



FUNDAÇÃO
renova

Avaliação Hidrológica – Paracatu de Baixo

Sumário

1	Introdução	7
1.1	Considerações Gerais	7
1.2	Considerações Específicas	8
2	Caracterização Física	1
2.1	Localização	1
2.2	Climatologia	2
2.3	Recursos Hídricos	3
3	Estimativa da Disponibilidade Hídrica Superficial	21
3.1	Estimativa da Demanda	21
3.1.1	Consumo Humano	21
3.1.2	Dessedentação animal	22
3.2	Estimativa da Disponibilidade	22
4	Considerações Finais	26

Índice de Ilustrações

Figura 1- Localização do rio Piranga (D01) na bacia hidrográfica do rio Doce.	9
Figura 2- Localização do município de Mariana na bacia hidrográfica do rio Piranga (D01).	1
Figura 3- Localização do subdistrito de Monsenhor Horta.	1
Figura 4- Localização Comunidade de Paracatu de Baixo.....	2
Figura 5- Localização da área anfitriã para a comunidade de Paracatu de Baixo.....	4
Figura 6- Localização bacia hidrográfica do córrego do Coelho na área do reassentamento de Paracatu de Baixo.	5
Figura 7- Distribuição das vazões específicas médias de longo período nos postos fluviométricos da bacia do rio Doce (NHC-RHAMA, 2017)	6
Figura 8- Distribuição das vazões específicas $Q_{7,10}$ nos postos fluviométricos da bacia do rio Doce (NHC-RHAMA, 2017)	7
Figura 9- Divisão da bacia do rio Doce para a regionalização das vazões (NHC-RHAMA, 2017)	8
Figura 10- Áreas de análise para disponibilidade hídrica para atendimento à área anfitriã	9
Figura 11- Áreas de análise para disponibilidade hídrica Afluente ao Córrego do Coelho	10
Figura 12- Áreas de análise para disponibilidade hídrica Afluente ao Córrego do Coelho – A1	11
Figura 13- Áreas de análise para disponibilidade hídrica Afluente ao Córrego do Coelho – A2	12
Figura 14- Áreas de análise para disponibilidade hídrica Afluente ao Córrego do Coelho – A3	13

Figura 15- Áreas de análise para disponibilidade hídrica Afluente ao Córrego do Coelho – A4	14
Figura 16- Área de análise para disponibilidade hídrica Córrego Jacuba	15
Figura 17- Área de análise para disponibilidade hídrica Córrego Crasto	16
Figura 18- Área de análise para disponibilidade hídrica Ribeirão do Peixe	17
Figura 19- Área de análise para disponibilidade hídrica Gualaxo do Norte	18

Índice de Quadros

Quadro 1- Equações de Regionalização para a Região Oeste – Córrego do Coelho (Figura 11)	10
Quadro 2- Equações de Regionalização para a Região Oeste – afluente ao Córrego do Coelho (Figura 12)	10
Quadro 3- Equações de Regionalização para a Região Oeste – afluente ao Córrego do Coelho (Figura 13)	12
Quadro 4- Equações de Regionalização para a Região Oeste – afluente ao Córrego do Coelho (Figura 14)	13
Quadro 5- Equações de Regionalização para a Região Oeste – afluente ao Córrego do Coelho (Figura 15)	14
Quadro 6- Equações de Regionalização para a Região Oeste – Córrego Jacuba (Figura 16)	15
Quadro 7- Equações de Regionalização para a Região Oeste – Córrego Crasto (Figura 17)	16
Quadro 8- Equações de Regionalização para a Região Oeste – Ribeirão do Peixe (Figura 18)	17
Quadro 9- Equações de Regionalização Rio Gualaxo do Norte (Figura 19)	18
Quadro 10- Resumo das disponibilidades hídricas passíveis de serem outorgáveis.....	19
Quadro 11- Demanda per capita	21
Quadro 12- Demanda total	22
Quadro 13- Resumo das disponibilidades hídricas passíveis de serem outorgáveis.....	23
Quadro 14- Resumo das disponibilidades hídricas passíveis de serem outorgáveis.....	26

APRESENTAÇÃO

O presente relatório visa uma análise hidrológica determinação das vazões características e verificação da possibilidade de atendimento à demanda para abastecimento humano e/ou animal para o reassentamento das comunidades impactadas, mais especificamente à comunidade de Paracatu de Baixo.

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

A onda gerada com rompimento da barragem do Fundão, pertencente ao complexo minerário de Germano em Mariana, atingiu comunidades localizadas ao longo do rio Doce.

A comunidade de Paracatu de Baixo, localizada nas margens do rio Gualaxo do Norte - rio esse contribuinte do rio Doce, teve toda a sua infraestrutura impactada pela onda advinda do rompimento.

Diante desse cenário, vem-se desenvolvendo ações para reassentar a comunidade fornecendo toda uma infraestrutura que possibilite a instalação dos moradores de forma que os mesmos possam manter, o mais próximo possível, toda a estrutura social existente antes do evento.

Nesse sentido, como parte primordial do componente de infraestrutura, faz-se necessário o atendimento a dois usos da água, quais sejam: o abastecimento humano e a dessedentação animal.

Ressalta-se que as características da água para atendimento aos referidos usos diferem de acordo com a legislação brasileira. Para o abastecimento humano, a água precisa, após tratamento, atender à Portaria 2.914/2011 do Ministério das Cidades. Já para consumo animal o padrão de potabilidade da água é determinado pela Resolução Conama 357/05. Segundo essa Resolução, a água de dessedentação animal pertence à classe 3 de água doce, e permite até NMP 1.000/100 mL de coliformes termotolerantes. Ou seja, a água para consumo humano precisa atender a um padrão mais rigoroso de qualidade, o qual é obtido por meio de tratamento da água bruta.

Entretanto, antes de se avaliar a qualidade da água para consumo, seja animal, seja humano, se faz necessário avaliar a sua disponibilidade na natureza. Ou seja, se há quantidade suficiente para atendimento das demandas da área em análise.

Portanto, o presente relatório visa avaliar a disponibilidade hídrica superficial da região para atendimento à demanda de abastecimento dos moradores de Paracatu de Baixo.

1.2 CONSIDERAÇÕES ESPECÍFICAS

A bacia hidrográfica do rio Doce compreende uma área total de drenagem de cerca de 83.400 km², dos quais 86% pertencem ao estado de Minas Gerais e o restante ao estado do Espírito Santo. Limita-se ao sul com a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, a oeste com a bacia do rio São Francisco e, em pequena extensão, com a do rio Grande. Ao Norte, limita-se com a bacia dos rios Jequitinhonha e Mucuri e a noroeste com a bacia do rio São Mateus.

O rio Doce, com uma extensão de 853 km, tem como formadores os rios Piranga e do Carmo, cujas nascentes estão situadas nas encostas das serras da Mantiqueira e Espinhaço, nos municípios de Ressaquinha e Ouro Preto, onde as altitudes atingem cerca de 1.200 m. Em seu trecho inicial, o rio Doce escoar no sentido SW-NE, e após o município de Governador Valadares modifica seu sentido para NW-SE. Na divisa entre os estados de Minas Gerais e Espírito Santo, o rio Doce passa a escoar para o Leste, desaguando no Oceano Atlântico próximo ao povoado de Regência, município de Linhares.

Os principais afluentes do rio Doce, além de seus dois formadores: são, pela margem esquerda, os rios Piracicaba, Santo Antônio e Suaçuí Grande, em Minas Gerais, Pancas e São José, no Espírito Santo; pela margem direita os rios Casca, Matipó, Caratinga-Cuieté e Manhuaçu, em Minas Gerais, e Guandu no Espírito Santo. Além desses principais tributários, também contribuem para a formação do rio Doce os rios Corrente Grande, Suaçuí Pequeno, Santa Joana e Santa Maria do Rio Doce.

A área de estudo do presente relatório, comunidade de Paracatu de Baixo, está inserida na bacia do rio Piracicaba, sub-bacia do rio Piranga, pertencente a Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos – D01 (UPGRH- D01), que se trata da bacia hidrográfica do rio Piranga (Figura 1).

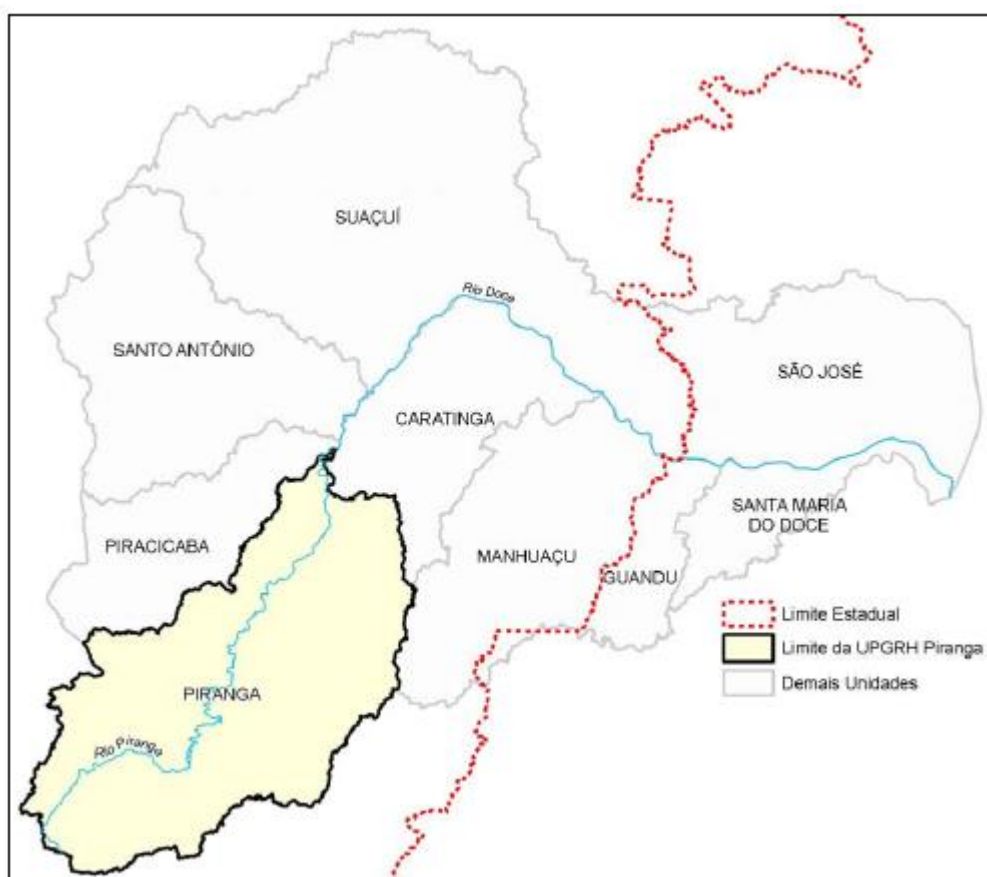


Figura 1- Localização do rio Piranga (D01) na bacia hidrográfica do rio Doce.

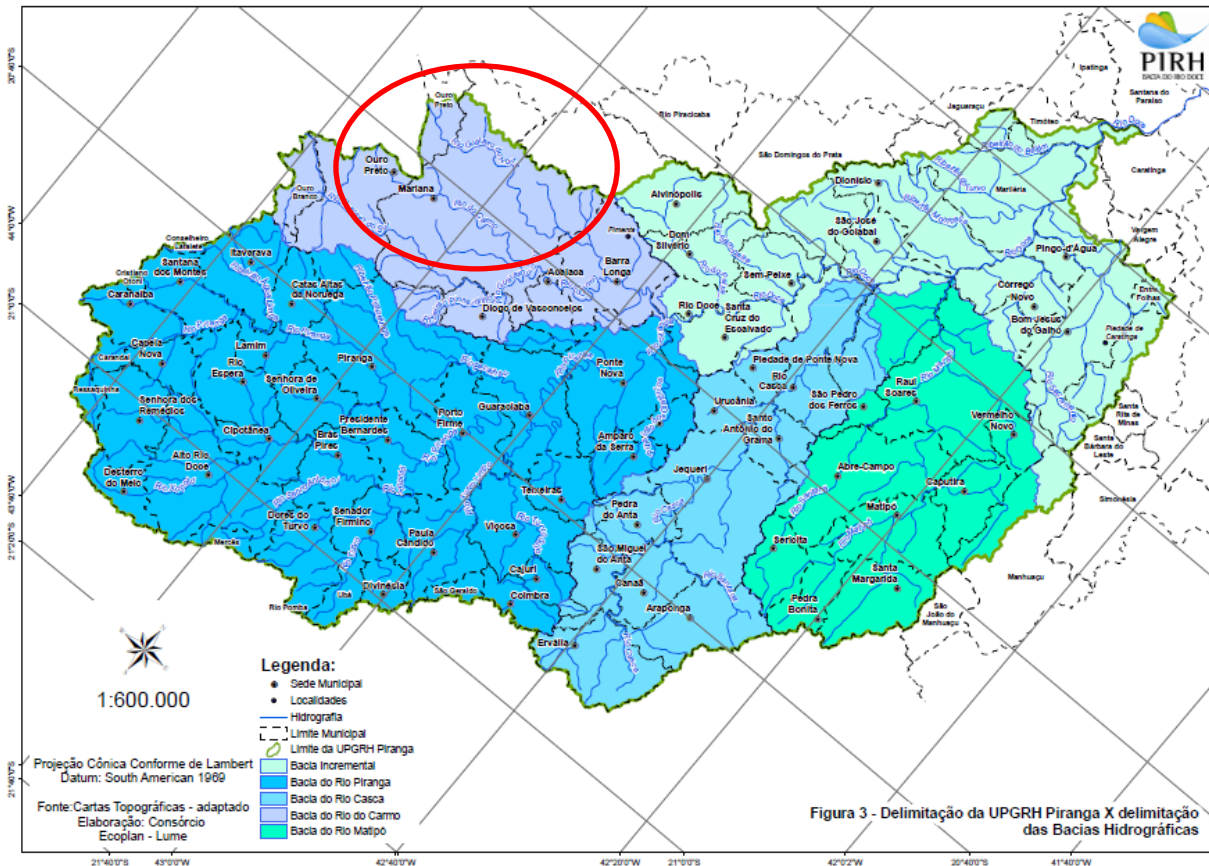


Figura 2- Localização do município de Mariana na bacia hidrográfica do rio Piranga (D01).

2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA

2.1 LOCALIZAÇÃO

De acordo com o PMSB (Mariana, 2014), a localidade de Paracatu de Baixo trata-se de um subdistrito pertencente ao Distrito de Monsenhor Horta, município de Mariana (Figura 1). Localiza-se nas coordenadas 20°18'16.84"S e 43°13'48.85"O (Figura 2).

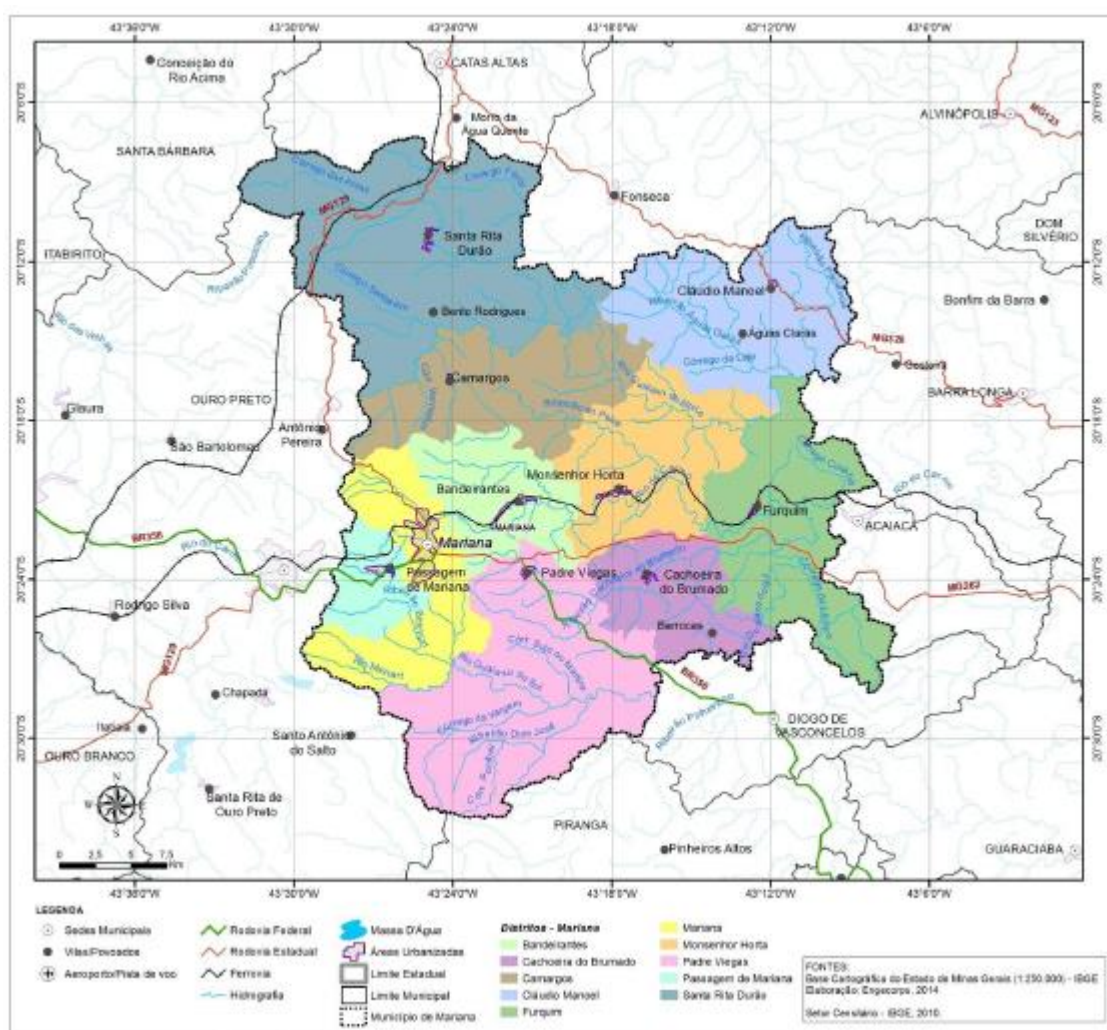


Figura 3- Localização do subdistrito de Monsenhor Horta.

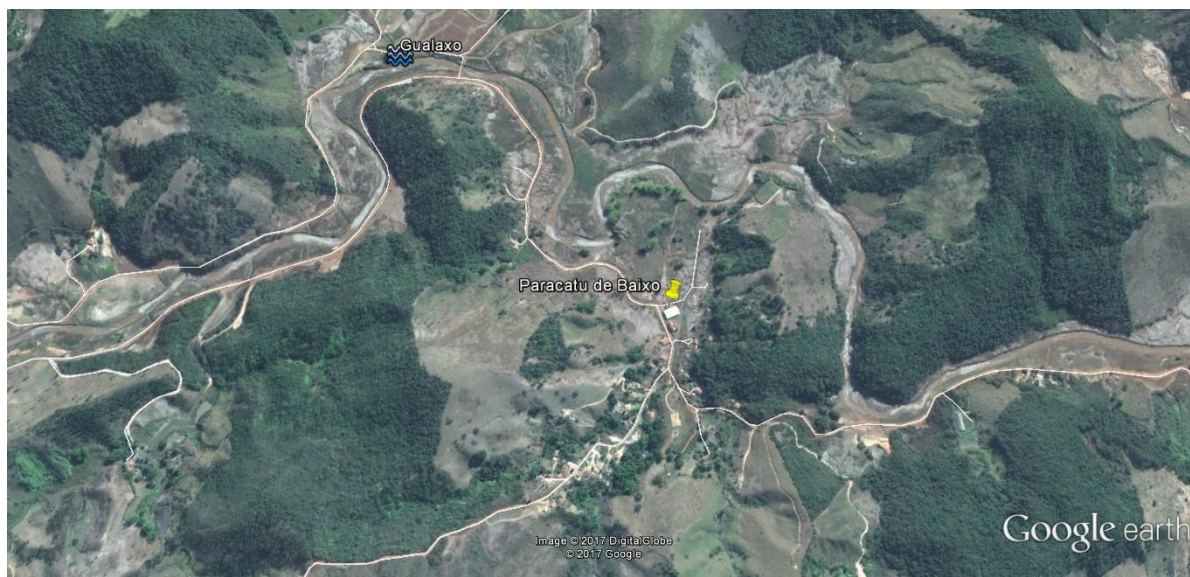


Figura 4- Localização Comunidade de Paracatu de Baixo

2.2 CLIMATOLOGIA

O município de Mariana está totalmente inserido na faixa de clima tropical, sendo normalmente caracterizada por uma não conformidade climática, ditada pelas peculiaridades do relevo, que condicionam, entre outras coisas, o fluxo das massas de ar.

De acordo com a classificação de Köppen, Mariana encontra-se a uma altitude média elevada, com clima do tipo Cwa, o que indica clima tropical de altitude, com chuvas de verão e verões quentes (Cfa). Nesse município, a temperatura média anual é de 20,6 °C e a precipitação anual é de 1.297 mm.

A precipitação se distribui durante o ano em dois períodos bem definidos, ou seja, verão chuvoso e inverno seco. A variação dos índices pluviométricos nas diferentes partes dessa unidade é bastante significativa, variando de cerca de 1.200 mm a 1.500 mm/ano. Os maiores valores estão associados à proximidade da orografia (Serra do Espinhaço e Serra de Caparaó).

Pode-se observar, a partir dos registros das estações pluviométricas, que mais de 80% da precipitação ocorre entre os meses de outubro e março, com maior concentração entre os meses de novembro e janeiro.

A temperatura média no município oscila pouco ao longo do ano, com amplitude térmica de apenas 6,3°C. As temperaturas médias variam entre 17°C, registrada em julho, e 23,3°C em fevereiro, o mês mais quente. A temperatura mínima – 10,2°C – foi registrada em julho, e a máxima – 28,9°C – em fevereiro.

A umidade relativa do ar sofre pouca variação espacial. Os valores médios mensais estão em torno de 75% e os valores extremos são entre 65 e 80%.

A evapotranspiração apresenta os menores valores na região sudoeste, aumentando na região nordeste da unidade. No que se refere à variabilidade temporal e espacial da evapotranspiração, nota-se que no inverno não há muita diferença entre locais, permanecendo os valores em torno de 2 mm/dia. Entretanto, as maiores diferenças podem ser observadas no período correspondente ao verão, principalmente no mês de dezembro, onde varia de 3 a 5 mm/dia. Essa maior diferença no período chuvoso é devida à variabilidade da radiação global associada à maior ou menor formação de nuvens nessa região.

2.3 RECURSOS HÍDRICOS

O município de Mariana está dividido entre a bacia hidrográfica do rio Piranga e rio Piracicaba, denominadas pelas unidades de planejamento e recursos hídricos (UPGRH) D01 e D02, respectivamente.

Os rios mais representativos que compõem a UPGRH D01 são o próprio Piranga, Casca, do Carmo e Matipó. As frações incrementais agregam diversos córregos de menor expressão na UPGRH, os quais drenam diretamente para a calha do rio Doce.

A UPGRH D02 (sub-bacia do rio Piracicaba) é composto pelos rios do Peixe e Santa Bárbara, pela margem esquerda e rio da Prata, pela margem direita. Além dos rios mais significativos, o rio Piracicaba recebe ao longo de seu curso a descarga de aproximadamente uma centena de córregos e

ribeirões, os quais compõem sua rede de drenagem (CBH PIRACICABA, 2010).

Os principais rios que cruzam o município de Mariana são os rios do Carmo, Gualaxo do Sul e Gualaxo do Norte, todos com curso geral orientado para sudeste e pertencentes à bacia do rio Piranga. O subdistrito de Paracatu de Baixo está inserido, especificamente, na bacia de drenagem do rio Gualaxo do Norte, contribuinte do rio do Carmo.

A área anfitriã – área selecionada para recebimento do reassentamento – localiza-se a montante da atual Paracatu de Baixo. Trata-se de uma área total de, aproximadamente, 45 hectares (Figura 5).

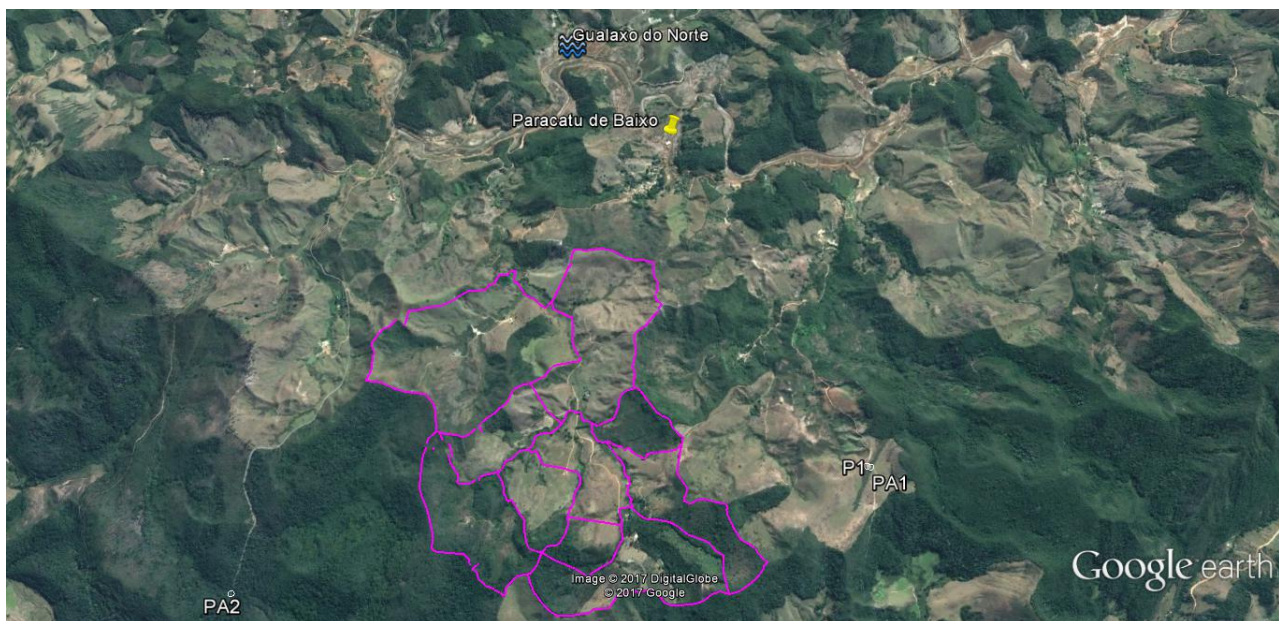


Figura 5- Localização da área anfitriã para a comunidade de Paracatu de Baixo

Á área anfitriã para a comunidade de Paracatu de Baixo está inserida na bacia hidrográficas do córrego do Coelho, com aproximadamente, 4,51 km² (Figura 6).

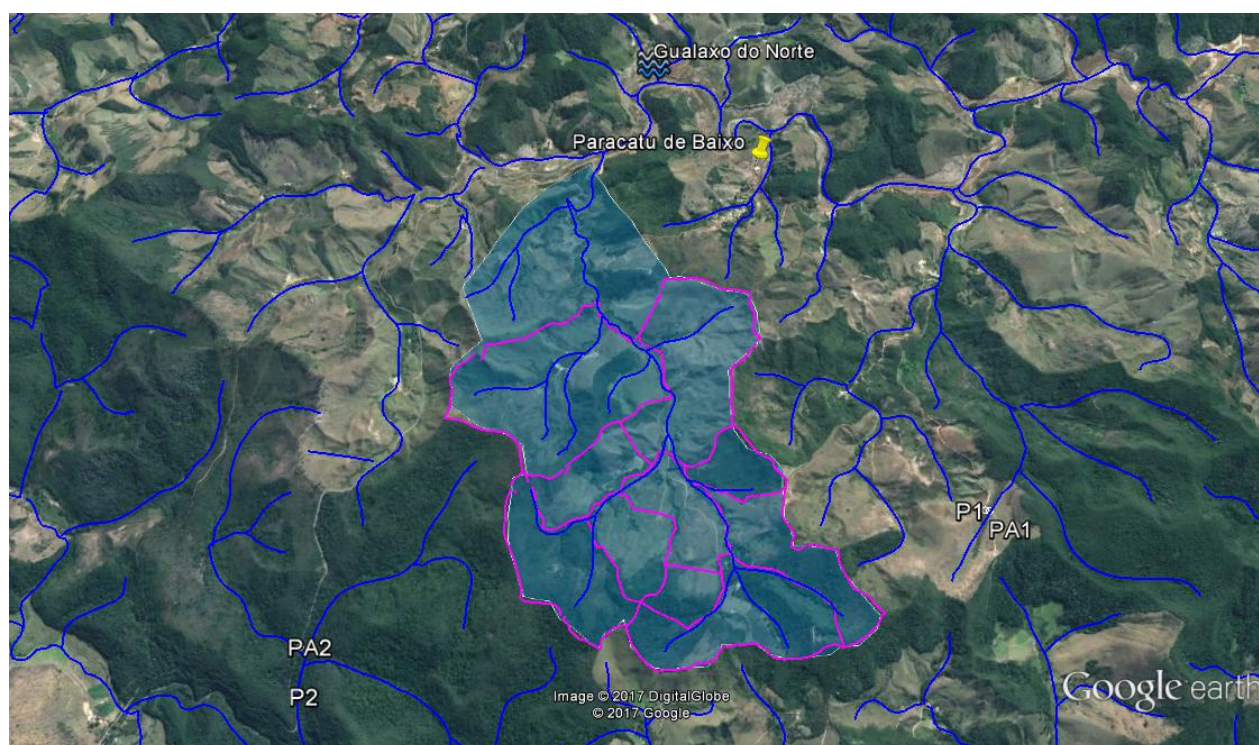


Figura 6- Localização bacia hidrográfica do córrego do Coelho na área do reassentamento de Paracatu de Baixo.

A referida área possui, conforme estudo de avaliação de nascentes elaborado para o reassentamento, 16 nascentes perenes e 13 nascentes intermitentes.

De acordo com o estudo de Segurança Hídrica¹, a distribuição espacial das vazões médias de longo período específicas² com base nos dados disponíveis pode ser visualizada na Figura 7.

¹ Elaboração da Especificação Técnica para Estudos e Projetos de Sistemas Alternativos de Abastecimento de Água na Bacia do Rio Doce (NHC-Fundação Renova).

² Vazão específica é a quantidade de água produzida por extensão de uma área de drenagem limitada.

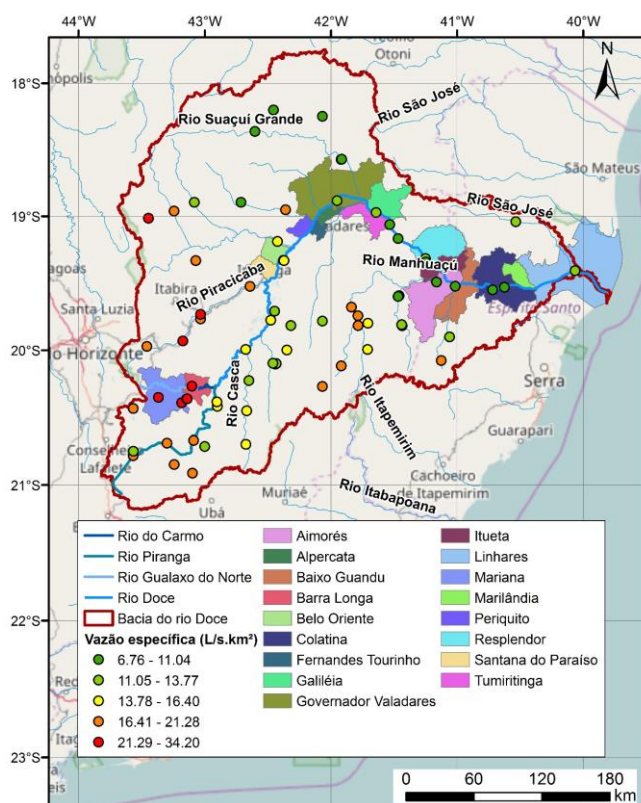


Figura 7- Distribuição das vazões específicas médias de longo período nos postos fluviométricos da bacia do rio Doce (NHC-RHAMA, 2017)

Analisando esta imagem, observa-se que 45,8% dos postos possuem uma vazão específica entre 6,76 L/(s.km²) e 13,77 L/(s.km²). Avaliando-se a posição dos postos que possuem uma vazão específica entre 16,4 L/(s.km²) e 34,2 L/(s.km²) sobre o relevo da área, percebe-se que estes estão situados em locais mais elevados e, assim, mais sujeitos ao efeito orográfico, justificando os valores mais elevados das vazões específicas. Quando analisa-se a distribuição das vazões específicas Q95%, percebe-se que cerca de 60% dos postos possuem uma vazão específica entre 2,5 L/(s.km²) e 5,34 L/(s.km²). Os valores mais altos de Q95%-específica são encontrados nos rios Carmo, Piranga e Piracicaba, na região sudoeste da bacia. O valor médio de 4,59 L/(s.km²) é encontrado na bacia, com uma variação de até 41%.

Por fim, as vazões $Q_{7,10}$ na bacia são apresentadas na Figura 10. 82% das estações fluviométricas apresentam $Q_{7,10}$ -específica entre 1,69 L/(s.km²) e 5,93 L/(s.km²). De maneira geral, as vazões específicas na bacia tendem a apresentar valores mais altos nas cabeceiras e menores próximos a jusante e ao rio principal. Este fenômeno tende a estar relacionado ao efeito orográfico.

Os resultados obtidos apontam que Mariana e Barra Longa possuem as maiores vazões específicas com base nos dados dos postos. Os postos presentes nos municípios que se localizam em regiões mais a jusante do rio Doce possuem vazões específicas menores devido a redução da precipitação média e, em parte do efeito de escala.

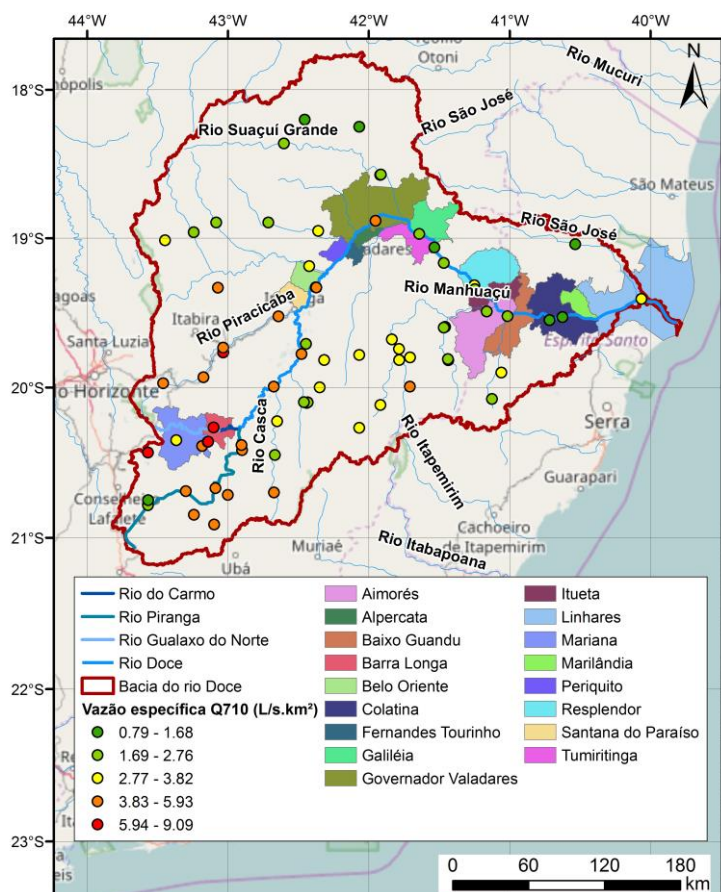


Figura 8- Distribuição das vazões específicas $Q_{7,10}$ nos postos fluviométricos da bacia do rio Doce (NHC-RHAMA, 2017)

De acordo com o estudo de regionalização desenvolvido para a bacia do rio Doce (Figura 9), a área do reassentamento localiza-se na região oeste da bacia, região essa estabelecida de acordo com critérios de área homogêneas, ou seja, as áreas são agrupadas por mesmas características (relevo, vegetação, etc.).

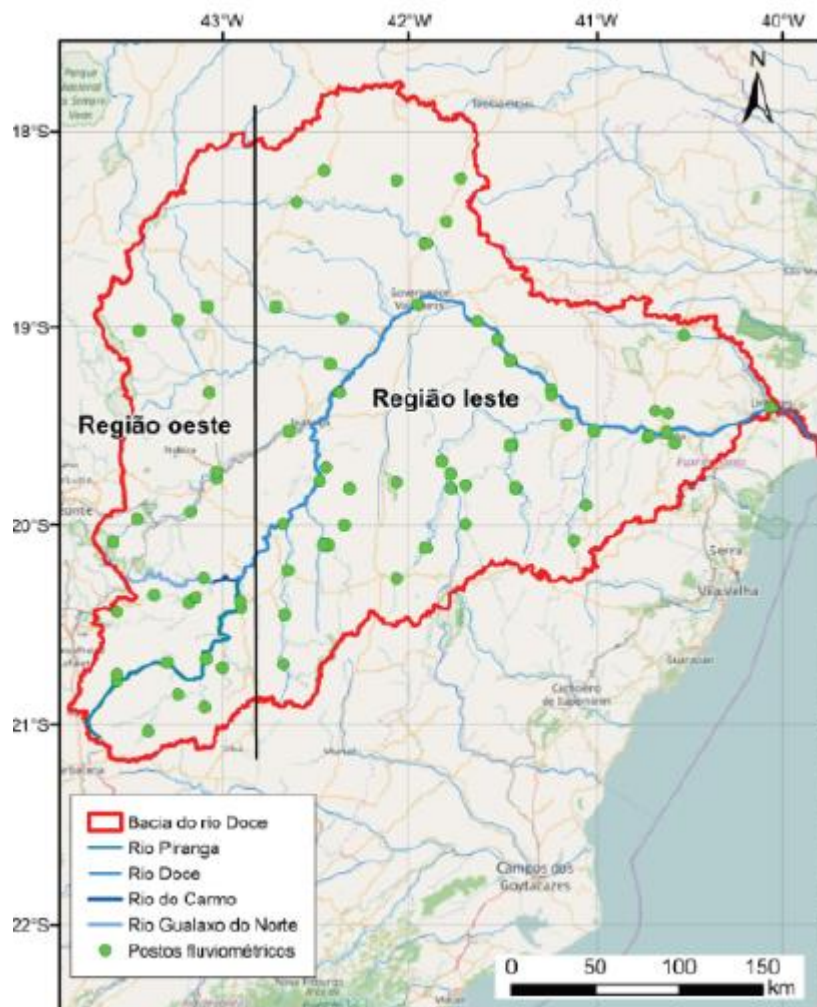
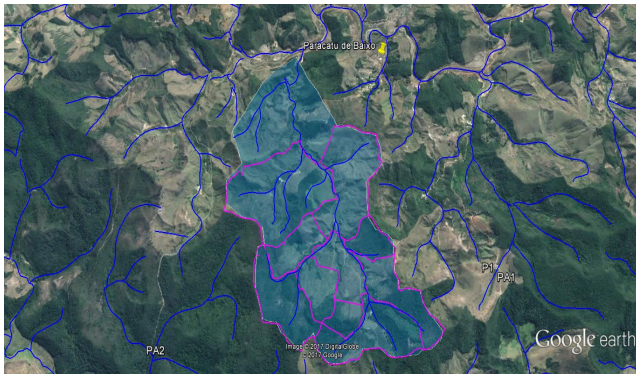


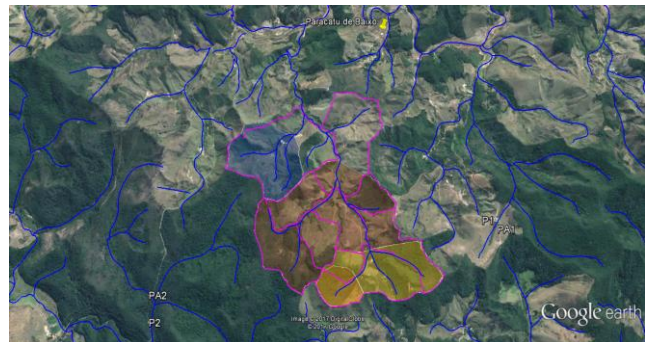
Figura 9- Divisão da bacia do rio Doce para a regionalização das vazões (NHC-RHAMA, 2017)

Para a análise do abastecimento da comunidade foram considerados os seguintes cenários (Figura 10):

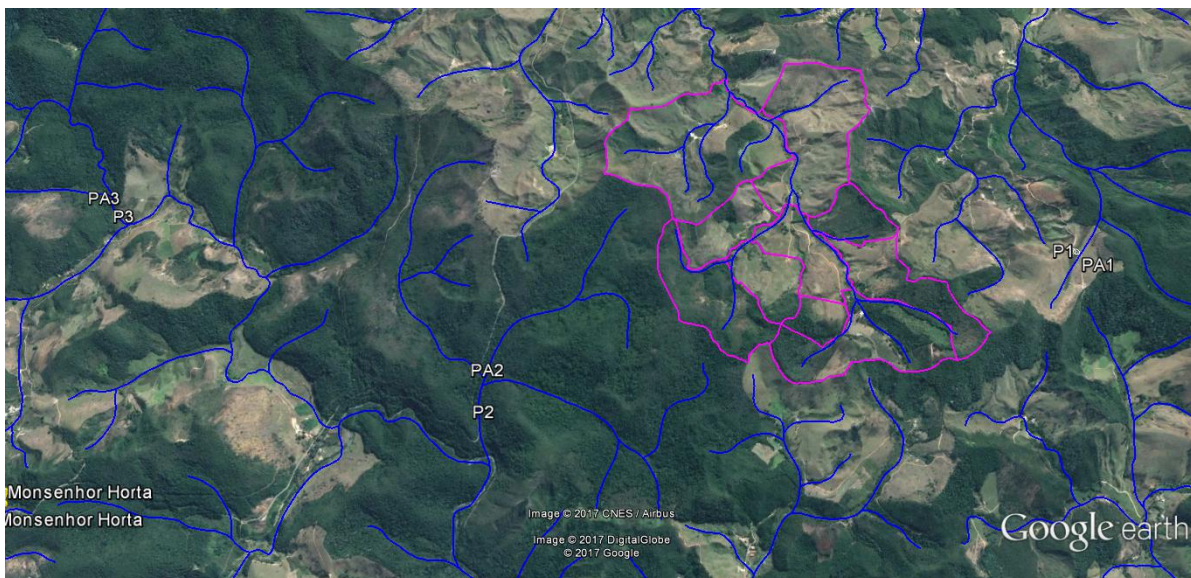
- ✓ Atendimento por parte dos córregos afluentes ao córrego do Coelho – ou seja, atendimento distribuído ao longo da área;
- ✓ Atendimento considerando o córrego do Coelho; e
- ✓ Atendimento com córregos fora da área anfitriã (Córrego Jacuba, córrego Crasto e rio de Peixe);



10.1 – Bacia do Córrego do Coelho



10.2 – Sub-bacias do córrego do Coelho



10.3 – Pontos PA1, PA2, PA3 – Fora da área anfitriã

Figura 10- Áreas de análise para disponibilidade hídrica para atendimento à área anfitriã

Além das áreas apresentadas, foi considerado a possibilidade de atendimento das demandas a partir do córrego Gualaxo do Norte.

Nesse sentido, as equações para obtenção das vazões de referência (Quadro 1) permitem uma estimativa da vazão para os cursos d'água com base em sua área de drenagem.

Quadro 1- Equações de Regionalização para a Região Oeste – Córrego do Coelho (Figura 11)

Região	Vazão	R ²	Equação	Área ¹ (km ²)	Vazão Córrego do Coelho (m ³ /s)	Vazão Córrego do Coelho (l/s)
Oeste	Q _{Média}	0,97	$0,0259.A^{0,955}$	4,51	0,109153675	109,15
	Q _{90%}	0,95	$0,0043.A^{1,0103}$		0,019696226	19,70
	Q _{95%}	0,94	$0,0051.A^{1,0234}$		0,023826182	23,83
	Q _{7,10}	0,9	$0,0063.A^{1,0132}$		0,028983593	28,98

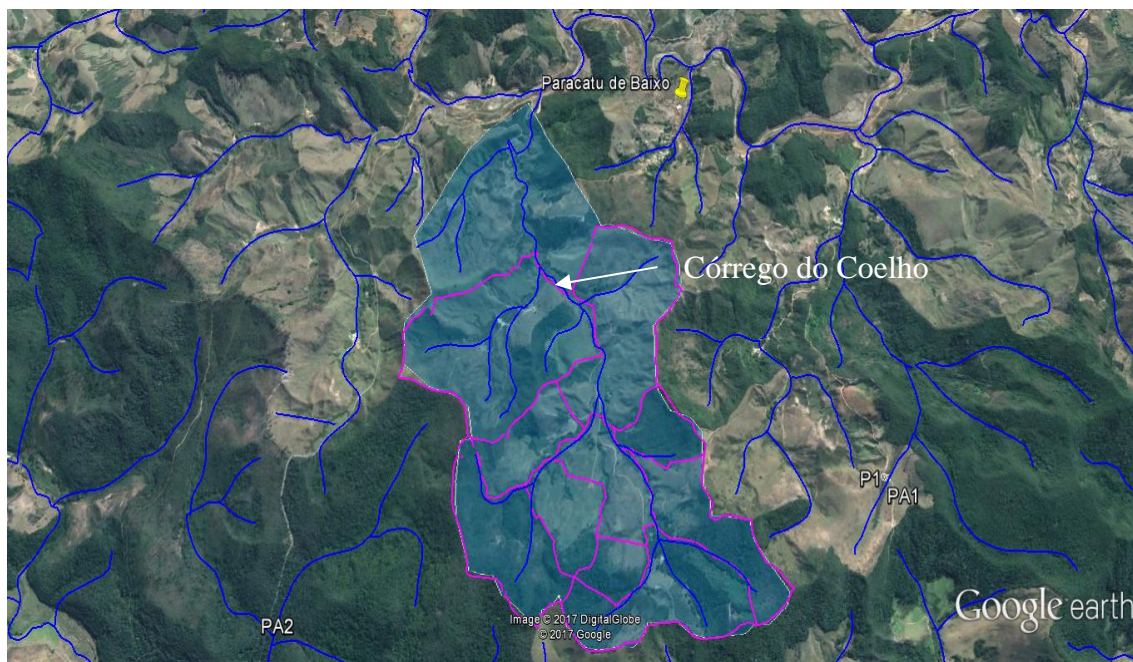


Figura 11- Áreas de análise para disponibilidade hídrica Afluente ao Córrego do Coelho
Quadro 2- Equações de Regionalização para a Região Oeste – afluente ao Córrego do Coelho (Figura 12)

Região	Vazão	R ²	Equação	Área (km ²)	Vazão Córrego afluente ao córrego Coelho (m ³ /s)	Vazão Córrego afluente ao córrego Coelho (l/s)
Oeste	Q _{Média}	0,97	$0,0259.A^{0,955}$	0,58	0,01539478	15,39
	Q _{90%}	0,95	$0,0043.A^{1,0103}$		0,002480046	2,48
	Q _{95%}	0,94	$0,0051.A^{1,0234}$		0,002920535	2,92
	Q _{7,10}	0,9	$0,0063.A^{1,0132}$		0,003627821	3,63

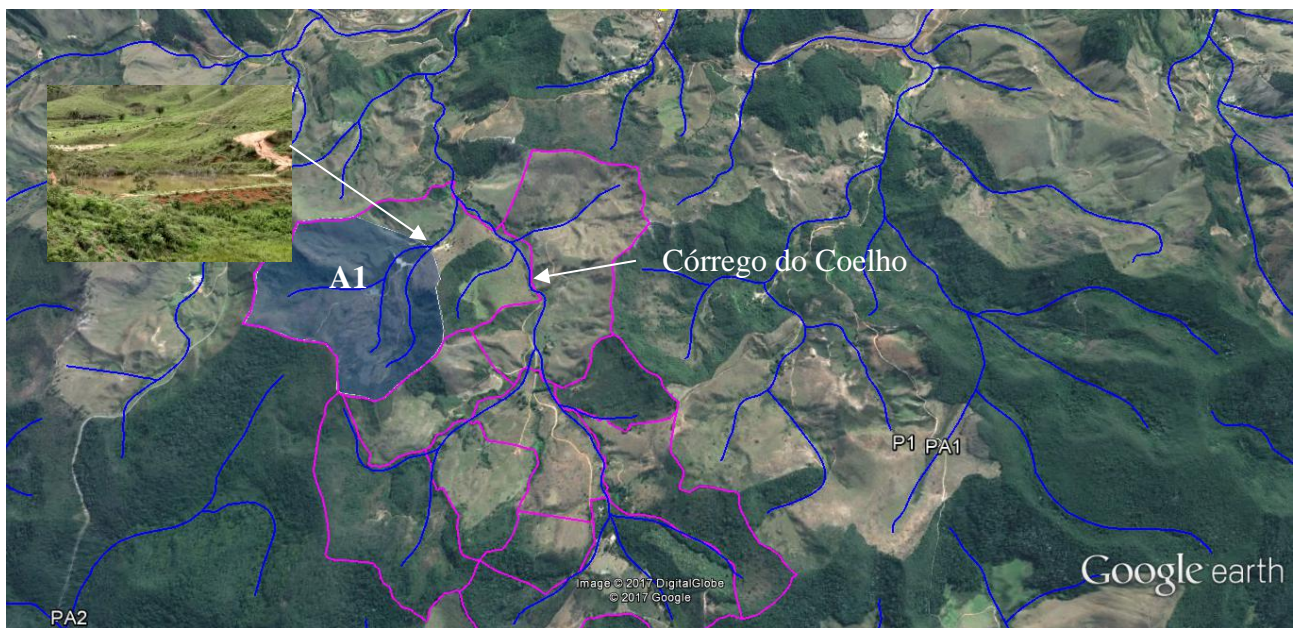


Figura 12- Áreas de análise para disponibilidade hídrica Afluente ao Córrego do Coelho – A1

Quadro 3- Equações de Regionalização para a Região Oeste – afluente ao Córrego do Coelho
(Figura 13)

Região	Vazão	R ²	Equação	Área (km ²)	Vazão Córrego afluente ao córrego Coelho (m ³ /s)	Vazão Córrego afluente ao córrego Coelho (l/s)
Oeste	Q _{Média}	0,97	$0,0259.A^{0,955}$	2,15	0,053799531	53,80
	Q _{90%}	0,95	$0,0043.A^{1,0103}$		0,009318179	9,32
	Q _{95%}	0,94	$0,0051.A^{1,0234}$		0,011163174	11,16
	Q _{7,10}	0,9	$0,0063.A^{1,0132}$		0,013682555	13,68

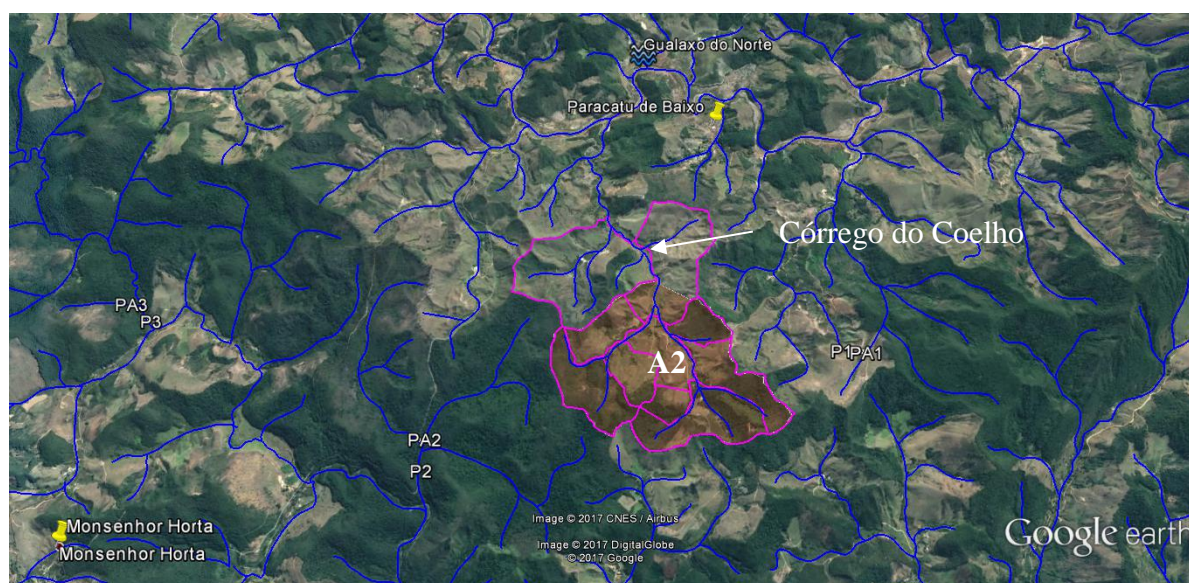


Figura 13- Áreas de análise para disponibilidade hídrica Afluente ao Córrego do Coelho – A2

Quadro 4- Equações de Regionalização para a Região Oeste – afluente ao Córrego do Coelho
(Figura 14)

Região	Vazão	R ²	Equação	Área (km ²)	Vazão Córrego afluente ao córrego Coelho (m ³ /s)	Vazão Córrego afluente ao córrego Coelho (l/s)
Oeste	Q _{Média}	0,97	$0,0259.A^{0,955}$	0,16	0,004500226	4,50
	Q _{90%}	0,95	$0,0043.A^{1,0103}$		0,000675135	0,67
	Q _{95%}	0,94	$0,0051.A^{1,0234}$		0,000781748	0,78
	Q _{7,10}	0,9	$0,0063.A^{1,0132}$		0,000983909	0,98

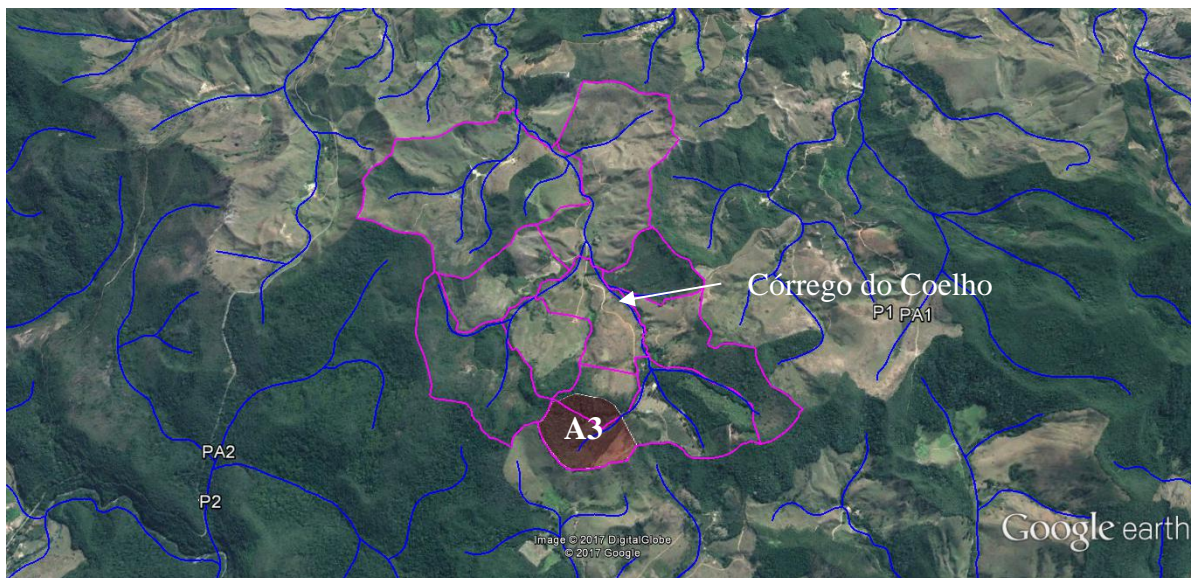


Figura 14- Áreas de análise para disponibilidade hídrica Afluente ao Córrego do Coelho – A3

Quadro 5- Equações de Regionalização para a Região Oeste – afluente ao Córrego do Coelho
(Figura 15)

Região	Vazão	R ²	Equação	Área (km ²)	Vazão Córrego afluente ao córrego Coelho (m ³ /s)	Vazão Córrego afluente ao córrego Coelho (l/s)
Oeste	Q _{Média}	0,97	$0,0259.A^{0,955}$	0,65	0,017164534	17,16
	Q _{90%}	0,95	$0,0043.A^{1,0103}$		0,002782626	2,78
	Q _{95%}	0,94	$0,0051.A^{1,0234}$		0,003281752	3,28
	Q _{7,10}	0,9	$0,0063.A^{1,0132}$		0,004071781	4,07

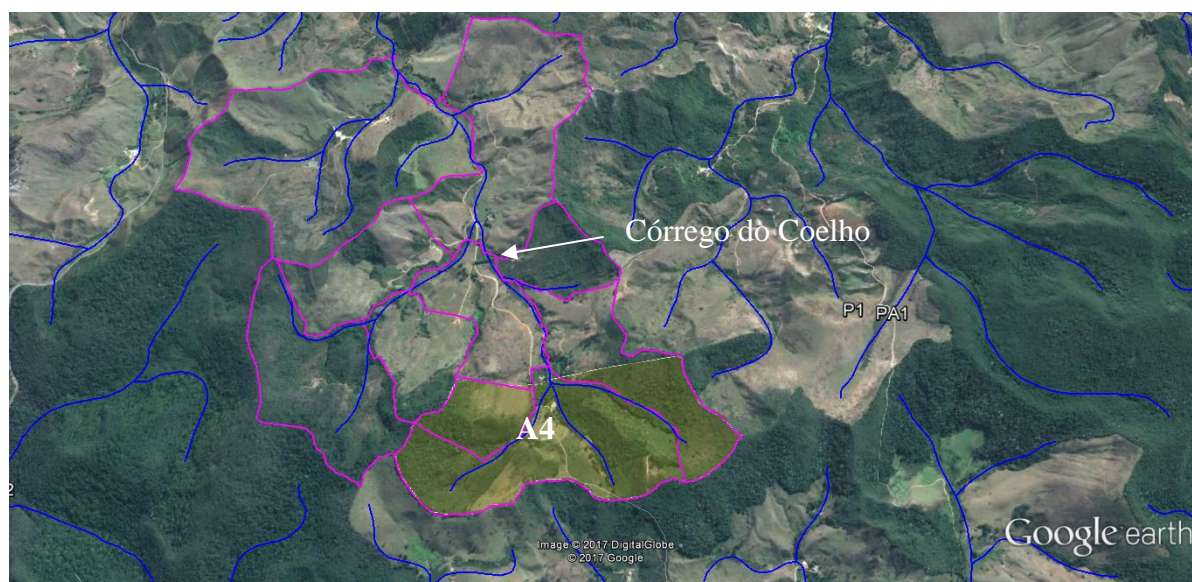


Figura 15- Áreas de análise para disponibilidade hídrica Afluente ao Córrego do Coelho – A4

Quadro 6- Equações de Regionalização para a Região Oeste – Córrego Jacuba (Figura 16)

Região	Vazão	R ²	Equação	Área (km ²)	Vazão Córrego Jacuba (m ³ /s)	Vazão Córrego Jacuba (l/s)
Oeste	Q _{Média}	0,97	$0,0259.A^{0,955}$	0,45	0,012081413	12,08
	Q _{90%}	0,95	$0,0043.A^{1,0103}$		0,001919151	1,92
	Q _{95%}	0,94	$0,0051.A^{1,0234}$		0,002252516	2,25
	Q _{7,10}	0,9	$0,0063.A^{1,0132}$		0,002805275	2,80

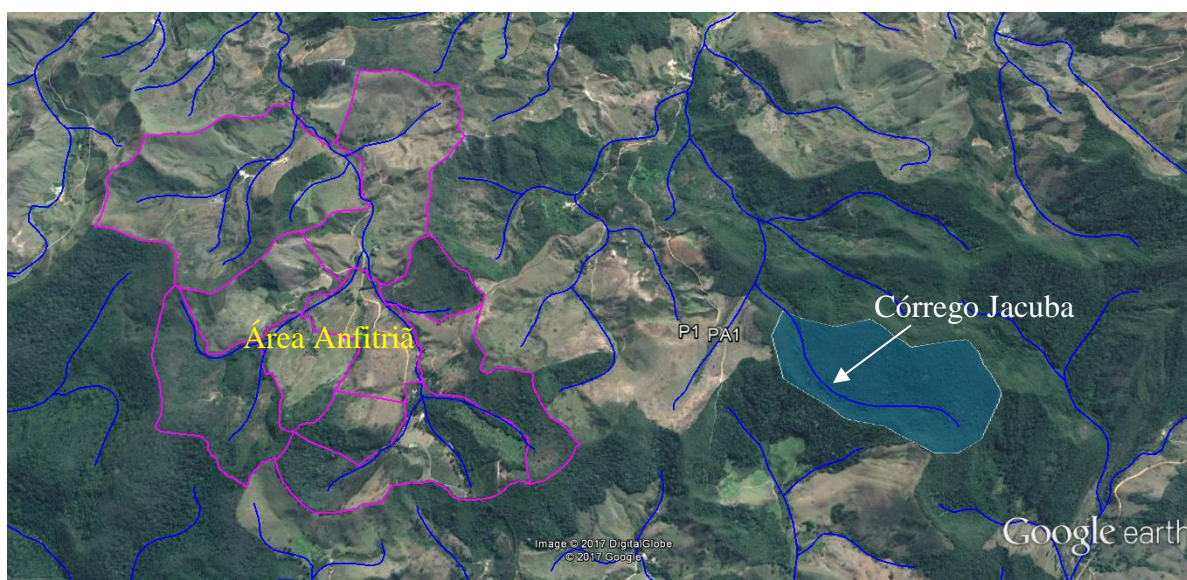


Figura 16- Área de análise para disponibilidade hídrica Córrego Jacuba

Quadro 7- Equações de Regionalização para a Região Oeste – Córrego Crasto (Figura 17)

Região	Vazão	R ²	Equação	Área (km ²)	Vazão Córrego Crasto (m ³ /s)	Vazão Córrego Crasto (l/s)
Oeste	Q _{Média}	0,97	$0,0259.A^{0,955}$	3,64	0,088951154	88,95
	Q _{90%}	0,95	$0,0043.A^{1,0103}$		0,01586168	15,86
	Q _{95%}	0,94	$0,0051.A^{1,0234}$		0,019133804	19,13
	Q _{7,10}	0,9	$0,0063.A^{1,0132}$		0,02332644	23,32

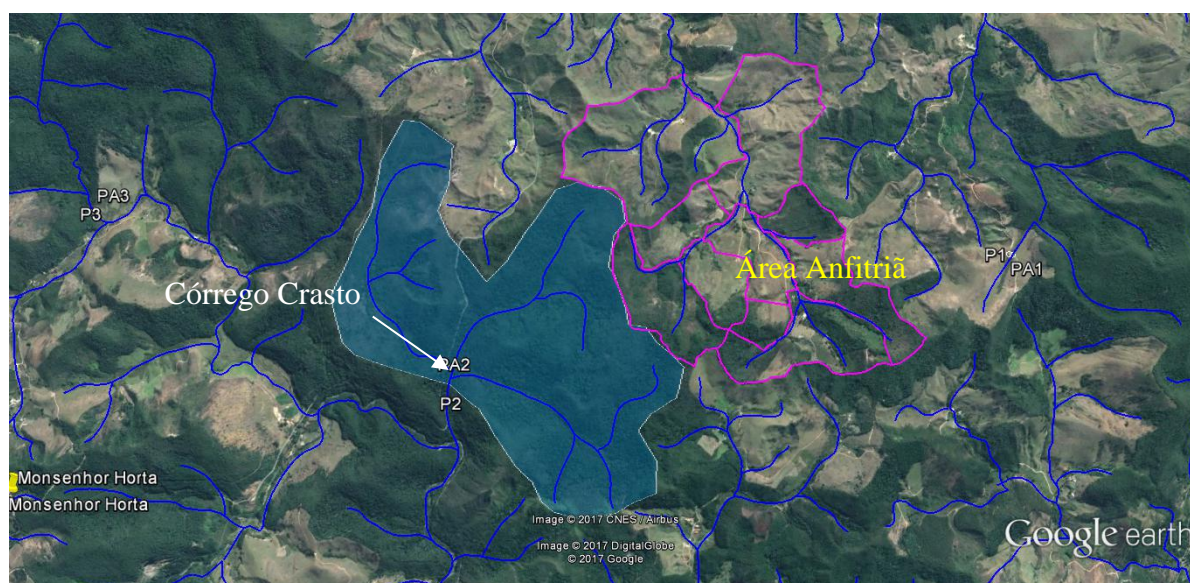


Figura 17- Área de análise para disponibilidade hídrica Córrego Crasto

Quadro 8- Equações de Regionalização para a Região Oeste – Ribeirão do Peixe (Figura 18)

Região	Vazão	R ²	Equação	Área (km ²)	Vazão Ribeirão do Peixe (m ³ /s)	Vazão Ribeirão do Peixe (l/s)
Oeste	Q _{Média}	0,97	$0,0259.A^{0,955}$	54,3	1,17498846	1.174,99
	Q _{90%}	0,95	$0,0043.A^{1,0103}$		0,243296983	243,30
	Q _{95%}	0,94	$0,0051.A^{1,0234}$		0,304063522	304,06
	Q _{7,10}	0,9	$0,0063.A^{1,0132}$		0,360611637	360,61

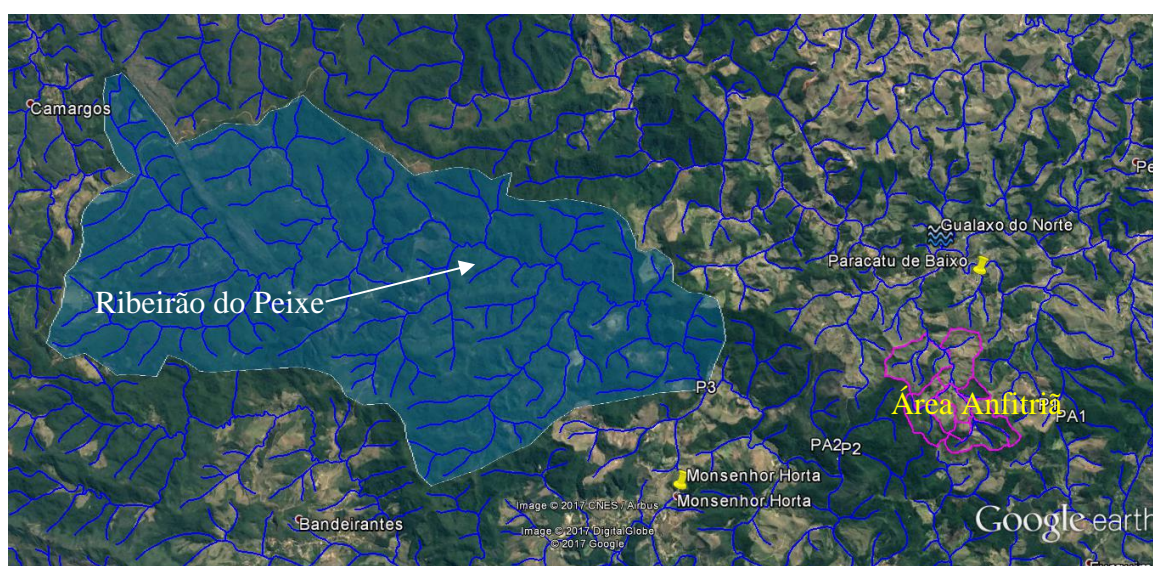


Figura 18- Área de análise para disponibilidade hídrica Ribeirão do Peixe

Quadro 9- Equações de Regionalização Rio Gualaxo do Norte (Figura 19)

Região	Vazão	R ²	Equação	Área (km ²)	Vazão Rio Gualaxo do Norte (m ³ /s)	Vazão Rio Gualaxo do Norte (l/s)
Oeste	Q _{Média}	0,97	$0,0259.A^{0,955}$	294	5,90	5896,19
	Q _{90%}	0,95	$0,0043.A^{1,0103}$		1,34	1340,42
	Q _{95%}	0,94	$0,0051.A^{1,0234}$		1,71	1712,68
	Q _{7,10}	0,9	$0,0063.A^{1,0132}$		2,00	1996,50

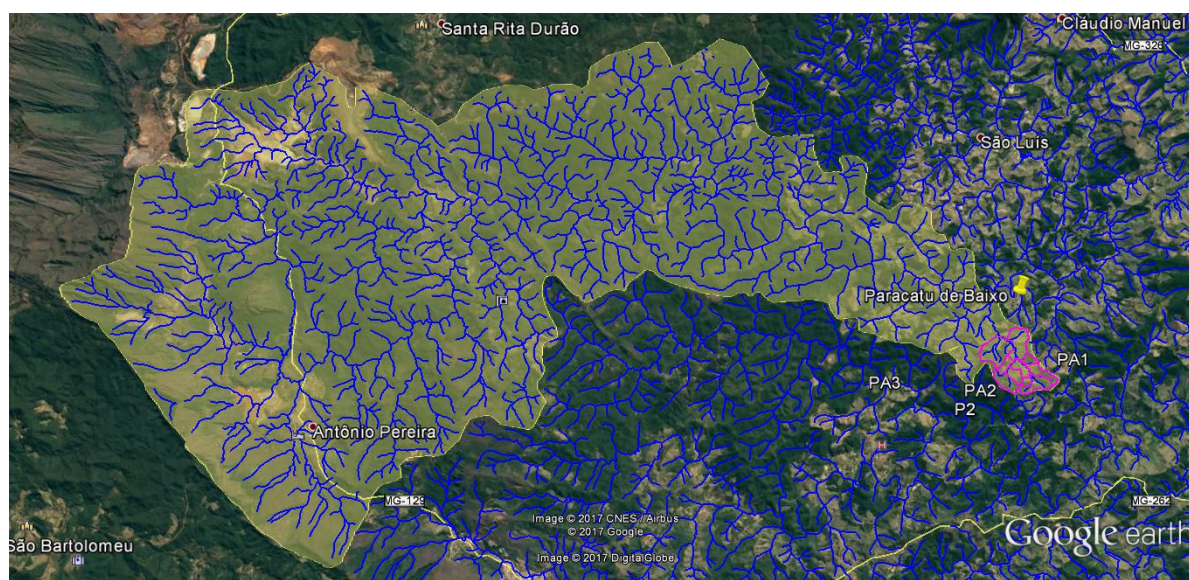


Figura 19- Área de análise para disponibilidade hídrica Gualaxo do Norte

De acordo com os valores obtidos nos Quadros 1 ao Quadro 9, podemos verificar que o curso d'água que oferece maior disponibilidade trata-se do Rio Gualaxo do Norte seguido do Ribeirão do Peixe, já que ambos apresentam uma bacia de contribuição de grande porte.

Segundo a Resolução Conjunta SEMAD³-IGAM⁴ n° 1.548, de 29 de março de 2012, a vazão de referência do estado de Minas Gerais corresponde à vazão mínima de 7 dias e 10 anos de recorrência (Q_{7,10}).

³ Secretaria do Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

⁴ Instituto Mineiro de Gestão de Águas

A vazão outorgável é o equivalente a 50% da vazão de referência. Excepcionalmente, podem ser adotados valores superiores a 50% da $Q_{7,10}$, desde que não se produzam prejuízos a direitos de terceiros e que as intervenções se enquadrem nos seguintes casos:

- ✓ Proteção da integridade da vegetação nativa e da biota;
- ✓ Abastecimento público;
- ✓ Limpeza e desassoreamento de curso de água;
- ✓ Travessia de curso de água.

No estado de Minas Gerais, não é mencionada a regularização, mas neste caso pode-se considerar que deve ser garantido o fluxo residual mínimo equivalente a 50% da vazão de referência.

O Quadro 9 apresenta, resumidamente, as vazões outorgáveis para os cursos d'água em análise.

Quadro 10- Resumo das disponibilidades hídricas passíveis de serem outorgáveis.

Curso D'água	Área de Contribuição (km ²)	$Q_{7,10}$ (l/s)	50% da $Q_{7,10}$
Córrego do Coelho	4,51	28,98	14,49
Afluente córrego do Coelho (A1)	0,58	3,63	1,82
Afluente córrego do Coelho (A2)	2,15	13,68	6,84
Afluente córrego do Coelho (A3)	0,16	0,98	0,49
Afluente córrego do Coelho (A4)	0,65	4,07	2,03
Córrego Jacuba	0,45	2,80	1,40
Córrego Crasto	3,64	23,32	11,66
Ribeirão do Peixe	54,3	360,61	180,31
Gualaxo do Norte	294,00	1.996,50	998,25

Ressalta-se que essa vazão não leva em consideração às retiradas a montante da bacia. A mesma é obtida com base em uma série histórica

dos postos fluviométricos de bacias homogêneas, já que não há, na área de estudo, postos fluviométricos que possam ser analisados.

3 ESTIMATIVA DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUPERFICIAL

3.1 ESTIMATIVA DA DEMANDA

A demanda de uso da água é estabelecida considerando os usos aos quais serão atendidos. Nesse sentido, de acordo com o objetivo estabelecido junto aos usuários de Paracatu de Baixo, as análises deverão verificar a possibilidade de atendimento à demanda para consumo humano e dessedentação animal.

3.1.1 Consumo Humano

De acordo com o estabelecido na literatura, a demanda per capita para consumo humano varia com o porte da localidade/ município (Quadro 10).

Quadro 11- Demanda per capita

População fim de plano (habitantes)	Per capita (l/hab.dia)
Até 6.000	100 a 150
De 6.000 até 30.000	150 a 200
De 30.000 até 100.000	200 a 250
Acima de 100.000	250 a 300

No reassentamento de Paracatu está previsto o reassentamento de 150 famílias, ou seja, há 15 residências. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, uma família possui, em média, 4 pessoas. Portanto, para 150 famílias teríamos um total de 600 pessoas a serem atendidas através do sistema de abastecimento de água.

Nesse sentido, de acordo com orientação do Sistema Autônomo de Água e Esgoto de Mariana – SAAE, será utilizado um atendimento per capita de 200 l/hab.dia, perfazendo uma demanda total a ser atendida de 120.000 l/dia (1,39 l/s).

3.1.2 Dessedentação animal

De acordo com Embrapa (2013)⁵ uma cabeça de bovino de leite consome, em média, 64 l/cab.dia. Enquanto que as aves poedeiras consomem 0,270 l/cab.dia.

Se considerarmos uma cabeça de gado por hectare de área do reassentamento, teremos 392 cabeças de gado, já que a área anfitriã possui 392 ha. Nesse caso, teríamos uma demanda de, aproximadamente, 25.088,00 l/dia (0,290 l/s). Se arredondarmos para 25.200 l/dia para incluir aves, teremos 0,292 l/s, conseguindo atender, aproximadamente, 415 aves.

Nesse sentido teremos uma demanda de 25.200 l/dia (0,292 l/s).

Quadro 12- Demanda total

Tipo de Uso	l/s
Consumo humano	1,39
Dessedentação animal	0,29
TOTAL	1,68

Ou seja, para atendimento à todos os usos diários se faz necessária uma vazão de 1,68 l/s.

3.2 ESTIMATIVA DA DISPONIBILIDADE

A disponibilidade hídrica sem regularização é obtida com base nas estatísticas das vazões de um rio. Existem várias estatísticas que podem ser utilizadas, mas devem estar associadas a um risco aceitável de falha desta disponibilidade.

A curva de permanência de vazões diárias é obtida pela relação entre a vazão e a probabilidade de que os valores das séries sejam maiores ou iguais a esta vazão. Considerando-se um risco de 5%, existe 95% de

⁵ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. ISSN 1981-206X São Carlos, SP Técnico Novembro, 2013.

chance de que a vazão diária seja maior que este valor. Neste caso, o risco assumido é de 5% do tempo da amostra. Este é um risco adotado usualmente para abastecimento de água. Desta forma, a Q_{95} é o referencial adotado para estimativa da disponibilidade hídrica superficial sem regularização.

Quando a demanda de água é superior a vazão disponível em um rio no período de estiagem é possível aumentar a disponibilidade regularizando a vazão utilizando um reservatório.

Quadro 13- Resumo das disponibilidades hídricas passíveis de serem outorgáveis.

Quadro 15 - Resumo das disponibilidades hídricas possíveis de serem captáveis							
Curso D'água	Área de Contribuição (km²)	Q _{7,10}	50% da Q _{7,10}	Coordenadas	Consumo Humano l/s	Dessedentação Animal l/s	
Área Anfitriã	Córrego do Coelho	4,51	28,98	14,49	684172.00 m E 7752167.00 m S	1,39	0,29
	Afluente córrego do Coelho (A1)	0,58	3,63	1,82	683609.00 m E 7752443.00 m S		
	Afluente córrego do Coelho (A2)	2,15	13,68	6,84	684172.00 m E 7752167.00 m S		
	Afluente córrego do Coelho (A3)	0,16	0,98	0,49	684338.00 m E 7750853.00 m S		
	Afluente córrego do Coelho (A4)	0,65	4,07	2,03	684515.00 m E 7751136.00 m S		
Córrego Jacuba	0,45	2,80	1,40	686361.28 m E 7751517.97 m S			
Córrego Crasto	3,64	23,32	11,66	681962.00 m E 7750606.00 m S			
Ribeirão do Peixe	54,3	360,61	180,31	679364.12 m E 7751817.87 m S			
Rio Gualaxo do Norte	294	1996,50	998,25	684014.59 m E 7754067.06 m S			

Como podemos observar, na área anfitriã o córrego do Coelho, no ponto analisado oferece uma disponibilidade de 14,49 l/s.. Entretanto, em visita de campo, observa-se que para todos os córregos há escassez de água. Ou seja, devido ao período de seca, os cursos d'água não apresentam segurança hídrica que permita o aproveitamento a fio d'água.

Outro fator observado em campo trata-se das distâncias dos córregos localizados fora da área anfitriã, bem como os desníveis geométricos a serem vencidos em caso de aproveitamento desses mananciais.

Com esse cenário de irregularidade hídrica, pode-se adotar a regularização do curso d'água. O Estudo de Disponibilidade Hídrica orienta que seja considerando a construção de barragem de acumulação para regularização de vazão com potencial capacidade de regularização de um manancial a vazão regularizada (Q_r) de 60% da vazão média, conforme equação a seguir.

$$Q_r = 0,6 Q_{mlp}$$

Ao adotar-se essa premissa, implantação de uma obra hidráulica, a disponibilidade hídrica aumenta, sendo possível o atendimento à demanda.

Com esse cenário, o córrego do Coelho, bem como o seu afluente (A2) apresentam pontos de implantação de uma barragem para atendimento às demandas na própria área anfitriã. Já em áreas externas, poder-se-á utilizar os córregos Crasto e o Ribeirão do Peixe para aproveitamento. O problema dos últimos trata-se da implantação e operação de uma infraestrutura de bombeamento por parte dos responsáveis pelo sistema.

No caso do aproveitamento no Córrego do Coelho, ou seu afluente (A2), também se faz necessária uma estrutura de bombeamento e adução de água para atendimento à todos os lotes previstos no reassentamento para atendimento à demanda animal, bem como a instalação de uma Estação de Tratamento de Água para o consumo humano.

Ou seja, além da implantação do barramento, o qual irá possui uma área alagada que reduzirá a área útil dos loteamentos, bem como das estradas de acesso – fator esse que precisa ser analisado, se faz necessário uma

infraestrutura de adução e tratamento. Deve-se ter em mente que os custos operacionais são altos, sendo o principal fator o consumo de energia por parte do sistema.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como analisado ao longo do documento, podemos verificar:

- ✓ De acordo com as orientações e metodologias do Estudo de Segurança Hídrica as vazões disponíveis nas bacias de análise apresentam uma disponibilidade hídrica a fio d'água conforme o Quadro 14;

Quadro 14- Resumo das disponibilidades hídricas passíveis de serem outorgáveis.

Curso D'água	Área de Contribuição (km ²)	Q _{7,10}	50% da Q _{7,10}
Córrego do Coelho	4,51	28,98	14,49
Afluente córrego do Coelho (A1)	0,58	3,63	1,82
Afluente córrego do Coelho (A2)	2,15	13,68	6,84
Afluente córrego do Coelho (A3)	0,16	0,98	0,49
Afluente córrego do Coelho (A4)	0,65	4,07	2,03
Córrego Jacuba	0,45	2,80	1,40
Córrego Crasto	3,64	23,32	11,66
Ribeirão do Peixe	54,3	360,61	180,31
Gualaxo do Norte	294	1.996,50	998,25

- ✓ A demanda, estimada, necessária ao atendimento da comunidade de Paracatu é de 1,68 l/s. Entretanto, se faz necessário um maior aprimoramento do quantitativo da demanda;
- ✓ Considerando a Resolução Conjunta SEMAD-IGAM nº 1.548/2012, a vazão a ser captada, em condições a fio d'água, deverá ser de 50% da vazão de referência. Ou seja, 50% da Q_{7,10};
- ✓ Considerando o período de intermitência- situação também identificada no relatório de avaliação de nascentes, dever-se-á

considerar a implantação de barramentos que possibilite a regularização da disponibilidade. Ou seja, aumentar a garantia do atendimento ao sistema de abastecimento. Sem os mesmos, o atendimento no período de seca ficará inviabilizado;

- ✓ O rio Gualaxo do Norte é o curso d'água que oferece quantidade suficiente para atendimento às demandas para o reassentamento de Paracatu, podendo o mesmo ser captado a fio d'água sem a necessidade de implantação de estrutura hidráulica (barragem) para regularização;
- ✓ Neste relatório não foi estimado o volume de armazenamento por meio da implantação da infraestrutura considerando que, por tratar-se de obras, a mesma deverá ser analisada com as demais áreas envolvidas.