

Parecer Técnico nº 60/2018/COREG/SRE
Documento nº 00000.050578/2018-44
Referência: 02501.000590/2006-59; 02501.001281/2012-44

Série de vazões do rio Pardo em Machado Mineiro

1. O presente parecer técnico apresenta um estudo hidrológico consolidado da bacia do rio Pardo, especificamente no trecho até o reservatório de Machado Mineiro. A atualização da hidrologia dessa bacia se faz necessária devido às afluições verificadas nos últimos 6 anos, que foram muito inferiores ao histórico considerado até então.
2. A nova série de vazões terá diversas aplicações imediatas, a saber:
 - a. Atualização do potencial de regularização de Machado Mineiro, atualmente estimado em 8 m³/s;
 - b. Análise do pedido de DRDH da PCH Machado Mineiro, atualmente em análise nesta superintendência (processo 1932/2016);
 - c. Reavaliação da viabilidade hidrológica do reservatório de Berizal (cuja construção foi interrompida no rio Pardo), conforme acordado em Termo de Alocação de Água em junho/2018;
3. O estudo aqui apresentado terá por base a estação fluviométrica Vereda do Paraíso (53540001), que fica logo a jusante de Machado Mineiro, e representa a sua afluição no período anterior a sua entrada em operação (no ano de 1991). Para o período posterior a 1991, a série de vazões será obtida pelo balanço hídrico do reservatório, conforme detalhado mais adiante.

Período de 1949 a 1990

4. A estação Vereda do Paraíso possui área de drenagem de 10800 km² e tem dados somente a partir do ano de maio de 1969. Entretanto, as estações Fazenda Benfica (5349000), com 5520 km², e Cândido Sales (5362000), com 13000 km², têm dados mais antigos, desde 1966 e 1949, respectivamente. Assim, julgou-se pertinente iniciar a série estimada em Vereda do Paraíso no ano de 1949, para obter uma série com maior extensão.
5. No período de 1949 a 1966, portanto, as vazões em Vereda do Paraíso foram estimadas a partir das vazões medidas em Cândido Sales, corrigidas pela relação de áreas de drenagem.
6. No período de 1966 a 1969, as vazões em Vereda do Paraíso foram obtidas por interpolação linear entre aquelas de Fazenda Benfica e de Cândido Sales, também a partir das respectivas áreas de drenagem. O mesmo procedimento foi adotado para estimativa das vazões no período de abril/1973 a dezembro/1983, em que Vereda do Paraíso apresentou um longo período de falhas.
7. As vazões observadas em Vereda do Paraíso só correspondem às vazões naturais no período anterior ao enchimento do reservatório de Machado Mineiro. Não se sabe exatamente a data em que isso ocorreu. No entanto, ao observar-se as séries diárias de vazões das três estações, constata-se uma diminuição brusca das vazões em Vereda do Paraíso (de 11

m³/s para 0,1 m³/s) e em Cândido Sales (de 7,4 m³/s para 0,57 m³/s) entre os dias 23 e 25 de março de 1990, sem que a mesma diminuição tenha ocorrido em Fazenda Benfica (a montante de Machado Mineiro). Assim, arbitra-se que o enchimento tenha iniciado em 24/03/1990. Desta data em diante, um procedimento de correção é necessário para estimar as vazões naturais em Vereda do Paraíso.

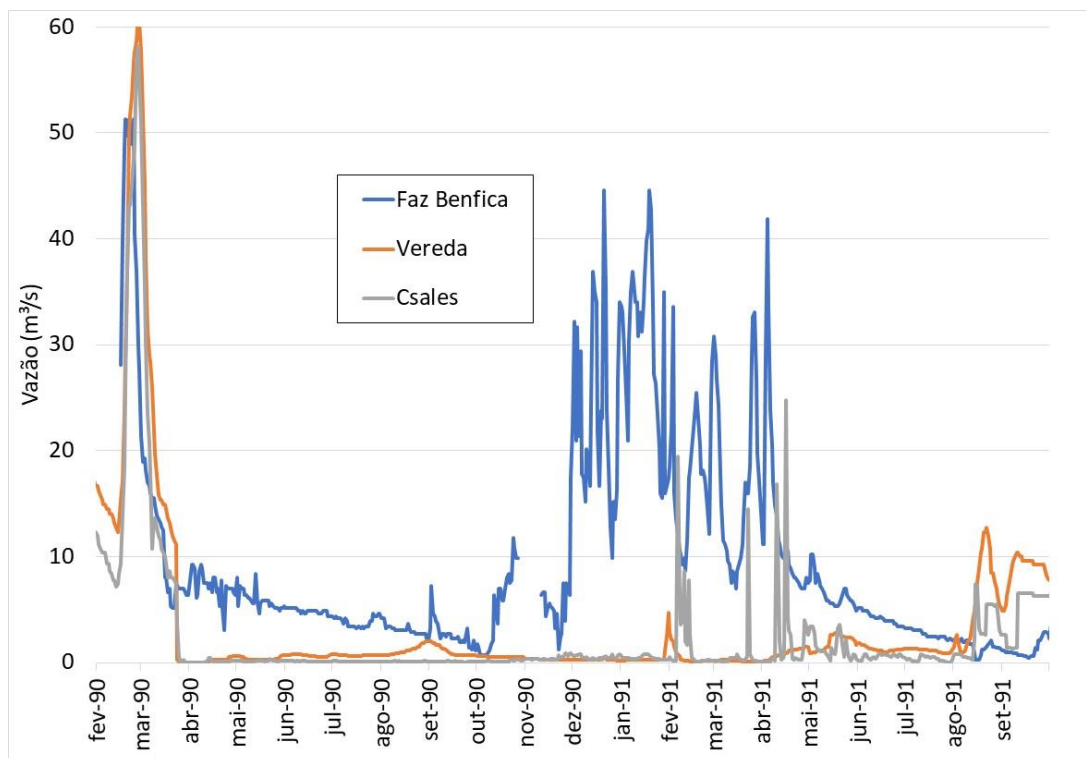


Figura 1. Hidrogramas em Fazenda Benfica, Vereda do Paraíso e Cândido Sales no ano de 1990-1991, mostrando variação abrupta nas estações de jusante a partir de 24/3/1990, sinalizando para possível início do enchimento nesta data

Período de operação de Machado Mineiro (janeiro/1991 até dezembro/2014)

8. A CEMIG disponibilizou uma série de dados operativos de Machado Mineiro, contendo dados diários de nível d'água do reservatório desde o dia 03/01/1991, em que se encontrava na cota 680,70m.

9. Não há dados de nível ao longo do enchimento (de março a dezembro de 1990), mas como essa cota corresponde a um volume de cerca de 89 hm³, é possível estimar que a hidrologia deste ano tenha sido suficiente para permitir uma acumulação dessa ordem. A hidrologia do ano de 1990 será estimada mais adiante.

10. No período de janeiro de 1991 até o presente, a vazão natural (média diária) em Vereda do Paraíso foi estimada a partir do balanço hídrico do reservatório, ou seja:

$$Q_{VP}^{nat} = Q_{VP}^{obs} + \Delta S_{MM} + Q_{MM}^{evap} + Q_{dem} \quad (\text{eq. 1})$$

onde: Q_{VP}^{nat} é a vazão natural em Vereda do Paraíso, Q_{VP}^{obs} é a vazão observada nesta estação, ΔS_{MM} é a variação diária de volume do reservatório (convertida para vazão), Q_{MM}^{evap} é a vazão de evaporação do reservatório e Q_{dem} é a vazão estimada de captação pelos usos a montante.



11. A variação de volume foi estimada a partir da série de níveis d'água diários fornecida pela CEMIG, convertidos por meio da curva cota-volume. Esta série apresenta períodos de falhas curtas, de até 10 dias, em que o nível d'água foi interpolado linearmente. Já no período de 1992 até 2004 frequentemente estavam disponíveis duas ou mais leituras diárias, em diferentes horários, situação em que foi adotada a média aritmética entre os níveis informados.

12. A evaporação diária foi calculada por meio do método de Penman-Monteith, a partir dos dados meteorológicos disponíveis na estação do INMET Águas Vermelhas, de setembro de 2007 até hoje, obtidos por meio de contato por email junto à seção de Armazenamento de Dados Meteorológicos (SADMET) do Instituto Nacional de Meteorologia.

13. Foram obtidos junto ao SADMET os dados de Radiação solar, velocidade do vento, pressão atmosférica, temperatura máxima e mínima e umidade relativa do ar da estação Águas Vermelhas, situada próxima ao reservatório de Machado Mineiro, desde setembro de 2007 até junho de 2018.

14. A partir destes, calculou-se a evapotranspiração de referência em intervalo diário a partir do método de Penman-Monteith, conforme descrito em Collischonn e Dornelles (2013). Esta foi convertida para evaporação de superfície líquida considerando um k_c de 1,05, conforme sugestão do paper 56 da FAO.

15. O anexo 1 mostra as evaporações resultantes, de setembro de 2007 a junho de 2018. No período anterior a 2007, foram usados os valores médios da evaporação calculada, apresentados a seguir.

Tabela 1. Vetor de evaporação adotado anteriormente a setembro/2007 (mm/mês)

jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
150	133	132	105	87	75	83	106	132	148	131	141

16. A cada intervalo de tempo diário, a lâmina de evaporação considerada foi aplicada sobre a área inundada correspondente, obtida a partir do nível d'água para o dia e da curva cota-área-volume. Mais detalhes sobre a estimativa de evaporação podem ser encontrados no anexo 1.

17. Para consideração das demandas consuntivas a montante, partiu-se das seguintes premissas:

- a. Considerou-se que uso da água até meados da década de 1980 era desprezível, por não haver irrigação expressiva até então e a população ser pequena. Arbitrou-se, portanto, que até dezembro de 1984 a demanda era nula;
- b. A partir de 1985, instalaram-se os primeiros pivôs centrais, da empresa Rio Dourado. Considerou-se que a demanda cresceu linearmente desde então, atingindo um valor médio anual de 1,7 m³/s em 2014. Este valor foi obtido da base de demandas hídricas consuntivas, disponível no portal de metadados da ANA;
- c. De 2014, considerou-se que a demanda seguiu crescendo à mesma taxa linear observada;

18. Ao fim, as vazões reconstituídas diárias foram agregadas para escala mensal e anual.

Período de enchimento (março/1990 a janeiro/1991)

19. No período de enchimento, as vazões em Vereda do Paraíso já se encontravam alteradas pelo reservatório de Machado Mineiro, porém o histórico de níveis nesse período é desconhecido, por ter iniciado somente em 03/01/1991, conforme mencionado.



20. Assim, foi necessário estimar a evolução dos níveis d'água neste período de forma indireta. Para isso, adotou-se o seguinte procedimento:

- a. Foram obtidas imagens de satélite LANDSAT5 no período de enchimento, de forma a estimar-se a área inundada e conseqüentemente a cota em algumas datas específicas;
- b. As datas das imagens, e as correspondentes áreas inundadas, volumes armazenados e níveis d'água, são mostrados na tabela abaixo;

Data	Área	Volume	cota
12/03/1990	0,86	1,48	663,64
28/03/1990	2,44	8,07	667,79
15/05/1990	5,45	29,28	673,12

- c. A primeira imagem, de 12/3/1990, é anterior ao início do enchimento, e foi usada para estimar o volume inicial, decorrente do armazenamento na própria calha do rio;
- d. Dividiu-se o período de enchimento em intervalos, em que o volume e a cota eram conhecidos no início e no fim do intervalo: de 24/3 a 28/3, de 28/3 a 15/5, e de 15/5/1990 a 03/01/1991;
- e. Em cada intervalo, interpolou-se o volume para a data desejada, ponderando o volume acumulado no dia pela diferença de vazão entre Fazenda Benfica e Vereda do Paraíso, no mesmo dia, ou seja:

$$V_t = V_{t-1} + \frac{\Delta V_{\text{intervalo}} \cdot (Q_t^{\text{Benfica}} - Q_t^{\text{Vereda}})}{\Sigma(Q^{\text{Benfica}} - Q^{\text{Vereda}})} \quad (\text{eq. 2})$$

- f. Assim, nos dias em que a diferença de vazões foi maior, supõe-se que um maior volume foi retido¹;
- g. A partir do volume estimado, obteve-se o nível d'água correspondente, pela curva cota-área-volume;

21. A série de cotas no período é mostrada na figura abaixo.

¹ Para essa ponderação, a vazão em Fazenda Benfica foi ainda majorada pela relação entre áreas de drenagem, para evitar a ocorrência de diferenças negativas



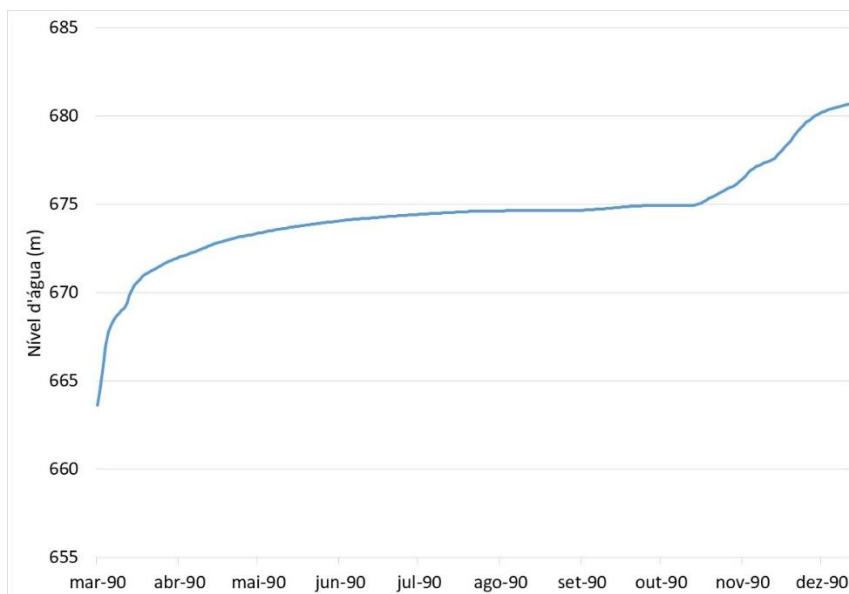


Figura 2. Níveis d'água estimados durante o período de enchimento do reservatório

22. Considera-se que o formato do cotograma é bastante coerente, uma vez que durante o período mais seco do ano, praticamente não houve evolução do nível d'água, resultado esse que não teria sido obtido caso se usasse uma interpolação linear simples, sem ponderação.
23. Finalmente, para estimativa das vazões em Vereda do Paraíso, o procedimento foi o mesmo do período seguinte, a partir do balanço hídrico do reservatório.
24. Cabe salientar que algumas simplificações aqui feitas, como a interpolação de níveis d'água e de demandas, podem afetar as estimativas de vazão natural diária, entretanto tendem a ser compensados à medida em que esses dados são agregados para escalas temporais de meses ou anos.

Período sem dados de vazão consistida (2015 a 2018)

25. Durante a elaboração do presente parecer, o HIDRO ainda não apresentava as vazões consistidas no período referido, tendo somente os dados de cota e as medições de vazão.
26. Assim, foi ajustada uma curva-chave ao conjunto de medições realizadas no período, que é mostrada abaixo:



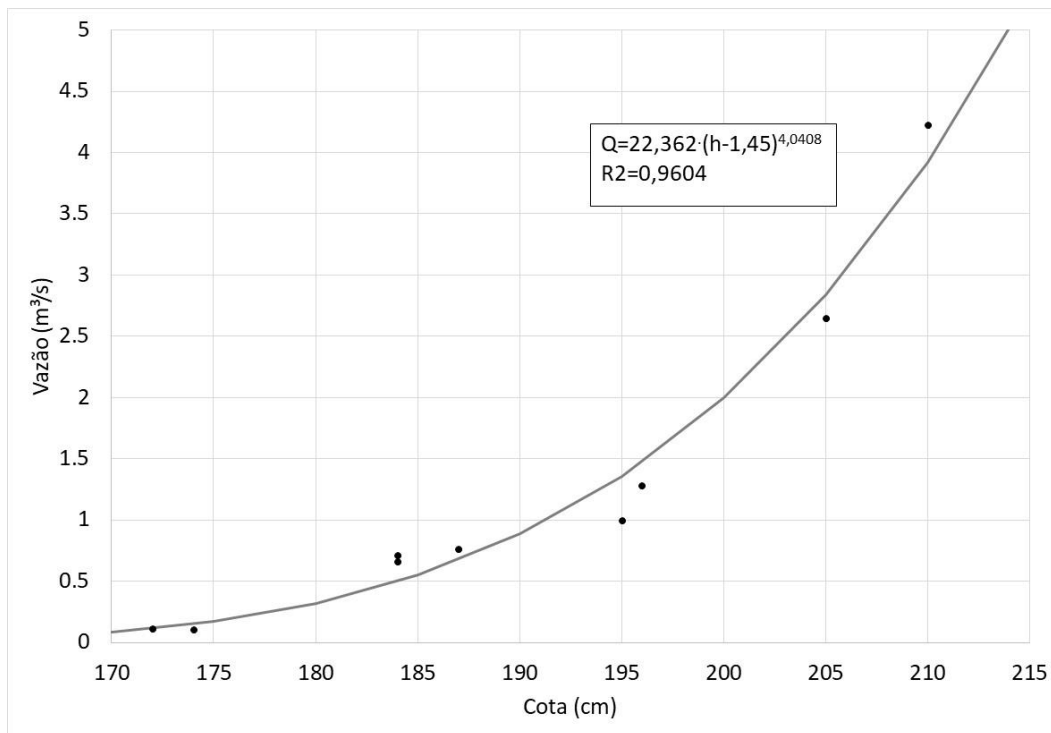


Figura 3. Curva-chave adotada para o período 2015-2018 em Vereda do Paraíso

27. Adicionalmente, foi feita uma adaptação na vazão natural no período mais recente, em função da correção dos usos consuntivos (Q_{dem} na equação 1). Essa correção introduz uma tendência no cálculo da vazão dos anos mais recentes, uma vez que a demanda é considerada linearmente crescente. Porém, a realidade é que nos últimos anos a hidrologia da bacia tem sido tão desfavorável, que possivelmente boa parte dessas demandas não tenha sido integralmente atendida, ao menos em parte dos meses². Assim, agregar uma demanda não atendida à vazão natural faria com que esta fosse superestimada.

28. Para contornar esse problema, foi adotado o seguinte procedimento: adotou-se como referência a estação fluviométrica Passagem das Éguas (53460500), com 2870 km², que possui dados desde 2007 e situa-se a montante dos principais usuários de água do rio Pardo, não sendo influenciada por estes. Além disso, essa estação situa-se logo após a confluência do rio Preto, que é considerado o único tributário mais perene do alto rio Pardo, de forma que quando as vazões são nulas ou muito baixas em Passagem das Éguas, dificilmente há algum aporte incremental deste local até Machado Mineiro.

29. Assim, no período de 2007 em diante, considerou-se que a vazão natural em Vereda do Paraíso foi o menor dos seguintes valores:

- a. Resultado da aplicação da equação 1;
- b. Vazão em Passagem das Éguas, majorada pela relação entre áreas de drenagem (10800km²/2870 km²);

30. Com este procedimento, sempre que a vazão foi nula ou muito baixa em Passagem das Éguas, considerou-se que a vazão natural em Vereda também o tenha sido. Com isso, corrige-se a tendência mencionada.

² A esse respeito, ver por exemplo o Parecer Técnico nº48/2018/COREG/SRE, nos parágrafos 21 e 22



31. Para este procedimento, foi ainda necessário criar uma curva-chave para Passagem das Éguas, no período de dezembro de 2014 em diante, em que o HIDRO ainda não dispunha dessa informação.

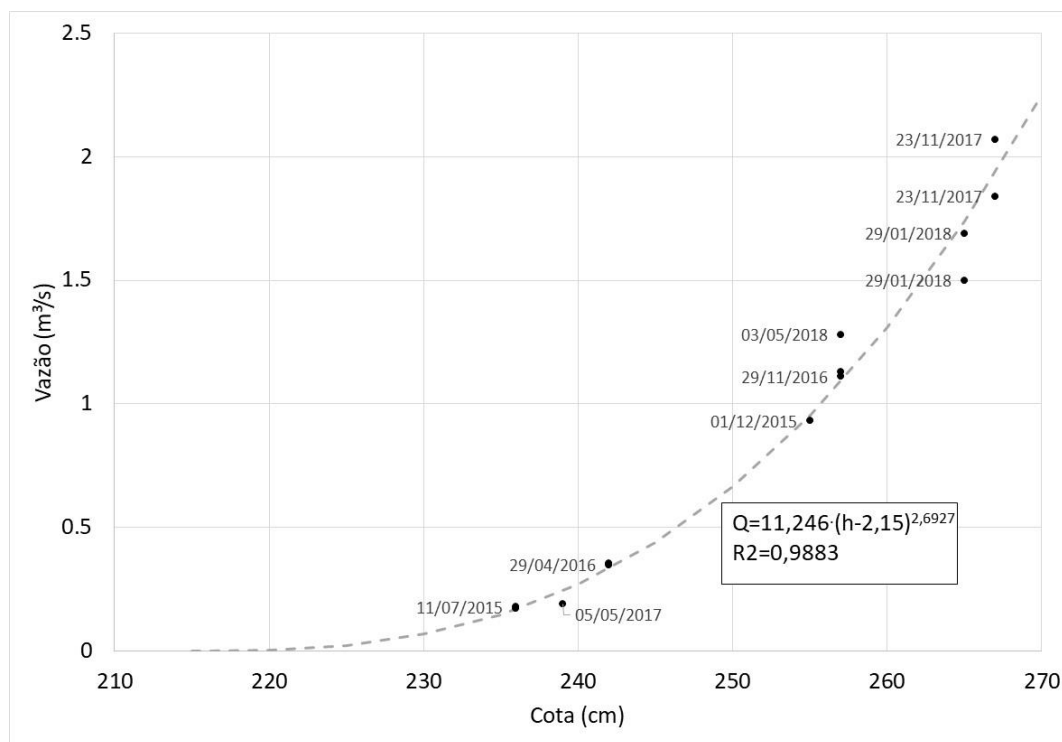


Figura 4. Curva-chave adotada para Passagem das Éguas no período 2014-2018

Resultados

32. A partir dessa metodologia, foi possível gerar uma série preenchida de vazões diárias naturais em Vereda do Paraíso, de 01/05/1949 a 31/07/2018. A partir desta, foi feita uma agregação para média mensal, da qual por sua vez agregou-se por ano hidrológico, considerado o período entre 1º de outubro do ano anterior e 30 de setembro do ano atual. Para completar o ano hidrológico 2017/2018, considerou-se que as vazões médias de agosto e setembro de 2018 foram iguais às de 2017.

33. A Figura 5 mostra a série de vazões resultante.



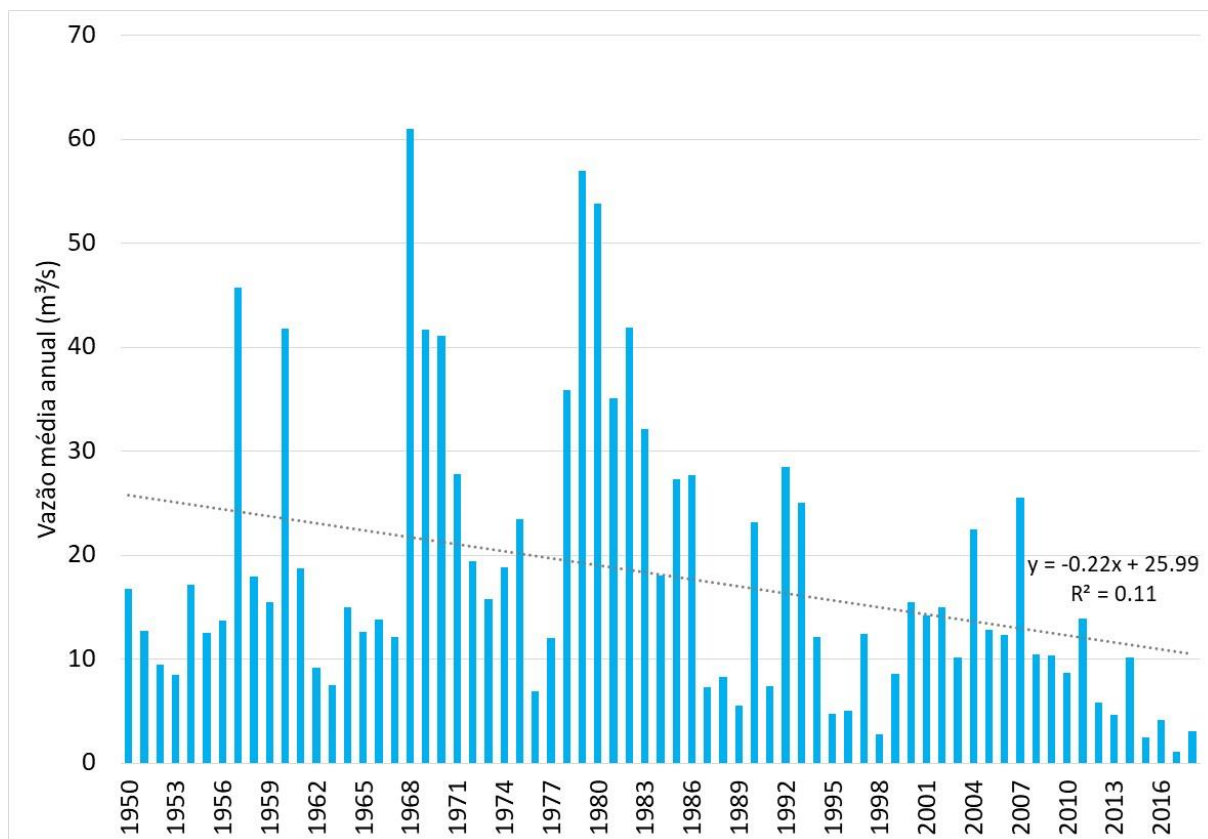


Figura 5. Série de vazões médias anuais naturais em Vereda do Paraíso (ano hidrológico)

34. Chama a atenção nesse gráfico a sequência de anos hidrológicamente ruins na última década. Dos 6 piores anos do histórico, cinco (2017, 2015, 2018, 2016 e 2013) estão no período mais recente, incluindo aí os dois piores do histórico (2017 e 2015). Além disso, em nenhum período a bacia passou tanto tempo sem um ano hidrológico favorável, com vazões médias acima de 10 m³/s, o que explica a ausência de vertimentos do reservatório de Machado Mineiro nos últimos anos.

35. Foi feito um teste de hipótese de Fischer para avaliar a significância da reta de regressão obtida. Neste, a hipótese nula é de que a inclinação desta reta pode ser considerada nula (série estacionária), a 95% de confiança. Este teste foi rejeitado (p-valor de 0,0056), sugerindo uma forte não-estacionariedade na série de vazões.

36. O Anexo 2 apresenta a série de vazões médias mensais resultante. Em um próximo parecer, será avaliado o rebatimento dessa série de vazões atualizada sobre o potencial de regularização do reservatório de Machado Mineiro.

É o parecer técnico.

Brasília, 17 de agosto de 2018.

(assinado eletronicamente)
BRUNO COLLISCHONN
Especialista em Recursos Hídricos



Anexo 1 – Evaporação mensal estimada em Águas Vermelhas

Mês	E (mm)	Mês	E (mm)
set/07	123	fev/13	142
out/07	153	mar/13	145
nov/07	146	abr/13	98
dez/07	143	mai/13	91
jan/08	134	jun/13	75
fev/08	127	jul/13	83
mar/08	122	ago/13	102
abr/08	110	set/13	121
mai/08	86	out/13	131
jun/08	72	nov/13	142
jul/08	79	dez/13	113
ago/08	109	jan/14	145
set/08	120	fev/14	132
out/08	168	mar/14	128
nov/08	115	abr/14	109
dez/08	125	mai/14	95
jan/09	139	jun/14	76
fev/09	139	jul/14	75
mar/09	139	ago/14	108
abr/09	86	set/14	151
mai/09	79	out/14	150
jun/09	67	nov/14	131
jul/09	80	dez/14	139
ago/09	98	jan/15	170
set/09	132	fev/15	130
out/09	130	mar/15	133
nov/09	150	abr/15	99
dez/09	140	mai/15	84
jan/10	171	jun/15	73
fev/10	145	jul/15	81
mar/10	122	ago/15	115
abr/10	101	set/15	161
mai/10	88	out/15	168
jun/10	74	nov/15	161
jul/10	81	dez/15	188
ago/10	104	jan/16	131
set/10	129	fev/16	136
out/10	138	mar/16	140
nov/10	119	abr/16	116
dez/10	131	mai/16	93
jan/11	143	jun/16	80
fev/11	134	jul/16	85
mar/11	124	ago/16	110
abr/11	97	set/16	131
mai/11	81	out/16	141
jun/11	71	nov/16	129
jul/11	98	dez/16	138
ago/11	108	jan/17	169
set/11	127	fev/17	122
out/11	114	mar/17	137
nov/11	105	abr/17	103
dez/11	129	mai/17	80
jan/12	139	jun/17	78
fev/12	137	jul/17	79
mar/12	136	ago/17	103
abr/12	124	set/17	127
mai/12	85	out/17	174
jun/12	83	nov/17	151
jul/12	89	dez/17	132
ago/12	101	jan/18	159
set/12	128	fev/18	115
out/12	165	mar/18	130
nov/12	99	abr/18	107
dez/12	169	mai/18	94
jan/13	145	jun/18	77



Anexo 2 – Série de vazões médias mensais naturais em Vereda do Paraíso (m³/s)

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
1950	31,3	17,1	14,1	19,3	13,1	9,3	7,6	5,7	4,3	3,9	38,8	28,5
1951	12,7	11,5	19,6	14,1	6,4	6,0	4,9	3,4	2,2	1,6	1,4	14,2
1952	16,7	15,6	36,0	6,9	6,0	5,7	3,7	3,0	2,9	1,3	4,8	52,4
1953	16,0	6,7	9,3	4,0	2,1	1,3	1,6	0,9	1,2	1,4	13,0	93,4
1954	45,7	15,3	9,6	13,7	5,3	3,5	2,4	1,7	1,1	0,3	16,8	72,3
1955	24,1	21,2	5,7	4,5	1,9	1,0	1,0	0,9	0,5	0,7	16,3	57,2
1956	24,5	6,0	29,8	8,2	7,2	5,0	4,3	3,0	1,9	2,3	22,2	121,0
1957	106,8	32,1	97,3	75,1	32,0	22,2	17,1	12,2	8,9	10,9	13,1	24,3
1958	24,9	41,8	17,8	29,1	14,8	11,0	10,5	8,1	8,6	9,6	22,4	20,8
1959	56,0	20,3	19,8	10,1	7,2	6,1	5,5	4,5	3,0	6,4	17,6	28,4
1960	98,4	114,2	107,7	43,1	27,6	18,8	15,4	13,4	10,1	7,3	15,7	51,7
1961	39,5	43,0	16,0	10,3	11,8	9,3	8,8	6,8	4,8	3,7	4,0	4,5
1962	22,4	30,7	14,6	7,4	7,7	5,3	4,3	3,5	2,3	3,1	7,5	28,5
1963	26,7	13,0	3,8	2,5	2,0	1,2	0,9	0,6	0,1	0,0	2,1	19,7
1964	56,4	50,4	22,6	8,0	7,5	4,6	3,9	3,2	1,7	2,4	14,7	39,6
1965	21,0	15,0	12,3	20,4	8,2	6,3	5,3	3,8	2,1	12,3	37,7	33,3
1966	20,2	16,4	9,3	10,6	10,2	5,5	4,5	3,5	2,2	3,9	5,3	26,9
1967	19,8	13,6	14,5	31,9	14,2	6,3	4,4	3,3	1,9	2,8	17,3	98,1
1968	155,3	103,1	210,1	38,6	29,6	23,5	20,4	17,7	15,0	18,0	46,5	92,7
1969	51,1	84,8	69,1	27,4	35,8	24,1	21,5	16,4	12,7	13,4	19,8	101,7
1970	122,2	74,9	45,7	29,4	23,2	18,5	16,8	15,2	11,9	31,2	109,3	80,6
1971	22,9	15,5	13,7	15,5	11,3	9,7	9,1	7,5	7,4	10,4	35,3	75,1
1972	24,3	15,5	18,6	19,6	11,0	8,2	6,4	5,0	3,6	10,6	21,4	46,2
1973	38,2	9,1	21,2	20,1	7,6	5,5	4,4	3,2	2,3	7,3	23,7	63,0
1974	42,1	18,2	23,5	17,1	11,0	6,9	5,8	4,4	2,8	6,5	39,2	63,7
1975	48,0	34,8	13,1	34,9	14,0	9,6	7,9	6,2	4,0	15,5	29,3	15,4
1976	6,7	6,1	4,1	1,5	1,0	0,8	1,0	1,1	0,6	4,8	35,8	23,2
1977	16,6	26,8	7,4	7,4	8,8	5,8	4,4	2,2	1,2	6,8	7,4	20,1
1978	90,7	87,6	69,1	50,6	34,0	24,1	18,6	12,9	8,8	9,8	10,6	57,6
1979	119,0	199,5	64,9	113,1	31,6	24,4	20,3	16,4	16,2	56,1	43,7	50,3
1980	177,3	152,4	34,5	31,6	26,9	20,7	19,9	16,8	15,7	15,8	12,9	69,9
1981	53,4	24,2	25,9	117,3	30,5	23,1	19,4	15,9	12,4	17,6	68,9	35,0
1982	152,8	45,8	46,8	41,4	26,7	21,6	17,7	15,5	13,0	14,8	11,6	9,2
1983	63,8	96,0	53,6	57,7	23,8	18,2	15,5	12,7	9,2	15,4	44,1	52,6
1984	18,5	12,2	13,6	29,0	9,0	6,2	5,8	4,8	5,6	12,9	10,4	23,0
1985	103,5	98,4	26,0	17,0	10,4	8,1	6,5	5,6	5,2	27,2	30,2	90,4
1986	89,8	41,7	15,8	8,7	7,7	6,5	6,1	4,8	3,4	5,4	9,1	13,7
1987	21,4	4,5	12,5	6,4	5,3	3,1	2,4	1,6	2,0	2,4	6,9	35,3
1988	17,6	4,7	17,5	6,2	3,2	2,3	1,8	1,3	0,8	1,6	4,9	39,3
1989	5,9	2,3	6,5	2,3	0,6	0,6	1,0	0,7	0,4	1,3	14,2	149,9
1990	49,7	25,7	20,6	6,1	3,4	2,4	1,8	1,6	1,4	2,4	8,3	17,6
1991	23,8	10,9	12,4	6,8	3,2	2,1	1,2	-0,4	0,1	1,7	17,1	31,2
1992	52,7	173,1	28,5	13,2	8,8	5,6	4,5	3,2	2,3	6,1	51,6	147,5
1993	47,8	19,1	6,9	7,0	3,9	3,4	2,8	2,1	1,9	2,6	1,7	13,2
1994	22,4	5,2	52,4	26,6	8,9	4,9	3,8	2,1	2,2	3,2	9,4	11,7
1995	4,7	5,2	4,7	8,6	3,2	2,3	1,9	0,9	1,5	3,1	4,2	23,6
1996	15,2	4,7	2,5	1,3	1,6	1,1	1,2	1,3	1,0	1,3	8,1	12,6
1997	13,7	5,0	46,5	38,4	9,5	4,4	2,9	3,2	3,7	2,3	2,8	6,6
1998	7,1	4,6	2,5	1,5	1,2	1,2	1,5	1,2	0,8	1,1	10,6	36,8
1999	13,0	6,2	16,2	3,7	4,3	2,7	2,8	2,6	2,7	3,0	8,1	50,0
2000	49,5	39,2	15,3	8,4	4,8	2,6	1,6	1,1	2,2	1,6	11,9	73,0
2001	26,9	8,8	20,0	8,4	6,9	5,3	2,6	2,3	2,2	3,3	6,8	7,7
2002	67,0	52,4	12,3	8,5	6,5	5,9	4,0	3,0	2,9	3,1	5,4	9,8
2003	61,6	16,8	5,5	4,9	3,4	2,8	2,8	2,9	3,2	3,1	4,1	4,3
2004	19,2	24,3	87,0	81,4	14,9	10,2	8,0	7,4	5,7	7,4	13,5	29,6
2005	17,2	18,1	26,9	10,1	8,0	7,8	5,3	5,8	4,3	3,6	5,0	25,1
2006	10,6	5,8	16,4	43,0	14,9	7,6	3,9	6,5	6,1	9,6	45,7	77,3
2007	28,4	75,7	39,0	11,3	6,4	4,5	3,6	2,9	2,1	2,6	4,7	31,9
2008	13,5	16,4	15,2	14,2	9,8	6,3	4,9	3,5	2,3	1,4	5,9	23,0
2009	29,7	16,9	6,8	14,4	9,5	6,4	4,9	3,5	2,3	5,2	14,0	8,9
2010	13,1	8,7	19,6	15,2	6,5	4,5	3,9	2,8	2,0	2,0	8,4	25,9
2011	27,8	8,4	30,8	32,0	10,2	7,4	7,5	4,6	1,5	4,7	12,8	16,6
2012	16,1	6,8	4,7	1,2	2,7	1,8	1,3	1,0	0,7	0,3	10,3	11,0
2013	5,6	7,1	2,9	7,7	4,6	2,9	1,8	0,7	0,3	1,4	2,7	47,3
2014	33,4	11,1	7,3	8,2	4,9	2,4	1,6	1,5	0,5	0,3	3,7	10,1
2015	3,5	3,8	2,9	2,1	1,5	0,8	0,6	0,3	0,1	0,0	0,6	0,6
2016	18,1	23,8	3,4	1,2	1,0	0,8	0,4	0,1	0,0	0,0	1,9	4,4
2017	0,9	1,5	1,0	2,4	0,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	6,0
2018	2,6	12,6	8,9	2,2	1,1	1,2	0,7					

