



PATRÍCIA GASPAR COSTA

**SUBSÍDIOS PARA A RESOLUÇÃO DE CONFLITO PELO
USO DOS RECURSOS HÍDRICOS: O CASO DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIBEIRO BONITO, EM CAETÉ – MG**

**LAVRAS – MG
2019**

PATRÍCIA GASPAR COSTA

**SUBSÍDIOS PARA A RESOLUÇÃO DE CONFLITO PELO USO DOS RECURSOS
HÍDRICOS: O CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRO BONITO, EM CAETÉ
– MG**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte
das exigências do Programa de Pós-Graduação
em Tecnologias e Inovações Ambientais, área
de concentração em Solo e sua Interface com o
Ambiente, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Yuri Lopes Zinn
Orientador

**LAVRAS – MG
2019**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha
Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA, com dados
informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Costa, Patrícia Gaspar.

Subsídios para a resolução de conflito pelo uso dos recursos
hídricos: o caso da bacia hidrográfica do Ribeiro Bonito, em Caeté
– MG / Patrícia Gaspar Costa. - 2019.

78 p.

Orientador(a): Yuri Lopes Zinn.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de
Lavras, 2019.

Bibliografia.

1. Disponibilidade hídrica. 2. Gestão de recursos hídricos. 3.
Outorga Coletiva. I. Zinn, Yuri Lopes. II. Título.

PATRÍCIA GASPAR COSTA

**SUBSÍDIOS PARA A RESOLUÇÃO DE CONFLITO PELO USO DOS RECURSOS
HÍDRICOS: O CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRO BONITO, EM CAETÉ
– MG**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte
das exigências do Programa de Pós-Graduação
em Tecnologias e Inovações Ambientais, área
de concentração em Solo e sua Interface com o
Ambiente, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 14 de março de 2019.

Dr. Luiz Fernando Coutinho de Oliveira UFLA

Dra. Cristiane Valéria de Oliveira UFMG

Prof. Dr. Yuri Lopes Zinn
Orientador

**LAVRAS – MG
2019**

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias e Inovações Ambientais da Universidade Federal de Lavras, sob orientação do professor Yuri Lopes Zinn.

Muitas pessoas contribuíram para a sua realização. Entretanto, primeiramente, gostaria de expressar minha sincera gratidão ao professor Yuri, pela orientação no desenvolvimento deste estudo, pela paciência e conselhos para a conclusão do curso.

À UFLA, por meio do Programa de Pós-Graduação Tecnologias e Inovações Ambientais, que me possibilitou adquirir o título de mestre com capacitação e a oportunidade da mudança de vida.

Ao Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam), pela oportunidade, sem a qual este trabalho não seria possível.

Aos meus pais, Jair Modesto da Costa e Silvame Gaspar Costa, que tanto me auxiliaram, com carinho, motivação e compreensão, durante este período de dedicação ao mestrado.

Ao meu esposo, Guilherme Souza de Carvalho e ao meu filho, Pedro Modesto de Carvalho, que foram as razões para eu não desistir e seguir em frente com o meu objetivo.

À minha irmã, Viviane Gaspar Costa, que soube me incentivar e não deixar que o desânimo se sobrepusesse.

À minha família, incluindo meu sogro, minha sogra e cunhada, pelo apoio, pela torcida e carinho para que eu finalizasse esta etapa.

Aos colegas do Mestrado, companheiros nessa etapa importante da nossa vida profissional.

À minha motivadora, professora Dra. Cristiane Valéria de Oliveira, da Universidade Federal de Minas Gerais, pessoa e profissional que tanto me ajudou, aconselhou, apoiou e com a qual tive a oportunidade de aprender.

À Fapemig (CAG – APQ 778 - 15), por viabilizar as visitas do orientador à área de estudo.

Às profissionais de apoio do mestrado, Nina Rivera e Gisele Valério, que, com tanta dedicação e atenção, me atenderam em minhas necessidades e demandas.

Muito Obrigada!

RESUMO

Os problemas de conflito pelo uso da água têm se agravado nos últimos anos, seja por uso mais intensivo do recurso hídrico ou por alterações no ciclo hidrológico local ou regional. A legislação federal vigente prevê, como um dos instrumentos de gestão de recursos hídricos, a outorga de direito de uso das águas. A outorga garante ao seu detentor o direito de uso de determinada quantidade de água, condicionado à sua disponibilidade e demanda, encarregando o órgão gestor do controle desse uso. Em Minas Gerais, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), que tem por finalidade executar a Política Estadual de Recursos Hídricos, também atua mediando conflitos envolvendo atores, como agências de abastecimento público, fazendas com irrigação, consumidores industriais e outros. Dessa forma, a bacia hidrográfica do Ribeiro Bonito, afluente do rio das Velhas, pertencente à Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos SF5, foi declarada, pelo IGAM, em 2007, como em conflito pelo uso da água, havendo a necessidade da regularização por meio da outorga coletiva. Neste contexto, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de analisar a situação de conflito e a efetividade da Portaria de Outorga Coletiva nº 3.268/2017 emitida, e realizar um diagnóstico ambiental da bacia, com estudos de solos e aplicação de questionários aos usuários de água. Os resultados permitiram concluir que a outorga coletiva dos direitos de usos da água aos usuários não foi suficiente para dirimir os conflitos na bacia. Sugerem-se as seguintes ações: fortalecer a representatividade dos usuários visando o interesse coletivo; fomentar mais práticas conservacionistas do solo e da água nas propriedades rurais; realizar monitoramento de vazões geradas na bacia e buscar novas alternativas para captação de água, para atender à demanda para abastecimento público no município de Caeté. Assim, diversas ações coordenadas podem amenizar os conflitos, aumentar a conservação do solo e da água na bacia, bem como priorizar a gestão local dos recursos hídricos.

Palavras-chave: Disponibilidade hídrica. Gestão de recursos hídricos. Outorga Coletiva.

ABSTRACT

Conflicts over the use of water have worsened in recent years, due either to more intensive uses of water resources or changes in local or regional hydrological cycle. Brazilian federal law warrants the granting of water use rights as an instrument for the management of water resources. The granting act assures its beneficiary a right to use a specific water discharge, calculated in consideration of water availability and demand, while delegating to a specific governmental agency the enforcement of that use. In Minas Gerais, the State Water Management Institute (IGAM) is charged with implementing water resource policies, and also acts as mediator of conflicts involving water use actors such as city suppliers, irrigated farms, industrial users and others. The *Ribeiro Bonito* watershed, a creek tributary to the Velhas River, inserted in the Water Resources Planning and Management Unit SF5, was declared by IGAM in 2007 as in a state of conflict for water use, requiring thus regulation by means of a collective granting act. In this context, the present work was carried out with the objective of analyzing the water conflict situation and the effectiveness of the Collective Granting Act n° 3.268/2017, as well as providing a watershed environmental diagnosis with soil studies and a poll with water users. The results led to the conclusion that the collective granting act of water use rights did not settle the conflict in the basin. It is suggested to: strengthen the representativeness of water users and the collective interest; to stimulate soil and water conservation practices in the rural properties; to start measuring water discharges; and to seek new alternatives for water supply to meet the demand in the city of Caeté. Thus, several coordinated actions can reduce conflicts, increase soil and water conservation, and prioritize the local management of water resources.

Keywords: Water availability. Water resource management. Collective Granting.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	As UPGRHs do estado de Minas Gerais.	16
Figura 2 -	Representação da DAC nº 05/2007 na UPGRH SF5.....	22
Figura 3-	Mapa da UPGRH - SF5 e as subdivisões da bacia hidrográfica do rio das Velhas.....	32
Figura 4 -	Mapa do SCBH do rio Taquaraçu.	34
Figura 5 -	Mapa geológico do município de Caeté, MG.....	36
Figura 6 -	Temperaturas, precipitações médias e clima em Caeté, MG.....	37
Figura 7 -	Mapa de altimetria do SCBH Taquaraçu, município de Caeté, MG.	38
Figura 8 -	Mapa de declividade do SCBH Taquaraçu.	39
Figura 9 -	Mapa geral de uso e cobertura do solo do município de Caeté, MG.....	41
Figura 10 -	Mapa de solos do município de Caeté, MG.	44
Figura 11 -	Mapa dos principais cursos de água do município de Caeté, MG.....	46
Figura 12 -	Localização da estação de monitoramento da qualidade da água.....	48
Figura 13 -	Localização dos pontos de captação dos usuários da outorga coletiva.	50
Figura 14 -	Identificação dos usuários do processo coletivo nº 20.393/2015.	51
Figura 15 -	Mapa dos pontos de coletas de solos na bacia do Ribeiro Bonito.....	53
Figura 16 -	Corte de estrada do ponto de coleta P1.	59
Figura 17 -	Área tradicional em horticultura no ponto de coleta P2.	60
Figura 18 -	Ponto de coleta P3, próximo à montante da bacia hidrográfica do Ribeiro Bonito.....	60
Figura 19 -	Área de horticultura no ponto de coleta P4.	61
Figura 20 -	Localização dos pontos de captação de águas superficiais do SAAE de Caeté.	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Equações utilizadas para o cálculo da $Q_{7/10}$	26
Tabela 2 -	Alocação de água por trecho e para cada ponto de captação.	27
Tabela 3 -	Regras de usos para os usuários de água em dias pares.	30
Tabela 4 -	Regras de usos para os usuários de água em dias ímpares.	30
Tabela 5 -	Usos e cobertura do solo de Caeté, MG	42
Tabela 6 -	Principais recursos hídricos da UTE Taquaraçu.	45
Tabela 7 -	Atividades realizadas para conhecer a percepção dos usuários.	56
Tabela 8 -	Resultados da textura do solo e matéria orgânica.	57
Tabela 9 -	Resultados da fertilidade do solo.	58
Tabela 10 -	Identificação dos entrevistados na bacia do Ribeiro Bonito.	62
Tabela 11 -	Outorgas de águas superficiais do SAAE de Caeté, MG	64
Tabela 12 -	Usuários e a vazão outorgável em cada seção.	66
Tabela 13 -	Informações dos pontos de captações dos usuários do Ribeiro. Bonito.	67
Tabela 14 -	Volume diário consumido para cada ponto de captação	68

LISTA DE SIGLAS

COBRAPE	Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos
CODEMIG	Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais
DAC	Declaração de Área de Conflito
FAPEMIG	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
SAAE	Serviço Autônomo de Água e Esgoto
SIAM	Sistema Integrado de Informação Ambiental
TAC	Termo de Ajustamento de Conduta
UPRGH	Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos
UTE	Unidade territorial estratégica

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1	Gestão de recursos hídricos	14
2.2	Outorga coletiva de direito de uso dos recursos hídricos	17
2.3	Bacia hidrográfica	18
2.4	A degradação dos recursos naturais em uma bacia hidrográfica	19
2.5	Histórico do conflito pelo uso da água na bacia do Ribeiro Bonito	21
2.6	O processo de outorga coletiva na bacia hidrográfica do ribeirão Ribeiro Bonito	23
2.6.1	A metodologia da análise técnica e o cálculo de disponibilidade hídrica	24
2.6.2	A alocação de água entre os usuários da bacia hidrográfica do ribeirão Ribeiro Bonito	26
2.6.3	Portaria de outorga coletiva da bacia hidrográfica do Ribeiro Bonito	28
3	PROCEDIMENTO METODOLÓGICO	31
3.1	Descrição da área de estudo	31
3.2	Usuários de recursos hídricos da bacia hidrográfica do Ribeiro Bonito	49
3.4	Diagnóstico ambiental	52
3.5	A percepção dos irrigantes de água do Ribeiro Bonito	55
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
4.1	Resultado das análises de solo	57
4.2	Percepção dos usuários envolvidos na implantação da outorga coletiva	62
4.3	Vazões outorgadas e respectivas áreas de captação	66
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	69
	REFERÊNCIAS	71
	ANEXOS	76

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural fundamental para a vida. Esse recurso está distribuído amplamente no globo terrestre, contudo, nem toda água está disponível para o uso humano. O fator preponderante é a distribuição da parcela de água superficial doce no planeta: existem regiões privilegiadas, que contêm uma fração significativa e outras onde a escassez hídrica é permanente.

As bacias hidrográficas, tanto urbanas quanto rurais, sofrem grandes alterações, com a impermeabilização excessiva do solo, que gera redução das áreas de infiltração e compactação do solo, promovendo escoamento superficial mais rápido e, portanto, aumento na frequência de enchentes. Ainda, é comum que isso prejudique a quantidade e a qualidade dos recursos hídricos e, conseqüentemente, as condições de vida da população (OLIVEIRA; RODRIGUES, 2009).

Estudos apontam que, no Brasil, estejam, aproximadamente, 12% da água superficial doce do mundo. Contudo, a distribuição irregular e a sazonalidade dos eventos pluviais são responsáveis por vários problemas de escassez hídrica. Essa escassez é um problema também do ponto de vista econômico e, nesse sentido, a água passa a ser considerada insumo de produção e tratada como recurso hídrico.

No Brasil, a Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 (BRASIL, 1997), é o dispositivo legal que regulamenta a gestão dos recursos hídricos. A referida lei estabelece como instrumento de gestão, entre outros, a outorga de direito de uso dos recursos hídricos. No estado de Minas Gerais, a Política Estadual de Recursos Hídricos foi instituída pela Lei nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999 (MINAS GERAIS, 1999). A outorga tem como objetivo assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso aos recursos hídricos. Esse controle é necessário para evitar conflitos entre usuários de recursos hídricos e para assegurar-lhes o efetivo direito de acesso à água.

Os problemas de conflito pelo uso da água têm se agravado nos últimos anos, seja por uso mais intensivo ou por alterações no ciclo hidrológico como um todo. Várias bacias hidrográficas em Minas Gerais não conseguem atender a todas as demandas que atendiam outrora, devido às baixas vazões e ao aumento do uso de água. A gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas, para que todos os setores usuários tenham possibilidade de acesso aos recursos hídricos. Como as demandas por água para os mais variados usos vêm aumentando, o número de conflitos de interesses envolvendo a água também cresceu. Por isso, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), que tem por finalidade

executar a Política Estadual de Recursos Hídricos em Minas Gerais, atua mediando conflitos que podem contrapor diversos setores, tais como abastecimento público, irrigação e consumo industrial, entre outros.

Nesse sentido, no momento em que o IGAM emite uma declaração de área de conflito pelo uso da água para uma determinada bacia hidrográfica, torna-se oficial a situação em que são restringidos os usos da água pelo fato de a oferta hídrica ser inferior às demandas, gerando competição entre os usuários (BRASIL, 2004). Neste caso, a regularização dos usos dos recursos hídricos é executada por meio de processo único de outorga, comumente chamado de “outorga coletiva”. Vale destacar que a Lei Federal nº 9.433/1997 e a Estadual nº 13.199/1999 não disciplinam de forma específica o procedimento da outorga coletiva de direito de uso dos recursos hídricos. Trata-se apenas de um procedimento diferenciado que o órgão outorgante utiliza para emitir as outorgas em bacias hidrográficas nas quais a demanda é maior que a oferta. Nesse contexto, a outorga coletiva é um ato administrativo autorizativo a ser concedido a um número determinado de usuários, localizados em área de conflito, devido à escassez dos recursos hídricos. Assim, os procedimentos diferenciados para a obtenção da outorga coletiva podem ser regulamentados administrativamente, independentemente de alterações na Lei nº 13.199/1999.

A bacia hidrográfica do Ribeiro Bonito, afluente do rio das Velhas, pertencente à Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (SF5), foi declarada pelo IGAM em conflito pelo uso da água, por meio da declaração de área de conflito nº 05, em 26 de novembro de 2007. A avaliação dos usos de água do Ribeiro Bonito, formalizados por meio do processo de outorga nº 20.393/2015, torna-se um plano adequado do uso da água, dirime os conflitos pela escassez e incentiva os usuários, com o apoio do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas, a obterem melhores resultados na gestão de recursos hídricos.

Desse modo, este trabalho foi fundamentado na necessidade de prover mais subsídios para a redução do conflito hídrico estabelecido na bacia do Ribeiro Bonito e, conseqüentemente, melhor uso da sua água.

Os objetivos específicos foram os seguintes:

- a) caracterizar o meio físico, os fatores e os processos ambientais envolvidos na hidrologia da bacia do Ribeiro Bonito;
- b) caracterizar a ocupação do solo presente na bacia do Ribeiro Bonito, visando analisar aspectos que contribuam para menores vazões;

- c) identificar e analisar a percepção dos atores envolvidos na implantação da outorga coletiva e os possíveis efeitos deste instrumento de gestão na melhoria quali-quantitativa da água na bacia.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Gestão de recursos hídricos

Visto que a água é recurso natural indispensável à vida, é de fundamental importância seu gerenciamento adequado, de forma que a relação entre sua utilização e o desenvolvimento da sociedade possa ser sustentável (OLIVEIRA, 2013).

Um dos fundamentos da política nacional de recursos hídricos é o respeito aos usos múltiplos da água, considerada o principal insumo para o abastecimento público, industrial e atividades agrossilvipastoris, incluindo a irrigação e a dessedentação animal, além de recreação, geração de energia hidroelétrica, navegação, lazer, diluição e transporte de efluentes.

O conhecimento das leis e das normas nacionais e estaduais que regulamentam a gestão das águas é imprescindível para a gestão dos recursos hídricos. Portanto, descrever e analisar a fundo cada um dos seus instrumentos é fundamental para garantir uma boa gestão dos recursos hídricos (MOREIRA, 2018). Como instrumento de gestão, a outorga de direito de uso de recurso hídrico está prevista tanto na Política Nacional de Recursos Hídricos, como na Lei Estadual de Recursos Hídricos em Minas Gerais (MINAS GERAIS, 1999), visando assegurar o controle dos usos desses recursos, de modo a garantir os usos múltiplos e os direitos de acesso à água.

Nesse contexto, a Lei Estadual nº 13.199/1999 prevê, como um desses instrumentos de gestão, a outorga de direito de uso dos recursos hídricos. Tal instrumento visa assegurar o controle dos usos, de sorte a garantir os direitos de acesso à água. Consta do artigo 18 da citada Lei Estadual que os usuários são sujeitos à outorga pelo Poder Público, independentemente de natureza pública ou privada.

A outorga permite ao seu detentor, por um período preestabelecido, o direito de uso de determinada quantidade de água, condicionado à sua disponibilidade, de tal modo que assegure ao órgão gestor o controle quantitativo e qualitativo do seu uso, ao mesmo tempo em que garante ao usuário o direito de uso de forma pessoal e intransferível.

Segundo Silva et al. (2015), o gerenciamento integrado dos recursos hídricos é um processo que promove a gestão coordenada do uso da água, do solo e dos recursos relacionados, a fim de maximizar o bem-estar econômico e social resultante de uma forma equitativa, sem comprometer a sustentabilidade dos ecossistemas. Para isso, os órgãos gestores de recursos hídricos utilizam as vazões mínimas de referência, bem como percentuais considerados outorgáveis. Atualmente, o IGAM, em Minas Gerais, utiliza, para análise dos processos de

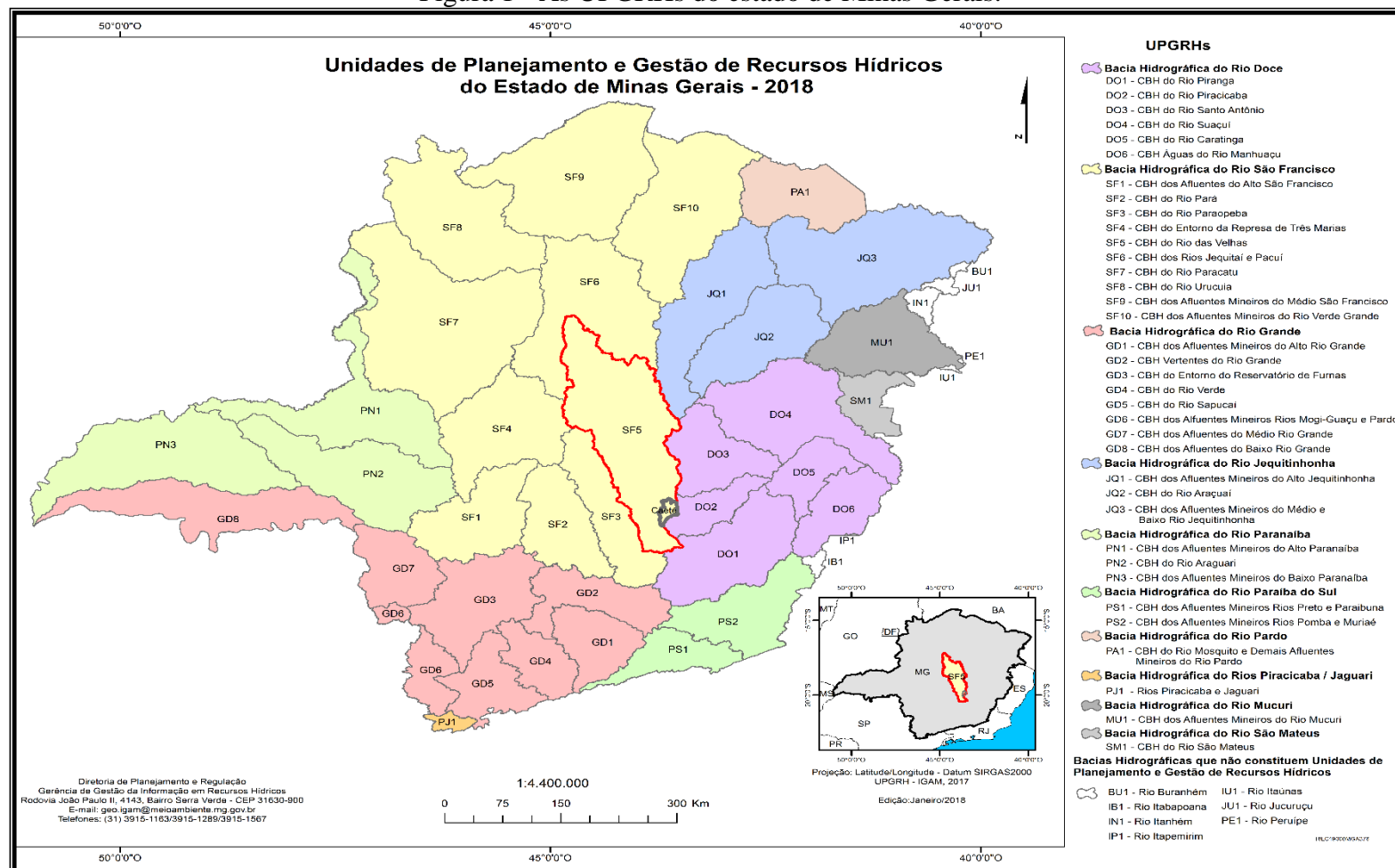
outorgas, a $Q_{7,10}$ como vazão mínima de referência, que pode ser considerada mais restritiva, e outros utilizam as vazões mínimas Q_{90} ou a Q_{95} , como, por exemplo, a Agência Nacional das Águas (BRASIL, 2018).

A $Q_{7,10}$ é obtida pela análise da série histórica das vazões mínimas médias com sete dias de duração e período de retorno de 10 anos, enquanto as vazões de referência Q_{90} e Q_{95} podem ser entendidas como aquelas em que 90% ou 95% do tempo um determinado valor de vazão foi igualado ou ultrapassado durante um período de observações. Em Minas Gerais, a vazão mínima de referência $Q_{7,10}$ e os percentuais outorgáveis para cada porção hidrográfica estão definidos na Resolução Conjunta SEMAD/IGAM nº 1.548, de 29 de março de 2012 (MINAS GERAIS, 2012), que dispõe sobre a vazão de referência para o cálculo da disponibilidade hídrica superficial nas bacias hidrográficas do estado. Consta nesta resolução que, para as captações diretas no curso de água, a vazão máxima outorgável na UPGRH SF5, ou seja, Unidade de Planejamento de Recursos Hídricos da bacia do rio das Velhas, na qual se insere a bacia hidrográfica do Ribeiro Bonito, é de 30%, devendo-se, em qualquer situação, garantir o fluxo residual de, no mínimo, 70% da $Q_{7,10}$.

Quando existem demandas cujo somatório supere os 30% de $Q_{7,10}$ outorgável, sem regularização de vazão, dependendo da UPGRH, a área de drenagem ao ponto é considerada em conflito. Nesses casos, o IGAM convoca os usuários da bacia a se regularizarem em um processo único de outorga, ou outorga coletiva, no qual será feita a alocação negociada das vazões outorgáveis.

A Deliberação Normativa do Conselho Estadual de Recursos Hídricos nº 6, de 4 de outubro de 2002 (MINAS GERAIS, 2002), definiu as 36 UPGRHs. Na Figura 1 apresentam-se as UPGRHs do estado de Minas Gerais, destacando-se a UPGRH SF5, onde se insere a bacia hidrográfica do Ribeiro Bonito, em Caeté, MG.

Figura 1 - As UPGRHs do estado de Minas Gerais.



Fonte: Adaptado de Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas (CBH VELHAS, 2015).

2.2 Outorga coletiva de direito de uso dos recursos hídricos

O conflito pelo uso da água tem aumentando desde a segunda metade do século XX. Nesse contexto, os órgãos gestores de recursos hídricos têm sido chamados a atuar na resolução ou na minimização desses conflitos. A ferramenta mais utilizada para este fim tem sido a outorga coletiva.

A Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e a Lei Estadual nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999, não disciplinam de forma específica os procedimentos da outorga coletiva de direito de uso dos recursos hídricos. Essa previsão seria desnecessária, uma vez que não se trata de um ato administrativo diverso daquele já disciplinado nos artigos 11 e seguintes da Lei Federal nº 9.433/1997 e nos artigos 17 e seguintes da Lei Estadual nº 13.199/1999. Trata-se apenas de um procedimento diferenciado para as outorgas emitidas em áreas onde há indisponibilidade hídrica relativa de águas superficiais. A outorga coletiva é um ato administrativo autorizativo a ser concedido a um número determinado de usuários, localizados em área de conflito, devido à escassez dos recursos hídricos. O procedimento diferencia-se pela necessidade de alocação negociada da água entre os usuários. Contudo, os usos passíveis de outorga continuam sendo aqueles arrolados no artigo 12 da Lei Federal nº 9.433/1997 e no artigo 18 da Lei Estadual nº 13.199/1999. Assim, a mera diferenciação procedimental para a obtenção da outorga coletiva pode ser regulamentada administrativamente, independentemente de aprovação de uma nova lei.

Na análise técnica de qualquer tipo de processo de outorga são considerados a disponibilidade hídrica e outros fatores no contexto da bacia hidrográfica, como as demandas hídricas a montante e a jusante, hidrologia, hidráulica, qualidade da água e os direitos e responsabilidades dos usuários, levando-se em conta os critérios de racionalidade de uso estabelecidos em literatura e no Manual de Outorga do Estado de Minas Gerais (INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS - IGAM, 2010a).

A fim de regulamentar o procedimento de outorga coletiva de direito de uso dos recursos hídricos, em Minas Gerais, o IGAM editou a Portaria IGAM nº 26, de 17 de agosto de 2007, que aprova a Nota Técnica de Procedimento nº 7, de 10 de outubro de 2006. A citada Nota Técnica define os procedimentos para emissão da Declaração de Área de Conflito (DAC) e trata do processo único de outorga de direito de uso dos recursos hídricos, popularmente denominado outorga coletiva (MINAS GERAIS, 2007). Nos casos em que a somatória das demandas por água por parte de diversos usuários requerentes se torna superior à vazão outorgável, definida pela Resolução SEMAD/IGAM nº 1.548/2012, tem-se a indisponibilidade hídrica. Quando se

observa esse tipo de situação, o IGAM, após análise dos estudos existentes relativos à disponibilidade hídrica e relativos aos usuários e suas demandas de água, emite a DAC.

Conforme o IGAM (2010a), no pedido de outorga coletiva (processo único de outorga), os usuários apresentam uma proposta de alocação de água, que pode ser entendida como um ato de distribuição dos recursos hídricos entre os usuários, com o objetivo de reduzir ou eliminar os conflitos entre eles e possibilitar o planejamento das demandas futuras a serem atendidas, buscando contemplar as necessidades ambientais, econômicas e sociais da água. Após análise técnica, em caso de deferimento, é publicada uma Portaria de Outorga, com prazo de vigência, contendo uma listagem com todos os usuários e a identificação das modalidades, das finalidades desses usos e das vazões requeridas. A decisão pelo deferimento do pedido de outorga, a condição do uso da água e o prazo de validade do ato autorizativo de uso do recurso hídrico são definidos a partir de três fatores que são: a racionalidade no uso da água; a magnitude do conflito pelo uso da água na bacia, avaliada pela relação entre as demandas totais existentes e as vazões de referência, e a magnitude da participação individual do usuário no comprometimento dos recursos hídricos (IGAM, 2010a).

Segundo Silva e Monteiro (2004), o equacionamento dessa situação requer entendimento e aplicação de questões técnicas, legais e políticas para o desenvolvimento integrado e sustentável da bacia hidrográfica.

2.3 Bacia hidrográfica

A bacia hidrográfica é uma área delimitada por divisores de água, onde entra por precipitação e sai por evaporação e por escoamento fluvial. O ordenamento da rede de drenagem, sua densidade e forma são parâmetros fundamentais para a compreensão dos processos fluviais e seu relacionamento com o clima, a vegetação, a geologia e o relevo da bacia, bem como com o uso e a ocupação de sua área. As características físicas de uma bacia interferem no escoamento das águas na rede de drenagem e condicionam o regime hidrológico. Por exemplo, o comportamento do escoamento fluvial pode ser bastante variado durante o ano, com períodos de maior escoamento superficial alternando-se com períodos no qual o escoamento é mantido apenas pela água proveniente do lençol freático (STEVAUX; LATRUBESSE, 2017).

Conforme Mello e Silva (2013), a cobertura vegetal e os solos são fundamentais para a caracterização do ambiente e controlam a dinâmica da água dentro da bacia hidrográfica. Cada tipo de cobertura do solo exerce uma influência diferente nos processos de evapotranspiração e

retenção de precipitação e, conseqüentemente, de umidade do solo. Igualmente importante, o tipo de solo interfere decisivamente nos processos de infiltração e retenção de água, e diretamente nas características de escoamento superficial e produção de sedimentos na bacia hidrográfica.

Por serem o resultado da interação de vários fatores ambientais, as bacias hidrográficas são consideradas excelentes unidades de gestão dos elementos naturais e sociais, pois, nesta ótica, é possível acompanhar as mudanças introduzidas pelo homem e as respectivas respostas da natureza. A bacia hidrográfica é considerada unidade de planejamento e gerenciamento, devendo compatibilizar os diversos usos e interesses pela água e garantindo sua qualidade e quantidade (BRASIL, 2006).

O uso e o manejo inadequados das terras e a falta de ações conservacionistas implicam em perdas significativas de solo, matéria orgânica e nutrientes, tendo como consequência o assoreamento dos cursos de água, o que prejudica o equilíbrio dos sistemas hídricos em bacias hidrográficas (MELLO; SILVA, 2013).

Nesse sentido, as bacias hidrográficas, tanto nas áreas urbanas quanto nas rurais, sofrem grandes alterações, especialmente pela impermeabilização excessiva do solo, que gera escoamento superficial mais rápido e aumento na frequência de enchentes, que acabam, por sua vez, prejudicando a quantidade e a qualidade dos recursos hídricos (OLIVEIRA; RODRIGUES, 2009).

2.4 A degradação dos recursos naturais em uma bacia hidrográfica

De acordo com Blainski, Garbossa e Malutta (2010), a degradação dos recursos naturais, principalmente do solo e da água, torna-se cada vez mais preocupante. Ferreira et al. (2003) afirmam que o solo e a água são dois recursos naturais fundamentais da agricultura. Por isso, é responsabilidade de todos manejar esses recursos de forma eficiente e em uma base sustentável, pois muitas áreas produtivas tornam-se completamente degradadas pela erosão em função do manejo inadequado do sistema solo-água. Pruski (2009) define erosão como um processo de desprendimento e arraste das partículas do solo, ocasionado pela ação da água (erosão hídrica), constituindo a principal causa da degradação das terras agrícolas. O principal tipo de erosão no Brasil é a hídrica, manifestando-se de maneira variável, dependendo das condições climáticas, do tipo de solo, da topografia, do uso e da ocupação do solo e das práticas conservacionistas adotadas (BLAINSKI; GARBOSSA; MALUTTA, 2010).

Conforme Tucci e Collischonn (2000), quando há perda da cobertura vegetal e o solo fica exposto periodicamente, aumenta a produção de sedimentos, pois a camada superficial do solo tem a sua estrutura desestabilizada pelo impacto das gotas das chuvas, tornando-se menos resistente à erosão.

Oliveira et al. (2011) afirmam que a erosão hídrica acarreta diversos efeitos prejudiciais ao solo e à água, que envolvem desde a perda de produtividade agrícola até impactos sobre os recursos hídricos, como perda da qualidade de água superficial, ação de contaminantes associados (adubos, pesticidas e metais pesados) e assoreamento dos cursos de água, favorecendo a ocorrência de enchentes no período chuvoso e aumentando a escassez hídrica no período de estiagem, comprometendo a disponibilidade de água (PRUSKI, 2009).

Nesse sentido, para o controle da erosão, as práticas conservacionistas são recomendadas para minimizar as perdas de solo e de água. Para um manejo adequado do solo, é necessário avaliar e manter adequadas suas propriedades físicas, químicas e biológicas. O êxito do desenvolvimento de uma agricultura conservacionista está ligado diretamente à escolha de práticas de manejo que sejam compatíveis com as características do solo, do terreno e do clima da localidade específica onde se pretende estabelecer a atividade agrícola (MINELLA et al., 2007). A definição dos métodos de prevenção da erosão é feita em função dos aspectos ambientais e socioeconômicos de cada região e/ou propriedade. Cada prática, aplicada isoladamente, previne apenas de maneira parcial o problema e, para uma prevenção adequada da erosão, faz-se necessária a adoção simultânea de um conjunto de práticas conservacionistas (MARQUES et al., 2001).

Várias são as práticas utilizadas para controlar a erosão hídrica em solos agrícolas, normalmente divididas em vegetativas (utilização da própria vegetação), edáficas (manejo do solo) e mecânicas (construção de estruturas artificiais), as quais apresentam sua eficiência potencializada quando são empregadas de forma conexa (BRASIL, 2016).

Segundo Magalhães (2013), é recomendável o uso de práticas conservacionistas que aumentem a infiltração e o armazenamento da água no perfil do solo, e que intensifiquem a cobertura vegetal. Assim, além de controlar a erosão e o empobrecimento do solo, obtêm-se, como resultado, melhorias da qualidade da água e a preservação do meio ambiente.

De acordo com Pruski (2009), conhecer as contribuições qualitativas das práticas conservacionistas permite garantir a eficiência do funcionamento dessas medidas para a conservação do solo e da água. Silva (2015) afirma que a ausência de cobertura vegetal em áreas degradadas é consequência do uso inadequado do solo. Assim, não há como conservar a água em uma bacia hidrográfica sem garantir a conservação do solo. A degradação do solo não

é um problema apenas econômico, mas também social, sendo de extrema importância sua utilização racional e consciente (BRITO; ALMEIDA, 2010).

2.5 Histórico do conflito pelo uso da água na bacia do Ribeiro Bonito

Em 2007, a fiscalização do Sistema Estadual de Meio Ambiente, por meio da Gerência de Fiscalização (GFISC/IGAM), verificou uma relação conflituosa entre o sistema de abastecimento de água da cidade de Caeté, MG, e os produtores de hortaliças da bacia do Ribeiro Bonito. Dessa forma, procedeu-se à vistoria nas propriedades, a fim de realizar breve diagnóstico, com respeito à utilização da água desse ribeirão e promover uma reunião com os respectivos usuários.

No mesmo ano, reuniram-se representantes da Prefeitura Municipal de Caeté, do Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Caeté (SAAE) e os produtores rurais (horticultores) para buscar uma solução negociada para o problema de falta de água para o abastecimento daqueles município.

Diante da situação de conflito pelo uso da água, como resultado desta reunião, foi assinado o Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) firmado entre o IGAM, o SAAE, a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (EMATER-MG), a Secretaria Municipal de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente de Caeté, o Ministério Público de Minas Gerais e os usuários de água da bacia, com determinação das condições de uso de forma emergencial e definição dos prazos para a formalização do processo único de outorga ou “outorga coletiva”.

Após a assinatura do TAC, o IGAM emitiu a Declaração de Área de Conflito, DAC nº 005/2007, referente à bacia hidrográfica do ribeirão Ribeiro Bonito, inserida na UPGRH SF5 – Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas, conforme demonstrado na Figura 2.

do TAC, por solicitação do SAAE e dos usuários. Vale ressaltar que o segundo aditivo venceu em junho de 2009, não havendo a formalização do processo de outorga coletiva referente aos usuários do ribeirão Ribeiro Bonito, sendo uma das obrigações impostas ao SAAE de Caeté e aos horticultores.

Dessa forma, o descumprimento do TAC pelos usuários de água do Ribeiro Bonito culminou em uma ação de fiscalização na bacia hidrográfica, sendo lavrados autos de infração para aqueles que estavam irregulares, ou seja, sem a devida outorga de direito de uso do recurso hídrico.

Ressalta-se que, durante todo o processo de negociação com os usuários de água, o Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas apoiou o IGAM, promovendo a participação descentralizada na gestão do recurso hídrico, bem como esclarecendo os usuários sobre a importância da regularização e estabelecendo diretrizes específicas para a bacia hidrográfica do ribeirão Ribeiro Bonito.

2.6 O processo de outorga coletiva na bacia hidrográfica do ribeirão Ribeiro Bonito

O IGAM, para regularizar os usuários inseridos em áreas de conflito, necessita organizar as captações de água e estabelecer regras claras para seu uso, definidas com participação dos próprios interessados, ou seja, a solicitação de uma outorga coletiva permite que os usuários negociem entre si a melhor maneira de dar aproveitamento sustentável aos recursos hídricos da bacia (IGAM, 2010). Para isso, é importante que eles elaborem uma proposta de alocação negociada de recursos hídricos, em que decidam o nível de alocação e risco que querem correr em relação ao uso da água. Assim, o órgão gestor de recursos hídricos assume o campo da negociação, com envolvimento de todos os usuários, os quais admitem o processo de alocação de água com a orientação do órgão gestor de recursos hídricos, e com o apoio do respectivo comitê de bacia hidrográfica (BRASIL, 2013).

Diante disso, em 17 de julho de 2015, os usuários consuntivos superficiais da bacia hidrográfica do ribeirão Ribeiro Bonito formalizaram, junto ao órgão competente, o Processo Único de Outorga Coletiva sob o protocolo de nº 20.393/2015. Neste processo, oito usuários de água solicitaram a autorização para o atendimento das suas demandas, cujas finalidades de uso eram o abastecimento público do município de Caeté, MG, as atividades de silvicultura e a irrigação para horticulturas.

Ao todo, são 11 pontos de captação para usos consuntivos de águas superficiais na bacia hidrográfica, havendo mais de um ponto de captação para um mesmo usuário. Cinco desses

pontos de captação estão localizados diretamente no ribeirão Ribeirão Bonito e outras seis captações localizam-se em cursos d'água afluentes. Para cada ponto de captação foi apresentado um formulário técnico, exigido pelo IGAM, com as seguintes informações:

- a) coordenadas geográficas;
- b) características hidrológicas do corpo hídrico;
- c) justificativa da vazão requerida;
- d) finalidade do uso;
- e) fluxograma do balanço hídrico do empreendimento,
- f) croquis do sistema de captação e distribuição,
- g) memorial de cálculo da vazão legalmente disponível (considerando os limites definidos na Resolução Conjunta SEMAD/IGAM nº 1.548/2012);
- h) identificação dos usuários de água a montante e a jusante do ponto de captação, relatório técnico exigido pelo IGAM;
- i) projeto de irrigação;
- j) programa de abastecimento público do SAAE de Caeté;
- k) Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura de Minas Gerais (CREA) do responsável técnico pelo processo de outorga nº 20.393/2015.

Destaca-se que, durante a análise técnica do processo de outorga nº 20.393/2015, o IGAM contemplou os critérios técnicos, as normas relevantes à gestão dos recursos hídricos em Minas Gerais, a análise da disponibilidade hídrica e outros fatores analisados no contexto da bacia hidrográfica, demandas de montante e jusante, autorizadas por meio de outras portarias de outorga, cadastros de usos insignificantes, bem como as condicionantes de monitoramento quantitativo e qualitativo da água e regras de uso, que devem ser observadas e cumpridas por todos os usuários da bacia.

2.6.1 A metodologia da análise técnica e o cálculo de disponibilidade hídrica

A Resolução Conjunta SEMAD/IGAM nº 1.548 de 29 de março 2012 (MINAS GERAIS, 2012) estabeleceu a $Q_{7,10}$ (vazão mínima de sete dias de duração e 10 anos de recorrência) como vazão de referência a ser utilizada para o cálculo da disponibilidade hídrica superficial nas bacias hidrográficas do estado.

A sub-bacia do ribeirão Ribeiro Bonito e seus afluentes, situada na bacia hidrográfica estadual do rio das Velhas (UPGRH SF5), está em área de conflito, sendo o percentual outorgável de 50% da $Q_{7/10}$, conforme o parágrafo 2º, artigo 2¹, da legislação vigente. Sendo assim, para a análise de disponibilidade hídrica da bacia em estudo, para a identificação dos usuários outorgados e dos usos insignificantes consuntivos localizados a montante e a jusante na bacia hidrográfica do ribeirão Ribeiro Bonito foi utilizado o Sistema Integrado de Informação Ambiental (SIAM)².

Nesse sistema, para a determinação da vazão mínima outorgável (50% da $Q_{7/10}$), o IGAM recomenda o estudo “Deflúvios superficiais no estado de Minas Gerais³” (SOUZA, 1993), que utiliza a metodologia de regionalização de vazões⁴ para estimativas de vazões mínimas ($Q_{7/10}$) e médias de longo termo (Q_{MLT}), o qual foi desenvolvido pela Hidrossistemas – Engenharia de Recursos Hídricos Ltda., com o apoio da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (Copasa). A vazão em cada seção do curso de água é obtida por meio de um modelo matemático que associa o rendimento específico de cada região, a área de drenagem do ponto de intervenção ambiental e as características físicas (relevo, área de drenagem, declividade), de solo e meteorológicas das bacias hidrográficas. Nesse estudo de regionalização, têm-se mapas contendo os parâmetros para as tipologias regionais de cada bacia, os pontos altimétricos e os rendimentos específicos ou isolinhas de vazão que representam os deflúvios drenados por unidade de área, com notação ($L s^{-1}km^2$).

Para a obtenção da $Q_{7,10}$ foram inicialmente calculados a área de drenagem, o rendimento específico mínimo para cada ponto de captação e o fator de proporção para duração de sete dias e período de retorno de 10 anos, conforme demonstrado na Tabela 1.

¹ Art.2 – [...]§2º - Nas áreas declaradas em conflito pelo direito de uso de recursos hídrico pelo IGAM situadas nas bacias hidrográficas mencionadas no §1º, o percentual outorgável será de 50% da $Q_{7,10}$ com vistas a mitigar os conflitos existentes (MINAS GERAIS, 2012).

² O Sistema Integrado de Informações Ambientais foi criado para integrar e descentralizar os sistemas autorizativo e fiscalizatório por meio de ferramentas de tecnologias modernas, com objetivo de implantar o sistema integrado de informações ambientais.

³ O estudo permite a estimativa das vazões superficiais médias e extremas para qualquer ponto do Estado de Minas Gerais, bem como a estimativa do potencial de regularização dos cursos de água, por meio de reservatórios. Apresenta, ainda, um acervo consistido de dados fluviométricos mensais, formado a partir de 252 seções de informações hidrométricas distribuídas por todo o Estado.

⁴ A regionalização de vazão tem sido utilizada em hidrologia para denominar a transferência de informações de um local para outro dentro de uma área com comportamento hidrológico semelhante ou seja, tem a finalidade de espacializar a informação hidrológica, normalmente pontual, possibilitando a transferência de informações de uma região para outra, mas considerando as regiões homogêneas dentro da bacia (TUCCI, 2002).

Tabela 1 - Equações utilizadas para o cálculo da $Q_{7/10}$.

Variável	Nome da variável	Equações
$Q_{m,10}$	Vazão mínima de duração mensal e recorrência decenal	$Q_{m,10} = Re_{m,10} \times A$
$F_{7,10}$	Fator de proporção para duração de sete dias e tempo de retorno de 10 anos	$F_{7,10} = \alpha + \beta \times \gamma^D$
$Q_{7,10}$	Vazão mínima de sete dias e tempo de retorno de 10 anos	$Q_{7,10} = F_{7,10} \times Q_{M,10}$

Fonte: Adaptado de Lages (2018).

em que

- A = área a montante do ponto de captação (km^2);
- $Re_{m,10}$ = rendimento específico de duração mensal e recorrência decenal ($\text{L} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^2$);
- D = período de duração de sete dias;
- α, β, γ = parâmetros para tipologia regional.

2.6.2 A alocação de água entre os usuários da bacia hidrográfica do ribeirão Ribeiro Bonito

A outorga deve ser vista como um instrumento de alocação de água entre os mais diversos usos dentro de uma bacia hidrográfica. Essa alocação de água deve buscar os seguintes objetivos mínimos: atendimento das necessidades ambientais, econômicas e sociais por água; redução ou eliminação dos conflitos entre usuários da água e possibilidade de que as demandas futuras também possam ser atendidas (SILVA; MONTEIRO, 2004).

Para que o órgão gestor dos recursos hídricos adote a alocação de água em uma bacia hidrográfica, é necessário conhecer o planejamento estabelecido pelos próprios usuários quanto às regras para o seu uso. Neste caso, o órgão gestor atua nos aspectos técnicos e no campo da negociação, deixando para que os usuários da bacia hidrográfica negociem entre si a melhor maneira de dar aproveitamento sustentável ao recurso hídrico.

No caso da bacia hidrográfica do ribeirão Ribeiro Bonito, os usuários não apresentaram uma proposta de alocação negociada de água, cabendo ao órgão gestor estabelecer as regras para a sua utilização.

Na Tabela 2, diante da metodologia de regionalização de vazões adotada pelo IGAM, estão apresentados os valores de $Q_{7/10}$ (Ls^{-1}) e a vazão outorgável (50% da $Q_{7/10}$) para cada usuário, bem como para cada trecho da bacia, sendo dividido em usuários que captam direto no Ribeiro Bonito, em azul na tabela, e os usuários que captam nos afluentes deste ribeirão, identificados em verde.

Tabela 2 - Alocação de água por trecho e para cada ponto de captação.

Ident.	Usuários ⁵	Q _{7,10} (Ls ⁻¹)		Captação (Ls ⁻¹)		%Q _{7,10}		Captação dias pares (Ls ⁻¹)		Captação dias ímpares (Ls ⁻¹)			
		Ls ⁻¹	50%	Pontual	Acumulada	Pontual	Acumulada	Pontual	Acumulada	%Q _{7,10}	Pontual	Acumulada	%Q _{7,10}
P01	CENIBRA	57,62	28,81	11,40	11,40	0,20	0,20	11,00	11,00	0,19			
P02	Itamar Agostinho	179,09	89,55	10,00	21,40	0,06	0,12			0,00	10,00	10,00	0,06
	Soma/Acumulado:			21,40	32,80					11,00		10,00	
P03	Milton Fernandes	30,14	15,07	14,00	14,00	0,46	0,46			0,00	14,00	14,00	0,46
	Soma/Acumulado:			14,00	14,00					0,00		14,00	
P04	Valério Coelho	231,90	115,95	5,00	37,80	0,02	0,16	5,00	5,00	0,02			
	Soma/Acumulado:			5,00	37,80					5,00			
P05	Carlito Fernandes	6,06	3,03	2,00	2,00	0,33	0,33	2,00	2,00	0,33			
P06	Carlito Fernandes	2,44	1,22	3,00	5,00	1,23	2,05	3,00	5,00	2,05			
P07	Valério Coelho	1,50	0,70	2,00	7,00	1,33	4,67				2,00	2,00	1,33
P08	Valério Coelho	12,70	6,35	5,00	12,00	0,39	0,94				5,00	7,00	0,55
	Soma/Acumulado:			12,00	26,00					7,00		7,00	
P09	Agro.Hort. Terra Nova	11,70	5,85	3,00	3,00	0,26	0,26	3,00	3,00	0,26			
	Soma/Acumulado:			3,00	29,00					3,00			
P10	Fernado Vilaça	277,90	138,95	2,10	39,90	0,01	0,14				2,10	2,10	0,01
P11	SAAE de Caeté*	287,55	143,78	80,00	119,90	0,28	0,42	80,00	91,00	0,32	80,00	82,10	0,29
	Usos insignificantes			11,00	130,90			11,00	102,00		11,0	93,10	
	Total/Acumulado:			148,50	159,90				128,00		124,10		

Fonte: Da autora (2019).

⁵ Na Tabela 2 destacam-se, em azul, os usuários de água que possuem seu ponto de captação direto no Ribeiro Bonito. Os usuários de água com destaques em verde são os que captam em afluentes diretos do Ribeiro Bonito. Os usos insignificantes de água, em amarelo, constam para o cálculo do balanço hídrico na bacia, porém, não estão na Portaria de Outorga Coletiva por serem passíveis apenas de cadastro, conforme Deliberação Normativa do Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH nº 09 de 16 de junho de 2004.

Para a distribuição da água entre os usuários, verificou-se, durante a análise técnica do processo de outorga nº 20.393/2015, a soma dos valores das captações distribuídas pelo IGAM (captação pontual) com o total dos valores de captação acumulada⁶, resultando em um somatório de vazão comprometida por trechos da bacia e para cada usuário. Esse resultado encontra-se no trecho final da bacia hidrográfica, sendo o ponto mais a jusante (P11), identificando-se o somatório da vazão pontual $148,5 \text{ Ls}^{-1}$, ou seja, a soma das vazões captadas por todos os usuários, contra a soma da vazão acumulada de $159,9 \text{ Ls}^{-1}$ no trecho final da bacia.

Verifica-se que a vazão pontual por trecho e a vazão acumulada ultrapassam o limite outorgável da bacia de 50% da $Q_{7/10}$, que compreende a $143,8 \text{ Ls}^{-1}$, conforme demonstrado na Tabela 2, sendo o SAAE de Caeté o último ponto a jusante da bacia. Isto confirma novamente a necessidade de o órgão gestor de recursos hídricos de Minas Gerais (IGAM) declarar, em 2007, a bacia hidrográfica do Ribeiro Bonito em conflito pelo uso da água, sendo a demanda maior que a oferta, ou seja, as retiradas são superiores ao limite outorgável da bacia hidrográfica do Ribeiro Bonito, conforme a legislação vigente Resolução SEMAD/IGAM nº 1.548/2012.

Nesse sentido, para possibilitar uma melhor equidade das vazões outorgadas e respeitando o limite de vazão outorgável imposto pela Resolução Conjunta SEMAD/IGAM nº 1.548/2012, dividiram-se os usuários em dois grupos, os passíveis de captar nos dias pares e os passíveis de captar nos dias ímpares. Devido a isso, todos os usuários tiveram os seus volumes mensais de captação diminuídos, com uma distribuição realizada a critério do IGAM.

Ressalta-se que é possível alterar a distribuição indicada pelo IGAM, desde que os usuários encontrem ou apresentem um melhor critério para as suas necessidades, ou seja, um plano de alocação negociada da água elaborado por eles.

2.6.3 Portaria de outorga coletiva da bacia hidrográfica do Ribeiro Bonito

O processo de outorga coletiva nº 20.393/2015 dos usuários de água da bacia hidrográfica do Ribeiro Bonito culminou na publicação da Portaria de Outorga Coletiva nº 3.268, em 2 de outubro de 2017. Nesta portaria de outorga foram estabelecidas condicionantes

⁶ Para os cálculos de vazão acumulada apresentada na Tabela 2 foi utilizada a seguinte metodologia: a soma da vazão pontual de cada usuário por trecho, obtendo-se o resultado da soma acumulada no final do trecho (P11), sendo o último ponto a jusante. Assim, tem-se a soma de todos os trechos a montante mais a vazão pontual dos cadastros de usos insignificante, resultando no total acumulado na bacia hidrográfica em estudo. Contudo, essa metodologia também foi utilizada para o cálculo de alternância de dias para captação, permitindo visualizar se o total acumulado das vazões pontuais liberadas não ultrapassa os 50% da $Q_{7/10}$ ($143,8 \text{ Ls}^{-1}$).

que serão cumpridas pelos usuários, sob pena de ser suspensa por prazo indeterminado, conforme estabelecido no inciso I, artigo 20, da Lei Estadual nº 13.199/1999.

Para a bacia hidrográfica do Ribeiro Bonito foram determinadas condicionantes de monitoramento quantitativo de vazões para todos os usuários, sendo necessária a instalação de sistema de medição de vazões e horímetro em todas as captações, conforme a exigência estabelecida na Resolução Conjunta SEMAD/IGAM nº 2.302/2015 (MINAS GERAIS, 2015), com o objetivo de obter dados de monitoramento de vazão visando à construção de um banco de dados real e específico da bacia hidrográfica para subsidiar os usuários e o IGAM, permitindo uma melhor gestão das águas. Constatam também condicionantes para a manutenção de uma vazão residual que deverá ser mantida a jusante do último ponto de captação da bacia (SAAE de Caeté) para garantia dos usos múltiplos e atendimento da Resolução SEMAD/IGAM nº 1.548/2012, bem como as regras de uso entre os usuários, como a alternância entre os dias para captação de água, quantas horas por dia, a vazão máxima outorgada e o volume mensal para cada usuário, conforme demonstrado nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3 - Regras de usos para os usuários de água em dias pares.

Usuários	Q máxima outorgada (Ls ⁻¹)	Tempo (horas/dia)	Volume máximo outorgável (m ³) /dias pares											
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Valério Coelho	5,0	12:00	3240	3240	3240	3240	3240	2592	1944	1296	1296	1296	1944	3240
Carlito Fernando	3,0	12:00	1944	1944	1944	1944	1944	1296	1296	648	648	648	1296	1944
Carlito Fernando	2,0	12:00	1296	1296	1296	1296	1296	648	648	648	648	648	648	1296
Cenibra	11,4	8:00	4925	4925	4925	4925	4925	4925	4925	4925	4925	4925	4925	4925
SAAE de Caeté	80,0	21:00	90720	84672	90720	90720	90720	90720	90720	90720	90720	90720	90720	90720
Horticultura Terra Nova	3,0	8:00	1296	1296	1296	1296	1296	1296	1296	1296	1296	1296	1296	1296

Fonte: Da autora (2019).

Tabela 4 - Regras de usos para os usuários de água em dias ímpares.

Usuários	Q máxima outorgada (Ls ⁻¹)	Tempo (horas/dia)	Volume máximo outorgável (m ³) /dias ímpares											
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Milton Fernandes	14,0	12:00	9072	9072	9072	9072	9072	6156	4406	3525	3525	3525	5288	9072
Fernando Vilaça	2,0	5:00	540	540	540	540	540	397	270	270	270	270	270	540
Itamar Agostinho	10,0	12:00	6480	6480	6480	6480	6480	4536	3240	2592	2592	2592	3888	6480
Valério Coelho	2,0	10:00	1080	1080	1080	1080	1080	540	540	540	540	540	540	1080
Valério Coelho	5,0	12:00	3240	3240	3240	3240	3240	3240	2592	1944	1944	1944	2592	3240
SAAE de Caeté	80,0	21:00	90720	84672	90720	90720	90720	90720	90720	90720	90720	90720	90720	90720

Fonte: Da autora (2019).

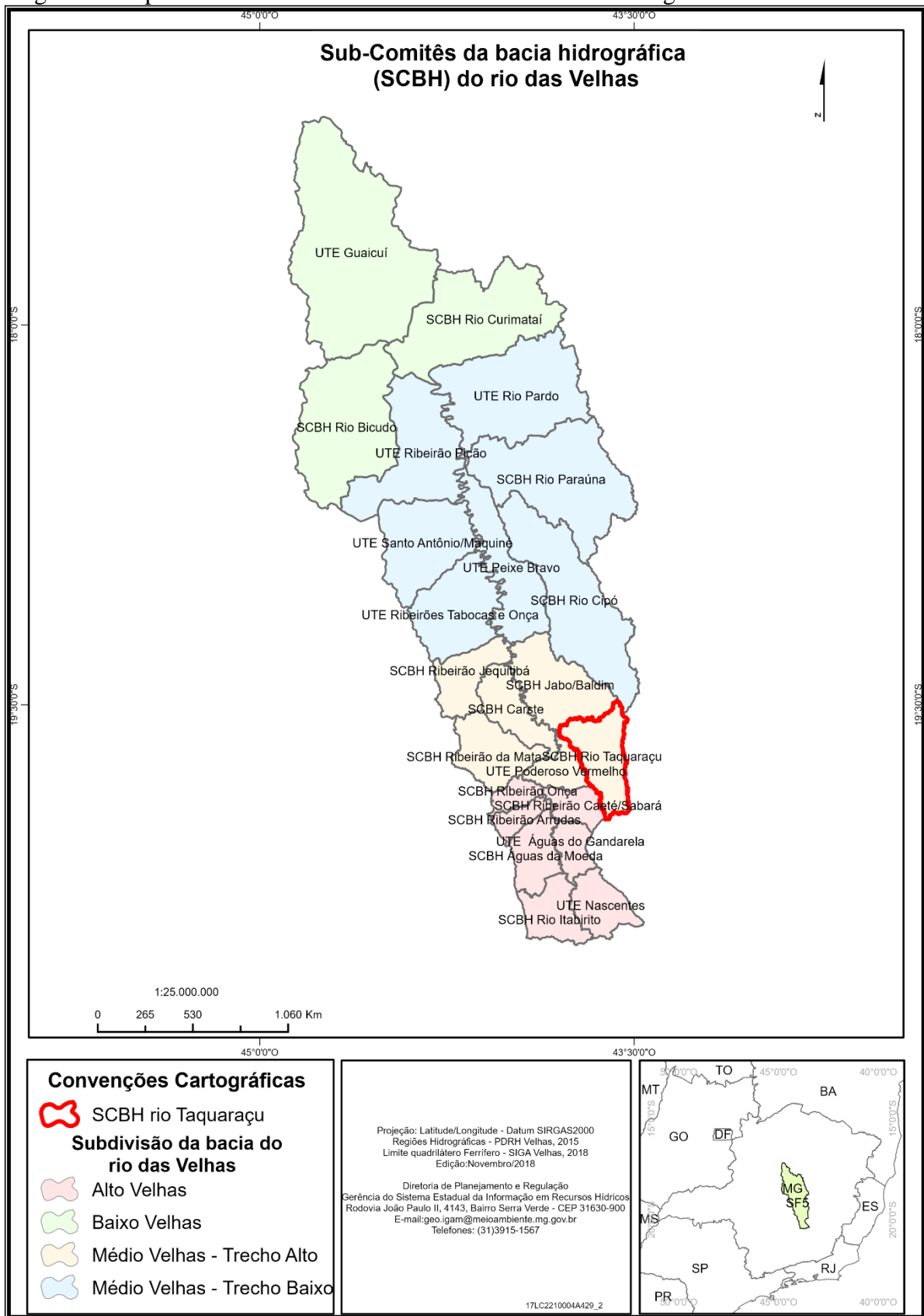
3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

3.1 Descrição da área de estudo

A bacia hidrográfica do rio São Francisco cobre 8% do território nacional. Com uma extensão de 2.863 km e uma área de drenagem de, aproximadamente, 639.219 km², estende-se desde a serra da Canastra, em Minas Gerais, até a divisa dos estados Alagoas e Sergipe. A bacia hidrográfica do rio das Velhas está localizada na região central do estado de Minas Gerais, entre as latitudes 17°15'S e 20° 25'S e longitude 43° 25' W e 44° 50' W. O rio das Velhas está localizado dentro do estado de Minas Gerais, em sua região central, ocupando uma área de drenagem de 29.173 km². Com 801 km de curso, o rio das Velhas é o maior afluente, em extensão, da bacia do São Francisco. Nasce no município de Ouro Preto, dentro do Parque Municipal das Andorinhas, e deságua no São Francisco, no distrito de Barra do Guaicuy, município de Várzea da Palma (CBH VELHAS, 2015).

A bacia do rio das Velhas é representada como UPGRH (SF5), sendo dividida em quatro mesorregiões de planejamento e gestão de recursos hídricos, conforme a Figura 3, as quais são subdivididas em 23 Unidades Territoriais Estratégicas (UTES) definidas pela Deliberação Normativa do Comitê de Bacia Hidrográfica Rio das Velhas nº 1, de 9 de fevereiro de 2012 (CBH VELHAS, 2012). Atualmente, encontram-se instalados na bacia 14 subcomitês de bacia hidrográfica (SCBH) de cursos d'água afluentes ao rio das Velhas, caracterizando o processo de gestão das águas como descentralizado e participativo.

Figura 3- Mapa da UPGRH - SF5 e as subdivisões da bacia hidrográfica do rio das Velhas.



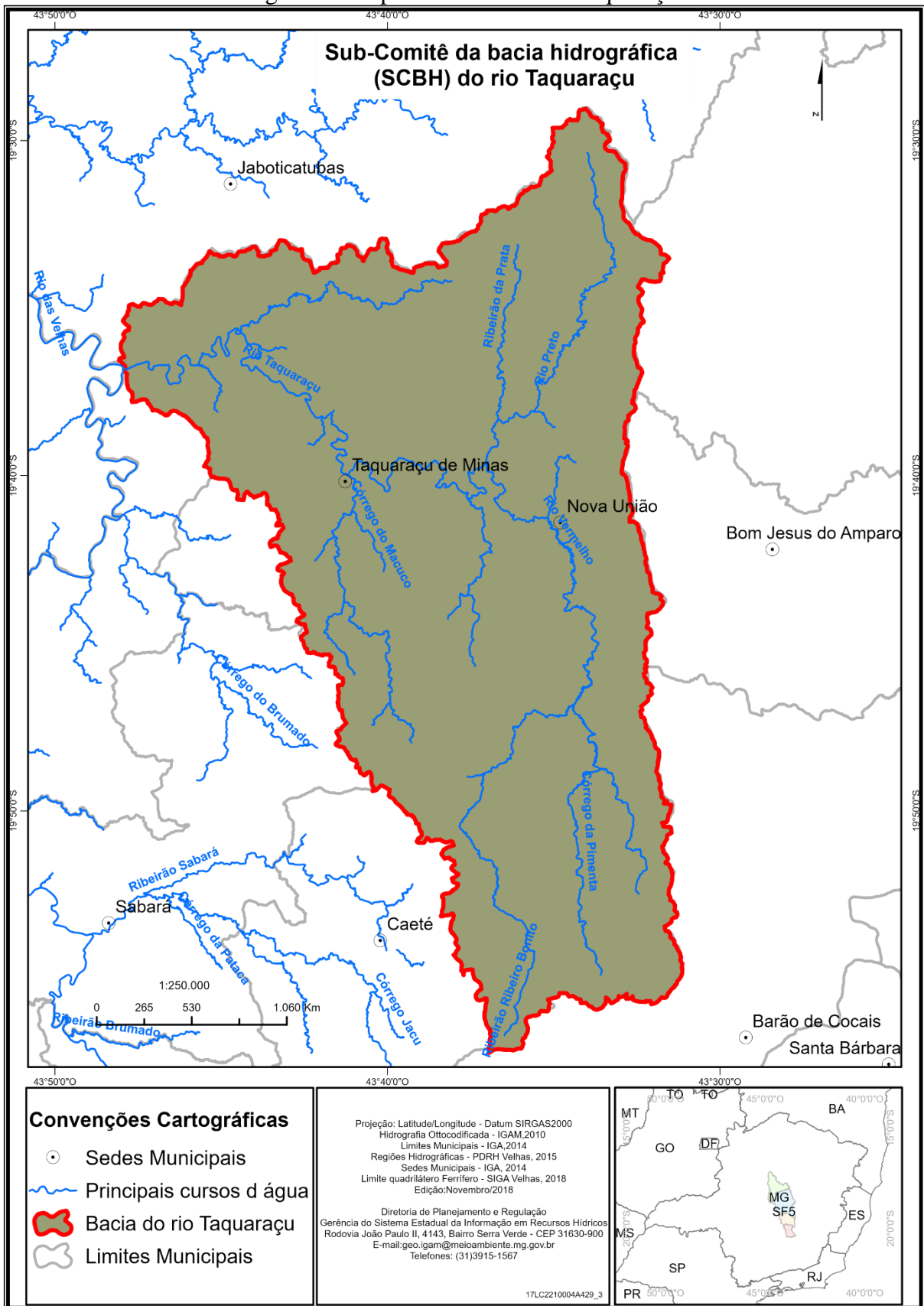
Fonte: Adaptado de IGAM (2015).

A área em estudo, denominada como sub-bacia do Ribeiro Bonito, localiza-se no município de Caeté, MG, pertencente à sub-bacia do rio Taquaraçu, situada na porção designada como Médio Alto Rio das Velhas.

A região Médio Alto Rio das Velhas apresenta, como características de uso e ocupação do solo, o predomínio das atividades agrícolas e pecuária, além de expressiva mineração (exploração de minério de ferro) e grande ocupação urbana. Essa região ocupa cerca de 15,4% (4.276,01 km²) da área da bacia do rio das Velhas e compreende 20 municípios. Dentre estes, Capim Branco, Confins, Funilândia, Lagoa Santa, Matozinhos, Nova União, Pedro Leopoldo, Prudente de Moraes, Ribeirão das Neves, São José da Lapa, Taquaraçu de Minas e Vespasiano estão totalmente inseridos na bacia, enquanto Baldim (60%), Caeté (58%), Esmeraldas (7%), Jaboticatubas (68%), Jequitibá (24%), Sabará (37%), Santa Luzia (96%) e Sete Lagoas (66%) têm seu território parcialmente inserido da bacia (IGAM, 2015).

As Unidades Territoriais Estratégicas (UTES) que compõem a região do Médio Alto Rio das Velhas são UTE Poderoso Vermelho, subcomitê de bacia hidrográfica (SCBH) Ribeirão da Mata, SCBH Rio Taquaraçu, SCBH Carste, SCBH Jabo/Baldim e SCBH Ribeirão Jequitibá (IGAM, 2015). O ribeirão Ribeiro Bonito localiza-se na UTE do rio Taquaraçu, que ocupa uma área de 795,5 km², composta pelos municípios de Caeté, Jaboticatubas, Nova União, Santa Luzia e Taquaraçu de Minas, conforme a Figura 4 (CARTILHA..., 2016).

Figura 4 - Mapa do SCBH do rio Taquaraçu.

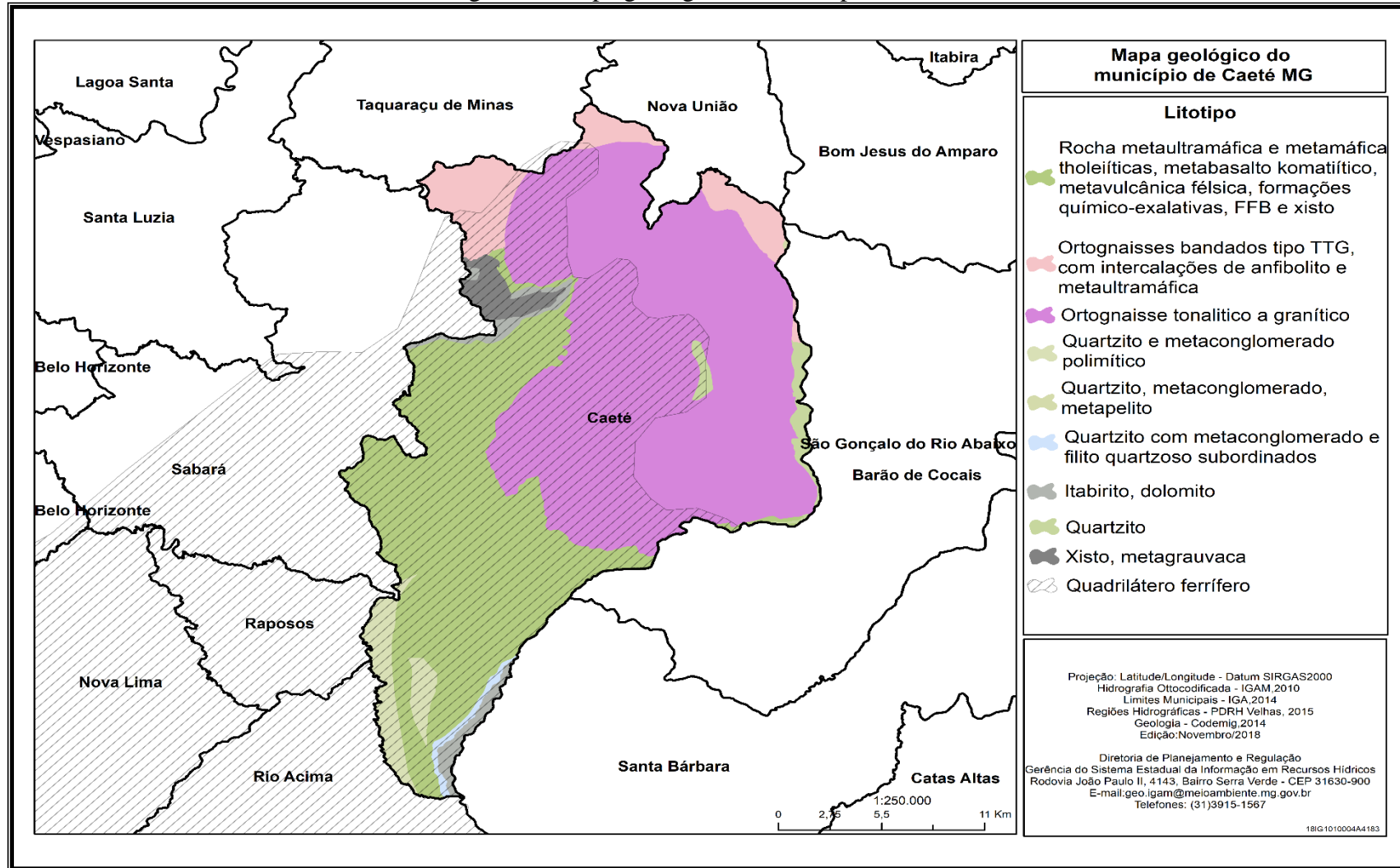


Fonte: Da autora (2019).

O município de Caeté está inserido no Quadrilátero Ferrífero (Figura 5), fisiografia que engloba a serra da Piedade e a do Caraça. A população estimada de Caeté é de, aproximadamente, 44.377 habitantes (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2018) e em seu território ocorrem as seguintes unidades geológicas (COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DE MINAS GERAIS - CODEMIG, 2014): Rochas dos Complexos Metamórficos (embasamento cristalino); Supergrupo Rio das Velhas, com os grupos Maquiné e Nova Lima; Supergrupo Minas, pelos grupos Sabará, Piracicaba, Itabira e Caraça; Supergrupo Espinhaço, representado pela presença de formações do grupo Conselheiro Mata e Coberturas Sedimentares Cenozoicas. A bacia hidrográfica do Ribeiro Bonito está inserida no Supergrupo Rio das Velhas - grupo Nova Lima - Complexo Caeté⁷ e é representado pelo litotipo ortognaisse tonalítico a granítico, como demonstrado na Figura 5.

⁷ Complexo Caeté: formado por gnaisses graníticos e granodioritos médios a grossos, biotita-gnaisses, biotita-gnaisses granodioríticos, hornblenda-gnaisses, sendo que este complexo corresponde a uma das formações mais antigas do Quadrilátero Ferrífero (BALTAZAR et al., 2005).

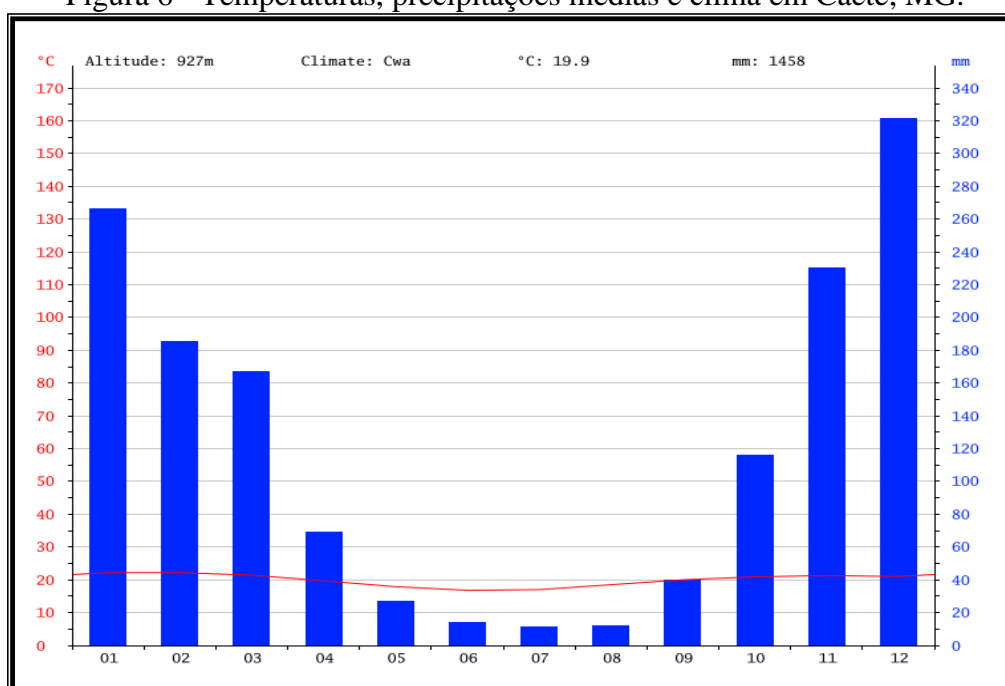
Figura 5 - Mapa geológico do município de Caeté, MG.



Fonte: Da autora (2019).

O clima da bacia em estudo pode ser caracterizado como temperado ameno. Há muito mais pluviosidade no verão que no inverno. A classificação do clima é Cwa, segundo a classificação de Köppen e Geiger (CLIMATE-DATA.ORG, 2018). A temperatura média em Caeté é de, aproximadamente, 19,9 °C, com pluviosidade média anual de 1.458 mm (Figura 6). O mês de julho é mais seco, com precipitação média é de 11 mm, enquanto em dezembro ocorrem as maiores precipitações, com média de 321 mm. Com relação às temperaturas, o mês mais quente do ano é janeiro, com temperatura média de 22,2 °C. As temperaturas mais baixas de todo o ano ocorrem em junho, com média de 16,8 °C. A diferença entre a precipitação do mês mais seco e do mês mais chuvoso é de 310 mm. Durante o ano as temperaturas médias variam 5,4 °C (COMPANHIA BRASILEIRA DE PROJETOS E EMPREENDIMENTOS - COBRAPE, 2015).

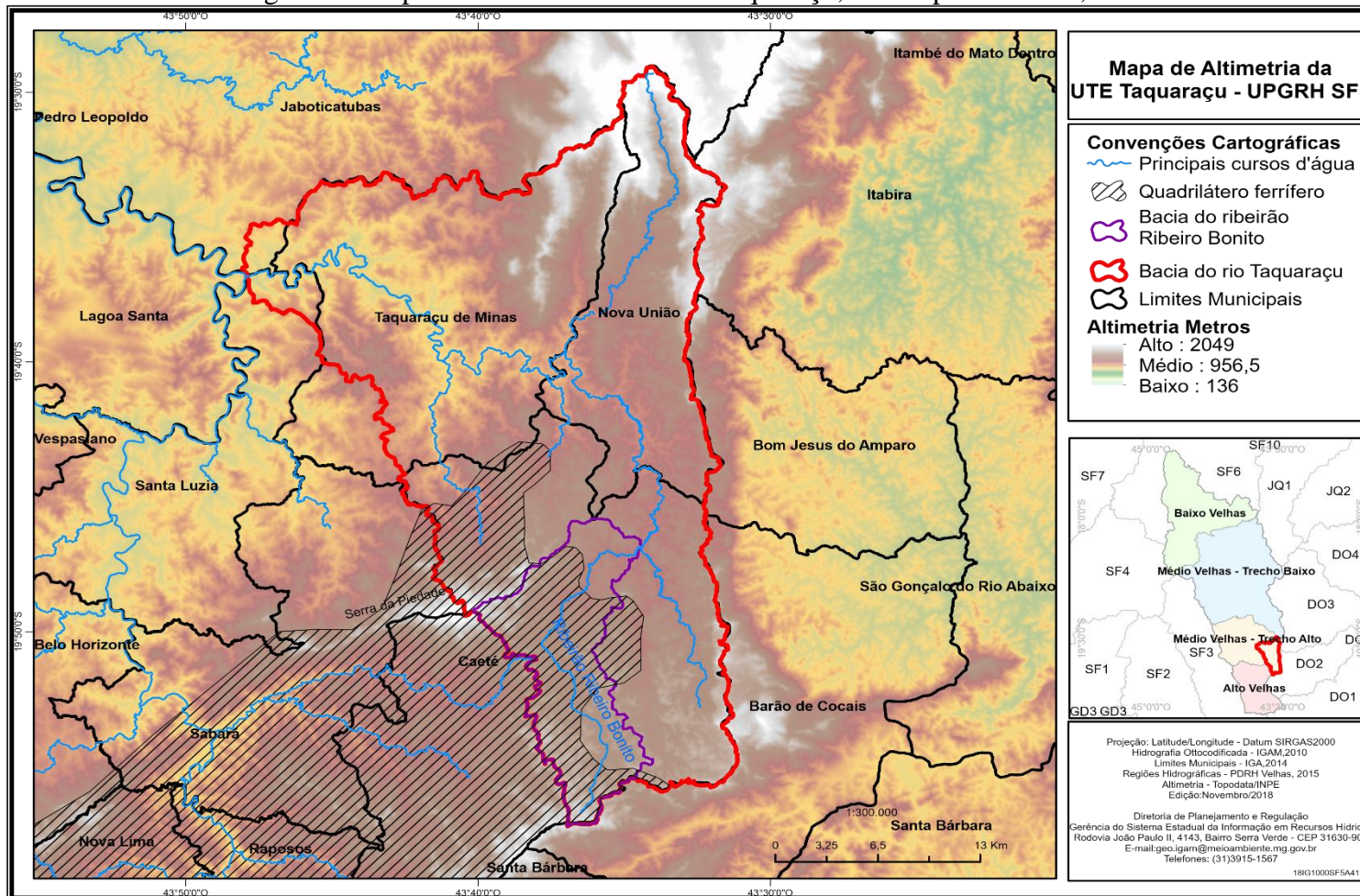
Figura 6 - Temperaturas, precipitações médias e clima em Caeté, MG.



Fonte: Climate-data.org (2018).

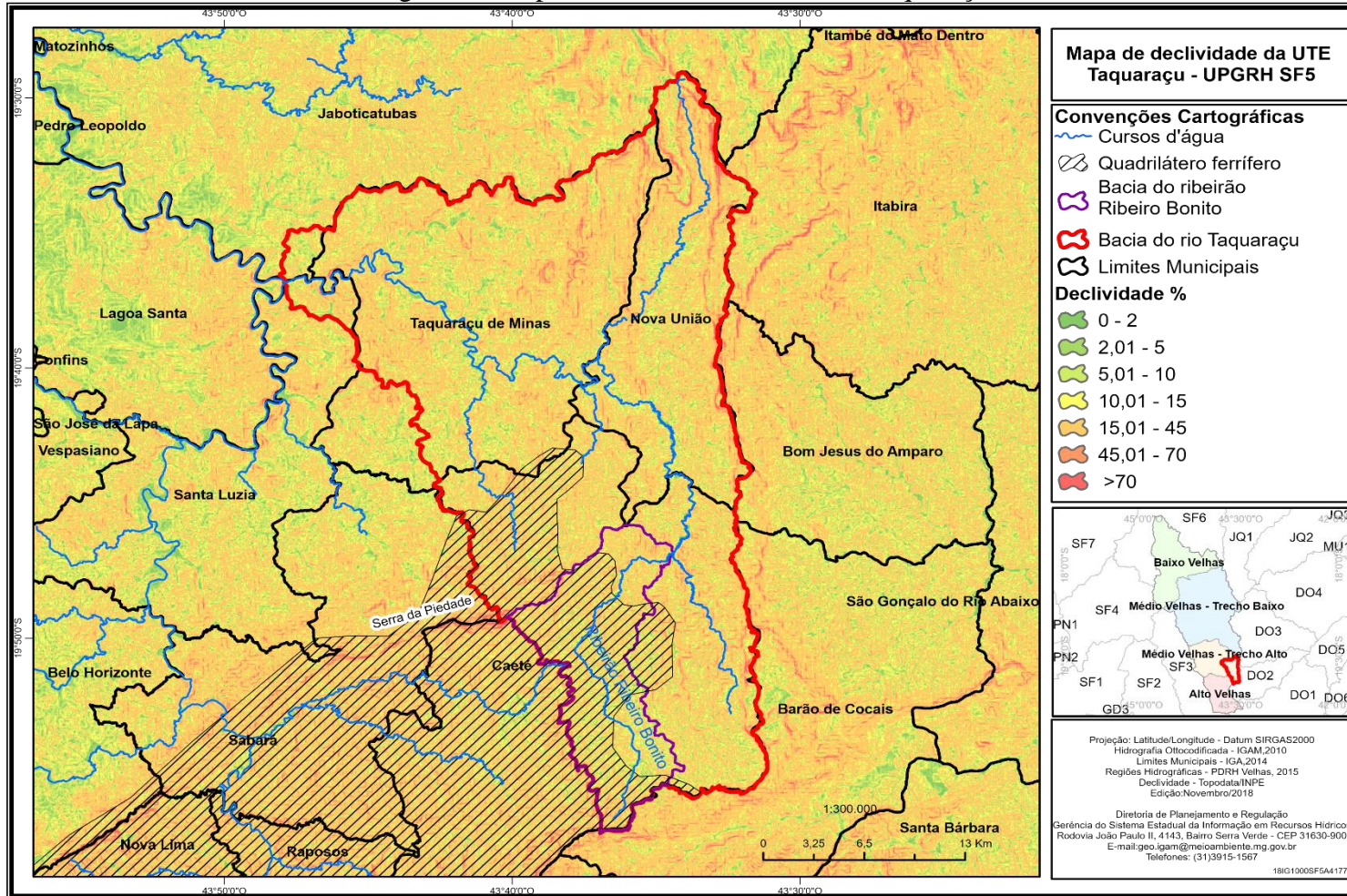
Quanto ao relevo da bacia hidrográfica do Ribeiro Bonito, nas Figuras 7 e 8 estão representadas as faixas de altitude e declividade, respectivamente, segundo informações do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2015). O território de Caeté situa-se, em grande parte, na faixa de altitude mediana entre 956,6 a 1.085 m, conforme mostrado na Figura 6, e as demais faixas de altitude até 2.049 m correspondem às regiões serranas e soerguidas do território municipal, representadas, principalmente, pela serra da Piedade e pelas cristas e escarpas da serra do Espinhaço (COBRAPE, 2015).

Figura 7 - Mapa de altimetria do SCBH Taquaraçu, município de Caeté, MG.



Fonte: Da autora (2019).

Figura 8 - Mapa de declividade do SCBH Taquaraçu.



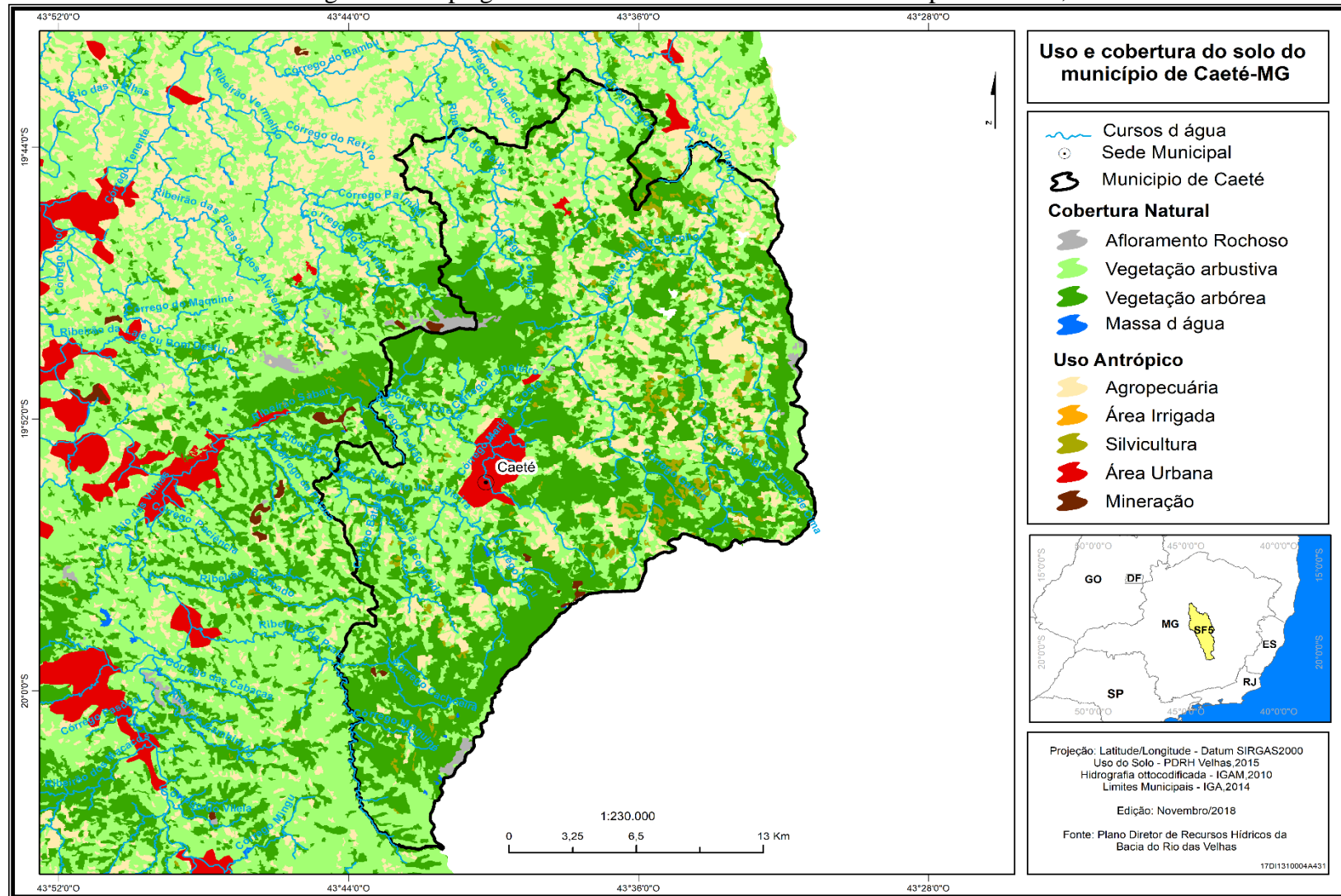
Fonte: Da autora (2019).

Os tipos de relevo presentes no município de Caeté, MG, estão representados pelas faixas de declividade predominantes entre 10% a 15% e 15% a 45% (Figura 8), caracterizado como relevo do tipo ondulado e forte ondulado. Ressalta-se que são raras as áreas com declividade inferior a 5% e as áreas de relevo montanhoso e escarpado, com declividade >70%, estão situadas nas serras da Piedade e do Espinhaço.

Para a identificação dos usos e coberturas do solo do município de Caeté (Figura 9) foi utilizado um mapeamento elaborado pelo IGAM para a da bacia do rio das Velhas, no âmbito da Meta 2010⁸. As classes mapeadas foram Afloramento Rochoso, Área Irrigada, Massa de Água, Área Urbana, Mineração, Silvicultura, Vegetação, Agropecuária e Pastagens. Na Tabela 5 apresentam-se as classes de uso e cobertura do solo do município de Caeté, assim como a área total, em km² e o percentual de cada uma delas sobre o território municipal.

⁸ Projeto Revitalização da Bacia do Rio das Velhas - Meta 2010: foi um projeto estruturador do governo de Minas Gerais que tinha como principal objetivo elevar a qualidade das águas da bacia do rio das Velhas, passando a enquadrá-las na “Classe II”, a mesma adotada para as águas destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento convencional, às atividades de lazer irrigação de hortaliças e plantas frutíferas e para a criação de peixes (IGAM, 2010b).

Figura 9 - Mapa geral de uso e cobertura do solo do município de Caeté, MG.



Fonte: Adaptado de COBRAPE (2015).

Tabela 5 – Usos e cobertura do solo de Caeté, MG

Classe	Área (km ²)	Área (%)
Campo	12,64	2,31
Campo Rupestre	3,41	0,62
Cerrado	112,04	20,43
Floresta semidecidual	200,44	36,56
Afloramento rochoso	3,59	0,66
Massa de água	0,67	0,12
Silvicultura	100,90	18,40
Área urbana	10,20	1,86
Mineração	0,61	0,11
Área irrigada	0,67	0,12
Pastagem	103,76	18,81

Fonte: COBRAPE (2015).

A área total do município de Caeté é de 542,571km², sendo a cobertura do solo associada à vegetação natural, contendo as formações Campo, Campo Rupestre, Cerrado e Floresta Semidecidual, correspondendo a, aproximadamente, 60% de todo o município, com área total de 328,54 km². As formações afloramento rochoso e massa de água ocupam uma pequena área do município, com menos de 1% da área total.

A silvicultura também surge como atividade de grande expressão no município de Caeté, correspondendo a 100,9 km² de área, o que representa 18,4% da área municipal total. As áreas de plantio de eucalipto estão concentradas, principalmente, nos distritos de Penedia, Morro Vermelho e Rancho Novo. Essas áreas pertencem, em grande parte, às empresas Cenibra, CAF (Belgo Mineira - Gerdau) e Saint Gobain (COBRAPE, 2015).

A área urbana está presente em apenas 1,86% do território vaeteense, com, aproximadamente, 10,20 km². As áreas correspondentes à mineração correspondem a 0,61 km², sendo apenas 0,11% da área total do município.

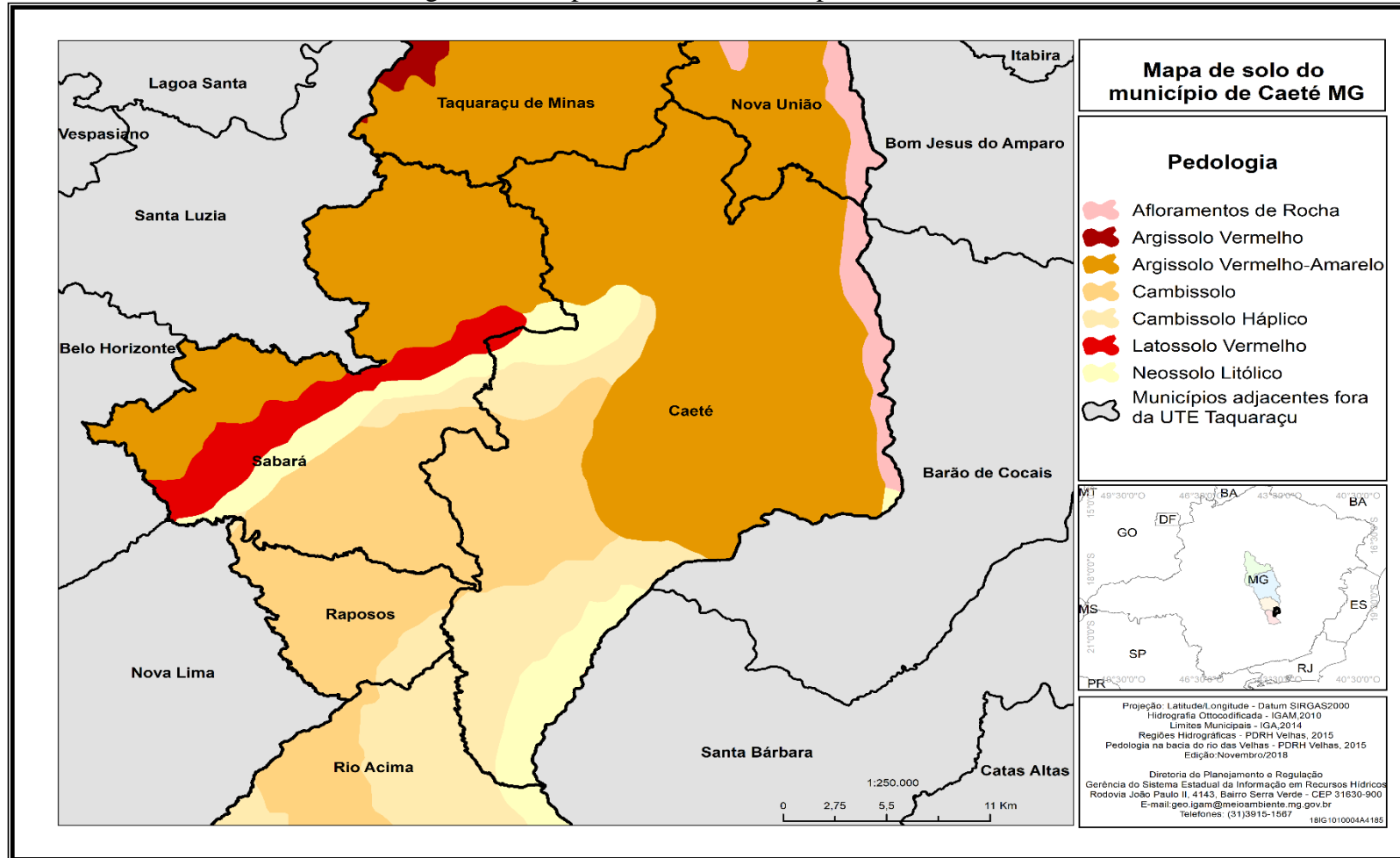
O uso do solo relacionado a pastagens corresponde a uma área total de 103,76 km² (aproximadamente 19% de todo o território) e as pastagens, em grande parte, associam-se à vocação da bovinocultura no município de Caeté, caracterizada como uma atividade familiar.

É importante ressaltar que o município conta também com áreas irrigadas, que correspondem a 0,67 km² ou 67 hectares, o que representa 0,12% da área do município, com destaque para a horticultura, havendo diversas áreas de plantio irrigado, especialmente na sub-bacia do Ribeiro Bonito.

Segundo o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas (IGAM, 2015), no município de Caeté, MG observam-se, basicamente, seis tipologias do tipo de solo, a saber: Afloramento de Rocha, Cambissolo, Cambissolo Háplico, Latossolo

Vermelho, Neossolo Litólico e Argissolo Vermelho-Amarelo. Destaca-se a ocorrência, em grande parte do território municipal, da tipologia Argissolo Vermelho-Amarelo (Figura 10).

Figura 10 - Mapa de solos do município de Caeté, MG.



Fonte: IGAM (2015).

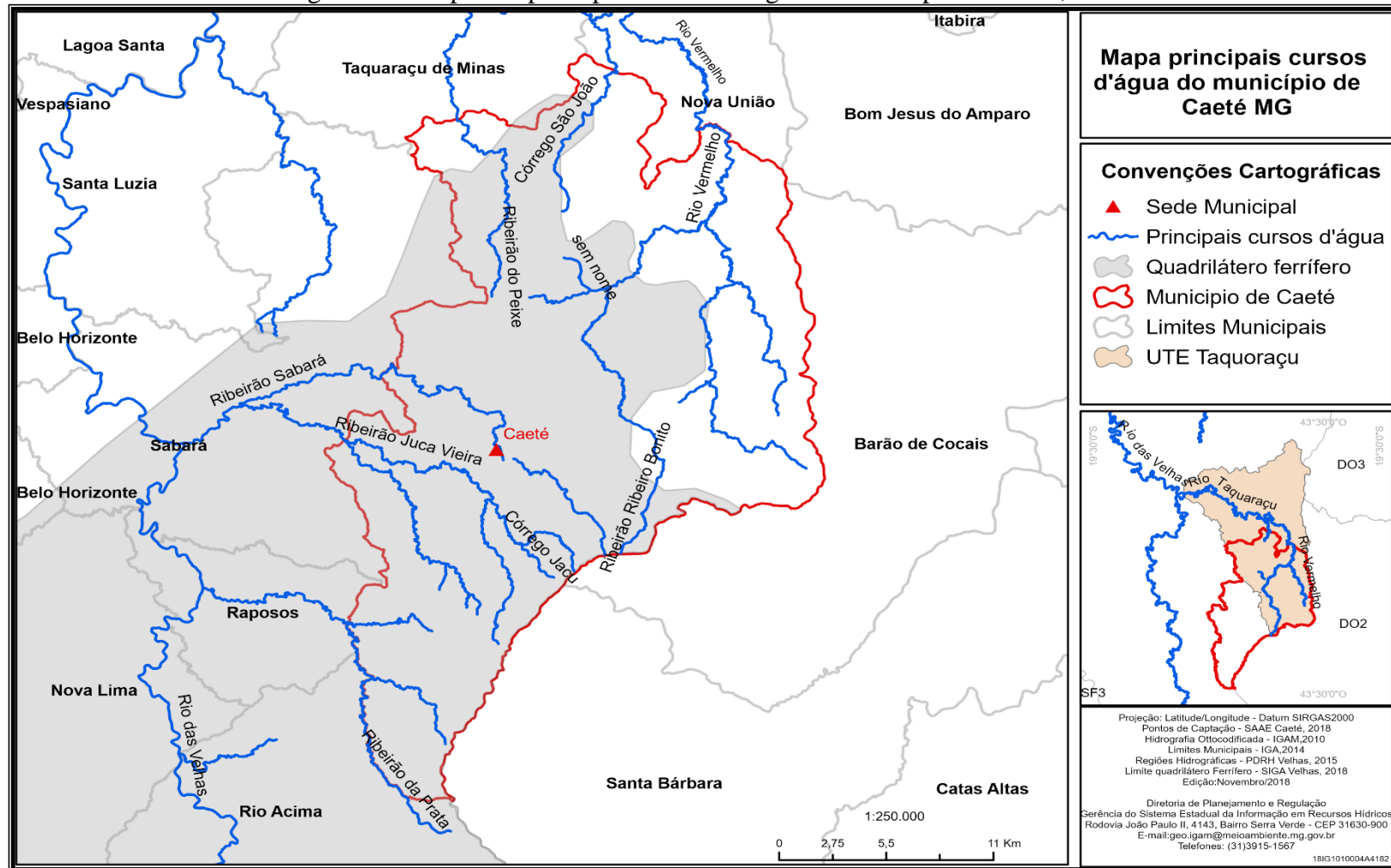
Quanto aos recursos hídricos, a bacia hidrográfica do Ribeiro Bonito é afluyente do rio Vermelho e está inserida na porção sul da bacia do rio Taquaraçu e integralmente inserida no município de Caeté (Figura 11). O ribeirão Ribeiro Bonito apresenta área de drenagem total correspondente a 103,43 km², ocupando 13% da área total da UTE Taquaraçu (Tabela 6) e apresenta-se como um dos principais mananciais do município de Caeté, MG, em volume de água. Os usos da água mais relevantes na bacia são o abastecimento público, a irrigação para horticultura e a silvicultura.

Tabela 6 – Principais recursos hídricos da UTE Taquaraçu.

Cursos de água	AD (km²)	Vazão (m³/s)	Área total da UTE Taquaraçu (%)
Rio Taquaraçu	795,50	2,00	100,00
Rio Vermelho	302,60	0,50	38,03
Ribeiro Bonito	103,43	0,28	13,00
Córrego Caeté	66,49	0,08	8,35
Ribeirão Juca Vieira	57,40	0,07	7,21
Córrego Jacu	17,67	0,018	2,22

Fonte: Da autora (2019).

Figura 11 - Mapa dos principais cursos de água do município de Caeté, MG.

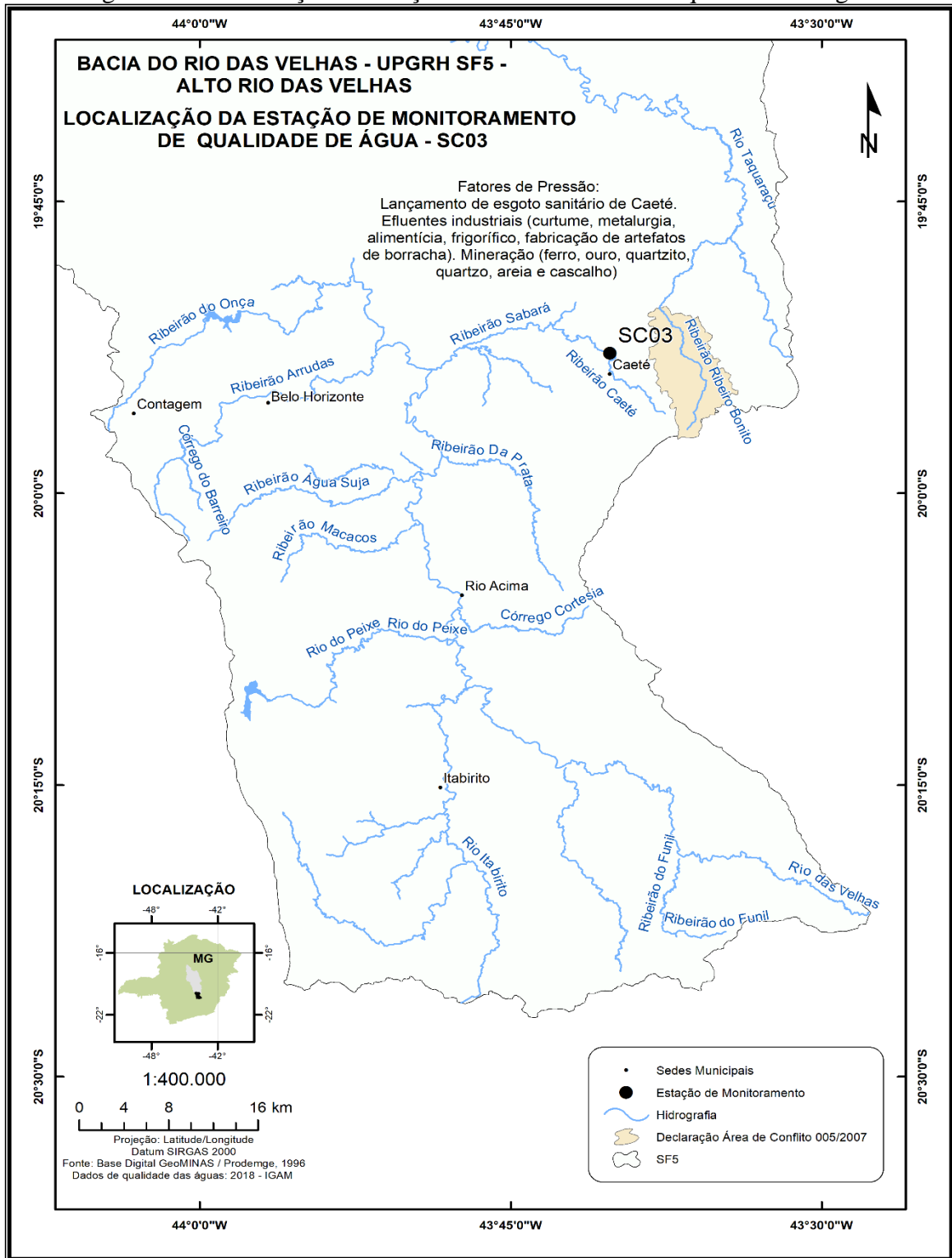


Fonte: Da autora (2019).

Nesse sentido, cabe destacar que, na UTE Taquaraçu, especificamente no córrego Caeté, existe apenas uma estação de monitoramento da qualidade da água, denominada Estação SC03, operada pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas desde 2005, sendo os fatores de pressão nesta bacia hidrográfica decorrentes de lançamentos de efluentes domésticos do município de Caeté, efluentes industriais e mineração, os quais afetam a qualidade da água, conforme mostrado na Figura 12. Segundo os dados de monitoramento do IGAM (2018), o córrego Caeté apresenta média de Índice de Qualidade da Água (IQA)⁹ classificado como ruim (26,5), no conjunto total de resultados das campanhas de amostragem entre os anos de 2005 a 2018, sendo uma série histórica de 13 anos.

⁹ O Índice de Qualidade das Águas (IQA) reflete a contaminação das águas em decorrência da matéria orgânica e fecal, sólidos e nutrientes e sumariza os resultados de nove parâmetros (oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitrato, fosfato total, variação da temperatura da água, turbidez e sólidos totais). Os valores do índice variam entre 0 e 100 e os níveis de qualidade são classificados como muito ruim ($0 \leq IQA \leq 25$), ruim ($25 < IQA \leq 50$), médio ($50 < IQA \leq 70$), bom ($70 < IQA \leq 90$) e excelente ($90 < IQA \leq 100$) (IGAM, 2018).

Figura 12 - Localização da estação de monitoramento da qualidade da água.



Fonte: Da autora (2019).

3.2 Usuários de recursos hídricos da bacia hidrográfica do Ribeiro Bonito

Para uma condução adequada da gestão de recursos hídricos se faz necessário o conhecimento da disponibilidade hídrica comprometida pelas outorgas, bem como da distribuição espacial dos usos da água na bacia.

De acordo com o relatório do Sistema Integrado de Informação Ambiental (SIAM) emitido em setembro de 2017, pelo IGAM, existem, atualmente, na bacia hidrográfica do Ribeiro Bonito, 16 usuários de recursos hídricos. Deste montante, nove são cadastrados como de uso insignificante e sete são portarias de outorgas emitidas pelo IGAM, das quais duas são de outorgas subterrâneas para poço tubular profundo e cinco de outorgas superficiais.

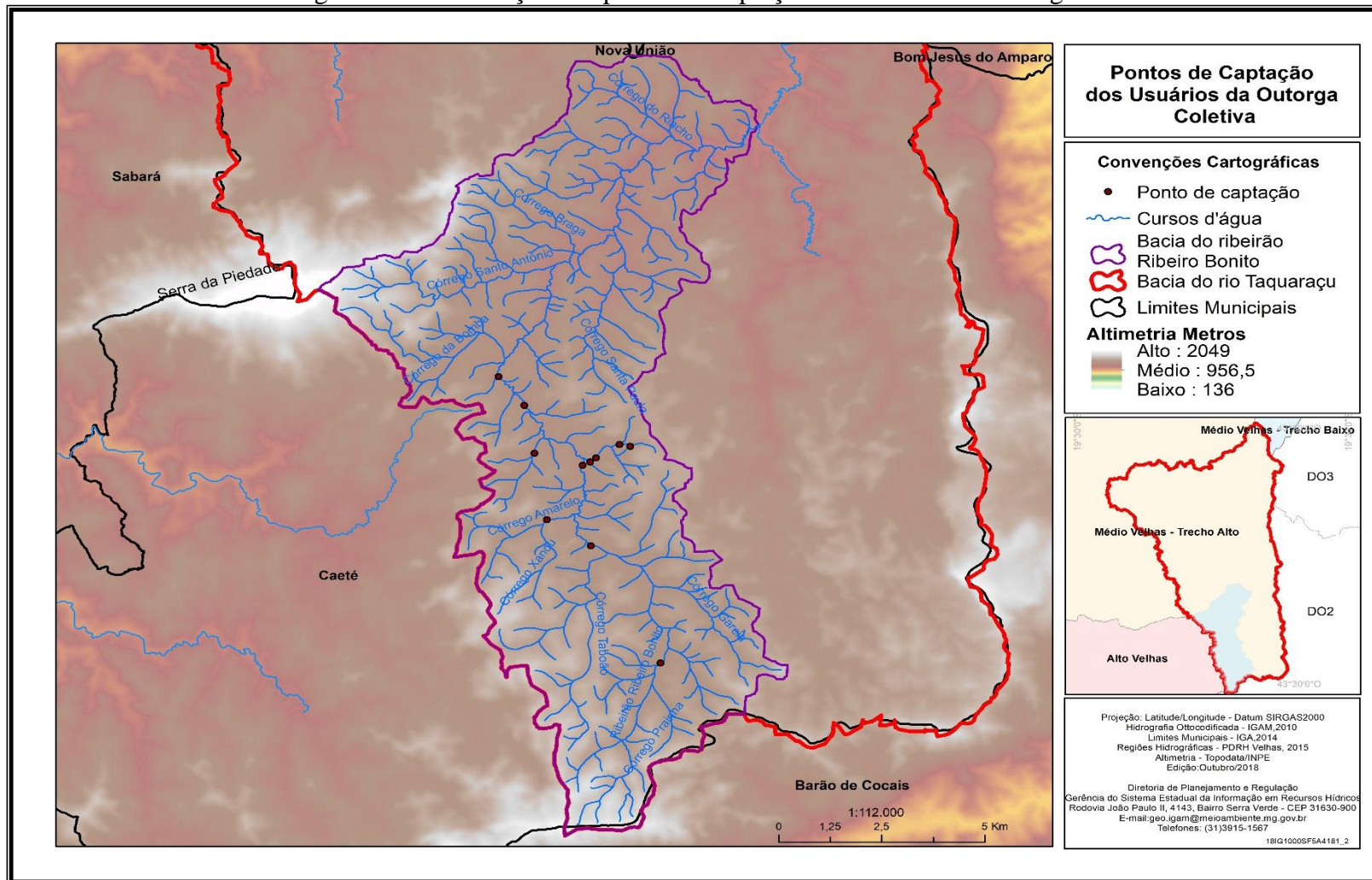
Os modos de uso referentes às outorgas superficiais, segundo o SIAM, são os seguintes: 1) captação em barramento em curso de água, sem regularização de vazão; 2) barramento em curso de água, sem captação e 3) captação direta em curso de água.

Foi utilizado o software Quantum Gis (QGIS)¹⁰ com o objetivo de elaborar o mapa de localização dos usuários da bacia, conforme apresentado na Figura 13, adotando a bacia hidrográfica Ottocodificada do “Estudo de regionalização de vazão para o aprimoramento do processo de outorga no Estado de Minas Gerais”, elaborado pelo Grupo de Pesquisas em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Viçosa e pelo IGAM (2012), bem como para definir a área de drenagem total da bacia, calcular a área de drenagem de cada ponto de captação e analisar as isolinhas de vazão em $Ls^{-1}km^2$, para toda a bacia hidrográfica do Ribeiro Bonito.

Nas Figuras 13 e 14 estão representados os sete usuários consuntivos superficiais da bacia hidrográfica do Ribeiro Bonito, com a identificação dos 11 pontos de captação, cujo Processo Único de Outorga Coletiva foi formalizado no órgão competente em 17 de julho de 2015, sob o protocolo de nº 20.393/2015.

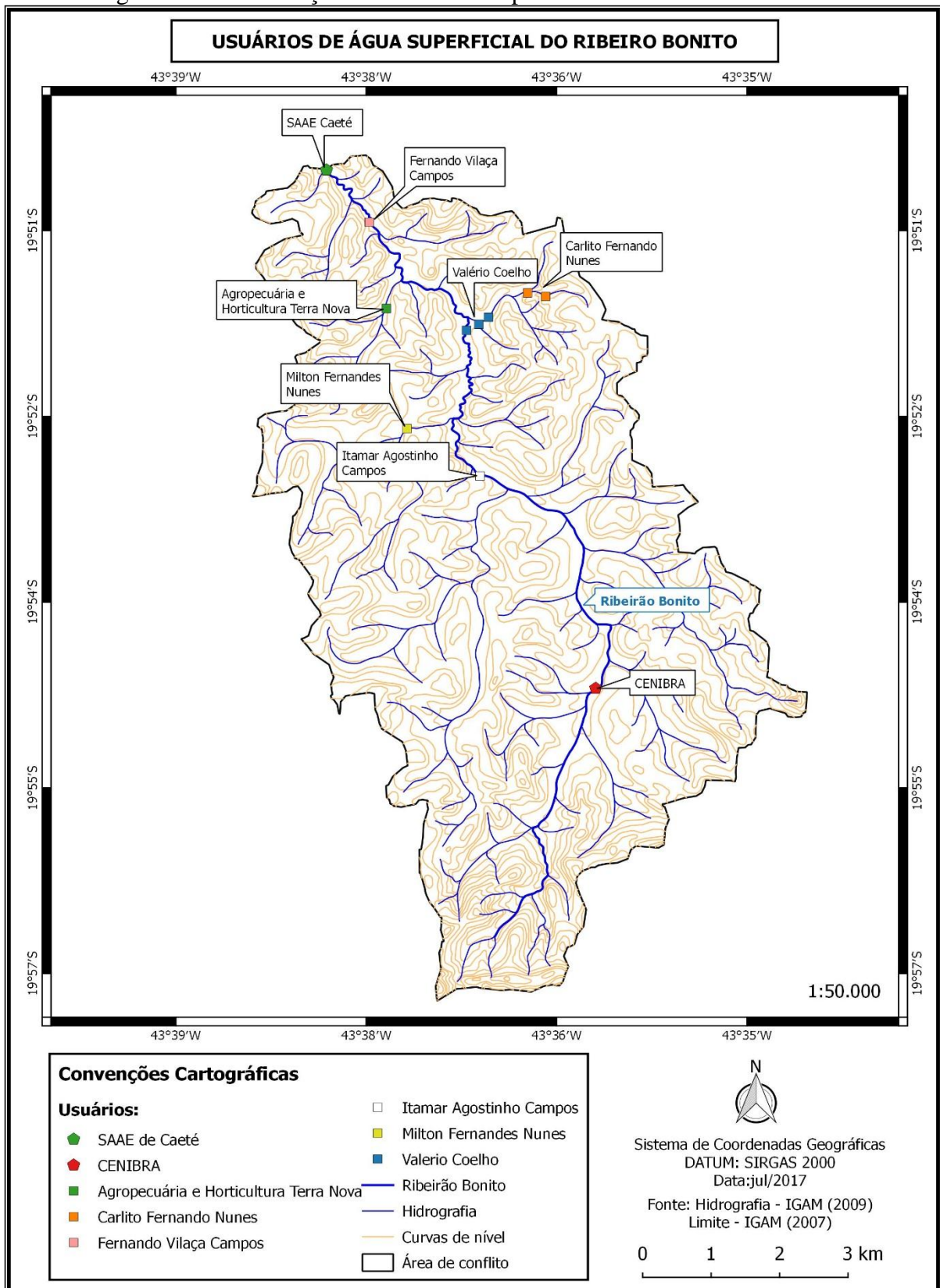
¹⁰ QGIS é um software livre com código-fonte aberto, uma multiplataforma de sistema de informação geográfica que permite a visualização, a edição e a análise de dados georreferenciados.

Figura 13 - Localização dos pontos de captação dos usuários da outorga coletiva.



Fonte: Da autora (2019).

Figura 14 - Identificação dos usuários do processo coletivo nº 20.393/2015.

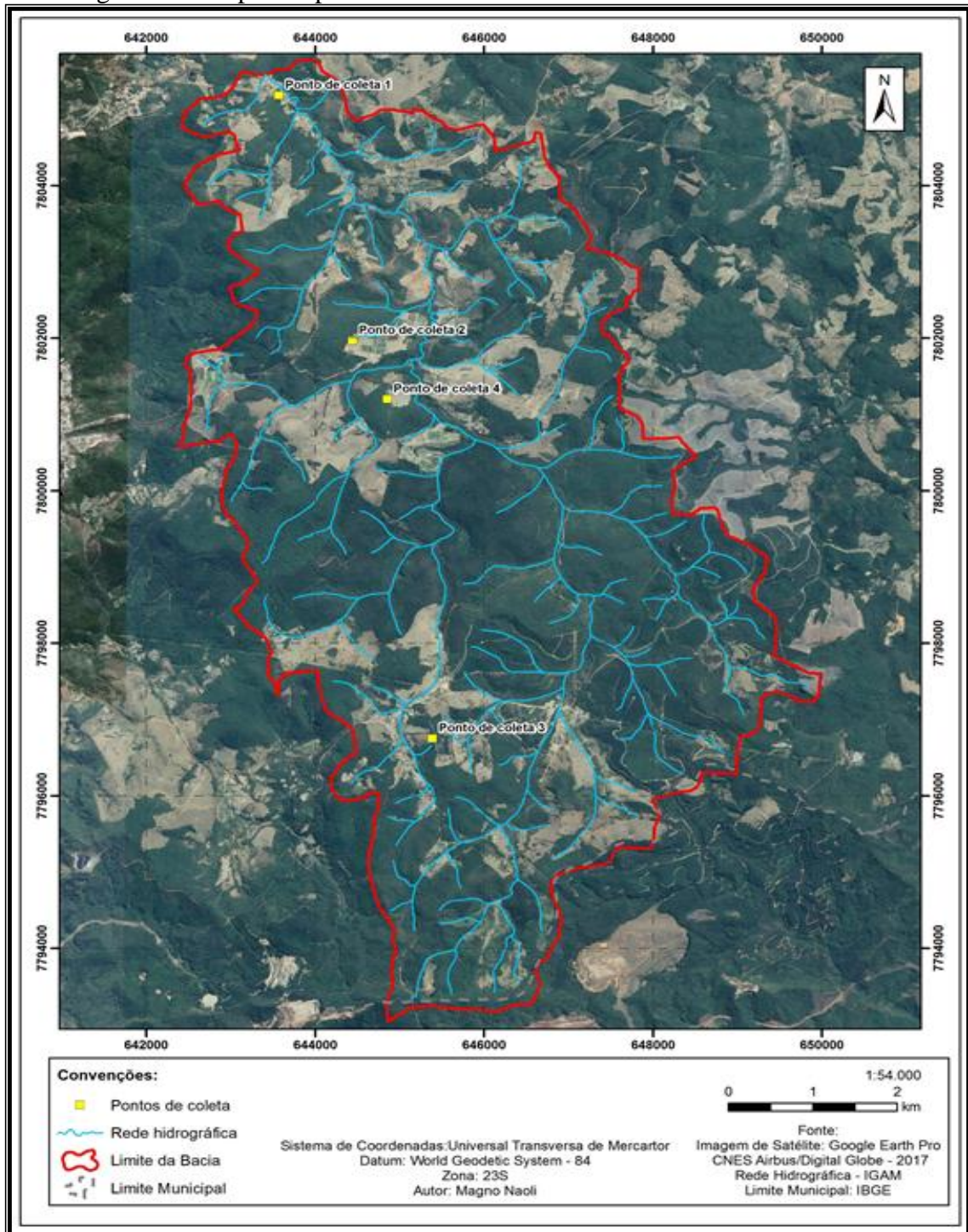


Fonte: Da autora (2019).

3.4 Diagnóstico ambiental

O mapa de solos de Minas Gerais elaborado pela Universidade Federal de Viçosa (UFV, 2010) mostra, aparentemente, pouco detalhe sobre a bacia hidrográfica do Ribeiro Bonito, de modo que foram feitas campanhas de campo para se obter informações sobre os solos da área de estudo. A coleta de amostras de solo na bacia hidrográfica realizou-se no dia 6 de outubro de 2017, sendo estabelecidos quatro pontos para as amostragens, tendo sido coletadas quatro amostras compostas (Figura 15). Para cada amostra composta, em cada ponto de coleta foram retiradas amostras simples de solo, com trado Z, colhidas em três locais aleatórios da mesma área, que foram homogeneizadas para melhor representatividade. A escolha das áreas para coleta foi feita com o objetivo de representar os diferentes usos do solo que ocorrem na bacia (horticultura, silvicultura e vegetação nativa).

Figura 15 - Mapa dos pontos de coletas de solos na bacia do Ribeiro Bonito.



Fonte: Da autora (2019).

A visita para estudo dos solos foi realizada com apoio da professora Cristiane Oliveira, da UFMG. As amostras foram retiradas na profundidade de 0-20 cm. Procurou-se coletar, em cada subamostra, aproximadamente a mesma quantidade de solo, cerca de 400 g em cada uma das três subamostras ou amostras simples.

Na bacia em estudo, as características das áreas selecionadas para as amostragens de solo estão descritas a seguir.

- a) Ponto de coleta 1: localizado nas coordenadas geográficas 19°50'37" S e 43°37'42,8" W, altitude 1.000 m, próximo da captação de água do SAAE, sendo considerado o mais a jusante da bacia do Ribeiro Bonito. Neste ponto, a coleta amostrada foi realizada em um corte de estrada sob vegetação espontânea.
- b) Ponto de Coleta 2: localizado nas coordenadas geográficas 19°52'21,4" S e 43°37'11,9" W, altitude 1.060 m, na propriedade do Sr. Milton Fernandes. Na área de coleta a cultura instalada era a do milho.
- c) Ponto de coleta 3: localizado nas coordenadas geográficas 19°55'19,7" S e 43°37'27,3" W, altitude 1.140 m, próximo à propriedade da empresa Cenibra, sendo considerado o ponto mais próximo a montante da bacia do Ribeiro Bonito, área com presença de eucalipto.
- d) Ponto de Coleta 4: localizado nas coordenadas geográficas 19°52'46,3" S e 43°36'57,5" W, altitude 1.080 m, próximo à propriedade do Sr. Itamar Agostinho Campos, área com a presença de vegetação nativa.

Após a secagem total do solo, o material foi encaminhado ao laboratório de análise de solo do Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA, 2017) para a determinação dos parâmetros de matéria orgânica, fertilidade do solo e granulometria.

A análise granulométrica permite classificar os componentes sólidos do solo em classes de acordo com os seus diâmetros de partículas, sendo divididos em areia, silte e argila (FERREIRA et al., 2003). Para a análise de granulometria, o laboratório de análise de solo do IMA utilizou o método pipeta adaptado, através de peneira de malha 0,212 mm (mesh 65). O método da pipeta baseia-se na velocidade de queda das partículas que compõem o solo. Para isso, fixa-se o tempo para o deslocamento vertical na suspensão do solo com água, após a adição de um dispersante químico (soda ou calgon). Pipeta-se um volume da suspensão, para a determinação da argila que, seca em estufa, é pesada. As frações grosseiras (areia fina e grossa) são separadas por tamisação, secas em estufa e pesadas para a obtenção dos respectivos percentuais. O silte corresponde ao complemento dos percentuais para 100% e é obtido por diferença das outras frações em relação à amostra original (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2017).

Para a análise da matéria orgânica foi utilizado o método colorimétrico indicado no Manual de Métodos de Análise de Solo da Embrapa Solos. Esse método de via úmida permite

determinar o teor de carbono orgânico e, a partir dele, multiplica-se o resultado por 1,72 e tem-se o teor de matéria orgânica. No método via úmida, a matéria orgânica do solo é oxidada com uma mistura de dicromato de potássio. Durante a oxidação da matéria orgânica, assume-se que o dicromato reduzido na reação equivale ao carbono orgânico da amostra. A determinação do C org ocorre indiretamente em função da reação do carbono presente nos compostos orgânicos com o dicromato de potássio (EMBRAPA, 2017).

Para a análise de fertilidade do solo foi feita a análise química de rotina, conforme indicado no Manual de Métodos de Análise de Solo da Embrapa Solos (EMBRAPA, 2017), com a determinação de pH na relação solo/água 1:2,5.

Utilizou-se a solução extratora Mehlich-1 para fósforo e potássio; solução de KCl 1 mol L⁻¹ para cálcio, magnésio e alumínio e pH em S.M.P para hidrogênio + alumínio e para o cálculo do SB, T, t, m e V, não considerando valores de sódio (Na).

Destaca-se que, em setembro de 2018, o professor e orientador deste trabalho, Dr. Yuri Lopes Zinn, distante a 5 km ao norte de Caeté e fora da bacia do Ribeiro Bonito, visitou e coletou uma amostra de solo da Serra da Piedade, visando agregar as informações sobre os solos da região, uma vez que essa área com afloramentos de rochas do Supergrupo Minas apresenta grande potencial para a produção de água e outros serviços ambientais. A amostra de solo da Serra da Piedade foi analisada com a mesma metodologia utilizada para as amostras de solo da bacia hidrográfica do Ribeiro Bonito.

3.5 A percepção dos irrigantes de água do Ribeiro Bonito

Para a identificação da percepção, por parte dos oito usuários de água, adotou-se a estratégia de reunião na sede do Comitê de Bacias Hidrográficas do rio das Velhas, visitas na bacia do Ribeiro Bonito e entrevista semiestruturada. Foi elaborado um questionário, conforme Anexo A, que direcionou as conversas acerca do assunto, sendo aplicado exclusivamente aos usuários da bacia do Ribeiro Bonito inseridos no processo de outorga coletiva nº 20.393/2015.

A estrutura do questionário foi definida considerando o nível de conhecimento de cada entrevistado, contendo questionamentos de caráter misto, objetivo e subjetivo. As perguntas de caráter objetivo feitas aos horticultores (usuários irrigantes) continham opções pré-estabelecidas, que visavam expressar uma gradação da percepção desses atores em suas respostas.

Vale destacar que, durante a aplicação do questionário, preferiu-se, sempre que possível, caracterizar as entrevistas como conversas informais. Tal abordagem propiciou a obtenção de informações de forma mais eficiente e espontânea.

Na Tabela 7 apresentam-se, de forma resumida, informações referentes à realização de reunião, visitas à bacia e entrevistas com os usuários da outorga coletiva do Ribeiro Bonito.

Tabela 7 – Atividades realizadas para conhecer a percepção dos usuários.

Data	Atividade	Nº de entrevistados	Local
Mar/2015	Reunião no Comitê de Bacias Hidrográficas - CBH do rio das Velhas.	0	Sede do CBH Velhas, em BH, MG.
Abril/2016	Reunião sobre o processo de outorga coletiva.	0	Sede do IGAM em BH, MG.
Nov/2016	Entrevistas com os usuários da bacia do Ribeiro Bonito.	4	Bacia Hidrográfica do Ribeiro Bonito – Caeté, MG.
Out/2017	Visitas na Bacia.	2	Bacia Hidrográfica do Ribeiro Bonito – Caeté, MG.

Fonte: Da autora (2019).

No que se refere à percepção dos usuários da bacia hidrográfica do Ribeiro Bonito, foram entrevistados quatro horticultores irrigantes, em suas propriedades, representando metade dos usuários de água inseridos na outorga coletiva.

Ressalta-se que os produtores foram escolhidos em função da sua presença na propriedade e de sua disposição em participar da pesquisa. As entrevistas não foram agendadas previamente e, por esta razão, alguns irrigantes não foram encontrados, impossibilitando a realização de um número maior delas. As entrevistas tomaram um tempo médio aproximado, para cada irrigante, de 30 a 40 minutos.

Por fim, as informações obtidas por meio da realização das entrevistas/reuniões foram sistematizadas, sendo a percepção dos diversos atores em relação à outorga coletiva e seus efeitos na bacia hidrográfica do Ribeiro Bonito.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Resultado das análises de solo

Os resultados da análise granulométrica estão apresentados na Tabela 8, indicando a composição granulométrica (g kg^{-1}) das partículas minerais do solo (areia, silte e argila) na profundidade de 0 a 20 cm.

Observa-se que a baixa relação silte/argila das amostras P2, P3 e P4 indica um avançado grau de intemperismo, quando comparado com o das outras amostras; a relação silte/argila de 1,88 na amostra P5 indica um solo jovem ou de menor evolução, enquanto, para o P1, tal relação indica estágio moderado de evolução.

Tabela 8 – Resultados da textura do solo e matéria orgânica.

Amostras	Horizonte Profundidade cm	Composição granulométrica da terra fina			Silte/ argila	Matéria orgânica		
		Areia 2 - 0,20 mm g kg^{-1}	Silte 0,05 -0,002 mm g kg^{-1}	Argila < 0,002 mm g kg^{-1}		Matéria orgânica g kg^{-1}	C g kg^{-1}	N g kg^{-1}
P1	0-20	333	188	221	0,85	36	20,9	1,8
P2	0-20	488	72	326	0,22	34	20,1	1,7
P3	0-20	209	168	304	0,55	34	20,1	1,7
P4	0-20	384	112	341	0,33	32	18,6	1,6
P5	0-08	510	320	170	1,88	119	69,2	-

Fonte: Adaptado de IMA (2017).

Conforme dados da tabela 8, verifica-se que o teor de matéria orgânica nos pontos de coleta P1 a P4 é de, aproximadamente, 34 g kg^{-1} , considerado um nível adequado para solos de textura média. O perfil P5 (Serra da Piedade), sob floresta altimontana, apresenta teor de matéria orgânica alto de, aproximadamente, 119 g kg^{-1} .

Os resultados da análise química dos solos coletados estão apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 – Resultados da fertilidade do solo.

Amostra (0-20 cm)	pH (1:2,5) Água	Análise de fertilidade										
		H + Al	Al ⁺⁺⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	SB	T	t	V	m	P	K
		cmol _c kg ⁻¹							%		mg dm ⁻³	
P1	5,9	4,99	0,54	1,57	0,61	2,99	7,58	3,13	34,16	17,26	2,1	160
P2	5,5	1,70	0,02	4,22	1,63	6,61	8,31	6,63	79,56	0,30	140,3	300
P3	5,1	10,16	2,07	0,57	0,12	0,88	11,04	2,95	7,98	70,16	3,1	72
P4	5,4	6,59	0,82	1,50	0,44	2,11	8,70	2,93	24,28	27,85	1,1	67
P5	4,4	24,45	1,48	3,02	0,66	3,92	28,37	5,40	13,82	27,41	80,6	94

Fonte: Adaptado de IMA (2017).

Os valores de pH das amostras (Tabela 9) mostram solos classificados como de acidez média, situando-se entre 5,1 a 5,9. Em relação ao cálcio e ao magnésio, os valores encontrados em três amostras são considerados adequados, acima de 0,5 cmol_c kg⁻¹ e 0,16 cmol_c kg⁻¹, respectivamente. O valor de soma de base (SB), especificamente para a amostra P2, se classifica como muito bom, devido à adubação, e o restante das amostras (P1, P3 e P4) varia de 0,88 a 2,99 cmol_c kg⁻¹, enquadrando como teores médios. Para os valores de acidez potencial (H + Al), o solo P3 destacou-se por apresentar teor muito alto de alumínio trocável - Al⁺⁺⁺ (> 2,00 cmol_c kg⁻¹), resultando em alta (70,16 %) saturação por alumínio (m) em área com cultivo de eucalipto (ALVAREZ, 1999). Em contrapartida, no solo P2, a saturação de alumínio (m) é muito baixa, sendo de 0,30%. Nesse sentido, ao analisar os valores da Tabela 9 para saturação de base (V), os das amostras P1, P3 e P4 são menores que 35%, considerados baixos, significando um limite abaixo do qual o desenvolvimento das plantas cultivadas é limitado pela baixa disponibilidade de nutrientes. Ainda conforme os dados da Tabela 9, o resultado das amostras P1 a P4 apresenta-se, na maioria, com baixa capacidade de troca catiônica (CTC), reforçando a condição de que são solos de baixa fertilidade natural e argila de atividade baixa.

Os teores de fosforo disponível (P) e potássio disponível (K), considerando solos de textura média (teor de argila entre 15% a 35%), são avaliados como alto apenas para o solo P2, sendo o restante das amostras enquadrados, pela literatura (ALVAREZ, 1999), como muito baixos ou médios.

Os solos amostrados da bacia hidrográfica do Ribeiro Bonito apresentaram teores de carbono orgânico adequados (20 g kg⁻¹) para a camada superficial (0-20 cm) e indicam uma qualidade aceitável para solos agrícolas. O solo P2 demonstrou condições de boa fertilidade, por ser uma área de constantes tratamentos culturais (rotação de culturas, alta adubação convencional e orgânica e correção de acidez) e sem presença de erosão hídrica no local.

O ponto de coleta P1 caracteriza-se como um solo pouco desenvolvido, conforme mostrado na Figura 16, e, pelo aspecto do perfil, identifica-se como um Cambissolo, típico do relevo movimentado local. A alta relação silte/argila e baixa profundidade estão em acordo com esta classificação, que não denota vocação agrícola, mas, sob vegetação nativa ou uso conservacionista, é consistente com níveis aceitáveis de erosão.

Figura 16 - Corte de estrada do ponto de coleta P1.



Fonte: Da autora (2019).

No ponto P2 (Figura 17), o uso habitual do solo é para olericultura, porém, na data da coleta, a cultura instalada era o milho. Nesta área, o solo foi identificado como um Argissolo Vermelho-Amarelo e passou por adubação e calagem, o que justifica a sua alta saturação por bases (V) e alto fósforo disponível (P). Além disso, é comum a rotação de culturas, prática que favorece a conservação do solo.

Figura 17 - Área tradicional em horticultura no ponto de coleta P2.



Fonte: Da autora (2019).

No ponto P3 (Figura 18), o solo foi identificado como Cambissolo e é utilizado com cultura de eucalipto. Este ponto de coleta situa-se em área de declive acentuado e sua baixa fertilidade (Tabela 9) pode ser justificada pelo fato de o eucalipto ser uma cultura com baixa exigência nutricional e por isso recebe pouco ou nenhuma adubação. O pouco revolvimento do solo associado a essa cultura gera poucos riscos de erosão.

Figura 18 - Ponto de coleta P3, próximo à montante da bacia hidrográfica do Ribeiro Bonito.



Fonte: Da autora (2019).

No ponto de coleta P4 (Figura 19) também se constatou presença de Cambissolo sem uso e recoberto com mata nativa. A fertilidade desse solo é de baixa a moderada (Tabela 9), muito semelhante à do solo da amostra P1, indicando que a fertilidade natural dos solos da região tende a ser baixa, em acordo com o clima úmido.

Figura 19 - Área de horticultura no ponto de coleta P4.



Fonte: Da autora (2019).

Cabe ressaltar que em três propriedades rurais constatou-se a existência de práticas conservacionistas, como barraginhas para captação de água da chuva com o objetivo de utilizar na irrigação dos canteiros de olerícolas, plantio dos canteiros em curvas de nível, rotação de culturas, adubação, calagem e incorporação de restos culturais no solo.

O solo sob mata nativa, próximo à Serra da Piedade, apresenta níveis de fósforo (P) muito bons, $> 45 \text{ mg kg}^{-1}$ para o respectivo teor de argila (17%), apresentado na Tabela 9. Em relação à capacidade de troca catiônica (CTC), mostra-se um solo com níveis considerados altos, acima de $15 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, segundo a literatura (ALVAREZ, 1999). Nesse sentido, o alto teor de matéria orgânica (119 g kg^{-1}), apresentado na Tabela 8, bem como os níveis de P e CTC sugere que este solo demonstra condições de alta fertilidade, o que é, de certa maneira, inesperado, pois o itabirito é uma rocha com baixos teores de nutriente. Contudo, essa rocha costuma estar associada a dolomitos ferruginosos, resultando, às vezes, em alta fertilidade do solo, especialmente quando sob vegetação florestal (ARAÚJO et al., 2014). Assim, entende-se que águas que drenam a Serra da Piedade, de alta pluviosidade orogênica, percolam solos sob vegetação nativa preservada, com água potencialmente de alta qualidade, que pode contribuir para novas alternativas de captação de águas superficiais ao SAAE de Caeté, o que requereria estudos de potabilidade ou tratamentos adicionais da água.

4.2 Percepção dos usuários envolvidos na implantação da outorga coletiva

A aplicação de questionários permitiu a caracterização da percepção dos usuários da bacia do Ribeiro Bonito frente à outorga coletiva.

Na Tabela 10 são apresentados os usuários que participaram da entrevista e que estão inseridos no processo coletivo de outorga de direito de usos da água. Eles correspondem à metade dos usuários da bacia em estudo, sendo que os outros não responderam aos questionários, pois estavam ausentes de suas propriedades no dia das entrevistas.

Tabela 10 - Identificação dos entrevistados na bacia do Ribeiro Bonito.

Data	Nome da propriedade	Entrevistados	Atividade
30/11/16	Agropecuária e Horticultura Terra Nova Ltda.	Neice Campos Nolli	Pecuária e horticultura irrigada
30/11/16	Sítio Ribeiro Bonito	Milton Fernandes	Horticultura irrigada
30/11/16	Sítio Ribeiro Bonito	Itamar Agostinho	Horticultura irrigada
30/11/16	Sítio Ribeiro Bonito	Valério Coelho	Horticultura irrigada

Fonte: Da autora (2019).

Ressalta-se que três dos entrevistados estão na atividade de horticultura há cerca de 35 anos, considerando a agricultura familiar como principal fonte de renda da família, exceto o empreendimento Agropecuária e Horticultura Terra Nova, que também mantém a atividade de pecuária leiteira. Durante o pico da colheita das hortaliças, todas as propriedades visitadas empregam temporariamente entre 10 a 20 pessoas, com área de plantio entre 14 a 25 hectares. O sistema de irrigação de todos os horticultores é o de aspersão convencional, sendo relatado, pelos entrevistados, que a regularidade da manutenção destes equipamentos é de uma vez por ano.

A análise da percepção dos usuários quanto à problemática da falta de água na bacia visou constatar o quão interessados os usuários estão, e o quão preocupados estão com relação ao problema e, conseqüentemente, o quão dispostos estão a participar de ações que objetivem a melhoria das condições ambientais locais.

Cabe destacar que a entrevista foi realizada no período chuvoso e grande parte dos entrevistados relatou que a situação da falta d'água seria agravada a partir de agosto, indo até outubro, quando as precipitações são ainda mais escassas e o problema de escassez hídrica é

considerado grave. Neste questionário, todos os irrigantes informaram que estavam dispostos a reduzir a área de plantio, a vazão irrigada e os dias de irrigação durante o período de estiagem, programando-se para o próximo ano de plantio a redução de suas áreas de colheita.

Um fato importante constatado nos questionários, bem como durante as visitas na bacia, foi a conscientização ambiental de três produtores de hortaliças, sendo visualmente notadas a presença de práticas conservacionistas do solo, a preservação das matas ciliares, da reserva legal e das nascentes, e ausência da prática de queimadas nas propriedades.

A maioria dos entrevistados pontuou sua preocupação no que se refere à condição dos recursos hídricos e demonstrou que deseja a melhoria da situação na bacia hidrográfica do Ribeiro Bonito. Nesse sentido, citaram a situação do SAAE de Caeté na Bacia que, por sua vez, não tem um convívio amigável com os usuários irrigantes. Os usuários entrevistados relataram que o SAAE de Caeté os responsabiliza pela falta de água na bacia, justificando esta situação ao fato de os irrigantes se localizarem a montante de sua captação para abastecimento público. Nesta questão, informaram que o SAAE de Caeté possui outros pontos de captação na bacia, todos exclusivamente para abastecimento de público do município de Caeté, e que os funcionários desta distribuidora de água frequentemente entram nas propriedades rurais sem autorização, com o objetivo de verificar o sistema de captação de cada horticultor, intensificando o conflito existente pelo uso da água na sub-bacia do Ribeiro Bonito.

Para melhor entender o universo de portarias de outorgas emitidas pelo IGAM autorizando o SAAE de Caeté a captar águas superficiais, para a finalidade de abastecimento público, elaborou-se a Figura 20. Demonstra-se que, atualmente, são seis pontos de captação direta em cursos de água, correspondendo a uma vazão de $59,0 \text{ L s}^{-1}$, conforme a Tabela 11, como também existem duas portarias de outorga vigentes para poço tubular profundo, além do ponto denominado P11, o qual faz parte do processo coletivo na bacia do Ribeiro Bonito.

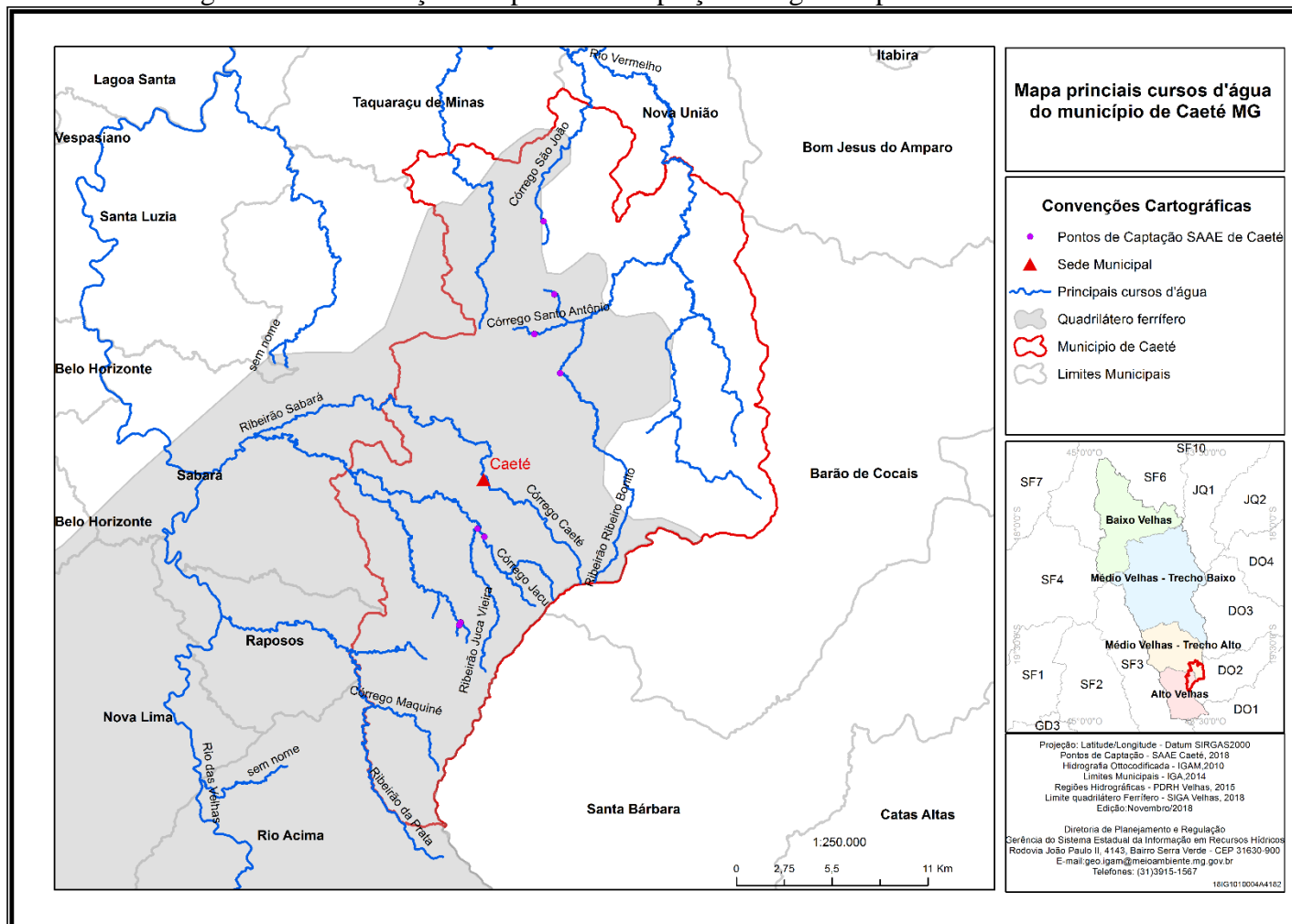
Tabela 11 – Outorgas de águas superficiais do SAAE de Caeté, MG

Portarias de outorgas vigentes	Nome do curso de água	Vazão autorizada L s⁻¹	Tempo de captação (horas dia⁻¹)
1.611/2003	Córrego Santo Antônio	3,0	24
14/2004	Córrego Santo Antônio	3,0	24
1.478/2004	Córrego São João	15,0	24
757/2008	Córrego do Jacu	15,0	20
758/2009	Córrego do Jacu	4,0	20
759/2009	Ribeirão Juca Vieira	21,0	20
Total		59,0	

Fonte: Da autora (2019).

Contudo, dos usuários entrevistados, todos conhecem a realidade da bacia hidrográfica e compreendem a importância da outorga coletiva, entretanto, destacam a necessidade de reduzir os conflitos pelo uso da água. Para uma eficaz gestão, acham importante uma maior integração/diálogo entre os diversos usuários outorgados (principalmente com o SAAE de Caeté). Ainda reforçam a necessidade de ações de mobilização, conscientização, educação ambiental e fiscalização na bacia hidrográfica e uma maior assistência técnica aos horticultores, por parte dos órgãos de extensão rural, com o objetivo de subsidiá-los na implantação correta das práticas conservacionistas de solo e da água.

Figura 20 - Localização dos pontos de captação de águas superficiais do SAAE de Caeté.



Fonte: Da autora (2019).

4.3 Vazões outorgadas e respectivas áreas de captação

No caso específico da bacia hidrográfica do Ribeiro Bonito, o conflito pelo uso do recursos hídricos começou a ser dirimido pelas ações e atividades conjuntas do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas (CBH Velhas), Subcomitê do rio Taquaraçu (SCBH) e do órgão gestor de recursos hídricos de Minas Gerais (IGAM). Cabe destacar que a publicação da Portaria de Outorga Coletiva nº 3.268/2017 é considerada, pelos atores envolvidos (usuários, CBH Velhas, IGAM), como um avanço no processo de gestão de recursos hídricos na bacia hidrográfica. Contudo, não basta apenas a publicação oficial do ato autorizativo, ou seja, a obtenção do direito de uso da água, sendo necessário também fomentar e incentivar mais usuários nas práticas conservacionistas de solo e da água, bem como dar continuidade às ações benéficas já existentes na bacia.

Na Tabela 12 estão identificados os usuários superficiais da outorga coletiva do Ribeiro Bonito com a vazão de referência ($Q_{7/10}$), a vazão outorgável (50% da $Q_{7/10}$) e a área de drenagem (km^2) para cada ponto de captação.

Tabela 12 - Usuários e a vazão outorgável em cada seção.

Ident.	Usuários de água	$Q_{7,10}$ (L s^{-1})		AD km^2
		L s^{-1}	50%	
P01	CENIBRA	57,62	28,811	10,36
P02	Itamar Agostinho Campos	179,1	89,548	32,20
P03	Milton Fernandes Nunes	30,15	15,10	5,42
P04	Valério Coelho	231,90	115,90	41,69
P05	Carlito Fernandes Nunes	6,06	3,00	1,09
P06	Carlito Fernandes Nunes	2,44	1,20	0,44
P07	Valério Coelho	1,50	0,70	0,27
P08	Valério Coelho	12,68	6,30	2,28
P09	Horticultura Terra Nova	11,74	5,90	2,11
P10	Fernando Vilaça Campos	277,90	138,90	49,96
P11	SAAE de Caeté	287,60	143,80	51,7

Fonte: Da autora (2019).

Na Tabela 13 constam as informações de cada usuário, como a área irrigada, a vazão solicitada ao IGAM, a finalidade do uso, o tempo de captação e a porcentagem da vazão solicitada sobre a vazão total de captação instantânea. A vazão instantânea solicitada pelo SAAE de Caeté (80 L s^{-1}) representa, aproximadamente, 60% da vazão total solicitada em relação aos outros usuários, mesmo sem contar o tempo de captação.

Tabela 13 - Informações dos pontos de captações dos usuários do Ribeiro. Bonito.

ID	Usuários de água	Área irrigada (ha)	Finalidade	Vazão solicitada L s ⁻¹	Tempo de captação (horas dia ⁻¹)	% da Vazão solicitada/vazão instantânea
P1	Milton Fernandes	25,5	Irrigação	13,6	12	10,02
P2	Fernando Vilaça	1,8	Irrigação	2,1	5	1,55
P3	Itamar Agostinho	17,0	Irrigação	10,3	12	7,59
P4	Valerio Coelho	6,0	Irrigação	0,5	12	0,37
P5	Valerio Coelho	1,0	Irrigação	6,0	12	4,42
P6	Valerio Coelho	4,0	Irrigação	3,5	12	2,58
P7	Carlito Fernando	2,0	Irrigação	3,3	12	2,43
P8	Carlito Fernando	4,0	Irrigação	2,0	12	1,47
P9	CENIBRA	-	Umectação de vias Abast.	11,4	8	8,41
P10	SAAE de Caeté	-	Público	80,0	21	58,94
P11	Hort. Terra Nova	6,03	Irrigação	3,0	8	2,21
TOTAL		67,33		135,72		

Fonte: Da autora (2019).

Na Tabela 14 são apresentados os volumes que serão consumidos diariamente, de acordo com o tempo de captação (horas dia⁻¹) de cada usuário e a porcentagem desse volume diário sobre o volume total solicitado. Nesse sentido, o volume captado diariamente pelo SAAE de Caeté (6.048,00 m³, durante 21 horas dia⁻¹) representa, aproximadamente, 52% do volume total solicitado em relação aos outros usuários consuntivos. Quando se compara ao volume total diário de 8.194,54 m³, somente da captação do SAAE de Caeté, representa aproximadamente 74% desse total.

Tabela 14 – Volume diário consumido para cada ponto de captação

ID	Usuários de água	Vazão solicitada (L s ⁻¹)	Tempo de captação (horas dia ⁻¹)	Volume diário (m ³)	% do volume diário/volume total solicitado
P1	Milton Fernandes	13,6	12	587,52	5,01
P2	Fernando Vilaça	2,1	5	37,80	0,32
P3	Itamar Agostinho	10,3	12	444,96	3,79
P4	Valério Coelho	0,5	12	21,60	0,18
P5	Valério Coelho	6,0	12	259,20	2,21
P6	Valério Coelho	3,5	12	151,20	1,29
P7	Carlito Fernando	3,3	12	142,56	1,22
P8	Carlito Fernando	2,0	12	86,40	0,74
P9	CENIBRA	11,4	8	328,90	2,80
P10	SAAE de Caeté	80,0	21	6.048,0	51,58
P11	Hort. Terra Nova	3,0	8	86,40	0,74
TOTAL		135,7			69,88
Volume Total (m³)		11.726,21		8.194,54	

Fonte: Da autora (2019).

Com relação à percepção dos usuários concernente à regulação do uso da água por meio da Portaria de Outorga Coletiva, os entrevistados a consideram um instrumento com grande potencial para a melhoria do uso dos recursos hídricos, apontando que este instrumento é o único meio capaz de surtir efeitos na adequação/regulação dos usos na bacia, uma vez que este ato autorizativo estabelece as regras de uso e as restrições de captação. Foi destacada, pelos entrevistados, a necessidade de aumentar a participação da comunidade e de instituições locais nos assuntos relacionados à gestão da água, por meio da maior articulação e maior interação entre os horticultores e o SAAE de Caeté. Destacou-se também a importância da implementação de ações de mobilização, fiscalização e de educação ambiental, com vistas a facilitar/apoiar/beneficiar a aplicação da outorga coletiva.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com base nos resultados obtidos neste trabalho constatou-se a necessidade de recomendar algumas propostas para melhorias e avanços na gestão da água da bacia em estudo:

- a) a criação de uma associação de usuários de água do ribeirão Ribeiro Bonito, para permitir o fortalecimento da integração e da comunicação entre os usuários de água, visando discutir os interesses comuns, obter maior representatividade, bem como permitir o gerenciamento local dos recursos hídricos e o efetivo exercício da gestão compartilhada de água.
- b) Dados o histórico do conflito e a limitação do modelo utilizado para estimar a vazão mínima $Q_{7/10}$, recomenda-se instalar medidores de vazão no ribeirão Ribeiro Bonito, para que haja uma base de dados monitorados, criando um histórico de vazões medidas e permitindo usuários e o órgão gestor de recursos hídricos a informação real a ser analisada na estimativa da disponibilidade hídrica na bacia.
- c) É necessário também o monitoramento qualitativo da água, ao menos periodicamente, uma vez que não existem estações de monitoramento próximas à bacia do Ribeiro Bonito.
- d) Recomenda-se que o CBH Velhas, cuja área territorial de atuação inclui a bacia do Ribeiro Bonito, promova programas de conscientização da população sobre o uso racional da água e busque parcerias com instituições de extensão rural que possam subsidiar e fomentar práticas e ações conservacionistas do solo e da água nas propriedades rurais visando garantir e melhorar a oferta de água.
- e) Sugerem-se o estudo e a implantação de técnicas de irrigação mais eficientes, como o gotejamento, pelos produtores hortícolas, o que pode resultar em grande economia de vazão instantânea, e cujo financiamento poderia ser negociado com o SAAE de Caeté, supostamente interessado no aumento da vazão.
- f) Devido ao volume captado diariamente, pelo SAAE, na bacia hidrográfica do Ribeiro Bonito, o que representa, aproximadamente, 74% do volume total ($8.194,54 \text{ m}^3$), quando comparado com o volume diário captado ($2.146,54 \text{ m}^3$) pelos horticultores irrigantes, sugere-se que busquem-se novos pontos de captação de água, como na face sul da serra da Piedade, devendo promover estudos de potabilidade ou tratamentos adicionais, visando manter a segurança hídrica no município.
- g) Implantar imediatamente os sistemas de medição básicos (hidrômetro e horímetro) nas casas localizadas no centro urbano de Caeté, as quais são favorecidas pelo serviço de

abastecimento de água e que não efetuam o pagamento por este benefício, tornando-se uma dificuldade para analisar e estimar a real necessidade deste município em atender à demanda de abastecimento público.

- h) Considera-se, por fim, que o SAAE de Caeté consolide os instrumentos de planejamento e gestão afetos ao saneamento, conforme as diretrizes estabelecidas no Plano Municipal de Saneamento Básico de Caeté, elaborado em 2015, bem como coerente com o estabelecido na Lei Federal de Saneamento Básico nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007 (BRASIL, 2007), com vistas a universalizar o acesso a esses serviços, garantindo-lhes qualidade e suficiência no suprimento, proporcionando melhores condições de vida à população de Caeté e a melhoria e a preservação das condições ambientais pautadas nas legislações ambientais vigentes.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, V. V. H. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 1999. cap. 5, p. 25-32.
- ARAÚJO, M. A. et al. Paragênese mineral de solos desenvolvidos de diferentes litologias na região sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 38, n. 1, p. 11-25, fev. 2014.
- BALTAZAR, O. F. et al. **Projeto geologia do quadrilátero ferrífero: integração e correção cartográfica em SIG com nota explicativa**. Belo Horizonte: CODEMIG, 2005. 68 p.
- BLAINSKI, E.; GARBOSSA, L. H. P.; MALUTTA, S. Aplicação do modelo hidrológico SWAT (Soiland Water Assessment Tool) para a simulação da perda de solo e da disponibilidade hídrica em uma bacia hidrográfica não instrumentada. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 2010, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2010. 1 CD-ROM.
- BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 9 jan. 1997.
- BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 8 jan. 2007.
- BRASIL. Agência Nacional de Águas. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br>>. Acesso em: 10 mar. 2018.
- BRASIL. Agência Nacional das Águas. **Caminho das águas**. Brasília, DF, 2006. Disponível em: <<http://www.capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/handle/ana/124?mode=full>>. Acesso em: 26 nov. 2017.
- BRASIL. Agência Nacional das Águas. **Manual de procedimentos técnicos e administrativos de outorga de direito de uso de recursos hídricos da Agência Nacional de Águas**. Brasília, DF, 2013. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sof/ManualdeProcedimentosTecnicoeAdministrativosdeOUTORGAdDireitodeUsodeRecursosHidricosdaANA.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2016.
- BRASIL. Agência Nacional das Águas. **Práticas mecânicas de conservação de água e solo: unidade I, erosão hídrica**. Brasília, DF, 2016. 26 p.

BRASIL. Agência Nacional das Águas. **Resolução ANA nº 707**, de 21 de dezembro de 2004. Dispõe sobre procedimentos de natureza técnica e administrativa a serem observados no exame de pedidos de outorga, e dá outras providências. Brasília, DF, 2004.

BRITO, L.; ALMEIDA, A. B. de. **Manejo ecológico do solo e práticas conservacionistas**. 2010. Disponível em: <https://acervodigital.unesp.br/bitstream/unesp/141119/1/manejoecologicosolo_0.doc>. Acesso em: 25 ago. 2017.

CARTILHA Plano Diretor de Recursos Hídricos Unidade Territorial Estratégica Rio Taquaraçu. 2016. Disponível em: <<http://cbhvelhas.org.br/riotaquaracu/>>. Acesso em: 31 jan. 2017.

CLIMATE-DATA.ORG. **Clima Caeté**. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/minas-gerais/caete-25012/>>. Acesso em: 25 out. 2018.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS. **Deliberação Normativa CBH Rio das Velhas nº 01**, de 9 de fevereiro de 2012. Define as Unidades Territoriais Estratégicas - UTE, da bacia Hidrográfica do Rio das Velhas. Belo Horizonte, 2012. Disponível em: <<http://cbhvelhas.org.br/images/CBHVELHAS/deliberacoes/dn012012%20unidades%20territoriais.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2017.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS. **Plano diretor de recursos hídricos das bacias hidrográficas do rio das Velhas**. Belo Horizonte, 2015. Disponível em: <<http://siga.cbhvelhas.org.br/portal/sigaweb.zul>>. Acesso em: 5 mar. 2019.

COMPANHIA BRASILEIRA DE PROJETOS E EMPREENDIMENTOS. Secretaria de Desenvolvimento e Meio Ambiente de Caeté. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Caeté/MG**: diagnóstico da situação do saneamento básico. Caeté: Agência Peixe Vivo, 2015. 554 p.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DE MINAS GERAIS. **Mapa geológico de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 2014. Disponível em: <<http://www.portalgeologia.com.br/index.php/mapa/>>. Acesso em: 12 fev. 2019.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF, 2017. 574 p.

FERREIRA, M. M. et al. **Física do solo**: o papel da física do solo. Lavras: Ed. UFLA, 2003. 79 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais. **População estimada**: estimativas da população residente com data de referência 1º de julho de 2018. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/caete/panorama>>. Acesso em: 10 abr. 2019.

INSTITUTO MINEIRO DE AGROPECUÁRIA. Laboratório de Análise do Solo. **Resultados de análise de solos**. Belo Horizonte, 2017.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Estudo de regionalização de vazão para o aprimoramento do processo de outorga no Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 2012. Disponível em: <<http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/publicacoes-tecnicas/6020-outorga>>. Acesso em: 15 jan. 2019.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Manual técnico e administrativo de outorga de direito de usos de recursos hídricos no estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 2010a. 234 p.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Monitoramento da qualidade das águas superficiais no estado de Minas Gerais: relatório anual**. Belo Horizonte, 2018. 198 p.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Projeto revitalização da Bacia do Rio das Velhas: meta 2010**. Belo Horizonte, 2010b. Disponível em: <<http://meta2010.meioambiente.mg.gov.br/a-meta-2010>>. Acesso em: 25 set. 2018.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Portal de Comitês de Bacia. Comitês Estaduais. **Plano diretor de recursos hídricos das bacias hidrográficas do Rio das Velhas - UPGRH SF5**. Belo Horizonte, 2015. Disponível em: <<http://comites.igam.mg.gov.br/comites-federais>>. Acesso em: 13 set. 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Topodata - Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil**. Brasília, DF, 2015. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php>>. Acesso em: 2 fev. 2019.

LAGES, J. A. T. **Captação direta nos cursos de água: vazão de referência adotada para projetos de outorga em Minas Gerais**. Disponível em: <<https://www.linkedin.com/pulse/capta%C3%A7%C3%A3o-direta-nos-cursos-de-%C3%A1gua-vaz%C3%A3o-refer%C3%Aancia-em-thomaz-lages>>. Acesso em: 26 set. 2018.

MAGALHÃES, G. M. F. Analysis of efficiency of retention terraces in sub-basins of the São Francisco River. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 10, p. 1109-1115, 2013.

MARQUES, J. J. et al. **Solo no contexto ambiental: conservação e planejamento de uso do solo**. Lavras: Ed. Ufla, 2001. 134 p.

MELLO, C. R. de; SILVA, A. M. **Hidrologia: princípios e aplicações em sistemas agrícolas**. Lavras: Ed. UFLA, 2013. 455 p.

MINAS GERAIS. Deliberação Normativa do CERH nº 06, de 4 de outubro de 2002. **Diário Oficial [de] Minas Gerais**, Diário do Executivo, Belo Horizonte, 5 out. 2002.

MINAS GERAIS. Deliberação Normativa do CERH nº 09, de 16 de junho de 2004. **Diário Oficial [de] Minas Gerais**, Diário do Executivo, Belo Horizonte, 3 jul. 2004.

MINAS GERAIS. Lei Estadual nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências. **Diário Oficial [de] Minas Gerais**, Diário do Executivo, Belo Horizonte, 30 jan. 1999.

MINAS GERAIS. Portaria IGAM nº 26, de 17 de agosto de 2007. **Diário Oficial [de] Minas Gerais**, Diário do Executivo, Belo Horizonte, 21 ago. 2007.

MINAS GERAIS. Resolução Conjunta SEMAD-IGAM nº 1.548, de 29 de março de 2012. Dispõe sobre a vazão de referência para o cálculo da disponibilidade hídrica superficial nas bacias hidrográficas do Estado. **Diário Oficial [de] Minas Gerais**, Diário do Executivo, Belo Horizonte, 31 mar. 2012.

MINAS GERAIS. Resolução Conjunta SEMAD/IGAM nº 2.302, de 5 de outubro de 2015. Estabelece critérios para implantação de sistema de medição para monitoramento dos usos e intervenções em recursos hídricos visando à adoção de medidas de controle no estado de Minas Gerais. **Diário Oficial [de] Minas Gerais**, Diário do Executivo, Belo Horizonte, 6 out. 2015.

MINELLA, J. P. G. et al. Identificação e implicações para a conservação do solo das fontes de sedimentos em bacias hidrográficas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 31, p. 1637-1646, 2007.

MOREIRA, H. S. **Cenários de disponibilidade hídrica para concessão de outorga**: estudo de caso da bacia vertentes do Rio Grande. Lavras: Ed. UFLA, 2018. 96 p.

OLIVEIRA, P. C. A.; RODRIGUES, S. C. Utilização de cenários ambientais como alternativa para o zoneamento de bacias hidrográficas: estudo da bacia hidrográfica do Córrego Guaribas, Uberlândia MG. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 21, n. 3, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sn/v21n3/a06v21n3.pdf>>. Acesso em: 16 set. 2017.

OLIVEIRA, P. T. S. de et al. Zoneamento ambiental aplicado à conservação do solo e da água. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 35, n. 5, p. 1723-1734, out. 2011.

OLIVEIRA, V. A. de. **Regionalização de vazões nas regiões das Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos GD1 e GD2**. 2013. 99 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

PRUSKI, F. F. **Conservação de solo e água**: práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica. 2. ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2009. 240 p.

SILVA, B. et al. Influência da sazonalidade das vazões nos critérios de outorga de uso da água: estudo de caso da bacia do rio Paraopeba. **Ambiente e Água**, Taubaté, v. 10, n. 3, p. 623-634, fev. 2015.

SILVA, D. D. da. **Água e solo**: manejo e conservação: práticas conservacionistas do solo e da água. Belo Horizonte: Sistema FAEMG, 2015. 41 p. (Informação Técnica, 2. Seminário Ambiental).

SILVA, L. M. C.; MONTEIRO, R. A. Outorga de direito de uso de recursos hídricos: uma das possíveis abordagens. In: _____. **Gestão de águas doces**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004. cap. 5, p. 135-178.

SOUZA, S. M. T. **Deflúvios superficiais no estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Hidrosistemas; Copasa, 1993.

STEVAUX, J. C.; LATRUBESSE, E. M. **Geomorfologia fluvial: escoamento de água pela rede de drenagem**. São Paulo: Oficina de Texto, 2017.

TUCCI, C. E. M. **Regionalização de vazões**. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2002.

TUCCI, C. E. M.; COLLISCHONN, W. Drenagem urbana e controle de erosão. In: TUCCI, C. E. M.; MARQUES, D. da M. (Org.). **Avaliação e controle da drenagem urbana**. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2000. Disponível em: <<http://rhama.com.br/blog/wp-content/uploads/2016/12/drenagem-urbana-e-controle-de-erosao.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2018.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **Mapa de solos do estado de Minas Gerais: legenda expandida**. Belo Horizonte: Fundação Estadual de Meio Ambiente, 2010. 49 p.

ANEXOS

ANEXO A – Questionário dos usuários da bacia do Ribeiro Bonito.

Data:		Hora de início/fim		
Entrevistador:				
1. Caracterização geral da propriedade/entrevistado				
Nome				
Localidade				
Profissão/escolaridade			Idade	
Reside na propriedade	Sim	Não	Há quanto tempo está na atividade	
2. Uso dos recursos hídricos				
Obra implantada (sim/não)		Data de implantação		UPGRH
2.1. Água superficial				
Nome do corpo de água				
<input type="checkbox"/>	Captação a fio d'água	<input type="checkbox"/>	Captação em barramento ou açude	
<input type="checkbox"/>	Barramento ou açude sem captação			
Barramento ou açude				
Área inundada (ha)		Volume de acumulação (m ³)		
3. Finalidade do uso da água				
3.1 Irrigação				
Área da propriedade apta para irrigação (ha)			Área a ser irrigada (ha)	
Culturas			Método de irrigação	
Faz manutenção nos equipamentos de irrigação?			Com que	
4. Uso do solo				
Horticultura	() sim () não	Quais		
() Sistema Convencional		() Sistema Orgânico		
Cafeicultura	() sim	() não	Reflorestamento	() sim () não
Pastagens	() sim	() não	Outras:	
Faz análise da água?	() sim () não	Faz análise do solo?	() sim () não	Ver os dados das últimas análises de solo.

5. Informações sobre Atitude Conservacionistas (Solo):

5.1 O que mostra que o solo tem boa qualidade?

5.2 O que faz para conservar o solo?

5.3 Você sabe o que é erosão?

 Sim* Não* Sua propriedade já teve ou tem erosão? Sim Não**6. A proximidade ou presença da mata tem vantagem para a propriedade?** sim não porque _____

6.1 A presença de minhocas tem vantagem para o solo?

 sim não porque _____6.2 Na propriedade tem enxurrada que leva a terra embora? sim não6.3 Conhece alguma forma para diminuir a erosão? sim* não

* Citar: _____

7. Preparo do solo, quais operações e implementos são, normalmente, utilizados?Implementos: arado grade enxada rotativa outro: _____

Operações: _____

7.1. Quais os modos de plantio?

 em covas em sulcos em canteiros em leiras outros : _____7.2. Utiliza adubação orgânica? sim * não* compostagem restos de cultura estercos outros : _____7.3 Utiliza adubação verde? sim* não

* Quais: _____

7.4. Faz correção do solo? sim* não* calagem fosfatagem gessagem adubação mineral outros: _____7.5 Faz rotação de cultura? sim* não

* Como? _____

7.6 Qual razão para deixar a terra descansar (pousio)?

7.7 Utiliza cultivo em estufas? sim* não

* Quais culturas? _____

7.8 Faz queimada? sim* não* Com que frequência? todo ano esporadicamente

outros: _____

7.9 Faz conservação do solo? sim* não* terraceamento plantio em curvas de nível cultivo em faixas alternadas quebra-ventos outros: _____7.10 Utiliza plantas de cobertura para o solo? sim* não

* De que formas? _____

* Que % da área está com boa cobertura (morta ou viva) do solo? _____

* Cultiva planta só para fazer cobertura do solo? sim não* Coloca "cobertura" depois do plantio? sim não**8. Informações sobre Atitudes Conservacionistas (Ambiental)**8.1. Há presença de Mata Natural? sim * não não sei

* Qual a utilidade?

- proteção do solo e água barreira contra o vento nenhuma
 porque não pode desmatar área não serve para outros usos não sei

* Gostaria de substituir a mata por outra coisa?

- Sim. O que?

- _____
- Não. Por quê?

8.2. Existem, dentro da propriedade, áreas protegidas por lei? sim não não sei

8.3. Respeita APP (Área de Preservação Permanente)? Sim* não não sei o que é

* Quais áreas? mananciais nascentes topo de morro outros:

* Por que ter APP?

8.4. Delimita Reserva Legal? Sim. (Qual % da área): _____ não não sei o que é

8.5. Considera importante ter reserva legal? sim não

8.6. Porque ter Reserva Legal? _____