

**COOPERAÇÃO EM TECNOLOGIAS PARA ANÁLISES
HIDROLÓGICAS EM ESCALA NACIONAL**

**SUBPROJETO – REGIONALIZAÇÃO DE VAZÕES VIA
MODELAGEM HIDROLÓGICA**

**MANUAL DE BASE DE DADOS: VAZÕES DE
REFERÊNCIA**

IPH-ANA-HGE-SR-M1

Porto Alegre - RS

Outubro 2021

Vazões de Referência obtidas por Modelagem Hidrológica



ESTE MATERIAL FAZ PARTE DE UM CONJUNTO DE RELATÓRIOS CRIADOS NO CONTEXTO DO PROJETO DE COOPERAÇÃO EM TECNOLOGIAS PARA ANÁLISES HIDROLÓGICAS EM ESCALA NACIONAL, ENTRE O INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS (IPH-UFRGS) E A AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA).

AUTORES: Mino Viana Sorribas, Cléber Henrique de Araújo Gama, Larissa de Castro Ribeiro, Rodrigo Cauduro Dias de Paiva, Walter Collischonn.

COMO CITAR: Sorribas, M.V., Gama, C.H. de A., Ribeiro, L. de C., Paiva, R. C. D., Collischonn, W., 2021. Cooperação em tecnologias para análises hidrológicas em escala nacional: Manual de base de dados: Vazões de referência: IPH-ANA-HGE-SR-M1. UFRGS: IPH, [Porto Alegre]. ANA, [Brasília].

Porto Alegre - RS

Outubro 2021

Sumário

1	Apresentação	4
2	Base de Dados de Vazões de Referência	5
3	Exemplo prático	11
3.1	Visualizar o geopackage em ambiente SIG	11
3.2	Consulta a Tabela de Atributos	12
3.3	Consulta a Informações pela Tela/Canvas do SIG	13
3.4	Consulta de vazões	14
3.5	Consulta de versão	15
4	Referências Bibliográficas	16

1 APRESENTAÇÃO

Este documento apresenta o Manual “IPH-ANA-HGE-SR-M1” do subprojeto “Regionalização de vazões via modelagem hidrológica”, no contexto do projeto “Cooperação em tecnologias para análises hidrológicas em escala nacional”, na forma de um Termo de Execução Descentralizada (TED) entre o Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (IPH/UFRGS) e a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).

Neste Manual será apresentada a Base de Dados de vazões de referência “IPH-ANA-HGE-SR-B1”, calculados a partir de vazões naturais estimados por modelagem hidrológica, para rios da América do Sul. Para o desenvolvimento da base, foram aplicados os procedimentos de pós-processamento sobre as vazões simuladas do MGB-AS, com uso método denominado downscaling espacial descrito em “IPH-ANA-HGE-SR-T2”. A base de dados é composta por uma tabela de atributos diretamente relacionado com a BHO 2017 5K em formato MS Excel e também uma versão em formato Geopackage.

2 BASE DE DADOS DE VAZÕES DE REFERÊNCIA

A base de dados de vazões de referência contém estimativas de vazão média e vazão Q95 – a vazão superada em 95% do tempo – derivadas do Modelo Hidrológico de Grandes Bacias, em sua aplicação na América do Sul desenvolvido por Siqueira et al. (2018). Na aplicação atual, as vazões de referência foram obtidas em um período da simulação diária estendido de janeiro de 1979 a dezembro 2014, utilizando dados de entrada da modelagem de precipitação do MSWEP v2.0. Essa simulação foi aperfeiçoada utilizando técnicas de assimilação de dados (i.e. *Ensemble Kalman Filter*) incorporando as incertezas do modelo, observações de vazão e precipitação, na correção dos estoques de água e vazões simuladas (Gama et al. 2021, em IPH-ANA-HGE-SR-R8”). O modelo MGB-AS apresenta uma resolução espacial para rios com área de drenagem superior a 1000 km², representado por cerca de 30 mil feições. A Figura 1 apresenta a visão conceitual do problema de transferência entre o MGB e a BHO.

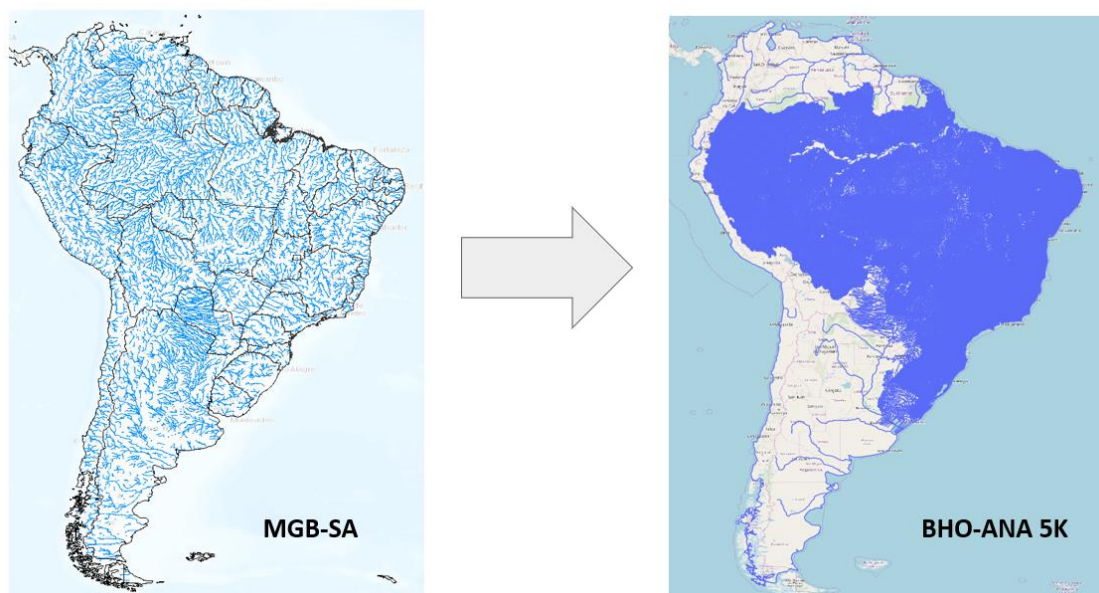


Figura 1. Problema conceitual da transferência de vazões para BHO-ANA

Considerando o maior detalhamento da Base Hidrográfica Ottocodificada (BHO) da ANA na versão 5K de 2017, em que a rede de drenagem é representada por 400 mil feições, cerca de 86% da rede é composta por rios fora da resolução espacial do MGB-AS. Assim, para realizar a transferência de vazões simuladas MGB para a BHO (inclusive < 1000 km²), o método de Downscaling espacial descrito em “IPH-ANA-HGE-SR-T2” foi utilizado e consiste, basicamente, no relacionamento topológico entre a rede de rios do MGB-AS e da BHO e a aplicação de ajustes nas vazões simuladas baseadas em relações de áreas de drenagem. Apesar do percentual relativamente alto de resolução da rede (97,3 % dos trechos), existem trechos sem solução (fora do domínio do MGB-AS), tipicamente em regiões costeiras com menos de 1000 km². Outro

aspecto importante é que devido ao método adotado, as vazões obtidas pelo Downscaling não garantem a continuidade de vazões, especialmente nas interfaces da rede de drenagem no limiar de 1000 km².

Assim, a base de dados de vazões de referência foi derivada de duas bases de simulação:

- MGB-OL, simulação em retrospectiva, sem assimilação (“open loop”)
- MGB-DA, simulação em reanálise, com assimilação de dados

A simulação no MGB-DA é, na verdade, um conjunto de 50 rodadas (“membros”) que são realizadas simultaneamente e utilizadas no processo de assimilação de dados. Dessa maneira, essa rodada fornece a estimativa central dentre os membros, mas fornece também uma faixa de valores de vazão (dos demais membros) que compõe a incerteza do processo de simulação e estimativas de vazão como um todo. Assim, ao considerar todos os membros do MGB-DA, é possível extrair os limites inferiores e superiores de vazões simuladas em cada local. Para essa base de dados, os limites foram selecionados de forma a conter 75% dos valores reais observados em postos fluviométricos na validação.

A base de dados é composta por arquivos em “IPH-ANA-HGE-SR-B1” que contém:

- Base de vazões de referência, em formato Geopackage
- Tabela de atributos da base de vazões de referência, em formato MS Excel
- Dicionário de atributos da base de vazões de referência, em formato MS Excel

O primeiro arquivo utiliza as feições vetoriais de trechos de drenagem da BHO 2017 5K, diretamente relacionada utilizando o atributo *cotrecho*. Os segundo arquivo contém a tabela de atributos nessa base espacial, tendo menor custo de armazenamento, e que pode ser relacionada facilmente com a BHO 2017 5K utilizando a operação de JOIN, típica de bancos de dados. Por fim, o dicionário de dados apresenta a descrição dos atributos, também descrita aqui na Tabela 1.

A Figura 2 apresenta a rede de drenagem da BHO 2017 5K, colorido em azul os trechos para os quais foram as vazões simuladas no MGB foram transferidos via Downscaling espacial. A Figura 3 permite observar, em destaque preto, as regiões costeiras, fora do domínio do MGB-AS. A Figura 4 apresenta o mapeamento da vazão média específica (m³/s/.km²) que pode ser gerado rapidamente ao carregar a base de dados em ambiente SIG, como o QGIS, ArcGis ou similar.

A base de vazões possui algumas particularidades decorrentes da modelagem chuva-vazão e também do Downscaling adotado. A Figura 5 demonstra um aspecto interessante dos resultados obtidos modelagem hidrológica e hidrodinâmica, com um exemplo de locais onde a vazão Q95 se torna negativa. Isso acontece porque o rio principal exerce efeito de remanso sobre os tributários menores. Quando aumenta o nível da água no rio principal, a vazão do tributário inverte. Isso ocorre por tempo suficiente para tornar a Q95 negativa.

Por fim, a Figura 6 demonstra um exemplo de como as vazões podem apresentar continuidade (ou não) em diferentes locais da rede de drenagem. Em geral, os trechos de rede de drenagem fora da resolução espacial do modelo MGB (< 1000 km²) as vazões provêm das simuladas escoamento de local da minibacia, enquanto na rede principal (> 1000 km²) as vazões provêm da simulação mais complexa que inclui efeitos hidrodinâmicos, e uma ajuste no processo de Downscaling. Na Figura 6, observa-se que os trechos em laranja apresentam vazões específicas iguais, que decorrem da geração de escoamento local, resultando em continuidade de vazões, no entanto, como as soluções de Downscaling são independentes, nesse exemplo, não há

imposição de restrição de continuidade quando esses afluentes se conectam com a rede principal, mas em geral, os valores são muito próximos entre si.

Tabela 1. Tabela de atributos da base de dados de vazões de referência

atributo	descrição
cotrecho	Código do cotrecho BHO20175K
cobacia	Código da cobacia BHO20175K
nuareacont	Área de contribuição do trecho
nuareamont	Área de contribuição a montante
nutrjus	Código do cotrecho a jusante BHO20175K
mini_t1	Código da minibacia MGB-AS utilizado em downscaling tipo 1
mini_t2	Código da minibacia MGB-AS utilizado em downscaling tipo 2
mini_t3	Código da minibacia MGB-AS utilizado em downscaling tipo 3
solver	Tipo de solução adotada no downscaling
Q95_OL	Vazão Q95 em m ³ /s pelo MGB-AS sem assimilação de dados
QM_OL	Vazão média em m ³ /s pelo MGB-AS sem assimilação de dados
Q95_sp_OL	Vazão Q95 específica em m ³ /s/km ² pelo MGB-AS sem assimilação de dados
QM_sp_OL	Vazão média específica em m ³ /s/km ² pelo MGB-AS sem assimilação de dados
Q95_lower	Limite inferior da vazão Q95 em m ³ /s pelo MGB-AS com assimilação de dados
QM_lower	Limite inferior da vazão média em m ³ /s pelo MGB-AS com assimilação de dados
Q95_sp_lower	Limite inferior da vazão Q95 específica em m ³ /s/km ² pelo MGB-AS com assimilação de dados
QM_sp_lower	Limite inferior da vazão média específica em m ³ /s/km ² pelo MGB-AS com assimilação de dados
Q95_median	Vazão Q95 em m ³ /s pelo MGB-AS com assimilação de dados
QM_median	Vazão média em m ³ /s pelo MGB-AS com assimilação de dados
Q95_sp_median	Vazão Q95 específica em m ³ /s/km ² pelo MGB-AS com assimilação de dados
QM_sp_median	Vazão média específica em m ³ /s/km ² pelo MGB-AS com assimilação de dados
Q95_upper	Limite superior da vazão Q95 em m ³ /s pelo MGB-AS com assimilação de dados
QM_upper	Limite superior da vazão média em m ³ /s pelo MGB-AS com assimilação de dados
Q95_sp_upper	Limite superior da vazão Q95 específica em m ³ /s/km ² pelo MGB-AS com assimilação de dados
QM_sp_upper	Limite superior da vazão média específica em m ³ /s/km ² pelo MGB-AS com assimilação de dados
versao	informações de versão



Figura 2. Apresentação da rede de drenagem BHO 2017 5K no domínio do MGB (em azul) e fora (preto)

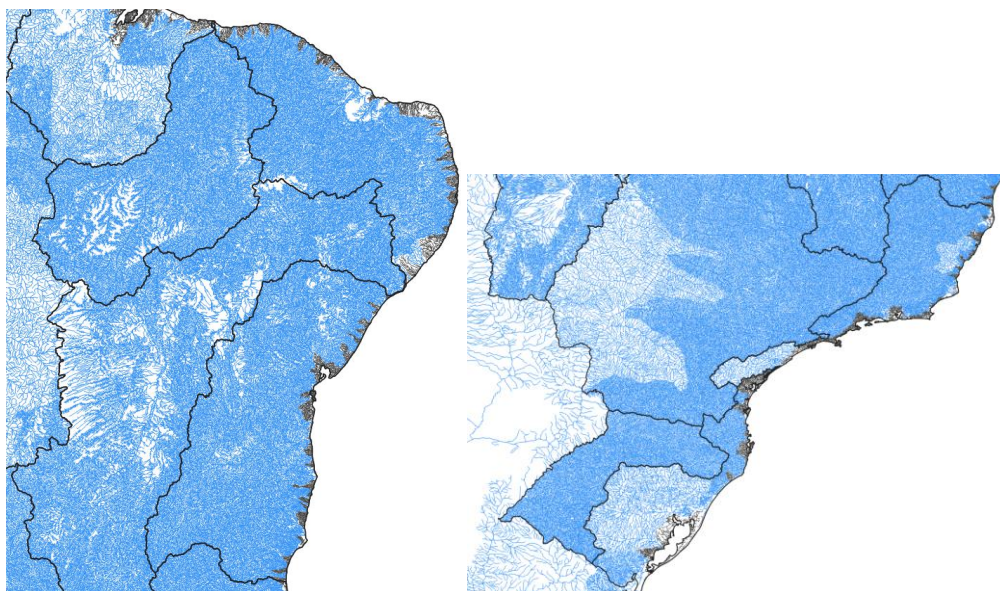


Figura 3. Destaque de trechos da região costeira BHO 2017 5K fora do domínio do MGB (em preto)

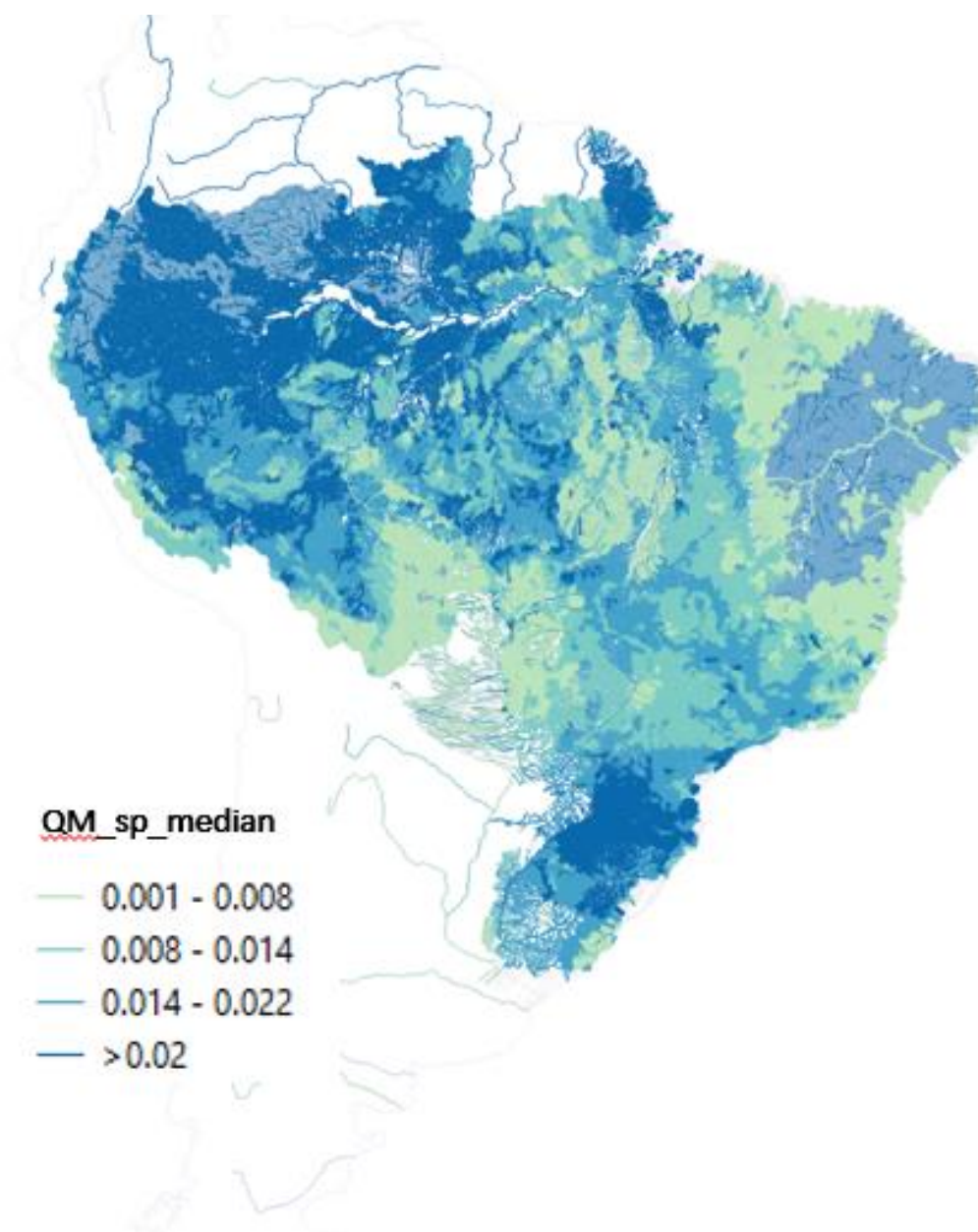


Figura 4. Exemplo de mapa de vazões médias específicas ($\text{m}^3/\text{s.km}^2$)

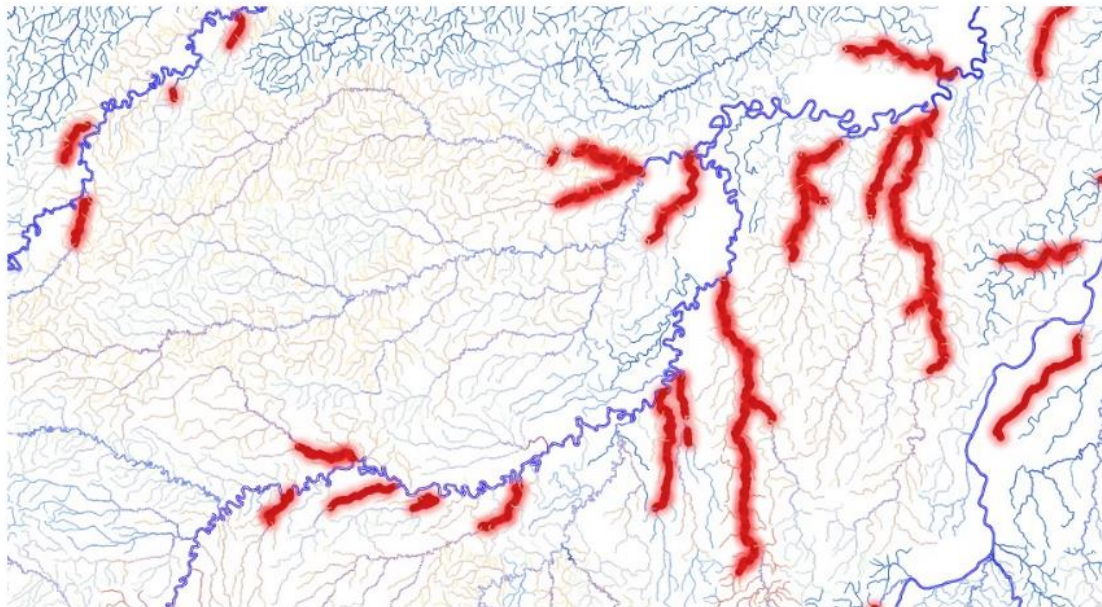


Figura 5. Exemplo de vazões Q95,destacando (em vermelho) trechos de rio em que a vazão simulada é negativa

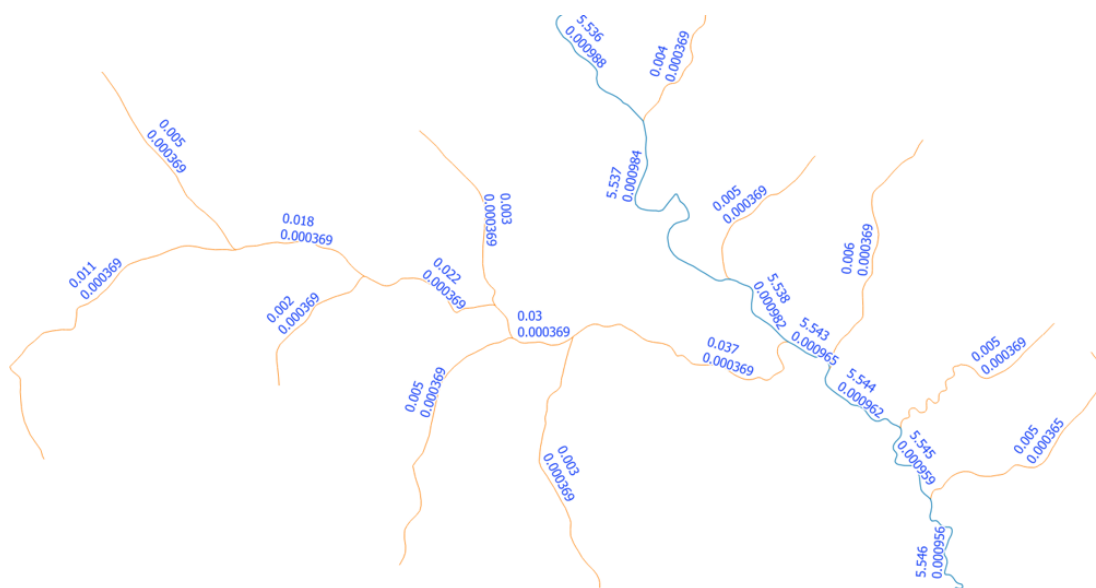


Figura 6. Exemplo de descontinuidade em vazões (e específicas) simuladas na rede de drenagem

3 EXEMPLO PRÁTICO

Os exemplos ilustrados aqui buscam ilustrar o manuseio da base de dados de maneira direta, sem detalhar especificidades de uso do software de Sistema de Informações Geográficas (SIG) a ser adotado pelo usuário. No entanto, recomenda-se o QGIS por ser um software livre, de fácil uso e com boa capacidade de renderização. O arquivo geopackage da BHO possui um tamanho considerável devido sua alta resolução, o que pode tornar a leitura/atualização um pouco mais lenta, a depender do computador utilizado.

3.1 VISUALIZAR O GEOPACKAGE EM AMBIENTE SIG

Para utilizar a base de dados basta abrir (ou carregar) o arquivo em formato Geopackage (.gpkg) no seu software favorito. A Figura 7 ilustra um exemplo da base carregada no QGIS, o que pode ser realizado, por exemplo, arrastando o arquivo diretamente para da área de trabalho para o *canvas*, ou por meio da guia Layer->Add Layer (ou em pt-br, “adicionar layer”).

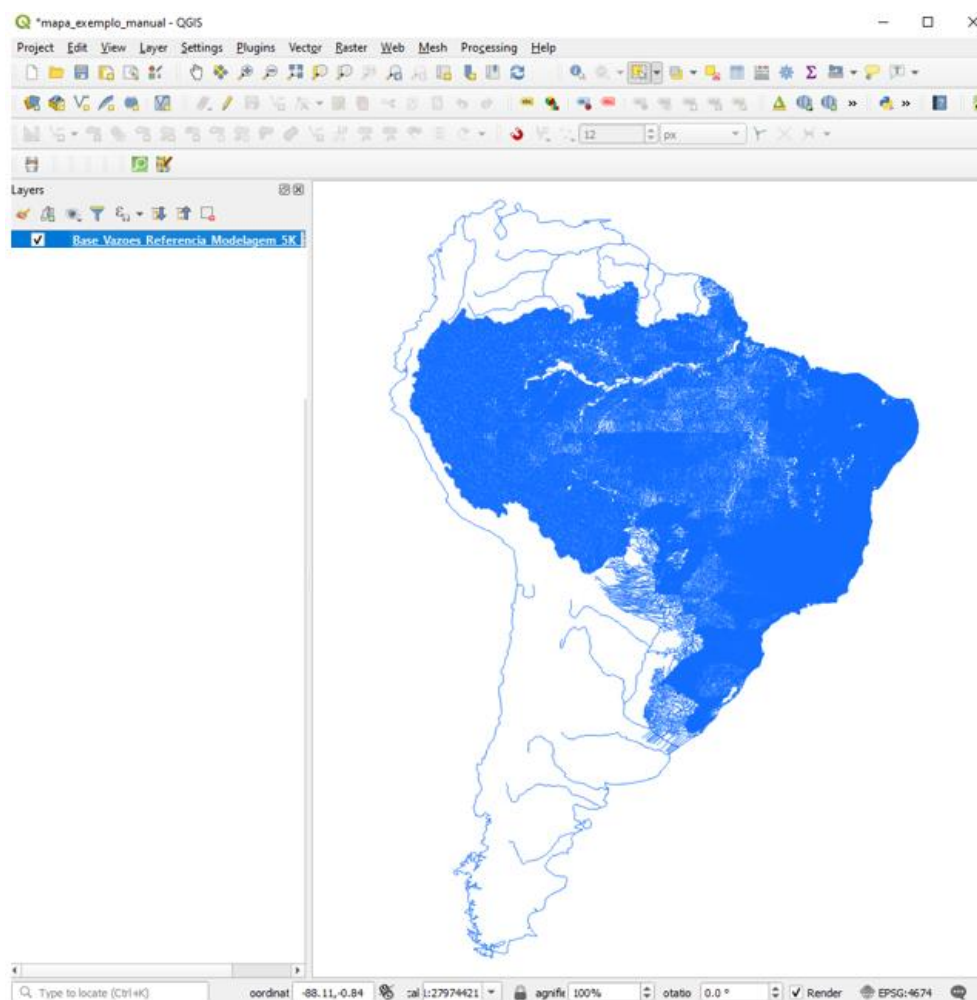


Figura 7. Exemplo da base de vazões em geopackage carregada no QGIS

3.2 CONSULTA A TABELA DE ATRIBUTOS

A tabela de atributos apresenta as informações disponíveis para todos as feições do arquivo (trechos de rio) e podem ser acessados pelo arquivo Geopackage em SIG (Figura 8) ou abrindo o arquivo excel (Figura 9). Esse processo tende a ser um pouco lento (alguns segundos, a depender do computador) devido a carga de aproximadamente 400 mil feições.

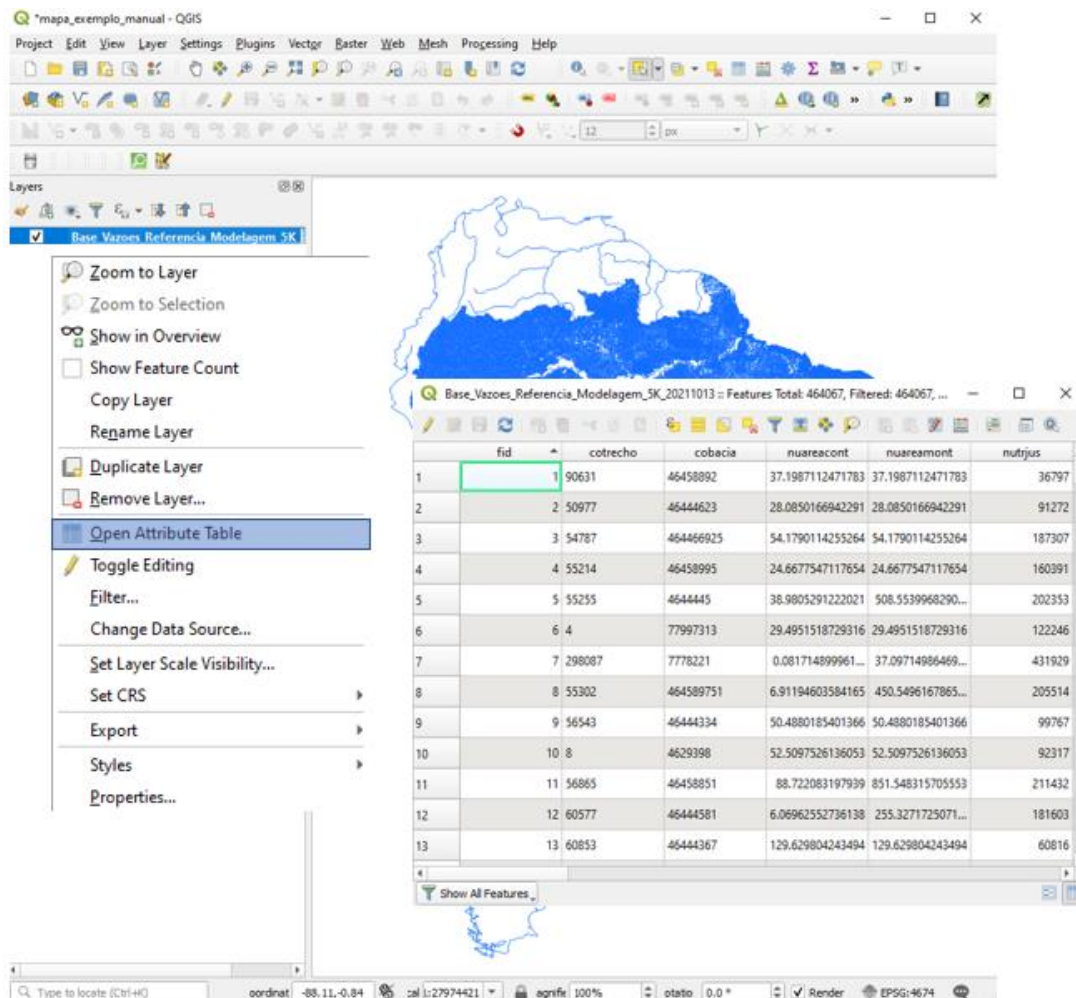


Figura 8. Exemplo de consulta a tabela de atributos no QGIS

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1		cotrecho	cobacia	nuareacont	nuareamont	nutrjus	mini t1	mini t2	mini t3	solver	Q95 OL	QM OL	R95 sp OL	QM sp OL	R95 lower	QM lower	R95 sp low	QM sp low	R95 media
2	0	90631	46458892	37.19871	37.19871	36797			4342	3	0.033839	0.745413	0.00091	0.020039	0.017741	0.164411	0.000477	0.00442	0.041661
3	1	50977	46444623	28.08502	28.08502	91272			4410	3	0.029262	0.690931	0.001042	0.021685	0.015085	0.141762	0.000537	0.005048	0.033914
4	2	54787	464466925	54.17901	54.17901	187307			1263	3	0.045615	0.693942	0.000842	0.012808	0.025759	0.378905	0.000475	0.006994	0.064115
5	3	55214	46458995	24.66775	24.66775	160391			319	3	0.0209	0.482047	0.000847	0.019542	0.010632	0.104842	0.000431	0.00425	0.024974
6	4	55255	4644445	38.98053	508.554	202353			14253	3	0.424728	5.694243	0.000835	0.011197	0.231973	2.877869	0.000456	0.005659	0.583154
7	5	4	77997313	29.49515	29.49515	122246													
8	6	298087	7778221	0.081715	37.09715	431929			21475	3	0.076436	0.301753	0.00206	0.008134	0.012776	0.11651	0.000344	0.003141	0.063071
9	7	55302	464589751	6.911946	450.5496	205514			319	3	0.381726	8.804455	0.000847	0.019542	0.194192	1.914908	0.000431	0.00425	0.456138
10	8	56543	46444334	50.48802	50.48802	99767			21191	3	0.065707	0.933261	0.001301	0.018485	0.038911	0.311755	0.000771	0.006175	0.091972
11	9	9	4629398	52.50975	52.50975	92317			21593	3	0.129241	1.30237	0.002461	0.024802	0.000192	0.34005	3.65E-06	0.006476	0.023332
12	10	56865	46458851	88.72208	851.5483	211432			4342	3	0.774642	17.06392	0.00091	0.026039	0.406132	3.76368	0.000477	0.00442	0.953703
13	11	60577	46444581	6.069626	255.3272	181603			9043	3	0.198647	4.277918	0.000778	0.016755	0.102344	1.013381	0.000401	0.003969	0.244779
14	12	60853	46444367	129.6298	129.6298	60816			17718	3	0.05376	0.986604	0.000415	0.007611	0.020071	0.4344	0.000155	0.003351	0.072221
15	13	66352	4644474	108.5466	108.5466	316592			5296	3	0.078763	1.913565	0.000726	0.017629	0.043385	0.457277	0.0004	0.004213	0.100661
16	14	66503	46444382	60.70859	60.70859	159531			16153	3	0.06237	0.806223	0.001027	0.01328	0.032864	0.31097	0.000541	0.005122	0.08589
17	15	68336	4644465	15.54021	669.3917	192020			4410	3	0.697439	14.51593	0.001042	0.021685	0.359534	3.378814	0.000537	0.005048	0.808324
18	16	68616	46458853	16.46607	717.1123	56865			4342	3	0.652347	14.36999	0.00091	0.020039	0.342015	3.169498	0.000477	0.00442	0.803314
19	17	70113	46444375	25.47254	5671.843	316986		16153		2	5.696393	100.099	0.001004	0.017648	3.033982	32.25023	0.000535	0.005686	7.014965
20	18	71690	4645888	67.03252	67.03252	312238			4342	3	0.060979	1.343244	0.00091	0.020039	0.03197	0.296271	0.000477	0.00442	0.075074
21	19	72019	46444347	45.83177	45.83177	261901			20195	3	0.021207	0.513202	0.000463	0.011198	0.00813	0.152312	0.000177	0.003323	0.027645
22	20	17	868357771	2.688661	117526.4	149655		31201		2	827.9538	2259.869	0.007045	0.019229	586.2619	1773.7	0.004988	0.015092	624.7316
23	21	74128	46444443	65.34104	65.34104	94128			14253	3	0.054571	0.731619	0.000835	0.011197	0.029805	0.36976	0.000456	0.005659	0.074926
24	22	80668	46444585	63.52688	137.8995	122399			9043	3	0.107287	2.310458	0.000778	0.016755	0.055275	0.547316	0.000401	0.003969	0.132202
25	23	82318	46444615	6.170647	810.7468	118685			4410	3	0.844717	17.58125	0.001042	0.021685	0.435456	4.092316	0.000537	0.005048	0.979018
26	24	82331	46444695	5.009625	228.126	192021			4410	3	0.237684	4.946971	0.001042	0.021685	0.122528	1.151486	0.000537	0.005048	0.275474
27	25	87879	4644442	54.34184	54.34184	160039			14253	3	0.045385	0.608462	0.000835	0.011197	0.024788	0.307516	0.000456	0.005659	0.062313
28	26	88129	464443895	64.33731	64.33731	138840			16153	3	0.066098	0.854413	0.001027	0.01328	0.034829	0.329558	0.000541	0.005122	0.091024
29	27	91272	46444621	13.14139	66.02015	82318			4410	3	0.068786	1.431664	0.001042	0.021685	0.03546	0.333243	0.000537	0.005048	0.079723

Figura 9. Exemplo da tabela de atributos no arquivo MS Excel

3.3 CONSULTA A INFORMAÇÕES PELA TELA/CANVAS DO SIG

Tipicamente um ambiente SIG permite realizar uma consulta de informações, com alguma ferramenta de identificação de feições, usualmente point-and-click (“aponta e clicar”). A Figura 10 apresenta um exemplo de consulta, em que uma janela se abre com todas as informações de uma feição, nesse caso, o trecho da rede bho escolhido. A Figura 11 apresenta algumas informações úteis relacionadas a base original do trecho de drenagem da BHO 2017 5K original, por exemplo, o código do trecho (*cotrecho*) e da bacia (*cobacia*), o trecho de jusante (*nutrjus*), a área de contribuição do trecho (*nuareacont*) e a área de drenagem total (*nuareamont*). Assim, nesse exemplo, verifica-se que o trecho 110257 está localizado na bacia 4221831 e possui área de drenagem de 10149 km², sendo que 166 km² é o tamanho da área incremental. Além disso, o trecho a jusante possui é aquele identificado pelo código 122823. Por fim, verifica-se que nesse local a solução de Downscaling adotada foi de tipo 1 e, no caso, a minibacia 21124 do MGB-AS foi utilizada como referência no processo.

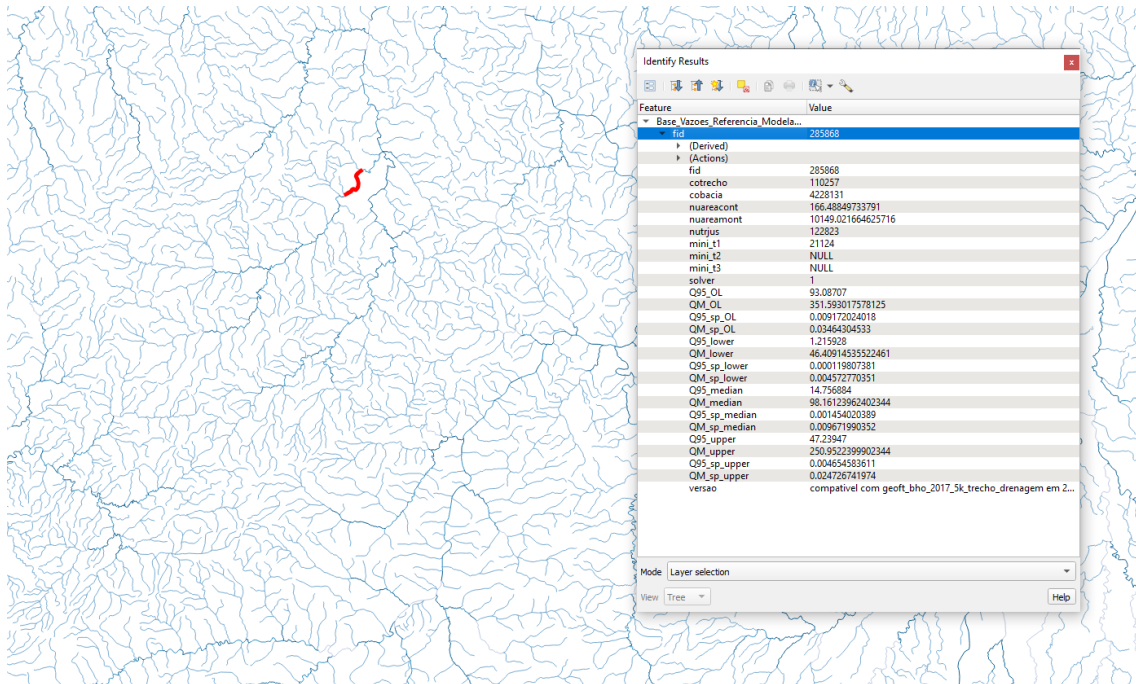


Figura 10. Exemplo de consulta a tabela de atributos

cotrecho	110257
cobacia	4228131
nuareacont	166.48849733791
nuareamont	10149.021664625716
nutrjus	122823
mini_t1	21124
mini_t2	NULL
mini_t3	NULL
solver	1

Figura 11. Exemplo de informações na tabela de atributos

3.4 CONSULTA DE VAZÕES

A consulta de vazões de referência é realizada da mesma maneira, por meio da consulta na tabela de atributos ou diretamente sobre o trecho desejado. Existem estimativas de vazões de referência para a vazão média e vazão Q95, em m^3/s , e suas respectivas estimativas em vazão específica, em $\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$. Além disso, as vazões foram obtidas do MGB-AS sem assimilação de dados (MGB-OL) e com assimilação de dados (MGB-DA). Em geral, os resultados das simulações com a assimilação de dados tendem a ser mais acurados, devido as correções de análise adicionais, e que não são consideradas na versão sem assimilação de dados.

A Figura 12 apresenta, para o mesmo trecho de rio utilizado como exemplo antes, os valores de vazão de referência. Neste local, a vazão estimada para a Q95 é de $93,08 \text{ m}^3/\text{s}$ e para a vazão média é de $351,59 \text{ m}^3/\text{s}$ ao utilizar o modelo MGB-OL, o que pode ser identificado pelo sufixo “_OL”. Além disso, podemos extrair os valores em vazão específica, representado pelo sufixo “_sp”. Assim, a estimativa de vazão Q95 específica é de $0,000917 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$, e a vazão média específica de $0,0345 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$, também para a solução sem assimilação de dados. O usuário

pode multiplicar esses valores por 1000 se quiser uma estimativa rápida em L/s ou L/s/km², assim a vazão específica média seria de 34,5 L/s/km². Cabe mencionar que todas as estimativas são realizadas originalmente no MGB em trecho com área de drenagem maiores do que 1000 km², então há de considerar que, embora os valores apresentados apresentem muitos dígitos, cabe bom senso, em relação a precisão adotada no arredondamento, em relação, a aplicação desejada. É possível verificar que os valores de vazão específica são equivalentes ao valor em m³/s dividido pelo valor da área de drenagem de 10.149 km², descrito pelo atributo *nuareamont*.

Q95_OL	93.08707
QM_OL	351.593017578125
Q95_sp_OL	0.009172024018
QM_sp_OL	0.03464304533
Q95_lower	1.215928
QM_lower	46.40914535522461
Q95_sp_lower	0.000119807381
QM_sp_lower	0.004572770351
Q95_median	14.756884
QM_median	98.16123962402344
Q95_sp_median	0.001454020389
QM_sp_median	0.009671990352
Q95_upper	47.23947
QM_upper	250.9522399902344
Q95_sp_upper	0.004654583611
QM_sp_upper	0.024726741974
versao	compativel com geoft_bho_

Figura 12. Exemplo de vazões de referência na tabela de atributos

Continuando nesse exemplo, verifica-se que a base de dados fornece também as estimativas obtidas com a assimilação de dados (MGB-DA), apresentados pelos sufixo “_median”, “_lower” e “_upper”, que representam respectivamente, as estimativas central, o limite inferior e superior (obtidos dos membros do conjunto de assimilação). Assim, na Figura 12, a vazão Q95 é de 14,75 m³/s e a vazão média é de 98,16 m³/s estimadas pelo MGB-DA, indicando que o processo de assimilação produziu uma correção bastante notável nessa região. Além disso, a modelagem com assimilação de dados fornece também os limites inferiores e superiores dessas estimativas, produzindo uma informação de incerteza. No limite inferior, temos os valores de 1,21 e 46,41 m³/s para vazão Q95 e média, respectivamente; no limite superior, temos os valores de 47,24 e 250,95 m³/s para vazão Q95 e vazão média, respectivamente. Assim, é possível verificar que, nesse exemplo, a incerteza nas estimativas decorrentes da modelagem envolve valores entre a metade e o dobro do valor central.

3.5 CONSULTA DE VERSÃO

Por fim, a Figura 12 demonstra também que existe o atributo ‘versão’ que contém uma breve descrição sobre isso, mencionando a compatibilidade com a versão do arquivo BHO 2017 5K, bem como a data da atualização.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Siqueira, V. A. et al. Toward continental hydrologic–hydrodynamic modeling in South America. *Hydrology and Earth System Sciences*. Göttingen: Copernicus. Vol. 22, n. 9 (set. 2018), pp. 4815-4842. 2018.
- Sorribas, M. V.; Siqueira V. A.; Breda, J. P. L. F.; Collischonn W., Paiva, R.C.D. 2021. IPH-ANA-HGE-T2 RELATÓRIO TÉCNICO: MGB-BHO Posterior - Transferência de Vazões de Referência do MGB-AS para a Base Hidrográfica Ottocodificada. Porto Alegre, 2021.
- Gama, C. H. A.; Ribeiro, L. C.; Paiva, R.C.D.; Collischonn, W.; Sorribas, M. V. 2021. IPH-ANA-HGE-SR-R9 Relatório Técnico: Estimativas de vazões de referência com modelo MGB-SA. Porto Alegre, 2021.