



reparar, restaurar, reconstruir

RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG

JULHO DE 2017



ESPECIFICAÇÕES DO PROJETO

Título do Projeto:	ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS: RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG
Contrato:	4500174059
Vigência Contrato:	26/03/2018
Centro de Custo:	780
Local:	Rio Doce/MG

DADOS DA CONTRATANTE

Contratante:	Samarco Mineração S/A
CNPJ:	016628281000
Endereço:	Mina do Germano, s/n, Mariana/MG
Gestor do Contrato:	João Batista Soares Filho
Contato:	31-3557-6084
Fiscal projeto:	Gustavo Pedersoli / Flávia Ferreira Santiago
Contato fiscal:	(31) 3559-5086 - (31) 98415-0393 / (31) 98472 - 8286

RESPONSABILIDADE TÉCNICA DO PROJETO

Razão Social:	MDGEO Serviços de Hidrogeologia Ltda.
CNPJ:	38.625.927/0001-90
Responsável Técnico:	Antônio Carlos Bertachini
Contato:	Rua Gararu, 389, Sagrada Família 31.035-470 – Belo Horizonte – MG Tel: (+55) 31-3482-9959 / 3466-1602 Fax: (+55) 31-3481-8911 mdgeo@mdgeo.com.br 3757016 – Antônio Carlos Bertachini – Responsável Técnico – Geólogo CREA SP 70902/D
Anotação de Resp. Técnica – ART:	

EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELO PROJETO

NOME	FUNÇÃO	ATIVIDADE
Antônio Carlos Bertachini (ABT) – Geólogo, Msc. CREA SP 70902/D	Consultor em Hidrogeologia	Consultor em Hidrogeologia Responsabilidade técnica
Breno Alexandre Pereira (BAP) – Eng. Geo. CREA MG 81028/D	Hidrogeólogo Sênior	Responsabilidade técnica Gerente do Projeto
José Cláudio Cruz Ulliano (JCU) – Eng. Geo.	Analista de Hidrogeologia	Execução do projeto Atividade de campo
Matheus Serri Moulin de Oliveira (MSM)	Auxiliar de Campo	Apoio no tratamento de dados Atividades de campo

REVISÃO DO RELATÓRIO

REVISÃO	DATA	ELAB.	APROVAÇÃO	FINALIDADE
V01	06/06/17	MSM		No prelo
V02	23/06/17	MSM/BAP		Versão enviada para o cliente para evidência de medição.
V03	11/07/17	JCU/MSM		No prelo
RI	19/07/17	JCU/MSM	BAP	Revisão interna
RIC	21/07/17	JCU		Relatório interno corrigido
RI2	16/08/17	BAP		2ª revisão interna
RIC2	17/08/17	JCU		2ª correção interna.
R1	01/09/17	JCU	BAP	Para revisão do cliente

		RELATÓRIO MDGEO Nº
		R_FRN780_01_INV_R1
ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS: RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG		

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
2	OBJETIVO	8
3	LOCALIZAÇÃO E ACESSOS DA ÁREA DE ESTUDO	9
4	CARACTERIZAÇÃO FISIOGRAFICA	10
4.1	CLIMA E VEGETAÇÃO	10
4.2	REDE DE DRENAGEM	10
4.3	ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	12
5	GEOLOGIA	14
5.1	GEOLOGIA REGIONAL	14
5.2	GEOLOGIA LOCAL	15
6	METODOLOGIA DE TRABALHO E DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES	18
7	INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA	20
7.1	NASCENTES	21
7.2	DRENAGENS SECAS	27
7.3	CADASTRO DE USUÁRIOS	29
7.4	MEDIÇÃO DE VAZÃO	31
7.5	PONTOS DE CONTROLE E FUROS DE SONDAGEM	33
8	MODELO HIDROGEOLÓGICO CONCEITUAL	39
8.1	CONCEITOS	39
8.2	UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS	40
8.2.1.1	Sistema Aquífero Poroso	40
8.2.1.2	Sistema Aquífero Cristalino ou Fraturado	40
8.3	RECARGA, DESCARGA E FLUXO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA	41
8.3.1	RECARGA	41
8.3.2	FLUXO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA - POTENCIOMETRIA	41
8.3.3	DESCARGA	44
9	PROJETO DE REDE DE MONITORAMENTO	48
9.1	MONITORAMENTO QUALITATIVO	52
9.2	MONITORAMENTO QUANTITATIVO	52
9.3	MONITORAMENTO ISOTÓPICO	54
10	CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
11	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 3.1: Localização da área de estudo (Fazenda Floresta).</i>	9
<i>Figura 4.1: Localização da área em relação dentre a Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste (ABAS, 2010).</i>	11
<i>Figura 4.2: Hidrografia da área de estudos.</i>	12
<i>Figura 4.3: Mapa geomorfológico da Folha Ponte Nova (CPRM, 1991).</i>	13
<i>Figura 5.1: Mapa geológico regional. Modificado de CPRM (1991).</i>	15
<i>Figura 5.2: Mapa geológico da área de estudos. Modificado de CPRM (1991).</i>	17
<i>Figura 7.1: Localização dos pontos cadastrados durante o inventário de pontos d'água.</i>	21
<i>Figura 7.2: Mapa de localização das nascentes inventariadas.</i>	22
<i>Figura 7.3: Localização da drenagem seca.</i>	28

		RELATÓRIO MDGEO Nº
		R_FRN780_01_INV_R1
ESTUDOS HIDROGEOLOGICOS: RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG		

<i>Figura 7.4: Mapa de localização dos usuários cadastrados durante o inventário.</i>	30
<i>Figura 7.5: Mapa de localização dos pontos de medição de vazão.</i>	32
<i>Figura 7.6: Mapa de localização dos pontos de controle cadastrados no inventário.</i>	34
<i>Figura 7.7: Mapa com a relação de pontos cadastrados e de pontos do plano de perfuração.</i>	38
<i>Figura 8.1: Perfil A - A'.</i>	42
<i>Figura 8.2: Perfil B - B'.</i>	42
<i>Figura 8.3: Mapa potenciométrico da Fazenda Floresta e entorno.</i>	43
<i>Figura 8.4: Mapa dos limites das sub-bacias dos córregos Micaela e Sousa.</i>	45
<i>Figura 9.1: Mapa de proposta da rede de monitoramento.</i>	49
<i>Figura 9.2: Perfil construtivo esperado para os piezômetros propostos.</i>	51
<i>Figura 9.3: Medidor de nível d'água.</i>	53

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 7.1: Localização e parâmetros físico-químicos medidos nas nascentes da área de estudo.</i>	22
<i>Tabela 7.2: Localização e descrição da drenagem seca do ponto SCA-DS-01.</i>	28
<i>Tabela 7.3: Localização e descrição dos usuários de água no entorno da Fazenda Floresta.</i>	29
<i>Tabela 7.4: Localização e parâmetros físico-químicos dos pontos de medição de vazão.</i>	32
<i>Tabela 7.5: Correlação dos pontos de controle do inventário de pontos d'água com o plano de sondagem da SAMARCO na Fazenda Floresta.</i>	35
<i>Tabela 8.1: Síntese dos cálculos da recarga efetiva para a área de estudos.</i>	47
<i>Tabela 9.1: Localização dos instrumentos propostos.</i>	49
<i>Tabela 9.2: Localização do ponto de medição de vazão com micromolinete no Córrego Sousa.</i>	54

LISTA DE FOTOS

<i>Foto 7.1: A) Local do início da nascente SCA-NA-01, presença de blocos e água represada. B) Vista à montante, blocos e vegetação abundantes no local.</i>	23
<i>Foto 7.2: A) Localidade de um dos pontos da nascente SCA-NA-02, facão indicando a direção do fluxo superficial. B) Vista à montante com indicação da direção do fluxo superficial, região côncava, com vegetação rasteira baixa do tipo pastagem.</i>	24
<i>Foto 7.3: A) Vista para jusante do ponto SCA-NA-03, ocorrência de solo saturado e vegetação típica de solos encharcados. Indicação da direção do fluxo superficial. B) Vista lateral, vegetação do tipo pastagem e de grande porte circundante ao local.</i>	25
<i>Foto 7.4: A) Vista à montante da SCA-NA-04, local da saída do brejo com indicação da direção do fluxo superficial. B) Canalização e reservatório utilizado para dessedentação de animais.</i>	26
<i>Foto 7.5: A) Vista à montante da SCA-NA-05, região tomada por gramíneas e rodeada por pastagens. Indicação da direção do fluxo superficial. B) Vista à jusante da nascente.</i>	26
<i>Foto 7.6: A) Vista à jusante da SCA-DS-01, região com solo saturado próximo à confluência com o Rio do Peixe. B) Vista a montante da drenagem, indicação da direção do suposto fluxo superficial.</i>	29
<i>Foto 7.7: Ponto SCA-US-01. A) Local da captação, bomba submersa conectada a adutora de 1". B) Ambiente onde ocorre a captação e residência dos usuários.</i>	31
<i>Foto 7.8: Ponto SCA-MV-01. A) Vista à montante da seção. B) Vista à jusante do Córrego Micaela.</i>	33
<i>Foto 7.9: Ponto SCA-MV-02. A) Vista a jusante da seção medida. B) Vista a montante do Córrego do Sousa.</i>	33
<i>Foto 7.10: A) Processo de medição do nível d'água no ponto SCA-FS-01. B) Vista para a praça de sondagem onde está localizado o furo.</i>	36
<i>Foto 7.11: Pontos de controle das Pilhas I e II. A) Ponto SCA-PC-03 (Pilha I). B) Ponto SCA-PC-16 (Pilha II), furo de sondagem obstruído a partir de 4,0 m.</i>	37
<i>Foto 7.12: Pontos de controle do Platô II. A) Ponto SCA-PC-17, visada para a área. B) Ponto SCA-PC-18, furo de sonda obstruído a partir de 1,3 m.</i>	37

		RELATÓRIO MDGEO Nº
		R_FRN780_01_INV_R1
ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS: RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG		

ANEXOS

ANEXO I – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA
ANEXO II – FICHAS DE CAMPO

		RELATÓRIO MDGEO Nº
		R_FRN780_01_INV_R1
ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS: RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG		

1 INTRODUÇÃO

No dia 5 de novembro de 2015 ocorreu um acidente na Barragem do Fundão nas dependências do Complexo Germano, da Samarco, onde o rompimento da barragem lançou 32 milhões de m³ de rejeitos do processo de beneficiamento do minério de ferro no Rio sobre o Rio Gualaxo do Norte, afluente do Rio do Carmo que forma o Rio Doce, após se encontrar com o Rio Piranga.

Parte da lama que se formou sobre os cursos d'água na bacia do Rio Doce chegou até a foz desse rio no município de Regência, no estado do Espírito Santo, em 22 de novembro de 2015.

Apenas parte do material chegou à foz do Rio Doce pois, com o comunicado da Defesa Civil, foi possível que a equipe da Usina Hidrelétrica Risoleta Neves – UHE Risoleta Neves (antigamente denominada UHE Candonga), liberasse parte das águas armazenadas na unidade, fechasse as comportas e então retivesse parte do rejeito que desceu pelo rio. Até a UHE Risoleta Neves, aproximadamente 26,5 milhões de m³ de rejeito ficaram retidos nas porções de montante da bacia, o que representa 82% de todos o material que saiu da Barragem de Fundão (FUNDAÇÃO RENOVA, 2017).

A UHE Risoleta Neves, localizada entre os municípios de Rio Doce e Santa Cruz do Escalvado e em operação desde o ano de 2004, teve então que interromper suas operações pelo acúmulo de material.

A fim de permitir a retomada das atividades da UHE Risoleta Neves, estudos estão sendo desenvolvidos, inicialmente pela própria SAMARCO e mais recentemente pela Fundação Renova¹, a fim de retirar esse material e depositá-lo em local adequado.

Esses estudos levaram a um projeto de deposição do material dragada da barragem da UHE Risoleta Neves na região da Fazenda Floresta, comprada pela SAMARCO para esse fim.

¹ A Fundação Renova foi a entidade criada a fim de gerenciar os recursos destinados a mitigar os impactos gerados pelo rompimento da Barragem de Fundão. Sua missão é implementar e gerir os programas de reparação, restauração e reconstrução das regiões impactadas pelo rompimento da barragem, previstos no Termo de Transação de Ajustamento de Conduta (TTAC), assinado pelo SAMARCO com o Governo Federal, os estados de Minas Gerais e Espírito Santo e diversos outros órgãos (FUNDAÇÃO RENOVA, 2017).

		RELATÓRIO MDGEO Nº
		R_FRN780_01_INV_R1
ESTUDOS HIDROGEOLOGICOS: RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG		

O contrato 450074059 firmado então pela SAMARCO e MDGEO, em março de 2017, estabelece como escopo o desenvolvimento de estudos hidrogeológicos na região da Fazenda Floresta a fim de avaliar o risco de contaminação dos aquíferos locais pela disposição dos rejeitos na área da Fazenda Floresta e definição do plano de monitoramento hídrico.

Este relatório é o resultado dos trabalhos realizados no decorrer do mês de junho de 2017. As atividades executadas compreendem o inventário de pontos d'água, drenagens, poços de bombeamento e instrumentos de monitoramento de nível d'água, além de realizar o cadastro de usuários da Fazenda Floresta, Rio Doce (MG) e seu entorno.

Com os trabalhos finalizados, a FUNDAÇÃO RENOVA juntamente com a SAMARCO poderão avaliar se a transposição do material retido no leito da UHE de Risoleta Neves para Fazenda Floresta de fato contribuiu com alterações das condições naturais do aquífero da área em estudo.

		RELATÓRIO MDGEO Nº
		R_FRN780_01_INV_R1
ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS: RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG		

2 OBJETIVO

O estudo tem por objetivo o inventário de pontos d'água em período seco e cadastro de usuários da Fazenda Floresta e seu entorno como parte de um estudo complementar para posterior avaliação de possíveis impactos da transposição dos rejeitos situados na barragem da UHE Risoleta Neves, para as pilhas planejadas na fazenda, nas condições naturais do aquífero da localidade.

		RELATÓRIO MDGEO Nº
		R_FRN780_01_INV_R1
ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS: RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG		

3 LOCALIZAÇÃO E ACESSOS DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo, Fazenda Floresta, localiza-se no município de Rio Doce, que se encontra na porção sudeste do estado de Minas Gerais (Figura 3.1). Dista aproximadamente 200 km de Belo Horizonte.



Figura 3.1: Localização da área de estudo (Fazenda Floresta).

O principal acesso, partindo de Belo Horizonte, é realizado pela BR-356, com o acesso pelo trevo do condomínio Alphaville, seguindo até Mariana. Toma-se então a MG-262 (Rod. Luís Martins) por 62 km até Ponte Nova. Rio Doce fica a aproximadamente 20 km de Ponte Nova seguindo pela BR-120.

A Fazenda Floresta está a aproximadamente 15 km da sede do município de Rio Doce, de onde segue por estrada de terra seguindo a margem esquerda do Rio Doce até a sede da fazenda.

		RELATÓRIO MDGEO Nº
		R_FRN780_01_INV_R1
ESTUDOS HIDROGEOLOGICOS: RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG		

4 CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA

Neste capítulo serão apresentadas as características dos componentes fisiográficos existentes na região da Fazenda Floresta em Rio Doce (MG) como vegetação, clima, rede hidrográfica/drenagens e também aspectos geomorfológicos.

4.1 CLIMA E VEGETAÇÃO

De acordo com a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), a classificação climática para região segundo Köppen é predominantemente Aw (semi-úmido), caracterizada por temperaturas médias anuais entre 24,7^o-21,4^oC, com estações bem definidas e concentração de chuvas entre outubro a março (CPRM, 1991).

A etapa de Compilação de Dados (MDGEO, 2017) mostrou que a estação pluviométrica mais próxima à área de estudo é a Estação Rio Casca, que apresenta uma série de dados de monitoramento de 1942 a até a atualidade. Com isso, sabe-se que o regime pluviométrico anual da região é de em média 1.321,3 mm/ano, com duas estações bem definidas: uma seca, de abril a setembro, e outra chuvosa de outubro a março, definindo assim o ano hidrológico da região confrontando positivamente com as informações anteriormente citadas da CPRM (1991).

De acordo com o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piranga (CBHRP, 2013) a região está situada na Zona da Mata Mineira, onde os aspectos vegetativos refletem claramente a atuação antrópica sobre o meio natural. Com isso, a localidade compreende a combinação de resquícios de mata fechada, capoeiras e pastagens.

4.2 REDE DE DRENAGEM

A área de estudo está localizada na Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste (RHAS), definida pela Associação Brasileira de Águas Subterrâneas (ABAS, 2010) como de alto contingente populacional e pela importância econômica de sua indústria. O município de Rio Doce situa-se na porção oeste da RHAS; sendo que a principal bacia hidrográfica que compõem a região é a Bacia Hidrográfica do Rio Doce (BHRD).

		RELATÓRIO MDGEO Nº
		R_FRN780_01_INV_R1
ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS: RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG		

O Rio Doce propriamente dito inicia-se no município homônimo, a partir da confluência dos Rios do Carmo e Piranga. A área de estudo abrange uma pequena parte da Sub-bacia hidrográfica do Rio Piranga (CBHRP, 2013) (Figura 4.1).

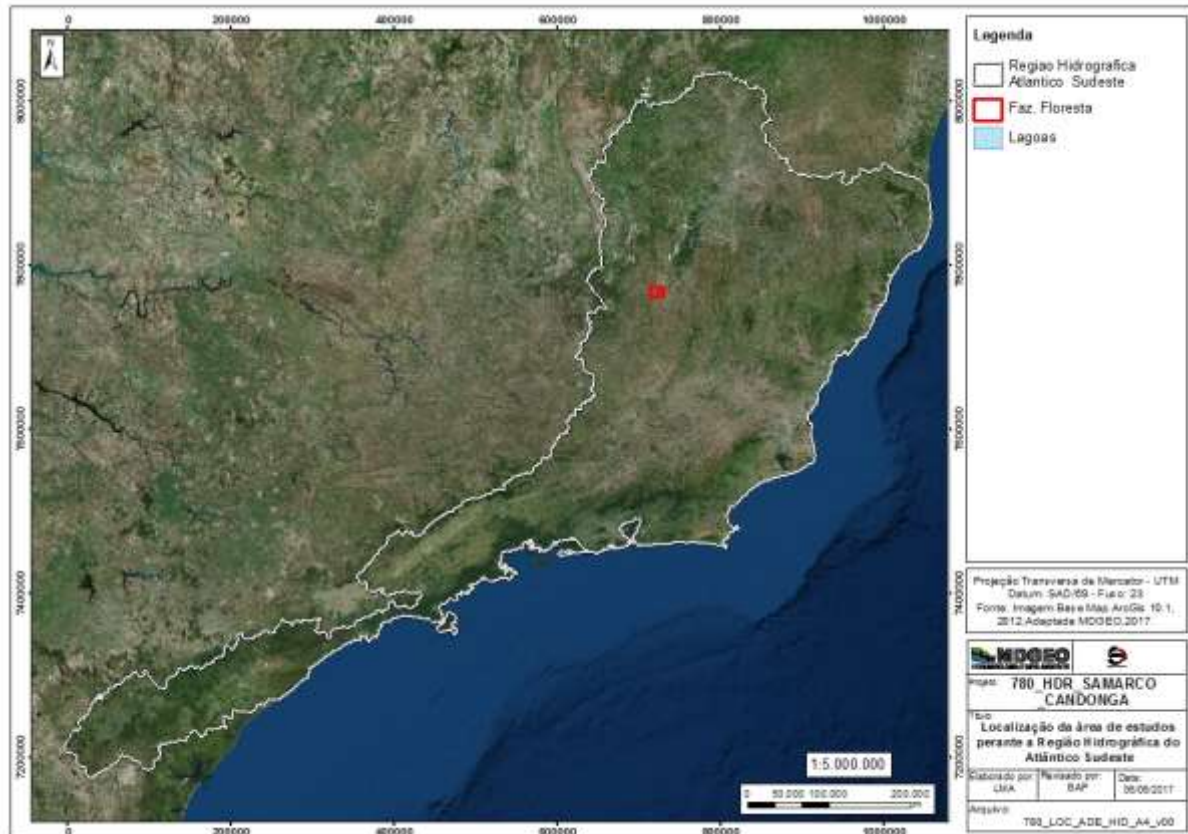


Figura 4.1: Localização da área em relação dentro a Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste (ABAS, 2010).

Na região de Ponte Nova e Rio Doce a rede de drenagem apresenta forte controle estrutural, governado pelas estruturas do embasamento de direção NE-SW, proporcionando o padrão retangular das drenagens (CPRM, 1991). Os principais cursos d'água na área de estudos são o Rio do Peixe e os Córregos Micaela e do Sousa, todos afluentes do Rio Doce (Figura 4.2).

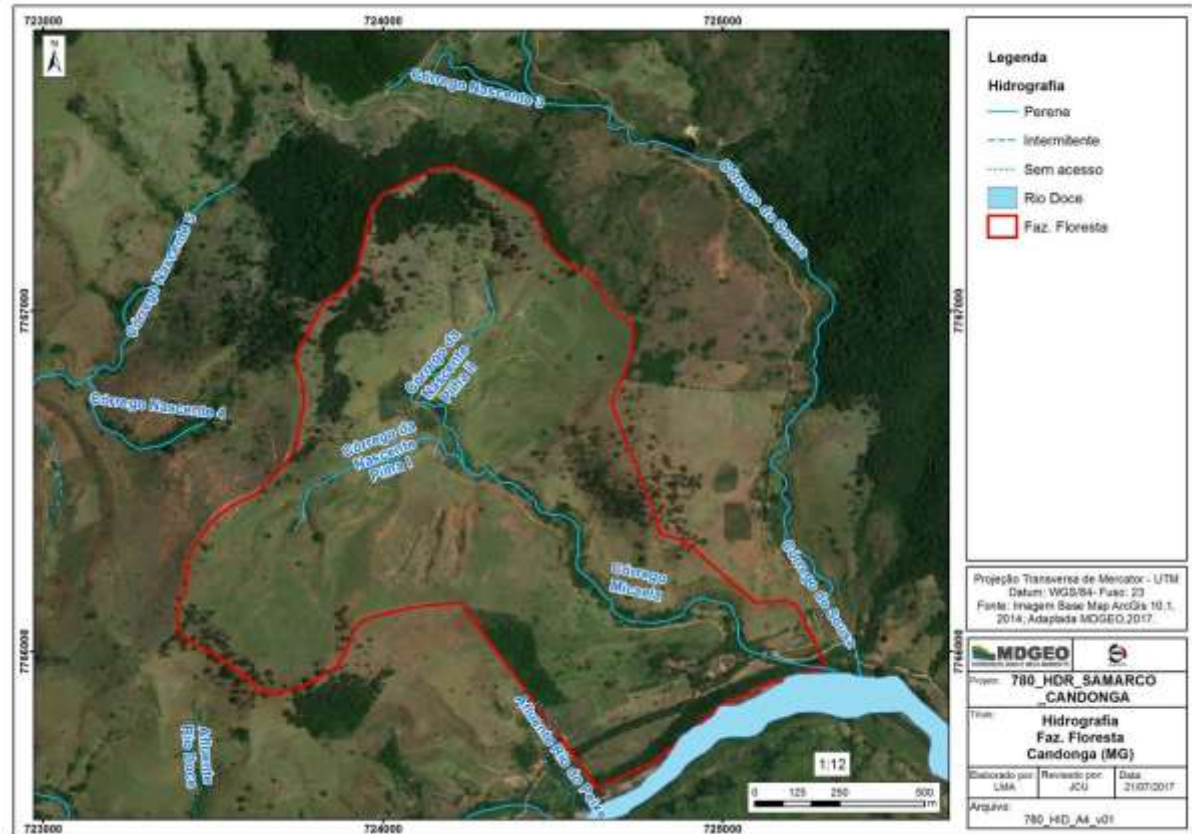


Figura 4.2: Hidrografia da área de estudos.

4.3 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

A região de estudo está incluída na porção leste do estado de Minas Gerais, que percebe parte do planalto Atlântico Brasileiro (Ab'Saber, 1972). Essa porção do relevo concebe um planalto cristalino rebaixado, onde processos morfogenéticos tropicais atuam de forma bastante participativa. Além disso, os fatores geológicos como litologias e estruturas bem como oscilações climáticas a partir do Mesozoico contribuíram para formação da configuração atual da superfície da região. Assim, a região do município Rio Doce e seu entorno apresentam formas de dissecação de superfícies cenozoicas, caracterizadas principalmente por cristas, colinas e vales encaixados em sua porção norte, bem como colinas, ravinamentos e cristas esparsas em sua porção sul (CPRM, 1991) (Figura 4.3).

ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS: RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG

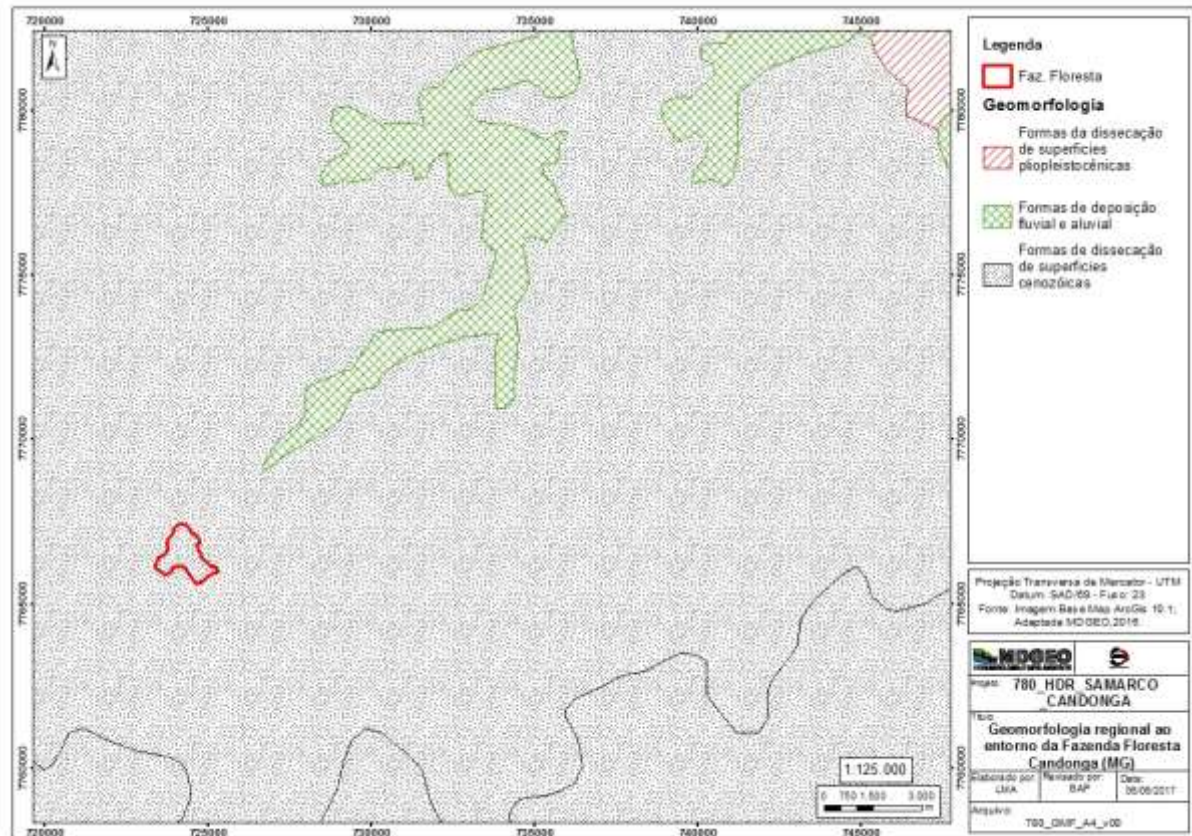


Figura 4.3: Mapa geomorfológico da Folha Ponte Nova (CPRM, 1991).

		RELATÓRIO MDGEO Nº
		R_FRN780_01_INV_R1
ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS: RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG		

5 GEOLOGIA

5.1 GEOLOGIA REGIONAL

O capítulo de Geologia Regional foi elaborado segundo a leitura e compilação de dados do Relatório da Folha Ponte Nova (SF-23-X-B-II) da CPRM (1991).

A área de estudo está localizada na Região Sudeste, no domínio geotectônico da Província Mantiqueira, representada por orto- e paragneisses paleoproterozoicos formados em metamorfismo de fácies anfibolito gerados em contexto intermediário de crosta continental responsável pela consolidação da Faixa Ribeira.

A evolução geotectônica da região conta com registros de ciclos tectonotermiais que datam desde o Arqueano até o Proterozóico Superior, já as feições mais recentes são marcadas por falhamentos de gravidade e intrusões ácidas a básicas não deformadas (CPRM, 1991).

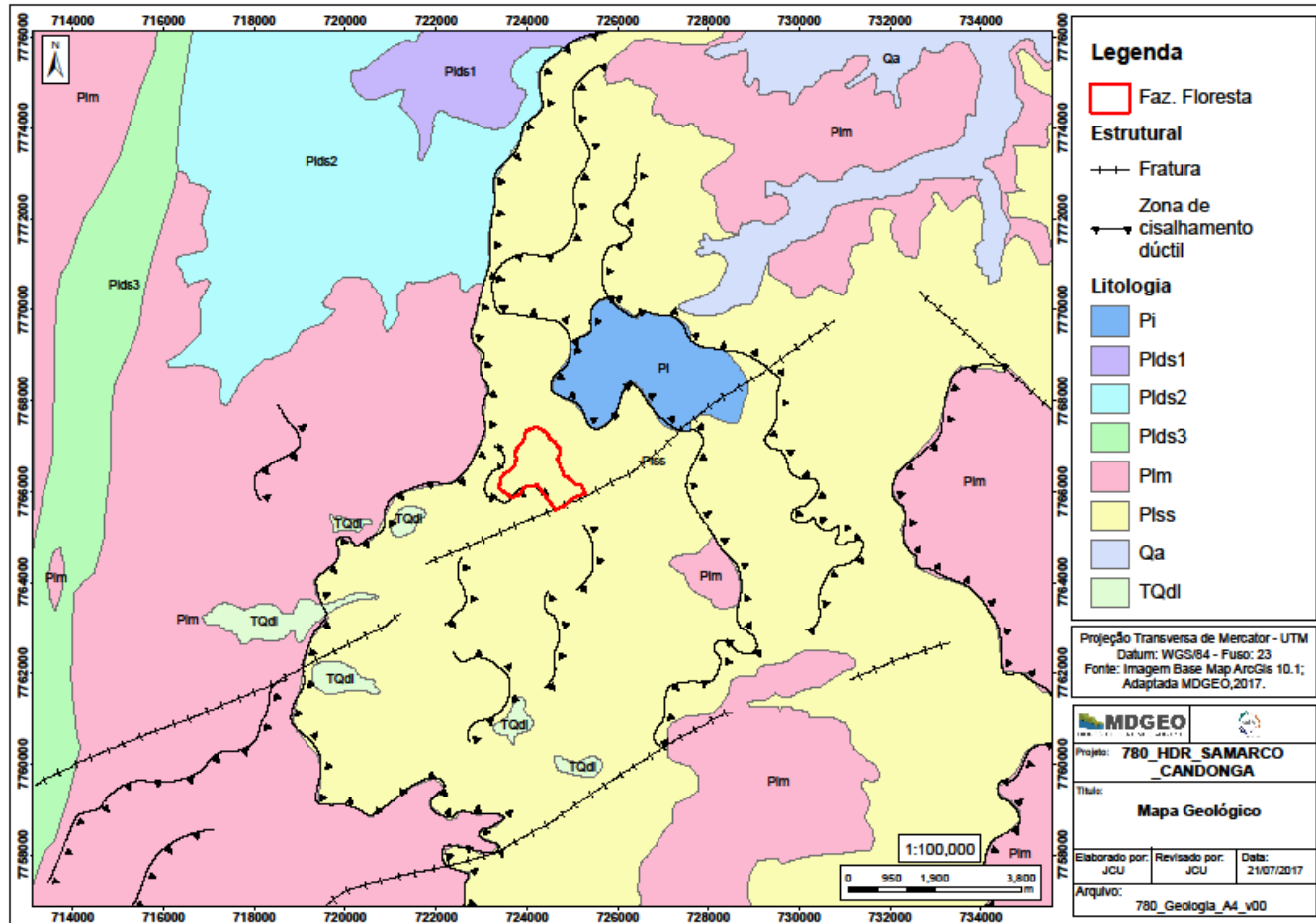


Figura 5.1: Mapa geológico regional. Modificado de CPRM (1991).

5.2 GEOLOGIA LOCAL

A Fazenda Floresta e seu entorno estão localizados inteiramente na Suíte Metamórfica São Sebastião do Soberbo, que abrange um conjunto de rochas de protólito basicamente sedimentar, constituída por anfibólio-biotita-gnaiss, anfíbolitos, rochas calcissilicáticas, muscovita-quartzitos e muscovita-quartzoxistos, que contêm injeções graníticas de origem síncrona ao tectonismo responsável pela formação da suíte, além da cobertura formada por solos (aluvião e coluvião), resultantes dos processos de intemperismo das rochas descritas.

Em suma, a suíte metamórfica São Sebastião do Soberbo (Plss) está representada por um conjunto de rochas essencialmente supracrustais datadas em 2.160 Ma, que compreendem gnaisses bandados a laminados com intercalações de

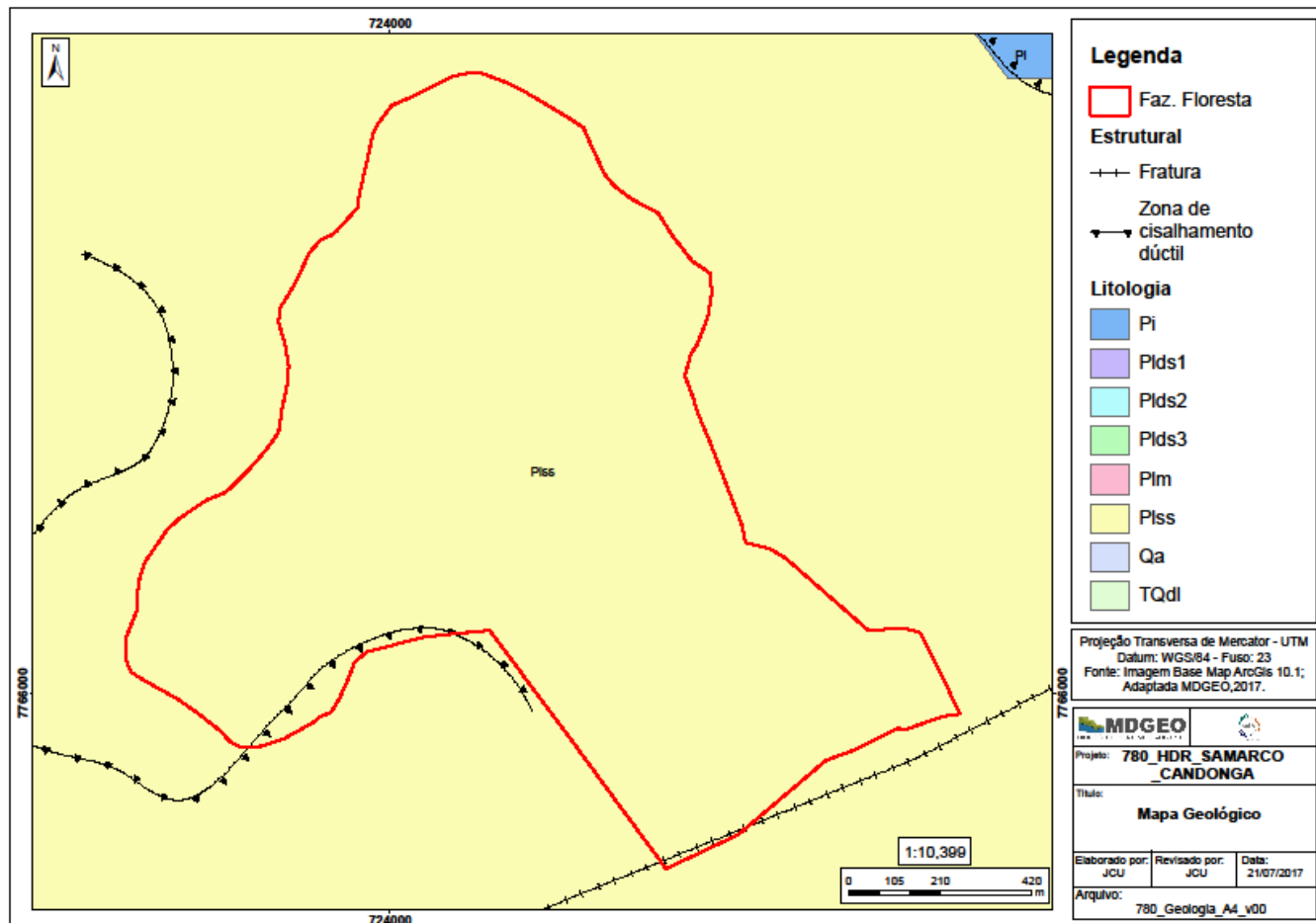
		RELATÓRIO MDGEO Nº
		R_FRN780_01_INV_R1
ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS: RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG		

anfíbólito e rochas calcissilicáticas, podendo ocorrer em menor proporção estreitas faixas de quartzitos, xistos moscovíticos e rochas ferruginosas (Figura 5.2).

O litotipo predominante é um anfibólio-biotita-gnaiss com bandamento centimétrico a métrico, de granulação fina a média, coloração esbranquiçada, e com menor percentual de minerais máficos que em relação aos félsicos. Esse gnaiss é constituído basicamente de quartzo, feldspato, biotita e anfibólio, e por vezes minerais acessórios como granada, magnetita, carbonato e epidoto. π

As estruturas observadas nessas rochas, como a foliação e bandamento gnáissicos são resultantes da transposição por cisalhamento dúctil, podendo por vezes aparecer zonas milonitizadas nas zonas próximas à contatos tectônicos com outros complexos ou suítes geológicas.

Com base nas descrições dos furos de sonda, realizados na Fazenda Floresta, a cobertura tem espessura em torno de 20 a 25 m.



		RELATÓRIO MDGEO Nº
		R_FRN780_01_INV_R1
ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS: RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG		

Figura 5.2: Mapa geológico da área de estudos. Modificado de CPRM (1991).

		RELATÓRIO MDGEO Nº
		R_FRN780_01_INV_R1
ESTUDOS HIDROGEOLOGICOS: RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG		

6 METODOLOGIA DE TRABALHO E DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES

O trabalho de campo compreendeu o inventário de surgências de água subterrânea (nascentes), drenagens secas, furos de sondagem, usuários d'água e medições de vazão de córregos na Fazenda Floresta e seu entorno entre os dias 08 a 14 de junho 2017.

Em cada ponto inventariado ou usuário cadastrado foi preenchida uma ficha de identificação onde todas as informações foram registradas. Todos os pontos foram locados com GPS da marca GARMIM, modelo OREGON 550t, e devidamente fotografados. O Datum utilizado foi WGS/84 compatível com SIRGAS 2000.

Os caminhamentos ao longo das drenagens presentes na área de estudo possibilitaram a caracterização das surgências e drenagens secas, com a identificação e descrição da morfologia e litologia do terreno, tipo de surgência, vazão estimada e medições de parâmetros físico-químicos das águas in situ, (pH, Eh, condutividade elétrica e temperatura da água e do ar) por meio de medidor multiparâmetro HQ40d da marca Hach, devidamente calibrado.

As medições do nível d'água em furos de sondagem foram realizadas, quando possível, por meio de um medidor de nível portátil, esses dados colaboraram com a avaliação da profundidade do nível freático e produção do mapa potenciométrico ao longo da área.

O cadastro de usuários consistiu no levantamento de informações dos meios captação e armazenamento dos moradores de propriedades vizinhas à região da Fazenda Floresta. Foram levados em consideração o nome do proprietário, número de pessoas que utilizam o recurso, quantidade e volume de reservatórios, tipo e local de captação. O registro dessas informações pode colaborar com avaliações de possíveis impactos futuros na quantidade e distribuição da água após a construção das Pilhas I e II.

As medições de vazão foram feitas com o uso de um micromolinete da marca *Rickly Hydrological Company* com conchas de diâmetro de 1 cm. A medição da vazão seguiu o documento *Procedimento para medição de vazão com instrumento móvel* (MDGEO, 2010), que aborda os procedimentos técnicos para medição de vazão com instrumentos móveis.

		RELATÓRIO MDGEO Nº
		R_FRN780_01_INV_R1
ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS: RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG		

Todos os pontos receberam o prefixo SCA (Samarco Candonga). As nascentes inventariadas receberam a sigla NA seguida de um número correspondente à ordem em que foram cadastradas. A mesma metodologia foi aplicada para as drenagens secas (DS), furos de sondagem (FS), pontos de controle (PC), usuários d'água (US) e pontos de medição de vazão (MV).

		RELATÓRIO MDGEO Nº
		R_FRN780_01_INV_R1
ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS: RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG		

7 INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA

Entre os dias 09 e 14 de junho de 2017, a equipe de campo da MDGEO, formada pelo analista de hidrogeologia José Cláudio Ulliano e o auxiliar de geologia Matheus Serri, realizaram a etapa de campo de inventário de pontos d'água do período seco.

Os dados apresentados neste capítulo são referentes as atividades de cadastro de nascentes, drenagens secas, furos de sondagem, usuários de água e pontos de controle, além da medição e vazão nos principais cursos d'água na região da Fazenda Floresta e entorno. Como resultado das atividades, 30 pontos foram cadastrados, sendo que dos quais:

- 5 nascentes;
- 1 drenagem seca;
- 1 furo de sonda com água;
- 2 usuários;
- 2 medições de vazão;
- 19 pontos de controle.

A Figura 7.1 apresenta a disposição de todos pontos cadastrados durante a atividade.

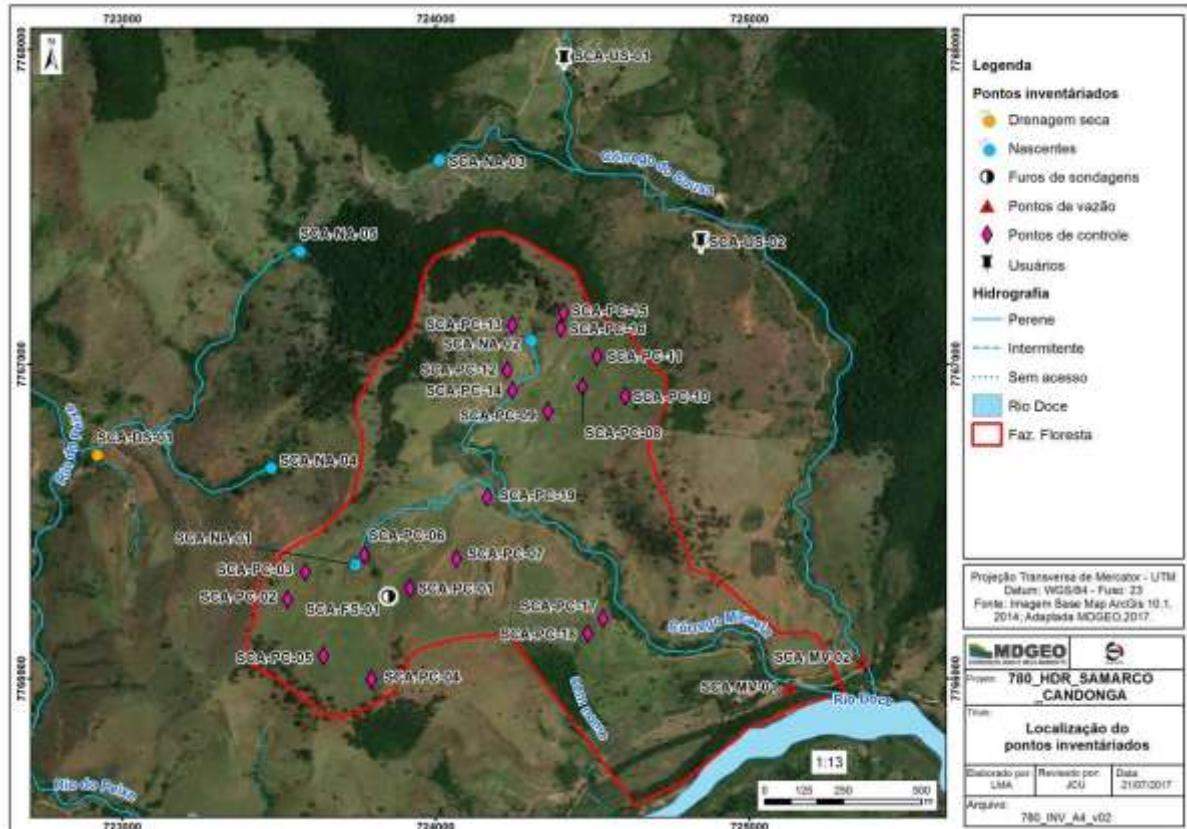


Figura 7.1: Localização dos pontos cadastrados durante o inventário de pontos d'água.

7.1 NASCENTES

Na área de estudo foram cadastradas 5 nascentes (Figura 7.2), das quais 2 se encontram no interior da Fazenda Floresta. Essas nascentes são os pontos de partida dos dois principais tributários que formam o Córrego Micaela, sendo que ambas estão localizadas nas futuras Pilhas I e II onde serão dispostos os rejeitos dragados do Rio Doce. A confluência entre esses cursos ocorre pelo fato de que a região da fazenda é uma micro-bacia, o que torna o Córrego Micaela o principal curso de drenagem superficial da área.

A Tabela 7.1 apresenta os dados de localização e dos parâmetros físico-químicos medidos em campo.

		RELATÓRIO MDGEO Nº
		R_FRN780_01_INV_R1
ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS: RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG		

Tabela 7.1: Localização e parâmetros físico-químicos medidos nas nascentes da área de estudo.

Nome	X	Y	Cota (m)	T. ar (°C)	T. água (°C)	C.E. (µS/cm)	pH	Eh (mV)	Vazão Estimada (L/s)
SCA-NA-01	723743	7766363	416	22.30	21.80	94.20	6.37	196.10	0.1
SCA-NA-02	724306	7767075	400	23.00	22.60	16.88	6.48	87.50	0.2
SCA-NA-03	724012	7767648	441	22.90	22.30	84.40	7.27	-209.90	0.01
SCA-NA-04	723475	7766671	400	26.60	21.00	48.40	6.72	156.50	0.2
SCA-NA-05	723567	7767360	425	24.80	25.70	87.70	6.44	26.60	0.2

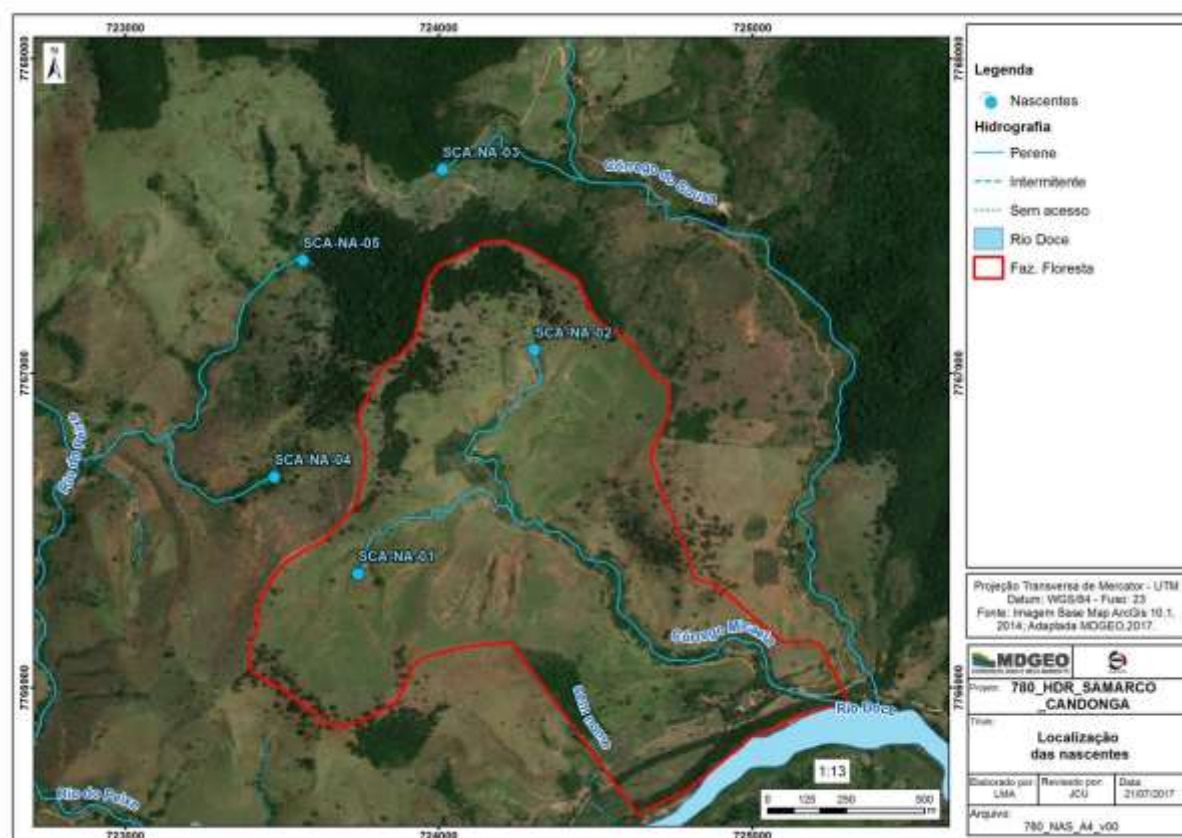


Figura 7.2: Mapa de localização das nascentes inventariadas.

A nascente SCA-NA-01 (Foto 7.1) situa-se na porção delimitada para construção da Pilha I, destacando-se por ser do tipo pontual aflorando sobre blocos rolados métricos de rochas de coloração preta (provavelmente anfíbolitos), gnaisses e fragmentos de veios de quartzo.

O solo é argiloso de coloração marrom e a vegetação é abundante situada numa faixa de até 15 metros ao redor da drenagem. A água no local surge numa vazão estimada de cerca de 0,1 L/s, possuindo temperatura aproximadamente 1°C mais baixa que do ar, com condutividade de 94,2 µS/cm, pH tendendo à neutralidade e Eh

		RELATÓRIO MDGEO Nº
		R_FRN780_01_INV_R1
ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS: RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG		

oxidante, ou seja, indicando boa circulação da água subterrânea. A vazão contínua proporciona porções empossadas, onde o fluxo superficial é mais lento, e conseqüentemente ocorrem ferrobactérias que podem estar aproveitando dos íons em solução disponibilizados naturalmente pelas rochas e solo do local.



Foto 7.1: A) Local do início da nascente SCA-NA-01, presença de blocos e água represada. B) Vista à montante, blocos e vegetação abundantes no local.

A nascente SCA-NA-02 (Foto 7.2) é do tipo difusa, ou seja, os pontos d'água abrangem uma grande área (de aproximadamente 500 m²) onde o solo é saturado, de textura argilo-arenoso, rico em matéria orgânica com vegetação de porte baixo, formando de um típico brejo.

À jusante da área encharcada têm-se o ponto de saída da nascente, onde a vazão estimada de 0,2 L/s é relativamente maior que em montante. A nascente é circundada por morros cobertos por pastagens, onde serão dispostos os rejeitos da Pilha II. No local, a temperatura da água é pouco mais baixa que do ar, a condutividade é de 16,88 µS/cm, bem menor em comparação com o ponto SCA-NA-01, e características de pH e Eh tendem à neutralidade e ao ambiente oxidante, respectivamente.

		RELATÓRIO MDGEO Nº
		R_FRN780_01_INV_R1
ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS: RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG		



Foto 7.2: A) Localidade de um dos pontos da nascente SCA-NA-02, facão indicando a direção do fluxo superficial. B) Vista à montante com indicação da direção do fluxo superficial, região côncava, com vegetação rasteira baixa do tipo pastagem.

As nascentes cadastradas no entorno da Fazenda Floresta correspondem aos pontos de afloramento da água subterrânea da porção exterior dos divisores de água da micro-bacia do Córrego Micaela. No total foram inventariadas mais 3 nascentes, sendo uma na porção norte, e outras duas na porção noroeste da região do entorno.

Na porção norte está o ponto SCA-NA-03 correspondente à uma das nascentes que gera um dos afluentes do Córrego do Sousa (Foto 7.3). É do tipo difusa, formada em região com características de brejo, onde o solo é argiloso de coloração acastanhada e saturado.

O local é rodeado por pastagens, e é frequente vegetação típica de solos encharcado. A água é utilizada para dessedentação de animais bovinos, sendo que acesso dos mesmos é livre ao longo de toda extensão da nascente, além disso, uma estrada de terra corta a porção mais a montante do ponto. De acordo com o proprietário da região, a água já foi utilizada para consumo humano, mas atualmente a quantidade não é suficiente para captação.

A nascente possui vazão estimada de 0,01 L/s, temperatura relativamente mais baixa que a do ar, com condutividade de 84,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH tendendo à neutralidade e condições de Eh indicando um ambiente redutor de baixa circulação da água subterrânea.

		RELATÓRIO MDGEO Nº
		R_FRN780_01_INV_R1
ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS: RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG		



Foto 7.3: A) Vista para jusante do ponto SCA-NA-03, ocorrência de solo saturado e vegetação típica de solos encharcados. Indicação da direção do fluxo superficial. B) Vista lateral, vegetação do tipo pastagem e de grande porte circundante ao local.

Os cursos d'água iniciados a partir das nascentes cadastradas na porção noroeste do entorno da Fazenda Floresta se unem e formam um dos afluentes do Rio do Peixe, que bordeja a região leste dos divisores de água da microbacia do Córrego Micaela. Os pontos cadastrados nessa região foram SCA-NA-04 e SCA-NA-05.

O ponto SCA-NA-04 (Foto 7.4) refere-se à uma nascente do tipo difusa caracterizada por solo areno-argiloso saturado de coloração marrom claro em meio a blocos métricos de gnaiss, e vegetação abundante típica de brejos. Na saída da região saturada a água é canalizada para reservatórios utilizados para dessedentação de animais, sendo que os excedentes correm livremente pelo curso natural da drenagem.

A nascente possui vazão estimada de cerca de 0,2 L/s, com temperatura inferior que a do ar, condutividade de 48,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH tendendo à neutralidade e Eh indicando um ambiente oxidante.

		RELATÓRIO MDGEO Nº
		R_FRN780_01_INV_R1
ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS: RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG		



Foto 7.4: A) Vista à montante da SCA-NA-04, local da saída do brejo com indicação da direção do fluxo superficial. B) Canalização e reservatório utilizado para dessedentação de animais.

Por fim, o ponto SCA-NA-05 condiz à uma nascente localizada no setor nortenoeste do entorno da Fazenda Floresta. A mesma se configura como do tipo difusa, localizada em área circular de raio de aproximadamente 40 metros. O solo é saturado de textura argilosa de coloração marrom claro, com forte incidência de matéria orgânica, tomado por gramíneas, e rodeado por pastagens (Foto 7.5). A temperatura da água neste ponto é maior que a do ar, a condutividade é de 87,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$, de pH tendendo à alcalinidade, com Eh indicando um ambiente pouco oxidante, sendo essas características similares às da nascente do ponto SCA-NA-03.



Foto 7.5: A) Vista à montante da SCA-NA-05, região tomada por gramíneas e rodeada por pastagens. Indicação da direção do fluxo superficial. B) Vista à jusante da nascente.

		RELATÓRIO MDGEO Nº
		R_FRN780_01_INV_R1
ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS: RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG		

Em geral as nascentes são do tipo difusa, com solo saturado argiloso de coloração amarronzada. Comumente ocorrem de formas circulares no terreno, circundadas por vegetação de baixo porte do tipo pastagem. A preservação da mata ciliar nesses pontos é baixa, percebendo pequenas faixas ao entorno das surgências e dos cursos das drenagens.

As características físico-químicas tendem a ser constantes ao longo de toda área de estudo, sendo que a temperatura do ar usualmente maior do que da água, com condutividade variando entre 16,88 e 94,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH tendendo à neutralidade, onde o ambiente subterrâneo costuma ser mais oxidante.

Essas características podem indicar fluxos subterrâneos moderados, com águas que interagem mediamente com o solo ou a rocha, por isso possuem pH parecido com o das águas pluviais (em torno da neutralidade).

7.2 DRENAGENS SECAS

Apenas uma drenagem seca foi cadastrada durante o inventário (Figura 7.3). Esta relaciona-se a um curso d'água que se uniria ao deflúvio gerado pelas nascentes dos pontos SCA-NA-04 e SCA-NA-05 e consolidariam o afluente do Rio do Peixe que tem origem nas porções noroeste e oeste dos divisores d'água do Córrego Micaela.

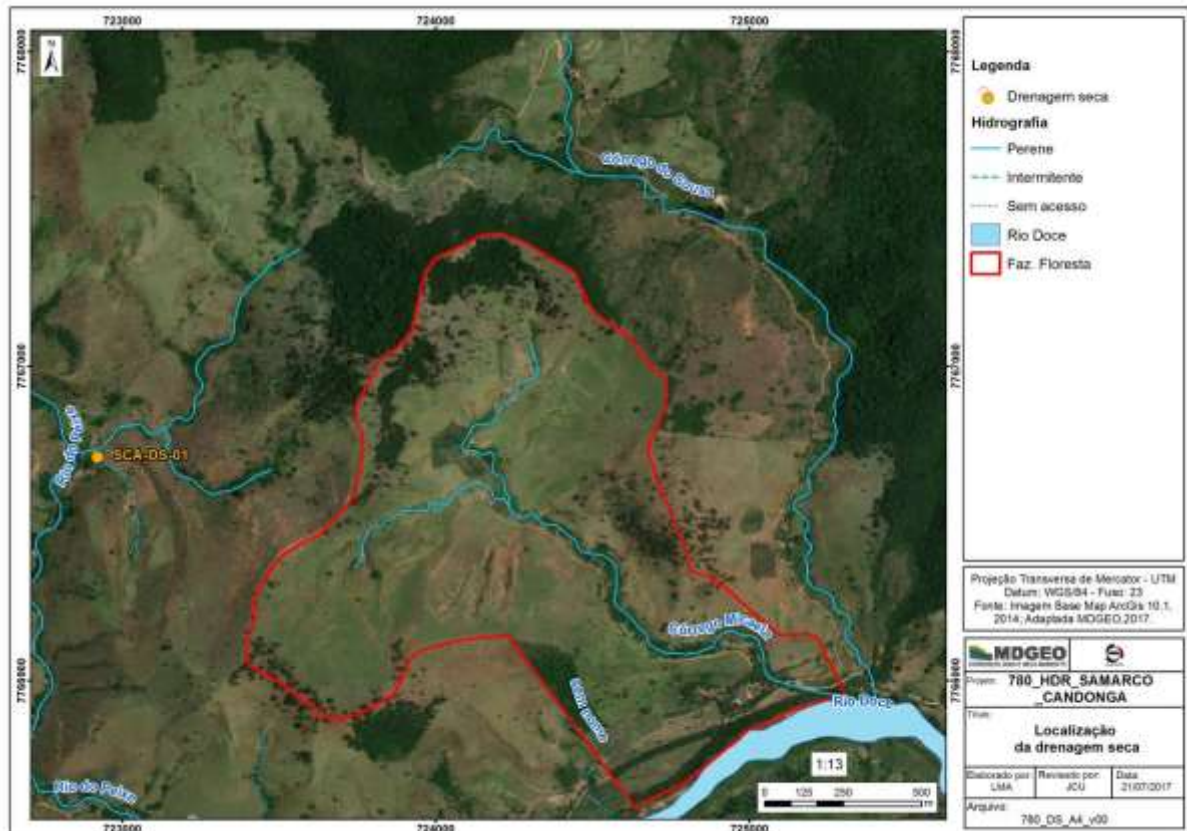


Figura 7.3: Localização da drenagem seca.

A Tabela 7.2 apresenta os dados de localização e uma descrição sucinta da drenagem seca cadastrada durante as atividades de inventário.

Tabela 7.2: Localização e descrição da drenagem seca do ponto SCA-DS-01.

Nome	X	Y	Cota (m)	Observações
SCA-DS-01	722921	7766712	324	Drenagem seca com solo saturado próximo à confluência com o Rio do Peixe. Existência de barramento à montante e registro de utilização do local para captação de água em tempos pretéritos.

A drenagem é margeada por um canal e ocorrem à cerca de 300 metros da residência de um usuário, Sr. Iraci. De acordo com o proprietário da localidade, já existiu uma nascente na drenagem, mas a mesma secou nos últimos anos.

Na porção de montante existe um barramento que servia de contenção da água, que era utilizada para abastecimento da propriedade, atualmente está seco. Na região a jusante, próxima à confluência com o Rio do Peixe, o solo é saturado, mas não há fluxo superficial (Foto 7.6).

		RELATÓRIO MDGEO Nº
		R_FRN780_01_INV_R1
ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS: RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG		



Foto 7.6: A) Vista à jusante da SCA-DS-01, região com solo saturado próximo à confluência com o Rio do Peixe. B) Vista a montante da drenagem, indicação da direção do suposto fluxo superficial.

7.3 CADASTRO DE USUÁRIOS

Dois usuários de água contribuíram com o cadastro, sendo que ambos usufruem do recurso nas porções norte e nordeste do entorno da Fazenda Floresta (Figura 7.4). A Tabela 7.3 apresenta as informações de localização e uma descrição da situação de captação dos usuários cadastrados nessa etapa.

Tabela 7.3: Localização e descrição dos usuários de água no entorno da Fazenda Floresta.

Nome	X	Y	Cota (m)	Descrição
SCA-US-01	724409	7767970	410	Sr. Geraldo. Captação por meio de bomba submersa em brejo. Adutora: mangueira 1", ~200 m até a caixa. 2 caixas d'água 100 L. Abastece 6 pessoas.
SCA-US-02	724845	7767388	370	Sr. "Benevenuto". Captação a fio d'água por gravidade. Adutora 1". 1 caixa d'água 500 L. Abastece 1 pessoa.

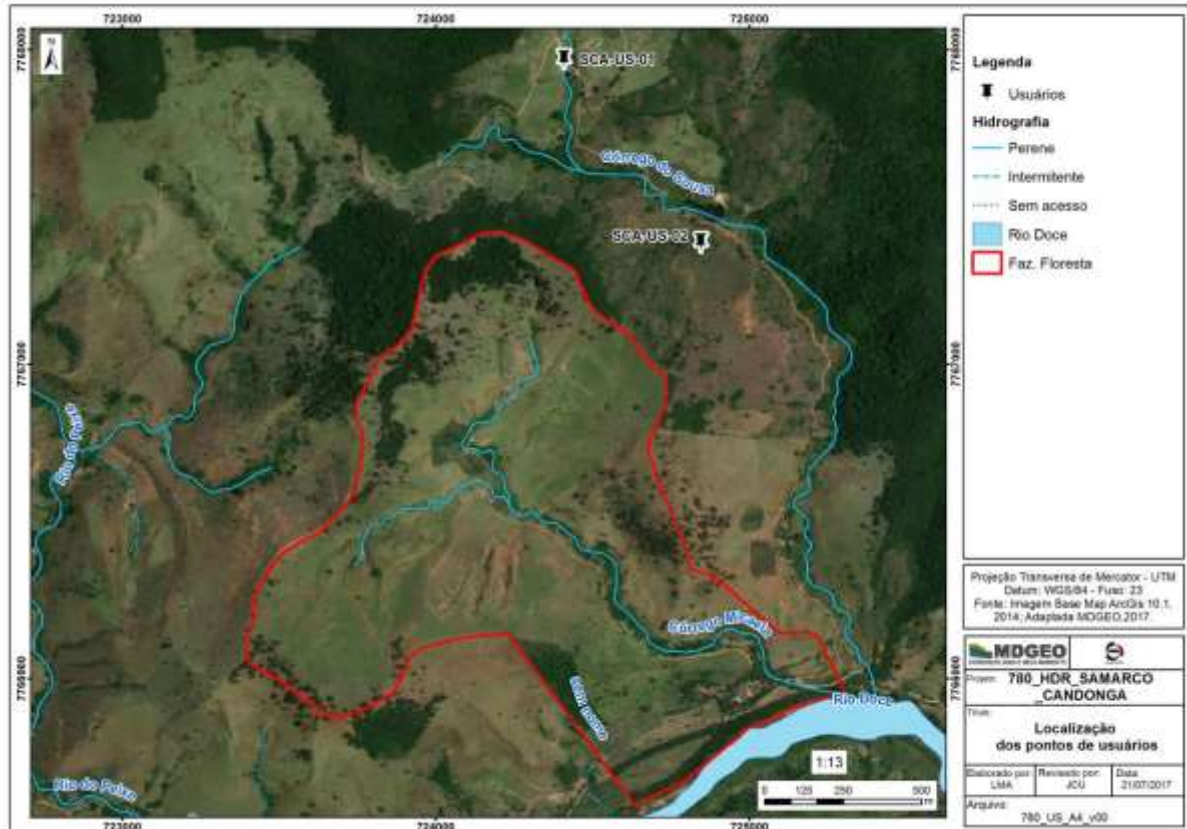


Figura 7.4: Mapa de localização dos usuários cadastrados durante o inventário.

O primeiro, residente no ponto SCA-US-01, Sr. Geraldo, faz captação de água superficial através de uma bomba submersa situada num brejo adjacente à sua moradia. O transporte ocorre através de uma adutora de 1" em aproximadamente 200 m até duas caixas de 100 L cada. O abastecimento é suficiente para 6 pessoas que habitam no local, com finalidade de consumo doméstico (Foto 7.7).

		RELATÓRIO MDGEO Nº
		R_FRN780_01_INV_R1
ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS: RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG		



Foto 7.7: Ponto SCA-US-01. A) Local da captação, bomba submersa conectada a adutora de 1". B) Ambiente onde ocorre a captação e residência dos usuários.

No ponto SCA-US-02, reside o Sr. Benevenuto; a captação é diretamente da nascente, sem utilização de bomba hidráulica, apenas por gravidade. A nascente em que ocorre a captura localiza-se na margem oposta ao Córrego do Sousa, sendo que a mesma não possui interação com os divisores de água do Córrego Micaela. O transporte da água acontece através de uma adutora de 1" até uma caixa de 500 L. A água é utilizada apenas pelo proprietário, com finalidade de consumo doméstico, irrigação do jardim ou, raramente, dessedentação de animais.

7.4 MEDIÇÃO DE VAZÃO

A medição de vazão ocorreu nos principais cursos d'água da região, dentre eles estão o Córrego Micaela que é o principal deflúvio da Fazenda Floresta, e o Córrego do Sousa, localizado no entorno oeste da área de estudo (Figura 7.5). No Rio do Peixe não foi encontrada seção que permitisse a medição de vazão devido ao grande volume de água no rio e ao leito muito rochoso.

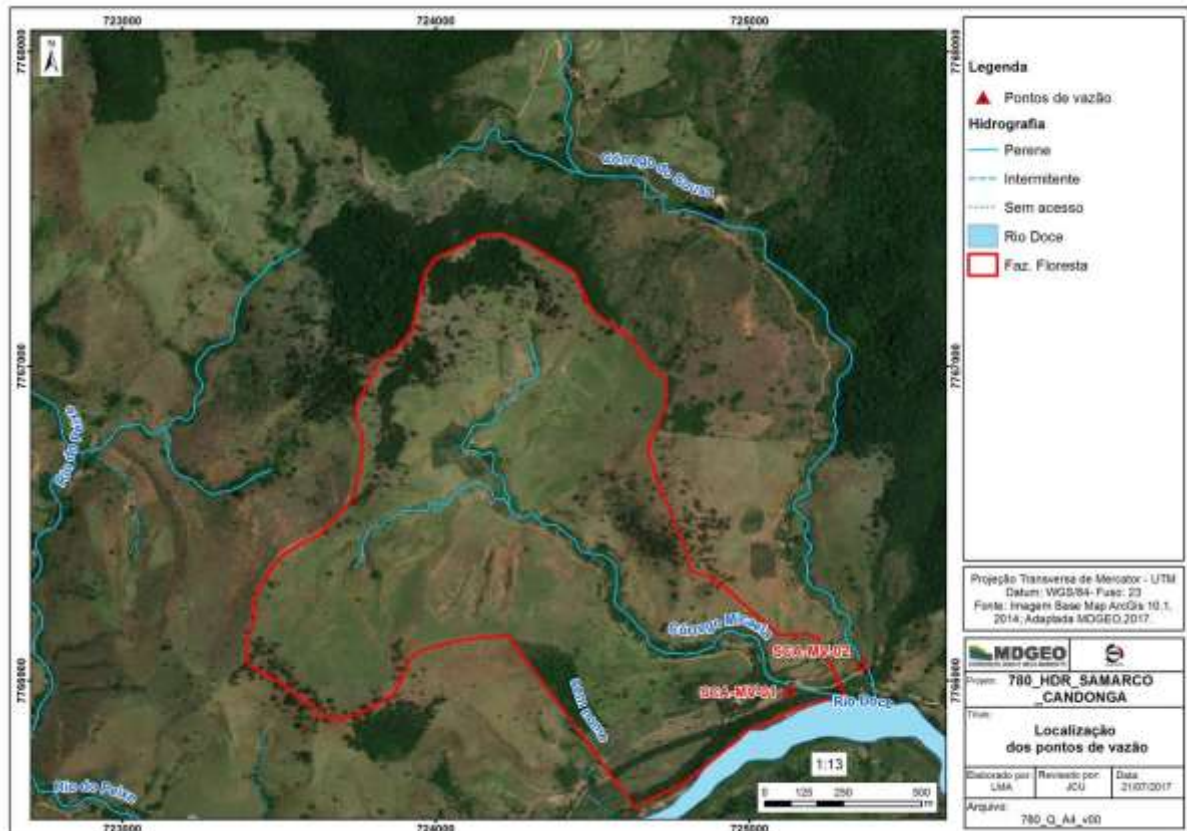


Figura 7.5: Mapa de localização dos pontos de medição de vazão.

A Tabela 7.4 apresenta a localização dos pontos e os resultados obtidos no campo.

Tabela 7.4: Localização e parâmetros físico-químicos dos pontos de medição de vazão.

Nome	X	Y	Cota (m)	T. ar (°C)	T. água (°C)	C.E. (µS/cm)	pH	Eh (mV)	Vazão (L/s)	Córrego
SCA-MV-01	725129	7765974	289	21	19.9	60	7.61	119.9	4.2	Córrego Micaela
SCA-MV-02	725357	7766055	279	26.5	22.4	50.4	7.69	63.6	18.9	Córrego do Sousa

A vazão do Córrego Micaela foi medida em uma seção de 0,9 m situada próxima de sua confluência com o Rio Doce na tentativa de abranger a contribuição máxima possível da água subterrânea ao curso d'água. O ponto é adjacente à sede da Fazenda Floresta, onde o solo é arenoso e a vegetação é predominantemente de gramíneas e de bambu. A vazão é de 4,2 L/s ou 15,2 m³/h, e assim como nas nascentes cadastradas, a temperatura da água é inferior à do ar, a condutividade é de 119,9 µS/cm, o pH tende à neutralidade e o Eh indica uma ambientação oxidante (Foto 7.8).

		RELATÓRIO MDGEO Nº
		R_FRN780_01_INV_R1
ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS: RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG		



Foto 7.8: Ponto SCA-MV-01. A) Vista à montante da seção. B) Vista à jusante do Córrego Micaela.

A vazão do Córrego do Sousa foi medida em uma seção de 1,6 m, num ponto ao lado de uma ponte sobre o mesmo córrego, a aproximadamente 200 m da confluência com o Rio Doce. A vazão medida é de 18,9 L/s ou de 68,2 m³/h, sendo a temperatura da água consideravelmente menor que a do ar, condutividade, pH e Eh semelhantes ao do Córrego Micaela (Foto 7.9).



Foto 7.9: Ponto SCA-MV-02. A) Vista a jusante da seção medida. B) Vista a montante do Córrego do Sousa.

7.5 PONTOS DE CONTROLE E FUROS DE SONDAGEM

Ainda na fase de compilação de dados, foi passado à MDGEO o plano de perfuração de furos de sondagem que seria implementada na área de estudos. Durante as atividades, foram realizadas visitas em todos os pontos para verificação

		RELATÓRIO MDGEO Nº
		R_FRN780_01_INV_R1
ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS: RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG		

dos níveis d'água com a finalidade de dar suporte ao entendimento da circulação e comportamento do aquífero na área.

No campo as estruturas visitadas foram as Pilhas I e II, os Platôs I e II e a área dos tanques. Como via de regra, os caminhamentos realizados buscaram a chegada nas praças de sondagem já construídas.

Ao total, foram 19 pontos de controle mais 1 furo de sondagem cadastrados (Figura 7.6). Em todos pontos de controle existe uma praça de sondagem, sendo que furos foram eventualmente encontrados. De acordo com o plano, nem todas praças são correlatas à algum ponto preteritamente escolhido, isso pode ter acontecido durante a fase de construção, onde houve algum deslocamento para melhor posicionamento da mesma.

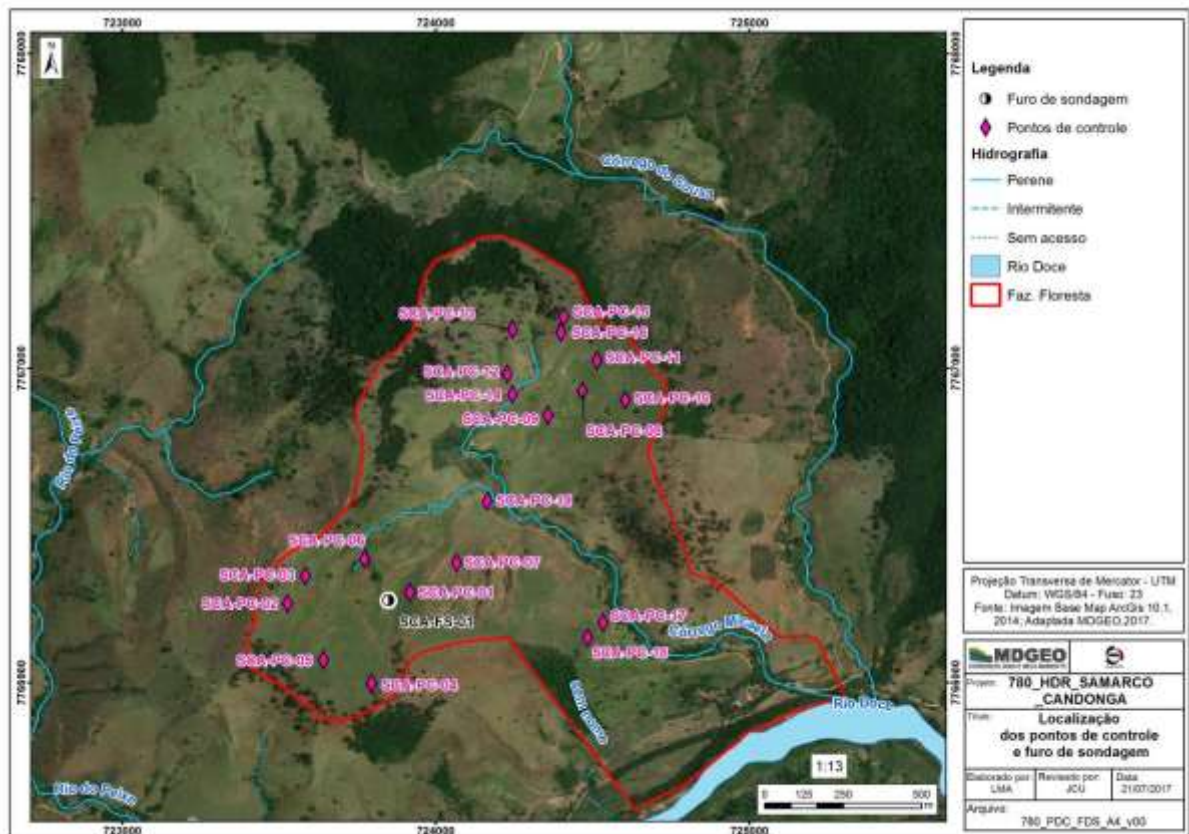


Figura 7.6: Mapa de localização dos pontos de controle cadastrados no inventário.

A Tabela 7.5 apresenta com detalhes a correlação dos pontos de controle e furos de sondagem inventariados no campo com o plano de sondagem fornecido pela SAMARCO, bem como um resumo da situação atual dos mesmos.

		RELATÓRIO MDGEO Nº
		R_FRN780_01_INV_R1
ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS: RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG		

Tabela 7.5: Correlação dos pontos de controle do inventário de pontos d'água com o plano de sondagem da SAMARCO na Fazenda Floresta.

Nome do Ponto	X	Y	Cota (m)	Código Correspondente	Situação
SCA-FS-01	723849	7766262	435	SM 09	Praça e furo de sondagem construídos. Profundidade do NA igual a 14.53 m.
SCA-PC-01	723918	7766288	444	Sem correspondentes	Praça de sondagem sem furo aparente. Possivelmente ocorreu um deslocamento do local de construção da praça de sondagem após a confecção do plano de perfuração.
SCA-PC-02	723527	7766253	478	Sem correspondentes	Praça de sondagem sem furo aparente. Possivelmente ocorreu um deslocamento do local de construção da praça de sondagem após a confecção do plano de perfuração.
SCA-PC-03	723585	7766341	454	SM 02	Praça de sondagem construída, mas não houve perfuração.
SCA-PC-04	723795	7765999	482	SM 07	Praça de sondagem e furo construídos. O furo não foi encontrado, provavelmente foi obstruído.
SCA-PC-05	723642	7766073	485	Sem correspondentes	Praça de sondagem construída, não houve perfuração. Não existem pontos correspondentes no plano de perfuração.
SCA-PC-06	723773	7766393	425	SM 05	Praça de sondagem e furo construídos. O furo não foi encontrado, provavelmente foi obstruído.
SCA-PC-07	724067	7766381	415	SMP 01	Praça de sondagem construída, mas não houve perfuração.
SCA-PC-08	724468	7766927	420	SM 18	Praça de sondagem e furo construídos. O furo não foi encontrado, provavelmente foi obstruído.
SCA-PC-09	724357	7766852	395	SM 17	Praça de sondagem e furos construídos. O furo não foi encontrado, provavelmente foi obstruído.
SCA-PC-10	724605	7766900	444	SM 20	Praça de sondagem e furos construídos. O furo não foi encontrado, provavelmente foi obstruído.
SCA-PC-11	724515	7767025	427	SM 19	Praça de sondagem e furo construídos. Furo não encontrado, possivelmente foi obstruído após a perfuração.
SCA-PC-12	724229	7766981	422	SM 12	Praça de sondagem e furos construídos. O furo não foi encontrado, provavelmente foi obstruído.
SCA-PC-13	724245	7767124	428	SM 11	Praça de sondagem construída, mas não houve perfuração.
SCA-PC-14	724245	7766918	397	Sem correspondentes	Ponto onde haveria furo de sondagem, local se encontra alagado.
SCA-PC-15	724408	7767165	456	Sem correspondentes	Praça de sondagem construída, mas não houve perfuração e não possui ponto correspondente no plano de perfuração.
SCA-PC-16	724399	7767115	440	Sem correspondentes	Praça de sondagem e furos construídos. Não há ponto correspondente com plano de perfuração. Furo obstruído com profundidade de 4 m.
SCA-PC-17	724534	7766192	351	---	Visada do Platô mais próximo a sede da fazenda, não há nenhum furo de sondagem pois foram destruídos após o início das atividades de construção dos platôs.
SCA-PC-18	724485	7766145	356	SMP 08	Praça de sondagem e furo construídos. Furo obstruído na profundidade a partir de 1.3 m.
SCA-PC-19	724165	7766578	374	---	Visada do Platô mais próximo das áreas das futuras pilhas, não há nenhum furo de sondagem pois foram destruídos após o início das atividades de construção dos platôs.

		RELATÓRIO MDGEO Nº
		R_FRN780_01_INV_R1
ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS: RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG		

De todos pontos percorridos, apenas no SCA-FS-01 o furo de sondagem apresentava nível d'água. A profundidade medida foi de 14,53 m (Foto 7.10).



Foto 7.10: A) Processo de medição do nível d'água no ponto SCA-FS-01. B) Vista para a praça de sondagem onde está localizado o furo.

Nas demais praças, os furos que por vezes eram encontrados estavam obstruídos ou tinham sido destruídos pelo avanço do processo de construção das estruturas na área da Fazenda Floresta.

Nas Pilhas I e II as praças de sondagem apresentaram essa situação, sendo que de acordo com o plano, em alguns pontos de controle ainda não foram realizados os furos de sondagem. A vegetação tem invadido essas localidades e o acesso de animais bovinos é livre, o que pode ter colaborado com o colapso e obstrução dos eventuais furos de sondagem realizados (Foto 7.11).

		RELATÓRIO MDGEO Nº
		R_FRN780_01_INV_R1
ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS: RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG		



Foto 7.11: Pontos de controle das Pilhas I e II. A) Ponto SCA-PC-03 (Pilha I). B) Ponto SCA-PC-16 (Pilha II), furo de sondagem obstruído a partir de 4,0 m.

De acordo com o plano de perfuração, na área dos Platôs I e II diversas sondagem já foram realizadas e foram destruídos pelo avanço de máquinas. A Foto 7.12 apresenta a situação atual encontrada nessas localidades durante as atividades de campo.



Foto 7.12: Pontos de controle do Platô II. A) Ponto SCA-PC-17, visada para a área. B) Ponto SCA-PC-18, furo de sonda obstruído a partir de 1,3 m.

Na área dos tanques, próxima à entrada da fazenda a situação é a mesma dos Platôs, os furos anteriormente construídos foram destruídos pela construção da estrutura (Figura 7.7). Por fim, foi observado que nos locais onde serão construídos os Diques I e II estão sendo realizadas mais sondagens. As futuras informações de nível d'água que podem ser fornecidas por esses furos podem colaborar com a melhor avaliação do aquífero em trabalhos futuros, até mesmo no inventário de período chuvoso.

ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS: RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG

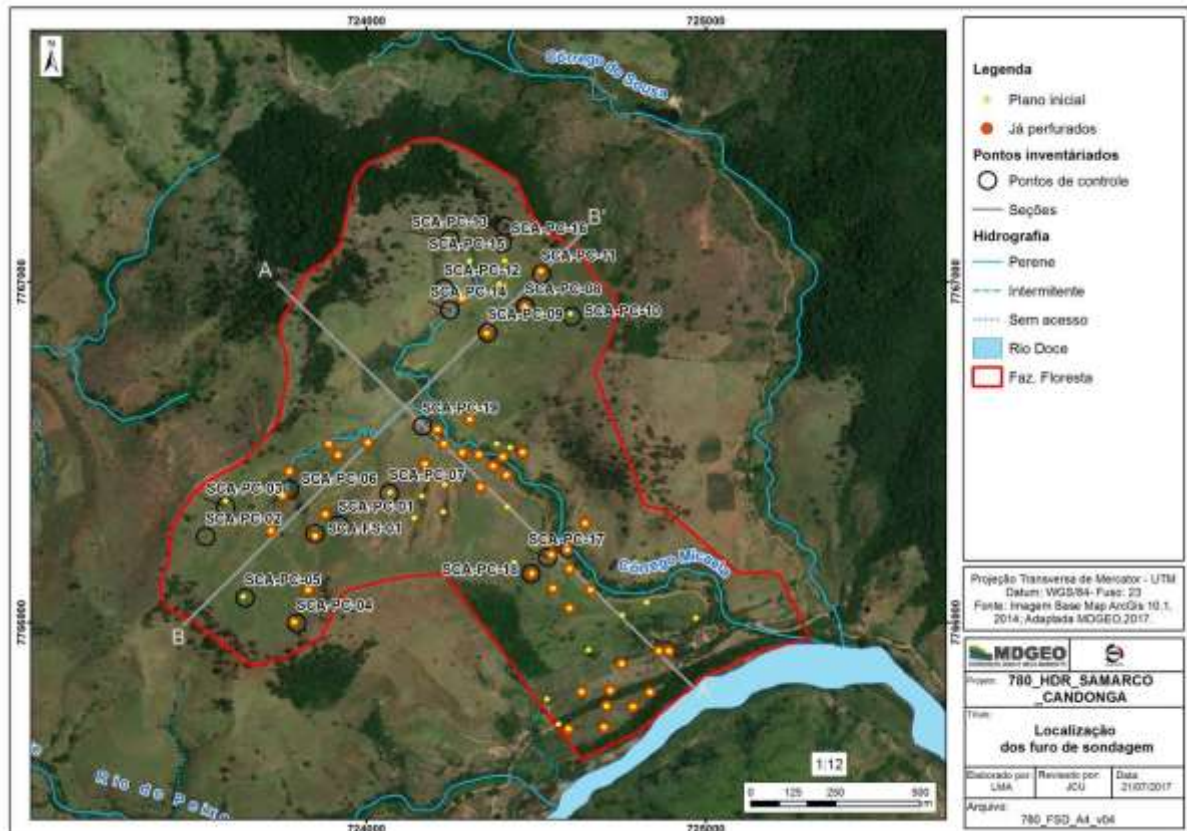


Figura 7.7: Mapa com a relação de pontos cadastrados e de pontos do plano de perfuração.

Seria interessante que após a perfuração, os furos de sondagem fossem revestidos com tubulação de PVC ranhurada e completada com material fino, como areia grossa ou brita 0, representando um pré-filtro. Esse procedimento pode dificultar a obstrução e colapso dos furos, possibilitando o monitoramento do nível d'água nesses pontos.

		RELATÓRIO MDGEO Nº
		R_FRN780_01_INV_R1
ESTUDOS HIDROGEOLOGICOS: RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG		

8 MODELO HIDROGEOLOGICO CONCEITUAL

8.1 CONCEITOS

A seguir, uma descrição conceitual sobre tipos de aquíferos e como as rochas descritas para a região de estudo se comportam quanto ao seu potencial para o armazenamento e a circulação da água subterrânea.

Aquífero

Um aquífero é toda formação geológica que permite a circulação de água por seus poros e fraturas, permitindo a exploração desta em quantidades economicamente viáveis. Esse conceito está relacionado à demanda de água local, sendo que um aquífero considerado pobre em uma região pode ser considerado como um aquífero razoável em outra.

A água contida em uma formação geológica qualquer pode estar ocupando tanto vazios intergranulares como também pode estar ocupando espaços vazios relacionados a falhas, fraturas e estruturas de dissolução/carstificação.

A seguir são apresentadas as classificações de aquíferos em relação ao tipo de porosidade e em relação ao confinamento:

Classificação em relação à porosidade: entende-se por porosidade granular ou primária os vazios formados entre os grãos da rocha, e por porosidade secundária ou fissural, aquela formada por descontinuidades da rocha, que possibilitam o armazenamento e a circulação de água subterrânea. Assim sendo, empregam-se as denominações de aquíferos com porosidade granular (ou primária) e porosidade fissural (ou secundária). Existem também os aquíferos cársticos, normalmente caracterizados por redes de condutos subterrâneos formados pela dissolução de rochas, principalmente carbonáticas, que também apresentam porosidade secundária.

Classificação em relação ao confinamento: aquíferos livres são aqueles no qual há uma superfície livre de água (em contato direto com o ar) contida neles, ou seja, sob pressão atmosférica. Nos aquíferos confinados, a água contida em seu interior está submetida a certa pressão, superior a atmosférica, e ocupa a totalidade dos poros e vazios da formação, saturando-a totalmente. Uma variação dos aquíferos

		RELATÓRIO MDGEO Nº
		R_FRN780_01_INV_R1
ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS: RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG		

confinados são os aquíferos denominados semi-confinados, no qual a camada superior ou inferior que os confine não seja totalmente impermeável, mas semi-permeável (vide definições adiante), ou seja, um material que permita a circulação vertical da água, muito lenta, que alimente um aquífero a partir de outro situado acima ou abaixo.

Aquitardo, aquíclude e aquífugo

Um aquífugo faz referência a formações geológicas que, mesmo contendo água em seu interior a transmite muito lentamente. Entretanto, estas formações podem permitir, de maneira lenta, uma recarga ou drenagem vertical de outros aquíferos adjacentes.

Um aquíclude trata-se de uma formação que mesmo contendo água em seu interior, inclusive até a saturação, não a transmite, impossibilitando sua exploração.

Denomina-se aquífugo àquelas formações geológicas que não contêm água, e portanto não a podem transmitir. Podemos classificar como aquífugo aquelas rochas compactas desprovidas de porosidade e que não possuam fraturas ou falhas que permitam o armazenamento e a circulação de água.

8.2 UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS

Em termos hidrogeológicos, os sistemas aquíferos existentes são um Sistema Aquífero Poroso, mais superficial, e um Sistema Aquífero Cristalino, mais profundo, sotoposto ao primeiro.

8.2.1.1 Sistema Aquífero Poroso

No aquífero poroso, que compreende os alúvios e colúvios presentes nas encostas de morros; a água proveniente da precipitação pluviométrica percola por dentre os poros dos grãos do solo. De acordo com os perfis das sondagens, o solo possui cerca de 20 a 25 metros de espessura, possui características texturais e composicionais semelhantes, e por vezes é saturado.

8.2.1.2 Sistema Aquífero Cristalino ou Fraturado

O Sistema Aquífero Cristalino é o predominante na área, sendo constituído por gnaisse, anfíbolito e veios de quartzo fraturados e também pelos seus correspondentes da atuação do intemperismo (latossolo e cambissolo), na interface

		RELATÓRIO MDGEO Nº
		R_FRN780_01_INV_R1
ESTUDOS HIDROGEOLOGICOS: RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG		

solo/rocha. O fluxo subterrâneo nesse aquífero ocorre através de fraturas nas rochas, essas, por sua vez, estão condicionadas a esforços tectônicos que geraram a suíte metamórfica, onde se encontra inserida a área de estudos.

8.3 RECARGA, DESCARGA E FLUXO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA

8.3.1 RECARGA

A principal forma de recarga na área se dá por meio da infiltração de água da chuva no solo (aquífero poroso, mais superficial) e este, por sua vez, funciona como meio de recarga para o sistema aquífero fraturado, mais profundo.

A recarga dos sistemas aquíferos ocorre principalmente durante o período chuvoso do ano hidrológico para a região, sendo esse período de outubro a março (MDGEO, 2017).

8.3.2 FLUXO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA - POTENCIOMETRIA

Com base nas informações de nível d'água presentes no Logs de sondagem disponibilizados e as informações coletadas durante o campo de inventário, foi possível elaborar o mapa potenciométrico e determinar o sentido do fluxo da água subterrânea na área da Fazenda Floresta e entorno, tendo como limites o Córrego Sousa e o Rio do Peixe.

Além disso, com base nas descrições litológicas das sondagens, foi possível elaborar perfis geológicos para uma melhor observação do comportamento da superfície do nível d'água ao longo da Fazenda Floresta.

Foram confeccionados dois perfis: A-A', de noroeste a sudeste, e B-B' de sudoeste a nordeste. A disposição dos perfis encontra-se na Figura 7.7.

O perfil A-A' representa claramente como é o aquífero nos diferentes contextos topográficos da área de estudos, bem como a provável interface entre solo e rocha/aquífero poroso e fraturado no local. O perfil secciona um ponto próximo à confluência das duas nascentes que geram o Córrego Micaela, a partir desse ponto o perfil é próximo a drenagem e por isso o nível freático é próximo à topografia, o que justifica um solo mais espesso, visto que é uma região saturada. No meio da seção, observa-se uma elevação do nível d'água que é condicionada pela variação topográfica, o mesmo acontece para o topo rochoso. Na porção de maior jusante, têm-

se o afloramento da superfície potenciométrica marcada pela passagem do Rio Doce (Figura 8.1).

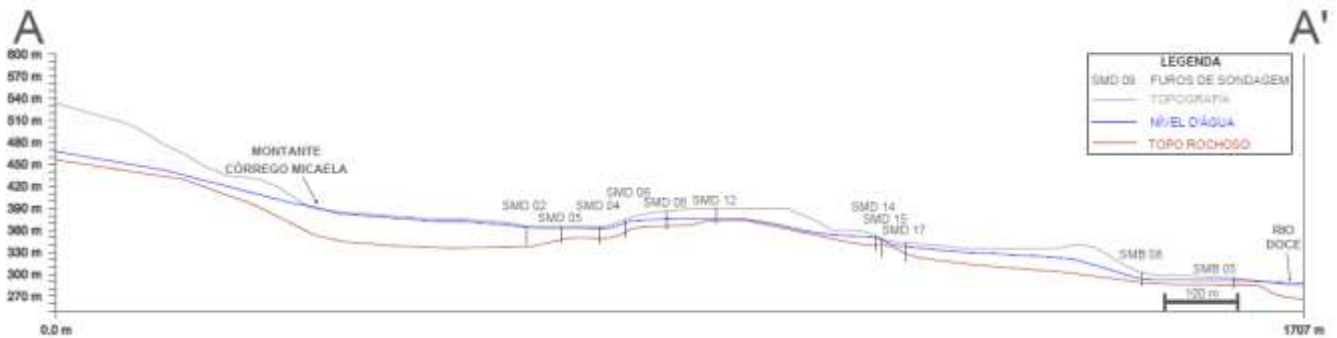


Figura 8.1: Perfil A - A'.

O perfil B-B' representa uma seção mais próxima às divisas, à montante da Fazenda Floresta. A representação também ilustra de forma bastante elucidativa a disposição do nível d'água e topo rochoso ligeiramente paralelos à topografia, sendo mais profundos nas áreas de cota mais elevada e vice-versa. Em dois pontos há o afloramento do nível d'água, representados no perfil como os córregos das Pilhas I e II, ambos afluentes formadores do Córrego Micaela (Figura 8.2).

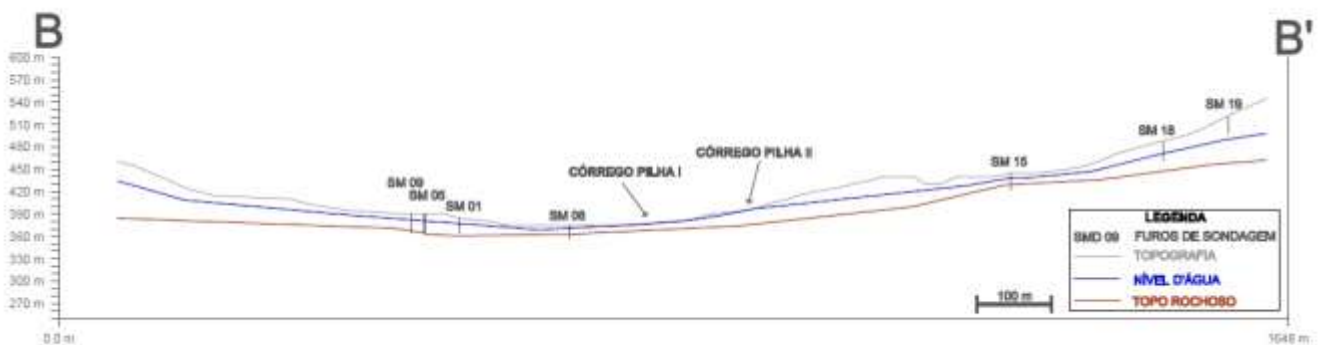


Figura 8.2: Perfil B - B'.

Os dados utilizados foram a cota do nível d'água nos furos de sondagem, cotas de nascentes e de rios. As informações provenientes das sondagens foram filtradas avaliando apenas perfurações que ocorreram durante o período seco, visto que os

dados de pontos d'água da campanha de inventário foram adquiridos em uma mesma época do ano hidrológico. Logo, os elementos empregados têm origem em agosto a outubro de 2016 e junho de 2017.

Além de dados de nível d'água, dados topográficos e de hidrografia atualizados foram usados para formulação do modelo potenciométrico.

No mapa da Figura 8.3, as linhas equipotenciais estão representadas de 20 em 20 metros para melhor visualização e entendimento da circulação subterrânea. Observa-se que de forma geral, as cargas hidráulicas decaem da cota 450 até 290 a partir das porções de maior altitude da Fazenda Floresta até próximo ao Rio Doce.

Nota-se, na Fazenda Floresta, que o fluxo tem direção radial, partindo dos limites da fazenda, com sentido para o Córrego Micaela. Nas regiões do entorno da Fazenda Floresta, o fluxo tem sentido para os corpos d'água principais, a leste da área sentido Córrego Sousa e a oeste, sentido Rio do Peixe.

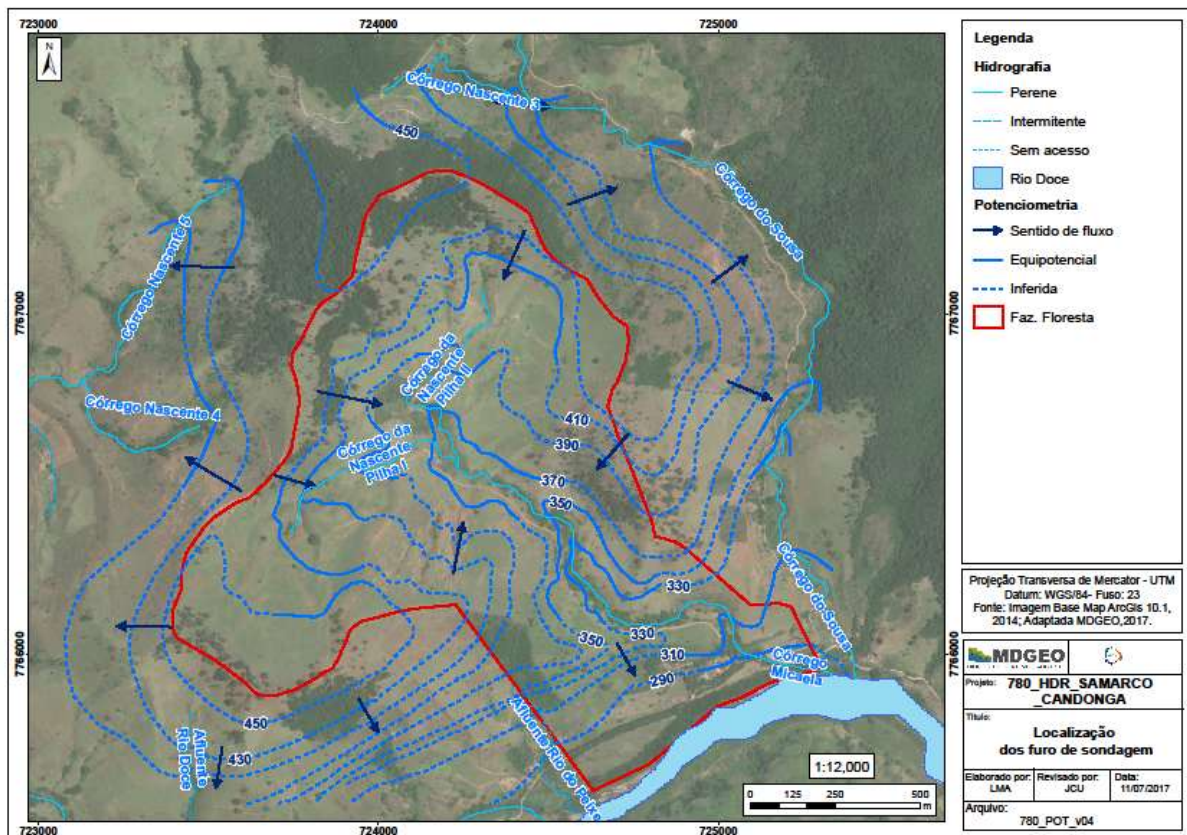


Figura 8.3: Mapa potenciométrico da Fazenda Floresta e entorno.

		RELATÓRIO MDGEO Nº
		R_FRN780_01_INV_R1
ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS: RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG		

8.3.3 DESCARGA

A principal forma de descarga dos aquíferos da área em estudo se dá por meio das drenagens.

No interior da Fazenda Floresta, o Córrego Micaela comporta-se como o deflúvio precípua da área, sendo que toda água superficial e excedentes subterrâneos seguem em direção ao canal principal até sua confluência com o Rio Doce. O Córrego Micaela é caracterizado como um curso d'água efluente.

Os limites fisiográficos da fazenda correspondem aos divisores de água da micro-bacia do Córrego Micaela, o que colabora com que as direções de fluxo subterrâneo sejam opostas a partir de suas divisas. Em seu entorno, a partir das nascentes (SCA-NA-03, SCA-NA-04 E SCA-NA-05), as demais do reservatório são lançadas nas drenagens até a confluência com o Rio do Peixe, em oeste, ou no Córrego do Sousa, em leste da área, que posteriormente seguem até o Rio Doce em ambas regiões.

A partir das medições de vazão realizadas em campo, é possível calcular, de maneira preliminar, a porção da chuva que infiltra no solo, recarregando o aquífero, em cada sub-bacia determinada pelos divisores de água da região.

O mapa da Figura 8.4 ilustra as sub-bacias definidas para o cálculo da reserva efetiva dos aquíferos.

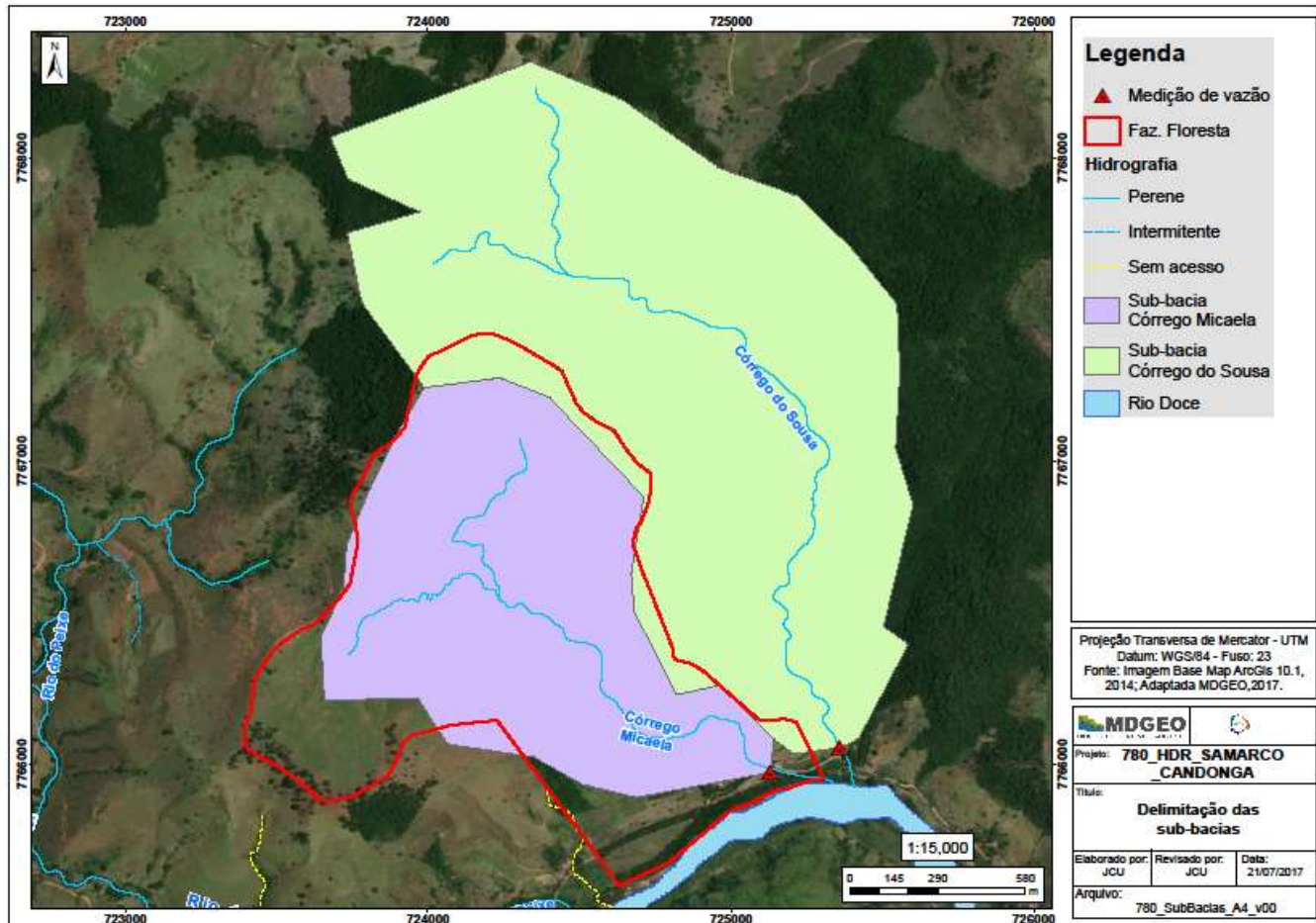


Figura 8.4: Mapa dos limites das sub-bacias dos córregos Micaela e Sousa.

As áreas das sub-bacias, delimitadas no software ArcGis, correspondem a uma área de 1.188.904 m², para a sub-bacia do Córrego Micaela, e 2.386.518,6 m² para a sub-bacia do Córrego do Sousa.

Os dados utilizados referentes a precipitação correspondem aos mesmos dados apresentados no Relatório de Compilação de Dados (MDGEO, 2017). Assim, considerou-se uma média anual de precipitação de 1.321,33 mm/ano, segundo a Estação Pluviométrica de Rio Casca, utilizada por conter o histórico de dados mais completo.

		RELATÓRIO MDGEO Nº
		R_FRN780_01_INV_R1
ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS: RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG		

As medidas de vazão realizadas durante o inventário de pontos d'água, apresentadas no capítulo 7.4 do presente relatório, correspondem a 15,2 m³/h para o Córrego Micaela e 68,2 m³/h para o Córrego Sousa.

A partir dessas informações é calculado o volume de chuva correspondente a cada sub-bacia e, desse valor, uma parcela corresponde a recarga do aquífero, uma ao escoamento superficial e a outra a evapotranspiração. Durante o período seco a vazão medida nos cursos d'água corresponde ao escoamento subterrâneo. Portanto, a parcela que recarrega o aquífero se dá pela seguinte equação:

$$Recarga = \frac{Escoamento\ subterrâneo}{Precipitação}$$

A partir da área das sub-bacia e da pluviometria, tem-se que a vazão de chuva na sub-bacia do Córrego Micaela equivale a 179,3 m³/h. A partir da vazão medida no córrego (15,2 m³/h), calcula-se a recarga:

$$Recarga\ sub -\ bacia\ Micaela = \frac{15,2 \frac{m^3}{h}}{179,3 \frac{m^3}{h}} = 0,0847 = 8,5\%$$

Ou seja, do total da média anual de chuva 8,5 % é responsável pela recarga do aquífero na sub-bacia do Córrego Micaela.

Considerando o mesmo raciocínio, tem-se para o Córrego Sousa:

$$Recarga\ sub -\ bacia\ Sousa = \frac{68,2 \frac{m^3}{h}}{359,88 \frac{m^3}{h}} = 0,189 = 18,9\%$$

Ou seja, do total da média anual de chuva 18,9 % é responsável pela recarga do aquífero na sub-bacia do Córrego Sousa.

Cabe ressaltar que os cálculos têm caráter preliminar, uma vez que foi utilizada apenas uma medição de vazão nos córregos. A Tabela 8.1 apresenta a síntese dos resultados dos cálculos da recarga para as sub-bacias da área de estudos.

		RELATÓRIO MDGEO Nº
		R_FRN780_01_INV_R1
ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS: RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG		

Tabela 8.1: Síntese dos cálculos da recarga efetiva para a área de estudos.

SUB-BACIA	ÁREA (m ²)	MÉDIA ANUAL PRECIPITAÇÃO NA ÁREA (mm/ano)	VAZÃO DE CHUVA (m ³ /h)	VAZÃO CÓRREGO MEDIDA (m ³ /h)	RECARGA (%)
Micaela	1188904	1321,33	179,28	15,2	8,47
Sousa	2386519		359,88	68,2	18,95

		RELATÓRIO MDGEO Nº
		R_FRN780_01_INV_R1
ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS: RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG		

9 PROJETO DE REDE DE MONITORAMENTO

A implantação da rede de monitoramento quali-quantitativo na área da Fazenda Floresta é de fundamental importância para a avaliação dos recursos hídricos presentes na área.

As informações providas pela rede de monitoramento permitirão atestar a manutenção das características naturais dos recursos hídricos da área, após a disposição do rejeito, além de, em caso de alguma alteração, tomar medidas mitigatórias com maior eficiência.

Para garantir a qualidade dos dados monitorados é necessário que, tanto a coleta hidroquímica como a medição de vazão e nível d'água subterrâneo, sejam realizadas por profissionais capacitados e seguindo as respectivas metodologias. Para as coletas e análises hidroquímicas é indicado seguir a metodologia presente no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*.

O mapa da Figura 9.1 ilustra a disposição dos pontos de monitoramento propostos na área.

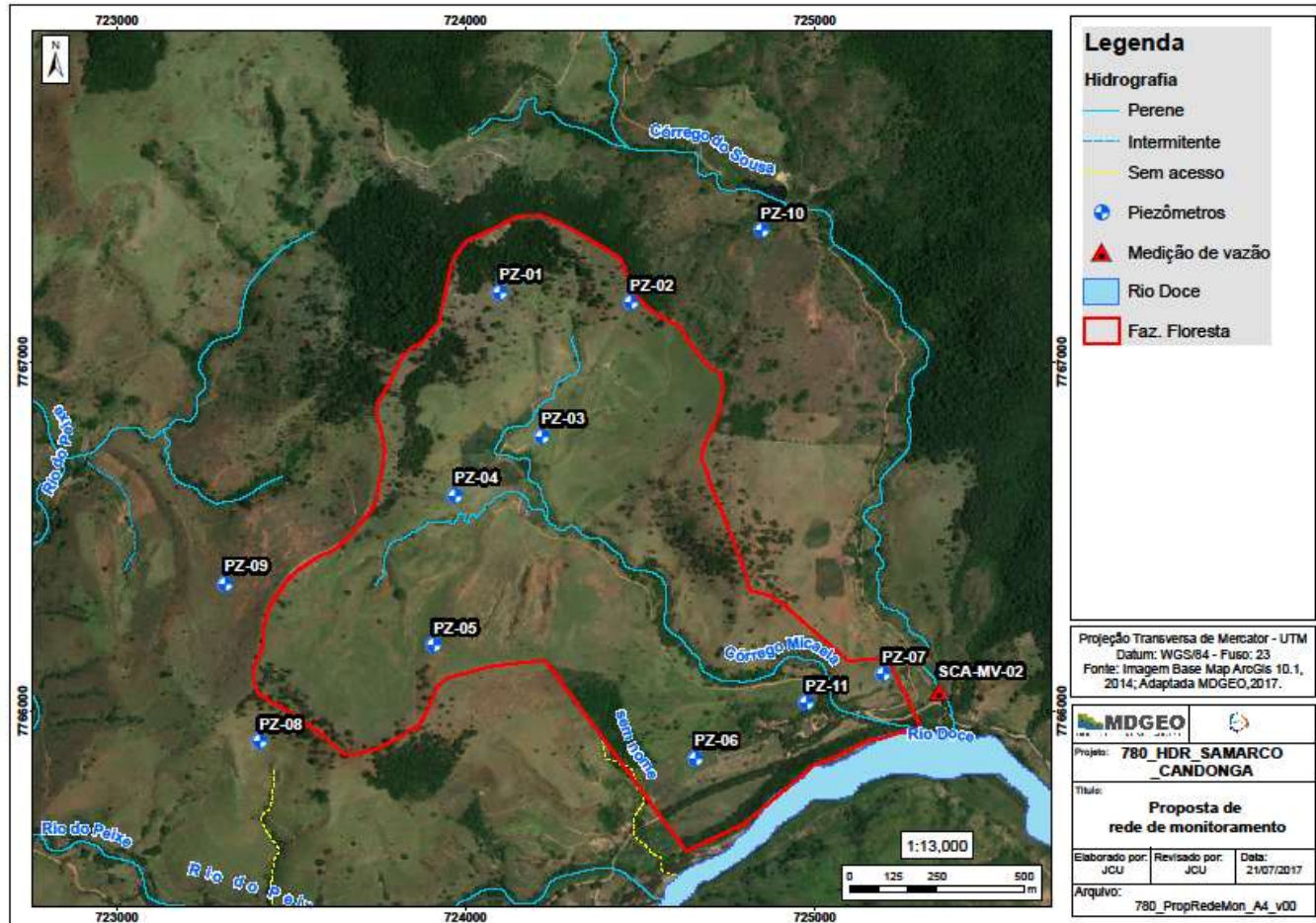


Figura 9.1: Mapa de proposta da rede de monitoramento.

As localizações dos pontos propostos para a instalação dos instrumentos visam monitorar qualquer alteração na água, considerando o fluxo subterrâneo definido no capítulo 8.3.2. A Tabela 9.1 apresenta a localização dos instrumentos propostos.

Tabela 9.1: Localização dos instrumentos propostos.

NOME	X	Y
PZ-01	724099	7767199
PZ-02	724474	7767169
PZ-03	724220	7766786
PZ-04	723970	7766618
PZ-05	723910	7766188
PZ-06	724659	7765865
PZ-07	725197	7766106
PZ-08	723410	7765912
PZ-09	723311	7766364
PZ-10	724848	7767376
PZ-11	724977	7766024

		RELATÓRIO MDGEO Nº
		R_FRN780_01_INV_R1
ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS: RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG		

Sugere-se que os instrumentos de medição de nível d'água subterrâneo sejam construídos afim de anteder os requisitos, como diâmetro do tubo, para a realização de coletas de amostras de água.

A perfuração deve ser, preferencialmente roto-percussiva com circulação reversa. A amostragem do material deve ser realizada de metro em metro. A Figura 9.2 apresenta o perfil construtivo esperado, gerado com base nas informações dos furos de sonda próximos aos pontos propostos para a locação dos piezômetros. As profundidades das camadas litológicas poderão apresentar alterações, em relação ao perfil, durante a execução do furo de acordo com o local perfurado.

ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS: RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG

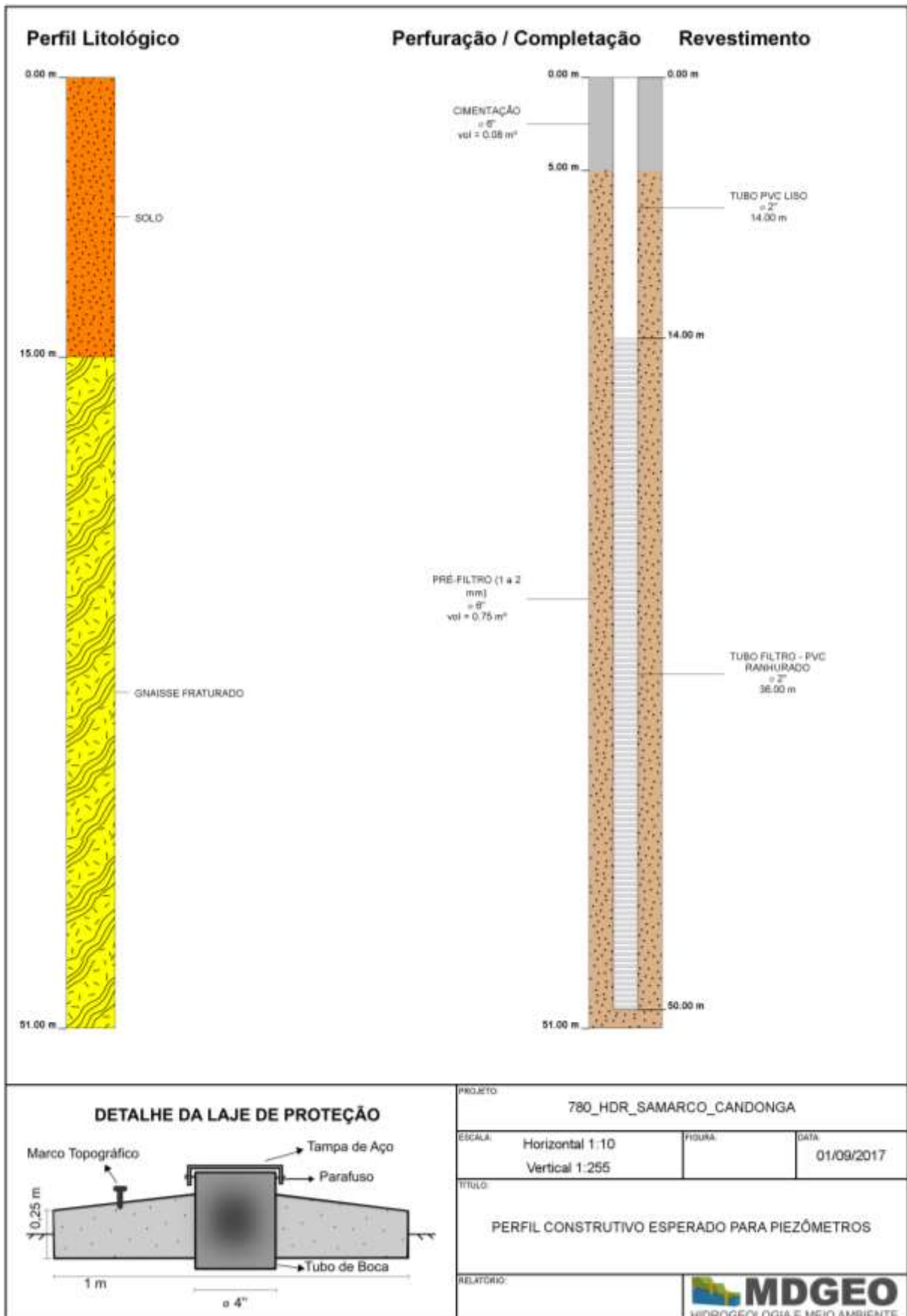


Figura 9.2: Perfil construtivo esperado para os piezômetros propostos.

		RELATÓRIO MDGEO Nº
		R_FRN780_01_INV_R1
ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS: RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG		

Após a instalação o instrumento deverá passar por limpeza de 12 horas, pelo método de air-lift, com compressor de 5 kg/ 80 psi, com filtro de óleo para evitar contaminações, e tubo edutor.

9.1 MONITORAMENTO QUALITATIVO

O monitoramento qualitativo permite a classificação e análise das águas subterrâneas e superficiais. Para tanto, deve-se garantir, pelo menos, a análise dos cátions e ânions principais dissolvidos, sendo os cátions Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} e o ânions Cl^- , HCO_3^- e SO_4^{2-} , para fins de caracterização. Para a análise, sugere-se os itens presentes nas resoluções CONAMA 357/2005, para águas superficiais, e CONAMA 396/2008, para águas subterrâneas.

Para a atividade da coleta de amostras, sugere-se utilizar o método de *Low-Flow*, uma vez que esse método causa menos turbulência na água do instrumento durante a coleta, mantendo as condições da água mais próximas ao estado natural. Para a utilização desse método deve atentar-se para a construção do instrumento para que mesmo seja construído com diâmetro suficiente para a passagem da bomba do equipamento de coleta, evitando assim entupimento do instrumento e/ou perda da bomba por travamento.

9.2 MONITORAMENTO QUANTITATIVO

O monitoramento quantitativo permite avaliar a disponibilidade dos recursos hídricos da área por meio da medição do nível d'água subterrâneo e a vazão nos cursos d'água mais relevantes.

A medição do nível d'água subterrâneo é realizada por meio de um medidor de nível d'água (Figura 9.3), em instrumentos que permitam o monitoramento de um aquífero específico (piezômetro) ou do nível d'água subterrâneo como um todo (INA – indicador de nível d'água). Furos de sonda, quando preservados, podem ser adaptados com revestimento de tubo filtro e completação com brita 0 ou algum tipo de pré-filtro, para utilização como instrumento de monitoramento de nível d'água subterrâneo.

		RELATÓRIO MDGEO Nº
		R_FRN780_01_INV_R1
ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS: RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG		



Figura 9.3: Medidor de nível d'água.

Para a medição de vazão nos cursos d'água, sugere-se a utilização de micromolinete, em locais onde o curso d'água apresente seções adequadas (seções retilíneas afastadas de curvas no curso d'água e sem a existência de remansos) ou então pela instalação de vertedouros para medição pelo método volumétrico, onde a seção do curso permitir (seções do curso d'água com largura menor e em trecho mais escavado, facilitando a instalação da placa vertedoura). Já existem pontos de monitoramento de vazão no Córrego Micaela, realizado pelo método volumétrico, tais pontos devem ser mantidos.

Como já apresentado, a localização dos instrumentos de monitoramento do nível d'água subterrâneo poderá ser realizado nos mesmos locais onde será realizada a coleta de amostras de água.

Os pontos de monitoramento de vazão encontram-se nos córregos da área. Como descrito anteriormente, já existe monitoramento de vazão no Córrego Micaela, esse ponto será mantido. Além disso, sugere-se o monitoramento da vazão do Córrego do Sousa no mesmo ponto onde foi realizada a medição durante o inventário de pontos d'água. No Rio do Peixe, não foi identificado seção segura para medição com micromolinete ou local favorável a instalação de vertedouro.

A Tabela 9.2 apresenta a localização do ponto de medição de vazão no Córrego do Sousa.

		RELATÓRIO MDGEO Nº
		R_FRN780_01_INV_R1
ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS: RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG		

Tabela 9.2: Localização do ponto de medição de vazão com micromolinete no Córrego Sousa.

NOME	X	Y
*SCA-MV-02	725357	7766055

*-Nome dado ao ponto durante o inventário

Sugere-se o monitoramento diário do nível d'água subterrâneo, durante as primeiras campanhas. Após uma base de dados é possível avaliar a periodicidade necessária para o acompanhamento da evolução do nível d'água na área.

9.3 MONITORAMENTO ISOTÓPICO

Os isótopos naturalmente presentes nas águas subterrâneas fornecem várias informações como a origem, tempo de circulação, idade da água e mecanismo de recarga. Os principais isótopos estudados são os do oxigênio (O^{18}) e do hidrogênio (H^2 e H^3), por serem constituintes da molécula de água.

Sugere-se a coleta de amostras de água subterrânea para análise isotópica de O^{18} e Deutério (H^2) nos mesmo pontos onde poderá ser realizada a coleta para análise/caracterização hidroquímica, superficiais e subterrâneas. O método de coleta das amostras deve ser, preferencialmente, o Low-Flow, evitando assim contaminação por bolhas de ar.

A variação da concentração dos isótopos O^{18} e Deutério (H^2) nas águas subterrâneas permite definir a origem da água e o mecanismo de recarga do aquífero.

Não há necessidade de periodicidade para esse monitoramento; a realização de uma campanha já é suficiente para atingir os objetivos da análise dos elementos.

		RELATÓRIO MDGEO Nº
		R_FRN780_01_INV_R1
ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS: RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG		

10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto de inventário de pontos d'água de período seco na Fazenda Floresta e entorno resultou no cadastro de 5 nascentes, 1 drenagem seca, 1 furo de sondagem, 2 usuários, 2 pontos de medição de vazão e 19 pontos de controle.

As vazões foram medidas no Córregos Micaela e do Sousa, com vazões de 4,2 e 18,9 L/s, respectivamente.

Com base na compilação de dados dos furos de sonda já perfurados e nas informações adquiridas durante o inventário de nascentes, foi possível elaborar um mapa potenciométrico com indicação do fluxo subterrâneo na área de estudos, além de definir as principais unidades hidrogeológicas.

As unidades hidrogeológicas são compostas por 2 sistemas aquíferos, um poroso, mais superficial, composto pelo solo (colúvios e alúvios), e o outro fraturado, composto pelas rochas fraturadas (anfíbolitos, gnaisses e veios de quartzo), sotopostas ao solo.

O fluxo de água subterrânea no interior da Fazenda Floresta é, preferencialmente radial, com sentido para o Córrego Micaela; já no entorno, o fluxo tem sentido para o Córrego do Sousa, a leste da área da fazenda, e para o Rio do Peixe na porção oeste.

A proposta de rede de monitoramento quali-quantitativa corresponde a instalação de 11 instrumentos para monitoramento do nível d'água subterrâneo e coleta hidroquímica. O mesmo instrumento pode ser utilizado para os dois tipos de monitoramento desde que seja construído a fim de atender ambas atividades, considerando-se um diâmetro de revestimento compatível com a bomba utilizada para a coleta. O monitoramento de vazão no Córrego Micaela já existe e deve ser mantido; no Córrego Sousa, o monitoramento poderá ser realizado no ponto onde a vazão foi medida, com micromolinete, durante o inventário de pontos d'água.

O presente relatório é uma porção complementar do estudo do impacto que pode ser gerado pela transposição dos sedimentos assoreados no leito do Rio Doce anteriores à Usina Hidroelétrica de Risoleta Neves. Assim, informações sobre o

		RELATÓRIO MDGEO Nº
		R_FRN780_01_INV_R1
ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS: RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG		

inventário de período chuvoso e de monitoramento da água serão necessários para maiores conclusões pertinentes à proposta em questão.

		RELATÓRIO MDGEO Nº
		R_FRN780_01_INV_R1
ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS: RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG		

11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABAS. (2010). *Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste*. Fonte: Associação Brasileira de Águas Subterrâneas: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/portais/bacias/AtlanticoSudeste.aspx>
- Ab'Saber, A. N. (1972). Participação das depressões periféricas e superfícies aplainadas na compartimentação do planalto brasileiro: Considerações finais, conclusão. *Geomorfologia*, 28:01-38.
- CBHRP. (2013). *Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piranga*. Fonte: <http://www.cbhpiranga.org.br/a-bacia>
- CPRM. (1991). *Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Ponte Nova. Folha SF.23-X-B-II*. Ponte Nova.
- FUNDAÇÃO RENOVA. (17 de maio de 2017). Fonte: Site da Fundação Renova: <http://www.fundacaorenova.org/a-fundacao/>
- MDGEO. (2017). *Relatório dos estudos hidrogeológicos na região da Fazenda Floresta. "Compilação de dados". Rio Doce - MG*. Belo Horizonte.

		RELATÓRIO MDGEO Nº
		R_FRN780_01_INV_R1
ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS: RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG		

ANEXOS

		RELATÓRIO MDGEO Nº
		R_FRN780_01_INV_R1
ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS: RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG		

ANEXO I – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA

		RELATÓRIO MDGEO Nº
		R_FRN780_01_INV_R1
ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS: RELATÓRIO DE INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA NA REGIÃO DA FAZENDA FLORESTA – RIO DOCE, MG		

ANEXO II – FICHAS DE CAMPO

