

SISTEMAS AQUIFEROS E HIDROLITOLOGIA DA BACIA DO RIO CANOAS (SUB-BACIA 71) EM SANTA CATARINA

Francisco F. N. Marcuzzo¹; Gustavo B. Athayde²

¹CPRM/SGB – Serviço Geológico do Brasil. Porto Alegre/RS. francisco.marcuzzo@cprm.gov.br

²UFPR – Laboratório Pesq. Hidrogeológicas. Geologia. Curitiba/PR. gustavo_athayde@yahoo.com.br

Palavras-Chave: Lages, Bacia do Rio Uruguai, Hidrogeologia.

INTRODUÇÃO

Mapas hidrolitológicos e hidrogeológicos auxiliam os estudos dos recursos hídricos subterrâneos quanto ao seu movimento nas formações rochosas, seu volume, sua distribuição espacial e sua qualidade, podendo também ajudar na gestão quanto ao entendimento da recarga dos aquíferos, conforme a espacialização da chuva sobre a área, além da escolha de melhores locais para instalação de poços.

Este trabalho tem o objetivo de caracterizar os diferentes sistemas aquíferos e hidroestratigráficos da bacia hidrográfica do rio Canoas (sub-bacia 71), na região central de Santa Catarina, utilizando-se de mapas detalhados de hidrogeologia provenientes do Mapa Hidrogeológico de Santa Catarina (MACHADO, 2013) e do Mapa Hidrogeológico do Brasil ao Milionésimo (DINIZ *et al.*, 2014a), publicados pelo SGB/CPRM.

MATERIAL E MÉTODOS

As Figuras apresentadas neste trabalho, em formato PDF (folha A1, para impressão), entre outros materiais utilizados e produzidos, podem ser baixadas pelos endereços eletrônicos do Quadro 1.

Quadro 1. Figuras, com melhor resolução para visualização de detalhes, e materiais utilizados e produzidos.

Material	Endereços (“links”) para Baixar Utilizando o Navegador de Internet
	----- Mapas Para Impressão das Figuras Deste Trabalho (PDF - Folha A1) -----
Densidade Populacional – 600dpi	https://drive.google.com/file/d/0B6T7sNg_aVgOalFSRmVqYIVxSGM/view?usp=sharing
Altimetria/Hipsometria/Poços – 300dpi	https://drive.google.com/file/d/0B6T7sNg_aVgONUpfNWRmWHptNGs/view?usp=sharing
Unidades Estratigráficas – 600dpi	https://drive.google.com/file/d/0B6T7sNg_aVgOQmFPWm9aV19TaFE/view?usp=sharing
Sistemas Aquíferos/Hidrogeologia – 600dpi	https://drive.google.com/file/d/0B6T7sNg_aVgOeXllejREME9fZ1k/view?usp=sharing
	----- Material de Interesse Utilizado e/ou Produzido Neste Trabalho -----
Pôster - Apresentação no Congresso - PDF	https://drive.google.com/file/d/1BvLptYt4e9MatRku-47Zab-BVuqo9FY/view?usp=sharing
Tabela de Atributos Poços da Sub-Bacia 71	https://drive.google.com/file/d/1Xs91ow7SwoRUzeqZVpw_9CeGrZby7kVL/view?usp=sharing
Tabela de Atributos Figura 3 da Sub-Bacia 71	https://drive.google.com/file/d/1uEigRSSi8HcESwijYsByF7IvOaugXtBP/view?usp=sharing
Delimitação SRTM30 da Sub-Bacia 71 - kmz	https://drive.google.com/file/d/17or78MGMzz9i5FOxMQ7DEtNKCiJg-NN/view?usp=sharing
Drenagem SRTM30 da Sub-Bacia 71 - kmz	https://drive.google.com/file/d/1GJmrEfgizxH1fkJaUJ1A4UKu_LhBCBu/view?usp=sharing
Altimetria SRTM30 da Sub-Bacia 71 - kmz	https://drive.google.com/file/d/1m_ghuokfr-Eav-WncVru54kjiNvc75I9/view?usp=sharing
Mapas das Bacias Hidrográficas do Brasil	https://drive.google.com/folderview?id=0B5YK_fCaGOyfb1FrV1ImSXB3ZUE&usp=sharing
Mapa Hidrogeológico Santa Catarina - SGB	http://www.cprm.gov.br/publique/Hidrologia/Mapas-e-Publicacoes/Mapa-Hidrogeologico---Estado-de-Santa-Catarina-3096.html
Mapa Hidrogeológico do Brasil - SGB	http://www.cprm.gov.br/publique/Hidrologia/Mapas-e-Publicacoes/Mapa-Hidrogeologico-do-Brasil-ao-Milionesimo-756.html
Manual de Cartografia Hidrogeológica - SGB	http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/16587/Manual_de_Cartografia_Hidrogeologica.pdf?sequence=1
Atlas Pluviométrico do Brasil - SGB	http://www.cprm.gov.br/publique/Hidrologia/Mapas-e-Publicacoes/Atlas-Pluviometrico-do-Brasil-1351.html
Dados, Informações e Produtos do SGB	http://geosgbcprm.gov.br/

A sub-bacia 71 (Figura 1) está localizada na região central de Santa Catarina, sendo o rio Canoas seu principal curso d'água. A partir do encontro das águas da sub-bacias 70 (rio Pelotas) e 71 (rio Canoas) o rio Pelotas, que possui maior área de drenagem que o rio Canoas, passa-se a chamar rio Uruguai, desaguando no rio da Plata, já próximo a sua foz (MARCUIZZO *et al.*, 2016). A sub-bacia 71 possui uma área, calculada com a projeção e os parâmetros descritos nos mapas disponibilizados no Quadro 1, de aproximadamente 14.912km² e perímetro de 822km (MARCUIZZO, 2017). Um maior detalhamento de informações hidrológicas da sub-bacia 71, que também foram utilizados neste estudo, podem ser observadas em Almeida *et al.* (2016). A maior concentração da população residente nos municípios da sub-bacia 71 (Figura 2) está na parte Centro Sul, principalmente na área urbana do município de Lages/SC, que apresentou 156.727 habitantes no censo de 2010 e uma projeção do IBGE de 158.508 habitantes para 2017. A altitude média da sub-bacia 71 (Figura 2) é de aproximadamente 963m, a sua menor altitude de 422m é observada no seu exutório e a maior altitude de 1.824m é observada em seu extremo Leste na fronteira com a sub-bacia 84. No

Atlas Pluviométrico do Brasil (PINTO *et al.*, 2011) na escala 1:5.000.000 (1977 a 2006, verifica-se que a sub-bacia 71 (GUIMARÃES *et al.*, 2017) possui médias anuais de chuva (Figuras 2 e 3) que vão da mínima 1.522mm, na região Oeste do município de Bom Retiro, até 1.808mm no exutório, em uma faixa que passa pelos municípios de Celso Ramos e Campos Novos. Dados sobre o perfil de poços, como consta no mapa altimétrico da Figura 2, podem ser observados e analisados em CPRM (2018a) e CPRM (2018b).

Um maior detalhamento das unidades hidroestratigráficas e hidrogeológicas no Brasil pode ser observado no Mapa Hidrogeológico do Brasil ao Milionésimo, publicado pela CPRM/SGB (DINIZ *et al.*, 2014a; DINIZ *et al.*, 2014b). Já um melhor detalhamento da hidrogeologia em Santa Catarina pode ser observado em Machado (2013) e, do Norte do estado, em Machado e Marcuzzo (2015).

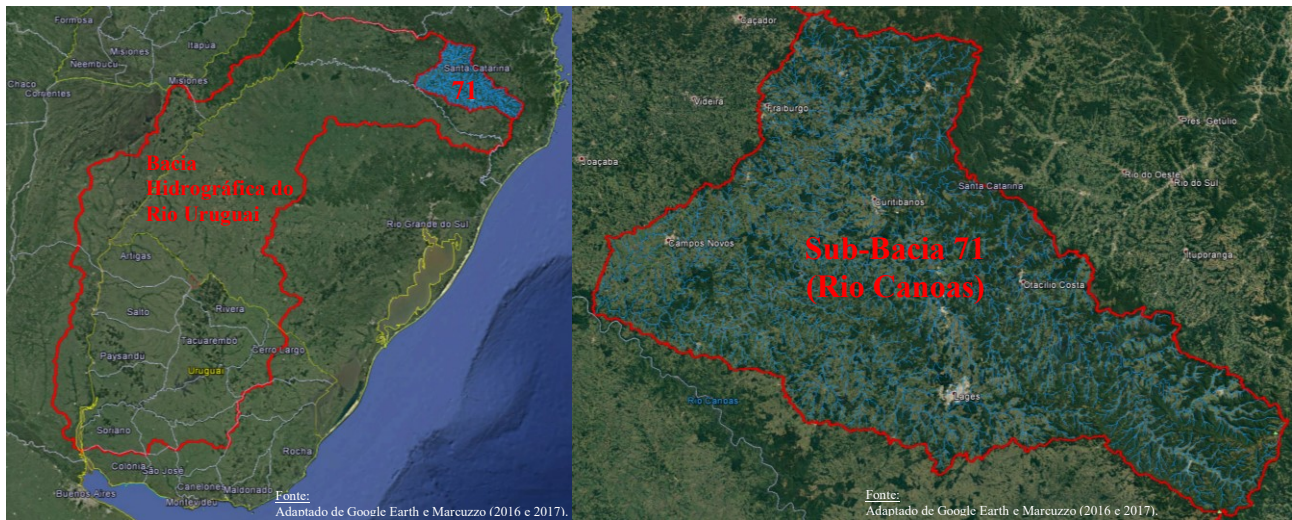


Figura 1. Localização da bacia do rio Canoas (sub-bacia 71) na bacia do rio Uruguai e imagem de satélite.

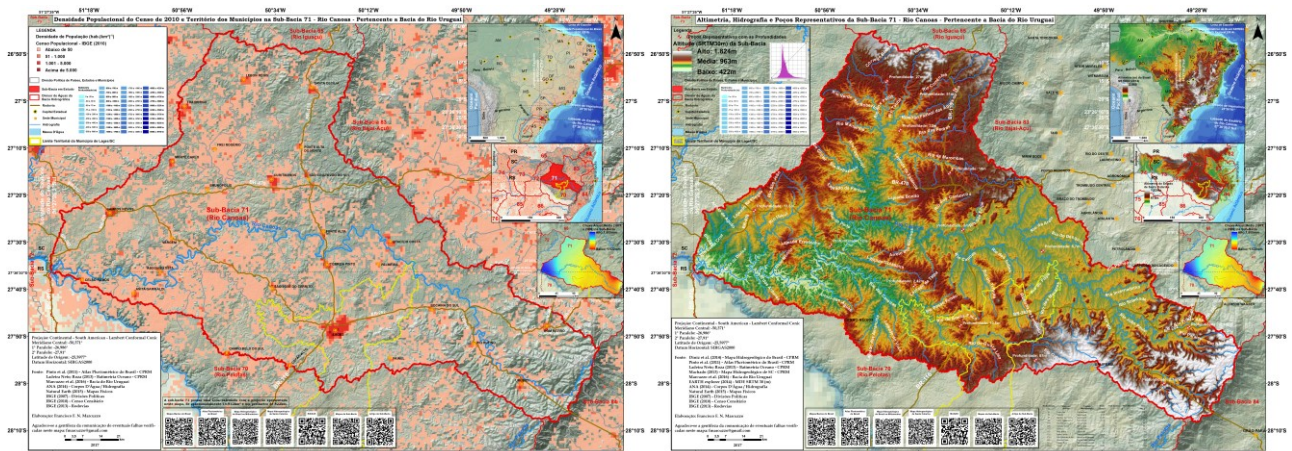


Figura 2. Densidade populacional e altimetria da bacia do rio Canoas (sub-bacia 71).

Tabela 1. Poços representativos mostrados no mapa altimétrico da Figura 2. Fonte: Machado (2013).

Profundidade ----- m -----	Município do Poço	Unidade Hidrogeológica	Vazão (m ³ .h ⁻¹)	Nível Estático ----- m -----	Nível Dinâmico ----- m -----	STD ^a mg.L ⁻¹
54	Ponte Alta	Rio do Rasto	3,6	5	30	250,2
78	Vargem	Serra Geral	15,5	12	14,1	96,8
85	São José do Cerrito	Serra Geral	19,45	2,42	22,87	169,5
88	Lebon Régis	Serra Geral	17,6	27	38	86,1
100	Curitibanos	Serra Geral	1	32	84	69,5
108	Campos Novos	Serra Geral	23	13,6	55,6	48,3
112	Urubici	Rio do Rasto	15	2,7	11,5	55,3
152	Bom Retiro	Serra Alta	1,4	12,3	30	562
154	Santa Cecília	Serra Geral/Botucatu	16,5	51	110,5	119
176	São Cristóvão do Sul	Serra Geral/Botucatu	27	18	32	233
180	Otacílio Costa	Rio do Rasto/Teresina	4	6,7	119,6	450,8
246	Lages - Puris	Serra Geral/Botucatu	44	10,5	127,35	114
286	Painel	Serra Geral/Botucatu	10,56	87	180	243

^a STD - Sólidos Totais Dissolvidos. Representam a concentração de todo o material dissolvido seja ou não volátil.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 3 mostra a maior classe taxonômica aquífera, que pode ser definida pelo agrupamento de unidades geológicas, que armazenam e transmitem águas subterrâneas de forma semelhante, criando as unidades hidrolitológicas, ou domínios hidrogeológicos, conforme relata Diniz *et al.* (2014b). A Figura 3 mostra a hidrolitologia da sub-bacia 71, que foi separada pelo agrupamento de unidades geológicas que armazenam e transmitem águas subterrâneas de forma semelhante, sendo elas as unidades porosas ou granulares, cársticas e fraturadas, sendo que não se verificou a presença da unidade cárstica na sub-bacia 71. A unidade fraturada (Fr) de produtividade geralmente muito baixa, porém localmente baixa (Figura 3 e Tabela 2), é a formação com maior área na sub-bacia 71, observada em 68% da área, sendo o restante (32%) Granular. Contudo, como lembra Diniz *et al.* (2014b), a unidade fraturada pode abranger rochas ígneas plutônicas e vulcânicas, rochas cársticas, rochas metassedimentares e rochas sedimentares de alta dureza.

A classificação com as cores presentes no mapa dos sistemas aquíferos da Figura 3 e na Tabela 2 são detalhados em Machado (2013). Verifica-se na Tabela 3 que os aquíferos fraturados de menor potencialidade (af3), com vazão dos poços entre 2 e 15m³.h⁻¹, abrange a maior área da bacia do rio Canoas, 37% de seu território. Já os aquíferos fraturados de maior potencialidade (af1_2), com vazão entre 5 e 40m³.h⁻¹, abrange a segunda maior área, com 28% do seu território. Nota-se que as áreas praticamente sem aquíferos (na_2), com vazões insignificantes em poços e com pequenas vazões em nascentes, abrange uma área da bacia de 8%, sendo mais presente na metade oriental da bacia. Nota-se que no extremo ocidental da bacia, onde estão presentes os sistemas aquíferos af1_2 e af3, é a região com maior volume de precipitação pluviométrica média (Figuras 2 e 3), que varia de aproximadamente 1.700 a 1.800mm.

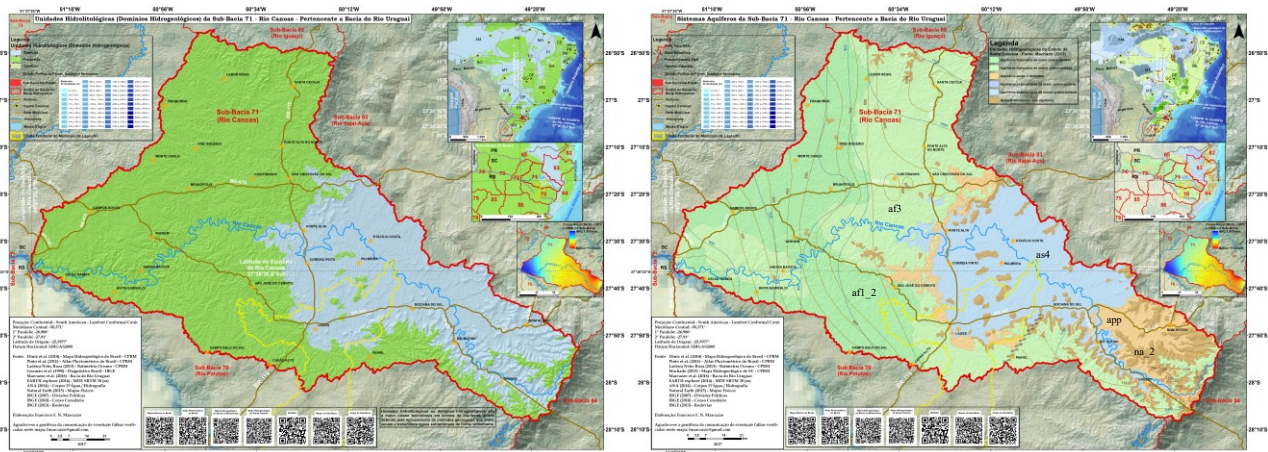


Figura 3. Mapa hidroestratigráfico, adaptado do hidrogeológico do Brasil ao milionésimo (DINIZ *et al.*, 2014a), e o mapa hidrogeológico, adaptado do mapa hidrogeológico de Santa Catarina (MACHADO, 2013).

Tabela 2. Área aproximada da hidrolitologia com as mesmas cores do mapa hidrolitológico da Figura 3.

Hidrolitologia	Área Aproximada (km ²)	Área Aproximada (%)
Gr - Granular	4.789	32%
Fr - Fraturado	10.123	68%

Tabela 3. Descrição e demais informações com as mesmas cores do mapa de sistemas aquíferos da Figura 3.

Sigla	Descrição	Vazão	Aproveitamento	Área na Sub-Bacia 71 (%)
af1_2	Aquíferos fraturados de maior potencialidade	Entre 5,0 e 40,0 m ³ /h.	Poços tubulares de 150m de profundidade.	28%
af3	Aquíferos fraturados de menor potencialidade	Entre 2,0 e 15,0 m ³ /h.	Poços tubulares de 150m de profundidade.	37%
app	Aquíferos locais e limitados	Poços raramente superam a 3,0 m ³ /h.	Poços não devem ultrapassar 120m de profundidade. Captação por fontes.	7%
as3_3	Aquíferos sedimentares de menor potencialidade	Entre 3,0 e 10,0 m ³ /h.	Poços tubulares da ordem de 150m de profundidade.	1%
as4	Aquíferos sedimentares de menor potencialidade	Entre 1,0 e 3,0 m ³ /h, raramente valores próximos a 10 m ³ /h.	Poços tubulares da ordem de 150m de profundidade.	19%
na_2	Áreas praticamente sem aquíferos	Vazões insignificativas em poços. Pequenas vazões em nascentes.	Aproveitamento através de fontes.	8%

CONCLUSÃO

A região mais povoada da sub-bacia 71 (Lages/SC) possui em sua área urbana aquíferos sedimentares de menor potencialidade (as4), aquíferos locais e limitados (app) e áreas praticamente sem aquíferos (na_2).

A área da sub-bacia 71 que ocorre o maior volume médio de precipitação pluviométrica, aproximadamente de 1.700 a 1.800mm, já próximo do seu exutório, possui sistemas aquíferos fraturados de maior potencialidade (af1_3 - vazão de 5 a 40m³.s⁻¹) e sistemas aquíferos fraturados de menor potencialidade (af3 - vazão de 2 a 15m³.s⁻¹). A região do município de Bom Retiro, que possui chuva média anual menor que 1.600mm, os aquíferos são locais e limitados (app) e com áreas praticamente sem aquíferos (na_2).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CPRM/SGB (Serviço Geológico do Brasil) pelo fomento e a bibliotecária Ana Lucia B. Fortes Coelho pela ajuda com as referências bibliográficas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, D. B.; KOEFENDER, A.; SOUZA, C. J. R.; MARCUZZO, F. F. N. Diagramas unifilares e mapeamento das estações F, FD, P, Pr e barramentos das sub-bacias 70 a 74 no Rio Uruguai. In: Simpósio dos Recursos Hídricos do Nordeste, 13., 2016, Aracaju. **Anais...** Porto Alegre: ABRH, 2016. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/17189>>. Acesso em: 11 abr. 2018.
- CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas / RIMAS. Rio de Janeiro, 2018a. Disponível: <<http://rimasweb.cprm.gov.br>>. 11 mai. 2018.
- CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Sistemas de Informações de Águas Subterrâneas - SIAGAS. Rio de Janeiro, 2018b. Disponível em: <<http://siagasweb.cprm.gov.br>>. Acesso em: 6 abr. 2018.
- DINIZ, J. A. O.; MONTEIRO, A. B.; SILVA, R. de C. da; PAULA, T. L. F. de. **Manual de cartografia hidrogeológica**. Recife: CPRM, 2014b. 120 p. Programa de Cartografia Hidrogeológica. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=756&sid=9>>. Acesso: 15 mar. 2018.
- DINIZ, J. A. O.; BOMFIM, L. F. C.; FREITAS, M. A. de (Coord.). **Mapa hidrogeológico do Brasil ao milionésimo**: Sistema de Informações Geográficas - SIG. Recife: CPRM, 2014a. Escala 1:1.000.000. Programa de Cartografia Hidrogeológica. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br>>. Acesso: 15 mar. 2018.
- GUIMARÃES, G. M.; FINCK, J. S.; MARCUZZO, F. F. N. Espacialização pluviométrica da precipitação média mensal na parte brasileira da Bacia do Rio Uruguai. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 29. Encontro Técnico AESABESP, 28. 2017, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABES; AESABESP, 2017. Disponível: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/18201>>. Acesso: 11 abr. 2018.
- MACHADO, J. L. F. **Mapa hidrogeológico do estado de Santa Catarina**. Porto Alegre: CPRM, 2013. 1 CD-ROM. Escala 1:500.000. Cartas Hidrogeológicas Estaduais. Programa Disponibilidade Hídrica no Brasil. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/mapa_hidro_sc.pdf>. 10 abr. 2018.
- MACHADO, J. L. F.; MARCUZZO, F. F. N. Aquíferos da bacia hidrográfica do Rio Itajaí no estado de Santa Catarina. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 21., 2015, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: ABRH, 2015. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/15052>>. Acesso: 01 mar. 2018.
- MARCUZZO, F. F. N. Bacia hidrográfica do rio Uruguai: altimetria e áreas. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 22, 2017, Florianópolis. **Anais...** Porto Alegre: ABRH, 2017. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/18489>>. Acesso em: 11 abr. 2018.
- MARCUZZO, F. F. N.; SOUZA, C. J. R.; ALMEIDA, D. B. Bacia hidrográfica internacional do rio Uruguai e consistência dos seus divisores de água na escala 1:3.000. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 48, 2016, Porto Alegre. **Anais...** São Paulo: SBG, 2016. Disponível: <<http://rigeo.cprm.gov.br>>. Acesso: 11 abr. 2018.
- MARCUZZO, F. F. N.; WENDLAND, E. C. Bacia hidrográfica do rio Jacaré-Pepira: mapeamento da hidrogeologia, hidrolitologia, hipsometria e população. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 49., 2018, Rio de Janeiro. **Anais...** São Paulo: SBG, 2018. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/4>>.
- PINTO, E. J. de A.; AZAMBUJA, A. M. S. de; FARIAS, J. A. M.; SALGUEIRO, J. P. de B.; PICKBRENNER, K. (Coords.). **Atlas pluviométrico do Brasil: isoietas mensais, isoietas trimestrais, isoietas anuais, meses mais secos, meses mais chuvosos, trimestres mais secos, trimestres mais chuvosos**. Brasília: CPRM, 2011. 1 DVD. Escala 1:5.000.000. SIG - versão 2.0 - atualizada em 11/2011; Levantamento da Geodiversidade. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br>>. Acesso em: 23 out. 2017.