

## Dados pluviométricos

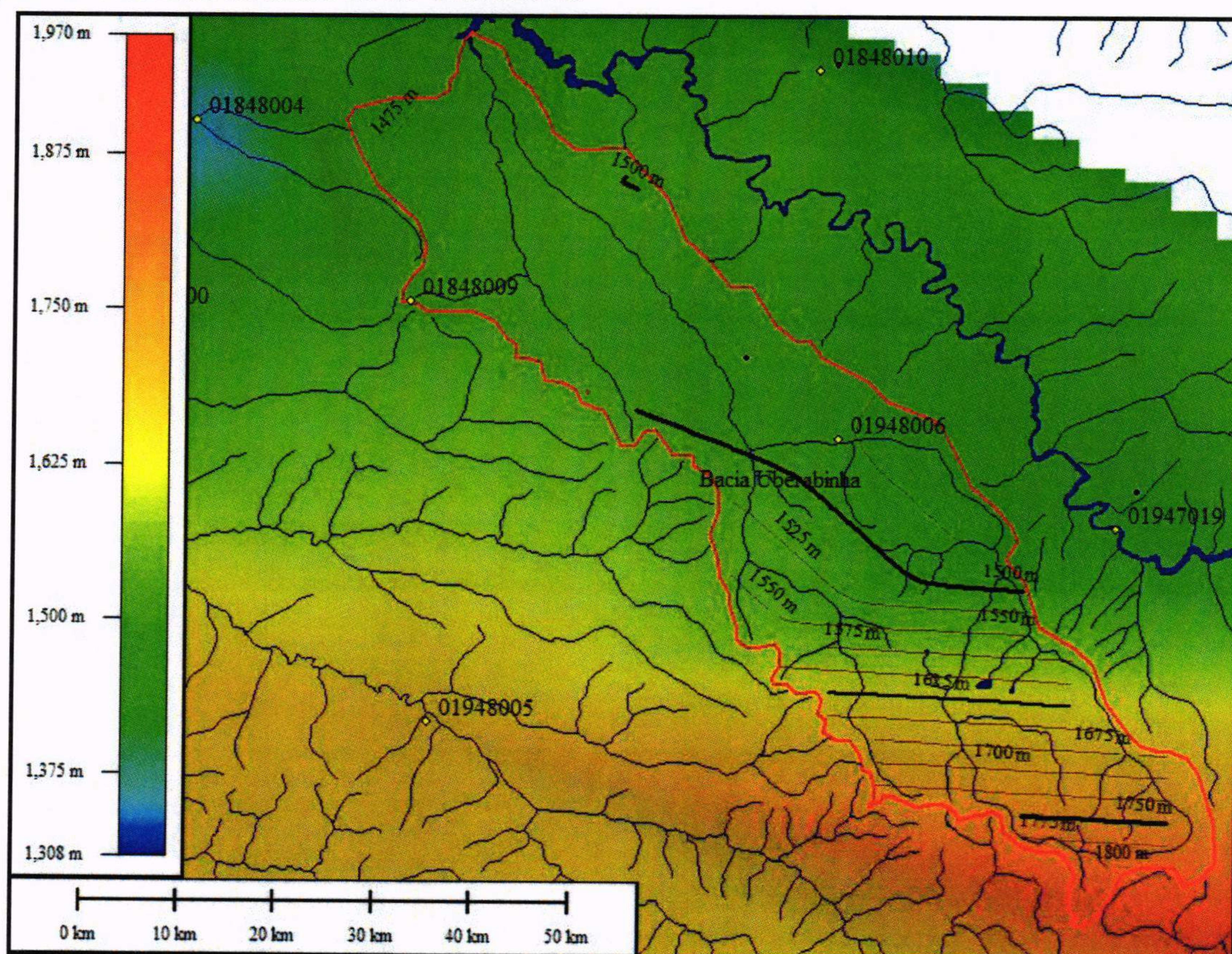
Em relação aos dados pluviométricos utilizados no Projeto Básico da PCH Machado (**Anexo I**), estes foram obtidos por meio de postos de monitoramento disponíveis na região.

Os resultados obtidos para os totais anuais precipitados médios dos postos, calculados a partir dos dados mensais de chuvas, estão apresentados sinteticamente na Tabela 4.3. A partir das informações constantes dessa tabela, foi construído o gráfico de isoetas, o qual é apresentado na Figura 4.1. Os contornos foram definidos apenas para o trecho interno à bacia e as cores indicam os totais precipitados médios anuais. A escala lateral indica o valor em milímetros. Pelas isoetas fica evidente que as precipitações são crescentes na bacia de jusante para montante ou, mais precisamente, os totais diminuem à medida que se afasta do leito do rio Araguari.

**Tabela 4.3.** Totais médios anuais precipitados (mm) nos postos pluviométricos consultados

CÓDIGO	MÉDIA (mm)	INÍCIO	FIM	ANOS	CÓDIGO	MÉDIA (mm)	INÍCIO	FIM	ANOS
01848000	1449	1941	2011	71	01947001	1639	1941	2011	71
01848004	1326	1967	2011	45	01947006	1457	1967	2011	45
01848006	1456	1974	2011	38	01947007	1646	1974	2011	38
01848007	1309	1972	2011	40	01947008	1632	1974	2011	38
01848008	1583	1975	2011	37	01947009	1971	1975	2011	37
01848009	1490	1975	2011	37	01947019	1427	1977	1997	21
01848010	1510	1974	2011	38	01948005	1682	1967	2011	45
01852003	1797	1983	2011	29	01948006	1477	1974	2011	38

**Figura 4.1.** Isoetas na bacia do rio Uberabinha



Por meio das isoetas é possível fazer o cálculo da precipitação média no rio Uberabinha. Foi feito o cálculo da precipitação total anual o que resultou no valor de 1.550 mm de chuva. Esse valor total foi desagregado ao longo dos meses, utilizando o método do KNN (em inglês, *K-nearest neighbors*), resultando nos totais precipitados mensais apresentados na Tabela 4.4.

**Tabela 4.4.** Precipitação média mensal e total anual na bacia do rio Uberabinha

MÊS	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV
Total	47,7	109,6	199,0	310,2	280,7	200,7
MÊS	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO
Total	207,0	74,7	33,4	16,8	8,0	15,9
						1.550

### Dados fluviométricos

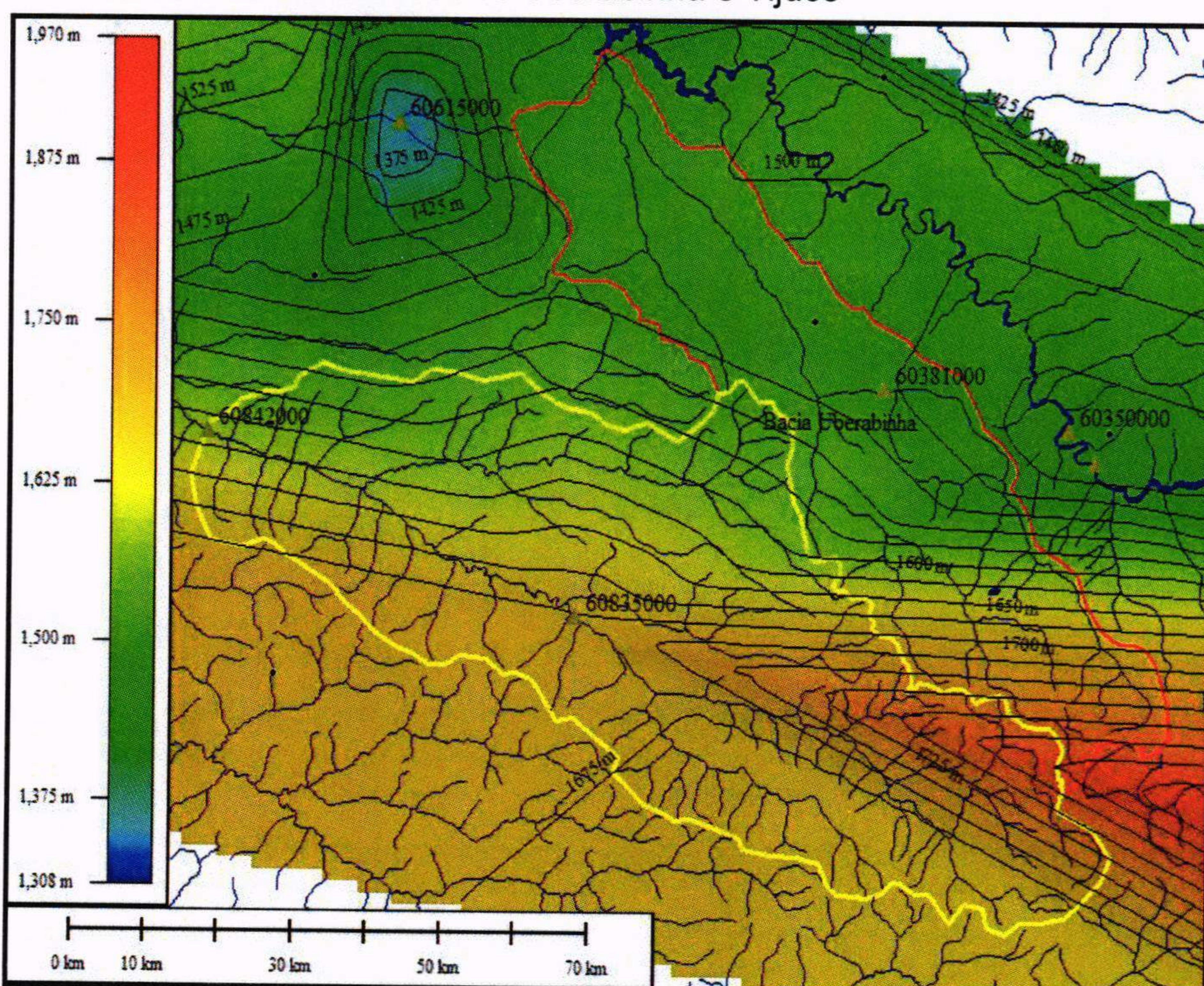
Para a caracterização do regime fluviométrico do rio Uberabinha recorreu-se a postos fluviométricos da região. Todos os dados consultados foram obtidos a partir do banco de dados oficiais HidroWeb.

A partir da listagem inicial de dados, foi tentada a formação de regiões hidrologicamente homogêneas, no que diz respeito às vazões médias. Os parâmetros básicos para essa definição foram as vazões médias de longo termo ( $m^3/s$ ) e as vazões específicas ( $L/s/km^2$ ). Sendo assim, partiu-se das informações apresentadas na Tabela 4.5 para formação dessas regiões. A partir dessas informações, verificou-se que os postos fluviométricos com áreas de drenagem mais elevadas, acima de  $15.000 \text{ km}^2$  apresentaram vazões específicas similares àquelas da bacia do rio Uberabinha. Logo, essas informações foram consideradas para efeito de regionalização, no qual se concluiu que a transposição direta de área de drenagem possui uma relação segura da geração de novas séries de vazões em outros pontos da bacia do rio Uberabinha. Além dessas, foi observado que os postos Fazenda Paraíso e Ponte BR-153 (Posto Tejuco) também apresentaram vazões específicas semelhantes àquelas inseridas na bacia do rio Uberabinha.

**Tabela 4.5.** Postos fluviométricos consultados no presente estudo

CÓDIGO ANA	NOME	AD ( $\text{km}^2$ )	$Q_{MLT}$ ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	$Q_{ESP}$ ( $\text{L/s/km}^2$ )	INÍCIO	FIM	ANOS
60350000	PORTO MONJOLINHO	16.952	301	17,7	1949	1975	27
60381000	FAZENDA LETREIRO	777	14,0	18,01	1976	2013	36
60381005	ESTAÇÃO DE SUCUPIRA	716	13,1	18,29	1950	1965	16
60400000	PONTE MELO VIANA	21.790	386	17,7	1949	1975	27
60615000	FAZENDA CACHOEIRA	199	2,96	14,9	1949	2013	63
60835000	FAZENDA PARAÍSO	1.469	27,8	18,9	1949	2010	62
60842000	PONTE BR-153 (Posto Tejuco)	3.780	60,8	16,1	1995	2011	17

**Figura 4.2.** Isoietas sobre as bacias dos rios Uberabinha e Tijuco

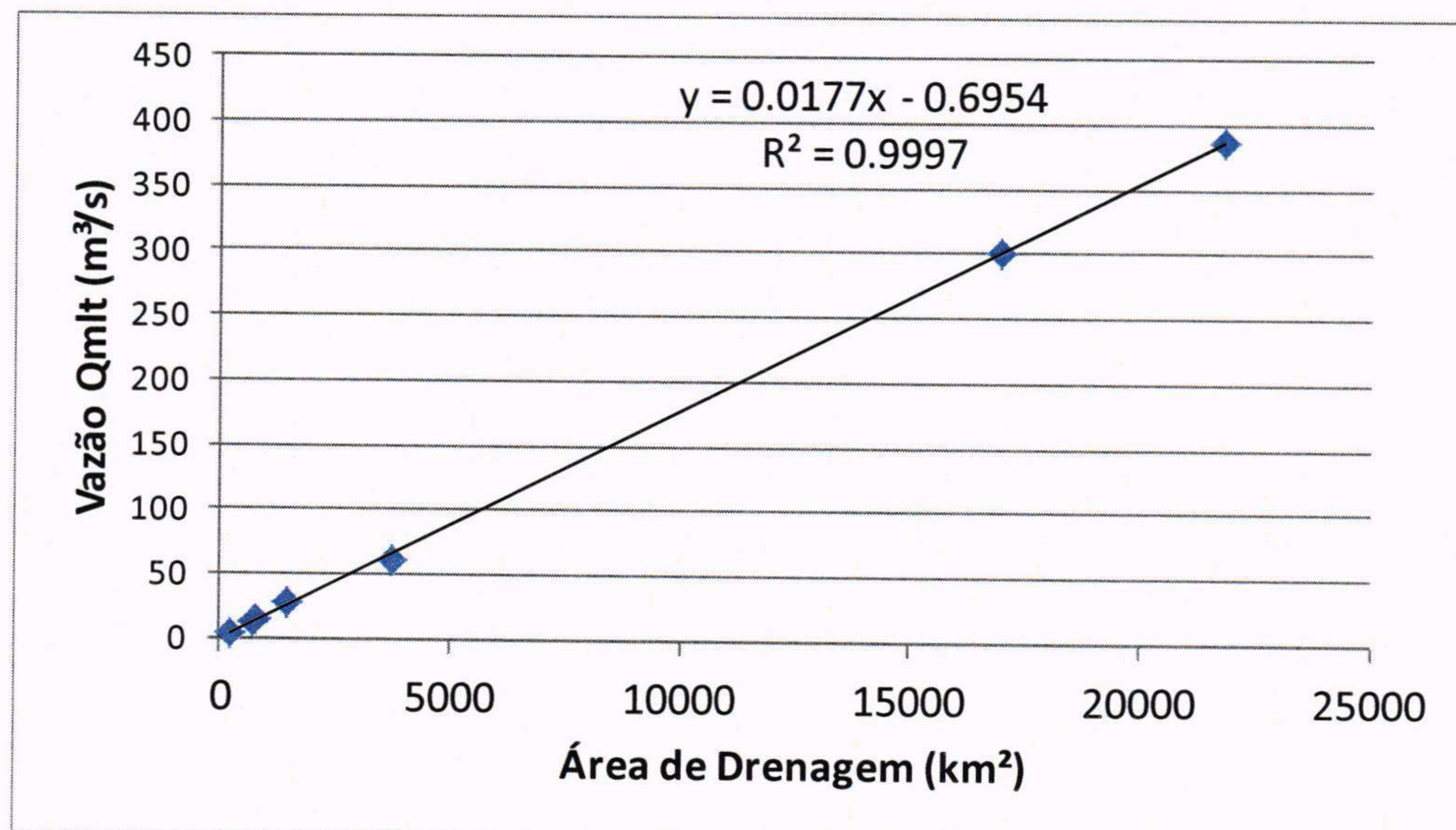


Restaram, portanto, analisar as séries de vazões dos postos Estação de Sucupira, Fazenda Letreiro e Fazenda Cachoeira. As séries de vazões da Estação de Sucupira e Fazenda Letreiro são distintas de 61,00km<sup>2</sup>, uma vez que estão bastante próximas uma da outra, cerca de 3,00km de distância. No presente estudo elas serão utilizadas em conjunto para validar a série de vazões médias mensais do posto base – Fazenda Letreiro. Ressalta-se que será utilizada a série do posto Estação de Sucupira, por ser uma série consistida e sem falhas. As séries históricas dos três postos considerados são apresentadas em detalhes no Projeto Básico (**Anexo I**).

#### 4.3. Tratamento e consistência dos dados

O primeiro dado regional a ser avaliado é a vazão específica. A Figura 4.3 indica que a vazão média de longo termo pode ser considerada como função linear da área de drenagem. Tal fato é indicativo de que a variação da vazão específica nos diversos pontos da região de estudo é pouco significativa, em especial, ao tratar das vazões em áreas de drenagem inferiores a 2.000 km<sup>2</sup>. Os casos em que as vazões são mais elevadas podem ser explicados pelos volumes mais significativos de precipitação, como observado já pela **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, o que ocorre, na bacia do rio Tijuco.

**Figura 4.3.** Variação da vazão específica com a área de drenagem nas proximidades do rio Uberabinha



Uma maneira de verificar a consistência dos dados de vazão é a partir dos dados de chuva (mais numerosos e menos sujeitos a erros de medição) avaliar quanto dos totais precipitados medidos se convertem em vazão nas bacias hidrográficas observadas, ou seja, o Coeficiente de *Runoff* (CR) de longo termo. Essa avaliação serviria para saber em que

medida, a variação das chuvas é capaz de explicar a variação das vazões específicas. A Tabela 4.6 detalha como é feito o cálculo desse coeficiente.

A vazão média de longo termo, originalmente em  $m^3/s$ , é convertida em mm/ano (na tabela só é apresentada a unidade em mm). Essa conversão é feita contabilizando-se o total de segundos em um ano, e utilizando a Área de Drenagem para a conversão da unidade de volume ( $m^3$ ) em unidade de comprimento (milímetro). A Tabela 4.6 apresenta os totais precipitados obtidos por meio de isoetas e a conversão das vazões para milímetros. Dessa relação resultou coeficientes de *Runoff* de longo termo muito próximos nos três postos considerados, indicando que, do total precipitado ao longo do tempo, cerca de 33% na região estudada é convertido em vazão na calha do rio. Essa consistência do coeficiente de *Runoff* ao longo das bacias estudadas indica que, de fato, as vazões medidas nos diversos postos de monitoramento fluviométrico da região são coerentes.

**Tabela 4.6.** Cálculo dos coeficientes de *Runoff*

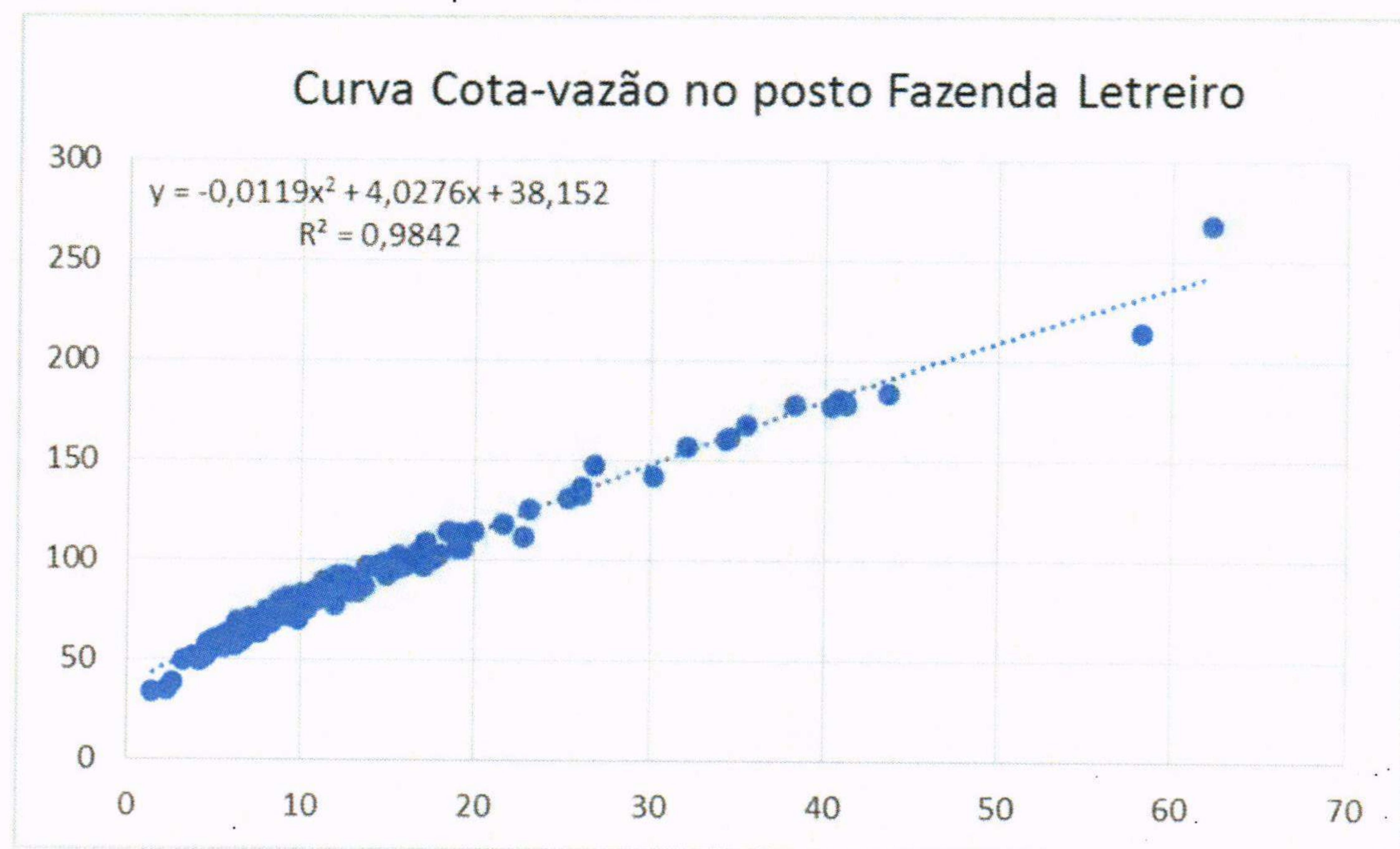
BACIA	CHUVA (mm)	QMLT ( $m^3/s$ )	AD ( $km^2$ )	QMLT (mm)	CR
Fazenda Cachoeira	1433	2.96	199	470	0.33
Ponte BR-153	1650	60.8	3780	507	0.31
Fazenda Letreiro	1610	14.0	777	568	0.35

### Avaliação da curva-chave

A avaliação de curva-chave foi feita para o posto Fazenda Letreiro (60381000) uma vez que foi o posto utilizado para geração da série de vazões no local de interesse no rio Uberabinha. O posto Fazenda Cachoeira, mesmo tendo sido utilizado na definição do procedimento de regionalização, não terá suas medições de descarga analisada pormenorizadamente neste documento, apesar de ter sido feita uma análise de consistência. As medições de descarga realizadas no posto Fazenda Letreiro estão apresentadas em detalhes no Projeto Básico (**Anexo I**), porém, essas mesmas medições são apresentadas em formato gráfico, na Figura 4.4.

Ressalta-se que as medições de vazão podem ser consideradas regularmente espaçadas no tempo, já que, desde 1976 a 2014, 162 medições foram realizadas periodicamente. Além disso, as medições cobrem um amplo espectro de vazões (desde vazões reduzidas, da ordem de  $1,44 m^3/s$  a vazões elevadas, de  $62,2 m^3/s$ ), sendo capaz de refletir vazões médias, máximas e mínimas com relativa precisão.

**Figura 4.4.** Curva Cota-vazão no posto Fazenda Letreiro



Algumas outras propriedades foram comentadas. Em primeiro lugar não são observados ramos em histerese (duas vazões associadas à mesma cota), o que indica que a curva-chave é unívoca. Ao mesmo tempo, não se pode afirmar que se trata de uma curva-chave que se altere significativamente ao longo do tempo, podendo ser atribuída a ela a qualidade de ser estável. Possivelmente algum controle hidráulico natural ou artificial é presente no rio o que possibilita boa qualidade das relações de vazões obtidas.

Resta afirmar que, de posse da curva-chave apresentada na Figura 4.4 e da série de cotas do posto, a série de vazões obtida no banco de dados HidroWeb, da Agência Nacional de Águas pode ser reproduzida fielmente, não havendo motivos claros para questionar a confiabilidade da série de vazões obtida no posto.

#### 4.4. Obtenção da série de vazões de aproveitamento

O Projeto Básico acrescenta a contribuição do rio das Pedras no rio Uberabinha. Diversos comentários foram feitos a respeito das precipitações médias observadas na bacia dos rios mencionados. Resgatando-se alguns desses comentários, as vazões específicas observadas nos diversos trechos da região de estudo, por serem bastante regulares, geraram uma curva de regionalização praticamente linear entre as vazões específicas e as áreas de drenagem.

Ressalte-se que, segundo o Projeto Básico (**Anexo I**), as precipitações totais médias anuais sobre a bacia do rio das Pedras é da ordem de 1.490 mm, não sendo suficiente para elevar as vazões específicas. Sendo assim, após a análise dos dados obtidos optou-se por transferir, por uma relação direta entre áreas de drenagem para o eixo da PCH Machado, as vazões médias mensais do trecho do rio Uberabinha monitorado pelo posto Fazenda Letreiro ( $AD=777,00 \text{ km}^2$ ), mantendo-se a vazão específica observada neste posto.

Procedendo dessa forma, a vazão resultante no rio Uberabinha no trecho da PCH, com área de drenagem de 2.128,00  $\text{km}^2$  é apresentada na Tabela 4.7, já considerando a dedução da vazão outorgada (1,7204  $\text{m}^3/\text{s}$ ) apresentada no capítulo 4.3 do Projeto Básico (**Anexo I**). Ressalta-se que essa série apresenta as propriedades de homogeneidade e estacionariedade.

**Tabela 4.7.** Vazões médias mensais no trecho dos aproveitamentos PCH Machado

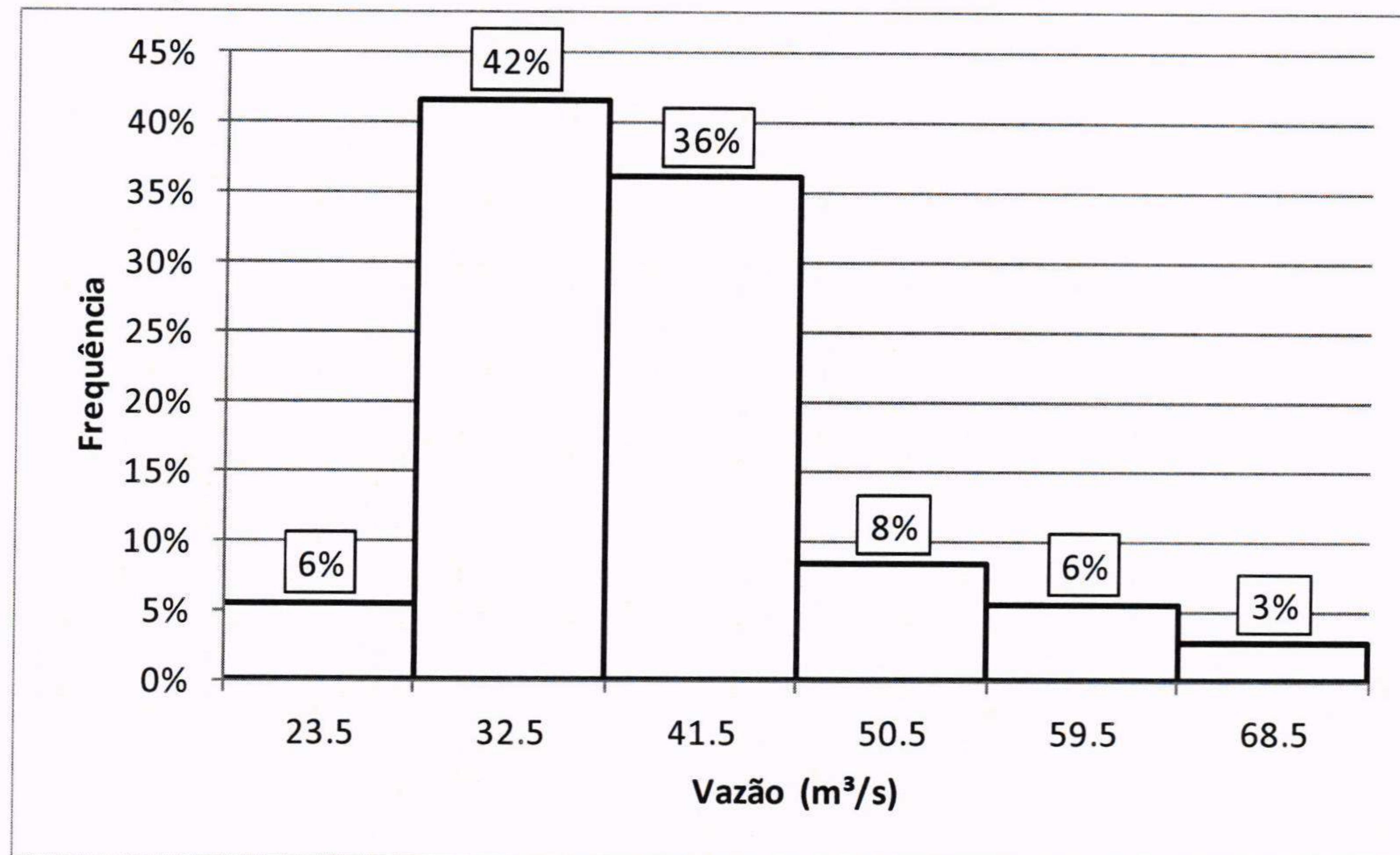
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1976	49.89	43.79	56.89	34.14	21.30	17.84	19.22	15.79	15.79	19.22	27.64	71.36	32.74
1977	61.65	35.60	29.07	34.87	20.61	17.16	11.74	7.09	9.73	9.73	78.82	53.76	30.82
1978	19.22	42.29	38.56	25.51	24.81	26.22	18.53	8.41	11.07	19.57	32.50	51.34	26.50
1979	52.21	76.32	39.30	29.79	26.93	27.64	22.70	17.84	22.00	15.11	19.22	24.10	31.10
1980	47.59	65.66	25.51	37.82	24.81	17.16	15.11	11.74	13.08	12.41	21.30	55.32	28.96
1981	62.45	37.08	26.93	27.64	17.16	19.91	12.41	11.74	5.78	26.93	38.56	62.45	29.09
1982	112.00	56.89	89.87	47.59	40.04	33.41	27.64	24.10	15.11	24.10	28.36	68.91	47.34
1983	109.28	111.09	88.15	79.66	50.66	43.79	38.56	29.07	39.30	63.25	64.86	90.73	67.37
1984	52.98	46.83	46.07	43.04	37.82	25.51	21.30	17.84	22.70	19.22	19.91	55.32	34.05
1985	103.90	52.98	76.32	41.54	26.22	22.70	20.61	17.84	17.16	10.40	19.91	23.40	36.08
1986	37.08	42.29	54.54	30.51	29.79	19.91	19.22	21.30	19.22	17.84	12.41	50.66	29.56
1987	49.89	55.32	53.76	46.07	28.57	24.20	16.47	13.08	15.52	19.57	32.50	51.34	33.86
1988	63.00	57.43	55.67	42.47	28.57	24.20	19.33	15.66	15.52	17.16	29.79	40.04	34.07
1989	43.79	50.66	39.30	22.00	17.84	13.75	12.41	12.41	11.07	6.43	18.53	59.26	25.62
1990	31.96	21.30	29.79	23.40	17.16	10.40	14.43	9.73	12.41	11.07	8.41	18.53	17.38
1991	41.54	75.49	83.88	91.59	29.79	22.00	19.91	15.11	9.73	15.11	18.53	40.04	38.56
1992	74.66	103.90	68.91	52.98	36.34	26.22	24.10	18.53	24.10	32.68	90.73	56.89	50.84
1993	41.54	79.66	60.06	66.47	33.41	38.56	24.81	20.61	23.40	27.64	31.23	42.29	40.81
1994	88.15	40.79	69.72	43.79	33.41	23.40	19.91	17.84	14.43	16.47	22.70	46.07	36.39
1995	32.68	102.12	47.59	36.34	40.04	22.00	17.16	12.41	10.40	11.74	17.84	39.30	32.47
1996	61.65	34.14	42.29	25.51	19.22	15.11	13.08	11.74	15.79	5.78	30.51	34.87	25.81
1997	73.00	41.54	42.29	36.34	23.40	28.36	17.16	12.41	9.73	14.43	17.84	58.47	31.25
1998	60.06	50.66	40.79	29.79	24.10	20.61	13.08	12.41	7.09	14.43	23.40	37.82	27.85
1999	60.06	30.51	61.65	32.68	17.84	17.16	13.75	8.41	14.43	7.09	17.16	22.70	25.29
2000	76.32	94.20	97.70	51.43	29.07	24.81	22.70	17.84	29.07	13.75	24.10	46.83	43.99
2001	36.34	26.93	31.23	19.22	14.43	12.41	2.54	4.48	7.09	19.91	28.36	43.04	20.50

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
2002	96.82	83.88	55.32	28.36	21.30	16.47	14.43	12.41	13.08	9.73	29.79	64.86	<b>37.20</b>
2003	123.98	91.59	73.00	48.35	39.30	28.36	23.40	22.00	23.40	22.70	58.47	59.26	<b>51.15</b>
2004	43.79	58.47	42.29	48.35	32.68	30.51	24.10	17.16	9.07	19.22	33.41	57.68	<b>34.73</b>
2005	64.05	57.43	41.54	33.41	29.07	26.93	22.00	19.22	18.53	9.73	31.96	55.32	<b>34.10</b>
2006	31.23	37.08	47.59	52.21	35.60	24.81	21.30	17.84	22.00	42.29	44.55	68.91	<b>37.12</b>
2007	103.01	81.34	45.31	36.34	22.70	24.10	21.30	18.53	14.43	15.79	37.82	45.31	<b>38.83</b>
2008	36.34	69.72	79.66	61.65	40.04	31.23	27.64	22.00	19.91	25.51	28.36	43.79	<b>40.49</b>
2009	65.66	57.68	51.43	49.89	34.87	33.41	30.51	24.81	15.52	27.64	39.30	73.00	<b>41.98</b>
2010	60.06	29.07	65.66	35.60	27.64	16.47	15.11	9.07	7.09	29.07	49.89	54.54	<b>33.27</b>
2011	97.70	40.04	145.94	83.03	30.51	31.96	22.00	21.30	12.41	28.36	36.34	89.87	<b>53.29</b>
2012	84.73	43.04	39.30	46.07	38.56	31.96	20.61	15.11	14.43	22.00	45.31	42.29	<b>36.95</b>
2013	43.79	57.43	32.68	38.56	19.91	29.07	14.43	10.40	9.07	20.61	24.81	51.34	<b>29.34</b>
<b>Mínimo</b>	19.22	21.30	25.51	19.22	14.43	10.40	2.54	4.48	5.78	5.78	8.41	18.53	<b>12.97</b>
<b>Média</b>	63.00	57.43	55.67	42.47	28.57	24.20	19.33	15.66	15.52	19.57	32.50	51.34	<b>35.44</b>
<b>Máximo</b>	123.98	111.09	145.94	91.59	50.66	43.79	38.56	29.07	39.30	63.25	90.73	90.73	<b>76.56</b>
<b>Variância</b>	680.16	533.68	578.71	273.89	68.77	52.70	39.14	29.18	46.51	115.08	298.88	264.57	<b>248.44</b>

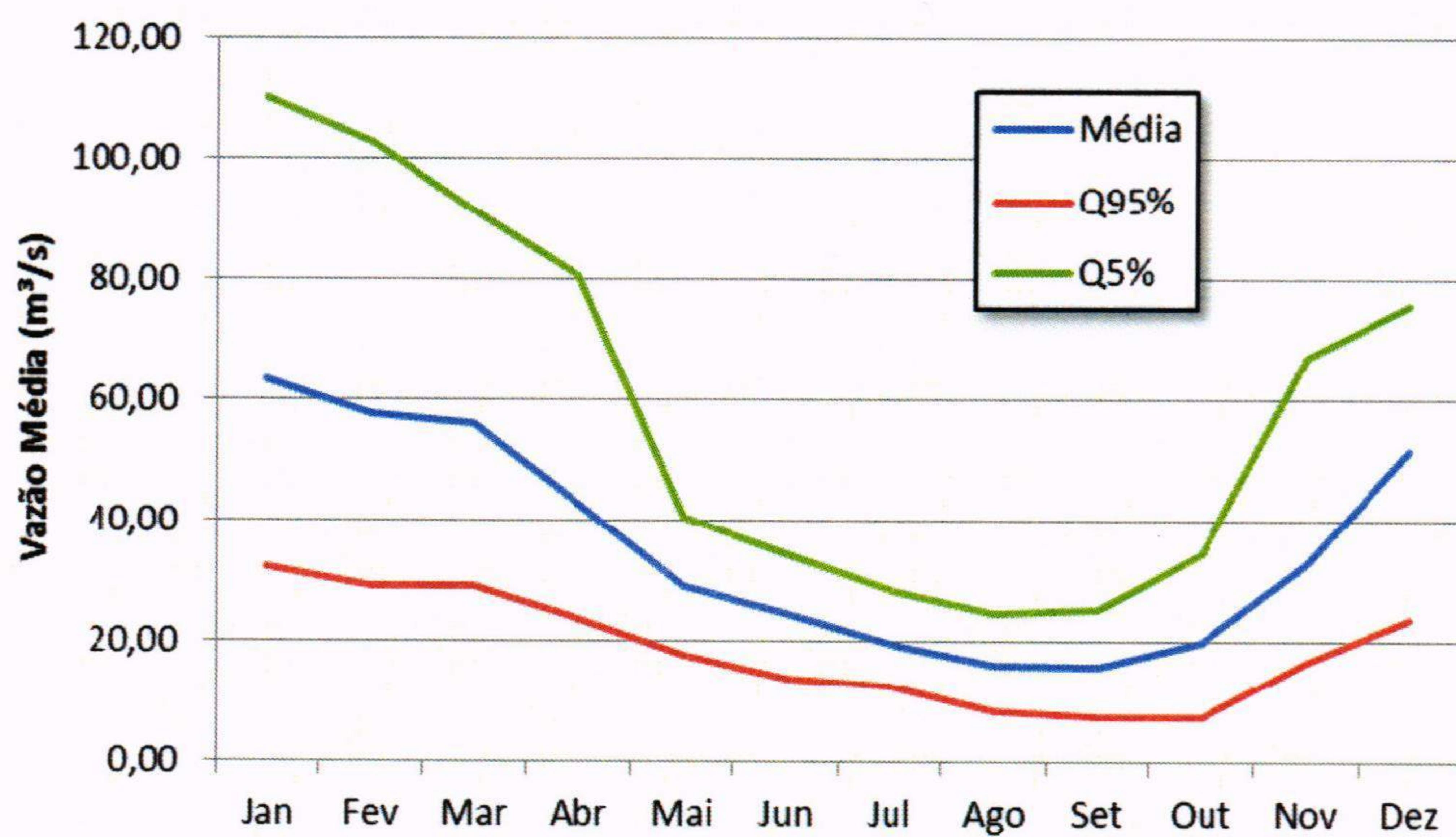
Vazões médias mensais preenchidas com as respectivas médias mensais históricas

Vale mencionar ainda que as vazões médias anuais da série nesse local não podem ser consideradas normais, como pode ser observado pelo histograma assimétrico apresentado na Figura 4.5. Outro dado interessante a ser considerado é o regime de vazões observado nesse trecho do rio Uberabinha, apresentado na Figura 4.6. Essa figura evidencia a clara manutenção de vazões elevadas nos meses chuvosos e redução nos meses de estiagem. Tal fato pode ser resumido pelo índice de regularização de vazões (relação entre a  $Q_{mlt}$  e a  $Q_{95\%}$ ) de 30% no rio Uberabinha.

**Figura 4.5.** Histograma de vazões médias anuais no trecho considerado

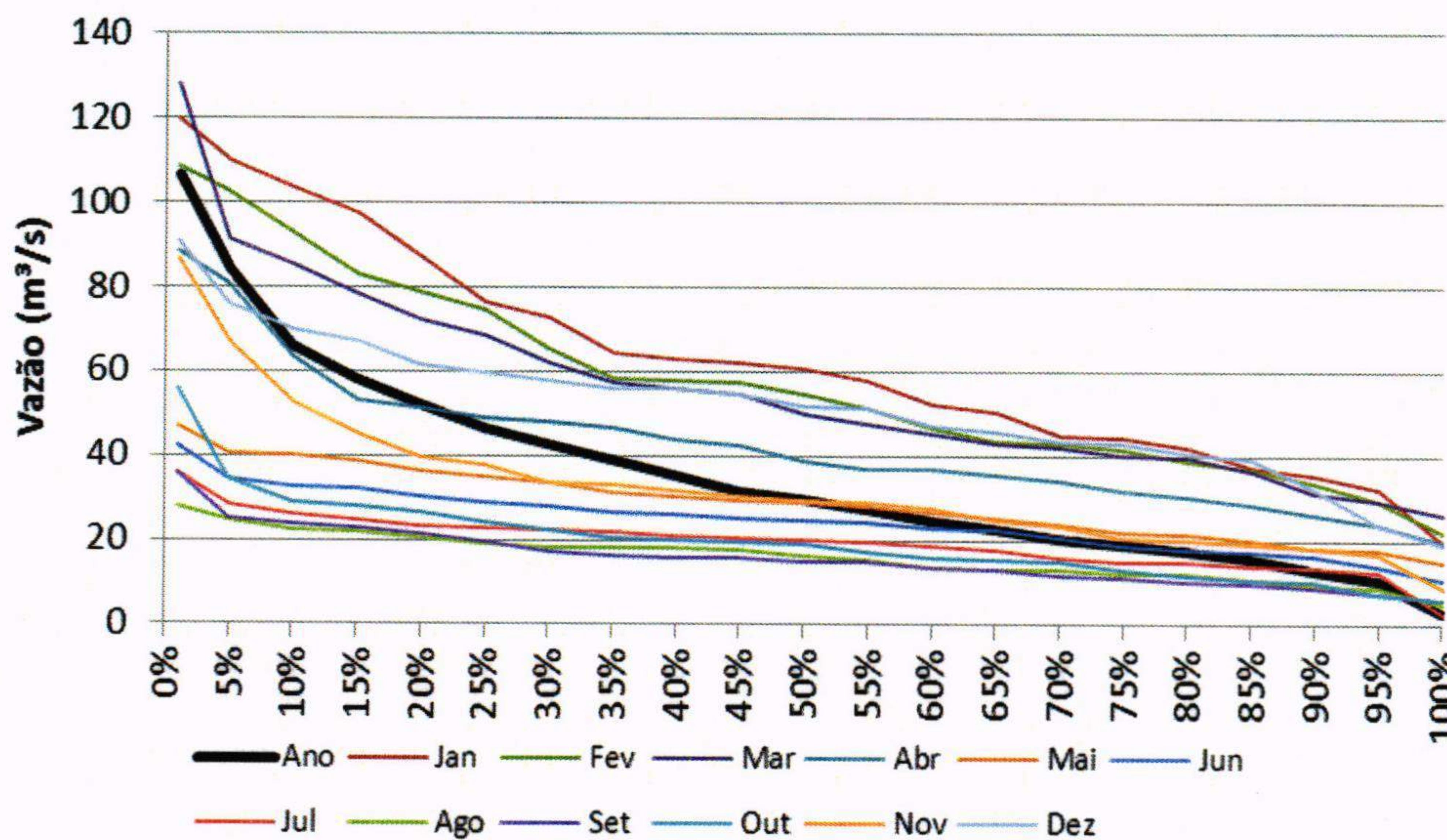


**Figura 4.6.** Regime de vazões médias mensais no rio Uberabinha, no trecho considerado



Uma representação usual da variação das vazões médias mensais é a curva de permanência. Essa representação indica o percentual de tempo em que o valor das vazões é igualado ou superado. No presente estudo, essa representação foi construída considerando as vazões nos meses e as vazões ao longo do ano, conforme apresentado na Figura 4.7. A curva de permanência apresentada abaixo já considera os valores das outorgas obtidas para o rio Uberabinha a jusante dos pontos de captação e restituição de efluentes. Tais informações podem ser vistas no capítulo **Erro! Fonte de referência não encontrada.** do Projeto Básico da PCH Machado (**Anexo I**).

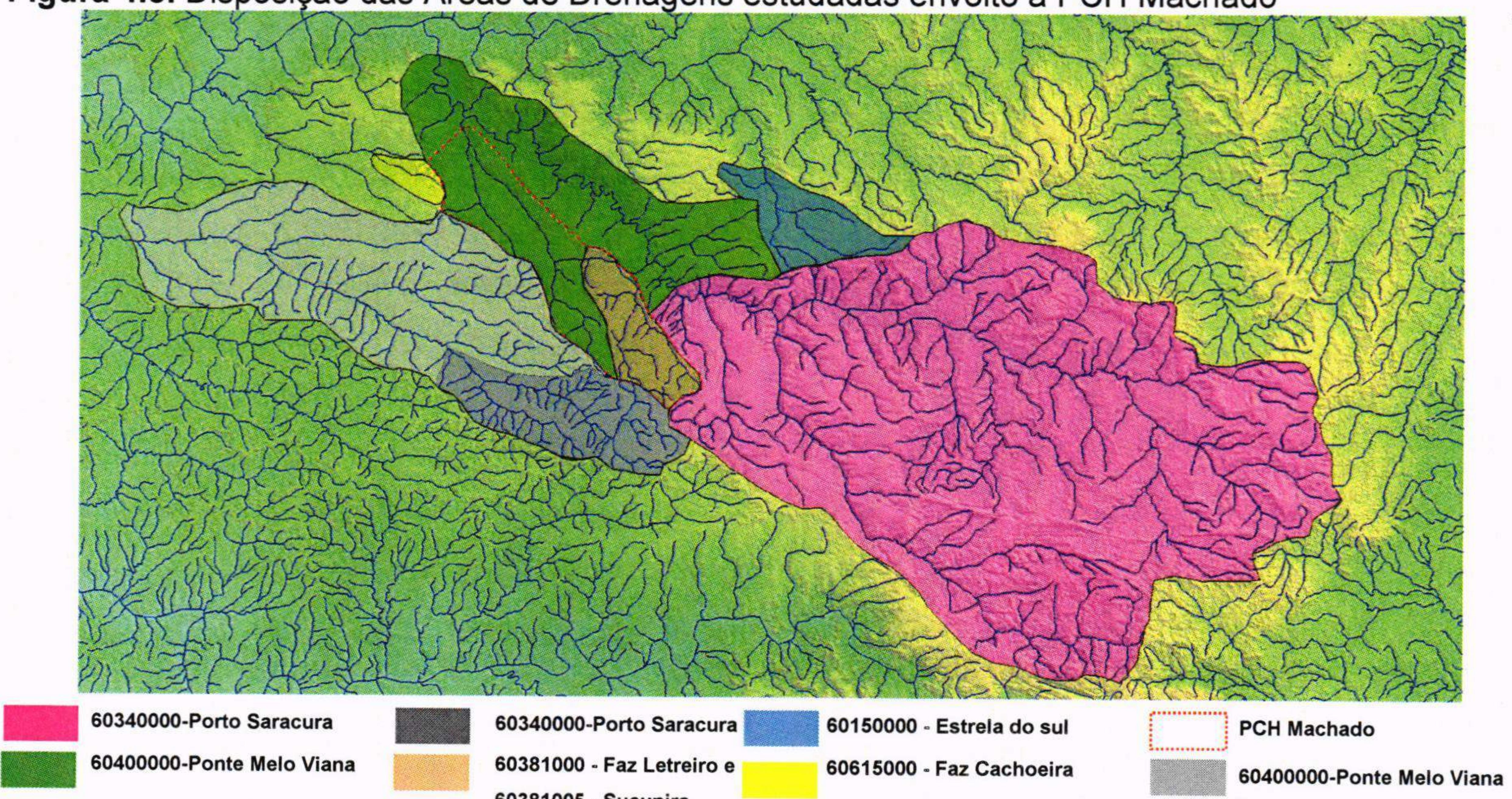
**Figura 4.7. Curvas de permanência de vazões médias mensais no eixo da PCH Machado**



#### 4.5. Cheias de projeto

O estudo de vazões extremas apresentado no Projeto Básico visa à definição de vazões máximas de projeto para o dimensionamento estrutural do barramento vislumbrado na PCH Machado. Para isso, será realizou-se uma análise regional de frequências, utilizando-se das séries hidrológicas disponíveis nas bacias da região, conforme apresentado na Figura 4.8.

**Figura 4.8. Disposição das Áreas de Drenagens estudadas envolto à PCH Machado**



Para a regionalização das cheias do aproveitamento PCH Machado, buscou-se em todos os postos hidrológicos envoltos à região de interesse, dados de vazões máximas para a mais precisa definição da vazão de cheia do rio. Como a região dispõe de bastante dados

históricos para as diversas áreas de drenagens, pode-se chegar a uma regionalização bastante aderente entre os postos estudados.

Neste projeto, o valor utilizado para constituir a série reduzida foi a máxima vazão média diária a cada ano, entendido como o ano que se inicia em janeiro a dezembro. O principal critério utilizado na escolha dos postos foi a disposição geográfica limítrofe à bacia hidrográfica da PCH Machado.

O método de análise regional de frequências utilizado no estudo foi a regionalização de quantis associados a riscos específicos. Nas análises, diversas distribuições de probabilidades foram testadas para se avaliar a aderência aos dados dos postos. Em especial as distribuições de Gumbel e a Exponencial de Dois Parâmetros, conforme definido nas Diretrizes para Projeto de PCHs da Eletrobrás.

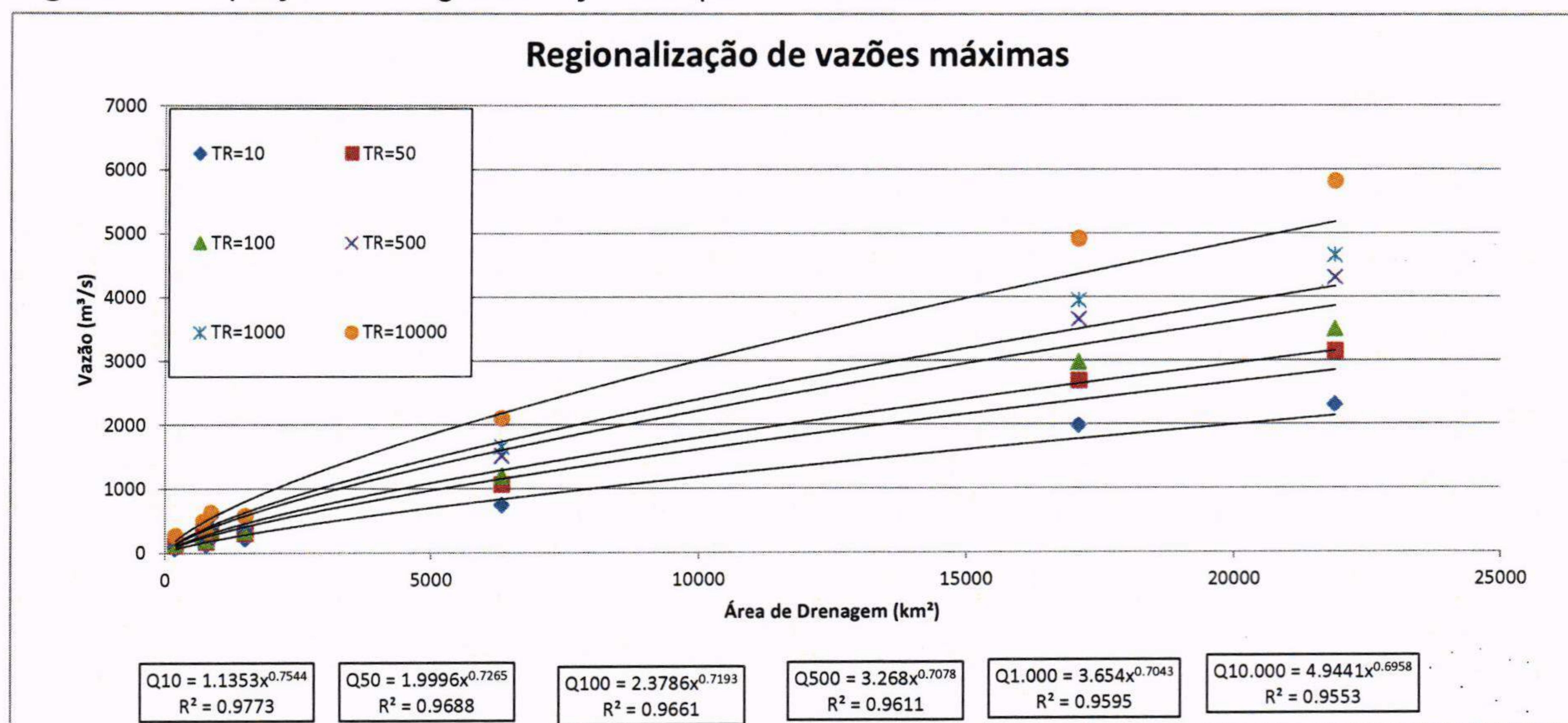
Utilizando-se, portanto, essas duas distribuições de probabilidades, foram obtidos quantis nos locais monitorados, os quais são mostrados na Tabela 4.8, juntamente com a funções de probabilidades utilizadas para descrever cada uma das amostras, dadas as assimetrias encontradas.

**Tabela 4.8.** Quantis locais e distribuições de probabilidades nos postos

ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA	60381000	60381005	60400000	60340000	60615000	60150000	60835000	60845000
NOME	FAZENDA LETREIRO	SUCUPIRA	PONTE MELO VIANA	PORTO SARACURA	FAZ CACHOEIRA	ESTRELA DO SUL	FAZENDA PARAÍSO	ITUIUTABA
AD (km <sup>2</sup> )	777	716	21900	17100	195	868	1510	6310
TR=10	126	182	2310	1984	72	225	222	748
TR=50	177	257	3143	2680	119	322	307	1064
TR=100	198	289	3495	2974	139	363	342	1201
TR=500	247	362	4308	3654	187	458	425	1517
TR=1000	268	393	4657	3947	207	499	460	1653
TR=10000	338	498	5818	4917	275	635	578	2106
Assimetria da Amostra	1.27	1.03	1.01	0.19	2.05	1.32	0.81	2.88
Distribuição de Probabilidades	Gumbell	Gumbell	Gumbell	Gumbell	Exp 2 Par	Gumbell	Gumbell	Exp 2 Par
Máxima Média	190	240	3420	2295	156	393	330	1620

Para cada período de retorno, portanto, realizou-se uma regressão em relação à área de drenagem de cada um dos postos. Como resultado desse procedimento, foram obtidas seis equações (uma para cada TR) capazes de relacionar áreas de drenagem a vazões de cheias. O resultado desse processo é mostrado no gráfico da Figura 4.9.

**Figura 4.9.** Equações de regionalização de quantis de cheia



Interessante notar que para as áreas de drenagens superiores a 6.000 km<sup>2</sup>, a curva exponencial já não se torna tão efetiva como para as áreas de drenagens de menor valor. A equação exponencial, no atual contexto de regionalização, eleva as vazões para as áreas de drenagens de menor porte, estando a favor da segurança.

Para que não restasse dúvidas quanto à equação e os postos de regionalização a serem adotados nos estudos das cheias para o Eixo em estudo, foram realizadas diversas análises, dentre elas a desconsideração dos postos Ponte Melo Viana e Porto Saracura cujas áreas de drenagens superam 10.000 km<sup>2</sup>, e também foram testadas diversos tipos de curvas (linha de tendência), seja linear, polinomial de 2<sup>a</sup> ordem, logarítmica, onde em nenhuma delas se obteve vazões superiores à utilização da equação exponencial aplicada a todos os postos, correlacionados para a área de drenagem de 2.128 km<sup>2</sup>, correspondente à PCH Machado, resultando em excelente correlação do  $R^2$  (0,95 a 0,98).

Mesmo que outras equações resultem em correlação maior que a exponencial, verificou-se que quando aplicadas para a área de drenagem em estudo, os valores obtidos foram inferiores aos da curva exponencial.

Para a obtenção de quantis de cheias no local do aproveitamento, às equações mostradas na Figura 4.9 são aplicadas para a PCH Machado, em sua respectiva área de drenagem. Esses quantis, contudo, devem ainda ser majorados, considerando que as vazões obtidas são vazões médias diárias e que é importante considerar nos projetos as vazões instantâneas. Esses coeficientes de majoração, em geral, estão em função apenas da área

de drenagem. Comumente utiliza-se o coeficiente empírico de Fuller desenvolvido em 1914 em bacias dos EUA ou a metodologia de Tucci desenvolvida em bacias do sul do país.

Para áreas de drenagem médias a grandes, superiores a 400 km<sup>2</sup> a equação de Fuller apresenta majorações mais severas, enquanto para áreas de drenagem pequenas, inferiores a 400 km<sup>2</sup>, a equação de Tucci resulta em maiores coeficientes, o que pode ser uma característica de rios brasileiros. Entretanto, apesar da bacia do rio Uberabinha possuir área de drenagem superior a 2.000 km<sup>2</sup>, por uma questão de segurança e conservadorismo adotou-se a majoração de Fuller de 1,27, cujos resultados finais das vazões instantâneas estão apresentados na Tabela 4.9.

**Tabela 4.9.** Cheias de projeto

TR	PCH MACHADO	PCH MACHADO (MAJORADO)
TR=10	367.9	466.1
TR=50	523.3	663.0
TR=100	589.0	746.3
TR=500	741.0	938.8
TR=1.000	806.6	1022.0
TR=10.000	1022.6	1295.6

As vazões a serem utilizada para o dimensionamento da estrutura de vertimento da PCH Machado são aquelas relativas à cheia com período de retorno de 10.000 anos. Deve ser ressaltado que a esse período de recorrência está associado um risco hidrológico muito pequeno, de apenas 0,50%. Esse risco hidrológico é relativo ao período de 50 anos, considerando como o tempo de vida útil do barramento e das estruturas acessórias instaladas. O risco hidrológico está associado ao risco de ocorrer um evento de magnitude superior aquele calculado, ou seja, risco de ocorrer uma vazão superior à vazão de projeto, ao longo de toda vida útil do barramento.

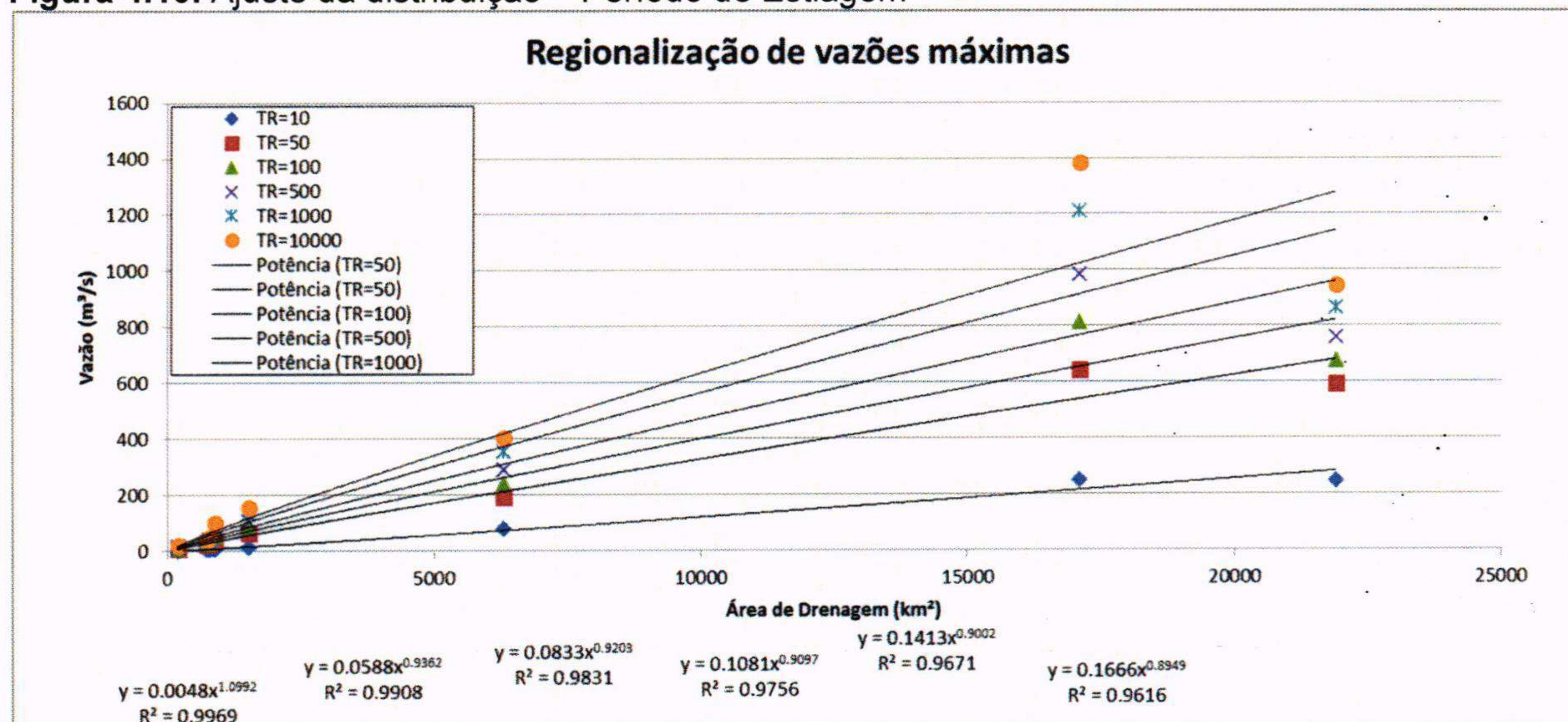
#### 4.6. Análise do período seco

A mesma análise regional de frequências dos estudos de cheias realizada para o ano hidrológico completo foi empregada para o período seco. As únicas diferenças entre as análises são relativas às amostras de dados. Na situação de período seco, foram utilizadas as cheias observadas entre os meses de maio a outubro. Ressalte-se que nesse caso, a Distribuição de Dois Parâmetros prevaleceu em relação à Distribuição de Gumbel.

**Tabela 4.10.** Vazões Máximas ao longo do período seco nas estações em estudo

TR	60381000	60381005	60400000	60340000	60615000	60150000	60835000	60845000
TR=10	7	5.9	247	250	2	8	14	77
TR=50	28	23.0	591	645	8	41	64	191
TR=100	33	27.2	676	815	11	55	85	240
TR=500	38	31.3	758	985	14	69	106	289
TR=1000	44	36.6	864	1210	17	87	135	354
TR=10000	48	40.5	943	1380	20	102	156	403
Assimetria	1.170	0.498	0.976	2.265	2.277	3.168	3.138	2.020
Dist. Prob.	Gumbell	Gumbell	Gumbell	Exp 2 Parâmetros				
Max média	49.3	33.0	840	1333	21	123	206	454

**Figura 4.10.** Ajuste da distribuição – Período de Estiagem



**Tabela 4.11.** Cheias de projeto para o período seco no trecho das PCH Machado

T (anos)	Máxima Média Diária (m³/s)	Máxima Instantânea (m³/s)
1	21,84	27,7
5	76,74	97,2
10	96,24	121,9
20	115,15	145,9
50	139,95	177,3
100	158,44	200,7

#### 4.7. Vazões mínimas – $Q_{7,10}$

O cálculo da vazão mínima para o trecho do aproveitamento vislumbrado no rio Uberabinha foi feito a partir da estação de monitoramento Fazenda Letreiro. Foi ajustada a distribuição de Weibull aos valores de vazões mínimas de sete dias consecutivos ( $Q_7$ ) da série histórica que vai desde 1976 até 2013. O valor obtido para a vazão mínima média para 10 anos de

período de retorno foi de  $2,47 \text{ m}^3/\text{s}$ , esse valor transferido para o trecho dos aproveitamentos vislumbrados no rio Uberabinha resultou em uma  $Q_{7,10}$  de  $6,98 \text{ m}^3/\text{s}$ .

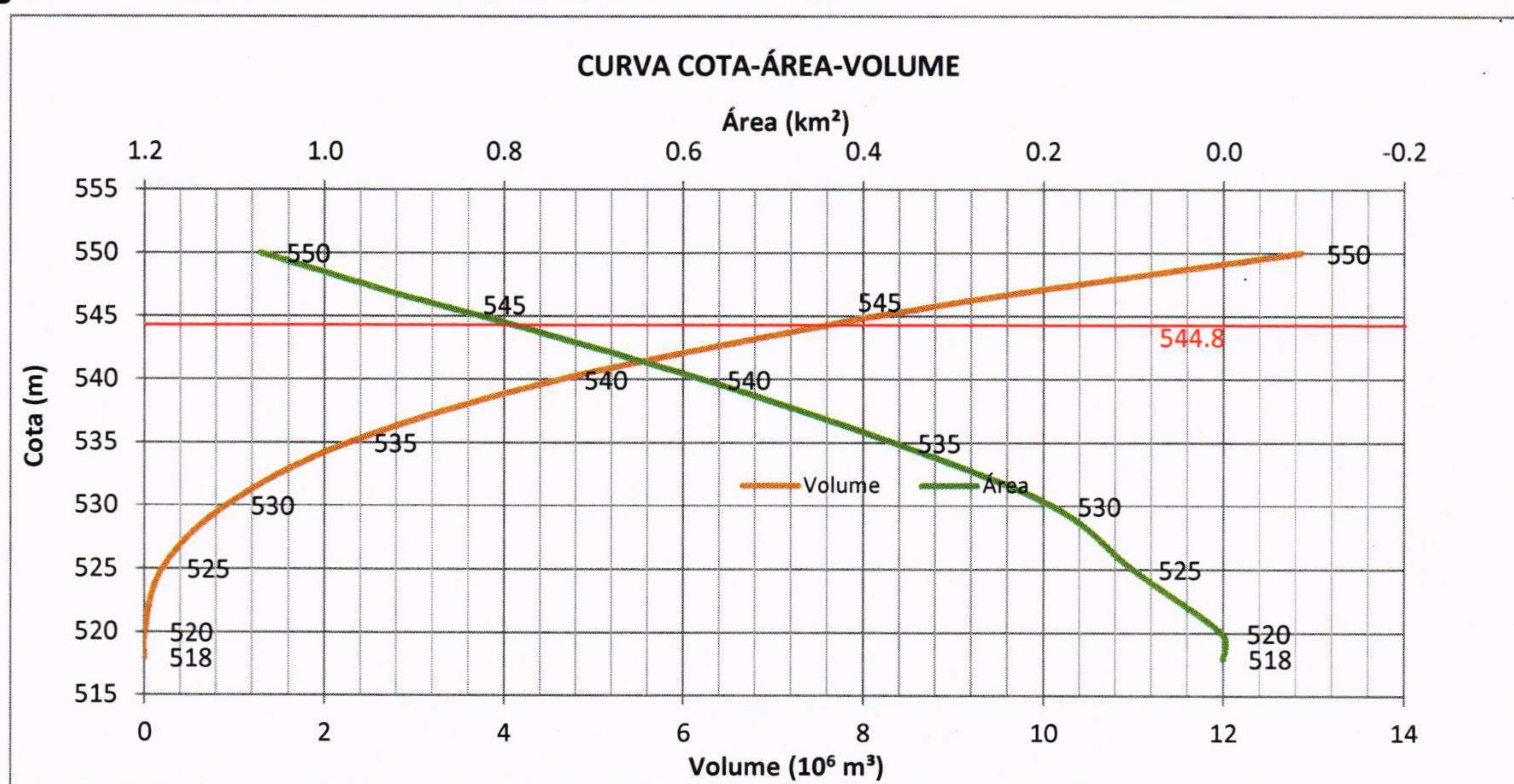
## 4.8. Comportamento dos reservatórios

A metodologia de cálculo do volume do reservatório se baseou no cálculo de tronco de pirâmide que aproxima melhor o resultado, em comparação com o cálculo da área média. Os resultados e as curvas obtidas são apresentados na Tabela 4.12 e Figura 4.11.

**Tabela 4.12.** Curva cota-área-volume das PCH Machado

COTA	ÁREA (km <sup>2</sup> )	VOLUME (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )
520	0,002	0,001
525	0,100	0,195
530	0,190	0,908
535	0,367	2,276
540	0,579	4,621
544,8	0,814	7,948
545	0,825	8,112
546,9	0,925	9,774
550	1,070	12,864

**Figura 4.11.** Curva cota-área-volume da PCH Machado



## Estudos de borda livre

As estruturas de vertedores foram dimensionadas para que a sobrelevação do reservatório para vazões decamilenares fossem de 3,0 metros acima do nível operacional normal. Além dessa sobrelevação, as alturas das ondas e o amortecimento das mesmas foram definidas

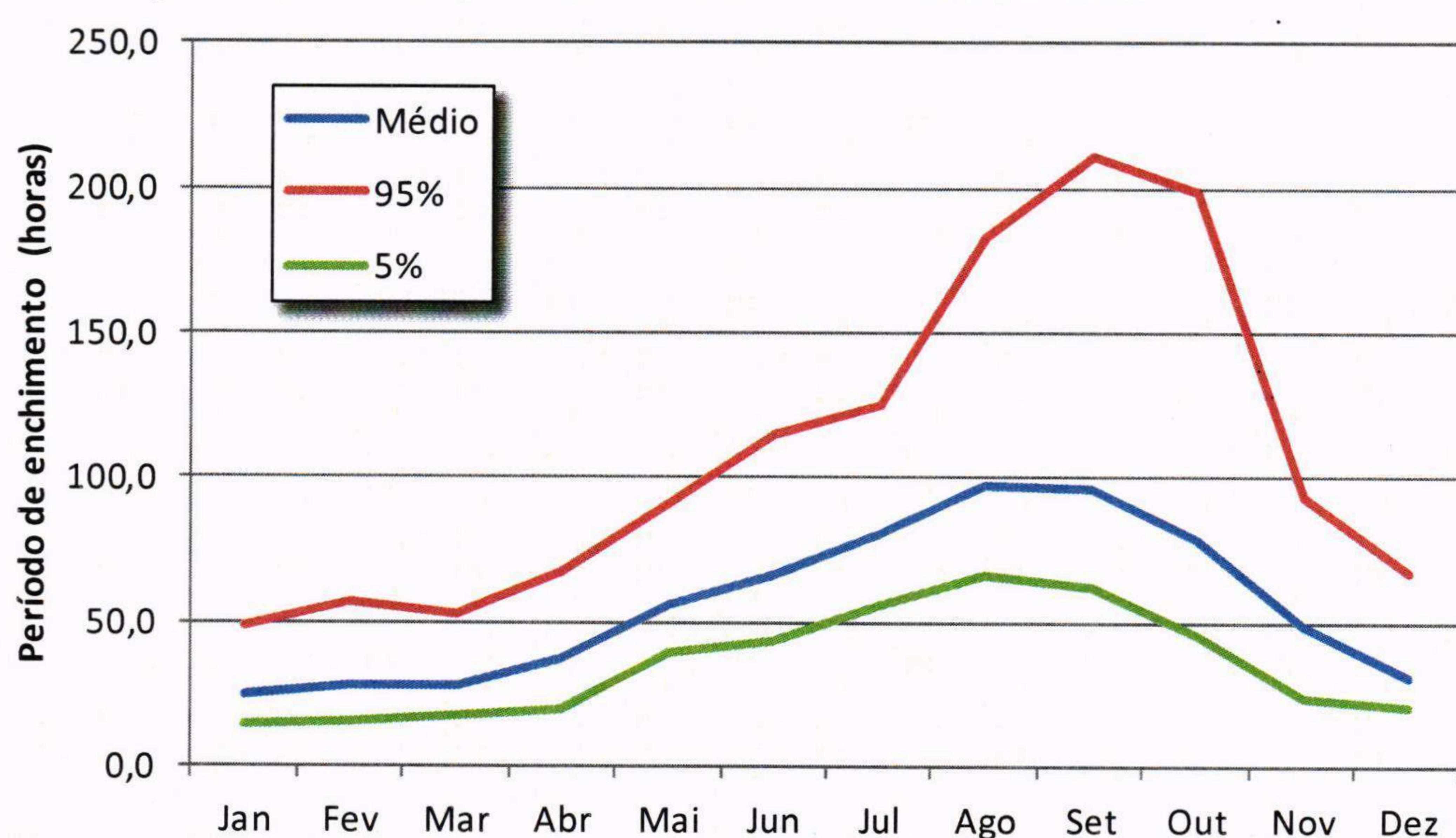
em 0,85 metros acima desse nível, conforme cálculos abaixo. Assim, dado um Fetch de 1,04 km a onda H foi estimada em 0,85m e a borda livre para o empreendimento PCH Machado foi estimado no mesmo em 0,85m. No entanto, foi estabelecida uma folga adicional de 1,70m além do NA máx. maximorum (10.000 anos), fixando a cota da crista das estruturas na elevação 549,50.

### Tempo de residência e enchimento

Pela curva cota-área-volume obtida e apresentada anteriormente, tempos de enchimento prováveis dos reservatórios podem ser calculados, considerando diversas vazões possíveis. Para a PCH Machado, considerando vazões próximas à  $Q_{MLT}$  (35,44 m<sup>3</sup>/s) o tempo de enchimento é de cerca de 61 horas e 30 minutos, ou 2 dias, 13 horas e 30 minutos, aproximadamente. Considerando a vazão de permanência de 95%, o período de enchimento estimado é de 208 horas, ou aproximadamente 8 dias e 16 horas.

A Figura 4.12 ilustra os tempos de enchimento para as vazões com diversos períodos de permanência ao longo dos meses do ano. Essas estimativas foram feitas mês a mês.

**Figura 4.12.** Tempos de enchimento/residência dos reservatórios em horas



### Remanso

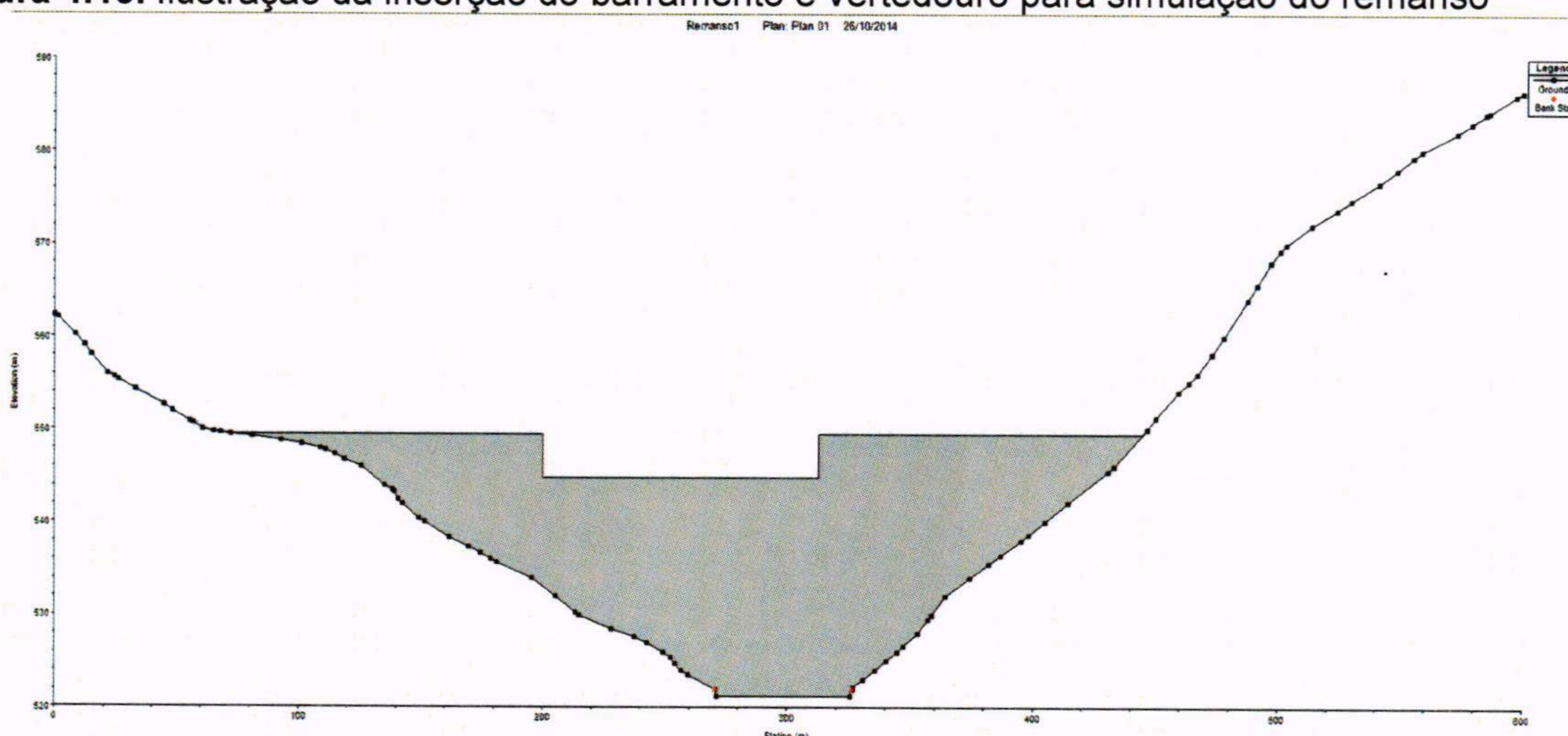
Para os estudos de hidráulica fluvial, foi utilizada a base geométrica dos resultados da restituição aerofotogramétrica e hidráulica fluvial. Nesse caso, foi utilizado o software Hec-Ras. As curvas de remanso apresentadas são referentes à Vazão Média de Longo Término e

nas condições de cheias de 10, 100, 1.000 e 10.000 anos de período de retorno. Para cada uma dessas situações, foram simuladas condições operacionais do barramento de modo a ter uma perspectiva razoável da situação do reservatório, quando da operação da PCH Machado.

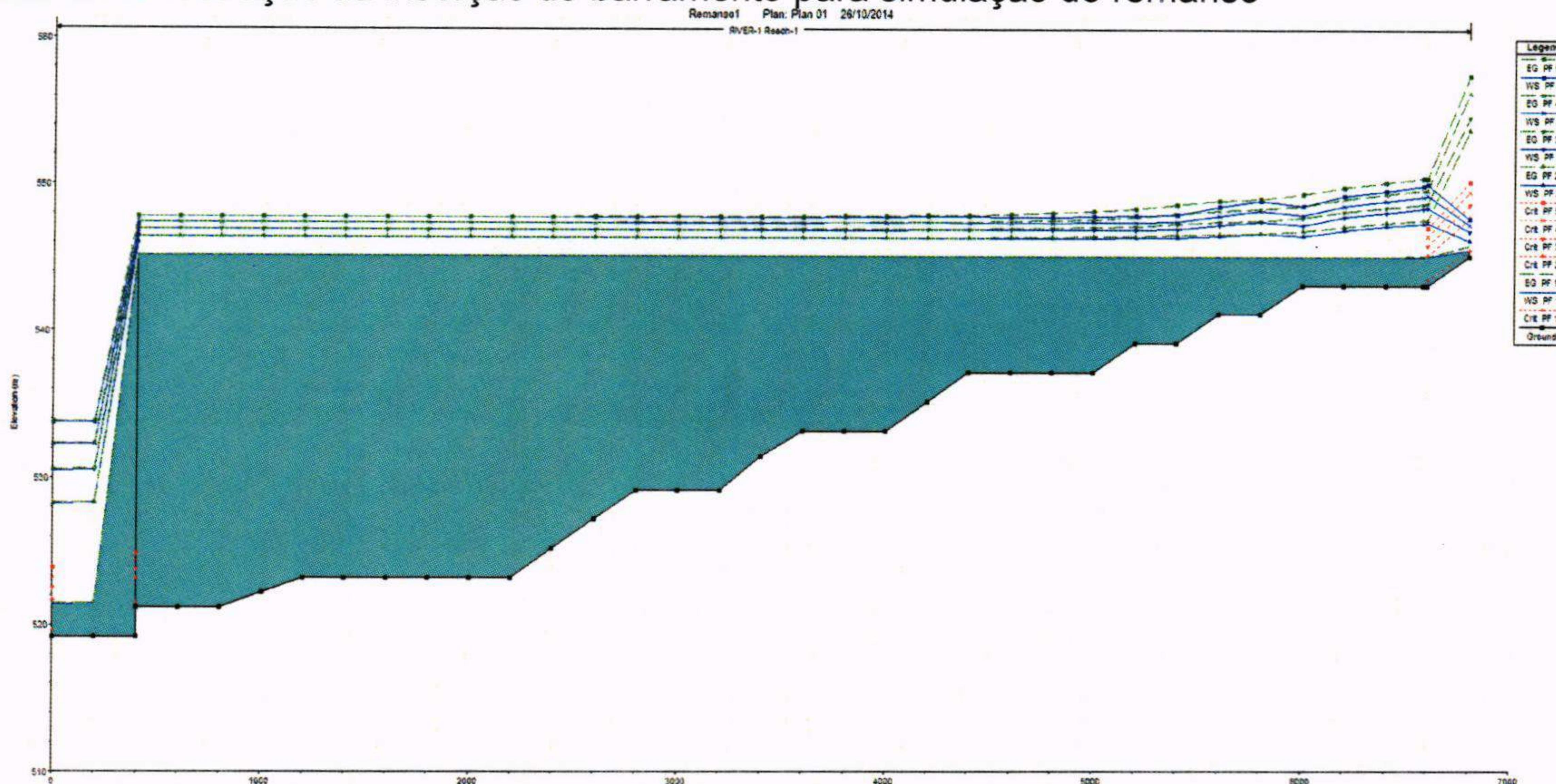
Para o *manning*, utilizou-se, após a calibração do modelo hidráulico, o valor de 0,04, devido as condições futuras serem praticamente as mesmas, já que haverá a necessidade de destoca e limpeza da área do reservatório.

Em primeiro lugar, vale indicar o trecho do rio caracterizado. O comprimento inicial estimado do reservatório foi de 6,34 km. Para simulação do comportamento do reservatório, o software *Hec-Ras* admite a inserção de estruturas de controle. No caso do presente estudo, foi inserido um barramento e sua operação foi simulada. A Figura 4.13 ilustra a inserção da barragem e vertedouro no referido software e a Figura 4.14 e Figura 4.15 apresentam respectivamente o resultado da simulação do reservatório e do rio em na passagem de cheia.

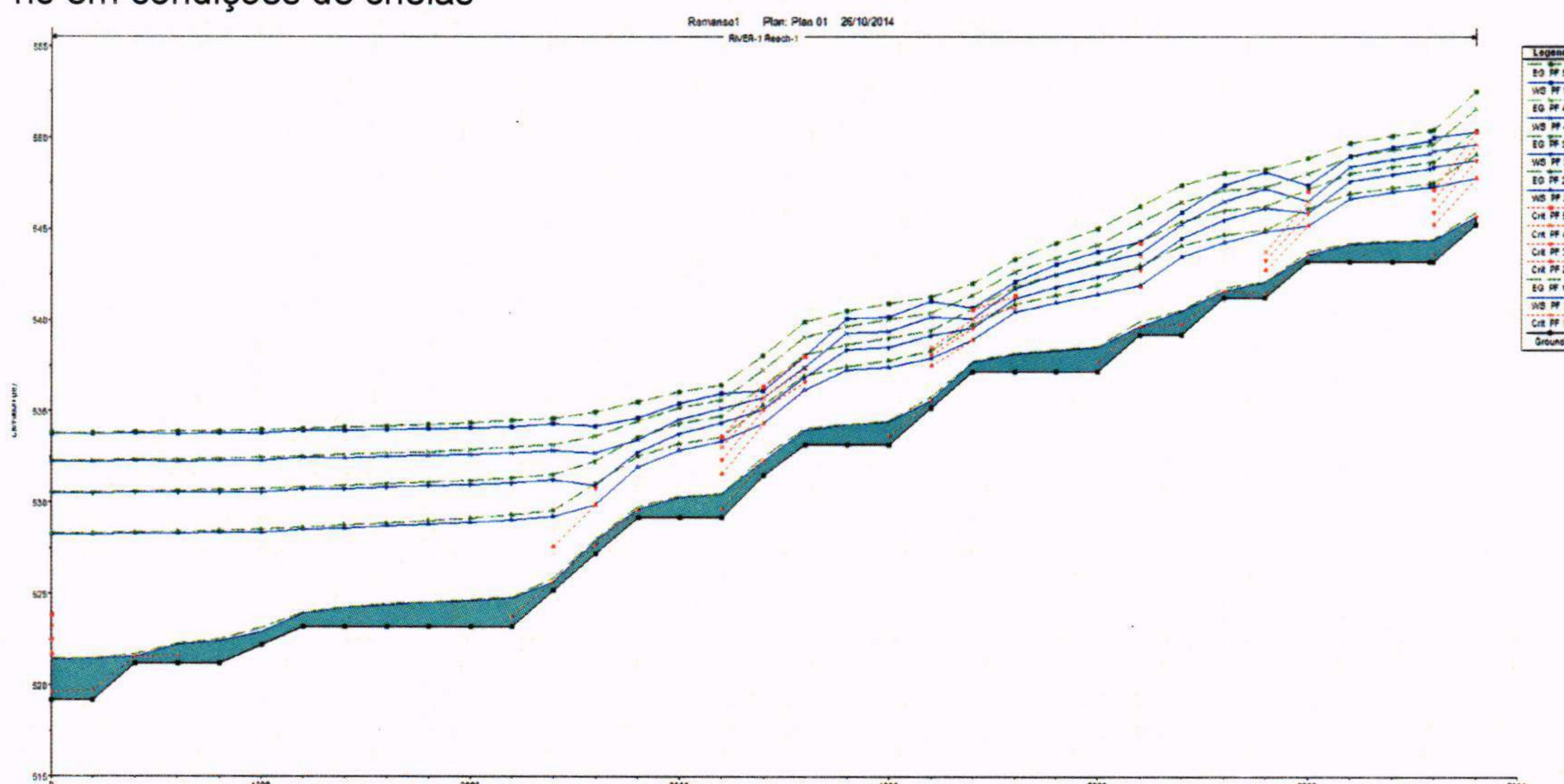
**Figura 4.13. Ilustração da inserção do barramento e vertedouro para simulação do remanso**



**Figura 4.14.** Ilustração da inserção do barramento para simulação do remanso



**Figura 4.15.** Ilustração sem a inserção do barramento para simulação do comportamento natural do rio em condições de cheias



Nota-se que o reservatório passa a ter influência do remanso ao final do trecho, devido a lâmina d'água ser menor do que em regiões mais ao centro do reservatório. Para de fato determinar qual a influência do reservatório sobre o canal de fuga da PCH Malagone, foi necessário realizar a simulação do rio em sua condição natural, sem o barramento, para comparar os níveis d'água para as diversas vazões.

Assim, a Tabela 4.13 apresenta o resultado das simulações e o quanto o reservatório influencia no canal de fuga da PCH Malagone para os eventos de cheias e vazão média.

**Tabela 4.13.** Resultado da simulação hidráulica do reservatório na região do canal de fuga da PCH Malagone

TR	Vazão	Cota com Reservatório	Cota sem Reservatório	Diferença
Qmlt	35.44	545.16	545.13	0.03
10 anos	466.1	547.45	547.26	0.19
100 anos	746.3	548.45	548.3	0.15
1.000 anos	1022	549.28	549.14	0.14
10.000 anos	1295	550.01	549.83	0.18

Importante frisar que a cota do vertedouro foi determinada na Elevação 544,80m exatamente para comportar uma folga devido ao efeito do remanso para uma vazão média ( $Qmlt = 35,44m^3/s$ ), que neste caso resultou em 3cm acima da cota medida no canal de fuga.

Já para as vazões de cheias, a influência do reservatório é praticamente insignificante em comparação às condições normais do rio sem o efeito do remanso, resultando em valores abaixo de 20,00cm.

#### 4.9. Estudos sedimentológicos

Os estudos sedimentológicos descritos no Projeto Básico da PCH Machado (**Anexo I**) buscaram estimar o valor médio da descarga sólida na região do aproveitamento e realizar uma avaliação preliminar da vida útil de seu respectivo reservatório.

Como critério de classificação, do ponto de vista volumétrico, adotou-se como pequeno, o reservatório com volume inferior a  $10hm^3$ . Nessa situação, o reservatório da PCH Machado enquadra-se no critério de pequeno reservatório, uma vez que apresenta um volume de  $7,631hm^3$  em seu NA normal (cota 544,80m).

Foram realizadas medições de descargas sólidas no eixo da PCH Machado, conforme é apresentado nos Apêndices do Projeto Básico (**Anexo I**).

#### Informações sedimentométricas disponíveis

Segundo o Projeto Básico (**Anexo I**), foram realizadas 3 medições de descargas sólidas no eixo da PCH Machado e utilizado os dados de sedimento levantados na bacia de estudo, no entanto, se mostraram insuficientes para caracterização do comportamento sedimentológico do rio Uberabinha. O posto de monitoramento fluirométrico Fazenda Letreiro (código

60381000) apresenta uma série de 40 medições que revelam pouco sobre o comportamento do rio.

Pelo fato de não haver correlação entre as vazões e as cargas de sedimentos, não é possível o estabelecimento de uma curva de sedimentos, acredita-se que um procedimento seguro seja a adoção do valor máximo medido para a descarga de sedimentos, qual seja, 16,17mg/L. Essa postura possibilita uma boa margem de segurança na estimativa de descarga sólida de sedimentos a ser utilizada na determinação de vida útil do reservatório.

Ademais, a presença de reservatórios já em operação à montante do trecho hora inventariado, fazem com que a descarga sólida afluente ao reservatório da PCH Machado está sendo significativamente superestimada.

A carga sólida anual ao reservatório é estimada conforme a equação seguinte:

$$[Q_{MLT} (\text{l/s}) \times \text{Concentração (mg/l)} \times 86.400 (\text{seg/dia}) \times 365 (\text{dias}) \times 1,2] / 10^9 (\text{conversão de mg/l para T/l}) = Q_{ss} (\text{t/ano})$$

Em que  $Q_{MLT}$  corresponde à vazão média de longo termo (35.400L/s), a concentração máxima medida de sedimentos (16,17mg/L), 1,2 é o fator de correção para estimar a parcela de sedimento total (somatório da descarga em suspensão e de fundo). A partir dessa equação, a carga de sedimentos média anual é estimada em 21.662ton/ano.

### Estimativa vida útil do reservatório

A vida útil, no que diz respeito à sedimentologia, é estimada como o tempo necessário para que a cota atingida pelo acúmulo de sedimentos alcance a soleira da tomada d'água. O processo contínuo de deposição diminui gradativamente a capacidade de armazenamento do reservatório, podendo inviabilizar a sua operação ou comprometer o seu funcionamento, acelerando o processo abrasivo nas turbinas. Dessa forma, essa avaliação é essencial para o projeto.

Como referência para o estudo realizado no Projeto Básico, seguiu-se as instruções contidas no Guia de Avaliação de Assoreamento de Reservatórios da ANEEL.

### a) Avaliação da Composição Granulométrica

A granulometria foi obtida após os ensaios de laboratório dos sedimentos retirados da campanha de campo, sendo adotadas, para descarga sólida total, no qual se verificou 100% da amostra em suspensão ser composta de silte e argila, dadas as características da bacia de ser praticamente toda em formações geológicas vulcânica, no caso basalto.

### b) Peso Específico dos Sedimentos

O peso específico aparente  $\gamma_{ap}$  dos depósitos foi determinado pela classificação de Zhide, para reservatórios em longo prazo:

Sedimento	Granulometria (mm)	Peso específico aparente (t/m <sup>3</sup> )
Argila	< 0,005	0,8 a 1,2
Silte	0,005 a 0,05	1,0 a 1,3
Areia média e fina	0,01 a 0,5	1,3 a 1,5
Areia grossa e pedregulho fino	0,5 a 1,0	1,4 a 1,8
Pedregulho médio	> 1,0	1,7 a 2,1

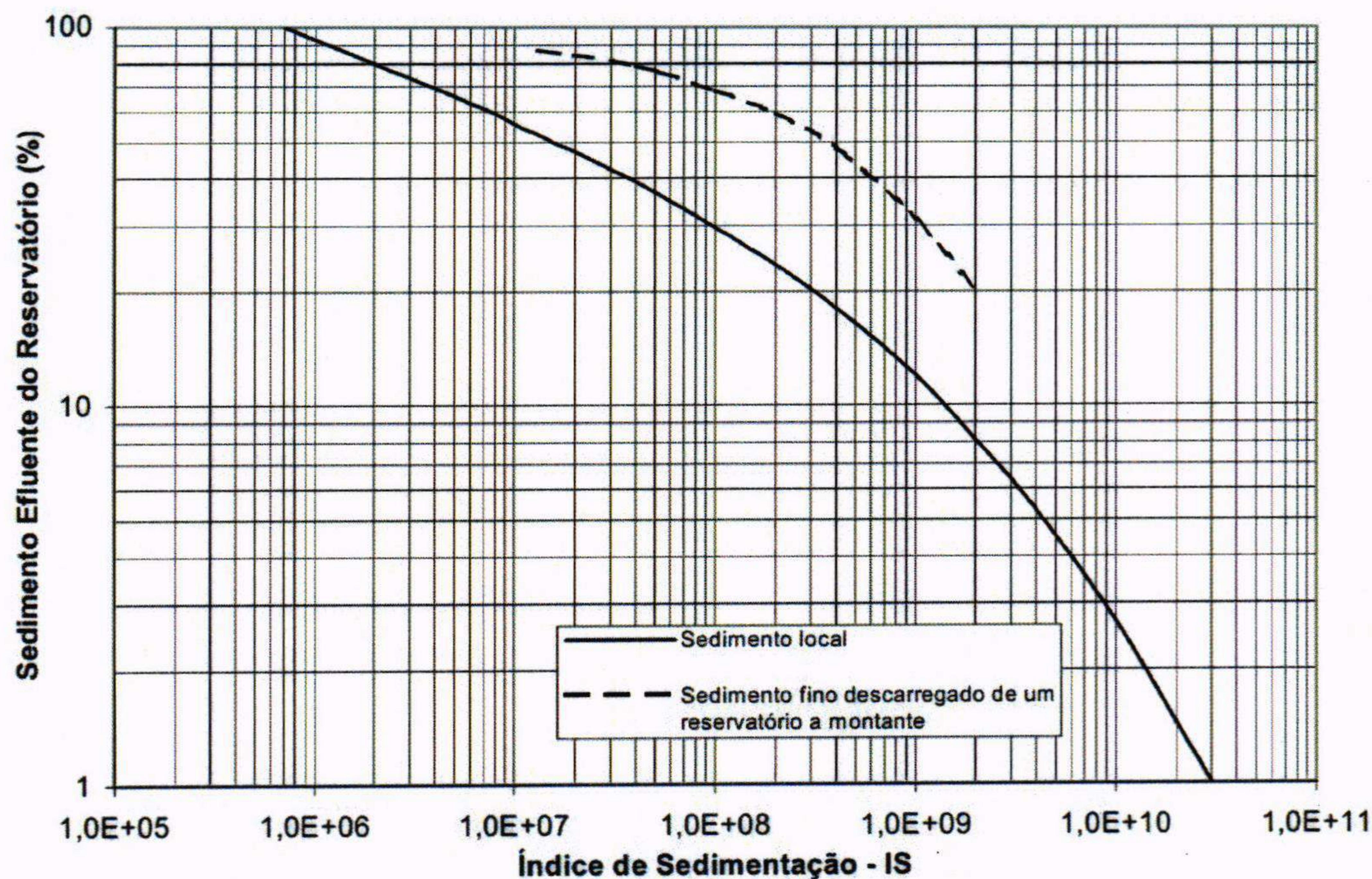
Sendo assim, o  $\gamma_{ap}$  dos depósitos foi a média entre a argila e o silte, conforme medições realizadas em campo, resultando no valor médio de 1,075 t/m<sup>3</sup>

### c) Eficiência de Retenção

Para reservatórios de pequeno porte recomenda-se a utilização da curva de Churchill. Nesta, o eixo das ordenadas representa a porcentagem de sedimentos efluente, ou seja, aquele que passa para jusante do barramento. Assim, a eficiência de retenção é obtida por diferença com 100%.

A curva de Churchill aparece na literatura em 3 versões. A versão utilizada é apresentada na Figura 4.16.

**Figura 4.16.** Retenção de sedimentos no reservatório de acordo com Churchill



O eixo das abscissas corresponde ao valor do índice de Sedimentação do Reservatório IS, que é igual ao período de retenção dividido pela velocidade média do reservatório.

Assim,

$$IS = \frac{\text{Período de retenção}}{\text{Velocidade média}} = \frac{V_{\text{reservatório}}^2}{Q^2 \times L}$$

- IS = Índice de sedimentação do reservatório;
- Vres = Volume do reservatório no nível médio de operação (m<sup>3</sup>);
- Q = Vazão afluente média diária durante o período de estudo (m<sup>3</sup>/s);
- L = Comprimento do reservatório (m).

IS = (7,631\*10<sup>6</sup>)<sup>2</sup> / (35,4<sup>2</sup> \* 6340) = 7,32\*10<sup>6</sup>, correspondendo a 60% curva de Churchill, vazão efluente, e portanto 40% de retenção.

d) Estimativa do Volume Anual de Sedimentos Retidos

Para avaliação do assoreamento dos reservatórios foi utilizada a seguinte expressão:

$$S = \frac{D_{st} \times E_r}{\gamma_{ap}}$$

Sendo:

- S: volume de sedimento retido no reservatório ( $m^3/ano$ );
- Dst: deflúvio sólido total médio anual afluente ao reservatório (t/ano);
- Er: eficiência de retenção do sedimento afluente ao reservatório (%) e fração);
- $\gamma_{ap}$ : peso específico aparente médio dos depósitos (t/ $m^3$ );

Os valores de Dst, Er e  $\gamma_{ap}$  são variáveis com o tempo. A descarga sólida varia com o aumento da erosão na bacia; a eficiência de retenção diminui à medida que aumentam os depósitos de sedimentos no reservatório, e o peso específico aparente médio, por sua vez, se altera com a compactação. A Tabela 4.14 **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta um resumo dos dados de entrada considerados.

**Tabela 4.14.** Resumo dos dados adotados

Q ( $m^3/s$ )	Dst (t/ano)	Volume ( $hm^3$ )	L (m)	Curva ER	El. Soleira TD (m)	Volume morto ( $hm^3$ )
35,44	21.662	7,631	6.340	Churchill	537	2,85

e) Resultados

A Tabela 4.15 apresenta os dados de saída das equações.

**Tabela 4.15.** Resumo dos resultados

IS	Er (%)	Gama ap. ( $t/m^3$ )	S ( $m^3/ano$ )	S ( $hm^3/ano$ )	Período (anos)
7,632E+06	40%	1,075	8.060	0,008060	353

f) Conclusões

Os resultados obtidos mostram que após a verificação dos dados de campo, não há necessidade de se prever dispositivos de desarenação, dada a vida útil de 353 anos.

Esta diferença em relação ao inventário se dá pelos resultados do material de suspensão, por ser praticamente silte e argila, com baixa retenção, e também a elevação da cota do canal de fuga da PCH Machado em relação àquela prevista nos Estudos de Inventário.

Por outro lado, o resultado obtido não considera a influência dos reservatórios de montante que diminuiria ainda mais o valor de retenção de sedimentos.

## 5. OUTROS USOS DA ÁGUA E OUTORGAS

Conforme a consulta realizada junto ao órgão outorgante de águas do rio Uberabinha, o IGAM, foram informadas que todas as outorgas estão apresentadas no site da instituição, conforme Tabela 5.1. Ressalta-se, que os resultados expostos no Projeto Básico foram atualizados neste relatório, no entanto, não afetando o estudo, conforme observa-se a seguir.

**Tabela 5.1. Resumos das outorgas**

EMPREENDIMENTO	CONCESSÃO	LATITUDE	LONGITUDE	RECURSO HÍDRICO	VAZÃO [m <sup>3</sup> /s]	FINALIDADES	UNIDADE DE ANÁLISE
PRAIA CLUBE	01/06/2004	18° 56' 5"	48° 17' 31"	Rio Uberabinha	0.0142	Irrigação	IGAM
FAZENDA PRINCESA DOS CAMPOS	22/01/2004	19° 1' 9"	48° 5' 14"	Rio Uberabinha	0.005	Irrigação, Dessedentação de animais	IGAM
DMAE/ DEPTO. MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO DE UBERLÂNDIA CAPTAÇÃO BOM JARDIM	15/12/1998	18° 59' 14"	48° 14' 48"	Rio Uberabinha	3.7	Consumo humano, Abastecimento público	IGAM
ABÍLIO PEREIRA DE MENDONÇA FILHO	16/12/2006	18° 45' 39"	48° 26' 44"	Rio Uberabinha		Extração mineral	SUPRAMTM
PRAIA CLUBE	02/09/2008	18° 56' 04"	48° 17' 30"	Rio Uberabinha		Navegação esportiva	SUPRAMTM
PRAIA CLUBE	25/10/2008	18°55'52"	48°17'32"	Rio Uberabinha	0.0	Irrigação	
PRAIA CLUBE	25/10/2008	18°55'57"	48°17'34"	Rio Uberabinha	0.0	Irrigação	
WANERG ENERGETICA LTDA - PCH CACHOEIRA DO MINE DMAE - DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO DE UBERLÂNDIA	29/05/2009	18°44' 17"	48° 28' 5"	Rio Uberabinha		Geração de energia	
ABC AGRICULTURA E PECUÁRIA S/A	27/08/2005	18° 53' 14"	48° 26' 22"	Rio das Pedras	0.0862	Irrigação	DVRC-TEC
ALEXANDRE FONSECA MARQUEZ	16/06/2004	18° 57' 0"	48° 23' 16"	Rio das Pedras	0.002	Dessedentação de animais	IGAM
SILAS ROBERTO MARTINS	16/03/2004	18° 47' 29"	48° 29' 35"	Rio das Pedras	0.013	Irrigação e animais	IGAM
WANERG ENERGETICA LTDA - PCH MALAGONE	02/10/2008	18° 40' 50"	48° 29' 57"	Rio Uberabinha		Geração de energia	IGAM
FAUSTO PEREIRA BATISTA	29/11/2014	19° 12' 15"	47° 57' 50"	Rio Uberabinha	0,075	Irrigação	SUPRAMTM
FERNANDO ANTONIO ANDRADE E OUTROS	13/08/2015	19° 14' 51"	47° 56' 40"	Rio Uberabinha	0,058	Irrigação	SUPRAMTM
JOÃO ALVES PEIXOTO FAZENDA HOTEL	18/04/2012	18° 41' 23"	48° 31' 04"	Rio das Pedras	0,380	Consumo humano, paisagismo	IGAM

Fonte: Site IGAM – MG 2017

Observa-se na Tabela 5.1 que Departamento Municipal de Água e Esgoto – DMAE de Uberlândia, outorgou cerca de  $3,7\text{m}^3/\text{s}$  no rio Uberabinha, nos quais apenas  $2,0\text{m}^3/\text{s}$  serão efetivamente consumidos pela empresa, de acordo com informações obtidas nas consultas com o DMAE e  $2,0\text{m}^3/\text{s}$  no ribeirão Bom Jardim, correspondendo praticamente à toda outorga da bacia do rio Uberabinha. Ambas outorgas de maior valor expressivo são de uso consuntivo, porém existe uma taxa de retorno à bacia, estimado em 60%, conforme relação entre vazão média da Estação de Tratamento de Esgoto – ETE da cidade de Uberlândia que é de  $2,335\text{m}^3/\text{s}$  e a vazão outorgada de captação da Estação de Tratamento de Água Sucupira e Bom Jardim de  $4,0\text{m}^3/\text{s}$ .

Após atualização das outorgas em relação ao Projeto básico observou-se o incremento de três processos de outorga, totalizando uma vazão de  $0,513\text{m}^3/\text{s}$ , no entanto, a captação referente ao Hotel Fazenda Rio das Pedras ( $0,38\text{m}^3/\text{s}$ ) é realizada entre os meses de novembro e março, sendo que no restante do ano a captação é de apenas  $0,08\text{m}^3/\text{s}$ . Além disso, a captação em questão é realizada por um canal de adução até um lago artificial e que posteriormente retorna ao rio das Pedras. Sendo assim, considerou-se apenas 20% da captação de maior volume.

#### Resumo dos usos consultivos d'água (efetivos):

- ETA Bom Jardim:  $0,8\text{m}^3/\text{s}$  (40% de  $2,0\text{m}^3/\text{s}$ );
- ETA Sucupira:  $0,8\text{m}^3/\text{s}$  (40% de  $2,0\text{m}^3/\text{s}$ );
- Demais usos:  $0,1204\text{m}^3/\text{s}$ ;
- Atualização:  $0,133\text{m}^3/\text{s} + 0,076\text{m}^3/\text{s}$  (20% de  $0,38\text{m}^3/\text{s}$ );
- **TOTAL:  $1,9294\text{ m}^3/\text{s}$ .**

Para todos os efeitos, o Projeto Básico (**Anexo I**) considerou a vazão consuntiva (efetiva) total de  **$1,7204\text{ m}^3/\text{s}$**  que foi devidamente subtraída da série história de vazões médias para efeito do cálculo energético do potencial identificado.

Deve-se considerar a presença da UHE de Itumbiara que possui como cota máxima do reservatório a Elevação 520,00. Ressalta-se que tanto a UHE Itumbiara quanto a PCH Malagone, a última da cascata do último inventário aprovado pela ANEEL, já estão em operação comercial. Sendo assim, a PCH em estudo, apenas complementa o trecho remanescente entre as duas usinas supracitadas.

Em relação à identificação de possíveis conflitos pelo uso das águas e os possíveis usos dos recursos hídricos, a bacia do rio Uberabinha possui duas importantes considerações, a principal é a captação para abastecimento de água da cidade de Uberlândia e para geração de energia hidrelétrica. Hoje, a região em estudo não possui conflitos de uso dos recursos hídricos instalado e a construção do aproveitamento hidrelétrico pretendido não acarreta em conflitos com os outros usos da água da bacia – atuais e futuros.

## 6. REFERÊNCIAS

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Dados 1995 – 2013**. Disponível em: <[http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/Box%20Mercado%20de%20Energia/Consumo%20anual%20de%20energia%20el%C3%A9trica%20por%20classe%20\(nacional\)%20-201995-2013.xls](http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/Box%20Mercado%20de%20Energia/Consumo%20anual%20de%20energia%20el%C3%A9trica%20por%20classe%20(nacional)%20-201995-2013.xls)>. Acesso em 15 jun. 2015.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Relatório final 2014**. Disponível em: <[https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio\\_Final\\_BEN\\_2014.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2014.pdf)>. Acesso em 15 jun. 2015.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS – IGAM. **Portaria nº 49**, de 01 de julho de 2010. Estabelece os procedimentos para a regularização do uso de recursos hídricos do domínio do Estado de Minas Gerais.

R3 ENGENHARIA E CONSULTORIA – **Projeto Básico PCH Machado**, Volume 1 – Texto (Relatório Final), de outubro de 2014.

Ofício nº 222/2018-SCG/ANEEL

Brasília, 10 de abril de 2018.

Ao Senhor  
**GERALDO VITOR DE ABREU**

Subsecretário da Subsecretaria de Gestão e Regularização de Recursos Hídricos - Semad/MG  
 Rodovia João Paulo II, nº 4.143, Bairro Serra Verde.  
 31630-900 – Belo Horizonte - MG

Assunto: **Solicitação de Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica da PCH Machado.**  
 Processo ANEEL nº 48500.005215/2013-35.

Senhor Subsecretário,

1. Fazemos referência ao processo da PCH Machado, localizada no rio Uberabinha, sub-bacia 60, na bacia hidrográfica do rio Paraná, nos municípios de Uberlândia e Tupaciguara, estado de Minas Gerais.
2. Informamos que o Despacho de Registro de Adequabilidade do Sumário Executivo (DRS-PCH) desse empreendimento, que tem como finalidade permitir que a ANEEL solicite a Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica e que o interessado requeira o licenciamento ambiental pertinente junto ao órgão competente, foi publicado no D.O.U. em 10 de abril de 2018 (Despacho nº 758, de 05 de abril de 2018).
3. Dessa forma, solicitamos a Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica referente à PCH Machado, cujo projeto básico é de responsabilidade da R3 Engenharia e Consultoria S/S e da Imagem Sistemas de Informações Ltda., e encaminhamos (i) cópia da Nota Técnica referente à análise da ANEEL e (ii) dois DVDs contendo os estudos apresentados para apreciação dessa Subsecretaria quanto à emissão da DRDH.
4. Por fim, visando celeridade ao processo, informações adicionais necessárias à análise pela Semad/MG podem ser solicitadas diretamente ao empreendedor, no caso, o Sr. Bruno Nogueira da Costa, E-mail: bruno.costa@r3engenharia.com.br, tel (61) 9-8425-8530.

Atenciosamente,

(ASSINADO DIGITALMENTE)  
**HÉLVIO NEVES GUERRA**  
 Superintendente de Concessões e Autorizações de Geração

\SCG\84\ Oficio\_221LF1004

C/C: Bruno Nogueira da Costa, Diretor, R3 Engenharia e Consultoria, Avenida Parque Águas Claras, lote 3820, Bloco A – 603, Águas Claras, CEP 71930-000 – Brasília – DF

**SGAN - Quadra 603 / Módulos "I" e "J"**  
**CEP: 70830-110 - Brasília - DF - Brasil**  
**Tel. 55 (61) 2192-8600**  
**Ouvidoria: 167**  
**[www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br)**

48524.002165/2018-00



ARQUIVO ASSINADO DIGITALMENTE. CÓDIGO DE VERIFICAÇÃO: 76BA7B5C0044E8BD.

CONSULTE EM <http://sicnet2.aneel.gov.br/sicnetweb/v.aspx>

Ofício nº 222/2018-SCG/ANEEL

Brasília, 10 de abril de 2018.

Ao Senhor  
**GERALDO VITOR DE ABREU**  
 Subsecretário da Subsecretaria de Gestão e Regularização de Recursos Hídricos - Semad/MG  
 Rodovia João Paulo II, nº 4.143, Bairro Serra Verde.  
 31630-900 – Belo Horizonte - MG

Assunto: **Solicitação de Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica da PCH Machado.**  
 Processo ANEEL nº 48500.005215/2013-35.

Senhor Subsecretário,

1. Fazemos referência ao processo da PCH Machado, localizada no rio Uberabinha, sub-bacia 60, na bacia hidrográfica do rio Paraná, nos municípios de Uberlândia e Tupaciguara, estado de Minas Gerais.
2. Informamos que o Despacho de Registro de Adequabilidade do Sumário Executivo (DRS-PCH) desse empreendimento, que tem como finalidade permitir que a ANEEL solicite a Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica e que o interessado requeira o licenciamento ambiental pertinente junto ao órgão competente, foi publicado no D.O.U. em 10 de abril de 2018 (Despacho nº 758, de 05 de abril de 2018).
3. Dessa forma, solicitamos a Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica referente à PCH Machado, cujo projeto básico é de responsabilidade da R3 Engenharia e Consultoria S/S e da Imagem Sistemas de Informações Ltda., e encaminhamos (i) cópia da Nota Técnica referente à análise da ANEEL e (ii) dois DVDs contendo os estudos apresentados para apreciação dessa Subsecretaria quanto à emissão da DRDH.
4. Por fim, visando celeridade ao processo, informações adicionais necessárias à análise pela Semad/MG podem ser solicitadas diretamente ao empreendedor, no caso, o Sr. Bruno Nogueira da Costa, E-mail: bruno.costa@r3engenharia.com.br, tel (61) 9-8425-8530.

Atenciosamente,

(ASSINADO DIGITALMENTE)  
**HÉLVIO NEVES GUERRA**  
 Superintendente de Concessões e Autorizações de Geração

\SCG\84\ Ofício\_221LF1004

C/C: Bruno Nogueira da Costa, Diretor, R3 Engenharia e Consultoria, Avenida Parque Águas Claras, lote 3820, Bloco A – 603, Águas Claras, CEP 71930-000 – Brasília – DF

*SGAN - Quadra 603 / Módulos "I" e "J"*  
 CEP: 70830-110 - Brasília - DF - Brasil  
 Tel. 55 (61) 2192-8600  
 Ouvidoria: 167  
[www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br)

48524.002165/2018-00



ARQUIVO ASSINADO DIGITALMENTE. CÓDIGO DE VERIFICAÇÃO: 76BA7B5C0044E8BD.

CONSULTE EM <http://sicnet2.aneel.gov.br/sicnetweb/v.aspx>

São José dos Campos, 20 de março de 2018

## AUTORIZAÇÃO

A empresa IMAGEM SISTEMAS DE INFORMAÇÕES LTDA / PCH Machado, CNPJ 07.668.045/0001-88, localizada nas Coordenadas Geográficas 18°38'24" de Latitude Sul e 48°31'13" de Longitude Oeste, Zona Rural, no município de Tupaciguara – MG, AUTORIZA a empresa EKOS PLANEJAMENTO AMBIENTAL LTDA, inscrita no CNPJ 14.357.805/0001-00, juntamente com ALISSON MARTINS DE OLIVEIRA, portador do RG MG-14.304.511 e CPF 070.067.666-05; AMARA BORGES AMARAL, portadora do RG 3802239 e CPF 042.692.236-60; ROGÉRIO VICTOR S. GONÇALVES, portador do RG MG-15.639.216 e CPF 087.505.866-37; ISABELLA GOULART DE AVILA MG-18.987.508 e CPF 076.438.796-05 a representá-la perante a SUPRAM TMAP – Superintendência Regional de Regularização Ambiental do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, no que se refere aos processos de Regularização Ambiental, para fins de protocolo de documentos, inclusive assinatura de FCE, recebimento de FOB, formalização de processo de licenciamento ambiental, retirada de licenças ambientais e outros protocolos que se fizerem necessários.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Geraldo Malta'.

Nome

Cargo

**Geraldo Malta**  
Diretor Executivo

MAPA  
DOCUMENTO NÃO DIGITALIZÁVEL

MAPA  
DOCUMENTO NÃO DIGITALIZÁVEL