



(<http://www.fundacaorenova.org>)

## ESTUDOS DE CAPACIDADE DE MANANCIAIS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEOS, VISANDO A CONSTRUÇÃO DE SISTEMAS ALTERNATIVOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

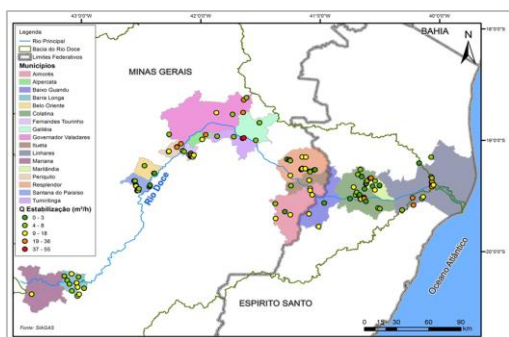
### Sumário Executivo

Relatório preparado para:



### Fundação RENOVA

Av. Getúlio Vargas, 671-4º andar  
Belo Horizonte – MG  
CEP 30112-021



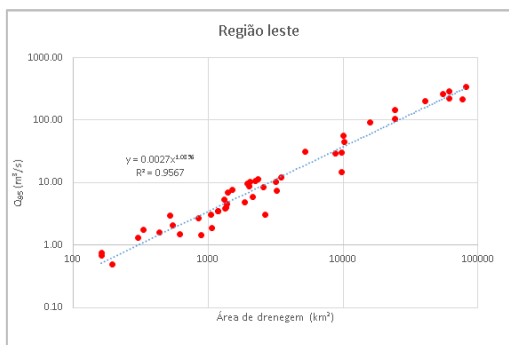
Preparado por:

### NHC Brasil Consultores Ltda.

R. Funchal 263, 2º andar, Conjunto 21  
São Paulo – SP  
CEP 04551-060

### RHAMA Consultoria Ambiental Ltda.

Av. Cristóvão Colombo, 3084/702  
Porto Alegre – RS  
CEP 90560-002



Agosto de 2017

## INFORMAÇÕES DE CONTATO DO CONTRATANTE

Nome: Yone Melo de Figueiredo Fonseca (Líder de Programa)

E-mail: yone.fonseca@fundacaorenova.org

Telefone: +55 (31) 98411-3459 / +55 (61) 98151-0605

Nome: Mateus L.aboissière Mol (Responsável do contrato)

E-mail: mateus.mol@fundacaorenova.org

Telefone: +55 (31) 98459-8284 / (31) 97329-5005

## NOTIFICAÇÃO

Este documento foi preparado pela e NHC Brasil Consultores Ltda. (NHCB) e pela RHAMA Consultoria Ambiental Ltda., doravante denominado conjuntamente como NHC-RHAMA de acordo com as práticas de engenharia e geociência geralmente aceitas. Destina-se ao uso exclusivo e benefício da Fundação Renova (RENOVA), para quem foi elaborado, e para aplicação específica a questões técnicas relacionadas à elaboração da especificação técnica para estudos e projetos de sistemas alternativos de abastecimento de água na bacia do rio Doce. Nenhuma outra garantia, expressa ou implícita, é feita.

A NHC-RHAMA e seus diretores, funcionários e agentes não assumem qualquer responsabilidade pela utilização deste documento ou de qualquer de seus conteúdos por qualquer outra parte que não a RENOVA, para quem o documento foi preparado.

## CITAÇÃO

NHC-RHAMA. 2017. **Estudos de capacidade de mananciais superficiais e subterrâneos, visando a construção de sistemas alternativos de abastecimento de água. Sumário Executivo.** NHC Brasil Consultores Ltda. e RHAMA Consultoria Ambiental Ltda.

## NHC BRASIL CONSULTORES LTDA. E RHAMA CONSULTORIA AMBIENTAL LTDA.

### Coordenadores

Guilherme de Lima, Doutor, Eng. Civil (CREA: 5061121350)

Carlos Eduardo Morelli Tucci, PhD, Eng. Civil (CREA: RS006684)

Malcolm Leytham, PhD, P.E.

### Equipe técnica

Marcus Vinícius Estigoni, Doutor, Eng. Ambiental (CREA: 5062958274)

Antônio Silvio Jornada Krebs, Doutor, Geólogo (CREA: RS006070)

Bibiana Rodrigues Colossi, Mestre, Eng. Ambiental (CREA: RS194845)

## Introdução

Como consequência do acidente da barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais, os rejeitos acumulados na barragem (em geral partículas muito finas) deslocaram-se para jusante, causando impactos nos cursos d'água, zonas de várzeas e áreas adjacentes.

O evento causou aumento expressivo na turbidez<sup>1</sup> da água dos rios comprometendo o abastecimento de água de várias comunidades que usavam a água dos rios para abastecimento humano e animal. No uso de água para abastecimento público<sup>2</sup> a turbidez deve ser removida durante o processo de tratamento de água, porém cada Estação de Tratamento de Água (ETA) possui uma determinada capacidade limite de turbidez para tratamento, que é função de suas características físicas e das técnicas e produtos empregados. Logo após o acidente, quando houve aumento da turbidez, as ETAs que captam águas do rio Doce pararam suas atividades ou operaram com capacidade de tratamento reduzidas. Com os depósitos de rejeitos no fundo dos rios e reservatórios, sempre que aumenta a vazão em dia chuvoso ocorre aumento da turbidez, podendo impactar os serviços.

De acordo com a cláusula 171 do Termo de Transação de Ajustamento de Conduta (TTAC)<sup>3</sup>, os municípios que tiveram seu abastecimento de água afetado pelo rompimento da barragem devem ser contemplados com novos sistemas de abastecimento de água alternativos ao rio Doce (e demais corpos hídricos afetados pelo acidente). No TTAC foram identificadas 24 localidades que tiveram seu Sistema de Abastecimento de Água (SAA) afetados ou que necessitam implementação de novo sistema de captação de águas para abastecimento humano.

## Objetivos

Este estudo teve como objetivo identificar e avaliar em nível conceitual potenciais mananciais alternativos, superficiais e/ou subterrâneos, para as 24 localidades identificadas no TTAC. Estes novos mananciais visam a diminuição da dependência de abastecimento rio Doce<sup>4</sup>, minimizando riscos de eventual desabastecimento. O estudo também apresenta especificação técnica para contratação de estudos detalhados em nível de projeto para a construção dos sistemas de captação e adução de água.

Os objetivos específicos deste estudo foram os seguintes:

- Identificar fontes alternativas de abastecimento de água para as cidades afetadas e que são relacionadas na Cláusula 171 do TTAC;
- Identificar alternativas de abastecimento da demanda prevista no TTAC e elencar em nível de concepção as melhores alternativas de acordo com os dados secundários usados neste estudo;
- Elaborar as especificações técnicas para os estudos subsequentes e obras complementares.

---

<sup>1</sup> A turbidez da água é a medida da dificuldade de um feixe de luz atravessar uma certa quantidade de água. As principais causas da turbidez da água são: presença de matérias sólidas em suspensão (silte, argila, sílica, coloides), matéria orgânica e inorgânica finamente divididas, organismos microscópicos e algas.

<sup>2</sup> A turbidez recomendada para abastecimento de água é inferior a 5 NTU. Na classificação dos rios, a resolução do Conama 386/2005 estabelece que, para classe 1, o valor deve ser inferior ou igual a 40 e, para classe 2 e 3, o valor deve ser inferior a 100 NTU.

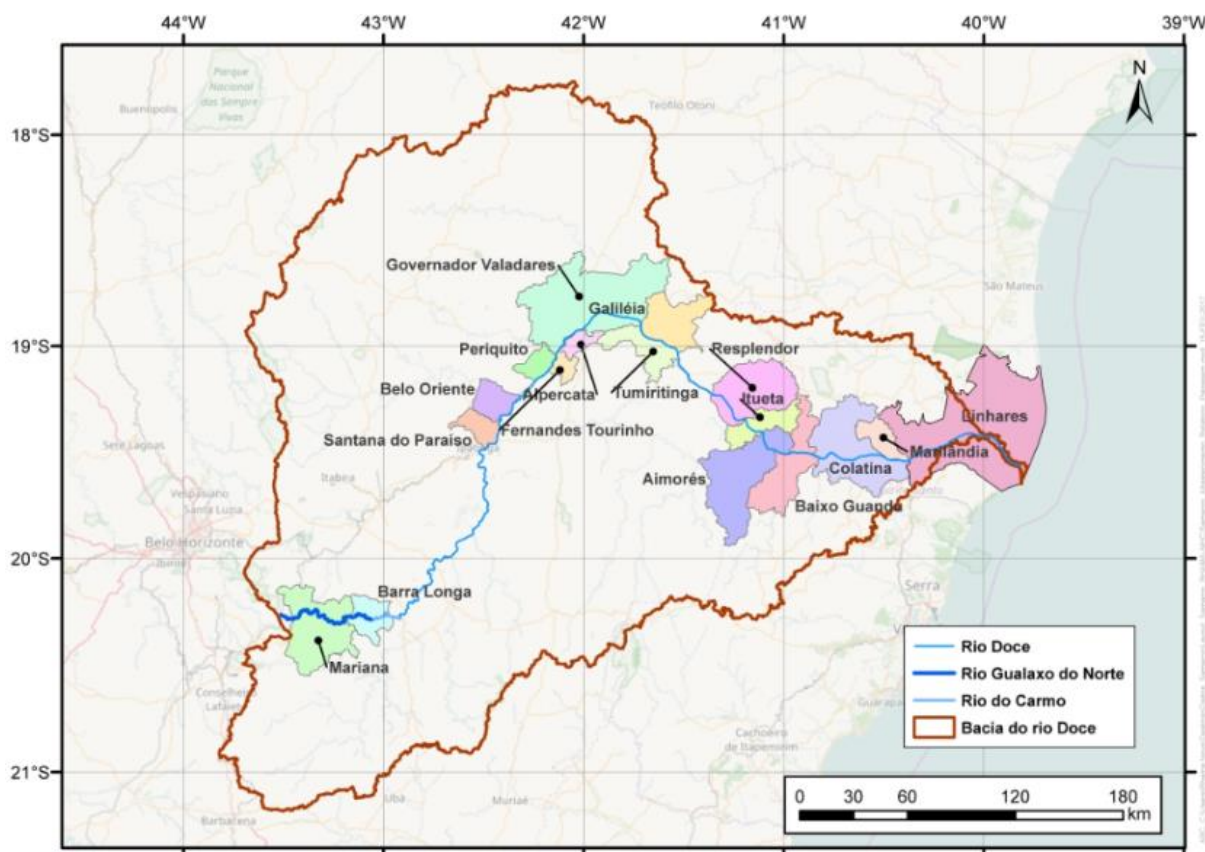
<sup>3</sup> Termo de Transação de Ajustamento de Conduta (TTAC) firmado entre Samarco, Vale e BHP Billiton com os governos federal e dos estados de Minas Gerais e do Espírito Santo em março de 2016.

<sup>4</sup> O rio Doce é o rio que recebeu os rejeitos e vem drenando os mesmos até o Oceano.

O estudo se baseou em informações secundárias para identificar a disponibilidade hídrica dos mananciais superficiais e subterrâneos para as localidades. Foram elencadas pelo menos duas alternativas para cada localidade, com avaliação preliminar das condições dos mananciais em relação a potencial poluição, necessidade de obras de infraestrutura, procedimentos de licenciamento e estimativa de custo de implantação dos sistemas de captação e adução.

### Bacia Hidrográfica e Localidades afetadas

A bacia hidrográfica do rio Doce possui área de drenagem de 82.300 km<sup>2</sup>, sendo 86% pertencente ao estado de Minas Gerais e o restante ao estado do Espírito Santo. A Figura i a seguir apresenta a localização da bacia hidrográfica, dos municípios contemplados no presente estudo e dos rios impactados pelo acidente.



**Figura i. Mapa da bacia hidrográfica do rio Doce, Municípios estudados e corpos d'água impactados.**

As localidades que fazem parte do estudo são aquelas identificadas no TTAC que sofreram impacto devido a elevação da turbidez no rio Doce. Identificou-se também que o TTAC abrange algumas localidades impactadas e que não possuem SAA. O TTAC contempla 24 diferentes localidades, desde aquelas com população da ordem de 100 mil habitantes até distritos com reduzida população. Foi estabelecido que os mananciais alternativos tenham capacidade de fornecer vazão suficiente para redução da dependência do uso das águas do rio Doce em 30% para localidades com até 100.000 habitantes e 50% para localidades com população maior. Ressalta-se que o TTAC prevê uma vazão

mínima de atendimento, contudo em situações específicas optou-se pelo uso de uma meta superior para a vazão.

A Tabela i a seguir apresenta as localidades afetadas, a vazão de referência, a redução percentual necessária da captação da localidade no rio Doce, conforme o TTAC, e a vazão meta, calculada com base na vazão de referência e na redução estipulada

**Tabela i. Localidades em estudo, vazão de referência e vazão meta estabelecida pelo TTAC.**

Nº	Município	Sede / Localidade	Vazão referência do TTAC (L/s)	Redução percentual (%)	Vazão meta (L/s)
1	Aimorés	Sto. Antônio do Rio Doce (Mauá)	6,00	30	1,80
2	Alpercata	Sede	23,72	30	7,12
3	Baixo Guandu	Sede	140,00	30	42,00
4	Baixo Guandu	Mascarenhas	6,00	30	1,80
5	Barra Longa	Barreto	4,00	30	1,20
6	Barra Longa	Gesteira	4,00	30	1,20
7	Belo Oriente	Perpétuo Socorro (Cach. Escura)	40,00	30	12,00
8	Colatina	Sede	384,00	50	192,00
9	Fernandes Tourinho	Senhora da Penha	4,00	30	1,20
10	Galiléia	Sede	23,63	30	7,09
11	Governador Valadares	Sede	1.343,00	75	1.008,00
12	Governador Valadares	São Vitor	6,00	30	1,80
13	Itueta	Sede	17,16	30	5,15
14	Linhares	Sede	400,00	50	200,00
15	Linhares	Regência	20,00	30	6,00
16	Mariana	Camargos	4,00	30	1,20
17	Mariana	Paracatu de Baixo	4,00	30	1,20
18	Mariana	Pedras	4,00	30	1,20
19	Marilândia	Boninsegna	4,00	30	1,20
20	Periquito	Pedra Corrida	11,00	30	3,30
21	Resplendor	Sede	60,00	30	18,00
22	Santana do Paraíso	Ipaba do Paraíso (Ipabinha)	4,00	30	1,20
23	Tumiritinga	Sede	19,00	30	5,70
24	Tumiritinga	São Tomé do Rio Doce	5,00	30	1,50

### **Análise dos Mananciais Alternativos para as Localidades**

Para cada uma das localidades foi feito um mapeamento sistemático dos corpos d'água próximos (mananciais superficiais) e da estrutura hidrogeológica e poços da região (mananciais subterrâneos).

No caso dos mananciais superficiais foi estimada a disponibilidade hídrica para cada um deles de acordo com o método de regionalização de vazão e a vazão outorgável (com base nas legislações estaduais). O procedimento consistiu em identificar os corpos d'água próximos aos aglomerados populacionais das localidades e/ou de infraestrutura existente dos Sistemas de Abastecimento de Água (SAA), delimitar sua bacia hidrográfica e calcular a vazão outorgável para cenário sem regularização e com regularização de vazão.

O estudo de alternativas considerou os mananciais que possuíam capacidade de atender a demanda e o arranjo do sistema de adução até a ETA da localidade. Este estudo baseou-se em imagens aéreas, vazão do rio, topografia local e, principalmente, proximidade da infraestrutura existente dos SAA. Para

cada alternativa foi identificada a fonte de abastecimento, a demanda de infraestrutura para regularização ou captação, o arranjo de infraestrutura para a adução até a ETA e estimativa preliminar do custo de implantação. Foram identificados os procedimentos de licenciamento envolvidos e foi feita avaliação preliminar de qualidade da água baseada na análise de estado de conservação da bacia hidrográfica.

No caso do uso de manancial subterrâneo (perfuração de poços) foram empregados dois métodos para estimativa de disponibilidade hídrica. Foi feita uma análise estatística para calcular a probabilidade de ocorrência de vazões em um poço, e foi feita a análise da vazão média dos poços dos municípios, de modo que se pudesse estimar o número de poços necessários para atendimento da demanda de cada localidade. A taxa de recarga do aquífero também foi estimada, sendo esta taxa estipulada como vazão limite para exploração (exploração de vazão maiores que a taxa de recarga afetariam as reservas permanentes do aquífero).

Para cada localidade foram avaliadas pelo menos duas alternativas e foi realizada a comparação entre elas, sendo sugerida uma ordem de classificação.

### Disponibilidade Hídrica Superficial

A disponibilidade hídrica de um manancial superficial é a vazão que sua bacia pode produzir ao longo do tempo. A disponibilidade hídrica dos mananciais superficiais foi estimada por meio de técnicas de regionalização de vazão para as vazões: vazão média de longo período ( $Q_{mlp}$ ),  $Q_{90}$ <sup>5</sup>,  $Q_{95}$ <sup>6</sup> e  $Q_{7,10}$ <sup>7</sup>.

A regionalização de vazões é um método utilizado para transferir informações de locais com dados para os locais sem dados ou com dados limitados (Tucci, 2002a). Corresponde à representação do comportamento da distribuição da vazão em função da área de drenagem. Na prática é uma equação que permite calcular a vazão em um determinado ponto de um corpo d'água em função de sua área de drenagem. O procedimento para determinação das equações consiste em se agrupar postos fluviométricos que se localizem em uma área hidrologicamente homogênea, calcular as vazões de interesse (por exemplo  $Q_{mlp}$ ,  $Q_{90}$ ,  $Q_{95}$  e  $Q_{7,10}$ ) para cada um dos postos fluviométricos e, por fim, determinar a equação da curva que melhor represente a tendência de distribuição da vazão em função da área de drenagem.

Dentre os 476 postos fluviométricos na bacia do rio Doce foram identificados 143 postos que possuíam dados diários de vazão, dos quais 45 atendem aos critérios definidos neste estudo para seleção. Os critérios foram: série de dados de no mínimo 20 anos; existência de dados em pelo menos 90% do período coberto pela série; e avaliação de indicadores dos dados quanto a consistência como coeficiente de escoamento, relações entre vazões, entre outros.

Os 45 postos fluviométricos selecionados foram utilizados para a obtenção das equações de regionalização de vazão. Com base no comportamento hidrológico da bacia a área de estudo foi dividida em duas regiões hidrologicamente homogêneas, Leste e Oeste. Para cada um dos postos fluviométricos selecionados foram calculadas a vazão média de longo período ( $Q_{mlp}$ ), vazão  $Q_{90}$ , vazão  $Q_{95}$  e vazão  $Q_{7,10}$ .

---

<sup>5</sup>  $Q_{90}$  é a vazão que corresponde a 90% da curva de permanência, ou seja 90% do tempo as vazões são maiores ou iguais a  $Q_{90}$ .

<sup>6</sup>  $Q_{95}$  é a vazão que corresponde a 95% da curva de permanência, ou seja 95% do tempo as vazões são maiores ou iguais a  $Q_{95}$ .

<sup>7</sup>  $Q_{7,10}$  é a vazão média de 7 dias com 10 anos de tempo recorrência.

Para uso da água é necessária a obtenção de outorga, que estabelece os critérios de concessão do direito de uso das águas superficiais num determinado curso d'água. Para as águas de domínio da União os critérios são definidos pela ANA, e para as águas de domínio dos estados são definidos de acordo com legislações estaduais.

A legislação do Espírito Santo e de Minas Gerais são semelhantes quanto aos critérios de vazão outorgável, sendo permitido a captação de até 50% da vazão de referência e, no caso de construção de reservatórios para regularização de vazão, manutenção de vazão equivalente a 50% da vazão de referência para jusante. Sendo que a vazão de referência no Espírito Santo é a  $Q_{90}$  e em Minas Gerais é a  $Q_{7,10}$ . Para estimativa de disponibilidade hídrica considerando a construção de barragem de acumulação para regularização de vazão foi adotado como potencial capacidade de regularização de um manancial a vazão regularizada ( $Q_r$ ) de 60% da vazão média, conforme sugerido por Tucci (2002a).

A Tabela ii a seguir apresenta os critérios para estimativa de disponibilidade hídrica e vazão outorgável para cada cenário de uso da água superficial, com e sem regularização de vazão e de acordo com o critério da vazão outorgável de cada Estado.

**Tabela ii. Disponibilidade hídrica com e sem regularização considerando vazão outorgável nos estados do Espírito Santo e em Minas Gerais.**

Legislação de outorga	Critério	Estado	Vazão outorgável <sup>1</sup>	Disponibilidade hídrica ( $Q_d$ ) <sup>2</sup>
Dentro do padrão da lei	Com regularização	MG	50% $Q_{7,10}$	$= 0,6.Q_{mlp} - 0,5.Q_{7,10}$
		ES	50% $Q_{90}$	$= 0,6.Q_{m-Leste} - 0,5.Q_{90-Leste}$
Dentro do padrão da lei	Sem regularização	MG	50% $Q_{7,10}$	$= 0,5.Q_{7,10}$
Exceção				$= Q_{95} - 0,5.Q_{7,10}$
Dentro do padrão da lei		ES	50% $Q_{90}$	$= 0,5.Q_{90}$
Exceção				$= Q_{95} - 0,5.Q_{90}$

Onde: a  $Q_{7,10}$ , a  $Q_{mlp}$ , a  $Q_{90}$  e a  $Q_{95}$  são calculadas utilizando as equações resultantes do método de regionalização de vazões para cada região; <sup>1</sup> Este é o cenário da lei que estabelece que a maior vazão outorgável; <sup>2</sup> Neste cenário, usa-se a exceção da lei que permite retirar para abastecimento a disponibilidade, mantendo a vazão para jusante equivalente à metade da vazão de referência.

### Disponibilidade Hídrica Subterrânea

A estimativa da disponibilidade hídrica subterrânea foi feita através da determinação da recarga subterrânea (máxima vazão que poderia ser retirada de cada poço) e o número de poços necessários para atender a uma determinada demanda. Para estimativa da disponibilidade hídrica subterrânea foram usados a base de dados dos poços da bacia do rio Doce no SIAGAS da CPRM.

A recarga subterrânea é a quantidade de água de reposição do aquífero, portanto o limite superior de retirada de água do aquífero para cada poço. A recarga foi estimada com base no hidrograma de bacias representativas para cada um dos domínios hidrogeológicos. O hidrograma é composto pelas vazões subterrâneas e superficiais. No hidrograma, pode-se separar o escoamento superficial e subterrâneo. Foi utilizada a metodologia de médias móveis adotada em *Institute of Hydrology* (1980). O escoamento subterrâneo em mm, representa a recarga específica (por unidade de área). Para estimar esta recarga em unidades de vazão utilizou-se os índices de chuvas médias anuais e adotou-se um raio de influência

dos poços considerado como área de recarga. A área de recarga assumida corresponde a um círculo de raio de 1,5 km (aproximadamente 3,5 km<sup>2</sup>).

Para a determinação do número de poços a serem perfurados para obtenção da demanda utilizou-se dois procedimentos comparativos: (a) média da vazão dos poços de cada município onde está a localidade e; (b) A curva de probabilidade de vazões de águas subterrânea para cada domínio hidrogeológico de um aquífero. A curva de probabilidade permite estimar com um nível de probabilidade o número de poços para obtenção da vazão desejada num domínio hidrogeológico, limitando cada poço a recarga estimada para a área. O primeiro método usa dados locais, mas tem pouca representatividade estatística. O segundo se baseia na classificação de domínios hidrogeológicos regionais e possui uma amostra grande e estatisticamente mais robusta.

## Resultados

Para todas as localidades foi avaliado o uso de manancial superficial e subterrâneo, sendo selecionados e avaliados em nível conceitual de 2 a 5 mananciais. A Tabela iii e a Tabela iv a seguir apresentam um resumo de todas as localidades, com a população, demanda de água acordado no TTAC, as alternativas principais selecionadas (na coluna “Alternativas”: duas primeiras na ordem de classificação indicadas na tabela com a numeração 1 e 2) e o custo estimado das alternativas. Pode-se observar que os projetos atendem a uma população total de 618.927 habitantes, como demanda total de 1.533 L/s. Considerando a implantação das melhores alternativas para cada localidade do ponto de vista técnico-econômico estima-se investimentos da ordem de grandeza de R\$ 110 a 190 milhões de reais, implantação de todas as alternativas 1 e todas alternativas 2, respectivamente.

De maneira geral, para as localidades com menor população o uso de manancial subterrâneo se mostra como alternativa mais atraente, enquanto que para as localidades com maior população, e maior demanda, o uso de manancial superficial é apontado como mais atraente. Das 24 localidades, as fontes dos mananciais preferenciais são: 16 (66,7%) para água subterrânea, 5 (20,8%) com água superficial e 3 (12,5%) usam a combinação de água subterrânea e superficial.

Tabela iii. Tabela resumo dos resultados para as 24 localidades com relação às fontes alternativas para abastecimento.

Município	Localidade	Demanda (L/s)	Alternativas	Tipo	Custos estimados (R\$ x 1000)	População
Aimorés	Santo Antônio do rio Doce	1,80	1 – Poços 2 – Rio Manhuaçu (adut. Água tratada)	Subterrâneo Superficial	28 832	1.500 <sup>1</sup>
Alpercata	Sede	7,12	1 – Poços 2 – R. Traíra	Subterrâneo Superficial	230 909	9.400 <sup>1</sup>
Baixo Guandu	Mascarenhas	1,80	1 – C. Olofote 2 – Poços	Superficial Subterrâneo	255 384	990 <sup>1</sup>
Baixo Guandu	Sede	42,00	1 – Rio Guandu 2 – C. Água Limpa	Superficial Superficial	1.908 5.413	30.070 <sup>1</sup>
Barra Longa	Barreto	1,20	1 – Poços 2 – C. Barreto	Subterrâneo Superficial	150 205	90 <sup>1</sup>
Barra Longa	Gesteira	1,20	1 – Poços 2 – Poços	Subterrâneo Subterrâneo	25 178	113 <sup>2</sup>
Belo Oriente	Perpétuo Socorro	6,60	1 – Poços + C. do Café 2 – Poços	Subt. + Superf. Subterrâneo	675 1.321	9.000 <sup>1</sup>
Colatina	Sede – Norte Sede – Sul	192,00	1 – Rio Pancas 1 – Rio S. Maria do Rio Doce	Superficial Superficial	4.719 3.924	102.010 <sup>1</sup>
Fernandes Tourinho	Senhora da Penha	1,20	1 – Poços 2 – Córrego Preto	Subterrâneo Superficial	28 226	547 <sup>3</sup>
Galiléia	Sede	7,09	1 – Poços 2 – C. São Tomé	Subterrâneo Superficial	22 333	8.100 <sup>1</sup>
Governador Valadares	São Vitor	1,80	1 – Poços 2 – Manancial sem nome	Subterrâneo Superficial	28 211	655 <sup>1</sup>
Governador Valadares	Sede – Norte Sede – Sul	900,00 108,00	1 – Rio Suaçuí Grande	Superficial	95.109	282.000 <sup>1</sup>
	Sede – Norte Sede – Sul	900,00 108,00	2 – Rio Corrente Grande	Superficial	168.868	

<sup>1</sup> Fonte: estudo ESSE em 2015; <sup>2</sup> Fonte: Plano Municipal de Saneamento Básico da localidade; e <sup>3</sup> Fonte: censo demográfico do IBGE em 2010.

Tabela iv. Continuação da Tabela iii. Tabela resumo dos resultados para as 24 localidades com relação às fontes alternativas para abastecimento.

Município	Localidade	Demanda (L/s)	Alternativas	Tipo	Custos estimados (R\$ x 1000)	População
Itueta	Sede	5,15	1 – C. do Barata e Quatisinho + poços 2 – Rio Itueto	Subt. + Superf. Superficial	3.983 3.460	4.263 <sup>1</sup>
Linhares	Sede	200,00	1 – Lagoa Nova	Superficial	26	136.600 <sup>1</sup>
Linhares	Regência	6,00	1 – Poços 2 – Poços	Subterrâneo Superficial	- 667	2.220 <sup>1</sup>
Mariana	Camargos	1,20	1 – Poços 2 – C. sem nome	Subterrâneo Superficial	150 174	83 <sup>3</sup>
Mariana	Paracatu de Baixo	1,20	1 – Poços 2 – C. do Castro	Subterrâneo Superficial	150 282	240 <sup>1</sup>
Mariana	Pedras	1,20	1 – Poços 2 – Manancial sem nome	Subterrâneo Superficial	214 357	1.656 <sup>3</sup>
Marilândia	Boninsegna	1,20	1 – Poços 2 – Manancial 1	Subterrâneo Superficial	150 214	Sem dados
Periquito	Pedras Corrida	3,30	1 – Poços 2 – Ribeirão Salão	Subterrâneo Superficial	- 286	1.421 <sup>1</sup>
Resplendor	Sede	34,00	1 – C. Santana + poços 2 – C. Barroso + poços	Subt. + Superf. Subt. + Superf.	2.377 2.409	1.9962 <sup>1</sup>
Santana do Paraíso	Ipaba do Paraíso	1,20	1 – Poços 2 – C. do Bueiro	Subterrâneo Superficial	81 248	1.274 <sup>3</sup>
Tumiritinga	São Tomé do Rio Doce	1,50	1 – Poços 2 – C. Poço Dantas	Subterrâneo Superficial	6 208	120 <sup>1</sup>
Tumiritinga	Sede	5,70	1 – Poços 2 – C. da Capivara	Subterrânea Superficial	- 394	6.600 <sup>1</sup>
<b>Totais</b>		<b>1533,50</b>	<b>Custo estimado para implantação de todas alternativas 1</b> <b>Custo estimado para implantação de todas alternativas 2</b>		<b>110.314</b> <b>191.529</b>	<b>618.927</b>

<sup>1</sup> Fonte: estudo ESSE em 2015; <sup>2</sup> Fonte: Plano Municipal de Saneamento Básico da localidade; e <sup>3</sup> Fonte: censo demográfico do IBGE em 2010.

## Considerações finais

A avaliação apresentada neste estudo deve ser considerada preliminar, considerando que foram usadas informações secundárias. Os resultados devem ser verificados nas fases de elaboração de projeto básico e executivo das alternativas com inspeções de campo e dados específicos que confirmem a disponibilidade e a qualidade da água dos mananciais selecionados.

Uma análise preliminar de potenciais contaminações foi realizada, mas é necessário avaliar a qualidade da água dos mananciais por meio de programa de amostragem e análises. Da mesma forma, não foram avaliados a existência de outros usos da água na bacia os quais devem ser levados em consideração nos estudos mais detalhados de disponibilidade. Deve ser destacado que procurou-se selecionar mananciais que apresentavam certa folga na capacidade de atendimento à demanda e identificar potenciais usuários na bacia hidrográfica por meio de imagens aéreas, sendo provável que os locais selecionados não apresentem conflitos de uso, mas que é essencial a avaliação local com mais informações.

As atividades deste estudo conceitual encerram-se com a descrição em detalhes de todos os procedimentos e métodos a serem utilizados na fase de projeto básico para o aprimoramento da avaliação da disponibilidade hídrica e implantação das novas captações e adutoras. O texto elaborado apresenta sugestões das especificações técnicas que devem ser seguidas no estudo detalhado das alternativas de projeto de abastecimento para cada localidade.

No processo da escolha final da alternativa, além do custo deve-se avaliar as seguintes condicionantes para definição da alternativa:

- Avaliação da qualidade da água atual e potencial contaminação futura do manancial. Isto envolve as águas superficiais e subterrâneas. Neste aspecto deve-se entender o limite atual no qual a ETA tem condições de tratar a água disponível, ou seja, para que tipo de tratamento/qualidade de água que a mesma foi dimensionada. É um fator que necessitará de dados de monitoramento e entendimento das potenciais fontes de contaminação da bacia hidrográfica de montante;
- Viabilidade do sistema de adução prevista em face de informações locais de interferência com vias, redes de todo tipo, ocupações, geologia e topografia;
- Todo manancial tem um risco de atendimento da demanda, portanto é necessário avaliar no projeto o risco de falha e planejar a segurança hídrica para este cenário, utilizando-se de um monitoramento e um sistema de previsão de vazão;
- Considerando o aspecto da segurança hídrica é essencial que os sistemas hoje existentes de captação no rio Doce sejam mantidos com capacidade de operação em sua vazão plena, pois a tendência é que a turbidez causada pelos rejeitos diminua com o passar do tempo e este manancial poderá ser uma alternativa para promover a segurança hídrica no futuro.