



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA**

Eveline Alves Sayão

**CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA, GEOESTRUTURAL E
GEOFÍSICA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DAS BARRAGENS NO
TERRITÓRIO BRASILEIRO**

Dissertação de Mestrado n°430

Área de Concentração: Geologia Econômica e Prospecção

Brasília/DF

2019

EVELINE ALVES SAYÃO

**CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA, GEOESTRUTURAL E
GEOFÍSICA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DAS BARRAGENS NO
TERRITÓRIO BRASILEIRO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geologia do Instituto de Geociências da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do grau Mestre em Geologia, na área de concentração Geologia Econômica e Prospecção.

Prof. Dr. George Sand Leão Araújo de França

Orientador

Prof.^a Dr.^a Maristela Terto de Holanda

Co-orientadora

Brasília/DF

2019

FICHA CATALOGRÁFICA

SAYÃO, Eveline Alves

Caracterização Geológica, Geoestrutural e Geofísica na Área de Influência das Barragens no Território Brasileiro. Eveline Alves Sayão; orientação: George Sand Leão Araújo de França; co-orientação: Maristela Terto de Holanda – Brasília, 2019.

118 p.

Dissertação de Mestrado n°430 – Universidade de Brasília / Instituto de Geociências, 2019.

1. Reservatório; 2. Sismicidade Induzida; 3. Banco de Dados Espaciais.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SAYÃO, E. A. Caracterização Geológica, Geoestrutural e Geofísica na Área de Influência das Barragens no Território Brasileiro. 2019. 118 p. Dissertação de Mestrado – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília – Distrito Federal.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Eveline Alves Sayão

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Caracterização Geológica, Geoestrutural e Geofísica na Área de Influência das Barragens no Território Brasileiro.

GRAU: Mestre ANO: 2019

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

Eveline Alves Sayão

evelinesayao@unb.br

EVELINE ALVES SAYÃO

**CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA, GEOESTRUTURAL E
GEOFÍSICA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DAS BARRAGENS NO
TERRITÓRIO BRASILEIRO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geologia do Instituto de Geociências da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Geologia, na área de concentração Geologia Econômica e Prospecção.

30 de janeiro de 2019

Prof. Dr. George Sand Leão Araújo de França (Presidente – UnB)

Prof. Dr. Joaquim Mendes Ferreira (UFRN)

Prof. Dr. Elder Yokoyama (IG/UnB)

DEDICATÓRIA

“Dedico a minha mãe, Ilza Rodrigues Alves”

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, George Sand, pela amizade, orientação, incentivo e paciência em todos os momentos. À minha co-orientadora, Maristela Holanda, pela orientação e suporte ao longo do trabalho. Ao graduando Alexandro G. da R. Gonçalves pela assistência na implementação do banco de dados.

À todos os professores do Observatório Sismológico, em especial, a Mônica Von Huelsen, pelos preciosos ensinamentos, ao longo desses anos.

Ao Observatório Sismológico/ Instituto de Geociências – UnB, por ter fornecido os equipamentos e a estrutura física necessária para a conclusão deste projeto.

Ao Comitê Brasileiro de Barragens por fornecimento dos dados do banco de dados de barragens.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudo fornecendo suporte à pesquisa desenvolvida.

Às amigas construídas durante este período, tanto do Programa de Pós-Graduação de Geologia como de Geociências, pelo companheirismo, amigas e discussões ao longo destes anos.

E, finalmente, a todos que, direta ou indiretamente, participaram deste trabalho.

Muito Obrigada!

RESUMO

Após a confirmação de que o represamento de grandes reservatórios em todo o mundo poderia causar terremotos, os estudos de Sismicidade Induzida por Reservatório (SIR) ou Sismicidade Desencadeada por Reservatório (SDR) tiveram impulso científico considerável. Nos últimos 20 anos há crescimento contínuo no monitoramento sismográfico e, conseqüentemente, no conhecimento da gênese e dos efeitos ambientais e na tomada de medidas preventivas relacionadas a SDR, destacando a importância do entendimento dessa área de estudo. A maioria dos estudos atribui que o crescimento do esforço vertical, devido à carga do reservatório, a redução no esforço efetivo, devido ao crescimento da pressão nos poros, pode modificar o regime dos esforços na região do reservatório. Se as variações nos esforços são suficientes ou não para produzir terremotos dependerá de complexa interação dos esforços induzidos com o estado dos esforços preexistentes (próximo ao reservatório) e das condições geológicas e hidrogeológicas na área do reservatório. Além disso, a SDR está condicionada a vários fatores como: esforços tectônicos preexistentes, tamanho/peso do reservatório, condições geológicas e hidromecânicas específicas da área, interação construtiva entre a orientação dos esforços sismotectônicos, dinâmica de variação do nível d'água do lago e carga suplementar causada pelo reservatório. Um dos maiores desafios para o estudo da SDR é identificação e correlação dos fatores, na área de influência do reservatório, que podem influenciar no próprio processo de SDR. Neste contexto, o objetivo desse trabalho é apresentar detalhadamente os procedimentos e resultados encontrados no processamento dos dados que compõem os fatores sismotectônico da área dos reservatórios com sismicidade desencadeada, integrando as informações não somente físicas como também geológico-estruturais que possam colaborar com os esclarecimentos sobre esse tema. Como resultado prático foi desenvolvido um banco de dados espaciais dos reservatórios e suas características geológicas e geofísicas. O banco possibilita a unificação de todas as informações pertinentes ao estudo da SDR para gerar análises com maior acurácia.

Palavras-chaves:. Sismicidade Desencadeada por Reservatório, Banco de Dados Espacial, Barragem.

ABSTRACT

After confirming that the damming of large reservoirs around the world could cause earthquakes, the Reservoir Induced Seismicity (RIS) or Reservoir Triggered Seismicity (RTS) studies have had considerable scientific impetus. In the last 20 years there has been continuous growth in seismographic monitoring and, consequently, in knowledge of the genesis and environmental effects and in the taking of preventive measures related to RTS, highlighting the importance of understanding this area of study. Most of the studies attributed the vertical stress growth, due to the reservoir load, and reduction in the effective effort, due to the increase in pressure in the pores, can modify the stress regime in the reservoir region. Whether variations in efforts are sufficient or not to produce earthquakes will depend on the complex interaction of induced stresses with the state of preexisting stresses (near the reservoir) and the geological and hydrogeological conditions in the reservoir area. In addition, the RTS is conditioned by several factors such as: pre-existing tectonic stresses, reservoir size / weight, geological and hydromechanical conditions specific to the area, constructive interaction between the orientation of seismotectonic forces, dynamics of lake water level variation, and additional load caused by the reservoir. One of the major challenges for the study of RTS is the identification and correlation of the factors, in the area of influence of the reservoir, that can influence in the process of RTS itself. In this context, the objective of this work is to present in detail the procedures and results found in the data processing that compose the seismotectonic factors of the area of the reservoirs with seismicity triggered, integrating the information not only physical but also geological-structural that can collaborate with the clarifications on this theme. As a practical result was developed a spatial database of the reservoirs and their geological and geophysical characteristics. The bank enables the unification of all information pertinent to the RTS study to generate more accurate analyzes.

KEY WORDS:. *Reservoir Triggered Seismic, Spatial Database, Dam.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Bloco diagrama ilustrando o efeito da pressão hidrostática sobre o leito rochoso associado à diminuição da pressão efetiva pelo acréscimo de fluido (modificado de VELOSO, 1992).	22
Figura 2- Pacote com as categorias de informação proposto pela EDGV, mapeamento topográfico de pequenas escalas MapTopoPE. O pacote é dividido nas categorias de informações: Energia e Comunicações (ENC), Estrutura Econômica (ECO), Hidrografia (HID), Limites e Localidades (LMD), Pontos de Referência (PTO), Relevo (REL), Saneamento Básico (SAB), Vegetação (VEG). O Sistema de Transporte (TRA) e seus subsistemas: Subsistema Aeroportuário (AER), Sistema de Transporte/ Subsistema Dutos (DUT), Sistema de Transporte/ Subsistema Ferroviário (FER), Sistema de Transporte/ Subsistema Hidroviário (HDV) e Sistema de Transporte/ Subsistema Rodoviário (ROD). Em destaque, círculo vermelho, a categoria Hidrografia usada nesta dissertação. (CONCAR, 2017).	28
Figura 3- Fluxograma para criação do Projeto de BDG.....	29
Figura 4- Modelo OMT-G do Banco de Dados de Sismicidade Desencadeada por Reservatório	31
Figura 5 - Modelo relacional do Banco de Dados da Sismicidade Desencadeado por Reservatório.	34
Figura 6- Exemplos de comandos <i>selects</i> para acesso a dados contidos no BDSDR.	37
Figura 7- trecho de código referente aos <i>routers</i> de acesso ao banco de dados por meio de uma url digitada no browser.....	37
Figura 8- Interface do RIBRAS, tela inicial.....	38
Figura 9- Os sismos estão representados por bolinhas vermelhas e a tabela a esquerda com informações referentes ao layer evento sísmico.....	39
Figura 10- Sismos desencadeados por reservatórios no mundo.....	42
Figura 11- Pacote com as categorias de informação proposto pela EDGV, mapeamento topográfico de pequenas escalas MapTopoPE. O pacote é dividido nas categorias de informações: Energia e Comunicações (ENC), Estrutura Econômica (ECO), Hidrografia (HID), Limites e Localidades (LMD), Pontos de Referência (PTO), Relevo (REL), Saneamento Básico (SAB), Vegetação (VEG). O Sistema de Transporte (TRA) e seus subsistemas: Subsistema Aeroportuário (AER), Sistema de Transporte/ Subsistema Dutos (DUT), Sistema de Transporte/ Subsistema Ferroviário (FER), Sistema de Transporte/ Subsistema Hidroviário (HDV) e Sistema de Transporte/ Subsistema Rodoviário (ROD). Em destaque, círculo vermelho, a categoria Hidrografia usada nesta dissertação. (CONCAR, 2017).	45
Figura 12- Fluxograma para criação do Projeto de BDG.....	46
Figura 13- Modelo OMT-G do Banco de Dados de Sismicidade Desencadeada por Reservatório.	47
Figura 14- Modelo relacional do Banco de Dados da Sismicidade Desencadeado por Reservatório.	50
Figura 15- Exemplo de pesquisa no RISBRA para sismicidade brasileira. Os eventos sísmicos estão representados por bolinha vermelha e tabela a esquerda com informações referentes a esse layer evento sísmico.....	52
Figura 16- Histograma do número de SDR com magnitude maior do que 1, por ano.	53
Figura 17- Mapa do Brasil com a sismicidade natural (círculos brancos dimensionados com magnitude) e Sismicidade Desencadeada por Reservatório no Brasil (círculos vermelhos, numerados de acordo com a Tabela 2 e dimensionados com magnitude).	58

Figura 18- Gráfico com a relação de sismos, barragens e regiões do país. A região sudeste concentra a maior quantidade de barragens e barragens mais altas.	60
Figura 19- Mapa de localização e classificação por altura das barragens.	61
Figura 20- a) Porcentagem de casos de SDR de acordo com o tipo de rocha principal (sedimentar, metamórfica e ígnea) na área da barragem. b)classificação de acordo com as principais províncias geológicas.	62
Figura 21- Mapa de todas as 348 barragens no Brasil com altura $h \geq 20$ m (dados do Comitê Brasileiro de Barragens-2018). As cores denotam as principais províncias geológicas da CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais).	63
Figura 22- Porcentagem de casos de SDR de acordo com o (a) altura da barragem e (b) volume do reservatório. Para barragens maiores que 100 m, 54% desencadeiam sismos. Para reservatórios maiores de $1 \times 10^{-3} \text{ km}^3$ 32% desencadeiam sismos.	65
Figura 23- A altura da barragem e o volume do reservatório para todas as barragens. Os triângulos vermelhos são os casos de SDR e as cruzes em azul os demais reservatórios. A barra em preto é o limite de casos de SDR.	66
Figura 24- Gráfico do tipo de resposta para os casos de SDR.	67
Figura 25- Gráfico de tempo de retardo com altura, volume e área.	68
Figura 26- Distribuição da altura da barragem e volume do reservatório com máxima magnitude para casos de SDR no Brasil.	69
Figura 27-Gráfico de máxima magnitude e intensidade. O ajuste linear (barra vermelha) foi realizado apenas com os dados representados por círculos amarelos. As estrelas em azul são os casos de Intensidade I.	70

LISTA DE TABELAS

Capítulo 2

Tabela 1- Os principais casos de SDR no mundo.	23
Tabela 2- Explicação do modelo OMT-G do Banco de Dados de Sismicidade Desencadeada por Reservatório	32
Tabela 3- Explicação do modelo OMT-G do Banco de Dados de Sismicidade Desencadeada por Reservatório.	48
Tabela 4-Casos de Sismicidade Desencadeada no Brasil.....	54
Tabela 5- Número de barragens, SDR e sismos naturais por regiões do país.	59

SUMÁRIO

RESUMO	11
ABSTRACT.....	12
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	13
LISTA DE TABELAS	15
CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO.....	18
1.1 Objetivos	19
1.2 Estrutura da Dissertação.....	20
CAPÍTULO 2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	21
2.1 Tipos de Sismos Desencadeados.....	21
2.1.1 Sismicidade Desencadeada por Reservatório (SDR)	21
2.1.2 Sismicidade Desencadeada por Reservatório no Brasil	23
2.1.3. Fatores que interferem na SDR	25
2.1.3.1. Esforços preexistentes	25
2.1.3.2. Condições geológicas e hidrogeológicas.....	25
CAPÍTULO 3. BANCO DE DADOS	27
3.1 Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE)	27
3.1.1 Projeto de Banco de Dados Espaciais	29
3.1.2 Primeira Fase: Modelagem Conceitual	29
3.1.3 Segunda Fase: Modelagem Lógica.....	33
3.1.5 Visualizador Web.....	35
3.1.5.1 Descrição do processo de implementação do visualizador	35
CAPÍTULO 4. ARTIGO – IMPLEMENTAÇÃO DE SISMOS DESENCADEADOS POR RESERVATÓRIO BRASILEIROS EM SISTEMA DE BANCO DE DADOS ESPACIAIS ...	40
1. INTRODUÇÃO	41
2. BANCO DE DADOS E VISUALIZADOR WEB.....	43
2.1 Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE)	43
2.1.1 Projeto de Banco de Dados Espaciais	45
2.1.2 Primeira Fase: Modelagem Conceitual	46
2.1.3 Segunda Fase: Modelagem Lógica.....	49
2.1.4 Terceira Fase: Modelagem Física.....	51
2.2 Visualizador web.....	51
3. ATUALIZAÇÃO DE SISMICIDADE DESENCADEADA NO BRASIL PARA BANCO DE DADOS	52

4. RESULTADO E DISCUSSÕES.....	58
4.1 SDR.....	58
4.2 Correlação da SDR com as características geológicas.....	61
4.3 Propriedades físicas dimensionais e suas correlações.....	64
4.3.1 Tempo de Resposta.....	66
4.3.2 Máxima Magnitude.....	68
4.4 Intensidade e Máxima Magnitude.....	69
5. CONCLUSÕES.....	70
6. AGRADECIMENTOS.....	72
7. REFERÊNCIAS.....	72
CAPÍTULO 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	77
CAPÍTULO 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79
APÊNDICE A – INTERFACE DO VISUALIZADOR WEB RISBRA.....	85
APÊNDICE B – TABELA DE BARRAGENS.....	92
APÊNDICE C – TABELA DE SDR.....	100
APÊNDICE D – LEGENDA PARA LISTAGEM DE SDR.....	117

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO

O fenômeno da Sismicidade Desencadeada por Reservatório (SDR) foi observado pela primeira vez em meados da década de 1930, com o enchimento do Lago Mead do Reservatório Hoover, Estados Unidos, e, posteriormente na década de 60, com ocorrências nos reservatórios Hsinfenghiang, Kariba, Kremasta e Koyna. O enchimento de grandes reservatórios, a exploração de minas subterrâneas, a injeção de fluidos sob alta pressão em poços profundos, a remoção de fluidos na exploração de petróleo e os efeitos posteriores a grandes explosões nucleares podem provocar uma categoria especial de terremotos, que aqui denominamos de sismos induzidos ou desencadeados. Para Klose (2013), a distinção fundamental entre sismo desencadeado e induzido é que o primeiro poderia acontecer normalmente em algum tempo futuro, enquanto que o terremoto induzido poderia não acontecer no futuro sem a presença da obra de geoengenharia. Neste texto será usado o termo desencadeado, que será usado para ambos os casos. O fenômeno da SDR, em sua maioria, está relacionado com obras de geoengenharia, por conseguinte, pode apresentar grandes impactos sociais, econômicos, ambientais, jurídicos etc., já que os locais de ocorrência estão quase sempre próximos de construções sensíveis e também de áreas povoadas. Sismos desencadeados por reservatórios com magnitudes maiores que 5 já produziram mortes e severos danos às construções. No Brasil, o interesse pelo estudo da SDR surgiu com a ocorrência de um sismo de magnitude 3,7, em agosto de 1971 e que teve a intensidade Mercalli V-VI (MM) no reservatório de Carmo do Cajuru/MG. Atualmente, são conhecidos 185 casos de SDR no mundo, dos quais 30 são no Brasil (Foulger et al., 2017; Wilson et al., 2017).

Há diversos estudos sobre os reservatórios que apresentam SDR, entretanto há uma carência em estudos que correlacionam as informações de parâmetros físicos e geológicos, possíveis indutoras de sismo. Devido ao elevado número de empreendimentos existentes no Brasil e que ainda podem vir a ser construídos, torna-se necessário o incentivo em estudos que possibilitam caracterizar possíveis regiões com potencial de SDR, além de, assegurar normas e procedimentos conduzindo maior segurança para barragens existentes e futuras.

Desta forma, este trabalho propõe apresentar detalhadamente todas as informações possíveis resultante do processamento dos dados com fatores

sismotectônicos da área dos reservatórios que desencadearam sismos, integrando as informações não somente físicas como também geológicas-estruturais que irão colaborar com os esclarecimentos do tema. Como resultado prático, foi desenvolvido um banco de dados espacial dos reservatórios brasileiros o qual possibilitará a unificação de todas as informações pertinentes dos casos de SDR, além de reunir todos os parâmetros conhecidos que interferem no processo de SDR. Em complemento à proposta do banco foi confeccionado um visualizador web, que é uma plataforma interativa de fácil acesso e com grande potencial para ampliar o conhecimento sobre a SDR brasileira.

É importante destacar que esta dissertação tem como base os trabalhos desenvolvidos pela Comissão Nacional de Cartografia - CONCAR (2010) e a Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais de Defesa da Força Terrestre a - ET-EDGV (BRASIL, 2015, 2016). Estas especificações ainda estão em desenvolvimento, motivo pela qual ainda não representam adequadamente os diagramas do sistema de barragem.

Com a quantidade de informações e efeitos prováveis que corroboram a SDR, se faz necessário integrar todas e quaisquer informações dentro de um padrão, seguindo à Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE).

1.1 Objetivos

O **objetivo** da pesquisa é apresentar detalhadamente os procedimentos e resultados encontrados no processamento dos dados que compõem os fatores sismotectônicos da área dos reservatórios com Sismicidade Desencadeada, integrando as informações físicas e geológico-estruturais que possam colaborar com os esclarecimentos sobre o tema.

Como **objetivos específicos** têm-se:

- a) Confeção do esquema conceitual do banco de dados espaciais dos reservatórios que possuem SDR e suas características geológicas e geofísicas;
- b) Implementar o esquema conceitual da Sismicidade Desencadeada por Reservatório no Brasil em sistema gerenciador de banco de dados espaciais;
- c) Gerar diagnósticos dos prováveis parâmetros geofísicos, geológicos e estruturais na influência na SDR;

d) Integração dos Resultados – Interpretação e discussão dos resultados obtidos.

1.2 Estrutura da Dissertação

Esta dissertação de mestrado apresenta a seguinte organização:

- **Capítulo 1** – Contém conteúdos introdutórios que irão servir de base para compreender o texto decorrente, um breve texto introdutório e objetivo.
- **Capítulo 2** – Concentra-se o referencial teórico sobre o principal tópico que embasa o trabalho, a Sismicidade Desencadeada por Reservatório;
- **Capítulo 3** – Resume o Modelamento Conceitual, Relacional e sistema de gerenciamento de banco de dados espaciais e também discute a fase de implementação do banco de dados espaciais da Sismicidade Desencadeada por Reservatório no Brasil;
- **Capítulo 4** – Concentra o artigo intitulado “Implementação de Sismos Desencadeados por Reservatório Brasileiros em Sistema de Banco de Dados Espaciais” que será submetido no *Bolletín of the Seismological Society of America*;
- **Capítulo 5** – Sintetiza as principais conclusões da pesquisa, bem como sugestões de trabalhos futuros correlacionados ao tema proposto.
- No apêndice A - são apresentadas aspectos da interface do visualizador web RISBRA.
- No apêndice B - Listagem de Barragens.
- No apêndice C – Listagem de SDR.
- No apêndice D- Legenda para listagem de SDR.

CAPÍTULO 2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Tipos de Sismos Desencadeados

Cinco tipos principais de atividades humanas podem afetar o ambiente sismotectônico em suas áreas de influência, por meio de mudanças no nível da sismicidade local:

- (i) Atividades de mineração e pedreiras;
- (ii) Injeção profunda de fluidos sob alta pressão;
- (iii) Extração de líquidos;
- (iv) Explosões subterrâneas; e
- (v) Enchimento de reservatórios artificiais na construção de barragens.

Os quatro primeiros tipos de atividades, geralmente, produzem pequenos sismos, com magnitudes não superiores a 5,0. Os sismos desencadeados por reservatórios, embora sejam geralmente de pequenas magnitudes, às vezes podem atingir magnitudes moderadas (entre 5 e 6,5). Sismos dessa magnitude podem produzir danos expressivos, com vítimas humanas e prejuízos materiais consideráveis, gerando impacto ambiental e social muito grande (Marza et al., 1999). Contudo, neste trabalho apenas o caso (v) será tratado.

2.1.1 Sismicidade Desencadeada por Reservatório (SDR)

Segundo Simpson (1986), a Sismicidade Desencadeada por Reservatório é o mais comum dentre os fenômenos provocados pela atividade humana. Este fenômeno está diretamente relacionado à captação e enchimento de um reservatório, acrescentando nova componente vertical com intensidade considerável ao campo de tensões, anteriormente estável. Os principais aspectos envolvem a perturbação de esforços e pressões de poros em profundidade causada pelo peso do reservatório, e a difusão de pressão neutra induzida por peso de adicionais a profundidade hipocentral do reservatório na superfície (Figura 1).

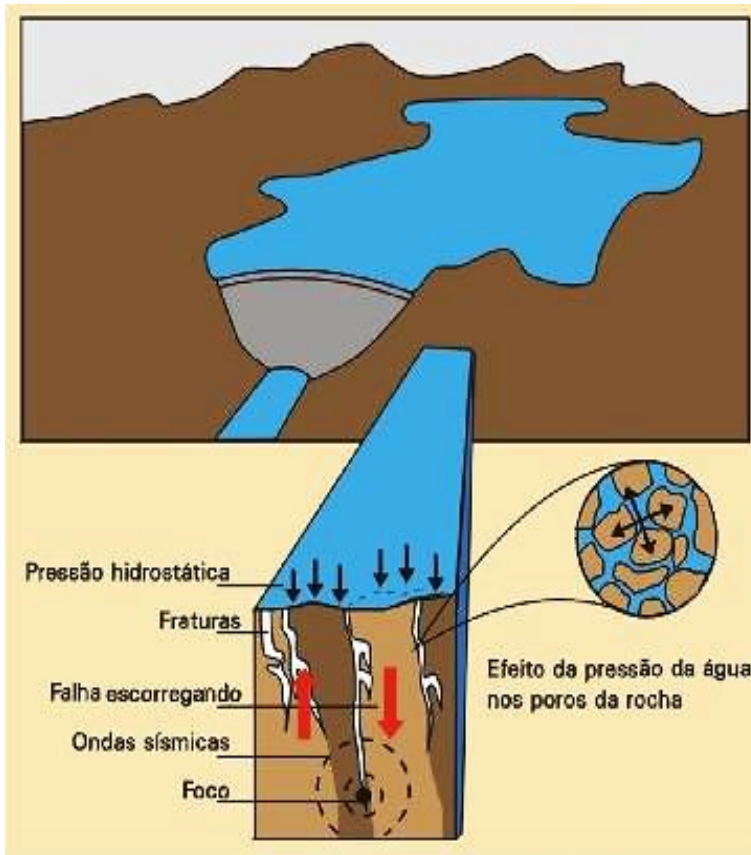


Figura 1- Bloco diagrama ilustrando o efeito da pressão hidrostática sobre o leito rochoso associado à diminuição da pressão efetiva pelo acréscimo de fluido (modificado de VELOSO, 1992).

Ambos os estudos teóricos (Bell e Nur, 1978; Simpson, 1986; Roeloffs, 1988) e observacionais (Healey et al., 1968; Zoback e Hickman, 1982) demonstraram que os fatores de controle destes processos são as tensões tectônicas e pressões de poros, a permeabilidade das massas de rocha pré-existente e sistemas de fratura, a força do sistemas de falhas, e a orientação relativa entre as tensões tectônicas e sistemas de falhas potenciais.

O crescimento do esforço vertical, devido à carga do reservatório, e uma redução no esforço efetivo, devido ao aumento da pressão nos poros, devem modificar o estado dos esforços na região do reservatório. Esses fatores podem contribuir para o surgimento de sismicidade pós-enchimento de um reservatório. No entanto, ainda há dependência entre os esforços desencadeados com as tensões preexistentes (próximos ao reservatório) e das condições geológicas e hidrogeológicas na área do reservatório para saber se as variações nos esforços são suficientes ou não para mobilizar estruturas sismogênicas na área.

O maior sismo desencadeado pelo Reservatório de Koyna, Índia, em 1967 (magnitude de 6,5), causou 200 mortos, 1.500 feridos e extensos danos à estrutura da barragem e em cidades vizinhas (Gupta, 1976, 1992). A Tabela 1 apresenta seis maiores SDR ocorridos, no âmbito mundial.

Tabela 1- Os principais casos de SDR no mundo.

Nome da Represa	Local	Altura da Barragem (m)	Volume (x10 m ³)	Ano de Enchimento	Maior Terremoto Induzido (Ano)	Magnitude
Koyna	Índia	103	2708	1964	1967	6.5
Kremasta	Grécia	165	4750	1965	1966	6.3
Xinfengkiang	China	105	10500	1959	1962	6.1
Oroville	Califórnia	236	4295	1968	1975	5.9
Kariba	Zimbabwe	128	160368	1959	1963	5.8
Aswan	Egito	111	164000	Não disponível	1981	5.6

Fonte: Marza et. Al. (1999).

2.1.2 Sismicidade Desencadeada por Reservatório no Brasil

2.1.2.1 SDR – Base Legal Normativa

Não existem, na legislação ou mesmo nas instituições normativas nacionais, referências legais que estabeleçam recomendações ou considerações sobre o monitoramento sismográfico de reservatórios. Ressalta-se, entretanto, a NBR 15421:2006 – Projeto de estruturas resistentes a sismos – Procedimento, que fixa os requisitos exigíveis para verificação da segurança das estruturas usuais da construção civil relativamente às ações de sismos e os critérios de qualificação destas ações e das resistências a serem consideradas no projeto das estruturas de edificações, quaisquer que sejam sua classe e destino, salvo os casos previstos em Normas Brasileiras específicas. A NBR 15421:2006, por sua vez, completa a ABNT NBR 6118:2013- Projeto de estruturas de concreto – Procedimento, que estabelece os requisitos gerais a serem atendidos pelo projeto como um todo, bem como os requisitos específicos relativos a cada uma de suas etapas, entretanto essa norma não inclui requisitos exigíveis para evitar os estados limites gerados por certos tipos de ação, como sismos.

No âmbito internacional, a *International Commission on Large Dams* (ICOLD) da UNESCO apresenta uma série de artigos técnicos a respeito do tema. A ICOLD é uma instituição não governamental que tem por objetivo promover fóruns de discussão e intercâmbio de conhecimentos na área de Engenharia de Barragens, e que possui instituições membros em grande parte dos países, incluindo, no Brasil, o Comitê Brasileiro de Barragens (CBDB). Outro importante é o *Interagency Committee on Dam Safety* (ICODS), que preparou e aprovou as diretrizes federais para a segurança de barragens (*Federal Guidelines for Dam Safety*), do qual se destaca a diretriz referente às análises de terremotos e projeto de barragens (*Earthquake Analysis and Design of Dams*), publicada pela *Federal Emergency Management Agency* (FEMA) em 2005.

2.1.2.2 Resposta sísmica de reservatórios

A resposta sísmica de um reservatório foi definida por Simpson (1986 e 1988) e Talwani (1995) em duas categorias, dependendo do padrão espacial e temporal da SDR: (i) sismicidade inicial e (ii) sismicidade de estado estável ou atrasada.

A sismicidade inicial ocorre com o represamento inicial ou grande oscilação do nível de água do lago, sendo observada mais frequentemente. Casos de sismicidade de estado estável ou resposta atrasada ocorre após certo tempo de seu enchimento, quando atinge a condição de estado estacionário, apresentando sismicidade associada mais duradoura. Essas diferenças na resposta podem corresponder a dois mecanismos fundamentais pelos quais um reservatório pode modificar a força na crosta - uma relacionada ao aumento rápido do esforço elástico devido à carga do reservatório e a outra à difusão mais gradual da água do reservatório a profundidades hipocentrais. A diminuição da força pode surgir de alterações no esforço elástico (diminuição do esforço normal ou aumento da tensão de cisalhamento) ou da redução do esforço normal efetivo devido ao aumento da pressão de poros. A pressão dos poros em profundidades hipocentrais pode aumentar rapidamente, a partir de uma resposta elástica acoplada devido à compactação do espaço dos poros, ou mais lentamente, com a difusão da água da superfície.

Os dois tipos de SDR –inicial e de estado estável ou resposta atrasada – descrevem situações ideais. Na prática as respostas sísmicas dos reservatórios são,

geralmente, mais complexas, mas, por conveniência taxonômica, estes dois gêneros são usados aqui como referência da SDR.

2.1.3. Fatores que interferem na SDR

A SDR é controlada por três fatores principais: i) Esforços pré-existentes na área do reservatório e ii) As condições geológicas e hidrogeológicas.

2.1.3.1. Esforços preexistentes

A literatura tem mostrado que pequenos reservatórios já desencadearam sismos que liberam esforços, com magnitudes que excederam em muito o somatório de todos os efeitos adicionais devido ao lago (por exemplo, o caso de Carmo do Cajuru – altura 23m, volume 0,2 km³ e evento principal 3,5mb). Isso deixa claro que os esforços preexistentes são determinantes no processo de ruptura e, portanto, na magnitude das energias liberadas. A taxa de acumulação de deformação é também um parâmetro importante na caracterização do estado tectônico (Lomnitz, 1974). Para Barros et al., (2016) em regiões de alta sismicidade e alta taxa de acumulação de deformação, como bordas de placas, as variações nos esforços induzidos pelo reservatório podem ser pequenas, se comparadas com as variações naturais nos esforços. Entretanto, embora o reservatório possa causar pequena variação no regime sísmico, serão pequenos os seus efeitos sobre o nível total da sismicidade nessas regiões. Em áreas onde há acumulação moderada de deformação (regiões de baixa sismicidade natural ou áreas adjacentes às regiões de alta sismicidade) as variações nos esforços devido ao reservatório podem ser significativas se comparadas com a taxa de variação dos esforços a partir de processos naturais. Neste caso, os efeitos na sismicidade serão mais óbvios do que em áreas de alta acumulação de deformação. Assim, a possibilidade de um reservatório aumentar a sismicidade depende das características temporais e espaciais do campo dos esforços presentes em sua área de influência.

2.1.3.2. Condições geológicas e hidrogeológicas

As propriedades hidromecânicas das rochas relacionadas ao fenômeno da SDR foram discutidas por Snow (1972), Brace (1974), Howells (1974), Bell e Nur (1978) e Do Nascimento (2002). Apesar dos estudos realizados em laboratório sobre estas propriedades, pouco se avançou, especialmente devido às grandes dificuldades de ordem prática para se mapear uma imensa quantidade de rochas abaixo e nas

vizinhanças de um reservatório quanto à porosidade, permeabilidade, existência de falhas, fissuras etc., nas profundidades de sismos induzidos (Assumpção et al., 2002). Desta forma, pouco se sabe sobre a permeabilidade em zonas de falhas e sobre a pressão nos poros a essas profundidades. Aliado a essas limitações de conhecimentos, poucos são os dados disponíveis sobre o estado dos esforços tectônicos em áreas de reservatórios. No entanto, sabe-se que a permeabilidade, que determina a velocidade de difusão da pressão de fluido, controla o volume de rochas afetadas, podendo ser um dos fatores mais importantes na mudança do nível da sismicidade nas vizinhanças de um reservatório (Nascimento, 2002). A existência de fraturas e falhas, além de gerar zona de fraqueza devido à baixa resistência à ruptura, facilita a penetração do líquido até as zonas mais profundas e distantes do reservatório, aumentando a pressão nos poros. Assim, dependendo da orientação dos esforços naturais em relação ao sistema de falhas, um pequeno efeito do reservatório pode ser suficiente para desencadear sismos (Assumpção et al., 2002).

CAPÍTULO 3. BANCO DE DADOS

3.1 Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE)

O órgão responsável pela elaboração de estruturas de dados espaciais é a Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR) que está vinculada ao antigo Ministério do Planejamento Orçamento e Gestão. A CONCAR é responsável pela elaboração das especificações técnicas referentes aos dados espaciais para compor a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), regulamentada pelo decreto nº 6.666/2008. Segundo esse decreto, a INDE é um conjunto integrado de tecnologias, políticas, mecanismos e procedimentos de coordenação e monitoramento, padrões e acordos, necessários para facilitar e ordenar a geração, o armazenamento, o acesso, o compartilhamento, a disseminação e o uso dos dados geoespaciais de origem federal, estadual, distrital e municipal (Brasil, 2008).

Uma infraestrutura de dados espaciais define padrões para os dados que a compõem, podendo ser apresentada na forma de Especificação Técnica. Em 2006, a CONCAR constituiu o Comitê Especializado para Estruturação da Mapoteca Nacional Digital (CEMND), que desenvolveu as Especificações Técnicas para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-EDGV) para aplicação no Sistema Cartográfico Nacional e na INDE (CONCAR, 2017).

As especificações propostas para a EDGV (CONCAR, 2017) dividem o espaço geográfico brasileiro em dois grupos. O primeiro apresenta as categorias das classes de objetos produzidos usualmente nos mapeamentos topográficos de pequenas escalas (MapTopoPE), elaborada no Mapeamento Sistemático do SCN (escalas de 1:25.000 e menores). O segundo grupo apresenta as categorias das classes de objetos que são normalmente adquiridas nos mapeamentos topográficos de grandes escalas. Para o modelo desta dissertação usaremos somente o modelo topográfico de pequenas escalas.

O MapTopoPE está dividido em 14 categorias de informações: Energia e Comunicações (ENC), Estrutura Econômica (ECO), Hidrografia (HID), Limites e Localidades (LMD), Pontos de Referência (PTO), Relevo (REL), Saneamento Básico (SAB), Vegetação (VEG), Sistema de Transporte (TRA), Sistema de Transporte/ Subsistema Aeroportuário (AER), Sistema de Transporte/ Subsistema Dutos (DUT), Sistema de Transporte/ Subsistema Ferroviário (FER), Sistema de Transporte/

Subsistema Hidroviário (HDV) e Sistema de Transporte/ Subsistema Rodoviário (ROD), conforme Figura 2.

Na modelagem conceitual as classes de objetos são agrupadas em categorias de informação. Esse agrupamento tem como parâmetro o aspecto funcional comum. Dentre as categorias de informação destaca-se o pacote de hidrografia para esta dissertação, que abrange a classe barragem. Entretanto as demais classes inseridas no modelo proposto não possuem definições pré-estabelecidas pela INDE. Segundo o Plano de Ação da INDE (CONCAR, 2017), os dados ou conjuntos de dados associados a cada uma dessas categorias da EDGV são considerados dados geoespaciais de referência na INDE.

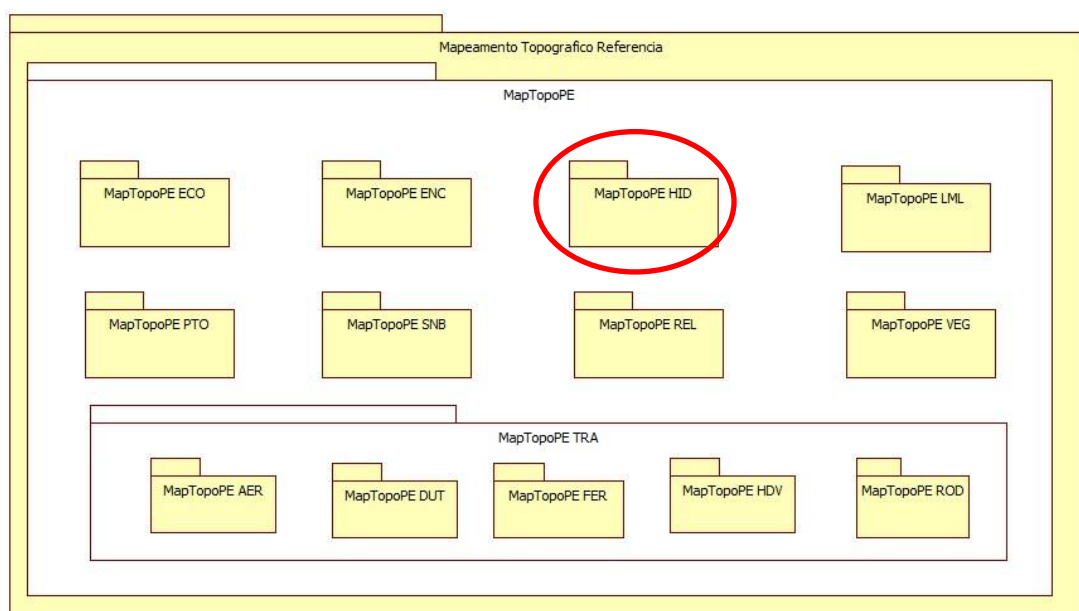


Figura 2- Pacote com as categorias de informação proposto pela EDGV, mapeamento topográficos de pequenas escalas MapTopoPE. O pacote é dividido nas categorias de informações: Energia e Comunicações (ENC), Estrutura Econômica (ECO), Hidrografia (HID), Limites e Localidades (LMD), Pontos de Referência (PTO), Relevo (REL), Saneamento Básico (SAB), Vegetação (VEG). O Sistema de Transporte (TRA) e seus subsistemas: Subsistema Aeroportuário (AER), Sistema de Transporte/ Subsistema Dutos (DUT), Sistema de Transporte/ Subsistema Ferroviário (FER), Sistema de Transporte/ Subsistema Hidroviário (HDV) e Sistema de Transporte/ Subsistema Rodoviário (ROD). Em destaque, círculo vermelho, a categoria Hidrografia usada nesta dissertação. (CONCAR, 2017).

O Plano de Ação para implantação da INDE classifica os dados em dados temáticos e dados de referência. Os dados temáticos são conjuntos de dados e informações sobre um fenômeno ou uma temática, como clima, educação, vegetação, indústria, entre outros, em uma região ou em todo o país. De acordo com CONCAR (2010), os dados de referência são definidos como:

“Conjuntos de dados que proporcionam informações genéricas de uso não particularizado, elaborados como bases imprescindíveis para o referenciamento geográfico de informações sobre a superfície do território nacional e podem ser entendidos como insumos básicos para o georreferenciamento e contextualização geográfica de todas as temáticas territoriais específicas”.

3.1.1 Projeto de Banco de Dados Espaciais

Para a implementação dos dados em sistema gerenciador de banco de dados é necessário um projeto que compreende três fases: modelagem conceitual, modelagem lógica e modelagem física ou implementação. Este mesmo método é utilizado para a modelagem de banco de dados espaciais (Figura 3).

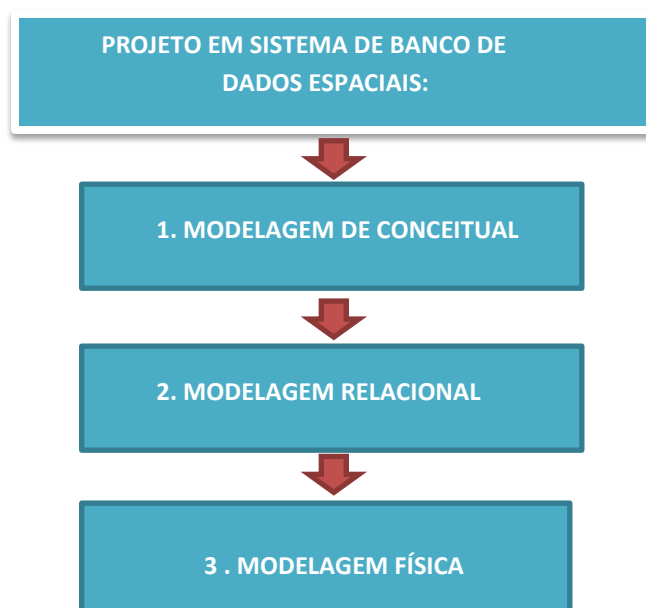


Figura 3- Fluxograma para criação do Projeto de BDG.

3.1.2 Primeira Fase: Modelagem Conceitual

A modelagem conceitual não está atrelada à implementação diretamente, seu principal objetivo é capturar a semântica do problema e as necessidades do estudo em questão (Cardoso e Cardoso, 2012).

Para a criação do modelo conceitual do Banco de Dados de Sismicidade Desencadeada por Reservatório (BDSDR) foi utilizado o modelo de dados OMT-G

(*Object Modeling Technique for Geographic Applications*). Esse modelo foi escolhido seguindo a especificação da INDE.

A partir dos estudos sobre a SDR foi definido inicialmente um modelo composto por 20 entidades: Regime de Esforço (*Stress*), Orientação da Falha, Mecanismo de Falha, Cronoestratigrafia, Estrutura, Litologia, Reservatório, Barragem, UF, Município, Hidrometria, Magnetometria, Eletromagnetometria, Gravimetria, Pluviometria, Regime de Esforço da Região, Hidrografia, Espessura Crustal, Evento Sísmico, Estação Sismográfica.

Na Figura 4 é apresentado o modelo conceitual baseado no OMT-G, desenvolvido no *software* StarUML 5.0.2.1570 e na Tabela 2 é dada uma explicação para cada relacionamento do modelo OMT-G. Relacionamento é a forma com que as classes interagem entre si para que possam apresentar fenômenos do mundo real.

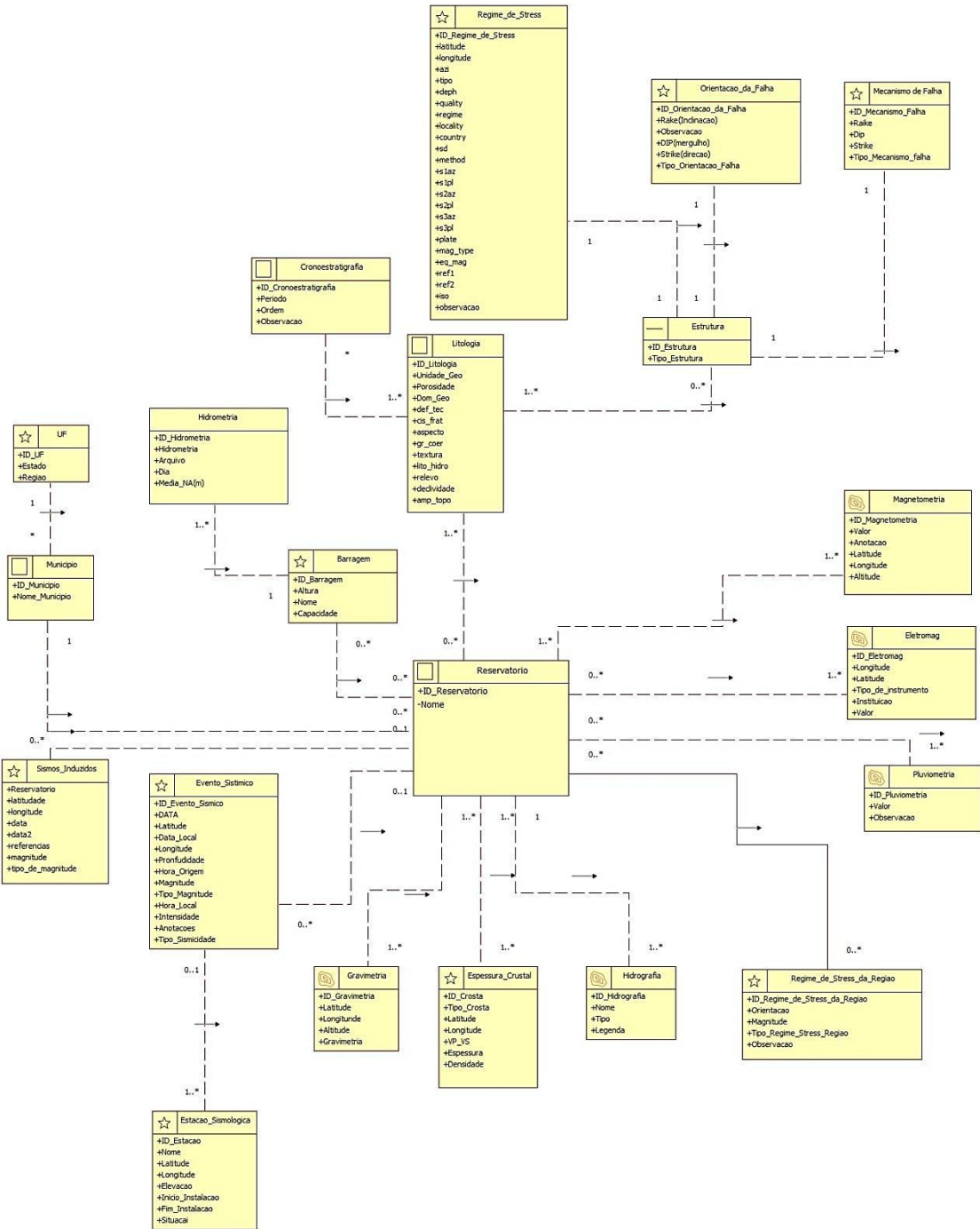


Figura 4- Modelo OMT-G do Banco de Dados de Sismicidade Desencadeada por Reservatório

Tabela 2- Explicação do modelo OMT-G do Banco de Dados de Sismicidade Desencadeada por Reservatório

Relacionamento	Descrição
Litologia e Estrutura	A estrutura é a característica da falha que está associada à litologia.
Litologia e Cronoestratigrafia	A litologia (tipo de rocha) possui um ou mais dados de cronoestratigrafia.
Reservatório e Litologia	Na área do reservatório temos um ou mais tipos de litologia.
Estrutura e Regime de Esforço (<i>Stress</i>)	O regime de esforço atua sobre as estruturas.
Estrutura e Orientação da Falha	Orientação da falha diz respeito a informações de mergulho, direção e inclinação da estrutura (falha).
Estrutura e Mecanismo da Falha	Mecanismo de falha refere-se a informação das características da estrutura.
Reservatório e Espessura Crustal	Na área do reservatório possui informações da espessura Crustal.
Reservatório e Evento Sísmico	Evento sísmico pode ocorrer na área de influência do reservatório.
Evento Sísmico e Estação Sismográfica	A estação sismográfica detecta evento sísmico.
Hidrometria e Reservatório	Os reservatórios possuem informações diárias de hidrometria.
Reservatório e Magnetometria	O reservatório possui informações de magnetometria em sua área de influência.

Reservatório e Eletromagnetometria	O reservatório possui informações de Eletromagnetometria em sua área de influência.
Reservatório e Gravimetria	O reservatório possui informações de gravimetria em sua área de influência.
Reservatório e Regime de Esforço da Região	Na área de influência do reservatório existem forças atuantes do regime de esforço.
Reservatório e Hidrografia	O reservatório faz parte da hidrografia.
Reservatório e Pluviometria	Na área do reservatório temos a influência da pluviometria.
Reservatório e Barragem	Reservatório possui barragem
Município e UF	Cada município está contido na UF

3.1.3 Segunda Fase: Modelagem Lógica

Para a criação do banco de dados da Sismicidade Desencadeada por Reservatório em um SGBD, é necessário transformar o modelo conceitual em modelo de implementação. Essa transformação consiste na conversão do modelo OMT-G para o modelo relacional (MR) que representa os dados em banco de dados como uma coleção de relações (tabelas).

É nesta fase que ocorre a identificação dos atributos-chave, imposição de integridade relacional, criação de índices únicos, tipos de dados dos atributos, bem como o tamanho dos campos ao qual a informação será armazenada. O *software* utilizado para a criação do modelo lógico foi o StarUML 5.0.21570.

A Figura 5 mostra o modelo relacional do BDSDR que foi criado a partir dessa conversão.

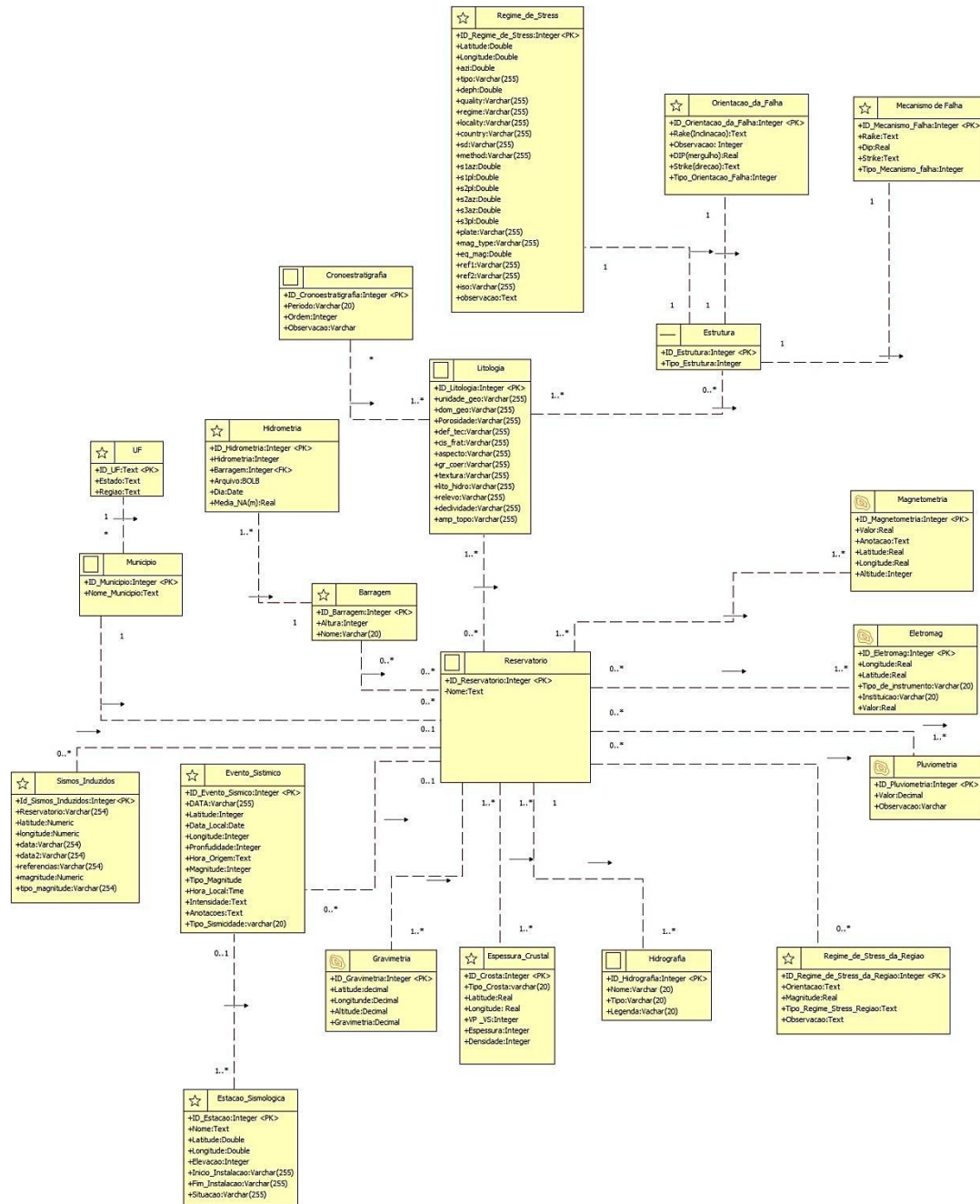


Figura 5 - Modelo relacional do Banco de Dados da Sismicidade Desencadeado por Reservatório.

3.1.4 Terceira Fase: Modelagem Física

A última fase do projeto de sistema de banco de dados é produzir o esquema físico, que depende do sistema gerenciador de banco de dados (SGBD) utilizado (Cardoso e Cardoso, 2012). O SGBD é um software genérico que manipula o banco de dados e tem a capacidade de fazer mudanças na estrutura lógica e física do banco de

dados sem reprogramação dos programas de aplicação. O grau de independência dos dados é mais elevado que nos sistemas mais antigos (Teorey et al., 2014).

Segundo Medeiros (2012), para a gerência de bancos de dados faz-se uso do *software* gerenciador de banco de dados (SGBD). O desenvolvimento do banco de dados espacial, em ambiente Linux, foi utilizado o PostgreSQL 9.3 com extensão *raster*, o PostGIS 2.4, pgAdim III e do Quantum GIS (QGIS) versão 2.14.

A maioria dos sistemas gerenciadores de banco de dados não suportam a implementação de dados espaciais de forma nativa, sendo necessário o uso de extensões espaciais. A extensão utilizada na implementação do BDSDR foi a PostGIS 2.4. O PostgreSQL é um sistema gerenciador de banco de dados objeto-relacional de código aberto, ou seja fornece o direito de estudar, modificar e distribuir o *software* de forma gratuita para qualquer um e para qualquer finalidade. Objeto-relacional refere-se ao sistema de banco de dados espaciais otimizados para armazenar e consultar dados relacionados aos objetos no espaço, incluindo pontos, linhas e polígonos (Elmasri e Navathe, 2011).

3.1.5 Visualizador Web

Um visualizador web consiste em um mapa interativo em uma aplicação que possibilita ao usuário interagir com elementos presentes no mapa, podendo obter informações acerca destes elementos.

Para a criação do visualizador web, no qual denominamos de RISBRA (*Reservoir Induced Seismicity in Brazil*), foi utilizado a biblioteca leaflet, o Node.js e o Redis. Leaflet é uma biblioteca JavaScript de código aberto para mapas interativo que fornece um grande instrumento para implementação de aplicações de mapas para interação via browser (Leaflet, 2018). Redis é uma estrutura de dados do servidor com aplicação de código aberto em rede (Redis, 2018). Por fim o Node.js é um interpretador de código aberto JavaScript que foca em migrar o JavaScript do lado cliente para o lado servidor (Node.js, 2018).

3.1.5.1 Descrição do processo de implementação do visualizador

A implementação do mapa interativo, onde pode ser visualizado em um navegador web, foi desenvolvido em duas partes: configuração do ambiente de desenvolvimento e criação de um aplicativo web. A configuração baseia-se na construção de uma API para tratar dados geográficos e a configuração de um servidor

Node.js com *PostgreSQL* e *Redis*. A criação do aplicativo tem por objetivo a visualização dos dados da API construída.

O trabalho foi desenvolvido no ambiente Linux, mais especificamente o Linux Mint Rosa 17.3 e o banco de dados utilizado foi o Banco de Dados de Sismos Desencadeado por Reservatório – BDSDR. A aplicação ficou estruturada da seguinte maneira:

- *app/* - A origem do aplicativo da web front-end.
- *public/* - O código front-end compilado.
- *server/* - O código do servidor da API do *Node.js*.
- *geojson_preview* – Uma página html (*hypertext markup language*) para visualizar os dados *geojson* em um mapa.

Em *app* estão os arquivos componentes, *services*, os arquivos: *css_variables.scss*, *main.htm*, *main.js* e *main.scss*. Nos componentes estão os códigos para o painel que apresenta os dados da região selecionada, em *layer-painel* estão os códigos para gerar o *layer*, responsáveis por mostrar cada uma das entidades de interesse presentes no banco de dados e em *map* estão os códigos responsáveis por renderizar o mapa no navegador web e os códigos para adicionar ao mapa cada entidade requerida do banco de dados. Além do arquivo *componente.js* que é o responsável pelo eventos relacionados à *clicks* no mapa.

Em *public* temos os arquivos: *imagens*, *bundle.js* e *index.html*. Onde em “*imagens*” encontram-se todas as imagens de ícones renderizados no mapa. Em *server* possuímos os arquivos de API, *cache*, *database*, *index* e *logger*. Em *api.js* estão as rotas de acesso ao banco de dados via API. Em *cache* estão os códigos responsáveis por implementar o código do módulo o cache do *Redis*. Já no arquivo *database.js* temos todas as instruções SQL para acesso a dados do banco de dados BDSDR. Finalmente em *index* temos os códigos para o servidor.

Em *geojson_preview*, temos o html para testar os pontos retornados pela API e verificar se os dados retornados são os esperados.

Para a exibição de todos os dados referentes ao BDSDR, georreferenciados no mapa, foi necessário adicionar todos os pontos de extremidades no *Geojson*. Na Figura 6 temos o exemplo de consulta referente a comandos *selects* para acesso aos dados do banco (BDSDR). Para cada *select* foi elaborado uma rota para que o navegador pudesse buscar os dados solicitados. Na Figura 7 é demonstrado trecho de código referente aos *routers* de acesso banco de dados por meio de uma url digitada no *browser*.

```

/** Query the Barragem as geojson */
getBarragemPoints: async () => {
  const BarragemQuery = 'SELECT ST_AsGeoJSON(spatial_data), nome, id_barragem FROM "BARRAGEM" LIMIT(50);'
  const result = await client.query(BarragemQuery)
  return result.rows
},

getBarragemInfo: async (id) => {
  const BarragemQuery = 'SELECT ST_AsGeoJSON(spatial_data), altura as altura FROM "BARRAGEM" WHERE id_barragem = $1 LIMIT(1);'
  const result = await client.query(BarragemQuery,[ id ])
  return result.rows[0]
},

/** Query the reservatorio boundaries */
getReservatorioBoundaries: async () => {
  const boundaryQuery = 'SELECT ST_AsGeoJSON(spatial_data), nome, id_reservatorio FROM "RESERVATORIO" where id_reservatorio=68 or id_reservatorio=62 or
_reservatorio=56 or id reservatorio=119 or id reservatorio=2;'
  const result = await client.query(boundaryQuery)
  return result.rows
},

/** Calculate the area of a given region, by id */
getRegionSize: async (id) => {
  const sizeQuery = 'SELECT ST_AREA(spatial_data::geography) as size FROM "RESERVATORIO" WHERE id_reservatorio = $1 LIMIT(1);'
  const result = await client.query(sizeQuery, [ id ])
  return result.rows[0]
},

/** Query the estacoes sismologicas */
getEstacaoSismologicas: async () => {
  const boundaryQuery = 'SELECT ST_AsGeoJSON(spatial_data), id_estacao, nome, elevacao,situacao FROM "ESTACAO_SISMOLOGICA" LIMIT(50);'
  const result = await client.query(boundaryQuery)
  return result.rows
},

getEstacaoSismologicaInfo: async (id) => {

```

Figura 6- Exemplos de comandos *selects* para acesso a dados contidos no BDSDR.

```

// Check that id param is valid number
const idValidator = validate({
  params: { id: joi.number().min(0).max(500000).required() }
})

router.get('/BARRAGEM', async ctx => {
  //const nome = ctx.params.nome
  const results = await database.getBarragemPoints()
  if (results.length === 0) { ctx.throw(404) }

  // Add row metadata as geojson properties
  const barragem = results.map((row) => {
    let geojson = JSON.parse(row.st_asgeojson)
    geojson.properties = { name: row.nome, id: row.id_barragem }
    return geojson
  })

  ctx.body = barragem
})

// Respond with calculated area of reservatorio, by id
router.get('/BARRAGEM/:id/info',idValidator ,async ctx => {
  const id = ctx.params.id
  const result = await database.getBarragemInfo(id)
  if (!result) { ctx.throw(404) }
  const info = result.altura
  ctx.body = info
})

// Respond with boundary geojson for all reservatorios
router.get('/RESERVATORIO', async ctx => {
  const results = await database.getReservatorioBoundaries()
  if (results.length === 0) { ctx.throw(404) }

```

Figura 7- trecho de código referente aos *routers* de acesso ao banco de dados por meio de uma url digitada no browser.

Após a construção da API inicializou-se o processo de construção do mapa interativo, onde foi adicionada a classe base *component* que possui todos os componentes que serão estendidos. A classe *component* é responsável por: carregar o modelo html do componente no ID do espaço reservado, atribuir cada elemento DOM com uma *ref tag* para *this.refs* e vincular os retornos de chamada do *listener* de eventos da janela para os tipos de eventos que foram fornecidos. Após adicionar a classe

Component foi inserido o componente do mapa que é responsável por realizar a renderização do mapa.

Foi criado um *menu*, nomeado de *LAYERS*, no qual estão todas as tabelas das quais há interesse em apresentar alguma informação. A Figura 8 apresenta a página inicial do RISBRA e também é possível identificar a tabela *layers*, que é fixa e pode ser acessada a qualquer tempo pelo usuário. Se o usuário desejar ele pode selecionar um ou mais itens no *menu*. Todos os elementos estão georeferenciados no mapa do Brasil. A ferramenta de zoom no canto inferior direito da tela permite expandir o mapa até o nível de ruas.

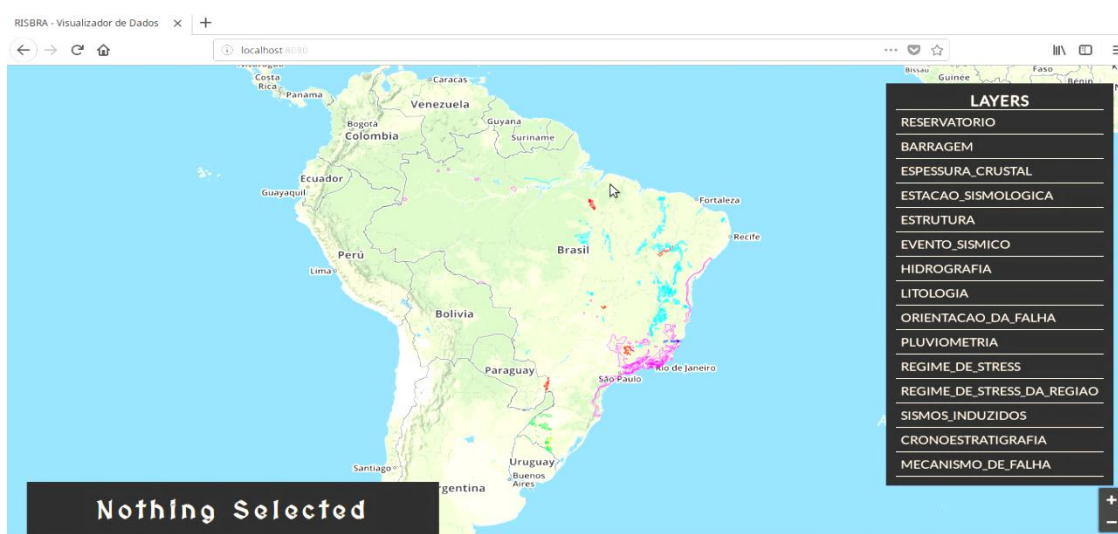


Figura 8- Interface do RIBRAS, tela inicial.

Para mostrar a informação de cada entidade visualizada no mapa foram inseridos métodos responsáveis por chamar a API para recuperar as informações sobre o item selecionado e gerar o HTML para exibir as informações recuperadas. Essas informações são apresentadas em um painel situado à esquerda do navegador web no canto inferior (Figura 9). Cada elemento geográfico do mapa extraído do banco de dados BDSDR possui uma cor específica no mapa e um símbolo convencional.

No apêndice, ao final deste volume, encontram-se mais imagens da interface visualizador web.

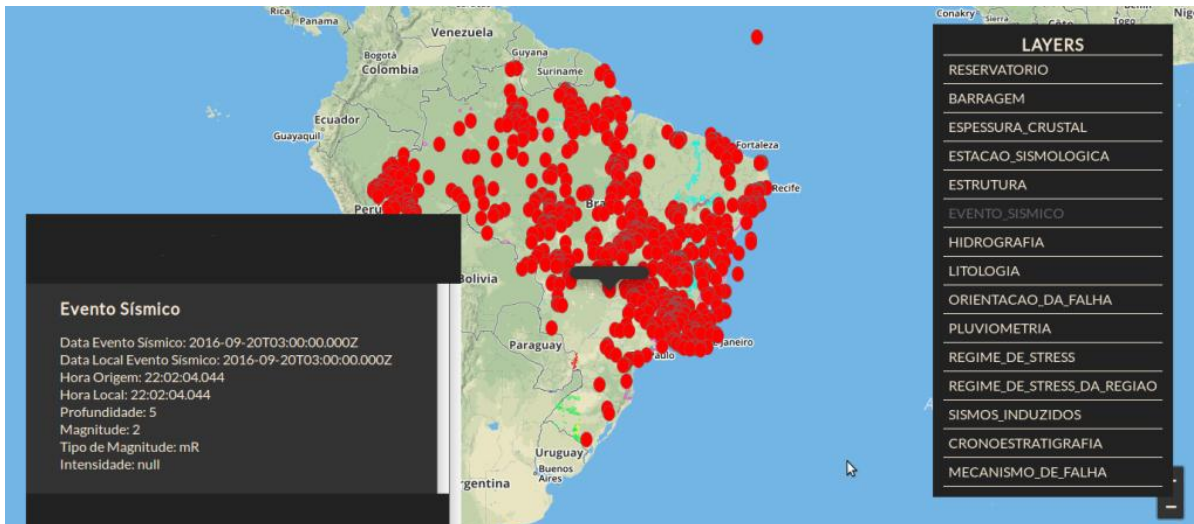


Figura 9- Os sismos estão representados por bolinhas vermelhas e a tabela a esquerda com informações referentes ao layer evento sísmico.

**CAPÍTULO 4. ARTIGO – IMPLEMENTAÇÃO DE SISMOS
DESENCADEADOS POR RESERVATÓRIO BRASILEIROS EM
SISTEMA DE BANCO DE DADOS ESPACIAIS**

Implementação de Sismos Desencadeados por Reservatório Brasileiros em Sistema de Banco de Dados Espaciais

Eveline Alves Sayão¹, George Sand de França¹, Maristela Terto de Holanda²

¹ Observatório Sismológico- Instituto de Geociências – Universidade de Brasília

² Departamento de Ciência da Computação – Universidade de Brasília

RESUMO

Após a confirmação de que o represamento de grandes reservatórios em todo o mundo poderia causar terremotos, os estudos de Sismicidade Desencadeada por Reservatório (SDR) tiveram impulso científico considerável. A maioria dos estudos atribui o crescimento do esforço vertical, devido à carga do reservatório, e redução no esforço efetivo, devido ao crescimento da pressão nos poros, pode modificar o regime dos esforços na região do reservatório, podendo desencadear sismos. Além disso, a SDR está condicionada a vários fatores como: esforços tectônicos preexistentes, tamanho/peso do reservatório, condições geológicas e hidromecânicas específicas da área, interação construtiva entre a orientação dos esforços sismotectônicos, dinâmica de variação do nível d'água do lago e carga suplementar causada pelo reservatório. Um dos maiores desafios para o estudo da SDR é identificação e correlação dos fatores, na área de influência do reservatório, que podem influenciar no próprio processo de SDR. Para auxiliar nesse âmbito foi criado um banco de dados espaciais de sismicidade desencadeada por reservatório (BDSDR), com base nas especificações da infraestrutura nacional de dados espacial (INDE), reunindo dados pertinentes ao estudo da SDR na área dos reservatórios. Neste contexto, foi apresentado neste trabalho os procedimentos e resultados encontrados no processamento dos dados de fatores sismotectônicos (altura da barragem, volume do reservatório, geologia e nível de sismicidade) em comparação com as barragens que desencadearam sismos e o catálogo de barragens brasileiras. Aqui atualizamos o catálogo brasileiro de SDR de 26 casos para 30. Foi possível concluir que a ocorrência de SDR aumenta significativamente com a altura da barragem. Barragens com menos de 50 m de altura têm apenas 2% de porcentagem de causar sismos e as com mais de 100 m têm cerca de 54%. O volume do reservatório também tem influência estimamos para ocorrência de SDR o limitante de valor mínimo de $1 \times 10^4 \text{ km}^3$. Não foi encontrada nenhuma correlação clara da geologia e províncias geológicas com a SDR. O tempo de resposta dos reservatórios os casos de resposta atrasada representam 43% no total, ou seja, quase metade deles apresenta comportamento hidráulico. Para máximas magnitudes constatamos que a maioria dos eventos ocorre em reservatórios com volumes maiores que 10^3 km^3 e magnitude máxima de 4.2. Como resultado prático, para auxiliar as análises por parte da comunidade geral, foi desenvolvido o visualizador web, RISBRA (*Reservoir Induced Seismicity in Brasil*), que servirá como uma plataforma interativa dos dados do BDSDR.

Palavras-chaves: Sismicidade Desencadeada por Reservatório, Banco de Dados Espaciais, Barragem.

1. INTRODUÇÃO

O fenômeno da Sismicidade Desencadeada por Reservatório (SDR) foi observado pela primeira vez em meados da década de 1930, com o enchimento do Lago Mead do Reservatório Hoover (Estados Unidos), e, posteriormente na década de 60, com as ocorrências nos reservatórios Hsinfengiang (China), Kariba (Zâmbia), Kremasta (Grécia) e Koyna (Índia) (Figura10). O enchimento de grandes reservatórios, a exploração de minas subterrâneas, a injeção de fluidos de alta pressão em poços profundos, a remoção de fluidos na exploração de petróleo e os efeitos posteriores a

grandes explosões nucleares podem provocar sismos. Entre esses, destacamos o fenômeno da SDR que está relacionado com obras de geoengenharia, por conseguinte, pode apresentar grandes impactos sociais, econômicos, ambientais, jurídicos etc.

O primeiro caso de SDR no Brasil foi em 1971 com sismo de magnitude 3,7 e intensidade V-VI (MM) no reservatório de Carmo do Cajuru/MG. Atualmente, são conhecidos cerca de 185 casos de SDR no mundo, dos quais 30 são no Brasil (Foulger et al., 2017; Wilson et al., 2017).

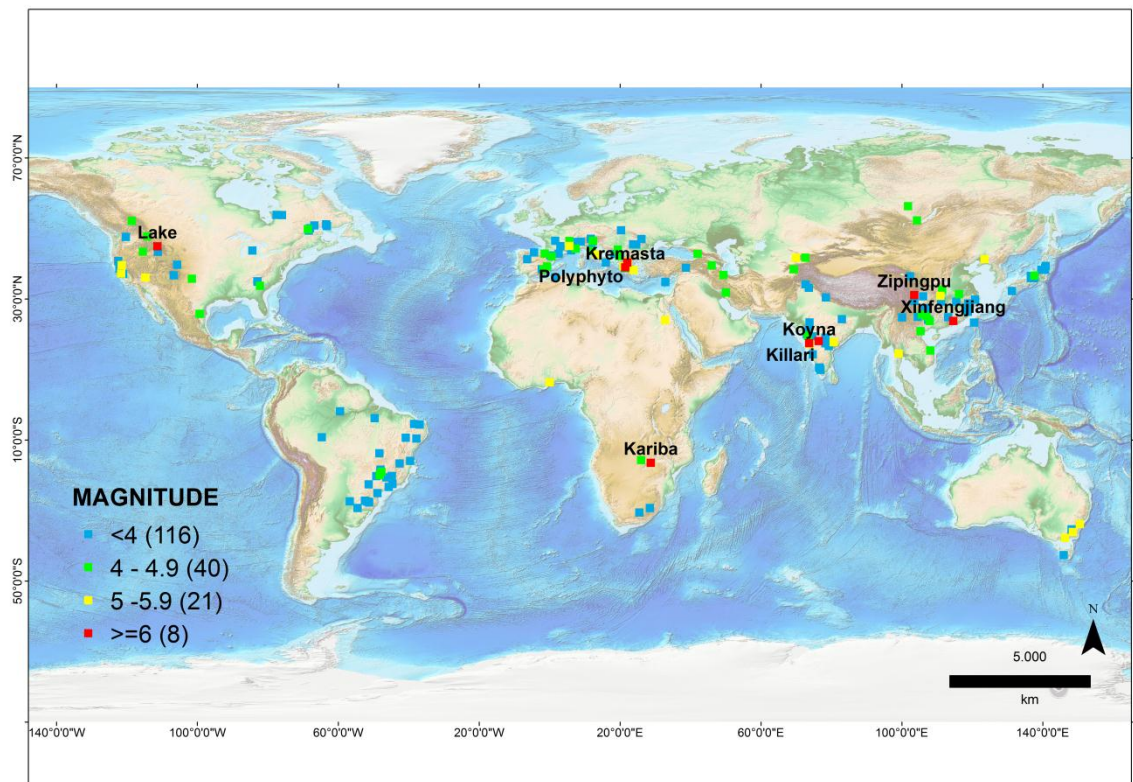


Figura 10- Sismos desencadeados por reservatórios no mundo.

Existe uma grande quantidade de estudos sobre os reservatórios que apresentam SDR, entretanto há poucos trabalhos que correlacionam informações físicas e geológicas, como possíveis agentes de sismos desencadeados. Deste modo, este trabalho propõe apresentar os procedimentos e resultados encontrados no processamento dos dados de fatores sismogênicos (altura, volume, área, geologia e nível de sismicidade local) em comparação com as barragens que desencadearam sismos e o catálogo de barragens brasileiras. Para isso, foi desenvolvido um modelo de banco de dados espaciais dos reservatórios e suas características geológicas e geofísicas.

Este trabalho tem como base os trabalhos desenvolvidos pela Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR, 2010) e a Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais de Defesa da Força Terrestre - ET-EDGV (Brasil, 2015, 2016). Estas especificações ainda estão em desenvolvimento, motivo pelo qual ainda não representam adequadamente os diagramas do sistema de barragem. Com a quantidade de informações e efeitos prováveis que corroboram a SDR, se faz necessário integrar todas e quaisquer informações dentro de um padrão, seguindo à Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE).

O trabalho baseia-se no modelo OMT-G (*Object Modeling Technique for Geographic Applications*) (Davis Jr., 2000; Borges et al., 2001; Borges et al., 2005) utilizado também nestas documentações. Esse modelo tem por finalidade ser mais fiel à realidade a ser modelada, utilizando um conjunto menor de objetos gráficos do que seria utilizado em outros modelos para dados geográficos.

2. BANCO DE DADOS E VISUALIZADOR WEB

A motivação para criação do Banco de Dados de Sismicidade Desencadeada por Reservatório (BDSDR) se deu a partir das pesquisas nos casos ocorridos em Reservatórios brasileiros e a constatação de que as informações, pertinentes ao estudo, são dispersas, limitando-se à apresentação de casos isolados ou à listagem com os locais de ocorrências.

O banco de dados tem por objetivo agrupar todas as informações possíveis de cada reservatório que possam auxiliar no estudo da SDR, como física, estrutural, geológica e geofísica, armazenadas de modo padronizado, disponíveis para acesso e compartilhamento.

2.1 Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE)

O órgão responsável pela elaboração de estruturas de dados espaciais é a Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR) que está vinculada ao antigo Ministério do Planejamento Orçamento e Gestão, incorporado, em 2019, ao Ministério da Economia. A CONCAR é responsável pela elaboração das especificações técnicas referentes aos dados espaciais para compor a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), regulamentada pelo decreto nº 6.666/2008. Segundo esse decreto, a INDE é um conjunto integrado de tecnologias, políticas, mecanismos e procedimentos

de coordenação e monitoramento, padrões e acordos, necessários para facilitar e ordenar a geração, o armazenamento, o acesso, o compartilhamento, a disseminação e o uso dos dados geoespaciais de origem federal, estadual, distrital e municipal (Brasil, 2008).

Uma infraestrutura de dados espaciais define padrões para os dados que a compõem, podendo ser apresentada na forma de Especificação Técnica. Em 2006, a CONCAR constituiu o Comitê Especializado para Estruturação da Mapoteca Nacional Digital (CEMND), que desenvolveu as Especificações Técnicas para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-EDGV) para aplicação no Sistema Cartográfico Nacional e na INDE (Concar, 2017).

As especificações propostas para a EDGV (CONCAR, 2017) dividem o espaço geográfico brasileiro em dois grupos. O primeiro apresenta as categorias das classes de objetos produzidos usualmente nos Mapeamentos Topográficos de Pequenas Escalas (MapTopoPE), elaborada no Mapeamento Sistemático do SCN (escalas de 1:25.000 e menores). O segundo grupo apresenta as categorias das classes de objetos que são normalmente adquiridas nos mapeamentos topográficos de grandes escalas. Para o modelo deste trabalho usaremos somente o modelo topográfico de pequenas escalas.

O MapTopoPE está dividido em 14 categorias de informações: Energia e Comunicações (ENC), Estrutura Econômica (ECO), Hidrografia (HID), Limites e Localidades (LMD), Pontos de Referência (PTO), Relevo (REL), Saneamento Básico (SAB), Vegetação (VEG), Sistema de Transporte (TRA), Sistema de Transporte/Subsistema Aeroportuário (AER), Sistema de Transporte/ Subsistema Dutos (DUT), Sistema de Transporte/Subsistema Ferroviário (FER), Sistema de Transporte/Subsistema Hidroviário (HDV) e Sistema de Transporte/Subsistema Rodoviário (ROD), conforme Figura 11.

Na modelagem conceitual as classes de objetos são agrupadas em categorias de informação. Esse agrupamento tem como parâmetro o aspecto funcional comum. Dentre as categorias de informação destaca-se o pacote de hidrografia para esta dissertação, que abrange a classe barragem. Entretanto as demais classes inseridas no modelo proposto não possuem definições pré-estabelecidas pela INDE. Segundo o Plano de Ação da INDE (CONCAR, 2017), os dados ou conjuntos de dados associados a cada uma dessas categorias da EDGV são considerados dados geoespaciais de referência na INDE.

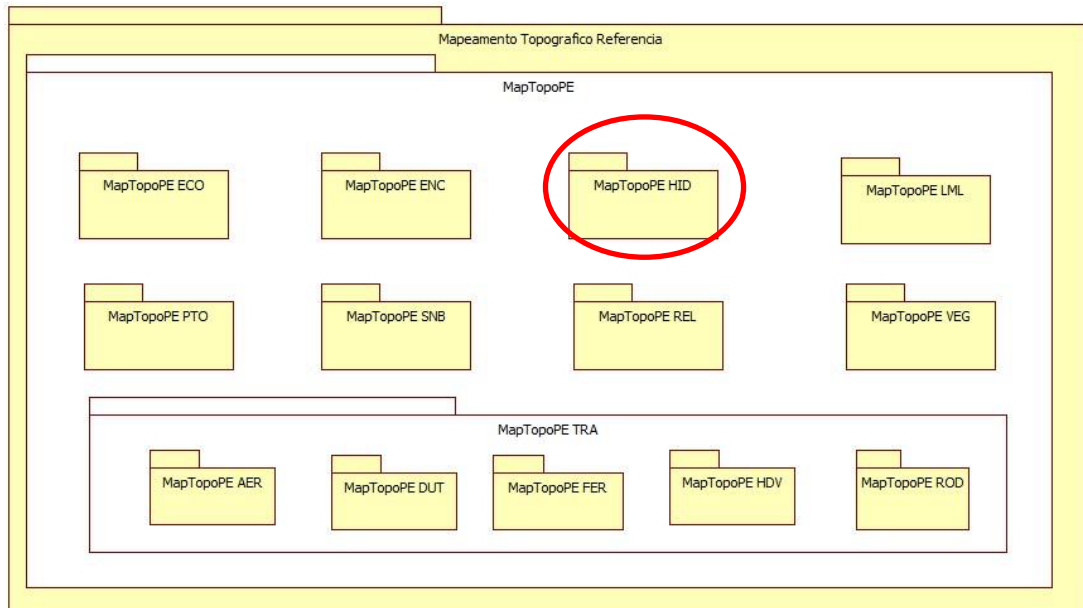


Figura 11- Pacote com as categorias de informação proposto pela EDGV, mapeamento topográficos de pequenas escalas MapTopoPE. O pacote é dividido nas categorias de informações: Energia e Comunicações (ENC), Estrutura Econômica (ECO), Hidrografia (HID), Limites e Localidades (LMD), Pontos de Referência (PTO), Relevo (REL), Saneamento Básico (SAB), Vegetação (VEG). O Sistema de Transporte (TRA) e seus subsistemas: Subsistema Aeroportuário (AER), Sistema de Transporte/ Subsistema Dutos (DUT), Sistema de Transporte/ Subsistema Ferroviário (FER), Sistema de Transporte/ Subsistema Hidroviário (HDV) e Sistema de Transporte/ Subsistema Rodoviário (ROD). Em destaque, círculo vermelho, a categoria Hidrografia usada nesta dissertação. (CONCAR, 2017).

O Plano de Ação para implantação da INDE classifica os dados em dados temáticos e dados de referência. Os dados temáticos são conjuntos de dados e informações sobre um fenômeno ou uma temática, como clima, educação, vegetação, indústria, entre outros, em uma região ou em todo o país. De acordo com CONCAR (2010), os dados de referência são definidos como:

“Conjuntos de dados que proporcionam informações genéricas de uso não particularizado, elaborados como bases imprescindíveis para o referenciamento geográfico de informações sobre a superfície do território nacional e podem ser entendidos como insumos básicos para o georreferenciamento e contextualização geográfica de todas as temáticas territoriais específicas”.

2.1.1 Projeto de Banco de Dados Espaciais

Para a implementação dos dados em sistema gerenciador de banco de dados é necessário um projeto que compreende três fases: modelagem conceitual, modelagem

lógica e modelagem física ou implementação. Este mesmo método é utilizado para a modelagem de banco de dados espaciais (Figura 12).

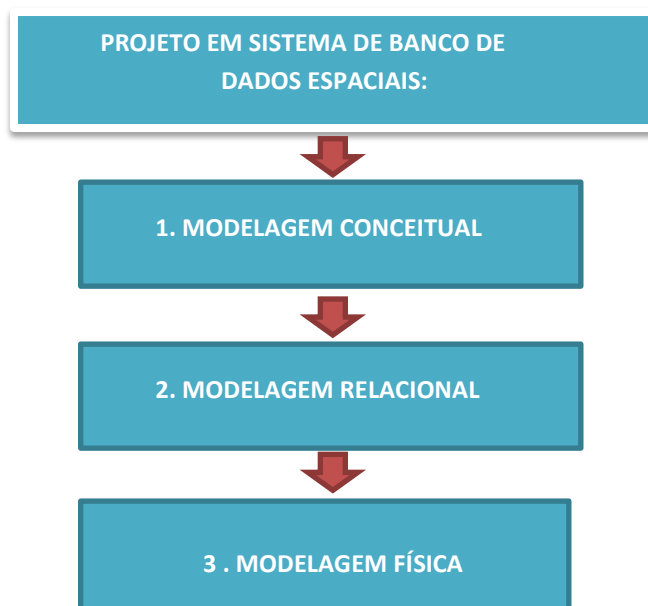


Figura 12- Fluxograma para criação do Projeto de BDG.

2.1.2 Primeira Fase: Modelagem Conceitual

A modelagem conceitual não está atrelada à implementação diretamente, seu principal objetivo é capturar a semântica do problema e as necessidades do estudo em questão (Cardoso e Cardoso, 2012).

Para a criação do modelo conceitual do Banco de Dados de Sismicidade Desencadeada por Reservatório (BDSDR) foi utilizado o modelo de dados OMT-G (*Object Modeling Technique for Geographic Applications*). Esse modelo foi escolhido seguindo a especificação da INDE.

A partir dos estudos sobre os metadados dos arquivos dos dados sismológicos foi definido inicialmente um modelo composto por 20 entidades: Regime de Esforço (*Stress*), Orientação da Falha, Mecanismo de Falha, Cronoestratigrafia, Estrutura, Litologia, Reservatório, Barragem, UF, Município, Hidrometria, Magnetometria, Eletromagnetometria, Gravimetria, Pluviometria, Regime de Esforço da Região, Hidrografia, Espessura Crustal, Evento Sísmico, Estação Sismográfica.

Na Figura 13 é apresentado o modelo conceitual baseado no OMT-G, desenvolvido no *software* StarUML 5.0.2.1570 e na Tabela 3 é dada uma explicação

Tabela 3- Explicação do modelo OMT-G do Banco de Dados de Sismicidade Desencadeada por Reservatório.

Relacionamento	Descrição
Litologia e Estrutura	A estrutura é a característica da falha que está associada à litologia.
Litologia e Cronoestratigrafia	A litologia (tipo de rocha) possui um ou mais dados de cronoestratigrafia.
Reservatório e Litologia	Na área do reservatório temos um ou mais tipos de litologia.
Estrutura e Regime de Esforço (<i>Stress</i>)	O regime de esforço atua sobre as estruturas
Estrutura e Orientação da Falha	Orientação da falha diz respeito a informações de mergulho, direção e inclinação da estrutura (falha).
Estrutura e Mecanismo da Falha	Mecanismo de falha refere-se a informação das características da estrutura.
Reservatório e Espessura Crustal	Na área do reservatório possui informações da espessura Crustal.
Reservatório e Evento Sísmico	Evento sísmico pode ocorrer na área de influência do reservatório
Evento Sísmico e Estação Sismográfica	A estação sismográfica detecta evento sísmico.
Hidrometria e Reservatório	Os reservatórios possuem informações diárias de hidrometria.
Reservatório e Magnetometria	O reservatório possui informações de

	magnetometria em sua área de influência.
Reservatório e Eletromagnetometria	O reservatório possui informações de Eletromagnetometria em sua área de influência.
Reservatório e Gravimetria	O reservatório possui informações de gravimetria em sua área de influência.
Reservatório e Regime de Esforço da Região	Na área de influência do reservatório existem forças atuantes do regime de esforço.
Reservatório e Hidrografia	O reservatório faz parte da hidrografia.
Reservatório e Pluviometria	Na área do reservatório temos a influência da pluviometria.
Reservatório e Barragem	Reservatório possui barragem
Município e UF	Cada município está contido na UF

2.1.3 Segunda Fase: Modelagem Lógica

Para a criação do banco de dados da Sismicidade Desencadeada por Reservatório em um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD), é necessário transformar o modelo conceitual em modelo de implementação. Essa transformação consiste na conversão do modelo OMT-G para o modelo relacional (MR) que representa os dados em banco de dados como uma coleção de relações (tabelas).

É nesta fase que ocorre a identificação dos atributos-chave, imposição de integridade relacional, criação de índices únicos, tipos de dados dos atributos, bem como o tamanho dos campos ao qual a informação será armazenada. O *software* utilizado para a criação do modelo lógico foi o StarUML 5.0.21570.

A Figura 14 mostra o modelo relacional do BDSDR que foi criado a partir dessa conversão.

2.1.4 Terceira Fase: Modelagem Física

A última fase do projeto de sistema de banco de dados é produzir o esquema físico, que depende do Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) utilizado (Cardoso e Cardoso, 2012). O SGBD é um software genérico que manipula o banco de dados e tem a capacidade de fazer mudanças na estrutura lógica e física do banco de dados sem reprogramação dos programas de aplicação. O grau de independência dos dados é mais elevado que nos sistemas mais antigos (Teorey et al., 2014).

Segundo Medeiros (2012), para a gerência de bancos de dados faz-se uso do *software* gerenciador de banco de dados (SGBD). O desenvolvimento do banco de dados espacial, em ambiente Linux, foi utilizado o PostgreSQL 9.3 com extensão *raster*, o PostGIS 2.4, pgAdim III e do Quantum GIS (QGIS) versão 2.14.

A maioria dos sistemas gerenciadores de banco de dados não suportam a implementação de dados espaciais de forma nativa, sendo necessário o uso de extensões espaciais. A extensão utilizada na implementação do BDSDR foi a PostGIS 2.4. O PostgreSQL é um sistema gerenciador de banco de dados objeto-relacional de código aberto, ou seja fornece o direito de estudar, modificar e distribuir o *software* de forma gratuita para qualquer um e para qualquer finalidade. Objeto-relacional refere-se ao sistema de banco de dados espaciais otimizados para armazenar e consultar dados relacionados aos objetos no espaço, incluindo pontos, linhas e polígonos (Elmasri e Navathe, 2011).

2.2 Visualizador web

Um visualizador web consiste em um mapa interativo em uma aplicação que possibilita ao usuário interagir com elementos presentes no mapa, podendo obter informações acerca desses elementos.

Para a criação do visualizador web, no qual denominamos de RISBRA (*Reservoir Induced Seismicity in Brazil*), foi utilizado a biblioteca *leaflet*, o *Node.js* e o *Redis*. *Leaflet* é uma biblioteca *JavaScript* de código aberto para mapas interativo que fornece grande instrumental para implementação de aplicações de mapas para interação via *browser* (Leaflet, 2018). *Redis* é uma estrutura de dados do servidor com aplicação de código aberto em rede (Redis, 2018). Por fim o *Node.js* é um interpretador de código

aberto *JavaScript* que foca em migrar o *JavaScript* do lado cliente para o lado servidor (Node.js, 2018).

Desenvolvemos um menu, nomeado de *LAYERS*, no qual estão todas as tabelas do banco que são possíveis de representação no mapa. A Figura 15 mostra a interface do RISBRA e o ícone sísmos selecionado. Na imagem identifica-se a tabela *layers*, onde estão dispostos os dados que podem ser acessados a qualquer tempo pelo usuário (Reservatório, Barragem, Espessura Crustal, Estação Sismográfica, Estrutura, Evento Sísmico, Hidrografia, litologia, Orientação da Falha, Pluviometria, Regime de Esforço, Sísmos Desencadeados, Cronoestratigrafia, e Mecanismo de Falha). Os dados são dispostos no mapa interativo com ícones com simbologia convencional de diferentes formatos e cores. Todos os elementos estão georreferenciados no mapa do Brasil. A ferramenta de zoom no canto inferior direito da tela permite expandir o mapa até o nível de ruas.

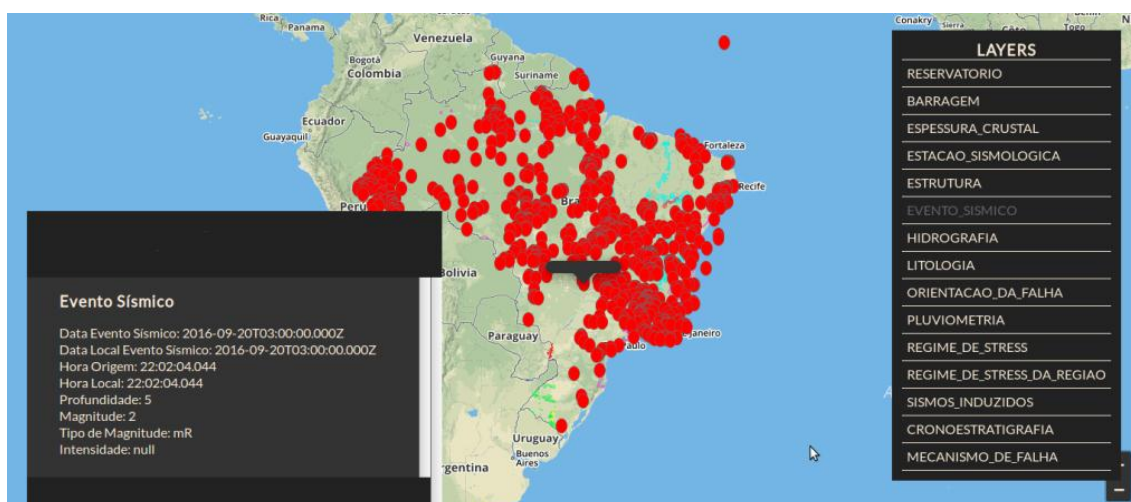


Figura 15- Exemplo de pesquisa no RISBRA para sismicidade brasileira. Os eventos sísmicos estão representados por bolinha vermelha e tabela a esquerda com informações referentes a esse layer evento sísmico.

3. ATUALIZAÇÃO DE SISMICIDADE DESENCADEADA NO BRASIL PARA BANCO DE DADOS

Dados vinculados à geologia e/ou geofísica são por sua vez dispersos, variando de reservatório para reservatório. A bibliografia brasileira de estudos de barragens apresenta casos isolados e listagem geral dos casos. Marza et al. (1999) foram os pioneiros na criação do catálogo de Sismicidade Desencadeada por Reservatório e posteriormente atualizado por Assumpção et al. (2002), França et al. (2010) e Barros et

al. (2018). Entretanto, até o presente momento não foi estabelecido um banco de dados sistemáticos contendo essas informações.

De 1966 até 2018, foram catalogados 626 eventos caracterizados como SDR, com recorrência sísmica em diversas barragens, sendo a maior de magnitude de 4.2 nas barragens Porto Colômbia e Volta Grande, na fronteira entre os estados de Minas Gerais e São Paulo. A Figura 16 mostra o histograma com 367 eventos com magnitude maior que 1, usamos o boletim sísmico disponível no site www.sismo.iag.usp.br e o SISBRA (boletim brasileiro catalogado pelo SIS-UnB). Esse histograma mostra claramente os enxames sísmicos em 2003 nas barragens de Itapebi e Carmo Cajuru, em 2006-2008 em Lajeado e Nova Ponte. Esses enxames foram bem monitorados com rede locais. O histograma reflete também mostra o aumento do monitoramento e construções de barragens a partir de 2002 (Oliveira, 2018).

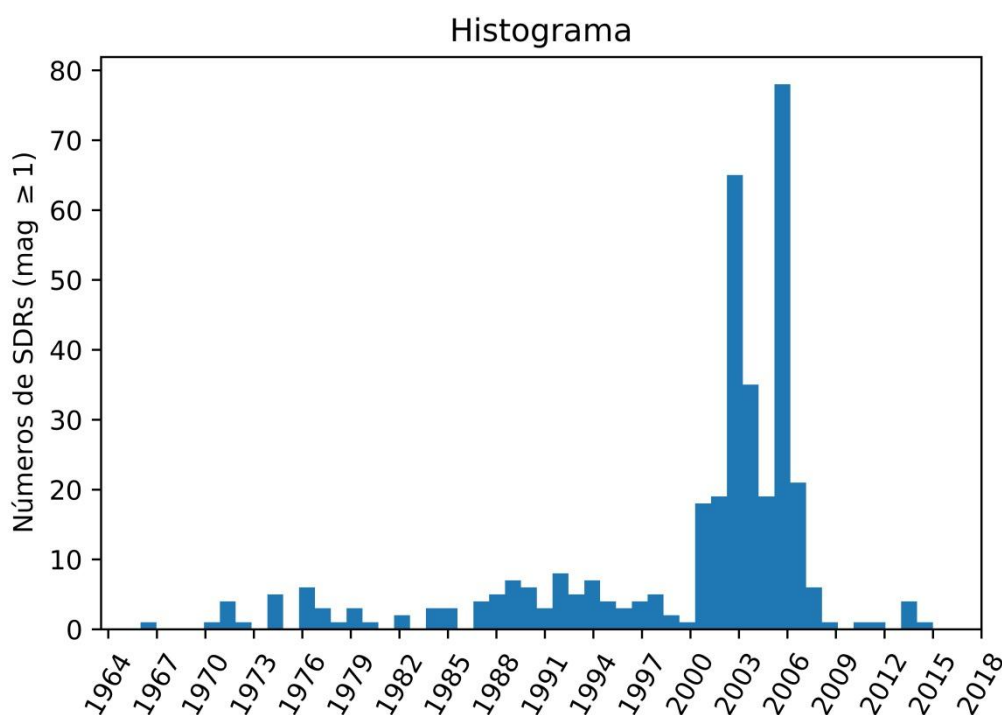


Figura 16- Histograma do número de SDR com magnitude maior do que 1, por ano.

Neste trabalho comparamos os casos de SDR, usando um catálogo unificado (Tabela 4), onde consideramos a máxima magnitude ocorrida em cada barragem com o catálogo revisado de todas as barragens brasileiras. O objetivo é estimar o potencial de desencadear sismos de acordo com a altura da barragem, volume do reservatório,

geologia e nível de sismicidade. Deste modo, utilizamos os dados do Comitê Brasileiro de Barragens que constam no Cadastro Nacional de Barragens um total de 1413 barragens com diversas finalidades. Seleccionamos reservatórios com as finalidades de produzir eletricidade (as hidrelétricas), combate à seca (reservatório de Açú) e irrigação (reservatório de Castanhão) e com altura de no mínimo 20 m, totalizando 348 unidades. Foram descartadas barragens desta altura com referência em trabalhos anteriores (p.e. Assumpção et al. 2002) e essas barragens têm probabilidade baixa de gerar sismos.

A Tabela 4 e a Figura 17 apresentam os casos atualizados de SDR, que passou de 17 (Marza et. al., 1999) para um total de 30 casos. Na Tabela 4, usamos como base o trabalho de Marza et al. (1999), e adicionamos outros dados como; área dos reservatórios, tipo de sismicidade, máxima magnitude, tipo geológico predominante do reservatório (Cráton, Faixa de Cavalgamentos e Dobramentos e Bacias), localização do evento em relação ao reservatório e as referências.

Tabela 4-Casos de Sismicidade Desencadeada no Brasil.

													Maiores Eventos				
N°	Nome	UF	Altura(m)	Volume (km ³)	Profundidade máx. de água do reservatório (m)	Área (km ²)	Início do confinamento	Provincia Geológica	Tipo de Sismicidade	Hora (HH:MM:SS)	Data (AA/MM/DD)	Magnitude	Tipo de Magnitude	I _o (MMI)	ΔT(ano)	Localização	Referências
1	Açú	RN	41	2,400	55,0	195,00	1985	Faixa de cavalgamentos e dobramentos	Atrasada	01:31:47	1994/08/26	3,0	mR	IV*	9,5	Dentro	Do Nascimento (2002) e Ferreira et al. (1995)
2	Balbina	AM	31	9,755	51,0	2,36	10/1987	Bacia	Inicial	--	1990/03/25	3,4	mb	I	2,5	Margem	Assumpção et al. (2002) e Veloso et al. (1991)
3	Barra Grande	RS	185	5,000	-	93,40	12/1999	Bacia	Inicial Atrasada	--	2005/10/10	2,5	ML	I	0,01	Margem	Ribotta et al. (2008) e Ribotta et al.(2010)

13	12	11	10	9	8	7	6	5	4
Irapé	Furnas	Fumil	Emborcação	Castanhão	Capivari-Cachoeira	Capivara	Campos Novos	Carmo do Cajuru	Batalha
MG	MG	MG	GOMG	CE	PR/SP	PR/SP	SC	MG	MG/GO
209	127	50	158	85	60	60	196	22	52
5,964	22,950	0,258	17,588	6,700	0,178	10,540	1,477	0,192	1,781
470,8	-	808,0	653,0	100,0	-	-	-	749,7	800,0
137,00	1,44	33,46	473,00	458,00	13,10	576,00	34,60	2,30	138,13
12/2005	1963	2002	08/1981	2003	07/1970	01/1976	10/2005	1954	2014
Faixa de cavalgamentos e dobramentos	Faixa de cavalgamentos e dobramentos	Cráton	Faixa de cavalgamentos e dobramentos	Faixa de cavalgamentos e dobramentos	Faixa de cavalgamentos e dobramentos	Bacia	Bacia	Cráton	Faixa de cavalgamentos e dobramentos
Inicial	Inicial *	Atrasada	Inicial	Inicial	Inicial	Inicial Atrasada	Inicial	Atrasada	Inicial
14:07:46	08:00:00	--	--	09:29:25	16:00:00	--	--	--	--
2006/05/14	1966/11/15	2011/08/14	1982/05/20	2007/08/07	1971/05/21	1979/03/27	2005/10/12	1972/01/23	2015-08-01
3,0	3,2	3,2	1,6	2,3	3,9	3,7	1,8	3,7	2,1
mR	mI	mR	ML	mD	ML	mb	ML	mb	mD
III-IV	IV-V	IV-V	I	I	VI	VI-VII	I	VI	I
0,01	~1?	8	~1	1?	~1	~3	0,01	18	-
Dentro	-	Margem	Dentro	Inicial	-	-	Dentro	Margem	Margem
França et al.(2010)	Bercoff et al. (1984) e Barros et al. (2005)	Barros et al. (2014)	Vioti et al. (1997,1995)	Ferreira et al. (2008)	Bercoff et al.(1984) e Mito et al. (1991)	Assumpção et al (1995)	Ribotta et al. (2010)	Véloso et al. (1987) e Vioti et al. (1995,1997)	Chimpigano et al. (2015)

23	22	21	20	19	18	17	16	15	14
Paraibuna-Paraitinga	Nova Ponte	Miranda	Marimbondo	Machadinho	Lajeado	Jirau	Jaguari	Itapebi	Itá
SP	MG	MG	MG/SP	RS/SC	TO	RO	SP	BA	RS/SC
105	142	79	90	126	31	62	77	120	125
1,270	12,792	1,120	6,150	3,339	5,190	2,746	0,793	1,633	5,100
-	-	-	-	-	212,3	90,0	-	-	370,0
47,00	177,00	70,00	438,00	79,00	630,00	361,60	56,00	61,58	141,00
1976	10/1993	08/1981	1975	2001/09/08	2002	2014	12/1969	12/2002	12/1999
Faixa de cavalgamentos e dobramentos	Bacia	Bacia	Bacia	Bacia	Bacia	Bacia	Faixa de cavalgamentos e dobramentos	Cráton	Bacia
Inicial	Inicial	Inicial	Inicial	Inicial	Inicial	Inicial	Atrasada	Inicial	Inicial
23:20:00	--	--	--	--	--	--	--	15:44:16	--
1977-11-16	1998/05/22	2000-05-06	1978/07/25	2001/09/08	2012/04/01	2014/11/07	1985/12/17	2003/08/03	1999/12/15
3,3	4,0	3,3	2,0	1,8	2,2	3,2	3,0	1,5	2,5
mb	mR	mR	ML	ML	mD	mR	ML	M _b	ML
IV	VI	V-VI	I	I	I	IV-V	V-VI	I	III-IV
~1		2,7	~3	0,01	10	0,8	16	~0,01	0,01
				Dentro					Margem
Mendiguren (1980) e Ribotta (1989)	Chimpliganond (2002), Marza, Barros, Soares et al. (1999) e Marza et al. (1997)	Barros e Caxeia (2003) e Assumpção et al. (2002)	Veloso et al. (1987)	Ribotta et al. (2006a) e Ribotta et al. (2010)	Relatório Técnico do Observatório Sismológico da UnB	Barros et al. (2015)	Veloso et al. (1987)	Barros (2008)	Ribotta et al. (2006b, 2010, 2017)

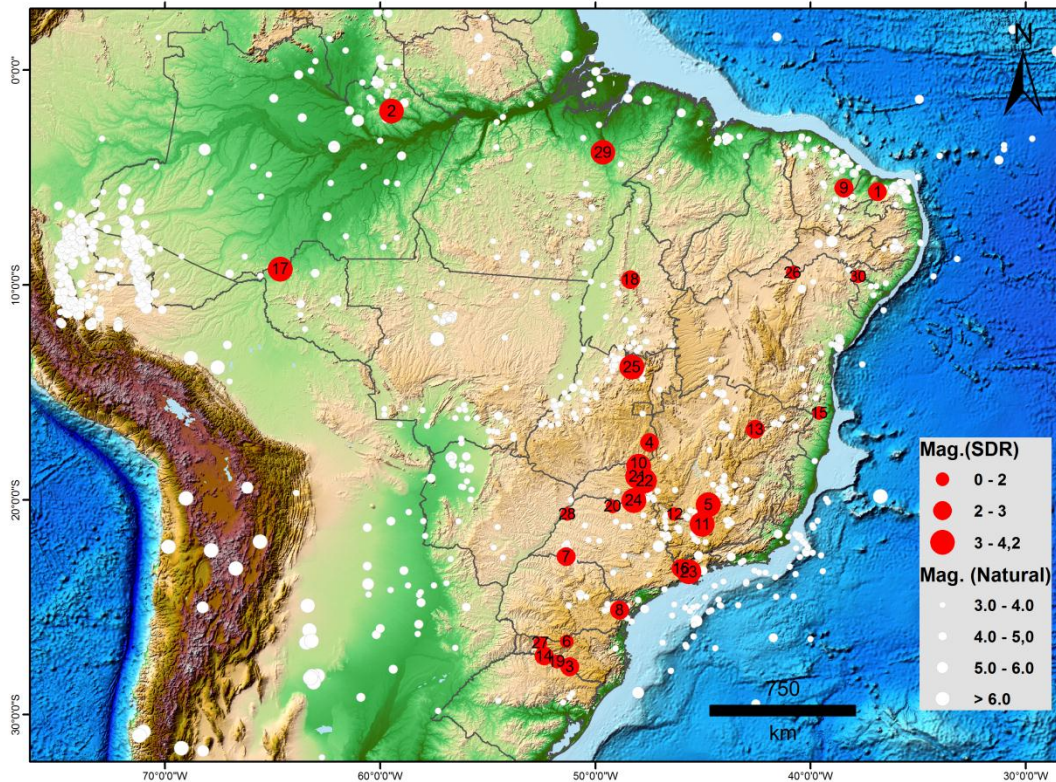


Figura 17- Mapa do Brasil com a sismicidade natural (círculos brancos dimensionados com magnitude) e Sismicidade Desencadeada por Reservatório no Brasil (círculos vermelhos, numerados de acordo com a Tabela 4 e dimensionados com magnitude).

4. RESULTADO E DISCUSSÕES

Os casos conhecidos de SDR apresentam um conjunto de características comuns, especialmente durante a fase inicial de enchimento do reservatório, quando, geralmente, os sismos desencadeados começam a acontecer. Fatores como altura da barragem, volume, área, geologia local, máxima magnitude e sismicidade na região podem interferir na SDR. Trataremos a seguir cada um desses fatores.

4.1 SDR

De forma geral, considerando somente os 348 reservatórios, 8,6 % dos reservatórios apresentaram SDR, entre os quais, dois eventos com magnitude máxima maior ou igual a 4.0 (Tabela 5 e figuras 18 e 19). Com relação a danos, a maior intensidade sísmica estimada foi de VI-VII (MM) em Porto Colômbia e Volta Grande e em relação ao tipo da sismicidade, em sua maioria é inicial.

Geograficamente, o Brasil é dividido em cinco regiões; Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste. No ponto de vista regional, a região sudeste apresenta o maior número de casos, o que pode estar diretamente vinculada ao número de

reservatórios na região, 43 % dos reservatórios do país localiza-se na região sudeste. Somada a isso, a região Sudeste também concentra o maior número de reservatórios com altura > 50 m (Tabela 5 e figuras 18 e 19). No ponto vista de atividade sísmica natural, a maior ocorrência de sismos naturais catalogados no Brasil, é também na região Sudeste e isso tudo corrobora para a região sudeste ter o maior número de SDR. No entanto, relativamente em comparação ao número de reservatório, a região Nordeste apresentou uma porcentagem de 17,8 %, isso mostra que embora tenham poucos casos na região, comparativamente tem maior valor relativo. Surpreendentemente a região Norte possui porcentagem considerável indicando uma região potencial para SDR. A região com menor porcentagem é região Centro-Oeste.

Tabela 5- Número de barragens, SDR e sismos naturais por regiões do país.

Região	Número total de barragens	SDR	Porcentagem de casos de SDR (%)	Número de Sismos naturais
Centro-Oeste	48	1	2 %	1821
Nordeste	28	5	17,8%	2393
Sudeste	167	14	8,4 %	3475
Norte	29	4	13,8 %	1814
Sul	76	6	8,9 %	139

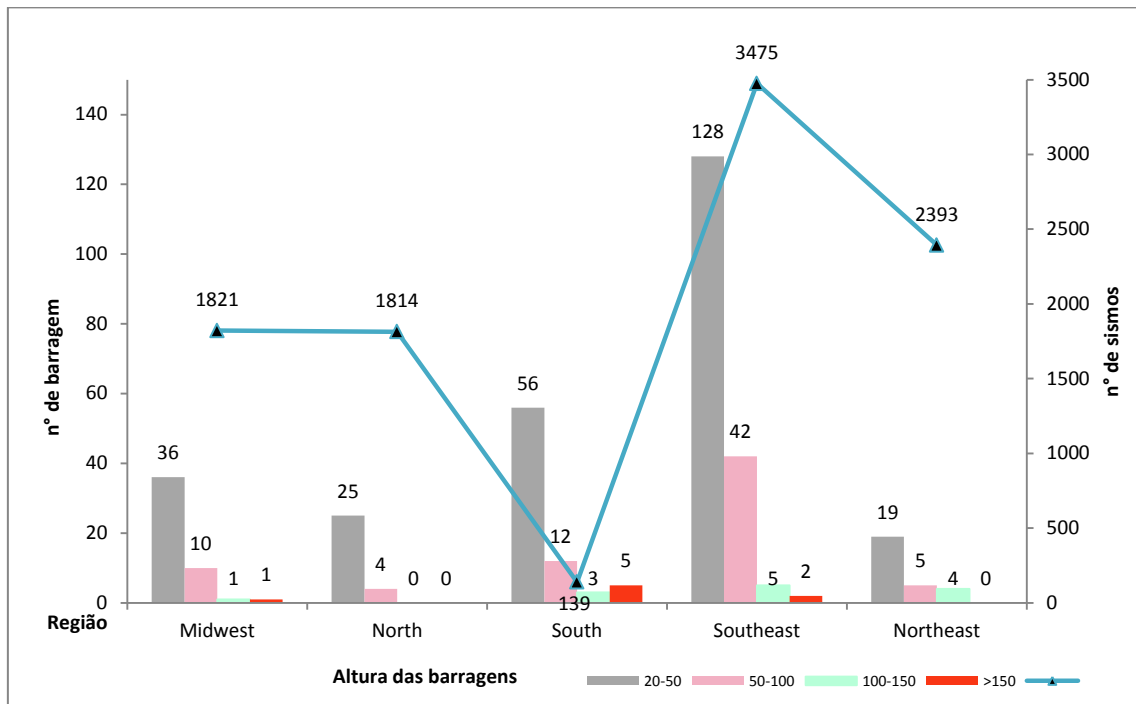
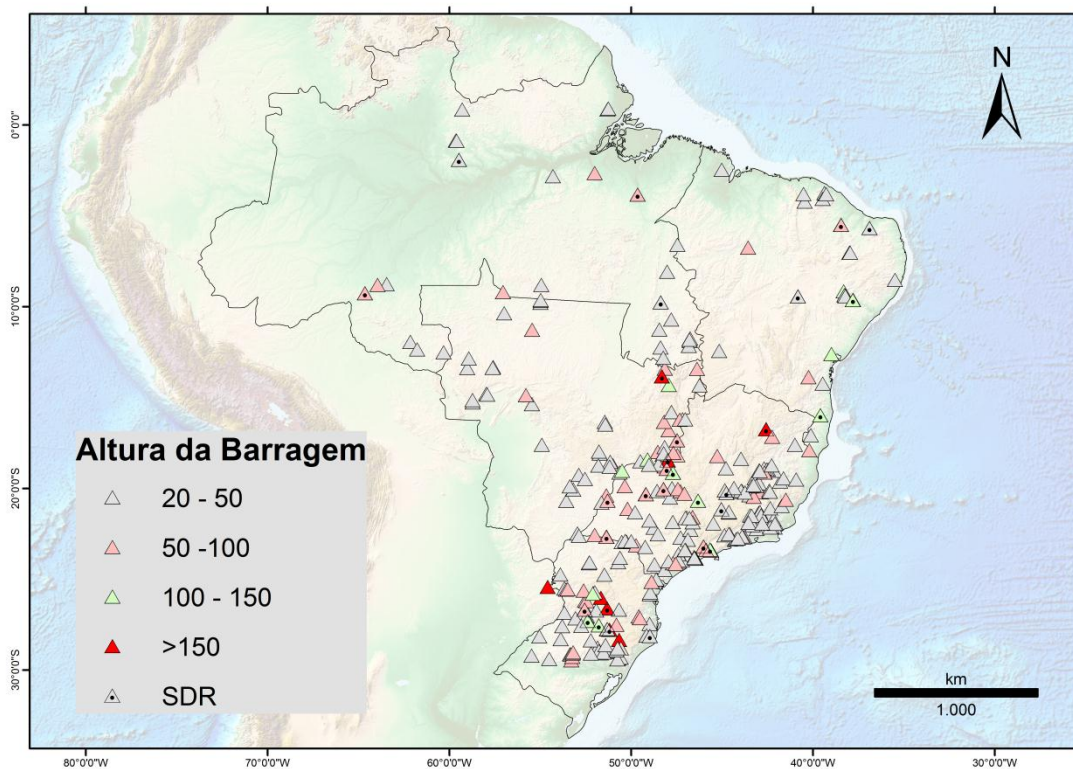


Figura 18- Gráfico com a relação de sismos, barragens e regiões do país. A região sudeste concentra a maior quantidade de barragens e barragens mais altas.



4.2 Correlação da SDR com as características geológicas

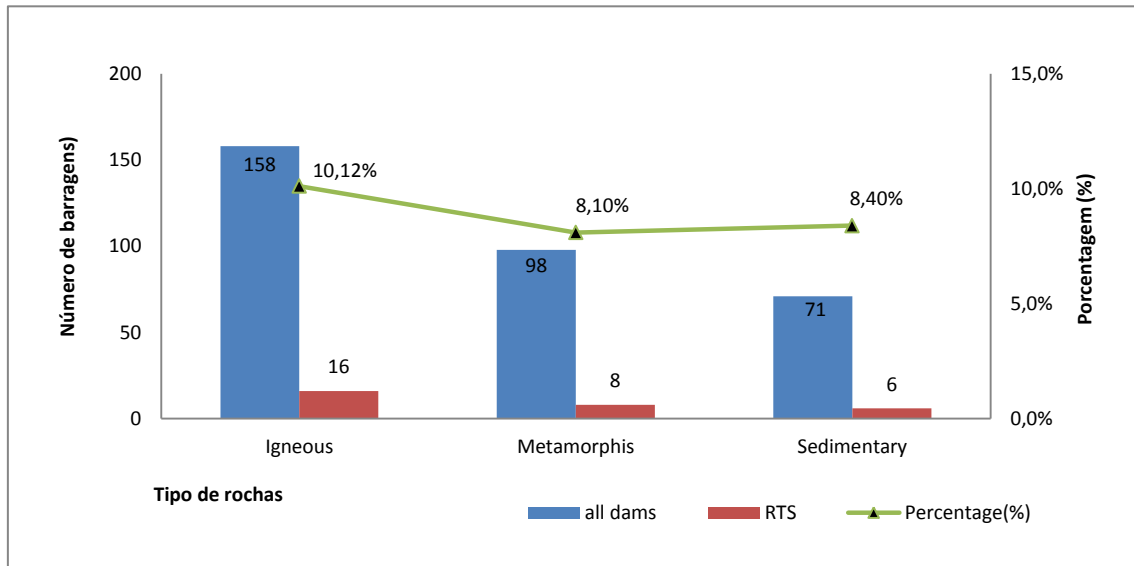
As propriedades hidromecânicas das rochas relacionadas ao fenômeno da SDR foram discutidas por Snow (1972), Brace (1974), Howells (1974), Bell and Nur (1978) e Do Nascimento (2002). Apesar dos estudos realizados em laboratório sobre estas propriedades, pouco se avançou, especialmente devido às grandes dificuldades de ordem prática para se mapear uma imensa quantidade de rochas abaixo e nas vizinhanças de um reservatório quanto à porosidade, permeabilidade, existência de falhas, fissuras, etc (Assumpção et al., 2002). Sabe-se que a permeabilidade, que determina a velocidade de difusão da pressão de fluido, controla o volume de rochas afetadas, podendo ser um dos fatores mais importantes na mudança do nível da sismicidade nas vizinhanças de um reservatório (Do Nascimento, 2002). A existência de fraturas e falhas, além de gerar uma zona de fraqueza devido à baixa resistência à ruptura, facilita a penetração do líquido até as zonas mais profundas e distantes do reservatório, aumentando a pressão nos poros. Assim, dependendo da orientação dos esforços naturais em relação ao sistema de falha, um pequeno efeito do reservatório pode ser suficiente para desencadear sismos (Assumpção et al., 2002).

No intuito de correlacionar a probabilidade de SDR com as características geotectônicas, comparamos o número de casos de SDR com a litologia local e a província geológica. Comparamos a porcentagem de casos de SDR para três tipos de rochas: ígneas, metamórficas e sedimentares, conforme indicado na Figura 20a. Os resultados mostram que as rochas ígneas têm maior porcentagem de ocorrência de SDR (10,1%) do que sobre rochas sedimentares (8,4%) e metamórficas (8,1%), entretanto percebe-se que os valores obtidos são bem próximos $\pm 2\%$, que indica pouca influência com relação ao embasamento. Assim, também comparamos a SDR de acordo com as principais províncias geológicas definidas pela CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais) (Figura 20b e 21). Foram classificadas em três categorias: Cráton, Bacias e Faixa de Cavalgamentos e Dobramentos. Novamente com valores bem próximos, com a tendência de maiores casos de SDR em região de bacias (10,65%).

Embora os resultados apresentarem uma pequena tendência para rochas ígneas no contexto geológico e para bacias para províncias geológicas, não há como afirmar a tendência desses parâmetros. Dessa forma sugerimos um aprofundamento na geologia

estrutural local das barragens para obter um resultado que possa identificar maior influência geológica.

a)



b)

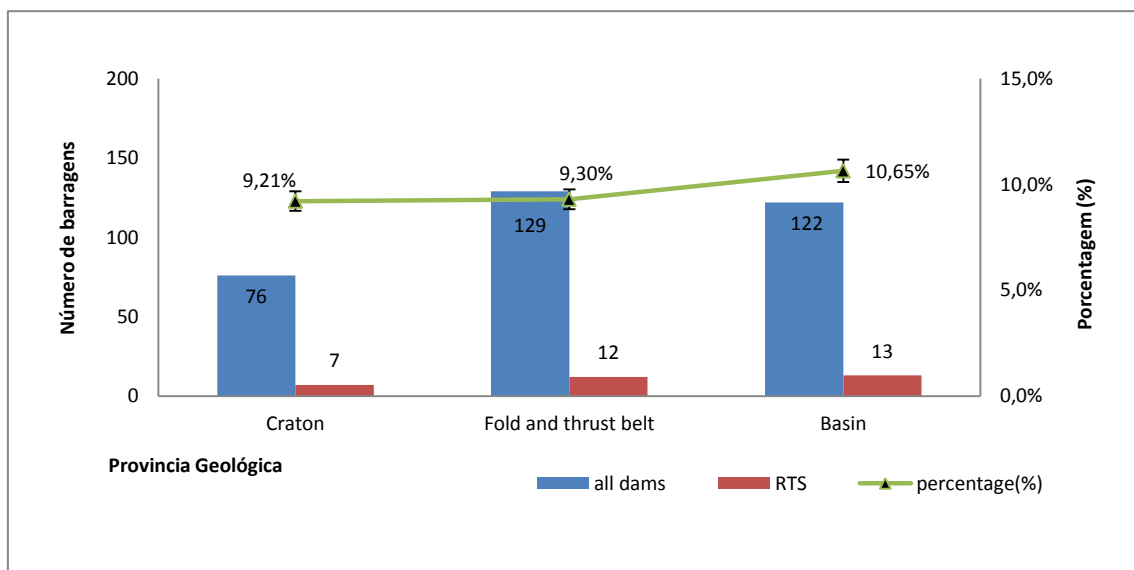


Figura 20- a) Porcentagem de casos de SDR de acordo com o tipo de rocha principal (sedimentar, metamórfica e ígnea) na área da barragem. b) classificação de acordo com as principais províncias geológicas.

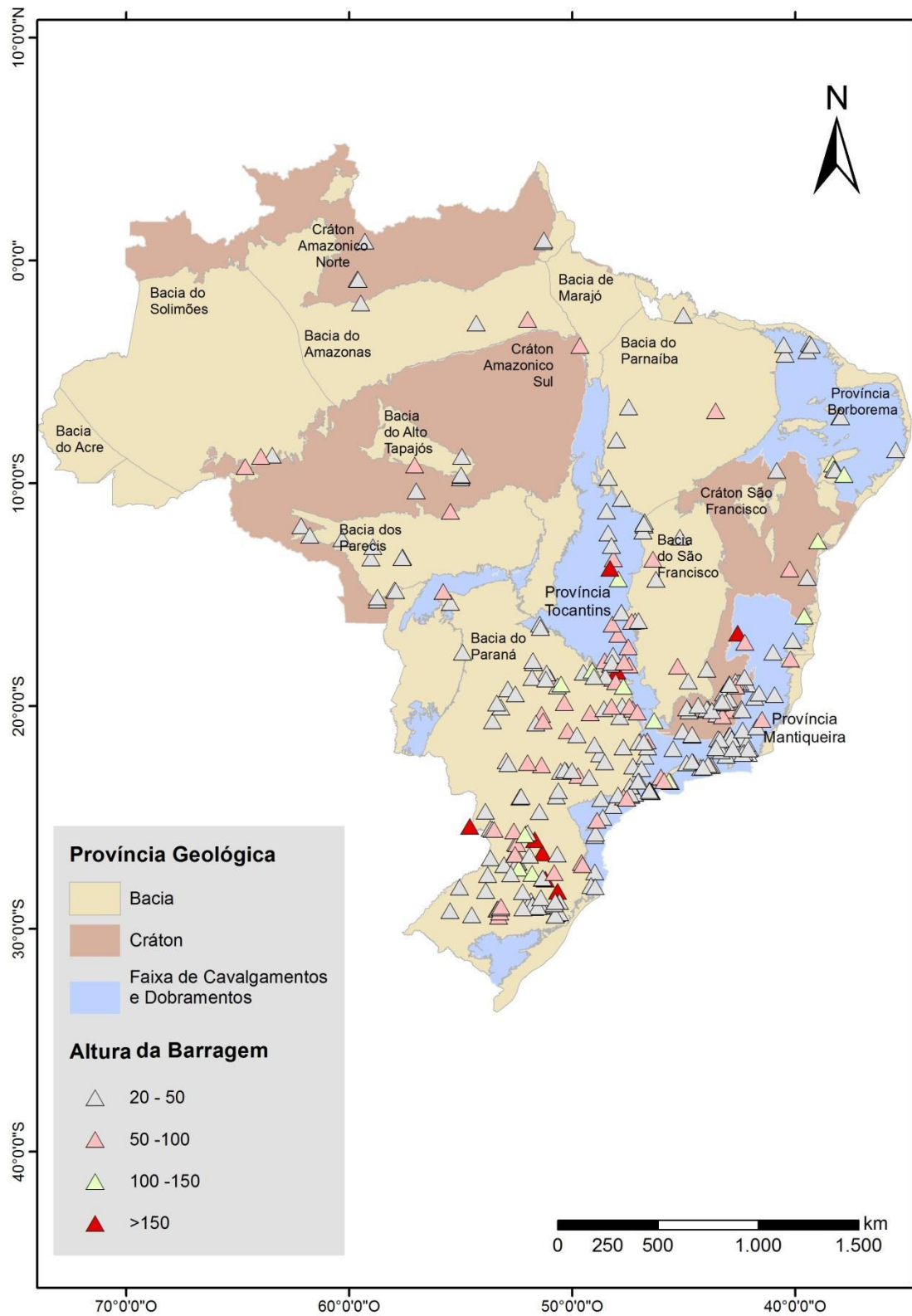


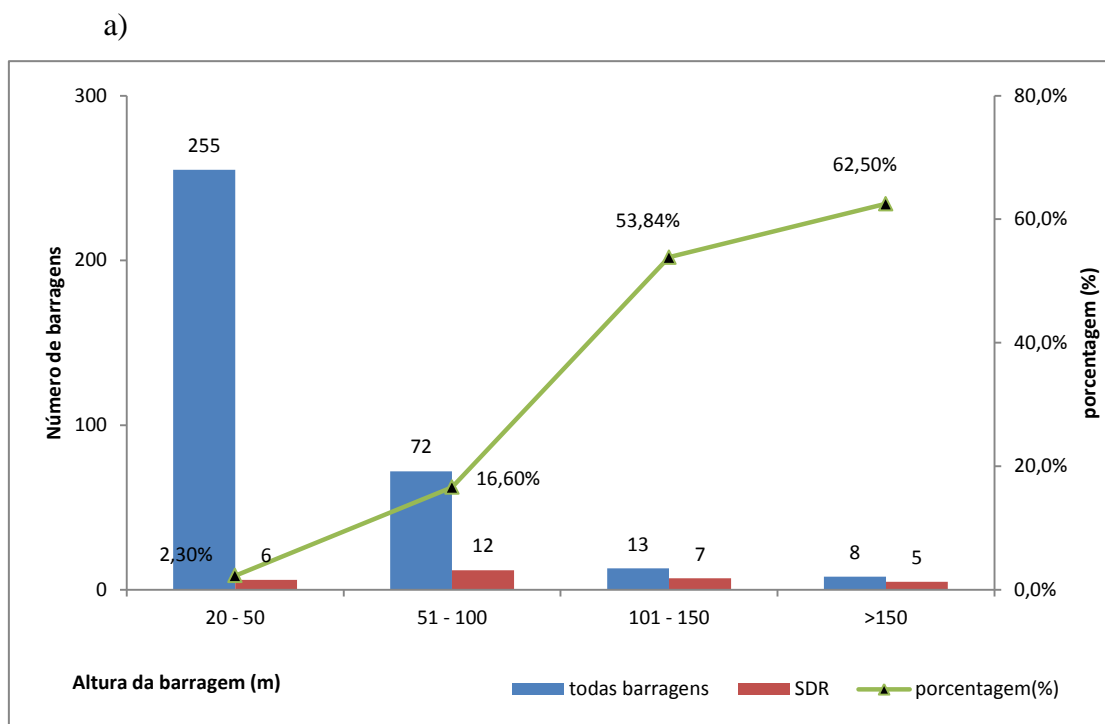
Figura 21- Mapa de todas as 348 barragens no Brasil com altura $h \geq 20$ m (dados do Comitê Brasileiro de Barragens-2018). As cores denotam as principais províncias geológicas da CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais).

4.3 Propriedades físicas dimensionais e suas correlações

Simpson (1986) observou que quanto maior a altura da barragem maior é a probabilidade de desencadear sismo, e que a ocorrência de SDR mais comum é para reservatórios com altura máxima maior ou igual a 100 m. O que afeta o ambiente tectônico, geológico e hidrogeológico dos reservatórios são: aumento dos esforços verticais, por meio do seu próprio peso e por meio do aumento da pressão da água que se infiltra através de poros, falhas e fraturas.

Desse modo, os resultados da comparação dos casos de SDR no Brasil com a altura das barragens apontaram que barragens menores que 50 m têm apenas 2% de probabilidade de causar sismicidade e as com mais de 100 m têm cerca de 54% (Figura 22a) confirmando a afirmação de Simpson (1986).

Em relação ao volume, de acordo com o banco do CBDB, só há disponíveis 256 informações de volumes de reservatórios. A Figura 22b mostra que 47% dos reservatórios com volume maior que $1 \times 10^{-2} \text{ km}^3$ desencadearam sismos, a porcentagem decresce linearmente com volume, estimando uma baixa probabilidade para reservatórios com volume menor que $1 \times 10^{-3} \text{ km}^3$. Esse resultado demonstra a influência do volume (pressão) que está claramente relacionado com o tipo de SDR do Brasil, que são em maioria do tipo inicial (Tabela 4 e Figura 22b).



b)

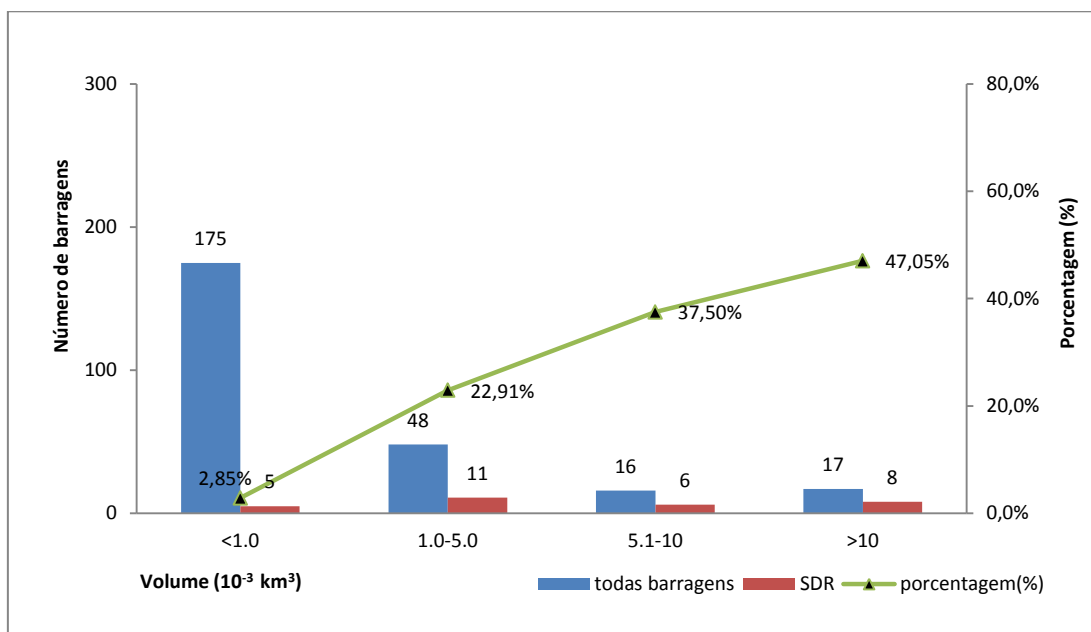


Figura 22- Porcentagem de casos de SDR de acordo com o (a) altura da barragem e (b) volume do reservatório. Para barragens maiores que 100 m, 54% desencadeiam sismos. Para reservatórios maiores de $1 \times 10^{-3} \text{ km}^3$ 32% desencadeiam sismos.

A Figura 14 mostra a correlação entre volume e altura referente aos casos de SDR. Observamos que a altura não apresenta limitante entre 20m e 209m, que é a altura da maior barragem. Entretanto, com relação ao volume, estimamos um limitante que é o valor mínimo de $1 \times 10^{-4} \text{ km}^3$ para gerar SDR, que está representado com uma barra preta na Figura 23.

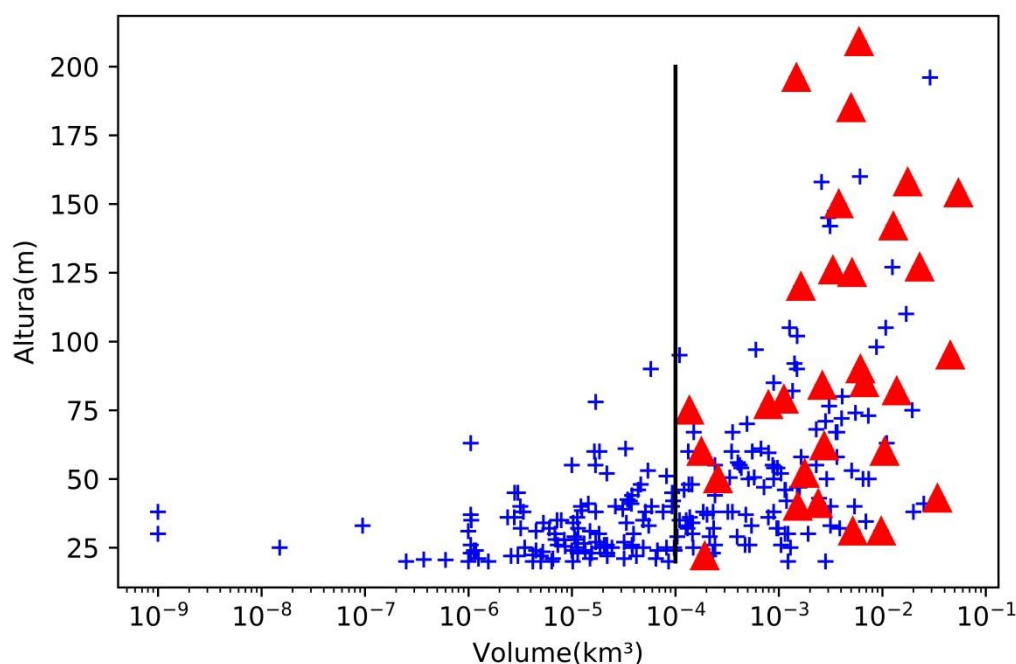


Figura 23- A altura da barragem e o volume do reservatório para todas as barragens. Os triângulos vermelhos são os casos de SDR e as cruzeiras em azul os demais reservatórios. A barra em preto é o limite de casos de SDR.

4.3.1 Tempo de Resposta

Variações sazonais no nível de água do reservatório podem disparar sismicidade. A resposta sísmica de um reservatório foi dividida por Simpson (1986) e Talwani (1995) em duas categorias, dependendo do padrão espacial e temporal da SDR: (i) sismicidade inicial e (ii) sismicidade de estado estável ou resposta atrasada.

A sismicidade inicial ocorre com o represamento inicial ou grande oscilação do nível de água do lago, sendo observada mais frequentemente. Casos de sismicidade de estado estável ou resposta atrasada ocorre após certo tempo de seu enchimento, quando atinge a condição de estado estacionário, apresentando sismicidade associada mais duradoura. Essas diferenças na resposta podem corresponder a dois mecanismos fundamentais pelos quais um reservatório pode modificar a força na crosta - uma relacionada ao aumento rápido do esforço elástico devido à carga do reservatório e a outra à difusão mais gradual da água do reservatório a profundidades hipocentrais. A diminuição da força pode surgir de alterações no esforço elástico (diminuição do esforço normal ou aumento da tensão de cisalhamento) ou da redução do esforço normal

efetivo devido ao aumento da pressão de poros. A pressão dos poros em profundidades hipocentrais pode aumentar rapidamente, a partir de uma resposta elástica acoplada devido à compactação do espaço dos poros, ou mais lentamente, com a difusão da água da superfície.

Dos 30 casos de SDR apenas 4 foram considerados somente de resposta atrasada e 17 casos tiveram somente resposta inicial (Figura 24). Esses reservatórios podem ser classificados de acordo com suas respostas, ou seja, o atrasado descreve um comportamento hidráulico e o de resposta inicial seria devido ao comportamento mecânico da carga do reservatório. No entanto, somando todos os casos iniciais, isto é, 26 casos, mostram que todos os casos de SDR em sua maioria tem resposta inicial. Os casos de resposta atrasada representam 43% no total, ou seja, quase metade delas apresenta comportamento hidráulico.

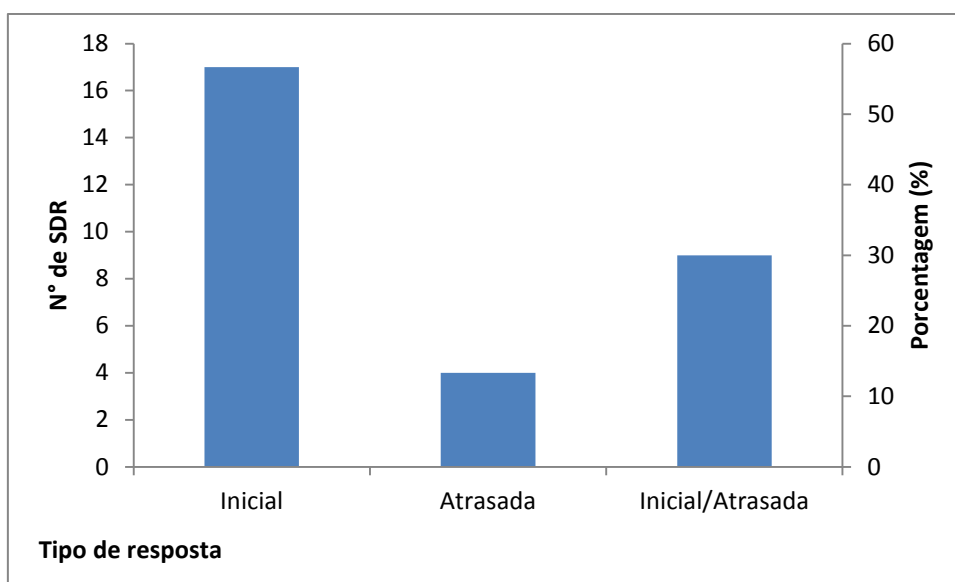


Figura 24- Gráfico do tipo de resposta para os casos de SDR.

A Figura 16 apresenta gráfico de altura, volume e área com relação ao tempo de retardo. A dispersão dos resultados mostra que não há possibilidade de correlacionar qualquer um desses parâmetros com tempo de retardo.

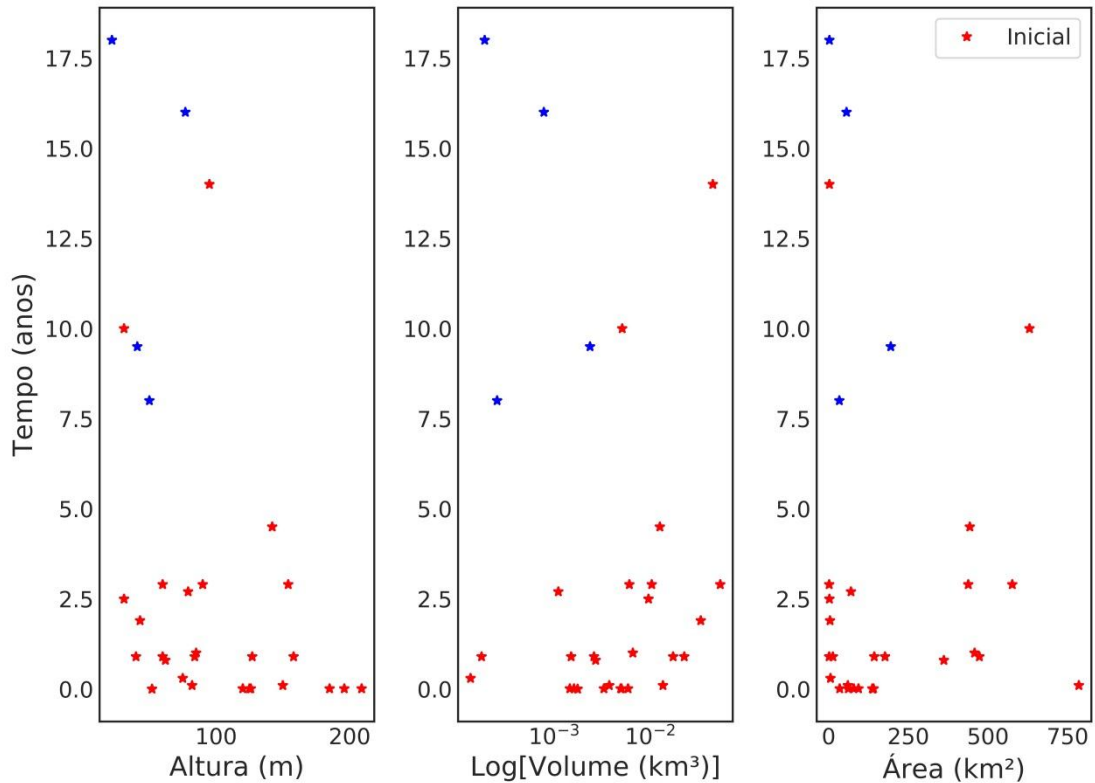


Figura 25- Gráfico de tempo de retardo com altura, volume e área.

4.3.2 Máxima Magnitude

Entende-se que grandes reservatórios aumentam as chances de pressão nos poros das rochas, abaixo do reservatório, afetando as estruturas sismogênicas existentes na área. Entretanto, a literatura apresenta casos de pequenos reservatórios que desencadearam sismos que liberaram esforços, com magnitudes excedendo em muito o somatório de todos os efeitos adicionais devido ao lago. Temos como exemplo o maior evento SDR do Brasil, com 4,2 mb de magnitude que ocorreu em 1974 próximo aos reservatórios Porto Colômbia e Volta Grande, com alturas das barragens de 40 e 55 m e 19,5 e 143 km² de área (n°24 na Tabela 4). Tivemos também pequenos reservatórios como Carmo Cajuru e Açú com barragens de apenas 23 e 31 m de altura causaram sismos com magnitudes superiores a 3,0 (Velooso e Gomide, 1997; Ferreira et al., 1995).

Para Klose (2013), o volume do reservatório mostrou uma pequena tendência de gerar eventos com magnitudes mais altas, com a área afetada do reservatório, dependendo assim de suas dimensões. Na Figura 26 observamos que a maioria dos eventos ocorre em reservatórios com volumes maiores que 10^{-3} km³ e magnitude

máxima de 4.2. Também mostra que, em sua maioria, os eventos entre 3 e 4 de magnitude ocorrem em barragem com altura até 100 m.

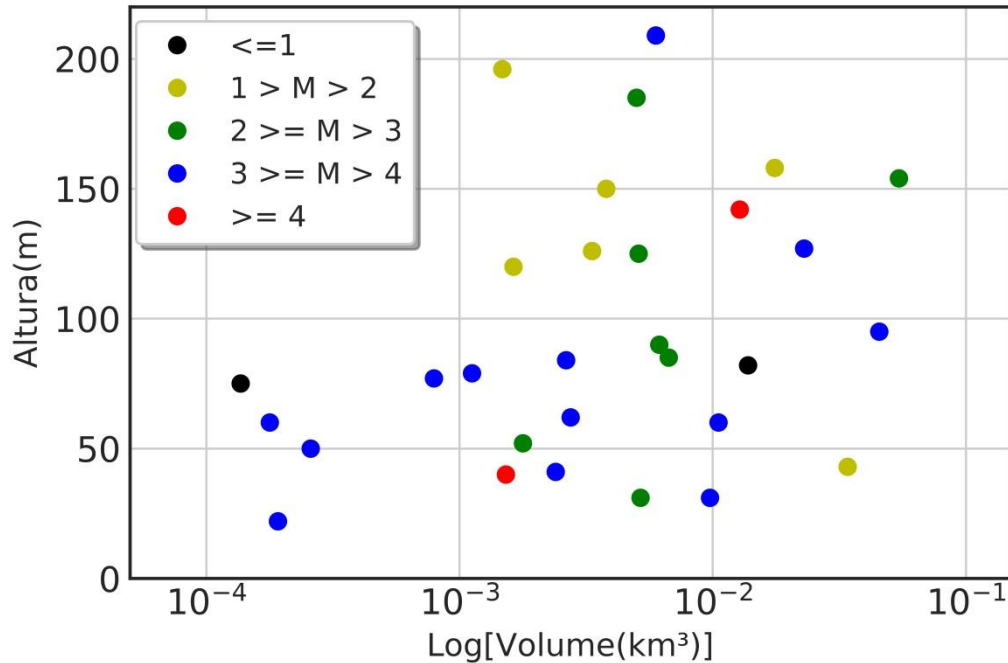


Figura 26- Distribuição da altura da barragem e volume do reservatório com máxima magnitude para casos de SDR no Brasil.

4.4 Intensidade e Máxima Magnitude

Diversos eventos não foram sentidos, ou não houve levantamento micro sísmico para definição de sua intensidade, que aqui foram considerados de Intensidade I. A Figura 27 mostra que há uma correlação linear entre magnitude e Intensidade, desconsiderando os dados de Intensidade I. Assim, foi realizado um ajuste linear por mínimos quadrados, resultando a equação abaixo:

$$I = 1,147M + 1,016 \text{ (desvio padrão } 0,35)$$

O coeficiente de correlação de 0,66, que reflete a pouca quantidade dados. É característica da Intensidade Intraplaca, valor estimado de Intensidade é maior que o da magnitude.

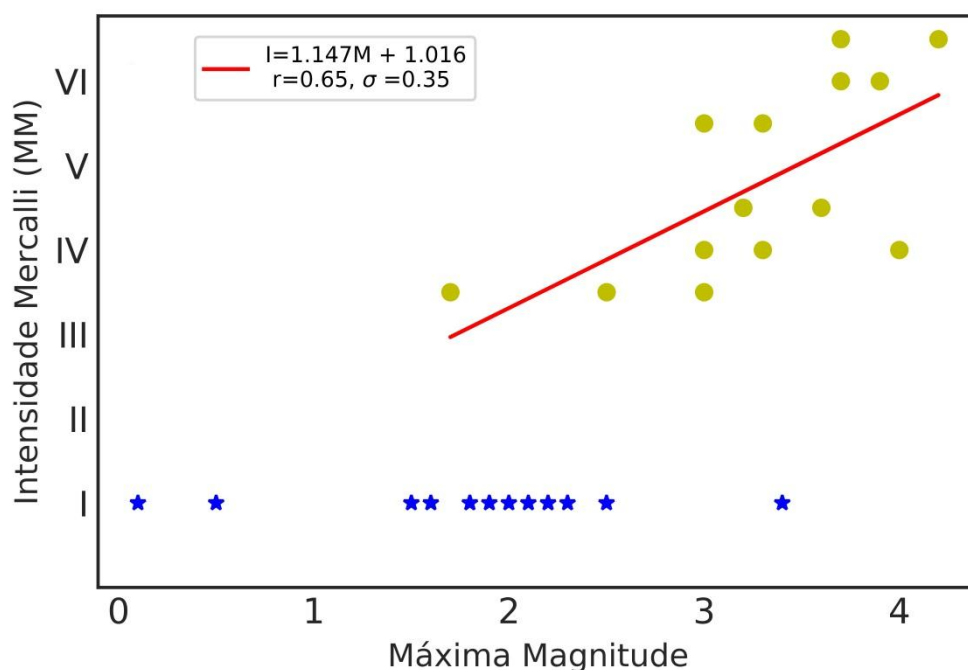


Figura 27-Gráfico de máxima magnitude e intensidade. O ajuste linear (barra vermelha) foi realizado apenas com os dados representados por círculos amarelos. As estrelas em azul são os casos de Intensidade I.

5. CONCLUSÕES

As compilações completas de casos ocorridos de sismicidade desencadeada por reservatório, incluindo comportamento espacial/temporal, contribuem para uma melhor avaliação do risco sísmico de futuros reservatórios. Sendo assim, a criação do banco de dados possibilitou a unificação de todas as informações pertinentes dos casos de SDR brasileiros além de reunir todos os parâmetros conhecidos que interferem no processo de SDR.

Foi confeccionado o visualizador web, RISBRA, que se apresentou como uma plataforma interativa de fácil acesso e com grande potencial para ampliar o conhecimento sobre a SDR brasileira.

O histograma dos casos SDRs reflete os enxames sísmicos, aumento do monitoramento e construções de barragens a partir de 2002.

Do ponto de vista regional, a região Norte apresentou porcentagem considerável indicando uma região potencial para SDR, acrescido a isso o crescimento exploratório.

A região Nordeste apesar de apresentar uma pequena quantidade de SDR, comparativamente tem maior valor relativo em relação às demais regiões.

Embora os resultados apresentem uma pequena tendência para rochas ígneas para tipo de rocha e bacias sedimentares para províncias geológicas, não há como afirmar a tendência desses parâmetros. Dessa forma sugerimos um aprofundamento na geologia estrutural local das barragens para obter um resultado que possa identificar maior influência geológica.

A altura da barragem se confirmou como um dos principais indicadores desencadeador de sismos. Barragens com menos de 50 m de altura têm apenas 2% de probabilidade de causar sismicidade e as com mais de 100 m têm cerca de 54%.

O volume do reservatório também é uma influência importante e estimamos para ocorrência de SDR, o limitante de valor mínimo de $1 \times 10^{-4} \text{ km}^3$.

O tempo de resposta dos reservatórios em casos de resposta atrasada representam 43% no total, ou seja, quase metade deles apresenta comportamento hidráulico. Para máximas magnitudes constatamos que a maioria dos eventos ocorre em reservatórios com volumes maiores que 10^{-3} km^3 e magnitude máxima de 4.2.

Foi determinada uma relação de Intensidade e máxima magnitude pela equação “ $I = 1,147M + 1,016 (+0,35)$ ”.

Onde I é a intensidade estimada e M a magnitude determinada.

A avaliação de risco sísmico de reservatório esbarra na dificuldade prática de mapear grande volume de rochas localizadas abaixo do reservatório e, portanto, de conhecer parâmetros-chave como esforços locais, permeabilidade das massas de rochas e geometria do sistema de fraturas. Deste modo, estudos de casos prévios são úteis no estudo de avaliação do risco sísmico em futuros reservatórios. O que podemos concluir com este trabalho é que não se pode ignorar a probabilidade de ocorrência de SDR no Brasil, destacando a importância do monitoramento antes, durante e depois da construção da barragem.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Comitê Brasileiro de Barragens e pela disponibilização dos dados do Cadastro Nacional de Barragens. Também ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de pesquisa concedida a SAYAO, E.A.

7. REFERÊNCIAS

Assumpção, M., Freire, M., Ribotta L. C., 1995. Sismicidade Induzida no reservatório de Capivara: resultados preliminares sobre localização de fraturas ativas, IV International Congresso of the Brazilian Geophysical Society, Rio de Janeiro, Brasil, 2, 961-964.

Assumpção, M., Marza V. I., Barros L. V., Chimpliganond C. N., Soares J. E., Carvalho J. M., Caixeta D. F., Amorim A., Cabral E., 2002. Reservoir induced seismicity in Brazil, *Pure and Applied Geophysics*, 159, 597-617.

Barros, L. V., Caixeta D. F., 2003. Induced seismicity at Miranda Reservoir—A fine example of immediate seismic response, 8th International Congress of the Brazilian Geophysical Society, Rio de Janeiro, Brasil, 5 pp.

Barros, L. V., Caixeta D. F., Chimpliganond C. N., Fontenele D. P., 2005. Evolution of the Areado/MG seismic sequence—Started in January, 2004, International Congress of the Brazilian Geophysical Society, Salvador, Bahia, Brasil, 6 pp.

Barros, L. V., Carvalho J. M., Ferreira V. M., Albuquerque D. F., Von Huelsen M. G., Caixeta D., Fontenele D. P., 2014. Determination of source seismic parameters of micro-earthquakes with epicenter in the south of Minas Gerais State-Brazil, VI Simpósio da Sociedade Brasileira de Geofísica, Porto Alegre, Brazil.

Barros, L. V., Assumpção, M., Ribotta, L. C., Ferreira, V. M., Carvalho, M. J., Bowen, M. D. B., Albuquerque, F. D., 2018. Reservoir – Triggered Seismicity in Brazil: Statistical Characteristics in a Midplate Environment, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 20, 4-6.

Bell, M. L., Nur, A., 1978. Strength Changes Due to Reservoir- Induced Pore Pressure and Stresses and Application to Lake Oroville, *Journal of Geophysical Research*, California, 83,4469-4483.

Berrocal, J., Assumpção M., Antezana R., Dias Neto C., Ortega R., França H., Veloso J. A., 1984. Sismicidade do Brasil, IAG/USP e Comissão Nacional de Energia Nuclear, São Paulo, Brazil, 320 pp.

Berrocal, J., Fernandes C., 1996. Estudo de Sismicidade Induzida na Área dos Reservatórios Hidroelétricos da Chesf, Sessão Regular da Academia Brasileira de Ciências: Ciências da Terra e o Meio Ambiente. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, São Paulo, Brasil, 68, 613–620.

Borges, K. A. V., Davis JR., C. A., Laender, A. H. F., 2001. OMT-G: an object-oriented data model for geographic applications, *GeoInformatica*, 5, 221-260.

Borges, K. A. V., Davis JR., C. A., Laender, A. H. F., 2005. Modelagem Conceitual de Dados Geográficos. In: Casanova, M. A., Câmara, G., Davis Jr., C. A., Vinhas, L.,

Queiroz, G. R., Banco de Dados Geográficos. Curitiba, Editora MundoGeo. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/livros/bdados/cap3.pdf>>. Acesso em março de 2017.

Brace, W. F., 1974. Experimental Studies of Seismic Behavior of Rocks Under Crustal Conditions. *Engineering Geology*, 8, 109-127.

BRASIL. Decreto nº 6.666, de 27 de novembro de 2008. Institui, no Âmbito do Poder Executivo Federal, a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE, e de outras providências. Disponível em: <http://planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6666.htm> Acesso em março de 2018.

——— Portaria nº 011 - DCT, de 22 de abril de 2015. Aprova a Norma da Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais de Defesa da Força Terrestre (EB80-N-72.002) – 1ª Parte – 1ª Edição – 2015. Disponível em: <http://www.geoportal.eb.mil.br/imagens/PDF/EDGV_Defesa-Forca_Terrestre_2015.pdf>. Acesso em: maio de 2017.

——— Portaria nº 007 - DCT, de 10 de fevereiro de 2016. Aprova a Norma da Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais de Defesa da Força Terrestre (EB80-N-72.002) – 1ª Parte – 2ª Edição – 2016. Disponível em: <http://www.geoportal.eb.mil.br/images/PDF/EDGV_DEFESA_F_Ter_2a_Edicao_2016_Aprovada_Publicada_BE_7_16.pdf>. Acesso em: junho de 2017.

Cardoso, V; Cardoso, G., 2012. Sistemas de Banco de Dados: uma abordagem introdutória e aplicada. Editora Saraiva, 1ª edição, 142pp.

CBDB - Comitê Brasileiro de Barragens – Disponível em:< <http://www.cbdb.org.br/>>. Acesso em: outubro de 2018.

Centro de Sismologia da USP – Disponível em: <http://www.sismo.iag.usp.br/eq/bulletin/> >Acesso em: outubro de 2017.

Chimpliganond, C. N., 2002. Characterization of induced seismicity at the Nova Ponte Reservoir/MG, Brasil, M.Sc. Dissertation, University of Brasília, Brazil.

Chimpliganond, C., França G. S., Bandeira A. E., Bevilaqua L., 2007. Reservoir-triggered seismicity at the highest Brazilian dam, AGU 2007 - Meeting of Americas Joint Assembly Abstract, Acapulco, México.

CONCAR – Comissão Nacional de Cartografia. Plano de ação para implantação da infraestrutura nacional de dados espaciais (INDE). Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: < <https://www.concar.gov.br/pdf/PlanoDeAcaoINDE.pdf> >. Acesso em abril de 2018.

——— Comissão Nacional de Cartografia. Especificações técnicas para estruturação da infraestrutura nacional de dados espaciais digitais vetoriais. Edição 3.0, 2017. 43p. Disponível em: <https://www.concar.gov.br/temp/365@ET-EDGV_versao_3.0_2018_05_20.pdf>. Acesso em abril de 2018.

CPRM – Serviço Geológico Do Brasil. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/>>Acesso em: março 2017.

Davis JR., C. A., 2000. Múltiplas Representações em Sistemas de Informação Geográficos. Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação do Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal de Minas Gerais, 115.

Do Nascimento, A. F., 2002. The role of pore pressure diffusion in a reservoir-induced seismicity site in NE Brazil, Tese de Doutorado, University of Edimburgo, 203pp.

Elmasri, R.; Navathe, S. B., 2011. Fundamentals of database systems. Pearson Education, Inc., publishing as Addison-Wesley, 6^a. edição.

Ferreira J., Oliveira, M., Assumpção M., Moreira, J. A. M., Pearce, R. G., Takeya, M. K., 1995. Correlation of seismicity and water level in the Açú reservoir—an example from Northeast Brazil, Bulletin of the Seismological Society of America, 85, 1483-1489.

Ferreira J., França, G. S., Vilar S., Assumpção M., 2008. Induced seismicity in the Castanhão Reservoir, NE Brazil - Preliminary results, Tectonophysics 456:1, 103-110.

Foulger, G. R., Wilson, M., Gluyas, J., Julian, B. R., & Davies, R., 2017. Global review of human-induced earthquakes, Earth-Science Reviews.

França, G. S., Assumpção M., Ribotta L. C., Von Huelsen M. G., Chimpliganond E. C. N., 2010. Updated compilation of reservoir triggered seismicity in Brazil, 2010 The Meeting of the Americas (AGU – American Geophysical Union), Foz do Iguaçu, Paraná, Brazil.

Gomide, L. C., 1999. Nature and history of reservoir induced seismicity in Brazil, M.Sc. Dissertation, University of South Carolina.

Howells, D. A., 1974. Mechanical properties of rock at the depth of earthquake ignition, Engineering Geology, 8, 129-134.

Klose, C.D., 2013. Mechanical and statistical evidence of the causality of human-made mass shifts on the Earth's upper crust and the occurrence of earthquakes. Journal of Seismology, 17,109 -135, DOI 10.1007/s10950-012-9321-8.

Leaflet. Leaflet 1.3.4. Disponível em: < <https://leafletjs.com/>> Acesso em: abril de 2018

Marza, V., Veloso J. A. V., Carvalho J. M., Barros L. V., Gomide L. C., 1997. Reservoir induced seismicity at Nova Ponte (MG): Revisited, 5th International Congress of the Brazilian Geophysical Society, São Paulo, Brazil, 968–971.

Marza, V., Barros L. V., Soares J. E., Carvalho J. M., Fontenele D., Chimpliganond C., Caixeta D., Gomes I. P., Furtado G. O., Carim A. L., Souza G. F., Caliman E. H., Barros J. B., 1999. Aspectos da Sismicidade Induzida por Reservatórios no Brasil, XXIII Semana Nacional de Grandes Barragens Belo Horizonte – Minas Gerais,199–211.

Medeiros, A. M. L., 2012. Aplicações geográficas do postgresql e seu módulo postGIS. Revista FOSSGIS Brasil, Coluna Banco de Dados Geográficos, 25-27.

Mendiguren, J. A., 1980. A procedure to resolve areas of different source mechanisms when using the method of composite nodal plane solution, Bulletin Seismological Society of America, 70, 985–998.

Mioto, J. A., Ribotta L. C., Verdiani A. C., 1991. Aspectos geológico estruturais da sismicidade relacionada ao reservatório de Capivara (SP/PR), II Congresso Internacional da Sociedade Brasileira de Geofísica, Salvador, Brazil, 1, 513–520.

Node.js. Disponível em <<https://nodejs.org/en/>> Acesso em: abril de 2018.

Oliveira, N. C. C., 2018. A grande aceleração e a construção de barragens hidrelétricas no Brasil. *Varia Historia*, Belo Horizonte, 34, 65, 315-346. DOI:10.1590/0104-87752018000200003

PgAdmin III. pgAdmin III 1.22.2 documentation. Disponível em: <<https://www.pgadmin.org/docs/pgadmin3/1.22/>> Acesso em: abril de 2018.

PostGIS. PostGIS manual. Disponível em: < <http://postgis.net/docs/manual-2.4/>>. Acesso em: março de 2018.

PostgreSQL. PostgreSQL manual. Disponível em: <<https://www.postgresql.org/docs/9.3/index.html> > Acesso em: abril de 2018.

QGIS. Quantum GIS Documentation. Disponível em: <<https://docs.qgis.org/2.14/en/docs/>> . Acesso em: abril de 2018.

Redis. Disponível em: <https://redis.io/>> Acesso em: abril de 2018.

Ribotta, L. C., 1989. Aspectos da sismicidade na área do reservatório de Paraibuna/Paraitinga, Dissertação de Mestrado, IAG, USP, São Paulo, 147pp.

Ribotta, L. C., Miotto J. A., Manuzzi J. L., Carvalho A. M. B. E., Vinciprova G., 2008. Sismicidade na área do reservatório de Barra Grande, SC/RS, Anais do III Simpósio Brasileiro de Geofísica, Belém, Pará, Brazil.

Ribotta, L. C., Assumpção M., Manuzzi J. L., Carvalho A. M. B. E., Regina J. V. M., 2010. Seismicity induced in 4 deep reservoirs, southern Brazil, 2010 The Meeting of the Americas (AGU - American Geophysical Union), Foz do Iguaçu, Paraná, Brazil.

Ribotta, L. C., Miotto J. A., Regina J. V. M., 2006a. Sismicidade na área do reservatório de Itá, SC/RS, Anais do II Simpósio Brasileiro de Geofísica da SBGf, Natal, Rio Grande do Norte, Brazil.

Ribotta, L. C., Miotto J. A., Regina J. V. M., 2006b. Sismicidade na área do reservatório de Machadinho, SC/RS, Anais do XLIII Congresso Brasileiro de Geologia, Aracaju, Sergipe, Brazil.

Ribotta, L. C., Moreira L. D., Souza S. L. E., Regina J. V., 2017. Reservatório de Itá, SC/RS, 19 Anos de Sismicidade, Anais do II Simpósio Brasileiro de Sismologia, João Pessoa, Paraíba, Brazil.

Simpson, D. W., 1986. Triggered Earthquakes. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, New York, 14, 21-42.

Snow, D. J., 1972. Geodynamics of seismic reservoirs, *Proceedings of the International Symposium on Percolation Through Fissured Rocks*, 1-19.

Talwani, P., 1995. Two categories of reservoir induced seismicity, *Proceedings of the International Symposium on Reservoir-induced Seismicity (ISORI'95)*, 44-64.

Teorey, T. J., Lightstone, S. Nadeau, T., 2014. Projeto e modelagem de banco de dados. Tradução Daniel Vieira, Elsevier, 2, 309.

Veloso, J. A. V., Assumpção M., Gonçalves E. S., Reis J. C., Duarte V. M., Mota, C. G., 1987. Registro de SIR em reservatórios da CEMIG e FURNAS, Anais do V Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, São Paulo, Brazil, 135, 146.

- Veloso, J. A. V., Carvalho, J. M., Fernandes, E. P., Blum, M. L. B., Araújo, D. P., 1991. Micro earthquakes and the Balbina Lake, a possible case of induced seismicity in the Amazon are, 2th International Congress of the Brazilian Geophysical Society, Salvador, Brazil, 2, 508-512.
- Veloso, J. A. V., 1992a. Terremotos induzidos pelo homem, *Ciência Hoje*, 14, 269-273.
- Veloso, J. A. V., 1992b. Cases of RIS in the Brazilian Amazon area, Proceedings Tenth World Conference on Earthquake Engineering, Madrid, Spain, 1, 269-273.
- Veloso, J. A. V., Gomide, L. C., 1997. Induced seismicity at Cajuru Reservoir, Minas Gerais, Brazil, Proceedings 19th of the International Congress on Large Dams, Florence, Italy, 1211-1225.
- Viotti, C. B., Gomide L. C., Brito, S. N. A, 1995. Induced seismicity in CEMIG's reservoir in Minas Gerais - Brazil, Proceedings of the International Symposium on Reservoir-induced Seismicity (ISORIS'95), Beijing, China, 205–212.
- Viotti, C. B., Veloso J. A. V., Gomide, L. C., 1997. Induced seismicity at Cajuru Reservoir, Minas Gerais, Brazil, 19th International Congress on Large Dams Proceedings, Italy, 1211–1225.
- Wilson, M. P., Foulger, G. R., Gluyas, J. G., Davies, R. J., Julian, B. R., 2017. HiQuake: The human induced earthquake database, *Seismological Research Letters*, 88, 1560-1565.

CAPÍTULO 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As compilações completas de casos ocorridos de sismos desencadeados por reservatório, incluindo comportamento espacial/temporal, contribuem para uma melhor avaliação do risco sísmico de futuros reservatórios. Sendo assim, a criação do banco de dados possibilitou a unificação de todas as informações pertinentes dos casos de SDR brasileiros além de reunir todos os parâmetros conhecidos que interferem no processo de SDR.

Foi confeccionado o visualizador web, RISBRA, que se apresentou como uma plataforma interativa de fácil acesso e com grande potencial para ampliar o conhecimento sobre a SDR brasileira.

O histograma dos casos SDRs reflete os enxames sísmicos, aumento do monitoramento e construções de barragens a partir de 2002.

Do ponto de vista regional, a região Norte apresentou porcentagem considerável indicando uma região potencial para SDR, acrescido a isso o crescimento exploratório. A região Nordeste apesar de apresentar uma pequena quantidade de SDR, comparativamente tem maior valor relativo em relação às demais regiões.

Embora os resultados apresentem uma pequena tendência para rochas ígneas no contexto geológico e para bacias para províncias geológicas, não há como afirmar a tendência desses parâmetros. Dessa forma sugerimos um aprofundamento na geologia estrutural local das barragens para obter um resultado que possa identificar maior influência geológica.

A altura da barragem se confirmou como um dos principais indicadores desencadeadores de sismos. Barragens com menos de 50 m de altura têm apenas 2% de probabilidade de causar sismos e as com mais de 100 m têm cerca de 54%.

O volume do reservatório também é uma influência importante e estimamos um para ocorrência de SDR o limitante de valor mínimo de $1 \times 10^{-4} \text{ km}^3$.

O tempo de resposta dos reservatórios os casos de resposta atrasada representam 43% no total, ou seja, quase metade deles apresenta comportamento hidráulico. Para

máximas magnitudes constatamos que a maioria dos eventos ocorre em reservatórios com volumes maiores que 10^{-3} km^3 e magnitude máxima de 4.2.

Foi determinada uma relação de Intensidade e máxima magnitude pela equação “ $I = 1,147M + 1,016 (+0,35)$ ”.

Onde I é a intensidade estimada e M a magnitude determinada.

A avaliação de risco sísmico de reservatório esbarra na dificuldade prática de mapear grande volume de rochas localizadas abaixo do reservatório e, portanto, de conhecer parâmetros-chave como esforços locais, permeabilidade das massas de rochas e geometria do sistema de fraturas. Deste modo, estudos estatísticos de casos prévios são úteis no estudo de avaliação do risco sísmico em futuros reservatórios. O que podemos concluir com este trabalho é que não se pode ignorar a probabilidade de ocorrência de SDR no Brasil, destacando a importância do monitoramento antes, durante e depois da construção da barragem.

No processo de continuação desse trabalho pretende-se, finalizar o processo de implementação de algumas funcionalidades do RISBRA, tais como a inserção dos dados *raster* (dados de gravimetria e eletromagnetometria), de gráficos gerados automaticamente a partir dos dados da plataforma e automatizar a entrada de dados de hidrometria gerados pelas hidrelétricas.

CAPÍTULO 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Assumpção, M., Freire, M., Ribotta L. C., 1995. Sismicidade Induzida no reservatório de Capivara: resultados preliminares sobre localização de fraturas ativas, IV International Congresso of the Brazilian Geophysical Society, Rio de Janeiro, Brasil, 2, 961-964.

Assumpção, M., Marza V. I., Barros L. V., Chimpliganond C. N., Soares J. E., Carvalho J. M., Caixeta D. F., Amorim A., Cabral E., 2002. Reservoir induced seismicity in Brazil, *Pure and Applied Geophysics*, 159, 597-617.

Barros, L. V., Caixeta D. F., 2003. Induced seismicity at Miranda Reservoir—A fine example of immediate seismic response, 8th International Congress of the Brazilian Geophysical Society, Rio de Janeiro, Brasil, 5 pp.

Barros, L. V., Caixeta D. F., Chimpliganond C. N., Fontenele D. P., 2005. Evolution of the Areado/MG seismic sequence—Started in January, 2004, International Congress of the Brazilian Geophysical Society, Salvador, Bahia, Brasil, 6 pp.

Barros, L. V., 2008. Relatório Síntese (2001-2007) do monitoramento sismológico do reservatório de Itapebi/BA, Brasília, Brasil.

Barros, L. V., Carvalho J. M., Ferreira V. M., Albuquerque D. F., Von Huelsen M. G., Caixeta D., Fontenele D. P., 2014. Determination of source seismic parameters of micro-earthquakes with epicenter in the south of Minas Gerais State-Brazil, VI Simpósio da Sociedade Brasileira de Geofísica, Porto Alegre, Brazil.

Barros, L. V., Carvalho J. M., Ferreira V. M., Von Huelsen M. G., Caixeta D. F., Fontenele D. P., 2015. Recent seismicity close to the Jirau reservoir in Rondônia State, Brazil, 14th International Congress of the Brazilian Geophysical Society, Rio de Janeiro, Brazil.

Barros, L. V., Assumpção, M., Ribotta, L.C., Ferreira, V.M., 2016. Sismicidade Induzida por Reservatório (SIR): casos brasileiros, *Boletim de Geofísica da Sociedade Brasileira de Geofísica*, 96,16-21.

Barros, L. V., Assumpção, M., Ribotta, L. C., Ferreira, V. M., Carvalho, M. J., Bowen, M. D. B., Albuquerque, F. D., 2018. Reservoir – Triggered Seismicity in Brazil: Statistical Characteristics in a Midplate Environment, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 20, 4-6.

Bell, M. L., Nur, A., 1978. Strength Changes Due to Reservoir- Induced Pore Pressure and Stresses and Application to Lake Oroville, *Journal of Geophysical Research*, California, 83,4469-4483.

Berrocal, J., Assumpção M., Antezana R., Dias Neto C., Ortega R., França H., Veloso J. A., 1984. Sismicidade do Brasil, IAG/USP e Comissão Nacional de Energia Nuclear, São Paulo, Brazil, 320 pp.

Berrocal, J., Fernandes C., 1996. Estudo de Sismicidade Induzida na Área dos Reservatórios Hidroelétricos da Chesf, Sessão Regular da Academia Brasileira de Ciências: Ciências da Terra e o Meio Ambiente. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, São Paulo, Brasil, 68, 613–620.

Borges, K. A. V., Davis JR., C. A., Laender, A. H. F., 2001. OMT-G: an object-oriented data model for geographic applications, *GeoInformatica*, 5, 221-260.

Borges, K. A. V., Davis JR., C. A., Laender, A. H. F., 2005. Modelagem Conceitual de Dados Geográficos. In: Casanova, M. A. Câmara, G. Davis Jr C.A., Vinhas, L., Queiroz, G. R., Banco de Dados Geográficos. Curitiba, Editora MundoGeo. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/livros/bdados/cap3.pdf>>. Acesso em março de 2017.

Brace, W. F., 1974. Experimental Studies of Seismic Behavior of Rocks Under Crustal Conditions. *Engineering Geology*, 8, 109-127.

BRASIL. Decreto nº 6.666, de 27 de novembro de 2008. Institui, no Âmbito do Poder Executivo Federal, a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE, e de outras providências. Disponível em: <http://planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6666.htm> Acesso em março de 2018.

——— Portaria nº 011 - DCT, de 22 de abril de 2015. Aprova a Norma da Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais de Defesa da Força Terrestre (EB80-N-72.002) – 1ª Parte – 1ª Edição – 2015. Disponível em: <http://www.geoportal.eb.mil.br/imagens/PDF/EDGV_Defesa-Forca_Terrestre_2015.pdf>. Acesso em: maio de 2017.

——— Portaria nº 007 - DCT, de 10 de fevereiro de 2016. Aprova a Norma da Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais de Defesa da Força Terrestre (EB80-N-72.002) – 1ª Parte – 2ª Edição – 2016. Disponível em: <http://www.geoportal.eb.mil.br/images/PDF/EDGV_DEFESA_F_Ter_2a_Edicao_2016_Aprovada_Publicada_BE_7_16.pdf>. Acesso em: junho de 2017.

Cardoso, V; Cardoso, G., 2012. Sistemas de Banco de Dados: uma abordagem introdutória e aplicada. Editora Saraiva, 1ª edição, 142pp.

Centro de Sismologia da USP – Disponível em: <http://www.sismo.iag.usp.br/eq/bulletin/> >Acesso em: outubro de 2017.

CBDB - Comitê Brasileiro de Barragens – Disponível em:< <http://www.cbdb.org.br/>>. Acesso em: outubro de 2018.

Chimpliganond, C. N., 2002. Characterization of induced seismicity at the Nova Ponte Reservoir/MG, Brasil, M.Sc. Dissertation, University of Brasília, Brazil.

Chimpliganond, C., França G. S., Bandeira A. E., Bevilaqua L., 2007. Reservoir-triggered seismicity at the highest Brazilian dam, AGU 2007 - Meeting of Americas Joint Assembly Abstract, Acapulco, México.

CONCAR – Comissão Nacional de Cartografia. Plano de ação para implantação da infraestrutura nacional de dados espaciais (INDE). Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: < <https://www.concar.gov.br/pdf/PlanoDeAcaoINDE.pdf> >. Acesso em: abril de 2018.

——— Comissão Nacional de Cartografia. Especificações técnicas para estruturação da infraestrutura nacional de dados espaciais digitais vetoriais. Edição 3.0, 2017. 43p. Disponível em: <https://www.concar.gov.br/temp/365@ET-EDGV_versao_3.0_2018_05_20.pdf>. Acesso em abril de 2018.

CPRM – Serviço Geológico Do Brasil. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/>>Acesso em: março 2017.

Davis JR., C. A., 2000. Múltiplas Representações em Sistemas de Informação Geográficos. Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação do Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal de Minas Gerais, 115.

Do Nascimento, A. F., 2002. The role of pore pressure diffusion in a reservoir-induced seismicity site in NE Brazil, Tese de Doutorado, University of Edimburgo, 203pp.

Elmasri, R.; Navathe, S B., 2011. Fundamentals of database systems. Pearson Education, Inc., publishing as Addison-Wesley, 6^a. edição.

Ferreira J., Oliveira, M., Assumpção M., Moreira, J. A. M., Pearce, R. G., Takeya, M. K., 1995. Correlation of seismicity and water level in the Açú reservoir—an example from Northeast Brazil, Bulletin of the Seismological Society of America, 85, 1483-1489.

Ferreira J., França, G. S., Vilar S., Assumpção M., 2008. Induced seismicity in the Castanhão Reservoir, NE Brazil - Preliminary results, Tectonophysics 456:1, 103-110.

França, G. S., Assumpção M., Ribotta L. C., Von Huelsen M. G., Chimpliganond E. C. N., 2010. Updated compilation of reservoir triggered seismicity in Brazil, 2010 The Meeting of the Americas (AGU – American Geophysical Union), Foz do Iguazu, Paraná, Brazil.

Foulger, G. R., Wilson, M., Gluyas, J., Julian, B. R., & Davies, R., 2017. Global review of human-induced earthquakes, Earth-Science Reviews.

Gomide, L. C., 1999. Nature and history of reservoir induced seismicity in Brazil, M.Sc. Dissertation, University of South Carolina.

Gupta, H. K., Rastogi, B. K., 1976. Dams Earthquakes. Develop.in Geotechnical Engineering, Amsterdam, Oxford, New York: Elsevier Scientific Publishing Company.

Gupta, H. K. 1992. Reservoir Induced Earthquakes. Developments in Geotechnical Engineering. Amsterdam - London - New York - Tokyo: Elsevier Scientific Publishing Company, 64, 243-250.

Healey, J. H., Rubey, W., Griggs, W., Rayleigh, C. B., 1968. The Denver Earthquakes, Science, 161, 1301-1310.

Howells, D. A., 1974. Mechanical properties of rock at the depth of earthquake ignition, Engineering Geology, 8, 129-134.

Klose, C.D., 2013. Mechanical and statistical evidence of the causality of human-made mass shifts on the Earth's upper crust and the occurrence of earthquakes. Journal of Seismology, 17,109 -135, DOI 10.1007/s10950-012-9321-8.

Leaflet. Leaflet 1.3.4. Disponível em: < <https://leafletjs.com/>> Acesso em: abril de 2018

Linux. Linux Mint Rosa 17.3 Disponível em:< <https://linuxmint.com/release.php?id=26>> Acesso em: abril de 2018

Lomnitz, C., 1974. Earthquakes and reservoir impounding: State of the Art, Engineering Geology, 8, 191-198.

Marza, V., Veloso J. A. V., Carvalho J. M., Barros L. V., Gomide L. C., 1997. Reservoir induced seismicity at Nova Ponte (MG): Revisited, 5th International Congress of the Brazilian Geophysical Society, São Paulo, Brazil, 968–971.

Marza, V., Barros L. V., Soares J. E., Carvalho J. M., Fontenele D., Chimpliganond C., Caixeta D., Gomes I. P., Furtado G. O., Carim A. L., Souza G. F., Caliman E. H., Barros J. B., 1999. Aspectos da Sismicidade Induzida por Reservatórios no Brasil, XXIII Semana Nacional de Grandes Barragens Belo Horizonte – Minas Gerais, 199–211.

Mendiguren, J. A., 1980. A procedure to resolve areas of different source mechanisms when using the method of composite nodal plane solution, Bulletin Seismological Society of America, 70, 985–998.

Medeiros, A. M. L., 2012. Aplicações geográficas do postgresql e seu módulo postGIS. Revista FOSSGIS Brasil, Coluna Banco de Dados Geográficos, 25-27.

Mioto, J. A., Ribotta L. C., Verdiani A. C., 1991. Aspectos geológico estruturais da sismicidade relacionada ao reservatório de Capivara (SP/PR), II Congresso Internacional da Sociedade Brasileira de Geofísica, Salvador, Brazil, 1, 513–520.

Node.js. Disponível em <<https://nodejs.org/en/>> Acesso em: abril de 2018.

Oliveira, N. C. C., 2018. A grande aceleração e a construção de barragens hidrelétricas no Brasil. Varia Historia, Belo Horizonte, 34, 65, 315-346. DOI:10.1590/0104-87752018000200003

PgAdmin III. pgAdmin III 1.22.2 documentation. Disponível em: <<https://www.pgadmin.org/docs/pgadmin3/1.22/>> Acesso em: abril de 2018.

PostGIS. PostGIS manual. Disponível em: < <http://postgis.net/docs/manual-2.4/>>. Acesso em: março de 2018.

PostgreSQL. PostgreSQL manual. Disponível em: <<https://www.postgresql.org/docs/9.3/index.html> > Acesso em: abril de 2018.

QGIS. Quantum GIS Documentation. Disponível em: <<https://docs.qgis.org/2.14/en/docs/>> . Acesso em: abril de 2018.

Redis. Disponível em: <https://redis.io/>> Acesso em: abril de 2018.

Ribotta, L. C., 1989. Aspectos da sismicidade na área do reservatório de Paraibuna/ Paraitinga, Dissertação de Mestrado, IAG, USP, São Paulo, 147pp.

Ribotta, L. C., Mioto J. A., Manuzzi J. L., Carvalho A. M. B. E., Vinciprova G., 2008. Sismicidade na área do reservatório de Barra Grande, SC/RS, Anais do III Simpósio Brasileiro de Geofísica, Belém, Pará, Brazil.

Ribotta, L. C., Assumpção M., Manuzzi J. L., Carvalho A. M. B. E., Regina J. V. M., 2010. Seismicity induced in 4 deep reservoirs, southern Brazil, 2010 The Meeting of the Americas (AGU - American Geophysical Union), Foz do Iguaçu, Paraná, Brazil.

Ribotta, L. C., Mioto J. A., Regina J. V. M., 2006a. Sismicidade na área do reservatório de Itá, SC/RS, Anais do II Simpósio Brasileiro de Geofísica da SBGf, Natal, Rio Grande do Norte, Brazil.

- Ribotta, L. C., Miotto J. A., Regina J. V. M., 2006b. Sismicidade na área do reservatório de Machadinho, SC/RS, Anais do XLIII Congresso Brasileiro de Geologia, Aracaju, Sergipe, Brazil.
- Ribotta, L. C., Moreira L. D., Souza S. L. E., Regina J. V., 2017. Reservatório de Itá, SC/RS, 19 Anos de Sismicidade, Anais do II Simpósio Brasileiro de Sismologia, João Pessoa, Paraíba, Brazil.
- Roeloffs, E., 1988. Hydrologic precursors to earthquakes: A review, *Pure and Applied Geophysics*, 126, 177–209.
- Simpson, D. W., 1986. Triggered Earthquakes. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, New York, 14, 21-42.
- Simpson, D. W., Leith, W. S., Scholz, C. H., 1988. Two types of Reservoir-induced Seismicity, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 78, 2025-2040.
- STARUML. Welcome to StarUML! Disponível em: <<http://staruml.sourceforge.net/en/>>. Acesso em abril de 2018.
- Snow, D. J., 1972. Geodynamics of seismic reservoirs, *Proceedings of the International Symposium on Percolation Through Fissured Rocks*, 1-19.
- Talwani, P., 1995. Two categories of reservoir induced seismicity, *Proceedings of the International Symposium on Reservoir-induced Seismicity (ISORI'95)*, 44-64.
- Teorey, T. J., Lightstone, S. Nadeau, T., 2014. Projeto e modelagem de banco de dados. Tradução Daniel Vieira, Elsevier, 2, 309.
- Veloso, J. A. V., Assumpção M., Gonçalves E. S., Reis J. C., Duarte V. M., Mota, C. G., 1987. Registro de SIR em reservatórios da CEMIG e FURNAS, Anais do V Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, São Paulo, Brazil, 135,146.
- Veloso, J. A. V., Carvalho, J. M., Fernandes, E. P., Blum, M. L. B., Araújo, D. P., 1991. Micro earthquakes and the Balbina Lake, a possible case of induced seismicity in the Amazon are, 2th International Congress of the Brazilian Geophysical Society, Salvador, Brazil, 2, 508-512.
- Veloso, J. A. V., 1992a. Terremotos induzidos pelo homem, *Ciência Hoje*, 14, 269-273.
- Veloso, J. A. V., 1992b. Cases of RIS in the Brazilian Amazon area, *Proceedings Tenth World Conference on Earthquake Engineering*, Madrid, Spain, 1, 269-273.
- Veloso, J. A. V., Gomide. L. C., 1997. Induced seismicity at Cajuru Reservoir, Minas Gerais, Brazil, *Proceedings 19th of the International Congress on Large Dams*, Florence, Italy, 1211-1225.
- Viotti, C. B., Gomide L. C., Brito, S. N. A., 1995. Induced seismicity in CEMIG's reservoir in Minas Gerais - Brazil, *Proceedings of the International Symposium on Reservoir-induced Seismicity (ISORIS'95)*, Beijing, China, 205–212.
- Viotti, C. B., Veloso J. A. V., Gomide, L. C., 1997. Induced seismicity at Cajuru Reservoir, Minas Gerais, Brazil, 19th International Congress on Large Dams *Proceedings*, Italy, 1211–1225.

Zoback, M. D., Hickman, S., 1982. In situ study of the Physical Mechanisms Controlling Induced Seismicity at Monticello Reservoir, South Carolina, *Journal of Geophysical Research*, 87, 6959-6974.

Wilson, M. P., Foulger, G. R., Gluyas, J. G., Davies, R. J., Julian, B. R., 2017. HiQuake: The human induced earthquake database, *Seismological Research Letters*, 88, 1560-1565.

APÊNDICE A – INTERFACE DO VISUALIZADOR WEB RISBRA.



Figura A.1- Seleção de barragens (ícones pretos).

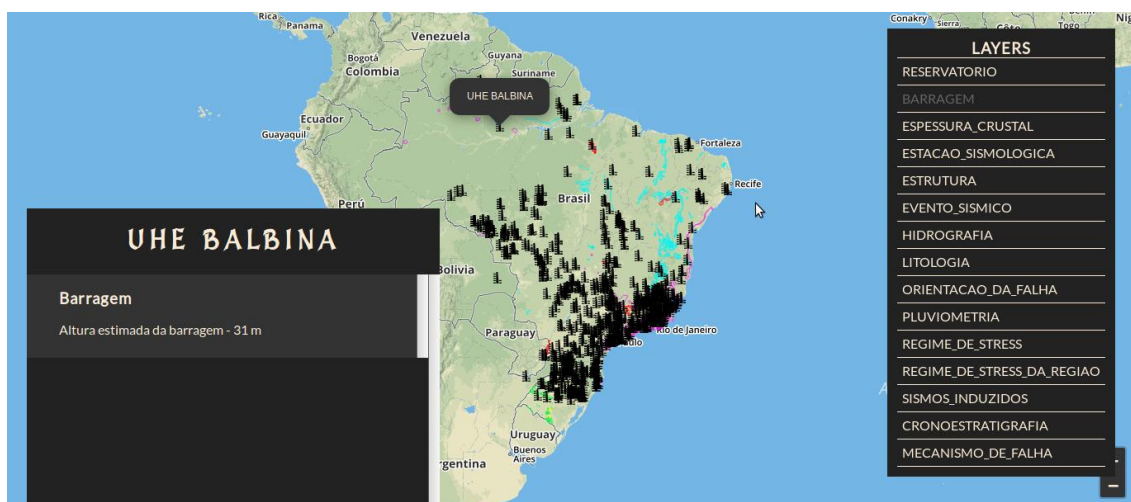


Figura A.2 - Exemplo de seleção da barragem Balbina, quadro a esquerda mostra a informação da altura da barragem.

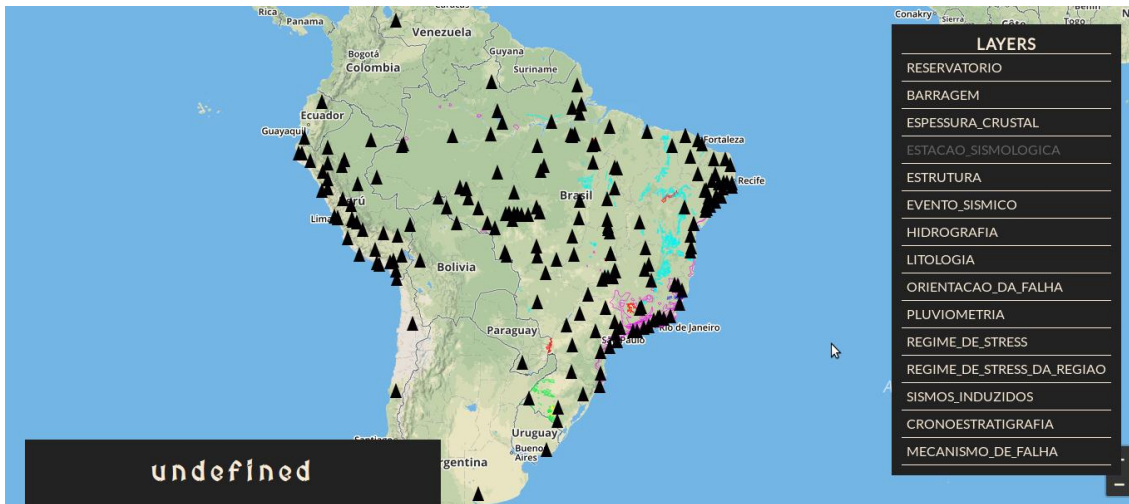


Figura A.3 – Seleção no menu (layers) dos dados de estações sísmológicas.

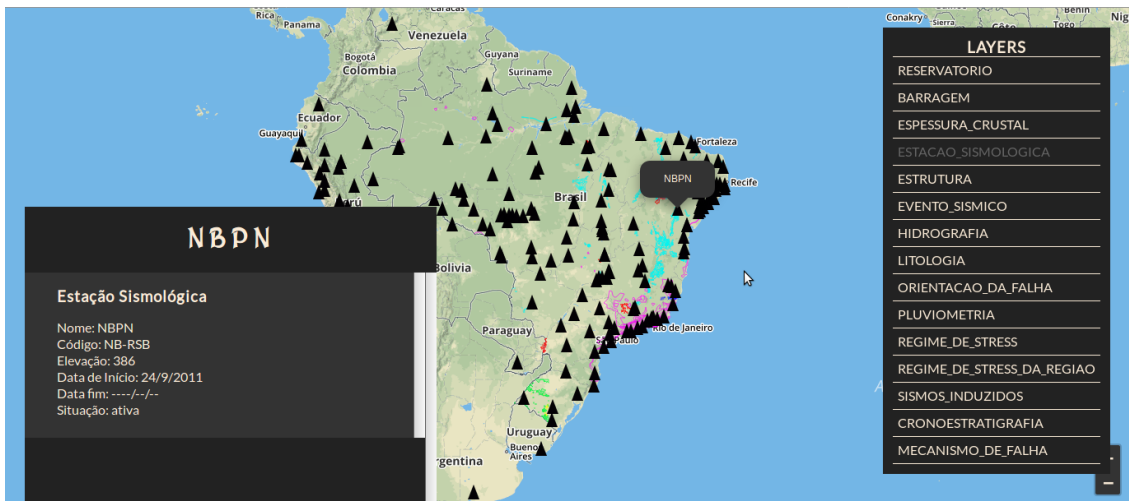


Figura A.4 - Após selecionar uma estação podemos observar os dados referentes a estação selecionada no mapa. Dados relacionados a estação NBP N aparecem no quadro a esquerda.

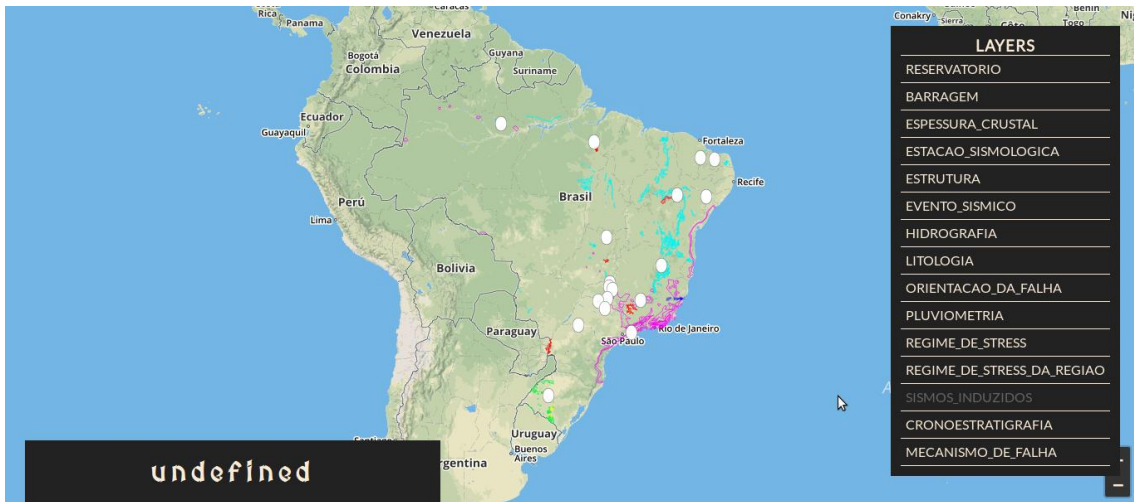


Figura A.5 - Seleção no menu (layers) dos dados de eventos desencadeados.

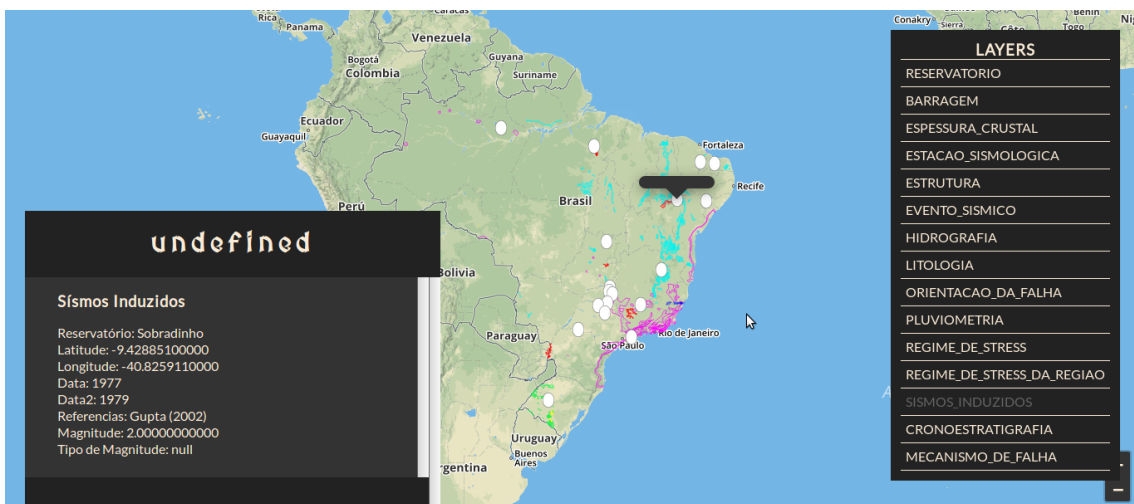


Figura A.6 - Ao escolher um determinado sismo induzido os dados detalhados desse evento é exibido no quadro a esquerda.

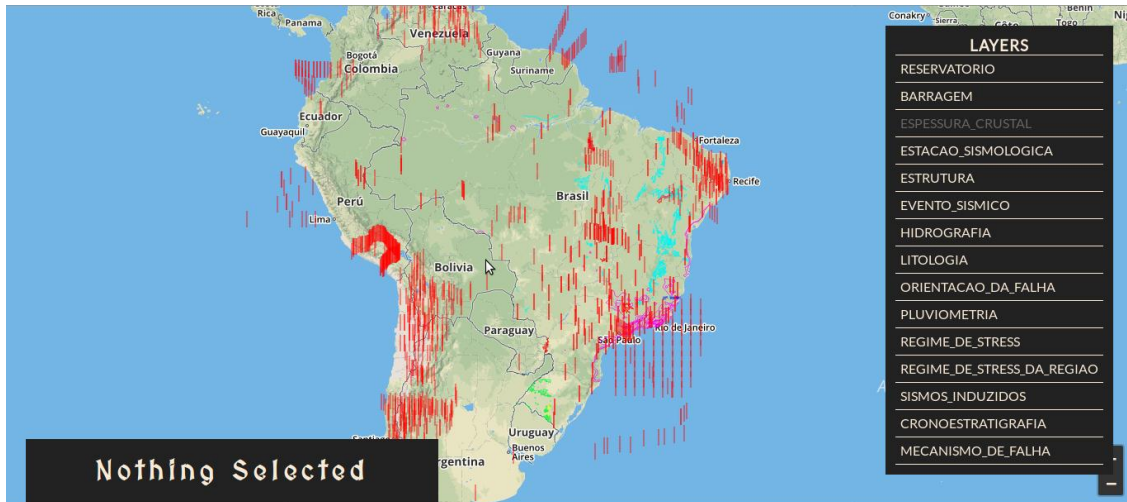


Figura A.7 – Seleção do layer espessura crustal no menu. Cada dado no menu é exibido no mapa com ícones.

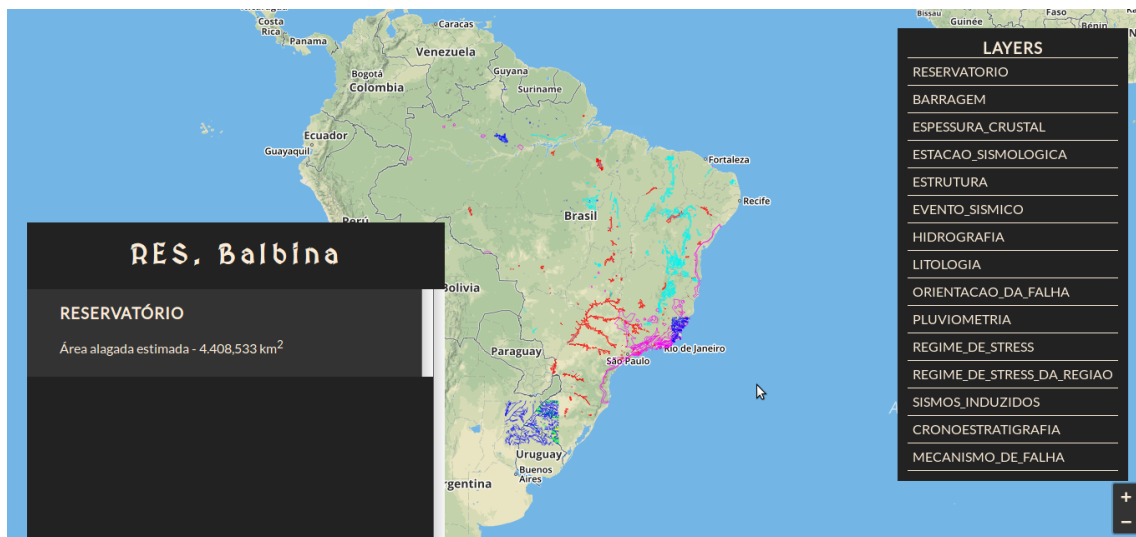


Figura A.8 – No quadro a esquerda as informações referentes a seleção do reservatório de Balbina.

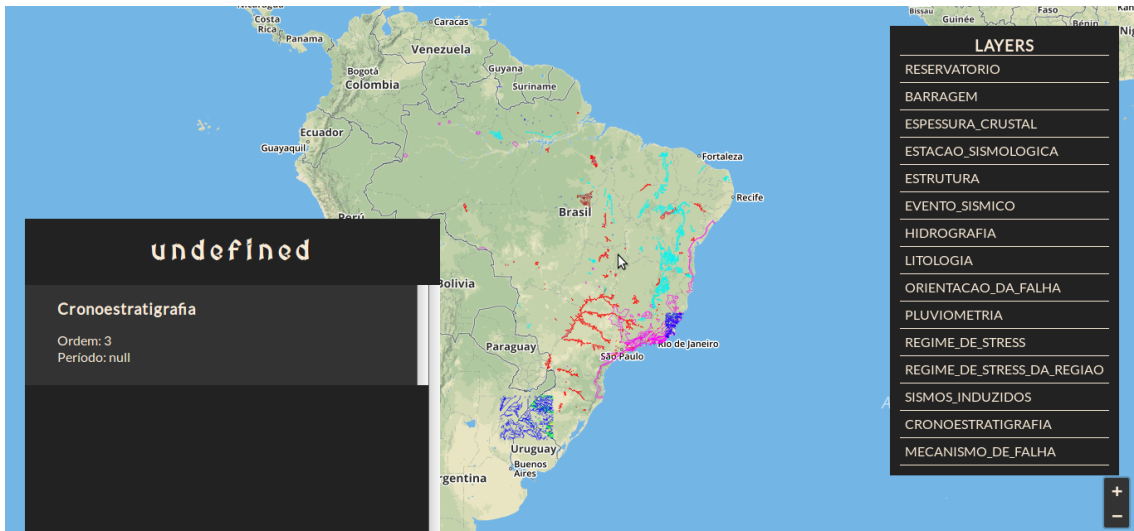


Figura A.9 - Informações resultante da seleção de cronoestratigrafia.

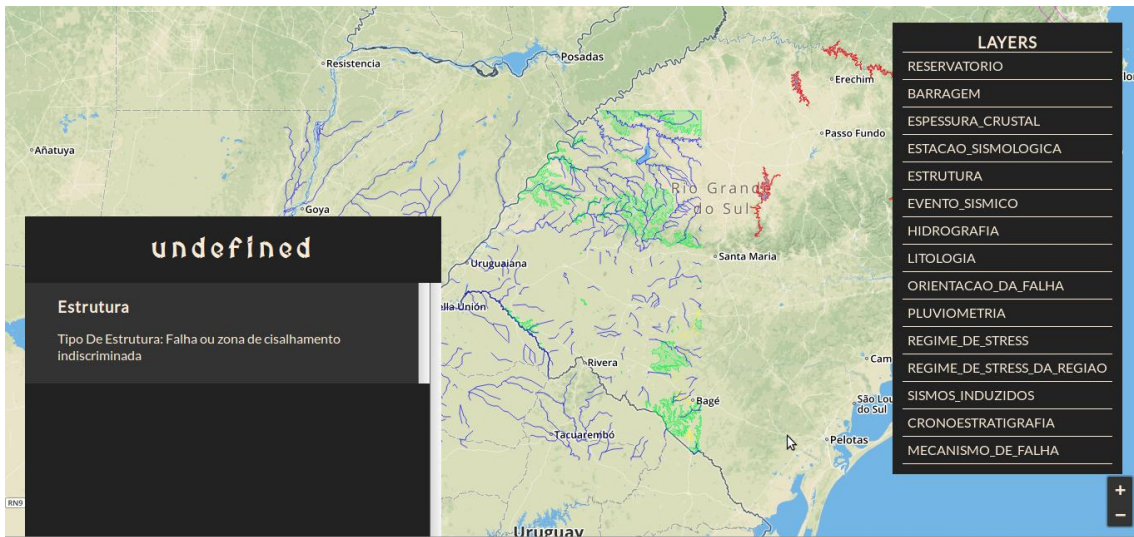


Figura A.10 - Imagem da seleção de uma estrutura em específico.

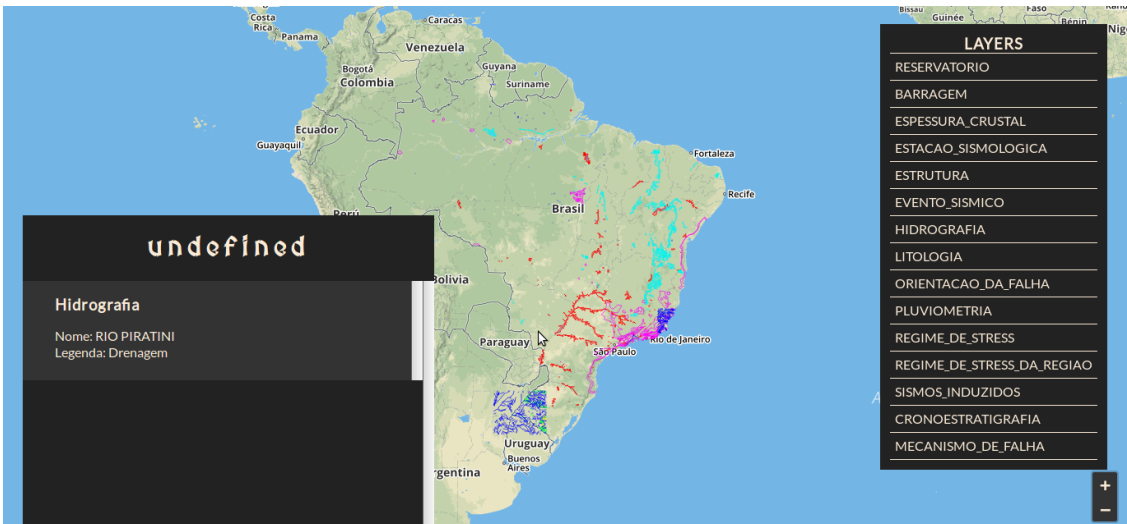


Figura A.11 - Imagem referente a seleção da hidrografia.

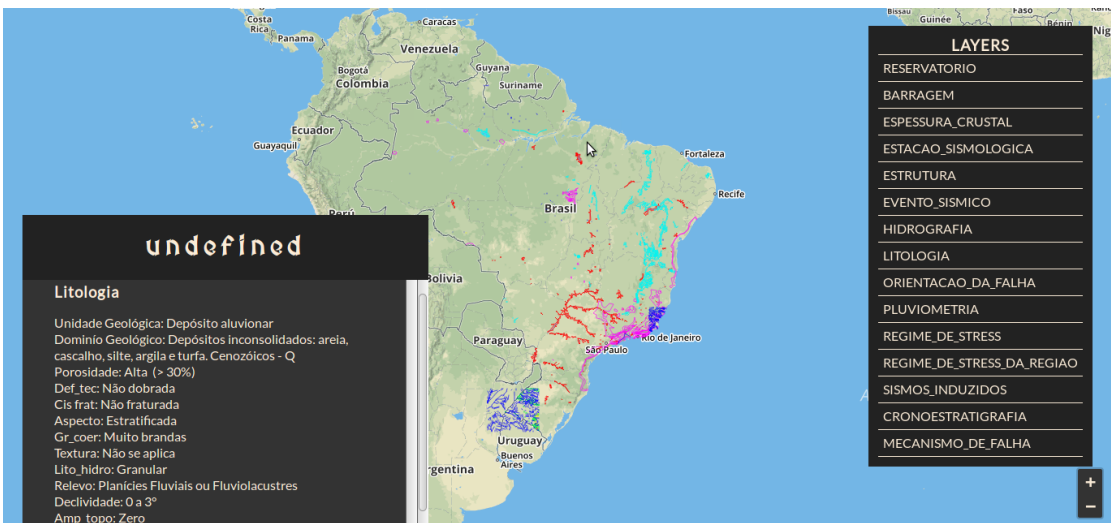


Figura A.12 - Imagem referente a seleção de uma litologia. A esquerda o quadro com informações específicas da área selecionada.

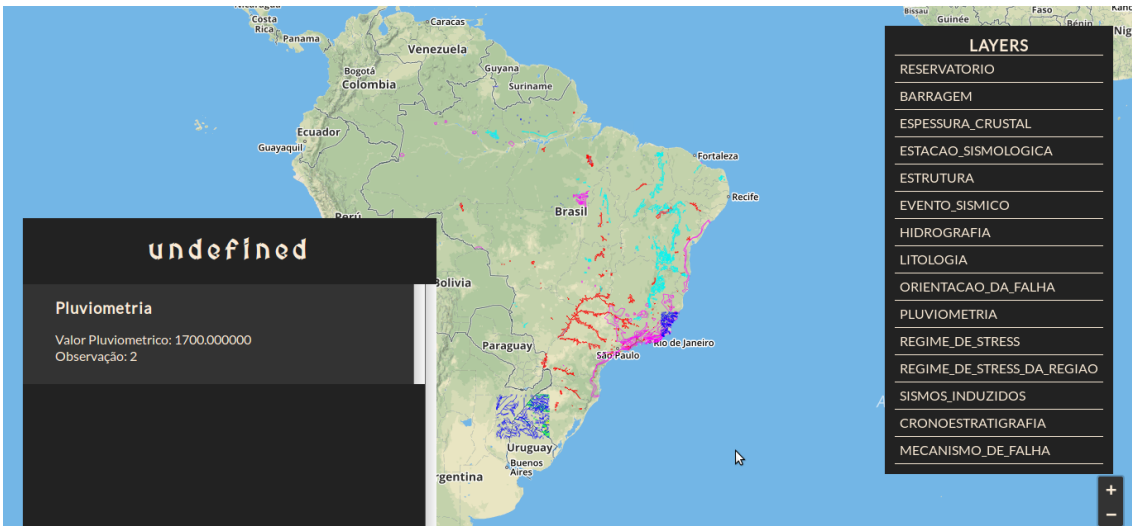


Figura 13 – Resultado da seleção da pluviometria de uma região específica.

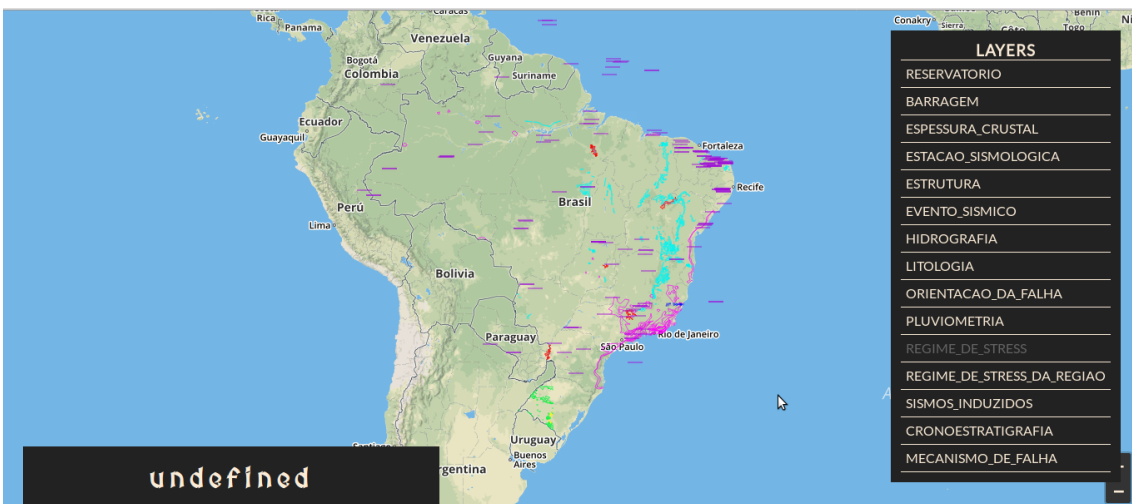


Figura 14 – Apresenta os ícones no mapa referente aos dados de Regime de Esforço.

APÊNDICE B – TABELA DE BARRAGENS

Nº	Nome da Barragem	Altura (m)	Volume (10 ⁶ m ³)	Latitude (°)	Longitude (°)	Cidade	Estado
1	UHE 14 DE JULHO	33	55.180,00	-29,068617	-51,674572	Bento Gonçalves / Cotiporã	Rio Grande do Sul
2	AÇUDE DO AÇU	41	2.400,00	-5,669811	-36,886256	Açu	Rio Grande do Norte
3	UHE ÁGUA LIMPA	34	10.310,00	-11,739167	-46,752778	Dianópolis / Novo Jardim	Tocantins
4	UHE ÁGUA VERMELHA	63	11.025.000,00	-19,866008	-50,346797	Iturama / Ouroeste	Minas Gerais / São Paulo
5	UHE ALECRIM	55	10.000,00	-24,151811	-47,548069	Miracatu	São Paulo
6	PCH ALTO IRANI	41	14.400,00	-27,012708	-52,428481	Arvoredo / Xanxerê	Santa Catarina
7	ALTO JATAPU	25		0,856719	-59,294611	Caroebe	Roraima
8	PCH ALTO SUCURIU	20	86.000,00	-19,245819	-52,879586	Chapadão Sul	Mato Grosso do Sul
9	UHE AMERICANA	25	38.500,00	-22,698936	-47,284194	Americana	São Paulo
10	ANGELINA (EX PORTOBELLO - CORREDEIRA DO ENCANO)	45		-27,45595	-48,983853	Angelina	Santa Catarina
11	ANHANGUERA	27	0	-20,493694	-47,859514	Guará / São Joaquim da Barra	São Paulo
12	ANNA MARIA	22	0	-21,485433	-43,459864	Santos Dumont	Minas Gerais
13	UHE APERTADINHO	40	3.170,00	-12,503633	-60,319525	Vilhena	Rondônia
14	AÇUDE ARARAS	38	891.000,00	-4,209336	-40,449786	Santa Quitéria / Varjota	Ceará
15	PCH AREAL	23	15.500,00	-22,225819	-43,089069	Três Rios	Rio de Janeiro
16	AREIA BRANCA	28		-19,613333	-41,803611	Caratinga / Ipanema	Minas Gerais
17	PCH ARVOREDO	37		-27,059286	-52,469792	Arvoredo / Xaxim	Santa Catarina
18	ASSIS CHATEAUBRIAND	24	98.600,00			Ribas do Rio Pardo	Mato Grosso do Sul
19	AUTÓDROMO	20		-28,833412	-51,838328	Vista Alegre do Prata / Chapecó	Rio Grande do Sul
20	UHE BAGUARI	26	38.070,00	-19,023619	-42,124275	Fernandes Tourinho / Governador Valadares / Apercata	Minas Gerais
21	UHE BAIXO IGUAÇU	22	211920	-26	-53,671667	Capanema / Capitão Leonidas Marques	Paraná
22	UHE BALBINA	31	9.755.000,00	-1,915842	-59,473258	Presidente Figueiredo	Amazonas
23	UHE BARIRI	33	544.000,00	-22,153969	-48,753778	Bariri	São Paulo
24	UHE BARRA	90	58.000,00	-24,023469	-47,356006	Ibiúna / Tapiraf	São Paulo
25	BARRA BONITA	33	3.160.000,00	-22,519956	-48,534992	Barra Bonita	São Paulo
26	PCH BARRA DA PACIÊNCIA	27		-18,956675	-42,470775	Açucena / Gonzaga	Minas Gerais
27	UHE BARRA DO BRAÚNA	34	33.658,00	-21,449178	-42,405489	Laranjal / Recreio	Minas Gerais
28	BARRA DO RIO CHAPÉU	20,5		-28,081636	-49,148864	Rio Fortuna / Santa Rosa de Lima	Santa Catarina
29	UHE BARRA DOS COQUEIROS	60	349.800,00	-18,722856	-51,004681	Cachoeira Alta / Caçu	Goiás
30	UHE BARRA GRANDE	185	5.000.000,00	-27,778664	-51,188881	Anita Garibaldi	Rio Grande do Sul
31	PCH BARUITO	20	250	-13,3206	-57,596856	Campo Novo do Parecis	Mato Grosso
32	UHE BATALHA	52	1.781.610,00	-17,347003	-47,473836	Cristalina / Paracatu	Goiás / Minas Gerais
33	BELMONTE	20		-26,833333	-53,666667	Bandeirante / Belmonte	Santa Catarina
34	UHE BELO MONTE	88	0	-2,645742	-52	Porto de Moz / Senador José Porfírio	Pará
35	BILLINGS	30	1.229.000,00	-23,774119	-46,531086	São Bernardo do Campo	São Paulo
36	BILLINGS - PEDRAS	31	997	-23,834056	-46,464378	São Bernardo do Campo	São Paulo
37	UHE BOA ESPERANÇA	53	5.059.000,00	-6,749622	-43,565828	São João dos Patos / Guadalupe	Maranhão / Piauí
38	BOA FÉ	26		-28,756386	-51,840819	Nova Bassano / Serafina Corrêa	Rio Grande do Sul
39	PCH BOA SORTE	30	18.300,00	-11,890011	-46,770064	Dianópolis / Novo Jardim	Tocantins
40	UHE BOCAINA	83	6.824.000,00	-18,166667	-47,45	Davinópolis / Abadia dos Dourados	Goiás / Minas Gerais

41	BRAÇO	24		-22,781414	-44,228544	Rio Claro / Lídice	Rio de Janeiro / São Paulo
42	BRAÇO NORTE II	20		-9,778056	-54,988611	Guarantã do Norte / Novo Mundo	Mato Grosso
43	BRAÇO NORTE III	27		-9,666667	-54,966667	Guarantã do Norte / Novo Mundo	Mato Grosso
44	PCH BRAÇO NORTE IV	26	20.570,00	-9,631661	-54,974731	Guarantã do Norte / Novo Mundo	Mato Grosso
45	BUGRES	27,5		-29,343297	-50,695703	Canela	Rio Grande do Sul
46	PCH CABEÇA DE BOI	32	3.200,00	-10,354166	-56,985	Alta Floresta / Nova Monte Verde	Mato Grosso
47	CACARIA I	23	1.052,00			Piraiá	Rio de Janeiro
48	CACARIA II	23	1.052,00			Piraiá	Rio de Janeiro
49	UHE CACHOEIRA CALDEIRÃO	23	230.560,00	0,852778	-51,29666	Ferreira Gomes	Amapá
50	PCH CACHOEIRA DO CACHIMBO ALTO	21	32.020,00	-11,925675	-62,149536	Alta Floresta D'Oeste	Rondônia
51	CACHOEIRA DOS PRAZERES	24		-20,368056	-43,490278	Ouro Preto	Minas Gerais
52	UHE CACHOEIRA DOURADA	26	519.000,00	-18,502061	-49,491308	Cachoeira Dourada	Goiás
53	CACHOEIRÃO	23		-19,436667	-41,614167	Alvarenga / Pocrane	Minas Gerais
54	UHE CACHOEIRINHA	38	76.210,00	-26,161111	-52,533333	Clevelândia / Honório Serpa	Paraná
55	UHE CACONDE	60	555.000,00	-21,576408	-46,623886	Caconde	São Paulo
56	UHE FOZ DO RIO CLARO	38	231.770,00	-18,531883	-51,147964	Cachoeira Alta / Caçu	Goiás
57	UHE CAJU	38	3.403,00	-21,8993	-42,047889	Xanxerê / Xaxim	Santa Catarina
58	CAJURU	22	192.000,00	-20,238469	-44,754239	Carmo do Cajuru / Divinópolis	Minas Gerais
59	UHE CAMARGOS	36	792.000,00	-21,32625	-44,614839	Itutinga / Nazareno	Minas Gerais
60	UHE CAMPOS NOVOS	196	1.477.000,00	-26,604747	-51,325828	Campos Novos / Celso Ramos	Santa Catarina
61	UHE CANA BRAVA	68	2.300.000,00	-13,403172	-48,143589	Cavalcante / Minaçu	Tocantins
62	UHE CANASTRA	26	242.000,00	-29,393292	-50,745711	Canela	Rio Grande do Sul
63	UHE CANDONGA	53	54.440,00	-20,207106	-42,854711	Rio Doce / Santa Cruz do Escalvado	Minas Gerais
64	UHE CANOAS I	29	215.000,00	-22,942206	-50,517528	Itambaracá / Cândido Mota	Paraná / São Paulo
65	UHE CANOAS II	25	149.000,00	-22,936717	-50,250381	Andará / Palmital	Paraná
66	PCH CANTU 2	39	31.000,00	-24,745833	-51,468055	Laranjal / Nova Cantu	Paraná
67	CAPIGUI	22	42.000,00	-28,351156	-52,214014	Marau / Passo Fundo	Rio Grande do Sul
68	CAPIM BRANCO I	55	241.650,00	-18,777714	-48,161067	Araguari / Uberlândia	Minas Gerais
69	CAPIM BRANCO II	55	872.830,00	-18,660283	-48,436892	Araguari / Uberlândia	Minas Gerais
70	CAPIVARA	60	10.540.000,00	-22,659553	-51,359456	Porecatu / Taciba	Paraná / São Paulo
71	PCH CAPIVARI	25		-28,116666	-48,966666	São Bonifácio / São Martinho	Santa Catarina
72	CASCA 3	36	2.780,00	-15,357889	-55,455064	Chapada dos Guimarães	Mato Grosso
73	CASTANHÃO	85	6.700.000,00	-5,496108	-38,449014	Alto Santo / Jaguaribara	Ceará
74	CASTRO ALVES	48		-29,006315	-51,382081	Nova Pádua / Nova Roma do Sul	Rio Grande do Sul
75	CAXITORÉ	37	202.000,00	-3,740647	-39,359464	Pentecoste / Umirim	Ceará
76	CHAMINÉ	21		-25,822406	-48,972031	São José dos Pinhais	Paraná
77	CHAVANTES	98	8.795.000,00	-23,129356	-49,731372	Ribeirão Claro / Chavantes	Paraná / São Paulo
78	CIDEZAL	22		-13,369808	-59,015278	Campos de Júlio / Sapezal	Mato Grosso
79	COARACY NUNES	36	138.000,00	0,908308	-51,259692	Ferreira Gomes	Amapá
80	CODORNA	28	10.800,00	-20,158611	-43,8925	Nova Lima	Minas Gerais
81	COLINO 2	26	21.800,00	-17,072442	-40,105886	Jucuruçu / Vereda	Bahia
82	PCH CORRENTE GRANDE	29,5		-18,954308	-42,548667	Açucena / Gonzaga	Minas Gerais
83	CORREDEIRA DO CAPOTE	33		-24,169306	-48,7131	Ribeirão Branco	São Paulo
84	CÓRREGO DA CASCATA	25		-23,85	-46,45	São Bernardo do Campo	São Paulo
85	CORUMBÁ	90	1.500.000,00	-17,989044	-48,530844	Caldas Novas / Corumbáiba	Goiás

86	CORUMBÁ III	54	972.100,00	-16,787961	-47,937183	Luziânia	Goiás
87	CORUMBÁ IV	67	3.679.800,00	-16,327439	-48,188503	Luziânia / Silvânia	Goiás
88	COTIPORÃ	22		-28,972253	-51,757864	Cotiporã	Rio Grande do Sul
89	CRIÚVA	25		-28,964442	-50,798839	Caxias do Sul / São Francisco de Paula	Rio Grande do Sul
90	CUREMA - MÃE D'ÁGUA	82	1.358.000,00	-7,024233	-37,985267	Coremas	Paraíba
91	CURUÁ-UNA	26	472.000,00	-2,812514	-54,298525	Santarém	Pará
92	UHE DERIVAÇÃO DO RIO JORDÃO	95	110.000,00	-25,759653	-52,088078	Foz do Jordão / Reserva do Iguaçu	Paraná
93	DIQUE DO CÔRREGO E SANGRADOURO PRETO - MONOS	20	1.229.000,00			Cubatão	São Paulo
94	DIQUE Nº 4	52	1.052.000,00			Piraf	Rio de Janeiro
95	DIVISA	25	11.400,00	-29,299022	-50,570014	São Francisco de Paula	Rio Grande do Sul
96	DONA FRANCISCA	50,5	335.000,00	-29,450828	-53,285178	Agudo / Nova Palma	Rio Grande do Sul
97	PCH DONA RITA	22	2.584,00	-19,423317	-43,200822	Santa Maria do Itabira	Minas Gerais
98	DOCTOR ESTEVÃO MARINHO	47	720.000,00	-7,023033	-37,948094	Coremas	Paraíba
99	E NOVA (ANGLOGOLD)	33		-20,147178	-43,897703	Nova Lima	Minas Gerais
100	ELDORADO	50	2.900.000,00	-24,473089	-48,159881	Eldorado	São Paulo
101	ELOY CHAVES	21	1.250,00	-22,266372	-46,732653	Espírito Santo do Pinhal	São Paulo
102	UHE EMBORCAÇÃO	158	17.588.000,00	-18,453025	-47,986928	Catalão / Araguaçu	Goiás / Minas Gerais
103	ENGENHEIRO ERNESTO JORGE DREHER	23		-29,122547	-53,366475	Júlio de Castilhos / Salto do Jacuí	Rio Grande do Sul
104	ENGENHEIRO HENRIQUE KOTZIAN	38		-29,128678	-53,3198	Júlio de Castilhos / Salto do Jacuí	Rio Grande do Sul
105	ESTREITO	40	5.400.000,00	-6,586389	-47,4575	Estreito / Aguiarópolis / Palmeiras do Tocantins	Maranhão / Tocantins
106	ESTREITO	92	1.418.000,00	-20,152803	-47,279383	Sacramento / Pedregulho	Minas Gerais / São Paulo
107	EUCLIDES DA CUNHA	60	18.450,00	-21,603456	-46,949339	São José do Rio Pardo	São Paulo
108	FELIX GUISSARD	24	4.500,00			Redenção da Serra	São Paulo
109	FERRADURA	20,3		-25,559722	-53,576667	Erval Seco / Redentora	Rio Grande do Sul
110	FONTES NOVA	63		-22,691389	-43,864444	Piraf	Rio de Janeiro
111	FOZ DO AREIA	160	6.100.000,00	-26,010953	-51,666786	Bituruna / Pinhão	Paraná
112	FOZ DO CHAPECÓ	47	1.502.000,00	-27,143114	-53,059097	Alpestre / Águas de Chapecó	Rio Grande do Sul / Santa Catarina
113	UHE FOZ DO RIO CLARO	42	95.330,00	-19,117803	-50,642028	Caçu / São Simão	Goiás
114	FRANCA	48	135.000,00	-23,941422	-47,194756	Juquitiba	São Paulo
115	FRANÇA	48	145.000,00	-23,941422	-47,194756	Juquitiba / Tapiraí	São Paulo
116	FUMAÇA	54	900.000,00	-20,450642	-43,256494	Diogo de Vasconcelos / Mariana	Minas Gerais
117	UHE FUNDÃO	42,5	34.490,00	-25,708611	-51,998056	Foz do Jordão / Pinhão	Paraná
118	FUNIL	50	258.400,00	-21,144228	-45,035739	Ibirapitanga / Ubaitaba	Bahia
119	FUNIL	48	46.400,00	-14,229039	-39,462928	Mariana / Ouro Preto	Minas Gerais
120	FUNIL	85	890.000,00	-22,529075	-44,5679	Dores de Guanhões / Guanhões	Minas Gerais
121	FURNAS	127	22.950.000,00	-20,668536	-46,314744	São João Batista do Glória / São José da Barra	Minas Gerais
122	FURNAS DO SEGREDO	22	3.000,00	-29,380183	-54,508722	Jaguari / Jari	Rio Grande do Sul
123	GAFANHOTO	20	4.200,00	-20,099936	-44,848306	Carmo do Cajuru / Divinópolis	Minas Gerais
124	GAVIÃO PEIXOTO	22		-21,848069	-47,705669	Gavião Peixoto	São Paulo
125	GENERAL SAMPAIO	38	322.200,00	-4,062819	-39,454892	General Sampaio	Ceará
126	GOIANDIRA	44		-18,134175	-48,266153	Goiandira / Nova Aurora	Goiás
127	PCH TERRA SANTA	36	2.394,00	-14,792986	-57,9672	Barra do Bugres / Tangará da Serra	Mato Grosso
128	GRAMINHA (CACONDE)	60	555.000,00	-21,576708	-46,623886	Caconde	São Paulo

129	GUARICANA	30	6.840,00	-25,726694	-48,949394	Morretes / São José dos Pinhais	Paraná
130	GUILMAN AMORIN	32	11.500,00	-19,707675	-42,960633	Antônio Dias / Nova Era	Minas Gerais
131	IBITINGA	32	985.000,00	-21,759739	-48,990839	Iacanga / Ibitinga	São Paulo
132	IGARAPAVA	32	234.500,00	-19,989689	-47,756119	Conquista / Igarapava	Minas Gerais / São Paulo
133	ILHA SOLTEIRA	74	5.516.000,00	-20,381903	-51,364836	Ilha Solteira / Selvíria	São Paulo / Mato Grosso
134	PCH INDIAVAÍ	35	1.068,00	-15,260833	-58,720556	Indiavaí / Jaurú	Mato Grosso
135	PCH INXÚ	22,3	4.220,00	-13,355583	-57,613913	Campo Novo do Parecis / Nova Maringá	Mato Grosso
136	IPORANGA	78	17.000,00	-24,109628	-47,693714	Iporanga / Juquiá	São Paulo
137	IPUEIRAS	34,5	6.947.000,00	-11,25	-48,45	Brejinho de Nazaré / Ipueiras	Tocantins
138	IRAPÉ	209	5.964.000,00	-16,73775	-42,573389	Berilo / Grão Mogol	Minas Gerais
139	IRARA	42	36.300,00	-18,071944	-51,72222	Jataí / Rio Verde	Goiás
140	ISAMU IKEDA	25	82.000,00	-10,699267	-47,793417	Monte do Carmo / Ponte Alta do Tocantins	Tocantins
141	ITÁ	125	5.100.000,00	-27,284242	-52,391103	Aratiba / Itá	Rio Grande do Sul / Santa Catarina
142	ITÁ AZUL	45	3.000,00			Nova Era	Minas Gerais
143	ITAIPU	196	29.000.000,00	-25,408781	-54,589272	Foz do Iguaçu / Hernandarias	Paraná / Alto Paraná
144	ITAOCARA	46	1.164.000,00	-21,690556	-42,160278	Aperibé / Itaocara	Rio de Janeiro
145	ITAPARICA	105	10.782.000,00	-9,144497	-38,309853	Glória / Petrolândia	Bahia / Pernambuco
146	ITAPEBI	120	1.633.560,00	-15,969933	-39,589206	Itapebi	Bahia
147	ITAÚBA	97	600.000,00	-29,259544	-53,234744	Pinhal Grande / Salto do Jacuí	Rio Grande do Sul
148	ITU	22	5.000,00	-29,198153	-55,478547	Itaqui / Manoel Viana	Rio Grande do Sul
149	ITUMBIARA	110	17.027.000,00	-18,407914	-49,098808	Itumbiara / Araporã	Goiás / Minas Gerais
150	ITUPARARANGA	38	355.500,00	-23,612158	-47,397292	Votantim	São Paulo
151	ITUTINGA	23	11.400,00	-21,293253	-44,623564	Itutinga / Nazareno	Minas Gerais
152	IVAN BOTELHO I (EX-PONTE)	32		-21,370278	-42,989444	Guarani	Minas Gerais
153	IVAN BOTELHO II (EX-PALESTINA)	32		-21,343889	-42,97	Guarani	Minas Gerais
154	IVAN BOTELHO III (EX-TRIUNFO)	42		-21,301111	-42,911944	Astolfo Dutra	Minas Gerais
155	PCH JACARE	38,5	12.510,00	-19	-42,95	Dores de Guanhões / Senhora do Porto	Minas Gerais
156	JACUI	25	24.400,00	-29,080144	-53,224989	Salto do Jacuí	Rio Grande do Sul
157	JAGUARA	55	420.000,00	-20,023414	-47,433867	Sacramento / Rifaina	Minas Gerais / São Paulo
158	JAGUARI	77	793.000,00	-23,195119	-46,020861	Jacareí / São José dos Campos	São Paulo
159	JAGUARI I	23,5	5.240,00	-22,819489	-46,878806	Campinas / Pedreira	São Paulo
160	AÇUDE JAIBARAS	29	104.400,00	-3,796342	-40,514017	Cariré / Sobral	Ceará
161	JAURU	38	16.970,00			Indiavaí / Jauru	Mato Grosso
162	PCH JENIPAPO	60		-17,158494	-42,241947	Jenipapo de Minas	Minas Gerais
163	JERRY O'CONNEL	46	121.500,00			Conceição da Feira	Bahia
164	UHE JIRAU	62	2.746.700,00	-9,260967	-64,650136	Porto Velho	Rondônia
165	JOÃO CAMILO PENNA (EX-CACHOEIRA DO EMBOQUE)	23		-20,117306	-42,396756	Raul Soares	Minas Gerais
166	JOSÉ BARASUOL (EX-LINHA 3 LESTE)	20		-28,2925	-53,877778	Ijuí	Rio Grande do Sul
167	JOSÉ MAIA FILHO	24	10.000,00	-29,073636	-53,209367	Salto do Jacuí	Rio Grande do Sul
168	JUPIÁ	43	2.450.000,00	-20,776586	-51,627686	Três Lagoas / Andradina / Castilhos	Mato Grosso do Sul / São Paulo
169	JURUMIRIM	50	6.520.000,00	-23,210372	-49,230247	Cerqueira César / Piraju	São Paulo
170	JURUPARÁ	27		-23,962222	-47,389722	Piedade	São Paulo
171	LAGO AZUL	25		-17,721944	-48,16	Cristalina / Ipameri	Goiás
172	UHE LAGOA GRANDE	24	13.500,00	-20,177894	-43,943283	Nova Lima	Minas Gerais

173	LAGOA GRANDE	24	67.200,00	-12,153561	-46,817511	Dianópolis / Ponte Alta do Bom Jesus	Tocantins
174	LAJEADO	31	5.190.000,00	-9,757222	-48,371389	Miracema do Tocantins / Palmas	Tocantins
175	LAJES	37	1.052,00	-22,691187	-43,863745	Pombal	Paraíba
176	LAJES - TO	21		-12,152508	-46,817661	Wanderlândia	Tocantins
177	LAJES I	63	1.052,00			Piraiá	Rio de Janeiro
178	LARANJEIRAS	24	1.180,00	-29,397772	-50,757258	Canela	Rio Grande do Sul
179	LAVRINHAS	20		-22,567244	-44,863347	Lavrinhas	São Paulo
180	LIMOEIRO (ARMANDO SALLES DE OLIVEIRA)	41	25.160.000,00	-21,625464	-47,009697	Mococa / São José do Rio Pardo	São Paulo
181	LINHA EMILIA	34		-28,940992	-51,773322	Cotiporã / Dois Lajeados	Rio Grande do Sul
182	LUDESA	25	97.400,00	-26,612914	-52,534228	Ipuaçú / São Domingos	Santa Catarina
183	MACABU	38	51.500,00	-22,139414	-42,098328	Trajano de Moraes	Rio de Janeiro
184	UHE MACHADINHO	126	3.339.000,00	-27,525842	-51,785197	Machadinho / Piratuba	Rio Grande do Sul / Santa Catarina
185	MAFRÁS	67	357.000,00	-27,033428	-49,576058	Ibirama	Santa Catarina
186	MALAGONE	28		-18,680556	-48,499167	Uberlândia	Minas Gerais
187	APM MANSO	73	7.337.000,00	-14,871031	-55,784908	Chapada dos Guimarães / Nova Brasilândia	Mato Grosso
188	MARCO BALDO	30		-27,575	-53,789722	Braga / Campo Novo	Rio Grande do Sul
189	MARIMBONDO	90	6.150.000,00	-20,316858	-49,188517	Fronteira / Içém	Minas Gerais / São Paulo
190	MASCARENHAS	30	39.500,00	-19,500442	-40,918036	Baixo Guandu	Espírito Santo
191	PCH MATA VELHA	44	38.120,00	-16,191666	-47,173055	Cabeceira Grande / Unaí	Minas Gerais
192	MAUÁ	20	2.824.000,00	-24,057339	-50,710081	Ortigueira / Telêmaco Borba	Paraná
193	MAURICIO (USINA NOVA	23	22.000,00	-21,486156	-42,843756	Itamarati de Minas / Leopoldina	Minas Gerais
194	MIGUELÃO	35	7.900,00	-20,126147	-43,950344	Nova Lima	Minas Gerais
195	MINA II	25	15			Araxá	Minas Gerais
196	MIRADOR	102	1.504.810,00	-14,302778	-47,925833	Colinas do Sul / Niquelândia	Goiás
197	MIRANDA	79	1.120.000,00	-18,916372	-48,039106	Indianópolis / Uberlândia	Minas Gerais
198	MOINHO	22,1		-27,754178	-51,330764	Barracão / Pinhal da Serra	Rio Grande do Sul
199	MONTE CLARO	36	11.280,00	-29,025858	-51,528811	Veranópolis / Pinto Bandeira	Rio Grande do Sul
200	MONTE SERRAT	20		-22,019603	-43,305842	Simão Pereira / Comendador Levy Gasparian	Minas Gerais / Rio de Janeiro
201	MOSQUITÃO	25	18.690,00	-16,335664	-51,453297	Arenópolis / Iporá	Goiás
202	MOURÃO I	21	65.000,00	-24,104922	-52,329994	Campo Mourão	Paraná
203	MOXOTÓ	30	1.150.000,00	-9,368817	-38,222867	Delmiro Gouveia / Paulo Afonso	Alagoas / Bahia
204	MUCURI	42		-17,594722	-40,985556	Carlos Chagas / Pavão	Minas Gerais
205	NHANGAPI	50	890.000,00	-22,509303	-44,620992	Itatiaia / Resende	Rio de Janeiro
206	NILO PEÇANHA	62		-22,691242	-43,868117	Pirai	Rio de Janeiro
207	NOVA AURORA	30		-18,062083	-48,209931	Goiandira / Nova Aurora	Goiás
208	NOVA AVANHANDAVA	71	2.830.000,00	-21,120289	-50,200572	Brejo Alegre / Buritama	São Paulo
209	NOVA MAURÍCIO	22,8		-21,475	-42,845833	Itamarati de Minas / Leopoldina	Minas Gerais
210	NOVA PONTE	142	12.792.000,00	-19,128753	-47,69905	Nova Ponte	Minas Gerais
211	NOVA USINA MAURICIO	22	22.000,00	-21,486156	-42,843756	Itamarati de Minas / Leopoldina	Minas Gerais
212	NOVO HORIZONTE	24,5		-25	-48,621667	Bocaiúva do Sul / Campina Grande do Sul	Paraná
213	PCH OMBREIRAS	37	480.000,00	-15,129842	-58,730275	Indiavaí / Jauru	Mato Grosso
214	ORMEO JUNQUEIRA BOTELHO (EX CACHOEIRA ENCOBERTA)	38		-21,084847	-42,34395	Muriae	Minas Gerais
215	PAI QUERÊ	158	2.588.000,00	-28,328756	-50,658397		

216	PALANQUINHO	32		-28,895822	-50,811978	Caxias do Sul / São Francisco de Paula	Rio Grande do Sul
217	PCH PAMPEANA	38	1	-14,830808	-57,91205	Salto do Céu / Tangará da Serra	Mato Grosso
218	PARACAMBI	22		-22,671347	-43,755422	Paracambi	Rio de Janeiro
219	PARAIBUNA	84	2.636.000,00	-23,413067	-45,596044	Paraibuna	São Paulo
220	PARAITINGA	105	1.270.000,00	-23,367358	-45,660375	Paraibuna	São Paulo
221	PARANOÁ	48		-15,799672	-47,784756	Brasília	Distrito Federal
222	PARANOÁ	50	510.000,00	-15,799672	-47,784756	Brasília	Distrito Federal
223	PARI	20	5.000,00	-22,882975	-50,329331	Cândido Mota / Palmital	São Paulo
224	PARIGOT DE SOUZA	60	178.100,00	-25,138328	-48,874497	Bocaiúva do Sul / Campina Grande do Sul	Paraná
225	PASSO DO MEIO	30,5		-23,806481	-50,612997	Bom Jesus / São Francisco de Paula	Rio Grande do Sul
226	PASSO FUNDO	47	1.589.000,00	-27,553869	-52,741911	Entre Rios do Sul / Trindade do Sul	Rio Grande do Sul
227	PASSO REAL	58				Salto do Jacuí	Rio Grande do Sul
228	PASSO REAL	58	3.650.000,00	-29,018197	-53,189375	Salto do Jacuí	Rio Grande do Sul
229	UHE PASSO SÃO JOÃO	51	82.300,00	-26,193333	-52,466667	Clevelândia / Honório Serpa	Paraná
230	PASSO SÃO JOÃO	21,5		-28,141389	-55,054167	Dezesseis de Novembro / Roque Gonzales	Rio Grande do Sul
231	PAULO AFONSO I	20		-9,366667	-38,266667	Paulo Afonso	Bahia
232	PAULO AFONSO II	20		-9,366667	-38,266667	Paulo Afonso	Bahia
233	PAULO AFONSO III	20		-9,366667	-38,266667	Paulo Afonso	Bahia
234	PAULO AFONSO IV	35	127.500,00	-9,416167	-38,207372	Paulo Afonso	Bahia
235	PCH FAZENDA VELHA	26,5	13.110,00	-17,968888	-51,765555	Jataí	Goiás
236	PCH FORTUNA II	21	6.560,00	-18,9	-42,683333	Dores de Guanhanês / Virgíópolis	Minas Gerais
237	PEDRA	58	1.640.000,00	-13,8688	-40,235592	Jequié	Bahia
238	PEDRA DO CAVALO	142	3.134.000,00	-12,6	-38,983333	Cachoeira / São Félix	Bahia
239	PEDRA FURADA	26		-8,518056	-35,488611	Joaquim Nabuco / Ribeirão	Pernambuco
240	PEDRAS I	25	49.000,00	-23,861608	-46,462794	Cubatão	São Paulo
241	PEDRAS II	35	49.000,00	-23,864425	-46,468147	Cubatão	São Paulo
242	PEIXE ANGICAL	39	2.740.000,00	-12,237822	-48,386331	Peixe / São Salvador do Tocantins	Tocantins
243	PEIXOTO	72	4.040.000,00	-20,284928	-47,063631	Delfinópolis / Ibiraci	Minas Gerais
244	PENTECOSTE	29	395.640,00	-3,803425	-39,262108	Pentecoste	Ceará
245	PEREIRA PASSOS	55		-22,686667	-43,823611	Pirafá	Rio de Janeiro
246	PEREIRA PASSOS	55	16.900,00	-22,686667	-43,823611	Pirafá	Rio de Janeiro
247	PERICUMA	30	1	-2,455622	-45,010661	Pinheiro	Maranhão
248	PETI	46	43.578,00	-19,881478	-43,368053	São Gonçalo do Rio Abaixo	Minas Gerais
249	PCH PEZZI	29		-28,792716	-50,56413	Bom Jesus / Jaquirana	Rio Grande do Sul
250	PIAU	24	1.130,00	-21,504831	-43,372253	Piau / Santos Dumont	Minas Gerais
251	UHE PICADA	32,4		-21,884719	-43,540803	Juiz de Fora	Minas Gerais
252	PIEDADE	33		-18,688339	-49,017042	Centralina / Monte Alegre de Minas	Minas Gerais
253	PIPOCA	26		-19,116667	-42,65	Caratinga / Ipanema	Minas Gerais
254	PIRACICABA	31	4.500,00	-19,85605	-43,119653	João Monlevade	Minas Gerais
255	PIRAPORA	40	59.000,00	-23,391672	-46,994939	Pirapora do Bom Jesus	São Paulo
256	PITINGA	30	146.000,00	-0,866083	-59,605361	Uruará	Amazonas
257	PCH PITINGA	34	146.000,00	-0,85	-59,633333	Uruará	Amazonas
258	PONTE COBERTA (PEREI)	52	21.800,00			Paracambi	Rio de Janeiro
259	PONTE DE PEDRA	35	110.000,00	-17,587519	-54,907483	Itiquira / Sonora	Mato Grosso / Mato Grosso do Sul

260	PORTO COLOMBIA	40	1.525.000,00	-20,132561	-48,569975	Planura / Guaiá	Minas Gerais / São Paulo
261	PORTO DAS PEDRAS	21		-19,474142	-52,541714	Água Clara / Chapadão do Sul	Mato Grosso do Sul
262	PORTO ESTRELA	61	33.120,00	-19,116722	-42,662936	Açucena / Joanésia	Minas Gerais
263	PORTO FRANCO MONTANTE	29	10.600,00	-11,815081	-46,786125	Dianópolis / Novo Jardim	Tocantins
264	UHE PORTO PRIMAVERA	38	20.000.000,00	-22,475692	-52,958722	Bataguassu / Rosana	Mato Grosso do Sul / São Paulo
265	PRATA (LAJES RES.)	26	1.052.000,00			Mangaratiba	Rio de Janeiro
266	UHE PROMISSÃO	50	7.400.000,00	-21,307033	-49,785511	Promissão / Ubarana	São Paulo
267	QUEBRA QUEIXO	75	136.630,00	-26,668533	-52,555258	Ipaçu / São Domingos	Santa Catarina
268	QUEIMADO	70	492.300,00	-16,207872	-47,325478	Cristalina / Cabeceira Grande	Goiás / Minas Gerais
269	QUEIXADA	30		-18,731111	-51,798611	Aporé / Itarumã	Goiás
270	R. DOS CARNEIROS (MANOEL BALBINO)	26	7.300,00	-23,380961	-47,031578		
271	RASGÃO	23		-23,380458	-47,030986	Pirapora do Bom Jesus	São Paulo
272	RASGÃO	26	7.300,00	-23,380961	-47,031578	Pirapora do Bom Jesus	São Paulo
273	PCH RÊNIC	25,5	8.611,00	-16,481111	-51,416944	Arenópolis / Palestina de Goiás	Goiás
274	RETIRO BAIXO	44	241.590,00	-18,888172	-44,781506	Curvelo / Pompéu	Minas Gerais
275	RIACHÃO (EX- SANTA EDWIGES I)	27		-14,326419	-46,22995	Buritópolis / Posse	Goiás
276	RIBEIRÃO DO CIPO	27	32.000,00	-21,853806	-46,607756	Poços de Caldas	Minas Gerais
277	RIO BONITO I	40	26.350,00			Santa Leopoldina	Espírito Santo
278	RIO DA CASCA I (POCO)	45	2.800,00			Cuiabá	Mato Grosso
279	RIO DA PRATA	26	1.052,00			Mangaratiba	Rio de Janeiro
280	RIO DE PEDRAS	32	6.040,00	-20,215778	-43,734181	Itabirito	Minas Gerais
281	RIO DO PEIXE (CASA DE FORÇA I E II)	32		-21,627831	-46,790303	São José do Rio Pardo	São Paulo
282	RIO GRANDE	25	1.299.000,00			São Paulo	São Paulo
283	ROSAL	27	16.990,00	-20,954164	-41,717283	São José do Calçado/ Bom Jesus do Itabapoana	Espírito Santo / Rio de Janeiro
284	ROSANA	30	1.920.000,00	-22,599586	-52,869417	Diamante do Norte / Rosana	Paraná / São Paulo
285	SALTO	42	1.187.400,00	-18,800833	-51,182222	Caçu / Itarumã	Goiás
286	SALTO BURITI	20	10.200,00	-8,792553	-54,941667	Altamira	Pará
287	SALTO CAXIAS	67	3.573.000,00	-25,543731	-53,494892	Capitão Leônidas Marques	Paraná
288	SALTO DAS FLORES	20		-26,666667	-50,663889	Paraíso	Santa Catarina
289	SALTO DO IPORANGA	77		-24,109183	-47,69335	Juquiá	São Paulo
290	SALTO FORQUETA	29,5		-29,0799	-52,209517	Putinga / São José do Herval	Rio Grande do Sul
291	SALTO GRANDE	38	186.080,00	-22,9043	-49,997911	Braúnas	Minas Gerais
292	SALTO GRANDE DO IGUA	30	1			Cruz Machado	Paraná
293	SALTO MIMOSO (ASSIS)	40	93.000,00	-20,675633	-53,567781	Ribas do Rio Pardo	Mato Grosso do Sul
294	SALTO NATAL	27		-24,072222	-52,291667	Campo Mourão	Paraná
295	SALTO OSÓRIO	56	403.000,00	-27,135844	-49,518425	Quedas do Iguaçu / São Jorge D'Oeste	Paraná
296	SALTO SANTIAGO	80	4.094.000,00	-25,614175	-52,61255	Rio Bonito do Iguaçu/ Saudade do Iguaçu	Paraná
297	SAMUEL	40	3.166.420,00	-8,751997	-63,454667	Candeias do Jamari	Rondônia
298	SANTA BRANCA	54	434.000,00	-23,375614	-45,870894	Jacareí / Santa Branca	São Paulo
299	PCH SANTA CAROLINA	20,7	370	-28,614652	-51,402905	André da Rocha / Muitos Capões	Rio Grande do Sul
300	SANTA CLARA	67	150.600,00	-17,894544	-40,201289	Nanuque / Serra dos Aimorés	Minas Gerais
301	SANTA EDWIGES I	35	7.185,00	-14,326419	-46,22995	Buritópolis / Mambá	Goiás
302	PCH SANTA LUZIA D'OESTE	20		-12,345564	-61,769333	Alto Alegre dos Parecis	Rondônia
303	SANTA ROSA II	28	6.950,00	-22,096411	-42,278506	Bom Jardim / Cordeiro / Trajano de Moraes	Rio de Janeiro

304	PCH SANTO ANTONIO	60	133.390,00	-8,801111	-63,952222	Dores de Guanhões / Joanesia	Minas Gerais
305	SANTO ANTONIO	41		-22,138525	-42,352342	Porto Velho	Rondônia
306	SÃO BERNARDO	20	1.555,00	-27,737925	-51,3129	Barracão / Pinhal da Serra	Rio Grande do Sul
307	SÃO DOMINGOS	32	131.300,00	-20,058656	-53,184261	Água Clara / Ribas do Rio Pardo	Mato Grosso do Sul
308	SÃO DOMINGOS II	56		-13,415256	-46,370411	São Domingos	Goiás
309	SÃO FRANCISCO	20,5		-24,733056	-53,8925	Ouro Verde do Oeste/ Toledo	Paraná
310	SÃO GONÇALO (EX-SANTA BÁRBARA)	27,5		-19,814272	-43,265083	São Gonçalo do Rio Abaixo	Minas Gerais
311	SÃO JOSÉ III	31	15.000,00	-24,006342	-47,938956	São Miguel Arcanjo	São Paulo
312	UHE SÃO MANUEL	50,53	577.220,00	-9,1902777	-57,052222	Paranaíta / Jacareacanga	Mato Grosso / Pará
313	SÃO PEDRO	30				Itu	São Paulo
314	UHE SÃO ROQUE	59,5	795.670,00	-27,4975	-50,805361	Vargem	Santa Catarina
315	SÃO SALVADOR	32	952.000,00	-12,8	-48,233333	Paraná / São Salvador do Tocantins	Tocantins
316	SÃO SEBASTIÃO DO ALTO	41,2		-21,936883	-42,089903	Santa Maria Madalena / São Sebastião do Alto	Rio de Janeiro
317	SÃO SIMÃO	127	12.540.000,00	-19,018967	-50,498556	Alegre	Espírito Santo
318	SÃO SIMÃO	53		-20,618225	-41,484467	São Simão / Santa Vitória	Goiás / Minas Gerais
319	SEGREDO	145	3.000.000,00	-25,790369	-52,113514	Mangueirinha / Reserva do Iguacu	Paraná
320	PCH SENHORA DO PORTO	34	5.320,00	-19,03835	-42,923372	Dores de Guanhões	Minas Gerais
321	SERRA AZUL	45	93.230,00	-19,972131	-44,3442	Mateus Leme	Minas Gerais
322	SERRA DA MESA	154	54.400.000,00	-13,8304	-48,304092	Colinas do Sul / Minaçu	Goiás
323	PCH SERRA DAS AGULHAS	20,5	600	-18,361944	-43,958611	Diamantina / Monjolos	Minas Gerais
324	PCH SERRA DOS CAVALINHOS I	40	12.214,00	-28,795694	-50,729666	Monte Alegre dos Campos	Rio Grande do Sul
325	PCH SERRA DOS CAVALINHOS II	27,8	8.451,00	-28,791388	-50,744747	Monte Alegre dos Campos	Rio Grande do Sul
326	SERRARIA	60	16.500,00	-24,151989	-47,547925	Juquiá	São Paulo
327	SIMPLÍCIO	33	126.500,00	-21,922833	-42,786272	Chiador / Sapucaia	Minas Gerais / Rio de Janeiro
328	UHE SINOP	76,5	3.071.200,00	-11,266666	-55,45	Cláudia / Itaúba	Mato Grosso
329	SÍTIO GRANDE	47		-12,430206	-45,159003	Barreiras / São Desidério	Bahia
330	SOBRADINHO	43	34.116.000,00	-9,426608	-40,821075	Casa Nova / Sobradinho	Bahia
331	SUMIT CONTROL	46	1.144.000,00	-23,819494	-46,522603	São Bernardo do Campo	São Paulo
332	TAQUARUÇU (ESCOLA POLITÉCNICA)	61	672.500,00	-22,546311	-52,001456	Itaguajé / Sandovalina	Paraná / São Paulo
333	TELEGRÁFICA	29		-12,848611	-58,926111	Campos de Júlio / Sapezal	Mato Grosso
334	TERZAGHI	41	37.700,00	-22,638528	-43,897347	Piraf	Rio de Janeiro
335	TOCOS	25	3.500,00	-22,749453	-44,125358	Rio Claro	Rio de Janeiro
336	TRÊS IRMÃOS	82	13.800.000,00	-20,674381	-51,298331	Andradina / Pereira Barreto	São Paulo
337	TRES MARIAS	75	19.528.000,00	-18,215992	-45,260317	São Gonçalo do Abaeté / Três Marias	Minas Gerais
338	TRONQUEIRAS	20	1.000,00	-18,720328	-42,269261	Coroaci / Governador Valadares	Minas Gerais
339	TUCURUI	95	45.500.000,00	-3,831389	-49,643611	Breu Branco / Tucuruí	Pará
340	TÚLIO CORDEIRO DE MELLO (EX- GRANADA)	30		-20,182519	-42,365578	Abre Campo	Minas Gerais
341	TUPIRATINS	32	3.878.000,00	-8,066667	-48,016667	Itapiratins / Palmeirante	Tocantins
342	UNÁI BAIXO	38,5		-16,186714	-47,027794	Unai	Minas Gerais
343	PCH VERDE 4A	33	94,8	-19,874444	-53,368611	Água Clara / Ribas do Rio Pardo	Mato Grosso do Sul
344	VICTOR BAPTISTA ADAMI (EX.PASSOS MAIA)	29		-26,703333	-51,918611	Passos Maia	Santa Catarina
345	VOLTA GRANDE	55	2.300.000,00	-20,034825	-48,223753	Conceição das Alagoas / Miguelópolis	Minas Gerais / São Paulo
346	XANXERÊ	21	15.000,00			Xanxerê	Santa Catarina
347	XICÃO	20	6.400,00	-21,924194	-45,471042	Campanha	Minas Gerais

348	XINGO	150	3.800.000,00	-9,625047	-37,797433	Piranhas / Canindé de São Francisco	Alagoas / Sergipe
-----	-------	-----	--------------	-----------	------------	-------------------------------------	-------------------

APÊNDICE C – TABELA DE SDR

Nº	Data (DD/MM/AA)	Hora (HHMMSS)	Lat (°)	Long (°)	Erro (km)	ES	Profundidade	Mag	Tipo	CAT	Io (MM)	Nome do Reservatório	Comentário
1	15/11/1966	8	-20.80	-46.00	0	MG	0.	3.2	4	C	4.5	FURNAS IND	
2	01/12/1970	--	-20.28	-44.75	3	MG	0.	3.4	3	B	4	C.DOCAJURU IND	0.7
3	11/02/1971	--	-25.10	-48.90	0	PR	0.	3.0	4	C	4	CAPIV-CACHOE IND	
4	21/05/1971	16	-25.10	-48.90	0	PR	0.	3.9	4	C	6	CAPIV-CACHOE IND	
5	08/08/1971	133239	-20.28	-44.75	0	MG	0.	3.5	5	C	4	C.DO CAJURU IND Sem INT	
6	01/03/1971	--	-25.25	-48.80	0	PR	0.	3.7	4	C	4	CAPIV-CACHOE IND SEM INT	
7	23/01/1972	30351	-20.28	-44.75	5	MG	0.	3.7	1	B	6	C. DO CAJURU	3.2
8	01/11/1973	--	-20.04	-48.47	0	MG	0.	0.0	-1	C	-	CONC.ALAGOAS	
9	15/02/1974	--	-20.04	-48.47	0	MG	0.	3.0	4	C	4	CONC.ALAGOAS	
10	24/02/1974	13	-20.04	-48.47	0	MG	0.	0.0	-1	C	-	CONC.ALAGOAS	
11	24/02/1974	31940	-20.04	-48.47	10	MG	0.	4.2	2	B	6.5 7.0	CONC.ALAGOAS	
12	27/02/1974	--	-20.04	-48.47	0	MG	0.	3.5	4	C	5	CONC.ALAGOAS	
13	28/02/1974	--	-20.04	-48.47	0	MG	0.	0.0	-1	C	-	CONC.ALAGOAS	
14	01/03/1974	9	-20.04	-48.47	0	MG	0.	3.2	4	C	-	CONC.ALAGOAS	
15	02/03/1974	1815	-20.04	-48.47	0	MG	0.	3.5	4	C	5	CONC.ALAGOAS	
16	16/04/1976		-22,73	-50.98	0	SP	0.	3.7	4	C	5.5	B. CAPIVARA	
17	24/04/1976		-22,73	-50.98	0	SP	0.	0.0	-1	C	-	B. CAPIVARA	
18	23/05/1976	1900	20,28	-44.75	0	MG	0.	3.2	5	I	-	C. CAJURU	
19	12/06/1976	--	-22.84	-51.01	0	PR	0.	3.7	4	C	-	PRIM.DE MAIO	
20	13/06/1976	5	-22.84	-51.01	0	PR	0.	3.7	4	C	-	PRIM.DE MAIO	
21	14/06/1976	--	-22.84	-51.01	0	PR	0.	0.0	-1	C	-	PRIM.DE MAIO	
22	15/06/1976	12	-22.84	-51.01	0	PR	0.	0.0	-1	C	-	PRIM.DE MAIO	
23	16/06/1976	20	-22.84	-51.01	0	PR	0.	3.9	4	C	6	PRIM.DE MAIO	
24	17/06/1976	--	-22.84	-51.01	0	PR	0.	0.0	-1	C	-	PRIM.DE MAIO	
25	20/06/1976	--	-22.73	-50.98	0	SP	0.	0.0	-1	C	-	IEPE	
26	22/06/1976	148	-22.84	-51.01	0	PR	0.	3.5	4	C	5	PRIM.DE MAIO	
27	22/06/1976	1545	-22.84	-51.01	0	PR	0.	0.0	-1	C	-	PRIM.DE MAIO	
28	23/06/1976	--	-22.84	-51.01	0	PR	0.	0.0	-1	C	-	PRIM.DE MAIO	
29	25/06/1976	--	-22.84	-51.01	0	PR	0.	0.0	-1	C	-	PRIM.DE MAIO	
30	26/06/1976	1213	-22.84	-51.01	0	PR	0.	0.0	-1	C	-	PRIM.DE MAIO	
31	27/06/1976	--	-22.84	-51.01	0	PR	0.	0.0	-1	C	-	PRIM.DE MAIO	

32	01/01/1977	--	-22.84	-51.01	0	PR	0.	0.0	-1	C	-	PRIM.DE MAIO	
33	02/11/1977	12	-23.42	-45.60	0	SP	0.	2.8	4	C	-	PARAIBUNA	
34	04/11/1977	--	-23.42	-45.60	0	SP	0.	3.1	5	C	4	PARAIBUNA	
35	16/11/1977	2320	-23.42	-45.60	0	SP	0.	3.3	5	C	4	PARAIBUNA	
36	23/11/1977	--	-23.42	-45.60	0	SP	0.	0.0	-1	C	-	PARAIBUNA	
37	25/07/1978	--	-20.30	-49.19	0	MG	0.	0.0	-	-	-	Marimbondo	
38	07/11/1978	928	-20.28	-44.75	0	MG	0.	2.6	5	I	-	C. DO CAJURU	
39	27/03/1979	125445	-22.84	-51.01	5	PR	0.	3.7	1	A	5.5	PRIM.DE MAIO	1.3
40	05/07/1979	--	-9.42	-40.82	0	BA	0.	1.9	-	-	-	Sobradinho	
41	19/10/1979	1525	-23.42	-45.60	0	SP	0.	3.0	4	C	4	PARAIBUNA	
42	01/08/1980	54220	-20.48	-45.08	20	MG	0.	2.1	1	I	-	C. CAJURU	
43	20/05/1982	--	-18.44	-47.98	0	MG	0.	1.6	-	-	-	EMBORCACAO	
44	24/11/1982	230315	-20.76	-45.80	20	MG	0.	3.2	1	I	-	FURNAS	(UnB)
45	18/01/1984	224401	-23.33	-45.58	5	SP	0.	2.5	1	I	2	PARAIBUNA	
46	21/05/1984	32247	-4.20	-50.60	100	PA	0.	2.0	1	I	-	TUCURUI OU 3.2S50.4W	
47	16/12/1984	725	-4.10	-50.90 30	30	PA	0.	2.2	1	I		Tucurui	
48	02/11/1985	--	-3.86	-49.63	0	PA	0.	3.2	0	I	-	Tucurui	(UnB.ISC)
49	17/12/1985	--	-23.19	-46.02	0	SP	0.	3.0	-	-	5.5	Jaguari	
50	19/12/1985	1423	-3.85	-50.48	100	PA	0.	2.4	1	I	-	TUCURUI	(UnB)
51	01/04/1987	--	-3.86	-49.63	0	PA	0.	3.3	0	I	-	Tucurui	(UnB.ISC)
52	24/10/1987	--	-23.33	-45.58	5	SP	0.	2.5	1	C	4	PARAIBUNA	
53	17/12/1987	43200	-20.10	-44.50	25	MG	0.	2.3	1	I		C. CAJURU	
54	17/12/1987	51340	-20.20	-44.80	25	MG	0.	2.4	1	I		C. CAJURU	
55	30/08/1988	125124	-23.37	-45.67	10	SP	0.	2.7	1	I	-	PARAIBUNA	
56	02/09/1988	175107	-23.37	-45.67	10	SP	0.	2.6	1	I	-	PARAIBUNA	
57	03/09/1988	14630	-23.37	-45.67	10	SP	0.	2.4	1	I	-	PARAIBUNA	
58	03/09/1988	34919	-23.37	-45.67	10	SP	0.	2.0	1	I	-	PARAIBUNA	
59	06/09/1988	70254	-23,36	-45.63	6	SP	0.	2.0	1	I	-	PARAIBUNA	
60	06/01/1989	190224	-23,37	-45.67	10	SP	0.	2.3	1	I	-	PARAIBUNA	
61	07/01/1989	113639	-22.93	-51.01	2	PR	0.	3.7	1	A	6	Ibiaci	0.8
62	18/01/1989	233810 - 23.37		-45.67	10	SP	0.	2.5	1	I	-	PARAIBUNA	
63	03/02/1989	193209 - 23.28		-45.47	10	SP	0.	2.8	1	I	-	PARAIBUNA	
64	27/09/1989	35628	-5.81	-36.91	5	RN	0.	2.0	1	I	-	N. S. Rafael	UFRN
65	27/09/1989	63514	-5.81	-36.91	5	RN	0.	2.3	1	C	-	N. S. Rafael	UFRN
66	27/09/1989	65005	-5.81	-36.91	5	RN	0.	2.0	1	C	-	N. S. Rafael	UFRN
67	25/03/1990	--	-1.91	-59.47	0	AM	0.	3.4	-	-	-	Balbina	
68	13/06/1990	163503	-5.81	-36.91	5	RN	0.	2.6	1	C	-	N. S. Rafael	UFRN

69	13/06/1990	215736	-5.81	-36.91	5	RN	0.	2.1	1	C	-	N. S. Rafael	UFRN
70	24/07/1990	113324	-5.82	-36.88	3	RN	2.	2.2	1	I	-	N. S. Rafael	UFRN
71	01/11/1990	--	-20.67	-51.29	0	SP	0.	1.5	-	-	-	Tres Irmao	(0.5)
72	09/12/1990	75619	-23,38	-45.63	5	SP	0.	2.0	1	I	-	PARAIBUNA	
73	25/02/1991	110715	-23.40	-45.63	5	SP	0.	2.3	1	I	3.5	PARAIBUNA	
74	04/12/1991	121503	-22.67	-50.75	5	SP	0.	2.9	1	I	-	Cruzalia	
75	19/12/1991	2117	-22.69	-50.77	5	SP	0.	2.7	1	I	-	Cruzalia	
76	17/01/1992	183220	-22.72	-51.10	3	SP	0.	3.1	1	A	5	Iepe	0.82
77	12/07/1992	41235	-21,33	-46.15	5	MG	0.	2.6	1	I		Areado induzido?	
78	13/07/1992	20444	-21,33	-46.15	5	MG	0.	2.6	1	I		Areado induzido?	
79	13/08/1992	64934	-21,33	-46.15	5	MG	0.	2.2	1	I	-	Areado induzido?	
80	14/08/1992	70818	-23.36	-45.64	0	SP	0.	2.6	1	A	4.5	Paraibuna	0.33
81	29/09/1992	102521	-21.33	-46.15	5	MG	0.	2.2	1	I	-	Areado induzido?	
82	21/10/1992	100318	-21.33	-46.15	5	MG	0.	2.0	1	I	-	Areado induzido?	
83	23/10/1992	130128	-21.33	-46.15	5	MG	0.	2.2	1	I	-	Areado induzido?	
84	21/01/1993	162106	-23.35	-45.65	2	SP	0.	2.5	1	I	4	Paraibuna	0.1
85	07/05/1993	215505	-23,39	-45.62	2	SP	0.	2.0	1	I	3.5	PARAIBUNA	
86	04/12/1993	14957	-20,26	-44.75	1	MG	0.	2.6	1	I	4	C.do Cajuru	
87	20/12/1993	101	-22.70	-51.09	1	SP	0.	2.2	1	I	-	Iepe	
88	30/12/1993	241	-22.94	-51.01	1	PR	0.	2.2	1	I	3	Ibiaci	
89	09/06/1994	2640	-23.45	-45.51	2	SP	2.	2.6	5	I	-	PARAIBUNA	
90	20/07/1994	--	-9.61	-37.79	0	AL	0.	1.7	-	-	3.5	Xingo	
91	27/07/1994	151722	-19.13	-47.68	5	MG	0.	2.0	5	I	-	Nova Ponte	(UnB)
92	28/07/1994	40802	-19.10	-47.65	5	MG	0.	2.0	5	I	-	Nova Ponte	(UnB)
93	21/08/1994	51223	-21.32	-46.16	2	MG	1.	2.4	1	I	3	Areado	(IAG.IPT)
94	26/08/1994	13147	-5.49	-36.54	2	RN	0.	3.0	1	I	5	Acu	
95	26/08/1994	75230	-5.49	-36.54	2	RN	0.	2.6	1	I	-	N.S. Rafael	
96	19/04/1995	211123	-19.12	-47.57	10	MG	0.	2.5	1	I	-	Nova Ponte	(UnB)
97	21/04/1995	85127	-19.14	-47.67	5	MG	0.	3.5	1	I	4.5	Nova Ponte	
98	25/06/1995	1657	-23,45	-45,52	5	SP	0.	2.0	1	I	-	PARAIBUNA	
99	24/08/1995	32006	-19,17	-47,86	20	MG	0.	3.0	1	I	-	Nova Ponte	(UnB)
100	28/02/1996	53451	-19,58	-48,2	50	MG	0.	2.8	1	I	-	Nova Ponte	(UnB)
101	08/05/1996	190213	-21,29	-47,32	5	SP	0.	2.0	1	I	2	Cajuru	
102	09/05/1996	51704	-21,39	-47,25	10	SP	0.	2.7	1	I	4	Cajuru	
103	09/07/1997	180427	-19,34	-47,79	2	MG	0.	2.4	1	I	-	Nova Ponte	(UnB)
104	11/07/1997	3645	-19,18	-47,7	2	MG	0.	2.3	1	I	-	Nova Ponte	(UnB)
105	20/11/1997	81229	-19,28	-48,12	2	MG	0.	2.2	1	I	-	Nova Ponte	(UnB)

106	25/11/1997	60928	-19,24	-47,85	2	MG	0.	2.0	1	I	-	Nova Ponte	(UnB)
107	26/02/1998	131629	-3.95	-49.64	20	PA	0.	3.1	1	I	-	Tucuruí	(UnB)
108	27/02/1998	65757	-3.95	-49.64	20	PA	0.	3.1	1	I	-	Tucuruí	(UnB)
109	02/03/1998	62651	-3.86	-49.63	20	PA	0.	3.6	0	I	4.5	Tucuruí	
110	07/04/1998	--	-18.91	-48.03 0	0	MG	0.	2.4	-	-	-	Miranda	
111	22/05/1998	--	-19.12	-47.69	0	MG	0.	4.0	-	-	6	Nova Ponte	
112	13/06/1999	--	-13.83	-48.30	0	MG	0.	2.2	-	-	-	Serra da Mesa	
113	15/12/1999	--	-27.28	-52.39	0	SC	0.	2.5	-	-	-	Ita	03/abr
114	06/05/2000	--	-18.91	-48.03 0	0	MG	0.	3.3	-	-	-	Miranda	05/jun
115	01/01/2001	82722	-19.20	-47.70	0	MG	2.8	1.3	5	I	-	Nova Ponte	
116	11/01/2001	222147	-20.28	-44.75	0	MG	8.2	1.8	5	I	-	C.do Cajuru	
117	12/01/2001	165120	-18.40	-48.10	0	MG	6.6	1.5	5	I	-	Emborcação	
118	07/02/2001	5635	-20.28	-44.75	0	MG	4.1	1.8	5	I	-	C.do Cajuru	
119	08/03/2001	194045	-18.40	-48.10	0	MG	9.8	1.3	5	I	-	Emborcação	
120	16/03/2001	190727	-14.18	-48.86	6	GO	1.3	2.2	1	I	-	S.da Mesa	
121	06/04/2001	102605	-09.87	-39.87	5	BA	0.	3.0	1	I	-	Jirau	
122	04/05/2001	210048	-19.14	-47.60	0	MG	0.5	1.3	5	I	-	Nova Ponte	
123	05/05/2001	104534	-19.14	-47.60	0	MG	0.3	2.5	5	I	-	Nova Ponte	
124	22/05/2001	5036	-14.50	-48.70	10	GO	0.0	1.7	1	I	-	S.da Mesa	
125	24/05/2001	163043	-19.14	-47.46	0	MG	0.7	1.1	5	I	-	Nova Ponte	
126	25/05/2001	123219	-19.16	-47.55	0	MG	4.5	2.2	5	I	-	Nova Ponte	
127	27/05/2001	95000	-01.30	-60.50	0	AM	0.0	3.7	1	I	-	Balbina	
128	28/05/2001	201528	-20.28	-44.75	0	MG	0.0	1.2	5	I	-	C.do Cajuru ?	
129	11/06/2001	124049	-14.42	-48.36	20	GO	0.0	1.8	1	I	-	S.da Mesa	
130	04/08/2001	214600	-14.15	-49.15	10	GO	0.0	2.0	5	I	-	S.da Mesa	?
131	08/09/2001	--	-27.52	-51.78	0	SC	0.	1.8	-	-	-	Machadinho	
132	08/12/2001	20638	-09.87	-39.87	5	BA	0.	3.1	1	I	2	Jirau	
133	26/02/2002	33346	-09.73	-39.94	5	BA	0.	2.1	1	I	-	Jirau	
134	28/02/2002	154535	-09.65	-39.87	5	BA	0.	2.0	1	I	-	Jirau	
135	08/04/2002	71622	-19.15	-47.87	5	MG	0.0	2.1	5	I	-	Nova Ponte	
136	22/05/2002	65122	-18.46	-47.84	10	MG	0.	2.0	5	I	-	Emborcação	
137	04/06/2002	200851	-20.28	-44.75	10	MG	0.	1.9	5	I	-	C.do Cajuru	
138	15/06/2002	154626	-19.15	-47.66	5	MG	0.	0.8	5	I	-	Nova Ponte	
139	22/06/2002	170752	-13.82	-48.94	20	GO	0.	2.2	5	I	-	S.da Mesa	
140	29/06/2002	142654	-19.16	-47.65	5	MG	0.	1.0	5	I	-	Nova Ponte	
141	02/07/2002	203951	-20.28	-44.75	10	MG	0.	1.7	5	I	-	C.do Cajuru	
142	12/07/2002	191051	-20.28	-44.75	10	MG	0.	2.2	5	I	-	C.do Cajuru	

143	14/07/2002	112056	-19.02	-47.49	5	MG	0.	1.2	5	I	-	Nova Ponte	
144	18/07/2002	71338	-19.49	-47.92	5	MG	0.	1.9	5	I	-	Nova Ponte	
145	19/07/2002	203825	-19.16	-47.65	5	MG	0.	0.8	5	I	-	Nova Ponte	
146	19/07/2002	204015	-19.16	-47.66	5	MG	0.	0.7	5	I	-	Nova Ponte	
147	03/08/2002	184400	-19.12	-47.60	5	MG	0.	0.9	5	I	-	Nova Ponte	
148	12/08/2002	120022	-14.43	-48.32	10	GO	0.	1.9	5	I	-	Serra da Mesa	
149	17/08/2002	124949	-14.42	-48.32	10	GO	0.	2.0	5	I	-	Serra da Mesa	
150	19/09/2002	13102	-19.36	-47.64	5	MG	0.	1.3	5	I	-	Nova Ponte	
151	22/09/2002	12019	-19.35	-47.65	5	MG	0.	2.0	5	I	-	Nova Ponte	
152	26/09/2002	235239	-14.29	-48.47	10	GO	0.	2.2	5	I	-	Serra da Mesa	
153	29/09/2002	20056	-19.35	-47.65	5	MG	0.	1.6	5	I	-	Nova Ponte	
154	29/09/2002	20138	-19.35	-47.65	5	MG	0.	1.7	5	I	-	Nova Ponte- 1	
155	09/10/2002	230737	-19.34	-47.62	5	MG	0.	1.9	5	I	-	Nova Ponte	
156	02/11/2002	144539	-19.10	-47.55	5	MG	0.	0.0	1	I	-	Nova Ponte	
157	09/11/2002	125511	-19.10	-47.55	5	MG	0.	0.0	1	I	-	Nova Ponte	
158	19/11/2002	21732	-19.10	-47.56	5	MG	0.	0.0	1	I	-	Nova Ponte	
159	19/11/2002	64336	-19.10	-47.53	5	MG	0.	0.0	1	I	-	Nova Ponte	
160	06/01/2003	205630	-15.58	-39.40	10	BA	0.	1.0	5	I	-	Itapebi	
161	08/01/2003	4329	-15.57	-39.38	10	BA	0.	1.0	5	I	-	Itapebi	
162	08/01/2003	32238	-15.58	-39.39	10	BA	0.	0.7	5	I	-	Itapebi	
163	09/01/2003	14348	-15.57	-39.39	10	BA	0.	0.8	5	I	-	Itapebi	
164	09/01/2003	173122	-15.57	-39.38	10	BA	0.	0.9	5	I	-	Itapebi	
165	12/01/2003	72657	-15.57	-39.36	10	BA	0.	0.9	5	I	-	Itapebi	
166	12/01/2003	134924	-15.57	-39.38	10	BA	0.	0.6	5	I	-	Itapebi	
167	13/01/2003	13927	-15.57	-39.40	10	BA	0.	1.0	5	I	-	Itapebi	
168	13/01/2003	181741	-15.57	-39.39	10	BA	0.	0.7	5	I	-	Itapebi	
169	17/01/2003	15136	-15.57	-39.38	10	BA	0.	0.9	5	I	-	Itapebi	
170	17/01/2003	154836	-01.37	-59.78	10	AM	0.	2.3	5	I	-	Balbina	(UnB)
171	18/01/2003	152206	-15.56	-39.38	10	BA	0.	0.9	5	I	-	Itapebi	
172	21/01/2003	60323	-15.57	-39.39	10	BA	0.	0.8	5	I	-	Itapebi	
173	22/02/2003	225209	-01.32	-58.80	0	AM	0.	2.2	5	I	-	Balbina	(UnB)
174	25/02/2003	84453	-01.90	-59.37	10	AM	0.	0.9	5	I	-	Balbina	(UnB)
175	01/03/2003	--	-26.66	-52.55	0	SC	0.	1.1	-	-	-	Quebra-Queixo	(0.1)
176	05/03/2003	183111	-01.18	-58.97	0	AM	0.	2.5	5	I	-		(UnB)
177	07/03/2003	201325	-02.20	-59.05	0	AM	0.	2.8	5	I	-		(UnB)
178	08/03/2003	215639	-01.27	-58.88	0	AM	0.	2.8	5	I	-		(UnB)
179	16/03/2003	212941	-21.31	-46.19	10	MG	0.	3.2	1	I	-	Areado	

180	16/03/2003	213506	-21.31	-46.20	10	MG	0.	3.7	1	I	-	Areado	
181	28/03/2003	20617	-15.58	-39.39	10	BA	0.	0.9	5	I	-	Itapebi	
182	30/03/2003	63528	-15.58	-39.36	10	BA	0.	0.9	5	I	-	Itapebi	
183	30/03/2003	213414	-15.57	-39.39	10	BA	0.	0.9	5	I	-	Itapebi	
184	04/04/2003	64113	-19.12	-47.57	5	MG	0.	0.9	5	I	-	Nova Ponte	
185	07/04/2003	111823	-15.58	-39.39	10	BA	0.	0.9	5	I	-	Itapebi	
186	08/04/2003	65323	-15.58	-39.39	10	BA	0.	0.9	5	I	-	Itapebi	
187	16/04/2003	182318	-19.17	-47.68	5	MG	0.	1.2	5	I	-	Nova Ponte	
188	25/04/2003	130945	-15.56	-39.39	10	BA	0.	1.0	5	I	-	Itapebi	
189	25/04/2003	221815	-19.08	-47.67	5	MG	0.	1.6	5	I	-	Nova Ponte	
190	26/04/2003	23949	-15.94	-39.60	10	BA	0.	0.9	5	I	-	Itapebi	
191	13/05/2003	12208	-18.46	-47.84	5	MG	0.	2.2	1	I	-	Emborcacao	
192	13/05/2003	210245	-18.46	-47.84	5	MG	0.	2.5	1	I	-	Emborcacao	
193	18/05/2003	185415	-15.95	-39.63	10	BA	0.	1.0	5	I	-	Itapebi	
194	20/05/2003	185239	-15.95	-39.65	10	BA	0.	0.9	5	I	-	Itapebi	
195	23/05/2003	34525	-15.97	-39.64	10	BA	0.	1.0	5	I	-	Itapebi	
196	27/05/2003	94059	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.7	5	I	-	C.do Cajuru	
197	27/05/2003	94138	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.5	5	I	-	C.do Cajuru	
198	28/05/2003	235118	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.6	5	I	-	C.do Cajuru	
199	28/05/2003	235216	-20.28	-44.75	10	MG	0.	1.0	5	I	-	C.do Cajuru	
200	01/06/2003	13351	-20.28	-44.75	10	MG	0.	1.4	5	I	-	C.do Cajuru	
201	02/06/2003	223310	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.3	5	I	-	C.do Cajuru	
202	02/06/2003	223346	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.5	5	I	-	C.do Cajuru	
203	02/06/2003	235925	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.3	5	I	-	C.do Cajuru	
204	03/06/2003	241	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.3	5	I	-	C.do Cajuru	
205	03/06/2003	1851	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.3	5	I	-	C.do Cajuru	
206	03/06/2003	2551	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.2	5	I	-	C.do Cajuru	
207	03/06/2003	3914	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.3	5	I	-	C.do Cajuru	
208	03/06/2003	53333	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.3	5	I	-	C.do Cajuru	
209	04/06/2003	111147	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.2	5	I	-	C.do Cajuru	
210	06/06/2003	14454	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.7	5	I	-	C.do Cajuru	
211	06/06/2003	50031	-15.96	-39.66	10	BA	0.	1.0	5	I	-	Itapebi	
212	06/06/2003	50649	-15.95	-39.65	10	BA	0.	1.0	5	I	-	Itapebi	
213	06/06/2003	100943	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.4	5	I	-	C.do Cajuru	
214	07/06/2003	54056	-19.03	-47.67	5	MG	0.	1.4	5	I	-	Nova Ponte	
215	07/06/2003	170522	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.0	1	I	-	C.do Cajuru	
216	08/06/2003	25409	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.3	5	I	-	C.do Cajuru	

217	08/06/2003	52141	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.0	1	I	-	C.do Cajuru	
218	08/06/2003	73154	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.5	5	I	-	C.do Cajuru	
219	09/06/2003	20053	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.8	5	I	-	C.do Cajuru	
220	09/06/2003	20239	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.7	5	I	-	C.do Cajuru	
221	09/06/2003	20331	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.0	1	I	-	C.do Cajuru	
222	09/06/2003	20720	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.0	1	I	-	C.do Cajuru	
223	10/06/2003	50402	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.0	1	I	-	C.do Cajuru	
224	11/06/2003	4625	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.2	5	I	-	C.do Cajuru	
225	11/06/2003	104715	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.8	5	I	-	C.do Cajuru	
226	12/06/2003	50203	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.5	5	I	-	C.do Cajuru	
227	14/06/2003	84008	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.6	5	I	-	C.do Cajuru	
228	14/06/2003	232339	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.6	5	I	-	C.do Cajuru	
229	16/06/2003	142338	-15.97	-39.66	10	BA	0.	0.7	5	I	-	Itapebi	
230	18/06/2003	194027	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.8	5	I	-	C.do Cajuru	-
231	18/06/2003	212410	-01.67	-58.52	0	AM	0.	2.0	5	I	-	Balbina	(UnB)
232	18/06/2003	223216	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.0	1	I	-	C.do Cajuru	
233	19/06/2003	122404	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.3	5	I	-	C.do Cajuru	
234	21/06/2003	152042	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.0	1	I	-	C.do Cajuru	
235	22/06/2003	35206	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.8	5	I	-	C.do Cajuru	
236	23/06/2003	43055	-01.70	-59.25	10	AM	0.	1.4	5	I	-	Balbina	(UnB)
237	23/06/2003	45735	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.0	1	I	-	C.do Cajuru	
238	23/06/2003	72128	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.0	1	I	-	C.do Cajuru	
239	23/06/2003	72135	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.0	1	I	-	C.do Cajuru	
240	27/06/2003	4700	-15.95	-39.61	10	BA	0.	0.9	5	I	-	Itapebi	
241	29/06/2003	234322	-19.13	-47.53	5	MG	0.	1.5	5	I	-	Nova Ponte	
242	01/07/2003	24040	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.2	5	I	-	C.do Cajuru	
243	01/07/2003	53931	-15.96	-39.65	10	BA	0.	1.1	5	I	-	Itapebi	
244	01/07/2003	101831	-15.96	-39.63	10	BA	0.	1.4	5	I	-	Itapebi	
245	04/07/2003	61936	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.3	5	I	-	C.do Cajuru	
246	04/07/2003	162925	-15.96	-39.67	10	BA	0.	1.0	5	I	-	Itapebi	
247	05/07/2003	82849	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.4	5	I	-	C.do Cajuru	
248	07/07/2003	133108	-15.94	-39.64	10	BA	0.	0.8	5	I	-	Itapebi	
249	08/07/2003	125343	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.0	1	I	-	C.do Cajuru	
250	08/07/2003	133259	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.5	5	I	-	C.do Cajuru	
251	08/07/2003	140157	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.2	5	I	-	C.do Cajuru	
252	08/07/2003	140505	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.2	5	I	-	C.do Cajuru	
253	08/07/2003	190300	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.3	5	I	-	C.do Cajuru	

254	09/07/2003	172656	-15.97	-39.67	10	BA	0.	0.7	5	I	-	Itapebi	
255	10/07/2003	1535	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.0	1	I	-	C.do Cajuru	
256	11/07/2003	121441	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.2	5	I	-	C.do Cajuru	
257	13/07/2003	222808	-20.28	-44.75	10	MG	0.	1.9	5	I	-	C.do Cajuru	
258	15/07/2003	81147	-15.95	-39.65	10	BA	0.	1.0	5	I	-	Itapebi	
259	20/07/2003	105232	-15.95	-39.66	10	BA	0.	1.2	5	I	-	Itapebi	
260	24/07/2003	34717	-15.97	-39.61	10	BA	0.	1.0	5	I	-	Itapebi	
261	24/07/2003	173329	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.4	5	I	-	C.do Cajuru	
262	25/07/2003	52159	-15.97	-39.64	10	BA	0.	0.7	5	I	-	Itapebi	
263	25/07/2003	222138	-20.28	-44.75	10	MG	0.	1.6	5	I	-	C.do Cajuru	
264	26/07/2003	135528	-13.97	-48.77	10	GO	0.	2.5	1	I	-	Serra da Mesa	
265	28/07/2003	223616	-15.61	-39.61	10	BA	0.	0.9	5	I	-	Itapebi	
266	29/07/2003	2709	-15.97	-39.60	10	BA	0.	1.1	5	I	-	Itapebi	
267	29/07/2003	131352	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.2	5	I	-	C.do Cajuru	
268	30/07/2003	4906	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.7	5	I	-	C.do Cajuru	
269	30/07/2003	20428	-20.28	-44.75	10	MG	0.	1.9	5	I	-	C.do Cajuru	
270	31/07/2003	12049	-20.28	-44.75	10	MG	0.	1.8	5	I	-	C.do Cajuru	
271	31/07/2003	73616	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.3	5	I	-	C.do Cajuru	
272	02/08/2003	2106	-20.28	-44.75	10	MG	0.	1.1	5	I	-	C.do Cajuru	
273	02/08/2003	161344	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.1	5	I	-	C.do Cajuru	
274	03/08/2003	83652	-15.96	-39.66	10	BA	0.	1.0	5	I	-	Itapebi	
275	03/08/2003	154416	-15.97	-39.66	10	BA	0.	1.5	5	I	-	Itapebi	
276	06/08/2003	101025	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.5	5	I	-	C.do Cajuru	
277	06/08/2003	152413	-15.96	-39.65	10	BA	0.	1.1	5	I	-	Itapebi	
278	07/08/2003	141333	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.6	5	I	-	C.do Cajuru	
279	08/08/2003	34319	-15.97	-39.67	10	BA	0.	1.0	5	I	-	Itapebi	
280	08/08/2003	230023	-15.97	-39.67	10	BA	0.	0.6	5	I	-	Itapebi	
281	09/08/2003	82735	-15.96	-39.65	10	BA	0.	1.0	5	I	-	Itapebi	
282	09/08/2003	154327	-15.97	-39.67	10	BA	0.	0.9	5	I	-	Itapebi	
283	12/08/2003	40924	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.4	5	I	-	C.do Cajuru	
284	12/08/2003	104831	-15.98	-39.67	10	BA	0.	1.0	5	I	-	Itapebi	
285	13/08/2003	45711	-15.97	-39.66	10	BA	0.	0.9	5	I	-	Itapebi	
286	14/08/2003	53709	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.4	5	I	-	C.do Cajuru	
287	14/08/2003	70605	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.8	5	I	-	C.do Cajuru	
288	14/08/2003	81923	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.4	5	I	-	C.do Cajuru	
289	16/08/2003	195433	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.4	5	I	-	C.do Cajuru	
290	16/08/2003	222951	-20.28	-44.75	10	MG	0.	1.5	5	I	-	C.do Cajuru	

291	16/08/2003	223011	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.1	5	I	-	C.do Cajuru	
292	16/08/2003	225812	-20.28	-44.75	10	MG	0.	1.1	5	I	-	C.do Cajuru	
293	17/08/2003	13400	-20.28	-44.75	10	MG	0.	1.1	5	I	-	C.do Cajuru	
294	17/08/2003	14746	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.4	5	I	-	C.do Cajuru	
295	17/08/2003	24218	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.3	5	I	-	C.do Cajuru	
296	18/08/2003	31205	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.5	5	I	-	C.do Cajuru	
297	18/08/2003	71459	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.7	5	I	-	C.do Cajuru	
298	19/08/2003	170220	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.8	5	I	-	C.do Cajuru	
299	19/08/2003	192811	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.5	5	I	-	C.do Cajuru	
300	19/08/2003	192905	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.6	5	I	-	C.do Cajuru	
301	19/08/2003	192919	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.0	1	I	-	C.do Cajuru	
302	19/08/2003	235446	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.1	5	I	-	C.do Cajuru	
303	20/08/2003	2508	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.2	5	I	-	C.do Cajuru	
304	20/08/2003	221136	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.4	5	I	-	C.do Cajuru	
305	21/08/2003	205601	-15.97	-39.67	10	BA	0.	0.8	5	I	-	Itapebi	
306	24/08/2003	182327	-15.97	-39.66	10	BA	0.	0.7	5	I	-	Itapebi	
307	25/08/2003	80707	-15.97	-39.61	10	BA	0.	1.0	5	I	-	Itapebi	
308	26/08/2003	171001	-20.28	-44.75	10	MG	0.	1.4	5	I	-	C.do Cajuru	
309	27/08/2003	170738	-15.98	-39.66	10	BA	0.	1.1	5	I	-	Itapebi	
310	27/08/2003	202451	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.0	1	I	-	C.do Cajuru	
311	31/08/2003	55750	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.5	5	I	-	C.do Cajuru	
312	31/08/2003	81434	-15.97	-39.67	10	BA	0.	0.6	5	I	-	Itapebi	
313	31/08/2003	82144	-15.97	-39.67	10	BA	0.	1.0	5	I	-	Itapebi	
314	31/08/2003	150254	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.6	5	I	-	C.do Cajuru	
315	02/09/2003	202239	-15.97	-39.67	10	BA	0.	0.9	5	I	-	Itapebi	
316	03/09/2003	231240	-15.97	-39.67	10	BA	0.	0.8	5	I	-	Itapebi	
317	03/09/2003	231252	-15.97	-39.67	10	BA	0.	0.7	5	I	-	Itapebi	
318	04/09/2003	72323	-15.97	-39.67	10	BA	0.	0.8	5	I	-	Itapebi	
319	04/09/2003	113037	-15.97	-39.67	10	BA	0.	0.7	5	I	-	Itapebi	
320	06/09/2003	62045	-15.97	-39.67	10	BA	0.	0.7	5	I	-	Itapebi	
321	07/09/2003	71324	-15.97	-39.67	10	BA	0.	1.0	5	I	-	Itapebi	
322	07/09/2003	154829	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.6	5	I	-	C.do Cajuru	
323	07/09/2003	235205	-20.28	-44.75	10	MG	0.	2.1	5	I	-	C.do Cajuru	
324	09/09/2003	61034	-15.97	-39.67	10	BA	0.	1.1	5	I	-	Itapebi	
325	09/09/2003	71343	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.0	1	I	-	C.do Cajuru	
326	09/09/2003	191001	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.6	5	I	-	C.do Cajuru	
327	10/09/2003	234620	-15.97	-39.67	10	BA	0.	1.0	5	I	-	Itapebi	

328	15/09/2003	65304	-15.97	-39.67	10	BA	0.	1.2	5	I	-	Itapebi	
329	15/09/2003	145510	-15.97	-39.67	10	BA	0.	1.1	5	I	-	Itapebi	
330	17/09/2003	74637	-20.28	-44.75	10	MG	0.	1.7	5	I	-	C.do Cajuru	
331	25/09/2003	181737	-15.97	-39.67	10	BA	0.	0.9	5	I	-	Itapebi	
332	27/09/2003	221431	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.5	5	I	-	C.do Cajuru	
333	01/10/2003	42932	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.4	5	I	-	C.do Cajuru	
334	01/10/2003	52305	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.6	5	I	-	C.do Cajuru	
335	01/10/2003	62611	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.0	1	I	-	C.do Cajuru	
336	05/10/2003	64528	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.3	5	I	-	C.do Cajuru	
337	05/10/2003	70108	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.6	5	I	-	C.do Cajuru	
338	06/10/2003	221055	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.6	5	I	-	C.do Cajuru	
339	07/10/2003	5753	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.6	5	I	-	C.do Cajuru	
340	07/10/2003	211353	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.3	5	I	-	C.do Cajuru	
341	08/10/2003	23457	-15.97	-39.67	10	BA	0.	0.4	5	I	-	Itapebi	
342	11/10/2003	15614	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.6	5	I	-	C.do Cajuru	
343	11/10/2003	70452	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.2	5	I	-	C.do Cajuru	
344	14/10/2003	2141	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.2	5	I	-	C.do Cajuru	
345	14/10/2003	211559	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.4	5	I	-	C.do Cajuru	
346	14/10/2003	211823	-01.50	-60.03	10	AM	0.	2.5	5	I	-	Balbina	(UnB)
347	16/10/2003	10007	-15.97	-39.67	10	BA	0.	1.4	5	I	-	Itapebi	
348	16/10/2003	211134	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.4	5	I	-	C.do Cajuru	
349	18/10/2003	211134	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.4	5	I	-	C.do Cajuru	
350	23/10/2003	33539	-13.51	-48.09	10	GO	0.	1.3	5	I	-	Cana Brava	
351	25/10/2003	171357	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.5	5	I	-	C.do Cajuru	
352	26/10/2003	134307	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.1	5	I	-	C.do Cajuru	
353	26/10/2003	140124	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.0	1	I	-	C.do Cajuru	
354	31/10/2003	3431	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.4	5	I	-	C.do Cajuru	
355	02/11/2003	224204	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.6	5	I	-	C.do Cajuru	
356	03/11/2003	152649	-01.88	-59.60	10	AM	0.	2.1	5	I	-	Balbina	(UnB)
357	04/11/2003	13020	-01.88	-59.60	10	AM	0.	2.8	5	I	-	Balbina	(UnB)
358	11/11/2003	233929	-01.88	-59.60	10	AM	0.	2.2	5	I	-	Balbina	(UnB)
359	12/11/2003	21821	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.4	5	I	-	C.do Cajuru	
360	13/11/2003	11050	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.1	5	I	-	C.do Cajuru	
361	15/11/2003	212723	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.3	5	I	-	C.do Cajuru	
362	18/11/2003	13851	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.5	5	I	-	C.do Cajuru	
363	07/12/2003	140756	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.4	5	I	-	C.do Cajuru	
364	07/12/2003	140805	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.3	5	I	-	C.do Cajuru	

365	07/12/2003	232425	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.7	5	I	-	C.do Cajuru	
366	23/12/2003	20720	-15.89	-39.72	10	BA	0.	0.7	5	I	-	Itapebi	
367	25/12/2003	71054	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.4	5	I	-	C.do Cajuru	
368	14/01/2004	153242	-20.28	-44.75	10	MG	0.	1.5	5	I	-	C.do Cajuru	
369	20/01/2004	123305	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.0	1	I	-	C.do Cajuru	
370	20/01/2004	221947	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.5	5	I	-	C.do Cajuru	
371	21/01/2004	30034	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.8	5	I	-	C.do Cajuru	
372	21/01/2004	131713	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.6	5	I	-	C.do Cajuru	
373	21/01/2004	182727	-21.32	-46.13	10	MG	0.	3.0	1	I	-	Areado	(UnB)
374	25/01/2004	11411	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.9	5	I	-	C.do Cajuru	
375	31/01/2004	133342	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.3	5	I	-	C.do Cajuru	
376	02/02/2004	162535	-15.97	-39.66	10	BA	0.	0.8	5	I	-	Itapebi	
377	02/02/2004	175403	-15.97	-39.66	10	BA	0.	1.0	5	I	-	Itapebi	
378	03/02/2004	100949	-15.97	-39.66	10	BA	0.	1.2	5	I	-	Itapebi	
379	11/02/2004	134557	-20.28	-44.76	15	MG	0.	1.3	5	I	-	C.do Cajuru	
380	17/02/2004	225725	-15.97	-39.66	10	BA	0.	1.1	5	I	-	Itapebi	
381	18/02/2004	201232	-15.97	-39.66	10	BA	0.	1.2	5	I	-	Itapebi	
382	19/02/2004	44708	-15.97	-39.66	10	BA	0.	0.7	5	I	-	Itapebi	
383	19/02/2004	184738	-15.97	-39.66	10	BA	0.	1.2	5	I	-	Itapebi	
384	20/02/2004	91226	-15.97	-39.66	10	BA	0.	1.0	5	I	-	Itapebi	
385	21/02/2004	155439	-15.96	-39.62	10	BA	0.	0.9	5	I	-	Itapebi	
386	23/02/2004	173047	-20.28	-44.75	10	MG	0.	2.4	5	I	-	C.do Cajuru	
387	28/02/2004	63612	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.8	5	I	-	C.do Cajuru	
388	28/02/2004	63721	-20.28	-44.75	10	MG	0.	1.2	5	I	-	C.do Cajuru	
389	29/02/2004	113225	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.3	5	I	-	C.do Cajuru	
390	29/02/2004	113232	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.5	5	I	-	C.do Cajuru	
391	29/02/2004	115926	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.7	5	I	-	C.do Cajuru	
392	29/02/2004	130242	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.9	5	I	-	C.do Cajuru	
393	29/02/2004	231503	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.5	5	I	-	C.do Cajuru	
394	01/03/2004	42823	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.8	5	I	-	C.do Cajuru	
395	04/03/2004	130245	-15.97	-39.66	10	BA	0.	0.8	5	I	-	Itapebi	
396	07/03/2004	44752	-15.95	-39.64	10	BA	0.	0.9	5	I	-	Itapebi	
397	07/03/2004	80126	-15.97	-39.66	10	BA	0.	0.8	5	I	-	Itapebi	
398	07/03/2004	195117	-15.95	-39.64	10	BA	0.	1.1	5	I	-	Itapebi	
399	08/03/2004	20934	-16.01	-39.67	10	BA	0.	1.0	5	I	-	Itapebi	
400	08/03/2004	54849	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.6	5	I	-	C.do Cajuru	
401	08/03/2004	73626	-15.95	-39.64	10	BA	0.	0.7	5	I	-	Itapebi	

402	13/03/2004	213712	-15.95	-39.64	10	BA	0.	1.2	5	I	-	Itapebi	
403	14/03/2004	150633	-15.97	-39.66	10	BA	0.	0.6	5	I	-	Itapebi	
404	20/03/2004	105330	-15.97	-39.66	10	BA	0.	0.7	5	I	-	Itapebi	
405	20/03/2004	102803	-15.95	-39.64	10	BA	0.	1.3	5	I	-	Itapebi	
406	23/03/2004	133732	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.8	5	I	-	C.do Cajuru	
407	23/03/2004	233253	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.8	5	I	-	C.do Cajuru	
408	01/04/2004	220055	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.5	5	I	-	C.do Cajuru	
409	01/04/2004	231808	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.4	5	I	-	C.do Cajuru	
410	07/04/2004	183102	-15.95	-39.64	10	BA	0.	1.3	5	I	-	Itapebi	
411	13/04/2004	33340	-16.01	-39.67	10	BA	0.	1.0	5	I	-	Itapebi	
412	18/04/2004	54218	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.5	5	I	-	C.do Cajuru	
413	21/04/2004	134632	-16.01	-39.67	10	BA	0.	1.1	5	I	-	Itapebi	
414	02/05/2004	161922	-15.95	-39.64	10	BA	0.	1.0	5	I	-	Itapebi	
415	02/05/2004	161947	-16.01	-39.67	10	BA	0.	0.9	5	I	-	Itapebi	
416	02/05/2004	181353	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.5	5	I	-	C.do Cajuru	
417	02/05/2004	191921	-15.95	-39.64	10	BA	0.	1.1	5	I	-	Itapebi	
418	03/05/2004	194045	-15.95	-39.64	10	BA	0.	1.0	5	I	-	Itapebi	
419	29/05/2004	181137	-13.90	-48.40	20	GO	0.	2.1	5	I	-	S.da Mesa	
420	19/06/2004	233032	-16.01	-39.67	10	BA	0.	0.8	5	I	-	Itapebi	
421	05/07/2004	114905	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.7	5	I	-	C.do Cajuru	
422	07/07/2004	80616	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.8	5	I	-	C.do Cajuru	
423	10/07/2004	21445	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.3	5	I	-	C.do Cajuru	
424	10/07/2004	21508	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.5	5	I	-	C.do Cajuru	
425	10/07/2004	22024	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.5	5	I	-	C.do Cajuru	
426	15/07/2004	182345	-15.95	-39.59	10	BA	0.	0.8	5	I	-	Itapebi	
427	31/07/2004	124012	-16.01	-39.67	10	BA	0.	0.8	5	I	-	Itapebi	
428	22/08/2004	93628	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.7	5	I	-	C.do Cajuru	
429	22/08/2004	93655	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.3	5	I	-	C.do Cajuru	
430	04/09/2004	73542	-20.28	-44.75	10	MG	0.	1.0	5	I	-	C.do Cajuru	
431	04/09/2004	94036	-20.28	-44.75	10	MG	0.	2.1	5	I	-	C.do Cajuru	
432	04/09/2004	94250	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.8	5	I	-	C.do Cajuru	
433	04/09/2004	95543	-20.28	-44.75	10	MG	0.	1.7	5	I	-	C.do Cajuru	
434	06/09/2004	181920	-20.28	-44.75	10	MG	0.	2.0	5	I	-	C.do Cajuru	
435	25/09/2004	115225	-20.28	-44.75	10	MG	0.	1.4	5	I	-	C.do Cajuru	
436	25/09/2004	210125	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.7	5	I	-	C.do Cajuru	
437	25/09/2004	212815	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.6	5	I	-	C.do Cajuru	
438	25/09/2004	213405	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.3	5	I	-	C.do Cajuru	

439	25/09/2004	213630	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.6	5	I	-	C.do Cajuru	
440	25/09/2004	213950	-20.28	-44.75	10	MG	0.	1.2	5	I	-	C.do Cajuru	
441	25/09/2004	214007	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.7	5	I	-	C.do Cajuru	
442	25/09/2004	214011	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.3	5	I	-	C.do Cajuru	
443	25/09/2004	214922	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.6	5	I	-	C.do Cajuru	
444	25/09/2004	215125	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.5	5	I	-	C.do Cajuru	
445	25/09/2004	220130	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.3	5	I	-	C.do Cajuru	
446	25/09/2004	224922	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.6	5	I	-	C.do Cajuru	
447	25/09/2004	233025	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.6	5	I	-	C.do Cajuru	
448	26/09/2004	13209	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.6	5	I	-	C.do Cajuru	
449	26/09/2004	15802	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.8	5	I	-	C.do Cajuru	
450	26/09/2004	25557	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.7	5	I	-	C.do Cajuru	
451	27/09/2004	74809	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.5	5	I	-	C.do Cajuru	
452	30/09/2004	23105	-20.28	-44.75	10	MG	0.	1.0	5	I	-	C.do Cajuru	
453	05/10/2004	100313	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.9	5	I	-	C.do Cajuru	
454	29/10/2004	11044	-20.28	-44.75	10	MG	0.	1.2	5	I	-	C.do Cajuru	
455	31/10/2004	201724	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.7	5	I	-	C.do Cajuru	
456	31/10/2004	230425	-20.28	-44.75	10	MG	0.	1.3	5	I	-	C.do Cajuru	
457	31/10/2004	233038	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.3	5	I	-	C.do Cajuru	
458	31/10/2004	233209	-20.28	-44.75	10	MG	0.	1.4	5	I	-	C.do Cajuru	
459	01/11/2004	40340	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.3	5	I	-	C.do Cajuru	
460	01/11/2004	43833	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.3	5	I	-	C.do Cajuru	
461	01/11/2004	54754	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.3	5	I	-	C.do Cajuru	
462	01/11/2004	73854	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.5	5	I	-	C.do Cajuru	
463	01/11/2004	123324	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.8	5	I	-	C.do Cajuru	
464	01/11/2004	182712	-20.28	-44.75	10	MG	0.	1.0	5	I	-	C.do Cajuru	
465	02/11/2004	104654	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.7	5	I	-	C.do Cajuru	
466	03/11/2004	132718	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.7	5	I	-	C.do Cajuru	
467	15/11/2004	194255	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.3	5	I	-	C.do Cajuru	
468	18/11/2004	112228	-16.01	-39.67	10	BA	0.	0.9	5	I	-	Itapebi	
469	28/11/2004	120724	-20.28	-44.75	10	MG	0.	0.9	5	I	-	C.do Cajuru	
470	17/12/2004	194939	-13.47	-48.21	10	GO	0.	1.7	5	I	-	Cana Brava	
471	17/12/2004	195947	-13.47	-48.21	10	GO	0.	1.6	5	I	-	Cana Brava	
472	09/08/2005	73227	-09.85	-48.13	10	TO	0.	2.0	5	I	-	Lajeado	
473	17/08/2005	184749	-09.74	-47.57	10	TO	0.	2.6	5	I	-	Lajeado	
474	05/10/2005	13124	-19.16	-47.67	5	MG	0.	1.0	5	I	-	Nova Ponte	
475	09/10/2005	224620	-19.14	-47.65	5	MG	0.	0.8	5	I	-	Nova Ponte	

476	09/10/2005	234121	-19.12	-47.63	5	MG	0.	0.7	5	I	-	Nova Ponte	
477	10/10/2005	--	-26.60	-51.32	0	SC	0.	1.8	-	-	-	Campos Novos	
478	10/10/2005	--	-27.77	-51.18	0	SC	0.	2.5	-	-	-	Barra Grande	
479	12/10/2005	235747	-19.35	-47.71	5	MG	4.8	1.2	5	I	-	Nova Ponte	
480	15/10/2005	223241	-09.85	-48.13	10	TO	0.	1.9	5	I	-	Lajeado	
481	18/10/2005	112135	-09.71	-47.42	10	TO	0.	2.6	5	I	-	Lajeado	
482	19/10/2005	215834	-09.86	-48.15	10	TO	0.	1.1	5	I	-	Lajeado	
483	21/10/2005	30155	-19.13	-47.65	5	MG	0.8	0.6	5	I	-	Nova Ponte	
484	22/10/2005	10152	-19.17	-47.56	5	MG	0.5	1.1	5	I	-	Nova Ponte	
485	05/10/2005	214526	-19.16	-47.64	5	MG	2.8	0.6	5	I	-	Nova Ponte	
486	18/10/2005	174133	-16.01	-39.67	10	BA	0.	1.2	5	I	-	Itapebi	
487	24/10/2005	182659	-19.12	-47.64	5	MG	1.0	0.3	5	I	-	Nova Ponte	
488	06/11/2005	25823	-19.16	-47.65	5	MG	1.9	0.5	5	I	-	Nova Ponte	
489	11/11/2005	200212	-19.15	-47.44	5	MG	0.	1.0	5	I	-	Nova Ponte	
490	15/11/2005	15404	-19.23	-47.33	5	MG	0.	1.0	5	I	-	Nova Ponte	
491	16/11/2005	233312	-01.18	-58.94	10	AM	0.	1.7	5	I	-	Balbina	
492	18/11/2005	151831	-01.19	-59.83	10	AM	0.	2.1	5	I	-	Balbina	
493	02/12/2005	84756	-19.11	-47.64	5	MG	0.	0.0	1	I	-	Nova Ponte	
494	05/12/2005	225401	-09.80	-48.15	10	TO	0.	1.6	5	I	-	Lajeado	
495	06/12/2005	12526	-19.15	-47.66	5	MG	0.	1.2	5	I	-	Nova Ponte	
496	21/12/2005	40309	-19.15	-47.63	5	MG	0.	0.0	1	I	-	Nova Ponte	
497	24/12/2005	141400	-19.12	-41.48	5	MG	0.	1.0	5	I	-	Nova Ponte	
498	26/12/2005	75032	-02.04	-59.33	20	AM	0.	0.9	5	I	-	Balbina	
499	27/12/2005	225401	-09.80	-48.15	10	TO	0.	1.6	5	I	-	Lajeado	
500	01/01/2006	93831	-19.12	-47.62	5	MG	0.	1.0	5	I	-	Nova Ponte	
501	03/01/2006	75322	-19.21	-47.65	5	MG	0.	1.2	5	I	-	Nova Ponte	
502	07/01/2006	65743	-09.83	-48.45	10	TO	0.	1.7	5	I	-	Lajeado	
503	08/01/2006	30130	-09.83	-48.45	10	TO	0.	1.4	5	I	-	Lajeado	
504	14/01/2006	110113	-19.11	-47.63	5	MG	0.	1.1	5	I	-	Nova Ponte	
505	17/01/2006	214413	-19.33	-47.68	5	MG	0.	1.6	5	I	-	Nova Ponte	
506	23/01/2006	121437	-09.83	-48.45	10	TO	1.0	2.0	5	I	-	Lajeado	
507	27/01/2006	82342	-09.80	-48.45	10	TO	1.0	1.6	5	I	-	Lajeado	
508	20/02/2006	222036	-09.86	-48.46	10	TO	1.0	2.1	5	I	-	Lajeado	
509	20/02/2006	222043	-09.86	-48.43	10	TO	1.0	1.5	5	I	-	Lajeado	
510	20/02/2006	232114	-09.85	-48.44	10	TO	1.0	1.7	5	I	-	Lajeado	
511	20/02/2006	235122	-09.85	-48.45	10	TO	1.0	1.8	5	I	-	Lajeado	
512	21/02/2006	1010	-09.85	-48.47	10	TO	1.0	1.3	5	I	-	Lajeado	

513	21/02/2006	23135	-09.86	-48.42	10	TO	1.0	1.3	5	I	-	Lajeado	
514	21/02/2006	34201	-09.86	-48.46	10	TO	1.0	1.9	5	I	-	Lajeado	
515	21/02/2006	41138	-09.86	-48.46	10	TO	1.0	1.3	5	I	-	Lajeado	
516	22/02/2006	162850	-09.86	-48.47	10	TO	1.0	1.3	5	I	-	Lajeado	
517	28/02/2006	205539	-09.83	-48.43	10	TO	1.0	1.8	5	I	-	Lajeado	
518	12/03/2006	64613	-19.17	-47.64	5	MG	0.	1.2	5	I	-	Nova Ponte	
519	13/03/2006	220648	-19.15	-47.62	5	MG	0.	1.0	5	I	-	Nova Ponte	
520	17/03/2006	205928	-01.00	-59.61	20	AM	0.	2.5	5	I	-	Balbina	
521	23/03/2006	42915	-09.84	-48.43	10	TO	1.0	1.2	5	I	-	Lajeado	
522	30/03/2006	190632	-16.01	-39.67	10	BA	0.	1.1	5	I	-	Itapebi	
523	04/04/2006	143841	-19.38	-47.70	5	MG	0.	1.6	5	I	-	Nova Ponte	
524	04/04/2006	191119	-19.34	-47.67	5	MG	0.	1.6	5	I	-	Nova Ponte	
525	04/04/2006	205427	-19.24	-47.64	5	MG	0.	1.0	5	I	-	Nova Ponte	
526	10/04/2006	42533	-13.44	-48.22	10	GO	0.	2.1	5	I	-	Cana Brava	
527	12/04/2006	3321	-16.03	-39.57	10	BA	0.	1.4	5	I	-	Itapebi	
528	15/04/2006	151434	-19.15	-47.66	5	MG	0.	1.0	5	I	-	Nova Ponte	
529	18/04/2006	121020	-19.24	-47.56	5	MG	3.0	1.5	5	I	-	Nova Ponte	
530	20/04/2006	85434	-19.49	-47.66	5	MG	0.	1.2	5	I	-	Nova Ponte	
531	21/04/2006	221121	-19.12	-47.53	5	MG	0.	1.0	5	I	-	Nova Ponte	
532	22/04/2006	185857	-19.27	-47.62	5	MG	5.1	1.3	5	I	-	Nova Ponte	
533	28/04/2006	20001	-19.83	-48.42	10	MG	0.	2.0	5	I	-	Con.Alagoas	
534	28/04/2006	225418	-19.83	-48.42	10	MG	0.	2.0	5	I	-	Con.Alagoas	
535	29/04/2006	4402	-19.74	-48.72	10	MG	0.	1.7	5	I	-	Con.Alagoas	
536	29/04/2006	11216	-19.74	-48.42	10	MG	0.	1.7	5	I	-	Con.Alagoas	
537	29/04/2006	30844	-19.83	-48.42	10	MG	0.	1.7	5	I	-	Con.Alagoas	
538	01/05/2006	225049	-10.03	-48.51	10	TO	1.0	1.3	5	I	-	Lajeado	
539	02/05/2006	53945	-18.98	-47.97	10	MG	0.	1.4	5	I	-	Miranda	
540	02/05/2006	113840	-10.02	-48.52	10	TO	01.0	1.7	5	I	-	Lajeado	
541	03/05/2006	43911	-19.13	-47.61	5	MG	0.	1.0	5	I	-	Nova Ponte	
542	07/05/2006	64602	-19.24	-47.67	5	MG	0.	1.2	5	I	-	Nova Ponte	
543	07/05/2006	192942	-19.10	-47.55	5	MG	4.0	1.3	5	I	-	Nova Ponte	
544	09/05/2006	171709	-19.38	-47.66	5	MG	0.	1.7	5	I	-	Nova Ponte	
545	11/05/2006	220900	-19.15	-47.66	5	MG	0.	1.3	5	I	-	Nova Ponte	
546	14/05/2006	140746	-16.72	-42.58	5	MG	0.	3.0	1	I	-	Irape	
547	17/05/2006	155723	-19.33	-47.56	5	MG	0.	1.2	5	I	-	Nova Ponte	
548	20/05/2006	53750	-19.15	-47.65	5	MG	0.	1.0	5	I	-	Nova Ponte	
549	26/05/2006	160135	-10.16	-48.55	10	TO	1.0	1.5	5	I	-	Lajeado	

550	11/06/2006	122147	-10.04	-48.51	10	TO	1.0	2.0	5	I	-	Lajeado	
551	24/06/2006	141323	-19.14	-47.64	5	MG	0.	1.0	5	I	-	Nova Ponte	
552	26/06/2006	83543	-19.13	-47.63	5	MG	0.	0.9	5	I	-	Nova Ponte	
553	26/06/2006	83546	-19.11	-47.63	5	MG	0.	0.8	5	I	-	Nova Ponte	
554	29/06/2006	120657	-19.11	-47.63	5	MG	0.	0.6	5	I	-	Nova Ponte	
555	07/07/2006	41505	-19.12	-47.65	5	MG	0.	1.0	5	I	-	Nova Ponte	
556	07/07/2006	134705	-19.37	-47.61	5	MG	0.	1.3	5	I	-	Nova Ponte	
557	23/07/2006	200231	-19.15	-47.36	5	MG	0.	2.9	5	I	-	Nova Ponte	
558	24/07/2006	133320	-19.16	-47.48	5	MG	0.	2.6	5	I	-	Nova Ponte	
559	28/07/2006	31951	-19.19	-47.34	5	MG	0.	1.5	5	I	-	Nova Ponte	
560	28/07/2006	135427	-19.15	-47.66	5	MG	0.	0.0	1	I	-	Nova Ponte	
561	28/07/2006	194321	-19.15	-47.39	5	MG	0.	2.7	5	I	-	Nova Ponte	
562	30/07/2006	40542	-19.18	-47.39	5	MG	0.	2.5	5	I	-	Nova Ponte	
563	30/07/2006	44522	-19.22	-47.33	5	MG	0.	1.3	5	I	-	Nova Ponte	
564	15/08/2006	31806	-19.11	-47.63	5	MG	0.	0.7	5	I	-	Nova Ponte	
565	17/08/2006	172444	-19.10	-47.60	5	MG	0.	0.8	5	I	-	Nova Ponte	
566	25/08/2006	31345	-19.36	-47.65	5	MG	0.	0.9	5	I	-	Nova Ponte	
567	26/08/2006	172311	-19.11	-47.63	5	MG	0.	1.0	5	I	-	Nova Ponte	
568	31/08/2006	42508	-19.37	-47.68	5	MG	0.	1.7	5	I	-	Nova Ponte	
569	01/09/2006	161100	-01.21	-59.69	10	AM	0.	3.0	5	I	-	Balbina	
570	04/09/2006	105701	-19.12	-47.63	5	MG	0.	1.0	5	I	-	Nova Ponte	
571	05/09/2006	210411	-01.59	-60.14	10	AM	0.	2.0	5	I	-	Balbina	
572	06/09/2006	102732	-19.40	-47.71	5	MG	0.	1.7	5	I	-	Nova Ponte	
573	06/09/2006	105820	-19.40	-47.70	5	MG	0.	1.2	5	I	-	Nova Ponte	
574	06/09/2006	112035	-19.39	-47.72	5	MG	0.	1.2	5	I	-	Nova Ponte	
575	06/09/2006	163219	-19.39	-47.72	5	MG	0.	1.2	5	I	-	Nova Ponte	
576	11/09/2006	171749	-19.15	-47.34	5	MG	0.	1.5	5	I	-	Nova Ponte	
577	12/09/2006	44254	-19.14	-47.55	5	MG	0.	1.0	5	I	-	Nova Ponte	
578	12/09/2006	74613	-19.20	-47.38	5	MG	0.	1.4	5	I	-	Nova Ponte	
579	14/09/2006	62204	-19.15	-47.61	5	MG	0.	0.7	5	I	-	Nova Ponte	
580	12/10/2006	20055	-10.02	-48.51	10	TO	1.0	2.1	5	I	-	Lajeado	
581	07/11/2006	173456	-10.03	-48.51	10	TO	1.0	1.5	5	I	-	Lajeado	
582	10/11/2006	171711	-18.49	-47.50	10	MG	0.	1.8	5	I	-	Emborcacao	
583	12/11/2006	154801	-18.99	-47.97	10	MG	0.	1.4	5	I	-	Miranda	
584	09/12/2006	141328	-19.03	-47.93	10	MG	0.	1.4	5	I	-	Miranda	
585	10/12/2006	40400	-19.15	-47.57	5	MG	0.	0.8	5	I	-	Nova Ponte	
586	18/12/2006	15511	-10.25	-48.64	10	TO	0.	1.9	5	I	-	Lajeado	

587	18/01/2007	1026	-10.02	-48.33	10	TO	0.	1.0	5	I	-	Lajeado	
588	27/01/2007	180527	-19.12	-47.34	5	MG	0.	2.7	5	I	-	Nova Ponte	
589	03/02/2007	12246	-10.02	-48.32	10	TO	0.	1.2	5	I	-	Lajeado	
590	12/02/2007	184933	-10.00	-48.36	10	TO	0.	0.7	5	I	-	Lajeado	
591	14/02/2007	100217	-19.11	-47.59	5	MG	0.	1.4	5	I	-	Nova Ponte	
592	28/02/2007	190206	-19.13	-47.35	5	MG	0.	2.0	5	I	-	Nova Ponte	
593	25/03/2007	160605	-19.13	-47.56	5	MG	0.	1.0	5	I	-	Nova Ponte	
594	25/03/2007	182637	-19.15	-47.57	5	MG	0.	1.1	5	I	-	Nova Ponte	
595	12/04/2007	55326	-10.08	-48.49	10	TO	0.	1.9	5	I	-	Lajeado	
596	21/06/2007	14000	-03.77	-49.67	20	PA	0.	2.3	4	C	2.5	Tucuruí	
597	25/06/2007	22638	-05.28	-38.28	5	CE	0.	2.1	1	I	-	Castanhão	UFRN
598	01/07/2007	65140	-09.85	-48.47	10	TO	0.	1.6	5	I	-	Lajeado	
599	10/07/2007	92925	-05.28	-38.28	5	CE	0.	2.3	1	I	-	Castanhão	UFRN
600	11/08/2007	40704	-19.14	-47.65	5	MG	0.	1.8	5	I	-	Nova Ponte	
601	06/09/2007	201120	-19.17	-47.46	5	MG	0.	2.5	5	I	-	Nova Ponte	
602	06/09/2007	201534	-19.06	-47.44	5	MG	0.	2.5	5	I	-	Nova Ponte	
603	11/09/2007	191034	-19.15	-47.46	5	MG	0.	2.9	5	I	-	Nova Ponte	
604	07/11/2007	185042	-19.13	-47.74	5	MG	0.	2.2	5	I	-	Nova Ponte	
605	30/11/2007	25046	-19.19	-47.16	5	MG	0.	1.5	5	I	-	Nova Ponte	
606	03/12/2007	203323	-19.12	-47.64	5	MG	0.	0.7	5	I	-	Nova Ponte	
607	07/12/2007	231810	-19.13	-47.46	5	MG	0.	0.3	5	I	-	Nova Ponte	
608	09/12/2007	101853	-19.17	-47.45	5	MG	0.	1.6	5	I	-	Nova Ponte	
609	09/12/2007	115621	-19.20	-47.43	5	MG	0.	1.0	5	I	-	Nova Ponte	
610	09/12/2007	123312	-19.17	-47.45	5	MG	0.	1.4	5	I	-	Nova Ponte	
611	08/01/2008	735	-19.18	-47.43	5	MG	0.	1.6	5	I	-	Nova Ponte	
612	08/01/2008	845	-19.18	-47.44	5	MG	0.	1.6	5	I	-	Nova Ponte	
613	13/02/2008	80152	-19.14	-47.56	5	MG	0.	0.7	5	I	-	Nova Ponte	
614	16/02/2008	185212	-19.15	-47.57	5	MG	0.	0.8	5	I	-	Nova Ponte	
615	28/02/2008	100901	-19.11	-47.61	5	MG	0.	1.7	5	I	-	Nova Ponte	
616	15/03/2008	192516	-19.15	-47.69	5	MG	0.	2.0	5	I	-	Nova Ponte	
617	16/03/2008	180459	-19.13	-47.67	5	MG	0.	1.0	5	I	-	Nova Ponte	
618	22/03/2008	14456	-19.80	-47.47	10	MG	5.0	2.2	5	I	-	Con.Alagoas	
619	07/09/2009	1800	-23.45	-45.51	2	SP	0.	3.3	1	I	-	Paraibuna	
620	14/08/2011	--	-21,14	-45,03	0	MG	0.	3.2	-	-	-	Funil	
621	01/04/2012	--	-9.75	-48.37	0	TO	0.	2.2	-	-	-	Lajeado	
622	07/11/2014	--	-09.27	-64.65	0	RO	0.	3.2	-	-	4.5	Jirau	
623	13/11/2014	192219	-09.27	-64.65	1	RO	1.	2.1	1	I	-	Jirau	

624	13/11/2014	202809	-09.27	-64.65	1	RO	1.	1.3	1	I	-	Jirau	
625	13/11/2014	143957	-09.27	-64.65	1	RO	1.	2.8	1	I	-	Irapé	
626	01/08/2015	--	-17.34	-47.47	0	MG	0.	2.1	-	-	-	Batalha	

APÊNDICE D – LEGENDA PARA LISTAGEM DE SDR

Nº. - Número do sismo

Data - Ano, Mês Dia.

Hora de Origem - HH:MM:SS = Hora: Minuto: Segundo.

Latitude (°) - Latitude do epicentro em graus.

Longitude (°) - Longitude do epicentro em graus.

Erro (km) - Erro Epicentral em quilômetros.

Localidade - Local ou Região.

ES - Sigla do Estado.

Profundidade - profundidade do evento.

I₀ (MM) - Intensidade Sísmica Epicentral (Escala Mercalli Modificada).

CAT - Categoria dos Eventos de acordo com:

A - Sismo com dados macrossísmicos que permitem construir mapa de isossistas e determinar o epicentro com boa precisão.

B - Sismo com dados macrossísmicos que permitem determinar a área afetada, avaliar intensidades observadas, e determinar o epicentro com precisão aceitável.

C - Sismo com informações certas sobre sua ocorrência, algumas vezes permitindo avaliar intensidades observadas, porém não possibilitando determinar a área afetada nem o epicentro com precisão.

D - Evento duvidoso, com data e local incertos, não havendo certeza sobre sua ocorrência ou sobre sua natureza.

E - Tremor sentido no Brasil como efeito de sismo distante, ocorrido na região Andina.

I - Sismo determinado unicamente com dados instrumentais.

Mag. - Magnitude.

Tipo - Tipo de magnitude de acordo com:

-1 - Magnitude não calculada

0 - m_B telessísmico.

1 - m_R , estimativa de m_b com estações regionais:

$$m_R = \log (A/T) + 2,3 \log (\text{Dist. Epic. km}) - 2,28$$

2 - média de valores de m_B com m_R .

3 - m_B estimada pela área afetada:

$$m_B = 1,80 + 0,56 \log (\text{área II MM, km}^2)$$

$$m_B = 2,29 + 0,55 \log (\text{área IV MM, km}^2)$$

4 - m_B estimado pela intensidade máxima:

$$m_b = 1,21 + 0,45 * I$$

5 - m_B estimado pela duração.

Comentários - Fonte dos dados seguida de comentários gerais. Fontes:

UnB - Observatório Sismológico da UnB (Brasília)

IAG - Instituto Astronômico e Geofísico da USP (São Paulo)

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas (São Paulo)

UNESP - Universidade Estadual Paulista, Campus de Pres. Prudente (São Paulo)

ISC – Internationa Seismological Centre – Thatcham, Berkshire (U.K)

COPEL - Companhia Paranaense de Energia (Paraná)

UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte