rodar todo o processo BFGE basta acionar o script `run_bfge.sh` passando os argumentos necessários seguindo as recomendações da opção ajuda que é apresentada quando nenhum argumento é dado. Essa ajuda é apresentada na figura 3.9 para facilitar a descrição de cada um dos argumentos requeridos para a execução do script.

```

lucas.amarante@login10:/scratch/in/grupos/assim_dados/home/lucas.amarante/obs/run> ./run_bfge.sh

-----
>>>>>      Execucao do BFGE no Sistema de GCQD      <<<<<<
-----

==> Para rodar o processo BFGE digite:
> ./run_bfge.sh LABELANL NHANA TESTCASE

* LABELANL   : Data da analise ou do centro da janela de dados (YYYYMMDDHH) ex. 2015010100
* NHANA      : Passo do ciclo de analise para Janela de dados (tempo (+) e (-) relacao a hora sinotica). Ex: 6
* TESTCASE   : Flag para opcao testCase sendo:
               =0 (Not testCase) Nao se deseja rodar o testeCase usando os dados bufr tabela
                 wmo do tanque predefinido na variavel obs_datain no config_obs.ksh.
                 Configuracao inicial e o mesmo diretorio do Tanque_Dummy que deve ser modificado pelo usuario
               =1 utiliza dados bufr da tabela wmo disponiveis no diretorio definido pela
                 variavel TANQUE_DUMMY no config_obs.ksh. Esse repositório dos dados do testcase esta disponivel em
                 /scratch/in/grupos/assim_dados/home/gdad/DataFix/OBS/testcase/Bufr_Tanks

==> Para testCase basico do BFGE digite:
> ./run_bfge.sh 2015120100 6 1

==> A opcao ajuda mostra as informacoes sobre os argumentos de entrada. Para isso digite:
> ./run_bfge.sh ajuda

Para mais informacoes sobre o pacote leia os ../doc/README_GCQD_from_wiki_in_*.pdf usando o evince:
> evince ../doc/README_GCQD_from_wiki_in_*.pdf

Creditos: GDAD/DMD/CPTEC/INPE

```

Figura 3.9 - Descrição da opção ajuda no script do bfge.

Como descrito na figura o `run_bfge.sh` possui duas funções acionadas pelo primeiro argumento ao executar o script, sendo:

- **Função ajuda** : apresenta o mesmo conteúdo apresentado na figura 3.9, o que é o mesmo se nenhum argumento for fornecido.
- **Função running**. A função de execução do processo é acionada se os argumentos são suficientes para a rodada. Um total de 3 argumentos são necessários para executar o script, os quais são listados na figura 3.9 e reapresentados aqui com mais detalhes:

`LABELANL` : Data para o processamento da janela de dados (sendo do tipo `YYYYMMDDHH`);

`NHANA` : Passo do ciclo de análise para a definição da janela de dados usada na criação dos arquivos `BUFR`;

`TestCase` : é uma flag para indicar onde o sistema deve procurar os dados necessários para a execução.

para a opção 0 que representa “No TestCase”, não se deseja rodar o testecase usando os dados `BUFR` tabela `WMO` do tanque predefinido na variável `obs_datain` no `config_obs.ksh`. A configuração inicial e o mesmo diretório do `Tanque_Dummy` deve ser modificado pelo usuário.

Para a opção 1 utiliza dados `BUFR` da tabela `WMO` disponíveis no diretório definido pela variável `TANQUE_DUMMY` no `config_obs.ksh`. Esse repositório dos dados do testecase esta disponível em: `/scratchin/grupos/as-sim_dados/home/gdad/DataFix/OBS/testcase/Bufr_Tanks`

3.3.2.2 Passo-a-passo para a execução do BFGÉ

- a) Login no supercomputador Tupã:

```
$ ssh usuário@tupa.cptec.inpe.br -XC
```

- b) Acessar o diretório no scratchin (variável \$SUBMIT_HOME):

```
$ cd $SUBMIT_HOME
```

- c) Entrar no diretório dos scripts do obs, que caso tenha sido feito a instalação padrão o acesso para esse diretório é:

```
$ cd obs/run
```

- d) Executar inicialmente o run_bfge.sh sem argumento para rever as informações descritas acima certificando que não há outras opções implementadas e não tratadas nessa página:

```
$ ./run_bfge.sh ajuda
```

- e) A saída deverá ser a mesma apresentada na figura 3.9. Depois disso executar o testcase seguindo os argumentos apresentados abaixo:

```
$ ./run_bfge.sh 2015120100 6 1
```

Observe a sequência dos namelist para os diferentes módulos do pacote. Na rodada testcase observe a sequência dos processos realizados pelo script nas figuras 3.10, 3.11 e 3.12, onde algumas informações entre os módulos são apresentadas em partes devido a extensão das informações mostradas na tela para o entendimento da sequência dos processos:

```

lucas.amarante@eslogin10:/scratchin/grupos/assim_dados/home/lucas.amarante/obs/run> ./run_bfge.sh 2015120100 6 1

-----
>>>> Running BFGE package for data assimilation ... <<<<
-----

> Analise para           : 2015120100
> Passo do ciclo de analise : 6
> TestCase               : 1

>>> Directorio dos bufers file: /scratchin/grupos/assim_dados/home/gdad/DataFix/OBS/testcase/Bufr_Tanks

Janela de tempo: 201511302101 a 201512010300

> Executando processos para gerar os dados: ROGNSS
Warning: ieee_inexact is signaling
FORTRAN STOP
> Criando a lista de arquivos disponiveis de dados: ADPSFC
Escaner dos arquivos:
-----
#ARQUIVO DE GERENCIA DA ROTINA prepobs
#Data do prepbufr
2015120100
#Directorio saida prepbufr
/scratchout/grupos/assim_dados/home/lucas.amarante/obs/dataout/20151201/
#Nome prepbufr
cptec.20151201.t00z.prepbufr.nqc
#Arquivos bufers janela tempo
/scratchin/grupos/assim_dados/home/gdad/DataFix/OBS/testcase/Bufr_Tanks/20151130/ADPSFC/181/surface_201511302200.buf
/scratchin/grupos/assim_dados/home/gdad/DataFix/OBS/testcase/Bufr_Tanks/20151130/ADPSFC/181/surface_201511302300.buf
/scratchin/grupos/assim_dados/home/gdad/DataFix/OBS/testcase/Bufr_Tanks/20151201/ADPSFC/181/surface_201512010000.buf
/scratchin/grupos/assim_dados/home/gdad/DataFix/OBS/testcase/Bufr_Tanks/20151201/ADPSFC/181/surface_201512010100.buf
/scratchin/grupos/assim_dados/home/gdad/DataFix/OBS/testcase/Bufr_Tanks/20151201/ADPSFC/181/surface_201512010200.buf
/scratchin/grupos/assim_dados/home/gdad/DataFix/OBS/testcase/Bufr_Tanks/20151201/ADPSFC/181/surface_201512010300.buf
-----

> Criando a lista de arquivos disponiveis de dados: ADPUPA
Escaner dos arquivos:
-----
#ARQUIVO DE GERENCIA DA ROTINA prepobs
#Data do prepbufr
2015120100
#Directorio saida prepbufr
/scratchout/grupos/assim_dados/home/lucas.amarante/obs/dataout/20151201/
#Nome prepbufr
cptec.20151201.t00z.prepbufr.nqc
#Arquivos bufers janela tempo
/scratchin/grupos/assim_dados/home/gdad/DataFix/OBS/testcase/Bufr_Tanks/20151130/ADPUPA/120/upperair_201511302200.buf
/scratchin/grupos/assim_dados/home/gdad/DataFix/OBS/testcase/Bufr_Tanks/20151130/ADPUPA/120/upperair_201511302300.buf
/scratchin/grupos/assim_dados/home/gdad/DataFix/OBS/testcase/Bufr_Tanks/20151201/ADPUPA/120/upperair_201512010000.buf
/scratchin/grupos/assim_dados/home/gdad/DataFix/OBS/testcase/Bufr_Tanks/20151201/ADPUPA/120/upperair_201512010100.buf
/scratchin/grupos/assim_dados/home/gdad/DataFix/OBS/testcase/Bufr_Tanks/20151201/ADPUPA/120/upperair_201512010200.buf
/scratchin/grupos/assim_dados/home/gdad/DataFix/OBS/testcase/Bufr_Tanks/20151201/ADPUPA/120/upperair_201512010300.buf

```

Figura 3.10 - Sequência de processos ao executar o bfge (parte 1).

```

> Criando a lista de arquivos disponiveis de dados: RADIANCIA AMSU-A
Escaner dos arquivo bufrs de radiancia:
-----
#ARQUIVO DE GERENCIA DA ROTINA prepobs
#Data do prepbuf
2015120100
#Diretorio saida prepbuf
/scratchout/grupos/assin_dados/home/lucas.amarante/obs/dataout/20151201/
#Nome prepbuf
cptec.20151201.t00z.buf.amsua
#Arquivos bufrs janela tempo
/scratchin/grupos/assin_dados/home/gdad/DataFix/OBS/testcase/Buf_Tanks/20151130/amsuabuf/amsua_201511302159.buf
/scratchin/grupos/assin_dados/home/gdad/DataFix/OBS/testcase/Buf_Tanks/20151201/amsuabuf/amsua_201512010031.buf
/scratchin/grupos/assin_dados/home/gdad/DataFix/OBS/testcase/Buf_Tanks/20151201/amsuabuf/amsua_201512010211.buf
-----
> Criando a lista de arquivos disponiveis de dados: RADIANCIA HIRS
Escaner dos arquivo bufrs de radiancia:
-----
#ARQUIVO DE GERENCIA DA ROTINA prepobs
#Data do prepbuf
2015120100
#Diretorio saida prepbuf
/scratchout/grupos/assin_dados/home/lucas.amarante/obs/dataout/20151201/
#Nome prepbuf
cptec.20151201.t00z.buf.hirs
#Arquivos bufrs janela tempo
/scratchin/grupos/assin_dados/home/gdad/DataFix/OBS/testcase/Buf_Tanks/20151130/hirs4buf/hirs_201511302159.buf
/scratchin/grupos/assin_dados/home/gdad/DataFix/OBS/testcase/Buf_Tanks/20151201/hirs4buf/hirs_201512010031.buf
/scratchin/grupos/assin_dados/home/gdad/DataFix/OBS/testcase/Buf_Tanks/20151201/hirs4buf/hirs_201512010211.buf
-----
> Criando a lista de arquivos disponiveis de dados: RADIANCIA MHS
Escaner dos arquivo bufrs de radiancia:
-----
#ARQUIVO DE GERENCIA DA ROTINA prepobs
#Data do prepbuf
2015120100
#Diretorio saida prepbuf
/scratchout/grupos/assin_dados/home/lucas.amarante/obs/dataout/20151201/
#Nome prepbuf
cptec.20151201.t00z.buf.mhs
#Arquivos bufrs janela tempo
/scratchin/grupos/assin_dados/home/gdad/DataFix/OBS/testcase/Buf_Tanks/20151130/mhsbuf/mhs_201511302159.buf
/scratchin/grupos/assin_dados/home/gdad/DataFix/OBS/testcase/Buf_Tanks/20151201/mhsbuf/mhs_201512010031.buf
/scratchin/grupos/assin_dados/home/gdad/DataFix/OBS/testcase/Buf_Tanks/20151201/mhsbuf/mhs_201512010211.buf
-----
> Executando bfge.x .. Aguarde ...

```

Figura 3.11 - Sequência de processos ao executar o bfge (parte 2).

```

-----
FIM BFGE: rodado com sucesso. Arquivo buf gerados:
-----
Arquivos gerados:
cptec.20151202.t12z.buf.amsua
cptec.20151202.t12z.buf.gpsro
cptec.20151202.t12z.buf.hirs
cptec.20151202.t12z.buf.mhs
cptec.20151202.t12z.prepbuf.nqc
-----
Ver detalhes no arquivo:
-----
/scratchout/grupos/assin_dados/home/Lucas.amarante/obs/run/bfge/logfiles/runBFGE_2015120212_20160622.20.11.log

```

Figura 3.12 - Sequência de processos ao executar o bfge (parte 3).

Os arquivos de saída do processo dos dados em BUFR e PrepBUFR tabela NCEP desse testcase podem ser acessados em `${WORK_HOME}/obs/dataout/20151201`. O arquivo de log da rodada efetuada pode ser acessado no diretório `${WORK_HOME}/obs/run/bfge/logfiles`, no qual a data e hora da execução ficam registradas no nome do arquivo.

4 Dados observacionais

4.1 Informações gerais sobre os dados

Conforme mencionado brevemente nos capítulos anteriores acerca dos dados envolvidos no processamento do sistema GCQD é necessário contemplar uma seção apenas para os mesmos, apresentando informações gerais e detalhadas acerca dos tipos de dados utilizados na versão, sendo os convencionais, os de radiâncias de satélites e também os de rádio ocultação GNSS.

4.2 Dados convencionais

A definição ou a classificação de dados convencionais ou não convencionais do ponto de vista da assimilação é bastante discutível, e normalmente gera diversas dúvidas e divergências entre os atores envolvidos nessa tarefa, em especial quando se compara a base de dados entre diferentes instituições. Lê-se convencional nesse contexto como sinônimo de tradicional, clássico, usual, normal e habitual. Assim, o que não é convencional em um determinado momento, passa a ser, quando rotineiramente esse dados são utilizados, e o que não é convencional para um é para outro. Nesse sentido, para evitar tais problemas e simplificar o tratamento do conjunto total dos dados, separa-se desse conjunto os dados de radiância e os dados de rádio ocultação GNSS e o restante é considerado em um mesmo bloco como sendo denominado de convencional. Essa separação está mais associada ao controle de qualidade dos dados, que é feito nesses três diferentes sub conjuntos de forma distinta. Uma outra modificação, que será feita ainda, é a separação dos dados de vento por satélite desse conjunto de convencionais. Essa modificação não se deu pelo método do controle de qualidade, mas pelo volume de dados que tem crescido com o emprego de diversos satélites e canais, gerando um desequilíbrio na quantidade desse sistema de observação com relação aos demais. Consequentemente, os dados são separados em quatro grupos, os mesmos tratados nos módulos principais do BFGE.

Uma característica importante dos sistemas de observação convencionais é que como estão baseados em estações terrestres os mesmos apresentam uma distribuição espacial muito irregular e favorecem áreas continentais. Além disso, devido ao alto custo para a instalação e manutenção operacional de estações meteorológicas (em especial as de radiossondagens) as observações estão concentradas em países desenvolvidos, como os da América do Norte e Europa. Esses dois fatores contribuem para que haja naturalmente uma concentração dessa base de dados sobre o Hemisfério Norte, de tal forma que o Hemisfério Sul tem sido pouco amostrado por essa base de dados.

Um outro ponto é a distribuição temporal dos dados também não uniforme, pois a coleta dos dados se concentra nos horários sinóticos tendo o horário das 12 UTC o momento em que a base de dados é mais completa espacialmente tendo todos os sensores registrando suas observações simultaneamente. Além das informações apresentadas aqui, uma outra fonte é a dissertação de mestrado [Diniz \(2012\)](#), na qual uma boa revisão sobre o assunto é apresentada. A figura 4.1 apresenta a base de dados utilizada operacionalmente no PSAS em 2007, para exemplificar a distribuição espacial e temporal não uniforme dos dados. Nesse conjunto denominado convencionais, estão envolvidos diversos sistemas de observações, que são separados em dados de superfície e altitude, ou ar superior:

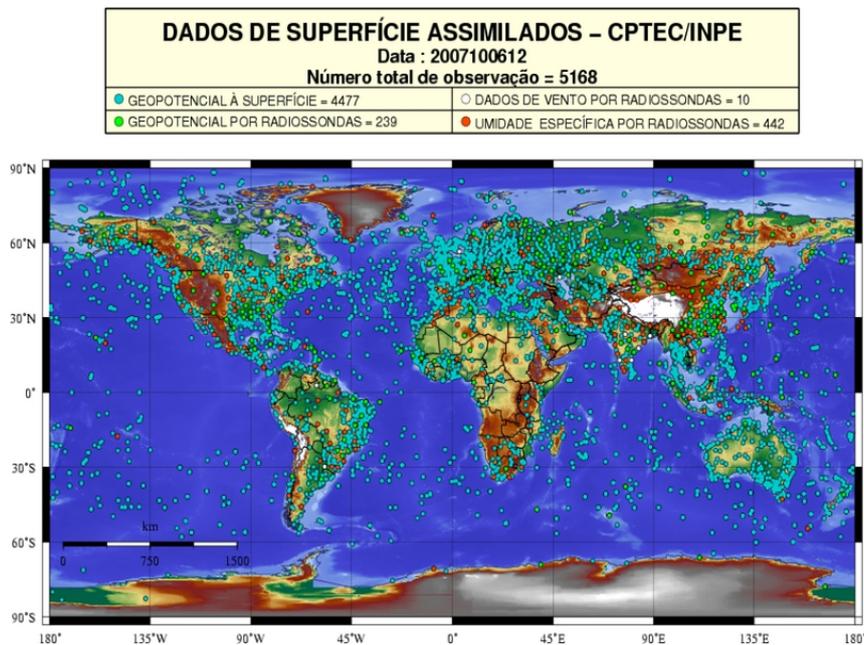


Figura 4.1 - Base de dados convencionais utilizada no PSAS operacionalmente no período de 6 de outubro de 2007 as 12z no CPTEC.

- Observações de superfície:** Para as informações em superfície destacam-se as realizadas por estações meteorológicas e sensores atmosféricos instalados na região continental em todo o globo, por sensores a bordo de navios, sobre ilhas e em boias oceânicas ancoradas ou a deriva também distribuídas por todo o globo. Essas observações são realizadas tanto por meio manual, como também por meio automático, podendo ser classificadas de acordo com o tipo de superfície onde as mesmas são localizadas, originando os dois grupos seguinte: o grupo das observações de superfície continental (ADPSFC), que são as observações obtidas em estações sinóticas de su-

perfície (SYNOP) e em aeródromos (METAR); e o grupo das observações de superfície oceânica (SFCSHIP), que são as observações realizadas em navios (SHIP), boias (BUOY) e estações marinhas (C-MAN).

- **Observações de ar superior:** Para as observações em altitude podem-se citar os balões pilotos, sensores a bordo de aviões comerciais que reportam informações durante os pousos e decolagem, gerando perfis, e durante sua rota e principalmente as informações provenientes de estações de radiossondagem, que é a mais completa base de dados do perfil atmosférico, pois além de ser medidas realizadas diretamente, as variáveis medidas descrevem todo o estado e a dinâmica local com alta resolução vertical. A maior parte das observações convencionais de ar superior são obtidas por meio automático. Essas observações podem ser divididas em dois grupos distintos. Um grupo é composto pelas observações obtidas por meio de radiossondas, balões piloto e dropsondas (ADPUPA). O outro grupo é composto pelas observações obtidas por meio de aviões (AIRCAR e AIRCFT).

4.2.1 Metodologia de implementação dos processos associados aos dados convencionais no BFGE

No GSI todas essas fontes de dados contidas no conjunto dos dados denominados convencionais são organizadas em um mesmo arquivo de leitura, o qual é denominado PrepBUFR. Inicialmente se pensou em colocar cada tipo de dado em um módulo em separado, mas a separação em módulos não traria contribuição significativa dada as suas semelhanças e por isso todos os dados são tratados em um mesmo módulo. Dessa forma as tarefas similares como configuração dos sistemas de observações e seleção dos arquivos a serem processados são feitas pela mesma rotina, mas a escrita dos dados no arquivo PrepBUFR é realizada por uma rotina específica para cada sistema de observação dada as suas particularidades. Seguindo a tabela do NCEP, há uma relação de mnemônicos para os dados convencionais e os principais, contemplados nesse projeto, são listados:

-ADPSFC: Dados de estações meteorológicas a superfície terrestres (SYNOP e METAR);

-ADPUPA: Dados de ar superior na atmosfera (Radiossondas, Balão Piloto, Dropsondas);

-AIRCAR: Dados de sensores meteorológicos instalados em aviões (ACARS, AIRCRAFT e MDCRS);

-AIRCFT: Dados de sensores meteorológicos instalados em aviões

comerciais (AIREP, PIREP, AMDAR, TAMDAR);

- ASCATW: Dados de vento a superfície marinha recuperados a partir de dados de escaterometro (ASCAT);
- GOESND: Dados de perfis atmosféricos recuperados a partir de dados dos satélites GOES (retrieval);
- GPSIPW: Dados do vapor d'água integrado obtidos a partir dos dados GPS;
- PROFLR: Dados de perfilhadores acústicos de vento (SODAR);
- RASSDA: Dados de sensores rádio acústico (RAAS) - perfil de temperatura virtual;
- SATWND: Dados de vento derivados de satélite (esse em um módulo específico);
- SFCBOG: Dados de pressão ao nível médio do mar (BOGUS);
- SFCSHIP: Dados de estações a superfície oceânica (Navios, boias e plataformas C-MAN);
- VADWND: Dados de vento VAD (NEXRAD);

Nessa revisão do sistema obs, especificamente em relação ao desenvolvimento dos módulos para os dados convencionais, os processos similares como a configuração dos sistemas de observações e a seleção dos arquivos a serem processados são feitas pela mesma rotina, porém a escrita dos dados no arquivo PrepBUFR é realizada por uma rotina específica para cada sistema de observação dada as suas particularidades. O módulo com esses processos similares para os sistemas de observações e com a execução da escrita para cada tipo de observação é o:

- **m_conv**: o módulo contém uma subrotina que compreende na leitura do arquivo de configuração namelist que é o arquivo que contém os diretórios e os nomes dos arquivos que serão executados. Um loop na relação dos arquivos a serem processados é feito no qual a quantidade deles é armazenada em uma variável global. A relação desses arquivos é gerada em um script que avalia os arquivos disponíveis dentro de uma janela de dados. Na subrotina principal desse módulo está a subrotina que faz a utilização das subrotinas de alguns módulos independentes como: o módulo de variáveis globais que contém as variáveis que serão utilizadas ao longo do sistema sem a perda dos valores das mesmas e o módulo de leitura de dados BUFRS que realiza a decodificação dos dados formato tabela WMO, e a chamada dos módulos de escrita para cada tipo de observação.

4.2.2 ADPSFC - Informações gerais

O grupo de observações de superfície continental ADPSFC são observações obtidas de estações sinóticas de superfície (SYNOP) e aeródromos (METAR). Essas observações são obtidas tanto por meio manual, como por meio automático. A modelagem atmosférica assimila as seguintes observações medidas por uma estação de superfície (ADPSFC):

- T_v (temperatura virtual) ou T_s temperatura do bulbo seco;
- q umidade específica, calculada através da relação entre temperatura do bulbo seco e úmido e pressão atmosférica;
- P_{stn} pressão atmosférica na estação;
- Velocidade e direção do vento.

As figuras 4.2 e 4.3 apresentam os tipos de estação de superfície, convencional e automática, respectivamente, em campos de coleta.



Figura 4.2 - Estação convencional de superfície.

Fonte: <http://www5.usp.br/19536/estacao-meteorologica-do-iag-completa-80-anos-de-operacoes/>



Figura 4.3 - Estação automática de superfície.

Fonte: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2731768/satelites-e-redes-de-estacoes-meteorologicas-monitoram-agua-no-brasil>

O módulo desenvolvido para a observação de superfície é o de escrita no PrepBUFR, onde é ajustada e organizada as informações decodificadas do BUFR WMO para a inclusão específica dessa observação no arquivo.

Apesar de no conjunto de dados fornecidos pelo MARS conter valores das observações de superfície terrestre são encontrados também valores de observações de superfície oceânica, sendo que este módulo escreve apenas o conjunto de observações de superfície terrestre.

Conforme é realizado a leitura do dado BUFR WMO é extraído no conjunto de subsets uma informação acerca da categoria da observação, a qual pode ser vista um exemplo abaixo para as observações de superfície terrestre:

```
0 # DATA CATEGORY: Surface data ? land
```

Para os valores das observações superfície é utilizado a mesma estrutura de mnemônicos utilizado nos outros módulos das outras observações convencionais para a escrita, porém alguns deles tiveram que ser estruturados diferentemente, ou seja, de acordo com algumas descrições encontradas nos conteúdos das tabelas do NCEP para o caso da superfície. Como por exemplo, para a identificação da estação, espe-

cificado pelo mnemônico SID foi estruturado de acordo com os valores das colunas de WMO block number e WMO station number do subset do BUFR WMO, que pode ser montado como: 8171 para essa estação conforme visto abaixo:

```
:SUBSET 00001:
      8.00000 #      1) *001001-WMO block number (Numeric)
     171.00000 #     2) 001002-WMO station number (Numeric)
```

Outro mnemônico que foi determinado na escrita do PrepBUFR foi o TYP, significando Report Type, cujo valor é especificado para o tipo de observação de acordo com a tabela NCEP, associando sempre esse valor com aqueles que são determinados pela lista de tipos e subtipos da WMO. Para a superfície tem-se os seguintes valores da WMO conforme no exemplo abaixo, sendo os três primeiros algarismos o tipo e os 3 últimos o subtipo:

```
_adpsfc nem 000000 000001 000002 000007
```

A tabela WMO consiste em classificar as informações segundo o tipo (ttt) e subtipo (sss):

Subtipo 000: synopr, Synoptic - restricted (WMO Res 40) manual & auto

Subtipo 001: synop, Synoptic - fixed manual and automatic

Subtipo 002: synopm, Synoptic - mobile manual and automatic

A partir desses valores é possível determinar o valor referente a tabela do NCEP que será especificamente lido e interpretado pelo GSI e adicioná-lo nesse mnemônico. O valor estipulado para esse tipo de dado de superfície foi o 181 para o conjunto de mass reports tendo a única variável assimilada a psth e conseqüentemente o 281 para wind reports, porém as informações de u e v não estão sendo utilizadas pelo GSI.

Nesta tabela esses valores do ADPSFC possuem as seguintes características:

- Descrição do tipo 181 “SURFACE LAND [SYNOPTIC (fixed and mobile), METAR] WITH REPORTED STATION PRESSURE - Tv, q, Psth, sst”;

- Descrição do tipo 281 “SURFACE LAND [SYNOPTIC (fixed and mobile), METAR] WITH REPORTED STATION PRESSURE - u, v”;

Após determinar esses dois mnemônicos os outros tipos são preenchidos com as informações advindas da leitura do BUFR WMO, tais como: latitude, longitude, diferença do tempo da observação em relação a janela de dado, elevação, informações sobre o tempo de ano, mês, dia, hora e minuto, valores de pressão, temperatura, u

e v.

Os dados de superfície do grupo ADPSFC no pacote testcase estão no diretório do Bufr_Tank: /scratchin/grupos/assim_dados/home/gdad/DataFix/OBS/testcase/-Bufr_Tanks/YYYYMMDD/ADPSFC/ Onde YYYY é o ano, MM o mês, DD o dia.

Em relação as tabelas tanto da WMO e NCEP podem ser encontradas nos links: http://www.nco.ncep.noaa.gov/pmb/codes/nwprod/obsproc_shared/bufr_dumplist.v1.0.0/fix/bufr_dumplist

http://www.emc.ncep.noaa.gov/mmb/data_processing/prepbufr.doc/table_1.htm

http://www.emc.ncep.noaa.gov/mmb/data_processing/prepbufr.doc/table_2.htm

A escrita das observações de superfície puderam ser visualizadas utilizando o script de validação do BFGGE. Na figura 4.4 pôde-se observar a posição no globo terrestre das estações de superfície fornecido pelo mars.

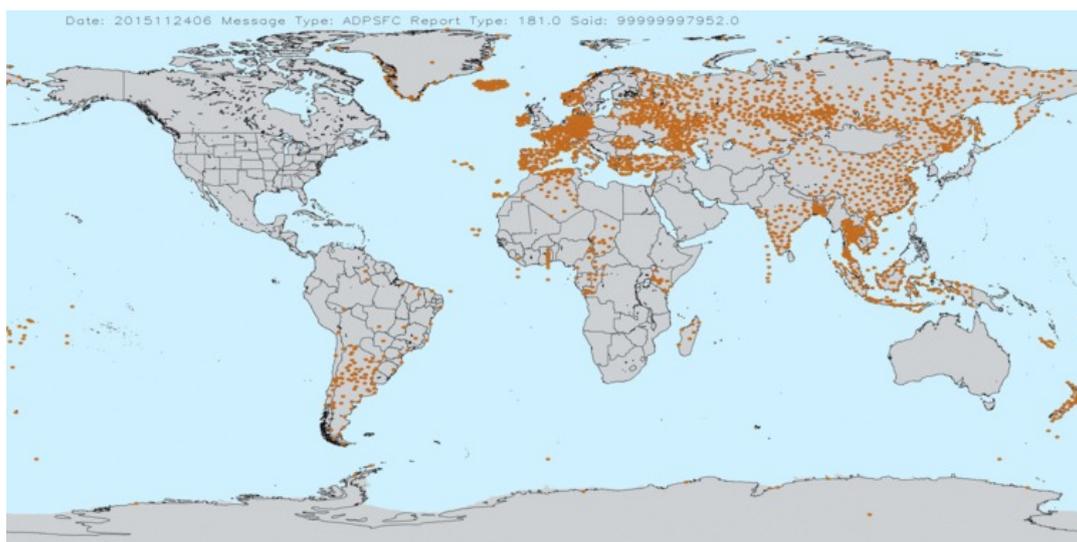


Figura 4.4 - Visualização das observações de superfície no globo terrestre.

4.2.3 ADPUPA - Informações gerais

O ADPUPA é o grupo de observações obtidas por meio de radiossondas, balões piloto e dropsondas, sendo a maioria destas obtidas por meio automático. As radiossondas e balões piloto são instrumentos meteorológicos como termômetro, barômetro e psicrômetro carregados por balões inflados com gás hélio. Estes atingem alturas típicas da ordem de 30km. O deslocamento da sonda durante sua ascensão na atmosfera,

é registrada por uma antena GPS que permite a medida da direção e velocidade do vento. Os dados observados, minuto a minuto, são enviados à estação receptora no solo através de ondas de rádio. Na figura 4.5 é apresentado um exemplo de radiossonda em seu período de coleta dos dados.

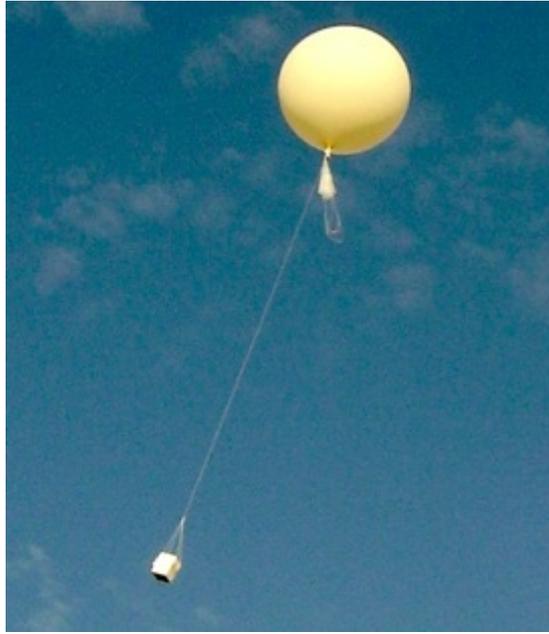


Figura 4.5 - Exemplo de radiossonda.

Fonte:

<http://portaldoclima.blogspot.com.br/p/tipos-de-estacoes-meteorologicas.html>

Já a dropsonda é uma sonda meteorológica despejada de uma aeronave ou um balão que se encontra em altas altitudes. A medida que a sonda cai, vai fazendo as medições de vento, pressão atmosférica, temperatura e umidade. Através de ondas de rádio as informações são transmitidas para a aeronave em tempo real e posteriormente transmitida para a estação em superfície. A figura 4.6 mostra um exemplo de dropsonda.



Figura 4.6 - Exemplo de dropsonda.

Fonte: <https://ncar.ucar.edu/press/dropsonde-technology-and-engineering-lauded-by-colorado-governor-hickenlooper>

As variáveis medidas pelo ADPUPA que são utilizadas na assimilação de dados são:

- Temperatura virtual;
- Umidade específica (calculada através da diferença de temperatura entre o bulbo seco e o bulbo úmido);
- Pressão;
- Direção e magnitude do vento horizontal.

Sendo que, as assimiladas são: T_v , q , p_{stn} u e v .

Na criação do módulo de escrita tem-se que agregar os valores correspondentes ao específicos mnemônicos, conforme visto alguns detalhes nos tópicos anteriores. Para os mnemônicos, em alguns casos, que serão estruturados diferentemente em cada observação tem-se o mnemônico SID e o TYP, que para ADPUPA será construído da seguinte maneira:

Primeiramente é visto os devidos valores que serão agregados a esses mnemônicos através da leitura dos arquivos BUFR (tabela WMO), sendo os mesmos extraídos dos seguintes tipos: Data Category, WMO Block Number e WMO Station Number. E a partir disso é possível montar os valores para esses mnemônicos, que serão necessários a verificação dos códigos nas tabelas da WMO e do NCEP.

Para o mnemônico SID a construção é feita com a concatenação dos valores WMO Block Number e WMO Station Number. Já para o mnemônico TYP é visto o valor do tipo Data Category e a partir disso é verificado nas tabelas da WMO a descrição que melhor se relaciona com a tabela do NCEP.

Em relação aos códigos da tabela da WMO, com tipos e subtipos, tem-se a seguinte especificação:

O tipo é dado por 002 e há os subtipos 001 002 003 004 005. Há também o subtipo 005 do tipo 004. No dado que possuímos atualmente há os subtipos 001 002 003 004 010 e há também o subtipo 000 cujo não existe na tabela.

Subtipo 001: raobf, Rawinsonde - fixed land

Subtipo 002: raobm, awinsonde - mobile land

Subtipo 003: raobs, Rawinsonde - ship

Subtipo 004: pibal, Pibal

Subtipo 010: prfirm, Profiler spectral moments (NOAA and Multi-Agency)

Na tabela do NCEP foi encontrado na seguinte descrição abaixo, sendo a melhor relação com as informações retiradas da tabela da WMO:

- “report Type”: 120 e 220

- “PREPBUFR Message Type”: ADPUPA

- Descrição do tipo 120 “RAWINSONDE - Tv, q, Pstn, sst”

- Descrição do tipo 220 “RAWINSONDE - u, v (all levels), z (winds-by-height levels)”

Após obter essas informações o valor específico para o mnemônico TYP foi 120 e 220 na escrita dessa observação. O módulo de escrita ADPUPA foi desenvolvido com algumas diferenças em relação aos demais, pois as informações desse tipo de observação são coletadas por níveis, então foi necessário desenvolver um algoritmo específico que atendesse para a escrita dessas observações em camadas.

Os outros tipos de mnemônicos são preenchidos com as informações advindas da

leitura do BUFR WMO, tais como: latitude, longitude, diferença do tempo da observação em relação a janela de dado, elevação, informações sobre o tempo de ano, mês, dia, hora e minuto, valores de pressão, temperatura, u e v, e escritos no arquivo PrepBUFR.

Os dados de radiossondas do grupo ADPUPA estão no testeCase localizados no seguinte diretório: /scratchin/grupos/assim_dados/home/gdad/DataFix/OBS/ test-case/Bufr_Tanks/YYYYMMDD/ADPUPA/

4.2.4 AIRCFT - Informações gerais

O AIRCFT são dados convencionais constituídos pelas observações realizadas por aviões do tipo AIREP, PIREP e ASDAR e enviadas para o solo tanto por meio manual como por meio automático. A medição dessas variáveis é feita das seguintes maneiras:

-Medição da temperatura do ar: Para medir a temperatura do ar externo da aeronave normalmente são utilizados termômetros eletrônicos.

-Medição da direção e magnitude do vento: Para se medir a magnitude do vento usa-se um instrumento chamado tubo de Pitot. O tubo de pitot é um sensor de pressão, que consiste em um tubo direcionado ao sentido de movimento do avião, neste tubo há dois orifícios, um orifício na frente do tubo (pressão total), e outro ao lado do tubo (pressão estática), onde a pressão estática não recebe influência da velocidade da aeronave. Um exemplo desse tudo é apresentado na figura 4.7

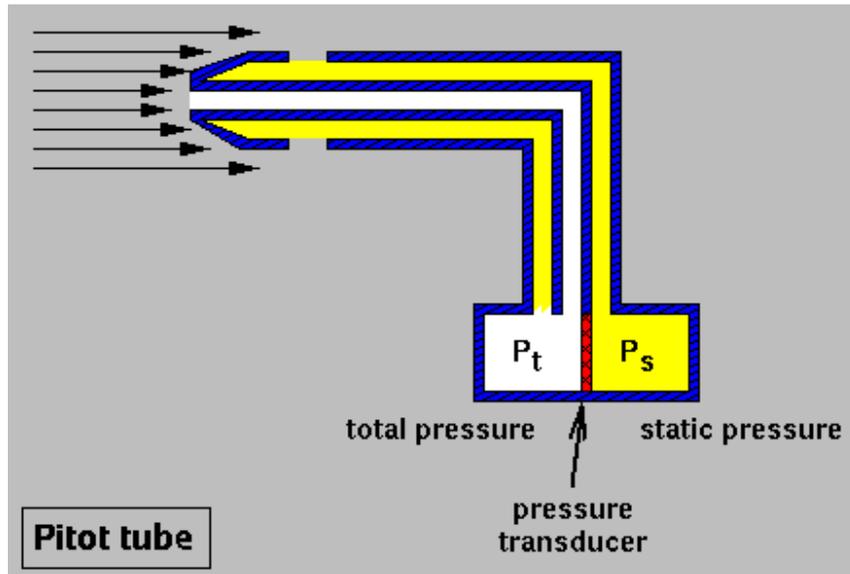


Figura 4.7 - Exemplo do tubo de pitot.

Fonte: <http://culturaaeronautica.blogspot.com.br/2011/04/tubo-de-pitot-como-funciona.html>

Quando a aeronave está parada e não há vento, a pressão total é igual a pressão estática, e a cápsula aneroide permanece em uma posição neutra. Quando a aeronave está em movimento o vento entra pelo orifício na frente aumentando a pressão, fazendo com que a pressão total seja maior que a pressão estática, movimentando a cápsula aneroide, e este movimento é transmitido aos ponteiros do velocímetro por hastes e engrenagens indicando ao piloto a velocidade da aeronave. Da diferença entre estas pressões e com alguns dados da aeronave e do estado da atmosfera, são calculadas a velocidade e a direção do vento. Os tubos pitot geralmente são instalados nas asas, ou nas laterais do nariz do avião.

No módulo de escrita os mnemônicos são preenchidos conforme os valores são extraídos da decodificação e os tipos, que são diferenciados dependendo da observação, SID e TYP são construídos conforme mostrado abaixo:

-Mnemônico SID: Esse mnemônico é construído pelo valor da variável "AIRCRAFT REGISTRATION NUMBER OR OTHER IDENTIFICATION" extraído da leitura do arquivo BUFR da WMO;

-Mnemônico TYP: Após extrair na variável "DATA CATEGORY: Single level upper-air data" que seu valor é 4 e verificar nas tabelas da WMO o seu correspondente: "_airep nem 004001 > Manual AIREP aircraft data (dcded from AIREP

fmt)”, é selecionado na tabela do NCEP o valor relacionado com esse tipo, sendo determinado e descrito abaixo:

- “report Type”: 130 e 230
- “PREPBUFR Message Type”: AIRCFT
- Descrição do tipo 130 “AIREP AND PIREP AIRCRAFT - Ts”
- Descrição do tipo 230 “AIREP AND PIREP AIRCRAFT - u, v”

Os outros mnemônicos também são preenchidos com as informações advindas da leitura do BUFR WMO, tais como: latitude, longitude, diferença do tempo da observação em relação a janela de dado, elevação, informações sobre o tempo de ano, mês, dia, hora e minuto, valores de pressão, temperatura, u e v. Em alguns casos não obteve-se os valores para a pressão atmosférica, porém a partir da altura do voo é possível obtê-los através das equações demonstradas abaixo para a altura de voo abaixo da tropopausa e para a altura de voo acima da tropopausa, respectivamente:

$$p = p_0 \cdot \left(1 - \frac{L \cdot h}{T_0} \right)^{\frac{g \cdot M}{R \cdot L}}$$

onde :

h = altura de voo

p₀ = pressão padrão ao nível do mar = 101325 Pa

L = temperatura do lapse rate para ar seco = 0,0065 K/m

T₀ = temperatura padrão ao no nível do mar = 288,15 K

g = aceleração da gravidade = 9,8066 m/s²

M = massa molar para ar seco = 0,028964 kg/mol

R = constante universal dos gases = 8,31447 j/(mol.K)

$$p = p_{11} e^{-\frac{g}{RT_{11}}(h-h_{11})}$$

onde:

$p_{11} = 226,32 \text{ hPa}$

$T_{11} = 216,65 \text{ K}$

$h_{11} = 11,000 \text{ m}$

Em relação as variáveis que são utilizadas no GSI estão:

- Temperatura sensível (temperatura do bulbo seco) - T_s
- medição da direção e magnitude do vento, gerando as componentes - u v

Do conjunto de dados AIREP, PIREP, AMDAR, TAMDAR dos aviões AIRCFT, disponível no testCase no diretório: /scratchin/grupos/assim_dados/home/gdad/-DataFix/OBS/testcase/Bufr_Tanks/YYYYMMDD/AIRCFT/. Na atual versão somente dados AIREP são recebidos no CPTEC. Outros tipos de dados deverão ser adicionados futuramente. Um exemplo da distribuição espacial das observações de AIRCFT no globo terrestre pode ser visto na figura 4.8.

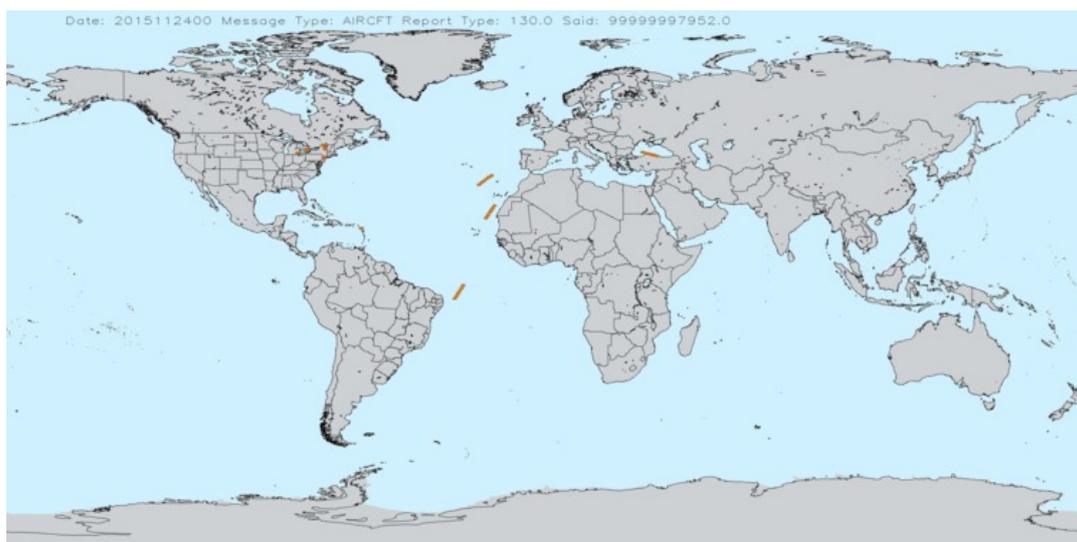


Figura 4.8 - Distribuição espacial dos dados de AIRCFT do BFG para o dia 24 de novembro de 2015 das 0Z às 1Z.

4.2.5 SFCSHP - Informações Gerais

O SFCSHP são observações de superfície oceânica coletadas de boias implantadas nas águas costeiras e do mar, sendo a maioria delas automáticas. As boias são capazes de medir e transmitir a pressão barométrica, direção do vento, velocidade e rajada, temperatura do ar e do mar, e também espectro de energia das ondas a partir da

altura significativa das ondas, período da onda dominante e período da onda média. É medido também em muitas boias a direção de propagação da onda. As boias possuem diferentes tipos de cascos sendo de 3, 10 e 12 metros e a escolha do tipo usado geralmente depende do local de implantação e mensuração, e para garantir o seu desempenho ideal um tipo de amarração é produzido baseado no tipo de casco, localização e profundidade da água. Além do seu uso em previsão operacional e modelos atmosféricos, os dados de boias são utilizados para programas científicos e de investigação, resposta de emergência a derrames de produtos químicos e projetos de engenharia. A figura a 4.9 é um exemplo de boia utilizada próximo à costa.

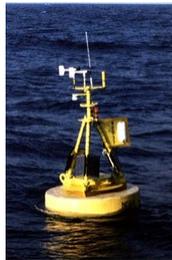


Figura 4.9 - Exemplo de bóia.

No módulo de escrita para as observações de superfície oceânica os mnemônicos SID e TYP recebem os respectivos valores conforme descritos abaixo:

-Mnemônico SID:

O valor correspondente para esse mnemônico é extraído da variável “Ship or mobile land station identifier” através da leitura do BUFR WMO;

-Mnemônico TYP:

Após a extração do valor da variável: “DATA CATEGORY: Surface data”, cujo valor é 1 é necessário realizar a verificação nas tabelas da WMO os respectivos correspondentes:

Surface data - sea – TYPE 001;

_ships nem 001001 > Ship - manual and automatic, restricted ;

Então é possível selecionar o respectivo valor na tabela do NCEP fazendo uma relação direta com essas informações, conforme visto e exemplificado abaixo:

- “report Type”: 180

- “PREPBUFR Message Type”: SFCSHP

- Descrição “SURFACE MARINE WITH REPORTED STATION PRESSURE (SHIP, BUOY, C-MAN, TIDE GAUGE) - Tv, q, Pstn, sst”

Os outros mnemônicos são preenchidos conforme citados nos tópicos das observações anteriores.

Destes valores, as variáveis utilizadas pelo GSI são:

- temperatura virtual - Tv
- umidade específica - q
- pressão em superfície obtida pela estação - Pstn
- temperatura da superfície do mar - sst

Os dados convencionais de boia no testCase estão disponível no seguinte diretório: /scratchin/grupos/assim_dados/home/gdad/DataFix/OBS/testcase/Bufr_-Tanks/YYYYMMDD/SFCSHP/

Uma comparação da distribuição espacial das observações de boias pôde ser feita utilizando o dado criado pelo pacote obs e o dado do NCEP. Na figura 4.10 é encontrado as observações do NCEP e na figura 4.11 as observações de boias disponíveis no testCase.

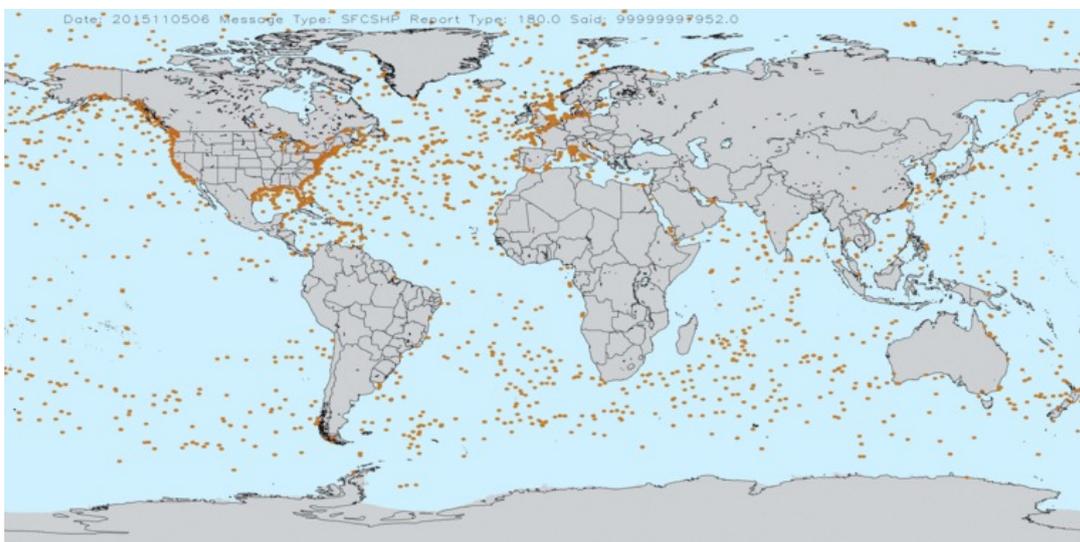


Figura 4.10 - Distribuição espacial dos dados de boia do NCEP.

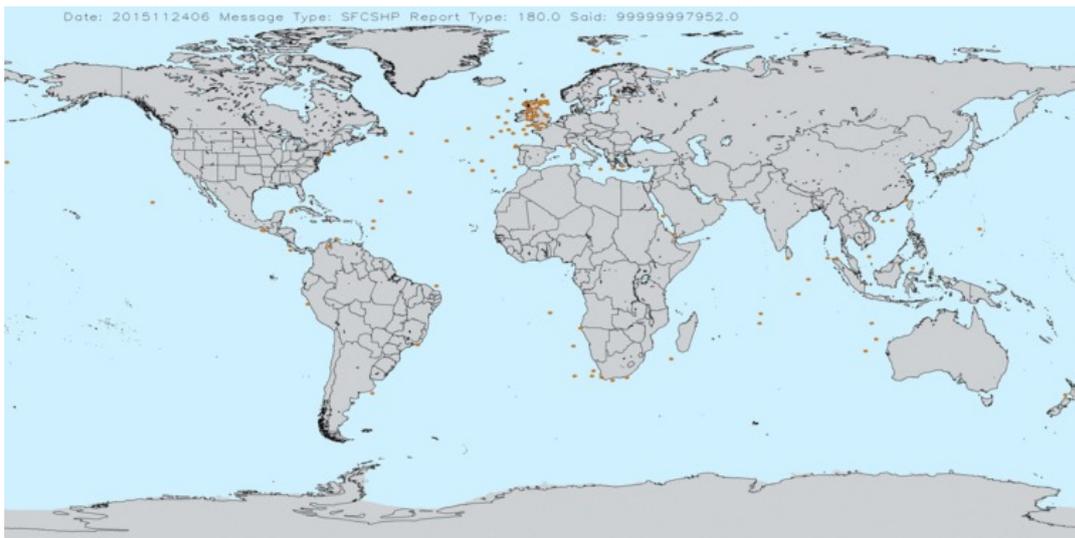


Figura 4.11 - Distribuição espacial dos dados de boia disponível no testCase do pacote.

4.3 Dados de vento por satélites

O SATWND fornece a velocidade do vento obtidas por meio do movimento de nuvens observadas por imageadores passivos a bordo de satélites. Em geral esses satélites são de órbita geostacionária posicionados em torno do equador ao redor do globo, limitando a estimativa de ventos à latitudes menores que 60. A técnica utilizada para obter essas observações recebe o nome de Vetores de Movimento Atmosférico (AMV, do inglês Atmospheric Motion Vectors), e consiste basicamente em reconhecer padrões de movimento das nuvens utilizando um procedimento objetivo de rastreamento em uma sequência temporal de imagens obtidas por meio dos canais infravermelho, vapor d' água e visível de sensores a bordo de satélites.

Diversos centros geram AMV operacionalmente. Os arquivos PrepBUFR apresentam AMV gerados pelo NESDIS (do inglês National Environmental Satellite, Data, and Information Service), JMA e EUMETSAT (do inglês European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites). O NESDIS gera essas observações para os satélites do programa Satélite Ambiental Operacional Geoestacionário (GOES, do inglês Geostationary Operational Environmental Satellite). O JMA gera essas observações para os satélites dos programas Satélite Meteorológico Geoestacionário (GMS, do inglês Geostationary Meteorological Satellite) e, seu sucessor, Satélite de Transporte Multifuncional (MTSAT, do inglês Multi-functional Transport Satellite). O GLETKF assimila essas observações caso as mesmas estejam disponíveis nos arquivos PrepBUFR, não havendo distinção entre os satélites dos diferentes programas

durante o processo assimilação.

Esta seção trata do processamento dos dados referentes ao vento em diferentes níveis da troposfera estimado a partir de satélites geo-estacionários. A Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais (DSA/CPTEC/INPE) mantém operacionalmente um conjunto de modelos de estimativa do vento desde o início dos anos 2000. O vento é, atualmente, estimado a partir de três imagens sucessivas dos canais visível, 3.9, 6.2 e 10.8 μm do satélite GOES-13.

O objetivo atual é assimilar os AMVs gerados operacionalmente na DSA/CPTEC. Inicialmente, assimilaremos apenas os campos de vento estimados a partir das imagens dos canais 6.2 μm (banda de absorção pelo vapor d'água, WV) e 10.8 μm (infravermelho janela, IR).

4.3.1 Informações dos dados vento por satélite

Os valores da CODE TABLE (listado em algumas das variáveis vista acima no exemplo da leitura do bufr) podem ser vistos nas tabelas da WMO (versão 15) anexadas no final desse texto. Esses valores descritos de acordo com as tabelas da WMO devem ser ajustados para a escrita do prepbufr de acordo com a tabela do NCEP.

Alguns dos parâmetros presentes nesse bufr mostram a quantidade de subsets e variáveis, facilitando assim a interação dessas mensagens dentro dos loops no módulo de escrita do arquivo prepbufr.

Todas as mensagens extraídas do arquivo bufr são armazenadas em um conjunto de variáveis tipo, que são organizadas como valores de entrada para a escrita de um arquivo no formato prepbufr, o qual é necessário também que haja verificações, visando confirmar se todo o procedimento de escrita nesse formato está sendo feito corretamente.

Alguns dos parâmetros exigidos para a escrita do prepbufr, que são conhecidos como mnemonics, podem ser vistos em diversas tabelas definidas pelo NCEP (http://www.emc.ncep.noaa.gov/mmb/data_processing/prepbufr.doc/table_1.htm). Esses mnemonics além de serem preenchidos com os valores lidos dos arquivos bufr também são, em algumas situações, preenchidos na própria sub-rotina, por exemplo, o DHR (observation time minus cycle time), que a partir da hora minuto extraída do bufr é preenchido a variável diff time, e no caso também do Report Type que embora não contido no arquivo bufr foi determi-

nado pelo valor 245, significando SATWND - NESDIS IR (LONG-WAVE) CLOUD DRIFT (ALL LEVELS) (GOES) - u, v, o qual é visto com os outros tipos de observações convencionais no link: http://www.emc.ncep.noaa.gov/mmb/data_processing/prepbufr.doc/table_2.htm, e conforme um exemplo na figura abaixo:

figura <https://projetos.cptec.inpe.br/attachments/739/list1.png>

Nessa mesma sub-rotina é verificada a existência do prepbufr e então é escolhida uma das duas formas de geração de prepbufr: a criação a partir de zero observações ou o append a partir do prepbufr já existente, acrescentando as novas observações.

Após a leitura de todos os arquivos bufr é gerado o prepbufr com as observações de vento por satélite. Para representar essas observações visualmente, uma estrutura de visualização dos dados prepbufr gerados foi criada visando avaliar a distribuição das observações a partir de coordenadas (lat/lon) no globo terrestre. Dessa forma, é possível comparar os campos de vento gerados na DSA/CP-TEC/INPE com outros prepbufr de outros centros de processamento (ex: dados do NCEP). Os detalhes desse pacote de visualização se encontram na wiki https://projetos.cptec.inpe.br/projects/paqc/wiki/Validacao_prepbufr_dummy

4.3.2 O módulo SATWND do BFGE

No módulo de escrita para SATWND foi determinado os mnemônicos TYP e SAID, que é o mnemônico de identificação do satélite para esses de observação. Para o mnemônico TYP, conforme os descritos anteriormente, foi ajustado o valor da tabela do NCEP conforme os valores encontrados nas tabelas da WMO a partir da variável “DATA CATEGORY” extraída da leitura do BUFR WMO.

Na tabela da WMO para dados de SATWND há os subtipos 005010 005011 005012 005021 005022 005023 005044 005045 005046 005064 005065 005066 005070 005071. Sendo que o tipo 005 representa “Single-level upper-air data (satellite)”.

Relacionando o tipo de informação na tabela do NCEP tem-se a informação com as características:

- “report Type”: 245
- “PREPBUFR Message Type”: SATWND
- Descrição do tipo 245 “NESDIS IR (LONG-WAVE) CLOUD DRIFT (ALL LEVELS) (GOES) - u, v”

Já para o mnemônico SAID esse valor é obtido através da variável “SATELLITE IDENTIFIER (CODE TABLE 1007)” da decodificação.

Para os outros mnemônicos segue-se a mesma estrutura explicada nos tópicos anteriores, as quais advindas da leitura do BUFR WMO, tais como: latitude, longitude, diferença do tempo da observação em relação a janela de dado, elevação, informações sobre o tempo de ano, mês, dia, hora e minuto, valores de pressão, temperatura, u e v.

Os tipos de variáveis usadas pelo GSI são:

- medição da direção e magnitude do vento, gerando as componentes – u v

Os dados são gerados operacionalmente pela DSA/CPTEC estão disponíveis no test-Case no diretório: /scratchin/grupos/assim_dados/home/gdad/DataFix/OBS/-testcase/Bufr_Tanks/YYYYMMDD/SATWND/

As observações de SATWND disponível no TestCase são apresentadas na figura 4.12 para a data 20150418 às 22z.

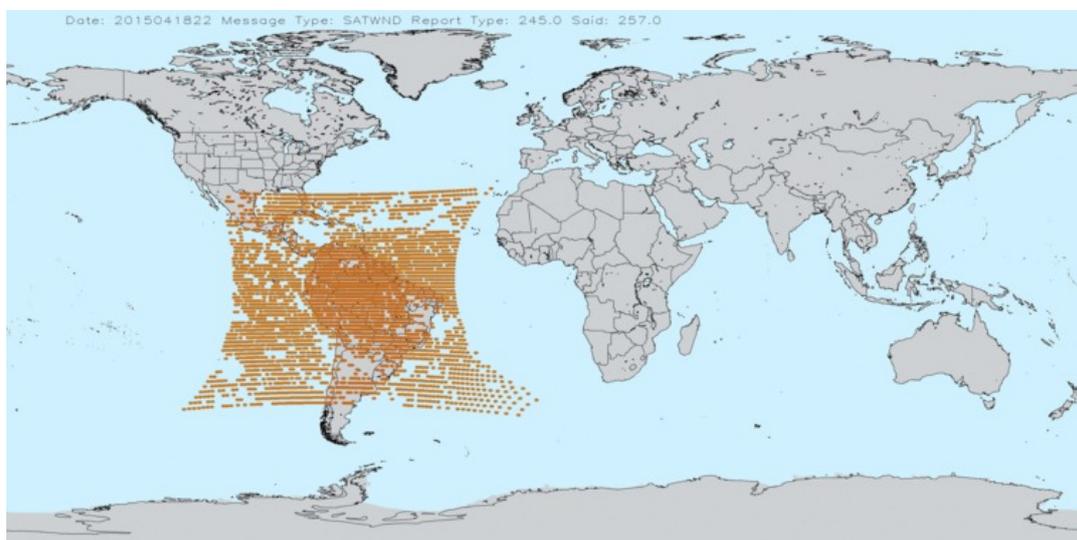


Figura 4.12 - Distribuição espacial de vento por satélite no testCase do BFGE.

4.4 Dados de Radiância

4.4.1 Apresentação e importância desses dados para a PNT

Os satélites da série NOAA e METOP apresentam a bordo o sistema ATOVs (*Advanced TIROS Operational Vertical Sounder*), o qual é composto por três sondadores de interesse à assimilação de dados: HIRS, AMSU-A e MHS. Estes sensores medem radiancias nas regiões espectrais do infravermelho e micro-ondas. De acordo com os relatórios apresentados pelos centros operacionais de modelagem, as radiancias medidas por esses sensores são os dados de satélite que contribuem significativamente com a qualidade da previsão numérica de tempo. Estes instrumentos estão instalados em diversas plataforma orbitais da série NOAA (NOAA-15, 16, 17, 18 e 19) e MetOP, aumentando assim a frequência e a disponibilidade espacial dos dados. Adicionalmente, dados de sondadores hiperspectrais são informações importantes no sistema da assimilação, principalmente de modelos ambientais. As agências espaciais planejam inserir em suas plataformas espaciais sensores hiperspectrais (IRS/MSG, IASI-NG/METOP-SGA, CRIS/JPSS-1 e 2), e o centro precisa ampliar sua capacidade de absorver essas informações e o módulo de radiancia deve ser constantemente aperfeiçoado.

A assimilação dos dados de radiancias para os canais sensíveis às condições da superfície terrestre possui dependência da diferença entre a radiancia observada pelo satélite e a simulada pelo Modelo de Transferência Radiativa (MTR). Sendo que no sistema de assimilação de dados é aplicado os critérios sobre as radiancias observadas consoante a um controle de qualidade em que se estabelece um valor máximo entre a diferença das radiancias observadas e simuladas tem-se a inclusão ou exclusão desses dados observados Penna (2014).

A relação abaixo apresenta a lista dos sensores que medem a radiancia, os quais estão embarcados em diversos satélites. Para cada um desses sensores foi criado um submódulo, que trata de processar os dados dos mesmos dos mais diversos satélites gerando apenas um arquivo por sensor. Essa estratégia foi tomada, pois o GSI trata de todos os dados de radiancia separando-os por sensor. A relação abaixo apresenta a lista de sensores:

- Módulo AMSUA: O sensor usado para o análise é o de microondas AMSU-A que compõem o sistema ATOVS (*Advanced Tiros Operational Vertical Sounder*) e contem 15 canais que estão baseados em parâmetros da resposta do vapor de água. Este sensor encontra-se nas unidades dos satelites

NOAA-18, NOAA-19 e METOP-B.

- Módulo AIRS: O sondador atmosférico *Atmospheric Infrared Sounder* (AIRS) lançado pela *National Aeronautic and Space Administration* (NASA) em 2002, a bordo do satélite AQUA, é o primeiro instrumento da nova geração de sensores hiperspectrais de radiação infravermelha, cuja finalidade principal é fornecer informações de boa qualidade de atmosféricos utilizando-se um grande número de canais.
- Módulo IASI: O *Infrared Atmospheric Sounding Interferometer* (IASI), um sensor com alta resolução espectral no infravermelho que possui 8.461 canais espectrais a bordo dos satélites da família MetOp da Agência Espacial Europeia (ESA). Esse sensor fornece dados para meteorologia operacional e organizações de pesquisa atmosférica, que são usados especialmente para assimilação de dados com ênfase no espectro da atmosfera no infravermelho e com alto nível de acurácia.
- Módulo MHS: O Sondador de Umidade *Microwave Humidity Sounder* (MHS) é um sensor de cinco canais com radiômetro de auto calibração rotativa de microondas no nadir dos satélites MetOp-A e B e NOAA-18, e 19 e é projetado para digitalizar os dados perpendiculares ao voo a uma taxa de 2,67 segundos por digitalização. A largura da faixa da digitalização é de aproximadamente $\pm 50^\circ$. A digitalização é sincronizada com os instrumentos AMSU-A e B, sendo que com o MHS se executam três ciclos de digitalização para cada uma realizada pelos instrumentos AMSU.
- Módulo HIRS: O sensor HIRS4 *High Resolution Infrared Radiation Sounder* possui um sistema escaner de espelho elíptico de 56 passos a 1.8 graus; escaneia linhas perpendiculares a sua trajetória (cross-track scanner); fazendo uma tomada de dados em 20 bandas espectrais o que permite fazer o cálculo de perfis verticais de temperaturas, até 40 km de altura desde a superfície terrestre. O sensor HIRS consegue pegar dados multi espectrais no visível de 0,69 micrômetros, sendo que 7 deles se encontram na banda de onda curta entre 3.7 e 4.6 micrômetros; 12 canais se encontram na onda larga entre 6.5 a 15 micrômetros.

Mais informações sobre os sensores já tratados pelo BFGGE são apresentados nas próximas sub seções.

4.4.2 Radiância AMSUA - Informações gerais

O sensor utilizado é o de microondas AMSUA que contém 15 canais e está baseado no parâmetro de umidade do vapor de água. Este sensor encontra-se nas unidades dos satélites NOAA-18, NOAA-19 e METOP-B e são recepcionados pelas antenas da Divisão de Satélites Ambientais (DSA) do CPTEC-INPE.

Os dados de radiância recepcionados pelo sistema RARS-DSA (Regional ATOVS Retransmission Services) são decifrados em vários níveis de controle e precisam ser transformados em formato BUFR para a leitura correta do sistema de assimilação GSI.

Inicialmente foram utilizados os dados dos sensores AMSUA que compõem o sistema ATOVS (Advanced Tiros Operational Vertical Sounder). Os dados utilizados possuem duas fontes: dados regionais advindos das antenas da Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais, e dados globais (incluindo dados de outros centros de recepção) através do projeto RARS. O RARS é um projeto da Organização Mundial de Meteorologia, e consiste em um sistema de aquisição em tempo real de dados de satélite de órbita polar e de disponibilização para a comunidade através dos centros regionais de processamento. O objetivo principal do RARS é disponibilizar dados ATOVS globais em menos de 30 minutos desde a aquisição dos dados na estação. Estes dados já foram requisitados pelos centros responsáveis do RARS e são recebidos na DSA, [Salvador et al. \(2015\)](#). No CPTEC o formato usado pelo sistema regional é o RARS, o qual é utilizado pela WMO.

As observáveis de radiâncias são geradas no formato BUFR, sendo as informações da temperatura de brilho e outras variáveis correspondentes aos 15 canais do sensor AMSUA dos satélites NOAA-18, NOAA-19 e METOP-B. O módulo criado para o AMSUA escreve esses dados recepcionados pelo sistema RARS que vem tabelado no formato WMO no nível 1C BUFR e converte esses dados para o formato BUFR do NCEP preparados para serem lidos pelo sistema de assimilação.

A escrita das observações de radiâncias ocorre da seguinte maneira: Os dados BUFR que são decodificados possuem um determinado formato obedecendo as normas das tabelas da WMO e para a sua utilização no sistema de assimilação GSI é necessário escrevê-los no formato da tabela do NCEP, sendo que esses parâmetros devem ser equivalentes entre si, os da WMO relacionados com os do NCEP.

A tabela da WMO A,B e C descrevem os parâmetros, variáveis e dados observados

com formato baseado nos índices numéricos, já as tabelas do NCEP alojadas dentro do arquivo bufrrables e denominado radiance.bufrrables descrevem os mesmos parâmetros, variáveis e dados observados em formato alfanumérico, tendo um valor numérico associado a um valor carácter que é denominado mnemônicos, como mostrado abaixo:

```
vdhdstr='SAID FOVN YEAR MNTH DAYS HOUR MINU SECO CLAT CLON CLATH CLONH
HOLS'
```

Esses valores correspondem a identificação do satélite, campo de vista, ano, mês, dia, horas, minutos e segundos, latitude, longitude e outros mais. Abaixo tem-se as equivalências de índices entre as tabelas do NCEP e WMO:

Tabela NCEP		Tabela WMO	Variável
SAID	corresponde a	001007	-SATELLITE IDENTIFIER(CODE TABLE 1007)
FOV	corresponde a	005043	-FIELD OF VIEW NUMBER (NUMERIC)
YEAR	corresponde a	004001	-YEAR (YEAR)
MONTH	corresponde a	004002	-MONTH (MONTH)
DAYS	corresponde a	004003	-DAY (DAY)
HOURS	corresponde a	004004	-HOUR (HOUR)
MINU	corresponde a	004005	-MINUTE (MINUTE)
SECO	corresponde a	004006	-SECOND (SECOND)
CLAT	corresponde a	005002	-LATITUDE (DEGREE)
CLON	corresponde a	006002	-LONGITUDE (DEGREE)
...

Os equivalentes aos parâmetros do ângulo zenith e solar, azimuth e solar azimuth do NCEP e da WMO são mostrados abaixo:

```
vdhdr2b='SAZA SOZA BEARAZ SOLAZI'
```

Tabela NCEP		Tabela WMO	Variável
SAZA	corresponde a	007024	-SATELLITE ZENITH ANGLE (DEGREE)
SOZA	corresponde a	007025	-SOLAR ZENITH ANGLE (DEGREE)
BEARAZ	corresponde a	007021	-BEARING OR AZIMUTH (DEGREE TRUE)
SOLAZI	corresponde a	005022	-SOLAR AZIMUTH (DEGREE TRUE)

E para a temperatura de brilho do sensor com 15 canais:

```
vdobstr='TMBR'
```

Equivalências de índices entre as tabelas do NCEP e WMO (observações)

Tabela NCEP	Tabela WMO	Variável
TMBR	corresponde a 012063	-BRIGHTNESS TEMPERATURE (K)

Dentro do módulo da escrita há uma definição para a variável denominada SUBSET, a qual distingue o tipo de sensor que esta sendo lido pelo programa, e desta forma identificando junto o parâmetro SAID que mostra o tipo de satélite.

```
vdssubset='NC021023' | A61223 | MTYP 021-023 PROC AMSU-A 1B Tb  
DATA(NOAA- 15-19,METOP-2)
```

Neste caso o valor alfanumérico corresponde ao sensor AMSUA do satélite NOAA18.

Utilizando a estrutura de desenvolvimento, como a dos convencionais, feita para o satélite NOAA-18, também se desenvolveu o módulo para os dados de radiância dos satélites NOAA-19 e METOP-B.

Numa das etapas de validação dos dados escritos no BUFR foi possível obter saídas dos dados em formatos ASCII para os dados de temperatura de brilho nos 15 canais do sensor AMSUA, agrupados sistematicamente em ordem da passagem dos satélites, e através desses resultados estatísticas foram geradas apresentando os valores do máximo e mínimo, média e desvio padrão, tomados para uma observação horária do satélite. Estas medidas estatísticas são dadas para os canais 5, 6, 7, 8 e 9 do espectro do vapor de água do AMSUA como mostrado na figura 4.13.

```

%ESTADISTICA DOS CANAIS 5 e 6 NOAA-18
Nao existen dados para NOAA-18
%ESTADISTICA DOS CANAIS 5,6,8 e 9 NOAA-19
%TIPO      MAX      MIN      MEAN      DESVIO.P      IND
CH5        258.61    235.28    249.91     4.73          2310
CH6        242.02    222.89    234.26     4.27          2310
CH7        228.30    215.01    223.64     2.81          2310
CH8        223.23    210.93    218.11     2.03          2310
CH9        218.61    206.60    213.52     3.44          2310
%ESTADISTICA DOS CANAIS 5,6,7,8 e 9 METOP-1
%TIPO      MAX      MIN      MEAN      DESVIO.P      IND
CH5        263.11    240.22    254.51     4.92          2910
CH6        242.94    225.89    236.44     4.44          2910
CH7        228.55    215.48    223.91     3.43          2910
CH8        220.85    209.19    215.85     2.57          2910
CH9        217.51    206.11    210.11     3.19          2910

```

Figura 4.13 - Exemplo da estatística dos canais.

Algumas saídas gráficas puderam ser geradas para visualizar a distribuição espacial das radiâncias no globo terrestre. Na figura 4.14 é apresentado o sensor AMSUA recepcionados pelo sistema RARS-DSA regional, sendo os dados recepcionados pela antena do CPTEC as 6:57 UTC do dia 24 de Agosto de 2014.

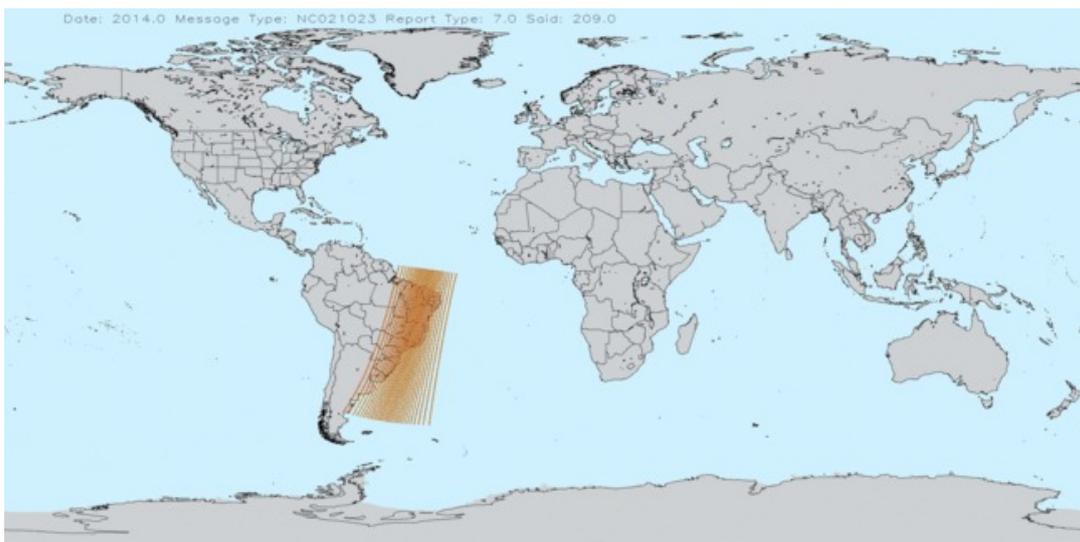


Figura 4.14 - Dados do sensor AMSUA recepcionados pelo CPTEC.

Já a figura 4.15 corresponde aos dados emitidos pelo NCEP e correspondem as 3 passagens do NOAA-18 do sensor AMSUA compreendidas entre as 00 e 7:00 UTC do mesmo período.

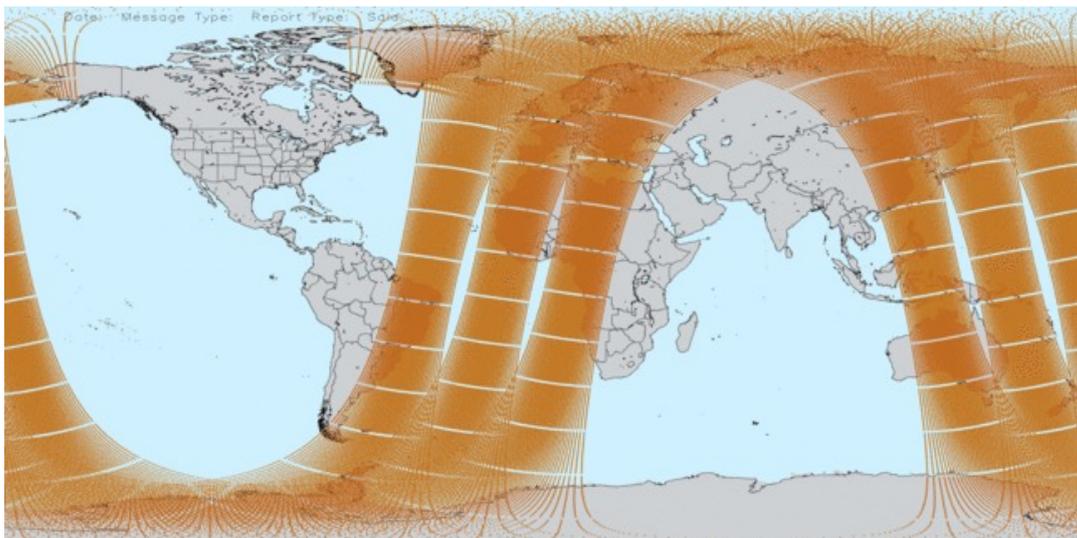


Figura 4.15 - Dados do sensor AMSUA recebidos pelo NCEP.

Em uma outra visualização na figura 4.16 apresenta o domínio dos dados para América do sul no horário de passagem do satélite, cabe ressaltar o alcance da antena do sistema RARS na hora que o satélite passou pelo território brasileiro. Cada satélite é registrado pelo módulo imprimindo o domínio de cada um em cores diferenciadas.

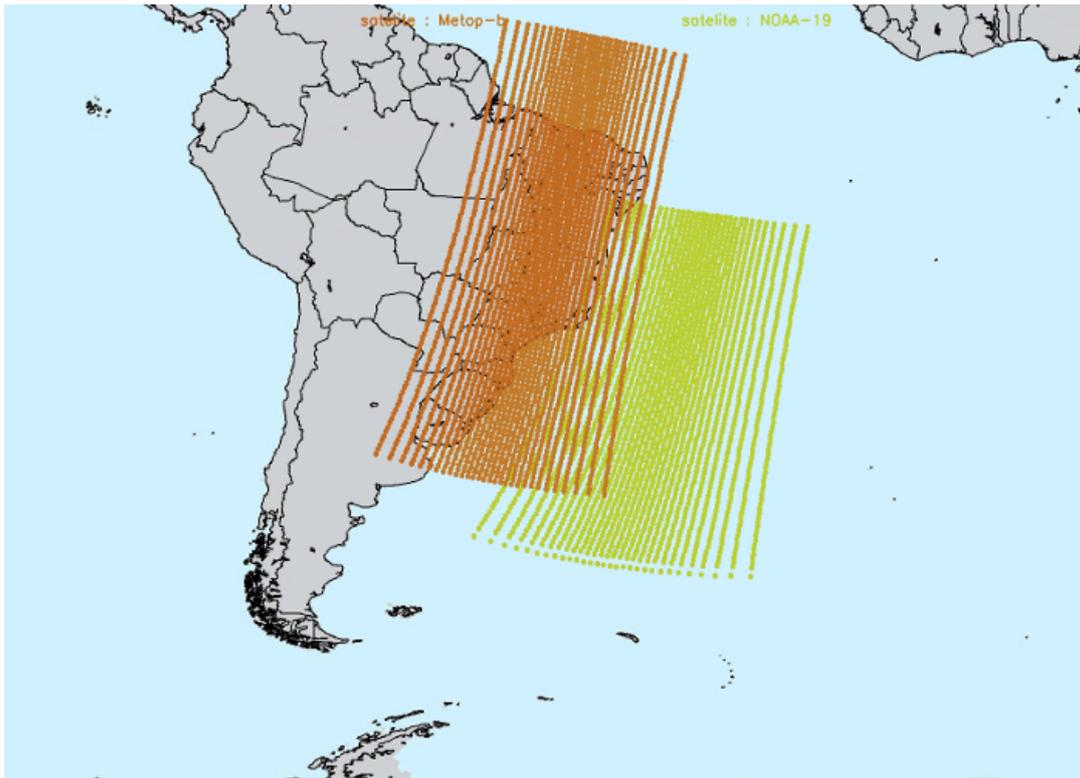


Figura 4.16 - Dados distribuídos sobre a América do Sul do Metop-B e NOAA-19.

Os dados da figura 4.17 pertencem ao sensor de microondas AMSUA que estão a bordo de satélites NOAA 18 mas que também podem visualizar os do satélite NOAA 19 e METOP B. No lado esquerdo são apresentados os valores da temperatura de brilho correspondentes ao sistema RARS e no lado direito as observações de temperatura de brilho obtidas via ftp pelo NCEP. Nota-se que há diferenças entre elas, no entanto são mínimas. Por outro lado tem-se a informação obtida pelo sistema RARS chegando a ser decodificada em 15 minutos aproximadamente, já os dados do NCEP são disponibilizados via ftp com uma frequência maior de 3 horas.

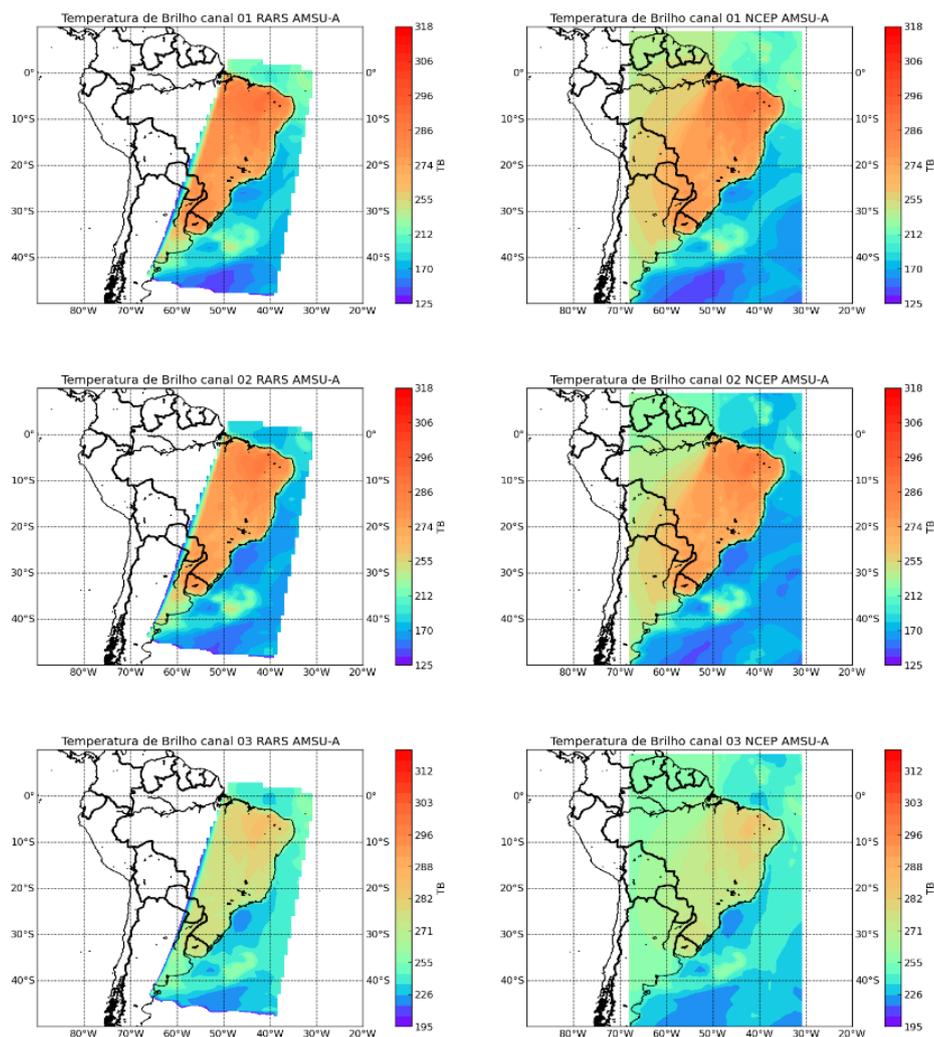


Figura 4.17 - Comparação de observações de temperatura de brilho entre os dados gerado pelo sistema GCQD (lado esquerdo) e do NCEP (lado direito) para o dia 24 de agosto de 2014 às 06:57 UTC.

4.4.3 Radiância MHS - Informações gerais

O Sondador de unidade denominado Microwave Humidity Sounder(MHS) é um sensor de cinco canais com radiômetro de auto calibração rotativa de micro-ondas no nadir dos satélites MetOp-A e B e NOAA-18,e 19 e é projetado para digitalizar os dados perpendiculares ao voo a uma taxa de 2,67 segundos por digitalização. A largura da faixa da digitalização é de aproximadamente +/- 50 °. A digitalização é sincronizada com os instrumentos AMSU-A e B, sendo que com o MHS se executam três ciclos de digitalização para cada uma realizada pelos instrumentos AMSU. A tarefa principal é medir a radiação procedente de várias capas distintas da atmosfera com a finalidade de estimar os perfis de umidade. Os canais 3, 4 e 5 cobrem a zona

do espectro de máxima absorção devida ao vapor de água (183 GHz); o canal 1 e 2, a 89 GHz e 150 GHz são capazes de penetrar até a superfície terrestre.

Semelhantemente ao que foi determinado nos módulos de escrita para os sensores HIRS e AMSU-A, o MHS faz o uso do módulo inserindo no cabeçalho os mesmos mnemônicos apontados nos tópicos anteriores. Nesse módulo necessita-se de declarar o valor para a variável subset que é o vds subset='NC021027', cuja equivalência alfanumérica distingue o tipo de sensor que está sendo lido pelo programa, que neste caso corresponde ao sensor MHS identificado como 'NC021027', sendo desta forma pode-se identificar junto ao parâmetro SAID, que mostra de que satélite provem o dado de temperatura de brilho:

```
NC021027 & A61234 & MTYP 021-027 PROCESSED MHS  
Tb DATA (NOAA-18-19,METOP-B)
```

Para o sensor MHS a bordo dos satélites NOAA-18 e NOAA-19 para o sensor MHS foi apresentado as observações de radiâncias na figura 4.18.

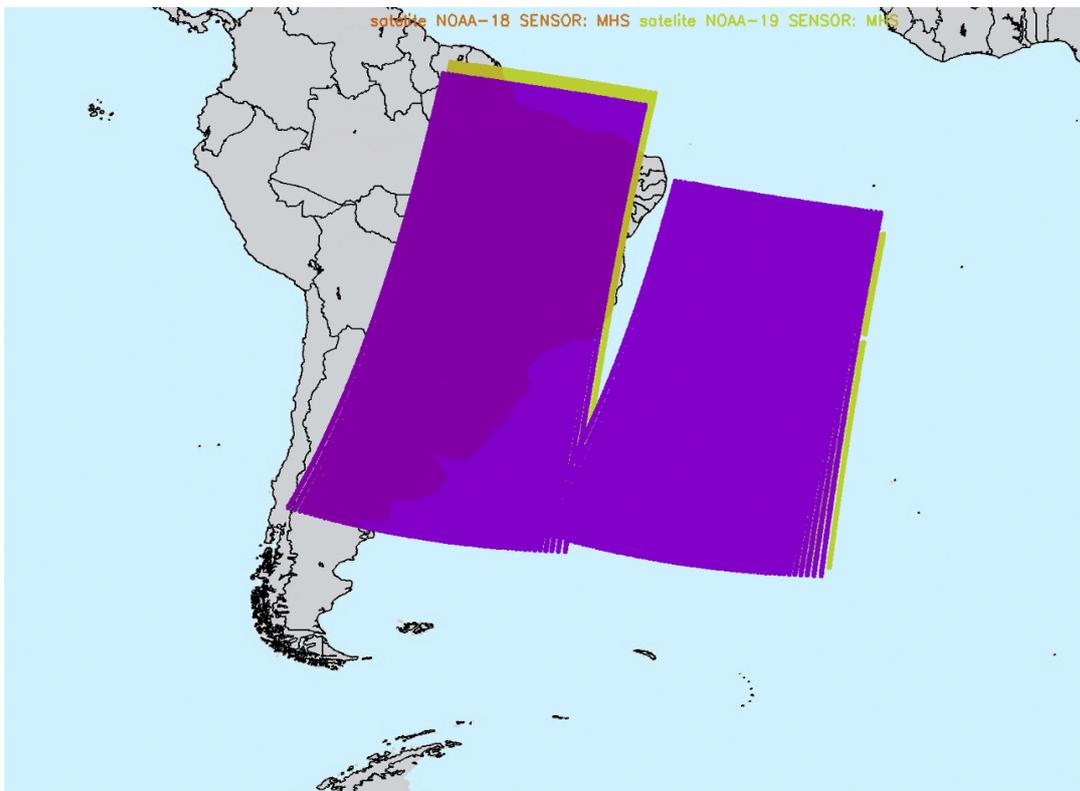


Figura 4.18 - Distribuição espacial das radiâncias para o sensor MHS.

A figura 4.19 apresenta comparações das saídas do sensor MHS.

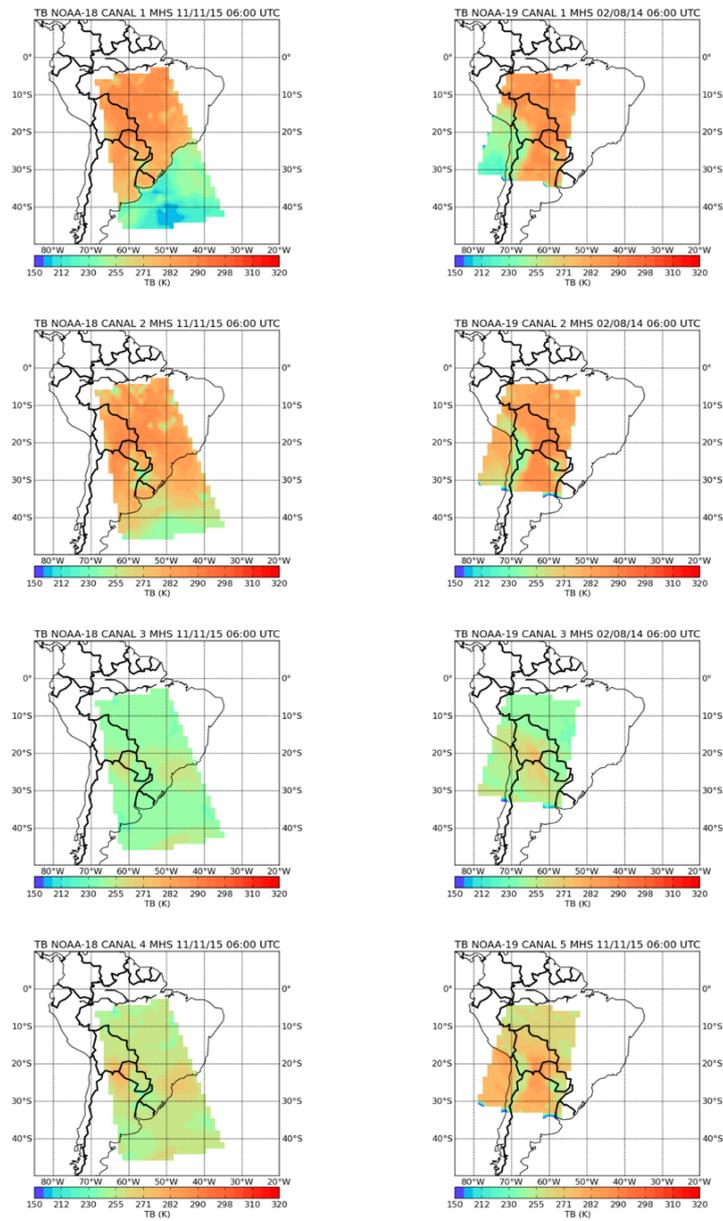


Figura 4.19 - Saídas do MHS para o horário das 06:00 UTC para o dia 02/08/2015 nas passagens dos satélites NOAA-18 e NOAA-19. Os canais mostrados são, 2, 3, 4, e 5.

4.4.4 Radiância HIRS - Informações gerais

O sensor HIRS (High Resolution Infrared Radiation Sounder) é um instrumento de varredura de linha transversal, tipo scanner, que faz a utilização de um espelho varredor que se move nos passos ou incrementos discretos. O mesmo foi projetado para fazer a medição da energia radiante proveniente da terra e de sua atmosfera em comprimentos de onda acima de 6,5 micrômetros até 15,00 micrômetros (onda longa) e em comprimentos de onda entre o visível (0,69 micrômetros) e 4,6 micrômetros (onda curta), por meio da utilização de 20 diferentes bandas espectrais.

Esse sensor tem a função de calcular o perfil de temperatura vertical desde a superfície da terra até uma altura de aproximadamente 40 quilômetros. As bandas espectrais estão distribuídas em: 1 canal visível, em torno de 0,69 micrômetros, 7 canais no infravermelho (onda curta), entre 3,7 a 4,6 micrômetros, e 12 canais no infravermelho (onda longa), entre 6,5 e 15 micrômetros.

E conforme descrito, esses sensores dos satélites registram dados de temperatura de brilho no espectro visível em vários canais. Assim como nos módulos de escrita para as radiâncias anteriormente descritos, semelhantemente foi gerado o módulo para o sensor HIRS, relacionando-se sempre os parâmetros referentes a leitura com a tabela da WMO e para a escrita com a tabela do NCEP. Foi definida para a variável denominada 'vdsbset' a equivalência alfanumérica 'NC021028' que distingue o tipo de sensor, que neste caso correspondente ao sensor HIRS:

NC021028 & A61245 & MTYP 021-028 PROC HIRS-4 1B Tb DATA

A distribuição espacial das radiâncias do sensor HIRS podem ser visualizadas na figura 4.20.

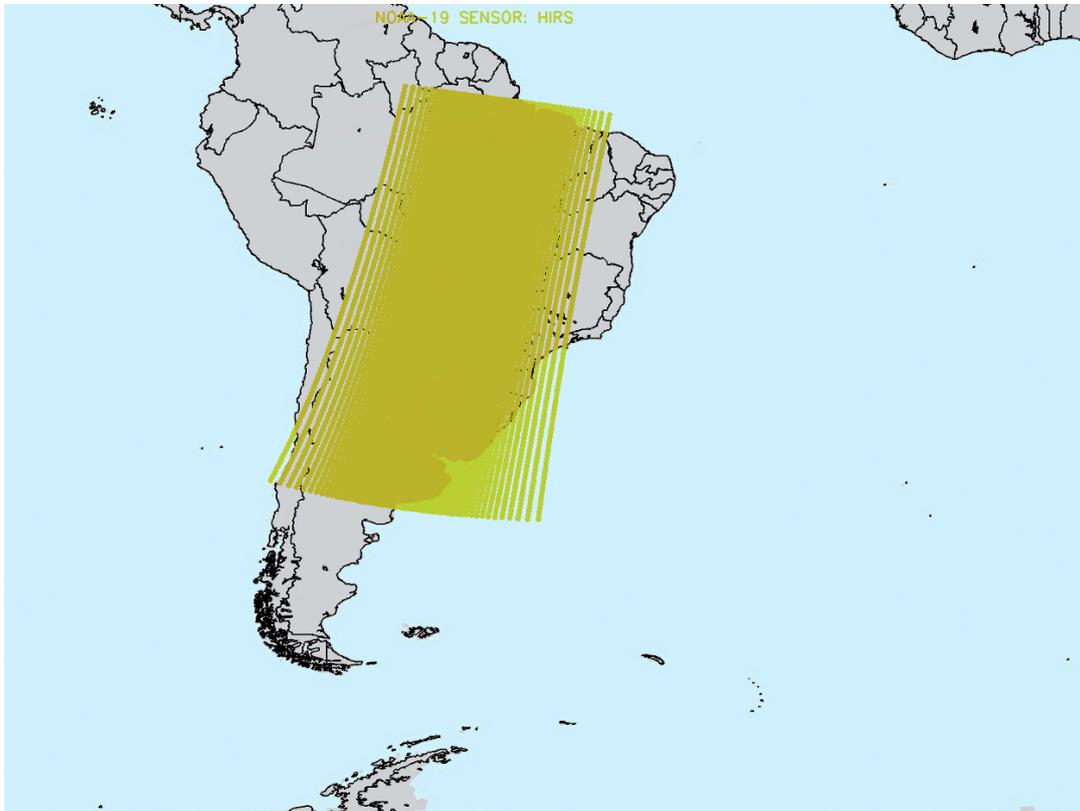


Figura 4.20 - Distribuição espacial das observações do sensor HIRS.

Na figura 4.21 são apresentados as saídas do HIRS para 2 horários 06:00 e 18:00 são mostrados nessa figura a continuação para o dia 11/11/2015 nas passagens dos satélites NOAA-18 e NOAA-19. Sendo os canais mostrados: 5, 6, 7, e 8.

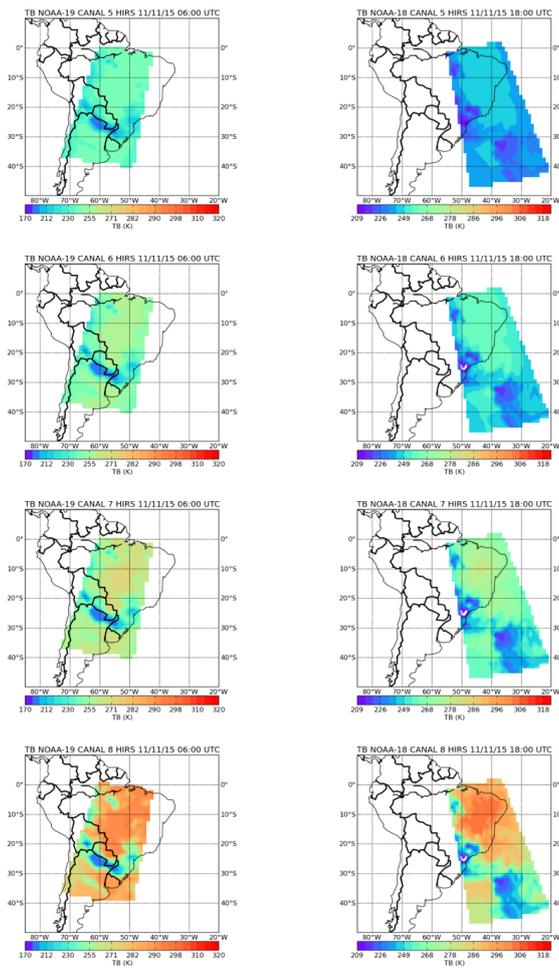


Figura 4.21 - Comparação de temperatura de brilho do sensor HIRS dos satélites NOAA-19 RARS (lado esquerdo) e NOAA-18 (lado direito) para o dia 11 de novembro de 2015 as 06:00 e 18:00 UTC.

4.5 Dados de Rádio Ocultação GNSS

O GNSS (Global Navigation Satellite System) é um sistema que integra os principais sistemas de posicionamento por satélite, como o GPS (Global Positioning System) americano, o GLONASS (Global Navigation Satellite System) russo, o GALILEO, sistema da União Européia e o Chinês denominado COMPASS. Esses sistemas são compostos por constelações de satélites, dispostos de modo que um receptor obtenha sinais de pelo menos quatro satélites simultaneamente, e através das medidas das distâncias entre o receptor e os quatro satélites permitem determinar de maneira precisa a posição do mesmo em tempo real. A rádio ocultação do sinal GNSS (daqui para frente denominada RO-GNSS) está relacionada com dois satélites ocultos pela Terra; no caso, um satélite GNSS, que emite o sinal, e um satélite de órbita baixa, denominado LEO (Low Earth Orbits), que recebe o sinal através de um receptor

a bordo. Essa comunicação sofre os efeitos da troposfera terrestre, afetando a fase e a amplitude dos sinais envolvidos. Nesse caso, a propagação do sinal se dá na forma de uma linha curva, entre o transmissor e o receptor. Isso faz com que os satélites, mesmo não estando visíveis entre eles, consigam enviar e receber sinais. Assim, a RO-GNSS se comporta como um experimento óptico no qual a atmosfera atua como uma lente, alterando a velocidade de propagação e a trajetória do sinal que a atravessa. Como essa alteração é função da densidade da atmosfera no ponto de ocultação e ao varrer verticalmente a mesma é possível obter com a ocultação um perfil atmosférico da refratividade do sinal, o qual por sua vez pode ser convertido em perfis de temperatura e umidade [Kursinski et al. \(1997\)](#). Um esquema de perfilamento da atmosfera utilizando a RO-GNSS é mostrado na figura 4.22.

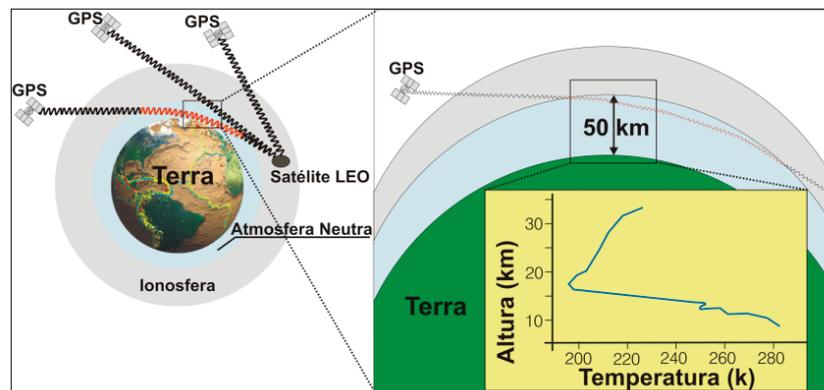


Figura 4.22 - Esquema ilustrativo do comportamento do sinal quando esse atravessa a atmosfera terrestre, no momento em que acontece uma ocultação do sinal GPS emitido pelo satélite do sistema e recebido por um receptor a bordo do satélite LEO (Figura adaptada de [Lee L.-C. e Kursinski \(2000\)](#))

No passado houve várias missões com o objetivo de contribuir com o desenvolvimento da técnica de radiocultação, como as que lançaram o satélite GPS/MET, o CHAMP (Challenging Minisatellite Payload of Geophysical Research and Application) [WICKERT J.; GALAS \(2001\)](#), o SAC-C e o GRACE (Gravity Recovery And Climate Experiment). Atualmente há uma constelação composta de 5 satélites LEO dedicados para a RO-GNSS inseridos no projeto COSMIC (Constellation Observing System for Meteorology, Ionosphere, and Climate), do consórcio entre Taiwan e os Estados Unidos. O primeiro do programa de satélites Meteorológicos Operacionais (MetOp), do Sistema Polar da EUMETSAT foi o MetOp-A lançado em 2006 e o segundo foi o MetOp-B lançado em 2012. O TerraSAR-X foi lançado em 2007, como resultado de uma cooperação público-privada entre o DLR e a Companhia Europeia

de Aeronáutica, Defesa e Espaço (EADS, acrônimo do inglês European Aeronautic Defence and Space Company) da Astria. Todos esses satélites estão atualmente operacionais. Essa iniciativa têm como objetivo principal proporcionar melhorias no desempenho de modelos de Previsão Numérica de Tempo (PNT), especialmente em regiões polares e oceânicas, bem como em locais com florestas muito densas, como é o caso da floresta amazônica. Essa constelação disponibiliza diariamente mais de 1500 perfis atmosféricos. A figura 2 mostra a distribuição espacial desses perfis.

Os dados de radiocultação GNSS são perfis de observações indiretas da atmosfera, que semelhante aos dados de radiância, carregam informação do comportamento da mesma em diferentes níveis. Os dados podem ser em três níveis de processamento, os quais podem ser listados aqui (do mais cru para o mais processado) como sendo:

- a) Observações de fase da onda portadora nas duas frequências do sistema;
- b) Valores do efeito Doppler dos sinais recebidos na satélite LEO;
- c) Perfis do ângulo de ocultação em função do parâmetro de impacto;
- d) Perfis de refratividade em função da altura geométrica
- e) Perfis de temperatura e umidade em função da pressão atmosférica.

Os dois primeiros níveis não são factíveis de serem assimilados, dada a complexidade do operador de observações a serem aplicados nesses casos. Com o PSAS o CPTEC avaliou a assimilação de dados de Perfis de temperatura e umidade e foram publicados em [SAPUCCI et al. \(2014\)](#). Atualmente o CPTEC está assimilando dados de refratividade usando o GSI [Banões \(2016\)](#) e alguns testes de impacto usando o LETKF foram reportados em [SAPUCCI et al. \(2016\)](#). Testes iniciais na assimilação de dados do ângulo de ocultação estão sendo realizados no desenvolvimento de uma dissertação de mestrado. Informações sobre esses testes podem ser obtidas em [??](#)). Os arquivos a serem tratados no GSI deverão conter tanto os dados da refratividade em função da altura geométrica como os dados do ângulo de ocultação em função do parâmetro de impacto.

No GSI todos os dados de rádio ocultação independente dos sensores e constelação de satélites são tratados em um mesmo arquivo. Mas como são distintas as formas de receber os dados das diferentes constelações, os seguintes sub-módulos deverão ser criados:

- Sensor GPS, Satélites: Constelação COSMIC-I: (Constellation Observing System for Meteorology, Ionosphere, and Climate), do consórcio entre Taiwan e os Estados Unidos, operacionais desde 2005;
- Sensor GRAS, Satélites MetOp-A e MetOP-B: Programa de satélites Meteorológicos Operacionais (MetOp), do Sistema Polar da EUMETSAT foi o MetOp-A lançado em 2006 e o segundo foi o MetOp-B lançado em 2012;
- Sensor GNSS, Satélite TerraSAR: Cooperação público-privada entre o DLR e a Companhia Europeia de Aeronáutica, Defesa e Espaço (EADS, acrônimo do inglês European Aeronautic Defence and Space Company) da Áustria. Operacional desde 2017;
- Sensor GPS, Satélites: Constelação COSMIC-II: (Constellation Observing System for Meteorology, Ionosphere, and Climate) segunda geração, na continuidade do consórcio entre Taiwan e os Estados Unidos. Com proposta para iniciarem os lançamentos ainda em 2016.

Na atual versão do BFGGE apenas os dados do sensor GRAS estão sendo processados, para o qual o módulo desenvolvido é detalhado na próxima sub-seção.

4.5.1 Módulo para dados RO do MetOp-A e MetOp-B

Os dados de rádio ocultação são relativamente mais complexos de se adicionar no bufr NCEP pois eles possuem um cabeçalho de informações para cada dado de um mesmo perfil. Para isso são criados diferentes sequências de informações denominadas ROSEQ01, ROSEQ02 e ROSEQ03.

O arquivo acessado foi o disponível em: <http://www.nco.ncep.noaa.gov/pmb/codes/nwprod/fix/bufrtab.003>, onde são encontrados quais os mnemônicos utilizados nas sequências ROSEQ01 ROSEQ02 e ROSEQ03, vistos nas figuras 4.23, 4.24 e 4.25.

MNEMONIC	NUMBER	DESCRIPTION
ROSEQ1	352100	RAOC PROFILE LOCATIONS SEQUENCE
ROSEQ2	352101	RAOC FREQ/IMPACT PARM/BENDING ANGLE SEQUENCE
ROSEQ3	352102	RAOC HEIGHT/REFRACTIVITY SEQUENCE
ROSEQ4	352103	RAOC LEVEL-2 RETRIEVAL SEQUENCE

Figura 4.23 - Lista de mnemônicos ROGNSS.

MNEMONIC	NUMBER	DESCRIPTION
ROSEQ1	LTLOH	BEARAZ {ROSEQ2} PCCF
ROSEQ2	MEFR	IMPP BND A FOST 201125 BND A
ROSEQ2	201000	FOST
ROSEQ3	HEIT	ARFR FOST
ROSEQ3	201123	ARFR 201000 FOST PCCF
ROSEQ4	GPHTST	PRES TMDBST SPFH
ROSEQ4	FOST	201120 PRES 201000 201122 TMDBST
ROSEQ4	201000	201123 SPFH 201000 FOST PCCF

Figura 4.24 - Descrição da lista de mnemônicos ROGNSS.

ROSEQ1:						
ROSEQ1	LTLONH	BEARAZ	{ROSEQ2}	PCCF		
MNEMONIC	NUMBER	DESCRIPTION				
LTLONH	301021	HIGH ACCURACY LATITUDE/LONGITUDE POSITION				
BEARAZ	005021	BEARING OR AZIMUTH				
ROSEQ(?)	352100	ROSEQ2 ROSEQ3 ROSEQ4				
PCCF	033007	PER CENT CONFIDENCE				
ROSEQ2:						
ROSEQ2	MEFR	IMPP	BNDA	FOST	201125	BNDA
ROSEQ2	201000	FOST				
MNEMONIC	NUMBER	DESCRIPTION				
MEFR	002121	MEAN FREQUENCY				
IMPP	007040	IMPACT PARAMETER				
BNDA	015037	BENDING ANGLE				
FOST	008023	FIRST ORDER STATISTICS				
201125	????????????????					
BNDA	015037	BENDING ANGLE				
201000	????????????????					
FOST	008023	FIRST ORDER STATISTICS				
ROSEQ3:						
ROSEQ3	HEIT	ARFR	FOST	FOST	PCCF	
ROSEQ3	201123	ARFR	201000	FOST		
MNEMONIC	NUMBER	DESCRIPTION				
HEIT	007007	HEIGHT				
ARFR	015036	ATMOSPHERIC REFRACTIVITY				
FOST	008023	FIRST ORDER STATISTICS				
201123	????????????????					
ARFR	015036	ATMOSPHERIC REFRACTIVITY				
201000	????????????????					
FOST	008023	FIRST ORDER STATISTICS				
PCCF	033007	PER CENT CONFIDENCE				
ROSEQ4:						
ROSEQ4	GPHTST	PRES	TMDBST	SPFH	201122	TMDBST
ROSEQ4	FOST	201120	PRES	201000	FOST	PCCF
ROSEQ4	201000	201123	SPFH	201000		
MNEMONIC	NUMBER	DESCRIPTION				
GPHTST	007009	GEOPOTENTIAL HEIGHT				
PRES	010004	PRESSURE				
TMDBST	012001	TEMPERATURE/DRY BULB TEMPERATURE				
SPFH	013001	SPECIFIC HUMIDITY				
FOST	008023	FIRST ORDER STATISTICS				
201120	????????????????					
PRES	010004	PRESSURE				
201000	????????????????					
201122	????????????????					
TMDBST	012001	TEMPERATURE/DRY BULB TEMPERATURE				
201000	????????????????					
201123	????????????????					
SPFH	013001	SPECIFIC HUMIDITY				
201000	????????????????					
FOST	008023	FIRST ORDER STATISTICS				
PCCF	033007	PER CENT CONFIDENCE				

Figura 4.25 - Descrição detalhada da lista de mnemônicos ROGNSS.

Para gerar os arquivos foram apenas concatenados os arquivos dos perfis individuais no formato BUFR e modificado o subtipo para 10.

Após a criação dos arquivos de GPSRO é necessário utilizar algumas metodologias de validação para avaliar a consistência dos dados e assegurar que os mesmos estão aptos para serem assimilados no sistema GSI. Duas formas, de averiguar se o dado foi preparado corretamente e se esta com as informações necessárias para a assimilação,

são realizadas: a primeira se obtém a visualização das observações em um campo espacial, as quais são plotadas na figura de um globo terrestre utilizando os valores de latitude e longitude. Nessa primeira avaliação é visto como está distribuída as informações em relação ao seu posicionamento e quantidade dependendo do tempo (dia e hora). É possível além de visualizar as informações desse dado a visualização de outros arquivos de outros centros de processamento, realizando uma comparação das informações. As figuras 4.26 e 4.27 apresentam essa distribuição, a primeira do dado GPSRO do MetOp preparado pelo BFGGE e a segunda dos dados GPSRO do NCEP, ambos para a data 20151201 as 00z.

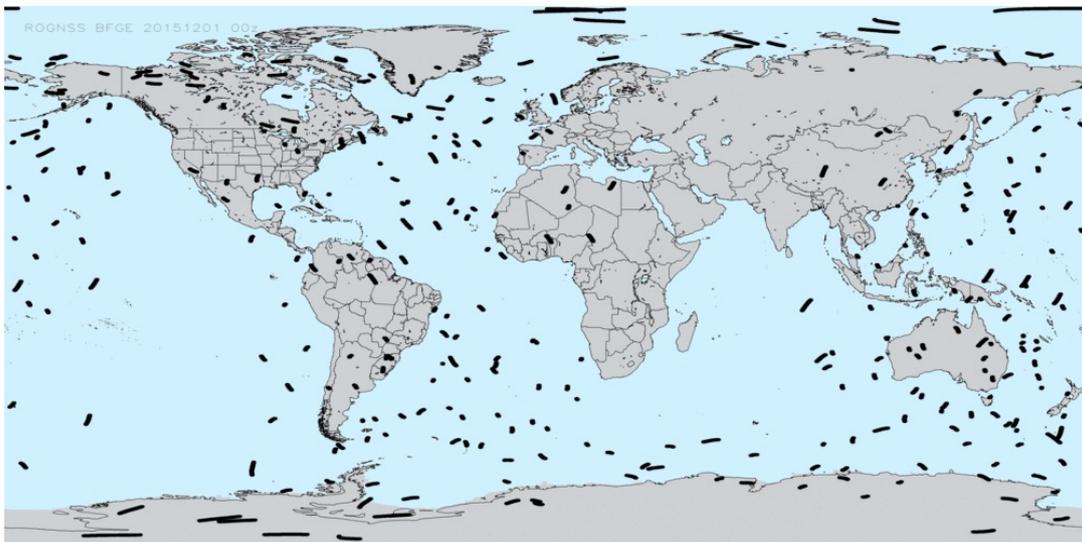


Figura 4.26 - Distribuição espacial das observações ROGNSS do BFGGE.

A segunda forma, em que é avaliado se o dado está estruturado corretamente e com as informações necessárias para o processo de assimilação, é no próprio sistema GSI em que é executado e utilizado esse dado em um determinado ciclo no tempo. Antes de executar os testes de assimilação é realizado alguns ajustes e procedimentos em um sistema que está agregado o GSI, tais como: configuração de scripts, cópias de arquivos de background, namelists e outros pertinentes ao funcionamento do ciclo com êxito. Foram realizados testes de 2 ciclos para a data 20151201 sendo os horários 00z e 06z utilizando o dado de GPSRO preparado pelo BFGGE e obteve-se um resultado significativo ao ter as suas informações assimiladas nesse processo. Após a finalização do processo de assimilação é gerado um arquivo de log que apresentam algumas informações acerca da quantidade dos dados assimilados que são apresentados no trecho abaixo:

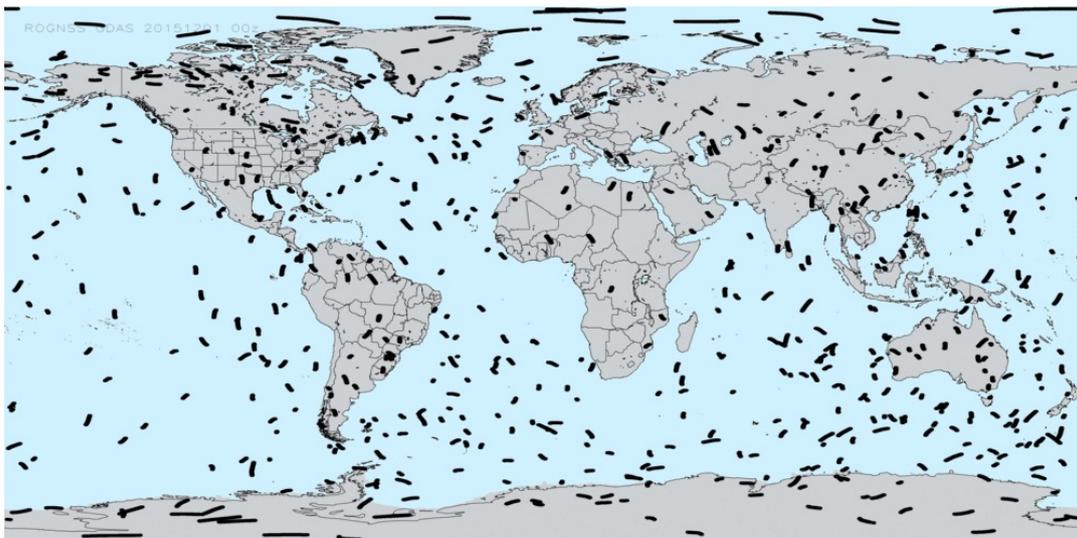


Figura 4.27 - Distribuição espacial das observações ROGNSS do NCEP.

```

Read_EmisCoeff_Binary(INFORMATION) : FILE: CRTM_Coeffs2/EmisCoeff.bin;
EmisCoeff RELEASE.VERSION: 2.02 N_ANGLES= 16 N_FREQUENCIES= 2223
N_WIND_SPEEDS= 11
SETUPRAD: write header record for mhs_n18 5
          30          8          1          5          15  0
          13784 to file pe0055.mhs_n18_02 2015120100
obsdiags: Bytes per element= 66
obsdiags: length total, used= 47113 12065
obsdiags: Estimated memory usage= 3.0 Mb
Begin Jo table outer loop
  Observation Type      Nobs      Jo      Jo/n
surface pressure      31836  2.0602697633469102E+03  0.065
temperature          1742  4.3741478372131651E+03  2.511
wind                 3272  2.3089805714344711E+03  0.706
gps                 15949  5.4788047956914161E+03  0.344
radiance            3489  3.5642413307392003E+03  1.022
                    Nobs      Jo      Jo/n
Jo Global            56288  1.7786444298425162E+04  0.316
End Jo table outer loop
gsi_metguess_mod*destroy_: dealloc() for met-guess done
mpimod: Warning, not all deallocated

```


contendo os tipos de satélites que foram assimilados na rodada. Em uma análise nos resultados desse arquivo observou-se que os dados foram assimilados corretamente. Uma ferramenta para a avaliação desse processo está em fase de elaboração e deverá ser apresentado nas versões futuras desse projeto.

5 Pacote de Controle de Qualidade (PAQC - Package Quality Control)

5.1 Informações gerais sobre o PaQC

Nesta implementação, esse pacote será responsável por realizar o controle de qualidade das observações convencionais a serem utilizadas pelos sistemas de assimilação que utilizam os arquivos PrepBUFR. Para isso, esse pacote irá ler os arquivos PrepBUFR gerados pelo BFGGE e comparar com os dados de estimativa inicial do G3DVAR, realizando uma avaliação da qualidade dos dados observacionais, tomando essa estimativa inicial como referência e modificando a marca (do inglês *mark*) do controle de qualidade do arquivo PrepBUFR, gerando um arquivo diferente do inicial pois em cada etapa do controle de qualidade foi verificado algum critério e atualizada a marca referentes ao mesmo. Diversos processos compõem o PaQC, os quais tratam os diferentes sistemas de observação contidos no PrepBUFR separadamente e por fim todos os dados em conjunto. Uma descrição detalhada de cada processo envolvido nesse pacote é descrito em [KEYSER \(2013\)](#). Esse pacote utilizado é oriundo do G3DVAR disponível em https://projetos.cptec.inpe.br/projects/g3dvar/repository/show/trunk/G3DVAR/cptec/gsi/SRC/GSIIsa/src/Applications/NCEP_PaQC.

5.1.1 Metodologia utilizada no PaQC

O PaQC é um pacote de ferramentas de controle de qualidade utilizados no GMAO da NASA, o qual foi criado baseado nos programas desenvolvidos e mantidos operacionais no NCEP para realizar um controle de qualidade de dados observacionais [RIENECKER e coauthors \(2008\)](#). Esse pacote é composto de um processo complexo de verificações encadeadas, as quais empregam análise multi-variada para verificar todas as observações contra as vizinhas mais próximas. Módulos especiais são aplicados de antemão e separadamente para alguns sistemas de observações e faz uma varredura avaliando em separado as observações desse sistema aplicando metodologias específicas. Esse é o caso dos dados de radiossondas (ADPUPA), dados de sensores em aviões (AIRCAR e AIRCFT), perfiladores de vento doppler (PROFLR) e vento obtido por radar (VADWND). Esses dados são tratados em módulos anteriores ao módulo principal, os quais são tratados em detalhes na próxima subseção. Várias interações do esquema básico são necessárias para completar o processo. Durante cada interação cada uma das observações recebe uma marca que indica se passou ou falhou no processo. Se uma observação qualquer passa, significa que ela pode ser utilizada para verificar as demais em uma subsequente interação, mas se falhar ela é excluída do processo sendo ignorada nas próximas verificações. Esse pro-

cesso interativo é desenvolvido até que o número de observação excluída tende a zero.

5.1.2 Os módulos principais do pacote PaQC

No pacote do PaQC além dos módulos de controle de qualidade existem alguns processos destinados a preparação dos dados para o processo. Os principais módulos de preparação são descritos abaixo:

- block-unblock

Converte o fluxo de bytes BUFR em arquivos binários para um formato em blocos Fortran e vice-versa. O código fonte está tanto para colocar em bloco ‘block’ ou desfazer os blocos ‘unblock’, a escolha da ação é feito através da definição do argumento “-DUNBLOCK” para a rotina ‘unblock’. A nova rotina “cwordsh” requer que seja linkado a atual biblioteca NCEP BUFRLIB. Esta versão do ‘block’ evita dados incorretos nos arquivos de entrada, como cabeçalhos de aviso, e até mesmo palavras de comando Fortran, para que os arquivos já bloqueados sejam novamente bloqueados sem gerar inconsistências. O módulo no repositório se encontra em: https://projetos.cptec.inpe.br/projects/paqc/repository/show/trunk/obs/src/paqc/src/Applications/NCEP_Paqc/block-unblock.

- prepobs_prevents

Ele é executado em dois modos: “PREVENT” e “POSTEVENTS”. No modo PREVENT, prepara relatórios observacionais PrepBUFR para um subsequente controle de qualidade e programas de análise. Isto é feito ao interpolar os campo do first-guess (em formato espectral) para a localização das observações no PrepBUFR com a codificação dos valores do first-guess em registros PrepBUFR codificando os “prevent” e/ou eventos “virtmp” em registros de PrepBUFR e codifica os erros de observação do arquivo de especificação de erro em registros de PrepBUFR. Nesse modo também, pode-se modificar o marcador do marca de qualidade dos dados para não ser utilizado em um subsequente passo do controle de qualidade e processo de análise, em um processo de filtragem. No modo “POSTEVENTS”, depois de executado todo o controle de qualidade e programa de análise, é feita a interpolação da análise global (em coordenadas sigma espectral) para a localização das observações e

codifica esses valores da análise para o arquivo PrepBUFR. Para mais informação sobre “prevent” e eventos de “virtmp”, veja o bloco de notas da rotina w3lib “gblevents” . Esse programa chama a rotina gblevents, a qual é executada aqui no modo “prevent”. A rotina w3lib gblevents faz o empilhamento do trabalho aqui. Depois cada registro é atualizado pela rotina gblevents, os quais são escritos em uma versão pré-processada do arquivo de PrepBUFR. O módulo no repositório se encontra em: https://projetos.cptec.inpe.br/projects/paqc/repository/show/trunk/obs/src/paqc/src/Applications/NCEP_Paqc/ssprev e para o GMAO https://projetos.cptec.inpe.br/projects/paqc/repository/show/trunk/obs/src/paqc/src/Applications/NCEP_Paqc/GMAOprev.

Os módulos de controle de qualidade são descritos aqui de forma sucinta e apresentados na sequencia que os mesmos são aplicados na execução do pacote:

- radcor (Radiossondas)

Esse módulo prepara correções para observações de altura e temperatura das radiossondas a partir das diferenças entre as radiossondas (principalmente o efeito radiativo nos instrumentos). O ângulo solar e o ângulo de elevação solar são calculados. Sub-rotinas contendo tabelas de correções são chamadas e as correções são aplicadas diretamente nos níveis obrigatórios e correções de temperatura são interpoladas para a superfície e níveis significativos na troposfera. O módulo no repositório se encontra em: https://projetos.cptec.inpe.br/projects/paqc/repository/show/trunk/obs/src/paqc/src/Applications/NCEP_Paqc/radcor.

- prepobs_cqcbufr.fd (Radiossondas)

Esse módulo realiza um complexo controle de qualidade de observações de altura e temperatura realizadas por radiossondas. Erros são detectados e muito corrigidos baseados nas informações do perfil. Algumas verificações utilizadas são: hidrostática, incremento, estatística horizontal, estatística vertical e temporal, linha de base e taxa de queda vertical. Também são calculadas a radiação (intersondas) e correções de vieses. Adicionalmente é aplicada uma homogeneização das series de temperatura usando estatísticas de inovação. O módulo no repositório se encontra em: https://projetos.cptec.inpe.br/projects/paqc/repository/show/trunk/obs/src/paqc/src/Applications/NCEP_Paqc/prepobs_cqcbufr.fd.

- prepobs_profqc.fd (Perfiladores de vento Doppler)

Realiza um complexo controle de qualidade de perfiladores de vento Doppler. Os dados de entrada e saída são arquivos no formato PrepBUFR. As verificações realizadas são: incrementos, estatística vertical e temporal e uma combinação de estatísticas vertical e temporal aplicadas simultaneamente. O módulo no repositório se encontra em: https://projetos.cptec.inpe.br/projects/paqc/repository/show/trunk/obs/src/paqc/src/Applications/NCEP_Paqc/prepobs_profqc.fd.

- prepobs_prepacqc.fd (Dados de sensores em aviões: AIRCFT)

Lê um arquivo PrepBUFR contendo todos os tipos de dados preprocessados e seleciona as mensagens que se referem a “AIRCFT” organizando pelos identificadores das estações. Realiza uma verificação rastreada e identifica observações pela posição chamando uma pilha. Aplica um controle de qualidade fazendo uma verificação nos voos, removendo duplicatas, comparando a localização das observações e se preciso, produz superobs de dados de ventos, e posteriormente passando por uma verificação de qualidade. Uma série de novas marcas de controle de qualidade PrepBUFR são incluídas em cada observação. Finalmente escreve os eventos empilhados (considerando as marcas de qualidade atualizadas no PrepBUFR) dentro dos dados PrepBUFR existentes. Em todos os casos, o novo arquivo contém todas as observações originais menos as duplicadas e adição das superobs. Observações usadas para gerar essas superobs são marcadas para assegurar que as mesmas serão omitidas no esquema de análise. O módulo no repositório se encontra em: https://projetos.cptec.inpe.br/projects/paqc/repository/show/trunk/obs/src/paqc/src/Applications/NCEP_Paqc/prepobs_prepacqc.fd.

- prepobs_acarsqc.fd (Dados de sensores em aviões: AIRCAR)

Lê um arquivo PrepBUFR contendo todos os tipos de dados preprocessados e seleciona as mensagens que se referem a “AIRCAR”. Realiza-se certas rudimentares verificações de qualidade nos dados, tais como erros grosseiros e verificação de sanidade. Uma série de novas marcas de controle de qualidade PrepBUFR são incluídas em cada observação. Finalmente escreve os eventos empilhados (considerando as marcas de qualidade atualizadas no PrepBUFR) dentro

dos dados PrepBUFR existentes. Em todos os caos, o novo arquivo contem todas as observações originais menos as duplicadas dentro da janela requerida de dados. O módulo no repositório se encontra em: https://projetos.cptec.inpe.br/projects/paqc/repository/show/trunk/obs/src/paqc/src/Applications/NCEP_Paqc/prepobs_acarsqc.fd.

- prepobs_cqcvad.fd (Dados de vento por radar)

Esse módulo realiza um complexo controle de qualidade de ventos de VAD proveniente de radares WSR-88D. O módulo no repositório se encontra em: https://projetos.cptec.inpe.br/projects/paqc/repository/show/trunk/obs/src/paqc/src/Applications/NCEP_Paqc/prepobs_cqcvad.fd.

Oiqc (Complexo controle de qualidade)

O módulo no repositório se encontra em: https://projetos.cptec.inpe.br/projects/paqc/repository/show/trunk/obs/src/paqc/src/Applications/NCEP_Paqc/oiqc. Esse é o módulo principal utilizado para a realização do controle de qualidade de dados observações de forma global, o qual é composto de processo complexo empregando análise multivariada para verificar todas as observações contra as vizinhas mais próximas. Várias interações do esquema básico são necessárias para completar o processo. Durante cada interação todas as observações são sujeitas a 5 interpolação de verificação:

- a) **Verificação 1:** interpola os valores de comparação dos dados de temperatura mais próximos;
- b) **Verificação 2:** avalia a consistência dos valores obtidos na verificação 1;
- c) **Verificação 3:** Interpola os valores de comparação da componente zonal e meridional do vento.
- d) **Verificação 4:** Interpolação das observações mais próxima em um mesmo perfil em avaliação. Uma combinação ponderada dessas quatro verificações é feita com base em fatores, os quais determinam, o quanto da interpolação pode ser esperado por ser mais relevante do que outras. Por exemplo, a quantidade e localização espacial e tempo de observações utilizadas em uma dada verificação, tanto quanto a quantidade relativa das observações envolvidas é usada para indicar o quanto dos resultados devem ser ponderadamente confiáveis do que tomar uma decisão em um caso particular.

- e) **Verificação 5:** Interpola um valor de um conjunto multivariado de observações na verificação 1 e 3, as quais são usadas para medir como a análise deve esboçar (ou não esboçar) a informação contidas nas observações em avaliação. A tolerância permitida para o desvio de um esperado resultado nas verificações é proporcional a medida desse esboço calculado na verificação 5.

Durante cada interação cada uma das observações recebe uma marca que indica se passou ou falhou nas 5 verificações descritas acima. Se uma observação qualquer passa, significa que ela pode ser utilizada para verificar as demais em uma subsequente interação, mas se falhar ela é excluída do processo sendo ignorada nas próximas verificações. Esse processo iterativo é desenvolvido até que o número total de observações excluída é igual em dois ciclos em um total mínimo de 4 ciclos, no qual de forma preventiva para a convergência da sistema um procedimento arbitrário de parada é envolvido para resolver alguns casos ambíguos.

5.2 Obtenção/configuração/compilação e execução do PaQC

Nessa seção são apresentadas as informações para relevantes do processo de configuração, instalação e execução do pacote PaQC. Da mesma forma que a wiki do pacote BFGE, pressupõem nessa página que todas as tarefas a respeito da instalação do sistema GCQD descrita na seção 3 da página principal da versão V1.0 básica tenham sido executadas. Nela é descrita o download de todo o pacote na conta do usuário, bem como a configuração para criar a estrutura de diretórios, a instalação dos pacotes incluindo as bibliotecas e finalmente a execução usando dados de um testcase também disponível na distribuição. Embora o PaQC possa executar independente do GCQD, ajustes são necessários para isso, os quais não são tratados aqui, pois as informações apresentadas pressupõe a versão integrada.

5.2.1 Detalhes sobre a instalação do PaQC

Como nos outros pacotes, o pacote de configuração/instalação do obs foi organizado seguindo a mesma estratégia de implementação adotada no GDAD. Nela o script `config_obs.ksh` é responsável por fazer todas as etapas de configuração e instalação de todos os pacotes que envolve o Sistema de Gestão e Controle de Qualidade de Dados para a Assimilação (CGCQ). A estrutura é toda montada sobre o diretório `obs` que é baixada no `scratchin` via SVN (feita na seção anterior) e ao configurar o sistema uma árvore de diretório no `scratchout` é criada. Isso é feita para manter a estratégia de processamento arquitetada na concepção da máquina Tupã. Nessa estratégia

os códigos e scripts, mantidos em segurança no SVN sobre controle de versões, é compilado no scratchin, de onde é rodado o script principal, denominado run_obs.ksh, que tem a função de enviar para o scratchout todos os scripts, executáveis e demais arquivos necessários para o processamento, onde são executados envolvendo submissão de processos para os nós do Tupã. Os arquivos de resultados finais (com maior fluxo de dados) são enviados para a árvore de diretório do obs no scratchout de onde são enviados para fitas ou discos externos. Observe que com essa estratégia nada é enviado para o home do usuário, pois embora seja uma área com backup, ela tem restrição de espaço o que limita a sua utilização envolvendo diversos sistemas. Na instalação do GCQD todos os módulos do PaQC são contemplados e a estrutura de diretórios necessária é criada e as bibliotecas, pré requisito do pacote, são instaladas. Os detalhes específicos para esse pacote são destacados abaixo.

5.2.1.1 Detalhes do script de instalação do PaQC

Com a utilização do script config_rms.ksh, com a opção configurar selecionada é criado a seguinte lista de variáveis associadas com o PaQC e as exporta

No scratchin:

```
export paqc_src=${obs_src}/paqc Diretório raíz do PaQC
export paqc_2src=${paqc_src}/src Diretório do código fonte do PaQC
export paqc_bin=${paqc_src}/Linux/bin Diretório dos arquivos binários a serem
gerados na compilação
export paqc_etc=${paqc_src}/Linux/etc Diretório ETC do pacote PaQC
```

No scratchout:

```
export obs_work_run_paqc=${obs_work_run}/paqc Diretório onde o PaQC é
executado
export obs_work_run_paqc_log=${obs_work_run_paqc}/logfiles Diretório de
saída dos arquivos de log da rodada
export obs_dataout=${obs_work}/dataout Diretório de entrada e saída dos dados
do PaQC.
```

Com a utilização do script config_rms.ksh, com a opção compilar selecionada é compilado toda a árvore de diretório do PaQC, o qual está na mesma estratégia de compilação utilizada no NCEP, com uma cascata de Makefile em acionamento. Esse processo é feito através do config_rms.ksh através dos seguintes passos:

Carregando os modules do Tupa setando o NetCDF e versão do compilador PGI

```
. /opt/modules/default/etc/modules.sh
module load netcdf
module swap pgi pgi/12.2.0
```

Entra do diretório raiz dos código do PaQC

```
cd ${paqc_2src}
```

Exporta as variáveis \$ESMA_FC do compilador padrão e diretório base na \$BASEDIR

```
export ESMA_FC=ftn
export BASEDIR=${paqc_src}/dummybasedir
```

Executa o gmake opção “install” no diretório raiz guardando nele um arquivo de log da instalação chamado compilePAQC.log

```
gmake install ESMADIR=${paqc_src} 2>&1 | tee ${paqc_src}/compilePAQC.log
```

Verificando o sucesso do processo avaliando se uma lista de arquivos executáveis foi criada:

```
${paqc_bin}/echorc.x
${paqc_bin}/combfrd.x
${paqc_bin}/scanbuf0.x
${paqc_bin}/ssprepqc
${paqc_bin}/zeit_ci.x
${paqc_bin}/zeit_co.x
${paqc_bin}/zeit_pr.x
${paqc_bin}/ssprevents.x
${paqc_bin}/cqcbufr.x
${paqc_bin}/raobcore.x
${paqc_bin}/hradcor.x
${paqc_bin}/cqcvad.x
${paqc_bin}/profqc.x
${paqc_bin}/acarsqc.x
${paqc_bin}/oiqcbufr.x
${paqc_bin}/prepacqc.x
```

Caso alguns arquivo da lista não tenha sido criado uma mensagem de erro indica o arquivo. A instalação do pacote é feita pelo script `config_rms.ksh`, mas no entanto, caso se queira instalar unicamente o PAQC, pode-se utilizar o script `install`, no qual todas as etapas acima são realizadas.

Com a utilização do script `config_rms.ksh`, com a opção `clean_all` selecionada limpa todos os diretórios dos pacotes de instalação do PAQC apagando os arquivos temporários usados durante esse processo em toda a árvore de diretórios do pacote, obedecendo as diretivas do Makefile com o comando `distclean`, da forma:

```
cd ${paqc_2src}
gmake distclean ESMADIR=${paqc_src}
```

5.2.2 Utilização do pacote PAQC

Os dados necessários para esse testcase do sistema estão disponíveis no scratchin em um diretório comum a todos os usuários do sistema no user “`gdad`”, de forma que não se precisa replica-los e nem ocupar espaço no SVN. A execução de todo o sistema é realizado ao rodar o script `run_obs.sh` que tem a função de incrementar uma variável com a data e hora das rodadas para o período desejado, rodando sequencialmente os processo envolvidos, chamando o script `run_bfge.sh` para gerar, entre outros arquivos, o arquivo `PrepBUFR` de entrada do PaQC e posteriormente chama o `run_paqc.sh` responsável por chamar o pacote PaQC e fazer o controle de qualidade nos dados contidos nesse arquivo.

Em uma descrição geral do script `run_paqc.sh`, nota-se que ele:

- a) Recebe via argumento de entrada a data da análise que se refere o arquivo em processamento. Um segundo argumento é o numero de processadores a ser utilizado. Um terceiro argumento é a flag do TestCase onde se define onde os dados devem ser procurados para o processamento;
- b) Testa os argumentos de entrada e seta as variáveis apropriadamente, em especial para o tipo de testcase selecionado os arquivos `PrepBUFR` e o `background` do modelo;
- c) Esse script cria um diretório de execução e apaga o antigo, caso exista;
- d) Cria variáveis `FV` e adiciona o diretório criado no path do usuário;
- e) Cria um subdiretório `bin` e copia para ele todos os executáveis necessários;

- f) Cria um subdiretório etc e copia para ele todos os arquivos de configuração necessários;
- g) Testa o arquivo de entrada e carrega em variáveis;
- h) Linka os arquivos de background;
- i) Organiza o arquivo em blocos usando a ferramenta flock do PaQC;
- j) Lista os arquivos e combina em apenas um;
- k) Scanea o PrepBUFR e lista todos os tipos de sistemas de observação nele existente;
- l) Faz um teste específico para os tipos AIRCFT, PROFLR e AIRCAR e seta variáveis avisando a existência;
- m) Executa o PaQC rodando o script `ssprepqc` chamando todos os processos em cadeia;
- n) Espera o processo terminar e lista os arquivos no diretório de execução;
- o) Renomeia o arquivo de log gerado no processo com os dados da data e hora da execução, do tipo `/${obs_work_run_paqc_log}/paqc_${LABELANL}_${RUNTM}qc.log`;
- p) Procura o arquivo de saída com o controle de qualidade adicionado e dá uma mensagem de sucesso ou fracasso.

5.2.2.1 Detalhes do script de execução do PaQC

Para rodar todo o processo PaQC basta acionar o script `run_paqc.sh` passando os dados da data como argumento seguindo as recomendações da opção ajuda que é apresentada quando nenhum argumento é dado. Essa ajuda é apresentada na figura 5.1 para facilitar a descrição de cada um dos argumentos requeridos para a execução do script.

```

lucas.amarante@eslog1n10:/scratch/grupos/assin_dados/home/lucas.amarante/obs/run> ./run_paqc.ksh ajuda
-----
>>>>> Execucão do PAQC no Sistema de GCQD <<<<<
-----
==> Para rodar o processo PAQC digite:
> ./run_paqc.ksh LABELANA NPROC TESTCASE
* LABELANA : Data da análise ou do centro da janela de dados (YYYYMMDDHH) ex. 2015010100
* NPROC : Numero de processadores a ser utilizado (no máximo 4)
* TESTCASE : Flag para opção testCase sendo 0 para NotTestCase e 1 ou 2 ou 3 para as opções:
             =0 Não se deseja rodar o testeCase usando os dados bufgr gerados no pacote do OBS bfge lendo os dados em /scratchout/grupos/assin_dados/home/lucas.amarante/
obs/dataout
             Para isso rode o pacote bfge com dados convencionais antes de chamar o paqc com atencao para as datas selecionadas. Exemplo:
             ./run_paqc.ksh YYYYMMDDHH 4 0
             =1 utiliza dados bufgr gerados no pacote bfge e em conjunto com o PAQC, essa opção e para teste conjunto do paqc e bfge.
             Exemplo:
             ./run_paqc.ksh 2015120100 4 1
             =2 utiliza dados bufgr operacional do NCEP do tipo GDAS disponível para teste na data 2015120100
             Exemplo:
             ./run_paqc.ksh 2015120100 4 2
             =3 utiliza dados bufgr gerados previamente no pacote do OBS bfge e disponíveis para o testeCase do PAQC na data 2015120100 a 2015120200
             Exemplo:
             ./run_paqc.ksh 2015120100 4 3

PS. Dados background são oriundos do G3DVAR, para opção testCase os dados são lidos no DataFix do Gdad
Para rodar normalmente os dados são lidos /scratchout/grupos/assin_dados/home/lucas.amarante/G3DVAR/dataout/gsi/datain/Bkg

==> Para testCase básico do Paqc digite:
> ./run_paqc.ksh 2015120100 4 2

==> A opção ajuda mostra as informações sobre os argumentos de entrada. Para isso digite:
> ./run_paqc.ksh ajuda

Para mais informações sobre o pacote leia os ../doc/README_GCQD_from_wiki_in_*.pdf usando o evince:
> evince ../doc/README_GCQD_from_wiki_in_*.pdf

Creditos: GDAD/DMO/CPTEC/INPE

```

Figura 5.1 - Opção ajuda do script run_paqc.

Como descrito na figura o run_paqc.sh possui duas funções acionadas pelo primeiro argumento ao executar o script, sendo:

- **Função ajuda** : apresenta o mesmo conteúdo apresentado na figura acima, o que é o mesmo se nenhum argumento for fornecido.
- **Função running**. A função de execução do processo é acionada se os argumentos informação são suficientes para a rodada. Um total de 3 argumentos são necessários para executar o script, os quais são listados na figura anterior e rerepresentados aqui com mais detalhes:

LABELANL : Data para o processamento da janela de dados (sendo do tipo YYYYMMDDHH);

NPROC : Número de processadores a ser utilizado (no máximo 4);

Testcase : é uma flag para indicar onde o sistema deve procurar os dados necessários para a execução, nos quais se incluem os dados bufgrs de entrada, e os campos de background do modelo global.

para a opção 0 que representa “No TestCase” não se deseja rodar o testeCase usando os dados bufgr gerados no pacote do OBS bfge lendo os dados em `obs_dataout`. Para isso rode o pacote bfge com dados convencionais

antes de chamar o PaQC com atenção para as datas selecionadas.

Para a opção 1 utiliza dados BUFR gerados no pacote bfge e em conjunto com o PaQC, essa opção e para teste conjunto do PaQC e bfge.

Para a opção 2 utiliza dados BUFR operacional do NCEP do tipo GDAS disponível para teste na data 2015120100.

Para a opção 3 utiliza dados BUFR gerados previamente no pacote do OBS bfge e disponíveis para o testcase do PaQC na data 2015120100 a 2015120200.

Nota 1.. Os dados do background são oriundos do G3DVAR, para opção testCase os dados são lidos no DataFix do Gdad. Para rodar normalmente os dados do background devem estar disponível no diretório da variável `work_gsi_datain_bkg`.

5.2.2.2 Passo-a-passo para a execução do PaQC

- a) Login no supercomputador Tupã:

```
$ ssh usuário@tupa.cptec.inpe.br -XC
```

- b) Acessar o diretório scratchin (variável `SSUBMIT_HOME`):

```
$ cd $SUBMIT_HOME
```

- c) Ir para o diretório dos scripts do obs, que caso tenha sido feito a instalação padrão o acesso para esse diretório é:

```
$ cd obs/run
```

- d) Executar inicialmente o `run_paqc.sh` sem argumento para rever as informações descritas acima certificando que não há outras opções implementadas e não tratadas nessa página:

```
$ ./run_paqc.sh ajuda
```

- e) A saída deverá ser a mesma apresentada na figura anterior. Depois disso execute o testCase seguindo os argumentos apresentados abaixo:

```
$ ./run_paqc.sh 2015120100 4 2
```

Observe a sequência dos processos realizados pelo script nas figuras 5.2, 5.3 e 5.4:

Iniciando os procedimentos mostrando as configurações iniciais:

```
++ Executando o PAQC: /bin/bash ./run_paqc.ksh 2015120106 4 1

-----
>>>> Running PAQC package for data assimilation ... <<<<<
-----

> Analise para           : 2015120106
> Numero de processadores : 4
> TestCase               : 1

>>> Diretório background : /scratchln/grupos/assin_dados/home/gdad/DataFix/OBS/testcase/BackGround
>>> Arquivo buf de entrada: /scratchout/grupos/assin_dados/home/Lucas.amarante/obs/dataout/20151201/cptec.20151201.t06z.prepbufr.nqd

***WARNING*** G3DVAR will update quality markers from NCEP Prepbufr

List of files at: /scratchout/grupos/assin_dados/home/lucas.amarante/obs/run/paqc/2015120106
-----
/bin:
total 28680
lrwxr-xr-x 2 lucas.amarante assin_dados 4096 2016-05-27 17:04 .
lrwxr-xr-x 4 lucas.amarante assin_dados 4096 2016-05-27 17:04 ..
lrwxr-xr-x 1 lucas.amarante assin_dados 5073036 2016-05-27 17:04 acarsqc.x
lrwxr-xr-x 1 lucas.amarante assin_dados 4410620 2016-05-27 17:04 block
lrwxr-xr-x 1 lucas.amarante assin_dados 4886021 2016-05-27 17:04 combfrd.x
lrwxr-xr-x 1 lucas.amarante assin_dados 5462354 2016-05-27 17:04 cqcbufr.x
lrwxr-xr-x 1 lucas.amarante assin_dados 7079293 2016-05-27 17:04 cqcvad.x
lrwxr-xr-x 1 lucas.amarante assin_dados 6807204 2016-05-27 17:04 echorc.x
lrwxr-xr-x 1 lucas.amarante assin_dados 5708921 2016-05-27 17:04 hradcor.x
lrwxr-xr-x 1 lucas.amarante assin_dados 7294471 2016-05-27 17:04 oiqcbufr.x
lrwxr-xr-x 1 lucas.amarante assin_dados 5244560 2016-05-27 17:04 prepacqc.x
lrwxr-xr-x 1 lucas.amarante assin_dados 5237596 2016-05-27 17:04 profqc.x
lrwxr-xr-x 1 lucas.amarante assin_dados 5788164 2016-05-27 17:04 raobcore.x
lrwxr-xr-x 1 lucas.amarante assin_dados 4769079 2016-05-27 17:04 scanbuf0.x
lrwxr-xr-x 1 lucas.amarante assin_dados 29560 2016-05-27 17:04 ssprepac
lrwxr-xr-x 1 lucas.amarante assin_dados 5740172 2016-05-27 17:04 ssprevents.x
```

Figura 5.2 - Sequência dos processos realizados pelo paqc (parte1).

Apresentando as observações lidas no PrepBUFR:

```
./etc:
total 8
drwxr-xr-x 2 lucas.amarante assim_dados 4096 2016-06-17 17:12 .
drwxr-xr-x 4 lucas.amarante assim_dados 4096 2016-06-17 17:12 ..
-rwxr-xr-x 1 lucas.amarante assim_dados 241 2016-06-17 17:12 prepobs_acarsqc.merra.parm
-rwxr-xr-x 1 lucas.amarante assim_dados 224 2016-06-17 17:12 prepobs_cqcbuf.merra.parm
-rwxr-xr-x 1 lucas.amarante assim_dados 19040 2016-06-17 17:12 prepobs_cqc_statbge
-rwxr-xr-x 1 lucas.amarante assim_dados 493397 2016-06-17 17:12 prepobs_errtable.global
-rwxr-xr-x 1 lucas.amarante assim_dados 285020 2016-06-17 17:12 prepobs_landc
-rwxr-xr-x 1 lucas.amarante assim_dados 9921 2016-06-17 17:12 prepobs_oiqc.oberrs
-rwxr-xr-x 1 lucas.amarante assim_dados 505 2016-06-17 17:12 prepobs_prepacqc.merra.parm
-rwxr-xr-x 1 lucas.amarante assim_dados 57915 2016-06-17 17:12 prepobs_prep.bufhtable
-rwxr-xr-x 1 lucas.amarante assim_dados 73 2016-06-17 17:12 prepobs_prevents.merra.parm
-rwxr-xr-x 1 lucas.amarante assim_dados 166 2016-06-17 17:12 prepobs_profqc.merra.parm
-rwxr-xr-x 1 lucas.amarante assim_dados 97 2016-06-17 17:12 prepobs_radcor.merra.parm
-rwxr-xr-x 1 lucas.amarante assim_dados 1424 2016-06-17 17:12 prepobs_waypoints

FORTRAN STOP
blocking from: cptec.20151201.t00z.prepbuf
to: cptec.20151201.t00z.prepbuf.blk
FORTRAN STOP

Escaner do arquivo burf: cptec.20151201.t00z.prepbuf.blk
-----
date: 2015120100 0
ADPSFC 80946
ADPUPA 2648
SFCSHP 1362
-----
> Executando ssprepqc chamando todos os processos em cadeia do PAQC .. Aguarde ... \
```

Figura 5.3 - Sequência dos processos realizados pelo paqc (parte2).

Finalizando os procedimentos:

```

- Escrevendo o arquivo prepbufr de saída.
-----
[MWTIME] counts period NET m:s % SCOPE m:s %
-----
.zeit 1s 0/ 1 0.2 00:00 0.2% 71.7 01:12 100.0+
pqc_init 1 0.1 0.1 00:00 0.2% 0.1 00:00 0.2%
pqc_fv2ss 1 0.0 0.0 00:00 0.0% 0.0 00:00 0.0%
pqc_ssprev 1 22.3 22.3 00:22 31.1% 22.3 00:22 31.1%
pqc_cqcht 1 3.9 3.9 00:04 5.4% 3.9 00:04 5.4%
pqc_raobcor 1 0.0 0.0 00:00 0.0% 0.0 00:00 0.0%
pqc_profqcq 1 0.0 0.0 00:00 0.0% 0.0 00:00 0.0%
pqc_arqc 1 0.0 0.0 00:00 0.0% 0.0 00:00 0.0%
pqc_acarsqc 1 0.0 0.0 00:00 0.0% 0.0 00:00 0.0%
pqc_cqcvad 1 0.9 0.9 00:01 1.3% 0.9 00:01 1.3%
pqc_olqcc 1 44.2 44.2 00:44 61.7% 44.2 00:44 61.7%
-----
Warnings: ieee_inexact is signaling
FORTRAN STOP

List of files at: /scratchout/grupos/assin_dados/home/Lucas.amarante/obs/run/paqc/2015120100
-----
total 7168
drwxr-xr-x 5 Lucas.amarante assin_dados 4096 2016-06-17 17:13 .
drwxr-xr-x 4 Lucas.amarante assin_dados 4096 2016-06-17 17:12 ..
drwxr-xr-x 2 Lucas.amarante assin_dados 4096 2016-06-17 17:12 bin
lrwxrwxrwx 1 Lucas.amarante assin_dados 104 2016-06-17 17:12 cptec.20151201.t00z.prepbufr -> /scratchout/grupos/assin_dados/home/Lucas.amarante/obs/dataout/20151201/cptec.20151201.t00z.prepbufr.nqc
-rw-r--r-- 1 Lucas.amarante assin_dados 6178072 2016-06-17 17:13 cptec.20151201.t00z.prepbufr.blk
-rw-r--r-- 1 Lucas.amarante assin_dados 84 2016-06-17 17:12 data_types.log
drwxr-xr-x 2 Lucas.amarante assin_dados 4096 2016-06-17 17:12 etc
-rw-r--r-- 1 Lucas.amarante assin_dados 33 2016-06-17 17:12 input_combfr.txt
-rw-r--r-- 1 Lucas.amarante assin_dados 4891224 2016-06-17 17:12 prepbufr_pre-qc.20151201.t00z.blk
drwxr-xr-x 5 Lucas.amarante assin_dados 4096 2016-06-17 17:13 prepbufr.20151201.00
-rw-r--r-- 1 Lucas.amarante assin_dados 35 2016-06-17 17:12 pre-qc.acq
-rw-r--r-- 1 Lucas.amarante assin_dados 305061 2016-06-17 17:13 qc.log
lrwxrwxrwx 1 Lucas.amarante assin_dados 95 2016-06-17 17:12 sfcf06 -> /scratchin/grupos/assin_dados/home/gdad/DataFlx/085/testcase/Background/2015113018/newsfc06.bin
lrwxrwxrwx 1 Lucas.amarante assin_dados 92 2016-06-17 17:12 stg06 -> /scratchin/grupos/assin_dados/home/gdad/DataFlx/085/testcase/Background/2015113018/pnew01.06
-rw-r--r-- 1 Lucas.amarante assin_dados 1820 2016-06-17 17:13 .zeit
-----
FIM PAQC: rodado com sucesso. Arquivo de saída com CQ:
/scratchout/grupos/assin_dados/home/Lucas.amarante/obs/dataout/20151201/cptec.20151201.t00z.prepbufr.blk
-----

```

Figura 5.4 - Sequência dos processos realizados pelo paqc (parte3).

Os arquivos de saída do processo dos dados em PrepBUFR tabela NCEP com as marcas de controle de qualidade são gerados a partir do arquivo PrepBUFR gerado no BFGGE. Observe que a diferença desses arquivos é a extensão do nome do arquivo onde os dados sem controle de qualidade possuem a extensão “nqc” que significa “Not qualit Control”. Os arquivos de entrada e saída podem ser acessados em $\${WORK_HOME}/obs/dataout/20151201$. O arquivo de log da rodada efetuada pode ser acessado no diretório $\${WORK_HOME}/obs/run/paqc/logfiles$, no qual a data e hora da execução ficam registradas no nome do arquivo.

5.3 Notas sobre a versão e melhorias futuras

A presente versão (essencial 1.3.3), não sendo ainda uma mais robusta, tem em sua elaboração diversas bases de dados ainda não implementada. Além disso, no desenvolvimento da proposta foram identificados diversos pontos que poderiam ser melhor desenvolvidos, mas que não o foram realizados para não prejudicar o andamento de outras atividades que não são dependentes dessas melhorias. Nessa seção será feita uma listagem dos pontos que foram identificados e uma previsão em termos de versões futuras em que essas melhorias deverão estar disponíveis. As principais que merecem destaque são:

- Correção de um bug na biblioteca NCEP_bufc para o PaQC de dados de Profiler e de AIRCFT, pois na execução inicial do PaQC foi identificado um bug no controle de qualidade dos perfiladores e para os dados de AIRCFT. Ao testar o PaQC numa determinada tarefa usando os dados do BUFR GDAD do NCEP um problema foi identificado na biblioteca NCEP_bufc ao fazer o controle de qualidade desses dados. Esse problema foi postergado para ser resolvido na próxima versão permitindo a publicação da versão V1.3.3, pois esses dados ainda não estão disponíveis, ou foram identificados no MARS. Pretende-se investir nessa tarefa para a versão V1.6.6 intermediária, a ser disponível em janeiro de 2017.
- Um estudo para verificar a possibilidade de substituir o processo PaQC pelo novo sistema de controle de qualidade do NCEP, que é o ObsProc, o qual está em implementação em uma versão futura do GCQD. Toda a estrutura do ObsProc já está em processo de implementação nas tarefas e suas sub-tarefas. Aliada a essa tarefa tem-se a utilização das saídas do novo modelo do CPTEC como background para realização do controle de qualidade dos dados aqui tratados. Modificações e adaptações deverão ser necessárias para o êxito dessa tarefa, o que demandará tempo e dedicação da equipe executora. A previsão dessa implementação é para versões posteriores a versão 2.0 Robusta, que é a última versão prevista nesse projeto até a publicação dessa versão.

6 Pacote de validação do BUFR gerado pelo BFGGE

O processo de validação do PrepBUFR a ser desenvolvido deverá abordar três aspectos. O primeiro, uma decodificação e posteriormente visualização dos dados de forma comparativa com os dados contidos no PrepBUFR do NCEP. Uma segunda estatística básica para avaliar quantitativamente os padrões que são captados pelos dados e se valores espúrios ou muito discrepantes são observados através de cálculos estatísticos e valores de máximo e mínimo. Obviamente que diferenças deverão haver pois um tem já o controle de qualidade e o outro aqui gerado nessa fase ainda não. Uma terceira fase os dados gerados devem passar para serem assimilados e observar se os dados foram assimilados, para verificar se erros gritantes não foram adicionados no processo. As três fases serão desenvolvidas e descritas com detalhes abaixo.

6.1 Visualização dos dados BUFR

Visando avaliar a distribuição espacialmente das observações dentro dos PrepBUFRS gerados pelo pacote obs e poder compará-los com dados PrepBUFRS de outros centros de processamento foi criado uma estrutura de programas para a visualização das observações a partir de coordenadas (latitudes e longitudes). Esse pacote utiliza-se de shell script, programa em fortran e script em Grads, apresentado na figura 6.1 os diretórios correspondentes e os programas, o qual faz uma boa interação entre essas linguagens de programação e possuem certa dependência entre eles para que seja alcançado o objetivo final da figura.

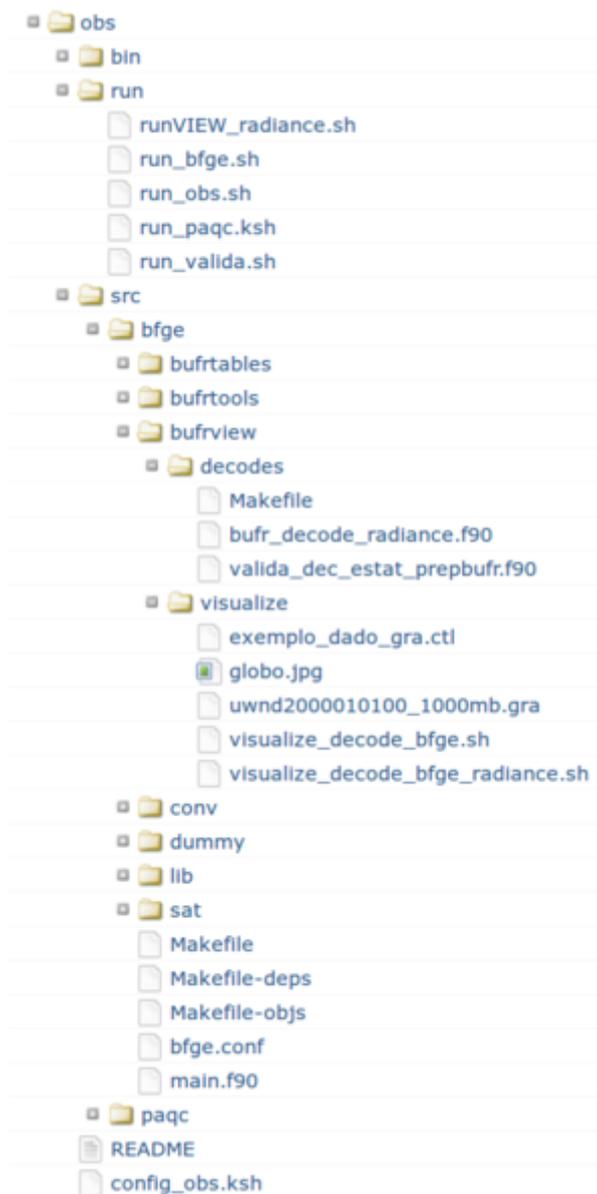


Figura 6.1 - Estrutura de diretórios do pacote de validação.

Conforme visto acima os diretórios são bem independentes e todo o funcionamento é gerenciado pelo script `run_valida.sh` que se localiza no diretório `run`. Os programas de decodificação e visualização ambos se encontram no diretório `bufrview` e então é dividido em `decodes` e `visualize`. O funcionamento desses processos ocorre da seguinte forma:

O script principal cria um namelist de configuração inicial que será lido pelo programa de decodificação, com os diretórios dos PrepBUFERS criados e o local de saída dos arquivos que serão decodificados bem como a lista dos prepbufers a serem exe-

cutados. É então executado o programa de decodificação `valida_dec_estat_prepbuf.x` compilado a partir do programa em fortran `valida_dec_estat_prepbuf.f90`, que está no diretório `bin` e `src/bfge/bufrview/decodes`, respectivamente, para gerar os arquivos texto com as informações dos PrepBUFERS. A fim de filtrar somente as observações desejadas é acrescentado em um vetor os tipos de observações que serão utilizadas para a filtragem e assim gerar novos arquivos texto temporários apenas com as observações requeridas. Após todo o processo de decodificação e filtragem dos dados é então executado o programa em shell script `visualize_decode_bfge.sh` localizado no diretório `visualize`, que faz os procedimentos de visualização a partir da criação e execução de script em Grads. O script de visualização lê o parâmetro passado pelo script principal como o nome do arquivo PrepBUFR a ser visualizado e então prepara a estrutura adicionando valores a algumas variáveis para a criação do script em Grads que contém também a abertura de um arquivo `.ctl` para projeção de latitude e longitude para posteriormente executar esse script pelo Grads gerando assim as figuras com as observações distribuídas geograficamente na figura do globo terrestre utilizada nesses procedimentos.

O esquema geral do funcionamento desses processos podem ser vistos na figura 6.2:

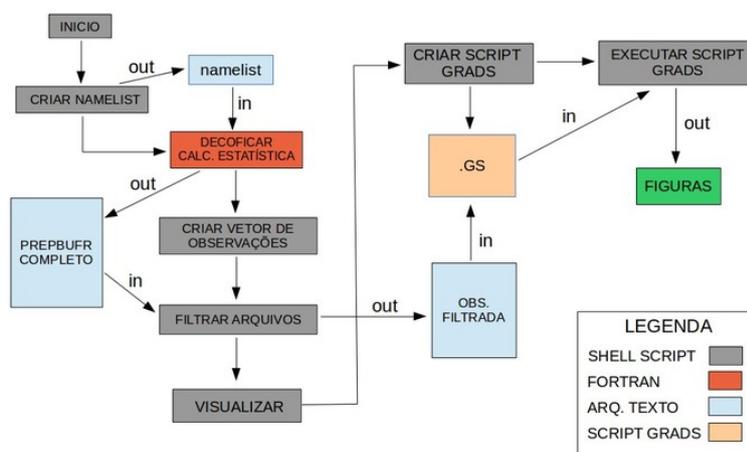


Figura 6.2 - Fluxo dos processos envolvidos no pacote de validação.

Todo esse procedimento é dividido em duas fases bem distintas, a de decodificação e de visualização.

6.1.1 Decodificação

Esse processo consiste em gerar arquivos texto com o conteúdo dos dados PrepBUFRS. Para essa etapa é utilizado o programa de decodificação da ferramenta bufrtools (especificamente denominado prepbuf_decode_all encontrado no link: <http://www.dtcenter.org/com-GSI/BUFR/examples/download/convention/index.php>, e após ser adaptado conforme desejado, o mesmo após ser executado gera os arquivos no formato texto com suas respectivas informações. Para demonstrar como é esse arquivo, segue abaixo na figura 6.3 um trecho como exemplo:

#K	subset	idate	STAT_ID	XOB(LONG)	YOB(LAT)	DHR(TIME_MINUS_CYCLE)	TYP(PREPBURF_REPORT_TYPE)	ELV(STATION_ELEV)	SAID(SAT_IDENT)	POB(PRESSURE)	QOB(SPEC. HUMIDITY)	TOB(TEMP)	ZOB(HEIGHT_0)		
1	SATWND	2015091818	C000001I	-109.9	29.0	0.0	245.0	99999997952.0	257.0	397.0	99999997952.0	250.0	99999997952.0	9.2	-0.6
1	SATWND	2015091818	C000002I	-107.8	28.9	0.0	245.0	99999997952.0	257.0	322.0	99999997952.0	250.0	99999997952.0	9.7	-3.2
1	SATWND	2015091818	C000003I	-106.8	28.8	0.0	245.0	99999997952.0	257.0	391.0	99999997952.0	250.0	99999997952.0	7.0	-6.1
1	SATWND	2015091818	C000004I	-105.8	28.8	0.0	245.0	99999997952.0	257.0	311.0	99999997952.0	250.0	99999997952.0	15.7	1.9
1	SATWND	2015091818	C000005I	-104.9	28.7	0.0	245.0	99999997952.0	257.0	338.0	99999997952.0	250.0	99999997952.0	4.2	-2.4
1	SATWND	2015091818	C000006I	-103.9	28.7	0.0	245.0	99999997952.0	257.0	447.0	99999997952.0	250.0	99999997952.0	4.2	-2.4
1	SATWND	2015091818	C000007I	-103.0	28.7	0.0	245.0	99999997952.0	257.0	237.0	99999997952.0	250.0	99999997952.0	3.2	0.0

Figura 6.3 - Exemplo de decodificação de um prepbuf.

6.1.2 Visualização

Após gerar as saídas em formato texto, o procedimento a ser feito é filtrar as informações desejadas pelo tipo de observação para a sua visualização. Feito a escolha do tipo de observação requerida pode-se construir a figura com a distribuição do tipo de observação através da latitude e longitude num mapa global, e assim comparar com dados de outros centros de processamento. Abaixo segue alguns exemplos nas figuras 6.4, 6.5, 6.6, 6.7 e 6.8 para alguns tipos de observações como uma comparação do SATWND (observações a partir dos dados do NCEP e observações do PrepBUFR criado pelo pacote obs), GPSIPW (observações dos dados do NCEP), SFCSHF e AIRCFT do PrepBUFR gerado pelo obs. Cabe ressaltar que a comparação do SATWND possui alguns pontos que divergem nos dois PrepBUFRS, como data e os valores da janela de tempo, visto que para uma primeira versão esses testes atenderam bem a proposta solicitada.

Observações SATWND do PrepBUFR gerado pelo pacote obs (cptec):

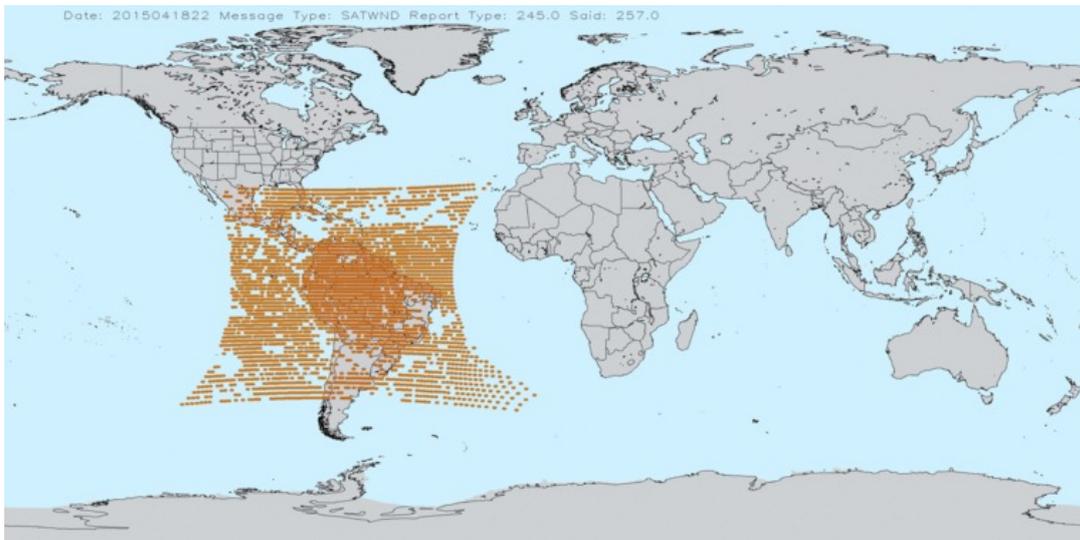


Figura 6.4 - Distribuição espacial de vento por satélite do BFGE.

Observações SATWND do PrepBUFR gerado pelo ncep:

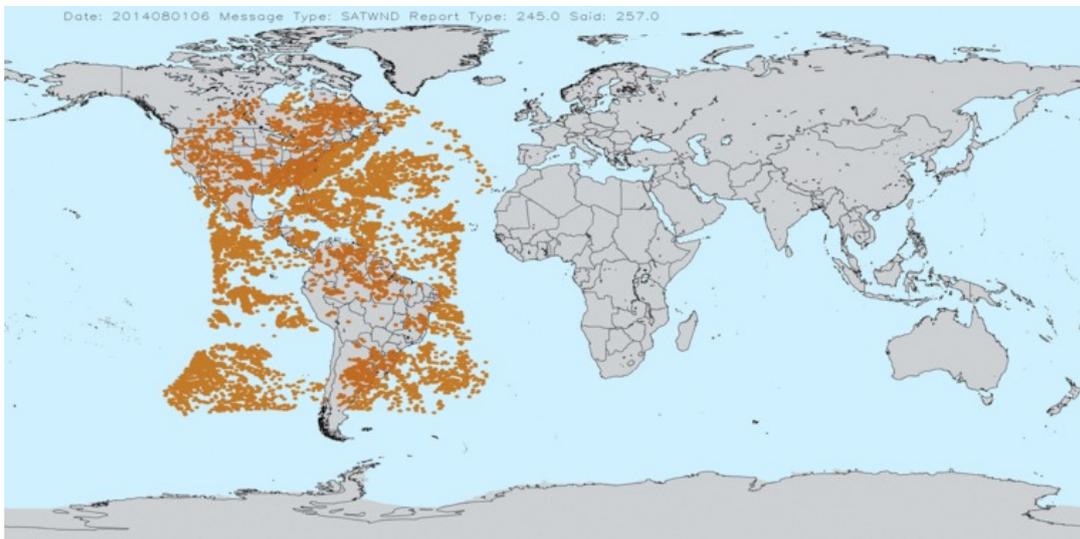


Figura 6.5 - Distribuição espacial de vento por satélite do NCEP.

Observações GPSIPW do PrepBUFR gerado pelo ncep:

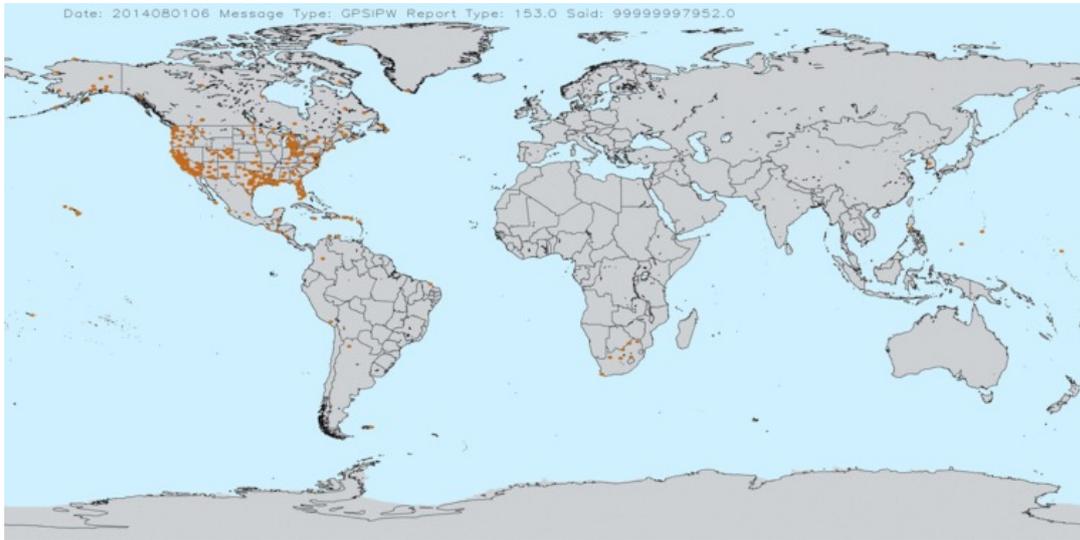


Figura 6.6 - Distribuição espacial de vapor d'água do NCEP.

Observações SFCSSH (apenas boias) do PrepBUFR gerado pelo pacote obs:

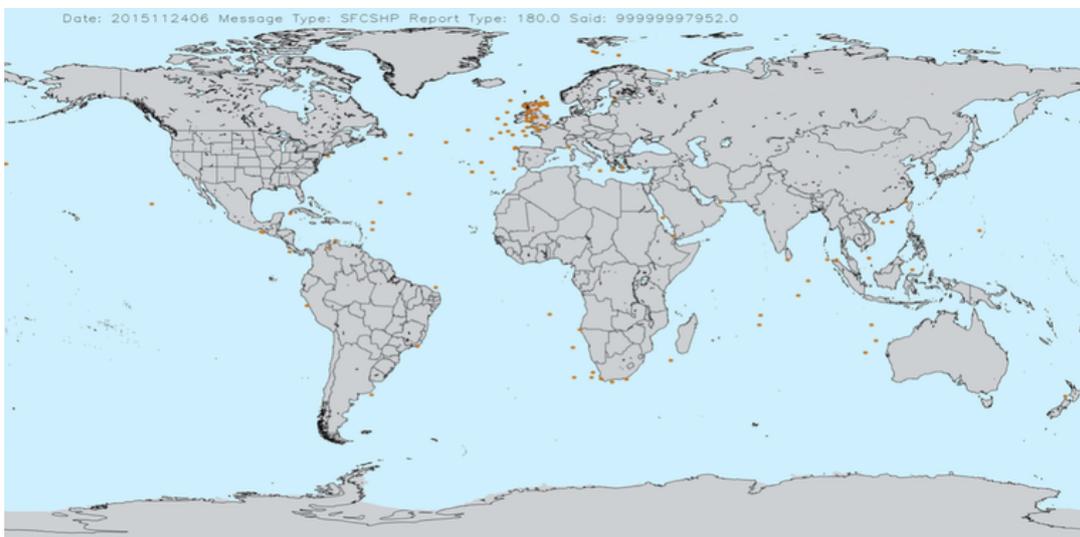


Figura 6.7 - Distribuição espacial de boias do BFG.

Observações AIRCFT do PrepBUFR gerado pelo pacote obs:

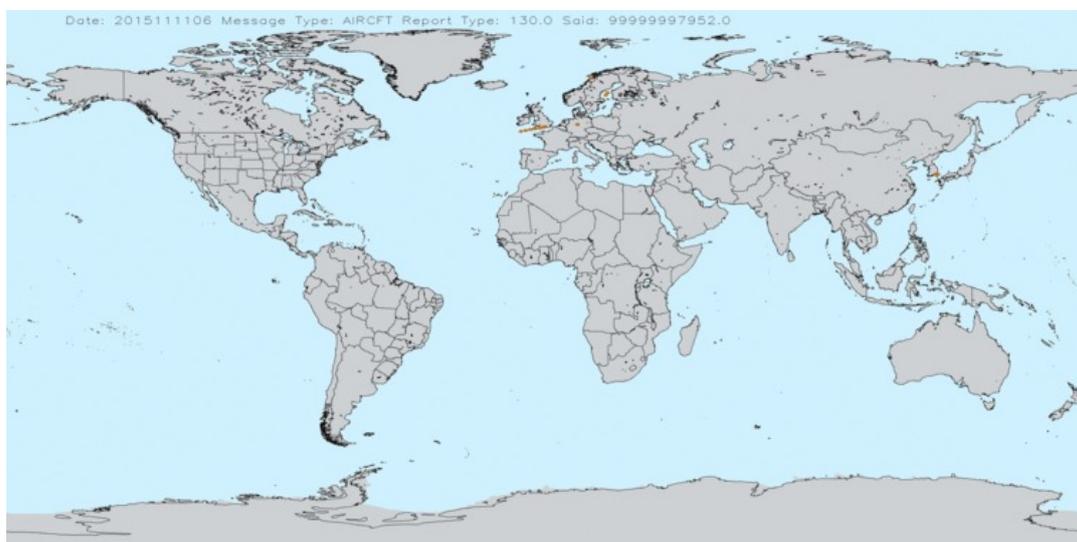


Figura 6.8 - Distribuição espacial de avião do BFGE.

6.2 Estatística básica para avaliação quantitativa dos dados BUFR

O programa que gera valores estatísticos e valores máximos e mínimos é o mesmo programa que realiza a decodificação do PrepBUFR, o qual foi descrito nos tópicos acima. Ao passo que vai decodificando as mensagens do arquivo e vai sendo realizado alguns procedimentos dentro e após o loop principal no código dos valores desejados para os tipos de observações U e V do vento. São extraídos os valores máximo, mínimo, média, desvio padrão e índice desses componentes. Todo o processo informado no tópico de decodificação é o mesmo para a geração desses valores quantitativos, pois esses cálculos estão no mesmo programa em fortran, e logo após é gerado um arquivo em formato texto com esses valores para serem comparados com outros dados PrepBUFRS. Abaixo segue um exemplo de saída do arquivo de avaliação quantitativa.

```
%ESTATISTICA DO COMPONENTE WIND (U/V)
%TIPO  MAX      MIN      MEAN    DESVIO.P    IND
U    53.8000  -41.1000   1.8507   10.8737    23870
V    56.2000  -56.0000  -1.9909    8.0038    23870
```

Para as próximas versões da validação pretende-se incluir as estatísticas de outras observações que são gerados na decodificação.

6.3 Teste na assimilação dos dados BUFR com o GSI

Outro conjunto de testes necessário para avaliar a consistência e a coerência dos dados PrepBUFR gerados a partir dessa ferramenta é a utilização dos mesmos no sistema de assimilação de dados GSI. Os dados PrepBUFRS após gerados pelo BFGE e executados no PAQC para o controle de qualidade são adicionados em locais específicos e juntamente dos dados de Background que são gerados pelo modelo do MCGA-CPTEC/INPE são inseridos no processo de assimilação dos dados gerando assim resultados denominado análise que é a condição inicial para o modelo de previsão numérica de tempo. Alguns testes foram realizados sendo que com algumas diferenças em relação a criação dos PrepBUFRS referentes ao processo de tempo, ao tipo de observações que haviam disponíveis para os dados, por exemplo, em um PrepBUFR foi gerado utilizando os tipos de observação de estação superfície e de boias para a janela de tempo de 6 horas sendo -3 horas e +3 horas em relação a hora sinótica, já em outro foram utilizados além dos dois citados, a observação de avião, porém com a janela de dados de 1 hora. Dentre os testes realizados ambos obtiveram sucesso na assimilação das observações, e para uma determinada data pode ser comparado com a assimilação do dado PrepBUFR do NCEP. Segue abaixo o trecho do log principal da assimilação que apresenta os valores assimilados durante a execução do processo.

Para o PrepBUFR gerado pelo BFGE+PAQC com a janela de dados de 6 horas da data 2015110506 e com os tipos de observação de estação superfície e boias:

```
Begin Jo table outer loop
  Observation Type          Nobs          Jo Jo/n
surface pressure           40505      2.3482867505868689E+03 0.058
temperature                465        3.2375760531548657E+01 0.070
wind                       762        1.1521048472664843E+02 0.151
                          Nobs          Jo Jo/n
          Jo Global       41732      2.4958729958450658E+03 0.060
End Jo table outer loop
```

Para o PrepBUFR do NCEP da data 2015110506:

```
Begin Jo table outer loop
  Observation Type          Nobs          Jo Jo/n
surface pressure           77146      7.2047477181484910E+03 0.093
temperature               11325      3.2842835043033351E+03 0.290
```

wind	356296	3.6065544527181526E+04	0.101
moisture	3289	4.5195320871104286E+02	0.137
	Nobs		Jo Jo/n
Jo Global	448056	4.7006528958344396E+04	0.105

End Jo table outer loop

Para o PrepBUFR gerado pelo BFG+PAQC com a janela de dados de 1 hora da data 2015111506 e com os tipos de observação de estação superfície, boias e avião:

```
Begin Jo table outer loop
  Observation Type      Nobs      Jo Jo/n
surface pressure      7000      8.5375602575245784E+02 0.122
temperature           790       3.0340893034918626E+01 0.038
wind                  920       1.1382305563633557E+02 0.124
                    Nobs      Jo Jo/n
Jo Global             8710      9.9791997442371201E+02 0.115
End Jo table outer loop
```

Numa pré-análise desse conjunto de assimilação pode-se perceber com a comparação do PrepBUFR do NCEP que é um bom número de observações de pressão assimiladas e que está um pouco acima da metade do NCEP, visto que ambos contem quantidade diferentes de observações, o que é um bom sinal para esse tipo de observação, porém para temperatura e vento deve ser feito uma análise mais aprofundada para averiguar o número baixo da assimilação. Outros testes foram realizados no GSI utilizando além dos dados PrepBUFRS (convencionais), os dados de radiância e dados de rádio ocultação. O período selecionado foi 20151201 e realizado os testes para dois ciclos sendo os horários 00z e 06z. Ao longo desses procedimentos obteve-se vários resultados significativos ao ter as informações assimiladas, sendo as mesmas utilizadas para comparação da assimilação com os dados do NCEP. Dentre os vários resultados que podem ser extraídos segue abaixo uma seção de resultados retirados dos logs do processo de assimilação e também após utilizar uma ferramenta diagnóstica desenvolvida no grupo para um melhor detalhamento do conjunto de observações assimiladas na rodada.

Após a finalização do processo de assimilação é gerado um arquivo de log que apresentam algumas informações acerca da quantidade dos dados assimilados que são apresentados no trecho abaixo:

```

Read_EmisCoeff_Binary(INFORMATION) : FILE: CRTM_Coeffs2/EmisCoeff.bin;
EmisCoeff RELEASE.VERSION: 2.02 N_ANGLES= 16 N_FREQUENCIES= 2223
N_WIND_SPEEDS= 11 SETUPRAD: write header record for mhs_n18 5
      30      8      1      5      15      0
      13784 to file pe0055.mhs_n18_02 2015120100
obsdiags: Bytes per element= 66
obsdiags: length total, used= 47113 12065
obsdiags: Estimated memory usage= 3.0 Mb
Begin Jo table outer loop
  Observation Type      Nobs      Jo Jo/n
surface pressure      31836 2.0602697633469102E+03 0.065
temperature           1742 4.3741478372131651E+03 2.511
wind                  3272 2.3089805714344711E+03 0.706
gps                   15949 5.4788047956914161E+03 0.344
radiance              3489 3.5642413307392003E+03 1.022
      Nobs      Jo Jo/n
      Jo Global 56288 1.7786444298425162E+04 0.316
End Jo table outer loop
gsi_metguess_mod*destroy_: dealloc() for met-guess done
mpimod: Warning, not all deallocated
mpimod: Warning, fails on Cray: needs attention

ENDING DATE-TIME JUN 15,2016 13:00:27.171 167 WEN 2457555
PROGRAM GSI_ANL HAS ENDED. IBM RS/6000 SP
* . * . * . * . * . * . * . * . * . * . * . * . * . * . * . * . * . * .
Application 65257589 resources: utime ~41187s, stime ~2332s

```

Neste log observa-se que foram assimilados valores de pressão superfície, temperatura e vento dos dados convencionais, onde os valores podemos encontrar nos respectivos módulos de observação:

- Valores de pressão superfície -> módulos de superfície e bóias;
- Valores de temperatura -> módulos de superfície, bóias e radiossondas;
- Valores de vento -> módulos de vento por satélite, bóias e radiossondas;

E também assimilados os dados de rádio ocultação e radiâncias.

Em outros logs específicos de saída de resultados do GSI apresentados nas figuras 6.9, 6.10, 6.11, 6.12 e 6.13 pode-se averiguar quais as observações dos tipos

(convencionais, GPSRO ou radiância e outros) assimilados, rejeitados e outras informações acerca de algumas estatísticas básicas que podem ser úteis no processo de avaliação da assimilação dessas observações.

Para pressão superfície (dados convencionais), sendo os assimilados os tipos 180 e 181:

```

current fit of surface pressure data, ranges in mb
-----
pressure levels (hPa)= 0.0 2000.0
  it  obs  type stype  count  bias    rms    cpen    qcpen
o-g 01  ps   180 0000    29  4.2122  4.3886  1.5836  1.5766
o-g 01  ps   181 0000  31449  0.8266  1.7549  0.1770  0.1754
o-g 01      all  31478  0.8297  1.7591  0.1783  0.1767
o-g 01  ps rej 180 0000    652 234.2726 446.7289  0.0000  0.0000
o-g 01  ps rej 181 0000   8581 19.0745 119.8326  0.0000  0.0000
o-g 01      rej all  9233 34.2710 165.6456  0.0000  0.0000
o-g 01  ps mon 181 0000    443 -0.9907  3.7428  0.4718  0.3398
o-g 01      mon all  443 -0.9907  3.7428  0.4718  0.3398
number of psfc obs that failed gross test = 9233 nonlin qc test = 115
type psfc jiter 1 nread 42863 nkeep 41154 num 31478
type psfc pen= 0.561358712490138169E+04 qcpen= 0.556219320114203310E+04 r= 0.178334 qcr= 0.176701
current fit of surface pressure data, ranges in mb
-----
pressure levels (hPa)= 0.0 2000.0
  it  obs  type stype  count  bias    rms    cpen    qcpen
o-g 02  ps   180 0000    25  2.1920  2.6933  0.6826  0.6802
o-g 02  ps   181 0000  31811  0.1845  1.0911  0.0642  0.0633
o-g 02      all  31836  0.1861  1.0933  0.0647  0.0638
o-g 02  ps rej 180 0000    656 232.5484 445.3400  0.0000  0.0000
o-g 02  ps rej 181 0000   8219 19.5521 122.4544  0.0000  0.0000
o-g 02      rej all  8875 35.2958 168.9562  0.0000  0.0000
o-g 02  ps mon 181 0000    443 -0.7898  3.6154  0.3958  0.2748
o-g 02      mon all  443 -0.7898  3.6154  0.3958  0.2748
number of psfc obs that failed gross test = 8875 nonlin qc test = 81
type psfc jiter 2 nread 42863 nkeep 41154 num 31836
type psfc pen= 0.206026976334690971E+04 qcpen= 0.202977574294520082E+04 r= 0.647151E-01 qcr= 0.637572E-01

```

Figura 6.9 - Log de assimilação no gsi para a variável de pressão.

Para vento (dados convencionais), sendo os assimilados os tipos 220 e 280:

current vfit of wind data, ranges in m/s																										
it	obs	type	styp	ptop	1000.0	900.0	800.0	600.0	400.0	300.0	250.0	200.0	150.0	100.0	50.0	0.0										
				pbot	1200.0	999.9	899.9	799.9	599.9	399.9	299.9	249.9	199.9	149.9	99.9	2000.0										
o-g 01	uv	220 0000	count		30	51	141	62	155	42	4	20	41	77	59	1008										
o-g 01	uv	220 0000	bias		3.34	0.90	0.22	0.30	1.61	2.11	-10.65	-3.77	-3.30	0.13	6.35	0.38										
o-g 01	uv	220 0000	rms		15.10	9.37	6.97	6.51	9.33	10.48	19.17	13.73	14.55	9.27	9.85	10.68										
o-g 01	uv	220 0000	cpen		1.72	1.79	1.36	2.21	1.61	1.25	4.78	3.39	4.03	2.69	1.76	1.82										
o-g 01	uv	220 0000	qcpn		0.71	1.56	1.18	1.74	1.22	1.21	3.91	2.95	2.90	2.17	1.47	1.43										
o-g 01	uv	280 0000	count		495	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	535										
o-g 01	uv	280 0000	bias		0.62	3.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.85										
o-g 01	uv	280 0000	rms		5.39	6.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.45										
o-g 01	uv	280 0000	cpen		0.12	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12										
o-g 01	uv	280 0000	qcpn		0.11	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11										
o-g 01		all	count		525	91	141	62	155	42	4	20	41	77	59	1543										
o-g 01		all	bias		0.77	2.14	0.22	0.30	1.61	2.11	-10.65	-3.77	-3.30	0.13	6.35	0.54										
o-g 01		all	rms		6.36	8.10	6.97	6.51	9.33	10.48	19.17	13.73	14.55	9.27	9.85	9.21										
o-g 01		all	cpen		0.21	1.08	1.36	2.21	1.61	1.25	4.78	3.39	4.03	2.69	1.76	1.23										
o-g 01		all	qcpn		0.14	0.95	1.18	1.74	1.22	1.21	3.91	2.95	2.90	2.17	1.47	0.97										
o-g 01	uv	rej 220 0000	count		0	5	8	25	70	41	6	4	88	61	28	701										
o-g 01	uv	rej 220 0000	bias		0.00	8.09	3.81	*****	*****	*****	175.99	-25.36	-15.67	-11.48	10.57	*****										
o-g 01	uv	rej 220 0000	rms		0.00	19.54	16.03	*****	*****	*****	198.89	39.07	33.34	48.70	22.35	*****										
o-g 01	uv	rej 220 0000	cpen		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00										
o-g 01	uv	rej 220 0000	qcpn		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00										
o-g 01	uv	rej 281 0000	count		0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10										
o-g 01	uv	rej 281 0000	bias		0.00	72.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	72.12										
o-g 01	uv	rej 281 0000	rms		0.00	77.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	77.61										
o-g 01	uv	rej 281 0000	cpen		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00										
o-g 01	uv	rej 281 0000	qcpn		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00										
o-g 01		rej all	count		0	15	8	25	70	41	6	4	88	61	28	711										
o-g 01		rej all	bias		0.00	50.78	3.81	*****	*****	*****	175.99	-25.36	-15.67	-11.48	10.57	*****										
o-g 01		rej all	rms		0.00	64.36	16.03	*****	*****	*****	198.89	39.07	33.34	48.70	22.35	*****										
o-g 01		rej all	cpen		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00										
o-g 01		rej all	qcpn		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00										
o-g 01	uv	mon 281 0000	count		9234	28343	2265	361	55	0	0	0	0	0	0	40295										
o-g 01	uv	mon 281 0000	bias		-1.83	-1.57	-2.36	-1.27	-1.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.67										
o-g 01	uv	mon 281 0000	rms		4.25	4.15	4.52	4.98	4.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.20										
o-g 01	uv	mon 281 0000	cpen		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00										
o-g 01	uv	mon 281 0000	qcpn		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00										
o-g 01		mon all	count		9234	28343	2265	361	55	0	0	0	0	0	0	40295										
o-g 01		mon all	bias		-1.83	-1.57	-2.36	-1.27	-1.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.67										
o-g 01		mon all	rms		4.25	4.15	4.52	4.98	4.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.20										
o-g 01		mon all	cpen		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00										
o-g 01		mon all	qcpn		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00										

Figura 6.10 - Log de assimilação no gsi para a variável de vento.

Para temperatura (dados convencionais), sendo os assimilados os tipos 120 e 180:

current fit of temperature data, ranges in K				1000.0	900.0	800.0	600.0	400.0	300.0	250.0	200.0	150.0	100.0	50.0	0.0	
it	obs	type	styp	ptop	1200.0	999.9	899.9	799.9	599.9	399.9	299.9	249.9	199.9	149.9	99.9	2000.0
o-g 01	t	120 0000	count		30	50	123	71	120	30	6	16	123	87	67	1022
o-g 01	t	120 0000	bias		0.09	0.50	2.24	-0.29	1.04	-0.65	2.48	-5.11	0.10	1.74	-0.90	0.18
o-g 01	t	120 0000	rms		3.35	3.11	4.39	4.11	5.74	3.46	2.48	5.64	5.40	5.02	4.65	5.02
o-g 01	t	120 0000	cpen		0.03	1.44	2.60	5.89	10.46	5.69	2.04	6.64	5.25	6.66	6.81	5.01
o-g 01	t	120 0000	qcpn		0.03	1.00	1.82	3.21	3.61	2.63	2.04	5.47	3.55	3.61	3.27	2.80
o-g 01	t	180 0000	count		666	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	671
o-g 01	t	180 0000	bias		0.58	1.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.59
o-g 01	t	180 0000	rms		1.92	1.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.91
o-g 01	t	180 0000	cpen		0.03	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
o-g 01	t	180 0000	qcpn		0.03	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
o-g 01		all	count		696	55	123	71	120	30	6	16	123	87	67	1693
o-g 01		all	bias		0.56	0.57	2.24	-0.29	1.04	-0.65	2.48	-5.11	0.10	1.74	-0.90	0.34
o-g 01		all	rms		2.00	2.99	4.39	4.11	5.74	3.46	2.48	5.64	5.40	5.02	4.65	4.08
o-g 01		all	cpen		0.03	1.31	2.60	5.89	10.46	5.69	2.04	6.64	5.25	6.66	6.81	3.04
o-g 01		all	qcpn		0.03	0.91	1.82	3.21	3.61	2.63	2.04	5.47	3.55	3.61	3.27	1.70
o-g 01	t rej	120 0000	count		0	6	26	16	105	53	4	8	6	51	20	687
o-g 01	t rej	120 0000	bias		0.00	-60.13	*****	-14.78	-14.67	-4.82	-16.34	-3.07	3.05	-18.11	-13.09	-104.77
o-g 01	t rej	120 0000	rms		0.00	107.48	176.71	20.16	27.68	17.25	16.34	16.49	19.16	64.39	15.29	145.17
o-g 01	t rej	120 0000	cpen		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
o-g 01	t rej	120 0000	qcpn		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
o-g 01	t rej	181 0000	count		15	15	0	13	0	0	0	0	0	0	0	43
o-g 01	t rej	181 0000	bias		49.90	12.77	0.00	46.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	35.83
o-g 01	t rej	181 0000	rms		50.00	44.87	0.00	46.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	47.15
o-g 01	t rej	181 0000	cpen		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
o-g 01	t rej	181 0000	qcpn		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
o-g 01	rej all		count		15	21	26	29	105	53	4	8	6	51	20	730
o-g 01	rej all		bias		49.90	-8.06	*****	12.56	-14.67	-4.82	-16.34	-3.07	3.05	-18.11	-13.09	-96.48
o-g 01	rej all		rms		50.00	68.84	176.71	34.44	27.68	17.25	16.34	16.49	19.16	64.39	15.29	141.29
o-g 01	rej all		cpen		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
o-g 01	rej all		qcpn		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
o-g 01	t mon	181 0000	count		17465	20606	1870	475	10	0	0	0	0	0	0	40430
o-g 01	t mon	181 0000	bias		0.10	-0.71	0.60	8.47	-1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.19
o-g 01	t mon	181 0000	rms		3.91	4.03	5.97	12.91	3.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.30
o-g 01	t mon	181 0000	cpen		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
o-g 01	t mon	181 0000	qcpn		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
o-g 01	mon all		count		17465	20606	1870	475	10	0	0	0	0	0	0	40430
o-g 01	mon all		bias		0.10	-0.71	0.60	8.47	-1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.19
o-g 01	mon all		rms		3.91	4.03	5.97	12.91	3.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.30
o-g 01	mon all		cpen		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
o-g 01	mon all		qcpn		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Figura 6.11 - Log de assimilação no gsi para a variável de temperatura.

Para sensores (dados de radiância), sendo os assimilados os tipos hirs4 (n18), amsua (n18) e mhs (n18):

it	satellite	instrument	# read	# keep	# assim	penalty	qcpnlty	cpen	qccpen
o-g 01 rad n14 hirs2	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
o-g 01 rad n16 hirs3	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
o-g 01 rad n17 hirs3	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
o-g 01 rad n18 hirs4	124488	7257	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
o-g 01 rad metop-a hirs4	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
o-g 01 rad gl1 sndr	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
o-g 01 rad gl2 sndr	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
o-g 01 rad gl1 goes_img	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
o-g 01 rad gl2 goes_img	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
o-g 01 rad aqua airs	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
o-g 01 rad n14 msu	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
o-g 01 rad n15 amsua	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
o-g 01 rad n16 amsua	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
o-g 01 rad n17 amsua	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
o-g 01 rad n18 amsua	41850	7815	1885	5569.8	5569.8	2.9548	2.9548	0.0000	0.0000
o-g 01 rad metop-a amsua	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
o-g 01 rad aqua amsua	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
o-g 01 rad n15 amsub	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
o-g 01 rad n16 amsub	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
o-g 01 rad n17 amsub	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
o-g 01 rad n18 mhs	125100	1130	312	67.257	67.257	0.21557	0.21557	0.0000	0.0000
o-g 01 rad metop-a mhs	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
o-g 01 rad f13 ssmi	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
o-g 01 rad f14 ssmi	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
o-g 01 rad f15 ssmi	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
o-g 01 rad aqua amsre_low	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
o-g 01 rad aqua amsre_mid	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
o-g 01 rad aqua amsre_hig	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
o-g 01 rad f16 ssmis	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
o-g 01 rad gl2 sndrd1	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
o-g 01 rad gl2 sndrd2	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
o-g 01 rad gl2 sndrd3	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
o-g 01 rad gl2 sndrd4	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
o-g 01 rad gl1 sndrd1	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
o-g 01 rad gl1 sndrd2	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
o-g 01 rad gl1 sndrd3	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
o-g 01 rad gl1 sndrd4	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
o-g 01 rad gl3 sndrd1	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
o-g 01 rad gl3 sndrd2	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
o-g 01 rad gl3 sndrd3	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
o-g 01 rad gl3 sndrd4	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
o-g 01 rad metop-a iasi	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
o-g 01 rad n19 hirs4	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
o-g 01 rad n19 amsua	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
o-g 01 rad n19 mhs	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Figura 6.12 - Log de assimilação no gsi para as radiâncias.

Para os dados de rádio ocultação (GPSRO), sendo os assimilados o tipo 004:

current fit of gps data in fractional difference																
it	obs	type	styp	ptop	1000.0	900.0	800.0	600.0	400.0	300.0	250.0	200.0	150.0	100.0	50.0	0.0
				pbot	1200.0	999.9	899.9	799.9	599.9	399.9	299.9	249.9	199.9	149.9	99.9	2000.0
o-g 01	gps	004 0000	count	0	26	75	772	1886	1413	844	968	1189	1550	2360	15566	
o-g 01	gps	004 0000	bias	0.00	-0.43	-0.18	-0.19	-0.19	-0.02	0.02	0.02	-0.03	-0.03	0.11	0.01	
o-g 01	gps	004 0000	rms	0.00	0.70	0.66	0.76	0.86	0.54	0.41	0.45	0.46	0.45	0.49	0.57	
o-g 01	gps	004 0000	cpen	0.00	0.42	0.46	0.69	1.27	0.94	0.88	1.30	1.79	1.97	2.43	1.60	
o-g 01	gps	004 0000	qcpen	0.00	0.42	0.46	0.69	1.27	0.94	0.88	1.30	1.79	1.97	2.43	1.60	
o-g 01	all		count	0	26	75	772	1886	1413	844	968	1189	1550	2360	15566	
o-g 01	all		bias	0.00	-0.43	-0.18	-0.19	-0.19	-0.02	0.02	0.02	-0.03	-0.03	0.11	0.01	
o-g 01	all		rms	0.00	0.70	0.66	0.76	0.86	0.54	0.41	0.45	0.46	0.45	0.49	0.57	
o-g 01	all		cpen	0.00	0.42	0.46	0.69	1.27	0.94	0.88	1.30	1.79	1.97	2.43	1.60	
o-g 01	all		qcpen	0.00	0.42	0.46	0.69	1.27	0.94	0.88	1.30	1.79	1.97	2.43	1.60	
o-g 01	gps rej	004 0000	count	3	68	178	377	144	34	20	17	5	10	52	13265	
o-g 01	gps rej	004 0000	bias	0.86	-8.27	-9.03	-4.87	-3.83	0.71	0.45	0.05	-1.16	-1.29	-0.92	-11.63	
o-g 01	gps rej	004 0000	rms	0.99	16.98	19.55	10.44	6.94	1.29	1.53	1.77	1.53	1.30	2.13	31.45	
o-g 01	gps rej	004 0000	cpen	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
o-g 01	gps rej	004 0000	qcpen	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
o-g 01	gps rej	003 0000	count	1	31	92	280	57	17	15	11	25	31	48	13125	
o-g 01	gps rej	003 0000	bias	0.00	-2.78	-3.54	-3.66	-6.26	-1.01	0.05	-2.08	-1.09	-2.49	-1.81	-11.28	
o-g 01	gps rej	003 0000	rms	0.00	3.53	6.13	5.49	8.22	2.23	2.27	2.41	2.52	2.82	2.62	31.27	
o-g 01	gps rej	003 0000	cpen	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
o-g 01	gps rej	003 0000	qcpen	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
o-g 01	rej all		count	4	99	270	657	201	51	35	28	30	41	100	26390	
o-g 01	rej all		bias	0.64	-6.55	-7.16	-4.36	-4.52	0.14	0.28	-0.78	-1.10	-2.19	-1.34	-11.46	
o-g 01	rej all		rms	0.86	14.21	16.27	8.68	7.32	1.66	1.88	2.05	2.38	2.54	2.38	31.36	
o-g 01	rej all		cpen	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
o-g 01	rej all		qcpen	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
o-g 01	gps mon	003 0000	count	1	70	157	855	2082	1449	862	981	1188	1555	2417	16216	
o-g 01	gps mon	003 0000	bias	0.56	-0.24	-0.50	-0.25	-0.14	0.08	0.09	0.04	0.02	-0.05	0.09	0.01	
o-g 01	gps mon	003 0000	rms	0.56	0.84	0.96	0.98	0.93	0.56	0.49	0.43	0.40	0.41	0.48	0.61	
o-g 01	gps mon	003 0000	cpen	0.23	0.60	0.92	1.12	1.43	1.05	1.30	1.29	1.34	1.72	2.21	1.52	
o-g 01	gps mon	003 0000	qcpen	0.23	0.60	0.92	1.12	1.43	1.05	1.30	1.29	1.34	1.72	2.21	1.52	
o-g 01	mon all		count	1	70	157	855	2082	1449	862	981	1188	1555	2417	16216	
o-g 01	mon all		bias	0.56	-0.24	-0.50	-0.25	-0.14	0.08	0.09	0.04	0.02	-0.05	0.09	0.01	
o-g 01	mon all		rms	0.56	0.84	0.96	0.98	0.93	0.56	0.49	0.43	0.40	0.41	0.48	0.61	
o-g 01	mon all		cpen	0.23	0.60	0.92	1.12	1.43	1.05	1.30	1.29	1.34	1.72	2.21	1.52	
o-g 01	mon all		qcpen	0.23	0.60	0.92	1.12	1.43	1.05	1.30	1.29	1.34	1.72	2.21	1.52	

Figura 6.13 - Log de assimilação no gsi para a rádio ocultação.

Um resultado mais detalhado ainda acerca da assimilação dessas informações pode ser extraído a partir da utilização de uma outra ferramenta desenvolvida no grupo denominada GSI_STAT. A ferramenta gera vários arquivos contendo o diagnóstico geral da assimilação, a quantidade dos dados assimilados por níveis e também valores de OMA (observação menos análise) e OMF (observação menos first-guess) contendo os tipos da observação (categoria seja dos convencionais ou satélite ou outros) que foram assimilados na rodada.

Para o diagnóstico geral da assimilação dos PrepBUFERS e BUFERS contendo a quantidade de observações, observações utilizadas, não utilizadas, rejeitas e monitoradas:

Obs Name	# of OBS	Used	Not Used	Rejeited	Monitored
sst	0	0	0	0	0
ps	41154	31836	9318	8127	1191
pw	0	0	0	0	0
uv	42549	1636	40913	608	40305
t	42853	1742	41111	638	40473

q	0	0	0	0	0
gps	58172	15949	42223	42223	0

Nesse log não estão separados por categorias os assimilados, rejeitados e outros, porém apresenta um somatório geral dos valores para pressão superfície, vento, temperatura e gps.

Para a quantidade de observações assimiladas por níveis:

Levels	sst	ps	pw	uv	t	q	gps
1000.0	0	31836	0	525	696	0	0
900.0	0	0	0	94	55	0	35
800.0	0	0	0	145	123	0	106
700.0	0	0	0	57	60	0	319
600.0	0	0	0	8	14	0	586
500.0	0	0	0	95	61	0	823
400.0	0	0	0	67	65	0	1123
300.0	0	0	0	50	45	0	1425
250.0	0	0	0	70	113	0	857
200.0	0	0	0	166	107	0	977
150.0	0	0	0	58	128	0	1197
100.0	0	0	0	97	106	0	1558
50.0	0	0	0	98	81	0	2406
0.0	0	0	0	106	88	0	4537

Para as observações assimiladas tem-se as colunas: kx(categoria/tipo da observação), obs, time, level, latitude, longitude e diff (depende do arquivo será OMA ou OMF), segue os trechos abaixo, destacando a primeira coluna de categoria que mostra qual é o tipo de observação assimilada:

Para pressão superfície:

181.000	1020.200	180.000	1000.000	32.680	343.230	1.360
181.000	1020.100	180.000	1000.000	32.630	343.100	1.323
181.000	1017.200	180.000	1000.000	33.070	343.650	2.653
181.000	1027.200	180.000	1000.000	39.350	350.600	0.153
181.000	1029.500	180.000	1000.000	38.700	350.970	0.151
181.000	1018.800	180.000	1000.000	38.770	350.870	0.581

181.000	1013.200	180.000	1000.000	36.970	334.830	0.869
---------	----------	---------	----------	--------	---------	-------

Para temperatura:

180.000	299.150	0.000	1000.000	9.900	76.100	0.557
180.000	299.150	0.000	1000.000	9.900	76.100	0.557
180.000	299.150	0.000	1000.000	9.900	76.100	0.557
180.000	299.150	0.000	1000.000	9.900	76.100	0.557
180.000	299.150	0.000	1000.000	9.900	76.100	0.557
120.000	271.250	-60.000	900.000	43.800	87.650	4.108
120.000	258.850	-60.000	900.000	47.730	88.080	-1.208
120.000	205.050	-60.000	150.000	39.470	75.980	-5.525
120.000	219.650	-60.000	200.000	39.030	88.170	4.221
120.000	207.850	-60.000	150.000	39.030	88.170	-2.375

Para vento:

220.000	15.403	0.000	50.000	-19.000	302.330	11.380
220.000	9.334	0.000	50.000	-3.130	300.020	1.873
220.000	15.403	0.000	50.000	-19.000	302.330	11.380
280.000	9.270	0.000	1000.000	-3.300	328.000	1.587
280.000	2.138	0.000	1000.000	-16.200	323.800	-3.078
280.000	4.982	0.000	1000.000	-22.200	319.300	-0.248

Para rádio ocultação:

4.000	187.608	-154.000	600.000	-41.507	10.418	0.506
4.000	184.345	-154.000	600.000	-41.505	10.417	0.263
4.000	180.825	-154.000	600.000	-41.491	10.410	0.082
4.000	153.220	-154.000	400.000	-41.446	10.388	-0.072
4.000	142.704	-154.000	400.000	-41.429	10.379	-0.190
4.000	140.392	-154.000	400.000	-41.428	10.378	0.009
4.000	137.992	-154.000	400.000	-41.426	10.377	0.105

7 Perspectivas futuras e considerações finais

Na continuidade do desenvolvimento do projeto principal que norteia essa proposta espera-se que uma maior quantidade de bases de dados seja incluída e que principalmente a estrutura de desenvolvimento seja mantida, para assim possa garantir que a melhor base de dados esteja sendo ingerida pela modelagem atmosférica do CPTEC, e que essa esteja sendo feita de forma robusta e organizada. Logo na concepção do projeto se estudou como o desenvolvimento da proposta pode ser particionada em versões de entrega para a operação do CPTEC e se definiu o que se pode oferecer em cada uma delas. Para descrever a evolução da proposta é detalhada na próxima subseção a lista de versões preliminarmente definida.

7.1 Lista de versões concebidas na elaboração da proposta com o cronograma das futuras entregas

Essa lista é muito útil para descrever o que se pode esperar desse projeto como perspectivas futuras e de forma geral aborda um cronograma de entregas para as próximas versões. Como esse é um processo dinâmico outras versões intermediárias podem ser idealizadas. Acesse a página das versões de distribuição do pacote para informações atualizadas na seguinte endereço eletrônico https://projetos.cptec.inpe.br/projects/paqc/wiki/GCQD_release. A lista de versões é que se segue:

- **Versão Inicial V0.0** - Na qual toda a estrutura de desenvolvimento do projeto foi montada e tendo os ingredientes básicos iniciais para uma primeira versão a ser operacionalizada. Um pacote de conversão de dados modelo chamado Dummy foi desenvolvido, bem como ferramentas para validar os arquivos BUFRS gerados. Ela foi prevista para o final de setembro de 2015. Essa versão contemplou os dados de vento por satélite como arquivo de dados convencionais e dados de radiância do RARS da DSA.
- **Versão básica V1.0** - Essa versão prevista para a release no início de dezembro foi publicada no final de janeiro de 2016, contempla uma ampliação da base de dados de satélites disponibilizando dados de radiância de outros sensores e dados de vento por satélites, bem como dados convencionais de estações a superfície [SAPUCCI et al. \(2016\)](#).
- **Versão essencial V1.3.3** - Essa versão contempla um conjunto essencial de dados, os quais comportam os conjuntos de dados mais impactante

para a assimilação de dados, visando a operacionalização durante os jogos olímpicos. Para os dados convencionais seriam os sistemas de observações contendo as radiossondas, dados de boias e plataformas marítimas e estações em superfície e dados de aviões. Para os dados de satélites são dados de radiâncias dos sensores AMSU, HIRS e MHS. Além dos dados de vento por satélites da constelação GOES e os dados de radiocultação GNSS do MetOp.

- **Versão essencial V1.6.6** - Essa versão deverá contemplar uma ampliação sucessiva da base de dados tanto de satélite como convencionais, mas com maior ênfase para os dados convencionais sobre a América do Sul incluindo a base de dados ainda não atendida nas versões anteriores. Na base de dados de satélite deverá ser incluído os sensores multi-espectrais como o IASI e AIRS e dados de vento por satélites da EUMETSAT e de rádio ocultação da constelação COSMIC e TerraSar. Nessa versão os dados de radar deverão ser incluídos no fluxo, com uma conversão de dados apropriada para a assimilação.
- **Versão robusta V2.0** - Nessa versão prevista para meados de 2017 deverá ser incluído o conjunto de dados mais completo tanto de satélites como de dados convencionais. Para os dados convencionais as mais variadas fontes de dados deverão ser incluídas com especial ênfase para a América do Sul.

Uma versão futura ainda não prevista, deverá ser viabilizada na qual a melhor base de dados sobre a América do Sul seja contemplada e os dados disponíveis para a assimilação sejam gerados com a menor latência, visando a viabilidade do ciclo rápido de atualização da condição inicial para modelagem de alta resolução. Essa versão **espera-se que esteja disponível no final de 2017**, momento que poderá assegurar que a base de dados disponível para a assimilação seja a melhor base de dados disponível no CPTEC, a qual espera-se que seja muito superior ao que é disponível no NCEP sobre a América do Sul e semelhante aos dados usados nesse referido centro no resto do globo.

7.2 Melhorias futuras identificadas para serem implementadas nas versões posteriores a V1.3.3 do GCQD

A presente versão, não sendo ainda uma mais completa, tem em sua elaboração diversas bases de dados ainda não implementadas. Além disso, no desenvolvimento da proposta foram identificados diversos pontos que poderiam ser melhor desenvol-

vidos, mas que não o foram realizados para não prejudicar o andamento de outras atividades que não são dependentes dessas melhorias. Nessa seção será feita uma listagem dos pontos que foram identificados e uma previsão em termos de versões futuras em que essas melhorias deverão estar disponíveis. As principais que merecem destaque são:

- Continuo aprimoramento da ferramenta que cria o arquivo PrepBUFR abordando outros tipos de dados tais como TPW de receptores GPS, perfilhadores de vento a superfície, retrievals de satélites, entre outras bases de dados. A versão essencial V1.3.3 contempla os sistemas denominados essenciais, ou de maior impacto, mas existem diversas outras bases de dados que devem ser explorados.
- E para o caso dos dados de satélites, outros sensores de radiância dos satélites já utilizados e recebidos na DSA e DOP devem ser adicionados, em especial dos sensores hiperspectrais. Para o caso dos dados de rádio ocultação apenas os dados do MetOp estão sendo contemplados inicialmente, mas outras constelações deverão ser adicionadas posteriormente, tais como os dados do COSMIC e TerraSar e outras futuras, tais como o COSMIC-2, etc.
- Correção de um bug na biblioteca NCEP_bufir para o PaQC de dados de Profiler e de AIRCFT, pois na execução inicial do PaQC foi identificado um bug no controle de qualidade dos perfiladores e para os dados de AIRCFT. Ao testar o PaQC numa determinada tarefa usando os dados do BUFR GDAD do NCEP um problema foi identificado na biblioteca NCEP_bufir ao fazer o controle de qualidade desses dados. Esse problema foi postergado para ser resolvido na próxima versão permitindo a publicação da versão V1.3.3, pois esses dados ainda não estão disponíveis, ou foram identificados no MARS. Pretende-se investir nessa tarefa para a versão V1.6.6 intermediária, a ser disponível em janeiro de 2017. Uma tarefa já foi criada para isso com uma determinada identificação.
- Um estudo para verificar a possibilidade de substituir o processo PaQC pelo novo sistema de controle de qualidade do NCEP, que é o ObsProc, o qual está em implementação em uma versão futura do GCQD. Toda a estrutura do ObsProc já está em processo de implementação em tarefas e suas sub tarefas. Aliada a essa tarefa tem-se a utilização das saídas do novo modelo do CPTEC como Background para realização do controle de qualidade

dos dados aqui tratados. Modificações e adaptações deverão ser necessárias para o êxito dessa tarefa, o que demandará tempo e dedicação da equipe executora. A previsão dessa implementação é para versões posteriores a versão 2.0 Robusta, que é a última versão prevista nesse projeto até a publicação dessa versão.

7.3 Considerações finais

Esse sistema não apenas se apresenta como uma ferramenta para o tratamento dos dados, mas como um ambiente organizado onde diferentes tipos de dados, das mais variadas fontes, e meios de recepção podem ser tratados de forma integrada, organizada e clara. Os processos são organizados e os diferentes sistemas observacionais são implementados em módulos de um sistema único. Uma metodologia de inclusão de novas fontes de dados é sugerida, para a qual ferramentas e versões de modelos são disponibilizados, facilitando o desenvolvimento e permitindo a validação e documentação. As tarefas associadas com a ampliação da base de dados utilizadas deverão estar em constante desenvolvimento e demandará relativamente um longo período de tempo. Um desenvolvimento completo e de difícil previsão uma vez que a disponibilidade de novos tipos de dados e modificações nos mesmos é sempre constante e requer atenção. Essa tarefa deverá fazer parte da rotina do grupo de assimilação de dados e o sistema em desenvolvimento deverá ser uma ferramenta importante para o bom êxito da mesma. Na Previsão Numérica de Tempo, independência, eficiência e qualidade são características importantes do processo de obtenção dos resultados. Como essas características se completam, o desenvolvimento de processos em que essas três características são atendidas deve ser a meta principal de todo centro de previsão operacional. O desenvolvimento do sistema GCQD é um passo extremamente importante para a obtenção dessas três características no CPTEC. Com um processo próprio de gestão de toda a base de dados disponível para a assimilação na modelagem numérica, faz o centro ser independente de condições iniciais geradas em outros centros. O fato de não ter que esperar processos externos serem finalizados e dominando todo o processo de gestão dos dados possibilita que os resultados sejam gerados de forma eficiente, com disponibilidade antecipada. Além disso, a melhor base de dados para a América da Sul pode ser garantida o que impacta diretamente na melhor qualidade dos resultados sobre esse domínio, o que é a missão do CPTEC.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANÕS, I. **Assimilação de perfis de rádio ocultação GPS em modelos de PNT do CPTEC**. 2016. 70 p. Proposta de Dissertação (Mestrado em Meteorologia) — Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2016. 91
- DINIZ, F. L. R. **Impacto das observações nas previsões de curto prazo**. 138 p. Dissertação (Mestrado) — Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2012-12-14 2012. Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/mtc-m19/2012/11.29.01.27>>. Acesso em: 02 set. 2016. 56
- KEYSER, D. **PrepBUFR processing at NCEP**: National oceanic and atmospheric administration, national weather service, national centers for environmental prediction, environmental modeling center. College Park, 2013. Disponível em: <http://www.emc.ncep.noaa.gov/mmb/data_processing/prepbufr.doc/document.htm>. Acesso em: 18 jun. 2016. 99
- KURSINSKI, E.; R., G. A.; HAJJ, J. T.; SCHOFIELD, R.; LINFIELD; HARDY, K. R. Observing earths atmosphere with radio occultation measurements using the global positioning system., **J. Geophys. Res.**, v. 102, n. 23, p. 429–465, 1997. 90
- LEE L.-C., C. R.; KURSINSKI, R. (Ed.). **Applications of Constellation Observing System for Meteorology, Ionosphere and Climate**. New York: Springer-Verlag, 2000. 384 p. v, 90
- PENNA, B. R. **O papel da temperatura de superfície terrestre no sistema global de assimilação variacional tridimensional do CPTEC/INPE**. 121 p. Dissertação (Mestrado) — Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2014-06-10 2014. Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/mtc-m21b/2014/06.02.22.56>>. Acesso em: 02 set. 2016. 76
- RIENECKER, M. M.; COAUTHORS. **The GEOS-5 Data Assimilation System - Documentation of versions 5.0.1 and 5.1.0, and 5.2.0**: Nasa tech. rep. series on global modeling and data assimilation, 2008. v. 27, 92 pp. Whashington, 2008. (NASA/TM-2008-104606). 99
- SALVADOR, N. C.; VENTURA, J.; GONZAGA, L.; SIEVERT, S. Sondagem atmosférica e simulação do sinal de satélite. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 17., 2015, João Pessoa. **Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. São José dos Campos: INPE, 2015. p. 3565–3572. ISBN 978-85-17-0076-8. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p0701.pdf>>. Acesso em: Fev. 1, 2015. 78

SAPUCCI, L.; AVANÇO, L. A.; SALVADOR, N. C.; DINIZ, F.; GALANTE, R.; MATTOS, J. G. Z. **Sistema de Gestão e Controle de Qualidade de dados (GCQD) para Assimilação nos Modelos do CPTEC (Versão 1.0 Básica)**: Report of development and release of version. São José dos Campos, 2016.

Disponível em: <<http://urlib.net/8JMKD3MGP3W34P/3L46UF8>>. Acesso em: 18 jun. 2016. 9, 133

SAPUCCI, L.; BASTARZ, C. F.; CERQUEIRA, F.; AVANCO, L.; HERDIES, D. Impacto de perfis de rádio ocultação gnss na qualidade das previsões de tempo do cptec/inpe. **Revista Brasileira De Meteorologia**, v. 29, n. 4, p. 551–567, 2014.

Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/0102-778620140013>>. Acesso em: Fev. 1, 2016. 91

SAPUCCI, L. F.; DINIZ, F.; BASTARZ, C.; AVANCO, L. Inclusion of gnss radio occultation data into cptec letkf using ropp as an observation operator.

Meteorological Applications, v. 23, n. 2, p. 328–338, 2016. Disponível em: <[DOI:10.1002/met.1559](https://doi.org/10.1002/met.1559)>. Acesso em: Fev. 1, 2016. 91

WICKERT J.; GALAS, R. B. G. Gps ground station data for champ radio occultation measurements. **Physics and Chemistry of the Earth**, v. 26, p. 503–511, 2001. Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1464189501000928>>. Acesso em: Fev. 1, 2015. 90

A ANEXO: REVISÕES DO PROJETO

Lista de Revisões do Projeto GCQD			
Rev.	Data	Autor	Comentário
163	26July2016 17:16	Fernando Sa-pucci, Luiz	Criação da versao obs_V1.3.3 na tag copiada do branch obs_V1.3.3.
162	26July2016 16:55	Fernando Sa-pucci, Luiz	Revisão para adicionar o diretório do NCEP_shared o qual foi exportado do repositório G3DVAR no endereço https://svn.cptec.inpe.br/g3dvar/trunk/G3DVAR/cptec/gsi/SRC/GSIsrc/NCEP_Shared na revisão 512. Isso foi feito para corrigir o erros na revisão 147 desse repositório.
161	26July2016 16:04	Fernando Sa-pucci, Luiz	Corrigindo o conteúdo do diretório scr/paqc/src/NCEP_shared que estava equivocadamente com o conteúdo do paqc/src/Linux. Esta sendo também modificado o diretório básico de "obs"para "obs_V1.3.3".
160	29June2016 20:36	Fernando Sa-pucci, Luiz	Nessa revisão foi atualizado na versão Branch o que foi adicionado e corrigido no trunk nas revisões r147 até r159 onde diversas correções importantes foram realizadas. Foi usado o comando merge da forma <code>svn merge https://svn.cptec.inpe.br/paqc/trunk/obs</code> .
159	28June2016 15:03	Amarante, Lucas	Correções nas mensagens finais.
158	28June2016 13:35	Amarante, Lucas	No run_bfge: Ajustes nas mensagens finais que aparecem para o usuário; No m_convobs: Comentada a rotina dos dados de avião pois esta com problemas ainda no PAQC;
157	28June2016 08:55	Amarante, Lucas	Modificando no programa mbuf.f90 que esta em /src/bfge/lib/mbufr-adt/ A mudança foi feita o seguinte: Rotina ERROTLOG sera mostrada na tela ao invés de criar o arquivo de error no tank. Pois estava dando erro quando o usuário não permitido tentava escrever esse arquivo no bufr tank.
156	27June2016 14:57	Amarante, Lucas	Adicionando script run_valida com permissão de execução.
155	27June2016 14:55	Amarante, Lucas	Subindo revisão sem o run_valida para depois iniciar novo script com permissão.
154	27June2016 13:45	Amarante, Lucas	Subindo novamente o config_obs com permissão no arquivo antes de inserir o conteúdo dentro dele.
153	27June2016 13:44	Amarante, Lucas	Versão que foi apagado o script config_obs para criar um novo com permissão.
152	27June2016 13:11	Amarante, Lucas	Ajustando datas corretas para o testcase nas informações que aparecem na tela para o usuário e também ajustado diretório de algumas opções.
151	27June2016 11:50	Amarante, Lucas	Trocando de posição a compilacao do tranmtypsbt.f (para GPSRO) depois da compilação da lib bufrlib para obter exito pois precisa ser compilado a lib bufrlib.
150	27June2016 11:06	Amarante, Lucas	Ajustando somente os prints dos scripts com a data do testcase correta.
149	27June2016 09:28	Amarante, Lucas	Inserindo compilação do bufr_tranmtypsbt (executável para GPSRO) e acrescimo de variáveis.
148	22June2016 19:36	Fernando Sa-pucci, Luiz	Removendo os externals do projeto no ramo branch V1.3.3.
147	22June2016 19:24	Fernando Sa-pucci, Luiz	Essa revisão está associada com a tarefa 2224. Foi feita uma modificação no branch removendo os externals do projeto. A lista é: src/paqc/Linux https://svn.cptec.inpe.br/g3dvar/trunk/G3DVAR/cptec/gsi/SRC/GSIsrc/Linux https://svn.cptec.inpe.br/g3dvar/trunk/G3DVAR/cptec/gsi/SRC/GSIsrc/NCEP_Shared https://svn.cptec.inpe.br/g3dvar/trunk/G3DVAR/cptec/gsi/SRC/GSIsrc/Linux .
146	22June2016 18:40	Fernando Sa-pucci, Luiz	Criação da versão V1.3.3 no ramo branch para ajustes finais, testes e publicação da versão TAG. Mais detalhes ver tarefa 2224.
145	22June2016 17:09	Amarante, Lucas	Acrescentando um if de verificação para checar níveis do perfil da radiossonda, pois estava entrando perfil com apenas 1 nível e estava ocasionando erros no PAQC pois ultrapassava o numOBS.
144	22June2016 11:27	Amarante, Lucas	Ajustando nova data para o testcase no run_obs, todo o processo esta funcionando para as observações: superfície, boia, radiossonda, vento por satélite, radiâncias (mhs, amsua e hirs) e radio ocultação GPSRO. Nos módulos de observação foi: Adicionado mais uma verificação apos os valores de lat e lon serem preenchidos na variável vdhdr para os parâmetros XOB e YOB antes de iniciar a escrita.
143	20June2016 09:43	Amarante, Lucas	Função compilar volta ao estado inicial (compilando tudo junto). Inicia com o PAQC e depois o BFGE.
142	17June2016 10:41	Amarante, Lucas	Foi atualizado em alguns dos módulos como superfície, boia, radiossonda e vento por satélite a questão da verificação de latitude e longitude para evitar essas observações que estão com valor missing.
141	15June2016 15:04	Amarante, Lucas	No módulo de observação de boia: Adicionado mais uma verificação no loop principal para latitude e longitude, devido aos erros que ocasionam se inserir valores de missing após passar pelo paqc.
140	10June2016 17:10	Amarante, Lucas	No script run_bfge: -Ajustes na função do SATWND para coletar os dados que estão em partes; -Atualizando função para a criação dos dados ROGNSS; Adicionando tabela bufrtab.003 para o processo de troca de tabelas para a criação dos dados GPSRO; No módulo da radiossonda: Ajustando a verificação na escrita dos níveis da radiossonda inserindo mais um if apos analise da decodificação desse dados;
139	02June2016 15:00	Amarante, Lucas	Realizando somente a reestruturação do cabeçalho dos módulos de radiâncias e também alguns ajustes em relação a indentação do código.

Lista de Revisões do Projeto GCQD			
138	02June2016 11:26	Amarante, Lucas	Mudanças nas verificações (ifs) dos valores das observações, agora é feito uma nova contagem verificando se existe valores nos níveis, então é feito um novo bloco de níveis com valores e também houve um acréscimo de ifs no momento de escrever o bloco de subsets com níveis no prepbufr.
137	31May2016 11:50	Amarante, Lucas	No run_bfge foi ajustado a função do SATWND para coletar os dados que estão em partes. No módulo da radiossonda: inserindo verificação antes de escrever os valores no prepbufr para o tipo pressão. É checado de início se existe valor de pressão para o primeiro nível. Ajustando a saída do loop principal após verificar o último subset com os níveis.
136	23May2016 15:52	Amarante, Lucas	Ajustes nos mnemônicos ZOB e SID do módulo de observação das radiossondas. Por enquanto ha contratempos em relação aos dados upperair pois estão com algumas falhas principalmente de valores de pressão. Mas o módulo de observação foi testado com a decodificação dos dados inseridos no prepbufr.
135	23May2016 14:26	Amarante, Lucas	Ajustando as variáveis com o código SID deixando com 5 dígitos no modulo de observação de superfície.
134	20May2016 08:59	Amarante, Lucas	Adicionando calculo de pressão passado pelo Fábio extraído dos códigos do prepbufr do NCEP. A partir do nível de voo é gerado os valores de pressão para o modulo da observação de avião. Na tabela do extractor foi ajustado os valores de lat/lon high resolution na mesma coluna que lat/lon e retiradas as colunas 50 e 51. Ajustado nos módulos de radiância essa coluna que estava extraindo os valores da 50 e 51 para as colunas 6 e 7.
133	16May2016 15:30	Salvador, Nicolas	Revisão referente as atualizações feitas nos módulos da radiância. Correções e ajustes após alguns testes realizados no GSI foi necessário realizar mudanças diretamente no código dos módulos da radiância e posteriormente ajustes no script run_bfge e run_valida.
132	12May2016 11:41	Amarante, Lucas	Adicionando cálculo (passado pelo Fábio) para altura da observação utilizando o valor da pressão e então adicionar nos mnemônicos ELV e ZOB para o modulo de observação SATWND - vento por satélite.
131	11May2016 16:49	Amarante, Lucas	Revisão atualizada do modulo de vento por satélite e inclusão dos valores no mesmo prepbufr dos outros módulos.
130	10May2016 14:23	Amarante, Lucas	Atualizando módulo de observação da radiossonda adicionando as rotinas que fecham os arquivos e desalocando matrizes.
129	09May2016 16:34	Amarante, Lucas	Atualizando modulo de observação para radiossondas. Foi ajustado um if no algoritmo dos níveis e acrescentado os valores nas respectivas matrizes para a escrita dos dados prepbufrs de radiossonda.
128	06May2016 16:10	Amarante, Lucas	Revisão que contém o módulo para os dados de radiossonda com o seu algoritmo principal que percorre os subsets das radiossondagem com os seus respectivos níveis.
127	04May2016 16:17	Amarante, Lucas	Atualizando o nome dos bufrs de radiância no run_bfge; Atualizando os módulos de observação superfícies, boias e avião para contadores que apresentam um diagnostico dos subsets utilizados e rejeitados; Atualizado alguns parâmetros do modulo de avião; Ajustando um parâmetro no modulo mscanbufr que ao dar o erro 14 na leitura do bufr de avião o processo caia e então parava a execução da criação dos prepbufrs, então foi modificado a variável errstop de true para false.
126	03May2016 15:13	Amarante, Lucas	Adicionando aos módulos de observação de superfície e de boias contadores para apresentar um diagnostico geral dos subsets que foram escritos e rejeitados.
125	29April2016 19:13	Pavani, Claudio	Fazendo funcionar novamente com dados de aviões.
124	29April2016 16:45	Amarante, Lucas	Ajustes na elevação e mnemônico ZOB pois era necessário colocar o mesmo valor de ELEV para ZOB no caso do tipo 180 de mass reports.
123	29April2016 16:00	Amarante, Lucas	Mudanças apenas na estrutura do cabeçalho do programa e módulos e alguns ajustes nas escritas.
122	29April2016 11:46	Amarante, Lucas	Ajustes no script principal run_bfge atualizado com as radiâncias e o conjunto de módulos que já estão prontos; Aumento do bmax no modulo de variáveis globais; Ajuste no modulo de superfície no caso da pressão type 181 (mass reports) deve ter o valor para o mnemônico ZOB e foi ajustado para ter o mesmo valor de ELEV que antes esse valor estava para o wind report sendo assim depois de realizar os testes no GSI conseguiu-se a assimilação de pressão superfície.
121	28April2016 09:29	Salvador, Nicolas	Atualização dos módulos de radiância, adicionado os módulos para os dados hirs, mhs e alguns ajustes nos makefiles adicionando esses novos módulos. Esses módulos estão sendo utilizados com a versão do bufr extractor.
120	27April2016 15:23	Pavani, Claudio	Lendo a temperatura da sst pelos dados de boia.
119	26April2016 17:15	Amarante, Lucas	Atualizando módulo de boia de acordo com os ajustes realizados para superfície, desde cabeçalho a estruturação da escrita dos valores no prepbufr.
118	26April2016 15:19	Amarante, Lucas	Adicionando verificação no if principal que coleta as informações para escrita: matOBS(jw,9).ne.missing_bex deve ser diferente de missing a pressão. Ajustando mnemônico da pressão reduzida nível mar das boias.
117	18April2016 15:45	Pavani, Claudio	Colocando na tabela temperatura da água obtido pelas boias.
116	15April2016 10:44	Diniz, Fábio	Troca da ordem em que as observações de massa e vento são escritas no Prepbufr. Assim como também a troca do contador utilizado para a escrita de cada reporte.

115	14April2016 11:02	Amarante, Lucas	Modificações: -run_bfge.sh: foi incluída a função de calculo de tempo da execução do bfge que esta sendo registrado no log; -mbufr.f90: comentado os prints de warning referente a quantidade das colunas ao abrir o arquivo bufr; -m_vars_-global.f90: ajustado algumas variáveis e também o cabeçalho de acordo com o padrão passado pelo Fábio que esta no modulo de superfície; -m_adpsfc_-write.f90: ajuste nas verificações (ifs) que recebiam o valor da matriz dos valores bufrs que estão agora inicializados com um valor missing e que antes esta iniciado com zero e isso interfere em casos de temperatura e outros valores que podem também ser zerados; -m_read_bfr.f90: foi alocado o tamanho maior para as matrizes que recebem os subsets dos dados bufrs e também ajustado o cabeçalho e também e inicialização da matriz principal b(:,) com o valor de missing_bex vindo do modulo das variáveis globais e também sua desalocação no final do código; -mscambufr.f90: comentado somente prints.
114	13April2016 20:29	Diniz, Fábio	Adicionando um índice para cada reporte escrito no PrepBUFR. Assim como também adicionando uma informação referente ao PE desse processo via MPI. Por hora o índice de cada observação é obtido utilizando o contador do loop dos subsets (devemos ajustar isso posteriormente) e o PE está sendo utilizado como "0" pois não tem mais de um PE.
113	13April2016 19:56	Diniz, Fábio	Adicionando a observação de pressão na escrita das observações de vento.
112	13April2016 15:19	Diniz, Fábio	Correção da posição dos vetores que são escritos de acordo com os mnemônicos definidos.
111	13April2016 10:09	Diniz, Fábio	Adicionado o mnemônico que indica o tempo reportado da observação. Assim como também foi modificada uma verificação para longitudes fora do intervalo de 0-360 esperado pelo PrepBUFR.
110	12April2016 14:45	Diniz, Fábio	Modificada a escrita dos reportes de massa e vento no módulo responsável pelas observações cujo mnemônico são ADPSFC. Agora os reportes são escritos separadamente, conforme utilizado pelo NCEP. Essas modificações devem ser refletidas nos demais módulos de escrita das observações convencionais. Foi adicionado uma constante que deve vir de algum módulo de constantes comum a todos os programas do pacote. Assim como também foi modificada a maneira como as componentes zonal e meridional do vento são calculadas. Alguns ajustes complementares a revisão r109 foram realizados.
109	12April2016 11:07	Diniz, Fábio	Limpeza inicial do módulo m_adpsfc_write.
108	12April2016 09:06	Diniz, Fábio	Adicionando um pacote de ferramentas para manipular arquivos BUFR utilizando a biblioteca BUFR do NCEP, as quais são distribuídas e mantidas pelo DTC. Por hora duas dessas ferramentas irão auxiliar no desenvolvimento de nossas próprias ferramentas, são elas: prepbufr_inventory e prepbufr_decode_all. As demais ferramentas são templates de como codificar e decodificar alguns tipos de observações utilizando a biblioteca BUFR do NCEP. Foi criada uma pasta DTC_Utils e adicionada a estrutura ESMA para ser compilada juntamente com todo o sistema.
107	11April2016 16:18	Amarante, Lucas	Para o módulo de boias: Ajuste na longitude (converte valores para 0 a 360) e adicionado o mnemônico PMO e PMW referentes a pressão nível do mar e sua respectiva qualidade e dealocate da matriz de códigos tanto desse modulo quanto do modulo de superfície.
106	11April2016 15:36	Amarante, Lucas	No módulo de observação de superfície: Ajuste na longitude (converte valores para 0 a 360) e adicionado os mnemônicos PMO e PMW referentes a pressão nível do mar e sua respectiva qualidade; No módulo de leitura dos bufrs: Foi comentada a rotina run_convert_variables, a qual converte algumas observações para determinados tipos como por exemplo direção e velocidade do vento convergem para U e V. Esta rotina estava ocasionando erro no posicionamento da coluna de pressão e por isso foi comentada da leitura dos bufrs.
105	08April2016 12:26	Pavani, Claudio	Adicionado dados de avião.
104	06April2016 08:06	Amarante, Lucas	Ajustes: Artificio de leitura do descritor caracter para o dado de avião *001008-Aircraft registration number or other identification adicionado no modulo mscambufr para a matriz de caracteres e montar o SID do prepbufr NCEP.
103	05April2016 10:41	Diniz, Fábio	Removendo um módulo compilado que estava sendo versionado pelo SVN.
102	05April2016 10:20	Diniz, Fábio	Adicionando um programa que realiza uma varredura em arquivos PrepBUFR com relação histórico das observações quanto aos procedimentos de controle de qualidade. Dá-se isso por meio das flags do controle de qualidade dadas de acordo com cada programa do mesmo, assim como também são informadas as razões pelas quais as flags foram designadas. Esse programa é desenvolvido pelo NCEP e devido a isso foi feita a inclusão do mesmo na estrutura do PAQC, porém o PAQC independe dele para funcionar. Além disso, foi realizada uma modificação no cabeçalho do makefile do programa "bufr_tranmtypsbt.fd" (adicionado na revisão r100), para documentar a modificação efetuada naquela revisão.
101	31March2016 15:34	Diniz, Fábio	Adicionando um programa que realiza a troca de tipo e subtipo de observações em arquivos BUFR WMO. Assim como também adiciona a sua respectiva tabela de descritores utilizada pelo NCEP. Esse programa é desenvolvido pelo NCEP e devido a isso foi feita a inclusão do mesmo na estrutura do PAQC, porém o PAQC independe dele para funcionar.

100	31March2016 14:10	Amarante, Lucas	Ajustes feitos na tabela extractor.cfg; Ajustes feitos no modulo de leitura dos arquivos bufrs adicionando o valor de ncols nos loops sendo assim ira pegar sempre a quantidade correta de colunas que esta no arquivo tabela extractor.cfg; Ajustes feito no modulo mscanbufr para corrigir os valores coletados do mnemônico "Código da estação CSID" pois estavam adicionando caracteres especiais junto desse código para os dados de boia; Ajustes feito no modulo de escrita dos dados de superfície: Ajustando a coluna de identificação da estação quando for valor null vindo da leitura dos dados bufrs.
99	30March2016 13:37	Amarante, Lucas	Ajustando numero de colunas conforme extractor.cfg no módulo de leitura dos bufrs.
98	30March2016 10:36	Amarante, Lucas	Ajustes no modulo mformat30 para a leitura correta dos dados de radiância que estão por níveis. Foi ajustado também a tabela extractor.cfg para pegar novas colunas de códigos.
97	21March2016 15:24	Amarante, Lucas	Ajustando os módulos de observação adicionando verificação para quando coletar os dados que são null no read_bufr colocar o valor missing para o GSI. Foi realizado alguns decodes para se chegar a essas mudanças. Exclusão de uma lib que não esta sendo utilizada em nenhum lugar da estrutura do código.
96	16March2016 14:03	Amarante, Lucas	Ajustando alguns parâmetros que estavam ocasionando bugs no valida como na criação dos nomes dos prepbufrs, agora esta sendo criado a lista dentro do namelist apenas com os prepbufrs que existem. E no caso foi ajustado também os parâmetros do testcase caso o usuário queira rodar com os dados de outro centro ou do mesmo que deveriam ser ajustados na variável de diretório.
95	14March2016 14:19	Pavani, Claudio	Corrigindo site para a wiki Sfcshp.
94	10March2016 09:53	Salvador, Nicolas	Adicionando o módulo de leitura escrita e validação (estatística e gráficos) de radiâncias no infravermelho HIRS, 20 canais.
93	08March2016 15:21	Amarante, Lucas	Adicionando verificação para data categoria do bufr pois descobriu-se que os bufrs de boia contem também dados de estações superfície, por isso adicionado o if de verificação semelhante ao do módulo da superfície que é de acordo com a categoria: 1 # DATA CATEGORY: Surface data ? sea.
92	07March2016 15:46	Amarante, Lucas	Ajustado os resultados do descritor caracter para o dado de boia *001011-Ship or mobile land station identifier (CCITT IA5) em uma matriz dentro do modulo de leitura para a escrita do SID no prepbufr. E ajustado dentro do modulo de boia a matriz no vetor de escrita correto.
91	07March2016 08:55	Pavani, Claudio	Adicionando versão inicial do módulo dos dados de boia (sfcshp).
90	04March2016 15:52	Amarante, Lucas	Adicionado no módulo de leitura do bufrextractor mscanbufr o artifício de leitura do descritor caracter para o dado de boia *001011-Ship or mobile land station identifier (CCITT IA5) - o valor do descritor na matriz de caracter obs%c (ver mformat30). A saída do bufrextractor é feita em matriz real e foi necessário adicionar esses parâmetros para coletar a identificação da estação da boia para o código SID da escrita prepbufr.
89	01March2016 13:41	Amarante, Lucas	Resolvido a questão do erro ocorrido na ultima revisão. Foi adicionado um close na subrotina INIT_TABD do módulo mbuf.f90. Ajustado alguns parâmetros dos módulos de observação.
88	29Febr2016 16:17	Amarante, Lucas	Atualização do módulo de leitura utilizando o bufrextractor colocando a saída da matriz em nova matriz que tem contador que soma todos os subsets de todas as mensagens e também adicionado o vetor do type da sec1 do bufr para o caso do módulo da superfície. Foi ajustado os modulos de SATWND (funcionando e testado) e tambem o da superfície que precisa ser corrigido o seguinte bug quando roda com varios arquivos e a partir do segundo arquivo bufr que abre ocorre o seguinte erro: -PGFIO-F-207/OPEN/unit=10/file is already connected to another unit. File name =/scratchin/grupos/assim_dados/home/-lucas.amarante/obs/src/bfge/bufrtables/ wmo/D0000462400.txt In source file mbuf.f90, at line number 2031 **** necessário corrigir o bug para o modulo de superfície! E também excluído alguns arquivos não necessários para o pacote bfge.
87	26Febr2016 15:40	Amarante, Lucas	Reestruturação da leitura dos dados bufrs utilizando o bufrextractor esta semi finalizada: Os makefiles foram ajustados e resolvidos os erros de compilação. O modulo de escrita do SATWND esta pronto e foi testado. Esta faltando terminar os ajustes no módulo de leitura adicionando a matriz que vai alocar vários subsets e varias mensagens e também terminar de ajustar os módulos de superfície e de radiância. A compilação foi separada em ./config_obs.ksh compilar_bfge e ./config_obs.ksh compilar_paqc.

86	23Febr2016 08:33	Amarante, Lucas	Adicionando tabelas do pacote bufextractor juntamente das bibliotecas necessárias para a atualização do modulo de leitura e também ajustado novos makefiles para a compilação desses módulos.
85	23Febr2016 08:24	Amarante, Lucas	Apagando as tabelas para inclusão das novas do pacote bufextractor.
84	11Febr2016 11:35	Amarante, Lucas	Inclusão de outras fontes de observações no bfge. Mudanças no script run_-bfge.sh, nos Makefiles e módulo dos convencionais.
83	10Febr2016 15:38	Amarante, Lucas	Trocando os módulos na compilação do BFGE (correção de BUGS). A compilação do PAQC precisa de uma versão de um módulo e o BFGE é compilado com a versão padrão do eslogin01.
82	05Febr2016 11:07	Amarante, Lucas	Inclusão do inctime no bfge. Atualização do config_obs.ksh na compilação e variável.
81	04Febr2016 13:47	Amarante, Lucas	Corrigindo o tamanho dos vetores alocaíveis no modulo de variáveis globais.
80	04Febr2016 11:10	Amarante, Lucas	Ajustando os scripts do trunk que estavam desatualizados (igual ao branch v1.0).