

SEQ2534/2017/GJU

IBAMA/IBAMA/SEDE - PROTOCOLO	
NR. 02001.100.383/2017-97	
NR. SEI	
Recebido em: 3/5/2017	
Assinatura	

Belo Horizonte, 03 de maio de 2017.

**Ao****COMITÊ INTERFEDERATIVO – CIF****A/C: SRÁ. SUELY MARA VAZ GUIMARÃES DE ARAÚJO****PRESIDENTE DO COMITÊ INTERFEDERATIVO E DO INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA****SCEN Trecho 2, Edifício Sede, Caixa Postal nº 09566, Brasília/DF****CEP: 70818-900****C/C:****A****CÂMARA TÉCNICA DE SEGURANÇA HÍDRICA E QUALIDADE DA ÁGUA – CTSHQA****A/C: GISELA DAMM FORATTINI****COORDENADORA DA CTSHQA E DIRETORA DE PLANEJAMENTO DA AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA****Setor Policial, Área 5, Quadra 3, Blocos B, L, M e T, Brasília/DF****CEP: 70610-201**

**REF.: Apresentação do primeiro relatório do Estudo de Segurança Hídrica em atendimento à Cláusula 171 do Termo de Transação e de Ajustamento de Conduta ("TTAC")**

Prezadas Senhoras,

A **FUNDAÇÃO RENOVA** ("FUNDAÇÃO"), pessoa jurídica de direito privado, devidamente inscrita no CNPJ/MF sob o nº 25.135.507/0001-83, com sede na Avenida Getúlio Vargas, nº 671, 4º andar, Belo Horizonte/MG, CEP 30.112-021, vem, respeitosamente, por seu representante legal abaixo assinado, expor o quanto segue:



Como se sabe, o Programa de Melhoria dos Sistemas de Abastecimento de Água (PG32), previsto no âmbito da Cláusula 171<sup>1</sup> do TTAC, prevê que a FUNDAÇÃO irá construir sistemas alternativos de captação e adução e melhoria das estações de tratamento de água em todos os Municípios que captam água diretamente da calha do Rio Doce e que tiveram localidades cuja operação do sistema de abastecimento público ficou inviabilizada temporariamente em razão do rompimento da Barragem de Fundão, ocorrido em 5 de novembro de 2015 ("Evento").

No âmbito do referido Programa está prevista a entrega de um estudo intitulado "Elaboração de estudos de capacidade de mananciais superficiais e subterrâneos, visando a construção de sistemas alternativos de abastecimento de água", para o qual a FUNDAÇÃO contratou as empresas especializadas NHC Brasil Consultores Ltda. e Rhama Consultoria Ambiental Ltda. para respectiva realização.

A Atividade 1 do trabalho consiste em elaboração de relatório preliminar contemplando a identificação das localidades, das demandas de abastecimento e de estudos existentes para desenvolvimento da concepção da complementariedade da oferta de recurso hídrico para as localidades listadas na Cláusula 171 do TTAC.

Assim, a FUNDAÇÃO vem apresentar o relatório do levantamento dos estudos e informações existente pertinentes ao objeto de estudo (Doc. 01), referente à Atividade 1 do trabalho, sendo certo que este é um estudo preliminar e que os relatórios subsequentes serão cumulativos em termos de conteúdo.

<sup>1</sup> CLÁUSULA 171: Nos Municípios que tiveram localidades cuja operação do sistema de abastecimento público ficou inviabilizada temporariamente como decorrência do EVENTO, a FUNDAÇÃO deverá construir sistemas alternativos de captação e adução e melhoria das estações de tratamento de água para todas para as referidas localidades desses municípios que captam diretamente da calha do Rio Doce, utilizando a tecnologia apropriada, visando reduzir em 30% (trinta por cento) a dependência de abastecimento direto naquele rio, em relação aos níveis anteriores ao EVENTO, como medida reparatória.

PARÁGRAFO PRIMEIRO: Este programa incluirá os levantamentos de campo, estudos de concepção e projetos básicos, que deverão ser desenvolvidos em 2 (dois) anos, a contar da data da assinatura deste Acordo. A partir destas atividades, as obras necessárias deverão ser concluídas num prazo de 3 (três) anos.

PARÁGRAFO SEGUNDO: Considera-se que a operação do sistema de abastecimento público ficou inviabilizada temporariamente nas sedes dos seguintes Municípios: (i) Alpercatá; (ii) Gov. Valadares; (iii) Tumiritinga; (iv) Galiléia; (v) Resplendor; (vi) Itueta; (vii) Baixo Guandu; (viii) Colatina; e (ix) Linhares.

PARÁGRAFO TERCEIRO: Considera-se que a operação do sistema de abastecimento público ficou inviabilizada temporariamente nos seguintes Distritos: a) Em Marilândia: (i) Camargos; (ii) Pedras; (iii) Paracatu de Baixo; b) Em Barra Longa: (i) Gesteira; (ii) Barreto; c) Em Santana do Paraíso: (i) Ipaba do Paraíso; d) Em Belo Oriente: (i) Cachoeira Escura; e) Em Periquito: (i) Pedra Corrida; f) Em Fernandes Tourinho: (i) Senhora da Penha; g) Em Governador Valadares: (i) São Vitor; h) Em Tumiritinga: (i) São Tomé do Rio Doce; i) Em Almorés: (i) Santo Antônio do Rio Doce; j) Em Baixo Guandu: (i) Mascarenhas; k) Em Marilândia: (i) Boninsenha; l) Em Unhares: (i) Regência.

(...)





FUNDAÇÃO  
**renova**

Esclareça-se, por oportuno, que o presente relatório é um levantamento dos estudos e informações existentes pertinentes ao objeto do referido estudo, e que a análise em nível conceitual da oferta hídrica dos mananciais elegidos para construção das captações alternativas, bem como a elaboração de Termo de Referência para levantamento de dados locais complementares e as especificações técnicas para monitoramento dos mananciais serão concluídas no mês de junho de 2017, sendo apresentadas tão logo estejam consolidadas.

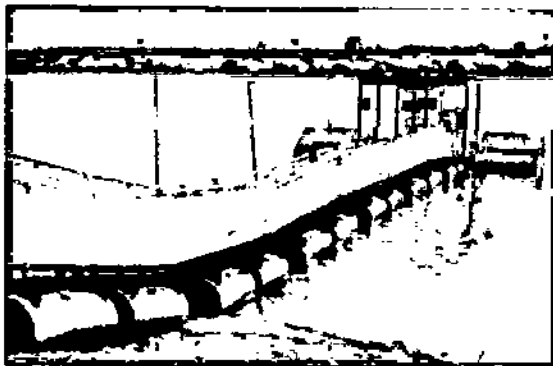
Sendo o que cumpria para o momento, a FUNDAÇÃO RENOVA se mantém à disposição para prestar quaisquer esclarecimentos adicionais que se fizerem necessários.

Renovando nossos protestos de estima e consideração, subscrevemos a presente.

Atenciosamente,

FUNDAÇÃO RENOVA  
YONÊ MELO DE FIGUEIREDO FONSECA  
LÍDER DE PROGRAMAS SOCIOAMBIENTAIS



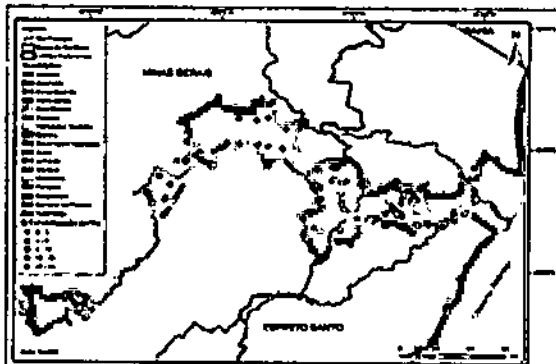


(<http://www.fundacorenova.org>)

## ELABORAÇÃO DA ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA ESTUDOS E PROJETOS DE SISTEMAS ALTERNATIVOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA BACIA DO RIO DOCE

Relatório n.1: Consolidação, análise das  
informações e definição das localidades de  
interesse e suas metas de abastecimento  
Versão Final

Relatório preparado para:



**Fundação RENOVA**

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

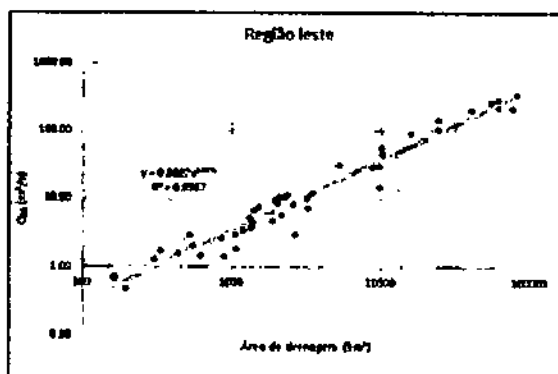
Preparado por:

**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



Abril de 2017



## **INFORMAÇÕES DE CONTATO DO CONTRATANTE**

Nome: Leandro N. Soares  
E-mail: leandro.soares@fundacaorenova.org  
Telefone: +55 (28) 99275-4397 / (27) 99913-7227

Nome: Alysson Werneque Pereira (Gerente do contrato – PEDIDO No. 4800000368)  
E-mail: alysson.werneque@fundacaorenova.org  
Telefone: +55 (28) 99277-6778

## **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 e destina-se ao uso exclusivo e benefício da Fundação Renova (RENOVA) para quem foi elaborado e para aplicação específica a questões técnicas relacionadas à especificação da contratação de serviços de avaliação de capacidade de mananciais visando a construção de sistemas alternativos de abastecimento de água. 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. **Especificação de serviços de sistemas de abastecimento de água na bacia do rio Doce. Relatório n.1 Consolidação, análise das informações e definição das localidades de interesse e suas metas de abastecimento.** NHC Brasil Consultores Ltda. e RHAMA Consultoria Ambiental Ltda (Versão Final, abril de 2017).

## **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)  
Carlos Eduardo Morelli Tucci, PhD, Eng. Civil (CREA: RS006684)  
Bibiana Rodrigues Colossi, Mestre, Eng. Ambiental (CREA: RS194845)



## **APRESENTAÇÃO**

Como consequência do acidente da barragem de rejeitos da SAMARCO, em Mariana, foram liberados cerca de 40 milhões de m<sup>3</sup> de rejeitos para jusante, o que impactou o rio Doce e gerou problemas no abastecimento das cidades ao longo do rio devido a turbidez da água.

A Fundação Renova contactou as empresas NHC Brasil Consultores Ltda. e Rhama Consultoria Ambiental Ltda. para realizar o estudo denominado "Especificação de serviços de sistemas de abastecimento de água na bacia do rio Doce".

O presente relatório refere-se à Atividade 1 do trabalho, intitulada "Levantamento dos estudos e informações existentes pertinentes ao objeto de estudo". Este relatório identifica as localidades, as demandas de abastecimento e os estudos existentes, além de estimar a disponibilidade hídrica superficial e subterrânea em escala regional para desenvolvimento da concepção da complementariedade da oferta de água para as cidades.

Os relatórios subsequentes serão cumulativos em termos de conteúdo.

São Paulo, abril de 2017.

NHC Brasil Consultores Ltda. e Rhama Consultoria Ambiental Ltda.



## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1 ANTECEDENTES .....	1
1.2 OBJETIVOS .....	2
1.3 RESUMO DESTE RELATÓRIO .....	2
2. CARACTERIZAÇÃO DO EVENTO .....	3
2.1 BACIA DO RIO DOCE .....	3
2.2 BARRAGEM DO FUNDÃO .....	3
2.2.1 Rompimento da barragem .....	3
2.2.2 Deslocamento da onda .....	4
2.2.3 Condições desfavoráveis de turbidez .....	7
3. LOCALIDADES NA BACIA DO RIO DOCE COM ABASTECIMENTO DE ÁGUA AFETADO .....	8
4. ESTUDOS ANTERIORES .....	11
4.1 PLANOS DE BACIA HIDROGRÁFICA .....	11
4.2 PLANOS MUNICIPAIS DE SANEAMENTO BÁSICO - PMSB .....	12
4.3 DIAGNÓSTICO DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DOS MUNICÍPIOS AFETADOS PELO ACIDENTE – CONSULTORIA ESSE ENGENHARIA (ESSE, 2015) ....	13
4.4 RELATÓRIO DA CÉLULA DE GOVERNADOR VALADARES: AÇÕES REALIZADAS EM GOVERNADOR VALADARES E REGIÃO (SAMARCO, 2016a) .....	14
4.5 RELATÓRIOS DE AVALIAÇÃO DAS ETAS .....	15
4.6 OUTROS – ESTUDO DO MANANCIAL LAGOA NOVA EM LINHARES - ES .....	16
5. DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUPERFICIAL .....	17
5.1 BACIA HIDROGRÁFICA .....	17
5.2 DADOS HIDROLÓGICOS .....	17
5.3 REGIONALIZAÇÃO DAS VAZÕES .....	18
5.4 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS VAZÕES ESPECÍFICAS .....	23
5.5 METODOLOGIA DE ESTIMATIVA DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA .....	24
5.5.1 Disponibilidade hídrica sem regularização .....	24
5.5.2 Disponibilidade hídrica com regularização .....	24
6. ÁGUA SUBTERÂNEA .....	26
6.1 GEOMORFOLOGIA .....	26
6.1.1 Geomorfologia predominante .....	26
6.1.2 Geomorfologia nos municípios .....	30
6.2 HIDROGEOLOGIA .....	30
6.2.1 Domínios hidrogeológicos .....	31
6.2.2 Vazões por município .....	34
6.3 DISTRIBUIÇÃO DAS VARIÁVEIS HIDROGEOLÓGICAS .....	36
7. DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE CADA LOCALIDADE .....	47
7.1 AIMORÉS – SANTO ANTÔNIO DO RIO DOCE (MAUÁ) .....	47



7.2 ALPERCATA - SEDE .....	47
7.3 BAIXO GUANDU - SEDE.....	48
7.4 BAIXO GUANDU - MASCARENHAS .....	49
7.5 BARRA LONGA - BARRETO.....	49
7.6 BARRA LONGA - GESTEIRA .....	49
7.7 BELO ORIENTE - PERPÉTUO SOCORRO (CACHOEIRA ESCURA) .....	49
7.8 COLATINA - SEDE.....	50
7.9 FERNANDES TOURINHO – SENHORA DA PENHA.....	51
7.10 GALILÉIA - SEDE .....	51
7.11 GOVERNADOR VALADARES - SEDE .....	52
7.12 GOVERNADOR VALADARES – SÃO VITOR .....	53
7.13 ITUETA – SEDE .....	53
7.14 LINHARES – SEDÊ.....	53
7.15 LINHARES – REGÊNCIA.....	54
7.16 MARIANA – CAMARGOS .....	54
7.17 MARIANA – PARACATU DE BAIXO.....	54
7.18 MARIANA – PEDRAS .....	55
7.19 MARILÂNDIA – BONISENHA.....	55
7.20 PERIQUITO – PEDRA CORRIDA .....	55
7.21 RESPLENDOR – SEDE .....	56
7.22 SANTANA DO PARAÍSO – IPABA DO PARAÍSO (IPABINHA) .....	57
7.23 TUMIRITINGA - SEDE .....	57
7.24 TUMIRITINGA – SÃO TOMÉ DO RIO DOCE .....	57
7.25 RESUMO DA SITUAÇÃO DAS LOCALIDADES .....	59
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	60
ANEXOS.....	63
A. Postos fluviométricos.....	63
B. Vazões .....	67
C. Geomorfologia dos municípios .....	69
D. Vazões subterrâneas e domínios por município .....	75



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização da bacia do rio Doce, seus principais afluentes.....	5
Figura 2. Mapa do caminho percorrido pela onda de água e lama e as estações de monitoramento da CPRM (CPRM, 2015a).....	6
Figura 3. Mapa de localização dos municípios a serem estudados.....	9
Figura 4. Relevo na bacia do rio Doce. Elevação em metros.....	18
Figura 5. Divisão da bacia do rio Doce para a regionalização das vazões.....	19
Figura 6. Análise do comportamento das vazões médias de longo período em função da área de drenagem para a região leste.....	20
Figura 7. Análise do comportamento das vazões $Q_{95}$ em função da área de drenagem para a região leste.....	21
Figura 8. Análise do comportamento das vazões médias de longo período em função da área de drenagem para a região oeste.....	22
Figura 9. Análise do comportamento das vazões $Q_{95}$ em função da área de drenagem para a região oeste.....	22
Figura 10. Distribuição das vazões específicas médias de longo período na bacia do rio Doce.....	23
Figura 11. Distribuição espacial da $Q_{95}$ na bacia do rio Doce.....	25
Figura 12. Mapa da geomorfologia (fonte: CPRM).....	27
Figura 13. Mapa dos domínios geológicos.....	32
Figura 14. Mapa de unidades hidrogeológicas (CPRM).....	33
Figura 15. Localização dos poços do banco de dados SIAGAS.....	36
Figura 16. Profundidades dos poços SIAGAS.....	41
Figura 17. Vazão de estabilização.....	42
Figura 18. Vazão específica.....	43
Figura 19. Nível estático.....	45
Figura 20. Nível dinâmico.....	46



**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1. Características das barragens da mineração da Samarco (Fonte: DNPM, 2016).....	3
Tabela 2. Localidades em estudo, vazão atual e vazão meta .....	10
Tabela 3. Quadro resumo das informações apresentadas nos Planos Municipais de Saneamento Básico dos municípios estudados.....	13
Tabela 4. Relevos predominante por município em análise .....	30
Tabela 5. Informações dos poços nos municípios em estudo .....	35
Tabela 6. Disponibilidade de dados dos poços do banco SIAGAS .....	37
Tabela 7. Número de poços em operação em relação ao total .....	38
Tabela 8. Tipos de uso das águas subterrâneas .....	39
Tabela 9. Profundidades dos poços.....	40
Tabela 10. Vazão de estabilização .....	41
Tabela 11. Vazão específica .....	42
Tabela 12. Nível Estático (NE) .....	44
Tabela 13. Nível Dinâmico (ND).....	46
Tabela 14. Resumo da situação das localidades e alternativas a apontadas por estudos anteriores..	59
Tabela 15. Postos fluviométricos com dados de vazão na bacia do rio Doce utilizados nas análises ..	63
Tabela 16. Vazão média de longo período, $Q_{95}$ e vazão específica .....	67
Tabela 17. Relevos do município de Almorés.....	69
Tabela 18. Relevos do município de Alpercata .....	69
Tabela 19. Relevos do município de Baixo Guandu .....	69
Tabela 20. Relevos do município de Barra Longa.....	70
Tabela 21. Relevos do município de Belo Oriente.....	70
Tabela 22. Relevos do município de Colatina.....	70
Tabela 23. Relevos do município de Fernandes Tourinho.....	71
Tabela 24. Relevos do município de Galileia .....	71
Tabela 25. Relevos do município de Governador Valadares .....	71
Tabela 26. Relevos do município de Itueta .....	72
Tabela 27. Relevos do município de Linhares .....	72
Tabela 28. Relevos do município de Mariana .....	72
Tabela 29. Relevos do município de Marilândia.....	73
Tabela 30. Relevos do município de Periquito .....	73
Tabela 31. Relevos do município de Resplendor.....	73
Tabela 32. Relevos do município de Santana do Paraíso .....	74
Tabela 33. Relevos do município de Tumiritinga .....	74
Tabela 34. Domínios hidrogeológicos do município de Aimorés .....	75
Tabela 35. Poços de Aimorés (sete poços).....	76
Tabela 36. Domínios hidrogeológicos do município de Alpercata .....	76
Tabela 37. Poços de Alpercata (11 poços) .....	76
Tabela 38. Domínios hidrogeológicos do município de Baixo Guandu .....	77
Tabela 39. Poços de Baixo Guandu (7 poços).....	77
Tabela 40. Domínios hidrogeológicos do município de Barra Longa .....	77
Tabela 41. Poços de Barra Longa (19 poços).....	78
Tabela 42. Domínios hidrogeológicos do município de Belo Oriente .....	78
Tabela 43. Poços de Belo Oriente .....	79
Tabela 44. Domínios hidrogeológicos do município de Colatina .....	79
Tabela 45. Poços de Colatina (46 poços).....	79



Tabela 46. Domínios hidrogeológicos do município de Fernandes Tourinho .....	80
Tabela 47. Poços de Fernandes Tourinho (19 poços).....	80
Tabela 48. Domínios hidrogeológicos do município de Galileia .....	80
Tabela 49. Poços de Galileia (3 poços) .....	81
Tabela 50. Domínios hidrogeológicos do município de Governador Valadares .....	81
Tabela 51. Poços de Governador Valadares (13 poços).....	82
Tabela 52. Domínios hidrogeológicos do município de Itueta .....	82
Tabela 53. Poços de Itueta (3 poços) .....	82
Tabela 54. Domínios hidrogeológicos do município de Linhares .....	83
Tabela 55. Poços de Linhares (274 poços) .....	83
Tabela 56. Domínios hidrogeológicos do município de Mariana .....	84
Tabela 57. Domínios hidrogeológicos do município de Marilândia .....	84
Tabela 58. Poços de Marilândia (21 poços).....	85
Tabela 59. Domínios hidrogeológicos do município de Periquito .....	85
Tabela 60. Poços de Periquito (10 poços) .....	85
Tabela 61. Domínios hidrogeológicos do município de Resplendor .....	86
Tabela 62. Poços de Resplendor (30 poços).....	86
Tabela 63. Domínios hidrogeológicos do município de Santana do Paraíso .....	87
Tabela 64. Poços de Santana do Paraíso (21 poços) .....	87
Tabela 65. Domínios hidrogeológicos do município de Tumiritinga .....	87
Tabela 66. Poços de Tumiritinga (10 poços).....	88



## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 ANTECEDENTES

O rompimento da barragem de rejeitos de Fundão, pertencente ao complexo minerário de Germano, em Mariana-MG, gerou um grande aporte de sedimentos afetando os rios de jusante, assim como suas várzeas, áreas adjacentes, o reservatório da Usina Hidrelétrica Risoleta Neves (UHE Candonga) e os usos da água ao longo do rio Doce. Os resíduos deslocados para jusante foram da ordem de 40 milhões de m<sup>3</sup>. Grande parte deste volume é de sedimentos com granulometria fina. O deslocamento deste volume ao longo do rio Doce durante os períodos de vazões altas aumenta a turbidez, afetando o abastecimento de água das cidades que usam o rio Doce.

Para mitigar este impacto é necessário buscar alternativas de abastecimento para cada cidade ou distrito que depende dos mananciais superficiais e subterrâneos atingidos. Foram identificadas 22 localidades nestas condições, desde cidades acima de 100 mil habitantes até distritos com reduzida população.

A SAMARCO, proprietária da barragem de rejeitos mencionada, necessita atender as demandas dos órgãos ambientais, de gestão de recursos hídricos e de entidades públicas para a remediação da área afetada e dos impactos do uso da água, como o abastecimento destas cidades e distritos.

A SAMARCO e posteriormente a Fundação RENOVA têm realizado ações, em diversas frentes, para a reparação dos danos ambientais, sociais e econômicos das áreas afetadas. No âmbito de medidas para o restabelecimento do abastecimento de água, foram realizadas melhorias nas Estações de Tratamento de Água (ETAs), tanto estruturais quanto de procedimento, para garantia da qualidade da água fornecida e melhoria das condições de operação, melhorias nas captações existentes no rio Doce, adutoras e elevatórias, bem como a utilização de mananciais alternativos, incluindo perfuração de poços, construção de captações provisórias (geralmente associadas ao uso de caminhões pipa para transporte da água até as ETAs) e captações perenes com adutoras.

Observam-se casos em que a demanda de localidades, segundo os termos apontados pelo Termo de Transação de Ajustamento de Conduta (TTAC), assinado em março de 2016 entre Samarco, Vale e BHP Billiton com os governos federal e dos estados de Minas Gerais e do Espírito Santo, está atendida pelas obras emergenciais realizadas. Porém, deve-se destacar que tais obras foram concebidas e realizadas em caráter de urgência, utilizando estudos realizados sob regime emergencial e/ou estudos desenvolvidos para outra finalidade que não o abastecimento público. A efetiva capacidade dos mananciais já em uso deve ser reavaliada por estudos aprofundados e específicos para este fim, assim como a verificação da adequação das técnicas construtivas adotadas e da perenidade das mesmas nos projetos já executados.

Deste modo, além da verificação das localidades afetadas e das metas de abastecimento, foi feita também a análise das demandas já atendidas e também dos mananciais apontados como solução das alternativas. Deve-se também destacar que a Fundação RENOVA e a SAMARCO firmaram acordos paralelos e/ou foram intimados a cumprirem metas de abastecimento mais restritivas que aquelas apresentadas no TTAC para algumas das localidades afetadas.



## **1.2 OBJETIVOS**

O objetivo deste estudo é desenvolver medidas para aumentar a resiliência ao abastecimento de água das cidades abastecidas pelo rio Doce. Os objetivos específicos são os seguintes:

- Identificar fontes alternativas de abastecimento de água para as cidades afetadas e que são relacionadas na Cláusula 171 do TTAC;
- Analisar, em nível de concepção, as alternativas de abastecimento;
- Elaborar termo de referência para os estudos subsequentes e obras complementares.

## **1.3 RESUMO DESTE RELATÓRIO**

No capítulo dois, são apresentadas as características gerais da bacia e do evento de rompimento da barragem.

No terceiro capítulo, são identificadas as localidades e as demandas do TTAC.

No quarto capítulo, são identificados e analisados os conteúdos dos estudos anteriores que apoiaram o desenvolvimento das atividades do presente estudo;

No quinto capítulo são apresentadas as informações e dados disponíveis, bem como critério de seleção dos dados utilizados para avaliação da disponibilidade hídrica superficial.

No sexto capítulo, são apresentados os elementos que permitem a estimativa da disponibilidade hídrica subterrânea.

No sétimo capítulo, é apresentado um diagnóstico resumido do sistema de abastecimento das localidades, medidas emergenciais adotadas durante o período crítico e o uso de mananciais alternativos já em operação.



## 2. CARACTERIZAÇÃO DO EVENTO

Neste capítulo, é apresentada a caracterização da bacia hidrográfica do rio Doce, a barragem do Fundão e os principais aspectos relacionados com o rompimento da barragem de rejeitos.

### 2.1 BACIA DO RIO DOCE

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 1 apresenta a localização da bacia hidrográfica, os principais rios que formam a rede de drenagem da bacia, bem como o contorno de toda a bacia do rio Doce, até a sua chegada no Oceano Atlântico. Na cabeceira do rio Doce, os rios do Gualaxo do Norte, Carmo e Piranga formam o rio Doce. Os principais rios pela margem esquerda são: Piracicaba, Santo Antônio, Suaçul Grande e Itambacuri. Pela margem direita: Casca, Caratinga, Manhuaçu.

### 2.2 BARRAGEM DO FUNDÃO

A atividade de mineração da Samarco está localizada na cidade de Mariana. O projeto da mineração previu as barragens de Germano e Fundão para recebimento de rejeito e a barragem de Santarém, com água, para atendimento das demandas do processamento da mineração. Na Tabela 1, são apresentados os dados básicos destas barragens, conforme a base de dados do Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM.

Tabela 1. Características das barragens da mineração da Samarco (Fonte: DNPM, 2016)

Características	Barragens		
	Fundão	Germano	Santarém
Altura do barramento (m)	130	165	31
Volume total do reservatório absoluto (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	91,866	121	672 <sup>1</sup>
Latitude	20° 12' 24" 1	20° 12' 59" 1	20° 13' 49" 4
Longitude	43° 27' 40" 9	43° 28' 02" 2	43° 26' 31" 4
CRI <sup>2</sup>	Baixo	Baixo	Baixo
DPA <sup>3</sup>	Alto	Alto	Alto
Classificação	C	C	C
Inserida no PNSB <sup>4</sup> ?	Sim	Sim	Sim

1 – Este valor parece incorreto na base de dados da fonte. 2 – CRI - Categoria de Risco, baseado em dados técnicos, conservação e Plano de Segurança; 3 – Dano Potencial Associado; 4 – PNSB – Plano Nacional de Segurança de Barragem.

#### 2.2.1 Rompimento da barragem

No dia 5 de novembro de 2015, a barragem de rejeitos de Fundão se rompeu. O fluxo de lama<sup>1</sup> desceu e invadiu o reservatório da barragem de Santarém. A barragem de Santarém foi galgada pela onda lamosa, mas não rompeu totalmente seu vertedor.

<sup>1</sup> Trata-se de resíduo classificado como não perigoso e não inerte para ferro e manganês (IBAMA, 2015).



Segundo apresentado em "Atualização do Plano de Recuperação Ambiental Integrado – PRAI. Novembro 2016"(RENOVA 2016a), estima-se que cerca de 43,8 milhões de m<sup>3</sup> de rejeitos tenham sido liberados da barragem de Fundão, 2 milhões de m<sup>3</sup> tenham sido retidos na Barragem de Santarém, 0,3 milhões de m<sup>3</sup> em Santarem a montante do dique S2A, 1,3 milhões de m<sup>3</sup> em Santarem a montante do dique S3, 1,2 na área de Bento Rodrigues, 14 milhões de m<sup>3</sup> nas planícies de Inundação e nos canais do Rio Gualaxo do Norte até o Rio Doce 10,5 milhões de m<sup>3</sup> no Reservatório de Candonga.

### 2.2.2 Deslocamento da onda

O caminho pelo qual a onda de água e lama se deslocou é identificado na Figura 2, juntamente com a rede de postos de monitoramento definidos pela CPRM. A onda percorreu 55 km pelo rio Gualaxo do Norte, 22 km pelo do Carmo e 586,2 km pelo Doce totalizando 663,2 km até o mar. A barragem rompeu no dia 5 de novembro e o efeito chegou na foz no dia 21 de novembro de 2015 (IBAMA, 2015).

Observou-se alguns trechos principais devido às características do evento:

- **Trecho superior:** onde a onda possui vazão superior a capacidade do leito menor. Nestas condições, a lama cobre as margens do rio, ampliando o efeito sobre o meio ambiente terrestre marginal ao curso d'água;
- **Trecho médio e inferior:** onde ocorre redução da carga de sedimentos pela sua retenção nas barragens de energia, mas ainda com alta concentração de sedimentos em suspensão;
- **Trecho estuarino:** quando a onda de água e sedimentos chega ao estuário e interage com as condições oceânicas;
- **Trechos de remanso:** que ocorre nos afluentes do rio principal em que se desloca a onda. A vazão no rio principal produz efeito até alguns quilômetros a montante da confluência nos afluentes.

No trecho superior, logo após a barragem, os sedimentos ficaram espalhados nas zonas planas do distrito de Bento Rodrigues e desceram por ravinas para o sul, em direção ao distrito de Camargos. A parte de maior efeito nas margens ocorreu até a confluência com o rio Santarém, em Gualaxo do Norte. Depois de percorrer o rio Gualaxo do Norte, a onda desaguou no rio do Carmo. O rio do Carmo, com largura média de 60 m, sofreu o maior impacto na confluência com o rio Gualaxo do Norte. A onda lamosa percorreu cerca 22 km até juntar-se com o rio Piranga, quando se forma o rio Doce. No rio do Carmo, a onda lamosa também subiu cerca de 4 km para montante da confluência com o Gualaxo do Norte (trecho de remanso), descendo posteriormente.

No rio do Carmo, houve destruição de vegetação marginal ao longo dos 30 km para jusante da confluência e de cerca de 4 km para montante da mesma. A faixa impactada tem cerca de 30 m para cada lado do rio, perfazendo uma faixa com largura média de 120 m, incluindo a calha do rio.



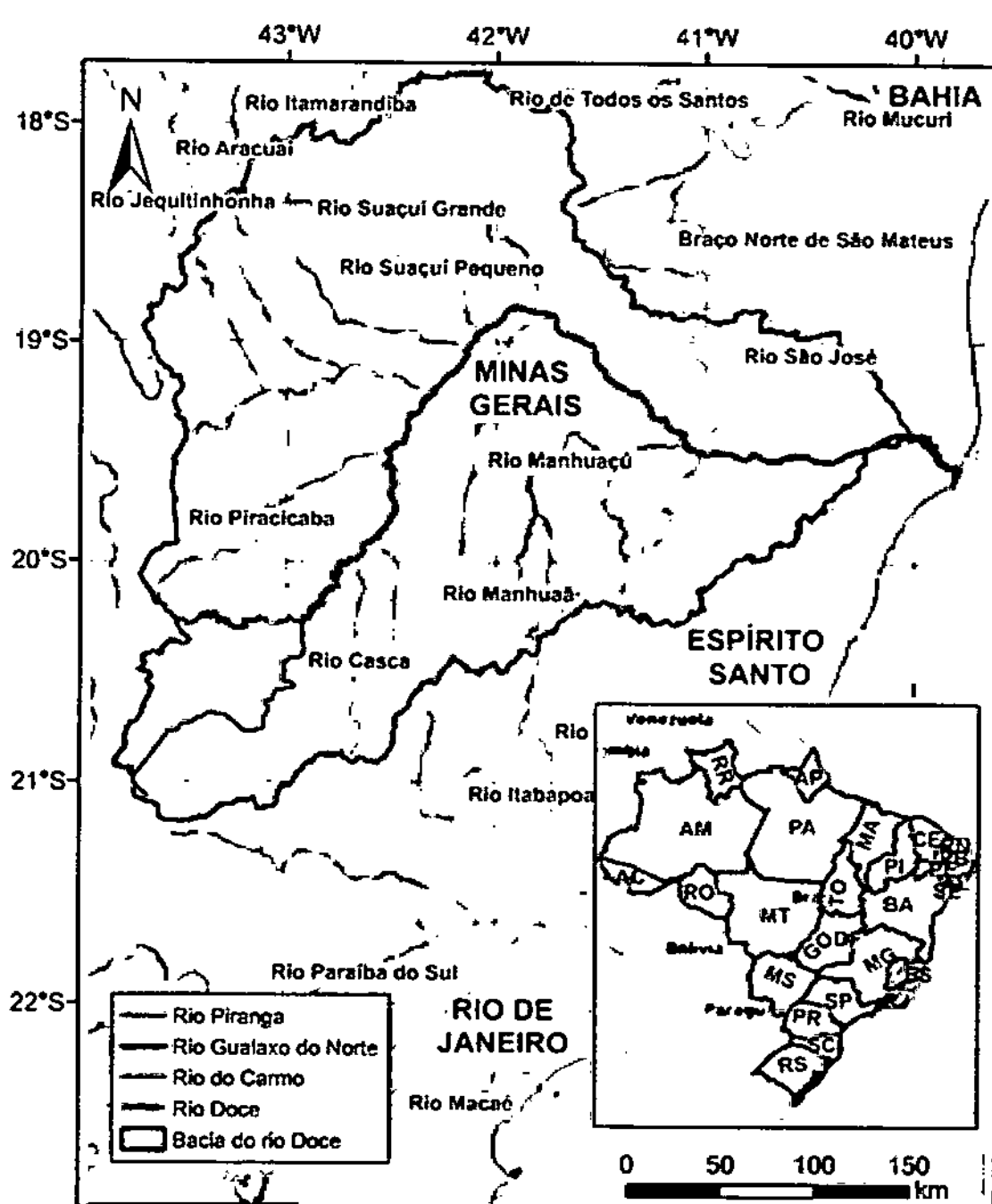


Figura 1. Localização da bacia do rio Doce, seus principais afluentes



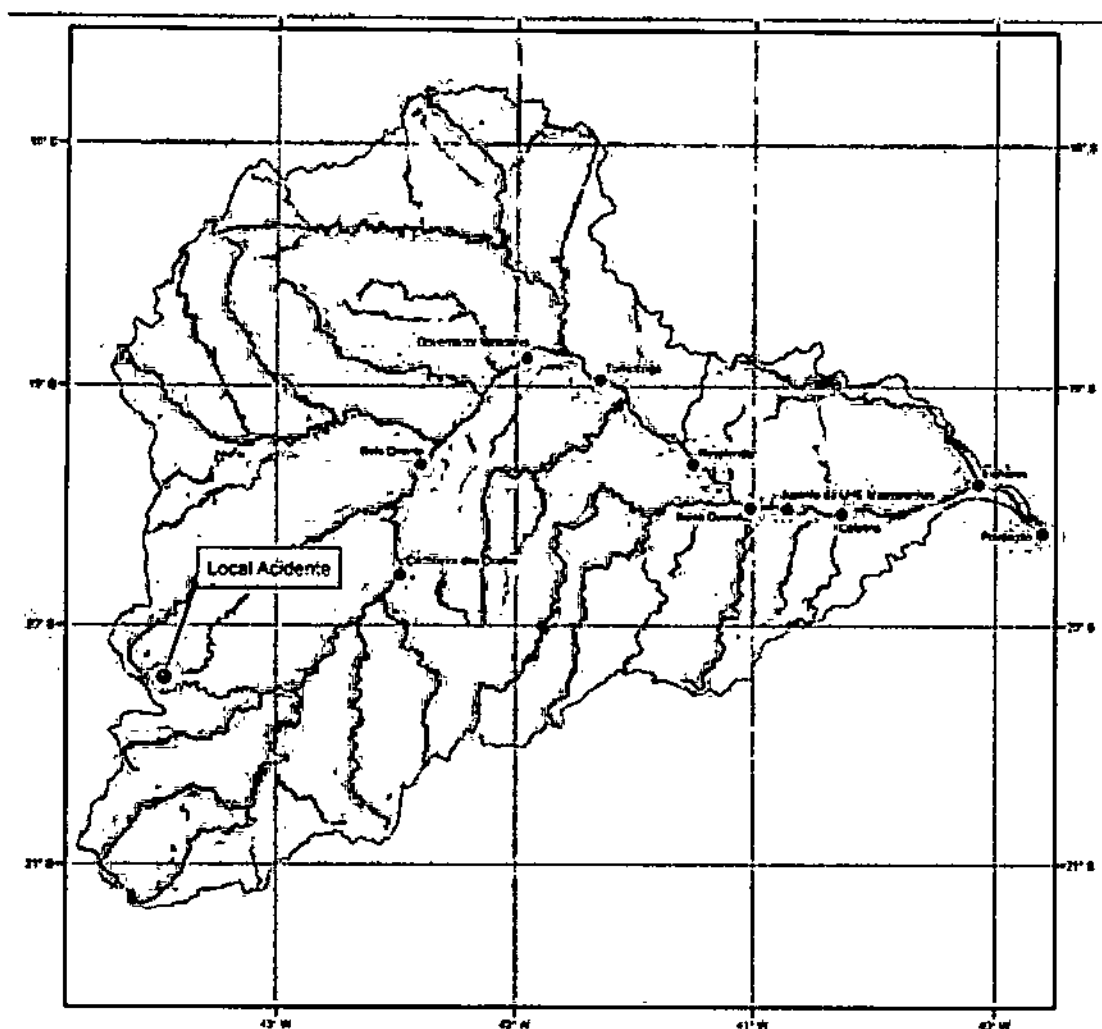


Figura 2. Mapa do caminho percorrido pela onda de água e lama e as estações de monitoramento da CPRM (CPRM, 2015a)

O percurso da onda lamosa fluída pelo rio Doce propriamente foi de 560 km até a foz. O médio rio Doce vai de seu início, na junção dos rios Piranga e do Carmo, até próximo de Colatina, já no Espírito Santo. Neste percurso, de cerca de 450 km, pelo médio Rio Doce, há quatro usinas hidrelétricas com reservatórios que amorteceram a onda lamosa e, provavelmente, retiveram parcelas consideráveis dos sedimentos. Nos trechos médio e inferior, os processos ocorreram dentro dos rios.

O primeiro reservatório, da UHE Risoleta Neves, reteve a parte mais grosseira dos sedimentos. Segundo dados preliminares, estima-se que tenha retido cerca de 10,5 milhões de m<sup>3</sup> de material lamoso (RENOVA, 2016a). Com a retenção de sedimentos, a jusante de Risoleta Neves fluiu água muito barrenta, sem características de corrimento de lama propriamente.

Os reservatórios seguintes são mais longos e largos e possivelmente retiveram volumes consideráveis de lama fluída diluída. O segundo é o reservatório da UHE de Baguari, o terceiro e maior, o de Aimorés, e, logo em seguida, o de Mascarenhas, que é pequeno em volume.



O trecho inferior do rio Doce inicia-se praticamente a jusante da cidade de Colatina, ES, até o Oceano Atlântico. Neste trecho, além do efeito de montante das ondas de escoamento, existe o efeito do mar sobre o escoamento de montante.

### 2.2.3 Condições desfavoráveis de turbidez

Todo o rio Doce possui um excedente de sedimentos nas margens e na calha dos rios. Sempre que as vazões aumentarem, existem condições de que estes depósitos sejam erodidos e levados para a massa de água, aumentando a turbidez. Desta forma, esse volume será transportado para jusante ao longo do tempo, até que sejam reduzidos devido à falta de suprimento de sedimentos. Este processo pode perdurar por muito tempo, com redução de graduação de acordo com as vazões.

Estima-se que concentrações de SST (sólidos suspensos totais) acima do normal persistam no rio Doce, enquanto:

- Os estoques de sedimentos finos depositados no rio e nas suas margens estiverem disponíveis para erosão e carreamento por águas de chuva, para as respectivas calhas dos rios;
- Os estoques de lama fluida acumulados no fundo dos reservatórios das usinas hidrelétricas forem carreados para jusante em épocas de cheias.



### 3. LOCALIDADES NA BACIA DO RIO DOCE COM ABASTECIMENTO DE ÁGUA AFETADO

As localidades que fazem parte do estudo são aquelas identificadas no TTAC e que sofreram impacto devido à turbidez no rio Doce. Resumidamente, as condições estabelecidas no TTAC são:

- Considera-se que a operação do sistema de abastecimento público ficou inviabilizada temporariamente nas sedes dos seguintes municípios: Alpercata; Governador Valadares; Tumiritinga; Galiléia; Resplendor; Itueta; Baixo Guandu; Colatina; e Linhares.
- Considera-se que a operação do sistema de abastecimento público ficou inviabilizada temporariamente nos seguintes distritos:
  - ✓ 1. Em Aimorés: Santo Antônio do Rio Doce;
  - ✓ Em Baixo Guandu: Mascarenhas;
  - ✓ Em Barra Longa: Gesteira; Barreto;
  - ✓ Em Belo Oriente: Cachoeira Escura;
  - ✓ Em Fernandes Tourinho: Senhora da Penha;
  - ✓ Em Governador Valadares: São Vitor;
  - ✓ Em Linhares: Regência;
  - ✓ Em Mariana: Camargos; Pedras; Paracatu de Baixo;
  - ✓ Em Marilândia: Bonisenha;
  - ✓ Em Periquito: Pedra Corrida;
  - ✓ Em Santana do Paraíso: Ipaba do Paraíso;
  - ✓ Em Tumiritinga: São Tomé do Rio Doce;

O TTAC define que deve ser reduzida a dependência do uso das águas do rio Doce em 30 % para localidades com até 100.000 habitantes e 50 % para localidades com população maior. Devido a acordos paralelos ao TTAC e pressão da população atendida, em alguns casos é prevista a independência completa do rio Doce para atendimento das demandas. Destaca-se que, para os casos onde a demanda é relativamente muito baixa, espera-se que os mananciais alternativos venham a reduzir a dependência em índices superiores ao previsto.

Na Figura 3, são apresentados os municípios analisados. Na Tabela 2, são apresentadas as localidades em estudo. Nesta tabela é apresentada a vazão captada, a redução percentual da captação da localidade no rio Doce necessária, conforme o TTAC, e a vazão meta, estimada com base na captação atual e na redução estipulada.

Foi realizada consistência dos dados de demanda e de vazão captada com base nos documentos disponíveis, que são discutidos no item 4, incluindo os Planos Municipais de Saneamento Básico apresentados e estudos realizados e/ou contratados pela SAMARCO e Fundação RENOVA (ESSE, 2015; NewFields, 2016; RENOVA 2016a). Os dados conflitantes foram confirmados junto à equipe técnica da Fundação RENOVA. Na maioria dos casos, as demandas apresentadas no primeiro diagnóstico realizado em 2015 (ESSE, 2015) foram adotadas como referência.



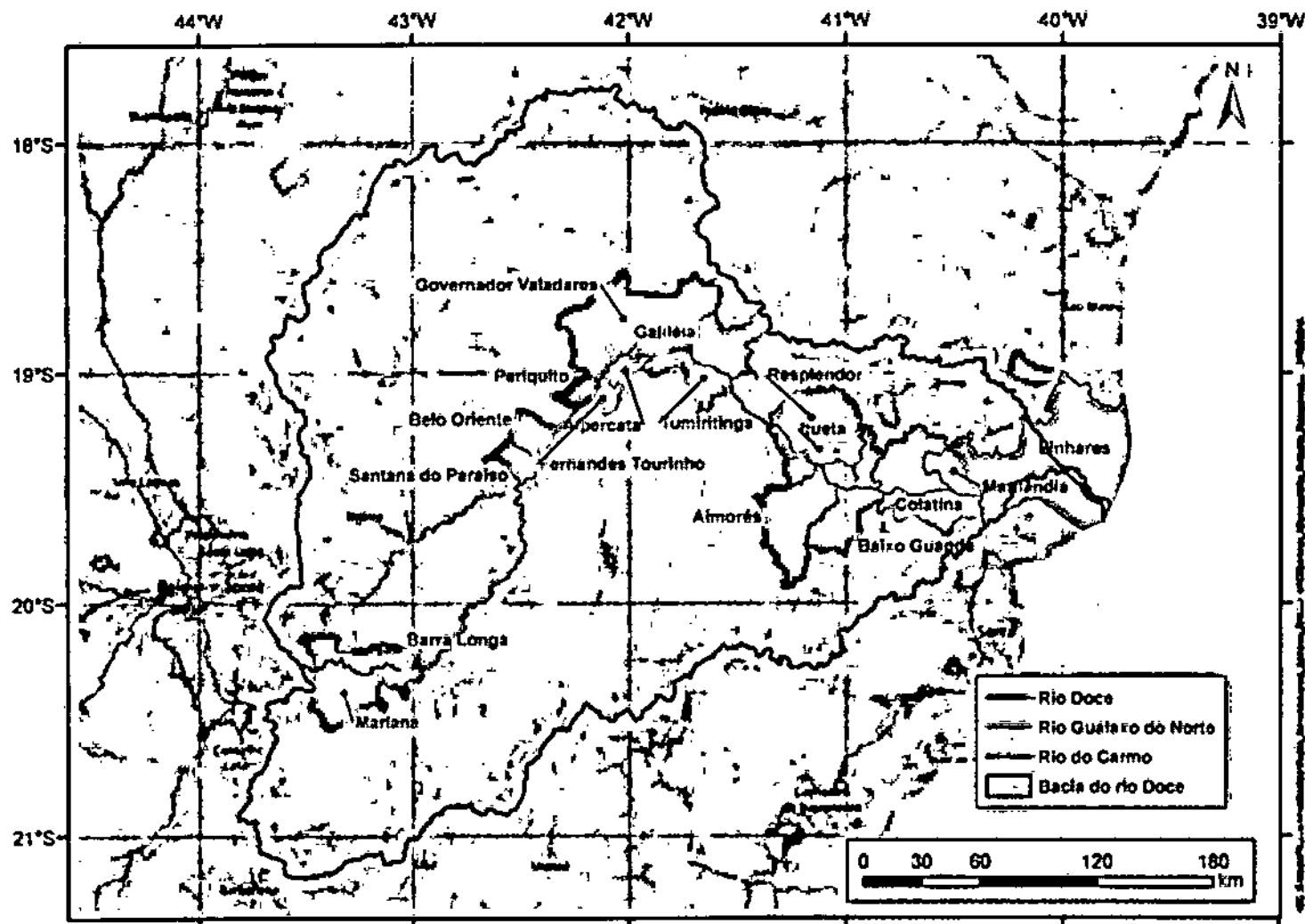


Figura 3. Mapa de localização dos municípios a serem estudados



Tabela 2. Localidades em estudo, vazão atual e vazão meta

<b>MUNICÍPIO</b>	<b>SEDE / LOCALIDADE</b>	<b>Vazão referênciada do TTAC (L/s)</b>	<b>Redução percentual %</b>	<b>Vazão meta (L/s)</b>
Aimorés	Santo Antônio do Rio Doce (Mauá)	6,00	100	6,00
Alpercata	Sede	23,72	30	7,12
Baixo Guandu	Sede	140,00	30	42,00
Baixo Guandu	Mascarenhas	6,00	30	1,80
Barra Longa	Barreto	4,00	30	1,20
Barra Longa	Gesteira	4,00	30	1,20
Belo Oriente	Perpétuo Socorro (Cachoeira Escura)	40,00	30	12,00
Colatina	Sede	384,00	50	192,00
Fernandes Tourinho	Senhora da Penha	4,00	30	1,20
Galiléia	Sede	23,63	30	7,09
Governador Valadares	Sede (ETA CENTRAL)	900,00	100	900,00
Governador Valadares	Sede (Vila Isa)	216,00	50	108,00
Governador Valadares	São Vitor	6,00	30	1,80
Itueta	Sede	17,16	100	17,16
Linhares	Sede	400,00	50	200,00
Linhares	Regência	20,00	30	6,00
Mariana	Camargos	4,00	30	1,20
Mariana	Paracatu de Baixo	4,00	30	1,20
Mariana	Pedras	4,00	30	1,20
Marilândia	Bonisenha	4,00	30	1,20
Periquito	Pedra Corrida	11,00	30	3,30
Resplendor	Sede	60,00	100	60,00
Santana do Paraíso	Ipaba do Paraíso	4,00	30	1,20
Tumiritinga	Sede	19,00	30	5,70
Tumiritinga	São Tomé do Rio Doce	5,00	30	1,50



#### 4. ESTUDOS ANTERIORES

Este capítulo apresenta a análise dos estudos e documentos de potencial interesse ao estudo de mananciais alternativos. É apresentada inicialmente a análise dos Planos de Bacia que apresentam um contexto mais abrangente da área de estudo, seguido dos Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB) e dos estudos contratados, realizados e/ou adotados pela SAMARCO e Fundação RENOVA.

Estudos de caráter mais abrangente sugeridos pela Fundação RENOVA como possível fonte de informações foram analisados e descartados devido a escala e detalhamento serem incompatíveis com o objeto do presente estudo, não sendo discutidos no presente relatório. Dentre estes, destaca-se o "Atlas do Saneamento" (IBGE, 2011), o "Plano Nacional de Recursos Hídricos - Programas nacionais e metas: Volume 4" (MMA, 2006a), o "Caderno setorial de recursos hídricos: saneamento" (MMA, 2006b) e o "PLANSAB – Plano Nacional de Saneamento Básico" (MCI/DADES, 2011).

O relatório "Estudos hidrogeológicos expedidos para avaliação do potencial hídrico subterrâneo em localidades ao longo do Rio Doce MG/ES" (ESSE, 2016), contratado pela SAMARCO/RENOVA, não é discutido no presente documento.

##### 4.1 PLANOS DE BACIA HIDROGRÁFICA

A Bacia Hidrográfica do Rio Doce é de domínio federal com atuação de dois Estados: Minas Gerais e Espírito Santo. O comitê de bacia associado à bacia é o CBH-Doce e seu plano de bacia, denominado "Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce – PIRH" é datado de 2010 (ECOPLAN-LUME, 2010a).

A bacia é dividida em nove Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos (UPGRHs), cada uma com seu respectivo Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH): Rio Caratinga, Rio Guandu, Rio Manhuaçu, Rio Piranga, Rio Piracicaba, Pontões e Lagoas do Rio Doce (antigo CBH São José), Santa Marla do Doce, Rio Santo Antônio e Rio Suaçuí. Para cada sub-bacia existe um Planos de Ações para as Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (PARHs), também datados de 2010. Dentre as UPGRHs somente a do Rio Piracicaba não possui municípios contemplados pelo presente estudo. Destaca-se que todos os Planos de Bacia foram elaborados por um único consórcio sob égide de um mesmo contrato.

O PIRH (ECOPLAN-LUME, 2010a) e os PARHs de cada UPGRH (ECOPLAN-LUME, 2010b,c,d,e,f,g,h,i) apresentam um diagnóstico dos sistemas de abastecimento no nível de município, apresentando índices de abastecimento, vazões e população urbana atendida. Não são identificados os mananciais utilizados para cada município, nem aspectos operacionais do sistema de abastecimento (como número de Estações de Tratamento de Água - ETAs).

Em relação à disponibilidade hídrica, são apresentados estudos em macro escala. É apresentada também uma estimativa da disponibilidade hídrica subterrânea, porém não é explicitada a metodologia empregada para tanto. Infere-se do texto que foram utilizados dados de vazão de poços em funcionamento para o cálculo da vazão específica, expressa em unidade de vazão por profundidade do poço.

O Plano apresenta um panorama do uso da água baseado nas outorgas em vigência no período, porém não é apresentada a localização das captações, de tal forma que não é possível analisar a distribuição espacial das demandas.



Destaca-se que apesar de não apresentar todos os detalhes da metodologia de cálculo, tais estudos podem ser tomados como base para estudos preliminares e/ou emergenciais relacionados à segurança hídrica de mananciais superficiais alternativos.

#### **4.2 PLANOS MUNICIPAIS DE SANEAMENTO BÁSICO - PMSB**

Até a data de elaboração do presente relatório, dos dezesseis municípios contemplados pelo presente estudo treze disponibilizavam publicamente por meio eletrônico seus respectivos PMSB. São eles: Alpercata (MG), Baixo Guandu (ES), Barra Longa (MG), Colatina (ES), Fernandes Tourinho (MG), Galiléia (MG), Governador Valadares (MG), Itueta (MG), Mariana (MG), Marilândia (ES), Periquito (MG), Resplendor (MG) e Tumiritinga (MG).

A publicação dos PMSB dos municípios em estudo ocorreu entre 2014 e 2016. Em sua maioria, os estudos apresentam um diagnóstico dos sistemas de abastecimento de água, com projeções de demandas e, eventualmente, proposição de mananciais alternativos ao rio Doce. Contudo, não se observa um padrão do conteúdo e da escala das informações apresentadas, sendo comum um enfoque maior em determinado aspecto, como por exemplo na apresentação de meios para obtenção de financiamentos, ou no sistema de tratamento de esgoto. Atribui-se este fato a existência de diferenças na realidade dos diferentes municípios, do momento de elaboração do estudo (antes ou após o acidente) e a especialidade de cada entidade executora.

Com vistas a facilitar a análise, é apresentado um resumo na Tabela 3 da situação dos municípios contemplados no presente estudo em relação aos seus respectivos PMSB. Mais informações obtidas nos PMSB são utilizadas no item 7, na página 47.



**Tabela 3. Quadro resumo das informações apresentadas nos Planos Municipais de Saneamento Básico dos municípios estudados**

<b>Município</b>	<b>Data elaboração do PMSB</b>	<b>Previsão de mananciais superficiais alternativos</b>	<b>Observações</b>
Aimorés*	-	-	-
Alpercata	2016	Rio Independência, rio Esgoto	Não existem informações
Balxo Guandu	2015	Não	
Barra Longa	2015	Não	
Belo Oriente*	-	-	-
Colatina	2015	Não	
Fernandes Tourinho	2016	Preto	
Galiléia	2016	São Tomé, Ubá, Urucum	
Governador Valadares	2015	Para Sede: rio Suaçuá Grande Para distrito São Vitor: não apresenta manancial alternativo	Estudo IGAM. $Q_{7,10} = 149.068,14$ L/s.** Distância de 16 km
Itueta	2016	Manhuaçu	$Q_{7,10} = 17,99$ L/s
Linhares*	-	-	-
Marlana	2014	Não	
Marilândia	2015	Não	
Perlito	2016	Rios Preto, Cemitério, Poço Profundo	
Resplendor	2016	Rio Coqueiro	$Q_{7,10} = 42,80$ L/s
Santana do Paraíso*	-	-	-
Tumiritinga	2016	Rio Capivarinha (corta a cidade), rios Dezolto, Doce, Limeira e Seco (elevada vazão e próximo a ETA).	

\*O PMSB não se encontrava publicamente disponível em meios eletrônicos no momento de elaboração do relatório.

\*\*Valor calculado com base nos dados de área de drenagem e de vazão específica apresentados no PMSB.

### **4.3 DIAGNÓSTICO DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DOS MUNICÍPIOS AFETADOS PELO ACIDENTE – CONSULTORIA ESSE ENGENHARIA (ESSE, 2015)**

Corresponde ao primeiro trabalho de diagnóstico dos sistemas de abastecimento de água realizado após a ocorrência do acidente, publicado em dezembro de 2015. ESSE (2015) apresenta um abrangente diagnóstico da situação no momento pós acidente, dá providências e apresenta plano de ações divididas em emergenciais, estratégicas, de curto, médio e longo prazo, os quais têm norteado a concepção geral das ações de mitigação no quesito de saneamento básico. Por se tratar do primeiro diagnóstico, muitas das localidades apresentadas no estudo não foram contempladas posteriormente pelo TTAC por não apresentarem efetivos problemas causados pelo acidente.



As medidas emergenciais adotadas no período representam uso de mananciais alternativos com medidas estruturais (adutora do rio Guandu em “Aimorés – Sede”) e provisórias (uso do manancial rio Santo Antônio pela localidade “Belo Oriente – Cachoeira Escura”, mananciais Lagoas do Batista e do Limão utilizadas pela localidade “Colatina – Sede”, manancial rio Manhuaçu para “Itueta – Sede” e do córrego do Barroso para a localidade “Resplendor – Sede” por meio de caminhões pipa). Apesar de não serem apresentados estudos de disponibilidade hídrica que embasem a escolha destes mananciais, o uso deles é um indicativo para que estes sejam analisados.

#### **4.4 RELATÓRIO DA CÉLULA DE GOVERNADOR VALADARES: AÇÕES REALIZADAS EM GOVERNADOR VALADARES E REGIÃO (SAMARCO, 2016a)**

De maneira geral, o relatório intitulado “Relatório da célula de Governador Valadares: Ações realizadas em Governador Valadares e região”, publicado no início de 2016 (SAMARCO, 2016a), se limita a descrição das ações tomadas até o momento do estudo sem se aprofundar nas ações/planos a serem executados. Limita-se aos distritos e municípios sob domínio da célula de Governador Valadares, a qual engloba: Alpercata, Aimorés, Belo Oriente, Baixo Guandu, Colatina, Regência, Era Nova, Galiléia, Governador Valadares, Itueta, Periquito, Quatituba, Resplendor, Tumiritinga e Conselheiro Pena. Destaca-se que nem todos os municípios citados tiveram o abastecimento de água comprometidos, de modo que não fazem parte do presente estudo.

É relatado em detalhe o histórico das ações tomadas, inclusive aquelas que correspondem a implementação de mananciais alternativos. Em quase todos os municípios foram perfurados poços sem critério técnico aparente, sendo o local do poço definido com base na proximidade de estruturas como sistemas de bombeamento, adutoras e/ou ETAs. Aspectos construtivos e testes efetivos de vazão explorável dos poços não são fornecidos, de modo que estas informações têm pouca utilidade na estimativa de disponibilidade hídrica subterrânea. Entre as informações de maior relevância para o presente estudo estão aquelas relacionadas as captações alternativas executadas em mananciais superficiais, perfuração e reativação/revitalização de poços (até o momento de elaboração do relatório).

Em Governador Valadares, foi construída em regime emergencial (obra entregue em novembro de 2015) uma adutora de PAD de 200 mm de diâmetro que liga o rio Suaçuí Grande a ETA Recanto dos Sonhos. Não é explicitada a capacidade da adutora, mas a ETA possui capacidade de 30,0 L/s.

É apontado o uso dos mananciais dos Córregos Santana (8,0 L/s) e do Barroso com estruturas provisórias, sendo o primeiro por meio de adutora e o segundo por caminhões pipa na localidade “Resplendor – Sede”.

Em Belo Oriente – Cachoeira Escura, é relatado o uso de caminhões pipa para transporte de água bruta do rio Santo Antônio até a ETA do distrito por breve período. Com adaptações, o sistema foi eficiente no tratamento das águas do Rio Doce, mesmo com elevada turbidez.

Em Periquito – Pedra Corrida, é relatada a perfuração já concluída de dois poços. Aparentemente, os poços atendem à demanda da localidade, porém não são apresentados estudos da taxa sustentável de extração de água.



Em Itueta – Sede, foram reativados e revitalizados dois poços da COPASA e realizada captação em estrutura provisória no rio Manhuaçu, contando com transporte de água bruta por meio de caminhões pipa até a ETA da cidade. Não foram informados dados técnicos das captações dos poços e nem vazão captada.

Os relatórios das demais células da Fundação RENOVA não foram disponibilizados em tempo hábil para sua inclusão no presente relatório.

#### **4.5 RELATÓRIOS DE AVALIAÇÃO DAS ETAS**

Assim como o relatório ESSE (2015), os relatórios de avaliação das ETAs realizado em 2016 pela consultoria NewFields são focados na avaliação das estruturas dos Sistemas de Abastecimento de Água - SAAs, dando especial atenção na adequação das estruturas existentes e não na prospecção de novos mananciais. Publicados em outubro de 2016, relatam uma situação bem diferente do diagnóstico anterior, apresentando medidas emergenciais mais consolidadas e as melhorias de infraestrutura promovidas pela SAMARCO e pela Fundação RENOVA nos sistemas de captação, adução, tratamento e reservação, além da consolidação de soluções de alguns mananciais alternativos. Os documentos correspondem a uma compilação de memorandos individuais para cada SAA analisado.

Não estão contempladas as localidades Barra Longa – Barreto, Barra Longa – Gesteira, Fernandes Tourinho – Nossa Senhora da Penha, Governador Valadares – São Vitor, Santana do Paraíso – Ipaba do Paraíso e Tumiritinga – São Tomé do Rio Doce.

Para a localidade Baixo Guandu – Sede (NewFields, 2016a), é relatada a continuidade da operação do sistema de captação alternativo no rio Guandu construído sob caráter emergencial, sendo então fornecidos maiores detalhes construtivos.

Em Baixo Guandu – Mascarenhas (NewFields, 2016b) é relatada a tentativa sem sucesso do uso de manancial subterrâneo.

Para Itueta – Sede (NewFields, 2016c) é descrita a continuação do uso do manancial Manhuaçu por meio de caminhões pipa.

Em Linhares – Sede (NewFields, 2016d) é apresentado um novo manancial alternativo e aspectos técnicos dos novos sistemas de captação e adução localizados na Lagoa Nova. Antes do acidente o único manancial utilizado era o rio Pequeno próximo a foz com o rio Doce. O novo sistema consiste na construção de uma barragem no rio Pequeno impedindo retorno das águas do rio Doce na captação e redução da vazão captada neste manancial para 160,0 L/s; e uma nova captação em plataforma flutuante na Lagoa Nova com capacidade de 200,0 L/s, o que inclusive já atende à demanda do TTAC.

Em Periquito – Pedra Corrida (NewFields, 2016e) é relatada a perfuração de poço com vazão capaz de suprir 100 % da demanda local caso fosse estendido o período de operação da ETA (que é relatado como 8h diárias). Faz-se a ressalva que não é apresentada taxa de recarga do aquífero e estimativa de vazão explorável. Também é feita menção a existência de poço da COPASA que poderia ser reativado para suprir a totalidade da demanda.



Para Resplendor – Sede (NewFields, 2016f), é apresentado o uso em conjunto de mananciais alternativos superficiais, todos com estruturas provisórias, sendo o Córrego Santana por meio de adutora e o Córrego do Barroso e o rio Manhuaçu por caminhões pipa, além de um poço localizado junto a ETA. Os Córregos Santana e do Barroso estão localizados a 0,7 e 2,4 km de distância da estação de bombeamento, porém, sozinhos não conseguem atender a demanda. Desta forma, o rio Manhuaçu, distante aproximadamente 32 km, tem sido utilizado para complementação da vazão. É apontado que devido à baixa vazão observada nos mananciais próximos a melhor alternativa é retomar o uso das águas do Rio Doce. Porém, entende-se que fatores políticos podem impedir esta operação. É aconselhada a construção de estruturas de vida útil de 5 anos para os mananciais alternativos em uso, e avaliação de construção de adutora no rio Manhuaçu.

Para Tumiritinga – Sede (NewFields, 2016g) é apresentada a existência de um poço da COPASA já utilizado para abastecimento com vazão de 15,0 L/s (informação do operador não confirmada), o que atenderia a demanda apresentada no TTAC.

#### **4.6 OUTROS – ESTUDO DO MANANCIAL LAGOA NOVA EM LINHARES - ES**

Como apontado no descritivo dos dados apresentados pelo relatório NewFields (2016d), a cidade de Linhares já foi contemplada com a construção de uma captação e adutora que ligam o manancial Lagoa Nova à uma das ETAs do município. A escolha deste manancial foi feita baseada na tese de doutorado apresentada na Universidade Federal do Espírito Santo por Monica Amorim Gonçalves (Gonçalves, 2015).

O trabalho intitulado “Ecohidrologia e gestão integrada de recursos hídricos em uma bacia lacustre costeira (Lagoa Nova/Linhares/ES)” não possui como objetivo a realização de estudo de disponibilidade hídrica do manancial e não apresenta explicitamente este dado. Contudo, são apresentados estudos hidrológicos com resultados da vazão média anual e a curva cota x volume da Lagoa Nova da qual pode-se estimar sua capacidade de reservação.

Com base nos resultados da tese, considerando que a vazão média anual apresentada, de 540,0 L/s, supera em mais de duas vezes a demanda, e que o volume do lago para regularização da vazão dos períodos de estiagem com variação de 1 m de nível corresponde a aproximadamente 23 hm<sup>3</sup>, avalia-se que o manancial deve ser capaz atender a demanda. Ressalta-se que não são apresentados os cálculos do balanço hídrico, nem mesmo estimativas de  $Q_{7,10}$  e de vazão de captação outorgável do manancial.



## 5. DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUPERFICIAL

Neste capítulo, foram identificados os postos fluviométricos no primeiro item e selecionados os dados para serem utilizados na regionalização, considerando a qualidade das informações e sua representatividade, apresentados no segundo item. No terceiro item, é apresentada a regionalização das vazões média e da vazão  $Q_{95}$ , usada para estimar a vazão mínima sem regularização. No quarto item é apresentada a variabilidade da vazão específica. No quinto item é apresentada a metodologia de estimativa da disponibilidade hídrica superficial.

### 5.1 BACIA HIDROGRÁFICA

A bacia hidrográfica do rio Doce possui uma área de drenagem de cerca de 82.300 km<sup>2</sup>, dividida entre os estados de Minas Gerais e Espírito Santo. O rio principal tem 879 km e tem como maior contribuinte o rio Piranga, cuja nascente está situada na Serra da Mantiqueira, em Minas Gerais, conforme mostrado na Figura 1.

O sistema de drenagem é fundamental para a economia da região, disponibilizando água para uso doméstico, agropecuário, industrial e para geração de energia elétrica. Segundo a CBH-Doce (Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Doce), os rios da região também funcionam como canais receptores e transportadores de rejeitos e efluentes.

O relevo da bacia do rio Doce é montanhoso nas partes oeste e sul e bastante acidentado no restante da bacia, como mostra a Figura 4. Este mapa foi elaborado a partir do modelo digital de elevação disponibilizado pelo SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), que possui resolução espacial de 90 m x 90 m.

### 5.2 DADOS HIDROLÓGICOS

Segundo as informações disponíveis na base de dados Agência Nacional de Águas (<http://hidroweb.ana.gov.br/>), existem 476 postos fluviométricos na bacia do rio Doce, dos quais foram identificados 143 postos que possuam dados diários de vazão. No entanto, para que seja possível realizar uma análise que forneça resultados confiáveis, é necessário que os dados das estações possuam representatividade suficiente. Portanto, foram estabelecidos os seguintes critérios para utilização dos dados de um determinado posto:

- Série de dados de no mínimo 20 anos;
- Existência de dados em pelo menos 90 % do período coberto pela série.

Constatou-se que 45 postos possuem uma série de dados com menos de 20 anos e outros 17 postos foram descartados por não respeitarem o critério estabelecido para a presença de falhas na série. Por fim, o posto de Limoeiro (código: 56155000) foi descartado pois sua localização não condiz com os dados fornecidos pela ANA e não foi possível identificar sua correta localização.



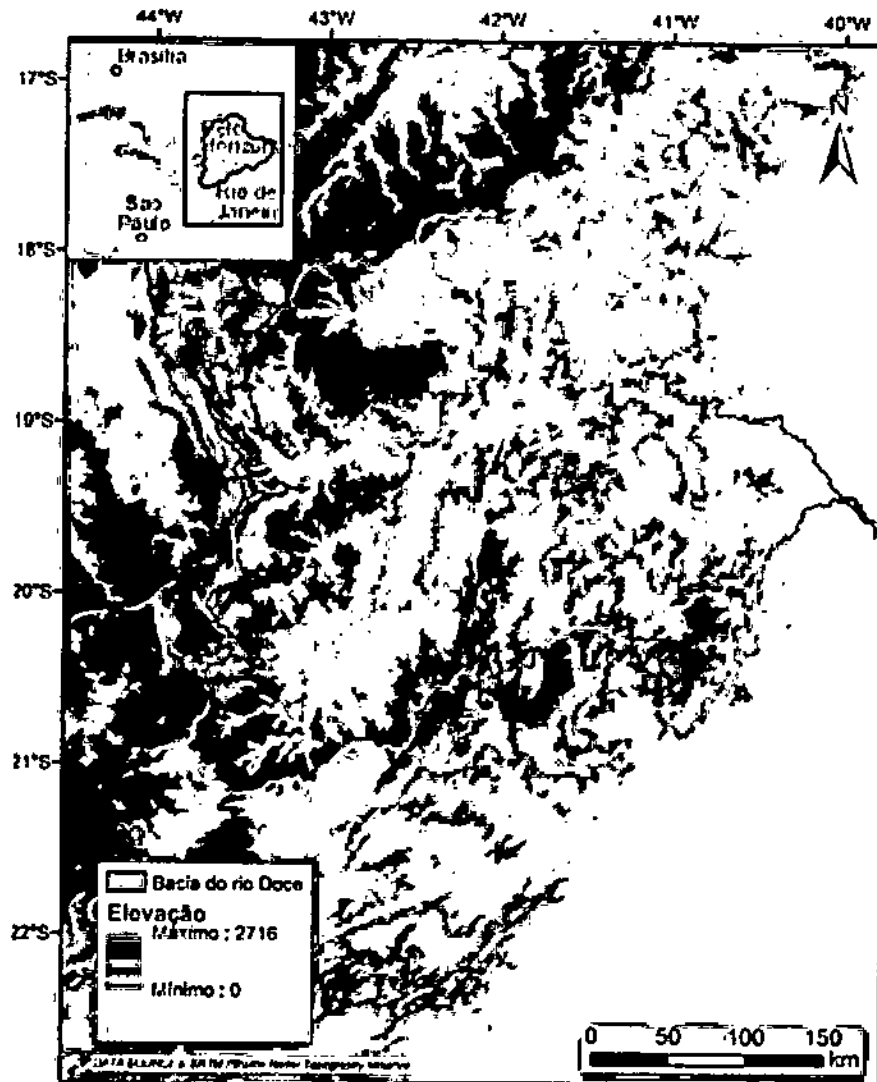


Figura 4. Relevo na bacia do rio Doce. Elevação em metros

### 5.3 REGIONALIZAÇÃO DAS VAZÕES

A partir dos dados coletados, foram obtidas as vazões médias de longo período, assim como as vazões de referência  $Q_{95}$ , vazão cujo valor é igualado ou superado em 95 % do tempo, para cada um dos postos fluviométricos. As características dos postos fluviométricos utilizados para o restante do estudo encontram-se no anexo A. As vazões médias de longo período,  $Q_{95}$  e vazão específica<sup>2</sup> de longo período para cada um destes postos encontram-se no anexo B.

Existe a tendência destas vazões se agregarem em função da área de drenagem da bacia quando a precipitação mostra uma variabilidade espacial pequena numa mesma região. Utilizando os dados, separou-se a bacia em duas regiões, justamente devido às características das precipitações. Na região

<sup>2</sup> A vazão específica é a vazão pela sua área de drenagem.



leste e cabeceira da bacia, houve uma tendência dos postos a se agregarem segundo uma tendência e na região oeste segundo outra tendência (Figura 5).

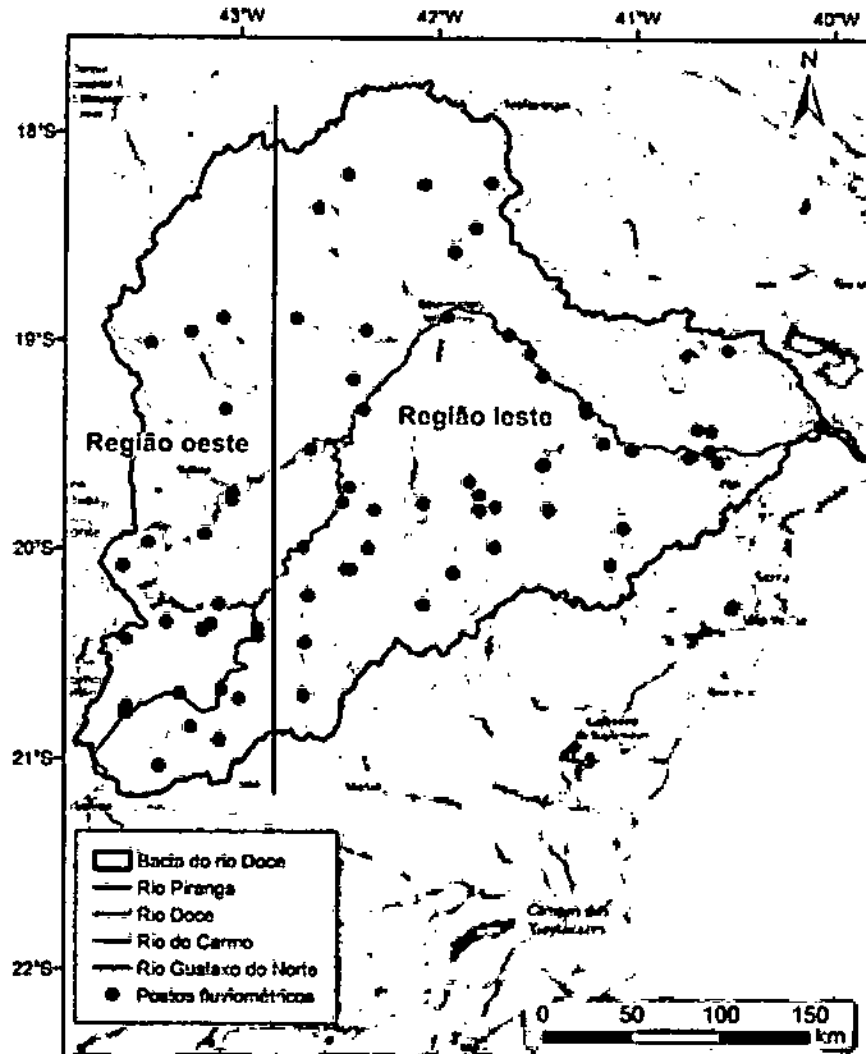


Figura 5. Divisão da bacia do rio Doce para a regionalização das vazões

Na definição das funções de regionalização, foi realizada uma análise do conjunto de dados e das características gerais, como o coeficiente de escoamento dos postos e tendência geral. Com base nesta seleção, foram definidas as funções regionais. Nas Figura 6 e Figura 7, são apresentadas as equações para a região leste e nas Figura 8 e Figura 9, para a região oeste. As regressões obtidas são as seguintes:



**Região leste**

- *Vazão média de longo período*

$$Q_m = 0,0144 \cdot A^{0,9845} \quad (5.1)$$

Onde  $Q_m$  é a vazão média em  $m^3/s$ ;  $A$  é a área de drenagem em  $km^2$ . O coeficiente de determinação  $R^2=0,98$ .

- *Vazão  $Q_{95}^3$*

$$Q_{95} = 0,0027 \cdot A^{1,0356} \quad (5.2)$$

Onde  $Q_{95}$  é a vazão de referência em  $m^3/s$ ;  $A$  é a área de drenagem em  $km^2$ . O coeficiente de determinação  $R^2=0,96$ .

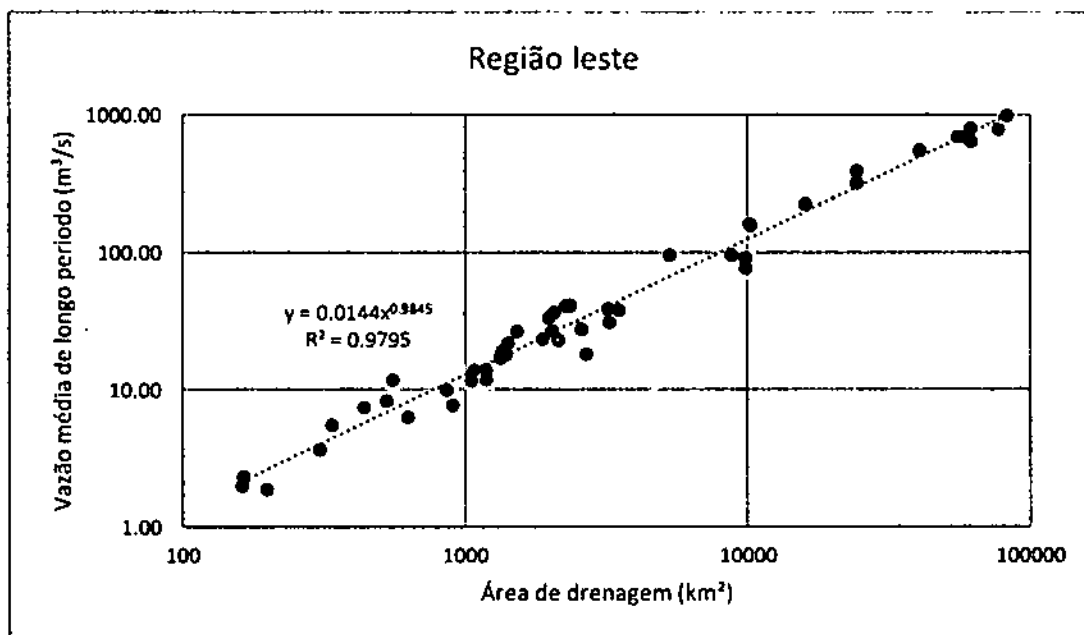


Figura 6. Análise do comportamento das vazões médias de longo período em função da área de drenagem para a região leste

<sup>3</sup>  $Q_{95}$  é a vazão que corresponde a 95 % da curva de permanência, ou seja 95 % das vazões são maiores ou iguais a  $Q_{95}$ .



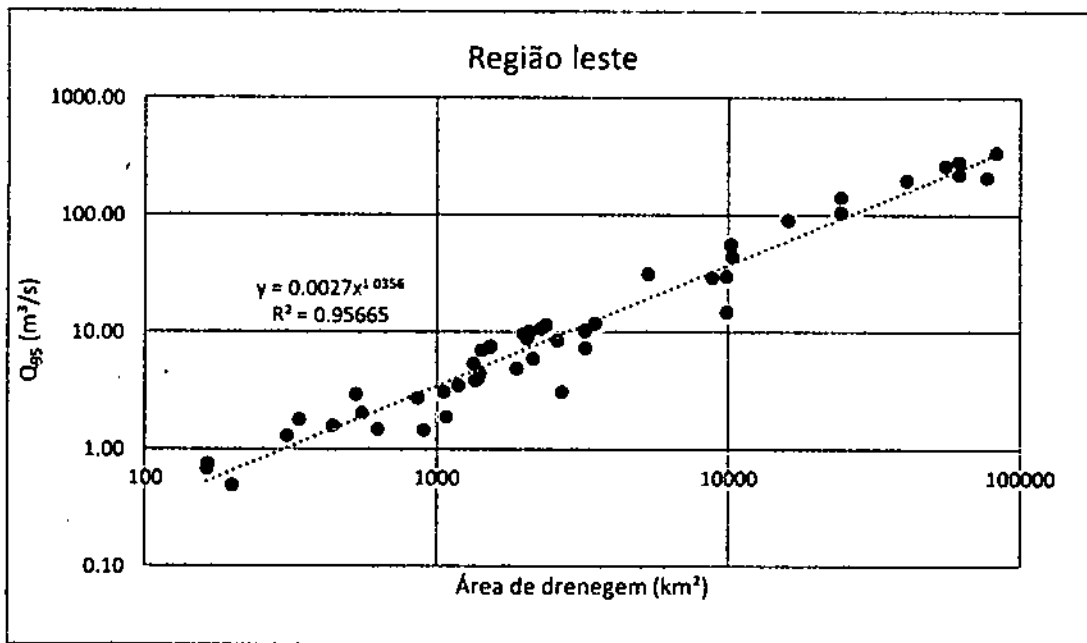


Figura 7. Análise do comportamento das vazões  $Q_{95}$  em função da área de drenagem para a região leste

#### Região Oeste

- Vazão média de longo período:

$$Q_m = 0,0259 \cdot A^{0,955} \quad (5.3)$$

O coeficiente de determinação é  $R^2 = 0,9654$

- Vazão  $Q_{95}$

$$Q_{95} = 0,0051 \cdot A^{1,0734} \quad (5.4)$$

Com Coeficiente de Determinação  $R^2 = 0,94$ .



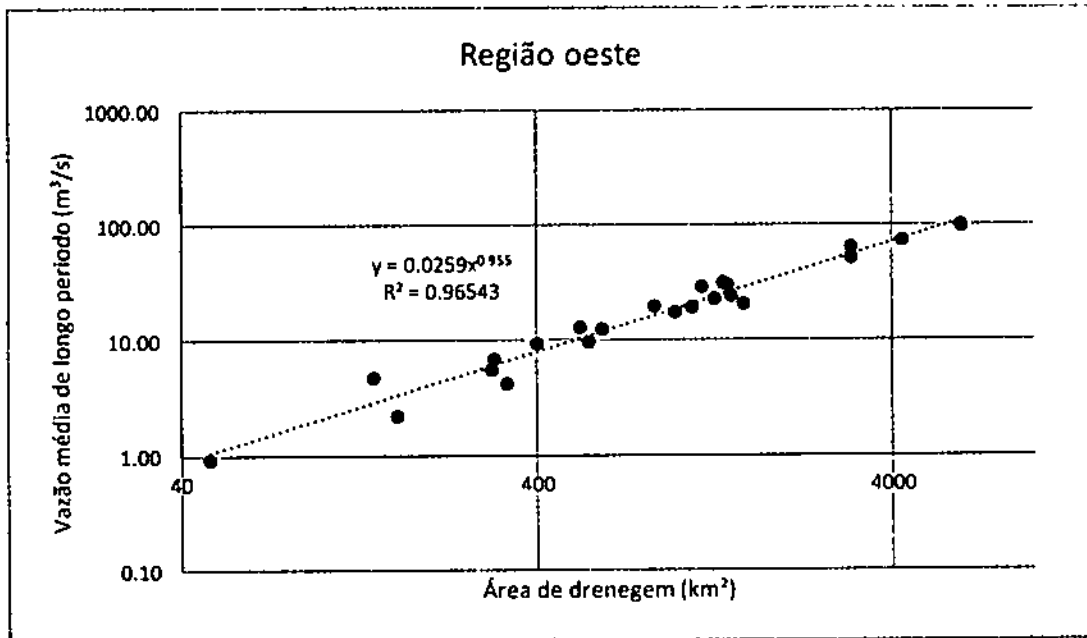


Figura 8. Análise do comportamento das vazões médias de longo período em função da área de drenagem para a região oeste

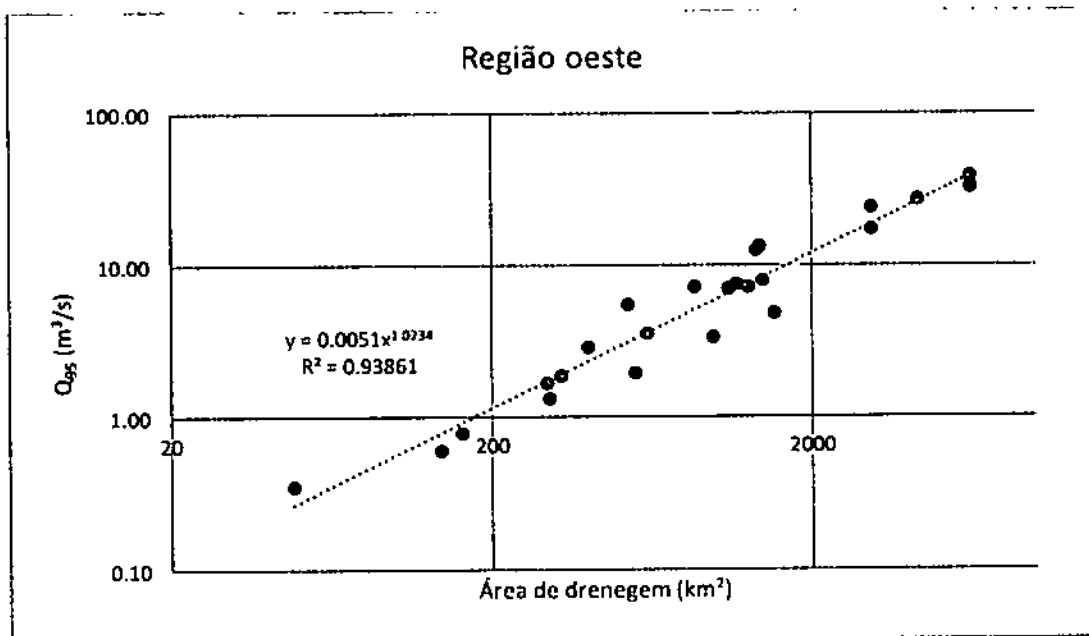


Figura 9. Análise do comportamento das vazões  $Q_{95}$  em função da área de drenagem para a região oeste



#### 5.4 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS VAZÕES ESPECÍFICAS

A distribuição espacial das vazões médias de longo período específicas com base nos dados disponíveis pode ser visualizada na Figura 10. Analisando-se a Figura 10, observa-se que 41,7 % dos postos possuem uma vazão específica entre 6,76 L/s.km<sup>2</sup> e 13,06 L/s.km<sup>2</sup>. Avaliando-se a posição dos postos que possuem uma vazão específica entre 16,0 L/s.km<sup>2</sup> e 34,2 L/s.km<sup>2</sup> sobre o relevo da área, percebe-se que estes estão situados em locais mais elevados e assim mais sujeitos ao efeito orográfico<sup>4</sup>, justificando os valores das vazões específicas mais elevados.

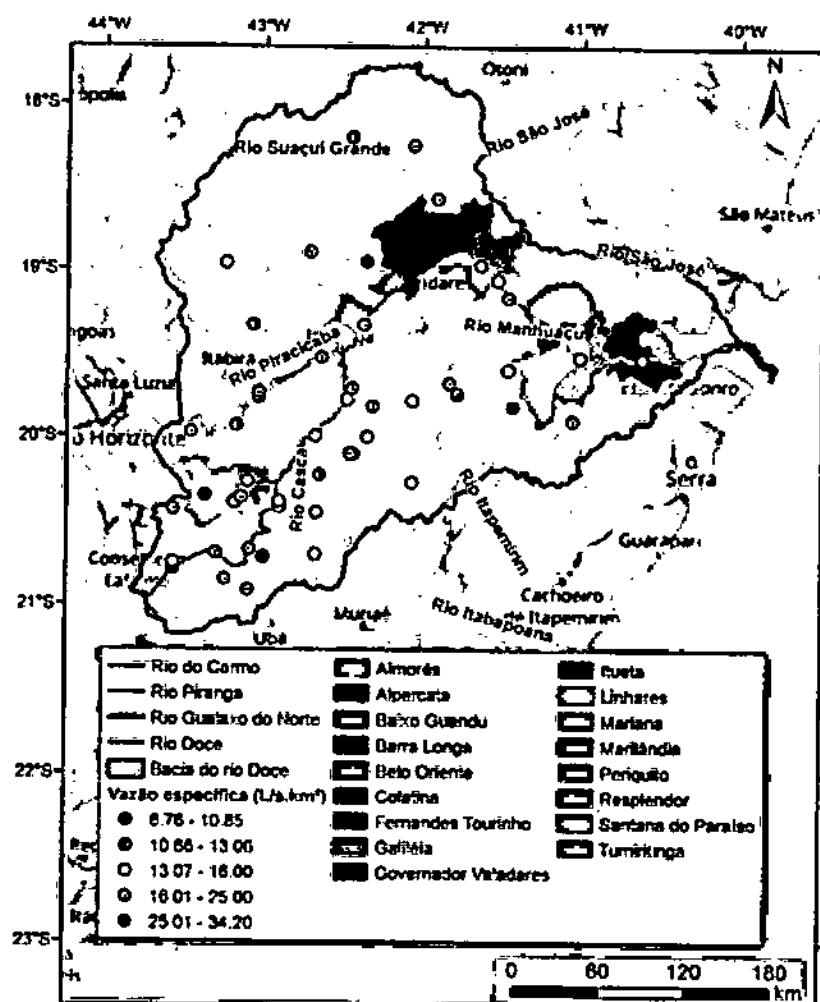
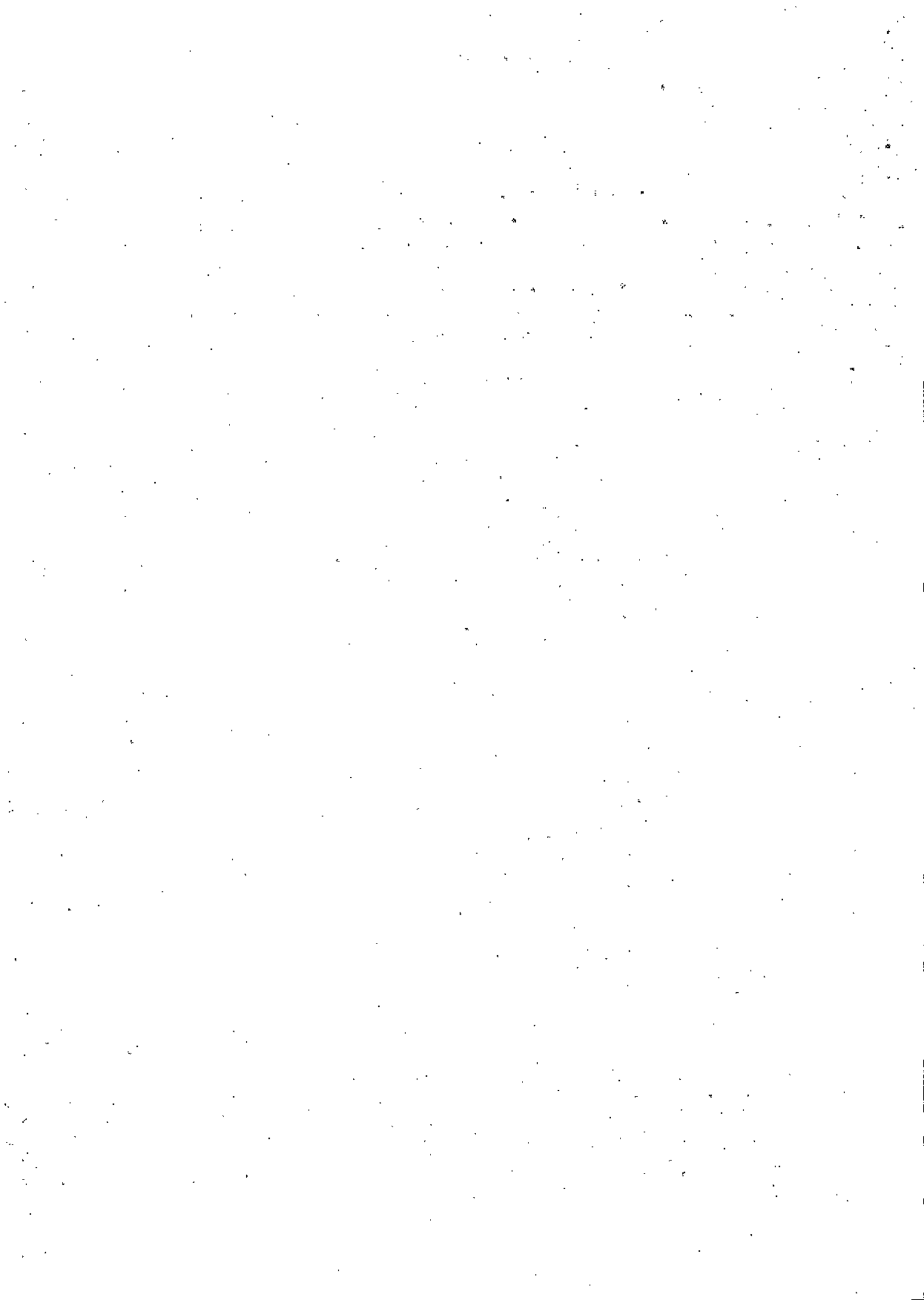


Figura 10. Distribuição das vazões específicas médias de longo período na bacia do rio Doce

<sup>4</sup> Chuva orográfica ocorre devido ao efeito de montanhas, que fazem com que o ar proveniente do oceano suba e encontre a cota ideal de precipitação.



Os resultados obtidos apontam que os municípios Mariana e Barra Longa possuem as maiores vazões específicas dentre os municípios em estudo e, portanto, dispõem de mais recursos para o abastecimento de água da população. Os postos presentes nos municípios que se localizam em regiões mais a jusante do rio Doce, principal rio da bacia, possuem bacias hidrográficas cada vez maiores a medida que se distanciam da nascente do rio e, conseqüentemente, possuem vazões específicas menores.

## **5.5 METODOLOGIA DE ESTIMATIVA DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA.**

A disponibilidade hídrica superficial de mananciais depende das características pluviométricas e da bacia hidrográfica. Existe a disponibilidade hídrica natural obtida com base nas condições de vazões do rio sem regularização e a disponibilidade hídrica obtida com base regularização da bacia.

### **5.5.1 Disponibilidade hídrica sem regularização**

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 são maiores ou iguais a esta vazão. Considerando um risco de 5 %, ou seja, que existe 95 % de chance de a vazão diária ser maior que este valor, o risco assumido é de 5 % do tempo da amostra. Este é um risco assumido, usualmente par abastecimento de água.

No item anterior foram desenvolvidos estudos que permitem estimar a vazão  $Q_{95}$  para diferentes locais da bacia do rio Doce. Com base nos mananciais superficiais próximos das cidades, é possível utilizar as equações 5.2 e 5.3 para determinar o  $Q_{95}$  destes mananciais.

### **5.5.2 Disponibilidade hídrica com regularização**

Quando a demanda de água é alta e o manancial próximo tem área de drenagem limitada, é necessário aumentar a disponibilidade regularizando a vazão. Tucci (2002) mostrou que é possível determinar condições de regionalização de vazão de regularização e mostrou que nas regiões úmidas do Brasil é possível regularizar pelo menos 60 % da vazão média, dependendo de existirem locais próximos com topografia para formação do lago sem impactos físicos e ambientais significativos. É válido ressaltar que a capacidade de regularização de vazão só pode ser confirmada conhecendo-se o volume do reservatório, o qual é calculado com dados topográficos de alto grau de detalhamento, deste modo, este valor de 60 % da vazão média é adotado como referência para a avaliação preliminar da aptidão do manancial.

No item anterior foram regionalizadas as vazões médias da bacia do rio Doce. Com base em 60 % da vazão média é possível avaliar a capacidade dos mananciais de atenderem a demanda com base nesta regularização de vazão.



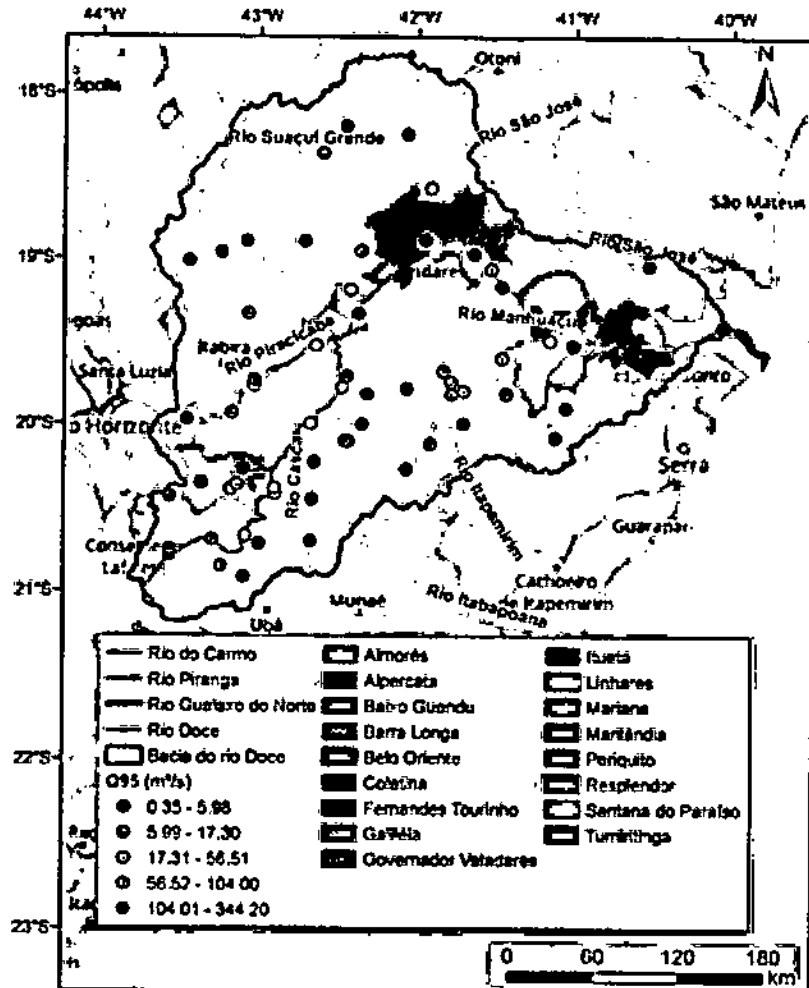


Figura 11. Distribuição espacial da  $Q_{95}$  na bacia do rio Doce



## 6. ÁGUA SUBTERRÂNEA

Neste capítulo, é apresentada a caracterização física da região, analisando os principais aspectos relacionados com a disponibilidade hídrica subterrânea nas áreas de interesse na bacia do rio Doce.

No primeiro item, são apresentados os aspectos geomorfológicos da bacia e dos municípios de interesse. No segundo item, são apresentadas as características hidrogeológicas das regiões de interesse. No terceiro item, são apresentadas as características hidrodinâmicas dos poços nos municípios. No quarto item, é analisada a distribuição na bacia das variáveis estudadas.

### 6.1 GEOMORFOLOGIA

#### 6.1.1 Geomorfologia predominante

A geomorfologia predominante dos municípios estudados foi obtida por meio dos mapas de geodiversidade dos estados de Minas Gerais e do Espírito Santo, elaborados pela Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais (CPRM), em 2010 e 2014, respectivamente. A Figura 12 apresenta o mapa geomorfológico da bacia do rio Doce, com destaque para os municípios estudados. A seguir, está apresentada a descrição geomorfológica dos diferentes relevos encontrados na área de estudo.

**Chapadas e platôs:** superfícies tabulares alçadas, ou relevos soerguidos, planos ou aplainados, não ou incipientemente pouco dissecados. Os rebordos dessas superfícies, posicionados em cotas elevadas, são delimitados, em geral, por vertentes íngremes a escarpadas. Representam algumas das principais ocorrências das superfícies cimeiras do território brasileiro. Franco predomínio de processos de pedogênese (formação de solos espessos e bem drenados, em geral, com baixa a moderada suscetibilidade à erosão). Processos de morfogênese significativos nos rebordos das escarpas erosivas, via recuo lateral das vertentes. Frequente atuação de processos de laterização. Ocorrências esporádicas, restritas a processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas).

**Domínio de colinas amplas e suaves:** relevo de colinas pouco dissecadas, com vertentes convexas e topos amplos, de morfologia tabular ou alongada. Sistema de drenagem principal com deposição de planícies aluviais relativamente amplas. Predomínio de processos de pedogênese. Ocorrências esporádicas, restritas a processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas). Geração de rampas de colúvios nas baixas vertentes.

**Domínio de colinas dissecadas e morros baixos:** relevo de colinas dissecadas, com vertentes convexo-côncavas e topos arredondados ou aguçados. Sistema de drenagem principal com deposição de planícies aluviais restritas ou em vales fechados. Equilíbrio entre processos de pedogênese e morfogênese (formação de solos espessos e bem drenados, em geral, com moderada suscetibilidade à erosão). Atuação frequente de processos de erosão laminar e ocorrência esporádica de processos de erosão linear acelerada (sulcos, ravinas e voçorocas). Geração de rampas de colúvios nas baixas vertentes.



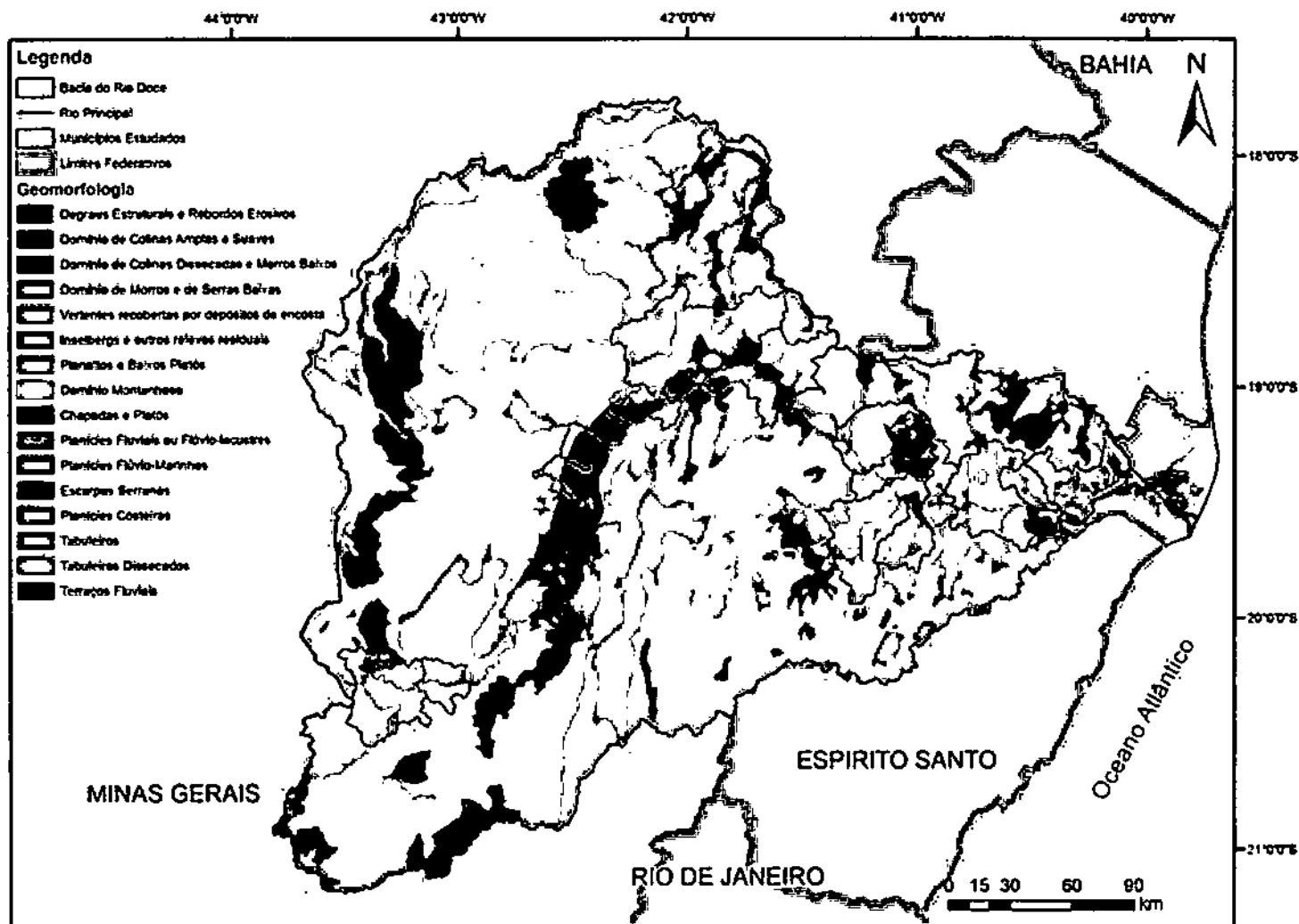


Figura 12. Mapa da geomorfologia (fonte: CPRM)



**Domínio de morros e de serras baixas:** relevo de morros convexo-côncavos dissecados e topos arredondados ou aguçados. Também se insere nessa unidade o relevo de morros de topo tabular, característico das chapadas intensamente dissecadas e desfeitas em conjunto de morros de topo plano. Sistema de drenagem principal com restritas planícies aluviais. Predomínio de processos de morfogênese (formação de solos pouco espessos em terrenos declivosos, em geral, com moderada a alta suscetibilidade à erosão). Atuação frequente de processos de erosão laminar e linear acelerada (sulcos e ravinas) e ocorrência esporádica de processos de movimentos de massa. Geração de colúvios e, subordinadamente, depósitos de tálus nas baixas vertentes.

**Domínio montanhoso:** relevo montanhoso, muito acidentado. Vertentes predominantemente retilíneas a côncavas, escarpadas e topos de cristas alinhadas, aguçados ou levemente arredondados, com sedimentação de colúvios e depósitos de tálus. Sistema de drenagem principal em franco processo de entalhamento. Franco predomínio de processos de morfogênese (formação de solos rasos em terrenos muito acidentados, em geral, com alta suscetibilidade à erosão). Atuação frequente de processos de erosão laminar e de movimentos de massa. Geração de depósitos de tálus e de colúvios nas baixas vertentes.

**Escarpas serranas:** relevo montanhoso, muito acidentado. Vertentes predominantemente retilíneas a côncavas, escarpadas e topos de cristas alinhados, aguçados ou levemente arredondados, com sedimentação de colúvios e depósitos de tálus. Sistema de drenagem principal em franco processo de entalhamento. Representam um relevo de transição entre duas superfícies distintas alçadas a diferentes cotas altimétricas. Franco predomínio de processos de morfogênese (formação de solos rasos em terrenos muito acidentados, em geral, com alta suscetibilidade à erosão). Atuação frequente de processos de erosão laminar e de movimentos de massa. Geração de depósitos de tálus e de colúvios nas baixas vertentes.

**Planaltos e baixos platôs:** constituem superfícies ligeiramente mais elevadas que os terrenos adjacentes. São formas tabulares ou colinas muito amplas, pouco dissecadas, com sistema de drenagem principal em franco entalhamento e deposição de planícies aluviais restritas ou em vales fechados. Apresentam amplitude de relevo entre 0 e 50 m, inclinação de vertentes que varia entre 2° e 5° e topo plano a suavemente ondulado. Nessas formas de relevo, há predomínio de processos de pedogênese, com eventual atuação de processos de laterização. De forma localizada, nos planaltos, podem ocorrer processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas). Os planaltos são formas de relevo caracterizadas como formas de degradação predominantemente em rochas sedimentares, mas também sobre rochas cristalinas.

**Planícies costeiras:** superfícies sub-horizontais, constituídas de depósitos arenosos, apresentando microrrelevo ondulado, geradas por processos de sedimentação marinha e/ou eólica. Terrenos bem drenados e não inundáveis.



**Planícies fluviais ou flúvio-lacustres:** superfícies sub-horizontais, constituídas de depósitos arenoargilosos a argiloarenosos, apresentando gradientes extremamente suaves e convergentes em direção aos cursos d'água principais. Terrenos imperfeitamente drenados nas planícies de inundação, sendo periodicamente inundáveis; bem drenados nos terraços. Os abaciamentos (ou suaves depressões em solos arenosos) em áreas planas ou em baixos interflúvios, denominados Áreas de Acumulação Inundáveis (AAI), frequentes na Amazônia, estão inseridos nessa unidade.

**Planícies flúvio-marinhas:** superfícies planas, de interface com os sistemas deposicionais continentais e marinhos, constituídas de depósitos argiloarenosos a argilosos. Terrenos muito maldrenados, prolongadamente inundáveis, com padrão de canais bastante meandantes e divagantes, sob influência de refluxo de marés; ou resultantes da colmatação de paleolagunas. Baixa capacidade de suporte dos terrenos.

**Tabuleiros:** formas de relevo suavemente dissecadas, com extensas superfícies de gradientes extremamente suaves, com topos planos e alongados e vertentes retilíneas nos vales encaixados em forma de "U", resultantes de dissecação fluvial recente. Predomínio de processos de pedogênese. Ocorrências esporádicas, restritas a processos de erosão laminar ou linear acelerada (sulcos e ravinas).

**Tabuleiros dissecados:** formas de relevo tabulares, dissecadas por uma rede de canais com alta densidade de drenagem, apresentando relevo movimentado de colinas com topos tabulares ou alongados e vertentes retilíneas e declivosas nos vales encaixados, resultantes da dissecação fluvial recente. Predomínio de processos de pedogênese. Ocorrência de processos de erosão laminar ou linear acelerada (sulcos e ravinas).

**Terraços fluviais:** superfícies bem drenadas, de relevo plano a levemente ondulado, constituído de depósitos arenosos a argilosos de origem fluvial. Consistem de paleoplanícies de inundação que se encontram em nível mais elevado que o das várzeas atuais e acima do nível das cheias sazonais. Devido à reduzida escala de mapeamento, essa unidade só pôde ser mapeada em vales de grandes dimensões (em especial, nos rios amazônicos).

**Vertentes recobertas por depósitos de encosta:** os cones de tálus consistem de superfícies deposicionais fortemente inclinadas, constituídas por depósitos de encosta, de matriz arenoargilosa a argiloarenosa, rica em blocos, muito mal selecionados. Ocorrem, de forma disseminada, nos sopés das vertentes íngremes de terrenos montanhosos. Apresentam baixa capacidade de suporte. As rampas de colúvio consistem de superfícies de posicionais inclinadas, constituídas por depósitos de encosta arenoargilosos a argiloarenosos, mal selecionados, em interdigitação com depósitos praticamente planos das planícies aluviais. Ocorrem, de forma disseminada, nas baixas encostas de ambientes colinosos ou de morros.



### 6.1.2 Geomorfologia nos municípios

A Tabela 4 apresenta o relevo predominante em cada um dos municípios aqui em análise. Uma análise detalhada da proporção de cada relevo nos municípios analisados é apresentada no Anexo C.

Conforme o observado na Figura 12 e ressaltado na Tabela 4, a região do rio Gualaxo Norte, na área de cabeceiras da bacia, possui sobretudo domínio de morros e serras baixas. O trecho médio do rio Doce, entre as confluências com os rios Piracicaba e Suaçuí Pequeno, apresenta colinas dissecadas e morros baixos. Por sua vez, a área mais a jusante no rio Doce, desde a confluência com o rio Suaçuí Grande até quase o exutório, também é dominada por morros e serras baixas, porém com a presença de domínio montanhoso.

Tabela 4. Relevos predominante por município em análise

Município	Relevo predominante	Área no município com a geomorfologia dominante (km <sup>2</sup> )	Fração do município (%)
Almorés	Domínio Montanhoso	588,7	44,7 %
Alpercata	Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos	144,5	87,9 %
Baixo Guandu	Domínio Montanhoso	528,6	58,3 %
Barra Longa	Domínio de Morros e de Serras Baixas	383,2	99,9 %
Belo Oriente	Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos	213,3	63,7 %
Colatina	Domínio de Morros e de Serras Baixas	714,6	51,5 %
Fernandes Tourinho	Domínio de Morros e de Serras Baixas	92,4	61,2 %
Galliléia	Domínio Montanhoso	430,0	59,9 %
Governador Valadares	Domínio de Morros e de Serras Baixas	1390,9	59,3 %
Itueta	Domínio de Morros e de Serras Baixas	200,5	44,8 %
Linhares	Tabuleiros	1126,9	34,2 %
Marlana	Domínio de Morros e de Serras Baixas	649,3	54,6 %
Marlândia	Domínio de Morros e de Serras Baixas	168,6	55,6 %
Periquito	Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos	148,9	66,0 %
Resplendor	Domínio de Morros e de Serras Baixas	600,4	56,6 %
Santana do Paraíso	Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos	140,5	51,4 %
Tumiritinga	Domínio de Morros e de Serras Baixas	285,7	57,8 %

## 6.2 HIDROGEOLOGIA

A geologia da bacia do rio Doce apresenta um amplo domínio de unidades estratigráficas cristalinas de idades desde o Cambriano até o Mesoarqueano, que são as Províncias Mantiqueira e São Francisco, que possuem uma litologia muito variada proveniente de uma tectônica complexa. Além disso, apresenta um pequeno conjunto de unidades estratigráficas de origem sedimentar.



### 6.2.1 Domínios hidrogeológicos

Neste estudo, a hidrogeologia da bacia está apresentada por meio dos Domínios Geológicos, que foram obtidos a partir do Mapa de Geodiversidade de Minas Gerais e do Espírito Santo, elaborado pela Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais (CPRM). A Figura 13 apresenta o Mapa dos Domínios Geológicos da Bacia do Rio Doce e dos municípios estudados.

As unidades hidrogeológicas predominantes nos municípios estudados foram obtidos por meio do Mapa Hidrogeológico do Brasil ao Millionésimo (DINIZ *et al.*, 2014), disponibilizado pela Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais (CPRM). A Figura 14 apresenta o mapa de unidades hidrogeológicas da bacia do rio Doce e dos municípios estudados. Basicamente são quatro unidades:

- Depósitos litorâneos;
- Formação Barreiras;
- Embasamento fraturado indiferenciado; e
- Formação Gandarela.



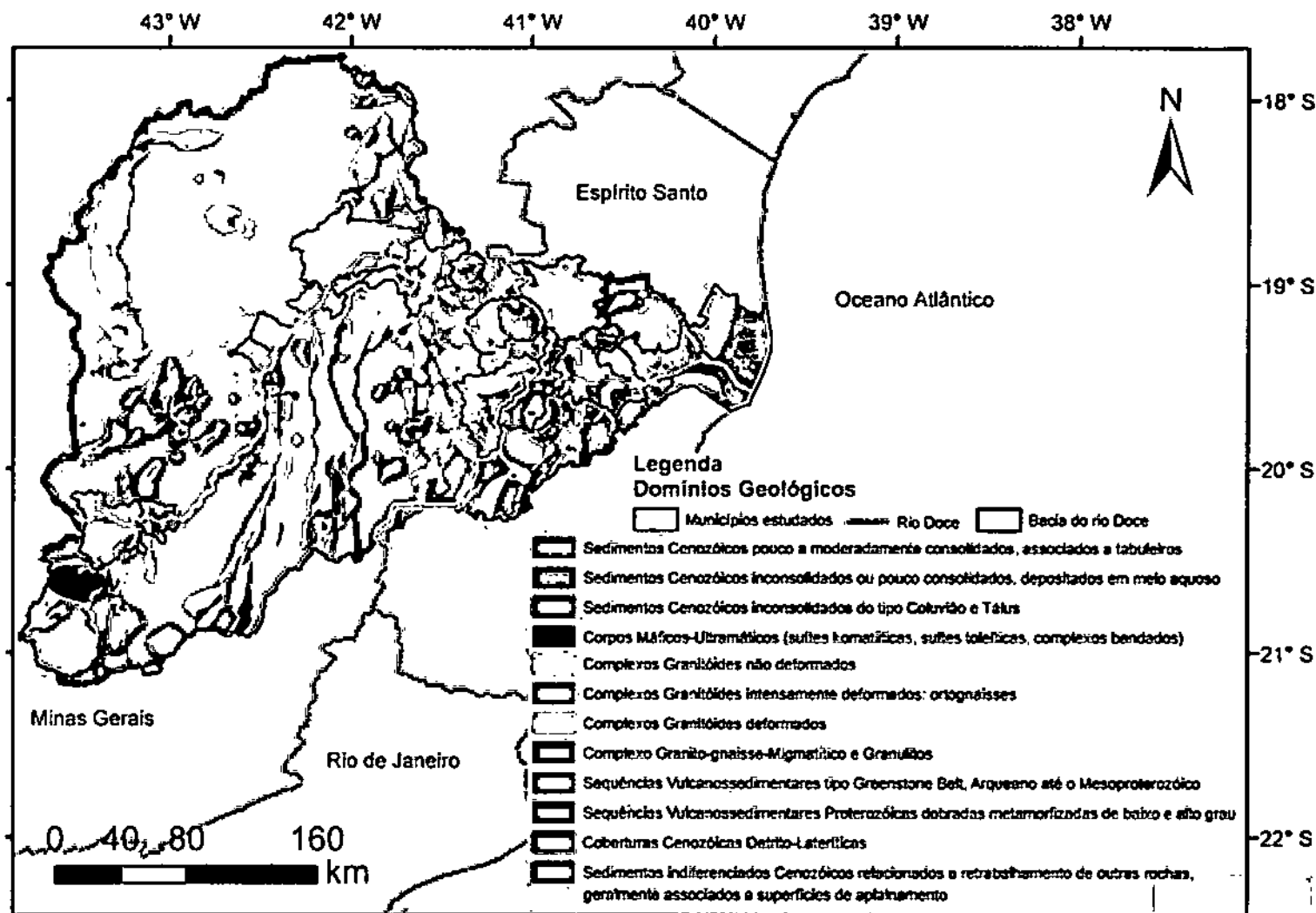


Figura 13. Mapa dos domínios geológicos



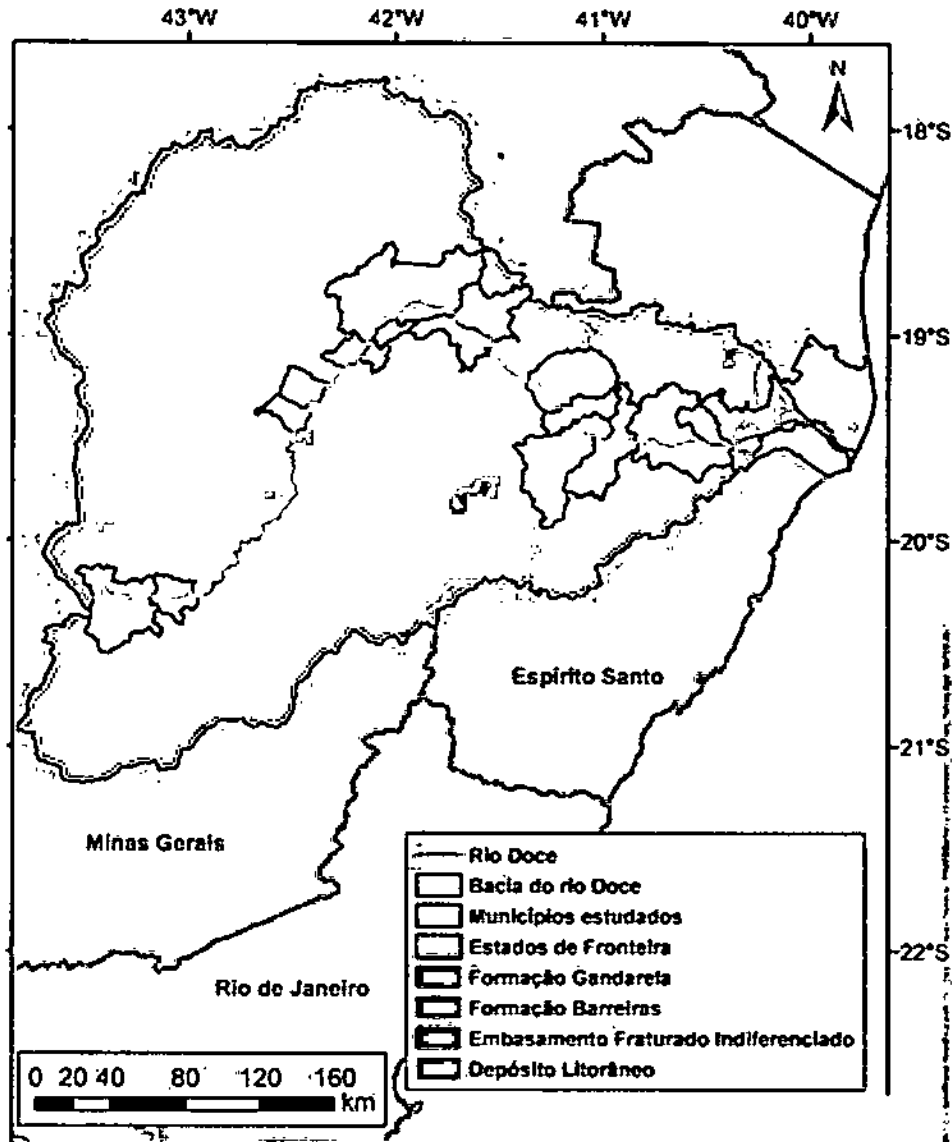


Figura 14. Mapa de unidades hidrogeológicas (CPRM)

A observação da Figura 14 permite verificar que a totalidade dos municípios estudados, com exceção do município de Linhares, está localizada sobre a unidade hidrogeológica Embasamento Fraturado Indiferenciado. O Depósito Litorâneo e a Formação Barreiras apresentam comportamento hidrodinâmico semelhantes, de modo que para fins do estudo de disponibilidade hídrica subterrânea ambos podem ser tratados como uma mesma unidade aquífera aflorante. Desta forma, a área em estudo é dividida em duas unidades, Embasamento Fraturado Indiferenciado e Formação Barreiras. Ressalta-se que a Formação Gandarela, apesar de estar presente na bacia do rio Doce, ocupa uma pequena área nas cabeceiras da bacia, e não se encontra em nenhum dos municípios em estudo.



### 6.2.2 Vazões por município

A Tabela 5 apresenta uma compilação das informações disponíveis sobre as características hidrodinâmicas dos poços nos municípios em estudo. Estes dados foram levantados no cadastro do Sistema de Informações de Água Subterrânea - SIAGAS-CPRM.

Conforme observa-se na Tabela 5, o município de Aimorés possui 7 postos cadastrados no SIAGAS, sendo que 5 pertencem à COPASA e 2 são particulares. São poços de abastecimento, sendo que 1 poço está na Sede e os outros estão nas localidades de Baixo, Gimirim, Penha do Capim, Expedicionário Alcício, Santa Terezinha e Ilmoeiro. A localidade de Santo Antônio do Rio Doce (Mauá), em estudo, não possui poços cadastrados no SIAGAS.

O banco de dados do SIAGAS-CPRM mostrou a existência de 11 poços tubulares cadastrados no município de Alpercata, sendo que todos pertencem à COPASA. São poços de abastecimento, sendo que 2 poços foram considerados secos. Para o município de Baixo Gandu, os poços levantados junto ao cadastro do SIAGAS-CPRM foram 7, sendo que 5 pertencem à Prefeitura e 2 são particulares. O total de poços em Barra Longa é de 19, dos quais 16 pertencem à COPASA e 3 são particulares.

Em Belo Oriente, os poços levantados junto ao cadastro do SIAGAS-CPRM foram 6, sendo que 5 pertencem à Empresa Celulose Nipo Brasileira (CENIBRA) e 1 pertence a um posto de combustíveis. Para o município de Colatina, há 46 (1 nascente) poços constantes do cadastro do SIAGAS-CPRM, sendo 7 pertencentes à Prefeitura e 39 particulares (indústrias e domésticos). No município de Fernandes Tourinho, o cadastro do SIAGAS-CPRM mostrou 19 poços, todos outorgados pela COPASA, sendo apenas 1 localizado no distrito de Senhora da Penha. O abastecimento de água do município é realizado com água subterrânea.

Há 3 poços no banco do SIAGAS-CPRM referentes ao município de Galiléia, sendo que todos pertencem à COPASA. Para o município de Governador Valadares, há 13 poços, 9 pertencentes à COPASA, 2 ao SAAE e 2 privados (1 é um poço escavado). Em Itueta, foram identificados 3 poços, todos pertencentes à COPASA. Para Linhares, os poços levantados junto ao cadastro do SIAGAS foram 274, sendo que 9 pertencem à Prefeitura e os restantes são particulares (indústrias, hospitais e domésticos).

Não se tem dados suficientes de poços em Marilana. O SIAGAS apresenta apenas 2 poços, sendo que um pertence à Vale do Rio Doce e o outro é particular. Em Marilândia, há 21 poços cadastrados no SIAGAS, dos quais 12 pertencem à Prefeitura e 9 são particulares (indústrias e domésticos).

No município de Periquito, há 10 poços, sendo que 7 pertencem à COPASA e 3 são particulares (2 cacimbas e 1 tubular). Os seis poços tubulares presentes foram utilizados para a construção da Tabela 5. No distrito de Pedra Corrida, aqui em análise, foi construído um poço em outubro/2016, que foi interligado à adutora de água bruta da COPASA, com as seguintes características hidrodinâmicas: profundidade de 150 m; vazão de 11 m<sup>3</sup>/h; profundidade do nível estático (NE) de 0,5 m; profundidade do nível dinâmico (ND) de 30 m e vazão específica de 0,37 m<sup>3</sup>/h/m.

Para o município de Resplendor, há 30 poços o cadastro do SIAGAS-CPRM, dos quais 19 pertencem à COPASA e 11 são particulares. As vazões dos poços variam de quase secos até 15,98 m<sup>3</sup>/h. O nível dinâmico mostra que para vazões maiores há um grande rebaixamento. As vazões específicas podem chegar a 2,0 m<sup>3</sup>/h/m, que é significativa para este tipo de aquífero. O total de poços em Santana do Paraíso, conforme o SIAGAS foi de 21, sendo que 19 pertencem à COPASA e 2 são particulares.



Tabela 5. Informações dos poços nos municípios em estudo

Municípios	Nº de poços (SIAGAS-CPRM)	Profundidade do poço (m)		Vazão (m³/h)		Profundidade Nível Estático NE (m)		Profundidade Nível Dinâmico ND (m)		Vazão específica (m³/h/m)		Geologia
		Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	
Almorés	7	60	114	1,30	18,00	2,10	21,20	14,80	82,00	0,018	1,490	Gnaisses
Alpercata	11	62	200	4,90	47,99	0,00	35,45	28,37	69,86	0,115	1,612	Gnaisses
Baixo Guandu	7	58	80	0,65	14,40	1,79	8,00	22,61	69,25	0,010	0,789	Gnaisses e Granitos
Barra Longa	19	54	150	3,38	16,48	0,00	29,22	15,37	105,69	0,033	1,493	Gnaisses e Granitos
Belo Oriente	6	86	140	2,93	33,00	0,93	13,80	28,44	70,70	0,051	1,200	Gnaisses
Colatina	46	37	150	1,85	36,00	0,00	26,00	8,00	88,50	0,032	18,000	Gnaisses, Granitos, Aluviões
Fernandes Tourinho	19	59	150	1,80	24,00	0,00	24,40	25,85	83,75	0,023	0,566	Gnaisses
Galileia	3	90	132	3,35	10,22	0,00	7,00	41,48	93,38	0,037	0,296	Gnaisses
Governador Valadares	13	50	156	4,82	30,00	0,00	9,50	9,66	109,16	0,048	2,012	Gnaisses
Itueta	3	100	120	4,86	17,53	1,60	2,90	53,5	54,80	1,600	2,900	Gnaisses
Linhares	274	5,0	162	0,374	35,00	3,55	40,00	8,00	100,00	0,012	60,000	Grupo barreiras
Mariana	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Marilândia	21	65	150	0,90	16,00	0,5	6,00	21,70	76,00	0,017	1,017	Gnaisses, Granitos, Aluviões
Periquito	10	14	150	5,43	29,99	0,00	9,90	10,28	53,04	0,180	2,224	Gnaisses e Granitos
Resplendor	30	53	150	0,25	15,98	0,00	42,62	7,00	92,49	0,022	2,000	Gnaisses e Granitos
Santana do Paraíso	21	81	156	1,51	29,30	0,00	9,15	19,80	102,84	0,028	1,518	Gnaisses e Granitos
Tumiritinga	10	58	150	4,00	55,37	2,2	6,90	9,05	51,82	0,108	25,749	Gnaisses e Granitos







Observou-se que muitos dados de poços apresentam informações incompletas, muitas das quais são fundamentais para estudos quantitativos e qualitativos de águas subterrâneas, evidenciando assim a necessidade de atualização constante do cadastro. A Tabela 6 apresenta um resumo da disponibilidade de dados para diferentes informações do banco de dados para os municípios avaliados.

Tabela 6. Disponibilidade de dados dos poços do banco SIAGAS

Município	Número de Poços	Dados Construtivos	Dados de Vazão de Estabilização	Dados de Vazão Específica	Dados de NE	Dados de ND	Dados de Profundidade	Situação*	Tipo de Uso
Aimorés	7	6	7	7	7	7	7	2	0
Alpercata	11	10	9	9	9	9	11	2	0
Baixo guandu	7	4	3	3	3	3	6	6	3
Barra longa	19	15	16	16	16	16	19	3	1
Belo oriente	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Colatina	46	9	23	23	23	23	42	42	11
Fernandes Tourinho	19	7	12	12	12	12	19	8	0
Galileia	3	2	3	3	3	3	3	0	0
Governador Valadares	13	9	7	7	8	8	11	5	0
Itueta	3	3	2	2	2	2	3	1	0
Linhares	274	255	16	14	17	14	192	192	213
Mariana	2	2	1	1	1	1	2	2	2
Marilândia	21	12	12	12	12	12	18	18	5
Periquito	10	9	6	6	7	6	10	4	0
Resplendor	30	28	18	17	18	17	30	13	0
Santana do Paraíso	21	7	15	15	15	15	15	3	0
Tumiritinga	10	9	4	4	4	4	10	5	0
<b>Total</b>	<b>502</b>	<b>393</b>	<b>160</b>	<b>157</b>	<b>163</b>	<b>158</b>	<b>404</b>	<b>312</b>	<b>241</b>

Fonte: SIAGAS \*Apresentam indicação da situação (fechado, seco,...).

Foram considerados como poços em operação apenas aqueles que estavam equipados, ou em uso na época do cadastro. Os demais (abandonado, fechado, não instalado, seco e parado) foram considerados como desativados. A média de poços em operação em relação ao total com dados disponíveis para todos os municípios é de 67 %. A Tabela 7 apresenta o total para cada município.

Os dados de perfil construtivo de poços são imprescindíveis para estudos hidrogeológicos, isso porque as reservas subterrâneas podem ser constituídas por diversas formações geológicas. O conhecimento do perfil dos poços utilizados permite inferir sobre a dinâmica das águas subterrâneas para os estudos quantitativos e a composição das rochas para os qualitativos. A existência de dados construtivos, e também a existência de dados de testes de bombeamento, foram utilizados como critério de seleção dos poços a serem utilizados no presente estudo.



Tabela 7. Número de poços em operação em relação ao total

Município	Número de poços	Poços com dados de situação	Poços em operação	% Operando
Almorés	7	2	1	50 %
Alpercata	11	2	0	0 %
Baixo guandu	7	6	1	17 %
Barra longa	19	3	1	33 %
Belo oriente	6	6	4	67 %
Colatina	46	42	24	57 %
Fernandes tourinho	19	8	1	13 %
Galilela	3	0	0	0 %
Governador Valadares	13	5	4	80 %
Itueta	3	1	0	0 %
Linhares	274	192	158	82 %
Mariana	2	2	2	100 %
Marilândia	21	18	4	22 %
Periquito	10	4	2	50 %
Resplendor	30	13	7	54 %
Santana do Paraiso	21	3	0	0 %
Tumiritinga	10	5	1	20 %
<b>Total</b>	<b>502</b>	<b>312</b>	<b>210</b>	<b>67 %</b>

Fonte: SIAGAS

Dentre as principais formações geológicas onde estão localizados os poços, destacam-se as seguintes: Aluviões (dois poços), Complexo Barbacena (21 poços), Complexo Juiz de Fora (33 poços), Complexo Mantiqueira (15 poços), Complexo Paraíba do Sul (53 poços), Depósitos Coluvionares (9 poços), Depósitos Fluvio-Lagunares (8 poços), Formação São Tomé (13 poços), Formação Tumiritinga (5 poços), Grupo Barreiras (170 poços), Grupo Jequitinhonha (6 poços), entre outros.

De acordo com o banco de dados SIAGAS, os poços da região são, em sua maioria, perfurados por meio da perfuração rotopneumática e com trato. As principais empresas perfuradoras dos municípios estudados são: COPASA, Acquasul, Geoperfurações, Geosol, Hidropoços, Perfurações Panclni, Sondaco, entre outras.

Para as localidades estudadas foram identificados diferentes tipos de uso para as águas subterrâneas, como mostra a Tabela 8. O uso doméstico e a irrigação são os mais comuns, totalizando juntos 142 poços, seguidos dos usos múltiplos e industrial, que totalizam 86 poços. A pecuária e o uso urbano apresentaram somente 11 poços.

Em relação às condições de confinamento dos poços avaliados, 393 poços apresentam informações, na qual 367 são livres, 25 são semi-confinados, e somente um está confinado.

As profundidades dos poços são muito importantes, pois estão diretamente relacionadas com os custos de alocação. Poços mais próximos a cursos d'água costumam apresentar menores profundidades até o nível estático, entretanto, dada a predominância de rochas do embasamento fraturado indiferenciado na área estudada, a disponibilidade de água está diretamente condicionada à presença de fraturas. A Tabela 9 apresenta um resumo das profundidades dos poços para cada um dos municípios avaliados.



Tabela 8. Tipos de uso das águas subterrâneas

Município	Número de Poços	Poços com Dados de Uso	Doméstico	Uso Múltiplo	Industrial	Urbano	Irrigação	Pecuária	Sem uso
Aimorés	7	0	0	0	0	0	0	0	0
Alpercata	11	0	0	0	0	0	0	0	0
Baixo Guandu	7	3	1	0	0	0	0	1	1
Barra Longa	19	1	0	0	0	0	0	1	0
Belo Oriente	6	6	0	2	0	0	4	0	0
Colatina	46	11	5	1	4	0	0	0	1
Fernandes Tourinho	19	0	0	0	0	0	0	0	0
Galileia	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Governador Valadares	13	0	0	0	0	0	0	0	0
Itueta	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Linhares	274	213	63	43	35	0	66	6	0
Mariana	2	2	0	1	0	1	0	0	0
Marllândia	21	5	3	0	0	2	0	0	0
Periquito	10	0	0	0	0	0	0	0	0
Resplendor	30	0	0	0	0	0	0	0	0
Santana do Paraíso	21	0	0	0	0	0	0	0	0
Tumiritinga	10	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total Geral</b>	<b>502</b>	<b>241</b>	<b>72</b>	<b>47</b>	<b>39</b>	<b>3</b>	<b>70</b>	<b>8</b>	<b>2</b>

As profundidades dos poços nos municípios Alpercata, Santana do Paraíso e Tumiritinga, apresentaram as maiores profundidades médias, enquanto que Baixo Guandu, Mariana e Linhares, apresentaram as menores profundidades médias (Tabela 9). Os valores obtidos para Mariana estão relacionados à pequena amostragem (dois poços), enquanto que os baixos valores verificados em Baixo Guandu e Linhares podem estar relacionados às suas localizações próximas à parte baixa da bacia do rio Doce.

Os poços mais profundos foram verificados em Alpercata e Linhares, enquanto que as menores profundidades foram verificadas em Linhares e Periquito. A Figura 16 apresenta a espacialização dos poços do banco de dados com as respectivas profundidades nos municípios estudados.



Em relação às vazões dos poços, avaliou-se a situação dos poços em relação à vazão de estabilização e à vazão específica. A vazão de estabilização representa a vazão que se mantém constante por 6 horas durante a perfuração do poço, enquanto que a vazão específica representa a relação entre a vazão dos poços e o rebaixamento do mesmo. A Tabela 10 e a Tabela 11 apresentam um resumo sobre os dados de vazão nos poços avaliados, enquanto que a Figura 17 e a

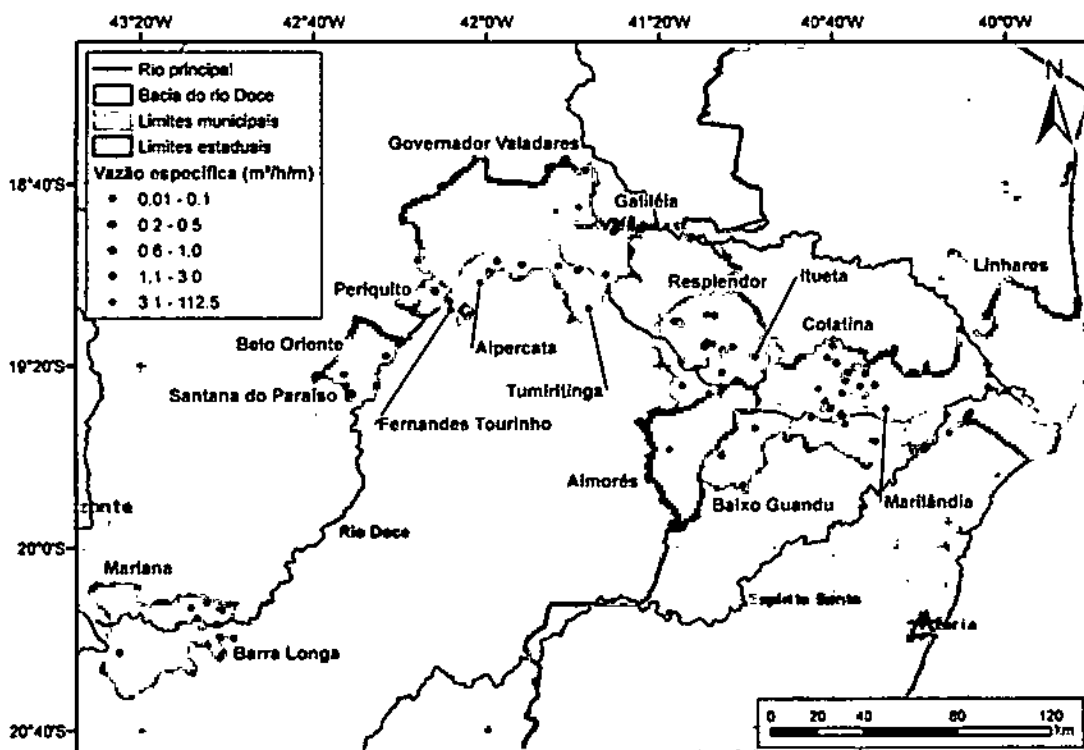


Figura 18 apresentam a espacialização das vazões e das vazões específicas na área estudada, respectivamente.

Tabela 9. Profundidades dos poços

Municípios	Número de poços	Dados de profundidade e disponíveis	Profundidade e mínima (m)	Profundidade e máxima	Profundidade e média
Aimerós	7	7	60,0	114,4	76,0
Alpercata	11	11	62,0	200,0	123,5
Balxo Guandu	7	6	58,0	80,0	64,2
Barra Longa	19	19	54,0	150,0	92,2
Belo Oriente	6	6	86,0	140,0	117,0
Colatina	46	42	37,0	150,0	90,5
Fernandes Tourinho	19	19	59,0	150,0	110,4
Galiléia	3	3	90,0	132,0	108,0
Governador Valadares	13	11	11,5	156,0	87,5
Itueta	3	3	100,0	120,0	113,3
Linhares	274	192	5,0	162,0	76,1



Mariana	2	2	57,0	70,0	63,5
Marilândia	21	18	65,0	120,0	88,8
Periquito	10	10	14,0	150,0	84,8
Resplendor	30	30	53,0	150,0	103,8
Santana do Paraiso	21	15	81,0	156,0	127,5
Tumiritinga	10	10	58,0	150,0	117,8

Fonte: SIAGAS

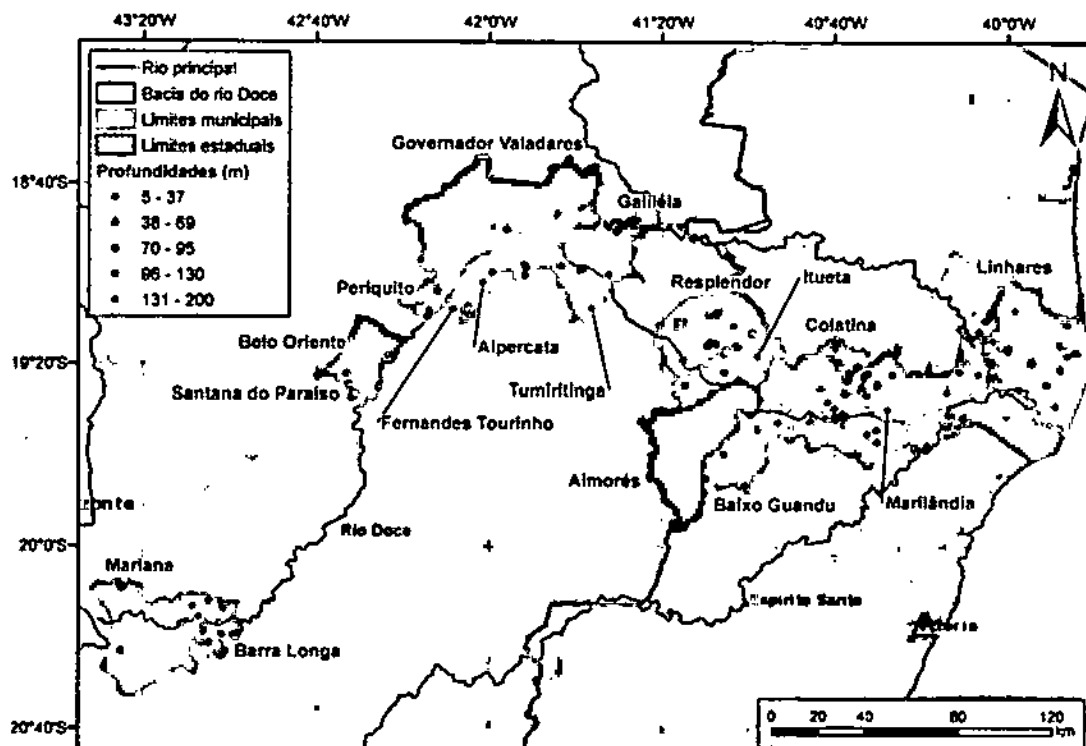


Figura 16. Profundidades dos poços SIAGAS

Tabela 10. Vazão de estabilização

Município	Número de poços	Dados de vazão de estabilização	Vazão média (m³/h)	Vazão máxima (m³/h)	Vazão mínima (m³/h)
Almorés	7	7	10,0	18,0	1,3
Alpercata	11	9	15,0	48,0	4,9
Baixo Guandu	7	3	8,2	14,4	0,7
Barra Longa	19	16	8,7	16,5	3,4
Belo Oriente	6	6	13,7	33,0	2,9
Colatina	46	23	10,6	36,0	1,9
Fernandes Tourinho	19	12	10,2	24,0	1,8
Galliléia	3	3	6,5	10,2	3,4
Governador Valadares	13	7	14,1	30,0	4,8
Itueta	3	2	11,2	17,5	4,9
Linhares	274	16	13,9	35,0	0,4
Mariana	2	1	8,5	8,5	8,5



Marilândia	21	12	5,2	16,0	0,9
Periquito	10	6	16,5	30,0	5,4
Resplendor	30	18	5,7	16,0	0,3
Santana do Paraíso	21	15	13,0	29,3	1,5
Tumiritinga	10	4	30,4	55,4	4,0
Total	502	160	-	-	-

Fonte: SIAGAS

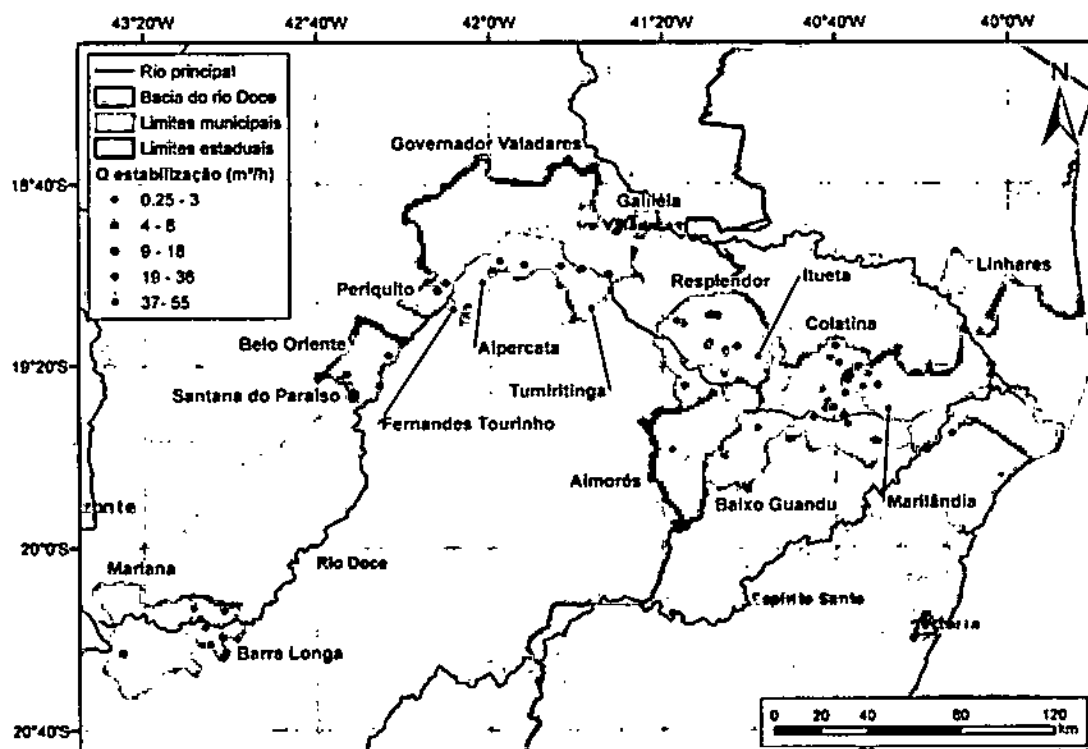


Figura 17. Vazão de estabilização

Tabela 11. Vazão específica

Municípios	Número de poços	Dados de vazão específica	Vazão média (m³/h.m)	Vazão máxima (m³/h.m)	Vazão mínima (m³/h.m)
Almorós	7	7	0,548	1,490	0,018
Alpercata	11	9	0,490	1,612	0,115
Baixo Guandu	7	3	0,416	0,789	0,010
Barra Longa	19	16	0,316	1,493	0,033
Belo Oriente	6	6	0,402	1,200	0,051
Colatina	46	23	1,067	18,000	0,032
Fernandes Tourinho	19	12	0,270	0,566	0,023
Galileia	3	3	0,154	0,296	0,037
Governador Valadares	13	7	1,605	6,670	0,048
Itueta	3	2	0,216	0,338	0,094
Linhares	274	14	14,284	112,500	0,012
Mariana	2	1	0,315	0,315	0,315



Marilândia	21	12	0,194	1,017	0,017
Periquito	10	6	1,043	2,224	0,180
Resplendor	30	17	0,294	2,000	0,022
Santana do Paraíso	21	15	0,406	1,518	0,028
Tumiritinga	10	4	7,892	25,749	0,108
Total	502	157	-	-	-

Fonte: SIAGAS

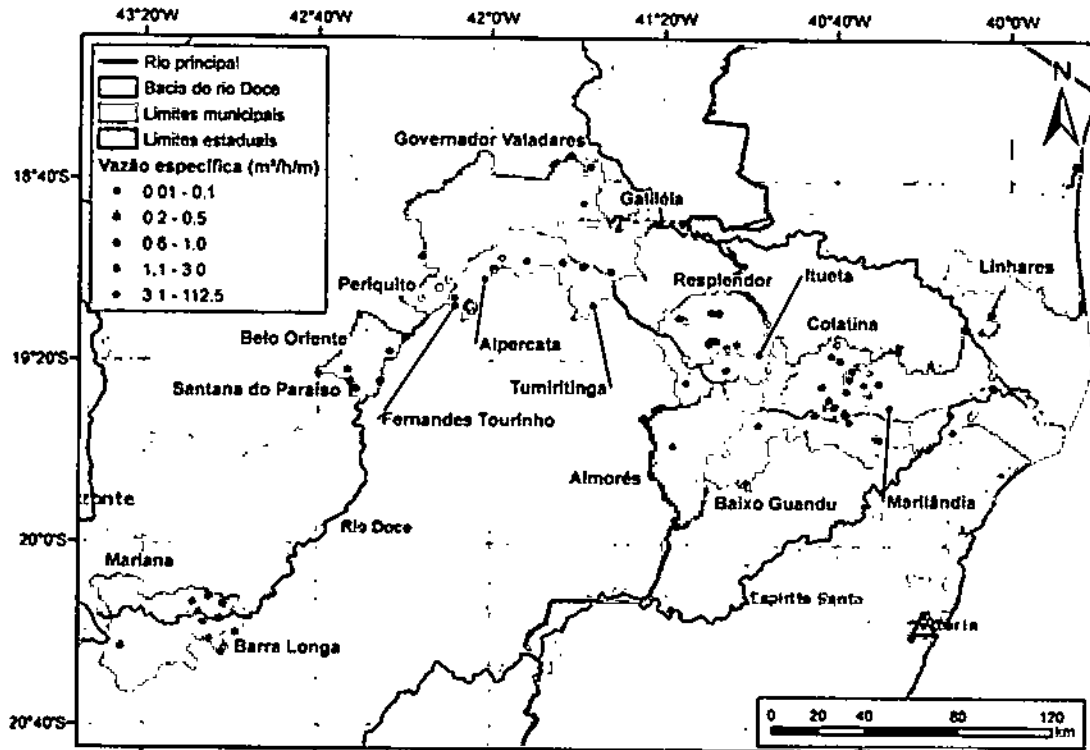


Figura 18. Vazão específica

Em relação à vazão de estabilização, os municípios de Tumiritinga, Alpercata e Periquito apresentaram as maiores vazões de estabilização médias, enquanto que Resplendor, Marilândia e Galileia apresentaram as menores vazões de estabilização médias. As vazões, além de estarem relacionadas aos aquíferos, estão relacionadas, também, à construção dos poços. A observação da Tabela 10 permite verificar que as vazões máximas são boas, indicando que o uso das águas subterrâneas pode ser uma alternativa para o abastecimento das áreas atingidas, de forma total ou como complementação junto com as águas superficiais.

Em municípios como Tumiritinga e Alpercata, em que foram obtidas vazões de 55,4 m<sup>3</sup>/h e 48,0 m<sup>3</sup>/h, respectivamente, que são vazões significativas para o tipo de aquífero local, pode-se utilizar as águas subterrâneas como alternativa de abastecimento. Estas vazões são elevadas, devendo estar relacionadas ao sistema de fraturamento das rochas. Altas vazões estão associadas a lineamentos importantes e até a cruzamento de lineamentos. O normal neste tipo de rocha fraturada é a ocorrência de baixas vazões e até de poços secos.



Em relação à vazão específica (capacidade específica), percebe-se que os municípios de Linhares, Tumiritinga e Governador Valadares apresentaram as maiores vazões específicas médias, enquanto que Galileia, Marilândia e Itueta apresentaram as menores vazões específicas. A vazão específica é um bom indicador do potencial aquífero e da construção do poço.

Os dados de nível estático (NE) são muito importantes para estudos potenciométricos e de evolução dos níveis do aquífero. A Tabela 12 apresenta um resumo dos dados de nível estático nos municípios estudados, enquanto que a Figura 19 apresenta a espacialização dessas informações. Os dados de nível estático médio mais profundo foram verificados nos municípios de Linhares, Resplendor e Alpercata, enquanto que os menores NE foram verificados nos municípios de Mariana, Itueta e Marilândia.

Tabela 12. Nível Estático (NE)

Município	Número de Poços	Dados de NE	NE Médio	NE Máximo	NE Mínimo
Aimores	7	7	7,1	21,2	2,1
Alpercata	11	9	10,6	35,5	0,0
Baixo Guandu	7	3	4,7	8,0	1,8
Barra Longa	19	16	5,0	29,2	0,0
Belo Oriente	6	6	9,2	13,8	0,9
Colatina	46	23	5,9	26,0	0,0
Fernandes Tourinho	19	12	6,1	24,4	0,0
Galileia	3	3	3,6	7,0	0,0
Governador Valadares	13	8	3,9	9,5	0,0
Itueta	3	2	2,3	2,9	1,6
Linhares	274	17	12,7	40,0	3,6
Mariana	2	1	0,5	0,5	0,5
Marilândia	21	12	3,1	6,0	0,5
Periquito	10	7	5,1	9,9	0,0
Resplendor	30	18	11,7	43,3	0,0
Santana do Paraiso	21	15	3,2	9,2	0,0
Tumiritinga	10	4	5,1	6,9	2,2
Total	502	163	-	-	-

Fonte: SIAGAS



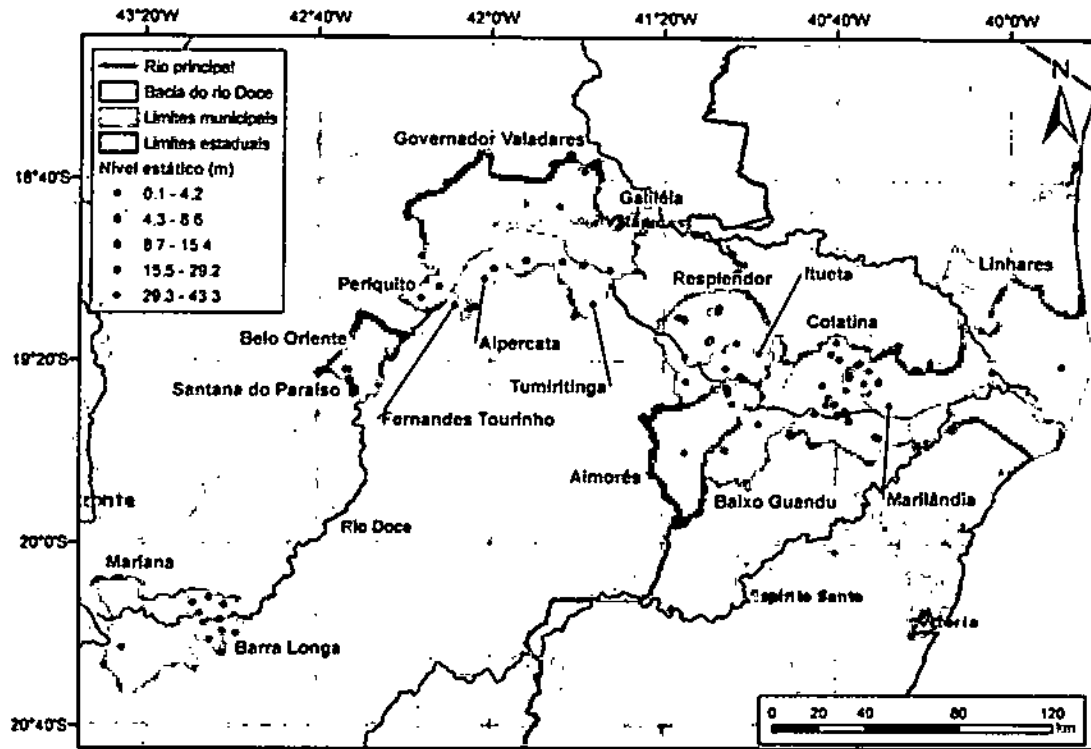


Figura 19. Nível estático

As medições de nível dinâmico (ND) são muito importantes para avaliar a vazão específica dos poços, e também possíveis rebaixamentos decorrentes da exploração elevada de um determinado aquífero. A Tabela 13 apresenta um resumo dos dados de ND para os municípios estudados, enquanto que a Figura 20 apresenta a espacialização dos dados. Os dados de nível dinâmico médios mais profundos foram verificados nos municípios de Galiléia, Resplendor e Santana do Paraíso, enquanto que os menores ND médios foram verificados nos municípios de Mariana, Periquito e Tumiritinga.



Tabela 13. Nível Dinâmico (ND)

Município	Número de Poços	Dados de ND	ND Médio	ND Máximo	ND Mínimo
Almorés	7	7	40,6	82,0	14,8
Alpercata	11	9	53,0	86,4	28,4
Baixo Guandu	7	3	40,4	69,3	22,6
Barra Longa	19	16	49,8	105,7	15,4
Belo Oriente	6	6	50,3	70,7	28,4
Colatina	46	23	50,7	88,5	8,0
Fernandes Tourinho	19	12	50,9	83,8	25,9
Galiléia	3	3	60,6	93,4	41,5
Governador Valadares	13	8	44,5	109,2	9,7
Itueta	3	2	54,2	54,8	53,5
Linhares	274	14	36,9	100,0	5,2
Mariana	2	1	27,5	27,5	27,5
Marilândia	21	12	49,6	76,0	21,7
Periquito	10	6	28,7	53,0	10,3
Resplendor	30	17	55,7	92,5	7,0
Santana do Paraíso	21	15	55,4	102,8	19,8
Tumiritinga	10	4	28,8	51,8	9,1
Total	502	158	-	-	-

Fonte: SIAGAS

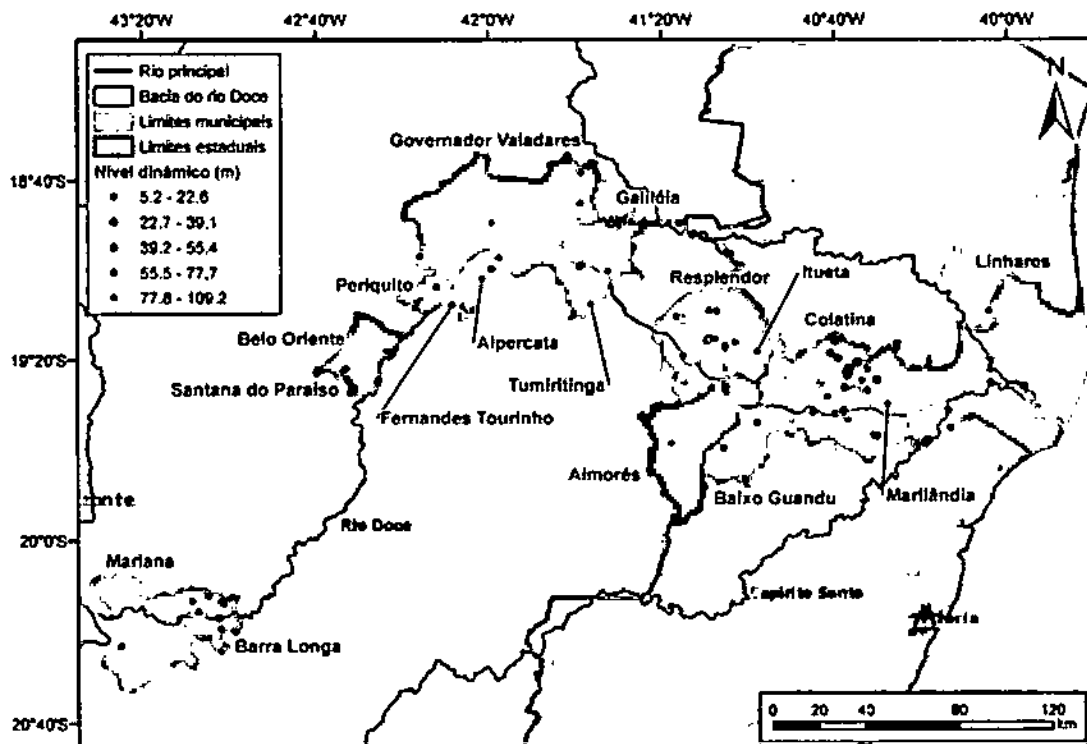
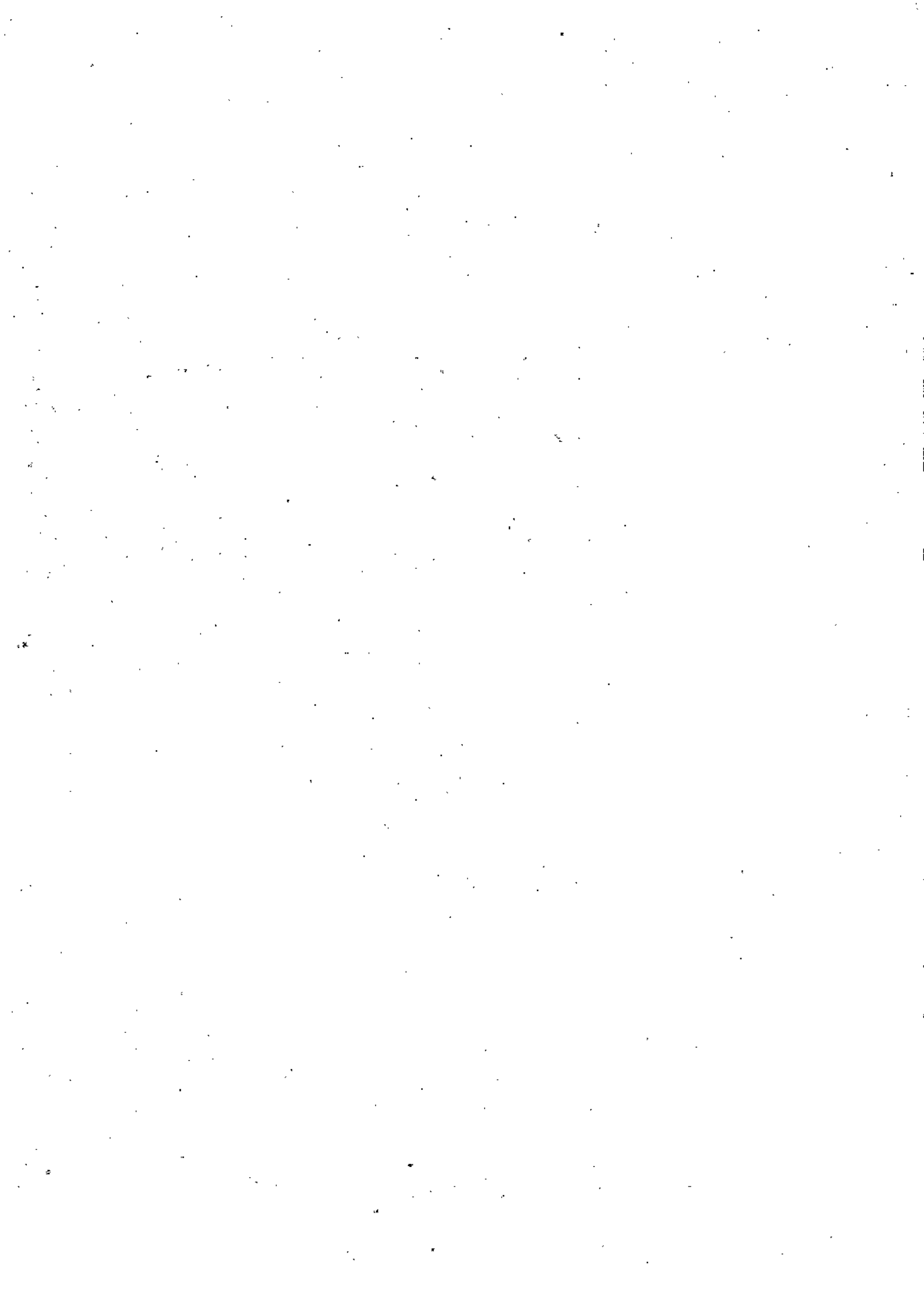


Figura 20. Nível dinâmico



## 7. DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE CADA LOCALIDADE

### 7.1 AIMORÉS – SANTO ANTÔNIO DO RIO DOCE (MAUÁ)

O município de Aimorés teve somente o abastecimento do distrito de Santo Antônio do Rio Doce, também conhecido como Mauá, afetado pelo acidente. Como medida emergencial, foi realizado o abastecimento por caminhões pipa utilizando água tratada da ETA principal do município.

Até a elaboração deste relatório, o PMSB deste município não se encontrava publicamente disponível em meios eletrônicos. Segundo estudos anteriores (ESSE, 2015; NewFields, 2016h) o SAA é operado pelo SAAE – Aimorés e consiste em captação com estação e bombeamento em balsa no rio Doce, seguida de sistema de tratamento.

A demanda total adotada como referência no TTAC é de 6,0 L/s, devendo ser reduzida a dependência do rio Doce em 30 %, equivalente à 1,8 L/s. Devido a relativa baixa vazão demandada foi assumido pela SAMARCO/RENOVA o uso de poços profundos como solução perene, porém, até o momento, não foram realizados estudos técnicos para embasar esta escolha nem avaliação da capacidade de recarga do aquífero. Espera-se que os poços sejam capazes de atender a 100 % a demanda local.

Segundo documentação da perfuração de poços fornecida pela Fundação RENOVA e informações do “Plano de Contingência do Período Chuvoso: Melhorias nos sistemas de tratamento de água – Período: Out a Dez de 2016” (RENOVA, 2016b) dois poços foram perfurados para o atendimento da demanda local. O primeiro poço apresentou vazão abaixo do esperado e não foi dada a sequência no seu licenciamento. O segundo poço perfurado proporcionou vazão de 8,0 L/s, superando não só o valor adotado pelo TTAC como a demanda total. O poço encontra-se conectado à adutora de água bruta anteriormente utilizada para captação da água do rio Doce e localiza-se nas coordenadas 19°23’32.5” S 41°10’16.1”W.

É relatado que, no momento da elaboração do documento de RENOVA (2016b), a população local não aceitava o uso de manancial subterrâneo e nem do rio Doce, e que o abastecimento da localidade continuava a ser realizado com o uso de caminhões pipa. Solucionando-se o impasse, deverá ser avaliada a taxa de exploração sustentável do poço para verificar se este é realmente apto a atender a demanda ou se é necessária a adoção de outra medida complementar.

### 7.2 ALPERCATA - SEDE

O município de Alpercata teve o abastecimento de sua sede comprometido pelo acidente. Contudo, os seus distritos não foram afetados. ESSE (2015) relata que como medida emergencial foi realizada a redução de vazão e o uso de coagulantes em taxas mais elevadas. Não é relatada interrupção da captação nem o uso de mananciais alternativos.

Segundo estudos anteriores (ESSE, 2015; NewFields, 2016i; UNEC, 2016a) o SAA é operado pela COPASA e é dividido em três setores. Os setores 1 e 2 são abastecidos pela mesma captação localizada no rio Doce e pela mesma estação de tratamento de água (ETA), sendo estes contemplados no presente estudo.



O PMSB de Alpercata (UNEC, 2016a), apesar de publicado após o acidente, não faz menção aos seus efeitos no abastecimento. Nele são apontadas a demanda “atual”, corresponde a 14,4 L/s, e a demanda projetada para o ano de 2035. Considerando-se o cumprimento das metas de redução de perdas, esta chegará a 15,2 L/s. Caso o Índice de perdas continue no mesmo patamar, a vazão demandada em 2035 será de 18,3 L/s. Ressalta-se que não são explicitados possíveis efeitos do acidente na projeção populacional (e demanda) do município. Apesar de ser colocada a demanda municipal, a captação em Alpercata também atende a outros usos, e segundo comunicação com a Fundação RENOVA, para efeitos de atendimento ao TTAC, é adotado como objetivo a redução de 30 % da vazão captada de 23,72 L/s, equivalente a 7,12 L/s.

Até o momento da elaboração dos estudos fornecidos para a revisão apresentada neste relatório haviam sido perfurados dois poços na sede municipal de Alpercata. Após a perfuração foi observada a vazão de 1,6 L/s para o Poço 01 localizado na coordenada 18°55'41.1" S 41°59'44.8"W, e de 1,3 L/s no Poço 02, localizado na coordenada 18°59'15.9" S 41°59'22.9"W. Ambos os poços aguardavam autorização da COPASA para serem conectados à rede (RENOVA, 2016b).

As medidas perenes já realizadas pela SAMARCO e Fundação RENOVA atendem parcialmente a demanda do TTAC, sendo ainda necessária a adoção de medidas complementares. O plano proposto inicialmente pela Fundação RENOVA é a perfuração de mais poços, e o PMSB aponta dois mananciais superficiais como alternativas ao rio Doce, o Córrego da Independência e o Córrego do Esgoto, porém não são apresentados estudos e dados que suportem estas escolhas.

### **7.3 BAIXO GUANDU - SEDE**

O município de Baixo Gandu teve o abastecimento de sua sede e do distrito Mascarenhas comprometidos pelo acidente. Para restituição do abastecimento interrompido após o acidente, foi construída em novembro de 2015 uma nova captação no rio Guandu utilizando a estrutura de uma antiga barragem de geração de energia elétrica localizada junto a malha urbana do município (ESSE, 2015; NewFields, 2016a).

Segundo as informações destes estudos, a adutora liga o canal de derivação da antiga estrutura de tomada d'água diretamente com o poço de sucção da estação elevatória existente. A adutora é composta por três tubulações de PVC rígido com diâmetros de 250, 200 e 150 mm e possui aproximadamente 1 km.

Para confirmação desta alternativa como solução de atendimento ao TTAC, deve ser avaliada a disponibilidade hídrica deste manancial e aspectos de qualidade de água. Não são apresentados estudos de disponibilidade hídrica, mas o manancial tem suprido 100 % da demanda do abastecimento local. É apontada a existência de lançamentos de efluentes a montante do ponto de captação, sendo este tópico apontado como de preocupação ao uso desta captação. No relatório da Consultoria ESSE (ESSE, 2015) é indicado para ser estudada mudança da captação do rio Guandu para montante dos lançamentos.

O PMSB foi publicado no ano de 2015 (CONDOESTE – UFES, 2015), em momento anterior ao acidente. Considerando a grande abundância de água no rio Doce, a qual era capaz de suprir com folga a demanda municipal, não se apresentaram então estudos sobre mananciais alternativos.



O SAA deste município é operado pelo SAAE – Baixo Guandu. Em situação normal, há captação das águas do rio Doce por sistema de bombeamento e condução à ETA localizada na parte alta da cidade. A vazão de trabalho é de 140,0 L/s (NewFields, 2016a), sendo a demanda do TTAC correspondente a 42,0 L/s (30 %).

#### **7.4 BAIXO GUANDU - MASCARENHAS**

Como relatado anteriormente o PMSB deste município (CONDOESTE – UFES, 2015a) é anterior ao acidente e não apresenta estudos de mananciais alternativos. O SAA desta localidade é operado pelo SAAE – Baixo Guandu. É composto de captação no rio Doce seguida de ETA e possui vazão de trabalho de 6,0 L/s (ESSE, 2015), sendo a demanda do TTAC correspondente a 1,8 L/s (30 %).

O abastecimento sob caráter emergencial desta localidade foi realizado com o uso de caminhões pipa para transporte de água tratada proveniente da ETA da sede municipal (ESSE, 2015; NewFields, 2016b). Segundo NewFields (2016) e SAMARCO (2016a), foi perfurado um poço que apresentou elevadas concentrações de ferro, manganês e flúor. O uso de manancial subterrâneo não foi aceito pelo município, mesmo sendo proposto o uso de técnicas para tratamento e remoção do flúor, com receio que a tecnologia de tratamento possa gerar altos custos. É considerada a construção de adutora de água tratada da ETA municipal.

#### **7.5 BARRA LONGA - BARRETO**

Segundo o PMSB (Vallenge Engenharia, 2015), o SAA do distrito de Barreto não capta águas do rio Doce. Esta localidade é caracterizada por população esparsa e não é relatado um sistema central de abastecimento de água, sendo apontado que o abastecimento é realizado de maneira individual, onde os próprios moradores são os responsáveis. São utilizadas captações de nascentes sem tratamento.

Para atendimento do TTAC é considerada uma demanda total do local de 4,0 L/s sendo 1,2 L/s correspondente a 30 % do atendimento.

#### **7.6 BARRA LONGA - GESTEIRA**

Tal qual o distrito de Barreto, o distrito de Gesteira também não capta água do rio Doce. Seu SAA é operado pela Prefeitura Municipal de Barra Longa e é composto por captação em uma nascente e um reservatório. Não é apresentado sistema de tratamento (Vallenge Engenharia, 2015).

Para atendimento do TTAC, é considerada uma demanda total do local de 4,0 L/s, sendo 1,2 L/s correspondente a 30 % do atendimento.

#### **7.7 BELO ORIENTE - PERPÉTUO SOCORRO (CACHOEIRA ESCURA)**

O distrito de Perpétuo Socorro, no município de Belo Oriente, também conhecido como Cachoeira Escura, teve o abastecimento público comprometido pelo evento. Seu SAA é operado pela Prefeitura Municipal (ESSE, 2015) e capta água do rio Doce com tratamento específico. A demanda total adotada como referência no TTAC é de 40,0 L/s, devendo ser reduzida a dependência do rio Doce em 30 %, equivalente à 12,0 L/s.



Como medida emergencial durante o período crítico o abastecimento foi realizado utilizando caminhões pipa para transporte de água bruta do rio Santo Antônio até a ETA local (ESSE, 2015). A alteração do procedimento de tratamento de água permitiu a retomada do uso da captação do rio Doce (NewFields, 2016e).

Até o momento da elaboração dos estudos fornecidos para a revisão apresentada neste relatório, haviam sido perfurados três poços no distrito de Cachoeira Escura do município de Belo Oriente (RENOVA, 2016b). O Poço 01, localizado na coordenada 19°18'48.2" S 42°21'51.1"W, possui vazão de 3,2 L/s, Poço 02, na coordenada 19°18'48.2" S 42°21'48.5"W, com vazão de 0,2 L/s (não foi dado sequência no licenciamento) e o Poço 03, na coordenada 19°18'39.4" S 42°21'43.8"W, com vazão de 2,2 L/s. As providências tomadas até o momento atendem parcialmente a demanda do TTAC e necessitam medidas complementares.

O PMSB deste município não encontrava publicamente disponível em meios eletrônicos no momento de elaboração do presente relatório.

## **7.8 COLATINA - SEDE**

O rio Doce divide a sede de Colatina em duas porções, norte e sul, cada uma com um SAA independente e operados pelo Serviço Colatinense de Meio Ambiente e Saneamento Ambiental – SANEAR. Em situação normal de operação, ambos os SAA captam águas do rio Doce com posterior tratamento. Após o evento, como medida emergencial para atender o abastecimento de água, foram utilizados caminhões pipa para transporte de água bruta dos mananciais Lagoa do Batista e Lagoa do Irmão no município de Marilândia (ESSE, 2015). Há relatos não confirmados do operador da ETA da perfuração de poço com vazão de 8,0 L/s junto a ETA (NewFields, 2016). Ainda segundo esta fonte, o abastecimento utilizando água do rio Doce foi restaurado com adaptações do procedimento de tratamento.

A demanda local adotada como referência para o TTAC é de 384,0 L/s, devendo a redução de dependência do rio Doce de 50 %, correspondente a 192,0 L/s. Para a redução da dependência das águas do rio Doce foram construídos dois novos sistemas de captação e adução, no rio Pancas (porção norte) e no rio Santa Maria (porção sul). Adicionalmente, o Plano de Contingência do Período Chuvoso (RENOVA, 2016b) relata que foram perfurados 5 poços ao longo da adutora do rio Santa Maria e do rio Pancas. Estes poços tem o objetivo de complementar a vazão demandada, mas não haviam sido utilizados devido à abundância de água nos mananciais.

O PMSB (CONDOESTE – UFES, 2015b) é datado de 2015 em momento anterior ao acidente. É destacada a necessidade de realização de estudos de disponibilidade hídrica para prospecção de um novo manancial, porém tal estudo não é apresentado.

### *ADUTORA RIO PANCAS*

Segundo informações obtidas no site da Fundação RENOVA (RENOVA, 2017), a conclusão da construção da adutora que liga o rio Pancas ao sistema de abastecimento da ETA da porção norte do município ocorreu em fevereiro de 2017. Com capacidade de 160,0 L/s, o novo manancial atende aproximadamente 40 % da demanda total da localidade, a qual de acordo com o TTAC deve ter redução de 50 % da dependência do rio Doce.

### *ADUTORA RIO SANTA MARIA*



Segundo informe público no website da Fundação RENOVA (RENOVA, 2016c), já se encontrava em operação em novembro de 2016 a adutora que liga o rio Santa Maria à ETA do lado sul da cidade. Com vazão de 75,0 L/s, é relatado que é atendida 50 % da demanda da porção sul da sede municipal. Tratando-se da demanda total da localidade como um todo, o manancial Santa Maria é capaz de reduzir em 20 % a dependência do rio Doce.

Em conjunto, os mananciais rio Santa Maria e rio Pancas proporcionam a redução de aproximadamente 60 % da dependência de águas do Rio Doce, de modo que a demanda do acordo com o TTAC já foi atendida por estas medidas.

Detalhes técnicos dos estudos de disponibilidade hídrica destes mananciais e/ou aspectos construtivos não foram fornecidos até o momento da elaboração do presente relatório. Caso seja observado pelo estudo de disponibilidade hídrica (a ser conduzido no relatório subsequente) que os mananciais não atendem à demanda do TTAC serão avaliadas outras alternativas.

### **7.9 FERNANDES TOURINHO – SENHORA DA PENHA**

O distrito de Senhora da Penha, em Fernandes Tourinho, não capta água diretamente do rio Doce. O PMSB (UNEC, 2016b) caracteriza a localidade como zona rural em que o abastecimento é realizado de maneira individual e em sua maioria através de poços. Existe um sistema com reservação e distribuição da Prefeitura Municipal de Fernandes Tourinho, porém o mesmo encontrava-se inativo (na data da elaboração do PMSB). O PMSB (UNEC, 2016b) aponta a possibilidade do uso dos mananciais superficiais do Córrego Preto e rio Doce, porém não apresenta os estudos técnicos que embasam esta decisão.

Para atendimento do TTAC é considerada uma demanda total do local de 4,0 L/s, sendo 1,2 L/s correspondente a 30 % do atendimento.

### **7.10 GALILÉIA - SEDE**

Em condições normais, o abastecimento é realizado no município de Galiléia, com captação de águas do rio Doce e com o tratamento em ETA próxima a captação, seguidos de elevatória e adutora que transporta água tratada para a sede municipal. O SAA é operado pelo SAAE – Galiléia.

É relatado no PMSB (UNEC, 2016c) a perfuração em caráter emergencial de dois poços. Estudos posteriores (NewFields, 2016j; RENOVA, 2016b; SAMARCO, 2016a) relatam outros dois poços construídos, e instalação de sistemas independentes de filtragem da água. A vazão dos quatro poços em conjunto permite atender 100 % da demanda da localidade.

Para atendimento do TTAC é considerada uma demanda total do local de 23,63 L/s, sendo 7,09 L/s correspondente a 30 % do atendimento.

Caso os estudos da taxa de recarga do aquífero e da capacidade de exploração renovável dos poços apontem que os mesmos não atendem a demanda do TTAC, outras alternativas deverão ser consideradas. O PMSB (UNEC, 2016c) aponta como mananciais alternativos os córregos São Tomé, Ubá e Urucum e o Ribeirão das Laranjeiras. Os critérios utilizados para a definição dos mananciais foram localização, disponibilidade de água, uso e ocupação geral das terras e proteção da bacia hidrográfica de contribuição. Contudo, não é apresentada explicitamente a metodologia para a definição das alternativas.



### 7.11 GOVERNADOR VALADARES - SEDE

O município de Governador Valadares teve o abastecimento de sua sede afetado, bem como nos distritos de São Vitor e Recanto dos Sonhos. Recanto dos Sonhos já teve manancial alternativo definido e não é contemplado no TTAC, não sendo aqui analisado. Devido à proximidade do rio Suaçuí Grande, ao relevo e ocupação do solo favoráveis e a existência de ETA em boas condições, foi realizado ainda em novembro de 2015, um mês após o acidente, a construção em caráter emergencial (oito dias de construção) de uma adutora de água bruta capacidade para vazão de 30,0 L/s, sendo atendida a demanda do distrito.

A sede municipal é dividida pelo rio Doce. Seu abastecimento é realizado pelo SAAE – Governador Valadares e possui 4 sistemas e captações independentes que retiram água do rio Doce (fonte principal), do rio Suaçuí Pequeno e Suaçuí Grande.

Como medidas emergenciais foram utilizados caminhões pipa para transporte de água bruta até as ETAs da localidade. O abastecimento utilizando águas do rio Doce foi restabelecido com modificação dos procedimentos de tratamento.

Apesar do PMSB (SENHA Engenharia, 2016) ser datado de momento anterior ao acidente, são apresentados estudos de mananciais alternativos devido apenas problemas operacionais, como a necessidade de dragagem do local da captação devido de deposição de sedimentos e a localização das estruturas de captação estarem na zona de enchente do rio Doce. Também são relatados períodos de baixa qualidade de água do rio Doce por contaminação de cianobactérias. É citado o estudo de Souza (1995), que aponta a baixa produção de água subterrânea e, considerando a alta demanda, o uso de mananciais subterrâneos como fonte alternativa foi descartado para o abastecimento público na Sede Urbana.

O PMSB, baseado nas disponibilidades hídricas fornecidas pelo IGAM, avaliou quatro mananciais para abastecimento da porção norte da cidade. A avaliação baseou-se na  $Q_{7,10}$  específica e a distância da sede dos rios Santo Antônio, Corrente Grande, Suaçuí Pequeno e Suaçuí Grande. Considerando os critérios adotados, é indicado como manancial alternativo o rio Suaçuí Grande, localizado a 16 km da sede municipal. Ainda como uma justificativa para o investimento na exploração de um manancial alternativo ao rio Doce, é feita uma explanação sobre o Zoneamento Econômico do Estado de Minas Gerais e implicações nas atividades antrópicas nas bacias de drenagem do rio Doce e do manancial sugerido, destacando-se a possibilidade de degradação da qualidade das águas do rio Doce, e a maior facilidade em se controlar a degradação na Bacia do Suaçuí Grande.

No momento da elaboração do PMSB, não haviam sido elaborados ainda projetos da captação e da ETA do manancial Suaçuí Grande, porém é destacada a complexidade e necessidade de estudos aprofundados no nível de projeto executivo. Considerando o comprimento da adutora e a previsão de construção de nova ETA, esta é uma obra que não consegue ser executada em prazo emergencial e/ou curto prazo.

Para atendimento do TTAC é considerada uma demanda das porções norte e sul em separado sendo o total da porção norte 900,0 L/s (ETA Central) e da porção sul 216,0 L/s (ETA Vila Isa), com redução de 100 % e 50 % da dependência do rio Doce, respectivamente. Até o momento da elaboração do presente relatório não foram disponibilizados detalhes técnicos e memorial de cálculo do estudo de disponibilidade hídrica do rio Suaçuí Grande. Caso seja verificado que a vazão outorgável disponível não atenda ao TTAC outras alternativas deverão ser avaliadas.



### **7.12 GOVERNADOR VALADARES – SÃO VITOR**

O SAA do distrito de São Vitor é operado pelo SAAE – Governador Valadares e apresenta demanda de 3,4 L/s (ESSE, 2015), sendo sua vazão outorgada de 6,0 L/s. Para atendimento do TTAC é considerada a demanda local total como sendo a vazão outorgada de 6,0 L/s, sendo 1,8 L/s correspondente a 30 % do atendimento.

Como medida emergencial após o evento, o abastecimento local foi realizado com caminhões pipa transportando água tratada do município de Ipatinga – MG.

Nesta localidade foi perfurado poço profundo localizado na coordenada 18°53'20,3" S 41°42'17,5"W, o qual possui vazão de 7,5 L/s (RENOVA, 2016b), superando com folga a demanda de redução da dependência do rio Doce acordada no TTAC. A capacidade de exploração renovável dos poços será avaliada, e caso a demanda não seja admissível outras alternativas serão avaliadas.

### **7.13 ITUETA – SEDE**

O SAA de Ituíta é operado pela COPASA e possui captação de água no rio Doce por meio de balsa e adutora de água bruta. O SAA é interligado ao distrito de Quatituba, sendo a vazão de captação conjunta de 17,16 L/s. Como medidas emergenciais após o evento foram utilizados caminhões pipa para transporte de água bruta do rio Manhuaçu e a perfuração de poços (ESSE, 2015, NewFields, 2016c).

O PMSB (SHS, 2016a) apresenta uma avaliação de mananciais alternativos, baseando-se na distância do município, disponibilidade hídrica (vazão outorgável calculada a partir da  $Q_{7,10}$  do manancial deve atender a demanda) e qualidade de água, considerando a conservação das matas ciliares. O rio Manhuaçu é indicado como manancial alternativo. São apresentadas proposição para o local de captação e estudo de disponibilidade hídrica e vazão outorgável para o local, a qual atende a demanda com ampla folga. A avaliação da qualidade da água é baseada no PIRH – rio Doce (ECOPLAN-LUME, 2010a), sendo apontado que este dado é antigo e deve ser atualizado.

A disponibilidade hídrica deste e de outros mananciais será analisada em relatório subsequente e a indicação deste manancial como alternativa a ser adotada será revisada. Para atendimento do TTAC é considerada a demanda local total de 17,16 L/s, sendo que devido a acordos paralelos ao TTAC almeja-se a redução total da dependência do rio Doce.

### **7.14 LINHARES – SEDE**

A sede de Linhares era abastecida somente com águas do rio Pequeno em um ponto de captação próximo ao rio Doce. O SAA é operado SAAE – Linhares e possui capacidade de até 400,0 L/s, porém opera com vazão inferior de aproximadamente 350,0 L/s (NewFields, 2016d). É relatado em ESSE (2015) que devido à estiagem um sistema alternativo de bombeamento de águas do rio Doce havia sido montado e estava em fase de teste no momento do estudo (o relatório recomendou não utilizar a nova captação até a estabilização da qualidade da água do rio Doce).

Não são relatadas medidas excepcionais emergenciais para a garantia do abastecimento durante período crítico após o acidente, mostrando que o rio Pequeno conseguiu atender a demanda.



Como parte da solução para redução da dependência do manancial foi construída uma adutora que liga a Lagoa Nova até a estrutura de captação existente no rio Pequeno. Também foi realizada a redução da captação do rio Pequeno e a construção de uma barragem no local para evitar intrusão das águas do rio Doce (NewFields, 2016d; RENOVA, 2016b).

A adutora construída possui aproximadamente 9 km e transporta 200,0 L/s de água. A vazão captada atende ao TTAC, correspondendo a 50 % da demanda local. A definição do uso deste manancial não foi baseada em estudo específico de disponibilidade hídrica, mas sim em dados apresentados em uma tese de doutorado (item 4.6, na página 16). Caso seja verificado que a vazão outorgável deste manancial não atende a demanda do TTAC, outra alternativa será estudada. Para atendimento do TTAC é considerada a capacidade total da ETA de 400,0 L/s, sendo 200,0 L/s correspondente a 50 % de redução.

O PMSB deste município não se encontrava publicamente disponível em meios eletrônicos no momento de elaboração do presente relatório.

### **7.15 LINHARES – REGÊNCIA**

A captação na localidade de Regência era realizada originalmente por meio de poço profundo. Porém, devido a intrusão salina, optou-se por realizar captação de águas no rio Doce. Assim como na sede municipal, o SAA é operado pelo SAAE – Linhares (ESSE, 2015). A vazão de trabalho da ETA é de 20,0 L/s, sendo esta adotada como vazão de referência para o TTAC, e a meta de redução de 30 % equivale a 6,0 L/s.

Como medida emergencial após o acidente, foram utilizados caminhões pipas para transporte de água de poço profundo localizado na fazenda da empresa União (ESSE, 2015).

Devido a relativa baixa vazão demandada, acredita-se que a utilização de poço profundo seja suficiente para atender à demanda. Contudo, deve ser analisada, além de sua capacidade de exploração sustentável, sua locação quanto a possibilidade de intrusão salina.

### **7.16 MARIANA – CAMARGOS**

Segundo o PMSB (ENGEORPS, 2014) o distrito de Camargos possui dois pontos de captação superficial operados pela Secretaria Adjunta de Serviços Urbanos – SASU, porém não é apresentado o manancial utilizado. O mesmo documento ainda relata que não existe sistema de tratamento e que são necessárias melhorias no SAA.

Para atendimento do TTAC é considerada a demanda total de 4,0 L/s, sendo 30 % correspondente a 1,2 L/s.

Por não depender diretamente de águas do rio Doce, não é relatada a interrupção do abastecimento nem necessidade/realização de medidas emergenciais.

### **7.17 MARIANA – PARACATU DE BAIXO**

A localidade de Paracatu de Baixo corresponde a um subdistrito do distrito Monsenhor Horta. O PMSB (ENGEORPS, 2014) apresenta descrição dos SAA por distritos, não sendo diretamente apresentados dados específicos desta localidade. Segundo ESSE (2015) o abastecimento desta localidade é realizado pela Prefeitura Municipal, sendo realizada captação de 0,75 L/s em nascente na Serra.



Para atendimento do TTAC é considerada a demanda total de 4,0 L/s, sendo 30 % correspondente a 1,2 L/s.

Assim como Camargos, por não depender diretamente de águas do rio Doce não é relatada a interrupção do abastecimento nem necessidade/realização de medidas emergenciais.

### **7.18 MARIANA – PEDRAS**

A localidade Pedras é subdistrito do distrito Furquim. O PMSB (ENGEORPS, 2014) explica que a captação é feita em manancial superficial sem sistema de tratamento, porém não apresenta detalhamento sobre o processo.

Para atendimento do TTAC é considerada a demanda total de 4,0 L/s, sendo 30 % correspondente a 1,2 L/s.

Assim como as demais localidades de Mariana aqui em estudo, por não depender diretamente de águas do rio Doce, não é relatada a Interrupção do abastecimento nem necessidade/realização de medidas emergenciais.

### **7.19 MARILÂNDIA – BONISENHA**

O município de Marilândia teve seu distrito de Bonisenha afetado. O “Plano de Contingência do Período Chuvoso” (RENOVA, 2016b) aponta que o abastecimento tem sido realizado por meio de caminhões pipa desde o acidente. Também é relatado que serão perfurados poços profundos para obtenção de vazão de 2,0 L/s, os quais se encontravam em fase de licenciamento junto ao município na data de elaboração do plano.

Será avaliada a capacidade de recarga do aquífero e estimada a vazão de exploração renovável. A vazão estabelecida no TTAC é relativamente baixa e acredita-se que, salvo problemas de qualidade de água, os poços devem suprir a demanda. Para atendimento do TTAC é considerada a demanda total de 4,0 L/s, sendo 30 % correspondente a 1,2 L/s.

O PMSB, datado de 2015, não apresenta informações sobre o sistema de abastecimento de água para o distrito, somente informações quanto à esgotamento sanitário. Do mesmo modo, não são apresentados dados de demanda ou estudos de mananciais alternativos. Segundo a planilha de dados fornecida pela Fundação RENOVA intitulada “Informação - Captação Atual.xlsx” (RENOVA, 2016d), o SAA em Bonisenha capta águas do rio Doce e é operado pelo SAAE – Marilândia.

### **7.20 PERIQUITO – PEDRA CORRIDA**

O SAA local é operado pela COPASA e capta água diretamente do rio Doce, em trecho localizado no reservatório da UHE Baguari. A ETA tem capacidade nominal de 11,0 L/s, muito superior à demanda urbana local de 3,94 L/s (ESSE, 2015).

Como medidas emergenciais após o acidente foram utilizados caminhões pipa para transporte de água bruta de um poço artesianos no povoado de Serraria, localizado no mesmo município de Periquito, até a ETA local. Foram realizadas adaptações nos procedimentos de tratamento e o SAA voltou a captar águas do rio Doce em dezembro de 2015.



Nesta localidade foi perfurado um poço profundo, sendo relatado vazão entre 4 e 5 L/s, não é apresentado o teste de bombeamento e teste de nível dinâmico (NewFields, 2016e; RENOVA, 2016b). Esta vazão é suficiente para atendimento do TTAC e de 100 % da demanda atual local.

O PMSB (UNEC, 2016d) aponta como mananciais alternativos Córrego Preto, Córrego Cemitério e uso de poço profundo, mas sem apresentar os estudos de disponibilidade hídrica. Caso os estudos de taxa de recarga de aquífero e de taxa de exploração renovável apontem vazões menores que a demanda outras alternativas serão analisadas. Para atendimento do TTAC é considerada a capacidade nominal da ETA de 11,0 L/s, sendo 30 % correspondente a 3,3 L/s.

### 7.21 RESPLENDOR – SEDE

O SAA local capta água do rio Doce que é encaminhada por adutora de água bruta até a ETA na parte alta da cidade. O sistema é operado pela COPASA e capta aproximadamente 60,0 L/s.

Como primeiras medidas emergenciais devido ao evento, foram utilizados um poço da COPASA já existente, com vazão de 11,0 L/s, e caminhões pipa para transporte do Córrego do Barroso localizado a pouco mais de 2 km da adutora de água bruta (ESSE, 2015). Conforme apresentado em NewFields (2016f), outras medidas de cunho emergencial e/ou provisórias foram tomadas ao longo de 2016:

- Alteração do período de operação da ETA de 12 para 24 horas com uma vazão de trabalho menor;
- Construção de barragem de sacos de areia e adutora provisória ligando o Córrego Santana até a adutora por um trecho de 0,7 km;
- Construção de barragem de sacos de areia e pequeno canal de derivação do Córrego do Barroso para otimizar o abastecimento dos caminhões pipa;
- Captação por bombeamento com plataforma flutuante no rio Manhuaçu (32 km);
- Revitalização e ligação a adutora de água bruta de dois poços da COPASA com vazões de 6 e 11 L/s. Contudo, é relatada elevada concentração de ferro e manganês.

No "Plano de Contingência do Período Chuvoso" (RENOVA, 2016b) é apontado o início da construção de adutora no Córrego do Barroso por meio de estruturas provisórias, as quais seriam modificadas após estudo de disponibilidade hídrica que atestasse a perenidade do manancial. Porém devido a problemas com proprietários da área as obras haviam sido interrompidas.

Além dos mananciais em uso, o PMSB (SHS, 2016b) realizou avaliação de mananciais alternativos, baseando-se na distância do município, disponibilidade hídrica (vazão outorgável calculada a partir da  $Q_{7,10}$  do manancial deve atender a demanda) e qualidade de água, sendo indicado o uso do Córrego Vala Grande, o qual apresenta vazão outorgável 43,6 L/s.

Os estudos e alternativas utilizadas até o momento não atendem totalmente a demanda local. Em análise preliminar acredita-se que uso de mais de um pequeno manancial próximo à sede municipal, ou uma grande adutora para captação de água do rio Manhuaçu à 32 km de distância, sejam alternativas a serem analisadas. Contudo, devido a pressão local e acordos paralelos ao TTAC, nesta localidade busca-se um manancial para atendimento total da demanda. Para atendimento do TTAC é considerada a vazão de 60,0 L/s.



### **7.22 SANTANA DO PARAÍSO – IPABA DO PARAÍSO (IPABINHA)**

O distrito de Ipaba do Paraíso, também conhecido como Ipabinha, é afastado da sede urbana, localizado próxima ao município de Ipaba. O abastecimento local é operado pela Prefeitura Municipal de Santana do Paraíso.

O PMSB deste município não encontrava publicamente disponível em meios eletrônicos no momento de elaboração do presente relatório e poucas informações foram encontradas sobre o SAA local, ou sobre medidas emergenciais realizadas no período crítico após o acidente para garantia do abastecimento. Existe documento relacionado a pedido outorga de perfuração de poço na localidade (SAMARCO, 2016b), mas até o momento da elaboração deste relatório não havia documentação que comprovasse sua execução.

Para atendimento do TTAC é considerada a demanda total de 4,0 L/s, sendo 30 % correspondente a 1,2 L/s.

### **7.23 TUMIRITINGA - SEDE**

O município de Tumiritinga teve o abastecimento de sua sede e do distrito de São Tomé do rio Doce afetados pelo acidente. Neste item, analisam-se aspectos relativos à sede do município.

O SAA da sede municipal é operado pela COPASA. As águas do rio Doce são captadas por sistema de bombeamento até ETA próxima e uma adutora de água tratada transporta a água até a sede. A capacidade nominal da ETA é de 19,0 L/s (ESSE, 2015).

Como situação emergencial foi ativado um poço existente da COPASA localizado junto a ETA. A conexão deste poço à adutora de água bruta foi feita utilizando a tubulação flexível que originalmente é conectada as bombas no rio Doce (ESSE, 2015). O poço tem operado com 11,0 L/s (ESSE, 2015).

A vazão do poço atende a demanda do TTAC, porém destaca-se que não são fornecidos dados da taxa de recarga do aquífero e da vazão de exploração renovável, devendo estes dados serem confirmados antes de se definir esta solução como definitiva. Adicionalmente, é comum à região presença de ferro e manganês nas águas subterrâneas, devendo ser realizados testes de qualidade de água e, eventualmente, prever alterações no procedimento de tratamento de água.

Caso os estudos relacionados a disponibilidade hídrica deste poço apontem vazão ou qualidade de água inadequadas, serão estudadas outras alternativas, podendo ser a perfuração de outros poços ou uso de manancial superficial. O PMSB (UNEC, 2016e) aponta o uso dos mananciais Córrego Capivarinha, Córrego Dezoito, Córrego Limeira e Córrego Seco, além da retomada da captação no próprio rio Doce, porém estudos de disponibilidade hídrica destes mananciais não são apresentados. Para atendimento do TTAC é considerada a vazão de capacidade nominal da ETA de 19,0 L/s, sendo 30 % correspondente a 5,7 L/s.

### **7.24 TUMIRITINGA – SÃO TOMÉ DO RIO DOCE**

O SAA do distrito de São Tomé do Rio Doce é operado pela Prefeitura Municipal de Tumiritinga e é composto de captação de água no rio Doce seguido de estação de tratamento. A ETA é uma estrutura improvisada e opera intermitentemente com vazão de trabalho de 5,0 L/s (ESSE, 2015).

Desde o período do acidente o abastecimento da localidade tem sido realizado através caminhões pipa fornecendo água tratada.



Segundo o “Plano de Contingência do Período Chuvoso” (RENOVA 2016b), foi perfurado um poço. No entanto, o mesmo apresenta elevadas concentrações de ferro e manganês. Até o momento da elaboração do presente documento, o filtro para remoção dos metais estava em processo de compra e o poço ainda não se encontrava em operação. O poço localizado na coordenada W 19°00'42.4" / S 41°32'03.2" possui vazão de 2,63 L/s, atendendo em plenitude a demanda do TTAC. Destaca-se que não é apresentado estudo de taxa de recarga do aquífero e da vazão de exploração renovável, devendo estes dados serem confirmados antes de se definir esta solução como definitiva.

Caso os estudos relacionados a disponibilidade hídrica deste poço apontem vazão insuficiente serão estudadas outras alternativas, podendo ser a perfuração de outros poços ou uso de manancial superficial. O PMSB (UNEC, 2016e) sugere o uso do Córrego Banana, Córrego Capivara, Córrego Limeirinha, Córrego Seco e, também, o rio Doce. Assim como para a sede municipal, estudos de disponibilidade hídrica destes mananciais não são apresentados.

Para atendimento do TTAC é considerada a vazão de trabalho da ETA de 5,0 L/s, sendo 30 % correspondente a 1,5 L/s.



## 7.25 RESUMO DA SITUAÇÃO DAS LOCALIDADES

A Tabela 14 apresenta o resumo da situação de cada localidade, incluindo informações das alternativas construídas sob caráter emergencial e mananciais alternativos propostos por estudos anteriores.

Tabela 14. Resumo da situação das localidades e alternativas a apontadas por estudos anteriores.

MUNICÍPIO	SEDE / LOCALIDADE	Vazão meta (L/s)	Medidas perenes implementadas	Atende o TTAC	Alternativa indicada por estudos anteriores
Almorés	Santo Antônio do Rio Doce (Mauá)	6,00	Poço profundo $Q_{total} = 8,00$ L/s	Não *	-
Alpercata	Sede	7,12	2 poços profundos $Q_{total} = 2,9$ L/s	Não	Cór. Independência Cór. Esgoto
Baixo Guandu	Sede	42,00	Rio Guandu	Sim	Rio Guandu (montante) **
Baixo Guandu	Mascarenhas	1,80	-	Não	Rio Guandu ***
Barra Longa	Gestelra	1,20	-	Não	-
Barra Longa	Barreto	1,20	-	Não	-
Belo Oriente	Perpétuo Socorro	12,00	2 poços profundos $Q_{total} = 5,4$ L/s	Não	-
Colatina	Sede	192,00	Rio Pancas (160 L/s) Rio Santa Maria (80 L/s) $Q_{total} = 240,00$ L/s	Sim	-
Fernandes Tourinho	Senhora da Penha	1,20	-	Não	Cór. Preto
Galliéa	Sede	7,09	4 poços Profundos $Q_{total} = 12,00$ L/s	Sim	Cór. São Tomé; Cór. Ubá; e Cór. Urucum
Governador Valadares	Sede porção Norte (ETA CENTRAL)	900,00	-	Não	Rio Suaçuí Grande
Governador Valadares	Sede porção Sul (ETA Vila Isa)	108,00	-	Não	-
Governador Valadares	São Vitor	1,80	Poço profundo $Q_{total} = 7,5$ L/s	Sim	-
Itueta	Sede	17,16	-	Não	-
Linhares	Sede	200,00	Lagoa Nova $Q_{total} = 200,00$ L/s	Sim	-
Linhares	Regência	6,00	-	Não	-
Mariana	Camargos	1,20	-	Não	-
Mariana	Pedras	1,20	-	Não	-
Mariana	Paracatu de Baixo	1,20	-	Não	-
Marilândia	Boninsenha	1,20	-	Não	-
Periquito	Pedra Corrida	3,30	-	Não	Cór. Preto; Cór. Cemitério; e Poço Profundo
Resplendor	Sede	60,00	-	Não	Cór. Coqueiro
Santana do Paraíso	Ipaba do Paraíso	1,20	-	Não	-
Tumiritinga	Sede	5,70	Poço existente da COPASA	Sim****	Cór. Capivarinha; Cór. Dezoito; Cór. Limelra; e Cór. Seco
Tumiritinga	São Tomé do Rio Doce	1,50	Poço profundo $Q_{total} = 2,63$ L/s	Sim	-

\*Até o momento da elaboração dos documentos consultados a população local não aceitava a alternativa proposta e exigia o abastecimento de 100% da demanda por manancial superficial.

\*\* Mudança do ponto de captação do Rio Guandu para montante de lançamento de efluente existente.

\*\*\* Uso do Rio Guandu por meio de adutora de água tratada da ETA da Sede de Baixo Guandu.

\*\*\*\* Necessita de estudos para confirmação da vazão explotável e de qualidade de água



## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CBH-Doce (2017). **Informações Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Doce**. Disponível em <http://www.cbhdoce.org.br/> Consultado em 27 de janeiro de 2017.
- CONDOESTE – UFES (2015a). **Plano Municipal de Saneamento Básico e Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Baixo Guandu**. Baixo Guandu – ES.
- CONDOESTE – UFES (2015b). **Plano Municipal de Saneamento Básico e Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Colatina**. Colatina – ES, 2015.
- ECOPLAN-LUME (2010a), **Relatório Executivo do Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce – PIRH Doce**. Governador Valadares, MG.
- ECOPLAN-LUME (2010b). **Plano de Ação de Recursos Hídricos da Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos Guandu – PARH Guandu**. Governador Valadares, MG.
- ECOPLAN-LUME (2010c). **Plano de Ação de Recursos Hídricos da Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos Caratinga – PARH Caratinga**. Governador Valadares, MG.
- ECOPLAN-LUME (2010d). **Plano de Ação de Recursos Hídricos da Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos Manhuaçu – PARH Manhuaçu**. Governador Valadares, MG.
- ECOPLAN-LUME (2010e). **Plano de Ação de Recursos Hídricos da Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos Piranga – PARH Piranga**. Governador Valadares, MG.
- ECOPLAN-LUME (2010f). **Plano de Ação de Recursos Hídricos da Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos São José – PARH São José**. Governador Valadares, MG.
- ECOPLAN-LUME (2010g). **Plano de Ação de Recursos Hídricos da Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos Santa Maria do Doce – PARH Santa Maria do Doce**. Governador Valadares, MG.
- ECOPLAN-LUME (2010h). **Plano de Ação de Recursos Hídricos da Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos Santo Antônio – PARH Santo Antônio**. Governador Valadares, MG.
- ECOPLAN-LUME (2010i). **Plano de Ação de Recursos Hídricos da Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos Suaçuí – PARH Suaçuí**. Governador Valadares, MG.
- ENGEORPS (2014). **Elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) do Município de Mariana PRODUTO 8 – RELATÓRIO FINAL DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO. MUNICÍPIO: MARIANA**. Mariana, Novembro de 2014.
- ESSE (2015). **Diagnóstico dos Sistemas de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário dos Municípios Afetados pelo Acidente**. ESSE Engenharia e Consultoria. Dez/2015.
- ESSE (2015). **Diagnóstico dos Sistemas de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário dos Municípios Afetados pelo Acidente**. ESSE Engenharia e Consultoria.
- Fundação Renova (2017). **Relatório Mensal CIF**. – Dezembro/2016 a 05/janeiro/2017.
- GONÇALVES, M. A. (2015), **Ecohidrologia e gestão integrada de recursos hídricos em uma bacia lacustre costeira (Lago Nova/Linhares/ES)**. Tese de Doutorado apresentada ao na Universidade Federal do Espírito Santo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Oceanografia Ambiental. Vitória, 2015.



- NewFields (2016a). Memorando: Relatório de Avaliação da ETA de Baixo Guandu. NewFields . Out/2016.
- NewFields (2016b). Memorando: Relatório de Avaliação da ETA de Mascarenhas. NewFields . Out/2016.
- NewFields (2016c). Memorando: Relatório de Avaliação da ETA de Itueta. NewFields . Out/2016.
- NewFields (2016d). Memorando: Relatório de Avaliação da ETA de Linhares. NewFields . Nov/2016.
- NewFields (2016e). Memorando: Relatório de Avaliação da ETA de Pedra Corrida. NewFields . Set/2016.
- NewFields (2016f). Memorando: Relatório de Avaliação da ETA de Resplendor. NewFields . Out/2016.
- NewFields (2016g). Memorando: Relatório de Avaliação da ETA de Tumiritinga. NewFields . Out/2016.
- NewFields (2016h). Memorando: Relatório de Avaliação da ETA de Almorés (Mauá). NewFields . Out/2016.
- NewFields (2016i). Memorando: Relatório de Avaliação da ETA de Alpercata. NewFields . Set/2016.
- NewFields (2016j). Memorando: Relatório de Avaliação da ETA de Galiléia. NewFields . Set/2016.
- RENOVA (2016a). Atualização do Plano de Recuperação Ambiental Integrado – PRAI. Fundação RENOVA, Nov/2016.
- RENOVA (2016b). Plano de Contingência do Período Chuvoso: Melhorias nos sistemas de tratamento de água – Período: Out a Dez de 2016. Slides de apresentação, arquivo “Relatorio mensal - Delib 33 CIF - Dez 16\_05.01.2017.pptx” Fundação RENOVA, 2016.
- RENOVA (2016c). Moradores de Colatina ganham nova fonte alternativa de captação de água, artigo online publicado em 01/02/2017 disponível em <http://www.fundacaorenova.org/noticia/moradoresdecolatinaganhamnovafonteadalternativadecaptaodeagua/> Acesso em Fev/2017.
- RENOVA (2016d). Planilha de dados “Informação - Captação Atual.xlsx”
- RENOVA (2017). Colatina e Linhares recebem adutoras alternativas de captação de água. Artigo online publicado em 11/11/2016 disponível em <http://www.fundacaorenova.org/noticia/colatinaelinharesrecebemadutorasalternativasdecaptaodeagua/> Acesso em Janeiro de 2017.
- SAMARCO (2016a). Relatório da célula Governador Valadares: Ações Realizadas em Governador Valadares e Região. SAMARCO Mineração S.A. Março/2016.
- SAMARCO (2016b). Ipabinha – Área Urbana. Perfuração de Poços Artesianos na Cidade de Ipabinha (Santana Do Paraíso). Revisão 00 – Emissão Inicial. Belo Horizonte – MG, 2016.
- SAMARCO Mineração S/A (2016). Dossiê GV – Revisão 6 - Relatório da Célula de Governador Valadares – Ações realizadas em Governador Valadares e região.
- SENHA Engenharia (2015). Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB. Produto 3: Prognósticos e Alternativas para Universalização dos Serviços de Saneamento Básico.



- SIAGAS-CPRM – Sistema de Informação de Águas Subterrâneas. Disponível em:  
<http://siagasweb.cprm.gov.br>.
- SOUZA, S. M. T. (1995). Disponibilidades Hídricas Subterrâneas no Estado de Minas Gerais. 1ª. Ed. 525p. Belo Horizonte: HIDROSSISTEMAS, 1995.
- SHS Engenharia Sustentável (2016a). Plano Municipal de Saneamento Básico de Itueta – MG. Relatório Final - Volume 1 - Gestão Integrada do Saneamento Básico Municipal. Itueta – MG. Junho/2016.
- SHS Engenharia Sustentável (2016b). Plano Municipal de Saneamento Básico de Resplendor – MG. Relatório Final. Volume 1 - Gestão Integrada do Saneamento Básico Municipal Resplendor – MG, Set/2016.
- Tucci, C. E., 2002. Hidrologia: Ciência e Aplicação. Porto Alegre: UFRGS/ABRH.
- UNEC - Fundação Educacional de Caratinga (2016a). Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) do Município de Alpercata – MG. Relatório Final e Proposição da Minuta de Lei do PMSB – Produto 08/08. Alpercata, MG, Nov/2016.
- UNEC - Fundação Educacional de Caratinga (2016b). Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) do Município de Fernandes Tourinho – MG. Relatório Final e Proposição da Minuta de Lei do PMSB – Produto 08/08. Fernandes Tourinho – MG, Nov/2016.
- UNEC - Fundação Educacional de Caratinga (2016c). Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) do Município de Galiléia – MG. Relatório Final e Proposição da Minuta de Lei do PMSB – Produto 08/08. Galiléia – MG, Nov/2016.
- UNEC - Fundação Educacional de Caratinga (2016d). Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) do Município de Periquito – MG. Relatório Final e Proposição da Minuta de Lei do PMSB – Produto 08/08. Periquito – MG, Out/2016.
- UNEC - Fundação Educacional de Caratinga (2016e). Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) do Município de Tumiritinga – MG. Relatório Final e Proposição da Minuta de Lei do PMSB – Produto 08/08. Tumiritinga – MG, Nov/2016.
- Vallenge Engenharia (2015). Plano Municipal de Saneamento Básico Barra Longa – MG. RELATÓRIO FINAL. Barra Longa – MG, 2015.



**ANEXOS**

**A. Postos fluviométricos**

**Tabela 15. Postos fluviométricos com dados de vazão na bacia do rio Doce utilizados nas análises**

<b>Código</b>	<b>Nome</b>	<b>Rio</b>	<b>Estado</b>	<b>Município</b>	<b>Responsável</b>	<b>Operadora</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Área de Drenagem (km<sup>2</sup>)</b>
56335000	Acaiaca	Ribeirão do Carmo	MG	Acalaca	ANA	ANA	-20:21:45	-43:8:35	1330
56335001	Acalaca Jusante	Rio do Carmo	MG	Acaiaca	ANA	CPRM	-20:21:41	-43:8:22	1370
56990990	Afonso Cláudio Montante	Rio Guandu	ES	Afonso Cláudio	ANA	CPRM	-20:4:39	-41:7:27	435
56989500	Assarai	Rio José Pedro	MG	Pocrane	ANA	ANA	-19:36:0	-41:28:0	3470
56989400	Assarai Montante	Rio José Pedro	MG	Pocrane	ANA	CPRM	-19:35:41	-41:27:29	3190
56992000	Baixo Guandu	Rio Guandu	ES	Baixo Guandu	ANA	CPRM	-19:31:25	-41:0:51	2130
56998400	Barra de São Gabriel	Rio São José	ES	São Gabriel da Palha	ANA	CPRM	-19:2:28	-40:32:2	1070
56940002	Barra do Cuieté Jusante	Rio Cuieté	MG	Conselheiro Pena	ANA	CPRM	-19:3:43	-41:32:0	3220
56719998	Belo Oriente	Rio Doce	MG	Belo Oriente	ANA	CPRM	-19:19:47	-42:22:34	24200
56565000	Bom Jesus Do Galho	Ribeirão Sacramento	MG	Bom Jesus do Galho	ANA	ANA	-19:49:0	-42:19:0	304
56055000	Brás Pires	Rio Xopotó	MG	Brás Pires	ANA	CPRM	-20:50:51	-43:14:31	1090
56974000	Cachoeira da Neblina	Rio Manhuaçu	MG	Ipanema	ANA	ANA	-19:49:0	-41:47:0	2060
56012000	Cachoeira do Guarara	Rio Guarara	MG	Ouro Preto	ANA	ANA	-20:45:0	-43:34:0	161
56539000	Cachoeira Dos Óculos Montante	Rio Doce	MG	Córrego Novo	ANA	CPRM	-19:46:37	-42:28:35	15900
56720000	Cachoeira Escura	Rio Doce	MG	Belo Oriente	ANA	ANA	-19:19:53	-42:22:18	24200
56925000	Caratinga	Rio Caratinga	MG	Caratinga	ANA	ANA	-19:47:0	-42:4:0	162
56640000	Carrapato (Brumal)	Ribeirão Santa Bárbara	MG	Santa Bárbara	ANA	CPRM	-19:58:18	-43:27:32	609
56182000	Chapada	Ribeirão Falcão	MG	Ouro Preto	ANA	ANA	-20:26:0	-43:34:0	48
56994510	Colatina Corpo De Bombeiros	Rio Doce	ES	Colatina	ANA	CPRM	-19:31:49	-40:37:25	76400



<b>Código</b>	<b>Nome</b>	<b>Rio</b>	<b>Estado</b>	<b>Município</b>	<b>Responsável</b>	<b>Operadora</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Área de Drenagem (km<sup>2</sup>)</b>
56750000	Conceição do Mato Dentro	Rio Santo Antônio	MG	Conceição do Mato Dentro	ANA	CPRM	-19:0:52	-43:26:46	302
56943000	Conselheiro Pena	Rio João Pinto Grande	MG	Conselheiro Pena	ANA	ANA	-19:10:0	-41:28:0	197
56765000	Dom Joaquim	Rio do Peixe	MG	Dom Joaquim	ANA	CPRM	-18:57:38	-43:14:35	976
56787000	Fazenda Barraca	Rio do Tanque	MG	Ferros	ANA	CPRM	-19:19:55	-43:4:13	1260
56986000	Fazenda Boa Esperança	Ribeirão São Domingos	MG	Ipanema	ANA	ANA	-19:59:41	-41:42:29	335
56976000	Fazenda Bragança	Rio Manhuaçu	MG	Ipanema	ANA	CPRM	-19:44:35	-41:47:7	2260
56425000	Fazenda Cachoeira D'antas	Rio Doce	MG	São José do Goiabal	ANA	CPRM	-19:59:40	-42:40:28	10100
56845000	Fazenda Corrente	Rio Corrente Grande	MG	Virgíópolis	ANA	CPRM	-18:53:41	-42:42:45	1050
56337000	Fazenda Ocidente	Rio Gualaxo do Norte	MG	Barra Longa	ANA	CPRM	-20:16:2	-43:6:3	529
56670000	Fazenda Olaria	Rio do Peixe	MG	Nova Era	ANA	ANA	-19:44:0	-43:2:0	399
56240000	Fazenda Paraíso	Rio Gualaxo do Sul	MG	Mariana	ANA	CPRM	-20:23:25	-43:10:55	855
56880000	Fazenda Urupuca	Rio Urupuca	MG	São José da Safira	ANA	ANA	-18:15:0	-42:4:0	2670
56090000	Fazenda Varginha	Rio Turvo Limpo	MG	Porto Firme	ANA	CPRM	-20:42:52	-42:59:59	328
56850000	Governador Valadares	Rio Doce	MG	Governador Valadares	ANA	CPRM	-18:52:59	-41:57:3	40500
56510000	Instituto Florestal Raul Soares	Rio Matipó	MG	Raul Soares	ANA	CPRM	-20:5:51	-42:27:33	1870
56988500	Ipanema	Rio José Pedro	MG	Ipanema	ANA	CPRM	-19:47:56	-41:42:22	1410
56400000	Jequeri	Rio Casca	MG	Jequeri	ANA	ANA	-20:27:0	-42:40:0	1370
56991500	Laranja da Terra	Rio Guandu	ES	Laranja da Terra	ANA	CPRM	-19:54:4	-41:3:29	1330
56998000	Linhares	Rio Doce	ES	Linhares	ANA	ANA	-19:24:27	-40:3:50	82100
56960000	Manhuaçu	Rio Manhuaçu	MG	Manhuaçu	ANA	ANA	-20:16:10	-42:4:1	550
56696000	Mario de Carvalho	Rio Piracicaba	MG	Timóteo	ANA	CPRM	-19:31:29	-42:38:27	5270
56989000	Mutum	Rio São Manoel	MG	Mutum	ANA	ANA	-19:49:5	-41:26:4	1180



<b>Código</b>	<b>Nome</b>	<b>Rio</b>	<b>Estado</b>	<b>Município</b>	<b>Responsável</b>	<b>Operadora</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Área de Drenagem (km<sup>2</sup>)</b>
56989001	Mutum	Rio São Manoel	MG	Mutum	ANA	CPRM	-19:48:38	-41:26:15	1180
56825000	Naque Velho	Rio Santo Antônio	MG	Açucena	ANA	CPRM	-19:11:17	-42:25:22	10200
56660000	Nova Era	Rio Piracicaba	MG	Nova Era	ANA	ANA	-19:46:0	-43:2:0	3060
56659998	Nova Era Iv	Rio Piracicaba	MG	Nova Era	ANA	CPRM	-19:45:56	-43:1:58	3060
56570000	Pingo D'água	Ribeirão Sacramento	MG	Bom Jesus do Galho	ANA	CPRM	-19:42:31	-42:26:44	855
56028000	Piranga	Rio Piranga	MG	Piranga	ANA	CPRM	-20:41:26	-43:17:58	1400
56010000	Ponte do São Lourenço	Rio Piranga	MG	Conselheiro Lafaiete	ANA	ANA	-20:47:0	-43:34:0	558
56110000	Ponte Nova	Rio Piranga	MG	Ponte Nova	ANA	ANA	-20:25:0	-42:54:0	6210
56110005	Ponte Nova Jusante	Rio Piranga	MG	Ponte Nova	ANA	CPRM	-20:23:2	-42:54:10	6230
56075000	Porto Firme	Rio Piranga	MG	Porto Firme	ANA	CPRM	-20:40:13	-43:5:17	4260
56846000	Porto Santa Rita	Rio Corrente Grande	MG	São Geraldo da Piedade	ANA	CPRM	-18:57:6	-42:21:33	1970
56485000	Raul Soares	Rio Matipó	MG	Raul Soares	ANA	ANA	-20:6:0	-42:26:0	1390
56484998	Raul Soares Montante	Rio Matipó	MG	Raul Soares	ANA	CPRM	-20:6:13	-42:26:24	1350
56948000	Resplendor	Rio Doce	MG	Resplendor	ANA	ANA	-19:19:0	-41:15:0	61200
56948005	Resplendor - Jusante	Rio Doce	MG	Resplendor	ANA	ANA	-19:20:35	-41:14:46	61200
56415000	Rio Casca	Rio Casca	MG	Rio Casca	ANA	CPRM	-20:13:34	-42:39:0	2030
56610000	Rio Piracicaba	Rio Piracicaba	MG	Rio Piracicaba	ANA	CPRM	-19:55:54	-43:10:23	1160
56993600	Santa Joana	Rio Santa Joana	ES	Colatina	ANA	ANA	-19:33:0	-40:43:0	897
56870000	Santa Marla do Suaçuí	Rio São Félix	MG	José Raydan	ANA	CPRM	-18:12:6	-42:27:17	622
56967000	Santana de Manhauçu	Rio Manhauçu	MG	Santana do Manhauçu	ANA	ANA	-20:7:0	-41:55:0	1520
56978000	Santo Antônio do Manhauçu	Rio Manhauçu	MG	Ipanema	ANA	CPRM	-19:40:43	-41:50:9	2350
56145000	São Caetano de Mariana	Ribeirão do Carmo	MG	Mariana	ANA	ANA	-20:21:0	-43:22:0	138
56385000	São Miguel do Anta	Rio Casca	MG	São Miguel do Anta	ANA	CPRM	-20:41:59	-42:40:23	523
56860000	São Pedro do Suaçuí	Rio Suaçuí Grande	MG	São Pedro do Suaçuí	ANA	CPRM	-18:21:47	-42:36:8	2570



<b>Código</b>	<b>Nome</b>	<b>Rio</b>	<b>Estado</b>	<b>Município</b>	<b>Responsável</b>	<b>Operadora</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Área de Drenagem (km<sup>2</sup>)</b>
56990000	São Sebastião da Encruzilhada	Rio Manhuaçu	MG	Almorés	ANA	CPRM	-19:29:33	-41:9:42	8720
56065000	Senador Firmino	Rio Turvo	MG	Senador Firmino	ANA	CPRM	-20:54:42	-43:5:50	297
56800000	Senhora do Porto	Rio Guanhaes	MG	Senhora do Porto	ANA	CPRM	-18:53:41	-43:4:57	1520
56920000	Tumiritinga	Rio Doce	MG	Galiléia	ANA	CPRM	-18:58:16	-41:38:30	55100
56520000	Vermelho Velho	Ribeirão Vermelho	MG	Raul Soares	ANA	ANA	-19:59:56	-42:20:54	163
56892000	Vila Matias	Rio Suaçui Grande	MG	Mathias Lobato	ANA	ANA	-18:34:21	-41:54:51	9780
56891900	Vila Matias Montante	Rio Suaçui Grande	MG	Mathias Lobato	ANA	CPRM	-18:34:29	-41:55:4	9770



## B. Vazões

Tabela 16. Vazão média de longo período,  $Q_{95}$  e vazão específica

Código	Nome	Vazão média de longo período (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{95}$ (m <sup>3</sup> /s)	Vazão específica (L/s.km <sup>2</sup> )
56010000	Ponte do São Lourenço	9,63	1,95	17,26
56012000	Cachoeira do Guarara	2,22	0,78	13,77
56028000	Piranga	24,16	7,98	17,26
56055000	Bráz Pires	19,33	7,02	17,73
56065000	Senador Firmino	5,56	1,68	18,73
56075000	Porto Firme	73,44	27,00	17,24
56090000	Fazenda Varginha	4,19	1,86	12,77
56110000	Ponte Nova	99,38	38,60	16,00
56110005	Ponte Nova Jusante	96,82	32,28	15,54
56145000	São Caetano de Mariana	4,72	0,60	34,20
56182000	Chapada	0,91	0,35	18,97
56240000	Fazenda Paraiso	19,58	7,22	22,90
56335000	Acalaca	31,52	12,60	23,70
56335001	Acalaca Jusante	30,47	13,50	22,24
56337000	Fazenda Ocidente	12,84	5,48	24,27
56385000	São Miguel do Anta	8,18	2,96	15,64
56400000	Jequeri	19,24	4,02	14,05
56415000	Rio Casca	26,51	8,88	13,06
56425000	Fazenda Cachoeira d'Antas	159,32	56,51	15,77
56484998	Raul Soares Montante	18,90	3,90	14,00
56485000	Raul Soares	17,78	4,48	12,79
56510000	Instituto Florestal Raul Soares	23,17	4,90	12,39
56520000	Vermelho Velho	2,30	0,75	14,13
56539000	Cachoeira dos Óculos Montante	223,23	91,50	14,04
56565000	Bom Jesus do Galho	3,63	1,31	11,95
56570000	Pingo d'Água	9,84	2,74	11,50
56610000	Rio Piracicaba	28,94	7,54	24,95
56640000	Carrapato (Brumal)	12,37	3,56	20,32
56659998	Nova Era Iv	51,96	17,30	16,98
56660000	Nova Era	64,20	24,00	20,98
56670000	Fazenda Olaria	9,30	2,88	23,31
56696000	Mario de Carvalho	94,06	31,76	17,85
56719998	Belo Oriente	315,83	106,02	7,80
56720000	Cachoeira Escura	389,74	144,00	12,39
56750000	Concelção do Mato Dentro	6,87	1,32	4,87
56765000	Dom Joaquim	17,51	3,35	14,05
56787000	Fazenda Barraca	22,70	7,20	17,06
56800000	Senhora do Porto	20,76	4,82	0,25
56825000	Naque Velho	156,32	44,73	284,22
56845000	Fazenda Corrente	11,60	3,08	17,85
56846000	Porto Santa Rita	32,91	9,72	27,89
56850000	Governador Valadares	547,99	200,00	464,40
56860000	São Pedro do Suaçuí	27,30	8,51	2,68
56870000	Santa Maria do Suaçuí	6,26	1,49	20,98
56880000	Fazenda Urupuca	18,05	3,10	16,98
56891900	Vila Matias Montante	76,52	14,96	11,50
56892000	Vila Matias	89,69	30,08	17,26
56920000	Tumiritinga	688,59	265,52	17,26
56925000	Caratinga	1,98	0,68	16,00
56940002	Barra do Culeté Jusante	30,92	7,40	15,54
56943000	Conselheiro Pena	1,87	0,49	17,24



<b>Código</b>	<b>Nome</b>	<b>Vazão média de longo período (m³/s)</b>	<b>Q<sub>95</sub> (m³/s)</b>	<b>Vazão específica (L/s.km²)</b>
56948000	Resplendor	797,81	290,09	404,98
56948005	Resplendor - Jusante	638,88	225,00	12,79
56960000	Manhuaçu	11,70	2,05	14,00
56967000	Santana de Manhuaçu	26,61	7,56	0,43
56974000	Cachoeira da Neblina	36,34	10,20	0,59
56976000	Fazenda Bragança	39,96	10,80	13,06
56978000	Santo Antônio do Manhuaçu	40,79	11,50	24,95
56986000	Fazenda Boa Esperança	5,50	1,79	6,13
56988500	Ipanema	21,56	7,04	34,66
56989000	Mutum	11,77	3,52	7,74
56989001	Mutum	13,90	3,51	5,91
56989400	Assarai Montante	38,30	10,30	34,20
56989500	Assarai	37,73	12,00	15,64
56990000	São Sebastião da Encruzilhada	94,75	29,45	36,87
56990990	Afonso Cláudio Montante	7,32	1,60	0,84
56991500	Laranja da Terra	16,91	5,41	18,73
56992000	Baixo Guandu	22,84	5,98	15,03
56993600	Santa Joana	7,66	1,47	0,14
56994510	Colatina Corpo de Bombeiros	778,47	212,20	14,13
56998000	Linhares	982,86	344,20	100,50
56998400	Barra de São Gabriel	13,71	1,90	1,40



## C. Geomorfologia dos municípios

### Aimorés

O município de Aimorés apresenta sete diferentes tipos de relevo. A Tabela 17 apresenta todos os relevos existentes, juntamente com a área de abrangência.

Tabela 17. Relevos do município de Aimorés

Relevo	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos	77,3	5,9 %
Domínio de Morros e de Serras Baixas	514,5	39,0 %
Domínio Montanhoso	588,7	44,7 %
Escarpas Serranas	0,3	0,0 %
Planaltos e Baixos Platôs	4,4	0,3 %
Planícies Fluviais ou Flúvio-lacustres	98,1	7,4 %
Vertentes recobertas por depósitos de encosta	34,6	2,6 %

Fonte: CPRM

Conforme verificado na tabela, os relevos predominantes no município são os domínios montanhosos e os domínios de morros e de serras baixas, com 44,7 % e 39,0 %, respectivamente.

### Alpercata

O município de Alpercata apresenta dois diferentes tipos de relevo. A Tabela 18 apresenta todos os relevos existentes, juntamente com a área de abrangência.

Tabela 18. Relevos do município de Alpercata

Relevo	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos	144,5	87,9 %
Planícies Fluviais ou Flúvio-lacustres	19,9	12,1 %

Fonte: CPRM

Conforme verificado na tabela, o relevo predominante no município é o domínio de colinas dissecadas e morros baixos, com 87,9 % da área.

### Baixo Guandu

O município de Baixo Guandu apresenta seis diferentes tipos de relevo. A Tabela 19 apresenta todos os relevos existentes, juntamente com a área de abrangência.

Tabela 19. Relevos do município de Baixo Guandu

Relevo	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos	55,5	6,1 %
Domínio de Morros e de Serras Baixas	282,9	31,2 %
Domínio Montanhoso	528,6	58,3 %
Escarpas Serranas	0,7	0,1 %
Planícies Fluviais ou Flúvio-lacustres	34,5	3,8 %
Terraços Fluviais	3,9	0,4 %

Fonte: CPRM

Conforme verificado na tabela, os relevos predominantes no município são os domínios montanhosos e os domínios de morros e de serras baixas, com 58,3 % e 31,2 %, respectivamente.



### Barra Longa

O Município de Barra Longa apresenta dois diferentes tipos de relevo. A Tabela 20 apresenta todos os relevos existentes, juntamente com a área de abrangência.

**Tabela 20. Relevos do município de Barra Longa**

Relevo	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Domínio de Morros e de Serras Baixas	383,2	99,9 %
Domínio Montanhoso	0,3	0,1 %

Fonte: CPRM

Conforme verificado na tabela, o relevo predominante no município é o domínio de morros e de serras baixas com 99,9 % da área.

### Belo Oriente

O município de Belo Oriente apresenta três diferentes tipos de relevo. A Tabela 21 apresenta todos os relevos existentes, juntamente com a área de abrangência.

**Tabela 21. Relevos do município de Belo Oriente**

Relevo	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos	213,3	63,7 %
Domínio Montanhoso	71,0	21,2 %
Planícies Fluviais ou Flúvio-lacustres	50,4	15,1 %

Fonte: CPRM

Conforme verificado na tabela, os relevos predominantes no município são os domínios de colinas dissecadas e de morros baixos e os domínios montanhosos, com 63,7 % e 21,2 %, respectivamente.

### Colatina

O município de Colatina apresenta cinco diferentes tipos de relevo. A Tabela 22 apresenta todos os relevos existentes, juntamente com a área de abrangência.

**Tabela 22. Relevos do município de Colatina**

Relevo	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos	150,7	10,9 %
Domínio de Morros e de Serras Baixas	714,6	51,5 %
Domínio Montanhoso	473,4	34,1 %
Planícies Fluviais ou Flúvio-lacustres	20,3	1,5 %
Tabuleiros Dissecados	29,1	2,1 %

Fonte: CPRM

Conforme verificado na tabela, os relevos predominantes no município são os domínios de morros e de serras baixas e os domínios montanhosos, com 51,5 % e 34,1 %, respectivamente.

### Fernandes Tourinho

O município de Fernandes Tourinho apresenta três diferentes tipos de relevo. A Tabela 23 apresenta todos os relevos existentes, juntamente com a área de abrangência.



**Tabela 23. Relevos do município de Fernandes Tourinho**

Relevo	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos	45,3	30,0 %
Domínio de Morros e de Serras Baixas	92,4	61,2 %
Planícies Fluviais ou Flúvio-lacustres	13,4	8,8 %

Fonte: CPRM

Conforme verificado na tabela, os relevos predominantes no município são os domínios de morros baixos e de serras baixas e os domínios de colinas dissecadas e morros baixos, com 61,2 % e 30,0 %, respectivamente.

#### **Galiléia**

O município de Galiléia apresenta quatro diferentes tipos de relevo. A Tabela 24 apresenta todos os relevos existentes, juntamente com a área de abrangência.

**Tabela 24. Relevos do município de Galiléia**

Relevo	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos	79,7	11,1 %
Domínio de Morros e de Serras Baixas	168,0	23,4 %
Domínio Montanhoso	430,0	59,9 %
Planícies Fluviais ou Flúvio-lacustres	39,6	5,5 %

Fonte: CPRM

Conforme verificado na tabela, os relevos predominantes no município são os domínios montanhosos e os domínios de morros e de serras baixas, com 59,9 % e 23,4 %, respectivamente.

#### **Governador Valadares**

O município de Governador Valadares apresenta seis diferentes tipos de relevo. A Tabela 25 apresenta todos os relevos existentes, juntamente com a área de abrangência.

**Tabela 25. Relevos do município de Governador Valadares**

Relevo	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos	281,6	12,0 %
Domínio de Morros e de Serras Baixas	1390,9	59,3 %
Domínio Montanhoso	521,4	22,2 %
Escarpas Serranas	3,4	0,1 %
Planícies Fluviais ou Flúvio-lacustres	142,3	6,1 %
Terraços Fluviais	7,0	0,3 %

Fonte: CPRM

Conforme verificado na tabela, os relevos predominantes no município são os domínios de morros e de serras baixas e os domínios montanhosos, com 59,3 % e 22,2 %, respectivamente.

#### **Itueta**

O município de Itueta apresenta seis diferentes tipos de relevo. A Tabela 26 apresenta todos os relevos existentes, juntamente com a área de abrangência.



Tabela 26. Relevos do município de Itueta

Relevo	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos	119,4	26,7 %
Domínio de Morros e de Serras Baixas	200,5	44,8 %
Domínio Montanhoso	33,3	7,4 %
Escarpas Serranas	73,7	16,5 %
Planaltos e Baixos Platôs	8,0	1,8 %
Planícies Fluviais ou Flúvio-lacustres	12,2	2,7 %

Fonte: CPRM

Conforme verificado na tabela, os relevos predominantes no município são os domínios de morros e de serras baixas e os domínios de colinas dissecadas e morros baixos, com 44,8 % e 26,7 %, respectivamente.

#### Linhares

O município de Linhares apresenta oito diferentes tipos de relevo. A Tabela 27 apresenta todos os relevos existentes, juntamente com a área de abrangência.

Tabela 27. Relevos do município de Linhares

Relevo	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos	100,6	3,1 %
Domínio de Morros e de Serras Baixas	111,0	3,4 %
Domínio Montanhoso	194,0	5,9 %
Planícies Costeiras	339,3	10,3 %
Planícies Fluviais ou Flúvio-lacustres	651,0	19,8 %
Planícies Flúvio-Marinhas	651,2	19,8 %
Tabuleiros	1126,9	34,2 %
Tabuleiros Dissecados	122,0	3,7 %

Fonte: CPRM

Conforme verificado na tabela, os relevos predominantes no município são os tabuleiros, as planícies fluviais e as planícies flúvio-marinhas, com 34,2 %, 19,8 % e 19,8 %, respectivamente.

#### Mariana

O município de Mariana apresenta cinco diferentes tipos de relevo. A Tabela 28 apresenta todos os relevos existentes, juntamente com a área de abrangência.

Tabela 28. Relevos do município de Mariana

Relevo	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Chapadas e Platôs	6,9	0,6 %
Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos	70,0	5,9 %
Domínio de Morros e de Serras Baixas	649,3	54,6 %
Domínio Montanhoso	449,7	37,8 %
Tabuleiros	12,5	1,1 %

Fonte: CPRM

Conforme verificado na tabela, os relevos predominantes no município são os domínios de morros e de serras baixas, e os domínios montanhosos, com 54,6 % e 37,8 %, respectivamente.



### Marilândia

O município de Marilândia apresenta cinco diferentes tipos de relevo. A Tabela 29 apresenta todos os relevos existentes, juntamente com a área de abrangência.

**Tabela 29. Relevos do município de Marilândia**

Relevo	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Domínio de Morros e de Serras Baixas	168,6	55,6 %
Domínio Montanhoso	120,3	39,7 %
Planícies Fluviais ou Flúvio-lacustres	6,0	2,0 %
Tabuleiros Dissecados	8,0	2,6 %
Terraços Fluviais	0,1	0,0 %

Fonte: CPRM

Conforme verificado na tabela, os relevos predominantes no município são os domínios de morros e de serras baixas e os domínios montanhosos, com 55,6 % e 39,7 %, respectivamente.

### Periquito

O Município de Periquito apresenta três diferentes tipos de relevo. A Tabela 30 apresenta todos os relevos existentes, juntamente com a área de abrangência.

**Tabela 30. Relevos do município de Periquito**

Relevo	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos	148,9	66,0 %
Domínio de Morros e de Serras Baixas	42,3	18,7 %
Planícies Fluviais ou Flúvio-lacustres	34,4	15,2 %

Fonte: CPRM

Conforme verificado na tabela, o relevo predominante no município é o domínio de colinas dissecadas e morros baixos, com 66,0 % da área.

### Resplendor

O município de Resplendor apresenta sete diferentes tipos de relevo. A Tabela 31 apresenta todos os relevos existentes, juntamente com a área de abrangência.

**Tabela 31. Relevos do município de Resplendor**

Relevo	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Domínio de Colinas Amplas e Suaves	0,2	0,0 %
Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos	284,6	26,8 %
Domínio de Morros e de Serras Baixas	600,4	56,6 %
Domínio Montanhoso	65,3	6,2 %
Escarpas Serranas	76,2	7,2 %
Planaltos e Baixos Platôs	20,2	1,9 %
Planícies Fluviais ou Flúvio-lacustres	14,8	1,4 %

Fonte: CPRM

Conforme verificado na tabela, os relevos predominantes no município são os domínios de morros e de serras baixas, e os domínios de colinas dissecadas e morros baixos, com 56,6 % e 26,8 %, respectivamente.



### Santana do Paraíso

O município de Santana do Paraíso apresenta três diferentes tipos de relevo. A Tabela 32 apresenta todos os relevos existentes, juntamente com a área de abrangência.

Tabela 32. Relevos do município de Santana do Paraíso

Relevo	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos	140,5	51,4 %
Domínio Montanhoso	82,4	30,1 %
Planícies Fluviais ou Flúvio-lacustres	50,5	18,5 %

Fonte: CPRM

Conforme verificado na tabela, os relevos predominantes no município são os domínios de colinas dissecadas e de morros baixos e os domínios montanhosos, com 51,4 % e 30,1 %, respectivamente.

### Tumiritinga

O município de Tumiritinga apresenta três diferentes tipos de relevo. A Tabela 33 apresenta todos os relevos existentes, juntamente com a área de abrangência.

Tabela 33. Relevos do município de Tumiritinga

Relevo	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos	159,1	32,2 %
Domínio de Morros e de Serras Baixas	285,7	57,8 %
Planícies Fluviais ou Flúvio-lacustres	49,4	10,0 %

Fonte: CPRM

Conforme verificado na tabela, os relevos predominantes no município são os domínios de morros e de serras baixas e os domínios de colinas dissecadas e morros baixos, com 57,8 % e 32,2 %, respectivamente.



#### D. Vazões subterrâneas e domínios por município

Para efeito de estudos hidrogeológicos, atendendo aos objetivos do presente trabalho, serão considerados os domínios apresentados na descrição da geologia, agrupando aqueles domínios que apresentam características semelhantes, simplificando o número de domínios. O tratamento será por município.

Os domínios hidrogeológicos adotados no presente trabalho serão os seguintes:

- Domínio das Coberturas Cenozóicas Detrito-Lateríticas;
- Domínio dos Sedimentos Cenozóicos Inconsolidados ou Pouco Consolidados;
- Domínio dos Sedimentos Cenozóicos pouco a Moderadamente Consolidados associados a Tabuleiros;
- Domínio das Sequências Vulcanossedimentares;
- Domínio dos Complexos Granito-Gnaiss-Migmatítico e Granulitos;
- Domínio dos Complexos Granito-Gnaiss-Migmatítico, Granulitos e Granitóide;
- Domínio dos Corpos Máficos-Ultramáficos (suítes komatiíticas, suítes toleíticas, complexos bandados).

#### Almorés

O município de Almorés, localizado na parte leste da bacia do rio Doce, apresenta sete domínios geológicos que foram agrupados em quatro domínios hidrogeológicos. A Tabela 34 apresenta os domínios, juntamente com a área de abrangência.

Tabela 34. Domínios hidrogeológicos do município de Almorés

Domínio hidrogeológico	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Domínio das Coberturas Cenozóicas Detrito-Lateríticas	39,1	30 %
Domínio das Sequências Vulcanossedimentares	54,5	4,1 %
Domínio dos Complexos, Granito-Gnaiss-Migmatítico, Granulitos e Granitóides	1126,4	85,5 %
Domínio dos Sedimentos Cenozóicos Inconsolidados ou Pouco Consolidados	98,1	7,4 %

Fonte: CPRM

Conforme verificado na Tabela 34, o domínio hidrogeológico predominante no município de Almorés é o domínio dos Complexos Granitóides Deformados e Granito-Gnaiss-Migmatíticos e Granulitos. As rochas predominantes são ortognaisses, gnaisses, granitos, gnaisses migmatíticos, charnokitos, mármore, xisto, quartzito, metacalcário, metacalcáridolomítico e granulitos. As formações geológicas predominantes são TonalitoGaliléia-Suite Galiléia, Paraíba do Sul (unidade terrígena) e Alto Capim.

Os poços junto ao cadastro do SIAGAS-CPRM são 7, sendo que 5 pertencem à COPASA e 2 são particulares. São poços de abastecimento, sendo que 1 poço está na Sede e os outros estão nas localidades de Baixio, Gimirim, Penha do Capim, Expedicionário Alcilo, Santa Terezinha e Limoeiro. Os poços, conforme a Tabela 35, apresentaram as seguintes características hidroclimáticas.



Tabela 35. Poços de Almorés (sete poços)

Características	Mínimo	Máximo
Profundidade do poço (m)	60	114
Vazão (m <sup>3</sup> /h)	1,3	18
Profundidade Nível Estático NE (m)	2,1	21,2
Profundidade Nível Dinâmico ND (m)	14,8	82,0
Vazão específica (m <sup>3</sup> /h/m)	0,018	1,49
Geologia	Gnaisses	

Fonte: SIAGAS(CPRM)

### Alpercata

O município de Alpercata, localizado na parte central da bacia do rio Doce, apresenta quatro domínios geológicos que foram agrupados em dois domínios hidrogeológicos. A Tabela 36 apresenta os domínios juntamente com a área de abrangência.

Tabela 36. Domínios hidrogeológicos do município de Alpercata

Domínio hidrogeológico	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Domínio dos Complexos Granito-Gnaiss-Migmatíticos, Granulitos e Granitóides,	144,4	88 %
Domínio dos Sedimentos Cenozóicos Inconsolidados ou Pouco Consolidados	19,9	12 %

Fonte: CPRM

Conforme verificado na Tabela 36, o domínio hidrogeológico predominante no município de Alpercata é o domínio dos Complexos Granito-Gnaiss-Migmatíticos, Granulitos e Granitóides. As rochas predominantes são os gnaisses, ortognaisses, granodiorito gnáissico, enderbitos, metatonalitos e tonalitos. As formações predominantes são Juiz de Fora, Governador Valadares e o Tonalito Derribadinha-SulteGaliléia. Há a ocorrência de depósitos aluvionares.

O banco de dados do SIAGAS-CPRM mostrou a existência de 11 poços tubulares cadastrados, sendo que todos pertencem à COPASA. São poços de abastecimento, sendo que 2 poços foram considerados secos. Os poços apresentaram as características hidrodinâmicas constantes da Tabela 37.

Tabela 37. Poços de Alpercata (11 poços)

Características	Mínimo	Máximo
Profundidade do poço (m)	62	200
Vazão (m <sup>3</sup> /h)	4,9	47,99
Profundidade Nível Estático NE (m)	0	35,45
Profundidade Nível Dinâmico ND (m)	28,37	69,86
Vazão específica (m <sup>3</sup> /h/m)	0,115	1,612
Geologia	Gnaisses	

Fonte: SIAGAS(CPRM)

### Baixo Guandu

O município de Baixo Guandu, localizado na parte leste da bacia do rio Doce, apresenta seis domínios geológicos que foram agrupados em três domínios hidrogeológicos. A Tabela 38 apresenta os domínios hidrogeológicos juntamente com a área de abrangência.



**Tabela 38. Domínios hidrogeológicos do município de Baixo Guandu**

Domínio hidrogeológico	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Domínio dos Complexos Granito-Gnaisse-Migmatítico, Granulitos e Granitóides	851,9	94 %
Domínio dos Corpos Máficos-Ultramáficos (suítes komatiíticas, suítes toleíticas, complexos bandados)	15,9	2 %
Domínio dos Sedimentos Cenozóicos Inconsolidados ou Pouco Consolidados	38,3	4 %

Fonte: CPRM

Conforme mostra a Tabela 38, o domínio hidrogeológico predominante no município de Baixo Guandu é o domínio dos Complexos Granito-Gnaisse-Migmatíticos, Granulitos e Granitóides. As rochas predominantes são gnaisses migmatíticos, gnaisse milonítico, anfíbolito, mármore, quartzito, metagranodiorito, diorito e granito. As principais formações geológicas ocorrentes na área são Paraíba do Sul, Granulito Mascarenhas, Ibituba, Almorés, Lagoa Preta, e Rio Guandu, respectivamente. Há a ocorrência de outras formações com áreas muito pequenas.

Os poços levantados junto ao cadastro do SIAGAS-CPRM foram 7, sendo que 5 pertencem à Prefeitura e 2 são particulares. Os poços, conforme mostra a Tabela 39, apresentaram as seguintes características hidrodinâmicas.

**Tabela 39. Poços de Baixo Guandu (7 poços)**

Características	Mínimo	Máximo
Profundidade do poço (m)	58	80
Vazão (m <sup>3</sup> /h)	0,65	14,4
Profundidade Nível Estático NE (m)	1,79	8,0
Profundidade Nível Dinâmico ND (m)	22,61	69,25
Vazão específica (m <sup>3</sup> /h/m)	0,01	0,789
Geologia	Gnaisses, granitos	

Fonte: SIAGAS(CPRM)

#### Barra Longa

O município de Barra Longa, localizado nas cabeceiras da bacia do rio Doce, apresenta cinco domínios geológicos, que foram agrupados em dois domínios hidrogeológicos, conforme mostra a Tabela 40.

**Tabela 40. Domínios hidrogeológicos do município de Barra Longa**

Domínio hidrogeológico	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Domínio das Sequências Vulcanossedimentares	68,4	18 %
Domínio dos Complexos Granito-Gnaisse-Migmatítico, Granulitos e Granitóides	316,4	81 %

Fonte: CPRM

Conforme verificado na Tabela 40, o domínio hidrogeológico predominante no município de Barra Longa é o Domínio dos Complexos granito-gnaisse-migmatítico, granulitos e Granitóides. Estes domínios são constituídos por rochas do tipo ortognaisses, anfíbolito, quartzo diorito, xistos,



quartzitos, quartzito ferruginoso, enderbrito, norito e opdalito. Há a ocorrência predominante das Formações Mantiqueira, Dom Silvério e Acaíaca, respectivamente. O total de poços em Barra Longa é de 19, dos quais 16 pertencem à COPASA e 3 são particulares. Os dados hidrodinâmicos obtidos do SIAGAS estão apresentados Tabela 41.

Tabela 41. Poços de Barra Longa (19 poços)

Características	Minimo	Máximo
Profundidade do poço (m)	54	150
Vazão (m <sup>3</sup> /h)	3,38	16,48
Profundidade Nível Estático NE (m)	0	29,22
Profundidade Nível Dinâmico ND (m)	15,37	105,69
Vazão específica (m <sup>3</sup> /h/m)	0,033	1,493
Geologia	Gnaisses, granitos	

Fonte: SIAGAS (CPRM)

### Belo Oriente

O município de Belo Oriente, localizado na parte central da bacia do rio Doce, de acordo com o Mapa Geológico da CPRM (Geodiversidade) apresenta quatro domínios hidrogeológicos. A Tabela 42 apresenta os domínios, juntamente com a área de abrangência.

Tabela 42. Domínios hidrogeológicos do município de Belo Oriente

Domínio hidrogeológico	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Domínio das Coberturas Cenozóicas Detrito-Lateríticas	6,5	2 %
Domínio das Sequências Vulcanossedimentares	186,0	55 %
Domínio dos Complexo Granito-Gnaiss-Migmatítico e Granulitos	98,7	29 %
Domínio dos Sedimentos Cenozóicos Inconsolidados ou Pouco Consolidados,	44,1	13 %

Fonte: CPRM

Conforme verificado na Tabela 42, os domínios hidrogeológicos predominantes no Município de Belo Oriente são o domínio das sequências vulcanossedimentares, e o domínio dos complexos granito-gnaiss-migmatíticos e granulitos, respectivamente. As rochas predominantes são gnaiss granítico, biotita granito, xisto, quartzito e rocha calcissilicática, respectivamente. Há também a ocorrência de depósitos aluvionares em 13 % da área do município. As formações predominantes são São Tomé e Piedade, respectivamente.

Os poços levantados junto ao cadastro do SIAGAS-CPRM foram 6, sendo que 5 pertencem à Empresa Celulose Nipo Brasileira (CENIBRA) e 1 pertence a um posto de combustíveis. Os poços apresentaram as características hidrodinâmicas mostradas na Tabela 43.



Tabela 43. Poços de Belo Oriente

Características	Mínimo	Máximo
Profundidade do poço (m)	86	140
Vazão (m <sup>3</sup> /h)	2,93	33
Profundidade Nível Estático NE (m)	0,93	13,8
Profundidade Nível Dinâmico ND (m)	28,44	70,7
Vazão específica (m <sup>3</sup> /h/m)	0,051	1,2
Geologia	Gnaisses	

Fonte: SIAGAS (CPRM)

### Colatina

O município de Colatina, localizado na parte leste da Bacia do Rio Doce, de acordo com o Mapa Geológico da CPRM (Geodiversidade) apresenta sete domínios geológicos que foram agrupados em três domínios hidrogeológicos. A Tabela 44 apresenta os domínios hidrogeológicos juntamente com a área de abrangência.

Tabela 44. Domínios hidrogeológicos do município de Colatina

Domínio hidrogeológico	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Domínio dos Complexos Granito-Gnaiss-Migmatítico, Granulitos e Granitóides	1312,6	94 %
Domínio dos Corpos Máficos-Ultramáficos (sútes komatiíticas, sútes toleíticas, complexos bandados)	26,1	2 %
Domínio dos Sedimentos Cenozóicos Inconsolidados ou Pouco Consolidados	53,5	4 %

Fonte: CPRM

Conforme verificado na Tabela 44, o domínio geológico predominante no município de Colatina é o domínio dos Complexos Granito-Gnaiss-Migmatíticos, Granulitos e Granitóides, ocupando 94 % da área. As rochas predominantes são gnaisses migmatíticos, granulitos, anfíbolito, mármore, quartzito, ortognaisses e granitoides. As principais formações geológicas são Paraíba do Sul, Granitóide Colatina, Enderbitto Santa Tereza, Medina-Maristela e Várzea Alegre.

Os poços constantes do cadastro do SIAGAS-CPRM são 46 (1 nascente), sendo que 7 pertencem à Prefeitura e 39 são particulares (indústrias e domésticos). Os poços, conforme a Tabela 45 apresentaram as seguintes características hidrodinâmicas.

Tabela 45. Poços de Colatina (46 poços)

Características	Mínimo	Máximo
Profundidade do poço (m)	37	150
Vazão (m <sup>3</sup> /h)	1,85	36
Profundidade Nível Estático NE (m)	0	26,0
Profundidade Nível Dinâmico ND (m)	8,0	88,5
Vazão específica (m <sup>3</sup> /h/m)	0,032	18,0
Geologia	Gnaisses, granitos, aluviões	

Fonte: SIAGAS(CPRM)



### Fernandes Tourinho

O município de Fernandes Tourinho, localizado na parte central da bacia do rio Doce, apresenta três domínios geológicos que foram agrupados em dois domínios hidrogeológicos. A Tabela 46 apresenta os domínios hidrogeológicos, juntamente com a área de abrangência.

Tabela 46. Domínios hidrogeológicos do município de Fernandes Tourinho

Domínio hidrogeológico	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Domínio dos Complexos Granito-Gnaiss-Migmatítico, Granulitos e Granitóides.	137,7	91 %
Domínio dos Sedimentos Cenozóicos Inconsolidados ou Pouco Consolidados	13,4	9 %

Fonte: CPRM

Conforme verificado na Tabela 46, o domínio hidrogeológico predominante no município de Fernandes Tourinho é o domínio dos Complexos Granito-Gnaiss-Migmatítico, Granulitos e Granitóides. As rochas predominantes são os gnaisses, ortognaisses, enderbrlto e tonalito. A formação predominante é a Juiz de Fora. Há a ocorrência de depósitos aluvionares.

O cadastro do SIAGAS-CPRM mostrou 19 poços, sendo que todos pertencem à COPASA. O abastecimento de água do município é realizado com água subterrânea. Os poços apresentaram as características hidrodinâmicas mostradas na Tabela 47.

Tabela 47. Poços de Fernandes Tourinho (19 poços)

Características	Mínimo	Máximo
Profundidade do poço (m)	59	150
Vazão (m <sup>3</sup> /h)	1,8	24
Profundidade Nível Estático NE (m)	0	24,4
Profundidade Nível Dinâmico ND (m)	25,85	83,75
Vazão específica (m <sup>3</sup> /h/m)	0,023	0,566
Geologia	Gnaisses	

Fonte: SIAGAS (CPRM)

### Galileia

O município de Galileia, localizado na parte central da bacia do rio Doce, apresenta cinco domínios geológicos que foram agrupados em três domínios hidrogeológicos. A Tabela 48 apresenta os domínios juntamente com a área de abrangência.

Tabela 48. Domínios hidrogeológicos do município de Galileia

Domínio hidrogeológico	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Domínio das Sequências Vulcanossedimentares	123,0	17 %
Domínio dos Complexos, Granito-Gnaiss-Migmatíticos, Granulitos e Granitóides	554,7	77 %
Domínio dos Sedimentos Cenozóicos Inconsolidados ou Pouco Consolidados,	39,6	6 %

Fonte: CPRM



Conforme verificado na Tabela 48, o domínio hidrogeológico predominante no município de Galileia é o domínio dos Complexos Granito-Gnaiss-Migmatíticos, Granulitos e Granitóides. As rochas predominantes são os ortognaisses, gnaisses, xisto, quartzito e rocha calcissilicática. As formações predominantes são Tonalito São Vitor-SulteGaliléia, São Tomé e Tumiritinga.

Os poços no banco do SIAGAS-CPRM são 3, sendo que todos pertencem à COPASA. Os poços apresentaram as seguintes características hidrodinâmicas, conforme a Tabela 49.

**Tabela 49. Poços de Galileia (3 poços)**

<b>Características</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Profundidade do poço (m)	90	132
Vazão (m <sup>3</sup> /h)	3,35	10,22
Profundidade Nível Estático NE (m)	0	7,0
Profundidade Nível Dinâmico ND (m)	41,48	93,38
Vazão específica (m <sup>3</sup> /h/m)	0,037	0,296
Geologia	Gnaisses	

Fonte: SIAGAS (CPRM)

#### **Governador Valadares**

O município de Governador Valadares, localizado na parte central da bacia do rio Doce, apresenta cinco domínios geológicos que foram agrupados em três domínios hidrogeológicos. A Tabela 50 apresenta os domínios juntamente com a área de abrangência.

**Tabela 50. Domínios hidrogeológicos do município de Governador Valadares**

<b>Domínio hidrogeológico</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Área (%)</b>
Domínio das Sequências Vulcanossedimentares	494,2	21 %
Domínio dos Complexos Granito-Gnaiss-Migmatíticos, Granulitos e Granitóides	1703,2	72 %
Domínio dos Sedimentos Cenozóicos Inconsolidados ou Pouco Consolidados,	149,4	6 %

Fonte: CPRM

Conforme verificado na Tabela 50, os domínios hidrogeológicos predominantes no município de Governador Valadares são o domínio dos Complexos Granito-Gnaiss-Migmatíticos, Granulitos e Granitóides e o domínio das Sequências Vulcanossedimentares, respectivamente. As rochas predominantes são gnaisses, ortognaisses, mármore, xisto, quartzito e rocha calcissilicática. As formações predominantes são Governador Valadares, São Tomé, Tumiritinga, Mantiqueira e Tonalito São Vitor-SulteGaliléia. Há a ocorrência de depósitos aluvionares.

Os poços no cadastro do SIAGAS-CPRM foram 13, sendo que 9 pertencem à COPASA, 2 pertencem a SAAE e 2 são privados (1 é um poço escavado). Os poços apresentaram as características hidrodinâmicas mostradas na Tabela 51.



**Tabela 51. Poços de Governador Valadares (13 poços)**

Características	Mínimo	Máximo
Profundidade do poço (m)	50	156
Vazão (m <sup>3</sup> /h)	4,82	30
Profundidade Nível Estático NE (m)	0	9,5
Profundidade Nível Dinâmico ND (m)	9,66	109,16
Vazão específica (m <sup>3</sup> /h/m)	0,048	2,012
Geologia	Gnaisses	

Fonte: SIAGAS (CPRM)

### Itueta

O município de Itueta, localizado na parte leste da bacia do rio Doce, apresenta sete domínios geológicos que foram agrupados em quatro domínios hidrogeológicos. A Tabela 52 apresenta todos os domínios existentes, juntamente com a área de abrangência.

**Tabela 52. Domínios hidrogeológicos do município de Itueta**

Domínio hidrogeológico	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Domínio das Coberturas Cenozóicas Detrito-Lateríticas	8,0	2 %
Domínio das Sequências Vulcanossedimentares	41,6	9 %
Domínio dos Complexos Granito-Gnaiss-Migmatíticos, Granulitos e Granitóides	385,4	86 %
Domínio dos Sedimentos Cenozóicos Inconsolidados ou Pouco Consolidados	12,2	3 %

Fonte: CPRM

Conforme verificado na Tabela 52, o domínio hidrogeológico predominante no município de Itueta é o domínio dos Complexos Granito-Gnaiss-Migmatíticos, Granulitos e Granitóide. As formações geológicas predominantes são Jequitinhonha, TonalitoGaliléia-SuiteGaliléia, São Tomé e Padre Paraíso. Os outros domínios ocorrem em áreas menores sem grandes significados.

Os poços junto ao cadastro do SIAGAS-CPRM foram 3, que pertencem à COPASA. Os poços, conforme a Tabela 53, apresentaram as seguintes características hidrodinâmicas.

**Tabela 53. Poços de Itueta (3 poços)**

Características	Mínimo	Máximo
Profundidade do poço (m)	100	120
Vazão (m <sup>3</sup> /h)	4,86	17,53
Profundidade Nível Estático NE (m)	1,6	2,9
Profundidade Nível Dinâmico ND (m)	53,5	54,8
Vazão específica (m <sup>3</sup> /h/m)	1,6	2,9
Geologia	Gnaisses	

Fonte: SIAGAS (CPRM)



## Linhares

O município de Linhares, localizado na parte leste da bacia do rio Doce, no Estado do Espírito Santo, de acordo com o Mapa Geológico da CPRM (Geodiversidade) apresenta três domínios geológicos que foram mantidos como domínios hidrogeológicos. A Tabela 54 apresenta os domínios hidrogeológicos juntamente com a área de abrangência.

Tabela 54. Domínios hidrogeológicos do município de Linhares

Domínio hidrogeológico	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Domínio dos Complexos Granito-Gnaiss-Migmatítico e Granulitos	405,7	12 %
Domínio dos Sedimentos Cenozóicos Inconsolidados ou Pouco Consolidados	1641,5	50 %
Domínio dos Sedimentos Cenozóicos pouco a Moderadamente Consolidados, Associados a Tabuleiros	1248,9	38 %

Fonte: CPRM

Conforme verificado na Tabela 54, os domínios geológicos predominantes no município de Linhares são o domínio dos Sedimentos Cenozóicos inconsolidados ou pouco consolidados, depositados em meio aquoso, e o domínio dos Sedimentos Cenozóicos pouco a moderadamente consolidados, associados a tabuleiros, com 50 % e 38 %, respectivamente. São compostos de arenitos, arenitos conglomeráticos, argillito arenoso, argillito, conglomerado, siltito, sedimentos inconsolidados ou pouco consolidados (areia, argila, silte e cascalho). As principais formações geológicas são Barreiras, Paraíba do Sul, Depósitos flúvio-lagunares, Depósitos colúvio-aluvionares.

Os poços levantados junto ao cadastro do SIAGAS foram 274, sendo que 9 pertencem à Prefeitura e os restantes são particulares (Indústrias, hospitais e domésticos). Os poços, conforme a Tabela 55 apresentaram as seguintes características.

Tabela 55. Poços de Linhares (274 poços)

Características	Mínimo	Máximo
Profundidade do poço (m)	5,0	162
Vazão (m <sup>3</sup> /h)	0,374	35,0
Profundidade Nível Estático NE (m)	3,55	40,0
Profundidade Nível Dinâmico ND (m)	8,0	100
Vazão específica (m <sup>3</sup> /h/m)	0,012	60
Geologia	Grupo Barreiras	

Fonte: SIAGAS (CPRM)

## Mariana

O município de Mariana, localizado nas cabeceiras da bacia do rio Doce, apresenta oito domínios geológicos que foram agrupados em três domínios hidrogeológicos. A Tabela 56 apresenta os domínios hidrogeológicos, juntamente com a área de abrangência.



Tabela 56. Domínios hidrogeológicos do município de Mariana

Domínio Hidrogeológico	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Domínio das Coberturas Cenozóicas Detrito-Lateríticas	12,5	1 %
Domínio das Sequências Vulcanossedimentares	971,7	81 %
Domínio do Complexo Granito-Gnaiss-Migmatítico, Granulitos e Granitóides	209,3	18 %

Fonte: CPRM

Conforme verificado na Tabela 56, os domínios hidrogeológicos predominantes no município de Mariana são o domínio das sequências vulcanossedimentares e o domínio dos complexos Granito-gnaiss-migmatítico, granulitos e granitóides, que ocupa 18 % da área do município. Estas sequências são constituídas por xistos, quartzitos, metagrauvas, metarenitos, metapelitos, metaconglomerados, ortognaisses e anfibolitos. Há a ocorrência predominante das formações Dom Silvério, Nova Lima, Mantiqueira e Maquiné, respectivamente. O Domínio das Coberturas Cenozóicas Detrito-Lateríticas ocupa apenas 1 % da área do município.

Não se tem dados suficientes de poços em Mariana. O SIAGAS apresenta apenas 2 poços, sendo que um pertence à Vale do Rio Doce e o outro é particular.

#### Marilândia

O município de Marilândia, localizado na parte leste da bacia do rio Doce, no estado do Espírito Santo, de acordo com o Mapa Geológico da CPRM (Geodiversidade) apresenta três domínios geológicos que foram agrupados em dois domínios hidrogeológicos. A Tabela 57 apresenta os domínios hidrogeológicos juntamente com a área de abrangência.

Tabela 57. Domínios hidrogeológicos do município de Marilândia

Domínio Hidrogeológico	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Domínio dos Complexos Granito-Gnaiss-Migmatítico e Granulitos	288,9	95 %
Domínio dos Sedimentos Cenozóicos Inconsolidados ou Pouco Consolidados	14,1	5 %

Fonte: CPRM

Conforme mostra a Tabela 57, o domínio geológico predominante no município de Marilândia é o domínio dos Complexos Granito-Gnaiss-Migmatítico e Granulitos, ocupando 95 % da área. As principais rochas desse domínio são gnáisses, anfibolito, mármore e quartzito. Os outros 5 % da área são ocupados por Sedimentos Cenozoicos compostos por depósitos aluvionares e colúvio-aluvionares. As principais formações geológicas são Paraíba do Sul e Barreiras.

Os poços constantes do cadastro do SIAGAS-CPRM são 21, sendo que 12 pertencem à Prefeitura e 9 são particulares (Indústrias e domésticos). Os poços, conforme a Tabela 58, apresentaram as seguintes características hidrodinâmicas.



Tabela 58. Poços de Marilândia (21 poços)

Características	Mínimo	Máximo
Profundidade do poço (m)	65	150
Vazão (m³/h)	0,9	16
Profundidade Nível Estático NE (m)	0,5	6,0
Profundidade Nível Dinâmico ND (m)	21,7	76,0
Vazão específica (m³/h/m)	0,017	1,017
Geologia	Gnaisses, granitos, aluviões	

Fonte: SIAGAS (CPRM)

### Periquito

O município de Periquito, localizado na parte central da bacia do rio Doce, apresenta quatro domínios geológicos que foram agrupados em três domínios hidrogeológicos. A Tabela 59 apresenta os domínios hidrogeológicos, juntamente com a área de abrangência.

Tabela 59. Domínios hidrogeológicos do município de Periquito

Domínio Hidrogeológico	Área (km²)	Área (%)
Domínio das Sequências Vulcanossedimentares	129,5	57 %
Domínio dos Complexos Granito-Gnaiss-Migmatítico, Granulitos e Granitóides	61,9	28 %
Domínio dos Sedimentos Cenozóicos Inconsolidados ou Pouco Consolidados	34,4	15 %

Fonte: CPRM

Conforme verificado na Tabela 59, os domínios hidrogeológicos predominantes no município de Periquito são o domínio das sequências Vulcanossedimentares, e o domínio dos complexos Granito-Gnaiss-Migmatíticos, Granulitos e Granitóides, com 57 % e 28 %, respectivamente. As rochas predominantes são xisto, quartzito, gnaisses, granito e granulitos. Há a ocorrência de depósitos aluvionares. As formações predominantes são São Tomé e Piedade, respectivamente.

Os poços levantados junto ao SIAGAS-CPRM foram 10, sendo que 7 pertencem à COPASA e 3 são particulares (2 cacimbas e 1 tubular). Os poços tubulares (6) apresentaram, conforme a Tabela 60, as seguintes características:

Tabela 60. Poços de Periquito (10 poços)

Características	Mínima	Máxima
Profundidade do poço (m)	14	150
Vazão (m³/h)	5,43	29,99
Profundidade Nível Estático NE (m)	0	9,9
Profundidade Nível Dinâmico ND (m)	10,28	53,04
Vazão específica (m³/h/m)	0,18	2,224
Geologia	Gnaisses, granitos	

Fonte: SIAGAS (CPRM)



No distrito de Pedra Corrida, foi construído um poço (out/2016), que foi interligado à adutora de água bruta da COPASA, com as seguintes características hidrodinâmicas: profundidade de 150 m; vazão de 11 m<sup>3</sup>/h; profundidade do nível estático (NE) de 0,5 m; profundidade do nível dinâmico (ND) de 30 m e vazão específica de 0,37 m<sup>3</sup>/h/m.

### Resplendor

O município de Resplendor, localizado na parte leste da bacia do rio Doce, apresenta sete domínios geológicos que foram agrupados em quatro domínios hidrogeológicos. A Tabela 61 apresenta todos os domínios existentes, juntamente com a área de abrangência.

**Tabela 61. Domínios hidrogeológicos do município de Resplendor**

Domínio Hidrogeológico	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Domínio das Coberturas Cenozóicas Detrito-Lateríticas	20,2	2 %
Domínio das Sequências Vulcanossedimentares	159,0	15 %
Domínio dos Complexos Granito-Gnaiss-Migmatítico, Granulitos e Granitóides	867,8	82 %
Domínio dos Sedimentos Cenozóicos Inconsolidados ou Pouco Consolidados	14,8	1 %

Fonte: CPRM

Conforme verificado na Tabela 61, o domínio geológico predominante no município de Resplendor é o domínio dos Complexos Granito-Gnaiss-Migmatíticos, Granulitos e Granitóides. O domínio das Sequências Vulcanossedimentares ocupa 15 % da área. As rochas predominantes são gnaisse graníticos, ortognaisses, granitoides, turmalinito, xisto, quartzito e rocha calcissilicática. As principais formações geológicas ocorrentes na área são Jequitinhonha, Tonalito Galiléia-Sul de Galiléia, São Tomé, Leucogranito Carlos Chagas e João Pinto, respectivamente.

Os poços levantados junto ao cadastro do SIAGAS-CPRM são 30, sendo que 19 pertencem à COPASA e 11 são particulares. A Tabela 62 apresenta as características hidrodinâmicas dos poços de Resplendor. A observação da Tabela 62 permite verificar as vazões dos poços variam de quase secos até 15,98 m<sup>3</sup>/h. O nível dinâmico mostra que para vazões maiores há um grande rebaixamento. As vazões específicas podem chegar a 2,0 m<sup>3</sup>/h/m, que é significativa para este tipo de aquífero.

**Tabela 62. Poços de Resplendor (30 poços)**

Características	Mínimo	Máximo
Profundidade do poço (m)	53	150
Vazão (m <sup>3</sup> /h)	0,25	15,98
Profundidade Nível Estático NE (m)	0	42,62
Profundidade Nível Dinâmico ND (m)	7,0	92,49
Vazão específica (m <sup>3</sup> /h/m)	0,022	2,0
Geologia	Gnaisses, granitos	

Fonte: SIAGAS(CPRM)



### Santana do Paraíso

O município de Santana do Paraíso, localizado na parte central da bacia do rio Doce, de acordo com o Mapa Geológico da CPRM (Geodiversidade) apresenta três domínios geológicos, que foram mantidos como domínios hidrogeológicos, como mostra a Tabela 63.

**Tabela 63. Domínios hidrogeológicos do município de Santana do Paraíso**

Domínio Hidrogeológico	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Domínio das Sequências Vulcanossedimentares	69,5	25 %
Domínio dos Complexo Granito-Gnaiss-Migmatítico e Granulitos	153,8	56 %
Domínio dos Sedimentos Cenozóicos Inconsolidados ou Pouco Consolidados	50,5	18 %

Fonte: CPRM

Conforme verificado na Tabela 63, os domínios hidrogeológicos predominantes no município de Santana do Paraíso são o domínio do complexo granito-gnaiss-migmatíticos e granulitos e o domínio das sequências vulcanossedimentares, respectivamente. As rochas predominantes são gnaiss granítico, biotita gnaiss, anfibolito, xisto, quartzito e depósitos aluvionares. As formações predominantes são Piedade, Açucena e São Tomé.

O total de poços em Santana do Paraíso, conforme o SIAGAS foi de 21, sendo que 19 pertencem à COPASA e 2 são particulares. Os poços, conforme mostra a Tabela 64, apresentaram as seguintes características hidrodinâmicas.

**Tabela 64. Poços de Santana do Paraíso (21 poços)**

Características	Mínimo	Máximo
Profundidade do poço (m)	81	156
Vazão (m <sup>3</sup> /h)	1,51	29,3
Profundidade Nível Estático NE (m)	0	9,15
Profundidade Nível Dinâmico ND (m)	19,8	102,84
Vazão específica (m <sup>3</sup> /h/m)	0,028	1,518
Geologia	Gnaisses, granitos	

Fonte: SIAGAS (CPRM)

### Tumiritinga

O município de Tumiritinga, localizado na parte central da bacia do rio Doce, apresenta três domínios geológicos que foram agrupados em dois domínios hidrogeológicos. A Tabela 65 apresenta os domínios, juntamente com a área de abrangência.

**Tabela 65. Domínios hidrogeológicos do município de Tumiritinga**

Domínio hidrogeológico	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Domínio dos Complexos Granito-Gnaiss-Migmatítico, Granulitos e Granitóides,	444,8	90 %
Domínio dos Sedimentos Cenozóicos Inconsolidados ou Pouco Consolidados	49,4	10 %



Fonte: CPRM

Conforme verificado na Tabela 65, o domínio hidrogeológico predominante no município de Tumiritingá é o domínio dos Complexos Granito-Gnaisses-Migmatíticos, Granulitos e Granitóides. As rochas predominantes são ortognaisses, gnaisses, granitos, granulitos, xisto, quartzito e rocha calcissilicática. As formações predominantes são Tonalito São Vitor-SuiteGaliléia, Tumiritinga e Tonalito Derribadinha-SuiteGaliléia.

Os poços levantados junto ao cadastro do SIAGAS-CPRM foram 10, sendo que 9 pertencem à COPASA e 1 é particular. Os poços apresentaram as características hidrodinâmicas constantes da Tabela 66.

**Tabela 66. Poços de Tumiritinga (10 poços)**

<b>Características</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Profundidade do poço (m)	58	150
Vazão (m <sup>3</sup> /h)	4,0	55,37
Profundidade Nível Estático NE (m)	2,2	6,9
Profundidade Nível Dinâmico ND (m)	9,05	51,82
Vazão específica (m <sup>3</sup> /h/m)	0,108	25,749
Geologia	Gnaisses, granitos	

Fonte: SIAGAS(CPRM)

A demanda de água necessária para abastecer Tumiritinga é de 48,27 m<sup>3</sup>/h (13,41 L/s). A observação da Tabela 66 permite verificar que as vazões obtidas nos poços tubulares foram muito boas para o tipo de rochas existentes. São aquíferos fraturados. A vazão de 55,37 m<sup>3</sup>/h obtida em um poço seria suficiente para atender a demanda necessária, além do que, este poço apresentou uma vazão específica excelente, não condizente com as características dos aquíferos locais. Este deve ter sido um caso isolado. Este fato demonstra que as águas subterrâneas podem ser utilizadas como alternativa para o abastecimento do município.

