

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GERENCIAMENTO DE
RECURSOS HÍDRICOS

César Filipe de Carvalho

PROPOSIÇÃO DE FUNDAMENTOS DE GERENCIAMENTO DE
RECURSOS HÍDRICOS PARA BACIAS HIDROGRÁFICAS DO
SEMIÁRIDO MINEIRO, COM BASE EM UM ESTUDO DE CASO NO
MUNICÍPIO DE MONTE AZUL/MG

Belo Horizonte

2014

César Filipe de Carvalho

**PROPOSIÇÃO DE FUNDAMENTOS DE GERENCIAMENTO DE
RECURSOS HÍDRICOS PARA BACIAS HIDROGRÁFICAS DO
SEMIÁRIDO MINEIRO, COM BASE EM UM ESTUDO DE CASO NO
MUNICÍPIO DE MONTE AZUL/MG**

Monografia apresentada ao Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Área de Concentração: Recursos Hídricos

Orientador: Alberto Simon Schvartzman

Belo Horizonte

2014

Monografia aprovada em 19/07/2014 para obtenção do título de Especialista em Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Banca Examinadora:

Orientador: Alberto Simon Schwartzman

Paulina Maria Maia Barbosa

Professora Avaliadora

Belo Horizonte

2014

AGRADECIMENTOS

A todos que, direta e indiretamente, contribuíram para mais essa conquista, em especial:

Ao professor Alberto Simon Schvartzman, pela orientação e firmeza nas constantes revisões;

Aos colegas e funcionários do curso de especialização, em especial: ao professor e coordenador do curso Francisco Antônio Rodrigues Barbosa, aos colegas de curso Aline Gomes Ferreira, Erick Wendelly Fialho Cordeiro e Jackson Muniz;

Ao amigo Daniel Avelar, pela assistência no início do curso;

Ao amigo e irmão Thiago Gandini Campos, pelo apoio durante todo o curso;

Ao irmão Cristiano Lucas de Carvalho, pela contribuição durante todo o curso;

À banca examinadora, pela avaliação desta;

A toda minha família, pela preocupação e amparo.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	15
2.1	OBJETIVO GERAL	15
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3	JUSTIFICATIVA	15
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
4.1	GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS	16
4.1.1	Gestão de recursos hídricos no Brasil	19
4.1.2	Gestão de recursos hídricos no Estado de Minas Gerais	22
4.2	ÁREA DE ESTUDO: ASPECTOS FISIAGRÁFICOS E ECONOMIA	35
4.2.1	Socioeconomia e Uso e ocupação do solo	38
4.2.2	Vegetação	40
4.2.3	Geologia, Relevo e Solo	45
4.2.4	Hidrogeologia	50
4.2.5	Hidrografia	53
4.2.6	Clima e Hidrologia	56
4.3	BREVE CARACTERIZAÇÃO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO	58
4.4	SÍNTESE DAS AÇÕES DE “COMBATE” A SECA	65
4.5	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E OUTRAS SOLUÇÕES	73
4.5.1	Aspectos importantes das unidades integrantes do SAA	74
4.5.2	Solução alternativa coletiva	84
4.5.3	Solução alternativa individual	86
5	METODOLOGIA	89
5.1	FORMA DE ACESSO E AS FONTES DOS DADOS	89
5.2	ANÁLISE CRÍTICA DO DESABASTECIMENTO DE ÁGUA NO MUNICÍPIO	92
5.2.1	Descrição da forma de avaliação	92
5.2.2	Critérios de avaliação	92
5.2.3	Principais pontos abordados na análise crítica	97
5.2.4	Estabelecimento de diretrizes	98
6	RESULTADOS	98
6.1	APRESENTAÇÃO DO CENÁRIO TESTEMUNHADO EM MONTE AZUL/MG	98
6.1.1	Condições do Sistema de Abastecimento de Água de Monte Azul	103
6.1.2	Instrumentos de gerenciamento de recursos hídricos efetivos no município e cadastro dos usuários de recursos hídricos	113
6.1.3	Áreas de Preservação Permanente	115
7	DISCUSSÃO	118
7.1	AVALIAÇÃO DO CENÁRIO PRESENCIADO	118

7.1.1	Capacidade de atendimento a demanda	118
7.1.2	Condições do Sistema de Abastecimento de Água	120
7.1.3	Soluções de abastecimento de água.....	121
7.1.4	Instrumentos de gestão efetivos no município	123
7.1.5	Conhecimento sobre os usuários de recursos hídricos.....	125
7.1.6	Proteção das áreas de recargas	126
7.2	PAPEL DO MUNICÍPIO NO ATUAL MODELO DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS	128
7.3	INFLUÊNCIA DO RELEVO LOCAL.....	132
8	CONCLUSÕES	133
9	RECOMENDAÇÕES	134
10	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	138

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Cidades visitadas do norte de Minas Gerais.	14
Figura 2 – UPGRH existentes no Estado de Minas Gerais.	31
Figura 3 – Localização de Monte Azul/MG.....	36
Figura 4 – Vista para a localidade rural de Poções, Monte Azul/MG.	38
Figura 5 – Biomas existentes na bacia hidrográfica do rio Verde Grande.	41
Figura 6 – Tipos de vegetação existentes no município de Monte Azul/MG.....	43
Figura 7 – Unidades de Conservação da UPGRH SF 10.....	44
Figura 8 – Geologia da folha de Monte Azul/MG.....	46
Figura 9 – Situação da sede de Monte Azul em relação ao relevo local.....	48
Figura 10 – Classes de solo predominantes na UPGRH SF 10 e no município de Monte Azul/MG.....	50
Figura 11 – Tipos de aquíferos existentes.	52
Figura 12 – Hidrografia da UPGRH SF 10.	54
Figura 13 – Recorte da hidrografia existente no município de Monte Azul/MG.	55
Figura 14 – Delimitação mais recente do semiárido brasileiro.	62
Figura 15 – Vista de trecho do rio Pacuí completamente seco durante o período de estiagem.....	63
Figura 16 – Barramento de cimento construído no rio Bom Sucesso, em Monte Azul/MG... 67	
Figura 17 – Barramento subterrâneo, cacimba, no leito do rio Verde Pequeno, em Espinosa/MG.	69
Figura 18 – Uma das famílias beneficiadas com a implantação de Módulo Sanitário, em Catuti/MG.	70
Figura 19 – Ilustração de uma EEA e um <i>booster</i>	78
Figura 20 – Módulo de separação em membrana.....	81
Figura 21 – Exemplos de reservatórios, quanto ao terreno local.....	82
Figura 22 – Barragem Catulé, no rio Garipau, na comunidade de Catulé, Mato Verde/MG.. 86	
Figura 23 – Abastecimento individual através de caminhão pipa, comunidade de Lagoa Escura, Catuti/MG.....	87
Figura 24 – Abastecimento individual através de cisterna para armazenamento de água de chuva, comunidade de Tabua, Montezuma/MG.....	88
Figura 25 – Abastecimento individual através de “terreirão”, comunidade de Tabua, Montezuma/MG.	89
Figura 26 – Localização do ponto de captação de água superficial para abastecimento de Mamonas.....	99
Figura 27 – Vista da crista da barragem de Mamonas para o reservatório. Ao fundo, formação Serra Central.....	100
Figura 28 – Localização do ponto de captação de água para abastecimento da cidade de Espinosa.....	101

Figura 29 – Localização do ponto de captação de água para abastecimento de Mato Verde e Catuti.	102
Figura 30 – Vista para o ponto de captação de água dos municípios de Mato Verde e Catuti.	102
Figura 31 – Localização do ponto de captação de água superficial para abastecimento de Monte Azul.....	103
Figura 32 – Vista da crista da barragem Tremedal para o reservatório.	104
Figura 33 – Vazamento existente na parede externa do tanque de contato.	105
Figura 34 – Vazamento existente em órgãos acessórios da ETA.	106
Figura 35 – Vista para a unidade de tratamento de água de Monte Azul.	107
Figura 36 – Distribuição das localidades rurais visitadas.	108
Figura 37 – Localização da barragem José Custódio, localidade de Canabrava.....	110
Figura 38 – Vista para o reservatório da barragem José Custódio, localidade de Canabrava. Ao fundo fisiografia da Serra do Ginete.	111
Figura 39 – Dessalinizador inutilizado na localidade de Poções devido à falta de manutenção.	112
Figura 40 – Enquadramento de cursos hídricos existente na Bacia do rio Verde Grande. .	114
Figura 41 – Localização dos poços cadastrados junto ao SIAGAS do município de Monte Azul/MG.....	115
Figura 42 – Exposição do solo em trecho de mata ciliar do córrego Angical, montante da área urbana.	116
Figura 43 – Vegetação escassa em topos de morro, substituída por atividades antrópicas. Comunidade Barreiro Grande, vista para encostas próximas a formação Serra Central. ...	116
Figura 44 – Vegetação escassa em topos de morro. Vista da Comunidade Canabrava. ...	117
Figura 45 – Trecho do rio Canabrava com existência de mata ciliar.	118
Figura 46 – Usos a montante da barragem Tremedal.	125
Figura 47 – Área indicada para verificação da possibilidade de locação de nova barragem na área do Médio e Baixo Gorutuba.	137

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Localidades de Monte Azul visitadas durante o período de julho/2013 a outubro/2013.....	90
Tabela 2 – Localidades rurais que captam água superficial, subterrânea, e abastecidas através de caminhão pipa.....	109

RESUMO

A Lei 13.199/1999 apesar de ser considerada como uma das melhores políticas públicas relativas à proteção das águas necessita de algumas adaptações tangentes a região semiárida. Com base em uma análise crítica, realizada através de um estudo de caso, esta monografia procurou avaliar de que forma a Lei 13.199/1999 contribui para a convivência com a seca. A Bacia Hidrográfica alvo de estudo de campo é a Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos – UPGRH SF 10, ou Bacia Hidrográfica do rio Verde Grande. As cidades visitadas, do Norte de Minas Gerais, foram Monte Azul, Espinosa, Mamonas e Mato Verde, sendo que a primeira apresentou um cenário de desabastecimento de água tendo que captar água tratada na cidade de Espinosa e Porteirinha, para abastecer a sede e as localidades rurais, e as demais cidades foram visitadas com o intuito de delimitar a abrangência deste fato. Com a seleção dos seguintes critérios: i) vazão do manancial x vazão de projeto; ii) condições dos Sistema de Abastecimento de Água - SAA, urbano e rural; iii) soluções para abastecimento de água implantadas na zona urbana e rural; iv) número de instrumentos de gerenciamento de recursos hídricos efetivamente implantados no município; v) conhecimento dos usos da água a montante e jusante do ponto de captação da sede; vi) nível de proteção das áreas de recargas; procurou-se avaliar quais são os principais fatores que contribuem ou contribuíram para que Monte Azul apresentasse tal quadro. Esta análise serviu como subsídio para a elaboração de propostas e diretrizes de Gerenciamento de Recursos Hídricos, bem como medidas de caráter urgentes, com vistas à aplicação em bacias hidrográficas do semiárido mineiro. Foi verificado que os principais fatores que contribuem para o cenário presenciado são a capacidade de suporte do Sistema de Abastecimento de Água, as soluções de abastecimento de água empregadas, o atual modelo de gerenciamento de recursos hídricos, e o nível de proteção das áreas de recargas. Constatou-se ainda que os instrumentos de outorga e enquadramento não possuem tanta efetividade, quando aplicados, na região semiárida, necessitando de adequações face ao clima local e os conflitos existentes entre usuários de recursos hídricos. Foi analisado, ainda, que as soluções apresentadas pelo Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco, tanto quanto o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Verde Grande não irá atender a totalidade da bacia hidrográfica do rio Verde Grande, principalmente a região mais crítica no que tange a disponibilidade hídrica e conflitos, o Médio e Baixo Gortuba. Por fim, verificou-se que diversos programas e fontes de financiamentos existem, cabendo aos municípios iniciarem de forma sistêmica a sua participação junto aos respectivos comitês de bacia hidrográfica apresentando suas demandas com vistas à melhor convivência com a seca no semiárido mineiro.

ABSTRACT

The Law 13.199/1999 despite being considered one of the best public policies concerning the protection of waters tangents needs some adaptations to the semiarid region. Based on a critical analysis, performed through a case study, this monograph sought to assess how the Law 13.199/1999 contributes to dealing with drought. The target field study is the Watershed Planning Unit and Water Resources Management - UPGRH SF 10, or the Watershed Verde Grande river. The cities visited, the North of Minas Gerais, Monte Azul, Espinosa, Mamonas and Mato Verde, the first of which presented a scenario of shortage of water having to capture treated water in the city of Porteirinha and Espinosa, to supply headquarters and rural locations, and other cities were visited in order to delimit the scope of this fact. With the selection of the following criteria: i) flow of the spring x design flow; ii) conditions of Water Supply System - WSS, urban and rural; iii) implemented solutions for water supply in urban and rural areas; iv) number of tools for managing water resources effectively deployed in the municipality; v) knowledge of water uses upstream and downstream of the capture of the headquarters; vi) level of protection of recharge areas; sought to evaluate what are the main factors that contribute or have contributed to Monte Azul present such a framework. This analysis served as a subsidy for the development of proposals and guidelines for Water Resources Management, as well as measures of urgent character, with a view to implementation in the Minas Gerais semiarid watersheds. It was found that the main factors contributing to the scenario are seen carrying capacity of the water supply system, solutions of water used, the current model of water resource management, and the level of protection areas refills. It was further observed that the licenses and guidelines do not have much effectiveness when applied in semiarid region, necessitating adjustments in relation to local climate and conflicts between water users. It was also considered that the solutions presented by the Water Resources Plan Watershed of the São Francisco River as far as the Water Resources Plan Watershed of the Verde Grande River will not meet the entire watershed of the Verde Grande River, especially the most critical region in relation to water availability and conflicts, the Middle and Lower Gorutuba. Finally, it was found that many programs and sources of funding exist, with the municipalities engage in a systematic way their share of the respective committee watershed presenting their demands in order to better living with drought in Minas Gerais's semiarid.

1 INTRODUÇÃO

A água é elemento natural primordial para a existência da vida na terra devendo ser preservada e ter reconhecido o seu valor econômico, assim como, ser objeto de políticas sistêmicas a fim de garantir a sustentabilidade de futuras gerações. Tundisi (2003) aponta a água como recurso natural mais importante o qual participa e dinamiza todos os ciclos ecológicos, que é parte relevante dos ciclos biogeoquímicos e da diversidade biológica do planeta.

As interferências impensadas, devido às demandas e os altos índices de consumo do recurso hídrico no ciclo hidrológico são responsáveis por alterarem a distribuição, quantitativa e qualitativa, deste recurso. O uso da água afeta os padrões qualitativos e quantitativos de sua ocorrência e, portanto, o Gerenciamento da Oferta da Água deverá ser realizado tendo por base um Plano de Recursos Hídricos (LANNA, 1999).

A preocupação com a gestão dos recursos hídricos sucedeu a difusão da onda ambiental deflagrada após a Conferência Mundial sobre Meio Ambiente de Estocolmo, em 1972. Na época, já se fixava o princípio de que “deve-se confiar a instituições nacionais apropriadas a tarefa de planejar, administrar e controlar a utilização dos recursos ambientais, com vistas a melhorar a qualidade do meio ambiente” (BORSOI; TORRES, 1997). A partir daí a elaboração de políticas públicas, mais complexas e rígidas, cuja finalidade é a preservação dos recursos hídricos se torna constante. Na década de 40 alguns países da Europa já apresentavam políticas de proteção dos recursos hídricos, no entanto necessitando de revisões. Diferentemente do Brasil, a dominialidade dos cursos hídricos transpõe, não raras às vezes, mais de um país, necessitando assim de ferramentas padronizadas para o gerenciamento de recursos hídricos.

A Diretiva Quadro da Água (DQA) estabelecida pelo Parlamento Europeu no ano de 2000, conforme citado por Cardoso-Silva et al. (2013) tem a finalidade de “prevenir a deterioração e assegurar o alcance do ‘bom estado’ das massas de água dos países membros da UE e da Noruega até o ano de 2015, com a possibilidade de prorrogação para o ano de 2027” .

O Brasil em termos de Gestão de Recursos Hídricos está desenvolvendo um arcabouço legal, principalmente a partir de 1997 com a criação da Lei nº. 9.433 que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos - PNRH e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SINGREH.

O Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) foi aprovado por unanimidade pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos em 30 de janeiro de 2006, e representa, acima de tudo, o estabelecimento de um amplo pacto em torno do fortalecimento do SINGREH e da gestão sustentável de nossas águas, ao estabelecer diretrizes e programas desenvolvidos a partir de um processo que contou com a participação de cerca de sete mil pessoas, entre especialistas, usuários, representantes de órgãos públicos, da academia e de segmentos sociais organizados (MMA, 2006).

Diante dessa nova diretriz os estados teriam que elaborar políticas favoráveis a gestão e gerenciamento dos recursos hídricos, sendo que em Minas Gerais tem-se como referência a Lei nº. 13.199/1999 que “dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências”. Em seu Art. 9º são definidos os instrumentos da Política Estadual de Recursos Hídricos - PERH, dentre eles os Planos Diretores de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas.

Fróes (2009) afirma que no âmbito das águas “a gestão e o gerenciamento se diferenciam basicamente pelo fato da gestão ser constituída por uma política, que estabelece diretrizes gerais e o gerenciamento uma das atividades da gestão, viabilizadas pela execução de instrumentos específicos.”

A Gestão de Recursos Hídricos, bem como, a aplicação dos instrumentos da Lei Nº. 13.199/99 por meio do gerenciamento a nível regional, ou seja, nas grandes bacias hidrográficas não apresenta, eventualmente, resultados positivos e eficazes em cidades situadas no semiárido. Essa ideia de adequação da implantação dos instrumentos de gerenciamento dos recursos hídricos também foi abordada por Schwartzman (2007) que “considera que as políticas públicas e, especialmente, os instrumentos da política de recursos hídricos devem ser adaptados e complementados quando se trata da gestão das águas em áreas rurais da região semiárida mineira”.

Monte Azul é uma cidade situada no Norte de Minas Gerais, na região semiárida mineira. Está inserida na bacia hidrográfica do Rio São Francisco, sendo assim, objeto de gestão das águas, em termos de abrangência nacional, pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco – CBHSF. Regionalmente a cidade pertence à sub-bacia hidrográfica do rio Verde Grande, delimitada como Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos do rio Verde Grande – UPGRH SF10.

Em trabalho de campo realizado na cidade durante o período de Julho/2013 a Outubro/2013 pode-se constatar que a cidade passava por um período de desabastecimento de água, tendo que captar água tratada nas cidades vizinhas de Espinosa (Norte) e Porteirinha (Sul) para suprir a demanda do centro urbano e algumas

localidades rurais. A fim de verificar a distribuição de água regional foram visitadas ainda as cidades (Figura 1) de Mamonas, Espinosa e Mato Verde tendo constatado que todas possuíam mananciais que atendiam as demandas das respectivas cidades durante o mesmo período. Diante deste fato surgiu o interesse em pesquisar o “por que” do município de Monte Azul ter um déficit negativo no suprimento de água, enquanto durante o mesmo tempo as cidades vizinhas possuíam mananciais e fontes alternativas de abastecimento.

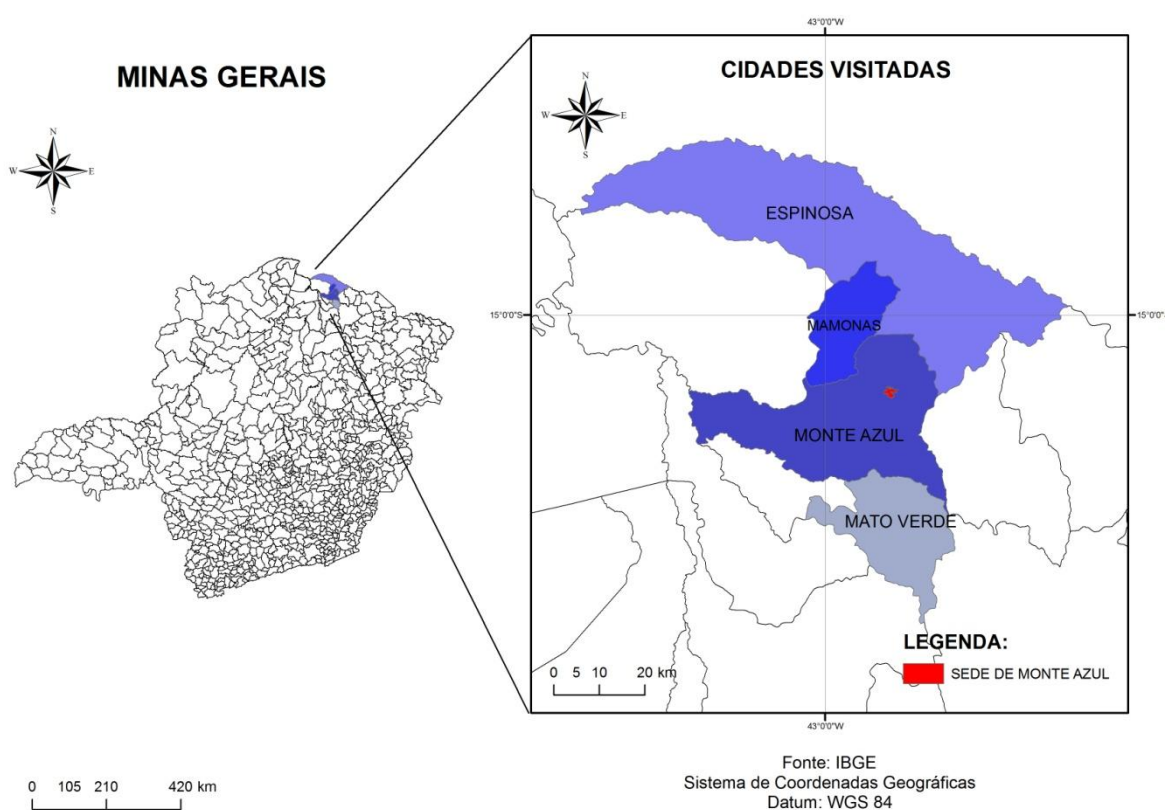


Figura 1 - Cidades visitadas do norte de Minas Gerais.

Fonte: elaborado pelo autor.

A precipitação é a principal forma de abastecimento dos mananciais, sejam eles superficiais e/ou subterrâneos. Portanto, em regiões, especialmente localizadas no semiárido, onde as características do clima, cobertura vegetal, relevo, dentre outras afetam a distribuição das chuvas e os deflúvios superficiais, o gerenciamento dos recursos hídricos, deve ser cuidadosamente respaldado e sistêmico, e a população deve ser informada e preparada para lidar com a realidade local, a fim de contribuir para o bom gerenciamento das águas.

Neste trabalho foram analisadas quais as variáveis que afetam o abastecimento de água na cidade mineira de Monte Azul, em um estudo de caso, e como o atual modelo de gestão e gerenciamento dos recursos hídricos tem contribuído para este cenário. O gerenciamento dos recursos hídricos, utilizando os mesmos instrumentos da lei de águas, mas a nível municipal, ou, no nível de sub-bacias ou micro-bacias hidrográficas poderia ser a alternativa mais eficaz para cidades situadas na região semiárida?

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Estabelecer diretrizes baseadas numa análise crítica do Sistema de Abastecimento de Água – SAA da cidade de Monte Azul/MG, a fim de subsidiar a descentralização do gerenciamento de recursos hídricos para cidades da bacia hidrográfica do rio Verde Grande, no semiárido mineiro.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

i) Apresentar o diagnóstico da situação do Sistema de Abastecimento de Água - SAA da cidade de Monte Azul.

ii) Avaliar o atual cenário de desabastecimento de água do município.

iii) Apresentar fundamentos para a descentralização do gerenciamento de recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Verde Grande, com vista à melhoria do SAA, a médio e longo prazo, da sede de Monte Azul, com possibilidade de aplicação para cidades do semiárido mineiro.

3 JUSTIFICATIVA

A governança dos recursos hídricos existente na Europa e mesmo em países vizinhos do Brasil aborda de forma prioritária a manutenção da qualidade da água, e apresenta anseios relativos à gestão de forma a considerar os impactos advindos das mudanças climáticas (EUWI, 2006).

Mesmo que a Política Nacional de Recursos Hídricos - PNRH seja considerada uma das melhores leis em termos de gestão ela não aborda, de maneira específica, sobre a questão de disponibilidade hídrica face às alterações climáticas. Induzida pela PNRH a Política Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais também não apresenta diretrizes

para o gerenciamento de forma a considerar os cenários adversos devido ao aumento da temperatura global.

Uma das consequências das alterações climáticas é a distribuição irregular das chuvas. Os impactos em regiões com significativa disponibilidade hídrica, mas devido às grandes demandas existentes podem ser catastróficos, tendendo a ser potencializados em regiões de escassez natural de recursos hídricos, no caso das regiões semiáridas.

Diversas discussões tanto em nível internacional quanto em nível nacional abordam a questão da gestão integrada de recursos hídricos, ou seja, com a participação de todos os entes e setores envolvidos nos usos da água. Apenas a formulação de políticas públicas não é suficiente para o bom desempenho do gerenciamento dos recursos hídricos, cabendo aos municípios e à população de um modo geral exercer seus respectivos deveres de cuidar e utilizar racionalmente os recursos hídricos disponíveis para as diversas demandas, eventualmente conflitantes.

Observa-se que no semiárido brasileiro, mais especificamente na região nordeste, o gerenciamento de recursos hídricos está mais avançado quando comparado com o semiárido mineiro. Portanto este trabalho se justifica por poder propiciar fundamentos para que exista a contextualização, ou até mesmo a proposta de criação de políticas públicas específicas para as bacias hidrográficas localizadas na região semiárida mineira a fim de que os municípios ali localizados possam participar de forma sistêmica no gerenciamento dos recursos hídricos, junto aos comitês de bacias hidrográficas.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

É perceptível a relação existente entre a água e o desenvolvimento de uma região. Os primeiros países a avançarem no desenvolvimento econômico, os chamados países de primeiro mundo, alcançaram tal nível utilizando-se de água, passando a valorizar este recurso e abordar as questões de gestão e gerenciamento deste bem. “Entretanto, somente na década de 60, países como os Estados Unidos, a França, a Grã-Bretanha e a própria Alemanha renovaram suas leis e instituições, à procura de maior eficácia na recuperação e conservação dos recursos hídricos” (BORSOI; TORRES, 1997).

O desenvolvimento econômico acelerado remete a altos volumes de consumo de água, apontando, conforme Setti et al. (2000), que “as crescentes demandas de água estão ocasionando problemas aos recursos hídricos em muitas partes do mundo”. Setti et al. (op.

cit.) aborda ainda, o uso ineficiente de grande parte da água captada para os diversos usos humanos.

Múltiplos usos da água, conciliado a ineficiência das estruturas e sistemas de abastecimento de água e altos consumos, propiciam o surgimento de conflitos entre usuários de recursos hídricos. Uma característica peculiar dos países europeus é a extrapolação dos seus limites físicos territoriais pelos principais cursos hídricos, o que pode ampliar as incidências de conflitos. “Os conflitos entre países usuários de uma mesma bacia, que envolvem cerca de 40% da população mundial, costumam ser resolvidos através de tratados internacionais” (BANCO MUNDIAL, 1994 citado por BORSOI; TORRES, 1997).

Tundisi (2003) alertou para o grande número de problemas políticos complexos gerados por bacias internacionais, resultantes da disputa pelos recursos hídricos e usos múltiplos e afirmou que, “à medida que ocorre uma percepção cada vez mais acentuada sobre os recursos hídricos e seu valor econômico e social, mais acirrada se torna a disputa por recursos hídricos internacionais”.

Setti et al. (2000) discutiram que, apenas medidas conservacionistas, em situações de escassez, podem implicar a gestão de recursos hídricos, e que de uma forma lenta, isso ocorreu apenas a partir da década de 70, através dos ambientalistas. As primeiras preocupações sobre a falta de água surgiram pelos grandes usuários, provocando debates com os órgãos gestores de políticas públicas e a sociedade de forma integrada.

Para atingir este objetivo, os responsáveis pela política da água no mundo industrializado compreendem que devem ter em conta as preocupações sociais, ambientais e econômicas, bem como as características físicas das bacias hidrográficas. Esta abordagem ficou conhecida como Gestão Integrada dos Recursos Hídricos (*Integrated Water Resource Management - IWRM*). Esta é a filosofia atual da gestão dos recursos hídricos, que exige a participação de todas as partes envolvidas (utilizadores da água, sociedade civil, governos e sector privado) nas negociações e uma política transparente que legitime as decisões adotadas. (EUWI, 2006).

Conforme Setti et al. (2000) a gestão das águas “é uma atividade analítica e criativa voltada à formulação de princípios e diretrizes”, cuja finalidade é promover o gerenciamento de recursos hídricos. Diante das diversas demandas e da preocupação de escassez de água o planejamento deve ser a estratégia principal para a elaboração de políticas favoráveis a proteção da água. Silva (2010) define planejamento como “a forma de conciliar recursos escassos e necessidades abundantes”. O conceito direcionado para os recursos hídricos de planejamento foi apresentado por Barth (1987), “definido como conjunto de procedimentos organizados que visam o atendimento das demandas de água, considerada a disponibilidade restrita desse recurso”.

No Brasil a discussão sobre a necessidade de se elaborar políticas de recursos hídricos surgiu devido a dois principais usos: geração de energia e o setor de irrigação, tendo como gestores os setores responsáveis por cada uso. Com o crescimento do país esse modelo necessitava de mudança, sendo observado por Tundisi (2006), quando cita que “um dos principais avanços conceituais foi o da mudança de paradigma quanto à gestão”, sendo que nos últimos dez anos do século XX iniciou-se o período de transição consistindo em passar de um gerenciamento “setorial, local e de resposta a crises e impactos, para um sistema integrado, preditivo e no âmbito de ecossistema (bacia hidrográfica)” (TUNDISI, op. cit.).

A inserção da bacia hidrográfica no âmbito da gestão de recursos hídricos, segundo Tundisi (op. cit.), “possibilita integrar ações de pesquisa e gerenciamento em uma unidade física bem estabelecida e que pode agregar atividades multi e interdisciplinares”. O Brasil, diferentemente dos países da Europa, possui uma extensão territorial imensa, abrangendo múltiplos usos da água, regiões com diferentes culturas, diferentes características físicas e climáticas demandando assim um modelo de gestão que abordasse cada especificidade regional, sendo a melhor forma preconizar cada bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão.

Diferentemente da Gestão de Recursos Hídricos, Mendonça et al. (2006 citados por Melo, 2011), evidenciaram que o gerenciamento dos recursos hídricos pressupõe a existência de três pilares, a base técnica, o disciplinamento legal e o ordenamento institucional. Portanto a base técnica está assistida pelos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos envolvendo as atividades de controle e monitoramento de todas as variáveis vinculadas ao ciclo hidrológico fomentando o conhecimento mais preciso de cada bacia hidrográfica como forma de auxílio nas tomadas de decisões. A base legal, de forma objetiva, é todo o arcabouço jurídico existente sobre recursos hídricos de âmbito nacional e estadual, dando ênfase para os princípios e fundamentos preconizados. “E o terceiro pilar encerra o poder decisório, o setor econômico/financeiro e a integração participativa”, conforme Melo (op. cit.).

A gestão de recursos hídricos por meio da elaboração de políticas públicas (disciplinamento legal e ordenamento institucional) preconiza as diretrizes para o gerenciamento (base técnica) de recursos hídricos, delimitando de forma clara o nível de abrangência de cada ferramenta. O gerenciamento, amparado pelos instrumentos disponibilizados pela gestão, é a forma de colocar em prática as leis estabelecidas visando

preservar os recursos hídricos através da fiscalização, planejamento, controle e cobrança pelos múltiplos usos da água.

4.1.1 Gestão de recursos hídricos no Brasil

Os debates sobre o tema “água” perduraram durante anos no Brasil, envolvendo diversos setores, entidades nacionais e internacionais, e a sociedade civil até resultar no marco federal em 1997. O primeiro marco legal que inseriu a água em seu escopo foi o Código Civil Brasileiro de 1916, quando declarou as águas como bem público de uso comum.

Posteriormente, em 1934 foi decretado o Código das Águas discriminando a dominialidade das águas. Em 1978 foi criado o primeiro órgão com a ideia de bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão, denominado Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas – CEEIBH. Em 1980, o estabelecimento de diretrizes para criação de uma política nacional de recursos hídricos foi fixado junto ao III Plano Nacional de Desenvolvimento. Em 1988 com a publicação da nova Constituição Federal foi apresentado como competência da União, em seu Art. 21, inciso XIX, “instituir sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos e definir critérios de outorga de direitos de seu uso” (BRASIL, 1988), que mais tarde viria a ser regulamentado pela atual Política Nacional de Recursos Hídricos.

No Brasil, o reconhecimento da crescente complexidade dos problemas relacionados ao uso da água levou ao estabelecimento, em 1976, de acordo entre o Ministério das Minas e Energia e o governo do Estado de São Paulo para a melhoria das condições sanitárias das bacias do Alto Tietê e Cubatão. O êxito dessa experiência fez que, em seguida, fosse constituída, em 1978, a figura do Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas (CEEIBH), e a subsequente criação de comitês executivos em diversas bacias hidrográficas, como no Paraíba do Sul, no São Francisco e no Ribeira de Iguape. Esses comitês tinham apenas atribuições consultivas, nada obrigando a implantação de suas decisões, e dele participavam apenas órgãos do governo. Mesmo assim, constituíram-se em experiências importantes e foram importantes embriões para a evolução futura da gestão por bacia hidrográfica (PORTO, 2008).

A dominialidade das águas é alterada pela Constituição Federal de 1988, preconizando que as águas superficiais pertencem ao Estado quando estas tiverem suas surgências e descargas dentro de seus limites territoriais, e de domínio da União quando abrangerem mais de um Estado, e por fim, as águas subterrâneas são de domínio dos Estados. No Art. 26, inciso I, integra entre os bens dos Estados e do Distrito Federal “as

águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União”. (BRASIL, 1988)

A Lei nº 9.433/1997 “institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal [...]”. A partir daí os estados com leis de recursos hídricos regulamentadas passaram a revisá-las de acordo com o marco regulatório federal, e outras ações foram sendo aplicadas.

A Lei nº 9.433/1997 estabeleceu as diretrizes para a descentralização da gestão de recursos hídricos de forma a viabilizar a participação de todos os entes envolvidos, dentre eles, os usuários de água, as organizações civis, conjunto aos comitês de bacias hidrográficas, criados a partir da necessidade de gerir as bacias, então definidas como unidade territorial para planejamento e gestão dos recursos hídricos em seu Art. 1º, inciso V.

Porto (2008) diz que com a criação da PNRH “concretiza-se a modernização do setor e a Lei n. 9.433 coloca o Brasil entre os países de legislação mais avançada do mundo no setor de recursos hídricos”. Apesar de ser considerada uma das melhores leis em termos de gestão de recursos hídricos, alguns aspectos foram tratados de forma superficial podendo ser citado as diretrizes relativas a regiões de escassez de recursos hídricos. Schwartzman (2007) argumenta que, “apesar da Lei Federal nº 9.433/97 tratar, genericamente, da gestão dos recursos hídricos em regiões de escassez, ela estabelece em suas diretrizes gerais de ação que deverão ser respeitadas as diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do país.” Essas diretrizes devem ser levadas em consideração quando da aplicação dos instrumentos da PNRH, em particular os planos de recursos hídricos, a outorga e cobrança (Schwartzman, op. cit.).

Além dos instrumentos supracitados, em seu Art. 5º a Lei 9.433/1997 define ainda, como instrumentos de gestão:

[...]

II - o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água;

[...]

V - a compensação a municípios;

VI - o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.”

No Art. 32 da Lei nº 9.433/1997 são apresentados os objetivos do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SINGREH:

I - coordenar a gestão integrada das águas;

II - arbitrar administrativamente os conflitos relacionados com os recursos hídricos;

III - implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos;

IV - Planejar, regular e controlar o uso, preservação e a recuperação dos recursos hídricos;

V - promover a cobrança pelo uso de recursos hídricos.”

A fim de exercer o gerenciamento em âmbito federal criou-se em 2001 a Agência Nacional de Águas – ANA, se tornando, conforme Porto (2008), a “entidade operacional do sistema com responsabilidade pela implantação da política nacional de recursos hídricos e que detém o poder outorgante de fiscalização e de cobrança pelo uso da água”.

A adoção da bacia hidrográfica como unidade territorial para o planejamento da gestão de recursos hídricos é defendida por Tundisi (2006), mediante a ideia de que, “a bacia hidrográfica possibilita integrar ações de pesquisa e gerenciamento em uma unidade física bem estabelecida e que pode agregar atividades multi e interdisciplinares”, ainda de acordo com Fonseca (2010), “entender a bacia hidrográfica como um sistema dinâmico aberto, possibilita a análise dos seus subsistemas, os quais podem ser entendidos como unidades geomorfológicas, uma vez que apresentam formas, processos e evolução, em muitos casos, de forma diferenciada.”

Porto (op. cit.) diz que, a competitividade entre os usuários de água em uma bacia hidrográfica se acirra à medida que a disponibilidade hídrica diminui, e que os Comitês de Bacia Hidrográfica, instâncias de decisão local, são a forma de dar sustentabilidade e equidade a essa competição. O Capítulo III da Lei nº. 9.433/1997 discorre sobre as áreas de atuação dos comitês, a competência dos mesmos no âmbito da sua área de atuação, os representantes que compõe os comitês, e que este será dirigido por um Presidente e um secretário.

“Art. 39. Os comitês de Bacia Hidrográfica são compostos por representantes:

I - da União;

II - dos Estados e do Distrito Federal cujos territórios se situem, ainda que parcialmente, em suas respectivas áreas de atuação;

III - dos Municípios situados, no todo ou em parte, em sua área de atuação;

IV - dos usuários das águas de sua área de atuação;

V - das entidades civis de recursos hídricos com atuação comprovada na bacia.”

A lei 9.433/1997 atende ao anseio de todos os entes envolvidos nos processos de elaboração e da sociedade de uma forma geral. Mesmo que tratando de alguns assuntos de modo superficial é considerada uma lei moderna em termos de gestão de recursos hídricos. Por outro lado, essa “superficialidade” de que trata sobre alguns pontos pode ser considerada como uma oportunidade para atualizações e/ou melhorias sempre que necessárias, visto as peculiaridades das diversas bacias hidrográficas brasileiras e as alterações climáticas.

4.1.2 Gestão de recursos hídricos no Estado de Minas Gerais

A primeira política de recursos hídricos do Estado de Minas Gerais antecedeu a Lei Federal, sendo publicada em 1994 através da Lei nº. 11.504 que instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos - PERH. Esta lei apresentou falhas, tais como, a não observância aos instrumentos de outorga, compensação financeira pela restrição do uso dos recursos hídricos e o enquadramento dos corpos d'água. Setti et al. (2000) apontam a mesma falta destacando outros instrumentos quando diz que “é o caso, por exemplo, da Lei nº 11.504, de 20/06/1994, de Minas Gerais, que mais tarde foi substituída pela Lei nº 13.199, de 29/11/1999, contemplando a cobrança pelo uso dos recursos hídricos e a instituição das agências de água.”

Com o advento da Lei nº 9.433/1997, em 1999 foi promulgado a nova PERH pela Lei 13.199 que “dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências”. “A Lei 13.199/99 procurou corrigir os problemas decorrentes da anterior e, até mesmo, alguns da Lei Federal mencionados anteriormente.” (SCHVARTZMAN & GRECO, 2014).

A nova Lei Estadual é considerada mais restritiva e conservadora que a Federal, e um dos aspectos tratados na atual PERH de grande avaliação foi o de não vincular a cobrança somente aos usos sujeitos a outorga. A Lei nº. 9.433/1997 em seu Art. 20 dispõe que “serão cobrados os usos de recursos hídricos sujeitos a outorga”, enquanto a Lei nº. 13.199/1999 em seu Art. 24 preconiza que “sujeita-se à cobrança pelo uso da água, segundo as peculiaridades de cada bacia hidrográfica, aquele que utilizar, consumir ou poluir recursos hídricos.” Os instrumentos ora não mencionados na Lei nº. 11.504, na atual

PERH foram contemplados, sendo que o enquadramento deve ser definido pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH em conjunto ao Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM, sob a coordenação da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - SEMAD até a criação dos respectivos comitês e agências de bacias hidrográficas.

A Lei nº 12.581, que dispõe sobre a organização da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, e dá outras providências, criou uma nova estrutura, integrando, por subordinação, o Conselho de Política Ambiental (COPAM) e o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH), e, por vinculação, a Fundação Estadual de Meio Ambiente, o Instituto Estadual de Florestas e o Instituto Mineiro de Gestão das Águas – (IGAM) (nova denominação do antigo DRH-MG, alterada pela Lei 12.584, de 17 de julho de 1997) (SCHVARTZMAN, 2007).

Em seu Art. 3º a Lei nº 13.199/1999 apresenta os seus fundamentos, sendo citados dentre eles:

“I - o direito de acesso de todos aos recursos hídricos, com prioridade para o abastecimento público e a manutenção dos ecossistemas;

[...]

XII - a descentralização da gestão dos recursos hídricos;

XIII - a participação do poder público, dos usuários e das comunidades na gestão dos recursos hídricos.”

As diretrizes gerais da política estão expressas na Seção II, sendo aqui relevados os seguintes artigos:

“Art. 4º - O estado assegurará, por intermédio do SEGRH-MG os recursos financeiros e institucionais necessários ao atendimento do disposto na Constituição do Estado com relação à política e ao gerenciamento de recursos hídricos, especialmente para:

*I - programas permanentes de **proteção, melhoria e recuperação das disponibilidades hídricas superficiais e subterrâneas;***

II - programas permanentes de proteção das águas superficiais e subterrâneas contra poluição;

*III - ações que garantam o uso múltiplo racional dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, das nascentes e ressurgências e das áreas úmidas adjacentes e sua **proteção contra a superexploração e contra aos que possam comprometer a perenidade das águas;***

IV - diagnóstico e proteção especial das áreas relevantes para as recargas e descargas dos aquíferos;

[...]"

“Art. 7º - O Estado celebrará convênios de cooperação mútua e de assistência técnica e econômico-financeira com os municípios, para a implantação de programas que tenham como objetivo:

I - a manutenção do uso sustentável dos recursos hídricos;

II - a racionalização do uso múltiplo dos recursos hídricos;

III - o controle e a prevenção de inundações e de erosão, especialmente em áreas urbanas;

IV - a implantação, a conservação e a recuperação da cobertura vegetal, em especial das matas ciliares;

V - o zoneamento e a definição de restrições de uso de áreas inundáveis;

VI - o tratamento de águas residuárias, em especial dos esgotos urbanos domésticos;

VII - a implantação de sistemas de alerta e de defesa civil para garantir a segurança e a saúde públicas em eventos hidrológicos adversos;

VIII - a instituição de áreas de proteção e conservação dos recursos hídricos;

IX - a manutenção da capacidade de infiltração do solo.”

Os instrumentos da Política Estadual de Recursos Hídricos estão assim preconizados na Lei nº 13.199/1999, conforme Art. 9º:

“I - o Plano Estadual de Recursos Hídricos;

II - os Planos Diretores de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas;

III - o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos;

IV - o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo seus usos preponderantes;

V - a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;

VI - a cobrança pelo uso de recursos hídricos;

VII - a compensação a municípios pela exploração e restrição de uso de recursos hídricos;

VIII - o rateio de custos das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo;

IX - as penalidades.”

Os instrumentos de gestão possuem objetivos de aplicação distintos e devem ser utilizados para alcançar diferentes fins. Por exemplo, há instrumentos de disciplinamento (outorga), há instrumentos de incentivo (cobrança) e há instrumentos de apoio (sistemas de informação). Esses, com suas respectivas facilidades/dificuldades e vantagens/desvantagens, não são excludentes entre si. (PORTO, 2008)

Porto & Lobato (2004 a, b) expressam que “embora não seja trivial sua implantação conjunta e de modo articulado, a maior eficácia certamente virá da aplicação conjunta dos diversos instrumentos, utilizando-os de acordo com sua potencialidade para melhor resolver o problema em questão.” Schwartzman (2007) diz que “os principais instrumentos de gerenciamento utilizados são os planos de recursos hídricos, o enquadramento dos corpos de água em classes segundo seus usos preponderantes e a outorga de direito de uso dos recursos hídricos.”

Mais tarde a Lei nº 13.199/1999 viria a ser regulamentada, tendo em vista o disposto no Art. 58, pelo Decreto nº 41.578/2001. A regulamentação é um complemento jurídico imposto pelo Poder Executivo e que em alguns trechos do seu texto manteve-se em concordância a Lei nº 13.199/1999, porém, em outros complementou.

As principais observações feitas relativas aos objetivos deste estudo entre a Lei nº 13.199/1999 e o Decreto nº 41.578/2001 são:

- a) Os fundamentos e as diretrizes gerais da Política Estadual de Recursos Hídricos são os estabelecidos pela Lei Estadual;
- b) Os instrumentos da PERH mantiveram-se os mesmos da Lei, no entanto algumas considerações relativas aos Planos Diretores de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas apresentadas no Decreto possuem caráter complementar ao texto da Lei, tal como apresentado no Art. 28 do Decreto;
- c) A PERH apresentou de forma geral em seu Art. 19, relativo ao instrumento outorga de uso de recursos hídricos, algumas prioridades de uso, sendo complementados e especificados nos Art. 35 e 38 do Decreto; Outros pontos

importantes preconizados no Decreto 41.578/2001 foram apresentados nos Art. 36 e 37;

“Art. 36 - A dispensa de outorga de uso para as acumulações, derivações ou captações e os lançamentos considerados insignificantes e para satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais, respeitará os critérios e demais parâmetros normativos fixados pelos comitês de bacia hidrográfica, compatibilizados com as definições de vazão remanescente e vazão de referência definidas nos respectivos Planos Diretores.”

“Art. 37 - O estabelecimento dos critérios e parâmetros normativos pelos comitês de bacia hidrográfica será precedido de estudos e proposta técnica a serem realizados pelas respectivas agências e, na sua falta, pelo IGAM, observado o disposto no artigo 71 deste Decreto.”

Porto (2008) analisa que “a exceção, prevista na própria legislação, são os usos considerados como insignificantes, isentos da obrigatoriedade de obtenção de outorgas, mas definidos localmente em cada bacia hidrográfica e pelos respectivos comitês, em função das disponibilidades hídricas e demandas.” Como elencado no Art. 36 do Decreto 41.578/2001.

Outorga

A outorga é um instrumento da gestão de recursos hídricos que obriga a qualquer usuário, excluindo os casos isentos em lei, a sua solicitação. Essa imposição visa garantir de forma proporcional o uso de uma determinada vazão por ponto de captação, superficial ou subterrânea, mediante o confronto entre os usos já existentes, a classe do respectivo corpo hídrico e a disponibilidade hídrica, com a finalidade de captação. É uma forma, ainda, de garantir a qualidade e quantidade de água para usos futuros. “É importante destacar que a outorga representa o poder disciplinador do poder público para atender à sua obrigação de fazer valer a equidade entre os usuários da água” (PORTO, 2008).

Conejo (1993), bem como, Leal (1998) citam dois tipos de controle utilizados para a outorga: controle no uso, relativo ao usuário; e, controle por objetivos, referente aos corpos hídricos; embasados “mediante o conhecimento das disponibilidades hídricas (redes de monitoramento hidrológico) e do cadastramento (usos e usuários outorgados).” (LEAL, op. cit.)

É importante, como apresentado anteriormente, o cadastramento não apenas dos usos outorgáveis, mas também dos usos considerados insignificantes, pois em regiões

de escassez de recursos hídricos diversos usos considerados “insignificantes” podem ocasionar um impacto negativo sobre a disponibilidade, não garantido a oferta entre os múltiplos usos. Portanto, a Portaria do IGAM nº 49/2010, em seu Art. 26, estabeleceu a obrigatoriedade dos usuários considerados insignificantes em realizar o cadastro “respeitados os critérios aprovados pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos, até a definição dos critérios por Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos - UPGRH, pelo respectivo comitê de bacia, no âmbito do plano diretor de recursos hídricos, a fim de se assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água.”

No parágrafo 1º, do Art. 18 da Lei nº 13.199/1999 estão preconizados que “independem de outorga pelo poder público, conforme definido em regulamento, o uso de recursos hídricos para satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais distribuídos no meio rural, bem como as acumulações, as derivações, as captações e os lançamentos considerados insignificantes.”

A Deliberação Normativa do Conselho Estadual de Recursos Hídricos que trata sobre os volumes considerados insignificantes de captações e derivações de águas superficiais e captações subterrâneas em aquífero livre é a DN CERH nº 09 de 2004, sendo que para captações subterrâneas em aquífero confinado, poços tubulares profundos, as diretrizes e os volumes considerados insignificantes são estabelecidos pela DN CERH nº 33 de 2009.

Os usos que alterem o regime, a qualidade e/ou a quantidade de qualquer curso hídrico, estão sujeitos a outorga, conforme discriminados no Art. 18 da Lei nº 13.199/1999:

I - as acumulações, as derivações ou a captação de parcela da água existente em um corpo de água para consumo final, até para abastecimento público, ou insumo de processo produtivo;

II - a extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo;

III - o lançamento, em corpo de água, de esgotos e demais efluentes líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final;

IV - o aproveitamento de potenciais hidrelétricos;

V - outros usos e ações que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água.”

Em Minas Gerais o critério adotado para o cálculo da vazão a ser captada em um determinado curso hídrico é o da vazão referencial de sete dias consecutivos com dez anos de tempo de retorno, também denominada $Q_{7,10}$. A associação a este tempo de retorno visa à diminuição do risco de não atendimento, principalmente no que tange ao período de estiagem. Portanto, apenas 30% da $Q_{7,10}$ será objeto de outorga de direito de uso de recursos hídricos, sendo o restante considerado a vazão residual, volume necessário para atendimento aos usos de jusante e manutenção do ecossistema. Este critério de captação é definido pela Portaria Administrativa do IGAM nº 49 de 2010.

Por fim, após a concessão de outorga pelo poder público, essa é passível de suspensão mediante os seguintes casos, conforme Art. 20 da Lei nº. 13.199/1999:

I - não cumprimento, pelo outorgado, dos termos da outorga;

II - não utilização da água por três anos consecutivos;

III - necessidade premente de água para atender a situações de calamidade, inclusive as decorrentes de condições climáticas adversas;

IV - necessidade de se prevenir ou fazer reverter grave degradação ambiental;

V - necessidade de se atender a usos prioritários, de interesse coletivo, para os quais não se disponha de fontes alternativas;

VI - necessidade de se manterem as características de navegabilidade do corpo de água.”

Cobrança

A cobrança é um instrumento que além da arrecadação financeira, visa conscientizar os usuários sobre a necessidade contínua do uso racional sendo embasada em dois princípios básicos sobre meio ambiente: poluidor-pagador e usuário-pagador. Porto (2008) cita que “em 1972, a Organização para a Cooperação Econômica e Desenvolvimento recomendou a utilização do princípio do “poluidor-pagador”.” Ainda segundo o mesmo autor, “a utilização de uma quantidade inadequada de água causará externalidades ambientais e inequidade social. Por essas razões, a Lei n. 9.433/97 prevê a cobrança pelo uso da água tanto para captações e derivações como para lançamento de efluentes.”

Lanna (1997) citado por Schwartzman & Greco (2014) argumenta que existem quatro motivações para a cobrança, sendo elas a financeira, a econômica, a distribuição de renda e a equidade social. Todas as motivações apresentadas pelo autor visam à melhoria

das estruturas e sistemas existente na bacia hidrográfica fonte de arrecadação, tão quanto à elaboração e implantação de projetos de cunho socioambiental quanto ambiental.

Na Lei nº 13.199/1999 a cobrança pelo uso foi justificada em seu Art. 24, dentre os diversos argumentos:

[...]

III - obter recursos financeiros para o financiamento de programas e intervenções incluídos nos planos de recursos hídricos;

[...]

V - proteger as águas contra ações que possam comprometer os seus usos atual e futuro;

VI - promover a defesa contra eventos críticos, que ofereçam riscos à saúde e à segurança pública e causem prejuízos econômicos ou sociais;

VII - incentivar a melhoria do gerenciamento dos recursos hídricos nas respectivas bacias hidrográficas;

[...]

IX - disciplinar a localização dos usuários, buscando a conservação dos recursos hídricos, de acordo com sua classe preponderante de uso;

[...]"

A cobrança depois de implantada tende a se tornar um instrumento de apoio financeiro de fundamental importância, principalmente para as regiões e municípios mais carentes, que não dispõe de receitas suficientes para aplicar as medidas necessárias de forma a contribuir com a efetivação do gerenciamento de recursos hídricos. Mas para tal, a aplicação dos valores arrecadados deve atender ao exposto no Plano de Recursos Hídricos, observadas às peculiaridades de cada bacia hidrográfica, as necessidades de locais mais críticos, exigindo assim, a participação sistêmica dos setores usuários e dos municípios junto aos comitês de bacia hidrográfica para que as suas demandas possam ser avaliadas e atendidas dentro do possível.

Portanto, para que haja a cobrança os usuários devem estar dispostos a pagar, a bacia hidrográfica objeto de cobrança deve apresentar potencial de arrecadação viável a fim de subsidiar a manutenção da agência de bacia, ponto fundamental do atual modelo de gestão, no qual, para que exista a cobrança deve existir uma agência de bacia.

Comitês e agências de bacias hidrográficas, e unidades de planejamento

Todo e qualquer impacto sobre o meio ambiente tende a afetar de alguma forma a água disponível nos mananciais superficiais ou subterrâneos. Surge então a necessidade de integrar a gestão ambiental a gestão de recursos hídricos, dando origem à gestão integrada de recursos hídricos, envolvendo todos os responsáveis por ações que podem resultar em impactos ao meio ambiente e conseqüentemente a água, priorizando a bacia hidrográfica como unidade para planejamento e gestão. Porto (2008) concluiu em seu trabalho que “não há um recorte geográfico que seja ideal para todos os agentes que participam do processo. A vantagem da utilização do recorte por bacia hidrográfica está em que, ao menos, este guarda relação física direta com a água, que é o bem objeto desta gestão.”

Diante dessa nova visão de gestão integrada surge a necessidade da criação de órgãos competentes para o gerenciamento das bacias hidrográficas delimitadas. O primeiro órgão criado com o objetivo de gerenciar uma bacia hidrográfica surgiu em 1979, então denominado Comitê Estadual de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas – CEEIBH-MG. A criação dos primeiros comitês no Estado de Minas Gerais seguiu as diretrizes do CEEIBH, e foram implantados em bacias com conflitos entre usuários já existentes e mediante os incentivos exclusivos do Estado. (SCHVARTZMAN; GRECO, 2014).

A Lei nº 13.199/1999 definiu em seu Art. 33 que fazem parte da composição do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SEGRH/MG os comitês e as agências de bacias hidrográficas. O Decreto nº 41.578/2001 em seu Art. 2º, inciso V, inclui ainda, além das agências de bacias as entidades a elas equiparadas unidades executivas descentralizadas.

Uma estratégia de planejamento para subsidiar a criação dos comitês de bacias hidrográficas no Estado de Minas Gerais foi a criação de Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos – UPGRH. A sobreposição de indicadores, tais como, características climáticas, vazão específica, solo, relevo, e outros citados por Schwartzman & Greco (op. cit.), sendo eles, o Índice de Qualidade das Águas – IQA, contaminação por tóxicos, aspectos socioeconômicos, e a definição de um número máximo de cinquenta municípios por unidade, foram os critérios utilizados para a delimitação das UPGRH.

Porto (op. cit.) cita ainda que “os Estados brasileiros, no âmbito dos seus territórios, fizeram divisões hidrográficas para fins de gestão utilizando diferentes critérios. O Estado de São Paulo está dividido em 22 unidades de gestão hidrográficas; o Estado do Paraná, em 15; o Estado de Minas Gerais, em 36, e assim por diante.” Schwartzman &

Greco (2014) dizem que as unidades são físico-territoriais, que apresentam uma identidade caracterizada por aspectos físicos, sócio-culturais, econômicos e políticos. De acordo ainda com os mesmos autores “apesar do caráter técnico na concepção dessas unidades, sua definição foi resultado de um consenso entre os vários níveis de decisão relacionados à gestão das águas.”

Coelho et al. (2003) argumentam que as UPGRH foram criadas tendo como base os limites das bacias hidrográficas dentro do território mineiro, em consonância com o princípio de gestão por bacias hidrográficas, sendo identificadas as unidades homogêneas, a partir da análise integrada de indicadores físicos, sócio-culturais, econômicos e de políticas relacionadas aos recursos hídricos.

O primeiro estudo apresentou a delimitação de trinta e quatro UPGRH criadas pela DN nº 06/2002, sendo ampliado este número para um total de trinta e seis unidades pelas DN nº 15/2004 e DN nº 18/2005 (SCHVARTZMAN, 2007).

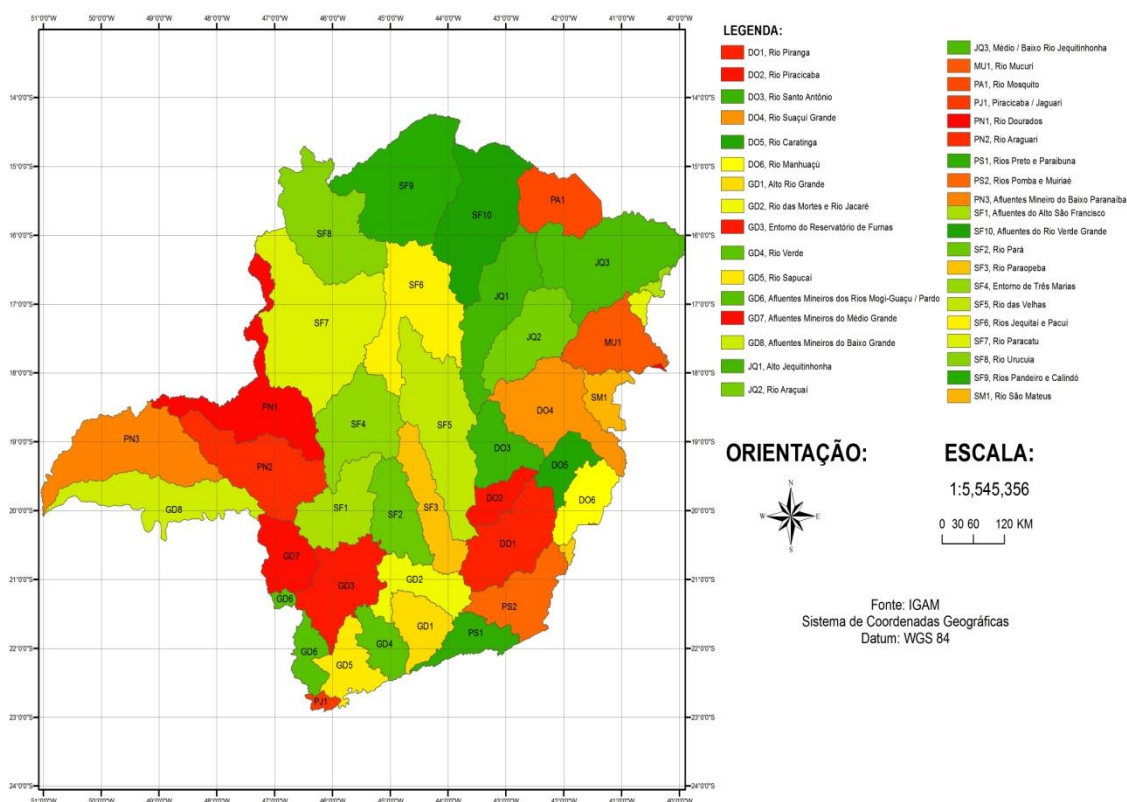


Figura 2 – UPGRH existentes no Estado de Minas Gerais.

Fonte: elaborado pelo autor.

As UPGRH são apresentadas através de sigla, que representam o curso hídrico principal de domínio federal. Portanto, a sigla SF são unidades delimitadas dentro da bacia hidrográfica de domínio federal do rio São Francisco, e procede-se a mesma lógica para as outras unidades, assim sendo, DO equivalente ao rio Doce, GD (rio Grande), JQ (rio Jequitinhonha), MU (rio Mucuri), PA (rio Pardo), PJ (rios Piracicaba e Jaguari), PN (rio Parnaíba), PS (rio Paraíba do Sul), e SM (rio São Mateus).

Agência e entidades equiparadas

A Lei nº 13.199/1999 indicou que as agências integram o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SEGRH, conforme Art. 33, inciso VI. No Art. 37 da mesma Lei está disposto que a criação de qualquer agência de bacia se dará apenas por meio do Poder Público, sendo deliberado em seu parágrafo primeiro que os atos constitutivos das agências serão apresentados por meio de legislação específica. Com a regulamentação da Lei nº 13.199/1999 pelo Decreto 41.578/2001, a necessidade de estabelecer critérios para a criação de agência de bacia hidrográfica foi reforçada em seu Art. 19. Sendo assim, o Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH publicou em 28 de junho de 2006 a Deliberação Normativa do CERH nº 19 que “regulamenta o art. 19, do Decreto 41.578/2001 que dispõe sobre as agências de bacia hidrográfica e entidades a elas equiparadas e dá outras providências.”

A área de atuação das agências de bacia foi definida pela Lei nº 13.199/1999 em seu Art. 44, e compreende a mesma área de atuação dos comitês de bacias hidrográficas. Schvartzman & Greco (2014) citam que “a agência de bacia hidrográfica é chamada de braço executivo do comitê, pois a ela é reservado o papel de implementar as decisões do comitê, razão pela qual necessita ter personalidade jurídica própria.”

As competências da agência de bacia e as entidades a ela equiparadas foram preconizadas no Art. 45, e dentre as diversas relevamos as seguintes:

“I - manter balanço atualizado da disponibilidade de recursos hídricos em sua área de atuação;

II - manter atualizado o cadastro de usos e de usuários de recursos hídricos;

[...]

VIII - celebrar convênios e contratar financiamentos e serviços para a execução de suas atribuições, mediante aprovação do comitê de bacia hidrográfica;

[...]

X - promover os estudos necessários para a gestão dos recursos hídricos em sua área de atuação;

[...]

XIII - promover o monitoramento sistemático da quantidade e da qualidade das águas da bacia;

[...]

XV - acompanhar a implantação e o desenvolvimento de empreendimentos públicos e privados considerados relevantes para os interesses da bacia;

[...]

XVII - elaborar, para apreciação e aprovação, os Planos e Projetos Emergenciais de Controle da Quantidade e da Qualidade dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica, com a finalidade de garantir a sua proteção;

XVIII - elaborar, para conhecimento, apreciação e aprovação do comitê, relatórios anuais sobre a situação dos recursos hídricos da bacia;

[...]

XX - elaborar pareceres sobre a compatibilidade de obras, serviços, ações ou atividades específicas relacionadas com o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica;

[...]

XXV - efetuar estudos técnicos relacionados com o enquadramento dos corpos de água da bacia em classes de usos preponderantes assegurando o uso prioritário para o abastecimento público;

[...]

XXIX - manter, em cooperação com órgãos e entidades de controle ambiental e de recursos hídricos, cadastro de usuários de recursos hídricos da bacia, considerando os aspectos de derivação, consumo e diluição de efluentes;

XXX - efetuar estudos sobre recursos hídricos da bacia, em articulação com órgãos e entidades similares de outras bacias hidrográficas;

XXXI - conceber e incentivar programas, projetos, ações e atividades ligados à educação ambiental e ao desenvolvimento de tecnologias que possibilitem o uso racional, econômico e sustentado de recursos hídricos;

XXXII - promover a capacitação de recursos humanos para o planejamento e o gerenciamento de recursos hídricos da bacia hidrográfica, de acordo com programas e projetos aprovados pelo comitê;

[...]"

A Lei estadual prevê a possibilidade de entidades, tais como, associações ou consórcios intermunicipais de bacia hidrográfica ou associações regionais e multissetoriais de usuários de recursos hídricos, de participarem ativamente da gestão sendo equiparadas as agências de bacias.

A criação dessas entidades é entendida como uma forma de gerenciar os recursos hídricos em uma bacia hidrográfica, mediante as suas peculiaridades e necessidades, conforme apresentado no Art. 46, quando diz que o CERH-MG reconhecerá a formação de consórcios e associações intermunicipais de bacias hidrográficas, de modo especial as que apresentarem quadro crítico relativamente aos recursos hídricos, nas quais o gerenciamento deva ser feito segundo diretrizes e objetivos especiais, e estabelecerá com eles convênios de mútua cooperação e assistência.

A DN CERH nº 19/2006 traz alguns critérios a serem observados para a criação de uma agência de bacia ou entidades a ela equiparadas, além de algumas considerações importantes, tal como descrito no Art. 2º, parágrafo 1º, quando diz que, a fim de estimular o exercício de todas as competências delegadas às agências de bacia ou entidades a elas equiparadas, a integração de mais de um comitê com vistas à viabilização econômico-financeira e maximização dos benefícios pode ser uma solução para as localidades mais críticas e conseqüentemente com um poder de arrecadação menor.

No entanto, esse estímulo mediante a integração de comitês, deve ser bem embasado. Conforme o Art. 7º, parágrafo 2º, as UPGRH integrantes da bacia hidrográfica do rio São Francisco podem ser alvos de avaliação para a aplicação desta medida, devendo o IGAM realizar estudos técnicos, econômicos, políticos e financeiros com ampla participação dos comitês envolvidos, a fim de embasar tal solução.

Por fim, os requisitos mínimos necessários para equiparação de uma entidade a agência de bacia estão dispostos no Art. 8º da DN CERH nº 19/2006.

A dominialidade das águas é de inteira responsabilidade da união e dos estados, assim como a gestão, sendo garantida a participação de todos os entes envolvidos com os recursos hídricos nos processos de elaboração das políticas públicas, através dos órgãos instituídos para cada finalidade, dentre eles os comitês de bacias hidrográficas e as agências de bacia. O município não possui domínio sobre a água, portanto cabe aos mesmos elaborarem uma política local voltada para os recursos hídricos a fim de potencializarem os seus mananciais de forma a interagir positivamente com a bacia a qual fazem parte.

A efetiva participação dos municípios junto aos comitês deve ser a primeira alternativa considerada para a melhoria no encaminhamento das soluções aplicadas de manutenção da água, tanto em termos quantitativo quanto qualitativo. A criação de entidades como consórcios ou associações intermunicipais pode ser uma solução viável para regiões mais críticas, cabendo aos municípios mais afetados manifestarem o seu interesse, a fim de contribuir para gestão dos recursos hídricos, e, por conseguinte a melhoria da qualidade de vida local.

4.2 ÁREA DE ESTUDO: ASPECTOS FISIAGRÁFICOS E ECONOMIA

A área de estudo compreende os limites físicos do município de Monte Azul, situado no norte de Minas Gerais, microrregião de Janaúba, na região semiárida mineira (Figura 3).

A cidade está situada entre a Serra Geral e a Serra do Espinhaço. “A sub-região da Serra Geral é composta pelos municípios Catuti, Espinosa, Gameleiras, Jaíba, Janaúba, Mamonas, Mato Verde, Monte Azul, Nova Porteirinha, Pai Pedro, Porteirinha, Riacho dos Macacos e Serranópolis de Minas” (BRASIL, 2009).

No âmbito da Política Estadual de Recursos Hídricos, o município situa-se na UPGRH SF 10, cuja gestão e gerenciamento das águas são exercidos, localmente, pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Verde Grande.

Conforme último censo do IBGE (2010), o município de Monte Azul possui uma população total de 21.994 habitantes, com uma projeção de crescimento para 2013 de 22.218 habitantes. É um município com grande extensão territorial, possuindo 994.231 km², e uma densidade demográfica de 22.12 hab/km². Ainda segundo o Censo de 2010, o município possui uma população residente urbana de 12.418 habitantes, e uma população residente rural de 9.576 habitantes.

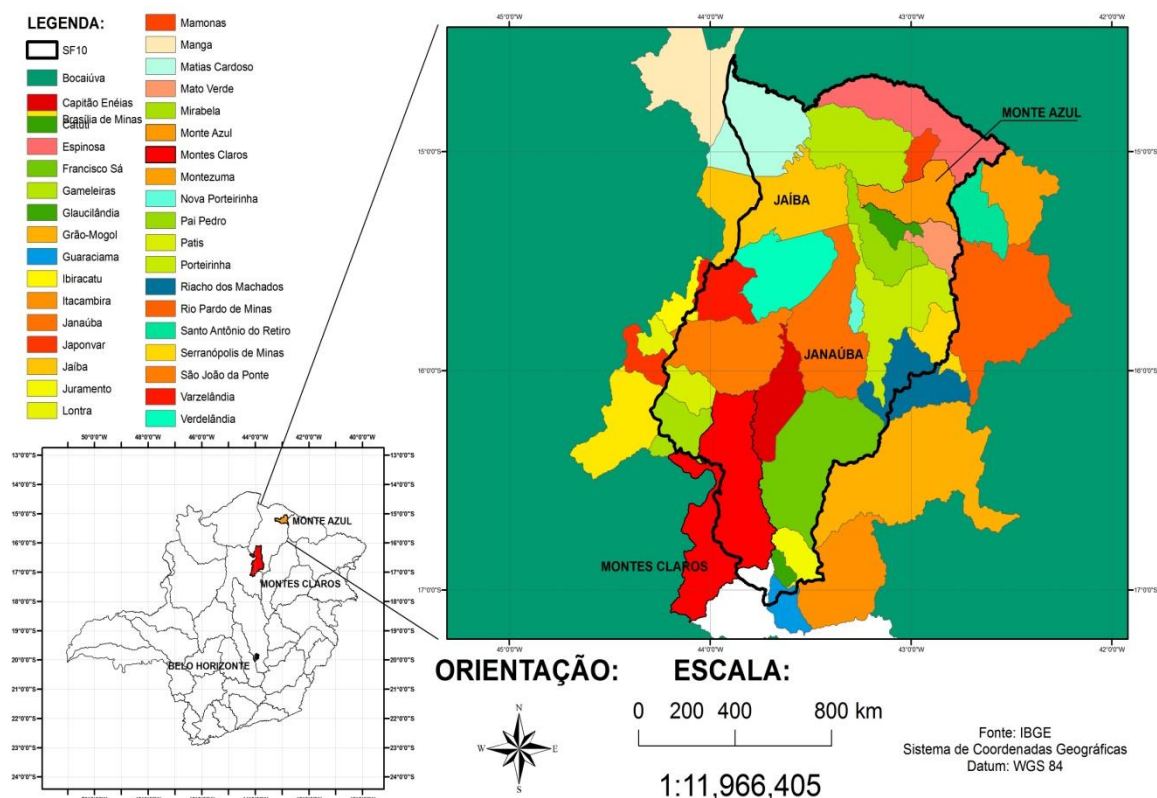


Figura 3 – Localização de Monte Azul/MG.

Fonte: elaborado pelo autor.

De acordo com o Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil (2013) o IDHM do estado de Minas Gerais é 0.731. O município de Monte Azul apresenta IDHM de 0.659, classificado como médio na escala de desenvolvimento humano municipal.

Entre 2000 e 2010, a população de Monte Azul teve uma taxa média de crescimento anual de -0,80%. Na década anterior, de 1991 a 2000, a taxa média de crescimento anual foi de -0,18%. No Estado, estas taxas foram de 1,01% entre 2000 e 2010 e 1,01% entre 1991 e 2000. No país, foram de 1,01% entre 2000 e 2010 e 1,02% entre 1991 e 2000. Nas últimas duas décadas, a taxa de urbanização cresceu 35,49% (ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO DO BRASIL, 2013).

Por se tratar de uma cidade localizada na região semiárida, a escassez hídrica é potencializada devido à má gestão dos recursos hídricos, conciliada ao consumo impensado e a disparidade entre a oferta de água entre o centro urbano e as localidades rurais. A área urbana é onde existe a maior demanda por água, sendo que nas áreas rurais existem recarga e reabastecimento dos mananciais. A disparidade hídrica também foi abordada por Petry (2001). Um fator que agrava o problema da reduzida disponibilidade em determinados pontos dessa região é a elevada concentração demográfica, acarretando forte demanda

hídrica e comprometimento da qualidade dos corpos d'água, o que tem gerado situações de escassez e de conflitos entre usuários (MMA, 2007).

Aliados aos diversos problemas que afetam as regiões norte e nordeste do estado de Minas Gerais, determinando, desta forma, os baixos índices de desenvolvimento humano, ocorre também à falta de atendimento às populações no meio rural ou em pequenos núcleos dispersos com sistemas adequados de abastecimento de água (SCHVARTZMAN, 2007). As doenças relacionadas à água e que afetam a saúde do homem são muito comuns nas áreas rurais dos países em desenvolvimento. A incidência dessas doenças depende do clima, da geografia, da cultura, dos hábitos sanitários e, certamente, da quantidade e qualidade da água utilizada no abastecimento local, além dos métodos de tratamento e deposição de seus dejetos (SILVA, 2010). A escassez de água influencia na economia local, que por sua vez contribui para os baixos índices de desenvolvimento humano da região semiárida. Mesmo que o município de Monte Azul apresente um IDHM médio, essa informação não retrata a realidade de algumas localidades rurais, destacando Poções (Figura 4) e Pacuí.

As localidades de Poções e Pacuí são as mais distantes do centro urbano, sendo que a última está situada a exatos 58 km de distância. O baixo nível de desenvolvimento dessas localidades favorece ao predomínio de domicílios construídos de forma muito arcaica, existindo ainda, por exemplo, construções de “pau a pique”. Por estes motivos essas localidades foram objetos de intervenção pela Fundação Nacional de Saúde - FUNASA, por apresentarem altos índices de risco de contaminação da doença de chagas, através da construção de unidades habitacionais, e implantação de módulos sanitários.

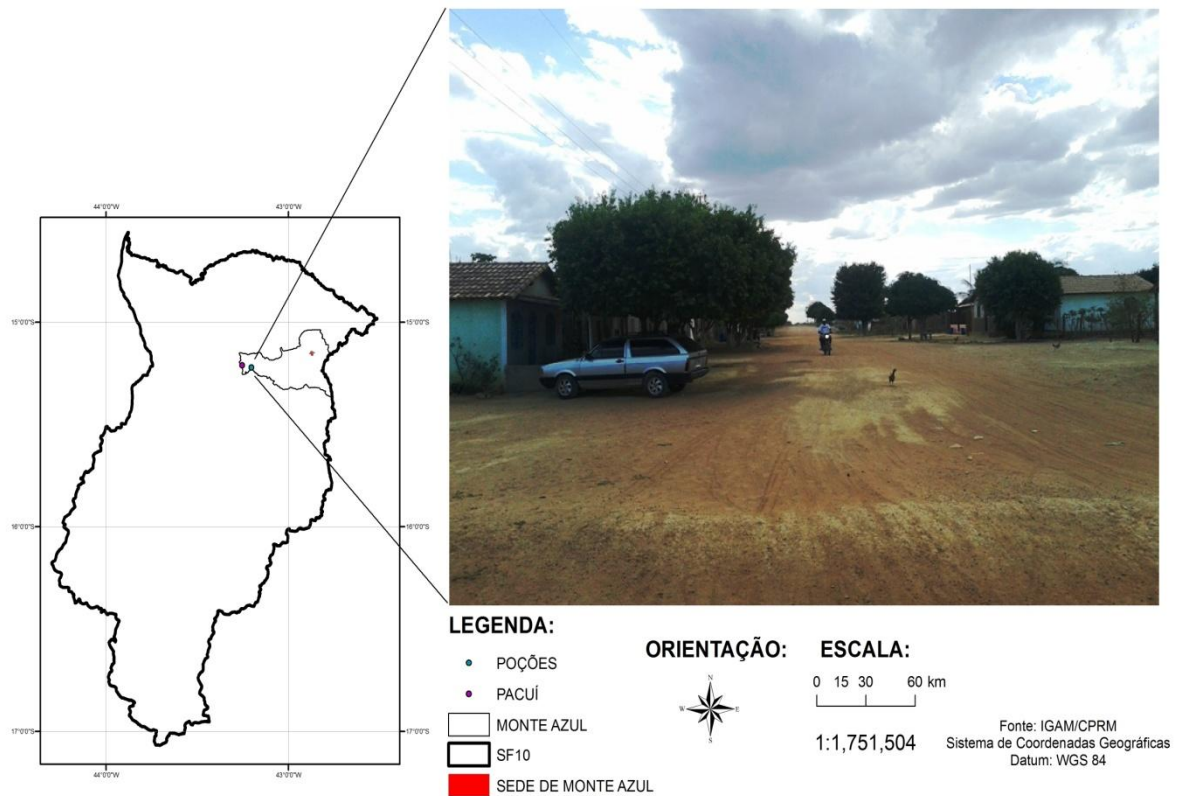


Figura 4 – Vista para a localidade rural de Poções, Monte Azul/MG.

Fonte: elaborado pelo autor.

Outra característica do semiárido na qual o município tem de conviver é a seca. Conforme o CEPED (2011) o estado de Minas Gerais apresentou, durante o período de 1991 a 2010, um total de 230 municípios afetados pela seca, representando 27% do total de municípios mineiros. De todas as regiões do estado destaca-se a Mesorregião Norte de Minas, por ter a maioria dos municípios com mais de 10 registros entre os anos analisados, e por todos os seus 89 municípios terem sido afetados. Somente a cidade de Monte Azul, apresentou um número de 15 a 18 registros entre o período de 1991 a 2010.

4.2.1 Socioeconomia e Uso e ocupação do solo

“O desenvolvimento econômico e a complexidade da organização das sociedades humanas produziram inúmeras alterações no ciclo hidrológico e na qualidade da água” (TUNDISI, 2006). “A água funciona como fator de desenvolvimento, pois ela é utilizada para inúmeros usos diretamente relacionados com a economia (regional, nacional e internacional)” (TUNDISI, 2003). “Verifica-se que a população rural do interior da região semiárida é particularmente vulnerável ao clima, mesmo quando as chuvas se atrasam

somente por poucas semanas no período chuvoso” (SCHVARTZMAN, 2007). “É sabido, portanto, que a economia rural do sertão possui grupos definidos de produtores rurais em situação de dependência e vulnerabilidade que os leva a situações drásticas quando as secas ocorrem” (SCHVARTZMAN, op. cit.).

O desastre seca é considerado, também, um fenômeno social, pois caracteriza uma situação de pobreza e estagnação econômica, advinda do impacto desse fenômeno meteorológico adverso. Desta forma, a economia local, sem a menor capacidade de gerar reservas financeiras ou de armazenar alimentos e demais insumos, é completamente bloqueada (CASTRO, 2003 citado por CEPED, 2011). No Semi-árido, as secas continuam produzindo impactos negativos sobre as atividades humanas, tanto em termos ambientais, quanto econômicos e sociais. Tais impactos são mais agudos em função do ainda baixo grau de desenvolvimento das forças produtivas naqueles espaços (CARVALHO; EGLER, 2003).

Para Tucci et al. (2000) as Áreas Susceptíveis a Desertificação – ASD são marcadas por grandes conflitos de uso dos recursos hídricos, o que compromete seriamente a condição de vida de sua população. Uma conjugação de fatores leva a esse cenário: o baixo desenvolvimento socioeconômico aliado às condições hídricas desfavoráveis, combinando alta evapotranspiração, baixa precipitação e, em muitas regiões, solos desfavoráveis às atividades agrícolas.

Até a década de 1960, as famílias de agricultores da região adotavam um sistema de produção característico, combinando o uso dos recursos de diversas paisagens como chapadas (criação de animais à solta, coleta de frutos, madeira e ervas medicinais); encostas (roças, criação de pequenos animais) e vales e veredas (horta, cultivo de milho, feijão e arroz) (COOMAP, 2010). Ainda, segundo o mesmo autor, “a partir dessa década, foram implantadas as grandes áreas de cultivo do eucalipto e da pecuária de corte nas ASD, através de incentivos financeiros, fiscais e cessão de terras públicas.”

Diante desse cenário, as atividades no setor agrícola são muito diversificadas e contrastantes. Nas ASD, as principais atividades do setor agrícola são: pecuária, com destaque para a pecuária de corte; agricultura de subsistência; extrativismo vegetal; fruticultura irrigada e produção florestal de *pinus* e eucalipto (COOMAP, op. cit.).

A renda per capita média de Monte Azul cresceu 178,79% nas últimas duas décadas, passando de R\$128,46 em 1991 para R\$176,80 em 2000 e R\$358,13 em 2010. A taxa média anual de crescimento foi de 37,63% no primeiro período e 102,56% no segundo. A extrema pobreza (medida pela proporção de pessoas com renda domiciliar per capita inferior a R\$ 70,00, em reais de agosto de 2010) passou de 48,48% em 1991 para 36,28% em

2000 e para 13,81% em 2010 (ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO DO BRASIL, 2013).

Ainda conforme o Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil (op. cit.) o índice de Gini ¹ passou de 0,55 em 1991 para 0,56 em 2000 e para 0,51 em 2010. Em 2010, das pessoas ocupadas na faixa etária de 18 anos ou mais, 41,04% trabalhavam no setor agropecuário, 0,75% na indústria extrativa, 4,88% na indústria de transformação, 6,14% no setor de construção, 0,53% nos setores de utilidade pública, 12,71% no comércio e 31,74% no setor de serviços.

A presença de, relativamente, forte atuação antrópica na região, com substituição da cobertura vegetal original por plantações, reflete-se no próprio padrão econômico dos municípios (CPRM, 2007). Sendo assim, conforme dados do IBGE (2012) o município, em relação à lavoura permanente, produz banana, café, coco-da-baía, goiaba, laranja, limão, mamão, manga, tangerina, urucum, podendo ser destacado como principal produção o coco-da-baía, com trinta e sete hectares de área colhida, seguido da banana, com uma área colhida de 13 hectares e uma produção total de 252 toneladas.

Já em relação à lavoura temporária, segundo dados do IBGE (op. cit.), em termos de área colhida, destacam-se o milho, com 2.400 hectares, o feijão, com 1.220 hectares, e a produção de sorgo, com quatrocentos hectares. Cabe ressaltar ainda, a produção de arroz com uma área total colhida de cem hectares, e extração vegetal para produção do carvão, que atingiu 185 toneladas.

4.2.2 Vegetação

Dos biomas existentes no Brasil: Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica, Caatinga, Pantanal e Pampa; na UPGRH SF 10 (Figura 5), bem como na cidade de Monte Azul (Figura 6), predominam o Cerrado e Caatinga.

¹ É um instrumento usado para medir o grau de concentração de renda. Ele aponta a diferença entre os rendimentos dos mais pobres e dos mais ricos. Numericamente, varia de 0 a 1, sendo que 0 representa a situação de total igualdade, ou seja, todos têm a mesma renda, e o valor 1 significa completa desigualdade de renda, ou seja, se uma só pessoa detém toda a renda do lugar (ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO DO BRASIL, op. cit.).

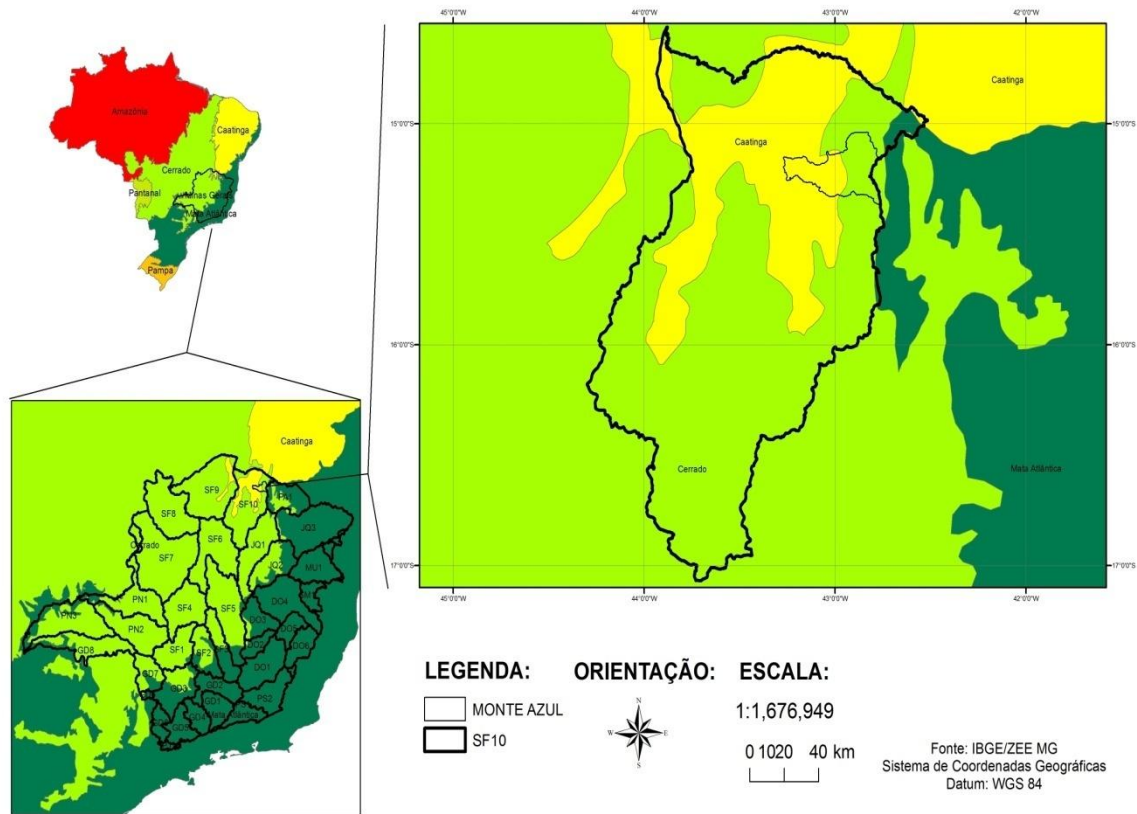


Figura 5 – Biomas existentes na bacia hidrográfica do rio Verde Grande.

Fonte: elaborado pelo autor.

Como se pode observar no mapa apresentado acima, na porção oeste do município predomina o bioma Caatinga, e na porção leste o bioma Cerrado. O termo caatinga é de origem indígena e significa mata clara e aberta. A vegetação mais importante e onipresente nesse bioma é a Savana Estépica (Caatinga), que retrata em sua fisionomia decidual e espinhosa pontilhada de cactáceas e bromeliáceas, os rigores da seca, do calor e luminosidade tropicais (IBGE, 2004). “Apesar da contínua substituição da cobertura vegetal nativa por culturas, pastagens e reflorestamentos com espécies oriundas de outras regiões, ainda são encontrados remanescentes nativos das formações vegetais originais” (CPRM, 2007).

De acordo com Lima (1994, citado por CPRM, op. cit.) na porção oriental, onde há ocorrência de cerrado, são encontrados ainda o pequi, ipê e mangabeira, dentre outros espécimes nativos. Na porção ocidental são encontradas as espécies juazeiro, umbuzeiro, braúna, aroeira, angico, umburana, cagaiteira, mandacaru, dentre outras.

Em algumas áreas dos municípios de Mato Verde e Espinosa, a caatinga apresenta-se com um grande número de espécies comuns à caatinga hipoxerófila propriamente dita, no entanto, ainda tem um estrato arbóreo mais bem definido e um menor número de cactáceas e leguminosas espinhosas. As espécies aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), angico (*Anadenanthera macrocarpa*), braúna ou pau-preto (*Schinopsis brasiliensis*) constituem, ao lado do cedro (*Cedrella* sp.), peroba (*Aspidosperma* sp.) e barriguda (*Cavanillesia arborea*) o seu estrato mais alto (COOMAP, 2010).

Segundo Rodal (2002), as caatingas são caracterizadas fisionomicamente como florestas de porte baixo (nanoflorestas), compostas principalmente por árvores e arbustos armados de espinhos ou acúleos e folhagem com forte caráter decíduo e predominância de nano e microfilia. O Domínio das Caatingas abriga outras fitofisionomias além da própria caatinga, como as florestas estacionais, cerrados e campos rupestres, encontrados principalmente nas serras e planaltos. Na região Norte de Minas, aparecem predominantemente com um estrato arbustivo-arbóreo relacionando-se, principalmente, com as classes de solos Neossolos Quartzarênicos distróficos no município de Manga (margem esquerda do rio São Francisco) e Latossolos Vermelho-Amarelos, nos municípios de Monte Azul, Espinosa e Porteirinha (RODAL, op. cit.).

O estrato arbóreo, pouco significativo, raramente ultrapassa os cinco metros de altura, sendo representado por embiruçu (*Pseudobombax* sp.), catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*), angiquinho (*Acacia* sp.), imburana-de-cambão (*Cammiphora leptophloeus*), angico (*Anadenanthera macrocarpa*), entre outras. O estrato arbustivo é mais denso e, em certas áreas onde o solo é mais arenoso, aparecem espécies como cansação (*Jatropha urens*), coroá (*Neoglaziovia variegata*), mororó (*Bauhinia cheilantha*) e diversas espécies de cipós e de orquídeas epífitas dos gêneros *Vanilla* e *Oncidium*. Esporadicamente, essa formação torna-se mais aberta deixando espaços vazios onde aparecem gramíneas. (EMBRAPA, 1993).

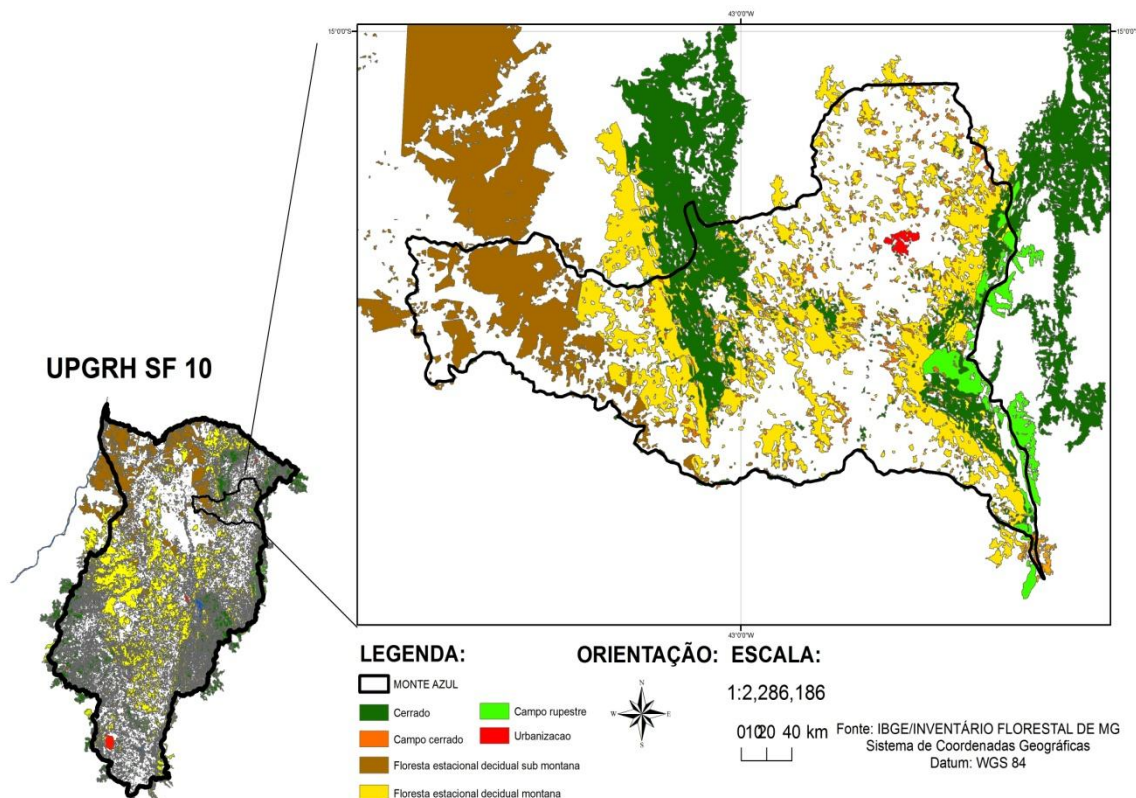


Figura 6 – Tipos de vegetação existentes no município de Monte Azul/MG.

Fonte: elaborado pelo autor.

Atualmente a Caatinga apresenta uma área remanescente de 734.478 km², sendo que menos de 1% está sob proteção de unidades de conservação. Abrange cerca de 7% do território brasileiro, estendendo-se pelos estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Sergipe, Alagoas, Bahia e norte de Minas Gerais (MMA, 2007).

Conforme levantamento do Zoneamento Ecológico Econômico – ZEE de Minas Gerais oito unidades de conservação – UC's, sendo seis de uso de proteção integral e duas de uso sustentável, estão inseridas ou fazem interseção com a UPGRH SF 10 (Figura 7). Destas UC's, o Parque Estadual Caminho das Gerais, unidade de proteção integral, está inserido parcialmente dentro dos limites físicos do município de Monte Azul.

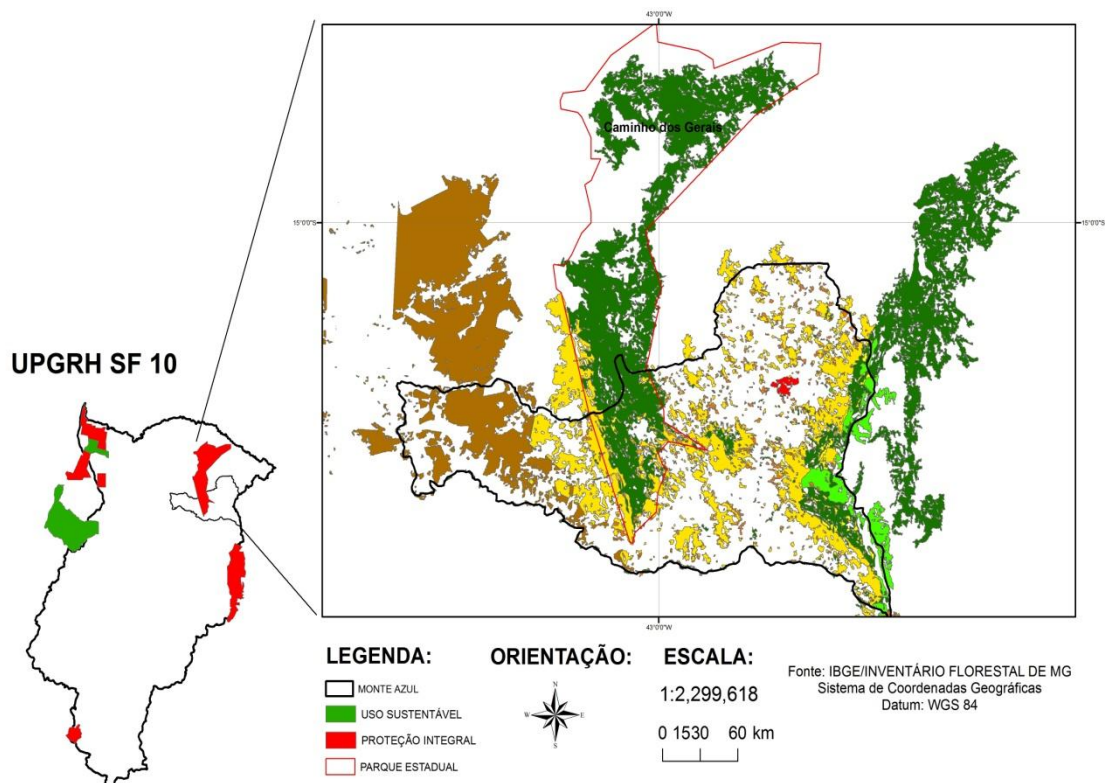


Figura 7 – Unidades de Conservação da UPGRH SF 10.

Fonte: elaborado pelo autor.

O Parque Estadual Caminho das Gerais é uma Unidade criada através do Decreto s/n de 28 de março de 2007, e está inserido, também, nos municípios mineiros de Mamonas, Gameleiras e Espinosa, entre as coordenadas de 14°48'S; 43°06'O e 15°18'S; 42°50'O. Mediante sobreposição dos mapas apresentados anteriormente, referentes aos biomas e vegetação, percebe-se que o parque é composto, principalmente, pelo bioma Cerrado, e vegetação da floresta estacional decidual Montana.

Conforme IEF (2014) “quatro fatores pesaram para a indicação da área para a implantação do Parque Estadual Caminho das Gerais: a demanda das populações locais, os qualitativos ambientais, a beleza cênica e o potencial turístico”, sendo que a principal reivindicação da população como justificativa para preservação do mesmo, são as inúmeras nascentes existentes. Ainda conforme o mesmo órgão, outro fator preponderante é a presença de espécies raras, endêmicas ou ameaçadas de extinção e riqueza de espécies. Na Serra Geral, onde se localiza a área da unidade de conservação e suas adjacências foram destacadas áreas de especial à extrema importância biológica nos seguintes grupos: mamíferos, avifauna, anfíbios, répteis, invertebrados e flora. A área também foi apontada,

conforme a Fundação Biodiversitas (2007), como área prioritária para a investigação científica, diante da inexistência de levantamentos biológicos.

4.2.3 Geologia, Relevo e Solo

Geologia e Geomorfologia

A geologia está representada, conforme COOMAP (2010), predominantemente por formações geológicas de origem metassedimentar, que cronologicamente, se situam desde o Pré-cambriano até o Holoceno, destacando-se, por sua maior extensão, aquelas atribuídas ao Pré-cambriano A (Grupo Bambuí) e ao Cretáceo (Formação Urucuia e Areado), além de recobrimentos referidos provavelmente ao Terciário.

O Holoceno é representado por sedimentos recentes, aluvionares, que se distribuem ao longo dos rios, e por depósitos coluviais do sopé das encostas. Os sedimentos de origem fluvial são, geralmente, não consolidados, de natureza e granulometria variáveis, formados por camadas estratificadas de cascalhos, areias, siltes e argilas sem disposição preferencial por depósitos orgânicos. Estes apresentam maior extensão geográfica ao longo dos rios São Francisco, das Velhas, Urucuia, Pardo, Paracatu, Carinhanha e Verde Grande (COOMAP, op. cit.).

O Pré-cambriano B, do Grupo Espinhaço, localiza-se na parte central do semiárido mineiro em relevo muito movimentado, constituindo cristas alinhadas. Está representado associadamente com partes do Grupo Macaúbas, abrangendo áreas de cristas mais elevadas das serras do Espinhaço (COOMAP, op. cit.). Ainda segundo a mesma instituição, o Pré-cambriano Indiviso ocupa uma faixa no sentido norte-sul, aproximadamente no centro do semiárido mineiro, que litologicamente é composto por biotita-gnaïsse, gnaïsse facoidal, biotita-xisto, plutonitos e granitos comuns, porfiróides, cortados por veios de quartzo e diques de pegmatitos.

No trabalho realizado por CPRM (2007) a área correspondente a Folha Monte Azul (Figura 8) é constituída por associações rochosas de idades arqueanas e proterozóicas, recobertas por diferentes conjuntos sedimentares cenozóicos. O Arqueano é representado por rochas incluídas em duas unidades litodêmicas: Complexo Porteirinha (A3p, com idades prováveis mesoarqueanas) e Complexo Córrego Tingui, ao qual não são atribuídas idades mais específicas, se bem que sua continuidade para a Bahia parece se constituir de rochas tanto paleoarqueanas como mesoarqueanas.

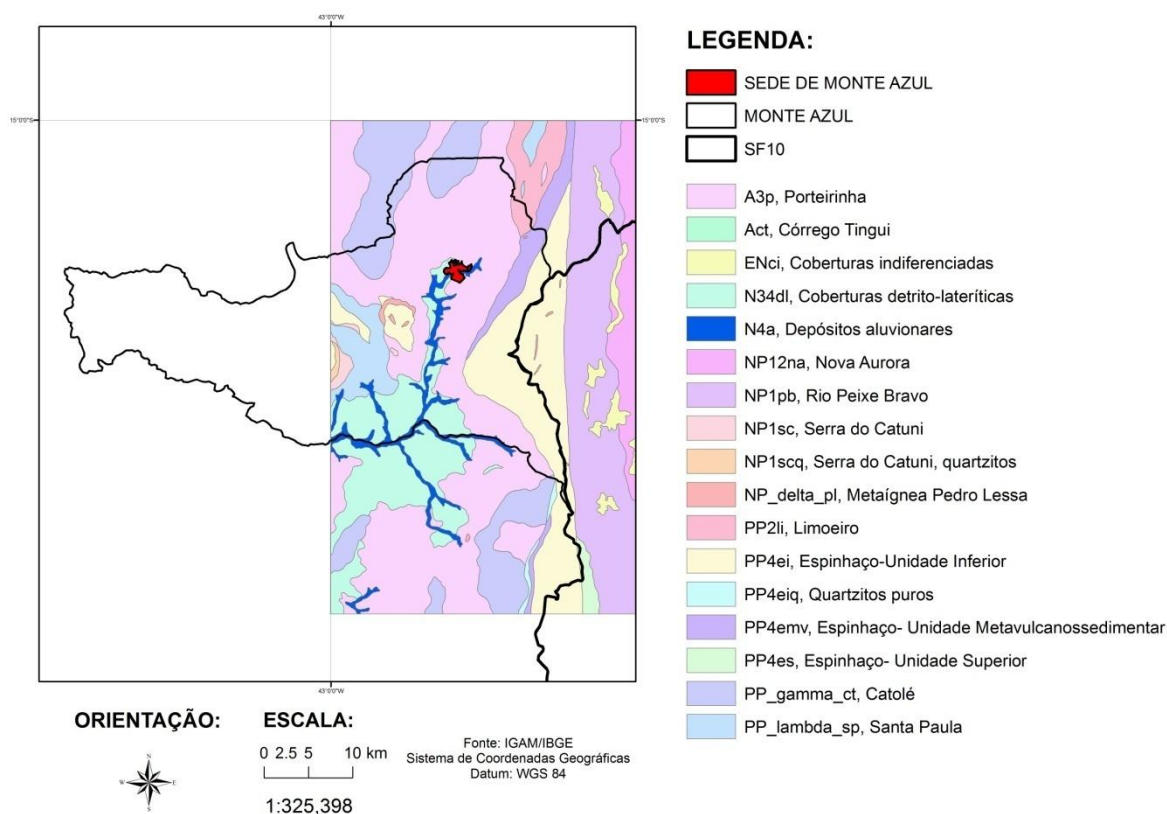


Figura 8 – Geologia da folha de Monte Azul/MG.

Fonte: elaborado pelo autor.

Conforme mostrado na Figura 8, na porção mapeada pelo CPRM (2007), visualiza-se que a sede do município de Monte Azul está situada sob as formações geológica A3p (Complexo Porteirinha: litotipo Gnaisse, Anfibolito, Migmatito, Rocha metaultramáfica; Rocha Metamórfica; Metamorfismo regional), N34dl (coberturas detrito-lateríticas; litotipo areia, cascalho e laterita; material superficial; residual, sedimento inconsolidado), e N4a (Depósitos aluvionares). A extensão territorial do município abrange ainda, as formações PP4ei (Serra do Espinhaço – unidade inferior: litotipo quartzito ferruginoso e micáceo; Rocha metamórfica), PP4emv (Serra do Espinhaço – unidade Metavulcanossedimentar), PP_gama_ct (Unidade Catolé), PP_lambda_sp (Corpo Santa Paula), NP1sc (Formação Serra do Catuni), NP1scq (Serra do Catuni – quartzitos), PP2li (Unidade limoeiro), entre outras formações menos predominantes e, ainda, não mapeadas.

O Supergrupo Espinhaço de acordo com Schobbenhauss et al. (1978 citado por CPRM, 2007) aflora como uma faixa alongada na direção meridiana, dominando a região central da Folha Monte Azul. Nas ocorrências da porção oeste da área, as características

são similares. Ali, a Unidade Inferior aflora em duas áreas principais: a Serra da Bocaina e a Serra do Ginete, esta última uma *klippen* algo típica.

A área apresenta certa diversidade geomorfológica, com destaque para o Pediplano Porteirinha – Monte Azul, a Serra do Espinhaço e o Platô do Alto Rio Pardo (Lima 1994). A superfície de sedimentação ou Pediplano Porteirinha – Monte Azul abrange o setor ocidental, a oeste da Serra do Espinhaço, em domínios do Complexo Porteirinha, com altitudes que usualmente não ultrapassam os 600 metros. Trata-se de uma feição esculpida durante o Ciclo de Denudação Velhas, por processamento de degradação da superfície, com aplainamento do relevo, que em alguns pontos ocasionou acúmulo de material detrítico que formam depósitos inconsolidados. Pequenos morros isolados de até 30 ou 50 metros de altura, constituídos por gnaisses e anfibolitos, ocorrem em número reduzido (CPRM, 2007). Chipiakoff et al. (2013) destacam ainda, de oeste para leste, a bacia do rio São Francisco e a formação Serra Central, onde se encontra o Parque Estadual Caminho das Gerais.

COOMAP (2010) diz que as depressões do alto/médio São Francisco (Superfícies de Aplainamento da Depressão Sanfranciscana), geologicamente, são constituídas de recobrimento de material argiloso, argilo-arenoso ou arenoso, referidos ao Terciário/Quaternário e material retrabalhado derivado de rochas do grupo Bambuí, o qual constitui o principal embasamento dessas áreas.

Atman et al. (2011) definem que a geologia local é composta por rochas pouco metamorfas e formam camadas subhorizontais pouco deformadas, exceto a leste do rio Verde Grande. Nessa região são reconhecidas estruturas resultantes dos esforços compressivos atuantes durante o ciclo orogenético brasileiro tais como falha de empurrão, dobras em escala métrica em calcário e foliação incipiente em siltitos e ritmitos.

Relevo

A bacia do rio São Francisco se caracteriza por relevo ligeiramente ondulado sobre os filitos e calcários do Grupo Bambuí (SAADI, 1995 citado por CHIPIAKOFF et al., op. cit.). Nessa porção as altitudes variam de 475 a 550 metros até o encontro com a Serra Central, que se dá por uma acentuada escarpa.

A área urbana de Monte Azul está, geograficamente, situada entre as Serra Central e Serra do Espinhaço, em um relevo plano (Figura 9). Conforme descrito por Chipiakoff et al. (op. cit.) a Serra do Espinhaço se destaca a leste da cidade de Monte Azul, funcionando como uma barreira física que impede que boa parte da umidade a transponha. Ainda de acordo com o mesmo autor, a Serra Central, situada dentro dos limites do Parque

Estadual Caminho das Gerais, apresenta orientação norte-sul com uma inflexão para nordeste em sua porção setentrional. Constitui juntamente com a Serra do Espinhaço um importante divisor hidrográfico. Em seu topo há um amplo planalto que pode chegar a 1.200 metros de elevação.



Figura 9 – Situação da sede de Monte Azul em relação ao relevo local.

Fonte: ZEE/MG, 2014.

Almeida Abreu (1995, citado por FONSECA, 2010) cita que devido à sua diversidade de recursos naturais, que é considerada uma das mais ricas do mundo, bem como a sua importância biológica, geomorfológica e histórica, o programa “O Homem e a Biosfera/MAB”, da UNESCO considerou o complexo da Serra do Espinhaço como a sétima reserva da biosfera do Brasil, de reconhecimento internacional. Para MMA (2007) “faz parte de um conjunto de terras elevadas e se estende desde os arredores de Juazeiro na Bahia até a parte central de Minas Gerais. Abrange na Região, a Serra Central do centro-norte de Minas e Bahia até os arredores do Pico das Almas e a Chapada Diamantina.” A Serra do Espinhaço, divisor natural das bacias dos rios São Francisco e Pardo, apresenta certa

homogeneidade, com cristas paralelas ao meridiano, com altitudes que oscilam de 800 m a 1820 m. Ao sul, a Serra do Espinhaço apresenta relevo mais arrasado, em especial no paralelo da sede de Mato Verde (CPRM, 2007).

Conforme COOMAP (2010) o relevo do semiárido mineiro compreende a Chapada do rio São Francisco, Patamar do rio São Francisco, Campo de Dunas do Médio São Francisco, Depressão do Alto/Médio São Francisco, Planalto de Borborema, Planalto Centro Sul Mineiro, Patamar Sertanejo, Planalto dos Geraizinhos, Depressão do rio Jequitinhonha e Chapadas, Planaltos e Patamares.

As depressões do alto/médio São Francisco (Superfícies de Aplainamento da Depressão Sanfranciscana) são caracterizadas pelas grandes superfícies rebaixadas ao longo do rio São Francisco e seus afluentes. Estendem-se como um plano ligeiramente inclinado, desde os sopés das encostas dos planaltos e das serras, até os terraços e planícies fluviais. Possuem tipicamente relevo plano ou plano e suave ondulado, podendo ocorrer áreas onduladas. Os declives variam de 0 a 8% e as altitudes variam de 450 a 750 metros (COOMAP, op. cit.).

Solo

Para o MMA (2007) em 30% do semiárido predomina solos caracterizados por serem muito profundos, com textura variada, geralmente de origem sedimentar, relevo plano, fertilidade baixa a média. São solos bem drenados e aptos a irrigação. Estão presentes em 15% do território semiárido solos que são geralmente profundos, com horizonte superficial variável e B textural. Quando são sódicos podem apresentar problemas de salinidade.

Conforme EMBRAPA (1979 citado por COOMAP, op. cit.) no semiárido mineiro, como principais solos, destacam-se os Neossolos Quartzarênicos, os Latossolos Vermelho-Amarelos distróficos de textura média, os Latossolos Vermelhos eutróficos de textura argilosa, os Cambissolos eutróficos de textura argilosa e média. De modo geral, os solos do semiárido mineiro apresentam baixa disponibilidade de fósforo, elemento essencial às plantas, mesmo aqueles classificados como eutróficos. Os solos originados principalmente de arenitos, como os Neossolos Quartzarênicos, apresentam drenagem excessiva e baixa retenção de umidade (COOMAP, op. cit.).

Na bacia hidrográfica do rio Verde Grande, UGRH SF 10 (Figura 10), predominam as seguintes classes de solo: Argilossolo Vermelho, Neossolo Quartzarênico, Cambissolo Háptico, Latossolo Vermelho, Latossolo Vermelho-Amarelo, Neossolo Flúvico, Neossolo Litólico e Argilossolo Vermelho-Amarelo, sendo que na cidade de Monte Azul

predominam o Latossolo Vermelho-Amarelo, Neossolo Litólico, Argilossolo Vermelho-Amarelo, este último situado sob a área urbana.

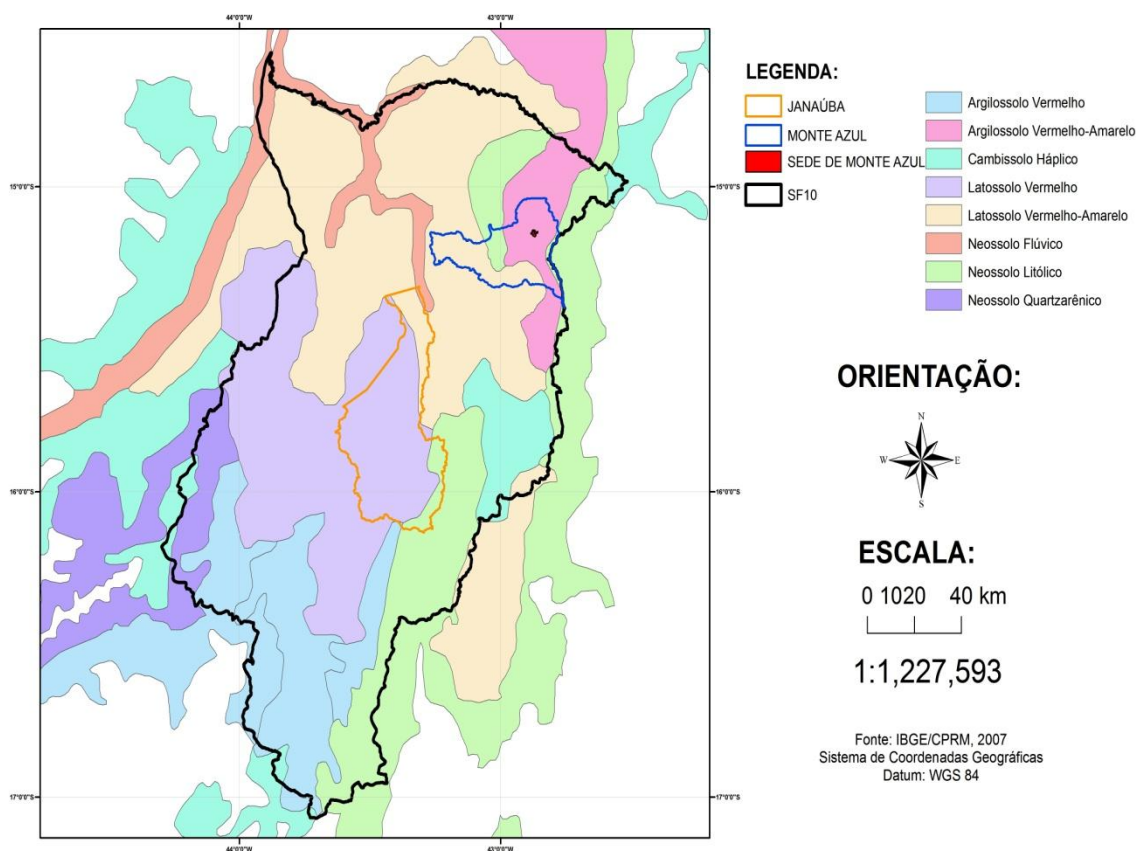


Figura 10 – Classes de solo predominantes na UPGRH SF 10 e no município de Monte Azul/MG.

Fonte: elaborado pelo autor.

4.2.4 Hidrogeologia

Segundo MMA (2001), as águas subterrâneas, correspondente à parcela mais lenta do ciclo hidrológico, se constituem na principal reserva de água, apresentando valores superiores quando comparado com as águas superficiais.

A exploração de água subterrânea está condicionada a três fatores: a) quantidade, intimamente ligada à condutividade hidráulica e ao coeficiente de armazenamento dos terrenos; b) qualidade, influenciada pela composição das rochas e condições climáticas e de renovação das águas; c) econômico, que depende da profundidade do aquífero e das condições de bombeamento (SETTI et al., 2000).

Tanto a quantidade quanto a qualidade de água estão relacionadas com a chuva, que por sua vez propicia a recarga dos aquíferos, no entanto, alguns fatores podem potencializar essa recarga ou afetar negativamente. MMA (2007) cita que outros fatores associados como baixas precipitações, distribuição irregular das chuvas, cobertura vegetal esparsa especialmente no bioma caatinga, favorecem o escoamento superficial em detrimento da infiltração.

Rebouças (2002 citado por BOTELHO, 2008) apresenta alguns fatores determinantes para a ocorrência de água subterrânea, sendo aqui, abordados os fatores geológicos, que regulam as condições físicas e químicas e podem ser classificados em aquíferos livres ou não-confinados, confinados ou intermediários e fissurais. Podem expressar a extensão, a espessura e a profundidade das camadas dos aquíferos. Outro fator importante, conforme Botelho (op. cit.) é a pluviometria, pois está relacionada à quantidade e regime de ocorrência das precipitações em determinada região.

As águas subterrâneas ocorrem preenchendo espaços formados entre os grânulos minerais e nas fissuras das rochas, que se denominam aquíferos. Nos aquíferos, as águas subterrâneas encontram proteção natural contra agentes poluidores ou perdas por evaporação (MMA, 2001). Diversos autores (KARMANN, 2000; REBOUÇAS, 2002 citado por BOTELHO, op. cit.) apresentam o conceito de aquífero, no entanto, aqui destacamos o conceito apresentado pelo IGAM (2010) o qual conceitua como formações geológicas constituídas de rochas capazes de armazenar e transmitir quantidades significativas de água. Estes são reservatórios naturais subterrâneos que podem ter tamanhos variados de poucos km² a milhares de km², ou também apresentar espessuras de poucos metros a centenas de metros de profundidade.

Feitosa & Filho (1997) apresentam outros tipos de aquíferos, aquíclode e aquícardo. Um aquíclode é uma formação que pode conter água (até mesmo em quantidades significativas), mas é incapaz de transmiti-la em condições naturais. As formações impermeáveis, como as camadas de argila são exemplos de aquíclode. Um Aquícardo é uma camada ou formação semipermeável, delimitada no topo e/ou na base por camadas de permeabilidade muito maior. O aquícardo tem o comportamento de uma membrana semipermeável através da qual pode ocorrer uma filtração vertical ou drenança. Filho (op. cit.) cita ainda os tipos de aquíferos existentes (Figura 11): confinado, livre e suspenso, este último sendo um caso especial de aquífero livre formado sobre uma camada impermeável ou semipermeável de extensão limitada e situada entre a superfície freática

regional e o nível do terreno, existindo, às vezes, em caráter temporário, na medida em que drenam para o nível freático adjacente.

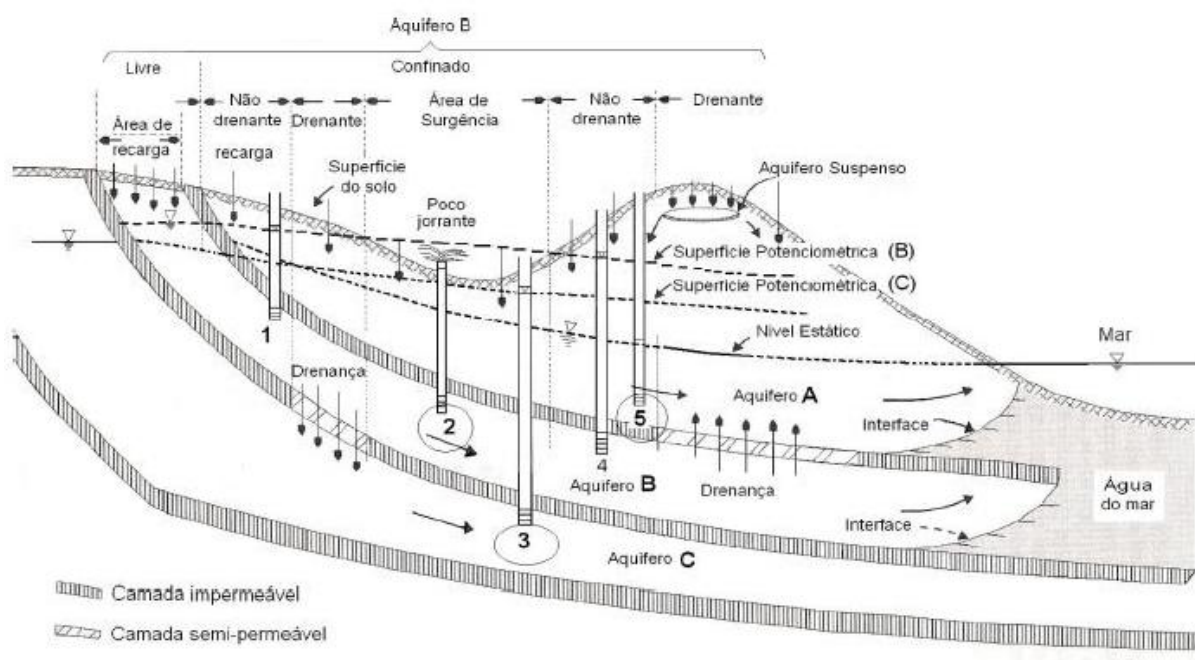


Figura 11 – Tipos de aquíferos existentes.

Fonte: Feitosa & Filho, 1997.

No Norte de Minas a disponibilidade de água subterrânea varia de alta a muito baixa. As áreas com disponibilidade baixa e muito baixa são predominantes e estão associadas aos sistemas de aquíferos de baixa capacidade de produção de água, especialmente os Xistosos e Detríticos (COOMAP, 2010). O uso da água subterrânea concentra-se, em Minas Gerais, na bacia do rio Verde Grande e na bacia do rio Riachão (afluente do Pacuí) e em alguns municípios das microrregiões administrativas de Unaí e Montes Claros, e é utilizada principalmente para consumo humano, irrigação e dessedentação animal (CPRM, 2009). “Calcários e pelitos do Grupo Bambuí constituem o sistema aquífero explorado por mais de 300 poços tubulares na região” (ATMAN et al., 2011).

Ainda de acordo com Atman et al. (op. cit.) o aquífero existente nos aluviões (zona saturada) distribuí ao longo dos rios São Francisco e Verde Grande e seus principais tributários, sendo constituído por areias brancas a amarelas, cascalhos e argilas, localmente concrecionados por precipitação de carbonatos. Os aluviões têm importância hidrogeológica limitada ao abastecimento doméstico por meio de cisternas. “É possível observar que o fluxo subterrâneo predominante tem sentido de sudoeste para nordeste. Regionalmente, os

sentidos dos fluxos variam em função de variações localizadas nos gradientes hidráulicos” (SOUZA, 2013).

4.2.5 Hidrografia

Tucci (1997 citado por PORTO, 2008) define uma bacia hidrográfica como “uma área de captação natural da água de precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída.” Argumenta ainda, que “a bacia hidrográfica compõe-se de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no seu exutório.”

Para Fonseca (2010) a topografia expressa nas formas de relevo de uma dada região revela os diversos fatores que condicionam seu modelado e sua disposição espacial, além de determinar os fluxos hidrológicos superficiais e os fluxos de sedimentos, sendo citados alguns processos em geomorfologia e hidrologia que sofrem a influência das variações topográficas e conseqüentemente das variações no fluxo hídrico, tais como os escoamentos superficiais e subsuperficiais, a evaporação, a infiltração entre outros.

“Em ambientes semiáridos a produção de escoamento é geralmente dominada por componentes de escoamento rápido de superfície, durante e imediatamente após a chuva” (MONTE-MOR, 2012). De acordo com Dietrich & Dunne (1993), por exemplo, os canais que compõem a rede de drenagem podem apresentar fluxos intermitentes (fluxos de água temporários) sendo que a escala de tempo relativa à presença do curso de água no canal pode variar de minutos a anos. Segundo estes autores, a identificação da distância crítica dos canais fornece indícios sobre o estágio evolutivo da bacia de drenagem, além de sua correlação com o regime climático, que atua ou atuou na esculturação da vertente. “A razão principal desse evento ocorre por causa das características da precipitação, principalmente a alta intensidade, o que acaba excedendo a capacidade de infiltração do solo” (GUNTER, 2002).

MMA (2007) afirma que grande parte dos rios dessa região é de caráter intermitente, ou seja, só têm água durante a estação chuvosa, destacando dentre os perenes o Rio São Francisco, conhecido como o rio da integração nacional. Dos 62 municípios susceptíveis à desertificação localizados na bacia do rio São Francisco, cerca de 94% estão inseridos nas UPGRH SF6, SF9 e SF10. Na SF10, cujo principal rio é o Verde Grande, estão localizados, aproximadamente, 67% dos 22 municípios do semiárido mineiro, o que atribui a esse rio grande importância em termos de recursos hídricos para os respectivos municípios (COOMAP, 2010). Schwartzman (2007) alerta que na bacia do rio

Verde Grande, é onde se encontra o Projeto de Irrigação do Jaíba, um dos maiores empreendimentos agro-industriais do país, com potencial para desenvolvimento da agricultura irrigada em área superior a 100.000 hectares.

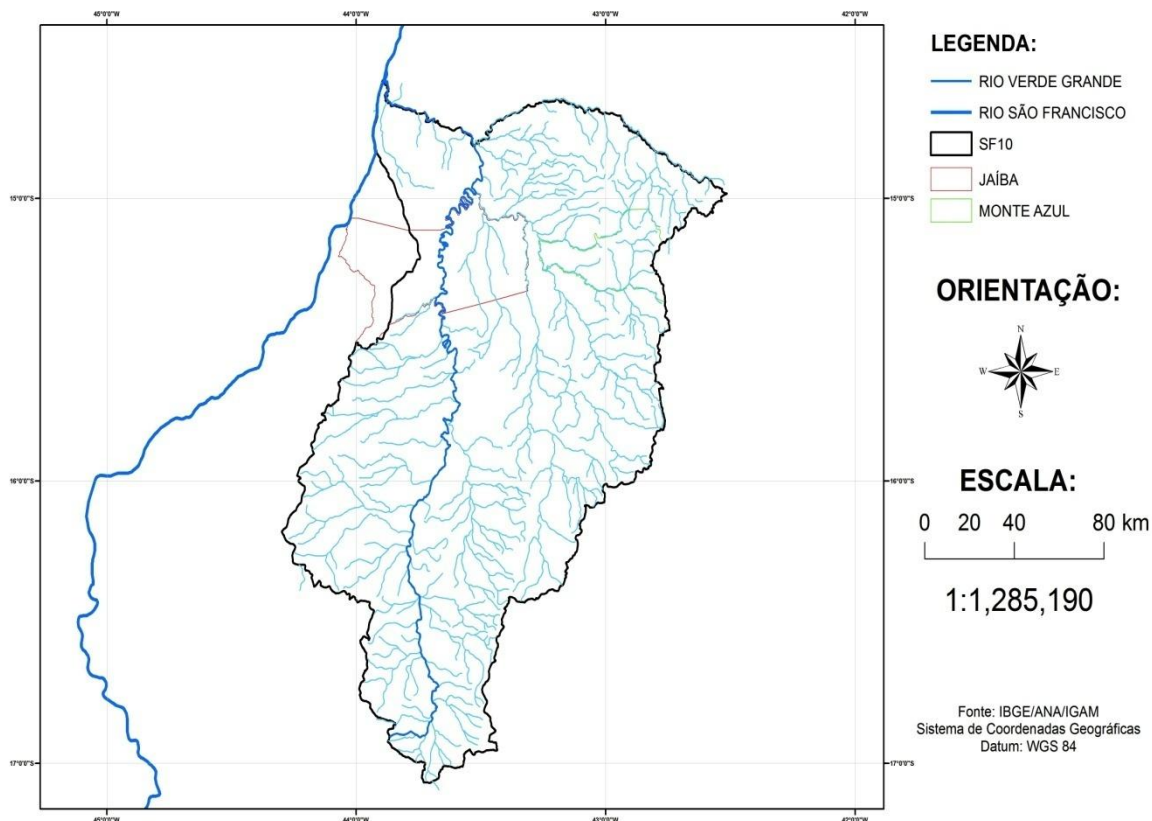


Figura 12 – Hidrografia da UPGHR SF 10.

Fonte: elaborado pelo autor.

Conforme MMA (2007) a vazão específica corresponde à vazão média de uma bacia por unidade de área, indicando o potencial de produção de água de uma determinada região. No Brasil, a vazão específica média é igual a 21 L/s.km^{-2} , sendo que os valores mais baixos se encontram nas bacias da região semiárida, que apresentam valores muito inferiores à média nacional. ANA (2005) alerta, sobre o ponto de vista geológico, que as bacias localizadas em formações cristalinas, e regimes irregulares de chuvas possuem vazões muito baixas durante o período de estiagem, geralmente, inferiores a 10% da vazão média.

É importante ressaltar que os menores índices de vazões mínimas ($r_{7,10_1\%}$) foram identificados na sub-bacia do rio Verde Grande, afluente da margem direita do São Francisco. Essa região hidrográfica, sob a influência do aquífero Bambuí, apresenta áreas de intensa exploração de água. É fundamental destacar que o cálculo das vazões de período seco foi baseado nos dados observados das estações fluviométricas e, portanto, em

algumas regiões hidrográficas os resultados podem estar sofrendo influências de eventuais regularizações e/ou usos consuntivos (EUCLYDES et al., 2008).

Conforme consulta realizada no banco de dados do Atlas Digital das Águas de Minas ² a bacia hidrográfica do rio Verde Grande possui um rendimento específico mínimo de sete dias de duração e período de retorno de 10 anos equivalente a 0.02 – 1.45 L/s.km². A UPGRH SF 10 apresenta, ainda, uma vazão média de longo período de 30.1 m³/s e uma vazão de sete dias de duração e período de retorno de 10 anos, Q_{7,10}, equivalente a 0.2 m³/s.

A maior parte do município de Monte Azul está inserida na bacia hidrográfica do rio Tabuleiro, que por sua vez é o principal afluente pela margem direita do rio Serra Branca. Já a sede municipal está inserida na bacia do córrego Tremedal, conforme Figura 13 a seguir.

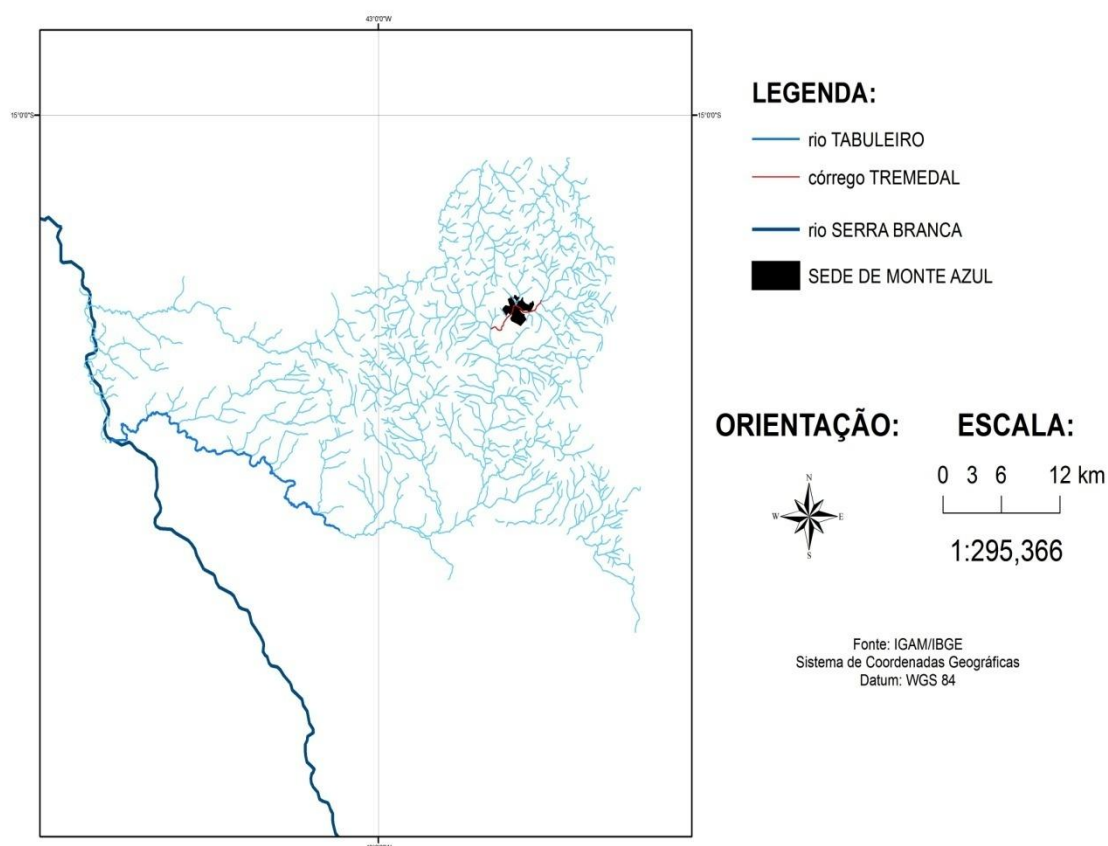


Figura 13 – Recorte da hidrografia existente no município de Monte Azul/MG.

Fonte: elaborado pelo autor.

² Consulta realizada no dia 31 de maio de 2014. Disponível em: <<http://www.atlasdasaguas.ufv.br/>>.

Mesmo que o município, pelo menos em termos quantitativo, apresente uma ampla rede de drenagem, talvez, os únicos rios perenes sejam o Tabuleiro e Serra Branca, conforme apresentado no recorte hidrográfico da Figura 13.

4.2.6 Clima e Hidrologia

As zonas de convergência tropical – ZCT mais importantes, citadas por MMA (2007), que atuam nas precipitações dessa região são influenciadas por diversos fatores no que tange aos seus posicionamentos. Dentre eles vale à pena destacar um fenômeno muito estudado nos últimos anos popularmente conhecido como *El niño* que consiste no aquecimento anômalo das águas do oceano Pacífico, sendo que em anos de El niño verifica-se redução das precipitações no Nordeste do Brasil, como ocorreu nos anos de 82-83.

De acordo com ADENE (2003 citado por SCHVARTZMAN, 2007) o semiárido, tendo em vista a primeira delimitação do Polígono das Secas, era conhecido em termos climatológicos como aquela região formada pelo conjunto de lugares contíguos, caracterizada pelo balanço hídrico que é resultante de precipitações médias anuais iguais ou inferiores a 800 mm, insolação média de 2.800h/ano, temperaturas médias anuais acima de 23° a 27° C, evaporação potencial de 2.000 mm/ano e umidade relativa do ar média em torno de 50%. Caracteriza-se essa região por forte insolação, temperaturas relativamente altas e pelo regime de chuvas marcado pela escassez, irregularidade e concentração das precipitações num curto período, de poucos meses. A nova conceituação do semiárido foi apresentada no relatório elaborado pelo Grupo de Trabalho Interministerial para redelimitação do Semiárido Nordestino e do Polígono das Secas, conforme Brasil (2005), definindo ainda os critérios de Índice de Aridez de Thorntwaite, de 1941, (considerando-se semiárido o município com índice de até 0,50) e Risco de Seca (desde que superior a 60%).

O balanço hídrico supracitado, para Albuquerque (2006) “nada mais é do que a contabilização da água do solo, ou seja, uma forma de medir a quantidade que entra e sai desse solo”. As entradas são representadas pela precipitação, irrigação, orvalho, escoamento superficial, drenagem lateral e ascensão capilar e as saídas ou perdas representadas pela evapotranspiração, escoamento superficial, drenagem lateral e drenagem profunda (SENTELHAS et al., 1999).

“Evapotranspiração (ET) é o processo pelo qual a água, no seu estado líquido, evapora a partir dos solos e das superfícies de plantas para a atmosfera, sendo um processo importante no ciclo hidrológico” (MONTE-MOR, 2012). “Em ambientes semiáridos

e áridos, a evapotranspiração é uma componente chave do ciclo hidrológico, que consome, respectivamente, mais de 80% e mais de 95% das chuvas no longo prazo” (PILGRIM et al., 1988).

Os mecanismos climáticos que produzem as precipitações no semiárido brasileiro são complexos, sobretudo quando aliados a fatores como orografia da região, sistemas atmosféricos, de meso e grande escala, e a proximidade do mar. O regime de chuvas na região pode ser definido pela escassez, irregularidade e concentração das precipitações num curto período de três meses (MONTE-MOR, op. cit.). “O problema climático da região semiárida não é a escassez de chuvas em termos absolutos, mas a sua irregular distribuição ao longo do ano” (SCHVARTZMAN, 2007).

A região compreendida pelos municípios de Monte Azul, Mamonas e Espinosa apresenta uma peculiaridade, pois está inserida entre as Serra do Espinhaço e Central. A Serra do Espinhaço funciona, ao menos localmente, como uma barreira física natural, dividindo a região em dois domínios distintos: um na porção leste, onde a intensidade de chuvas é maior e as temperaturas mais amenas e, outro, na porção oeste, com chuvas escassas durante o inverno, temperaturas mais elevadas e vegetação pobre (CPRM, 2007). De acordo com Marengo et al. (2011), dentre os principais fatores que determinam a variabilidade do clima na região, encontram-se a posição geográfica, o relevo, as características da superfície e os sistemas de tempo atuantes na região.

De acordo com Pilgrim et al. (op. cit.), os hidrogramas observados em regiões áridas e semiáridas tendem a ser efêmeros, com tempos de base curtos, curvas de ascensão e recessão íngremes, e, em particular, com tempos de subida observados muito curtos. Para McIntyre et al. (2007), os hidrogramas nessas áreas são geralmente caracterizados por aumento extremamente rápido, muitas vezes a partir do escoamento de base nulo.

Por fim, o clima na região da UPGRH SF10 é classificado como tropical mesotérmico, quase megatérmico, em função da altitude, com características de sub-úmido e semiárido, apresentando chuvas irregulares, ocasionando longos períodos de seca, advindo, por consequência, o agravamento dos problemas sociais. Segundo a classificação de Köppen, o clima típico é Aw, isto é, de savana com inverno seco e temperatura média do ar do mês mais frio superior a 18°C (ALBUQUERQUE, 2006). No trimestre mais quente, a precipitação pluviométrica varia de 300mm a 500mm, com valores que crescem do vale do São Francisco na direção de suas cabeceiras. O trimestre mais seco e mais úmido, para as áreas semiáridas e subúmidas secas, são respectivamente junho-julho-agosto e novembro-

dezembro-janeiro (COOMAP, 2010). A duração da estação seca pode ser superior a seis meses, e a umidade relativa do ar pode atingir valores inferiores a 15%, principalmente nos meses de julho e agosto, o que restringe o uso das terras para a agricultura EMBRAPA (1979 citado por COOMAP, op. cit.).

Como o inverno é seco, quase sem nuvens, e as latitudes são relativamente pequenas, a radiação solar nesta época também é intensa. Em agosto-setembro essa intensidade pode reduzir-se um pouco em virtude da abundância de névoa seca produzida pelos incêndios e queimadas, principalmente nas áreas de Cerrado. O acúmulo de folhas secas sobre o solo e a ocorrência de ventos fortes, principalmente no mês de agosto, favorecem a ocorrência de incêndios (COOMAP, op. cit.).

4.3 BREVE CARACTERIZAÇÃO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

As bacias hidrográficas brasileiras foram então adotadas como unidade territorial para planejamento e gestão dos recursos hídricos, apresentando cada, de forma homogênea, as suas peculiaridades. Essas peculiaridades variam de acordo com a localização geográfica, existindo no Brasil: bacias situadas em regiões com abundância de água, no entanto com baixas demandas; regiões com significativas reservas hídricas, mas com altas demandas; e regiões que apresentam uma escassez natural de água, não menos ausente de demandas.

O principal fator que contribui para que essas regiões apresentem uma escassez de água é o clima, tendo como características marcantes altas temperaturas e baixa pluviosidade, dando origem a um clima muito seco. O balanço hidrológico entre essas duas variáveis propicia a caracterização de áreas em árida, semiárida e subúmida. Segundo Thornthwaite (1941) “o critério estabelecido para delimitação dessas áreas foi o Índice de Aridez, o qual é dado pela razão entre a precipitação e a evapotranspiração potencial (ET).”

De acordo com esse índice, quando a razão estiver entre 0,05 e 0,20, o clima é considerado árido; na faixa entre 0,21 e 0,50, o clima é caracterizado como semiárido; quando estiver entre 0,51 e 0,65, considera-se subúmido seco e; por fim, acima desse valor, subúmido úmido ou úmido (MMA, 2007).

Monte-Mor (2012) diz que não “há áreas de clima árido no Brasil. No entanto, tem-se no país uma das maiores regiões semiáridas do mundo, compreendida por grande parte da região Nordeste, além de uma pequena parte da região Sudeste.” Portanto, depois de classificadas as cidades, à junção de todas tem-se a região semiárida brasileira.

Essa região foi tratada por muito tempo, perante a Lei nº 175/1936, como o Polígono das Secas. A Lei Federal nº 7.827/1989 foi a primeira a oficializar a região como

“semiárida” brasileira, no entanto, a delimitação mais atualizada, conforme Schwartzman (2007) é apresentada pela Portaria nº 89/2005, do Ministério da Integração Nacional, definindo três critérios para a classificação dos municípios: isoieta de 800 mm, Índice de Aridez de Thornthwaite e o Risco de Seca (> 60%). Logo, o município que apresente no mínimo um dos três critérios é inserido na região semiárida brasileira. Ainda segundo o mesmo autor, com a nova delimitação, aumentou o número de municípios da região de 1.031 para 1.113, ampliando também sua extensão territorial, passando de 892.309,4 km² para 969.589,4 km².

O regime de chuvas na região, segundo Monte-Mor (2012), “pode ser definido pela escassez, irregularidade e concentração das precipitações num curto período de três meses.” As atividades rurais são predominantes na região, e conciliando a métodos ineficientes de trabalho, o consumo de água é elevado a cotas exageradas. Portanto, altas demandas em uma região que apresenta no máximo 800 mm de chuva por ano, se tornam inevitável o surgimento de conflitos entre usuários e o estresse hídrico.

A irregularidade de chuvas também foi um fator destacado por Silva (2010), relativo à escassez hídrica, quando diz que “a má distribuição espacial e temporal dos recursos hídricos faz com que algumas áreas sofram permanentemente por falta d’água.”

A escassez de água pode ser medida, conforme Falkenmark & Widstrand (1992), através do estabelecimento do Índice de Stress Hídrico, e da comparação com certos parâmetros, que levam em conta a quantidade mínima de água para consumo humano e outros usos. Ainda segundo o mesmo autor, o estado de estresse hídrico é caracterizado pela disponibilidade entre 1.000 a 1.700 m³/habitante/ano, e a situação de escassez hídrica é evidenciada quando a disponibilidade se encontra abaixo de 1.000 m³/habitante/ano.

Beekman (1999) citado por Setti et al. (2000), diz que “a experiência tem demonstrado que países em desenvolvimento e relativamente eficientes no uso da água requerem entre 5 a 20 vezes o valor de 36,5 m³/hab.ano para satisfazer também às necessidades da agricultura, indústria, geração de energia e outros usos.”

A escassez hídrica se relaciona também à grande disparidade da oferta de água entre as populações rurais e urbanas de diversos países. Um dos maiores desafios da gestão de recursos hídricos é a instituição de práticas mais racionais, baseada na consideração das seguintes fases: a) o gerenciamento das fontes hídricas para se obter mais água; b) o gerenciamento da demanda para se obter um melhor uso da água; c) uma melhor alocação dos recursos hídricos disponíveis; e d) um gerenciamento adequado do meio ambiente para proteção dos mananciais e da qualidade das águas (PETRY, 2001).

Outro fato típico da região semiárida é a presença de cursos hídricos intermitentes, ou seja, que escoam água apenas nos períodos de chuva. Monte-Mor (2012) destaca que “enquanto os rios temporários estão marcados pela presença de um fluxo de água superficial maior ao longo do seu ciclo hidrológico, e um período de seca estacional, os rios efêmeros apresentam fluxo de água superficial somente após uma precipitação não previsível.”

“A história do semiárido brasileiro está intimamente relacionada às secas, cujos efeitos se apresentam na forma de desemprego rural, fome, pobreza, etc.” (MONTE-MOR, 2012). “As estiagens, se comparadas às secas, são menos intensas e caracterizam-se pela menor intensidade e por menores períodos de tempo. Assim, a forma crônica deste fenômeno é denominada como seca” (KOBAYAMA et al., 2006 citado por CEPED, 2011). “A seca, do ponto de vista meteorológico, é uma estiagem prolongada, caracterizada por provocar uma redução sustentada das reservas hídricas existentes” (CASTRO, 2003).

Segundo MMA (2007) “as secas incidem com maior frequência sobre os espaços diretamente influenciados pela Zona de Convergência Intertropical - ZCIT, quer as secas sejam anuais ou plurianuais. Das secas até hoje observadas, 81 a 100% ocorreram nesse espaço.” CENAD (2012) afirmou que “na região do Semiárido, os eventos de seca e estiagem ocorrem durante todo o ano. Contudo pode-se observar que grande parte dos novos registros ocorreu entre os meses de março a maio, período que é caracterizado como o mais chuvoso para a maior parte da região.”

Ainda de acordo com o CENAD (op. cit.), a região do Semiárido foi a mais atingida pelos eventos de seca e estiagem, com um total de 1.819 municípios com ocorrência do desastre. A região Sul/Sudeste apresenta 640 municípios atingidos, sendo grande parte deste número explicado pela continuidade da situação de déficit de chuva ocorrida durante o final do ano de 2011 e que se prolongou durante os primeiros meses de 2012.

O Semiárido apresenta fatores que interferem no modo de viver das pessoas, sendo a grande maioria dependente de água para produzir seus alimentos, e arrecadar dinheiro para o próprio sustento. O simples ato de exercer qualquer tipo de atividade na região, ou mesmo de morar, conduz aos usuários de recursos hídricos a exploração irracional da água, em uma região de escassez natural. Esse tipo de atitude pode propiciar a desertificação do solo, agravando ainda mais a situação da população local. Schwartzman (2007) diz que “além das secas, as zonas áridas e semiáridas do mundo são caracterizadas pela presença da desertificação, fenômeno natural cujas relações causais estão referidas ao

clima e ao uso inadequado dos recursos naturais.” Conclui, enfatizando que os efeitos são potencializados pela ação do homem.

A população local possui a cultura de ser “dependente” da chuva, convivem com a expectativa de quando irão ocorrer, mas não exerce controles favoráveis ao incremento da disponibilidade hídrica, relacionado talvez, ao baixo grau de informação da mesma. Conciliando este fato com o balanço hidrológico negativo da região, que para Monte-Mor (2012) “é um componente crítico da gestão de recursos hídricos em paisagens áridas e semiáridas”, despertou-se a atenção de organizações internacionais para as chamadas Áreas Susceptíveis a Desertificação – ASD no Brasil. De acordo com este padrão (baixas precipitações e altas temperaturas) grande parte das ASD é caracterizada como áreas de clima semiárido e subúmido seco - pressuposto básico para enquadrar a região como foco da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação – UNCCD (MMA, 2007).

De acordo com a Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação – UNCCD, a desertificação é a degradação do solo em áreas áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultante de diversos fatores, inclusive de variações climáticas e das atividades humanas, em um grau de intensidade que resulte na impossibilidade de seu uso para fins econômicos e sociais. Tal fenômeno afeta cerca de um sexto da população do planeta e um quarto de sua área total (COOMAP, 2010).

Segundo COOMAP (op. cit.), o índice de aridez “foi utilizado para o estabelecimento das áreas de risco e para a elaboração do Atlas Mundial da Desertificação, publicado pelo Programa das Nações Unidas pelo Meio Ambiente (PNUMA) e que serve como parâmetro em todo o mundo.”

A região semiárida brasileira apresenta condições adversas a manutenção da qualidade de vida. MMA (2007) realizou uma comparação dos IDH-M entre as outras regiões do Brasil com a região semiárida, sendo que, para as outras regiões obtiveram-se os valores de 0,696 em 1991 e de 0,766 em 2000, enquanto nas ASD, 99% dos municípios registraram IDH-M abaixo desses valores para os mesmos períodos, ou seja, para se equiparar a outras regiões do país mais desenvolvidas é fundamental investir em emprego, renda, saúde e educação nas Áreas Susceptíveis à Desertificação.

Mesmo que não existam no Brasil áreas de clima árido, um estudo elaborado por especialistas da Secretaria de Biodiversidade e Florestas do MMA em parceria com o CPTEC/INPE, com a elaboração de cenários, apresentou para o cenário negativo, sem redução das emissões dos gases do efeito estufa, previsões catastróficas. Este cenário indicou aumento das temperaturas, bem como, ligeiro aumento das precipitações até o fim do século XXI. “Apesar das anomalias positivas de chuva, espera-se que ocorra processo

de “aridização” do Nordeste em razão das elevadas temperaturas ocasionar aumento da evapotranspiração e diminuição da disponibilidade hídrica na região. Além disso, o desmatamento da Amazônia pode tornar o semiárido mais seco” (MMA, 2007).

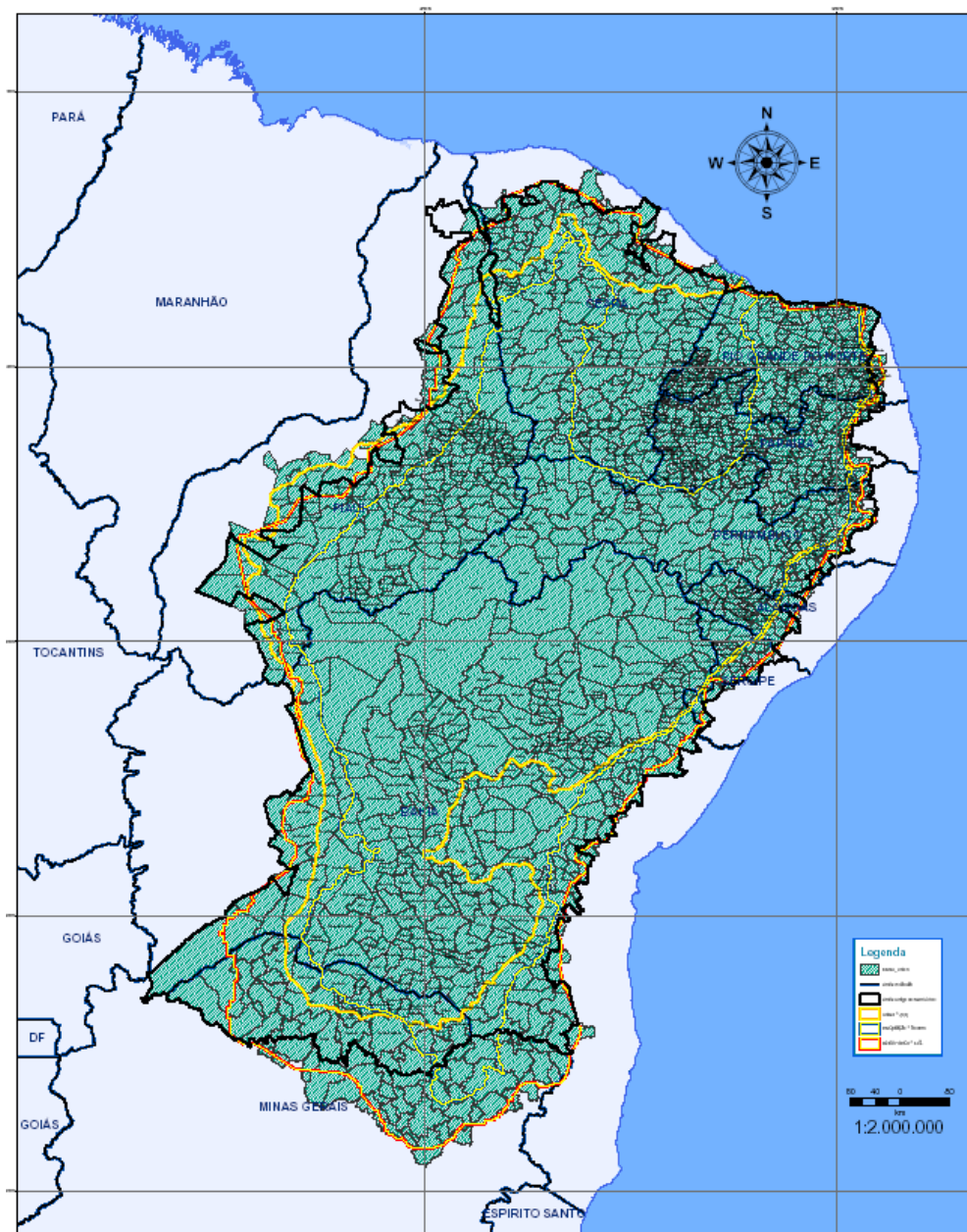


Figura 14 – Delimitação mais recente do semiárido brasileiro.

Fonte: Brasil (2005)

Semiárido mineiro

Com os novos critérios estabelecidos, Minas Gerais passou a ter 85 municípios incluídos na região semi-árida, com uma população residente de 1.184.527 habitantes (SCHVARTZMAN, 2007). Ainda conforme o mesmo autor, “a região semiárida mineira possui, como principal diferencial da região semiárida nordestina, a existência de importantes rios perenes, como os rios São Francisco, Pardo, Jequitinhonha e Araçuaí, diferentemente de alguns estados nordestinos como, por exemplo, o Ceará, onde os rios são intermitentes e chegam a “cortar” nas estações secas.” No entanto, a presença de muitos rios intermitentes é marcante no semiárido mineiro, principalmente os tributários.



Figura 15 – Vista de trecho do rio Pacuí completamente seco durante o período de estiagem.

Fonte: Elaborado pelo autor; Imagem do dia 17 de julho de 2013.

No Estado de Minas Gerais o semiárido abrange principalmente as regiões Norte e Nordeste, já em relação às ASD, “representam uma área de 177 mil km², ou seja, 30,30% da área do estado. Em outros termos, de um total de 853 municípios, 142 estão em ASD, o que equivale a 16,65% dos municípios do estado” (COOMAP, 2010). Ainda conforme o

mesmo autor, as ASD “do estado de Minas Gerais são subdivididas, em função do índice de aridez, em semiáridas, subúmidas secas e de entorno, abrangendo os 142 municípios listados no Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (PAN-Brasil).

No entanto, diante do que se é observado perante as alterações climáticas, a distribuição de chuva está sendo alterada, contribuindo para que o limite estabelecido para o semiárido brasileiro seja extrapolado no estado de Minas Gerais. Este fato, provavelmente é agravado na região mineira devido à densidade populacional ser maior, aumentando consequentemente à demanda por água devido aos múltiplos usos.

Em 2010, de acordo com a Coordenação Estadual de Defesa Civil (CEDEC – MG), 27% dos municípios situados nas mesorregiões de Minas Gerais declaram registros de desastres naturais causados por estiagem e seca no período de 1991 a 2010. Dessas, destaca-se a Mesorregião Norte de Minas, por ter a maioria dos municípios com mais de 10 registros entre os anos analisados, e por todos os seus 89 municípios terem sido afetados (CEPED, 2011).

Schvartzman (2007) alega que “aliados aos diversos problemas que afetam as regiões norte e nordeste do estado de Minas Gerais, determinando, desta forma, os baixos índices de desenvolvimento humano, ocorre também a falta de atendimento às populações no meio rural ou em pequenos núcleos dispersos com sistemas adequados de abastecimento de água.” Outros aspectos também são abordados pelo autor de forma mais específica, em seu estudo, sobre a região semiárida mineira.

Talvez um ponto importante que mereça destaque é a delimitação das UPGRH nas principais bacias hidrográficas do semiárido mineiro, contribuindo de certa forma para a melhoria de vida da população local, uma vez que, em algumas bacias já existem efetivados comitês de bacia hidrográfica com forte articulação entre os diversos setores usuários e deliberativos, e casos, por exemplo, como do comitê do rio Mosquito, que conseguiu reverter um quadro crítico na bacia devido às ações sistêmicas de gerenciamento de recursos hídricos em parceria com a população local.

O semiárido mineiro não se difere do semiárido brasileiro, pelo menos em questões climáticas. As principais mudanças podem estar relacionadas à perenidade de cursos hídricos, relevo e vegetação.

4.4 SÍNTESE DAS AÇÕES DE “COMBATE” A SECA

Mesmo que a seca seja um evento considerado natural de regiões semiáridas, os órgãos atuantes têm intervindo de forma não muito eficaz a fim de propiciar condições para amenizar os impactos absorvidos pelas comunidades. O foco do problema não é “combater” a seca, mas sim fomentar meios, estímulos para que a população possa conviver com a seca de forma menos impactante possível.

Silva et al. (2008) diz que a “gestão de recursos hídricos, em sentido lato, é a forma pela qual se pretende equacionar e resolver as questões de escassez relativa dos recursos hídricos, bem como fazer o uso adequado, visando a otimização dos recursos em benefício da sociedade.” A gestão praticada no semiárido brasileiro é pautada em ações emergenciais, se tornando paliativas com o passar do tempo. Essas medidas não solucionam o problema, apenas aliviam por certo período de tempo, sendo aplicadas, ano após ano. A definição de que a bacia hidrográfica deve ser uma unidade de planejamento e gestão dos recursos hídricos foi pautada na premissa maior de que as bacias são unidades territoriais homogêneas e passíveis de intervenções sistêmicas de forma integrada, sendo assim, qualquer medida adotada em uma bacia hidrográfica se devem observar todas as relações existentes naquele determinado ambiente de forma a se obter resultados positivos, mas de longo alcance, e não medidas subjetivas ou atenuantes.

A perspectiva de análise sistêmica demonstra que em alguns campos do conhecimento, os elementos do sistema em estudo, muitas vezes não são isolados, mas sim formam um conjunto de inter-relações entre eles que se torna impossível tentar entender apenas aquele elemento de maneira independente do restante dos outros elementos constituintes do sistema. Isso significa dizer que o complexo dos elementos não pode ser compreendido somente como a soma dos elementos, mas devem-se conhecer também as relações entre eles (FONSECA, 2010).

Garrido (1999) cita que desde a década de 60 a adoção de medidas irrelevando as peculiaridades naturais do semiárido viam sendo implantadas, mas que a seca de 1970 “viria para negar, mais uma vez, a eficácia das políticas, pois as medidas paliativas tomadas em episódios anteriores tiveram que ser novamente adotadas, mostrando claramente que o planejamento regional resolvera vários problemas, mas não necessariamente o da seca.”

Diante desta linha de raciocínio, “a significância de uma seca não pode ser dissociada do contexto social e seu impacto depende diretamente da vulnerabilidade social em determinado momento” (SCHVARTZMAN, 2007). Ainda, segundo o mesmo autor, a seca se difere de outros fenômenos, uma vez que, seus efeitos vão se acumulando por um considerável período de tempo, podendo perdurar por anos depois do término do evento,

tornando-se difícil delimitar o seu início e o seu final. Portanto, a adoção de medidas que visem combater a seca, sem relevar o ambiente como um todo, sem planejar, sem monitorar, é uma estratégia de caráter paliativo sem resultados positivos a um horizonte de médio e longo prazo.

Setti et al. (2000) argumentam que quando a distribuição espacial da água não atende as demandas dos centros de consumo, a procura por água ocorre em locais onde isso seja possível, sendo citado o subsolo, mananciais superficiais ou até mesmo em outras localidades.

Para Bicudo et al. (2010), “a implantação de infraestruturas hidráulicas, isoladas ou combinadas, constitui ação necessária para mitigar a problemática da água no semiárido.” De acordo com Medeiros et al. (2011), “a infraestrutura de recursos hídricos no semiárido necessita ser implantada, operada e mantida de modo a promover benefícios para a sociedade.”

A definição de infraestrutura adequada e de estratégia de ação ou gestão deve buscar o aumento da disponibilidade pelo aumento da eficiência do uso e controle da demanda e do desperdício, notadamente no que se refere à irrigação (MONTE-MOR, 2012). O setor de irrigação é o que mais se consome água no mundo inteiro, e no semiárido brasileiro está entre os principais usos preponderantes. Segundo Santos (1998) a agricultura irrigada ocupava em torno de 18% (275 milhões de hectares) da área total cultivada no planeta (1,5 bilhão de hectares), consumindo cerca de 70% do total de água de qualidade usada, valor superior à quantidade consumida pelo setor industrial (21%) e pelo consumo doméstico (9%). Conforme Coelho et al. (2005) “na América Latina, a superfície irrigada é de, aproximadamente, 16 milhões de hectares, distribuída principalmente no México, Argentina, Brasil, Chile e Peru.” Para Cardoso et al. (1998) “no Brasil, quase metade da água consumida destina-se a agricultura irrigada.”

Uma das medidas mais observadas no semiárido mineiro, executadas pelos próprios moradores, que visam ao armazenamento de água superficial é a execução de barramentos, tais como: as barraginhas e açudes, construídas por fazendeiros de maior poder aquisitivo ou associações de moradores; e, pequenas barragens construídas no leito do curso hídrico (Figura 16), visando acumular um volume de água significativo com vistas à irrigação de culturas, dessedentação de animais e complemento para abastecimento humano. Schwartzman (2007) compartilha da mesma observação quando frisa que “é importante também ressaltar que milhares de açudes e reservatórios dos mais diversos portes são construídos para armazenar água para abastecimento.”

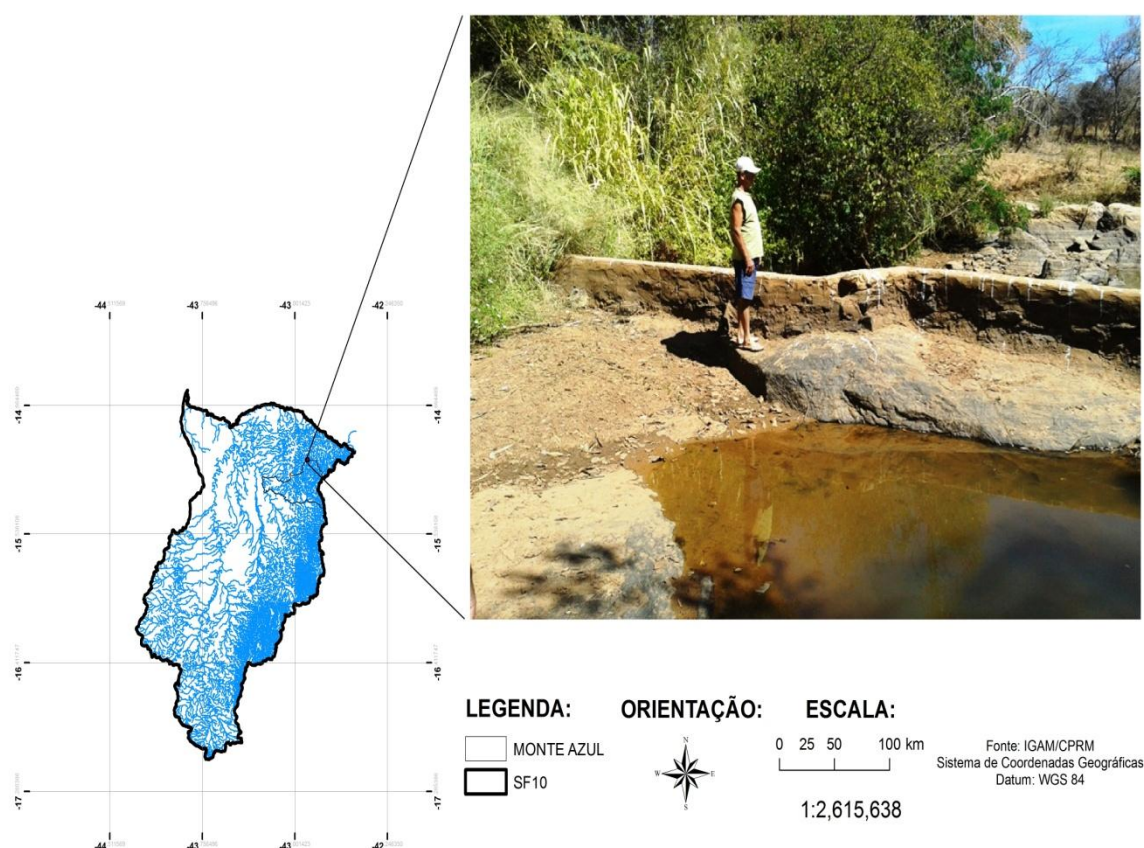


Figura 16 – Barramento de cimento construído no rio Bom Sucesso, em Monte Azul/MG.

Fonte: Elaborado pelo autor; Imagem do dia 15 de julho de 2013.

A construção de barragens de maior porte visa à acumulação de água nos períodos de chuva a fim de atender as demandas de abastecimento, dessedentação de animais e irrigação, no período de estiagem. Para Setti et al. (2000) “dessa maneira, o padrão temporal de disponibilidade da água pode ser alterado de forma a ser adequado ao padrão temporal das demandas.” Portanto, é possível considerar como uma alternativa de atenuar os impactos durante as estiagens, no entanto, a construção desse tipo de estrutura hidráulica sem o correto planejamento pode ocasionar em perda da sua eficiência, se tornando verdadeiros “elefantes brancos” no momento em que mais se precisa de água.

O Departamento Nacional de Obras Contra as Secas é a mais antiga instituição federal com atuação no Nordeste. Criado sob o nome de Inspetoria de Obras Contra as Secas (IOCS), por meio do Decreto nº 7.619, de 21 de outubro de 1909, foi o primeiro órgão a estudar o problema do semi-árido. O DNOCS recebeu, ainda em 1919 (Decreto nº 13.687), o nome de Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas (IFOCS), antes de assumir sua denominação atual, que lhe foi conferida em 1945 (Decreto-Lei nº 8.846, de 28 de dezembro de 1945), vindo a ser transformado em autarquia

federal através da Lei nº 4229, de 01 de junho de 1963 (SCHVARTZMAN, 2007).

Segundo Schwartzman (2007) “o estado de Minas Gerais somente é incluído na área de atuação do DNOCS com a revisão da área do Polígono das Secas mediante o Decreto-Lei nº 9.857, de 13 de setembro de 1946.” Dentre as obras executadas no semiárido mineiro, cita-se a barragem construída na cidade de Monte Azul, utilizada para abastecimento público, que, conforme consulta ao DNOCS³ seu reservatório possui volume útil de 1 hm³.

Outra medida muito observada é a perfuração de poços profundos, de forma até exaustiva. De acordo com o DNOCS (1983), na região semiárida mineira foram perfurados 2.355 poços profundos até o ano de 1982, e implantados 16 sistemas de abastecimento de água beneficiando uma população estimada de aproximadamente 160.000 habitantes.

A perfuração de poço profundo na região é uma ação quase unânime dos moradores, principalmente da zona rural, só não perfura quem, realmente, não tem condição. É uma ação individual, mas que nem sempre atende as expectativas, devido às características dos aquíferos locais, e a baixa vazão de produção dos poços. Quando a qualidade da água não agrada aos moradores, o poço é direcionado para a dessedentação de animais, irrigação, ou abandonado.

Um Sistema de Abastecimento de Água – SAA é implantado visando ao atendimento pleno de toda a população de projeto. Os SAA presenciados na zona urbana dos municípios do semiárido mineiro são compostos por todas as unidades necessárias desde o ponto de captação no manancial até a distribuição domiciliar, sendo operados por concessionárias do ramo de saneamento ou pela própria prefeitura. Já nas zonas rurais, os sistemas são compostos, na maioria dos casos, por unidade de captação e reservação, sendo a distribuição de água bruta realizada por tubulações não adequadas até as residências. Menos presente, mas devido às características da água subterrânea da região, em alguns SAA implantados na zona rural existe a presença de uma unidade de tratamento de água, composta por dessalinizador. Em ambos os casos os sistemas são implantados pela prefeitura municipal, ou pelo DNOCS, CODEVASF e outros órgãos de combate a seca, e nas comunidades rurais são operados pelos próprios moradores, o famoso “Zé da água”.

³ Consulta realizada a Ficha Técnica do reservatório, denominado “Açude Angical” pelo DNOCS, no sítio eletrônico

<http://www.dnocs.gov.br/php/canais/recursos_hidricos/fic_tec_reservatorio.php?codigo_reservatorio=301&descricao_reservatorio=A%E7ude+Angical>, em 23 de Maio de 2014.

A construção de barraginhas, barramentos, açudes e cacimbas são soluções individuais adotadas pelos próprios moradores. A implantação de SAA atende apenas as áreas mais densas, que apresentem viabilidade financeira aos operadores. No entanto, vários projetos foram elaborados, algumas instituições criadas, com o objetivo de proporcionar a população melhorias na qualidade de vida, mediante a adoção de medidas de saneamento ambiental, pois, as questões de esgotamento sanitário, e resíduo sólido urbano, às vezes são deixadas em segundo plano quando se trata do semiárido, devido à escassez de água ser o problema mais abordado.

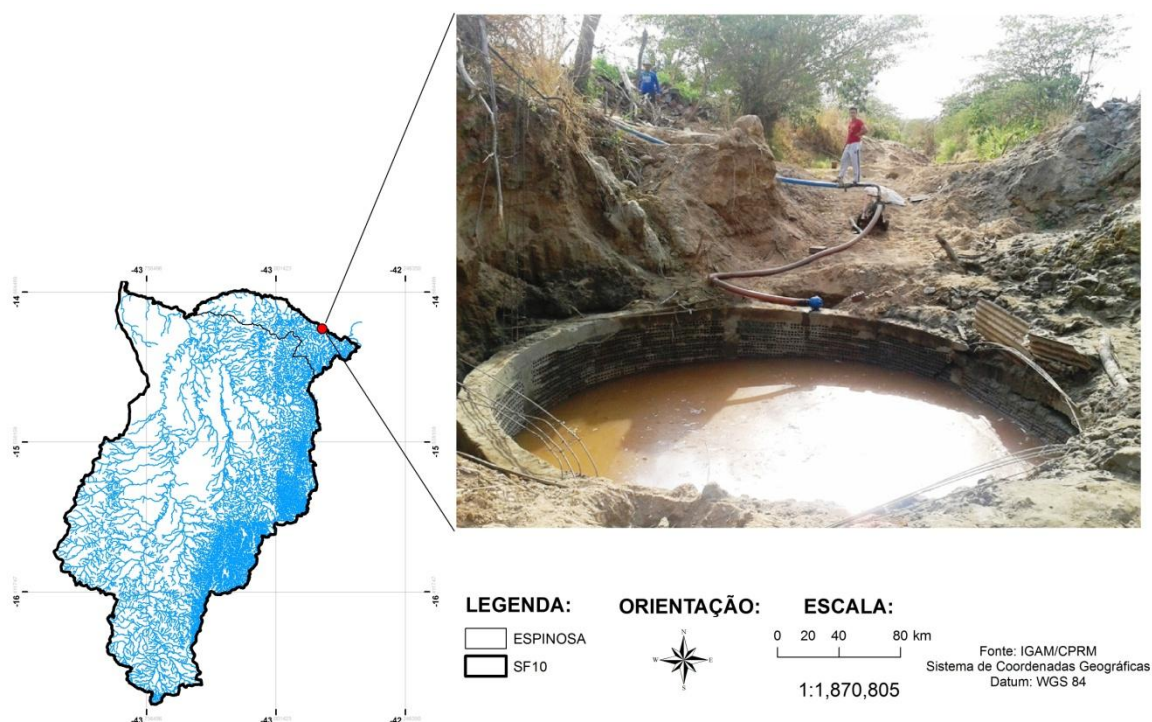


Figura 17 – Barramento subterrâneo, cacimba, no leito do rio Verde Pequeno, em Espinosa/MG.

Fonte: Elaborado pelo autor; Imagem do dia 29 de setembro de 2013.

“As carências de cobertura de abastecimento de água e esgotamento sanitário nos municípios dos vales do Jequitinhonha, Mucuri, São Mateus e região norte de Minas Gerais haviam sido diagnosticadas no documento intitulado ‘Minas Gerais do Século XXI’ (BDMG, 2002 citado por SCHVARTZMAN, 2007). “Esse documento tornou-se um dos elementos principais para a elaboração do Plano Mineiro de Desenvolvimento Integrado (PMDI)” (SCHVARTZMAN, 2007).

O estado de Minas Gerais priorizou, em seu Plano de Ação 2004 - 2007 iniciativas para implementação do PMDI por meio de Projetos Estruturadores. O Projeto Estruturador “Saneamento Básico: Mais Saúde para Todos”, do Programa de Gestão Estratégica de Recursos e Ações do Estado, tem como objetivos: i) ampliar a cobertura dos sistemas públicos de abastecimento público de água e de esgotamento sanitário e de coleta e destinação final do lixo; ii) melhorar a qualidade dos serviços de abastecimento de água, de esgotamento sanitário e de coleta de lixo prestados à população; e iii) melhorar as condições sanitárias de habitações de famílias de baixa renda (SCHVARTZMAN, 2007).

Nesse contexto, a ação mais observada no semiárido foi a implantação de sistema de esgotamento sanitário estático, mais especificamente os Módulos Sanitários, estruturas que possuem em uma mesma edificação o banheiro, uma pia e um tanque para lavagem de roupas. Todo o efluente gerado nesse ponto é integrado e direcionado para um único sistema de tratamento, composto por fossa séptica seguida de vala de infiltração.



Figura 18 – Uma das famílias beneficiadas com a implantação de Módulo Sanitário, em Catuti/MG.

Fonte: Próprio autor, imagem do dia 21 de agosto de 2013.

É importante salientar que ao se falar da região semiárida mineira, o primeiro link que fazemos com a região é de escassez hídrica apenas, não retratando a realidade de algumas cidades, em minoria. Em alguns municípios, como por exemplo, Santo Antônio do Retiro e Montezuma, ambas situadas no Norte de Minas Gerais, apresentam disponibilidade de água, mas, no entanto, devido às precárias condições de esgotamento sanitário,

principalmente nas zonas rurais, os mananciais acabam por serem contaminados afetando a disponibilidade hídrica, não devido às condições climáticas, mas as condições de saneamento básico.

O Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (PAN-Brasil), citado anteriormente, foi criado em 2004 com o objetivo de se tornar um instrumento de planejamento que apresenta as diretrizes e principais ações para o combate, mas frisando, agora, a questão da prevenção ao fenômeno da desertificação no semiárido. O programa vem sendo construído por meio de articulações que envolvem os poderes públicos e a sociedade civil, sob coordenação, anteriormente, da Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente (SRH/MMA) e, atualmente, pela Secretaria de Extrativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável do Ministério do Meio Ambiente (SEDR/MMA) (COOMAP, 2010). Segundo Schwartzman (2007) “a elaboração do PAN é um compromisso do governo brasileiro assumido com a Convenção de Combate à Desertificação das Nações Unidas.”

“O PAN-Brasil seguiu as diretrizes de controle e participação social e de integração de ações, programas, projetos e políticas setoriais dos vários Ministérios, considerando as demandas dos governos estaduais e da sociedade das Áreas Susceptíveis à Desertificação – ASD” (MMA, 2007). Dentre os diferentes espaços do semiárido definidos para atuação do PAN-Brasil, estão as ASD de Minas Gerais, para as quais se elaborou o Plano de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca no Estado de Minas Gerais – PAE-MG (COOMAP, op. cit.). No PAE-MG a visão, referente às ações que devem ser exercidas no semiárido, passa a frisar “iniciativas de convivência com a seca, por estarem intimamente relacionadas aos riscos potenciais de desertificação e melhoria da qualidade de vida das populações que vivem na região semiárida” (COOMAP, op. cit.). Órgãos, tais como, o Ministério do Desenvolvimento Agrário, EMATER/MG, CODEVASF, Secretaria de Estado de Defesa Civil/MG, RuralMinas, SEDVAN/IDENE, entre outros, são as principais entidades públicas atuantes no semiárido mineiro.

Outro programa que merece destaque é o Programa Conviver, do Ministério da Integração Nacional, cujo objetivo visa o desenvolvimento integrado e sustentável do semiárido, de forma a “incentivar a sustentabilidade hídrica, econômica, social e ambiental, visando a reduzir as carências decorrentes das condições climáticas adversas a que estão submetidas às áreas com maior incidência de seca” (BRASIL, 2009). É um programa importante para os municípios integrantes do semiárido, que além da articulação das políticas públicas das três esferas de poder com vistas à potencialização de resultados, o

Conviver atua ainda na sensibilização dos parlamentares do Congresso Nacional para canalizar recursos oriundos de Emendas Parlamentares como reforço financeiro à elaboração e implementação de ações de desenvolvimento regional do Semi-Árido (BRASIL, 2009).

O Conviver apresenta um recorte de atuação nitidamente territorial e sua ação ocorre de forma transversal, envolvendo ministérios das áreas econômica, científica e tecnológica, social, ambiental e de infra-estrutura e outros órgãos da esfera municipal e estadual. Além disso, a implementação do Conviver acontece basicamente a partir de iniciativas de organização social e de gestão participativa, capacitação para o desenvolvimento por meio do cooperativismo e da estruturação e organização de Arranjos Produtivos Locais no Semi-Árido (BRASIL, op. cit.).

Essa articulação entre governos e programas absorveu parceiros, “por sua vez, estão o Projeto Organização Produtiva de Comunidades (Produzir) e o Proágua Semi-Árido” (BRASIL, op. cit.).

Uma medida muito adotada há décadas por moradores da região semiárida, a captação de água de chuva, ganhou força novamente diante a necessidade de alternativas para o aproveitamento de água. Segundo Monte-Mor (2012) “novos conceitos de manejo de água em regiões áridas e semiáridas para mitigar escassez vêm sendo propostos, baseados na aplicação de técnicas alternativas de aproveitamento de água de precipitações reduzidas e vazões em cursos d’água intermitentes.” Em 2001 teve início o Programa Um Milhão de Cisternas – P1MC, uma das ações Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido da Articulação Semiárido Brasileiro – ASA, que tem como objetivo principal beneficiar milhares de famílias da região semiárida com a implantação de cisternas para captação de água de chuva.

Para o estado de Minas Gerais o Programa prevê a construção de 22.200 unidades, com o objetivo de beneficiar 111.000 habitantes na região semiárida com água para beber e cozinhar. As cisternas são construídas com capacidade de armazenar 16.000 litros de água e se destinam a prover às famílias durante os estimados oito meses de período seco a cada ano (SCHVARTZMAN, 2007). “A alternativa da construção de cisternas para o suprimento de água para o consumo humano em regiões rurais e dispersas no semiárido brasileiro tem sido aquela mais utilizada, especialmente em contraponto à alternativa da utilização de carros-pipa” (SCHVARTZMAN, op. cit.)

Não se pode deixar de citar o Comitê de Bacia Hidrográfica do rio São Francisco – CBHSF que com a elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco – PBHSF contribui para a efetivação da gestão e gerenciamento de recursos

hídricos na bacia, apresentando informações relevantes, principalmente para as unidades de planejamento e gestão delimitadas para o estado de Minas Gerais. No Plano está exposto o diagnóstico da bacia, cenários de desenvolvimento, o nível de abrangência dos instrumentos de gerenciamento de recursos hídricos, estratégias de recuperação e conservação hidroambiental e programas de investimentos, além da estratégia de implantação do PBHSF.

A visão dos moradores do semiárido é de adotar medidas individuais, cabendo ao órgão regional, e federal a elaboração de programas e projetos que visem atender a toda a região, de forma equitativa e sistêmica, propiciando a convivência com a seca. Diversas são as ferramentas e oportunidades existentes para a melhoria do meio ambiente nessa região, resta aos municípios integrantes das bacias hidrográficas exercerem de forma efetiva o seu papel no atual modelo de gestão de recursos hídricos.

4.5 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E OUTRAS SOLUÇÕES

Conforme Costa e Cirilo (2010) “a universalização do serviço de abastecimento de água é a grande meta para os países em desenvolvimento.” Setti et al. (2000) dizem que “quando um sistema de abastecimento de água é introduzido numa comunidade, os hábitos dos moradores podem ser modificados por um programa de educação e demonstração do uso racional da água.”

O Sistema de Abastecimento de Água – SAA é uma das formas de suprir a população com água potável, seja na zona urbana ou rural, cujos objetivos são: fornecimento de água em quantidade, respaldado o consumo per capita, seja ele doméstico, comercial ou industrial; fornecimento de água com qualidade, observado os padrões legais de potabilidade; continuidade de abastecimento, mínimo possível de interrupções; sendo realizado através do transporte, desde a captação até as residências, comércios, indústrias.

Por definição, SAA é o “conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, desde a zona de captação até as ligações prediais, destinada à produção e ao fornecimento coletivo de água potável, por meio de rede de distribuição” (LIBÂNIO, 2005). Por tanto, para atender as comunidades que não apresentam viabilidade financeira para implantação de SAA, segundo o mesmo autor, as soluções existentes são: solução alternativa coletiva, cuja diferença principal em relação ao SAA é a existência, ou não, de canalização, e sem rede de distribuição; e as soluções individuais, tais como, cisternas para armazenamento de água de chuva, poço profundo ou raso (cisternas), e caminhão pipa, desde que atenda a domicílios residências com uma única família.

Assim como a elaboração de políticas públicas deve ser embasada em um planejamento integrado, a concepção de um SAA deve atentar a alguns passos importantes. No planejamento de um sistema de abastecimento de água as seguintes características da região devem ser levantadas: i) porte da localidade, devendo ser levantado o maior número possível de mananciais capazes de atender as demandas; a qualidade de água do manancial selecionado; a necessidade ou não de barramento; ii) densidade demográfica, define a forma de abastecimento – SAA, alternativa coletiva, individual ou mista; iii) topografia local, que irá interferir no tipo de adução, nas tubulações a serem utilizadas para este fim; iv) geologia, define o tipo de instalação das tubulações, profundidade de escavação, custos.

Por fim, deve-se definir qual a população de projeto, atentando para um horizonte de atendimento não inferior a vinte anos; quais os usos que irão acarretar em demandas significativas; o pré-dimensionamento das unidades que irão compor o sistema selecionado; avaliação econômico-financeira, das vantagens e desvantagens, culminando na seleção e concepção básica do sistema.

4.5.1 Aspectos importantes das unidades integrantes do SAA

Manancial

Conforme Schwartzman (2007) “a identificação das fontes de água é o primeiro passo para avaliação das possibilidades de determinada região em suprir as demandas dos diversos usos e usuários nas suas respectivas bacias hidrográficas.” O manancial é considerado uma das unidades de produção de água, e um dos critérios importante que deve ser observado ao selecionar um manancial, para abastecimento público, é a distância deste para os centros urbanos. Deve-se, portanto, privilegiar captações distantes e a montante da própria cidade, a fim de reduzir o risco sanitário, ou seja, a contaminação do manancial.

As duas principais formas utilizadas para captação de água são em manancial superficial ou subterrâneo. Quando se tratar de manancial subterrâneo, a vazão de produção do poço deve ser superior a vazão de demanda, e apresentar uma água bruta de boa qualidade, pois, assim como o manancial superficial, a qualidade da água interfere no tipo de tratamento a ser utilizado na Estação de Tratamento de Água – ETA. O poço profundo é geralmente utilizado em casos em que se necessita complementar a vazão de demanda, ou mediante a viabilidade econômico-financeira, devido ao alto grau de comprometimento do manancial superficial.

As principais observações referentes à escolha de um manancial superficial são:

- i) Localização: reflete no tipo de adução a ser adotado, por gravidade ou recalque; na disposição das unidades de reservação e adução; quando não observado os usos de montante e jusante ao ponto de captação pode-se propiciar conflitos entre usurários;
- ii) Vazão: as maiores vazões se encontram nas áreas mais baixas, portanto, quando se tratar de grandes demandas, devem-se buscar mananciais superficiais em áreas planas;
- iii) Qualidade da água: priorizar água de boa qualidade. A qualidade da água tem interferência direta no tipo de tratamento a ser aplicada a mesma.
- iv) Perenidade: rios intermitentes, ou que em períodos de estiagem a vazão atinge uma produção inferior a demanda, exige a implantação de barragem, a fim de compatibilizar o volume disponível as demandas. “A utilização dos reservatórios de água existentes ou projetados deve possibilitar ao máximo o atendimento das necessidades de abastecimento humano, antes desses se prestarem a outros usos (dessedentação de animais, irrigação e/ou geração de energia) (SCHVARTZMAN, 2007).” Para a implantação de barragem é necessário a elaboração de um estudo hidrológico e hidráulico, que irá permitir através da elaboração de cenários uma avaliação criteriosa sobre a estrutura da barragem, além de indicar possíveis períodos críticos ao abastecimento público.

Para a análise da qualidade da água deve-se atentar para as exigências definidas em legislações (notadamente a Portaria Ministério da Saúde nº 2.914, de 12/12/2011, que define padrões de potabilidade da água para consumo humano). A Resolução CONAMA nº 357/2005, que “dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências”, e suas alterações, classifica o corpo hídrico superficial de água doce em cinco classes, a saber: especial, classe 1, 2, 3 e 4. Portanto o tratamento é adequado ao enquadramento do corpo hídrico, sendo que para a classe especial é exigido um tratamento apenas de desinfecção. Para a classe 1, tratamento simplificado, classe 2, tratamento convencional, e classes 3 e 4, tratamento convencional ou avançado.

De forma clara, os usos da água são condicionados pela sua qualidade. As águas com maior qualidade possibilitam a existência de usos mais exigentes, enquanto águas com pior qualidade permitem apenas os usos menos exigentes.

Uma vez que o manancial interfere nas tecnologias utilizadas para o tratamento da água, a sua proteção deve ser uma medida aplicada, evitando assim possíveis contaminações.

A adoção dessas tecnologias simplificadas de tratamento das águas pressupõe a adoção de cuidados especiais para a proteção dos mananciais: i) proteção e/ ou recuperação da vegetação nativa em torno do manancial superficial; ii) proteção das nascentes e áreas de recarga de aquíferos; iii) desenvolvimento de campanhas de esclarecimento e ações de educação ambiental junto às populações; iv) destinação adequada dos resíduos sólidos urbanos; e v) desenvolvimento de ações em parceria com as instituições e comunidades acerca da manutenção da qualidade das águas (SCHVARTZMAN, 2007).

Heller e Pádua (2010) corroboram da mesma ideia dizendo que “deve-se priorizar ações de proteção dos mananciais, ou seja, pode-se dizer que ‘o tratamento começa na escolha da captação da água bruta.’”

Captação

A captação em manancial superficial pode ser realizada das seguintes formas: direta ou a fio d'água, em reservatórios ou lagos, de água de chuva, e outras formas não convencionais, muito utilizadas para pequenas populações. Para a captação direta em curso hídrico deve-se atentar para as vazões de produção do mesmo e a vazão de demanda. Quando a vazão outorgável, ou vazão disponível naquele determinado ponto do rio for superior a vazão na Adutora de Água Bruta - AAB realiza-se a captação direta no curso hídrico. Quando a vazão outorgável é menor que a vazão na AAB, deve-se implantar um reservatório de acumulação (barramento).

Heller e Pádua (op. cit.) citam alguns dos dispositivos existentes para captação de água de superfície: tubulação de tomada, caixa de tomada, canal de derivação, poço de derivação, tomada de água com estrutura em balanço, captação flutuante, torre de tomada, barragem de nível, grades e telas, e desarenador. Para captações em manancial subterrâneo, conforme Libânio (2005) podem ser realizadas através de poço freático, poços profundos, galerias de infiltração e caixa de tomada.

“A demanda urbana de água é constituída pela demanda doméstica, acrescida de outras, praticamente inseparáveis desta, visto que se referem às atividades que dão origem ao núcleo urbano: indústria, comércio, prestação de serviços públicos e privados”

(SETTI et al., 2000). A escolha dos materiais para adução de água bruta é em função, também, da vazão de projeto.

A fórmula usualmente utilizada, citada por Libânio (2013) ⁴ para o cálculo da vazão média de projeto é apresentada a seguir:

$$Q_{DMed}(L s^{-1}) = \frac{P_e(hab) \cdot q(L hab^{-1} d^{-1})}{86.400(s d^{-1})}$$

Onde: Q_{DMed} , refere-se a vazão doméstica média; P_e , é a população de projeto; q , é a cota per capita de consumo de água; e 86.400 é o coeficiente de conversão de unidade, para $L \cdot s^{-1}$.

Para o cálculo da vazão doméstica máxima, conforme mesmo autor, acrescenta-se os coeficientes do dia de maior consumo (k_1) e da hora de maior consumo (k_2):

$$Q_{DMáx} = \frac{P_e \cdot q \cdot k_1 \cdot k_2}{86.400}$$

O coeficiente do dia de maior consumo (k_1) deve ser obtido da relação entre o maior consumo diário, verificado no período de um ano e o consumo médio diário neste mesmo período, considerando-se sempre as mesmas ligações. Recomenda-se que sejam considerados, no mínimo, cinco anos consecutivos de observações, adotando-se a média dos coeficientes determinados. O coeficiente da hora de maior consumo (k_2) é a relação entre a máxima vazão horária e a vazão média do dia de maior consumo (ABNT, 1990, p.4).

A população a ser atendida é definida para um horizonte de projeto não inferior a vinte anos, e pode ser calculada mediante as seguintes metodologias: projeção aritmética, projeção geométrica e crescimento logístico (LIBÂNIO, 2013).

A cota per capita é um reflexo das características de cada setor usuário, doméstico, comercial, industrial, das condições socioeconômicas da população atendida e ainda das características climáticas da região. Segundo Neto (2003) “o consumo per capita é o volume de água diário, requerido por indivíduo, usualmente expresso em L/hab.dia”.

⁴ Aula proferida pelo autor, no curso de Especialização em Gerenciamento de Recursos Hídricos da UFMG, em novembro 2013.

Adução

Heller e Pádua (2010) definem as adutoras como “condutos - tubulações ou canais - encarregados do transporte de água entre unidades do sistema de abastecimento que precedem a rede de distribuição.” Quando este conduto encontra-se entre o ponto de captação e a ETA, transporte de água bruta, denomina-se Adutora de Água Bruta – AAB, sendo assim, depois de tratada, a unidade passa a se chamar Adutora de Água Tratada – AAT. Ainda conforme o mesmo autor, “quando as adutoras são derivadas de outras, sem distribuição de água para os consumidores, são chamadas de subadutoras.”

Conforme Libânio (2005) quanto à energia para movimentação da água o sistema de adução pode ser operado por gravidade, recalque, ou misto. Ainda, por gravidade o conduto pode ser livre ou forçado, e o recalque apenas por conduto forçado. A adução por gravidade constitui o meio mais seguro e econômico de se transportar a água. Todavia, nem sempre existe um desnível suficiente para conduzir, por gravidade, a vazão necessária entre os pontos a serem abastecidos. Nesses casos, elevatórias são necessárias e as adutoras a elas interligadas são classificadas como adutoras por recalque (HELLER; PÁDUA, op. cit.).

As estações elevatórias de água de água – EEA e o *booster* são os dois tipos de elevatórias comumente utilizadas em um sistema de abastecimento de água. A diferença principal entre os dois modelos é a existência de um poço de sucção (EEA), enquanto o *booster* bombeia água, interligado diretamente na rede de distribuição, de um ponto baixo para um ponto de cota mais alta.

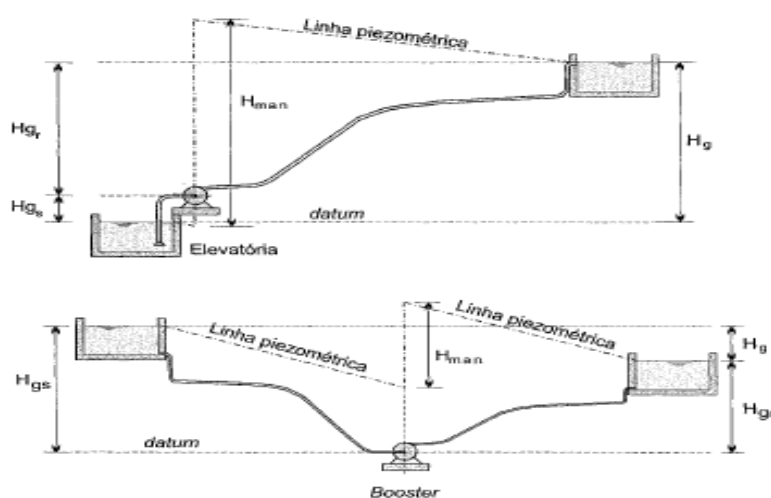


Figura 19 – Ilustração de uma EEA e um *booster*.

Fonte: Heller e Pádua, 2010, p.444.

Quando a unidade de adução trabalha por recalque os equipamentos mais utilizados para prover a energia suficiente, a fim de vencer o desnível encontrado, são conjuntos moto bomba, selecionados a partir da altura manométrica, vazão, diâmetro e perda de carga entre os trechos da adução por recalque. Heller e Pádua (2010) destacam, ainda, sobre outro fator importante na definição das vazões, que é o tempo de funcionamento das unidades de recalque, que varia de 16 a 20 h por dia, “para possibilitar a manutenção dos equipamentos das elevatórias e permitir a operação dessas fora do horário de ponta do sistema elétrico, o que reduz as despesas com energia elétrica.” No entanto, cabe ressaltar que este tempo de operação é utilizado para o atendimento a grandes demandas, sendo que para pequenas localidades este tempo pode ser menor, variando de 6 a 12 horas por dia.

Outra ponderação importante feita por Heller e Pádua (op. cit.) é a presença de ar nas tubulações que pode ocorrer devida a liberação do ar em regiões de baixa pressão, poços de sucção de bombas inadequados e a interrupção do abastecimento de água. Como consequência disso, pode ocasionar a redução da capacidade de escoamento da tubulação e até mesmo a interrupção do fluxo, gerando maior perda de carga e redução de vazão. A solução indicada pelos autores é a implantação de ventosas, que, conforme Tsutiya (2004 citado por Heller e Pádua, op. cit.), nos escoamentos com velocidades inferiores a velocidade crítica, o ar deve ser retirado por meio de ventosas.

As ventosas são montadas sobre uma tomada vertical na parte superior da canalização, normalmente com a utilização de um tê. Para manutenção, esse equipamento é geralmente precedido de um registro de gaveta. As ventosas são aparelhos dotados de flutuadores, que acompanham o nível da água. Assim, quando o nível de água desce, o niple de descarga se abre, permitindo a passagem de ar; se o nível da água sobe, o flutuador também sobe, vedando o orifício do niple de descarga (HELLER; PÁDUA, op. cit.)

Tratamento

O tratamento da água visa ao alcance de diversos objetivos, tais como, prevenir a veiculação de doenças de origem microbiológica ou química, promover a aceitação para consumo pela população, prevenir a cárie dentária, e proteger o sistema de abastecimento de água dos efeitos da corrosão, deposição e incrustação. Todos esses objetivos são corroborados desde a seleção do manancial, passando pelos cuidados na reservação até a rede de distribuição de água.

A qualidade da água condiciona o tipo de tratamento a ser utilizado, no entanto, dois processos são obrigatórios em uma ETA: a desinfecção e a fluoretação. A desinfecção

possui o objetivo de inativa os microorganismos patogênicos. Já a fluoretação, possui como finalidade principal a proteção contra cárie infantil. O padrão de potabilidade da água para consumo humano é estabelecido pelas Portarias do Ministério da Saúde nº 518/2004 e nº 2.914/2011.

Schvartzman (2007) em seu estudo cita que “diversas tecnologias simplificadas de tratamento de água (desarenadores seguidos de filtros lentos e tanques de contatos para adição de cloro e flúor, filtros rápidos seguidos de tanque de contato etc) podem ser consideradas no planejamento dos sistemas de abastecimento em função dos mananciais a serem utilizados.” Em alguns casos a seleção do manancial é vinculada a fonte de água disponível, não existindo muitas opções de escolha. Em face desse tipo de peculiaridade, o tipo de tratamento mais adotado é o convencional. As etapas básicas em um tratamento convencional são, conforme Botero (2009) “a sedimentação com uso de coagulantes e é compreendido pelas seguintes operações unitárias: Coagulação, Floculação, Decantação, e Filtração para a Clarificação da água, seguida da Correção do pH, Desinfecção e Fluoretação.”

Libânio (2005) cita ainda a existência de uma etapa anterior ao tratamento convencional, denominada pré-tratamento. Essa pode ser instalada próxima ao ponto de captação de água ou próximo a ETA, e é composta pelas seguintes unidades: gradeamento, peneiramento e desarenação. “A ABNT (1992), por meio da NBR 12.216, estabelece que as grades destinadas a reter materiais grosseiros existentes nas águas superficiais podem ser utilizadas nas ETA’s quando circunstâncias especiais não permitem a sua localização na captação” (HELLER; PÁDUA, 2010). De forma objetiva, o pré-tratamento visa à remoção de material grosseiro e sólidos em suspensão na água bruta, a fim de aumentar a eficiência do tratamento secundário.

Na região semiárida é comum o uso de poço profundo para o abastecimento de água da população, principalmente na zona rural, devido à escassez de água superficial. Quando a água bruta subterrânea é de boa qualidade, a unidade de tratamento se resume a simples desinfecção e fluoretação, na zona urbana. Na zona rural, a água bruta de boa qualidade é consumida, eventualmente, sem esse tratamento mínimo, no entanto, devido às características do aquífero a perfuração de poços com água salobra é constante. Para este tipo de situação, o tipo de tratamento implantado se resume a uma unidade de tratamento por membranas (dessalinizadores, conforme mostrado na Figura 20). Conforme Heller e Pádua (op. cit.) no tratamento de água destinada ao abastecimento público, a separação em membrana é utilizada especialmente para tratar águas salobras. Nas ETAs convencionais

não se consegue redução da concentração de sais, especialmente cloretos, o que em geral é feito por meio da osmose reversa, que é uma técnica relativamente cara.

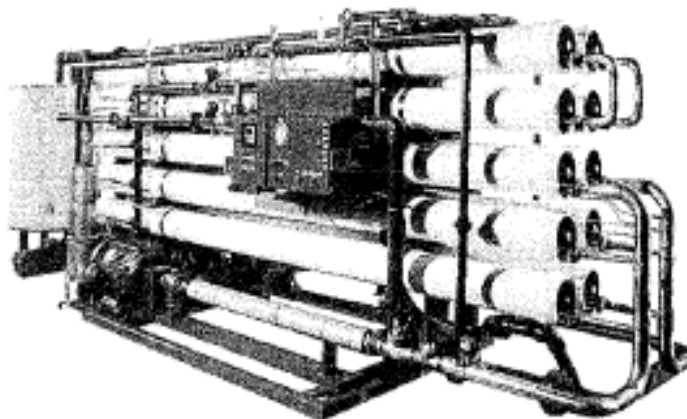


Figura 20 – Módulo de separação em membrana.

Fonte: Heller e Pádua, 2010, p.574.

Reservação

Por definição, reservatório é um “elemento do sistema de abastecimento de água destinado a regularizar as variações entre as vazões de adução e de distribuição e condicionar as pressões na rede de distribuição” (ABNT, 1994, p.1).

O reservatório, dentre suas finalidades, deve atenuar a variação da vazão de consumo. As unidades de reservação são tradicionalmente concebidas e operadas enfocando como objetivos principais (i) a regularização entre as vazões de adução e de distribuição, (ii) o condicionamento das pressões na rede de distribuição, bem como, quando necessário, (iii) a reserva para combate a incêndios e outras situações emergenciais (HELLER; PÁDUA, op. cit.).

São classificados quanto à posição no sistema, localização no terreno, forma e materiais de construção. Em relação à localização no sistema, podem estar situados a montante ou a jusante da rede de distribuição. Heller e Pádua (op. cit.) destacam que o reservatório de montante, dependendo da extensão da rede, tende a favorecer uma variação acentuada nas cargas piezométricas nas extremidades das redes, por esse motivo, a sua localização deve ser próxima ao centro de consumo. Referente à topografia local, os reservatórios podem ser elevados, apoiados, semienterrados e enterrados.

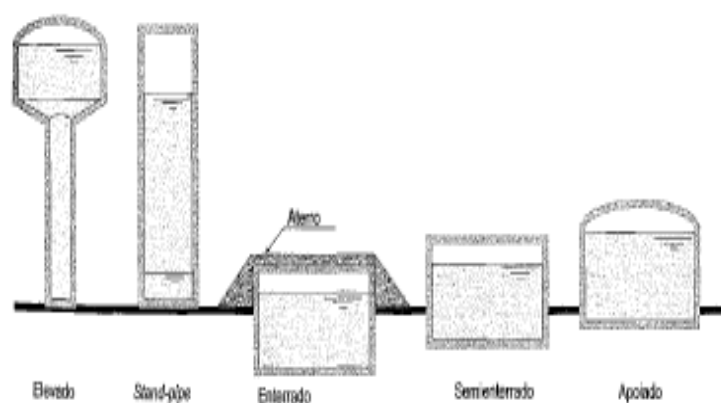


Figura 21 – Exemplos de reservatórios, quanto ao terreno local.

Fonte: Heller e Pádua, 2010, p.589.

A forma mais observada em sistemas de abastecimento é a cilíndrica, sendo observada também a construção em forma retangular. Segundo Heller e Pádua (op. cit.), embora ampla gama de materiais possa ser empregada na construção das unidades de reservação, os reservatórios de maior porte são usualmente construídos de concreto armado e, menos frequentemente, aço, alvenaria estrutural e concreto protendido. Especialmente os reservatórios elevados de menor porte são também construídos em argamassa armada, fibra de vidro, aço e madeira. No semiárido foi observado que há uma predominância de implantação de reservatórios construídos em fibra de vidro, principalmente na zona rural, talvez por apresentarem vantagens econômicas, e de praticidade devido à urgência de se armazenar água nestas localidades.

As duas principais observações referentes à utilização dos reservatórios condizem ao volume útil de reservação, e a locação dos mesmos, que incide diretamente sobre as pressões de abastecimento. O volume útil, conforme a ABNT (1994) é o “volume compreendido entre os níveis máximo e mínimo, para atender às variações diárias de consumo.” Para Heller e Pádua (op. cit.) “a determinação do volume de reservação deve se basear no consumo da comunidade abastecida e na adução da água tratada”, sendo que “ao volume de reservação do sistema pode ser acrescida parcela adicional referente às demandas de emergência, motivadas por incêndios ou paralisação.” Conforme os mesmos autores, esse volume de emergência é incerto, não existindo um valor padronizado face às peculiaridades de cada região, no entanto, os valores usualmente empregados são em torno de um terço do consumo diário no dia de maior consumo, e o recomendado pela ABNT (1994), “a adoção de um fator de segurança de 1,2 ao volume calculado pelos processos precedentes.”

Principalmente nos sistemas de abastecimento de pequeno e médio portes, é comum o funcionamento do sistema de produção por um período da ordem de 16 a 20 h. Como consequência, a adução de água tratada é intermitente, permitindo reduzir custo de energia elétrica e de pessoal. Neste caso o excedente do volume aduzido deverá ser igual ao déficit verificado durante o período de paralisação da adução (HELLER; PÁDUA, 2010).

Em se tratando da locação dos reservatórios no terreno, observado a topografia e a zona de consumo, em áreas planas, na prática tem-se utilizado reservatórios elevados com altura mínima do fuste de sete metros, ou seja, pressão mínima de 7mca. Em áreas irregulares, conforme Libânio (2005) deve-se delimitar as zonas de pressão, atentando-se para uma pressão mínima de 10 mca e uma pressão máxima de 50 mca.

Distribuição

Heller e Pádua (op. cit.) definem rede de distribuição como a unidade do sistema de abastecimento de água constituída por tubulações e órgãos acessórios instalados em logradouros públicos, e que tem por finalidade fornecer, em regime contínuo (24 h por dia), água potável em quantidade, qualidade e pressão adequadas a múltiplos consumidores (residenciais, comerciais, industriais e de serviços) localizados em uma cidade, vila ou outro tipo de aglomeração urbana. Destacam ainda que, a importância da rede de distribuição é relevante da característica de garantir que a água produzida chegue até os seus consumidores finais, e da característica de “constituir-se, geralmente, na mais extensa unidade do sistema, responsável, em geral, por mais de 50% do seu custo de implantação.” Já para Tsutiya (2004) citado por Moruzzi et al. (2012) “a rede de abastecimento de água é, em geral, a parte constituinte mais dispendiosa do sistema de abastecimento de água (SAA), variando de 38 a 76% do custo do sistema para populações menores que 10 mil ou maiores que 100 mil habitantes, respectivamente.”

Porto (1998) diz que “qualquer que seja o tipo de rede, o projeto deve satisfazer algumas condições hidráulicas limitantes, como pressões, velocidades e diâmetros.” Heller e Pádua (op. cit.) frisam que “uma rede de distribuição mal projetada ou mal operada é permanente fonte de problemas, mormente no que tange a perdas de água, ao comprometimento da qualidade da água e a reclamações dos usuários.”

A alteração da qualidade da água na rede de distribuição causa rejeição por parte da população abastecida, acarretando assim em conflitos entre os consumidores e o responsável pelo abastecimento de água. A principal causa de alteração da qualidade de água na rede de distribuição é devido à incorreta, ou não, manutenção desta unidade, favorecendo a formação de incrustações nas tubulações que contribuem para a deterioração

da qualidade da água. Heller e Pádua (2010) citam que este fato ocorre devido à irrelevância pelos técnicos na adequada concepção e delimitação dos setores de manobra e medição. O tipo de solução empregada no setor de manobra a fim de manter a qualidade de água dentro dos padrões aceitáveis pela população é a instalação de válvulas de descarga. Segundo os mesmos autores, válvula de descarga é o mesmo tipo de peça usada como válvula de manobra, ou seja, é uma válvula de gaveta, porém com a finalidade de permitir a retirada de água nas operações de limpeza ou para permitir a execução de obras de ampliação ou de serviços de manutenção. “Por isso, é instalada nos pontos mais baixos da rede de distribuição, de forma a possibilitar o esvaziamento por gravidade do maior número de tubulações.” Moruzzi et al. (2012) concluíram em seu estudo que “a manutenção da rede de abastecimento deve ser uma prática recorrente, pois a recuperação da capacidade hidráulica é limitada para condutos altamente comprometidos pelas incrustações.”

No setor de medição destaca-se a finalidade de medir as perdas de água na área da rede de distribuição, podendo ser avaliada entre o balanço do volume macromedido subtraído do micromedido, resultando, por fim, no volume referente às perdas na rede de distribuição. Esta deve ser uma atividade de controle sistêmica preconizada no gerenciamento do SAA, pois pode interferir significativamente na quantidade de água distribuída a população, não focando apenas na unidade de distribuição, mas também em todas as peças e acessórios existentes em cada unidade do sistema. O estado de conservação das peças tem influência direta nas perdas de água. Heller e Pádua (op. cit.) citam que “para a consecução desse objetivo é fundamental a existência de cadastro atualizado da rede de distribuição e ligações prediais”, além da observação a NBR 12.218.

4.5.2 Solução alternativa coletiva

São soluções geralmente empregadas em pequenas localidades, na grande maioria dos casos situados em zona rural. Libânio (2005) define como modalidade de abastecimento coletivo destinada a fornecer água potável, com captação subterrânea ou superficial, com ou sem canalização e sem rede de distribuição.

Schvartzman (2007) argumenta que “a implantação de sistemas simplificados de abastecimento de água com o aproveitamento de mananciais próximos (superficiais ou subterrâneos) pode se constituir em uma solução para pequenos núcleos populacionais, uma vez que seja equacionado o gerenciamento dos respectivos sistemas.” Por se tratarem de populações pequenas, “para o cálculo do volume demandado, basta adotar a população favorecida com o abastecimento de água e as respectivas quotas *per capita*, em geral, bem

menores do que as dos núcleos urbanos, devido às diferenças de estilo de vida e padrões de consumo” (SETTI et al., 2000).

No entanto, em relação ao dimensionamento deste tipo de solução, Schwartzman (2007) alerta que “eventuais falhas nos projetos de saneamento rural frequentemente ocorrem na fase inicial de concepção - face à inadequação às tipologias locais e regionais -, frustrando os investimentos realizados.” De acordo com o mesmo autor, as principais falhas são referentes à escolha inadequada do manancial, projeções equivocadas do crescimento das populações e da cota per capita, subdimensionamento ou superdimensionamento das unidades construídas, utilização de tecnologias onerosas ou inadequadas ao tratamento da água, falta de diálogo com a população a ser abastecida e falta de comprometimento com a sustentabilidade econômica e financeira do sistema. Para Costa e Cirilo (2010) “as falhas na concepção dos sistemas de abastecimento ou no dimensionamento e escolha de tecnologias alternativas demonstram, muitas vezes, o desconhecimento das peculiaridades da região semiárida.”

De acordo com Setti et al. (op. cit.) “o abastecimento doméstico da área rural é pouco significativo por serem as demandas dispersas e de pequena monta.” Para Schwartzman (op. cit.) as distâncias desses distritos em relação à sede municipal e as distâncias entre esses conduziram a adoção de sistemas independentes em cada distrito, que poderiam ser operados e mantidos a partir de pequenas estruturas locais (estuda-se a possibilidade da operação de determinados sistemas ser assumida pelas próprias comunidades por meio de uma associação de usuários da água). Ou seja, não apresentam viabilidade econômica e financeira para as operadoras de água, portanto em muitos casos, as unidades chegam a ser implantadas pela própria prefeitura, ou pela operadora de água da região, ou órgãos e instituições com atuação na região, e a operação fica condicionada a comunidade beneficiada.

Nem todos os sistemas coletivos apresentam unidade de tratamento, sendo que em alguns casos o abastecimento é realizado com água bruta. Na região semiárida as altas temperaturas podem contribuir para a alteração da qualidade de águas superficiais. Conforme Libânio (2013), o odor e sabor são mais perceptíveis com altas temperaturas.

Na Figura 22 é apresentada uma barragem, construída por moradores das comunidades de Catulé e São Felipe, município de Mato Verde/MG, há mais de trinta anos, no rio Garipau. Essa estrutura faz parte do sistema de abastecimento de água coletivo, que abastece por gravidade, as comunidades de Catulé, São Felipe, Barreirinho e Jurema, com água bruta, totalizando cerca de cento e quarenta famílias. Outro exemplo que também

pode ser citado é o da comunidade de Pedreiras, em Monte Azul/MG. O sistema de abastecimento de água coletivo é composto por captação no reservatório da barragem José Custódio, na comunidade de Canabrava, unidade de reservação em fibra de vidro e a distribuição é de responsabilidade de cada morador, através de uma “pena d’água”. Nessa comunidade, o sistema é operado pelos próprios moradores e existe, ainda, a cobrança pelo uso da água, que é direcionado para manutenção do sistema e pagamento ao “zelador da água”.

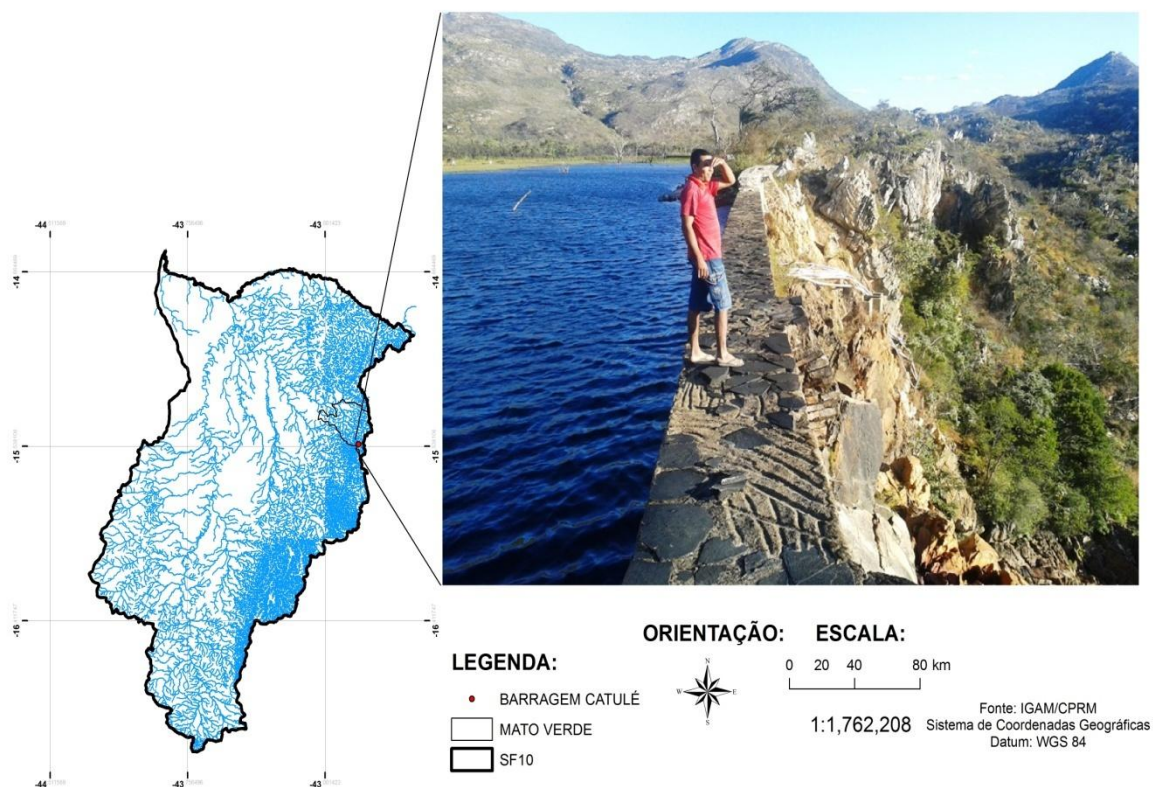


Figura 22 – Barragem Catulé, no rio Garipau, na comunidade de Catulé, Mato Verde/MG.
Fonte: Elaborado pelo autor.

4.5.3 Solução alternativa individual

Libânio (2005) define solução alternativa individual como “modalidade de abastecimento de água para consumo humano que atenda a domicílios residenciais com uma única família, incluindo seus agregados familiares.” E nesse contexto se encaixam a maioria das ações de combate a seca, aplicadas pelos órgãos competentes, como a utilização de caminhão pipa, a perfuração de poços profundos e implantação de cisternas para captação de água de chuva. Neste caso a perfuração de poço profundo realizada por

uma única família pode ser entendida como uma solução alternativa individual, uma vez que, conforme Schwartzman (2007), “no meio rural há, eventualmente, necessidade da complementação do abastecimento convencional de água com sistemas alternativos como meio de sobrevivência das populações dispersas. Existe também a necessidade de suprimento de água para desenvolvimento de atividades produtivas.”



Figura 23 – Abastecimento individual através de caminhão pipa, comunidade de Lagoa Escura, Catuti/MG.

Fonte: próprio autor.

Conforme Schwartzman (op. cit.) a complementação é uma forma de atender as demandas dos pequenos municípios, das comunidades rurais e populações dispersas no meio rural, por meio da utilização de sistemas simplificados, da captação de água de chuva, dentre alternativas de armazenamento de água, sendo citadas ainda as barragens subterrâneas. Ainda segundo o mesmo autor, “das técnicas alternativas de suprimento de água para consumo humano, a construção de cisternas que armazenam as águas de chuva que atingem os telhados é, atualmente, a mais utilizada nas regiões semiáridas no nordeste

do país, e nas regiões norte e nordeste do estado de Minas Gerais.” Exemplo de aplicação é mostrado na Figura 24.



Figura 24 – Abastecimento individual através de cisterna para armazenamento de água de chuva, comunidade de Tabua, Montezuma/MG.

Fonte: próprio autor.

Na Figura 25 é apresentada outra estrutura utilizada para captação de água de chuva, além das cisternas, denominada pela população local de “terreirão”.



Figura 25 – Abastecimento individual através de “terreiro”, comunidade de Tabua, Montezuma/MG.

Fonte: próprio autor.

5 METODOLOGIA

5.1 FORMA DE ACESSO E AS FONTES DOS DADOS

Com o intuito de embasar o trabalho com dados e informações atuais foi realizada uma visita ao município de Monte Azul/MG durante o período de julho/2013 a outubro de 2013. Depois de constatado o desabastecimento de água na cidade foi realizado visitas, no mesmo período, às cidades vizinhas como forma a delimitar a abrangência desse tipo de situação.

As cidades limítrofes visitadas foram: Mamonas, Espinosa e Mato Verde. Foi verificado que nas cidades adjacentes não existia problema de suprimento de água, sendo que todas possuíam mananciais, superficiais e/ou subterrâneos, que atendiam a população urbana, direcionando o fato apenas para a cidade de Monte Azul.

Foram levantados dados primários de informações geográficas (pontos de coordenadas), leis e informações municipais. Para a obtenção das coordenadas foi utilizado GPS modelo Garmin Etrex Vista.

As informações e lei municipais foram obtidas junto à Prefeitura Municipal, mais precisamente junto a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Coordenadoria Municipal de Defesa Civil.

De acordo com informações do Coordenador da Defesa Civil do município de Monte Azul existe um total de sessenta e uma localidades, entre, distritos e comunidades rurais, todas situadas na zona rural. Além da sede, foram visitadas vinte e duas localidades, mais a comunidade de Vila Angical limítrofe a zona urbana, com a finalidade de verificar as condições existentes do abastecimento de água na sede e no meio rural, qual a influência do “*modus operandi*” dos sistemas existentes nessas localidades no abastecimento da sede, e o estado de preservação das áreas de recargas (matas ciliares, topos de morro e nascentes).

Tabela 1 - Localidades de Monte Azul visitadas durante o período de julho/2013 a outubro/2013

Ordem	Localidade	Visitada	Ordem	Localidade	Visitada
1	Riachinho	Sim	15	São Pedro	Sim
2	Volta da Serra	Não	16	Capoeira Grande	Não
3	Picada I	Não	17	Barreiro de Cima	Sim
4	Picada II	Não	18	Cacimbas	Não
5	Pedreira	Sim	19	Riacho Quente	Não
6	Bicas	Não	20	Cipoal	Não
7	Ramalhudo	Sim	21	Mucambo	Não
8	Marinho	Não	22	Riacho Seco	Não
9	Larga	Não	23	Pageu de Cima	Sim
10	Paus Preto/Dourados II	Sim	24	Pageu de Baixo	Sim
11	Bom Jesus	Sim	25	Lagoa de Taboas	Não
12	Santa Cruz	Não	26	Moco	Não
13	Laranjeiras	Não	27	Paus Branco	Não
14	Vargem Seca	Não	28	Saputa	Não

Tabela 1 - Localidades de Monte Azul visitadas durante o período de julho/2013 a outubro/2013 (Continuação)

Ordem	Localidade	Visitada	Ordem	Localidade	Visitada
29	Jurema	Sim	46	Barreiro Grande	Sim
30	Tabua	Não	47	Barreiro da Raposa	Sim
31	Pau de Colher	Não	48	Furadinho	Não
32	São Sebastião I	Não	49	Pau Quebra	Não
33	Moreira	Não	50	Barreiro da Cruz	Sim
34	Gato	Não	51	Brejinho/Canabrava	Sim
35	São Sebastião II	Não	52	Lagoa Comprida I	Sim
36	Maxixeiro	Sim	53	Sítio do Limoeiro	Não
37	Landim	Não	54	Lagoinha	Sim
38	Queimadas	Não	55	Furado das Pedras	Não
39	Roçado	Sim	56	Baixão	Não
40	Poções	Sim	57	Brejinho de Bocaina	Não
41	Pacuí	Sim	58	Rebentão	Sim
42	Canto do Jaquipe	Não	59	Carrasco	Não
43	Serra Ginete	Não	60	Lagedo do Cercado	Não
44	Bocaina	Sim	61	Tabuleiro	Não
45	Paus Preto	Não	62	Vila Angical	Sim

Fonte: Prefeitura Municipal de Monte Azul/MG – Coordenadoria Municipal de Defesa Civil, 2013.

Junto a Secretaria Municipal de Meio Ambiente foi obtido às seguintes leis: Lei nº. 703/2010 que “dispõe sobre a política de proteção, de conservação e de controle do meio ambiente e da melhoria da qualidade de vida do Município de Monte Azul, MG”, e a Lei Orgânica Municipal (promulgada em 02 de junho de 1990). Cabe ressaltar que o município, na oportunidade, não dispunha de Plano Diretor Municipal aprovado e outras leis relevantes para o presente trabalho.

As informações sobre o Sistema de Abastecimento de Água existente da sede municipal foram levantadas junto à operadora de água, a Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA.

5.2 ANÁLISE CRÍTICA DO DESABASTECIMENTO DE ÁGUA NO MUNICÍPIO

5.2.1 Descrição da forma de avaliação

O método empregado para avaliação do cenário de desabastecimento de água em Monte Azul foi o fenomenológico. Este método baseia-se na descrição direta de uma experiência, como ela é, ou seja, qualificação dos dados coletados. Do ponto de vista da forma de abordagem foi utilizada a pesquisa qualitativa. A fim de comparar os dados e as informações levantadas em campo, do ponto de vista dos procedimentos técnicos, foi utilizada uma pesquisa bibliográfica.

Com as observações obtidas em campo buscou-se avaliar a situação presenciada com os objetivos da Política Estadual de Recursos Hídricos, do Comitê da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco e Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Verde Grande, bem como, com as ações, planos e projetos de combate a seca, existentes para o semiárido mineiro.

A avaliação permitirá obter uma visão holística de quais são as principais variáveis que colaboram para que o município tenha que captar água em outras cidades. A premissa adotada baseia-se no fato de que a falta de planejamento a nível local para o uso e consumo de água pode ter influência no atual cenário, e que o modelo atual de gestão de recursos hídricos não é eficaz para este tipo de área. Outro fato que pode contribuir diretamente para esse cenário é o de que a localização geográfica do município tem relação direta com a disponibilidade de água. Por fim, deve-se verificar se os conflitos entre usuários devido às demandas e distribuição podem interferir no abastecimento da cidade como um todo.

5.2.2 Critérios de avaliação

Depois de concluída a avaliação poderão ser propostos fundamentos para o gerenciamento dos recursos hídricos em menor escala, diferente do atual modelo de gestão, com vista à potencialização do SAA a médio e longo prazo, da cidade de Monte Azul/MG, com possibilidade de aplicação para cidades situadas no semiárido mineiro.

Portanto propõe-se a seleção de critérios para avaliação, assim definidos: i) vazão do manancial x vazão de projeto; ii) condições dos SAA, urbano e rural; iii) soluções para abastecimento de água implantadas na zona urbana e rural; iv) número de

instrumentos de gerenciamento de recursos hídricos efetivamente implantados no município; v) conhecimento dos usos da água a montante e jusante do ponto de captação da sede; vi) nível de proteção das áreas de recargas.

Os critérios foram avaliados individualmente sendo ponderados na seguinte escala de influência sobre o cenário de desabastecimento: a) alta; b) média; e c) baixa. Não foram mensurados devido à inexistência de dados monitorados para comparação, portanto uma ponderação de caráter técnico-subjetiva.

A seguir são apresentados os critérios selecionados.

i) Vazão do manancial x vazão de projeto

A vazão média de projeto é obtida verificando-se a população de projeto (geralmente é realizada uma projeção populacional para um horizonte de 20 a 30 anos), e a cota per capita de consumo de água (litros por habitante por dia, $L.hab^{-1}.dia^{-1}$). A partir da vazão média é possível, ainda, se obter a vazão máxima com a utilização dos coeficientes do dia de maior consumo (k_1) e da hora de maior consumo (k_2).

Um dos critérios a serem observados na seleção de um manancial para abastecimento público é a sua vazão média ou de projeto. Caso a vazão do manancial selecionado seja inferior a vazão de projeto, no caso de curso hídrico deve-se executar um reservatório de acumulação, e nos casos de mananciais subterrâneos as soluções comumente empregadas são a abertura de vários poços ou a procura por um único poço com vazão suficiente.

Quando o manancial selecionado é um curso hídrico intermitente, hidrografia típica do semiárido, o planejamento para captação deve ser ainda mais criterioso, a fim de armazenar um volume de água suficiente para atender a população abastecida em períodos de estiagem mais prolongada, exigindo a necessidade de um monitoramento hidrológico antecedente que contenha dados da série histórica.

Portanto, a não observância deste critério pode afetar diretamente o abastecimento da população, e as medidas corretivas, principalmente em regiões semiáridas, podem contribuir ainda mais para um déficit financeiro para o município e/ou a operadora responsável pelo sistema de abastecimento de água.

ii) Condições do SAA, urbano e rural

O estado de conservação do SAA afeta diretamente a disponibilidade de água para abastecimento público. Sistemas com unidades, tais como: adução de água bruta,

tratamento, reservação e distribuição, em estado de má conservação contribuem para o aumento do volume de perdas.

O volume de perdas em sistemas implantados na zona rural pode apresentar uma quantidade menor quando comparado com as perdas em sistemas urbanos, devido à baixa demanda populacional, mas potencializado devido a usos para irrigação através da utilização de práticas arcaicas (sem o uso de técnicas econômicas), e a falta adequada de manutenção e troca de estruturas.

O SAA ao atingir sua vida útil torna-se improdutivo passando a não atender a vazão de projeto. A unidade de tratamento é dimensionada conforme a vazão de projeto, caso esta seja subdimensionada, rapidamente a sua capacidade de tratamento será superada pela vazão demandada, que é crescente devido ao crescimento populacional.

Portanto com este critério visa apresentar o estado de conservação do SAA existente na sede, bem como nas localidades rurais, com vistas à possibilidade de troca ou implementação tecnológica a fim de aperfeiçoar as unidades existentes. Ainda, verificar se a unidade de tratamento existente na sede está operando sobre pressão ou ainda possui capacidade para atender a demanda atual.

iii) Soluções para abastecimento de água existente na zona urbana e rural

O Sistema de Abastecimento de Água – SAA em si consiste na existência de obras civis, equipamentos e materiais desde a captação até as ligações prediais, destinado ao fornecimento coletivo de água potável através de rede de distribuição.

Este tipo de sistema é implantado nas áreas de maior densidade populacional, sendo utilizado em menor escala em distritos e localidades com casas aglomeradas, condições topográficas favoráveis, e com existência de equipamentos urbanos (ruas pavimentadas, escolas, unidade básica de saúde familiar, entre outros).

Portanto, para atender as localidades dispersas na zona rural as soluções empregadas são de abastecimento coletivo com ou sem canalização e sem rede de distribuição, e alternativas individuais, tais como, caminhão pipa, cisternas para armazenamento de água de chuva, perfuração de poço profundo ou abertura de cisternas, destinadas ao atendimento de uma única família.

Através deste critério será possível verificar as soluções empregadas para o abastecimento de água das localidades rurais, o nível de abrangência dos programas

destinados ao semiárido mineiro de cunho federal e estadual, dando ênfase aos planos diretores de recursos hídricos da bacia do rio São Francisco e Verde Grande.

iv) Número de instrumentos de gerenciamento de recursos hídricos efetivamente implantados no município

Dentre os instrumentos de gestão de recursos hídricos elencados na Lei 13.199/1999 os Planos Diretores de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas abrangem de forma geral a toda a bacia hidrográfica ora definida como unidade de planejamento, podendo não apresentar de forma precisa as necessidades reais de cada localidade. Por sua vez, os planos diretores servem de embasamento para a elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos, outro instrumento da Política Estadual de Recursos Hídricos.

O Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos ainda não foi efetivamente implantado e disponibilizado à consulta pública, a cobrança pelo uso de recursos hídricos não existe na bacia objeto de avaliação, portanto a compensação a municípios pela exploração e restrição de uso de recursos hídricos, o rateio de custos das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo, e as penalidades são instrumentos que tendem a perder a sua eficácia na gestão de recursos hídricos na bacia.

Sendo assim os dois instrumentos da PERH que serão parte integrante deste quesito, sendo possível analisar e mensurar a sua implantação na bacia, são a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos e o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo seus usos preponderantes.

O órgão responsável pela gestão de recursos hídricos, respeitando o domínio das águas superficiais e subterrâneas, concede direitos de uso aos usuários de recursos hídricos por meio da outorga e enquadramento dos corpos de água em classes. A outorga é um dos instrumentos que possui finalidade de garantir disponibilidade hídrica suficiente para atender aos usos múltiplos da água em cada bacia hidrográfica.

Qualquer tipo de usuário, concessionárias de água, empresas perfuradores de poços, pessoa física ou jurídica, é obrigado a solicitar a outorga. Portanto esta medida visa além do controle, à informação do volume de água, superficial ou subterrânea, captada, entre outras intervenções em recursos hídricos passíveis de outorga.

Com a verificação do número de outorgas existentes para o município de Monte Azul confrontando-se com as observações levantadas em campo será possível mensurar de que forma este instrumento está contribuindo para o gerenciamento dos recursos hídricos.

O enquadramento dos corpos de água em classes, segundo seus usos preponderantes é outro instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos e da Política Estadual de Recursos Hídricos. Esta ação é executada com a análise dos usos predominantes em cada curso hídrico sendo classificado, neste caso de forma hipotética, em uma das cinco classes existentes.

O monitoramento da qualidade e disponibilidade das águas superficiais não é levado em consideração neste instrumento, dando margem para classificações subjetivas. Portanto este critério permitirá a avaliação dos corpos de água existentes no município que estão enquadrados e de que forma este instrumento está, ou pode contribuir para o gerenciamento a nível local.

v) Conhecimento dos usos da água a montante e jusante do ponto de captação da sede

O cadastro dos usuários de recursos hídricos permite o conhecimento sobre quais os usos preponderantes na bacia hidrográfica, portanto se torna uma ferramenta relevante para a prevenção de conflitos devido aos usos múltiplos da água.

Conhecer os usos da água a montante e jusante do ponto de captação para abastecimento público é um controle estratégico a fim de minimizar o risco de conflitos entre usuários, e principalmente ser afetado de forma intensa devido à redução quantitativa da vazão do manancial.

Um barramento para captação de água para abastecimento, por exemplo, pode afetar os usuários a jusante, e ser afetado pelos usos de montante. A intensidade desse impacto pode ser maior em cidades com grande extensão territorial e diversas localidades rurais.

A operadora responsável pelo SAA deve manter atualizados os dados das localidades rurais existentes a montante do ponto de captação como forma de verificar a influência dos usos no sistema de abastecimento de água. Através deste critério será possível avaliar quais as localidades e os usos que afetam ou podem afetar o SAA da sede.

vi) Nível de proteção das áreas de recargas

A sede do município concentra a maior demanda por água potável, no entanto na zona rural é onde estão presentes as áreas de recargas dos aquíferos. A vegetação nos topos de morros contribui para o aumento da infiltração que por sua vez aumenta o volume do escoamento de base e dos aquíferos profundos, estes responsáveis por dar perenidade aos corpos de água no período de estiagem. A mata ciliar contribui também para o aumento

da infiltração, mais ainda para a prevenção de processos erosivos que podem acabar assoreando os cursos hídricos. Temos ainda as nascentes, que são áreas de afloramento do lençol freático responsáveis por dar fluidez ao escoamento superficial dando origem a corpos de água. Todas as áreas de recargas citadas são protegidas por lei sendo denominada Área de Preservação Permanente – APP.

Por se tratar de uma cidade situada no semiárido a não proteção das APP's pode afetar a disponibilidade de água tornando a convivência nesta região mais árdua. A presença das áreas de recargas na zona urbana, ou sede, depende do relevo local, que no caso da sede contribui para a existência apenas de mata ciliar. A grande maioria das áreas de recargas está na zona rural, relevando à preocupação pertinente a proteção dessas áreas no município, pois existem muitas localidades rurais, e a tendência de surgimento e crescimento dessas comunidades são próximos as nascentes e cursos hídricos.

Diante deste cenário pretende-se avaliar o grau de proteção das áreas de recargas e de que forma este fator contribui para a atual situação do município.

5.2.3 Principais pontos abordados na análise crítica

Para a avaliação do atual cenário de Monte Azul os critérios serão submetidos a uma comparação entre os dados e informações obtidos em campo com os objetivos que se desejavam alcançar pelo atual modelo de gestão dos recursos hídricos do estado de Minas Gerais, englobando as leis de proteção ambiental.

A análise crítica neste trabalho consiste na identificação dos fatores que mais contribuíram para o desempenho indesejado do município perante a gestão e o gerenciamento dos recursos hídricos, e, a partir daí propor fundamentos de gerenciamento de recursos hídricos para a mitigação a médio e longo prazo da situação presenciada, propiciando a elaboração de políticas e o surgimento de iniciativas favoráveis ao gerenciamento de recursos hídricos para os municípios do semiárido mineiro.

Os pontos chaves adotados na análise crítica serão: i) descoberta das causas que mais contribuem para que o município não consiga atender a demanda de água da sede; ii) compreensão de como o atual modelo de gestão e gerenciamento de recursos hídricos aplicado ao estado de MG influencia a gestão municipal; iii) definição de diretrizes de gerenciamento de recursos hídricos a serem exercidas pela cidade de Monte Azul e outros municípios inseridos na região do semiárido mineiro.

5.2.4 Estabelecimento de diretrizes

Com a ponderação dos critérios como de alta, média e baixa influência serão propostas diretrizes para o gerenciamento de recursos hídricos para municípios situados na bacia do rio Verde Grande, com possibilidade de aplicação em cidades do semiárido mineiro. Essas diretrizes serão apresentadas com vistas de que o município deve ter uma atuação sistêmica no gerenciamento de recursos hídricos diante dos instrumentos, programas e recursos existentes em âmbito estadual e federal. O município é quem detém o real conhecimento da situação existente, portanto as iniciativas devem partir da localidade, consequentemente contribuindo para que os impactos positivos tenham uma área de abrangência maior.

As prioridades das diretrizes aqui propostas visam, ainda, o fomento de bases gerenciais de recursos hídricos para que o município de Monte Azul possa, de fato, participar da gestão conjuntamente ao Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Verde Grande possibilitando o incremento da disponibilidade hídrica local.

Por fim, o estabelecimento das diretrizes terá como escopo: i) informações técnicas relevantes para a proteção dos mananciais, fiscalização, complemento de disponibilidade hídrica e melhoria do SAA existente; ii) apresentação das fontes e formas de viabilizar programas voltados para o gerenciamento sistêmico, a nível local, de recursos hídricos; iii) recomendações de caráter urgente.

6 RESULTADOS

6.1 APRESENTAÇÃO DO CENÁRIO TESTEMUNHADO EM MONTE AZUL/MG

A situação presenciada durante a visita de campo a cidade de Monte Azul é preocupante, e demonstra o quanto os municípios do semiárido são vulneráveis a seca. Coloca a tona toda a falta de planejamento, culminando na execução de medidas onerosas e ao mesmo tempo paliativas, sendo implantadas de forma corriqueira.

O município de Monte Azul apresentou um déficit hídrico quanto ao abastecimento da sede e de outras localidades rurais devido ao esgotamento do reservatório utilizado para este fim. No entanto, não foi uma situação peculiar apenas desta cidade, sendo que no município de Mamonas verificou-se que o reservatório superficial também atingiu um nível crítico para abastecimento, no entanto as diferenças entre a

população abastecida e o manancial subterrâneo utilizado, de forma complementar, são favoráveis a cidade de Mamonas.

A captação de água para abastecimento do município de Mamonas é realizada no reservatório da barragem no rio Mamonas, sendo que a operação do sistema é realizada pela prefeitura municipal, e a área de drenagem desta unidade é muito menor quando comparada com a área de contribuição da barragem Tremedal. A solução empregada para complementação do abastecimento durante o período foi através de perfuração de quatro poços profundos na área de inundação do reservatório, cuja vazão de produção total foi expressiva de forma a atender a demanda da cidade.

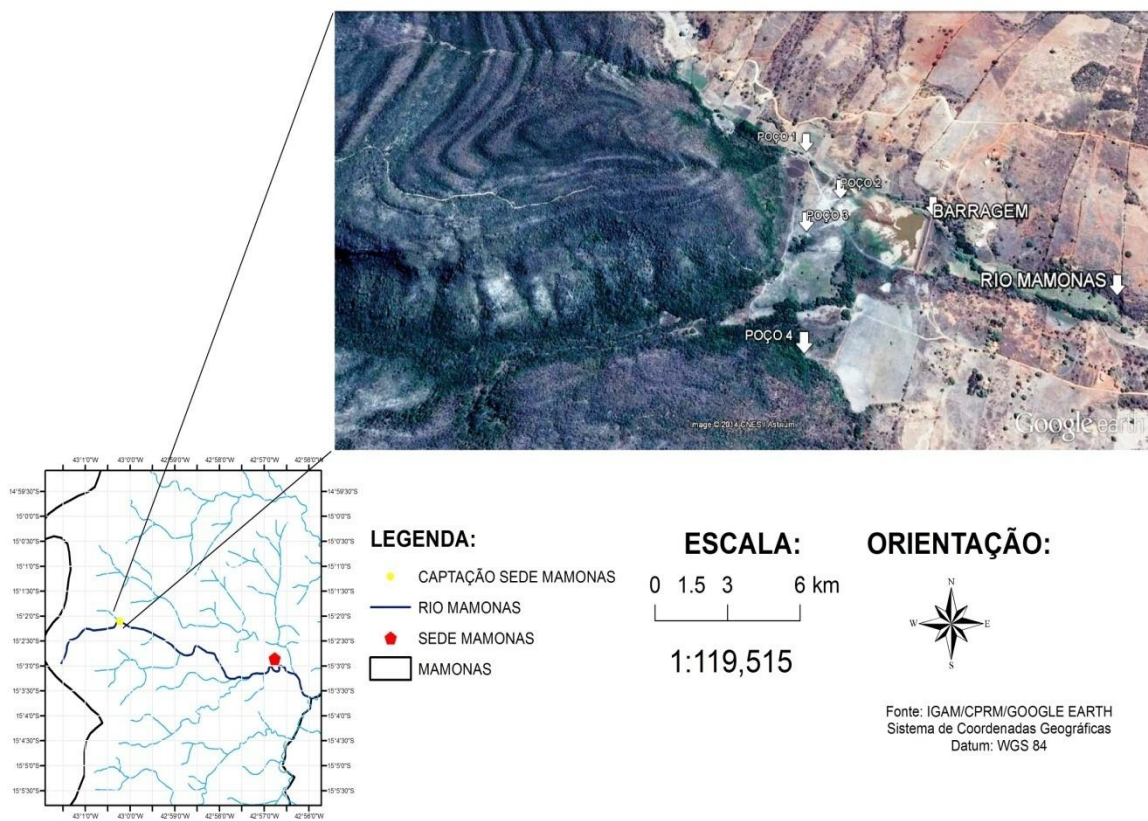


Figura 26 – Localização do ponto de captação de água superficial para abastecimento de Mamonas.

Fonte: elaborado pelo autor. Imagem do dia 7/09/2013.



Figura 27 – Vista da crista da barragem de Mamonas para o reservatório. Ao fundo, formação Serra Central.

Fonte: próprio autor. Imagem do dia 30/09/2013.

Já a cidade de Espinosa, uma das maiores dessa região apresentando uma população de 31.113 habitantes (IBGE, 2010), capta água no reservatório formado pela barragem do Estreito, na comunidade de mesmo nome, no leito do rio Verde Pequeno. O reservatório, conforme informação da CODEVASF possui um volume útil de 76 hm³. Apesar de o município apresentar uma população abastecida superior ao da cidade de Monte Azul, e o reservatório ser utilizado ainda para projetos de irrigação, no período o abastecimento da cidade não foi tão comprometido quanto o observado em Monte Azul.

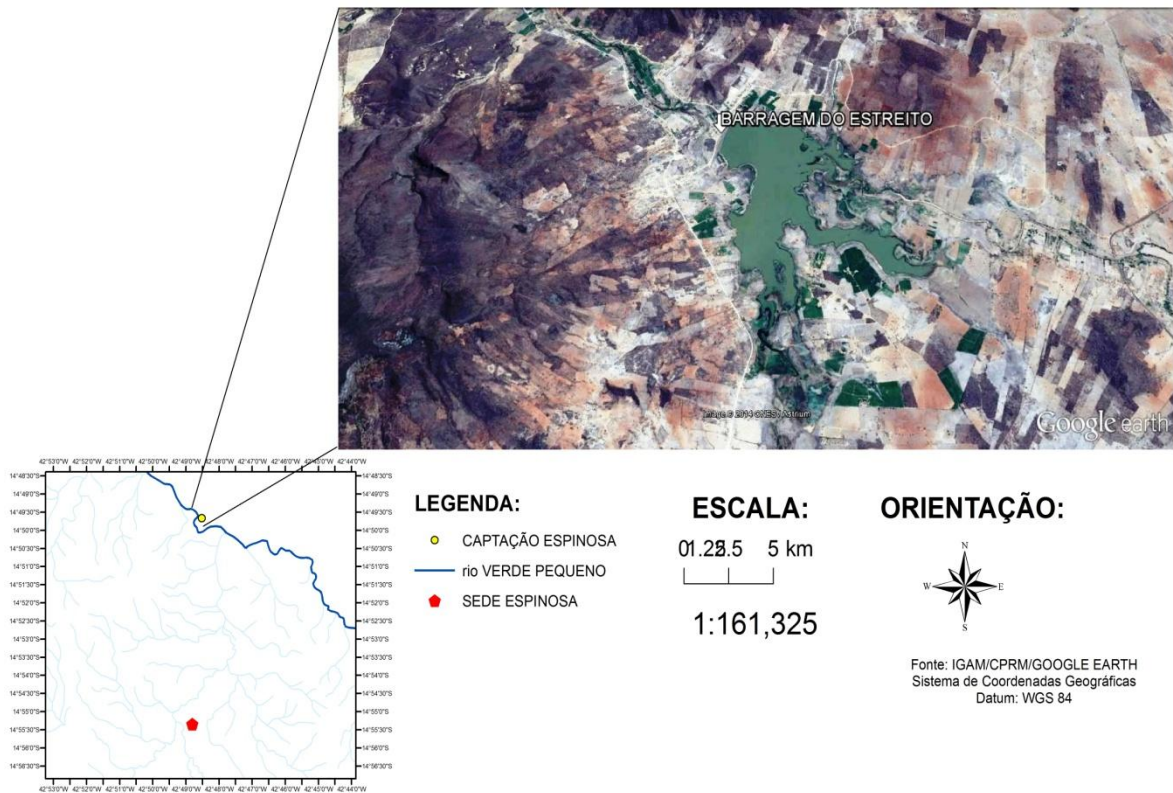


Figura 28 – Localização do ponto de captação de água para abastecimento da cidade de Espinosa.

Fonte: elaborado pelo autor. Imagem do dia 25/08/2013.

Em relação à cidade de Mato Verde, a captação de água para abastecimento é realizada, também, em manancial superficial. Neste caso, o barramento é feito através de uma enseadeira, uma vez que a obra de implantação da barragem ainda não foi iniciada por questões burocráticas. A captação atende, além da sede, também a área urbana do município de Catuti, distante cerca de 10 km da sede de Mato Verde. O nível do reservatório no período era baixo, no entanto atendia de forma racional as demandas de abastecimento das respectivas áreas urbanas.

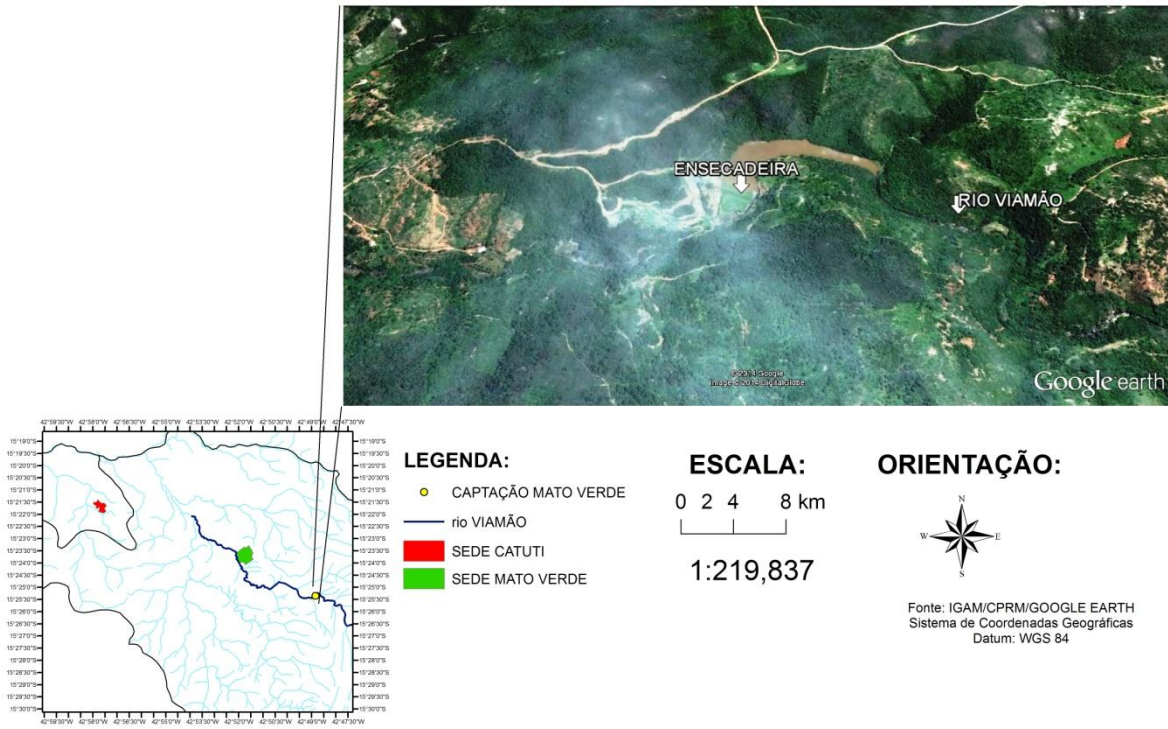


Figura 29 – Localização do ponto de captação de água para abastecimento de Mato Verde e Catuti.

Fonte: próprio autor. Imagem do dia 30/01/2013.



Figura 30 – Vista para o ponto de captação de água dos municípios de Mato Verde e Catuti.

Fonte: próprio autor. Imagem do dia 12/08/2013.

6.1.1 Condições do Sistema de Abastecimento de Água de Monte Azul

6.1.1.1 Sede

A captação de água para abastecimento da sede, e as localidades de Vila Angical, Rebentão e Pageu de Baixo é realizada em manancial superficial, no reservatório da Barragem Tremedal, implantada próxima a comunidade Vila Angical. A barragem foi construída pelo DNOCS, em 1992, possui um reservatório para armazenamento de água com volume útil de 1 hm³ e uma área de drenagem de 13.74 ha. O eixo da barragem foi locado em um ponto de confluência, segundo a COPASA, entre os rios Tremedal e Via Mão. No entanto, conforme consulta a base de dados do IGAM ⁵ e a prefeitura municipal constatou-se que está locada na confluência entre os córregos Angical e da Serra.

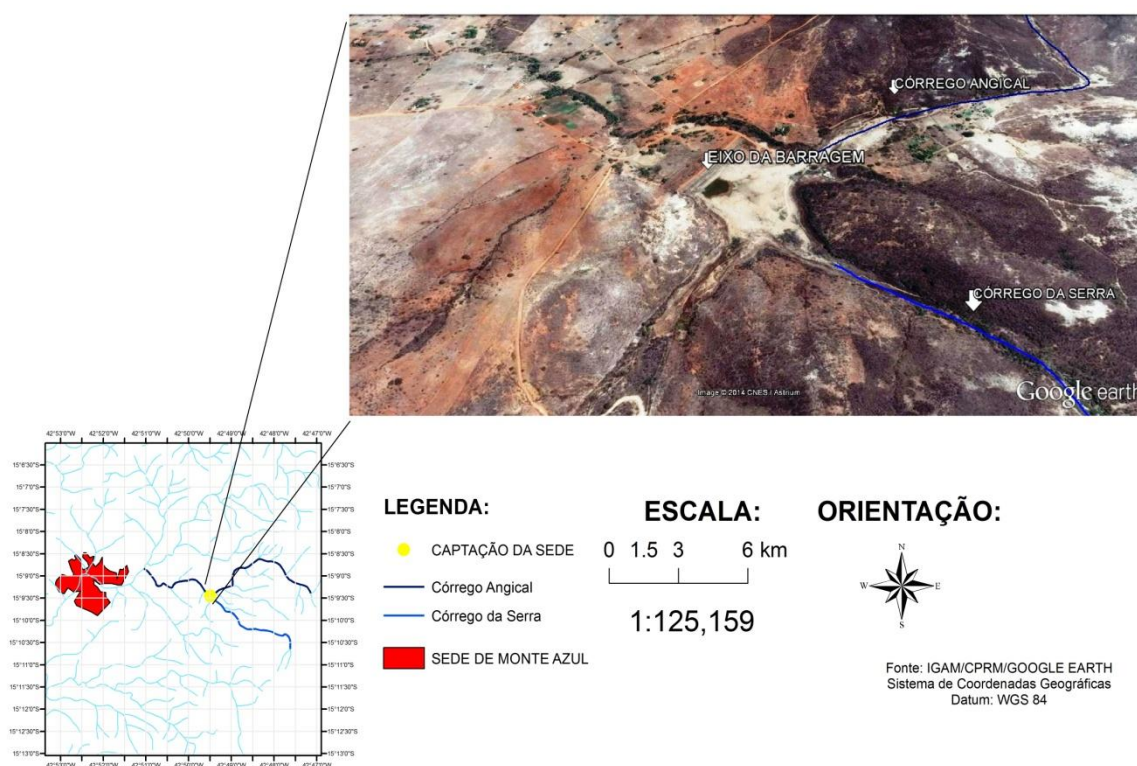


Figura 31 – Localização do ponto de captação de água superficial para abastecimento de Monte Azul.

Fonte: elaborado pelo autor. Imagem do dia 7/09/2013.

⁵ Consulta realizada no dia 02 de junho de 2014. Disponível em: <portalinfohidro.igam.mg.gov.br/mapas-e-bases-cartograficas/bases-cartograficas/ottocodificada/7739-hidrografia>.



Figura 32 – Vista da crista da barragem Tremedal para o reservatório.

Fonte: próprio autor. Imagem do dia 12/07/2013.

A captação de água no reservatório neste período encontrava-se paralisada, devido ao baixo volume, como pode ser comprovado na figura acima. De acordo com a COPASA a captação é realizada das 06h00min até as 22h00min, ou dependendo da demanda. Os dados apresentados por BRASIL (2010) mostram uma vazão de captação de 28 l/s.

As soluções empregadas pela companhia responsável pelo abastecimento, COPASA, foram a perfuração de dois poços profundos e captação de água tratada na cidade de Espinosa, ao Norte do município de Monte Azul. Conforme informações levantadas junto a COPASA os poços utilizados para complementar o abastecimento haviam sido perfurados há pouco mais de um ano e apresentaram uma vazão de 8 l/s e 5 l/s. No entanto, mediante o cruzamento das informações levantadas com os dados cadastrados junto ao SIAGAS e ao IGAM, a primeira observação que se faz é a não existência do pedido de outorga junto ao IGAM, até a presente data, considerando os processos publicados a partir do ano de 2008. Em relação ao SIAGAS, as coordenadas do

ponto de captação de cada poço obtidas em campo, comparadas com os poços cadastrados, considerando os deslocamentos devido às projeções (*datum*) utilizadas, sugerem que os mesmos estão descritos conforme relatórios denominados SEDE C12 e SEDE C13. Conforme o relatório de cada poço, o C12 foi perfurado no ano de 2008 e o C13 no ano de 2010, sendo que os testes de bombeamento foram executados, em ambos, no ano de 2010. A vazão de estabilização apresentada nos testes de bombeamento para o poço C12 foi de 5.5 l/s, e para o poço C13 foi de 4.8 l/s. Levando em consideração as incertezas das informações levantadas em campo, e que as informações constantes dos relatórios disponíveis no SIAGAS são coerentes com as obtidas, optou-se por trabalhar com as informações do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas - SIAGAS.

A unidade de tratamento é composta por uma ETA convencional, apresentando as seguintes etapas: medidor Calha Parshall, floculador, decantador, filtro e tanque de contato, existindo os processos de cloração e fluoretação. Conforme informação repassada pelo operador da ETA, a mesma possui uma capacidade de suporte para uma vazão de 35 l/s. Segundo dados do BRASIL (2010), a ETA apresenta uma capacidade de suporte de 40 l/s. O Estado de conservação dessa unidade apresenta necessidade de alguns reparos, pois foi constatado vazamentos na parede do tanque de contato, Figura 33, bem como em válvulas de registro, tipo gaveta, Figura 34. De acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico de 2008 (BRASIL, 2010) o sistema de Monte Azul apresenta um volume de perdas de até 20%.



Figura 33 – Vazamento existente na parede externa do tanque de contato.

Fonte: próprio autor. Imagem do dia 16/07/2013.

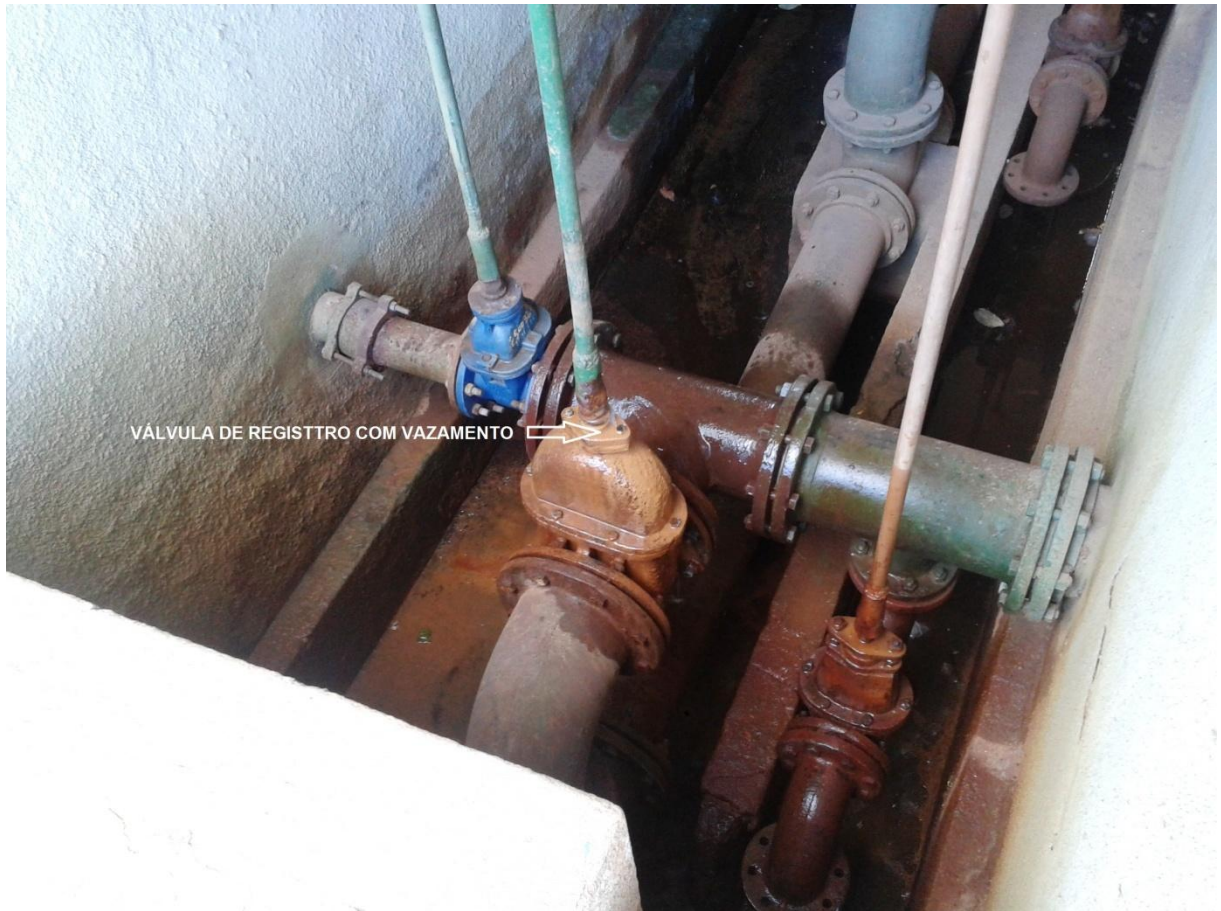


Figura 34 – Vazamento existente em órgãos acessórios da ETA.

Fonte: próprio autor. Imagem do dia 19/07/2013.

Através de uma estação elevatória de água tratada – EEAT a água é distribuída entre três reservatórios, todos de concreto: um elevado, com volume de 38 m³ utilizado para consumo interno e lavagem dos tanques; dois semi-enterrados, sendo um com volume de 570 m³ e outro com volume de 240 m³. Os reservatórios operam por gravidade, e a rede de distribuição possui um comprimento total de 52 km.



Figura 35 – Vista para a unidade de tratamento de água de Monte Azul.

Fonte: próprio autor. Imagem do dia 19/07/2013.

6.1.1.2 *Localidades rurais*

A distribuição espacial das localidades visitadas é apresentada na Figura 36 a seguir.

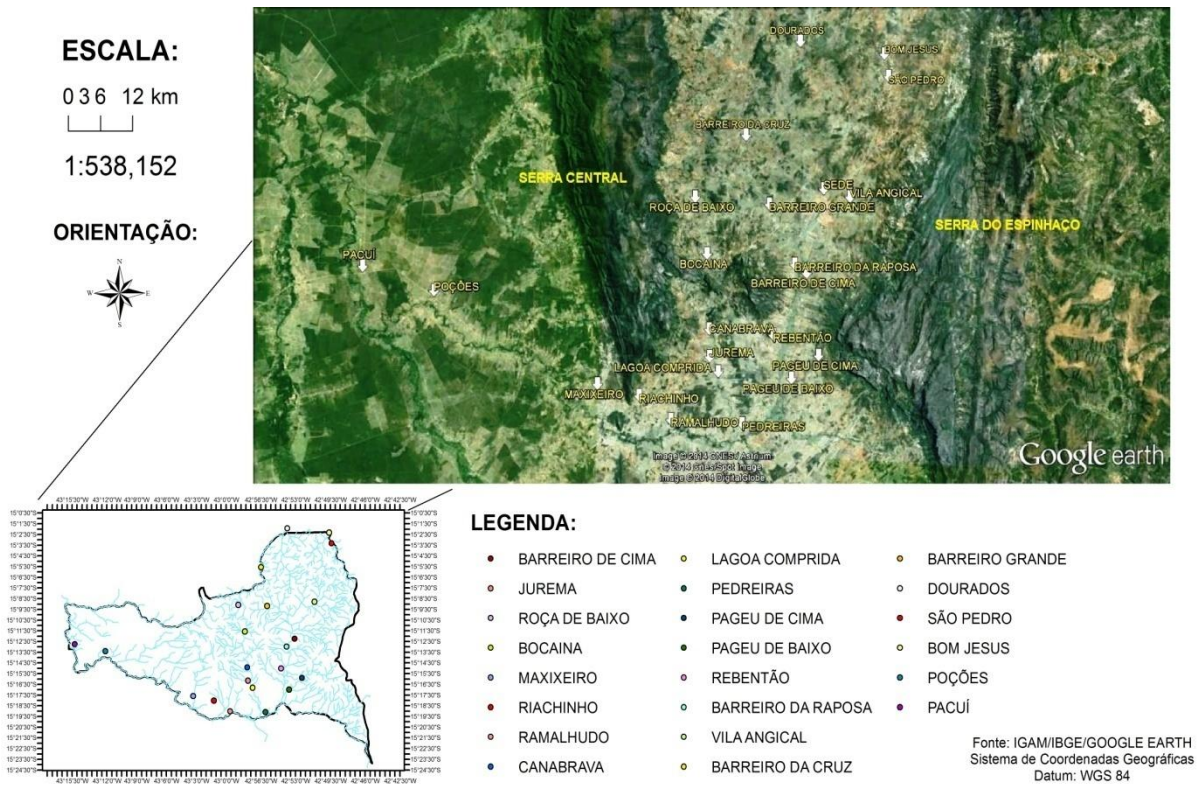


Figura 36 – Distribuição das localidades rurais visitadas.

Fonte: elaborado pelo autor. Imagem do dia 7/9/2013.

De modo geral, dezenove localidades visitadas possuem como fonte principal de captação de água, manancial superficial, sendo que apenas quatro captam água subterrânea para abastecimento. Todas as localidades visitadas eram abastecidas por caminhão pipa, através do Exército Brasileiro ou providenciados pela COPASA, a fim de complementar a demanda de água para consumo humano. A Tabela 2 a seguir apresenta de forma detalhada quais são as localidades rurais que captam água superficial ou subterrânea.

Tabela 2 – Localidades rurais que captam água superficial, subterrânea, e abastecidas através de caminhão pipa.

	Captação Principal		Abastecida p/ caminhão pipa
	Captação Superficial	Captação Subterrânea	
Nº Localidades	19	4	
Barreiro Grande		-	Sim
Rebentão		-	Sim
Pageu de Baixo		-	Sim
Vila Angical		-	Sim
Lagoinha		-	Sim
Barreiro de Cima		-	Sim
Barreiro da Raposa		-	Sim
Barreiro da Cruz		-	Sim
Bocaina		-	Sim
Bom Jesus		-	Sim
Canabrava		-	Sim
-		Dourados	Sim
Lagoa Comprida		-	Sim
Jurema		-	Sim
-		Maxixeiro	Sim
-		Pacuí	Sim
-		Poções	Sim
Pageu de Cima		-	Sim
Pedreiras		-	Sim
Ramalhudo*		-	Sim
Riachinho		-	Sim
Roça de Baixo		-	Sim
São Pedro*		-	Sim

Fonte: próprio autor.

O primeiro destaque é referente às localidades mais organizadas e populosas, citando Rebentão, Pageu de Baixo, Vila Angical, Canabrava, Pedreiras e Riachinho. Rebentão, Pageu de Baixo e Vila Angical, são abastecidas pelo SAA de Monte Azul, existindo micromedição em praticamente 100% das famílias, sendo que a última é praticamente um bairro da Sede de Monte Azul. Essas três localidades apresentam uma população abastecida total de 2.170 habitantes. Devido às condições topográficas o abastecimento de água na localidade de Vila Angical é realizado através de um *booster*.

As localidades de Canabrava, Pedreiras e Riachinho, estão situadas distantes da sede. Apresentam ruas pavimentadas, unidade básica de saúde, escolas, alguns comércios, praça central, igreja, quadra, sendo que em Riachinho e Pedreiras existe

micromedição e cobrança pelo uso da água. As três localidades apresentam uma população total de 1.736 habitantes, são abastecidas com água bruta captada no reservatório da barragem José Custódio, no rio Canabrava, na localidade de mesmo nome, sendo que durante o período da visita o abastecimento estava comprometido devido ao baixo nível do reservatório. Segundo dados do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Verde Grande (2011), a barragem iniciou sua operação em 1993, possui um volume útil de 2.3 hm³, a responsabilidade pela operação é da prefeitura municipal, e as suas finalidades são para abastecimento humano, dessedentação de animais e irrigação. Apresenta uma vazão residual de 0.031 m³/s.

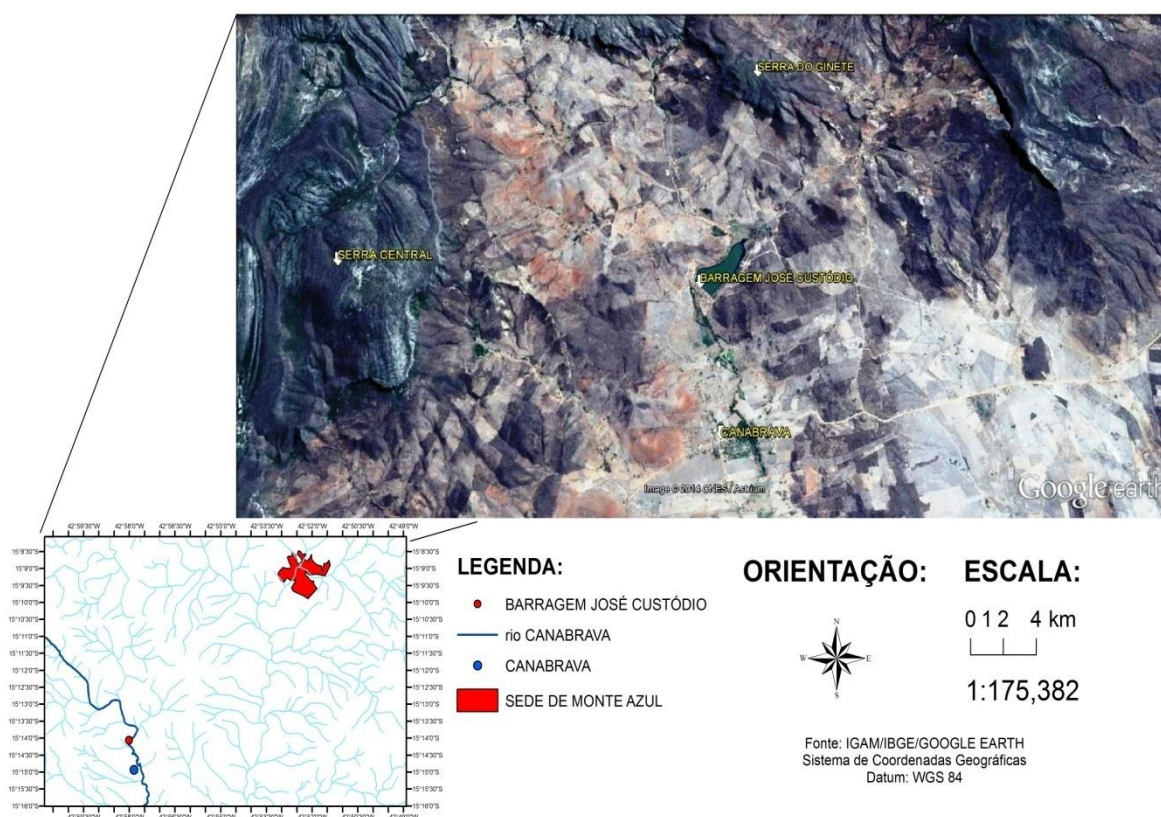


Figura 37 – Localização da barragem José Custódio, localidade de Canabrava.

Fonte: elaborado pelo autor. Imagem do dia 7/9/2013.



Figura 38 – Vista para o reservatório da barragem José Custódio, localidade de Canabrava.
Ao fundo fisiografia da Serra do Ginete.

Fonte: próprio autor. Imagem do dia 16/7/2013.

Apresentando uma população total de 273 habitantes, as localidades de Lagoinha e Barreiro da Raposa, por estarem situadas no mesmo trajeto da localidade de Rebentão, também são abastecidas pelo SAA da sede.

As localidades de Maxixeiro, Pacuí e Poções, são as localidades mais distantes e que apresentaram o pior cenário. Todas realizam captação em poço profundo e a qualidade da água bruta não favorece ao consumo humano, água salobra, portanto é direcionada para dessedentação de animais, irrigação e outros fins. Na localidade de Poções, foi implantada uma unidade de tratamento de água, um equipamento dessalinizador, mas devido à falta de manutenção o mesmo encontrava-se inutilizado. A população total envolvendo essas três localidades é de 1.467 habitantes.



Figura 39 – Dessalinizador inutilizado na localidade de Poções devido à falta de manutenção.

Fonte: próprio autor. Imagem do dia 11/7/2013.

As localidades de Ramalhudo e São Pedro, apesar de estarem representadas na Tabela 2, não possuem uma fonte de captação principal, sendo que o abastecimento é realizado exclusivamente pelos caminhões pipa e através de cisternas para armazenamento de água de chuva. Em ambas as localidades, o abastecimento era realizado em poço profundo, que no momento da visita estavam completamente explotados.

Percebeu-se que a existência de cisternas para armazenamento de água de chuva é vinculada as famílias declaradas de baixa renda, e situadas em localidades menos favorecidas, sendo que em alguns casos atenderam a quase 100% das famílias, como por exemplo, em São Pedro, e em outros, não foi observado nenhuma cisterna, como é o caso da localidade de Vila Angical.

A existência de uma fonte de captação de água principal não significa que outras formas de obtenção não são utilizadas. Pode-se dizer que a segunda forma mais utilizada para se obter água é através da abertura de poço raso (cisternas), e poço profundo. Na localidade de Dourados, por exemplo, o número observado de poço profundo é expressivo, sendo que em algumas residências foi detectado mais de um poço, no entanto, outros

diversos poços encontravam-se completamente secos e com vazões muito pequenas. Na comunidade de Barreiro Grande observou-se a existência de barraginhas escavadas no solo. Próximo a localidade de Roça de Baixo, conforme informações da Secretaria Municipal de Meio Ambiente existe uma nascente situada no Parque Estadual Caminho das Gerais que abastece além da localidade citada, da comunidade de Barreiro da Cruz, outras 14 localidades, de Monte Azul e Mamonas.

6.1.2 Instrumentos de gerenciamento de recursos hídricos efetivos no município e cadastro dos usuários de recursos hídricos

De acordo com o IGAM, o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Verde Grande foi concluído no ano de 2011 com um horizonte de alcance até o ano de 2030. O plano apresenta de forma geral, diretrizes e prioridades para o incremento da disponibilidade hídrica da bacia, dando ênfase as áreas alvo de projetos de irrigação. O recorte da bacia hidrográfica do rio Tabuleiro não é abordado de forma objetiva face ao cenário de desabastecimento.

O enquadramento dos corpos hídricos superficiais foi aplicado aos principais rios. Conforme Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Verde Grande (2011), o rio Verde Grande apresenta trechos enquadrados na classe 2 e 3, o rio Gorutuba, classe 1, 2 e 3, rio Pacuí classe 2, e Verde Pequeno, classe 1 e 2 (Figura 40). A cobrança pelo uso da água ainda não foi efetivada na bacia hidrográfica do Verde Grande. Não existe um sistema de informações específico da bacia, sendo a fonte principal de informações o site institucional do comitê do Verde Grande.

foram deferidos na SF10, ou seja, todos os pedidos solicitados para captação subterrânea. Em relação à captação superficial apenas quatro processos de outorga foram deferidos, sendo que nenhum usuário do município de Monte Azul solicitou a outorga. O SIAGAS apresenta cento e três poços cadastrados, entre, apenas equipados ou operantes no município.

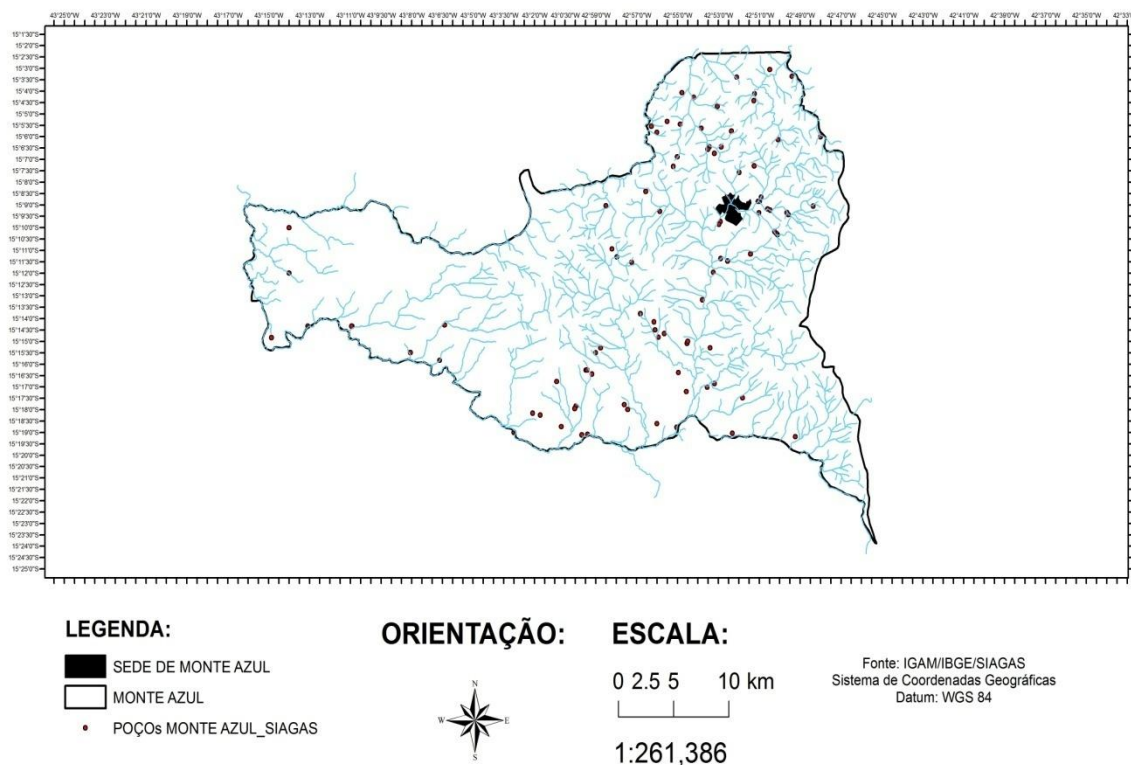


Figura 41 – Localização dos poços cadastrados junto ao SIAGAS do município de Monte Azul/MG.

Fonte: elaborado pelo autor.

6.1.3 Áreas de Preservação Permanente

As matas ciliares nem de longe apresentam a extensão mínima exigida por Lei. Em alguns trechos da hidrografia não existe vegetação nativa, sendo observada apenas a presença de gramíneas.



Figura 42 – Exposição do solo em trecho de mata ciliar do córrego Angical, montante da área urbana.

Fonte: próprio autor. Imagem do dia 15/07/2013.

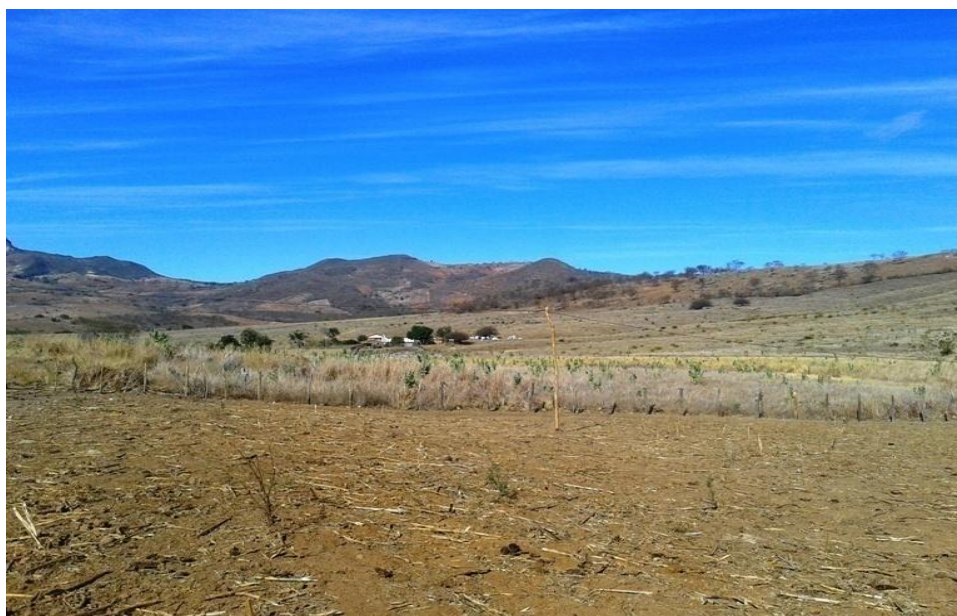


Figura 43 – Vegetação escassa em topos de morro, substituída por atividades antrópicas. Comunidade Barreiro Grande, vista para encostas próximas a formação Serra Central.

Fonte: próprio autor. Imagem do dia 15/07/2013.

Observou-se que a densidade da vegetação nos topos de morro, principalmente da Serra do Espinhaço no trecho compreendendo essa região, é muito esparsa, talvez devido à formação geológica. A vegetação é muito rala, sem a presença de árvores de grande porte ou mesmo uma vegetação densa, o que remete a importância da manutenção, plantio e conservação da vegetação nas áreas mais baixas, a fim de propiciar a recarga dos aquíferos. Já em relação a Serra Central, a vegetação é mais densa e imponente, talvez devido ao fato da existência da UC Parque Estadual Caminho das Gerais, o que contribuiu e contribui para a conservação dos biomas.



Figura 44 – Vegetação escassa em topos de morro. Vista da Comunidade Canabrava.
Fonte: próprio autor. Imagem do dia 15/07/2013.



Figura 45 – Trecho do rio Canabrava com existência de mata ciliar.

Fonte: próprio autor. Imagem do dia 15/07/2013.

7 DISCUSSÃO

7.1 AVALIAÇÃO DO CENÁRIO PRESENCIADO

7.1.1 Capacidade de atendimento a demanda

Conforme apresentado a área de estudo possui como fonte principal de captação de água para abastecimento o reservatório da barragem Tremedal. Diante da inexistência de dados de monitoramento da vazão fluvial iremos proceder a uma comparação entre a capacidade de suporte da ETA e a vazão de demanda da população abastecida atualmente, a fim de verificar qual a sua relação com o cenário observado.

A população da sede do município de Monte Azul apresentada, conforme IBGE (2010) foi de 12.418 habitantes. O Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil (2013) apresentou uma taxa de crescimento populacional para o município de -0.8% entre os anos 2000 e 2010. Essa taxa negativa talvez reflita mais sobre a população rural, sendo que para fins de verificação trabalhou-se com a população urbana de 2010 acrescida da população total abastecida nas localidades de Rebentão, Pageu de Baixo, Vila Angical, Lagoinha e

Barreiro da Raposa, de 2.443 habitantes. Portanto, para o cálculo da vazão de projeto utilizou-se a população de 14.861 habitantes.

Neto (2003) apresentou em seu estudo valores para a cota per capita de diversos municípios mineiros, entre eles, Grão Mogol e Salinas. Para a cidade de Grão Mogol a cota per capita, sem considerar perdas no sistema, obtida foi de 91.2 L/hab.dia, sendo que para a cidade de Salinas a cota per capita foi de 133.8 L/hab.dia. Considerando perdas no sistema de abastecimento de água, Grão Mogol apresentou um consumo per capita de 132.6 L/hab.dia, e Salinas 164.9 L/hab.dia. Schwartzman (2007) cita que “captações equivalentes a 5,0 L/s são suficientes para o abastecimento de uma população de aproximadamente 1.800 habitantes, considerando-se o consumo médio distribuído de 135 L/ habitante x dia”.

Von Sperling (1996) apresenta valores para consumo per capita na faixa de 110-180 L/hab.dia, classificando o porte da localidade como pequena (população entre 10.000 – 50.000 habitantes). Portanto iremos considerar o valor de 157 L/hab.dia, obtido através da média ponderada entre os valores apresentados para as cidades de Grão Mogol e Salinas, considerando perdas no sistema, o valor apresentado por Schwartzman (op. cit.), e 170 L/hab.dia, referente à faixa apresentada por Von Sperling (op. cit.).

Os valores de k_1 e k_2 utilizados de forma usual para a obtenção da vazão doméstica máxima são 1.2 e 1.5, respectivamente (VON SPERLING, op. cit.). Sendo assim, a vazão doméstica máxima é apresentada a seguir.

$$Q_{DMáx} = 14.861 \times 157 \times 1.1 \times 1.5 / 86.400$$

$$Q_{DMáx} = 44.56 \text{ L/s}$$

Considerando que o SAA existente foi implantado, no mínimo, há mais de vinte anos, o horizonte de projeto pode ter sido extrapolado, e as melhorias necessárias para adequação do sistema as peculiaridades locais e ao aumento da demanda não foram implantadas. Considerando que existam perdas mínimas na unidade de distribuição e de tratamento, conforme constatado, a vazão de suporte da ETA apresentada já não é capaz de atender a vazão doméstica máxima obtida, equivalente a 44.56 L/s.

De acordo com Matallo Jr. (2001 citado por MMA, 2007), o limite de densidade demográfica crítico para as áreas susceptíveis à desertificação é de 20 hab/km². Percebe-se que esse valor é extrapolado pela densidade populacional de Monte Azul, que é de 22.12 hab/km².

Essas constatações implicam que o volume armazenado no reservatório da barragem Tremedal não é suficiente para atender a demanda, que por sua vez é crescente frente às mudanças climáticas. Para Adam & Collischonn (2013) um dos principais efeitos das mudanças e variabilidade do clima se faz sentir nos escoamentos gerados nas bacias hidrográficas. Portanto é imprescindível o estudo destes impactos para o adequado gerenciamento dos recursos hídricos. Conforme Jiang et al. (2004) no âmbito de bacia hidrográfica a abordagem mais comum para estimar impactos de mudanças climáticas é avaliar como as anomalias de precipitação e de temperatura, ou seja, o aumento/diminuição destas variáveis, devido a variações de clima, pode afetar o regime de vazão dos rios, uma vez que a precipitação esta diretamente relacionada ao escoamento de uma bacia hidrográfica e a temperatura relaciona-se a evapotranspiração e ao balanço hídrico.

O fato de que a demanda é alta na localidade pode ser comprovado, ainda, se considerarmos que a população da sede tenha crescido no período de 2010 a 2013, e enfatizando a contribuição complementar dos dois poços profundos perfurados pela COPASA, que mesmo assim se fez necessário a captação de água em outras cidades. MMA (2007) cita que no cristalino do semiárido a maioria dos poços apresentam vazões entre 1 e 3 m³/h, além de elevado conteúdo salino. Já Tucci & Cabral (2003 citado por MONTE-MOR, 2012) diz que “em rochas cristalinas, em regiões úmidas, com espesso manto de alteração, as capacidades específicas variam entre 1 e 5 m³/h.m⁻¹; já no domínio de rochas cristalinas do semiárido, as capacidades específicas são inferiores a 1 m³/h.m⁻¹”.

Portanto, pode se concluir que este critério tem alta influência no cenário presenciado no município, demonstrando que sem o correto planejamento o abastecimento de água pode ser comprometido de forma drástica.

7.1.2 Condições do Sistema de Abastecimento de Água

Segundo SILVA et al. (1998 citado por NETO, 2003), a experiência técnica na área indica que, em termos de volume perdido, a maior incidência ocorre nas tubulações da rede distribuidora. De forma semelhante, estudo realizado pela Organização Mundial de Saúde – OMS, e que originou um documento sobre a evolução mundial do abastecimento de água no ano 2000, cita que a maior parte da água não contabilizada deve-se às perdas físicas no sistema de distribuição (OMS, 2003).

O município apresenta um volume de perdas inferior a 20%, mas dentro dos padrões avaliados de forma geral, sendo que, não se sabe se para a região semiárida é um valor aceitável, ou não. Talvez, perdas menores que 20% possam ter uma influência

significativa na disponibilidade de água. Portanto, não se pode afirmar que é um volume de perdas aceitável sendo que essas não são mensuradas, e principalmente devido ao fato de não saber até que ponto esse baixo volume de perdas deve ser levado ou não em consideração em ambientes semiáridos.

Outro fator instigante é devido ao tempo de implantação do SAA. Foi constatado que as devidas manutenções não são aplicadas a fim de contribuir com um mínimo possível de perdas, existentes na unidade de distribuição e constatadas também na unidade de tratamento. Uma vez que uma das unidades integrantes da ETA é composta por filtros, a falta de manutenção e adequação dessa unidade pode acarretar em excesso de lavagens desses filtros. Conforme enfatizado por Heller e Pádua (2010), com o passar do tempo pode existir uma sobrecarga de sólidos nos filtros, que em decorrência disso, irão se colmatar rapidamente, exigindo lavagens frequentes do meio filtrante, com gasto excessivo de água, água esta, que poderia ser direcionada para o abastecimento da população.

Pode-se considerar que a este critério tem média influência no cenário, no entanto, podendo ser elevado para alta influência, caso exista uma investigação dos reais volumes de perdas no sistema comparando com a população que poderia ser abastecida com este volume. Fato é, que por se tratar de uma região semiárida as perdas devem ser as mínimas possíveis, não podendo ser levado em consideração um critério que aborda de forma geral outras regiões hidrográficas brasileiras.

7.1.3 Soluções de abastecimento de água

A solução empregada para abastecimento da área urbana é a mais indicada devido às características serem favoráveis a sua implantação e operação. No entanto, a universalização do abastecimento de água, tendo em vista todo o município, está longe de ser alcançada.

As soluções mais utilizadas para abastecimento das localidades rurais são de caráter emergencial e individual, sendo que, apenas três localidades são abastecidas com água tratada, e mesmo assim, por estarem próximas a área urbana. As soluções predominantes para abastecimento das localidades rurais são as cisternas para armazenamento de água de chuva e poços profundos. No entanto, Schwartzman (2007) concluiu em seu trabalho que “os projetos de captação de água de chuva e construção de cisternas são ainda notoriamente frágeis quanto à sustentabilidade requerida em seus aspectos de manutenção da qualidade das águas e manutenção das unidades construídas.” Para Costa & Cirilio (2010) as falhas na concepção dos sistemas de abastecimento ou no

dimensionamento e escolha de tecnologias alternativas demonstram, muitas vezes, o desconhecimento das peculiaridades da região semiárida. Em decorrência disto, o desenvolvimento de metodologias para análise da viabilidade de implantação e avaliação das tecnologias já implantadas é essencial para subsidiar órgãos gestores na tomada de novas decisões.

Conforme apresentado, Bicudo et al. (2010) argumentaram que a adoção de infraestruturas hidráulicas combinadas é uma ação necessária a fim de mitigar a problemática da água no semiárido. Este fato é observado, no entanto de forma desprovida de cuidados relativos à manutenção dos equipamentos e estruturas, e monitoramento dos mananciais. Ou seja, não garantem o suprimento de água nos períodos mais críticos, pois não são operadas e mantidas de modo a promover benefícios a população (MEDEIROS et al., 2011).

O reservatório da barragem José Custodio possui um volume útil maior que o dobro da barragem Tremedal, e pode ser utilizado de forma complementar para o abastecimento da área urbana, e as localidades atualmente abastecidas, bem como para universalizar o abastecimento para as localidades próximas à barragem José Custódio, desde que, haja um estudo compatível com a finalidade, e que medidas de revitalização da estrutura sejam adotadas. O estudo de viabilidade para locação de novos barramentos, principalmente para a região de estudo, também foi abordado pelo Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Verde Grande (2011), tendo sido verificado que algumas regiões da bacia, especialmente dos afluentes da margem esquerda do Médio Verde Grande, e afluentes da margem direita do Médio e Baixo Gorutuba, não apresentavam alternativas de incremento da oferta hídrica, o que justifica a realização de estudos de novos eixos para barramentos.

O Plano de Recursos Hídricos da Bacia do rio São Francisco (2004), assim como, mais tarde o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Verde Grande (2011) apontaram como uma medida a fim de incrementar a disponibilidade hídrica na bacia, a importação de água da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha, através da adução de água em barragem a ser construída no rio Congonhas. No entanto, essa solução não será capaz de atender a todos os usuários, principalmente os situados na região do Médio e Baixo Gorutuba, uma vez que, “a transposição da barragem do rio Congonhas tem como finalidade incrementar a oferta hídrica, de modo a atender parte da demanda de abastecimento público de Montes Claros e alguns usos agrícolas” (PLANO DE RECURSOS HIDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE, 2011).

Em se tratando de poços profundos para abastecimento das localidades rurais, em termos de qualidade e quantidade os resultados não são satisfatórios, e os equipamentos, quando empregados, para tratamento da água são desprovidos da manutenção adequada. Portanto, a população rural é atendida com água que não condiz com os padrões de potabilidade exigidos por Leis compatíveis, e não atende a Lei nº 13.199/1999 quando observado o Art. 4º, inciso I.

Além da maioria dos poços apresentarem baixa vazão de produção, a qualidade da água em muitos casos não atende a finalidade de consumo humano. Souza et al. (2013) concluíram que as águas subterrâneas na região pertencente ao aquífero Bambuí, no Norte de Minas Gerais, podem ser consideradas inadequadas para fins de consumo humano em 87% dos poços avaliados, sendo que 64% apresentaram águas inadequadas por aspectos organolépticos, exclusivamente. Para outros usos: 75% de amostras de água de poços foram inadequadas para recreação, 32% para irrigação e 23% para fins de irrigação. Souza (2013) demonstrou através do monitoramento da qualidade da água captada através de poço profundo na cidade de Monte Azul que o limite legal, conforme Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914/2011 para o parâmetro Chumbo, foi ultrapassado em até 48 vezes nas amostragens.

As soluções disponíveis para o abastecimento humano estão sendo empregadas no semiárido, mas de forma desordenada, e acabam não sendo eficazes no que tange a convivência da população com a seca. A universalização do sistema de abastecimento de água apenas se tornará realidade quando o planejamento das ações se tornarem uma ferramenta sistêmica pelos projetistas e tomadores de decisões. Portanto, conclui-se que este critério possui alta influência com o cenário observado, principalmente devido ao fato de que as medidas são aplicadas de forma paliativas, sem qualquer parâmetro para monitoramento, fiscalização e controle da efetividade dessas ações.

7.1.4 Instrumentos de gestão efetivos no município

Dos instrumentos citados por Schwartzman (2007) como os mais utilizados, sendo eles, o Plano de Recursos Hídricos, o enquadramento e a outorga, talvez na área de estudo o que menos tem efetividade é o enquadramento. A outorga de direito de usos dos recursos hídricos é pouco utilizada e o critério adotado para sua análise, a $Q_{7,10}$, para a região semiárida, talvez não seja o mais adequado. Essa adequação foi alvo de questionamento por parte do Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Verde Grande, quando em 2008 através da Deliberação nº 27/2008 que “dispõe sobre o estabelecimento de prioridades

para a outorga de direitos de usos dos recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do rio Verde Grande”, em seus ditames adotaram-se outros critérios de vazão, tais como, Q_{75} , Q_{85} , e Q_{95} , para liberação de outorga considerando o período de estiagem, uma vez que a demanda nesse período é superior as vazões dos cursos hídricos.

O Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Verde Grande apresenta uma ênfase maior relativo aos projetos de irrigações existentes na SF 10. Por um lado, chega a ser compreensível, pois estes contribuem para a geração de emprego, renda e produção de alimentos, no entanto, por outro lado o que se é observado in loco é uma disparidade relevante referente à disponibilidade de água entre as micro-bacias da SF 10. O Plano argumenta, ainda, que referente à outorga, dado o quadro crítico de utilização da disponibilidade hídrica superficial, considera-se que a utilização de percentuais associados às vazões da $Q_{7,10}$ não se justifica face ao cenário de utilização plena das águas superficiais. Sendo assim, propõe-se a utilização integral da água, segundo as respectivas vazões de referência já adotadas, respeitando a dominialidade dos corpos hídricos.

Ainda sobre o Plano, este apresenta algumas ações voltadas para a educação ambiental, talvez um dos pontos chaves para o sucesso das medidas adotadas no semiárido. No entanto, a execução do programa de comunicação social, educação e conscientização ambiental em recursos hídricos do Plano não foram detectadas em campo. Entende-se que a partir do momento que este tema for tratado de forma sistêmica pelos diversos agentes, a população passará a valorizar mais o meio ambiente contribuindo para o incremento da disponibilidade hídrica.

Outro ponto chave abordado no Plano, e que não se observou em nenhuma das cidades visitadas, é o programa de redução e combate a perdas em sistemas de abastecimento de água. O Plano apresentou como meta a redução, até o ano de 2015, para o patamar de 210 litros por ligação por dia, ou seja, esta informação tende a relevar ainda mais o critério “condições do sistema de abastecimento de água”, quando considerado que este teria média influência no cenário vivenciado, pois, pela lógica, se entende que o volume, hoje, de perdas é superior a 210 litros por ligação por dia.

Por fim, citando que o instrumento de cobrança ainda não foi implantado na UPGRH SF 10, a análise deste critério nos remete a conclusão de que este apresenta uma forte relação com o momento verificado na bacia do córrego Tremedal, principalmente no que tange a efetiva participação dos municípios ali presentes, o que é notado mediante a ausência de seus representantes em atas divulgadas no portal do Comitê da Bacia

Hidrográfica do rio Verde Grande, e no Anexo I do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Verde Grande.

7.1.5 Conhecimento sobre os usuários de recursos hídricos

Nenhuma das localidades visitadas está situada a montante da barragem Tremedal, sendo que as localidades de Pedreiras, Ramalhudo, Maxixeiro, não abastecidas pelo SAA da sede, estão à jusante da barragem e de alguma forma são afetadas diretamente pelo barramento, uma vez que não existe vazão residual. No entanto, através de visualização de imagens de satélite é possível verificar a presença de famílias a montante da barragem, podendo existir a possibilidade de pequenos barramentos e/ou captações, não regularizados, construídos no leito do córrego da Serra, com a finalidade de consumo humano, dessedentação de animais e pequenos cultivos. Não foi observada a presença de áreas irrigáveis.

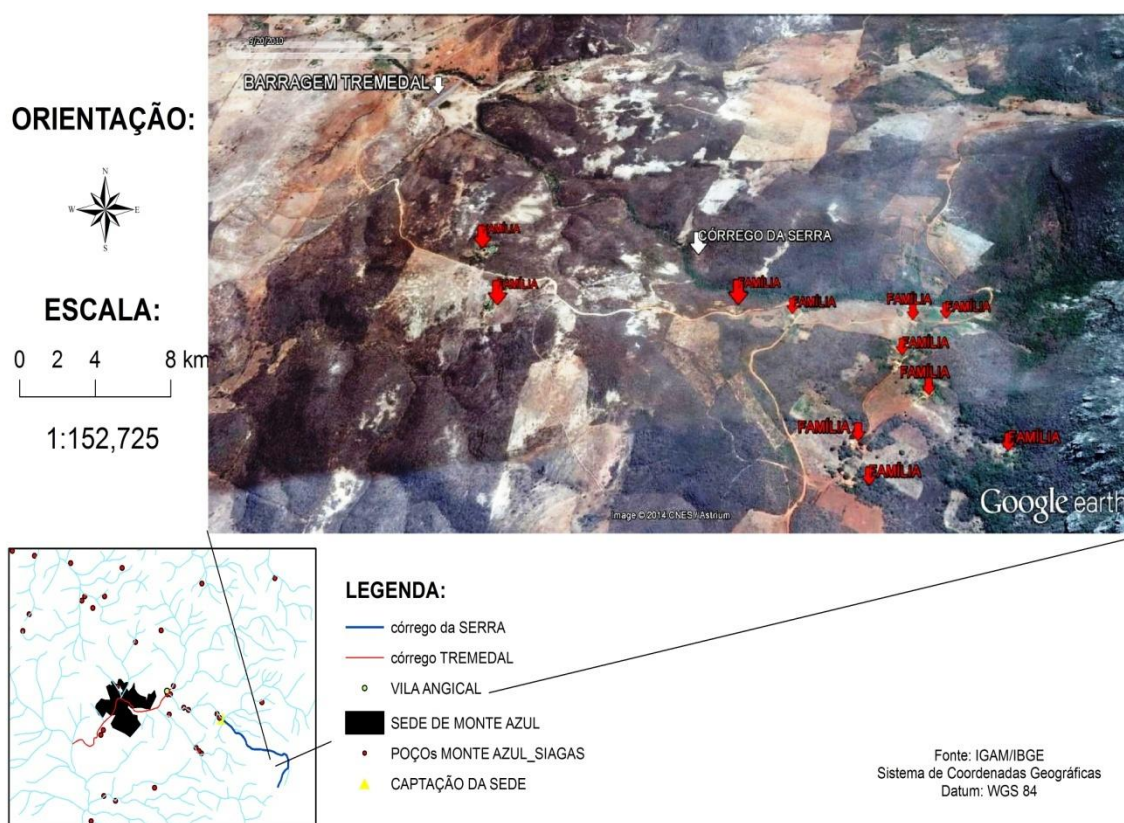


Figura 46 – Usos a montante da barragem Tremedal.

Fonte: elaborado pelo autor. Imagem do dia 18/07/2013.

Em campo pode-se observar que a falta de informação sobre os usos existentes a montante e jusante da barragem é um fator complicador, pois não se pode ponderar de que forma os usos de montante afetam o abastecimento da sede, e por sua vez, de que forma a barragem afeta os usuários de jusante. O que se percebeu é que existem diversos usuários não cadastrados utilizando-se de recursos hídricos, sendo que a competição e o espírito individualista são predominantes, o que pode comprometer a oferta, em quantidade e qualidade, da água para os diversos usuários. Euclides et al. (2008) ao argumentar que a bacia do rio Verde Grande apresenta os menores índices de vazões mínimas, cita como um provável motivo, a influência de eventuais regularizações e/ou usos consuntivos não cadastrados nos dados observados das estações fluviométricas existentes na bacia.

A falta de conhecimento dos usuários de recursos hídricos é o primeiro passo para o desencadeamento de conflitos entre usuários, e por se tratar de uma região de escassez de água, o Plano de Recursos Hídricos da Bacia do rio São Francisco (2004) apontou a Bacia Hidrográfica do rio Verde Grande como uma das principais áreas onde ocorrem conflitos de grande relevância. Dentre os motivos prováveis para os conflitos, citados pelo Plano, tais como, agricultura irrigada, geração de energia, abastecimento humano, diluição de efluentes, manutenção dos ecossistemas, o preponderante na região de estudo é o abastecimento humano, muito influenciado pela escassez de água, do que o abastecimento em si.

Schvartzman (2007) aponta que as chances de sucesso, na implantação de qualquer sistema de captação de água, são muito maiores se os usuários e os grupos comunitários estiverem envolvidos desde o início do planejamento. Portanto, o trabalho de cadastramento dos usuários, a montante e jusante, de qualquer SAA deve ser uma atividade constante a fim de manter o conhecimento atualizado sobre os usos, de forma a compatibilizar a disponibilidade hídrica com as demandas. Sendo assim, considera-se que este critério tenha média influência com o cenário avaliado, devido ao baixo número de usuários a montante do SAA observados.

7.1.6 Proteção das áreas de recargas

Por um lado, talvez seja até compreensível o nível de degradação presenciado, relativo à vegetação, devido à forte presença de famílias na área rural e a necessidade de se obter renda e alimentos. No entanto, demonstra o baixo nível de informação dos moradores e de conservação das áreas de recargas, e por se tratar de uma região semiárida, os métodos arcaicos de cultivos e irrigação, utilizados há anos, não podem mais

ser empregados, pois contribuem de maneira significativa para a desertificação da região. Para Schwartzman (2007) “a severidade da seca não depende somente da duração, intensidade e extensão geográfica, mas também das ações antrópicas sobre a vegetação e as fontes de recursos hídricos.”

Segundo MMA (2007) a determinação das áreas antropizadas é de extrema importância para o estudo da desertificação haja vista que este conceito está incorporado no próprio conceito de desertificação adotado pela Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação - UNCCD. Segundo esta Convenção, a alteração do ambiente pela ação humana é condição que intensifica a ação dos efeitos climáticos adversos que promovem degradação ambiental.

Segundo Gunter (2002), dois aspectos típicos da cobertura do solo podem ser distinguidos na avaliação das regiões semiáridas: a vegetação ser uniformemente distribuída, ou seja, caracterizada por uma cobertura contínua, mas escassa; e a vegetação ser heterogeneamente distribuída sem cobertura contínua, mas com distintas manchas de vegetação, intercaladas por manchas de solo nu.

Verificou-se que a vegetação mais densa, homogênea, está situada nos topos de morro da Serra Central, provavelmente devido à influência do Parque Estadual Caminho das Gerais. Nas áreas planas da região, a paisagem natural foi suprimida ou substituída por cultivos, e as matas ciliares, de uma forma geral, não são preservadas e respeitadas seu limite legal. O pior cenário foi presenciado nas áreas da região da Serra do Espinhaço, onde a distribuição da vegetação é bastante irregular e não possui uma cobertura contínua. Para Monte-Mor (2012) uma das características das áreas semiáridas que afeta a evapotranspiração é a escassez de sua cobertura vegetal. De acordo com Ceballos et al. (2002), no caso de um solo com cobertura vegetal mínima, as taxas de evapotranspiração são controladas não só pela temperatura do ar e pela umidade, mas também pelas características físicas do solo, especialmente sua textura.

A cobertura vegetal esta diretamente ligada ao ciclo hidrológico, portanto “o porte da cobertura vegetal pode ser caracterizado, ainda, como outro condicionante, pois retém umidade, reduz a evapotranspiração do solo e bloqueia a insolação direta no solo, diminuindo também a atuação do processo erosivo” (GONÇALVES; MOLLERI; RUDORFF, 2004 citados por CEPED, 2011).

FAO (1987) diz que apesar das secas serem em grande parte devido a eventos naturais, que ocorreram no passado e certamente ocorrerão no futuro, algumas respostas podem ser dadas com o conhecimento que se possui atualmente de técnicas de

reflorestamento, conservação dos solos e gerenciamento dos recursos hídricos. Além da preservação e conservação da vegetação, da alteração dos métodos de cultivo e irrigação, do replantio de espécies nativas, a criação de uma Unidade de Conservação, observando a categoria que mais se adéque ao cenário local, tendo como enfoque a área da Serra do Espinhaço, pode ser uma alternativa altamente positiva.

A exposição do solo contribui ainda para a perda excessiva de umidade durante a seca. De acordo com Monte-Mor (2012), esse fator, aliado as crostas do solo e suas variações nas características, pode contribuir para um estado seco muito desordenado, referente ao padrão de umidade.

Outro fator importante alertado por Souza (2013), em climas semiáridos, é que “as altas taxas de evaporação da água tendem a enriquecer o solo com os solutos, ao longo do tempo, potencializando o risco de salinização”. “A salinidade também é um fator limitante ao uso na agricultura, impactando os solos e o desenvolvimento das plantas” (LIMA et al., 2010; HUSSEIN et al., 2012).

De acordo com Ceballos et al. (2002), o conhecimento preciso dos processos que afetam a disponibilidade de água no solo em paisagens semiáridas é essencial devido à sua forte sensibilidade, às alterações ambientais e porque a capacidade de retenção de água no solo pode ser tomada como um bom indicador de qualidade do solo.

“A evolução espacial e temporal da umidade do solo é controlada por vários fatores” (MONTE-MOR, op. cit.). Para Robinson et al. (2008), a topografia e a posição do relevo são dominantes durante os períodos úmidos, enquanto os aspectos da declividade, da vegetação, da textura e da estrutura vertical são mais importantes nos períodos secos. Ou seja, diante das argumentações apresentadas, a devastação da vegetação verificada *in loco* pode ter uma alta influência com o momento da região hidrográfica em estudo.

7.2 PAPEL DO MUNICÍPIO NO ATUAL MODELO DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

O modelo brasileiro de gestão de recursos hídricos adota a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão, “ao contrário de serem adotadas unidades de caráter político, como o Estado, Município, ou outra divisão político – administrativa” (SETTI et al., 2000). Ainda conforme o mesmo autor, as ações governamentais são refletidas através da legislação aplicada, fixando o modelo de gerenciamento de águas, entendido como a configuração administrativa adotada na organização do Estado.

Para Barth (1987) “o planejamento de recursos hídricos reveste-se de especial complexidade”, principalmente no que diz ao efetivo diálogo entre os diversos municípios integrantes de uma única bacia hidrográfica. O município é a esfera que detém com maior precisão as informações sobre as demandas prioritárias na bacia, de menor escala, visto que o planejamento de recursos hídricos propende ao atendimento das demandas de água, de forma descentralizada, participativa e equipolente.

Dessa forma a governança dos recursos hídricos, que conforme relatório da EUWI (2006) “refere-se aos vários sistemas políticos, sociais, econômicos e administrativos implementados de modo a desenvolver e gerir os recursos hídricos e a fornecer os serviços associados”, preocupa-se com o modo como as instituições governam e com o efeito dos regulamentos nas ações políticas, enfatizando que essa visão é “vital para a resolução de problemas sociais, tais como, por exemplo, a distribuição eficiente e equitativa dos recursos hídricos.”

A Lei nº 13.199/1999 prevê a criação dos comitês de bacia hidrográfica para que a dinâmica da governança de recursos hídricos seja aplicada. Assegura, ainda, a possibilidade de criação de associações ou consórcios intermunicipais de bacia hidrográfica ou associações regionais e multissetoriais de usuários de recursos hídricos, a fim de que os diversos usuários participem ativamente da gestão. Segundo Carvalho (entre 2005 e 2013) “praticamente na teoria, o consenso da gestão dos recursos hídricos estaria garantido com a criação dos comitês e consórcios de bacias hidrográficas, porém, não é o que acontece nos dias de hoje provocando muitas discussões e poucas ações.”

Essas discussões talvez sejam consequência da falta de entendimento de como a gestão e o gerenciamento dos recursos hídricos deve ser potencializado por parte dos municípios, pois os mesmos ainda possuem uma visão egocêntrica, e não partilham de diálogos entre si, muitas das vezes até entre cidades limítrofes, mediante a ideia de que as ações devem sempre ocorrer dentro dos seus respectivos limites territoriais e beneficiar apenas a população natural daquela municipalidade. O diálogo entre os municípios de uma mesma bacia hidrográfica permite o conhecimento das demandas e usos que podem interferir na bacia como um todo, podendo propiciar a busca por soluções que beneficiem toda a bacia, observado os múltiplos usos da água. Por fim, essas soluções podem ser apresentadas ao comitê da bacia hidrográfica de forma mais concisa e eficaz. Carvalho (entre 2005 e 2013) entende que a gestão dos recursos hídricos a nível municipal, deve ser realizada em valores cooperativos e jamais competitivos entre os municípios de uma mesma bacia hidrográfica.

Segundo Schwartzman (2007) “para o estudo das intervenções efetivamente necessárias, há de se contar com a municipalização do gerenciamento dos recursos hídricos”, após uma análise dos instrumentos de gerenciamento de recursos hídricos elencados na PERH. Ainda conforme o mesmo autor, “para o encaminhamento de soluções para o suprimento de água para consumo humano na região semiárida mineira, além do gerenciamento por bacia hidrográfica, há, possivelmente, a necessidade de um gerenciamento municipal dos recursos hídricos.” De acordo com o Banco do Nordeste (2006) “os municípios que integram a região semiárida possuem benefícios assegurados em norma constitucional explícita. Pelo menos 50% dos recursos do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste - FNE devem ser aplicados no financiamento de atividades produtivas nos municípios.”

Porto (2008) cita alguns casos de sucesso, como por exemplo, o primeiro Consórcio Intermunicipal Santa Maria/Jucu, o Consórcio Intermunicipal das Bacias dos rios Piracicaba e Capivari, que foram criados visando facilitação da negociação entre usuários de recursos hídricos, recuperação de rios, integração regional e o planejamento do desenvolvimento da bacia. Destaca ainda, que “é uma atitude inovadora por ter nascido na administração local e por prever um plenário de entidades, em que a sociedade civil é convidada a participar no processo de tomada de decisão.”

A gestão de um componente do sistema hídrico, tal como um curso d'água ou um aquífero, é apenas parcialmente eficaz, porque cada componente hidrológico está continuamente interagindo com outros componentes (FLINT et al., 2012). Um único curso hídrico pode ter sua nascente e descarga dentro dos limites de um município, no entanto conforme Flint (op. cit.) essa gestão não seria completamente eficaz. O município possui incentivos, tanto financeiro quanto legal, para exercer a gestão e o gerenciamento dos recursos hídricos. Municipalizar o gerenciamento implica a ideia de dotar tal esfera de poderes sobre a gestão, contradizendo a Política Nacional de Recursos Hídricos. Essa ideia de municipalização do gerenciamento, talvez, para os municípios inseridos no semiárido seja uma das soluções mais eficazes, principalmente para os menos assistidos e que apresentam demandas emergenciais. Por fim, se por um lado cabe ao município exercer de forma efetiva a sua participação no atual modelo de gestão de recursos hídricos, por outro lado, compete ao próprio comitê e aos órgãos vinculados uma estratégia mais eficaz de informação, para que essa esfera seja instigada a exercer sua função a fim de contribuir, significativamente, com a proteção da água.

Porto (2008) cita ainda algumas maneiras de se incentivar o município a desenvolverem políticas e ações em conformidade com o Plano de Recursos Hídricos da bacia, tais como, melhoria dos Planos Diretores Municipais, das Leis de Uso e Ocupação do Solo, de modo a preservar várzeas e outras áreas sensíveis, aprimorar os Códigos de Obras a fim de induzir ao uso racional da água e ao controle da impermeabilização nas construções e empreendimentos. Por fim, criação de um conjunto de ações e políticas que seja capaz de atrair os usuários ao atendimento voluntário das metas propostas nos respectivos Planos de Recursos Hídricos.

Carvalho (entre 2005 e 2013) diz que “para que isso seja realizado é necessário de que o município esteja preparado jurídico-institucionalmente”. Cita ainda, uma solução para a centralização político-administrativa, que é a criação de uma espécie de Sistema Municipal de Informações sobre Recursos Hídricos. Este autor pode ter elucidado a criação desse sistema mediante o fato de que as informações são levantadas, os diagnósticos são realizados, mas são encaminhados para a esfera estadual e para o comitê, quando na verdade a própria comunidade local fica sem informações. Como é o caso, por exemplo, da cidade de Monte Azul, que conforme consulta as Atas das reuniões do Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Verde Grande não foi verificada a representação do município junto ao Comitê, sendo assim, não se pode afirmar se o mesmo está, ou não, exercendo o seu papel no gerenciamento dos recursos hídricos, uma vez que, não se sabe de que forma esta localidade está sendo informada ou consultada sobre suas necessidades.

Fato é, que o município de Monte de Azul, observando a premissa de que o mesmo deve estar embasado legalmente a fim de exercer o seu papel no gerenciamento dos recursos hídricos, carece de políticas básicas. Durante o trabalho de campo foi verificado que o mesmo não possui Plano Diretor Municipal, um instrumento importante para o desenvolvimento de qualquer esfera em qualquer região. A única legislação ambiental vigente é a Lei nº 703, de 12 de abril de 2010 que “dispõe sobre a política de proteção, de conservação e de controle do meio ambiente e da melhoria da qualidade de vida no Município de Monte Azul, MG.” A Lei define os princípios norteadores da Política Municipal do Meio Ambiente, a composição e competência do Conselho Municipal de Meio Ambiente – CODEMA, entre outras diretrizes para o licenciamento ambiental de atividades poluidoras. O ponto forte observado na Lei é a obrigatoriedade de inclusão da Educação Ambiental nas escolas municipais, nos níveis de primeiro e segundo grau, conforme ditames do Art. 23.

A segunda política vigente que dá destaque a organização do município, e aborda de forma superficial sobre a proteção do meio ambiente é a Lei Orgânica Municipal,

promulgada em 02 de junho de 1990. Em seu Art. 259, trata de forma similar a Constituição Federal preconizando que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado.

Portanto, sanear um município implica numa série de políticas públicas sociais que garantam uma boa qualidade de vida para seus habitantes. Em vários centros urbanos, por todos nós conhecidos, surgem dificuldades relacionadas com a oferta d'água e se ampliam na medida em que se alarga o diâmetro urbano e se formam bairros e comunidades periféricas, cada vez mais distantes dos reservatórios e das estações de tratamento de água e de esgoto. As redes implantadas e os serviços em execução ficam aquém das necessidades e do ritmo de crescimento da população (CARVALHO, entre 2005 e 2013).

7.3 INFLUÊNCIA DO RELEVO LOCAL

As grandezas físicas mais conhecidas como responsáveis pela formação de chuva são a radiação, energia solar e a condensação do vapor de água. As duas primeiras contribuem para o retorno da água para a baixa atmosfera, e a segunda é o resultado da saturação do vapor de água dando origem às gotas, mantidas em suspensão em forma de nuvens. As gotas ao atingirem peso suficiente vencem a força da gravidade e caem, dando origem a precipitação.

Kobiyama et al. (2006) dizem que “as formas de relevo e a altitude da área, por exemplo, podem condicionar o deslocamento de massas de ar, interferindo na formação de nuvens e, conseqüentemente, na precipitação”. Para Robinson et al. (2008), a topografia e a posição do relevo são dominantes durante os períodos úmidos, enquanto os aspectos da declividade, da vegetação, da textura e da estrutura vertical são mais importantes nos períodos secos.

Entender a interação da água superficial e subterrânea é essencial para gestores de recursos hídricos e hidrólogos (MONTE-MOR, 2012). Ainda, conforme o mesmo autor, “compreender as interconexões das águas superficiais e subterrâneas é fundamental para o desenvolvimento da gestão dos recursos hídricos e adoção de políticas eficazes.” De acordo com Setti et al. (2000) “o controle do regime das águas é ponto fundamental na análise das obras que possam afetar o comportamento hidrológico dos rios e dos aquíferos subterrâneos e, também, outras ações do homem que afetem o ciclo hidrológico, como o desmatamento e a urbanização.”

A localização geográfica do município de Monte Azul, e principalmente da área urbana, sofre uma forte influência do relevo local, estando situado entre as Serras Central e do Espinhaço. Se observarmos o ponto de captação principal da sede, e comparar com os mananciais de cidades vizinhas, o relevo pode contribuir significativamente para o cenário analisado no município, pois está situado em um trecho onde não existe a possibilidade de ampliar a sua área de drenagem, e distante das nascentes que contribuem para o deflúvio montante.

Finalmente, a verificação da influência do relevo local sobre o abastecimento das localidades pode ser alvo de verificação em estudos posteriores, através de uma modelagem hidrológica e hidráulica, contribuindo de forma positiva para a gestão dos recursos hídricos em ambientes semiáridos, apontando as diferenças relevantes entre o município de Monte Azul e seus vizinhos no que tange a seleção de manancial para abastecimento urbano em áreas semiáridas mineiras.

8 CONCLUSÕES

Diante do observado em campo e baseada na metodologia proposta para avaliação do estudo de caso, conclui-se que a capacidade de suporte do Sistema de Abastecimento de Água - SAA, as soluções de abastecimento de água empregadas, o atual modelo de gerenciamento de recursos hídricos, e o nível de proteção das áreas de recargas, são os fatores que apresentam alta influência no cenário verificado em Monte Azul, MG. Cabe ainda ressaltar, que conforme apresentado, as condições do SAA podem ter grande influência, caso seja mensurado o volume real de perdas no sistema e confrontado às condições climáticas da região.

Analisando apenas a Gestão de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais, conclui-se que o atual modelo quando aplicado a região semiárida mineira não atende as suas peculiaridades, pois nem todos os instrumentos se aplicam a realidade local, notadamente o enquadramento dos corpos d'água e a outorga, logo o gerenciamento por bacia hidrográfica de menor escala deve ser uma solução a ser considerada, principalmente em áreas críticas, como a do caso estudado.

As recomendações para a concessão de outorga no semiárido alertam para associar este instrumento à regularização da vazão através da construção de reservatórios, e adoção de critérios com a utilização de vazões diferenciadas, observadas as peculiaridades de cada bacia hidrográfica alvo de intervenção para uso dos recursos hídricos, logo, enquadrar um corpo hídrico intermitente e que em diversos trechos exista

uma regularização, situação também constatada em campo, torna-se muito mais complexo, não condizente com a forma empregada atualmente para aplicação do enquadramento.

A Bacia Hidrográfica do rio Verde Grande já foi considerada pelo Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, de 2004, como a única sub-bacia do rio São Francisco, na região de seu alto e médio cursos, onde é clara a necessidade de aumento significativo das disponibilidades hídricas, pois apresenta os maiores índices de vazões de retirada, de consumo e, conseqüentemente, conflitos. Considerando as propostas apresentadas pelos respectivos planos de recursos hídricos, do rio São Francisco e Verde Grande, e diante da situação verificada em campo, conclui-se que as medidas não irão atender a totalidade da bacia hidrográfica do rio Verde Grande, principalmente quando observada a região do Médio e Baixo Gorutuba.

Verificou-se que as medidas adotadas atualmente de convivência com a seca, são adotadas há muito tempo e não apresentam resultados com vistas a médio e longo prazo, apresentando um caráter paliativo. Por outro lado, incentivos e programas para os municípios situados no semiárido existem, cabendo a esfera municipal participar de forma efetiva da Gestão de Recursos Hídricos concomitante aos respectivos comitês de bacia hidrográfica, de forma a apresentarem suas demandas, sendo que o distanciamento entre o município e o comitê tende a acarretar em cenário similar ao de Monte Azul, MG.

Por fim, a hipótese levantada no capítulo 5, de que a falta de planejamento a nível local para o uso e consumo de água pode ter influência no atual cenário, e que o atual modelo de gestão de recursos hídricos não é eficaz para este tipo de área, é constatada neste estudo, principalmente se frisarmos que todos os critérios que apresentaram alta influência com o cenário assistido são de caráter antrópicos, e nada relativo às condições climáticas, propriamente ditas.

9 RECOMENDAÇÕES

Neste capítulo serão apresentadas diretrizes relativas ao gerenciamento de recursos hídricos que melhor se adéquam as peculiaridades da região semiárida mineira, com possibilidade de adoção em bacias hidrográficas similares. Sendo assim, essas recomendações apresentam medidas de alcance a médio e longo prazo, bem como iniciativas de caráter urgente, sendo finalizadas com os estudos que podem ser adotados em oportunidades futuras com vistas à melhoria da gestão dos recursos hídricos em áreas semiáridas.

i. Diretrizes sobre Gerenciamento de Recursos Hídricos

Foi verificado que a gestão de recursos hídricos adotada na bacia hidrográfica do rio Verde Grande é influenciada pelos setores de maior relevância, não ressaltando a distribuição equitativa da água, em qualidade e quantidade, a toda a bacia hidrográfica.

Conforme apresentado, tanto o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, quanto o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande, citaram a região do Médio e Baixo Gorutuba como a área mais crítica em relação à distribuição de água e existência de conflitos. Portanto sugerimos que a primeira iniciativa a ser adotada pelos usuários situados nesta região, envolvendo também os municípios visitados, seja que estes passem a se comunicar e serem representados no Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande, de forma a colaborarem com o gerenciamento dos recursos hídricos.

Outra medida de caráter inadiável que deve ser adotada pelos municípios integrantes do semiárido, uma vez que o Gerenciamento de Recursos Hídricos pressupõe a interlocução entre os três pilares, a base técnica, o disciplinamento legal e o ordenamento institucional, é dotar os municípios de Leis básicas, como por exemplo, Plano Diretor Municipal, Código de Obras, Lei de Uso e Ocupação do Solo, e Plano de Saneamento Básico, sempre atentando para a proteção, conservação e monitoramento do meio ambiente, considerando ainda as alterações climáticas.

Outra possível solução, embasada legalmente conforme ditames da Lei 13.199/1999, Art. 46, é a criação de um consórcio intermunicipal de bacia hidrográfica ou associação de usuários face o quadro crítico relativo aos recursos hídricos, ou ainda, conforme DN CERH nº 19/2006, Art. 2º, parágrafo 1º, a integração de mais de um comitê com vistas à viabilização econômico-financeira e maximização dos benefícios, solução para as localidades mais críticas e conseqüentemente com um poder de arrecadação menor.

Uma vez que o instrumento de cobrança é considerado uma forma de incentivo, e segundo a Lei nº 13.199/1999, Art. 24, é justificada através de diversos argumentos, deve-se iniciar um processo de discussão sistêmica relativo a este instrumento, a fim de culminar na elaboração de um estudo que apresente quais as melhores formas de aplicação deste, não podendo mais haver a omissão de sua aplicação.

A justificativa da esfera municipal de que não existe corpo técnico suficiente para atender as exigências tangentes a elaboração de políticas e estudos, por um lado é

compreensível se observada às potencialidades locais, no entanto, diversas formas de financiamento e cooperação técnica estão disponíveis aos municípios situados no semiárido. Um dos deveres do Estado, elencado na Lei nº 13.199/1999, Art. 7º, é a celebração de convênios de cooperação mútua e de assistência técnica e econômico-financeira com os municípios para a implantação de programas que tenham como objetivo a proteção do meio ambiente. Neste estudo foram apresentadas algumas fontes de financiamento, sendo que, apenas devido ao fato do município estar enquadrado na região semiárida, o mesmo possui incentivos legais e financeiros. No estudo elaborado por Schwartzman (2007), e pela COOMAP (2010), são apresentadas diversas outras formas de incentivos e fontes de financiamento, para elaboração de políticas públicas, estudos e execução de medidas de proteção ao meio ambiente.

ii. Proteção da vegetação

O Bioma Cerrado e Caatinga devem ser preservados. Não se deve associar o alto grau de degradação presenciado ao clima, sendo que as ações antrópicas são as causas mais prováveis para o desmatamento da vegetação. Deve-se iniciar de forma urgente um trabalho maciço de educação ambiental com as localidades rurais, e da área urbana. Sugere-se a elaboração de um Programa de Mobilização Social e Comunicação, não menos importantes que outros, que devem ser implantados e executados de forma sistêmica. A busca por novas soluções, tecnologias e pensamentos não pode abster os anseios e ideias da população de forma geral. O principal resultado desse programa deve ser a recuperação da identidade, do valor e das referências da população, urbana e rural, com o meio ambiente. Portanto, a Educação Ambiental deve propiciar os links entre o meio ambiente natural e os centros urbanos, de forma que todos entendam que fazemos parte do meio ambiente, e que, para que a água chegue à torneira de sua casa é preciso conservar o meio ambiente natural.

Uma solução, de médio e longo prazo, que deve ser considerada de forma prioritária, é a elaboração de uma proposta para criação de uma Unidade de Conservação nas imediações da área do Médio e Baixo Gorutuba, visando à proteção da vegetação da Serra do Espinhaço.

iii. Elaboração de estudo hidrológico e hidráulico

Desenvolvimento de um estudo hidrológico e hidráulico, a fim de verificar qual a real influência do relevo na região do Médio e Baixo Gorutuba sobre a potencialidade hídrica, devido à existência de usuários entre as Serra Central e do Espinhaço.

iv. Locação de nova barragem

Elaboração de estudo que possibilite a locação de uma nova barragem para abastecimento público, dessedentação de animais e irrigação, sendo um dos trechos sugeridos apresentado a seguir.

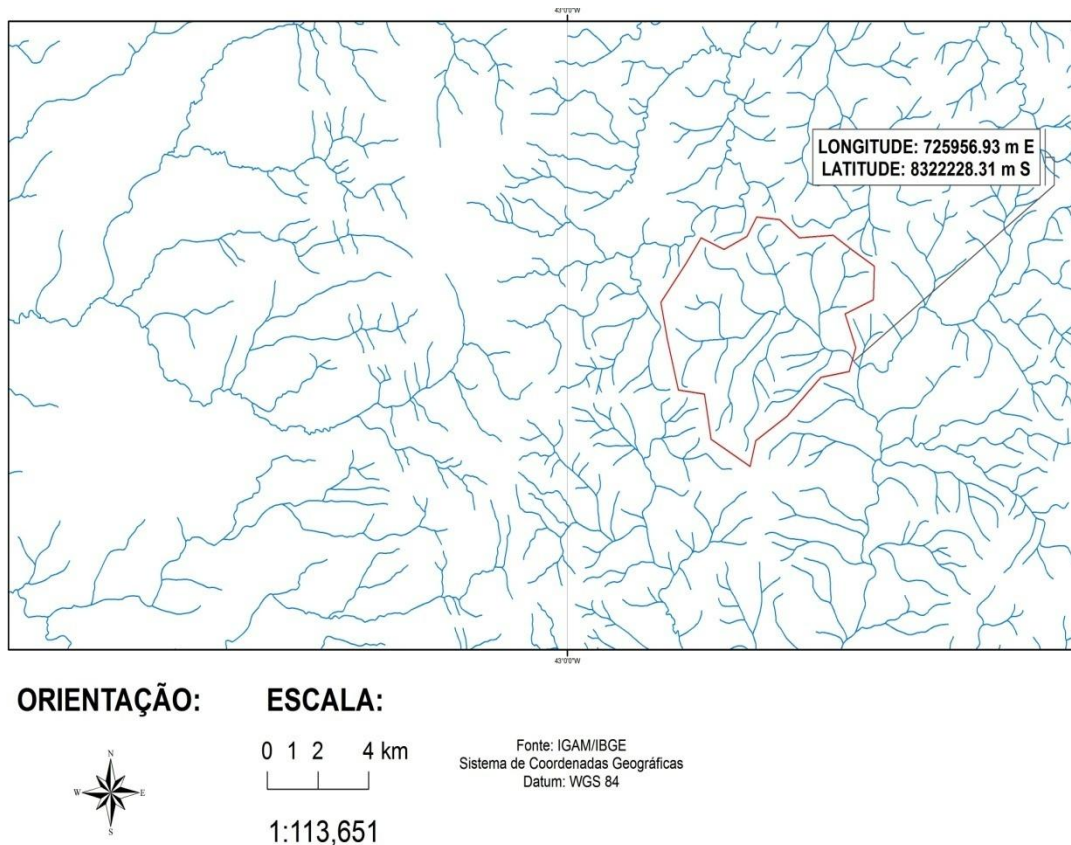


Figura 47 – Área indicada para verificação da possibilidade de locação de nova barragem na área do Médio e Baixo Gorutuba.

Fonte: elaborado pelo autor.

v. Hidrogeologia

Elaboração de programas de monitoramento dos cursos hídricos ressaltando a comunicação com os cursos subterrâneos, a fim de contribuir para a locação de barramentos e intervenções.

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAM, K. N.; COLLISCHONN, W. Análise dos Impactos de Mudanças Climáticas nos Regimes de Precipitação e Vazão na Bacia Hidrográfica do Rio Ibicuí. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 18, n.31, p. 69-79, Jul./Set. 2013. Disponível em: <http://www.abrh.org.br/SGCv3/UserFiles/Sumarios/1efabe1c7dd08617fa552e4ae4b34871_c75dd0a1d55c679777eeae46f897c749.pdf>. Acesso em: abril 2014.

ADENE – Agência de Desenvolvimento do Nordeste: Região semi-árida da área de atuação da SUDENE – conceito. Ministério da Integração Nacional, Brasília, 2003. Disponível em: <<http://www.adene.gov.br/semiárido/index.html>>⁶

ALBUQUERQUE, P. E. de; GOMIDE, R. L.; ANDRADE, C. de L. T.; VIANA, J. H. M.; DURÃES, F. O. M.. Caracterização climática do Sítio-Específico de Janaúba para a Fenotipagem de cereais visando estudos de tolerância à seca. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2006, Belo Horizonte, MG. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/490094>>. Acesso em: abr. 2014.

ALMEIDA ABREU, P. A. O Supergrupo Espinhaço da Serra do Espinhaço Meridional Minas Gerais: o rifte, a bacia e o orógeno. **Geonomos**, 1995. 3 (1) : 1-18.

ANA – Agência Nacional de Águas. Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco: síntese executiva com apreciação das deliberações do CBHSF aprovadas na III Reunião Plenária de 28 a 31 de julho de 2004 / Agência Nacional de Águas, Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos, Brasília, DF, 2005, 337p.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Disponibilidades e demandas de recursos hídricos no Brasil**. Brasília: Agência Nacional de Águas; Ministério do Meio Ambiente, 2005. 123 p. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/pnrh_novo/Tela_Apresentação.html>. Acesso em: 31 mai. 2014.

ANA. Agência Nacional das Águas; IGAM. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Estudo de caracterização dos recursos hídricos no estado de Minas Gerais: primeira etapa do Plano Estadual de Recursos Hídricos. Belo Horizonte: Projeto PROÁGUA / Semiárido, 2006. 177p. Relatório.

ANA – Agência Nacional de Águas. Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande: relatório síntese. Brasília, fev. 2011. 180 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12211: *Estudos de Concepção de Sistemas de Abastecimento de Água*. Rio de Janeiro, 1990. 14 p.

ATMAN, D.; VELASQUEZ, L. N. M.; FANTINEL, L. M. Controle estrutural na circulação e composição das águas no sistema aquífero cárstico-fissural do grupo Bambuí, Norte de Minas Gerais. **Águas Subterrâneas**, v. 25, n. 1, p. 74-90, 2011. Disponível em: <<http://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/21023>> Acesso em: 31 mai. 2014.

⁶ Hoje, atual SUDENE – Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. Disponível em: <<http://www.sudene.gov.br/sudene>>. Acesso em: 30 jun. 2014.

ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO DO BRASIL. Indicadores. 2013. Disponível em: <<http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/download/>> Acesso: 28 mai. 2014.

BANCO MUNDIAL. *La Ordenación de los recursos hídricos*. 1994. 163 p. Disponível em: <http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2010/05/17/000333038_20100517021632/Rendered/PDF/123350PUB0SPANISH0Box68461B01PUBLIC1.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2014.

BANCO DO NORDESTE. Fundo constitucional de financiamento do Nordeste: Programação para 2006. BNB: [Recife], maio de 2006.

BARTH, F.T. et al. Modelos para gerenciamento de recursos hídricos, Ed. Nobel, São Paulo, 1987. 526p.

BDMG – Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais, *Minas Gerais do Século XXI, Volume II - Reinterpretando o Espaço Mineiro*, BDMG, Rona Editora, Belo Horizonte - MG, 2002, 336p.

BEEKMAN, G. B. *Gerenciamento integrado dos recursos hídricos*, IICA, Brasília, 1999. 64p.

BICUDO, E. C. de M.; TUNDISI, J. G.; SCHEUENSTUHL, M. C. B. (Org.). *Águas do Brasil: análises estratégicas* – São Paulo, Instituto de Botânica, 2010. 224 p.

BORSOI, Z. M. F. & TORRES, S. D. A. A política de recursos hídricos no Brasil. 1997, 15p. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/revista/rev806.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2014.

BOTELHO, L. A. L. A. *Gestão de Recursos Hídricos em Sete Lagoas: uma abordagem a partir da evolução espaço-temporal da demanda e da captação de água*. 2008. 131f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

BOTERO, W. G. Caracterização de lodo gerado em estações de tratamento de água: perspectivas de aplicação agrícola. **Quim. Nova**, Vol. 32, No. 8, 2018-2022, 2009.

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. 1 da Lei no. 8001 de 13 de março de 1990, que modificou a Lei no. 7.990 de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial da União, Brasília, 1997.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, 5 de out. de 1988.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Relatório Final do Grupo de Trabalho Interministerial para Redelimitação do Semiárido Nordestino e do Polígono das Secas. Brasília, DF, 2005. 118p.

BRASIL. Programa de Desenvolvimento Integrado e Sustentável do Semi-Árido. Brasília, DF, 2009. 34p.

BRASIL. Programa de Saneamento Ambiental para pequenas comunidades do Estado de Minas Gerais – Brasil. Relatório Monte Azul. Belo Horizonte, 2010. 31 p.

BRASIL. Ministério das Cidades. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008, RJ, 2010. 219 p. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf>. Acesso em: 7 jun. 2014.

CARDOSO, H. E. A.; MANTOVANI, E. C.; COSTA, L. C. As águas da agricultura. Agroanalysis. Instituto Brasileiro de Economia/Centro de Estudos Agrícolas. Rio de Janeiro. 1998. p.27-28.

CARDOSO-SILVA, S.; FERREIRA, T.; POMPÊO, M. L. M.; Diretiva Quadro D'água: uma revisão crítica e a possibilidade de aplicação ao Brasil. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 39-58, jan./mar. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2013000100004&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 15 abr. 2014.

CARVALHO, J. A.; BRAGA JÚNIOR, R. A.; REIS, J. B. R. S. Análise de custos na escolha do tipo de motor para acionamento de bombas em áreas irrigadas. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.24, n.2, p.434-440, 2000.

CARVALHO, O. de & EGLER, C. A. G. **Alternativas de desenvolvimento para o Nordeste semi-árido**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2003.

CARVALHO, F. P. de. O município e a gestão dos recursos hídricos. Entre 2005 e 2013. Disponível em: <<http://www.ecoterrabrasil.com.br/home/index.php?pg=temas&tipo=temas&cd=953>>. Acesso em: 07 mar. 2014.

CASTRO, A. L. C. de. **Manual de desastres: desastres naturais**. Brasília (DF): Ministério da Integração Nacional, 2003. 182p. Disponível em: <http://www.integracao.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=47a84296-d5c0-474d-a6ca-8201e6c253f4&groupId=10157>. Acesso em: 05 de Abr. 2014.

CEBALLOS, A.; MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, J.; SANTOS, F. & ALONSO, P. Soil-water behaviour of standy soils under semi-arid conditions in the Duero Basin (Spain). *Journal of Arid Environments*, v.51, p. 501-519, 2002.

CENAD – CENTRO NACIONAL DE GERENCIAMENTO DE RISCOS E DESASTRES. Anuário Brasileiro de Desastres Naturais, 2ª Edição. 2012. 84 p.

CEPED – Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres, Universidade Federal de Santa Catarina. Atlas Brasileiro de Desastres Naturais 1991 a 2010: volume Minas Gerais. Florianópolis, 2011. 95p.

CHIPIAKOFF, D.; BYLAARDT, H. da F.; MENDES, T. A.de A. Mapeamento Geológico em escala 1:100.000 da região de Monte Azul e Espinosa – MG. 2013. 169f. Trabalho Geológico de Graduação – Instituto de Geociências Departamento de Geologia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

COELHO, M. F. C. D., SOLERO, V. T., BOSON, P. H. G., Unidades de planejamento e gestão de recursos hídricos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 15, Curitiba – PR, 2003. [Anais eletrônicos...] Porto Alegre: ABRH, 2003.

CONEJO, J. G. A outorga de usos da água como instrumento de gerenciamento dos recursos hídricos. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 15, 2003, Curitiba, P.R. Anais. Porto Alegre: ABRH, 2003.

COOMAP – Cooperativa Multidisciplinar de Assistência Técnica e Prestação de Serviços LTDA. Produto II, Etapa I - Diagnóstico Ambiental e Institucional das Áreas Susceptíveis à Desertificação do Estado de Minas Gerais. Montes Claros, 2010. Disponível em: <<http://www.iica.int/Esp/regiones/sur/brasil/Lists/DocumentosTecnicosAbertos/Attachments/273/Diagn%C3%B3stico%20Ambiental%20e%20Institucional%20PAE%20-MG.pdf>>. Acesso em: 01 fev. 2014.

CORDEIRO, Gilberto Gomes. **Níveis de tolerância das culturas a teores de sais no solo e na água de irrigação.** Instruções técnicas da Embrapa Semi-árido. nº 38. Petrolina: Embrapa Semi-árido, dezembro de 2000.

COSTA, M. R. da; CIRILO, J. A. Barragens subterrâneas – Avaliação técnica e antropológica. In: XVI Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas e XVII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços, 2010, São Luis, MA. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/evento_PAP003039.pdf>. Acesso em: 25 mai. 2014.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. Levantamentos Geológicos Básicos – Geologia da Folha Monte Azul. Brasília, 2007. 720.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. Implantação de Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas: proposta técnica. Belo Horizonte: CPRM, 2009. 85p. Relatório.

DIETRICH, W. E. & DUNNE T. The channel head. in K. Beven and M. J. Kirkby (Eds.), **Channel Network Hydrology**, J. Wiley and Sons, 1993.

DNOCS – Departamento Nacional de Obras contra as Secas. O papel do DNOCS no semiárido nordestino. Ministério do Interior, Fortaleza, 1983, 87p.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Zoneamento agroecológico do Nordeste: quadro natural e grossocioeconômico.** Petrolina, 1993.

EUCLYDES, H. P.; FERREIRA, P. A.; SANTOS, A. de P. dos. Mapeamento de cursos de água com baixa capacidade de regularização natural. In: XXXVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 2008, Foz do Iguaçu, PR. Disponível em: <http://www.hidrotec.ufv.br/download/cap_regularizacao_portugues.pdf> Acesso em: 31 mai. 2014.

EUWI – European Union Water Initiative. Gerir a corrente – Uma nova abordagem à gestão dos recursos hídricos. **RTD info**, Luxemburgo, 2006. Disponível em: <http://ec.europa.eu/research/water-initiative/pdf/iwrm_060217_pt.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2014.

FALKENMARK, M. & C WIDSTRAND. *Population and Water Resources: A Delicate Balance.* Population Bulletin, Population Reference Bureau, 1992. Disponível em:

<<http://www.ircwash.org/resources/population-and-water-resources-delicate-balance>>.

Acesso em: 30 mai. 2014.

FAO – Food and Agriculture Organization of United Nations, Soil and water conservation in semi-arid areas, Bulletin n. 57, Rome, 1987, 172p.

FEITOSA, F. A. C. e FILHO, J. M. **Hidrogeologia: conceitos e aplicações**. CPRM - Serviço Geológico do Brasil, Editora Gráfica LCR: Fortaleza, 1997. 389p.

FONSECA, B. M. O uso do sistema de informações geográficas na análise morfométrica e morfológica de bacias de drenagem na Serra do Espinhaço Meridional – MG. 2010. 94f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Mestrado em Geografia. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

FRÓES, C. M. B. Análise das práticas de gerenciamento da informação utilizadas no gerenciamento de recursos hídricos: estudo no Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas. Dissertação (Mestrado em Administração Pública) – Escola de Governo Paulo Neves de Carvalho, Fundação João Pinheiro. Belo Horizonte. 2009. 123 p.

FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS. 2007. *Revisão das Listas Vermelhas da Flora e da Fauna Ameaçadas de Extinção de Minas Gerais* – Relatório. Vol. 1 e 2.

GARRIDO, R. J. S. Águas no Brasil. Brasília, ano 1, n.1, p.12-30, 1999.

GONÇALVES, E. F.; MOLLERI, G. S. F.; RUDORFF, F. M. Distribuição dos desastres naturais no Estado de Santa Catarina: estiagem (1980-2003). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 1., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004. p. 773-786.

GUNTER, A. Large-scale hydrological modeling in the semi-arid Northeast of Brazil. Dissertation, University of Potsdam. PIK-Report, n. 77, Potsdam-Institute for Climate Impact Research, 128 pp. 2002.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. Abastecimento de água para consumo humano. 2.ed.rev. e atual. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2010. 459p. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/166329229/Abastecimento-de-agua-para-consumo-humano-volume-2-pdf>>. Acesso em: 25 mai. 2014.

IEF - INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS. 2014. Disponível em: <<http://www.ief.mg.gov.br/areas-protetidas/248?task=view>> Acesso em: 29 mai. 2014.

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Manual técnico e administrativo de outorga de direito de uso de recursos hídricos no estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2010. 113p.

JIANG, T.; CHEN, Y.D.; XU, C.Y.; CHEN, X.; CHEN, X.; XU, C.-Y.; SINGH, V.P. Review on Regional Water Resources Assessment Models under Stationary and Changing Climate. *Water Resources Management*, v.18, n. 6, p. 591-612, 2004.

KARMANN, Ivo. Ciclo da Água, Água subterrânea e sua ação geológica. In: TEIXEIRA, Wilson et al. Decifrando a Terra. São Paulo: Oficina de Textos, 2000. 114-136p.

KOBIYAMA, M. et al. **Prevenção de desastres naturais**: conceitos básicos. Curitiba: Organic Trading, 2006. 109 p.

LANNA, A. E. Capítulo 3 - O processo de planejamento para a gestão das águas. In: LANNA, A. E. **Gestão das Águas**. 1999. p. 64-74.

LEAL, M. S. *Gestão ambiental de recursos hídricos: princípios e aplicações*. Rio de Janeiro: CPRM, 1998.

LIBÂNIO, M. *Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água*. 2. ed. Campinas: Átomo, 2005. 444 p.

LIMA, J. E. S. Monte Azul Folha SD.23-Z-D-II – Hidrogeologia. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil**. Brasília: CPRM, 1994. 96 p.

MARENGO, J. A.; ALVES, L. M.; BESERRA, E.; LACERDA, F.; Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. In: Salomao de Sousa Medeiros, Hans Raj Gheyi, Carlos de Oliveira Galvão, Vital Pedro da Silva Pas. (Org.). Recursos Hídricos e, Regiões Áridas e Semi Áridas, Campina Grande, PB: INSA, 2011, p. 383-416.

MCINTYRE, N.; AL-QURASHI, A.; WEATHER, H.S. Regression analysis of rainfall-runoff events from an arid catchment in Oman. *Hydrological Sciences Journal*, v. 52, n. 6, p. 1103-1118, 2007.

MEDEIROS, S. S.; GHEYI, H. R.; GALVÃO, C. O.; PAZ, V. P. S. (Ed.). Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido. 440p. 2011.

MELO, M. C. F. de. Socioeconomia e Meio Ambiente na Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Itaueira - PI. 2011. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Núcleo de Referência em Ciências Ambientais do Trópico Ecotonal do Nordeste, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2011.

MENDONÇA, C. X.; NEVES, M. J. M.; SOARES NETO, P. B.; MOREIRA, M. M. A.; COIMBRA, M. R. Desafios para o planejamento e gestão integrada dos recursos hídricos. In: **Território, ambiente e políticas públicas espaciais**. Brasília: Paralelo 15 e LGE Editora, 2006.

MINAS GERAIS. Lei Nº. 13.199, de 29 de janeiro de 1999. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências. Belo Horizonte, janeiro, 1999.

MONTE-MOR, R. C. de A. Análise de Processos Hidrológicos em Bacias de Rios Intermitentes no Semiárido Mineiro. 2012. 281f. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

MORUZZI, Rodrigo Braga et al. Caracterização química e mineralógica da incrustação em rede de ferro fundido e potencial de recuperação da capacidade hidráulica. **Eng Sanit Ambient**, v.17, n.3, p. 305-314, jul./set. 2012.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. Águas subterrâneas: programa de águas subterrâneas/Ministério do Meio Ambiente. Brasília, 2001. 21p.

_____. Caderno setorial de recursos hídricos: saneamento. Brasília, 2006.

_____. Atlas das áreas susceptíveis a desertificação do Brasil. Brasília, 2007. 134p.

NETO, M. de L. F. Avaliação de Parâmetros Intervenientes no Consumo Per capita de água: estudo para 96 municípios do Estado de Minas Gerais. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos), Escola de Engenharia - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2003, 146 p.

OMS - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. *Informe sobre la Evaluación Mundial del Abastecimiento de Agua y el Saneamiento en 2000*. Cap.4. Disponível em: <<http://www.owh.org/>>. Acesso em: 13 mar. 2014.

PAZ, V. P. da S.; TEODORO, R. E. F. e MENDONÇA, F. C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.** 2000, vol.4, n.3, pp. 465-473. ISSN 1807-1929.

PETRY, B. Water management in arid and semiarid regions – issues and expectations. In: *Interamerican Dialogue on Water Management*. Foz do Iguaçu, Brasil, 2001.

PILGRIM, D. H.; CHAPMAN, T. G. & DORAN, D. G. Problems of rainfall-runoff modeling in arid and semiarid regions. *Hydrological Science Journal*, v. 33, n. 4, p. 379-400, 1988.

PORTO, Monica F. A.; PORTO, Rubem La Laina. Gestão de bacias hidrográficas. *Estud. av.*, São Paulo, v. 22, n. 63, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200004&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 14 mai. 2014.

PORTO, M. F. A.; LOBATO, F. Mechanisms of Water Management: Command & Control and Social Mechanisms. *Revista de Gestion Del'Agua de America Latina*, v.2, p.113-29, 2004a.

_____. Mechanisms of Water Management: Economics Instruments and Voluntary Adherence Mechanisms. *Revista de Gestion Del'Agua de America Latina*, v.1, p.132-46, 2004b.

REBOUÇAS, A. C. **Águas subterrâneas**. In: REBOUÇAS, A. C. et al (Org.). *Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. 2^o ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2002. 702 p.

ROBINSON, D. A.; CAMPBELL, C. S.; HOPMANS, J.W.; HORNBUCKLE, B. K.; JONES, S. B.; KNIGHT, R.; OGDEN, F.; SELKER, J.; WENDROTH, O.. Soil moisture measurement for ecological and hydrological watershed-scale observatories: a Review. *Vadose Zone Journal*, v.7, p. 358-389. 2008.

RODAL, M. J. N. Montane Forest in Northeast Brasil: a phytogeographical approach. **Botany Journal Systematic**, n.125, p.1, 2002.

SANTOS, J. R. dos. Irrigar é preciso. **Agroanalysis**, Rio de Janeiro, v.18, n.3, p.29-34, 1998.

SCHOBENHAUS, F. C. et al. Folha Belo Horizonte - SE.23. In: _____. **Carta geológica do Brasil ao Milionésimo**. Brasília: DNPM, 1978.

SCHVARTZMAN, A. S. Avaliação de alternativas para suprimento de água para consumo humano na região semi-árida de Minas Gerais. 2007. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

SCHVARTZMAN, A. S. & GRECO, M. K. B. Fundamentos e diretrizes da gestão de recursos hídricos. Belo Horizonte: UFMG, 2014. 138p. Apostila.

SECRETARIA NACIONAL DE DEFESA CIVIL (Brasil). CENAD - Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. Anuário Brasileiro de Desastres Naturais 2012. Brasília, 2013. 84p.

SENTELHAS, P.C.; PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R. *Meteorologia agrícola*. Piracicaba-SP. Universidade de São Paulo. Departamento de Ciências Exatas, fevereiro, 1999. p.46-70.

SETTI, A. A. et al. Introdução ao Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília, 2001. 226p. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/biblioteca/downloads/livros/introducao_gerenciamento.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2014.

SILVA, W. T. P. da. et al. Quota *per capita* de água, fatores intervenientes e modelagem: estudo de caso para classes socioeconômicas de Cuiabá-MT. **Sociedade & Natureza**, v.20, n.2, p.219-230, Dez. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sn/v20n2/a13v20n2.pdf>>. Acesso em: 25 mai. 2014.

SILVA, Y. S. da. Bases para a proposição do Plano Municipal de Gerenciamento de Recursos Hídricos em Conselheiro Lafaiete – MG. 2010. Monografia (Especialização em Gerenciamento de Recursos Hídricos) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

SOUZA, M. do C. F. B; et al. Aspectos Hidrodinâmicos e Qualidade das Águas Subterrâneas do Aquífero Bambuí no Norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 19, n. 1, p. 119-129, Jan./Mar. 2014. Disponível em: <http://www.abrh.org.br/SGCv3/UserFiles/Sumarios/f9ec867501af2b00a40c6a2f8f053782_844844c89a4d98a38b6248a65776be06.pdf>. Acesso em: abril 2014.

THORNTHWAITE, C. W. Atlas of climatic types in the United States 1990-1939. U.S.D. Misc. Publ. Nº. 421, 5 pp. 95 plates. 1941.

TSUTIYA, M.T. (2004) Abastecimento de água. 2 ed. DEHS-EPUSP. São Paulo, 643 p.

TUCCI, C. E. M. 1997. Hidrologia: **ciência e aplicação**. 2.ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1997. (Col. ABRH de Recursos Hídricos, v.4).

TUCCI, Carlos E. M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2ª edição. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS: ABRH, 2000. (Coleção ABRH de Recursos Hídricos; v.4).

TUCCI, E. M. C. & CABRAL, J. J. S. P. Qualidade da água subterrânea. Prospecção Tecnológica. Recursos Hídricos. Brasília: CGEE, 2003. 53p.

TUNDISI, J. G. Recursos Hídricos. **MultiCiência**. São Carlos, v. 1. Out. 2003. Disponível em: <http://www.multiciencia.unicamp.br/artigos_01/A3_Tundisi_port.PDF>. Acesso em: 01 fev. 2014.

TUNDISI, J. G. Novas perspectivas para a gestão de recursos hídricos. **Revista USP**, São Paulo, n. 70, p. 24-35, jun./ago. 2006. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/13529/15347>>. Acesso em: 30 jan. 2014.

VON SPERLING, M. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. 2. Ed. rev. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais. SEGRAC. 1996. 243 p. Volume 1.