

## Introdução

Atualmente existe uma boa variedade de fontes de dados altimétricos disponíveis de áreas no formato de imagens e por isso a escolha do modelo mais adequado se torna uma etapa muito importante de qualquer estudo ou projeto envolvendo Modelos Digitais de Elevação.

## Objetivo

O objetivo deste trabalho é estudar a delimitação automática das áreas de drenagem de estações fluviométricas com medição de descarga líquida (FD) e estações limimétricas (F), na bacia do rio Ibicuí (76), empregando os MDE ASTER-GDEM (30m), TOPODATA (30m), e SRTM (30m), comparando-os com os dados da ANA e com MDE gerado de Hasenack e Weber (2010).

## Material e Métodos

Situada na porção oeste do estado do Rio Grande do Sul, a sub-bacia 76 (Figura 1) divide-se em nove sub-bacias de acordo com o método de Otto Pfafstetter (PFAFSTETTER, 1989) de divisão de sub-bacias. A sub-bacia 76 é contribuinte da bacia do Rio Uruguai nas coordenadas 29°25'18,46"S e 56°46'38,87"O.

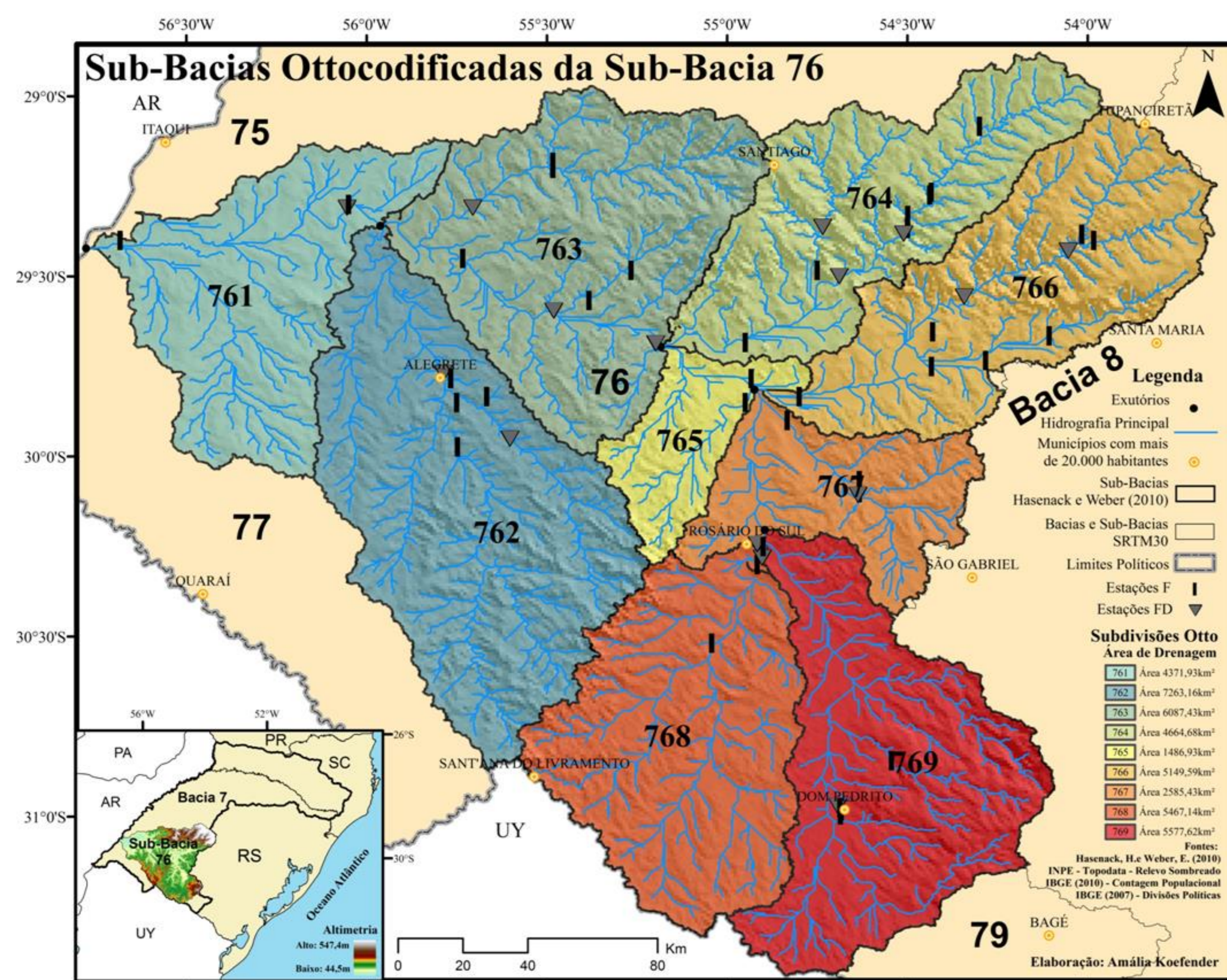


Figura 1. Localização da sub-bacia 76 e suas sub-bacias Ottocodificadas.

Diferentes modelos digitais de elevação foram utilizados na determinação das áreas de drenagem: SRTM30, ASTER GDEM e TOPODATA. Os resultados obtidos foram então comparados com o Modelo Digital de Elevação desenvolvido a partir da base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul na escala 1:50.000 de Hasenack e Weber (2010). Esta base vetorial foi elaborada a partir de cartas do exército e disponibilizada pelo Laboratório de Geoprocessamento da UFRGS, tendo como sistema de referência o Datum SIRGAS2000. Os valores de áreas de drenagem para as estações, disponibilizados pela ANA, também foram considerados.

O Modelo SRTM 1 Arc-Second Global tem resolução em torno de 30 metros (EARTH EXPLORER, 2014) e foi obtido em uma missão de aquisição de dados de um ônibus espacial da NASA (*Shuttle Radar Topography Mission*). Este modelo de elevação é disponibilizado pelo USGS. O MDE ASTER GDEM também possui resolução de aproximadamente 30m e foi disponibilizado gratuitamente por parceria entre a NASA e o Ministério de Economia, Comércio e Indústria do Japão (METI). O MDE TOPODATA foi elaborado a partir do método de krigagem através do tratamento das imagens SRTM com resolução espacial aproximada de 90 metros. O modelo foi então refinado e é disponibilizado com resolução de 30m pelo INPE.

Para geração das linhas de drenagem e subsequente delimitação das áreas de drenagem de cada estação automaticamente foi utilizado o programa ArcGIS 10.3 (ESRI, 2015) e sua ferramenta ArcHydro.

A localização e outros dados referentes às estações fluviométricas existentes na sub-bacia 76 foram encontradas no inventário da ANA, que contém todas as estações cadastradas no Banco de Dados Corporativos da ANA, com informações de bacia, sub-bacia, entidades e características das estações. O inventário de estação da Rede Hidrometeorológica Nacional é atualizado periodicamente e para este estudo foi utilizado o inventário de 29 de maio de 2015.

## Resultados

As áreas de drenagem de cada uma das estações do local de estudo foram calculadas e apresentadas na Tabela 1, junto com os valores divulgados pela ANA e os diferentes valores de perímetro encontrados para as áreas de drenagem.

As menores diferenças foram da ordem de 0,01%, enquanto a maior diferença chegou a 169%. As grandes diferenças encontradas entre as áreas de drenagem calculadas com os diferentes MDE são devidos a erros apresentados na manipulação dos MDE. Estas discrepâncias apareceram somente nas áreas mais elevadas e planas do terreno, enquanto nas áreas com maior declividade e menor altitude a manipulação dos MDE apresentou resultados muito coerentes e precisos.

Tanto os cálculos da área de drenagem quanto os cálculos de seus perímetros obtiveram menor índice de diferença com relação ao MDE de Hasenack e Weber (2010) no MDE Topodata, em seguida SRTM30 e por último ASTER. Em comparação com os dados da ANA, as menores diferenças foram encontradas nos valores calculados com base no MDE de Hasenack e Weber (2010), seguidas pelo SRTM30, o Topodata e por último o modelo ASTER. Não foram computadas as diferenças apresentadas na estação 76030000 – Parada Chagas RL 1, devido a problemas no posicionamento da estação em relação à hidrografia gerada em cada um dos MDE.

Tabela 1. Comparação da área de drenagem e perímetro das estações F e FD na sub-bacia 76 (rio Ibicuí, região Oeste do Rio Grande do Sul).

Estações	Tipo	Área (km²)					Perímetro (km)				
		ANA	HW	ASTER	TOPO	SRTM30	HW	ASTER	TOPO	SRTM30	
76030000	F*	105	772,31	20,24	18,38	769,06	252,43	38,83	29,27	232,32	
76050000	F	1210	1077	1150,97	1076,15	1092,4	342,58	335,81	318,57	327,05	
76070000	F	864	770,33	1030,48	491,86	358,33	208,52	151,15	121,89	99,5	
76240000	F	-	1945,18	1915,76	1941,24	631,32	349,08	384,66	344,47	192,49	
76250500	F	-	1945,51	1924,29	1942,41	635,73	351,15	389,43	347,24	198,63	
76290000	F	-	4082,26	4255,18	4154,58	4148,79	456,71	610,91	483,23	510,88	
76299000	F	6000	5443,17	5593,16	5493,13	5495,26	578,29	724,61	580,36	618,88	
76310005	F	12100	11045,52	11348,52	11192,35	11092,8	773,36	913,49	791,02	807,73	
76360000	F	1290	1135,88	1115,73	1124,59	1152,99	278,81	329,68	296,04	324,73	
76390000	F	758	698,82	692,2	693,46	695,66	208,7	239,63	213,31	223,3	
76420000	F	686	83,43	9,7	9,32	45,24	62,1	13,57	16,25	38,96	
76421010	F	1410	1270,64	82,52	341,79	250,36	239,24	49,02	105,14	83,19	
76421020	F	1690	1518,8	1016,43	858,22	548,07	267,19	168,26	161,65	127,06	
76430000	F	1810	1628,06	1087,88	911,69	601,26	280,63	174,24	163,67	162,58	
76550000	F	507	458,65	459,22	464,69	465,67	172,08	184,65	169,11	182,03	
76628000	F	1560	343,52	347,91	345,28	344,02	123,53	145,88	131,63	142,8	
76630000	F	1560	1417,67	1539,42	1462,86	1433,36	261,35	276,73	250,02	250,77	
76740000	F	1430	1310,9	1310,58	1310,06	1311,07	330,09	357,78	339,06	364,06	
76745000	F	59	52,84	49,26	49,32	52,76	47,79	52,28	46,09	51,74	
76749000	F	5860	58,57	41,16	58,02	56,37	44,62	55,96	49,37	53,35	
76755000	F	69	58,57	41,16	58,02	56,37	44,62	55,96	49,37	53,35	
76800001	F	42500	38642,53	40983,3	38075,46	37029,18	1635,55	1807,86	1574,14	1619,71	
76980000	F	47100	42612,9	45150,49	42200,77	41159,86	1764,57	1983,81	1730,48	1811,2	
76077000	FD	864	770,29	1030,48	491,86	358,33	208,52	151,15	121,89	99,5	
76081000	FD	577	529,58	57,08	44,59	59,68	170,53	47,81	35,38	44,64	
76085000	FD	1540	1393,28	3760,37	1117,4	730,62	249,52	364,08	161,37	136,19	
76100000	FD	2790	2531,51	5019,09	2480,39	1937,17	349,35	442,47	269,95	244,09	
76120000	FD	3050	2789,49	5180,09	2750,13	2104,49	397,88	485,29	315	284,1	
76200000	FD	5620	5135,55	7666,82	5103,97	4543,91	604,02	749,03	545,31	539,37	
76250000	FD	456	1945,49	1923,64	1941,68	632,37	350	387,82	345,76	195,5	
76251000	FD	462	1945,52	1926,49	1942,9	641,35	352,29	389,84	350,3	198,18	
76260000	FD	576	523,73	300,67	250,18	259,04	166,13	125,51	113,68	119,63	
76300000	FD	6010	5448,22	5601,56	5506,68	5505,09	582,34	720,33	576,62	626,4	
76310000	FD	12100	11059,77	11356,7	11194,41	11095,09	778,22	915,61	791,2	812,73	
76360001	FD	1230	1097,23	1110,8	1110,96	1110,84	270,29	328,27	294,46	310,41	
76370000	FD	1220	1097,35	1111,05	1110,97	1111,17	270,86	327,51	295,38	310,9	
76380000	FD	1810	1631,59	1651,21	1644,22	1653,25	335,14	415,28	366,36	387,31	
76395000	FD	473	494,82	471,52	485,17	417,94	189,86	151,9	148,94	142,26	
76400000	FD	21600	19648,39	22527,47	19781,94	19118,93	1398,83	1700,75	1365,67	1373,46	
76421000	FD	1420	1272	82,87	342,88	251,23	240,39	49,81	106,52	83,63	
76431000	FD	1830	1647,99	1108,26	931,08	628,43	284,15	174,37	167,41	169,65	
76440000	FD	2320	2096,39	1524,87	1351,24	1028,59	357,75	247,18	238,45	222,12	
76460000	FD	926	834,06	861,61	663,59	587,19	209,9	164,51	139,83	131,53	
76470000	FD	1300	1138,31	1155,59	1122,61	1073,03	262,65	196	189,29	185,81	
76490000	FD	4600	4183,51	3599,39	3425,4	3073,31	544,47	392,25	368,32	373,72	
76500000	FD	27800	25265,22	27300,15	24695,01	23676,68	1494,48	1666,99	1413,33	1426,59	
76550000	FD	377	342,34	339,33	345,67	349,01	130,49	137,37	128,93	133,96	
76560000	FD	29400	26663,09	28991,46	26071,76	25043,12	1533,51	1720,26	1436,82	1468,69	
76600000	FD	31000	28197,84	30528,69	27612,01	26587,16	1616,33	1822,47	1523,8	1577,56	
76650000	FD	2560	2320,73	2444,72	2369,03	2337,16	370,72	414,27	372,06	375,72	
76700000	FD	3200	2917,95	2831,62	2883,57	2894,97	417,65	430,61	401,07	422,41	
76742000	FD	1160	1059,48	1059,59	1060,17	1060,29	262,22	286,66	269,04	280,42	
76750000	FD	5940	5419,8	5303,55	5383,06	5393,1	527,36	571,01	527,86	548,52	
76800000	FD	42500	38643,41	40979	38080,7	37029,49	1636	1808,17	1572,44	1621,6	

## Considerações Finais

Considerando a delimitação automática das áreas de drenagem das estações fluviométricas da sub-bacia 76, executada com base em diferentes MDE, verificou-se que os modelos digitais de elevação obtidos por sensores remotos podem gerar resultados consistentes. Apesar dos resultados muito satisfatórios em grande parte das áreas de drenagem geradas no estudo, alerta-se que as áreas mais planas e cabeceiras de bacias devem receber maior atenção. A utilização de MDE interpolados provenientes de curvas de nível pode ser uma boa opção para a verificação dos resultados.