

Procedimento para Entrega de Dados de Método Multifísica

INTERNA

1. INTRODUÇÃO

Este documento tem o objetivo de descrever o procedimento a serem utilizados para a entrega de Dados e informações de Método Mulifísica para a Petrobras através da Gerência de Gestão de Dados Geofísicos e deve utilizado pelaárea E&P da Petrobras; pelas empresas parceiras ou prestadoras de serviços para a Petrobras.

2. PROCEDIMENTO

2.1. Quanto ao agendamento da entrega de Dados

A entrega de Dados à Petrobras deve ser solicitada e agendada previamente pela empresa contratada através do endereço de e-mail gestorgeofisica@petrobras.com.br. No e-mail de solicitação de agendamento de entrega de Dados de Métodos Mulifísica, deverá estar anexado o boletim de remessa de Dados com todas as informações preenchidas conforme Anexo I.

Para cada Método Multifísica deverá ser entregue um boletim de remessa. O conjunto de arquivos da remessa deverá conter apenas Dados correspondentes a metodologia descrita no boletim.

Após o recebimento da solicitação de entrega, a Petrobras irá agendar um período para a realização da entrega da remessa de Dados de Métodos Mulifísica. Somente as remessas autorizadas e agendadas serão recebidas pela Petrobras.

2.2. Quanto ao local de entrega da remessa

As entregas de Dados Mulifísica somente poderão ser realizadas através do uso da Rede de Dados Geofísicos (RDG), de acordo com a data especificada no agendamento. Não serão aceitas as entregas realizadas através de qualquer outro meio físico (discos, pendrive, etc).

INTERNA

2.3. Quanto ao material de entrega da remessa

Os Dados de uma remessa destinados à Petrobras devem ser entregues, obrigatoriamente, da seguinte maneira, descritos na Tabela 1:

Tabela 1: Formas de entrega e tipos de arquivos.

Forma de Entrega	Arquivos
E-mail	Boletim de Remessa
Rede de Dados Geofísicos	Dados Relatórios Diversos Outros arquivos

2.3.1. E-mail

As informações encaminhadas através de e-mail devem ser endereçadas para gestorgeofisica@petrobras.com.br

- Todas as informações devem estar contidas na forma de arquivos anexos ao corpo do e-mail, no formato PDF.
- A soma dos tamanhos de todos os arquivos anexos ao e-mail não poderá ser superior a 8 MB.

2.4. Quanto aos formatos de entrega dos Dados

2.4.1. Boletim de Remessa Petrobras

O Boletim de Remessa deverá ser preenchido de forma a conter todas as informações descritas no documento Preenchimento de Boletim de Remessa de Dados de Métodos Mulifísica da Petrobras (Anexo I).

2.4.2. Dados e arquivos de Métodos Mulifísica - Métodos Potenciais

Os Dados de Métodos Potenciais deverão ser entregues nos formatos conforme as tecnologias empregadas na Tabela 2. Se houver mais de uma metodologia empregada para o mesmo levantamento, os Dados deverão ser entregues separadamente, por método.

Limitações e impossibilidades de uso dos formatos acima deverão ser negociadas e autorizadas previamente pela Petrobras. A comunicação deverá ser feita através do e-mail gestorgeofisica@petrobras.com.br.

Tabela 2: Tipos e formatos dos Dados de Métodos Potenciais.

Tecnologia	Tipo de Dado	Formato
Métodos Potenciais	Relatório em Português	pdf
	Dados Medidos e Processados	asc
	Arquivos de Posicionamento Fixo	asc
	Interpolados (Grids)	asc
	Mapas e Perfis	pdf, map, prn
	Arquivo de Localização	asc ou UKOOA

2.4.3. Dados e arquivos de Métodos Multifísica - Métodos Eletromagnéticos

Os Dados de Métodos Eletromagnéticos deverão ser entregues nos formatos conforme as tecnologias empregadas na Tabela 3.

Limitações e impossibilidades de uso dos formatos acima deverão ser negociadas e autorizadas previamente pela Petrobras. A comunicação deverá ser feita através do e-mail gestorgeofisica@petrobras.com.br.

Tabela 3: Tipos e formatos dos Dados de Métodos Eletromagnéticos.

Tecnologia	Método	Tipo de Dado		Formato
Métodos Eletromagnéticos	CSEM	Dados	Auxiliar	txt (ascii), svp, xlsx
			Navegação	txt, svp, H5src, ukooa
			Receptor	H5
			Processados	EDI[3] ou NC4 [1]
			Inversão	SEG-Y
		Documentação	Relatórios (DAC, MOB);	pdf
			SLS	pdf, xlsx
		Controle de qualidade	Navegação, receptor e fonte.	png, txt (ascii), tiff, jpeg
	MT	Dados	Medidos e Processados	ascii
			Posicionamento	ascii
			Receptor, Transmissor e Calibração (terrestre)	HDF5 [2]
			Processados	EDI [3]
	TDEM	Dados	Receptor	USF[4,5]
		Documentação	Relatórios	pdf
		Arquivos complementares	Mapas Planilhas	png, txt (ascii), tiff, jpeg
	CSEM MT TDEM	Documentação	Relatórios Finais	pdf
			Arquivo de Verificação	ascii
			Arquivo de Localização	ascii ou ukooa

[1] **Vide Item 5.2 deste documento**

[2] **Vide Item 5.3 deste documento**

[3] **http://www.seg.org/documents/10161/77915/seg_mt_emap_1987.pdf**

[4] **https://www.geomodel.info/tdem/help/en/usf_file_format.htm**

[5] **http://www.interpex.com/universalSoundingFormat.PDF**

2.5. Quanto aos parâmetros de gravação dos Dados

2.5.1. Referências Geodésicas e Projeções Cartográficas

Todas as informações de coordenadas referentes aos Dados Multifísica enviados, obrigatoriamente, deverão adotar como referencial geodésico o Datum SIRGAS2000 e a projeção cartográfica UTM (Universal Transversa de Mercator) com Falso Este 500.000, Falso Norte de 10.000.000 e fator de escala 0.9996, com Meridiano Central adequado à área do levantamento.

As coordenadas de latitude e longitude deverão estar em grau decimal, com 7 casas decimais, no mínimo.

Limitações e impossibilidades de uso dos padrões acima deverão ser negociadas e autorizadas previamente pela Petrobras.

2.5.2. Relatório Final de Aquisição

O Relatório Final de Aquisição deve conter uma descrição detalhada do levantamento realizado, o arquivo deve ser entregue em extensão PDF ou DOCX e escrito na **Língua Portuguesa**.

No documento referente aos Dados de **Métodos Potenciais** devem conter as seguintes informações:

- Nome do levantamento;
- Equipamentos utilizados;
- Parâmetros do levantamento: espaçamento e direção das linhas de registro e de controle (se houver); sensibilidade do instrumento de medição; intervalo de amostragem; quilometragem linear ou área; altura e altitude voo (nos casos de levantamentos aéreos); etc.
- Período de aquisição e/ou processamento;
- Bases gravimétricas e/ou magnetométricas:

  Localização da(s) base(s), de preferência em território nacional;

  Transporte de base(s) gravimétrica(s) (se houver);

  As leituras de abertura e fechamento da(s) base(s) gravimétrica(s) e o instante que foram realizadas (a data e o horário);
- Processamento dos Dados descrevendo todas as correções, reduções e filtragens aplicadas desde a obtenção do valor anômalo isolado até a geração dos mapas finais;
- Descrição dos produtos finais previstos em contrato.

INTERNA

No documento referente aos Dados de **Métodos Eletromagnéticos** deve conter as seguintes informações:

- Equipamentos utilizados;
- Parâmetros do levantamento;
- Período e histórico do levantamento;
- Mapa do levantamento;
- Localização das linhas;
- Localização dos receptores e parâmetros geodésicos;
- Descrição da qualidade dos Dados por linha de aquisição (CSEM):
  - Parâmetros da linha e de processamento;
  - Visão geral de fonte e navegação;
  - Forma de onda;
  - Avaliação dos Dados e qualidade de hardwares para canais individuais;
- Informações sobre navegação (CSEM):
  - Parâmetros geodésicos;
  - Perfis de condutividades e velocidades do som.
- Listagem dos arquivos entregues com estrutura e visão geral das pastas.
- Outros documentos:

  Apêndices (se houver);

  Relatório de mobilização;

  Ficha do levantamento (Survey Layout Sheet –SLS) (CSEM).

Limitações e impossibilidades de uso dos padrões acima deverão ser negociadas e autorizadas previamente pela Petrobras.

2.5.3. Formato de Data e Hora

As datas deverão ser representadas no formato AAAAMMDD (AAAA para o ano, MM para o mês e DD para o dia,) e as horas no formato HHMMSS.sss (HH para as horas, MM para os minutos, SS para os segundos e sss para os milésimos de segundo, se necessário). É obrigatório especificar o Tempo Universal Coordenado (UTC) utilizado no levantamento.

2.5.4. Conteúdo dos Arquivos de Dados para Métodos Potenciais

Os arquivos de medidos e processados, interpolação e posicionamento fixo deverão seguir as orientações descritas nesse padrão. Exemplos serão mostrados no Anexo I - Preenchimento de Boletim de Remessa de Dados Mulifísica.

3.5.4.1. Quanto à Formatação dos Arquivos Medidos e Processados:

3.5.4.1.1. Orientações quanto à Estrutura do Arquivo:

(Cabeçalho)
/Informações obrigatórias (Identificação do Levantamento - Nome oficial ANP)
/Informações obrigatórias (Sistema de Coordenadas)
/Informações obrigatórias (Definição do Tempo Universal Coordenado (UTC))
/Informações obrigatórias (Definição do valor dummy)
/Informações complementares
// Descrição dos canais
/Canais obrigatórios por tipo de arquivo (1 a n)
/Canais complementares (1 a n)
(Pós-cabeçalho)
Declaração dos mnemônicos dos canais na ordem e grafia que aparecem no cabeçalho
(Linha de Registros)
Informações dos valores medidos nos canais na ordem que foram declarados os mnemônicos

Informações Obrigatórias – Identificação do Levantamento: Seguir a ordem e a grafia das informações apresentadas.

/Nome do Levantamento = 0000_METODO_LEVANTAMENTO_MULTIFISICO;
/Nome do arquivo = 0000_METODO_LEVANTAMENTO_MULTIFISICO_med_proc.asc;
/Area = Bacia de Campos; (Valor Dado como exemplo – pode ser bacia, bloco, projeto)

Informações Obrigatórias – Sistema de Coordenadas: Seguir a ordem e a grafia das informações apresentadas.

/Datum = SIRGAS2000;
/Projecao = UTM;
/Zona = 24S; (Valor Dado como exemplo)
/Meridiano Central = -39;(Valor Dado como exemplo)
/Falso Este = 500.000;
/Falso Norte = 10.000.000;
/EPSG= 4674 (Esse código pode ser encontrado no link EPSG Geodetic Parameter Dataset)
/EPSG_PROJ= 31984 (Esse código pode ser encontrado no link EPSG Geodetic Parameter Dataset)

Informações Obrigatórias – Definição do Tempo Universal Coordenado (UTC) : Seguir a ordem e a grafia das informações apresentadas.

/UTC = -3; (Valor Dado como exemplo)

INTERNA

Informações Obrigatórias – Definição do valor *Dummy e Ambiente*: Seguir a ordem e a grafia das informações apresentadas.

*/Dummy = *;*
/Ambiente = ("AR" "TERRA" ,"MAR", "TRANS" OU "REPRO")

Informações Complementares: Informações que a empresa executora considere relevantes para o levantamento, mas não é obrigatório no padrão.

3.5.4.1.2. Orientações quanto à formatação:

- Cada linha do cabeçalho deverá se iniciar com o caractere “/ ” (barra);

- Cada linha do cabeçalho deverá ser finalizada com o caractere “; ” (ponto e vírgula);

- Cada linha do cabeçalho será utilizada para incluir uma única informação;

- As informações deverão constar após o caractere “=” (igual);

- Não conter quebra de linha. Havendo necessidade, iniciar novamente com o caractere “/” (barra);

- Os *dummies* devem ser definidos no cabeçalho e, obrigatoriamente, usar o caractere “*” (asterisco) para designá-los;

- Para marcar o início da descrição dos mnemônicos dos canais, utilizar os caracteres “//” (duas barras) anteriormente à grafia “Descricao dos canais”;

- Os canais descritos no cabeçalho deverão ter a mesma ordem e mesma grafia na linha pós-cabeçalho;

- As unidades de medida ou formato dos registros dos canais, quando houver, deverão estar incluídos no cabeçalho após a definição dos canais e informados entre colchetes “[ ]”;

- A linha pós-cabeçalho **não** deverá ter os caracteres “/” (barra) no início e “; “ (ponto e vírgula) no fim;

- O caractere “, ” (vírgula) é o separador entre os canais nas linhas pós-cabeçalho e nas linhas de registros.

- Não pode haver espaços em branco na linha pós-cabeçalho e nas linhas de registros e nem o caractere “, ” no início e ao final dessas linhas;

- O separador de casas decimais será o caractere “.” (ponto);

INTERNA

- Canais obrigatórios para esse tipo arquivo e formatos:

nome da linha – campo alfanuméricofiducial – número sequencial iniciado com o algarismo 1, e incremento de 1 por linha, no arquivo. data - AAAAMMDD
hora - HHMMSS.sss
coordenadas UTMN
coordenadas UTME
latitude - grau decimal, com mínimo de 7 casas decimais (–XX.xxxxxxx)
longitude - grau decimal, com mínimo de 7 casas decimais (–XX.xxxxxxx)
batimetria (ou altimetria)
Dado observado (medido) – sem formato definido, com a unidade informada entre colchetes "[ ]" [Unidade de medida]
Dado processado – sem formato definido, com a unidade informada entre colchetes "[ ]" [Unidade de medida]

Observação 1: Não poderá haver *dummies* nas linhas de registros nos canais de coordenadas UTM e de latitude e longitude.
Observação 2: As nomenclaturas dos canais obrigatórios citados acima são apenas descritivas das informações.

3.5.4.2. Quanto à Formatação dos Arquivos de Posicionamento Fixo:

3.5.4.2.1. Orientações quanto à Estrutura do Arquivo:

(Cabeçalho)
/Informações obrigatórias (Identificação do Levantamento - Nome oficial ANP)
/Informações obrigatórias (Sistema de Coordenadas)
/Informações obrigatórias (Definição do Tempo Universal Coordenado (UTC))
/Informações obrigatórias (Definição do valor dummy)
/Informações obrigatórias (Parâmetros da Base de Referência)
/Informações complementares
// Descrição dos canais
/Canais obrigatórios por tipo de arquivo (1 a n)
/Canais complementares (1 a n)
(Pós-cabeçalho)
Declaração dos mnemônicos dos canais na ordem e grafia que aparecem no cabeçalho
(Linha de Registros)
Informações dos valores medidos nos canais na ordem que foram declarados os mnemônicos

Informações Obrigatórias – Identificação do Levantamento: Seguir a ordem e a grafia das informações apresentadas.

/Nome do Levantamento = 0000_METODO_LEVANTAMENTO_MULTIFISICO;
/Nome do arquivo = 0000_METODO_LEVANTAMENTO_MULTIFISICO_fix.asc
/Area = Bacia de Campos; (Valor Dado como exemplo – pode ser bacia, bloco, projeto)

Informações Obrigatórias – Sistema de Coordenadas: Seguir a ordem e a grafia das informações apresentadas.

/Datum = SIRGAS2000;
/Projecao = UTM;
/Zona = 24S; (Valor Dado como exemplo)
/Meridiano Central = -39; (Valor Dado como exemplo)
/Falso Este = 500.000;
/Falso Norte = 10.000.000;
/EPSG= 4674 (Esse código pode ser encontrado no link EPSG Geodetic Parameter Dataset)
/EPSG_PROJ= 31984 (Esse código pode ser encontrado no link EPSG Geodetic Parameter Dataset)

Informações Obrigatórias – Definição do Tempo Universal Coordenado (UTC): Seguir a ordem e a grafia das informações apresentadas.

/UTC = -3; (Valor Dado como exemplo)

Informações Obrigatórias – Definição do valor *Dummy e Ambiente*: Seguir a ordem e a grafia das informações apresentadas.

*/Dummy = *;*
/Ambiente = ("AR" "TERRA" ,"MAR", "TRANS" OU "REPRO")

Informações Obrigatórias – Parâmetros da Base de Referência: Seguir a ordem e a grafia das informações apresentadas.

Para Dados de Gravimetria ou Gradiometria Gravimétrica:

/Base de Referência Gravimetrica = "indicar qual a Base Gravimétrica utilizada"
/Latitude = "inserir as coordenadas de latitude, em grau decimal, com mínimo de 7 casas decimais de localização da base gravimétrica"
/Longitude = "inserir as coordenadas de longitude, em grau decimal, com mínimo de 7 casas decimais de localização da base gravimétrica"

Para Dados de Magnetometria ou Gradiometria Magnetométrica:

/Base de Referência Magnetometrica = "indicar qual a Base Magnetométrica utilizada"
/Latitude = "inserir as coordenadas de latitude, em grau decimal, com mínimo de 7 casas decimais de localização da base magnetométrica"
/Longitude = "inserir as coordenadas de longitude, em grau decimal, com mínimo de 7 casas decimais de localização da base magnetométrica"

Se houver mais de uma base gravimétrica ou magnetométrica, enviar em arquivos separados, inserindo um sequencial numérico como sufixo na nomenclatura do arquivo.

Informações Complementares: Informações que a empresa executora considere relevantes para o levantamento, mas não é obrigatório no padrão.

3.5.4.2.2. Orientações quanto à formatação:

- Cada linha do cabeçalho deverá se iniciar com o caractere “/ ” (barra);

- Cada linha do cabeçalho deverá ser finalizada com o caractere “; ” (ponto e vírgula);

- Cada linha do cabeçalho será utilizada para incluir uma única informação;

- As informações deverão constar após o caractere “=” (igual);

- Não conter quebra de linha. Havendo necessidade, iniciar novamente com o caractere “/” (barra);

- Os *dummies* devem ser definidos no cabeçalho e, obrigatoriamente, usar o caractere “*” (asterisco) para designá-los;

- Para marcar o início da descrição dos mnemônicos dos canais, utilizar os caracteres “//” (duas barras) anteriormente à grafia “Descricao dos canais”;

- Os canais descritos no cabeçalho deverão ter a mesma ordem e mesma grafia na linha pós-cabeçalho;

- As unidades de medida ou formato dos registros dos canais, quando houver, deverão estar incluídos no cabeçalho após a definição dos canais e informados entre colchetes “[ ]”;

- A linha pós-cabeçalho **não** deverá ter os caracteres “/” (barra) no início e “; “ (ponto e vírgula) no fim;

- O caractere “, ” (vírgula) é o separador entre os canais nas linhas pós-cabeçalho e nas linhas de registros.

- Não pode haver espaços em branco na linha pós-cabeçalho e nas linhas de registros e nem o caractere “, ” no início e ao final dessas linhas;

- O separador de casas decimais será o caractere “.” (ponto);

- Canais obrigatórios para esse tipo arquivo e formatos:

data - AAAAMMDD
hora - HHMMSS.sss
Valor(es) de medição - sem formato definido, com a unidade informada entre colchetes “[ ]” [Unidade de medida]

Observação 1: Não poderá haver *dummies* nas linhas de registros de data e hora.
Observação 2: As nomenclaturas dos canais obrigatórios citados acima são apenas descritivas das informações.

3.5.4.3. Quanto à Formatação dos Arquivos de Interpolação:

3.5.4.3.1. Orientações quanto à Estrutura do Arquivo:

(Cabeçalho)
/Informações obrigatórias (Identificação do Levantamento - Nome oficial ANP)
/Informações obrigatórias (Sistema de Coordenadas)
/Informações obrigatórias (Definição do valor dummy)
/Informações obrigatórias (Definição dos parâmetros de interpolação)
/Informações complementares
// Descrição dos canais
/Canais obrigatórios por tipo de arquivo (1 a n)
/Canais complementares (1 a n)
(Pós-cabeçalho)
Declaração dos mnemônicos dos canais na ordem e grafia que aparecem no cabeçalho
(Linha de Registros)
Informações dos valores medidos nos canais na ordem que foram declarados os mnemônicos

Informações Obrigatórias – Identificação do Levantamento: Seguir a ordem e a grafia das informações apresentadas.

/Nome do Levantamento = 0000_METODO_LEVANTAMENTO_MULTIFISICA
/Nome do arquivo = 0000_METODO_LEVANTAMENTO_MULTIFISICO_grid.asc
/Area = Bacia de Campos; (Valor Dado como exemplo – pode ser bacia, bloco, projeto)

Informações Obrigatórias – Sistema de Coordenadas: Seguir a ordem e a grafia das informações apresentadas.

/Datum = SIRGAS2000;
/Projecao = UTM;
/Zona = 24S; (Valor Dado como exemplo)
/Meridiano Central = -39; (*Valor Dado como exemplo)*
/Falso Este = 500.000;
/Falso Norte = 10.000.000;
/EPSG= 4674 (Esse código pode ser encontrado no link EPSG Geodetic Parameter Dataset*)*
/EPSG_PROJ= 31984 (Esse código pode ser encontrado no link EPSG Geodetic Parameter Dataset*)*

Informações Obrigatórias – Definição do valor *Dummy e Ambiente* : Seguir a ordem e a grafia das informações apresentadas.

*/Dummy = *;*
/Ambiente = ("AR", "TERRA" ,"MAR", "TRANS" OU "REPRO")

Informações Obrigatórias – Definição dos parâmetros de interpolação: Seguir a ordem e a grafia das informações apresentadas.

/ Algoritmo de interpolacao = Minimum Curvature; (Valor Dado como exemplo)
/ Cela de Interpolacao = 300m x 300m; (Valor Dado como exemplo)
/ Numero de linhas = 467; (Valor Dado como exemplo)
/ Numero de colunas = 628; (Valor Dado como exemplo)
/ Numero de iteracoes = 10000; (Valor Dado como exemplo)
/ Grid origem (xmin) = 644700; (canto esquerdo inferior) (Valor Dado como exemplo)
/ Grid origem (ymin) = 9472200; (canto esquerdo inferior) (Valor Dado como exemplo)

Informações Complementares: Informações que a empresa executora considere relevantes para o levantamento, mas não é obrigatório no padrão.

3.5.4.3.2. Orientações quanto à formatação:

- Cada linha do cabeçalho deverá se iniciar com o caractere “/ ” (barra);

- Cada linha do cabeçalho deverá ser finalizada com o caractere “; ” (ponto e vírgula);

- Cada linha do cabeçalho será utilizada para incluir uma única informação;

- As informações deverão constar após o caractere “=” (igual);

- Não conter quebra de linha. Havendo necessidade, iniciar novamente com o caractere “/” (barra);

- Os *dummies* devem ser definidos no cabeçalho e, obrigatoriamente, usar o caractere “*” (asterisco) para designá-los;

- Para marcar o início da descrição dos mnemônicos dos canais, utilizar os caracteres “//” (duas barras) anteriormente à grafia “Descricao dos canais”;

- Os canais descritos no cabeçalho deverão ter a mesma ordem e mesma grafia na linha pós-cabeçalho;

- As unidades de medida ou formato dos registros dos canais, quando houver, deverão estar incluídos no cabeçalho após a definição dos canais e informados entre colchetes “[ ]”;

- A linha pós-cabeçalho **não** deverá ter os caracteres “/” (barra) no início e “; “ (ponto e vírgula) no fim;

- O caractere “, ” (vírgula) é o separador entre os canais nas linhas pós-cabeçalho e nas linhas de registros.

- Não pode haver espaços em branco na linha pós-cabeçalho e nas linhas de registros e nem o caractere “, ” no início e ao final dessas linhas;

- O separador de casas decimais será o caractere “.” (ponto);

INTERNA

- Canais obrigatórios para esse tipo arquivo e formatos:

coordenadas UTMN
coordenadas UTME
correções aplicadas (ao menos um canal de correção) – sem formato definido, com a unidade informada entre colchetes "[ ]" [Unidade de medida]

Observação 1: Não poderá haver *dummies* nas linhas de registros de UTM.
Observação 2: As nomenclaturas dos canais obrigatórios citados acima são apenas descritivas das informações. Apenas os mnemônicos abaixo relacionados devem ser utilizados conforme o Padrão ANP – Resolução 880/2022 (ANEXO VI).

3.5.5. Nomenclatura dos Arquivos de Dados Multifísica

Os arquivos de Dados deverão seguir a seguinte nomenclatura constante no Padrão de Nomenclatura para Dados Multifísica (Anexo J).

Limitações e impossibilidades de uso dos padrões acima deverão ser negociadas e autorizadas previamente pela Petrobras.

3. QUANTO À APROVAÇÃO DOS DADOS ENTREGUES

Toda remessa entregue a Petrobras passará por um controle de qualidade quanto ao formato, aos itens entregues e integridade dos Dados. Somente será considerada entregue a remessa que for aprovada nesse controle de qualidade.

Durante o período de certificação, será reservado a Petrobras o direito de solicitar uma nova entrega complementar ou correção da remessa entregue.

4. FORMATOS MÉTODOS ELETROMAGNÉTICOS

4.1. Descrição do Formato mCSEM_BR para entrega de Dados mCSEM processados no domínio da frequência – Dados MVO e PVO.

As informações sobre MVO (Magnitude versus Offset) e PVO (Phase versus Offset) dos Dados adquiridos e/ou processados pela contratada deverão ser entregues à Petrobras em um arquivo NetCDF, versão 4. Maiores informações sobre o formato NetCDF podem ser obtidas no endereço eletrônico http://www.unidata.ucar.edu/software/netcdf/.

Cada arquivo será referente a uma única linha de fonte, contendo informações sobre todos os receptores da linha, em todas as frequências e componentes utilizadas e todas as posições de fonte. No caso de levantamentos 3D haverá um único arquivo para cada linha de fonte. Este arquivo deverá conter as seguintes dimensões:

- *Rx* – Número de Receptores com sinal registrado.
- *Frequency* - Número de frequências utilizadas.
- *Component* – Número de componentes de campo registradas.
- *Src* - Número total de posições de fonte, somadas sobre todos os receptores.

As variáveis contidas no arquivo deverão ser as seguintes:

- *RX_Name* - Variável unidimensional do tipo *string* de texto, indicando o nome de cada receptor pertencente à linha. Variável associada à dimensão *Rx.*

- *Frequency* - Variável unidimensional em ponto flutuante de precisão simples especificando as freqüências utilizadas no levantamento. Variável associada à dimensão *Frequency.*

- *Component* – Variável unidimensional de *string* de texto contendo os nomes das componentes registradas. O nome deverá ser declarado com 3 caracteres, assim especificados:
  - O primeiro deverá ser E para componente elétrica ou H para componente magnética.
  - O segundo deverá ser x para componente *inline*, y para componente *crossline* ou z para componente vertical.

- O terceiro deverá ser 1 para componente medida sem ganho aplicado ou 2 para componente com ganho. Assim, por exemplo, a componente elétrica *inline* sem ganho deverá ser nomeada Ex1.

A ordem em que as diferentes componentes são gravadas no arquivo é irrelevante, mas deve obedecer a ordem em que as amostras do campo foram gravadas nas variáveis *Real,Imag,Real_var,Imag_var e Mask.*

Variável associada à dimensão *Component*:

- *RX_East (Coordenada Leste do Receptor)* – Variável unidimensional de precisão simples com as coordenadas leste de cada receptor. Associada à dimensão *Rx*.

- *RX_North (Coordenada Norte do Receptor)* – Variável unidimensional de precisão simples com as coordenadas norte de cada receptor. Associada à dimensão *Rx*.

- *RX_Depth (Pronfudidade do Receptor)* - Variável unidimensional de precisão simples com as profundidades de cada receptor em relação à lâmina d'água. Quantidade positiva definida. Associada à dimensão *Rx*.

- *Rotation* – Variável unidimensional de precisão simples, com as rotações aplicadas a cada receptor. Associada à dimensão *Rx.*

- *Inline* – Variável unidimensional do tipo *short* int, com a informação sobre se o receptor é *inline* ou *broadside*. Valor=1 indica receptor *inline.* Valor=0 indica receptor *broadside.* Associada à dimensão *Rx.*

- Nsrc – Variável unidimensional do tipo inteiro, com o número de posições de fonte de cada receptor. Associada à dimensão Rx.

- S*RC_East (coordenada Leste da fonte)* – Variável unidimensional de precisão simples com as coordenadas leste de cada posição de fonte. Associada à dimensão S*rc*. Os valores devem ser agrupados de forma que valores referentes ao mesmo receptor sejam apresentados consecutivamente.

- S*RC_North (coordenada Norte da fonte)* – Variável unidimensional de precisão simples com as coordenadas norte de cada posição de fonte. Associada à dimensão S*rc*. Os valores devem ser agrupados de forma que valores referentes ao mesmo receptor sejam apresentados consecutivamente.

INTERNA

- S*RC_Depth* - Variável unidimensional de precisão simples com as profundidades de cada posição de fonte em relação à lâmina d'água. Quantidade positiva definida. Associada à dimensão *Src*. Os valores devem ser agrupados de forma que valores referentes ao mesmo receptor sejam apresentados consecutivamente.

- S*RC_Height* - Variável unidimensional de precisão simples com as alturas de cada posição de fonte em relação a batimetria. Quantidade positiva definida. Associada à dimensão *Src*. Os valores devem ser agrupados de forma que valores referentes ao mesmo receptor sejam apresentados consecutivamente.

- S*RC_Dip* - Variável unidimensional de precisão simples com o mergulho da fonte em relação à horizontal. Tomada como positiva quando a parte frontal da fonte se encontra acima da parte traseira. Associada à dimensão *Src*. Os valores devem ser agrupados de forma que valores referentes ao mesmo receptor sejam apresentados consecutivamente.

- SRC_Azimuth - Variável unidimensional de precisão simples com o azimute da fonte em relação ao norte geográfico. Tomada como positiva quando o giro da fonte, em vista superior, for no sentido horário. Associada à dimensão *Src*. Os valores devem ser agrupados de forma que valores referentes ao mesmo receptor sejam apresentados consecutivamente.

- *Real* – Variável tridimensional de precisão simples com os valores da parte real (amplitude) do campo Eletromagnético medido. As dimensões associadas são, da mais lenta para a mais rápida: *Component, Frequency e Src.*

- *Imag* - Variável tridimensional de precisão simples com os valores da parte imaginária (fase) do campo medido. As dimensões associadas são, da mais lenta para a mais rápida: *Component, Frequency e Src.*

- *Real_var* – Variável tridimensional de precisão simples com os valores da variância (erro da amplitude) da parte real do campo medido. As dimensões associadas são, da mais lenta para a mais rápida: *Component, Frequency e Src.*

- *Imag_var*- Variável tridimensional de precisão simples com os valores da variância (erro da fase) da parte imaginária do campo medido. As dimensões associadas são, da mais lenta para a mais rápida: *Component, Frequency e Src.*

- *Mask* – Variável tridimensional do tipo *short int* com os valores da máscara do campo eletromagnetico medido. Valor 0 significa que o valor em questão deve ser desconsiderado em qualquer processamento posterior (*e.g.,* por ser muito ruidoso). Valor diferente de zero habilita a medida. As dimensões associadas são, da mais lenta para a mais rápida: *Component, Frequency e Src.*

Os atributos definidos no arquivo deverão ser todos do tipo *GLOBAL* e conforme especificações abaixo:

- *Version* – Deverá conter a expressão *CSEM_F_1.0*. A Petrobras reserva-se o direito de futuramente lançar versões diferentes deste formato para atender às suas necessidades.

- *Datum* – Deverá conter a especificação completa do *Datum* utilizado para determinação das coordenadas apresentadas no arquivo. Campo utilizado apenas para compatibilidade com Dados antigos. Todos os Dados entregues à Petrobras após a publicação deste padrão deverão obrigatoriamente ser referenciados ao *Datum SIRGAS2000* com projeção UTM, tendo como falso norte 10000000 e falso leste 500000.

- *Company_name* – Deverá conter o nome da empresa contratada para a aquisição e/ou processamento dos Dados.

- *Project_name* – Deverá conter o nome do projeto. Este nome deverá seguir a padronização descrita no item 3.2 deste padrão.

- *Comments* – Campo reservado para comentários genéricos sobre os Dados constantes no arquivo.

Observações

Não há limite de número de caracteres para os campos descritivos dos atributos citados acima, exceto para *Project_name*, que deverá seguir a limitação indicada. Da mesma forma, não há limitação no número de caracteres para a especificação do nome dos receptores.

INTERNA

Os canais gravados com ganho (identificados pelo número 2 na variável *Component*) devem, nos arquivos de MVO e PVO, serem apresentados já normalizados por este ganho. Todos os nomes de dimensões, variáveis e atributos devem ser apresentados como descrito neste padrão, respeitando inclusive as capitalizações indicadas.

INTERNA

4.2. Especificações do Formato de Dados MT Terrestre (Formato H5MTI-TS – v.4)

4.2.1. Resumo

Este tópico descreve o formato para as séries temporais e metadados provenientes de levantamentos magnetotelúricos (MT) em terra, utilizando o formato H5MTl-TS - v.4. Esse formato é escalável e viável para armazenar os Dados e metadados de cada estação de um levantamento terrestre completo. O formato H5MTl-TS é um formato binário auto explicável, baseado no padrão HDF-5, este último mantido pelo HDF Group (http://www.hdfgroup.org).

4.2.2. Aviso

Este tópico não fornece um guia para armazenar Dados no formato HDF5, apenas apresenta a informação mínima necessária para a entrega dos Dados provenientes de um levantamento de campo.

4.2.3. Unidades e Convenções

Todos os parâmetros devem ser referidos em inglês, usando a norma aceita na literatura. Valores decimais serão separados por um ponto, como em **3.1416**, e valores negativos serão precedidos pelo seu sinal correspondente, como em **−3.1416**. Todas as quantidades serão expressas no Sistema Internacional, com um número de decimais estritamente representativo de sua exatidão. Toda quantidade deve ter sua unidade física associada e todas a unidades devem estar declaradas. Quantidades adimensionais terão unidade *none*. Esta redundância é intencional, visando evitar eventuais fontes de erro.

4.2.4. Introdução

Os Dados MT dos sensores serão fornecidos como séries temporais, com toda informação necessária para permitir a produção de estimativas espectrais confiáveis para cada estação.

4.2.5. Nomeação dos Arquivos

Todos os Dados e os Metadados de cada estação de um levantamento de campo serão formatados em um modelo de alto nível, o formato HDF5 (http://www.hdfgroup.org/HDF5). Toda estação estará associada a uma posição física, fixa no terreno e não ao equipamento. Os Dados de cada estação estarão em um arquivo HDF5 cujo o nome seguirá a seguinte convenção:

INTERNA

Snome_Rmmm.h5
ou (2)
Snome_Qmmm.h5

onde ***Snome*** refere-se ao levantamento de campo, **R/Q** indica o arquivo da estação,

- **R** Indica uma estação ordinária;
- **Q** Indica uma estação utilizada para o controle de qualidade. Ex.: estação de calibração, de teste de ruído ou de teste paralelo, onde as respostas dos diversos sensores são comparadas.
- ***mmm*** é o número da estação em dada posição geográfica da estação.

Os Dados de cada canal de cada estação serão necessariamente apresentados em seu estado bruto, i.e., sem rotação e calibração, conforme adquiridos no campo. A Figura 1 mostra um exemplo de um sistema de coordenadas, vinculados a um arranjo de campo genérico de uma estação MT.

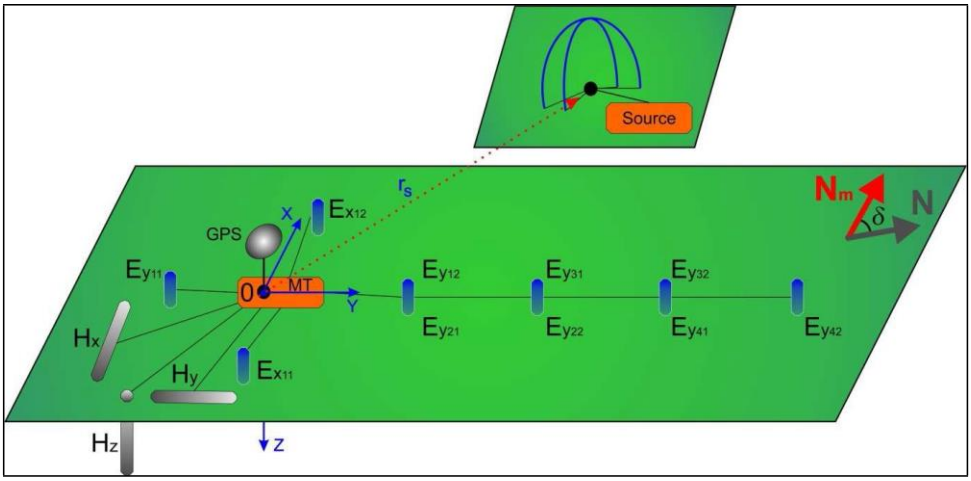


Figura 1: Descrição de uma estação MT terrestre genérica com eletrodos em uma configuração cruzada e três sensores magnéticos. O sistema cartesiano segue a regra damão direita, com o eixo z apontando para baixo e alinhado com as direções do campo magnético. O eixo x neste exemplo aponta para o Norte Magnético. A origem do sistema de coordenadas usualmente estará coincidente com a localização da antena do GPS. A Figura 1 também mostra uma fonte EM auxiliar, para altas frequências (CSAMT), situada a uma distância r_s da origem do sistema de coordenadas.

4.2.6. Organização do formato de Dados

A organização do arquivo tem uma estrutura similar à utilizada no Sistema Unix:

/Grupo Raiz
/Ma Membro Ma da raiz
/Ma /Mb Membro Mb de Ma

O modelo está baseado em Grupos e *Datasets*, complementados por seus Atributos:

Grupo→ Esta estrutura de agrupamento contém um ou mais grupos ou *Datasets*, e seus Metadados de suporte. Essa estrutura contém:

- Um cabeçalho que contém o nome e uma lista de atributos do grupo;
- Uma lista de objetos que pertencem ao grupo.

Dataset→ Esse é um arranjo multidimensional de Dados e seus Metadados de suporte. Esse arranjo contém:

- Nome;
- *Datatype* (o tipo do Dado);
- *Dataspace* (o espaço dos Dados) com as suas dimensões.

Atributos→ Os atributos estão vinculados aos *Datasets e* aos grupos de Dados. Os atributos descrevem a natureza, o uso pretendido do *dataset* ou do seu grupo. Um atributo tem duas partes: um nome e um valor.

4.2.7. Convenção de Nomes

Os nomes dos grupos, *datasets* e dos atributos serão compostos por letras, dígitos e *underscores* usados para separar palavras (espaços não são aceitos).

4.2.8. Atributos

Há 5 atributos comuns a todos os grupos e *datasets*, sendo o primeiro, obrigatório. Tabela 3 lista estes 5 atributos:

Tabela 3: Atributos comuns a todos os grupos e datasets.

Atributo	Descrição
class	Este atributo é obrigatório, especificando a dependência da classe.

INTERNA

name_long	Este atributo opcional provê um nome descritivo para o objeto de Dado.
type	Este atributo opcional é utilizado para categorizar o objeto de Dado dentro de sua classe. Ex.: o tipo de canal de aquisição, elétrico ou magnético.
type_long	Descrição longa para o atributo.
comment	Comentário opcional.

4.2.9. Unidades

Atributo obrigatório em todo *dataset*. *Datasets* adimensionais terão como unidade *none*.

4.2.10. Controle da variável tempo

Cada item de Dados possui uma *time stamp* implícita, dada por dois atributos temporais: *start_time e start_time_UTC*. O primeiro fornece o tempo da obtenção da primeira amostra em uma unidade apropriada à exatidão necessária para o processamento dos Dados, tipicamente em ns. A *time_stamp* é complementada pela amostragem temporal *sampling_interval*, um parâmetro fixo para uma dada serie temporal. O segundo atributo especifica esse mesmo instante de tempo, como uma sequência de caracteres em Tempo Universal - UTC (Coordinate Universal Time).

YYYY-Month-DD HH:MM:SS

A Tabela 4 descreve três possibilidades que existem para a amostragem de séries temporais.

Tabela 4: As três possibilidades para amostragem de série temporal.

Amostragem	Descrição
Amostragem regular	A série temporal consiste de valores de Dados regularmente amostrados com intervalo de tempo fixo.
Amostragem regular-por-blocos	A série temporal consiste de blocos de Dados regularmente amostrados. O tamanho do bloco, ou o número de amostras em cada bloco, pode variar, mas a frequência de amostragem é fixa.
Amostragem irregular	A série temporal consiste de valores de Dados irregularmente amostrados.

INTERNA

4.2.11. Quantidades Constantes

Quantidades constantes ao longo do tempo, tais como coordenadas de posição. Há duas possibilidades:

1. Constante→ Uma quantidade que não muda com o tempo;
2. Constante-por-bloco→ Blocos de amostras constantes ao longo do tempo.

4.2.12. Grupos Base

A hierarquia de Dados está encabeçada por esses Grupos Base que, por sua vez, são identificados e especificados por um atributo obrigatório de classe. Toda a hierarquia está fisicamente centrada na estação à qual o arquivo está vinculado. Cada estação tem sensores elétricos e magnéticos, e seus Dados de posicionamento. A Tabela 5 lista os Grupos Base.

Tabela 5: Grupos Base

Grupo	Descrição
root	Grupo origem de todos os outros grupos.
survey	Grupo contendo todos os Dados necessários para especificar um determinado levantamento EM. Contém todos os grupos *station* e *positioning*.
station	Grupo para contextualizar cada estação em particular no levantamento EM. Contém todos os grupos *receiver_deployment* (ver exemplo na Figura 2).
positioning	Este grupo contém as informações de posicionamento geográfico de uma determinada estação.
receiver_deployment	Grupo engloba todas as aquisições realizadas em determinada estação. O grupo contém todos os grupos *channel_collection* associados à unidade receptora. (ver exemplo na Figura 3).
channel_collection	Um grupo de canais para sensores elétricos (eletric) e magnéticos. O grupo contém todos os grupos *channels* e *hardware_description* (ver exemplo na Figura 4).
channel	Grupo contendo a série temporal de um Dado sensor. Isto também inclui informações auxiliares sobre o registro tais como indicador de qualidade, configuração do sensor ou rótulos de Dado.
source_deployment	Grupo contendo Dados de todas as fontes operando durante o tempo de aquisição de um sítio específico. Este grupo é usado somente quando a uma fonte artificial auxiliar.
source	Um grupo contendo Dados de uma fonte estacionária específica; um equipamento. Este grupo é usado somente quando houver uma fonte artificial auxiliar.
additional_info	Um grupo para estocar MetaDados e outras informações específicas do processamento ou da empresa contratada.

Notas sobre a Tabela 5.

1. Um grupo *receiver_deployment* pode conter um número arbitrário de canais, materializando uma única estação; i.e., uma posição fixa no terreno onde os sensores estão localizados. Ele também contém um grupo descritor do hardware, provendo uma descrição da unidade receptora. Esta pode incluir informações sobre o hardware de controle do tempo utilizado na estação. Este grupo pode incluir: o *drift* do relógio interno, tipicamente em *μs*, ou a exatidão esperada da unidade GPS empregada. É aceitável que o *start_time_UTC* seja obtida das anotações do operador de campo, mas é obrigatório que isto esteja explicito e que a exatidão esperada da base de tempo do equipamento venha também especificada.

2. O grupo *channel_collection* contém um número arbitrário de canais. Como um canal não pode estar vazio, caso um canal estiver faltando resultará na omissão do grupo correspondente. Por exemplo, o grupo *channel_collection* correspondente aos sensores magnéticos poderá não incluir o receptor para a componente magnética vertical.

3. Um grupo *source_deployment,* quando presente, pode conter uma ou mais fontes não simultâneas. Também contém uma descrição do hardware detalhando a unidade fonte e suas coordenadas, sempre no sistema de coordenadas de referência do receptor.

4. Todos os grupos base precisam seguir a hierarquia fixada neste documento, mas *additional_info group* e seu respectivo *additional_info datasets*, podem ser incluídos em qualquer nível.

Ainda que a hierarquia de Dados apresentada seja um modelo escalável, que permite estocar múltiplos receptores e até mesmo mais de um levantamento, o formato de Dados aqui descrito diz respeito somente aos Dados de uma única estação; um único ponto material terreno. Estações distintas necessitarão de um arquivo para cada uma. Note que o equipamento pode ser trocado durante a aquisição de Dados, mas a aquisição por um conjunto de receptores funcionando concomitantemente permanecerá como uma única estação.

INTERNA

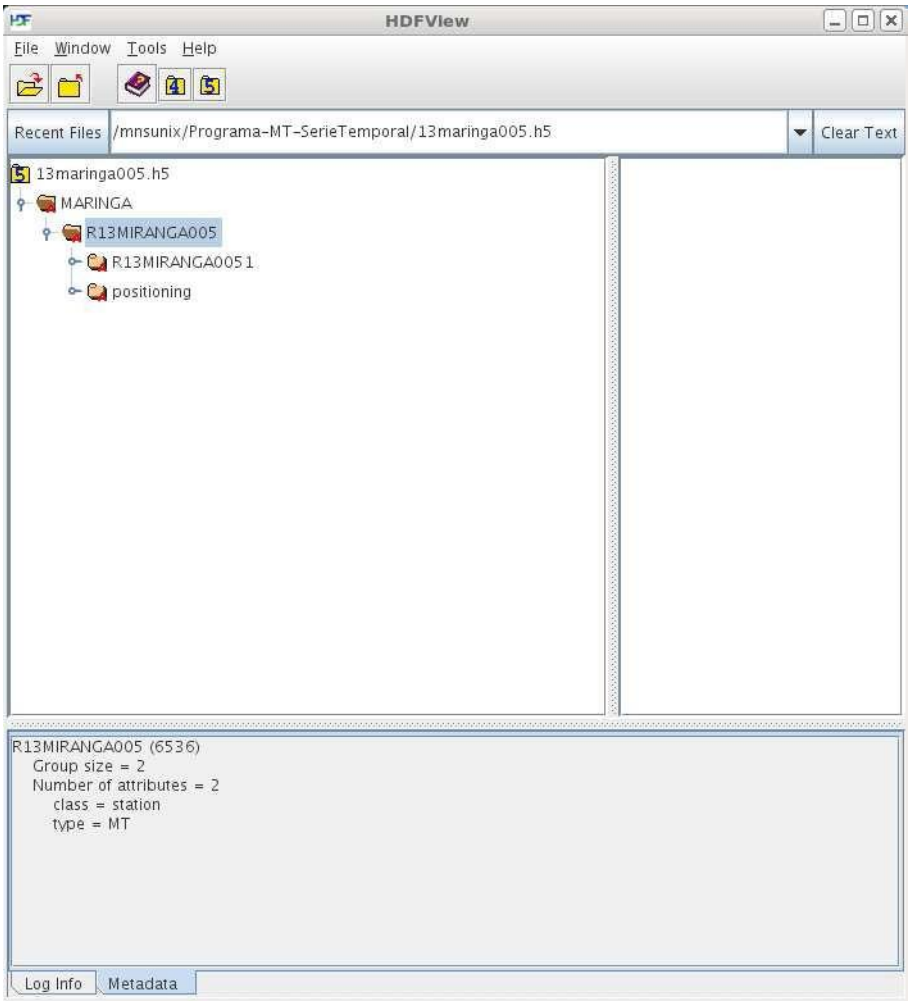


Figura 2: Exemplo de arquivo HDF5 aparecendo em destaque o grupo station. HDF5 gerado a partir de série temporal medida com equipamento metronix para uma estação MT típica com dois canais elétricos e três magnéticos.

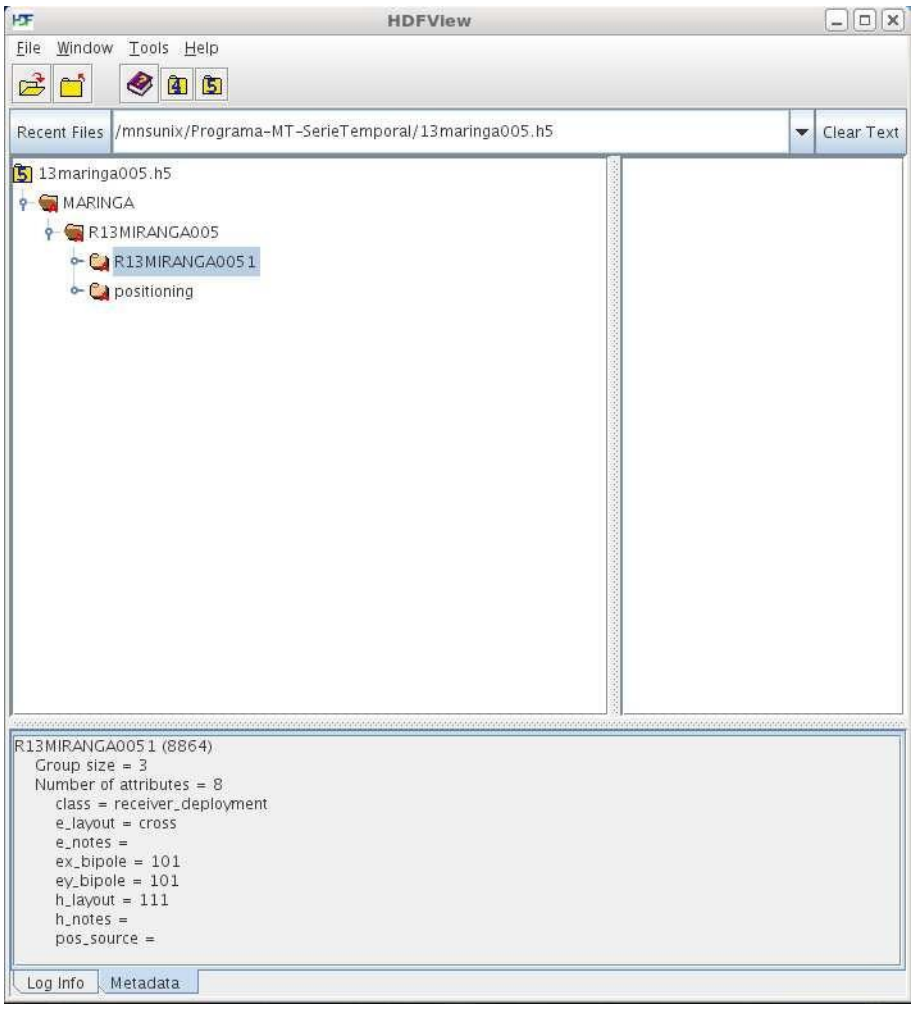


Figura 3: Exemplo de arquivo HDF5 aparecendo em destaque o grupo receiver_deployment. HDF5 gerado a partir de série temporal medida com equipamento metronix para uma estação MT típica com dois canais elétricos e três magnéticos.

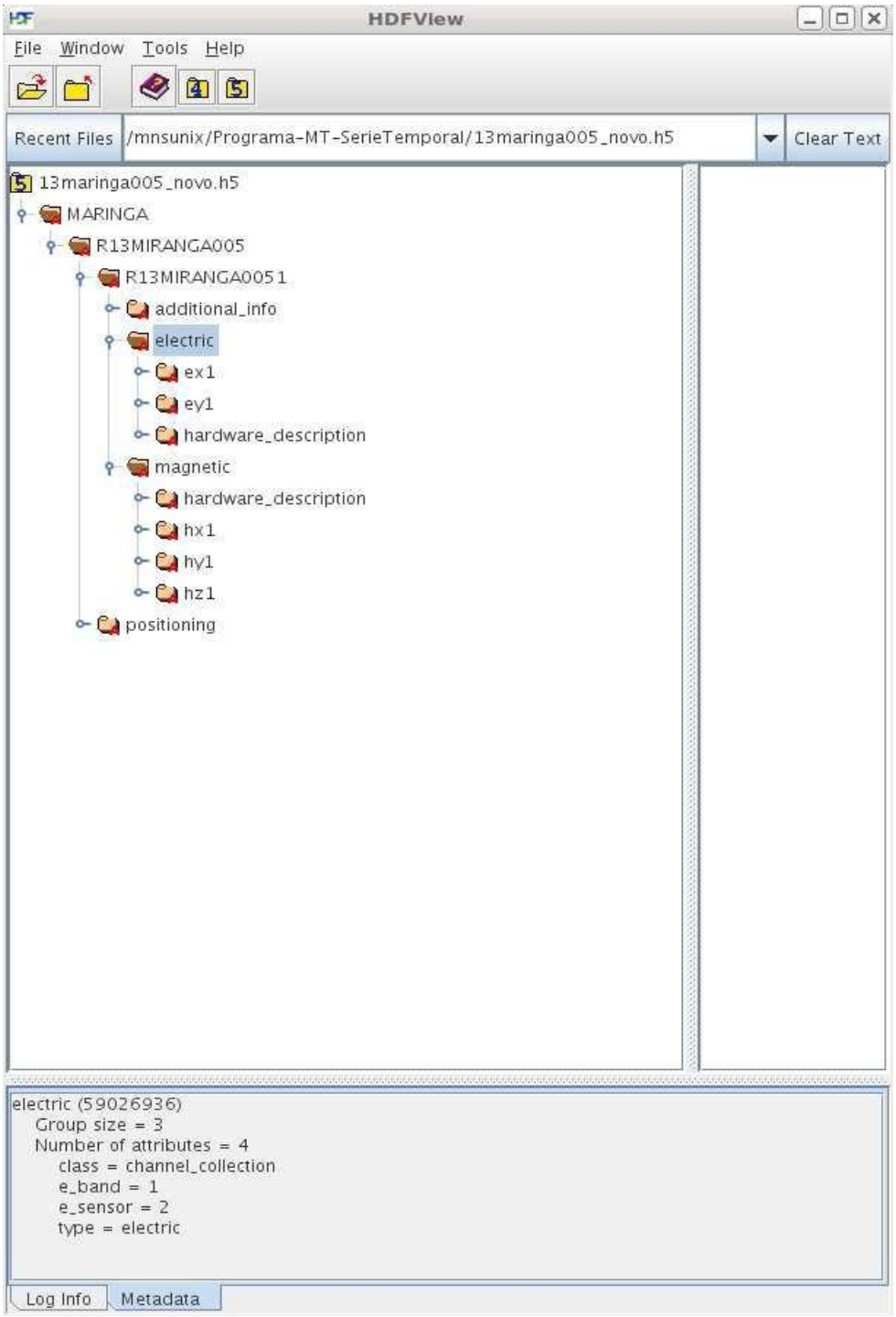


Figura 4: Exemplo de arquivo HDF5 aparecendo em destaque o grupo *channel_collection ´eletric´* e seus dois subgrupos, *channel* (ex1, ey1) e *hardware_description*. HDF5 gerado a partir de série temporal medida com equipamento metronix para uma estação MT típica com dois canais elétricos e três magnéticos.

4.2.13. *Datasets*

Todos os *datasets* têm representações padronizadas, especificadas por um atributo de classe e pelo atributo de tipo, ambos obrigatórios. A Tabela 6 lista os *datasets* possíveis.

Tabela 6: Tipos de *Dataset*

Datasets	Descrição
regular_timeseries	Um vetor de Dados com amostragem regular. Tem como atributos a *time stamp* da primeira amostra e o intervalo de amostragem.
blockregular_timeseries	Um vetor de Dados que mantém amostragem regular por blocos de Dados. Tem como atributo a *time stamp* da primeira amostra do primeiro bloco, e seu intervalo de amostragem. O início e o fim de todos os blocos subsequentes são definidos através da classe associada *time_intervals* e índices associados.
irregular_timeseries	Um vetor de Dados com amostragem irregular. Tem como atributo temporal o tempo de aquisição de todas as amostras em um *dataset* associado à classe *time stamps*.
constant_timeseries	Um *dataset* de um único Dado representando um valor constante, sem marca temporal.
blockconstant_timeseries	Um vetor de blocos de Dados, com amostragem temporal constante em cada bloco. Tem como atributo a marca temporal da primeira amostra do primeiro bloco, além do início e o fim de todos os blocos subsequentes definidos através da classe associada *time_intervals*.
timestamps	Um vetor de marcas temporais das amostras de um *dataset irregular_timeseries*.
time_intervals	Uma matriz de 2 colunas com as marcas temporais de início e fim dos blocos de um *dataset blockregular_timeseries* ou *blockconstant_timeseries*.
indexes	Uma matriz de 2 colunas com os índices de início e fim de um *dataset* do tipo *blockregular_timeseries*, o índice 0 indicando a primeira amostra.
additional_info	Dados específicos da empresa contratada ou para processamento, bem como Metadados.

As séries temporais contêm registros dos sensores elétricos e magnéticos. Todas as séries temporais deverão conter as *time stamp* com precisão em *μs* (microssegundos) ou *ns* (nano segundos) provendo o tempo de amostra. Esta precisão permite o processamento conjunto de duas estações distintas, sincronizadas no tempo. Esse nível de precisão torna-se necessário para o processamento das frequências mais elevadas. As amostras de tempo devem estar sincronizadas com o UTC, seja através do uso de GPS ou a sua combinação com um oscilador de cristal interno estável. Note que um receptor GPS típico com uma saída de um pulso por segundo pode prover uma acurácia de 100 nanossegundos a 1*μs* (ilrs.gsfc.nasa.gov/docs/timing/gpsrole.pdf).

4.2.14. Informação de Calibração

Todas as séries temporais oriundas dos sensores elétricos e magnéticos precisam ser apresentadas tanto em leitura de campo como após a calibração. Isto será indicado pelo atributo *sensor_setting*, o qual poderá ter três valores: *raw*, *calibrated* ou *hardware calibrated*. Um exemplo do último é o caso em que é empregado um *fluxgate* para baixas frequências, cujas funções de transferência são lineares. Uma série temporal não calibrada deverá sempre estar presente **a menos** que o Dado seja calibrado através do hardware da estação. É da escolha da empresa contratada produzir uma série temporal calibrada **além** da série temporal não calibrada.

As curvas de calibração devem ser fornecidas em adição aos Dados de campo como *irregular_timeseries* para todos os sensores a menos que *sensor_setting* tenha o valor *hardware calibrated*. As curvas de calibração devem ser alocadas no grupo hardware_descripition (ver Figura 4).

4.2.15. Atributos de Tipo

A Tabela 7 lista os atributos de tipo que servem para descrever as séries temporais. Todos os atributos de tipo devem ser expressos por um número em ponto flutuante, inteiro ou por caracteres. Como estão associados a uma série temporal, estão armazenados como *datasets* auxiliares no mesmo grupo *channel*. Eles podem estar associados tanto a um canal em particular, p.ex., type = e_x, como a múltiplos canais, neste caso estarão associados a todos os grupos *channel* em um grupo *channel_collection* ou a todos os grupos *channel_collection* em um grupo *receiver* e dessa forma deverão estar em um grupo *channel* separado.

Tabela 7: Atributos de Tipo

Atributo de Tipo	Descrição
signal	O *dataset* de série temporal descreve um sinal.
quality_indicator	Representa a medida da qualidade do sinal.
sensor_setting	Fornece os ajustes do sensor usados no campo
source_setting	Fornece os ajustes de fonte usados no campo.
tag	Rotula amostras do sinal.
mask	Um *dataset* inteiro da classe *blockconstant_timeseries* para tornar ON um bloco de Dados em particular com o inteiro 1.

Notas para a Tabela 7.

1. O atributo *quality_indicator* fornece uma medida de qualidade do sinal. Tanto pode ser uma série numérica de estimativas do ruído, ou mesmo uma figura de mérito tal como índices de 0 a 10, ou ainda qualificativos como bom, regular ou ruim. Típicos exemplos do primeiro caso são razões entre sinal e ruído, variâncias, ou níveis de confiança.

2. O atributo *sensor_setting* descreve o sensor particular usado no campo. Como tal, ele deve incluir informações como o status de calibração, níveis de ganho e filtros do equipamento.

3. O atributo *source_setting, quando presente,* fornece informações sobre a fonte utilizada no campo. Como tal, deverá incluir informações como tipo de fonte, magnética ou elétrica, regime de frequência, comprimento do dipolo, etc.

4. O atributo *mask* deverá vir como *blockconstant_timeseries* podendo ter apenas valores inteiros *0* ou *1*. Em termos práticos ela usualmente tem apenas o valor *1*, associando a um Dado bloco a alguma qualidade.

4.2.16. Grupos Subsidiários

São os grupos que armazenam Metadados fornecendo informações através de atributos, tais como a descrição do equipamento e definições geodésicas. Os Grupos Subsidiários estão mostrados na Tabela 8.

Tabela 8: Grupos Subsidiários

Grupos	Grupo subsidiário/Atributo	Descrição
source	*hardware_description*	Contém a descrição da fonte, caso ela exista.
receiver_deployment	*environmental*	Fornece informação relevante sobre a meteorologia local durante a aquisição de Dados.
positioning	*positioning_description*	Relacionado com o equipamento de posicionamento da fonte, usado com um atributo obrigatório *hardware_description* e figuras de mérito relacionadas à qualidade do posicionamento.
	geodetic_datum	Define o datum geodésico: SIRGAS2000.
	transverse_mercator	Define a projeção transversa de Mercator: Universal Transverse Mercator (UTM).
	utm_zone	Zona Mercator (UTM).
	declination_degrees	Fornece a declinação magnética em graus e décimos, acurada exata a 30min, conforme estimada pelo modelo IGRF ou WMMatual.
channel	*calibration_status*	Atributo de um grupo *channel*: *raw* ou *calibrated*.

Notas sobre a Tabela 8.

Caso o grupo *source_description* exista, ele terá um atributo obrigatório *hardware_description* especificando as características relevantes do mecanismo da fonte.

Todo Dado posicional de um levantamento precisa ser referenciado pelo mesmo Sistema de Coordenadas de Referência (CRS); Sistemas geográficos ou geocêntricos não são aceitos. Á direção Leste (Eastings) está sempre associada à direção positiva do eixo x e a direção Norte (Northings) está sempre associada à direção positiva do eixo y do CRS.

INTERNA

A orientação e a referência espacial estão vinculadas ao sistema de coordenadas de referência local como mostrado na Figura 1. Este é um sistema de coordenadas na convenção da mão direita, com o eixo z apontando para baixo. As direções são referenciadas ao Norte magnético, como obtidas no campo. O atributo *declination_degrees* precisa ser exata a 0.5°, como estimado pelo modelo Campo de Referência Geomagnética Internacional (IGRF) ou World Magnetic Model (WMM).

O Dado bruto é obrigatório, então cada arquivo de receptor terá um atributo *calibration_status* = *raw* para cada grupo *channel*. Em adição, a Contratada poderá também produzir uma série temporal calibrada.

4.2.17. Dados de Posicionamento

Os Dados de posicionamento deverão ter toda a informação necessária para localizar espacialmente o receptor dentro da área levantada, incluindo altura acima do nível do mar. Todos os outros elementos do receptor, sensores magnéticos e elétricos, ou ainda uma fonte auxiliar, devem ser referenciados em relação à localização do receptor em questão. Um layout do receptor, com vários eletrodos em uma configuração cruzada e três sensores magnéticos, é apresentado na Figura 1. A origem do sistema de coordenadas de referência está tipicamente na localização da antena do GPS.

A determinação de uma posição com um sistema GPS L1 é aceitável desde que a leitura tenha sido obtida com tempo suficiente para assegurar uma PDOP (diluição da precisão de posição) pequena o bastante (aproximadamente 3), com pelo menos 3 satélites. É obrigatório especificar a qualidade do Dado de posicionamento, unidade móvel, GPS diferencial, etc. A posição de todos os sensores elétricos e da fonte, se presente, estará referenciada em relação ao ponto onde o Dado de posicionamento foi adquirido, o ponto marcado com 0 na Figura 1. Este ponto pode ser qualquer ponto na vizinhança do layout da estação. Deverá ser usado um sistema cartesiano de mão direita onde eixo z apontando para baixo está alinhado com as direções do campo magnético, o eixo x está apontando para o Norte e o eixo y está apontando para o Leste.

O posicionamento do sensor e da fonte será dado em metros exceto para sensores magnéticos, os quais não necessitam estar referenciados. A distância até a fonte é tomada do ponto 0 para o ponto central da antena de transmissão. O campo da fonte poderá ter origem em um dipolo magnético ou elétrico.

Os dipolos elétricos estarão identificados pela posição dos eletrodos que formam cada dipolo através de subíndices tais como E_{cij} , onde $c = x, y, i$ é o número do dipolo ao longo da

direção *c* e *j = 1, 2* o número do eletrodo. Os índices são orientados na direção do Norte e Leste magnéticos, conforme indicado na Figura 1. O posicionamento da fonte, se houver alguma, será fornecido por um subíndice como S_i, onde *i* é um número da fonte.

4.2.18. Estrutura de Dados

A estrutura de Dados mínima para um receptor é exibido na Figura 2 e inclui os seguintes Metadados:

- Metadados do Sistema de coordenadas de referência e do levantamento.
- Posição do receptor e orientação do sensor.
- Posição da fonte.
- Descrição do equipamento do receptor e da fonte.
- Informação da calibração de todos os sensores.

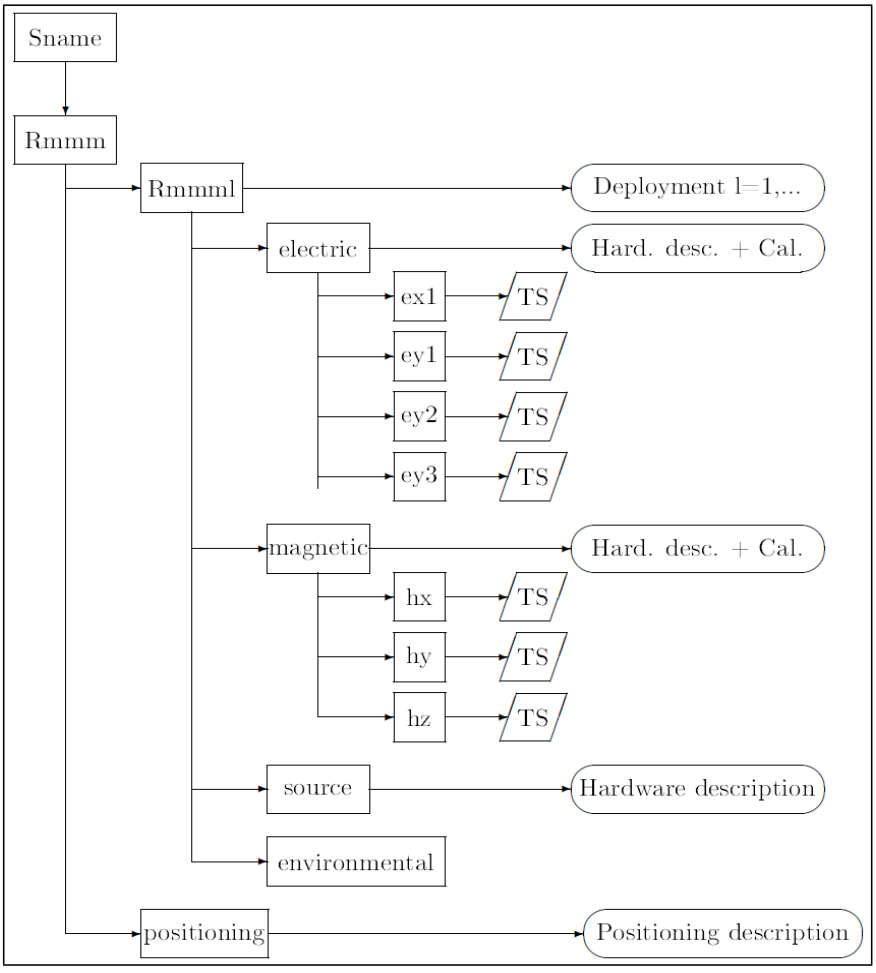


Figura 5: Estrutura de Dados mínima para um receptor tal como exibido na Figura 1 com uma fonte. *l = 1, . .* é o índice da aquisição para o receptor e TS indica uma série temporal.

4.2.19. Grupos *Root* e *Survey*

Os grupos *root* e *survey* dão uma descrição geral do levantamento. Os atributos *survey_date1* e *survey_date2* são as datas para o início e o fim do levantamento. Os atributos estão na Tabela 9.

Tabela 9: Grupos *Root* e *Survey*

Grupo	Atributo	Tipo	Descrição
root	*file_format*	char	H5MTI-TS - v.1
survey	*survey_name*	char	*Sname*
	survey_date1	char	yyyymmdd
	survey_date2	char	yyyymmdd
	survey_contractor	char	· · ·
	survey_notes	char	· · ·

4.2.20. Grupo *Receiver Deployment*

O grupo *receiver deployment* fornece o *layout* do sítio do receptor, englobando todas as aquisições realizadas em determinada estação. Este caso ocorre quando a aquisição dos Dados em uma dada estação é repetida, ou reiniciada por alguma razão relacionada a logística de campo, ou ao controle de qualidade. A substituição de um receptor defeituoso pode ser causa do reinício da aquisição em uma estação. A repetição da aquisição em uma dada estação, ao longo de um levantamento, é usual no controle da qualidade dos Dados.

Estes atributos estão na Tabela 10.

Tabela 10: Grupo *Receiver deployment*

Grupo	Atributo	Tipo	Descrição
receiver_deployment	*e_layout*	*char*	cross, L-shape, y-array, etc.
	ex_bipole	*integer*	ex., 101
	ey_bipole	*integer*	ex., 101111
	h_layout	*integer*	ex., 111
	e_notes	*integer*	· · ·
	h_notes	*integer*	· · ·
	pos_source	*char*	· · ·

INTERNA

Notas sobre a Tabela 10.

***e_layout*·** Este fornece o layout de aquisição do eletrodo*: cross, L-shape, x e/ou y extended (emap) array, angled, other.*

***ex_bipole*·** Um inteiro fornecendo tanto o número de eletrodos quanto sua relação com o centro do *layout* do receptor. Cada eletrodo é indicado por 1 e o centro do *layout* do receptor por um 0. O eletrodo comum no vértice de um *layout* em "L" será representado pelo número 2. A ordem dos eletrodos segue uma convenção da Esquerda para a Direita traduzida na ordem das direções cardinais como Left => Right S => N e Left => Right W => E.

ex_bipole= 201 → o eletrodo do vértice está ao Sul de um *layout* em forma de "L" .

ex_bipole= 101 → um único bipolo S => N de um *layout* em cruz.

ex_bipole= 11011 → 1 bipolo S e 1 bipolo N do centro de um arranjo estendido em x, totalizando 4 eletrodos.

ex_bipole= 11011121 → 1 bipolo S do centro do *layout* e três bipolos para o N, o sexto eletrodo em comum para os últimos dois bipolos, totalizando 7 eletrodos.

ey_bipole*·** Um inteiro fornecendo ambos o número de eletrodos e sua relação com o centro do *layout* do receptor, seguindo a mesma convenção para ***ex_bipole.

ey_bipole= 102 → O eletrodo do vértices está a Leste. Se nós associássemos este ***ey_bipole*** com o correspondente acima, ***ex_bipole = 201***, nós teríamos um *layout* em "L" horizontalmente invertido.

ey_bipole= 101 → um único bipolo W => E de um *layout* em cruz.

ey_bipole= 10111 → 1 bipolo com o seu centro coincidindo com o centro do *layout* e 1 bipolo para E, totalizando 4 eletrodos.

ey_bipole= 102221 → o bipolo mais a W tem o seu centro coincidente com o centro do *layout*, seguido por 3 bipolos a E, totalizando 5 eletrodos. Se

associássemos este ***ey_bipole*** como o ***ex_bipole= 101*** acima, nós teríamos o *layout* apresentado na Figura 1.

***h_layout*·** Um inteiro de três dígitos fornecendo o número de sensores magnéticos, seguindo a convenção x, y, z. Os dígitos podem ser apenas 1 ou 0, este último significando que o sensor está ausente.

h_layout= 110 → Há apenas dois componentes horizontais.

h_layout= 000 → Não há sensores magnéticos; neste caso será necessário usar um campo magnético remoto.

h_layout= 111 → Todos os três sensores magnéticos estão presentes.

e_notes or ***h_notes*·** Qualquer informação adicional necessária para descrever corretamente o *layout* do campo.

***pos_source*·** Descreve a fonte dos Dados de posicionamento: GPS manual, GPS diferencial, etc.

4.2.21. Grupo de *Source Deployment*

O grupo *source deployment* fornece a distância e a faixa de frequências da fonte. Seus atributos estão na Tabela 11. Este grupo está ausente quando não há nenhuma fonte.

Tabela 11: Grupo *Source Deployment*

Grupo	Atributo	Tipo	Descrição
source_deployment	*layout*	char	e_dipole, h_dipole
	s_distance	float	· · ·
	s_distance_unit	char	m
	s_azimuth	float	· · ·
	s_azimuth_unit	char	degrees
	s_frange	float	freqmax, freqmin
	s_frange_unit	char	Hz

Notas sobre a Tabela 11.

***s_distance*·** Fornece a distância do centro do receptor até o centro da fonte em metros.

***s_azimuth*·** Fornece o ângulo azimutal em graus, referenciado pelo sistema de coordenadas de referência magneticamente orientado, vinculado ao receptor.

INTERNA

s_frange· Fornece a faixa de frequências, $freq_{max}$, $freq_{min}$, em Hz, da fonte, separada por uma vírgula.

4.2.22. Grupo Channel Collection

O grupo *channel collection* fornece toda a informação sobre sensores, componentes do equipamento, bem como as séries temporais, conforme exibido na Figura 5. Haverá tantos grupos *receiver_deployment* quanto existirem aquisições para uma dada estação, ou seja, um ponto em particular no solo. Em outras palavras, se um ponto em particular é revisitado e medido novamente, implicará em uma nova aquisição, i.e. um novo grupo *receiver deployment*, e a este, portanto, um novo grupo *channel collection* associado*.* Este também será o caso quando alguma parte do equipamento for mudada. O Grupo *channel_collection* contém os grupos *channel,* que podem ser de dois tipos: elétrico (*eletric*) e magnético (*magnetic)*, ver exemplo na Figura 6. A tabela 11 lista todos os grupos e subgrupos pertencentes ao grupo *channel.*

Usualmente a aquisição MT é dividida por bandas de frequência, cada uma com frequência de amostragem distinta, a saber, f1, f2, ...fn. Esse padrão deve ser observado no arquivo HDF5, onde as séries temporais para cada banda de frequência são escritas para cada *channel_type*, conforme ilustrado na Figura 6 para uma aquisição MT composta por duas bandas de frequência.

Enquanto os sensores elétricos são sempre eletrodos, os sensores magnéticos podem ser bobinas de indução, uma unidade integrada de três componentes, uma unidade *fluxgate*, ou ainda um *loop* horizontal para a direção z. Os nomes para cada sensor podem incluir essa informação, além de quaisquer outros códigos específicos. Na descrição abaixo a ordem dos eletrodos segue uma convenção da esquerda para a direita, traduzida para a ordem das direções cardinais como *Left* => *Right* S => N e *Left* => *Right* W => E.

Tabela 12: Grupo *Channel*

Grupo	Subgrupo	Atributos	Tipo	Descrição
channel	*channel_type*	Posicionamento dos sensores, taxa de amostragem da série temporal, data e hora da aquisição, nome, número e tipo do sensor utilizado. (ver exemplo na Figura 6)	*regular_timeseries*	Contém as séries temporais do canal amostrado e seus atributos associados.
	hardware_description	Descrição dos sensores, tipos de filtros e ganhos utilizados na aquisição (ver exemplo na Figura 7).	*char*	Contém as curvas de calibração de determinado sensor e seus atributos associados

INTERNA

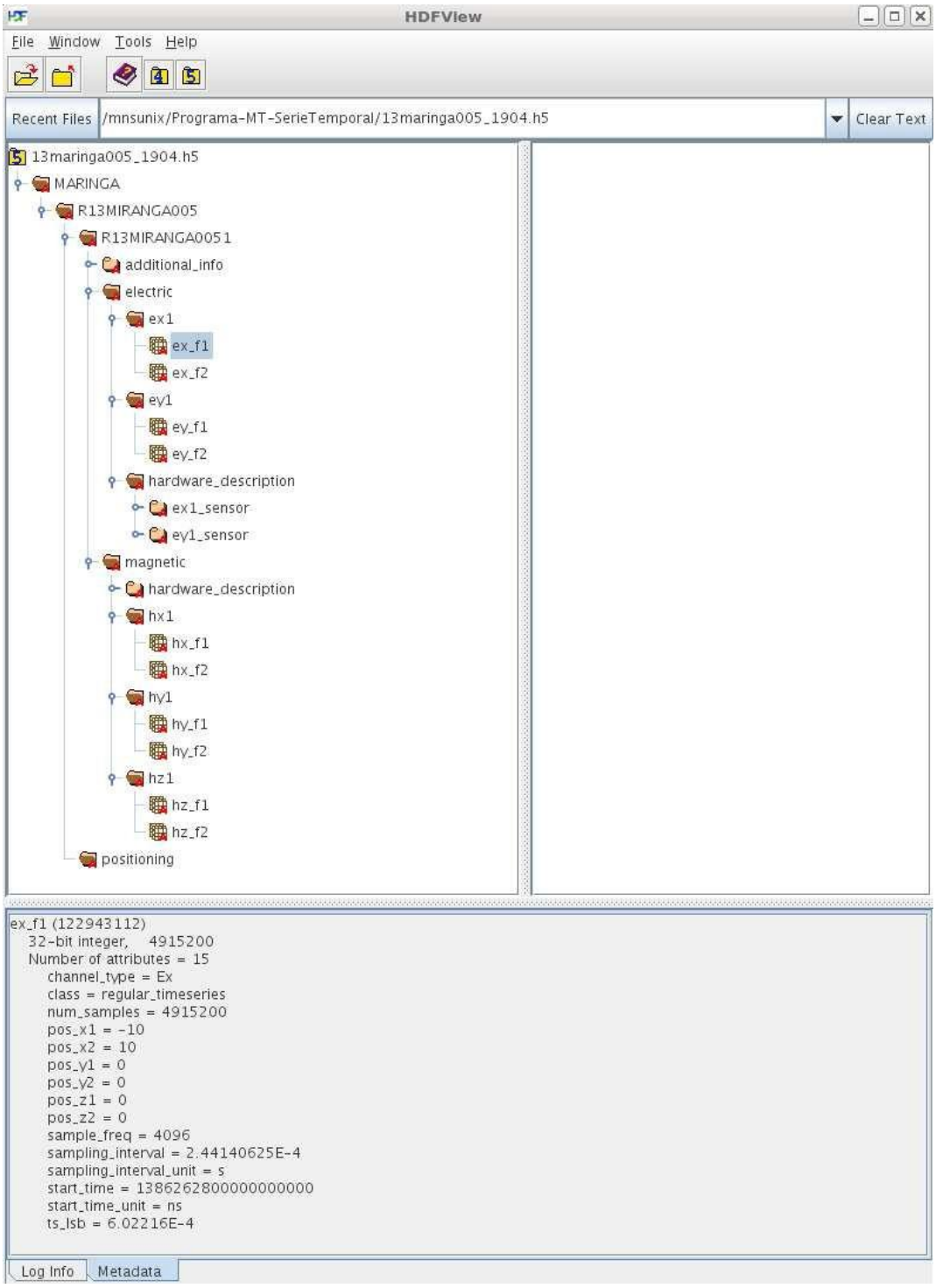


Figura 6: Exemplo de arquivo HDF5 aparecendo em destaque os atributos da série temporal do bipolo elétrico ex1 pertencem ao grupo *channel*. Observar a divisão das séries temporais de cada canal MT em duas bandas de frequência de amostragem, f1 e f2. HDF5 gerado a partir de série temporal medida com equipamento metronix para uma estação MT típica com dois canais elétricos e três magnéticos.

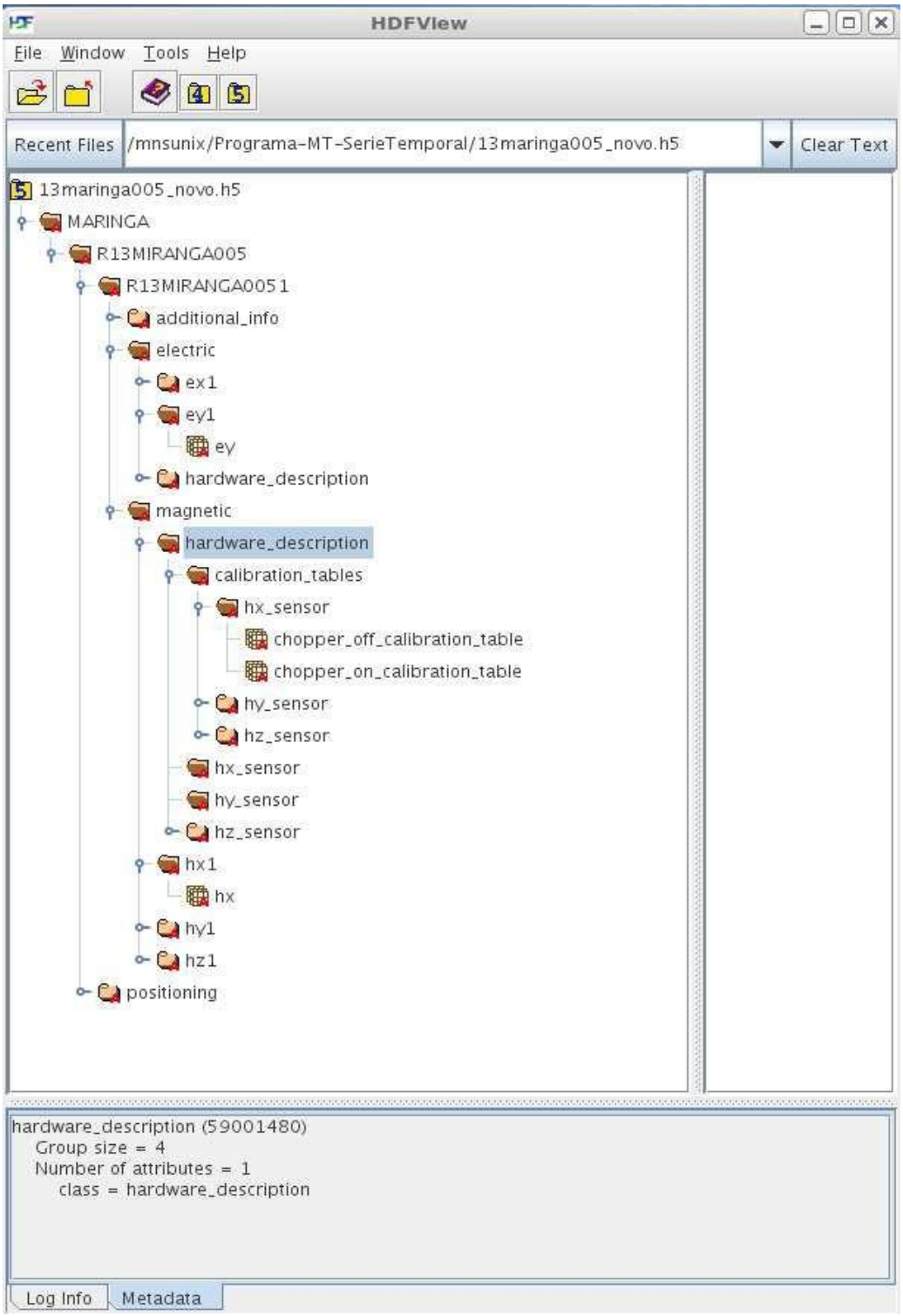


Figura 7: Exemplo de arquivo HDF5 aparecendo em destaque os atributos do sensor magnético hx1 pertencente grupo *hardware_description*. HDF5 gerado a partir de série temporal medida com equipamento metronix para uma estação MT típica com dois canais elétricos e três magnéticos.