

OTTOCODIFICAÇÃO E ANÁLISE ALTIMÉTRICA E DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CANOAS NA FRONTEIRA ENTRE O RIO GRANDE DO SUL E SANTA CATARINA

Fernanda Eimael Rolim^{1*}, Yuri Timm Muller², Franciso F. N. Marcuzzo³
^{1,2}UFRGS/IPH – Instituto de Pesquisas Hidráulicas, 91501-970, Porto Alegre, Brasil.
³CPRM-Serviço geológico do Brasil, 90840-030, Porto Alegre, Brasil.

*E-mail: fernanda.erolim@gmail.com

Recebido em: 24/10/2018

Aceito em: 22/11/2019

RESUMO

Elaborar uma boa análise em grandes bacias é um desafio, pois organizar um sistema de fácil entendimento para o pesquisador é viável criar procedimentos que discretizem a bacia hidrográfica. Neste contexto, o presente estudo teve por objetivo a ottocodificação da bacia hidrográfica do rio Canoas (sub-bacia 71) em dois níveis, utilizando a metodologia desenvolvida por Otto Pfafstetter no ano de 1989. Assim, essa metodologia nos permite elaborar uma análise direcionada e concisa da altimetria e dos volumes de precipitação. O procedimento teve suporte do programa computacional de SIG (Sistemas de Informações Geográficas), em especial ArcGIS 10.2, modelo digital de elevação SRTM, com resolução de 30m. Integralizando todas essas informações chegam-se a resultados de área, coordenadas geodésicas dos exutórios, como também os municípios e o rio principal de cada sub-bacia codificada. A sub-bacia ottocodificada com maior área é a 717, com aproximadamente 3.589,41km², classificada como de nível 1, e seu percentual em relação a sub-bacia 71 é de 26,67%, já em relação a sub-bacia ottocodificada de menor área é a 7185 classificada como de nível 2, apresenta uma área por volta de 3,06km² com um percentual em relação a sub-bacia 71 de 0,02%. Na totalidade foram delimitadas 90 sub-bacias, sendo que nove delas são de nível 1 e 81 classificadas como de nível 2.

Palavras-chave: Sub-bacia 71. Otto Pfafstetter. Bacia do rio Uruguai.

1 Introdução

A Lei das Águas estabelece a proteção da qualidade e quantidade dos recursos hídricos no território brasileiro, indicando a bacia hidrográfica como unidade de planejamento para atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos através da Política Nacional de Recursos Hídricos, que prevê a definição de um sistema único de classificação e codificação das bacias hidrográficas brasileiras, para cada Estado e para o país. A Base Hidrográfica Ottocodificada (BHO) utilizada pela ANA na gestão de recursos hídricos é conseguida a partir do Mapeamento Sistemático Brasileiro. A BHO é gerada a partir da cartografia digital da hidrografia do país e organizada de modo à gerar informações hidrologicamente consistentes. Segundo Rosim *et al.* [21] o desenvolvimento de métodos que contribuam na construção da base de dados hidrográficos utilizando uma implementação computacional é uma importante ferramenta no processo de hierarquização das bacias hidrográficas, segundo sua área de contribuição e interações que descrevem a dinâmica da bacia. Nesse sentido, a ottocodificação de bacias possibilita a definição de uma posição relativa e o ordenamento entre as sub-bacias, o que contribui para que a modelagem computacional de

processos hidrológicos tenha uma sequência a seguir em seus cálculos, conforme Buarque *et al.* [4].

O método de classificação e codificação de bacias hidrográficas desenvolvido por Pfafstetter [20] em 1989 é indicado, segundo Galvão e Meneses [8], para fins de planejamento de redes hidrométricas. Baseada na topografia da área drenada e na topologia da rede de drenagem (conectividade e direção) de aplicabilidade global e de fácil integração com os Sistemas de Informação Geográfica – SIG. A existência de uma deficiência de sistemas de aplicação global que indiquem, referenciem e identifiquem, de forma única a bacia hidrográfica, conforme elucidado por Silva [22], fomentou diversos estudos de aperfeiçoamento da metodologia desenvolvida por Pfafstetter, entre eles temos a tese de doutorado intitulada como “Ottocodificação estendida e inteligência hidrográfica em banco de dados geográficos” defendida por Teixeira [25] contribuindo para a gestão das águas. Os programas que possuem estrutura em SIG (Sistema de Informação Geográfica) têm capacidade de armazenamento, manipulação e análise de dados geográficos permitindo o cruzamento destes e a estimativa de cenários futuros, favorecendo o planejamento territorial e a gestão do meio ambiente, especialmente a gestão de bacias hidrográficas, segundo

Marcuzzo, Cardoso *et al.* [17]. Vários outros trabalhos mostram a importância dos estudos de delimitação de bacias hidrográficas e da otocodificação, como os desenvolvidos por Melati e Marcuzzo [19], Koefender e Marcuzzo [13], Goularte *et al.* [9] e Guimarães *et al.* [10].

Dessa forma, este estudo visou realizar a codificação da bacia do rio Canoas (sub-bacia 71) em dois níveis usando o sistema desenvolvido por Otto Pfafstetter em 1989, e estudar as diferenças da espacialização da chuva e altimetria na bacia.

2 Material e Métodos

2.1 Área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Canoas é numerada como sub-bacia 71 pela classificação da Agência Nacional de Águas [1-2], citado por Marcuzzo [14-15], e possui área territorial aproximada de 13.461km² (área delimitada utilizando o modelo digital de elevação SRTM, com resolução de 30m). Considerando os dados do IBGE [11] da área territorial do Brasil, da região Sul e dos estados do Rio Grande do Sul (256.175km²) e de Santa Catarina (86.033,8km²), além da área da bacia do rio Uruguai (349.844,10 km²) segundo a publicação de Marcuzzo *et al.* [18]. A Figura 1 apresenta a localização e municípios da Bacia Hidrográfica do rio Canoas. Verifica-se que a bacia hidrográfica do rio Canoas (sub-bacia 71) representa 0,16% do território nacional, 2,6% do território da região Sul, 15,6% do território de Santa Catarina e 3,8% da bacia hidrográfica do rio Uruguai [18].

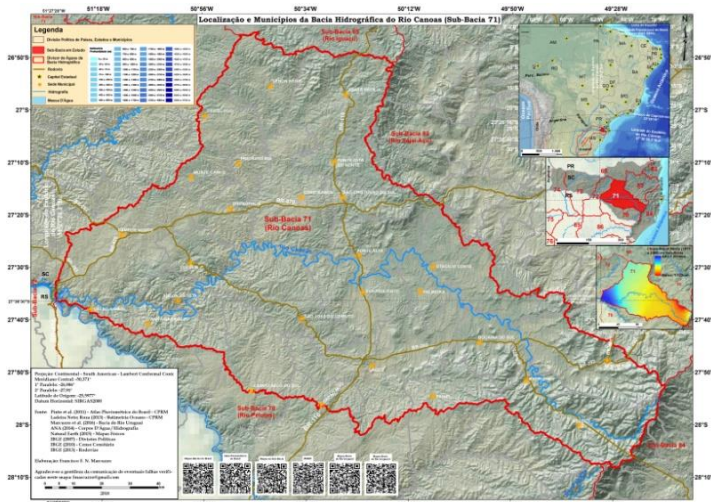


Figura 1 - Localização e municípios da bacia hidrográfica do rio Canoas (sub-bacia 71).

2.2 Concepção da otocodificação do rio Canoas

O método de otocodificação trata-se de uma hierarquização de bacias hidrográficas desenvolvida pelo engenheiro hidrológico Otto Pfafstetter [20]. A motivação da

criação deste método foi organizar os arquivos de projetos do antigo Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS), com o intuito de identificar as principais bacias do Brasil.

Na realização da otocodificação da Bacia do rio Canoas utilizou-se um programa de SIG (Sistemas de Informações Geográficas) o ArcGIS 10.2 [7]. Neste programa contém diversas ferramentas das quais automatizam os procedimentos necessários para estudos relacionados aos recursos hídricos, como, por exemplo, a delimitação de bacias hidrográficas. Porém para a realização deste artigo, a otocodificação foi realizada de maneira semiautomática, pois, os exutórios das sub-bacias foram inseridos manualmente. Segundo a apostila disponibilizada pela Agência Nacional de Águas [3], apresentada no Quadro 3, e conforme Teixeira [24], o primeiro procedimento necessário é identificar o curso d'água principal da bacia a ser codificada, que caracteriza-se por ser o rio principal, o qual recebe a maior contribuição de afluentes, segundo Collischonn e Dornelles [5]. Adotando o curso d'água principal como referência, determinam-se os quatro tributários com as maiores áreas de drenagem de jusante para montante, acrescentam-se os códigos 2, 4, 6 e 8 ao final do número 71, (sub-bacia do rio Canoas) para as quatro maiores bacias. As áreas restantes contribuem diretamente para o rio principal e são chamadas interbacias, os quais recebem então os dígitos ímpares 1, 3, 5, 7 e 9.

2.3 Cálculo da área de drenagem das sub-bacias otocodificadas

Para a geração da área de drenagem, utilizou-se o programa ArcGIS 10.2 [7], conforme já descrito por Melati Marcuzzo[19], em que utiliza o algoritmo de Jenson [12]. O programa define uma direção de fluxo para as células em direção a célula vizinha de maior declividade, como também faz o preenchimento de áreas de depressão onde os escoamentos convergem, possibilitando assim as operações hidrológicas. Assim, a delimitação e cálculo da área de drenagem da sub-bacia 71 e suas respectivas sub-bacias foi calculada utilizando o Modelo Digital de Elevação SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) com aproximadamente 30 metros de resolução espacial, disponibilizados pela USGS (*United States Geological Survey*; Serviço Geológico dos Estados Unidos) sendo possível gerar um polígono do modelo digital de elevação para a área de interesse e fazer um mosaico [6]. Para o cálculo da área de drenagem utilizou-se a projeção conforme de Lambert, a qual é a mais indicada para grandes bacias em médias latitudes. Dessa forma, essa projeção é classificada como cônica [23]. Para a delimitação da sub-bacia do rio Canoas utilizou-se as coordenadas geodésicas do exutório 51°27'11,5"W e 27°36'28,5"S. As coordenadas geodésicas das demais sub-bacias geradas pelo método de Otto Pfafstetter para cada nível de otocodificação são apresentadas no Quadro 1 e 2.

Quadro 1 - Coordenadas geodésicas para nível 1 de Ottocodificação da bacia do rio Canoas na bacia do rio Uruguai.

Sub-Bacia	Coordenada geodésica	
	Longitude	Latitude
71	51°27'11,5"W	27°36'28,5"S
711	51°27'11,5"W	27°36'28,5"S
712	51°13'43"W	27°35'55"S
713	51°13'43"W	27°35'55"S
714	50°55'60"W	27°34'43"S
715	50°55'60"W	27°34'43"S
716	50°45'19"W	27°25'23"S
717	50°45'19"W	27°25'23"S
718	49°46'13"W	27°45'13"S
719	49°46'13"W	27°45'13"S

Quadro 2- Coordenadas geodésicas para nível 2 de Ottocodificação da bacia do rio Canoas na bacia do rio Uruguai. (Continuação)

Sub-bacia	Coordenada geodésica	
	Longitude	Latitude
7136	51°1'23"W	27°38'30"S
7137	51°1'23"W	27°38'30"S
7138	50°57'32"W	27°38'47"S
7139	50°57'32"W	27°38'47"S
7141	50°55'60"W	27°34'43"S
7142	50°42'15"W	27°41'23"S
7143	50°42'15"W	27°41'23"S
7144	50°38'23"W	27°42'53"S
7145	50°38'23"W	27°42'53"S
7146	50°20'44"W	27°52'38"S
7147	50°20'44"W	27°52'38"S
7148	50°7'42"W	27°51'24"S
7149	50°7'42"W	27°51'24"S
7151	50°55'60"W	27°34'43"S
7152	50°57'34"W	27°33'27"S
7153	50°57'34"W	27°33'27"S
7154	50°54'23"W	27°32'2"S
7155	50°54'23"W	27°32'2"S
7156	50°48'36"W	27°29'54"S
7157	50°48'36"W	27°29'54"S
7158	50°49'21"W	27°27'7"S
7159	50°49'21"W	27°27'7"S
7161	50°45'19"W	27°25'23"S
7162	50°45'57"W	27°18'21"S
7163	50°45'57"W	27°18'21"S
7164	50°42'11"W	27°11'20"S
7165	50°42'11"W	27°11'20"S
7166	50°42'41"W	27°6'8"S
7167	50°42'41"W	27°6'8"S
7168	50°39'30"W	27°5'15"S
7169	50°39'30"W	27°5'15"S
7171	50°45'19"W	27°25'23"S
7172	50°29'24"W	27°27'39"S
7173	50°29'24"W	27°27'39"S
7174	50°16'2"W	27°31'57"S
7175	50°16'2"W	27°31'57"S

Quadro 2 - Coordenadas geodésicas para nível 2 de Ottocodificação da bacia do rio Canoas na bacia do rio Uruguai. (Continua)

Sub-bacia	Coordenada geodésica	
	Longitude	Latitude
7111	51°27'11,5"W	27°36'28,5"S
7112	51°25'45"W	27°34'29"S
7113	51°25'15"W	27°34'1"S
7114	51°21'15"W	27°36'5"S
7115	51°21'15"W	27°36'5"S
7116	51°18'45"W	27°36'14"S
7117	51°18'45"W	27°36'14"S
7118	51°15'51"W	27°37'60"S
7119	51°15'26"W	27°37'54"S
7121	51°13'43"W	27°35'55"S
7122	51°13'6"W	27°34'39"S
7123	51°13'6"W	27°34'39"S
7124	51°11'24"W	27°30'24"S
7125	51°11'24"W	27°30'24"S
7126	51°3'46"W	27°24'6"S
7127	51°3'46"W	27°24'6"S
7128	51°1'23"W	27°20'16"S
7129	51°1'19"W	27°19'21"S
7131	51°13'43"W	27°35'55"S
7132	51°12'46"W	27°37'10"S
7133	51°12'46"W	27°37'10"S
7134	51°7'26"W	27°37'12"S
7135	51°7'26"W	27°37'12"S

Quadro 2- Coordenadas geodésicas para nível 2 de Ottocodificação da bacia do rio Canoas na bacia do rio Uruguai. (Conclusão)

Sub-bacia	Coordenada geodésica	
	Longitude	Latitude
7176	50°7'13"W	27°31'24"S
7177	50°7'13"W	27°31'24"S
7178	49°57'20"W	27°39'20"S
7179	49°57'20"W	27°39'20"S
7181	49°46'7"W	27°44'51"S
7182	49°39'18"W	27°47'20"S
7183	49°39'18"W	27°47'20"S
7184	49°33'51"W	27°49'32"S
7185	49°33'51"W	27°49'32"S
7186	49°32'30"W	27°49'42"S
7187	49°32'30"W	27°49'42"S
7188	49°30'38"W	27°50'41"S
7189	49°30'38"W	27°50'41"S
7191	49°46'13"W	27°45'13"S
7192	49°46'38"W	27°45'32"S
7193	49°46'38"W	27°45'32"S
7194	49°43'9"W	27°53'9"S
7195	49°43'9"W	27°53'9"S
7196	49°35'40"W	27°58'25"S
7197	49°36'1"W	27°58'18"S
7198	49°32'26"W	27°59'33"S
7199	49°32'26"W	27°59'33"S

Resultados e discussão

No Quadro 3 encontra-se as Figuras com melhor resolução e as *shapes* produzidas na confecção deste trabalho. Também estão disponibilizados outros materiais de interesse utilizados neste artigo.

Quadro 3 - Figuras, com melhor resolução para visualização de detalhes deste estudo, e demais materiais para baixar. (Continua)

Material	Endereços ("links") para Baixar Utilizando o Navegador de Internet --- Mapas Para Impressão das Figuras Deste Trabalho em PDF (Folha A1) ---
Figura 1 – Localização PDF	https://drive.google.com/file/d/1Zlp2TEbwkYOW5MT8nefaimn8qCR/view?usp=sharing
Figura 1 – Localização PNG	https://drive.google.com/file/d/1FcCHKpFwacq9J00b67HWNvesPofD/view?usp=sharing
Figura 2 – Ottocodificação Nível 1 PDF	https://drive.google.com/file/d/1H0TeshEIdaJvTfRI-RO3SA9S-3t5E6d/view?usp=sharing
Figura 2 – Ottocodificação Nível 1 PNG	https://drive.google.com/file/d/128tqAZACH3d4uYCpajL06pd14KXAR/view?usp=sharing
Figura 3 – Ottocodificação Nível 2 PDF	https://drive.google.com/file/d/145U02Sd167aqc7GKW6Selevz8UKOZ/view?usp=sharing
Figura 3 – Ottocodificação Nível 2 PNG	https://drive.google.com/file/d/1KSWPw6vGeU3F0R1JGDL-6C4Czavq/view?usp=sharing
Figura 4 – Chuva e Ottocodificação PDF	https://drive.google.com/file/d/1W7b-SpHbzVz-55wCS0wWRUJzuchdHV9s/view?usp=sharing
Figura 4 – Chuva e Ottocodificação PNG	https://drive.google.com/file/d/1t0RFPz6Wz6w0Mjag550Mt1Df6KjK/view?usp=sharing
Figura 5 – Altimetria e Ottocodificação PDF	https://drive.google.com/file/d/12o1Y-HyEwqumWcGleEGW1H5pLvmFY0/view?usp=sharing
Figura 5 – Altimetria e Ottocodificação PNG	https://drive.google.com/file/d/1aem1NSwr2Tcb2GNwKFs0nzHxZxPhvZVa/view?usp=sharing

Quadro 3 - Figuras, com melhor resolução para visualização de detalhes deste estudo, e demais materiais para baixar. (Conclusão)

----- Material de Interesse Utilizado e/ou Produzido Neste Trabalho -----	
Shape Ottocodificação Nível 1	https://drive.google.com/drive/folders/1LDE4XHN7Z1NOWKB6X67KvayA11v_c7o9sc-32
Shape Ottocodificação Nível 2	https://drive.google.com/drive/folders/1a9mH1VvEYV8LjHWR5aPvEOL8vae-3k7o9sc-32
Mapas das bacias hidrográficas do Brasil	https://drive.google.com/folder/view?id=0B5YK-fCaG0vRy1Fv1Jm5X83ZUE&usp=sharing
Mapas da bacia hidrográfica do Rio Uruguai	https://drive.google.com/drive/folders/0B5YK-fCaG0vRy1Fv1Jm5X83ZUE&usp=sharing
Atlas Pluviométrico do Brasil	http://www.epm.gov.br/atlases/Hidrologia_Maps_e_Publicacoes/Atlas_Pluviometrico_do_Brasil_1151.html
Material ANA – "Codificação De Bacias"	https://capacitacao.ead.unesp.br/dspace/bitstream/ana/104/1/apostila.pdf

3.1 Ottocodificação

Neste estudo foi realizada a ottocodificação em dois níveis para a bacia do rio Canoas. A Figura 2 (nível 1) e a Figura 3 (nível 2). Para cada nível foi calculada a área de drenagem e o percentual de cada sub-bacia em relação a bacia do rio Canoas, assim como a localização do rio principal. Nota-se pelos resultados apresentados nos Tabela 1 e Tabela 2 os percentuais de área em relação ao total da área da sub-bacia 71 são maiores para o nível 1 de ottocodificação em comparação ao nível 2. Nota-se que a maior área em relação a classificação de nível 1 é a sub-bacia ottocodificada 717 apresentando uma área de 3589,41km² com um percentual de 26,67% em relação a sub-bacia 71, o seu rio principal é o rio Canoas, as cidades representativas desta maior sub-bacia são Chapadão do Lageado e Palmeiras conforma o Quadro 6. Faz-se a mesma análise para o nível 2 de ottocodificação tem-se a sub-bacia 7164 com área de 10,88km² com um percentual de 8,09%, o rio que recebe a maior contribuição é o rio Marombas, os municípios que englobam esta localidade são Taió e Santa Cecília (Quadro 5).

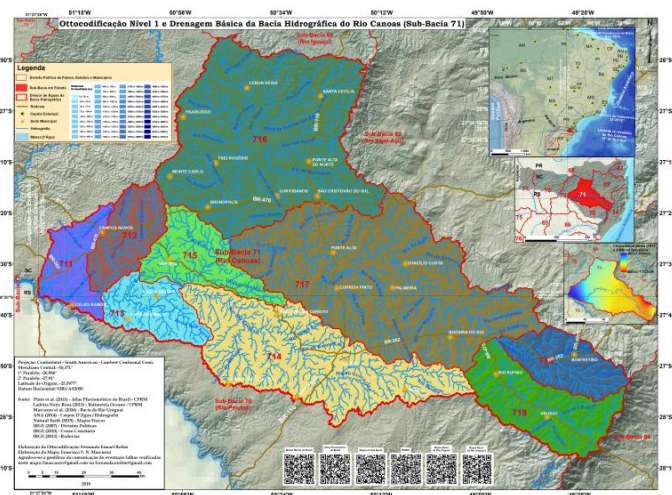


Figura 2 - Ottocodificação nível 1 e drenagem básica da bacia hidrográfica do rio Canoas (sub-bacia 71).

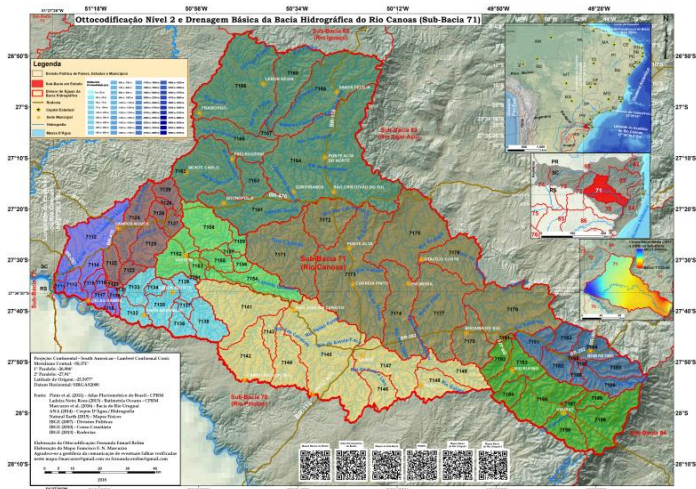


Figura 3 - Ottocodificação nível 2 e drenagem básica da bacia hidrográfica do rio Canoas.

Tabela 1 - Rio principal, área e área em relação a área total da sub-bacia 71 para nível 1 de Ottocodificação.

Sub-bacia	Rio principal	Área (km ²)	Área em relação a área da sub-bacia 71 (%)
71	rio Canoas	13460,82	100,00
711	rio Canoas	524,27	3,89%
712	-	611,44	4,54%
713	rio Canoas	594,09	4,41%
714	rio Caveiras	2178,98	16,19%
715	rio Canoas	747,85	5,56%
716	-	3547,44	26,35%
717	rio Canoas	3589,41	26,67%
718	-	643,45	4,78%
719	rio Canoas	1023,85	7,61%

*Os campos onde há "--" não foram encontrados os nomes do rio principal.

Tabela 2 - Rio principal, área e área em relação a área total da sub-bacia 71 para nível 2 de Ottocodificação. (Continua)

Sub-Bacia	Rio principal	Área (km ²)	Área em Relação a Área Total da Sub-Bacia 71 (%)
71	rio Canoas	13.460,8	100,00%
7111	rio Canoas	12,03	0,09%
7112	rio Santa Cruz	283,36	2,11%
7113	rio Canoas	53,82	0,40%
7114	Lageado Passo Grande	53,68	0,40%
7115	rio Canoas	33,9	0,25%
7116	-	19,18	0,14%
7117	rio Canoas	30,42	0,23%
7118	-	10,9	0,08%
7119	rio Canoas	26,74	0,20%
7121	rio Ibicuí	11,77	0,09%

7122	Arroio Aguapé	61,9	0,46%
7123	Ibicuí	43,13	0,32%
7124	rio São João	181,35	1,35%
7125	rio Ibicuí	148,27	1,10%
7126	Lageado Inferninho	37,18	0,28%
7127	rio Inferninho Grande	44,77	0,33%
7128	-	12,72	0,09%
7129	-	69,7	0,52%
7131	rio Canoas	5,90	0,04%
7132	Arroio dos Antunes	67,13	0,50%
7133	rio Canoas	89,77	0,67%

Tabela 2 - Rio principal, área e área em relação a área total da sub-bacia 71 para nível 2 de Ottocodificação. (Continuação)

Sub-Bacia	Rio principal	Área (km ²)	Área em Relação a Área Total da Sub-Bacia 71 (%)
7134	Lageado da Derrubada	32,9	0,25%
7135	rio Canoas	115,62	0,86%
7136	-	65,9	0,49%
7137	rio Canoas	23,9	0,18%
7138	-	129,6	0,96%
7139	rio Canoas	62,82	0,47%
7141	rio Caveiras	351,84	2,61%
7142	-	240,5	1,79%
7143	rio Caveiras	68,04	0,51%
7144	Lageado Mandu ou Taimbé	176,2	1,31%
7145	rio Caveiras	718,20	5,34%
7157	rio Canoas	18,88	0,14%
7158	rio do Pinto	202,44	1,50%
7159	rio Canoas	41,83	0,31%
7161	rio dos Marombas	306,59	2,28%
7162	rio Taquaruçu	384,81	2,86%
7163	rio das Marombas	111,16	0,83%
7164	rio das Marombas	1088,88	8,09%
7165	rio dos Correntes	219,65	1,63%
7166	-	665,11	4,94%
7167	rio dos Correntes	20,03	0,15%
7168	-	252,71	1,88%
7169	rio dos Correntes	497,09	3,69%
7171	rio Canoas	462,20	3,43%

7172	rio dos Cachorros	215,02	1,60%
7173	rio Canoas	771,72	5,73%
7174	rio dos Índios	332,74	2,47%
7175	rio Canoas	472,28	3,51%
7176	rio dos Desquites	227,72	1,69%
7177	rio Canoas	459,18	3,41%
7178	-	186,33	1,38%
7179	rio Canoas	460,33	3,42%
7181	rio João Paulo	90,19	0,67%
7182	-	80,87	0,60%
7183	rio João Paulo	96,78	0,72%
7184	rio Ponte Alta	114	0,85%

Tabela 2 - Rio principal, área e área em relação a área total da sub-bacia 71 para nível 2 de Ottocodificação. (Conclusão)

Sub-Bacia	Rio principal	Área (km ²)	Área em Relação a Área Total da Sub-Bacia 71 (%)
7185	rio João Paulo	3,05	0,02%
7186	-	27,75	0,21%
7187	rio João Paulo	7,07	0,05%
7188	rio Paraiso	109,87	0,82%
7189	rio Campo Novo do Sul	113,38	0,84%
7191	rio Canoas	7,90	0,06%
7192	-	83,87	0,62%
7193	rio Canoas	145,07	1,08%
7194	-	71,07	0,53%
7195	rio Canoas	247,33	1,84%
7196	rio Urubici	117,77	0,87%
7197	rio Canoas	32,43	0,24%
7198	rio dos Burgues	52,56	0,39%
7199	rio Canoas	265,4	1,97%
7199	rio Canoas	265,48	1,97%

* Os campos onde há "--" não foram encontrados os nomes do rio principal.

Quadro 4 - Municípios presentes em cada sub-bacia para nível 1 de Ottocodificação. (Continua)

Sub-Bacia	Municípios com Área Territorial na SB
	Anita Garibaldi, Orleans, Painel, Palmeira, Ponte Alta, Jardim da Serra, Caçador, Calmon, Capão Alto, Campo Belo do Sul, Campos Novos, Cerro Negro, Correia Pinto Fraiburgo, Ponte Alta do Norte, Santa Cecília, São Cristóvão do Sul, Taió, Brunópolis, Curitibaanos, Frei Rogério, Lages, Lebon Régis,

Sub-Bacia	Municípios com Área Territorial na SB
71	Otacílio Costa, Monte Carlo, Monte Castelo, Grão Pará, Rio Fortuna, Batista, Agrolândia, Braço do Trombudo, Bocaina do Sul, Ibiam, Celso Ramos, Mirim Doce, Petrolândia, Pouso Redondo, Tangará, Rio do Campo, Rio Rufino, Urupema, Vargem, Urubici, Alfredo Wagner, Anitápolis, Bom Retiro, Chapadão do Lageado, Santa Rosa de Lima
711	Campos Novos, Celso Ramos
712	Campos Novo, Campos Novos, Monte Carlo, Abdon Batista, Ibiam, Celso Ramos, Tangará, Vargem
713	Anita Garibaldi, Campo Belo do Sul, Campos Novos, Cerro Negro, São José do Cerrito, Abdon Batista, Celso Ramos
714	Painel, Capão Alto, Campo Belo do Sul, Cerro Negro, Correia Pinto, Lages, São José do Cerrito, Abdon Batista, Bocaina do Sul, Rio Rufino, Urupema

Quadro 4 - Municípios presentes em cada sub-bacia para nível 1 de Ottocodificação. (Conclusão)

715	Campos Novos, Cerro Negro, Brunópolis, São José do Cerrito, Abdon Batista, Vargem
716	Ponte Alta, Caçador, Calmon, Campos Novos, Fraiburgo, Ponte Alta do Norte, Santa Cecília, São Cristóvão do Sul, Taió, Brunópolis, Curitibaanos, Frei Rogério, Lebon Régis, Monte Carlo, Monte Castelo, Mirim Doce, Tangará, Rio do Campo
717	Painel, Palmeira, Ponte Alta, Correia Pinto, São Cristóvão do Sul, Brunópolis, Curitibaanos, Lages, Otacílio Costa, São José do Cerrito, Braço do Trombudo, Bocaina do Sul, Mirim Doce, Petrolândia, Pouso Redondo, Bom Retiro, Chapadão do Lageado
718	Bocaina do Sul, Rio Rufino, Urubici, Alfredo Wagner, Anitápolis, Bom Retiro
719	Orleans, Painel, Bom Jardim da Serra, Grão Pará, Rio Fortuna, Bocaina do Sul, Rio Rufino, Urupema, Urubici, Anitápolis, Bom Retiro, Santa Rosa de Lima

Quadro 5 - Municípios presentes em cada sub-bacia para nível 2 de Ottocodificação. (Continua)

Sub-Bacia	Municípios com Área Territorial na SB
7111	Campos Novos, Celso Ramos
7112	Campos Novos, Celso Ramos
7113	Campos Novos, Celso Ramos
7114	Campos Novos, Celso Ramos
7115	Campos Novos, Celso Ramos
7116	Campos Novos
7117	Campos Novos, Celso Ramos
7118	Campos Novos, Celso Ramos
7119	Campos Novos, Celso Ramos

7121	Campos Novos
7122	Campos Novos
7123	Campos Novos
7124	Campos Novos, Ibiam, Tangará
7125	Campos Novos, Vargem
7126	Campos Novos
7127	Campos Novos, Vargem
7128	Campos Novos
7129	Campos Novos, Monte Carlo, Tangará
7131	Anita Garibaldi, Campos Novos, Celso Ramos

7151	São José do Cerrito, Abdon Batista
7152	Campos Novos, São José do Cerrito, Abdon Batista, Vargem
7153	São José do Cerrito, Vargem
7154	São José do Cerrito, Vargem
7155	São José do Cerrito, Vargem
7156	São José do Cerrito, Vargem
7157	Brunópolis, São José do Cerrito, Vargem
7158	Campos Novos, Brunópolis, Vargem
7159	Brunópolis, Curitibaanos, São José do Cerrito

Quadro 5 - Municípios presentes em cada sub-bacia para nível 2 de Ottocodificação (continuação)

Quadro 5 - Municípios presentes em cada sub-bacia para nível 2 de Ottocodificação (continuação)

Sub-Bacia	Municípios com Área Territorial na SB
7132	Anita Garibaldi, Campos Novos, Celso Ramos
7133	Anita Garibaldi, Campos Novos, Abdon Batista
7134	Abdon Batista
7135	Anita Garibaldi, Abdon Batista
7136	Anita Garibaldi, Cerro Negro, Abdon Batista
7137	Anita Garibaldi, Cerro Negro, Abdon Batista
7138	Anita Garibaldi, Campo Belo do Sul, Cerro Negro
7139	Anita Garibaldi, Cerro Negro, São José do Cerrito, Abdon Batista, São José do Cerrito
7141	Campo Belo do Sul, Cerro Negro, São José do Cerrito
7142	Campo Belo do Sul, Cerro Negro, São José do Cerrito
7143	Campo Belo do Sul, São José do Cerrito
7144	Capão Alto, Campo Belo do Sul, Lages, São José do Cerrito
7145	Capão Alto, Correia Pinto, Lages, São José do Cerrito
7146	Lages
7147	Painel, Lages
7148	Painel, Lages
7149	Painel, Lages, Bocaina do Sul, Rio Rufino, Urupema

Sub-Bacia	Municípios com Área Territorial na SB
7161	Campos Novos, Brunópolis, Curitibaanos, Frei Rogério
7162	Campos Novos, Fraiburgo, Brunópolis, Curitibaanos, Frei Rogério, Monte Carlo, Tangará
7163	Curitibaanos, Frei Rogério
7164	Ponte Alta, Ponte Alta do Norte, Santa Cecília, São Cristóvão do Sul, Taió, Curitibaanos, Frei Rogério, Mirim Doce, Rio do Campo
7165	Fraiburgo, Curitibaanos, Frei Rogério
7166	Caçador, Calmon, Fraiburgo, Rio das Antas, Lebon Régis
7167	Fraiburgo, Curitibaanos, Lebon Régis
7168	Santa Cecília, Lebon Régis
7169	Santa Cecília, Curitibaanos, Lebon Régis, Monte Castelo, Rio do Campo
7171	Correia Pinto, Brunópolis, Curitibaanos, São José do Cerrito
7172	Ponte Alta, Correia Pinto, São Cristóvão do Sul, Curitibaanos
7173	Ponte Alta, Correia Pinto, São Cristóvão do Sul, Lages, São José do Cerrito
7174	Palmeira, Ponte Alta, Correia Pinto, Lages

7175	Palmeira, Ponte Alta, Correia Pinto, São Cristóvão do Sul, Otacílio Costa, Mirim Doce, Pouso Redondo
7176	Otacílio Costa, Agrolândia, Braço do Trombudo
7177	Painel, Palmeira, Lages, Otacílio Costa, Bocaina do Sul
7178	Painel, Otacílio Costa, Bocaina do Sul
7179	Otacílio Costa, Bocaina do Sul, Petrolândia, Bom Retiro, Chapadão do Lageado
7181	Bocaina do Sul, Bom Retiro
7182	Bom Retiro
7183	Rio Rufino, Urubici, Bom Retiro

Quadro 5 - Municípios presentes em cada sub-bacia para nível 2 de Ottocodificação (conclusão)

Sub-Bacia	Municípios com Área Territorial na SB
7184	Alfredo Wagner, Bom Retiro
7185	Bom Retiro
7186	Urubici, Bom Retiro
7187	Bom Retiro
7188	Alfredo Wagner, Bom Retiro
7189	Urubici, Alfredo Wagner, Anitápolis, Bom Retiro
7191	Bocaina do Sul, Bom Retiro
7192	Painel, Bocaina do Sul, Rio Rufino, Bom Retiro
7193	Painel, Bocaina do Sul, Rio Rufino, Bom Retiro
7194	Rio Rufino, Urupema
7195	Rio Rufino, Urupema, Urubici, Bom Retiro
7196	Bom Jardim da Serra, Urubici
7197	Urubici, Bom Retiro
7198	Urubici, Bom Retiro
7199	Orleans, Bom Jardim da Serra, Grão Pará, Rio Fortuna, Urubici, Anitápolis, Bom Retiro, Santa Rosa de Lima

3.2 Precipitação Pluviométrica

Nota-se na Figura 4 que os volumes pluviométricos maiores encontra-se na região oeste da bacia 71, sendo os municípios em destaque são Anita Garibaldi, Celso Ramos e Campos Novos.

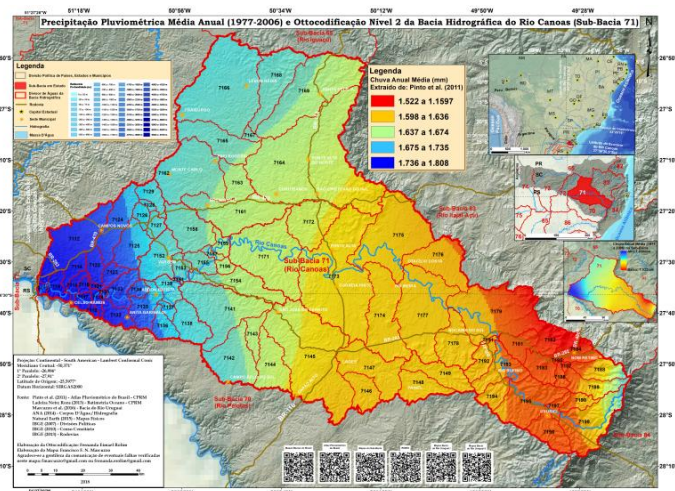


Figura 4 - Precipitação pluviométrica média anual (1977 e 2006) e ottocodificação da bacia hidrográfica do rio Canoas (sub-bacia 71).

As sub-bacias ottocodificadas de nível 2 que abrange a maior pluviosidade, isto é, entre 1.736mm a 1.808mm são representativas as sub-bacias 7112, 7113 e 711. O máximo volume de precipitação pluviométrica anual média registrada na bacia hidrográfica do rio Canoas, segundo Pinto *et al.* [17] é 1.808mm e a mínima precipitação anual média de 1.522mm, sendo assim uma amplitude de 286mm. Os municípios onde os volumes pluviométricos são menores, caracterizando, portanto, como regiões secas encontra-se ao leste da bacia 71 que são as cidades de Urubici e Bom Retiro. Algumas sub-bacias ottocodificadas de nível 2 as quais podem ser representativas dessas localidades mais áridas são as 7182, 7184 e 7197.

3.3 Altimetria

O relevo da sub-bacia 71 apresentou as maiores altitudes na região leste, como mostra a Figura 5, as sub-bacias representativas das regiões mais altas são as 7194, 7198 e 7189, os municípios exemplificativamente são, Urupema, Bom Retiro e Anitápolis, respectivamente, as quais estão em coloração esbranquiçada no mapa. A máxima altitude encontrada é 1.824m. Em relação às menores altitudes localizam-se na região oeste, as sub-bacias representativas ottocodificadas são 7121, 7113, os municípios os quais retratam a baixa altitude são Campos Novos e Celso Ramos, respectivamente. Nota-se que são as sub-bacias próximas ao exutório, o que a torna coerente a análise, visto que

as água pluviométricas se desenvolvem ao longo do terreno das altas para baixas altitudes. A menor cota encontrada é de 751m.

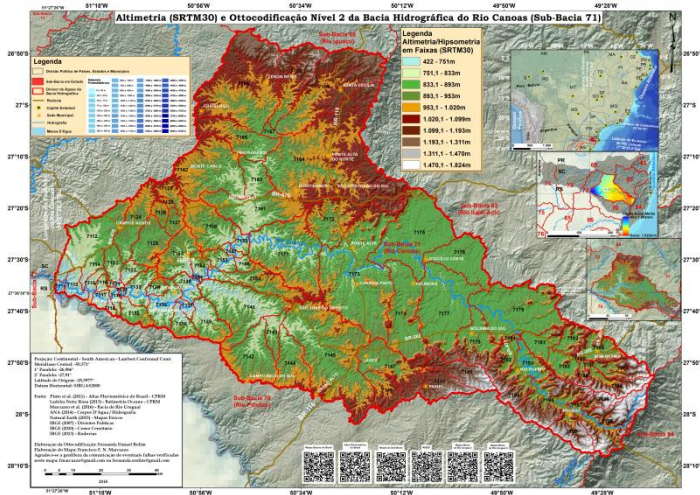


Figura 5 - Altimetria (SRTM30) e otocodificação nível 2 da bacia hidrográfica do rio Canoas (sub-Bacia 71)

4 Conclusão

O desenvolvimento deste trabalho permite o conhecimento da otocodificação desenvolvida por Otto Pfafstetter, aplicada à bacia do rio Canoas, classificada segundo ANA como sub-bacia 71, e devido ao seu ordenamento e o seu sistema de numeração entre as sub-bacias, torna-se mais direcionada e simplificada diversas conjecturas ambientais, como as análises de altimetria e dos volumes de precipitações na região de estudo, embora não tenha sido o enfoque deste estudo, a classificação desenvolvida contribui para um melhor entendimento do funcionamento da bacia e do meio ambiente, além de servir de subsídio para as modelagens hidrológicas, para que tenha uma sequência a seguir, facilitando, portanto, cálculos computacionais. Finalmente, as classificações feitas podem servir como dados de entrada para futuras aplicações em outros tipos modelagem da engenharia hidrológica, facilitando assim o trabalho do pré-processamento.

Agradecimentos

Os autores agradecem a CPRM/SGB (Companhia de Pesquisa Recursos Minerais / Serviço Geológico do Brasil - Empresa Pública do Ministério de Minas e Energia) pelo fomento que viabilizou o desenvolvimento deste trabalho.

OTTOCODING AND ALTIMETRIC ANALYSIS AND PRECIPITATION CANOAS WATERSHED ON THE BORDER BETWEEN RIO GRANDE DO SUL AND SANTA CATARINA

ABSTRACT: Develop a good parsing in large watershed is a challenge, since arranging a system easy to understand for the researcher is feasible to create procedures that discretize the water catchment area. In this context, the present study had as objective otocoding Canoas watershed (71 sub-basin) in two levels of encoding, using the methodology developed by Otto Pfafstetter in the year 1989. Thus, this methodology allows us to develop a targeted and concise analysis of the altimetry and the volumes of rainfall. The procedure had computational program support of GIS (geographic information Systems), in particular ArcGIS 10.2, digital template of elevation SRTM, with a resolution of 30m. Gathering all this information arrive the results of geodetic coordinates of the outfall area, as well as municipalities and the main river of each sub-basin. The otocoded sub-basin with greater area is the 717, with approximately 3,589.41km² classified as level 1, and your percentage in relation to the Sub-basin 71 is 26.67% in relation the otocoded sub-basin of smaller area , the 7185, is classified as level 2 , presents an area around 3,06km² with a percentage in relation to the Sub-basin 71 of 0.02%. In all sub-basins were delimited 90, and 9 of them are level 1 and 81 as level 2.

Keywords: Sub-bacia 71. Otto Pfafstetter. Uruguay River basin.

Referências

- [1] BRASIL. Agência Nacional de Águas. Inventário das estações fluviométricas. 2. ed. Brasília, 2009. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/infohidrologicas/InventariodasEstacoesFluviometricas.pdf>>. Acesso em: 18 out. 2018
- [2] BRASIL. Agência Nacional de Águas. Hidroweb: Sistema de informações hidrológicas. Disponível em:<<http://www.snirh.gov.br/hidroweb>>. Acesso em: 18 out. 2018.
- [3] BRASIL, Agência Nacional de Águas. Codificação De Bacias Hidrográficas Pelo Método De Otto Pfafstetter. 2018. Disponível em: <<https://cap.acitacao.ead.unesp.br/dspace/handle/ana/104>> Acesso em: 23 mai. 2018
- [4] BUARQUE, D.C.; PAZ, A.R.; COLLISCHONN, W. (2008). Extração automática de parâmetros físicos de bacias hidrográficas a partir do MNT para utilização em modelos hidrológicos. In: Simpósio Sul-Sudeste de Recursos Hídricos, Rio de Janeiro (RJ), ABRH. Disponível em:<http://www.ct.ufpb.br/~adrianorpaz/artigos/Buarque_et_al_SRHSulSud_2008.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2018.
- [5] COLLISCHONN, W.; DORNELLES, F. Hidrologia para engenharia e ciências ambientais. Edição 2- revisada e ampliada. ed. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2015.

- [6] EARTH EXPLORER. Desenvolvido por U.S. Department of the Interior U.S. Geological Survey, 2014. Permit your search in area: type in an address or place name, enter coordinates or click the map to define your search area (for advanced map tools, view the help documentation), and/or choose a date range. Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov>>. Acesso em: 10 ago. 2018.
- [7] ESRI – Environmental Systems Research Institute. ArcGIS. Sistema de Informação Geográfica para área de trabalho de computador, versão 10.3. 2015. Disponível em: <<https://www.arcgis.com/features/>>. 09 abr. 2013
- [8] GALVÃO, W. S.; MENESES, P. R. Avaliação dos sistemas de classificação e codificação das bacias hidrográficas brasileiras para fins de planejamento de redes hidrométricas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12. (SBSR), 2005, Goiânia. Anais... São José dos Campos: INPE, 2005. p. 2511 a 2518. Disponível em: <<http://urlib.net/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.21.01.26>>. Acesso em: 13 Ago. 2018.
- [9] GOULARTE, E. R. P.; MARCUZZO, F. F. N.; MACEDO, F. C. SRTM 1-ARC interpolado e o SRTM 3-ARC na delimitação automática da Sub-Bacia do Alto Meia Ponte em Goiás. In: SIMPÓSIO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 13., 2016, Aracaju. Anais... Aracaju: ABRH, 2016. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/17190>>. Acesso em: 17 Out. 2018.
- [10] GUIMARÃES, G. M.; ALMEIDA, D. B.; MARCUZZO, F. F. N. SIG na construção de diagramas unifilares das estações F, FD, P, Pr além das UHE, PCH, CGH das sub-bacias 80 a 84 na bacia hidrográfica do Atlântico – Trecho Sudeste. In: XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Santos, Brasil, 7 a 10 de abril de 2017, Anais... INPE, v. 1, 2017. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/0B6T7sNg_aVgONIBPSENtQWtqSzQ/view?usp=sharing>. Acesso em: 17 out. 2018.
- [11] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Área Territorial Brasileira. [Brasília], S.D. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/hom/geociencias/areaterritorial/principal.shtm>>. Acesso em: 18 out. 2018.
- [12] JENSON, S.K., DOMINGUE, J.O. Extracting topographic structure from digital elevation data for geographic information system analysis. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, v. 54, n. 11, p. 1593-1600, 1988. Disponível em: <https://www.asprs.org/wpcontent/uploads/pers/1988journal/nov/1988_nov_1593-1600.pdf> Acesso em: 13 ago. 2018
- [13] KOEFENDER, A.; MARCUZZO, F. F. N. Análise de diferentes MDE no cálculo de área de drenagem e perímetro de estações fluviométricas na sub-bacia 76. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 21, 2015, Brasília. Anais... Porto Alegre: ABRH, 2015. p. 1 a 8. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/0B6T7sNg_aVgOZIN4UF9WdVFHSWc/view?usp=sharing>. Acesso em: 17 out. 2018.
- [14] MARCUZZO, F. F. N. Bacias hidrográficas e regiões hidrográficas do Brasil: cálculo de áreas, diferenças e considerações. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 22., 2017, Florianópolis. Anais... Florianópolis: ABRH, 2017. Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/18492>. Acesso em: 18 out. 2018
- [15] MARCUZZO, F. F. N. Mapas e opções de divisão territorial do estado do Rio Grande do Sul por bacias hidrográficas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 49., 2018, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: SBG, 2018. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/19906>>. Acesso em: 18 out. 2018.
- [16] MARCUZZO, F. F. N. Bacia hidrográfica do rio Uruguai: altimetria e áreas. In: XXII, SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2017, Florianópolis/SC. Anais... Porto Alegre: ABRH, 2017, p. 1 a 7. CDROM. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/18489>> Acesso em: 24 abr. 2018.
- [17] MARCUZZO, F. F. N.; CARDOSO, M. R. D.; PINTO FILHO, R. F.; ROMERO, V. Caracterização hidromorfológica da bacia do vale do itajaí, 2011. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 19., 2011, Maceió. Anais... Maceió: ABRH, 2011. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/17404>>. Acesso em 14 ago. 2018.
- [18] 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 em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/17127>> . Acesso em: 8 out. 2018.
- [19] MELATI, M. D.; MARCUZZO, F. F. N. Modelos digitais de elevação na delimitação automática das sub-bacias do rio Taquari-Antas no Rio Grande do Sul. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 17. (SBSR), 2015, Foz do Iguaçu, PR. Anais... São José dos Campos: INPE, 2015. 1 DVD. Disponível: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p0075.pdf>>. Acesso em: 17 out. 2018.
- [20] PFAFSTETTER, O. Classificação de bacias hidrográficas: metodologia de codificação. Rio de Janeiro, RJ: Departamento Nacional de Obras de Saneamento, 1989. (Manuscrito não publicado). Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/0B6T7sNg_aVgObEhKLWdZVIXaGM/view?usp=sharing>. Acesso em: 17 Out. 2018.
- [21] ROSIM, S.; MONTEIRO, A. M. V.; RENNÓ, C. D.; SOUZA, R. C. M.; SOARES, J. V. TERRAHIDRO - Uma plataforma computacional para o desenvolvimento de aplicativos para a análise integrada de recursos hídricos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11. (SBSR), 2003. Anais... Belo Horizonte/MG: INPE, 2003. p. 2589 - 2596. Disponível em: <<http://urlib.net/ltid.inpe.br/sbsr/2002/11.17.20.15>>. Acesso em: 8 out. 2018.
- [22] SILVA, N. S.; RIBEIRO, C. A. A. S.; BARROSO, W. R.; RIBEIRO, P. E. A. R.; SOARES, P. V.; SILVA, E. Sistema de otocodificação modificado para endereçamento de redes hidrográficas. Rev. Árvore, Viçosa, v. 32, n. 5, p. 891-897, Oct. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622008000500014&lng=en&nrm=iso> Acesso em: 18 out. 2018
- [23] SNYDER, J. P. Map projections: A working manual (US Geological Survey Professional Paper 1395): Washington. US Government Printing Office. [S.l.]: [s.n.], 1987. p. 397. Disponível em: <<https://doi.org/10.3133/pp1395>> Acesso em 8 out. 2018.
- [24] TEIXEIRA, A. D. A. Manual de Construção da Base Hidrográfica otocodificada da ANA, Brasília, 2007. 150. Disponível em: <http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/en/resources.get?id=47&fname=manual_base_otocodificada.pdf&access=private>. Acesso em 8 de out. 2018.
- [25] TEIXEIRA, A. D. A. Otocodificação estendida e inteligência hidrográfica em banco de dados geográficos. 2012. xi, 425 f., il. Tese (Doutorado em Geociências Aplicadas). Universidade de Brasília, Brasília, 2012.. Disponível em: <<http://repositorio.unb.br/handle/10482/11181>>. Acesso em: 8 de out. 2018.