

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

Otávia Inácio Souza Ramalho

ANÁLISE DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA DA BACIA DO RIBEIRÃO
SANTA ISABEL: Identificação de áreas de conflitos

Belo Horizonte

2018

Otávia Inácio Souza Ramalho

**ANÁLISE DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA DA BACIA DO RIBEIRÃO
SANTA ISABEL: Identificação de áreas de conflitos**

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

Linha de pesquisa: Recursos Hídricos

Orientador: Alberto Simon Schvartzman

Belo Horizonte

2018

RESUMO

Em decorrência do desenvolvimento econômico e do crescimento populacional, a demanda por recursos hídricos teve um aumento significativo nas últimas décadas. Assim, com o intuito de assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos, institui-se a Política Nacional dos Recursos Hídricos, por meio da Lei 9.433/97. Um dos principais instrumentos de gestão de recursos hídricos estabelecidos na Lei, a Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídrico tem por objetivo controlar os usos da água em quantidade e qualidade. Neste sentido, a Outorga é concedida com base na avaliação da disponibilidade hídrica do manancial, a partir da vazão de referência da bacia hidrográfica. Desta forma, o presente estudo tem por objetivo identificar os conflitos de uso da água na Bacia do Ribeirão Santa Isabel, com base na avaliação da disponibilidade hídrica e das outorgas concedidas. A partir dos resultados obtidos, propõe-se a implantação de um processo de gestão das águas, por meio da alocação negociada de água e do marco regulatório.

Palavras-chave: Disponibilidade hídrica; conflitos de uso da água; alocação negociada de água.

ABSTRACT

As a result of economic development and population growth, the demand for water resources has increased significantly in recent decades. Thus, to guarantee current and future generations the necessary water availability, in quality standards appropriate to their respective uses, the National Water Resources Policy, through Law 9.433 / 97, is established. One of the main instruments for the management of established water resources in the Law, the Concession of the Right of Use of Water Resources aims to control the uses of water in quantity and quality. In this sense, the Concession is granted based on the assessment of the water availability of the source, from the reference flow of the river basin. In this way, the present study aims to identify conflicts of water use in the Ribeirão Santa Isabel Basin, based on the evaluation of water availability and granting of grants. Based on the results obtained, it is proposed the implementation of a process of water resources management, through the negotiated allocation of water and the regulatory framework.

Keywords: Water availability; conflicts of use of water; negotiated allocation of water.

LISTA DE SIGLAS

ANA – Agência Nacional de Águas

BSI – Bacia do Santa Isabel

CEHIDRO – Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Mato Grosso

CERH-GO – Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Goiás

CERH-MG – Conselho Estadual de Recursos Hídricos / Minas Gerais

CONERH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos

COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais

CRH – Conselho de Recursos Hídricos

DAC – Declaração de Área de Conflito

DAEE-SP – Departamento de Águas e Energia Elétrica / São Paulo

ETA – Estação de Tratamento de Água

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas

INEA – RJ – Instituto Estadual do Ambiente / Rio de Janeiro

INEMA – BA - Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos / Bahia

Km – Quilometro

Km² – Quilômetros quadrados

L/s – Litros por segundo

L/s/Km² – Litros por segundo por quilometro quadrado

m³/s – Metro cúbico por segundo

mm – milímetro

NATURATINS – TO - Instituto Natureza do Tocantins

ONS – Organização Nacional do Sistema Elétrico

PERH – Política Estadual de Recursos Hídricos

PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos

Q_{7,10} – Vazão mínima com sete dias de duração e período de retorno de 10 anos

S – South (sul)

SECIMA – GO – Secretaria de Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos

SEMA – MT – Secretaria de Estado de Meio Ambiente / Mato Grosso

SEMA – RS – Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável / Rio Grande do Sul

SEMAD – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

SEMARH – SE – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos / Sergipe

SERLA – RJ – Superintendência Estadual de Rios e Lagoas / Rio de Janeiro

SINGREH – Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SisCAH – Sistema Computacional para Análises Hidrológicas

SISEMA – Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

SRH – CE – Secretaria dos Recursos Hídricos / Ceará

UFV – Universidade Federal de Viçosa

UPGRH – Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos

UTM – Universal Transversa de Mercator

W – West (oeste)

WSI – Water Stress Index

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos	16
Figura 2- UPGRH SF7 – Rio Paracatu.....	23
Figura 3- Mapa com a temperatura na Bacia do Ribeirão Santa Isabel	24
Figura 4- Afluentes da Bacia do Ribeirão Santa Isabel	26
Figura 5- Uso e Ocupação do Solo na Bacia do Ribeirão Santa Isabel.....	27
Figura 6- Proposta dos pontos de monitoramento	36

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Totais anuais precipitados na estação de Paracatu operada pela COPASA	25
Gráfico 2- Precipitação mensal registrada na estação pluviométrica de Paracatu comparada à média da mesma estação	25
Gráfico 3- Medição fluviométrica pela COPASA em 2017	28
Gráfico 4- Análise da $Q_{7,10}$ pela ajuste de distribuição de frequência Weibull.....	29
Gráfico 5- Situação crítica da escassez hídrica.....	35

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Relação de critérios de Outorga utilizados por alguns órgãos gestores brasileiros	19
Quadro 2 - Coeficientes de retorno	21
Quadro 3- Classificação de índices de retirada de água	22
Quadro 4 - Características da estação pluviométrica 3238 do município de Paracatu	24
Quadro 5 - Caracterização da Estação Fluviométrica	29
Quadro 6 - Outorgas concedidas pelo IGAM próximo ao ponto de captação da COPASA na Bacia do Ribeirão Santa Isabel	30
Quadro 7 - Classificação da situação crítica de escassez hídrica	34
Quadro 8- Condições de Uso para alocação de água.....	37
Quadro 9- Proposta de boletim de acompanhamento das atividades na bacia	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Retiradas médias por habitante e por faixa populacional	21
---	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	13
2.1 Objetivo Geral.....	13
2.2 Objetivo Específico	13
3. JUSTIFICATIVAS	13
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
4.1 Gestão dos recursos hídricos	14
4.1.1 Gestão dos recursos hídricos em Minas Gerais.....	15
4.1.2 Gerenciamento dos recursos hídricos	16
4.1.3 Outorga de Direito de uso dos recursos hídricos e Alocação Negociada das Águas	17
4.2 Análise da Disponibilidade Hídrica x Demanda.....	20
5. CARACTERIZAÇÃO DA BACIA DO RIBEIRÃO SANTA ISABEL	22
5.1 Características Hidrológicas	23
5.1.1 Clima	23
5.1.2 Pluviometria.....	24
6. ANÁLISE DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA E DEMANDA DA BACIA SANTA ISABEL, A MONTANTE DA CAPTAÇÃO DA COPASA	26
6.1 Disponibilidade Hídrica	28
6.1.1 Análise das vazões mínimas	29
6.2 Demanda do recurso hídrico.....	30
7. RESULTADOS E DISCUSSÕES	31
7.1 Cadastro dos usuários da bacia Santa Isabel.....	33
7.2 Gestão participativa	33
7.3 Estados hidrológicos.....	33
7.4 Implementação de pontos de monitoramento do nível fluviométrico	35
7.5 Acompanhamento das alocações de água	36
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

1. INTRODUÇÃO

Algumas regiões do Brasil têm enfrentado, nos últimos cinco anos, uma redução gradativa e intensa em seus índices pluviométricos. Esse acontecimento climático tem prejudicado de forma significativa a oferta hídrica para o abastecimento público.

Entretanto, as causas da crise hídrica não estão associadas somente às variações pluviométricas, uma vez que existem outros fatores importantes que podem agravá-las, tais como a gestão da demanda de água, a garantia da oferta e os conflitos pelo uso da água, entre outros.

Além disso, a demanda de consumo de água sofreu aumentos significativos nos últimos anos, fazendo com que os sistemas de abastecimento de água se tornassem insuficientes e inadequados para suprir as necessidades da população. Diversos fatores podem estar associados a esta deficiência, em especial, as características das obras de captação e seus respectivos projetos, que muitas vezes não admitem prazos e custos de execução coerentes com as demandas futuras, e não levam em consideração os estudos específicos para a variação das vazões dos cursos d'água nas bacias hidrográficas.

Desta forma, é necessário que exista a integração dos diversos usos e sistemas de suprimento de água, por meio de regulamentações ou pela própria ampliação da oferta, com base em um gerenciamento integrado, de forma a ampliar ou adequar às disponibilidades hídricas com as diversas demandas.

Com o objetivo de assegurar a disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos e atender às atuais e às futuras gerações, instituiu-se, por meio da Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997, a Política Nacional de Recursos Hídricos, que estabelece instrumentos para a sua gestão e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH).

Do mesmo modo, com o princípio básico de assegurar o controle, pelos usuários atuais e futuros, do uso da água e de sua utilização em quantidade, qualidade e regime satisfatórios, em Minas Gerais, a gestão das águas é regida pela Política Estadual de Recursos Hídricos por meio da Lei nº 13.199/1999.

Desta maneira, a referida lei estadual institui os seguintes instrumentos de gestão de recursos hídricos: Plano Estadual de Recursos Hídricos; Planos Diretores de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas, o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos, o Enquadramento dos Corpos de Água em Classes, a Outorga dos Direitos de Uso de Recursos Hídricos, a Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos, a Compensação a Municípios pela exploração e restrição de uso de recursos hídricos e o Rateio de Custos das Obras de Uso Múltiplo de interesse comum ou coletivo.

A Outorga de Direitos de Uso de Recursos Hídricos pode ser considerada um dos principais mecanismos de gestão da Política Nacional de Recursos Hídricos, sendo responsável por controlar os usos quantitativos e qualitativos das águas.

Foram estabelecidos, pelos Órgãos Gestores de Recursos Hídricos dos Estados e da União, os “Critérios de Outorga”, metodologia utilizada no país para o cálculo da disponibilidade hídrica superficial nas bacias hidrográficas por meio de vazões de referência. Em Minas Gerais, a vazão de referência estabelecida é a $Q_{7,10}$, vazão mínima de sete dias de duração e dez anos de recorrência.

Com base nas análises das Outorgas emitidas, fundamentada na vazão de referência ($Q_{7,10}$), é possível identificar as áreas de potencial conflito. Desta forma, são instituídas regras especiais, com o intuito de planejar estratégias e contornar possíveis conflitos, que porventura possam afetar a multiplicidade do uso da água por meio da alocação dos recursos hídricos e dos Marcos Regulatórios (ANA, 2015).

De acordo com a ANA (2015), a alocação da água é um processo de gestão utilizado para disciplinar os usos múltiplos em regiões de conflitos, assim como em sistemas que apresentem alguma situação emergencial ou que sofram com estiagens intensas. Já o Marco Regulatório consiste em um conjunto de especificidades e direcionamentos gerais, definidos e implantados após discussões com usuários, comitês e órgãos ambientais de uma determinada bacia, a fim de regularizar e aplicar instrumentos de gestão, previstos na Política de Águas.

O município de Paracatu, em Minas Gerais, enfrenta a escassez hídrica nos últimos anos, resultado da baixa pluviosidade. Seu território é abrangido pelas bacias dos rios São Francisco e Paranaíba, além de ser banhado pelos mananciais: córrego Rico, ribeirão São Pedro, ribeirão Santa Isabel, rio Escuro e rio Paracatu, todos pertencentes à bacia do rio São Francisco. O município tem encarado grandes variações ocorridas em seus afluentes e nos baixos níveis de água. Além disso, tem ocorrido aumento da demanda de água para abastecimento e diversos outros usos múltiplos da água na bacia, associados, principalmente, aos processos de irrigação.

O ribeirão Santa Isabel é o manancial atualmente utilizado para o sistema de abastecimento de Paracatu, cuja captação está localizada no ponto de coordenadas geográficas UTM longitude 292202 e latitude 8089938 e possui uma área de drenagem correspondente de 316 km². A bacia hidrográfica, a montante do ponto de captação, possui trechos com ocupação intensa, nas quais se destaca a atividade agrícola.

Além disso, o município de Paracatu apresentou uma grande redução nos níveis pluviométricos e fluviométricos na Bacia do Ribeirão Santa Isabel, que foi considerada a pior seca dos últimos 100 anos, causando uma grave crise hídrica, levando a vazão do

manancial ao seu nível mínimo, impossibilitando a captação água para o sistema de abastecimento.

Devido à complexidade dos conflitos pelo uso da água na Bacia do Ribeirão Santa Isabel, o presente estudo tem como principal objetivo elaborar um diagnóstico da Bacia do Ribeirão Santa Isabel, atualmente utilizado pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais COPASA.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivos: compreender o conflito da utilização dos recursos hídricos na bacia do Ribeirão Santa Isabel, analisar as áreas de conflito quantitativo, baseado na vazão de referência do manancial, e propor metodologia de implantação de um modelo alternativo de caráter participativo, com base em conceitos e classificações de estudos sobre a alocação de recursos hídricos que sofrem com a escassez hídrica.

2.2 Objetivo Específico

- Analisar a disponibilidade hídrica na bacia do Ribeirão Santa Isabel, com base no cálculo da vazão de referência ($Q_{7,10}$);
- Verificar o volume de retirada na bacia do Ribeirão Santa Isabel do município de Paracatu/MG, a partir das outorgas concedidas;
- Propor a implantação de um processo de gestão de recursos hídricos, por meio do mecanismo de alocação negociada das águas;

3. JUSTIFICATIVAS

Diante do atual cenário de crise hídrica, nota-se a importância do gerenciamento correto dos recursos hídricos, do consumo sustentável da água e da conscientização das pessoas para a preservação desse recurso indispensável à vida.

A bacia do Ribeirão Santa Isabel, escolhida para o desenvolvimento do presente estudo, apresentou nos últimos anos uma grande redução nos níveis pluviométricos e fluviométricos, sendo considerada a pior seca dos últimos 100 anos e despertando um grande interesse em compreender o motivo da grave crise hídrica.

Além disso, o município de Paracatu tem sofrido com conflitos de uso da água, uma vez que o abastecimento estava comprometido, principalmente pela grande utilização nos processos de irrigação do setor agrícola, existentes a montante do ponto de captação.

Sabe-se ainda que outras sub-bacias, pertencentes a bacia do Paracatu, têm enfrentado conflitos pelo aumento da demanda dos usos múltiplos da água que, somados aos problemas relacionados com a diminuição das taxas pluviométricas, causaram grandes variações nos afluentes e aumentaram o risco de desabastecimento.

Portanto, a proposta desse estudo é avaliar a situação da bacia do ribeirão Santa Isabel e os importantes fatores que podem ter contribuído para a falta de água no manancial, sendo que o principal é a deficiência na gestão da oferta e da demanda dos recursos hídricos. Assim sendo, apresentar-se-ão, neste estudo, a disponibilidade e a demanda de recursos hídricos, bem como o balanço entre as duas, no intuito de analisar e levantar alternativas para que o município de Paracatu e, conseqüentemente, a bacia de Santa Isabel não sofram novamente com o desabastecimento e o crescimento dos conflitos relacionados aos usos da água.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Gestão dos recursos hídricos

De acordo com Lanna (1993), a preocupação em promover estudos e aperfeiçoamento da gestão dos recursos hídricos dar-se-á pela complexidade em que as alterações nos recursos hídricos estão acontecendo e que são motivados por diversos fatores, tais como: desenvolvimento econômico, aumento populacional, expansão agrícola, pressões regionais, mudanças tecnológicas, mudanças e demandas sociais, demandas ambientais, urbanização, dentre outros. Sendo assim, o planejamento dos recursos hídricos é fundamental para adequar o seu uso, controle e o grau de proteção.

A lei nº 9.433/97 instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), estabelecendo instrumentos para a sua gestão e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). Seus principais fundamentos são o uso da bacia hidrográfica como uma unidade territorial de planejamento, a admissão da água como um bem de domínio público, limitado e dotado de valor econômico, a capacidade dos usos múltiplos das águas, a importância de uma gestão descentralizada com a participação do Poder Público e da sociedade civil e a priorização dos recursos hídricos para o consumo humano e a dessedentação de animais em casos de escassez. (BRASIL, 1997).

Com o objetivo de assegurar a disponibilidade de água demandada, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos para às atuais e às futuras gerações, a Política Nacional de Recursos Hídricos estabeleceu os seguintes instrumentos:

- Planos de Recursos Hídricos: são documentos que buscam definir a agenda dos recursos hídricos de uma região, incluindo informações sobre ações de gestão, projetos, obras e investimentos prioritários;
- Enquadramento dos corpos de água em classes: instrumento que estabelece o nível de qualidade a ser alcançado ou mantido ao longo do tempo;
- Outorga dos direitos de uso de recursos hídricos: tem o objetivo de assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água;
- Cobrança pelo uso de recursos hídricos: instrumento utilizado para obter recursos para a recuperação e despoluição das bacias hidrográficas, dar ao usuário uma sugestão do real valor da água e incentivar a utilização de tecnologias limpas para o uso racional dos recursos hídricos;
- Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos: é o sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão.

Tendo em vista o seu caráter descentralizador, a PNRH foi fundamental para criação de sistema nacional integrado e participativo na gestão de recursos hídricos que une as três instâncias do poder público, os usuários e a sociedade civil através da União, dos estados e dos comitês de bacias hidrográficas. Desta forma, é possível que os conflitos pelo uso das águas, identificados por meio dos planos de recursos hídricos das bacias hidrográficas, sejam resolvidos pontualmente pelos comitês de bacia hidrográfica (em primeira instância de mediação de conflitos) e pelos governos estaduais.

4.1.1 Gestão dos recursos hídricos em Minas Gerais

Em Minas Gerais, a gestão das águas é regida pela Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH) por meio da Lei 13.199/1999 e tem como princípio básico assegurar o controle, pelos usuários atuais e futuros, da utilização da água em quantidade, qualidade e regime satisfatórios.

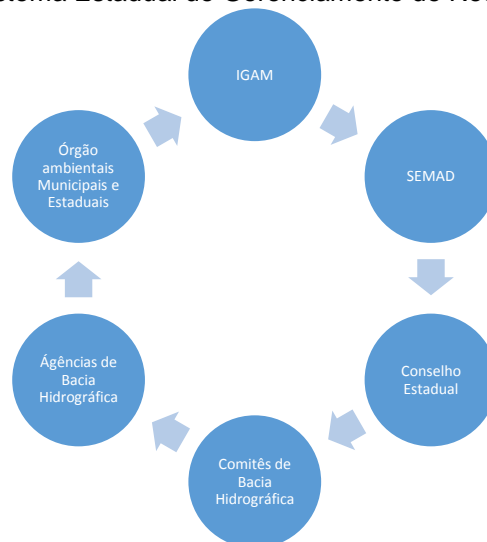
Assim como estabelecido na Política Nacional dos Recursos Hídricos, para a implementação da PERH, são observados alguns aspectos, tais como: a adoção da bacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento e gerenciamento; o reconhecimento dos recursos hídricos como bem natural de valor ecológico, social e econômico, integrado ao desenvolvimento sustentável; o acesso de todos aos recursos hídricos, com prioridade

para o abastecimento público e a manutenção dos ecossistemas; a relação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos às disponibilidades quantitativas e qualitativas e às peculiaridades das bacias hidrográficas; o gerenciamento integrado dos recursos hídricos para os usos múltiplos da água e a descentralização da gestão dos recursos hídricos com a participação do poder público, dos usuários e das comunidades.

O Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos é composto pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD, o Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH-MG, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM, os comitês de bacia hidrográfica, os órgãos e as entidades dos poderes estaduais e municipais, cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos e as agências de bacias hidrográficas, conforme mostrado na Figura 1.

Para apoiar e dar suporte ao sistema da PERH, definiu-se as ferramentas e os instrumentos de gestão. Dentre eles, destacam-se: o Plano Estadual de Recursos Hídricos; os Planos Diretores de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas; o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos, o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo seus usos preponderantes; o cadastro de usos e usuários de recursos hídricos, o monitoramento da qualidade da água, a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos, a cobrança pelo uso de recursos hídricos, entre outros.

Figura 1 – Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos



Fonte: IGAM, 1999

4.1.2 Gerenciamento dos recursos hídricos

Embora muitas vezes a gestão e o gerenciamento de recursos hídricos se assemelhem pelo nome, os dois apresentam formas distintas de significado, visto que o

primeiro configura um sentido mais amplo de atuação e o segundo é um dos instrumentos de gestão utilizado pelo poder público.

Lanna (1993) define o gerenciamento dos recursos hídricos como: “Conjunto de ações governamentais destinadas a regular o uso e o controle dos recursos hídricos e a avaliar a situação com os princípios estabelecidos pela política dos recursos hídricos”.

Em outras palavras, o poder público tem como objetivo promover ações que visam a adequação dos usos, controle e proteção dos recursos hídricos em conformidade com as necessidades da sociedade. Assim sendo, ele deve ser executado através de funções gerenciais de planejamento setorial, com a participação do Poder Público e da sociedade civil, de forma descentralizada.

Desta forma, problemas como os conflitos de uso das águas nas bacias hidrográficas, poderão ser resolvidos de forma harmônica na própria unidade de planejamento, de forma preventiva, para que não ocorra a escassez hídrica e, conseqüentemente, o desabastecimento público.

De acordo com Lanna (1993), os conflitos de usos podem ser classificados da seguinte forma:

- Conflito de destinação de uso: situação ocorre pelo uso da água para outros fins, diferentes daquelas estabelecidas pelo órgão gestor;
- Conflito de disponibilidade qualitativa: utilização da água proveniente de corpos hídricos com a qualidade comprometida;
- Conflito de disponibilidade quantitativa: esgotamento da disponibilidade quantitativa devido ao seu uso intensivo.

Portanto, os diversos tipos de conflitos deverão ser analisados em conjunto com as demandas hídricas, que em decorrência do crescimento populacional e a expansão urbana, poderão gerar problemas de desabastecimento aos municípios.

4.1.3 Outorga de Direito de uso dos recursos hídricos e Alocação Negociada das Águas

Segundo Cruz (2001), a outorga de uso da água é um dos principais instrumentos para a gestão de recursos hídricos. Independente do seu tipo de uso, ela se fundamenta em bases técnicas, legais, econômicas e sociais. Além disso, são indispensáveis no gerenciamento de recursos hídricos, visto que armazenam dados na fonte

de informações e registro das transações de água, além de possibilitar o direito de uso da água de forma específica e intransferível.

Pereira (2012), afirma que a outorga não dá ao usuário a propriedade da água, mas o simples direito de seu uso e, assim, poderá ser suspensa, parcial ou totalmente, em casos extremos de escassez ou de não cumprimento, pelo outorgado, das condicionantes pertencentes ao processo, ou por necessidade premente de se atenderem aos usos prioritários e de interesse coletivo.

Para Schwartzman *et al* (2002), a outorga de direito de uso de recursos hídricos tornou-se o mais importante instrumento de gestão. Assim, estão sujeitos aos processos de outorga os usos e ações que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água, conforme previsto artigo 18, parágrafo V da Lei Estadual nº 13.199/1999.

O Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) é o órgão gestor dos recursos hídricos e o responsável pela emissão das outorgas em Minas Gerais. O modelo aplicado é o da outorga controlada por objetivos (é fixada a vazão residual mínima, que deve ser mantida a jusante de cada captação), e o critério adotado para emissão das outorgas é o critério da vazão referencial (SCHVARTZMAN, 2007).

De acordo com o Granziera (2013), o objetivo da “vazão de referência” é oferecer base técnica para garantir os usos múltiplos e proteger os corpos hídricos, impedindo que os volumes outorgados venham a comprometer as condições necessárias à manutenção dos ecossistemas terrestres e aquáticos.

Desta forma, a vazão de referência é a base para a gestão qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos no país. Vários estados fixaram a própria metodologia para o cálculo das vazões de referência.

Em Minas Gerais, a resolução conjunta SEMAD/IGAM nº 1548, de 29 de março 2012, dispõe sobre a vazão de referência para o cálculo da disponibilidade hídrica superficial nas bacias hidrográficas do Estado. A vazão estabelecida é a $Q_{7,10}$, vazão mínima de sete dias de duração e dez anos de recorrência.

O limite máximo de captações e lançamentos, a serem outorgados nas bacias hidrográficas do Estado, por seção considerada em condições naturais, será de até 50% (cinquenta por cento) da $Q_{7,10}$, ficando garantidos a jusante de cada derivação, fluxos residuais mínimos equivalentes a 50% (cinquenta por cento) da $Q_{7,10}$. Em áreas de conflito pelo direito de uso de recursos hídrico declaradas pelo IGAM, o percentual outorgável será também de 50% da $Q_{7,10}$ com o objetivo de mitigar os conflitos existentes (MINAS GERAIS, 2012). O Quadro 1 apresenta a relação de critérios de Outorga utilizados por alguns órgãos gestores brasileiros em diferentes Estados.

Quadro 1- Relação de critérios de Outorga utilizados por alguns órgãos gestores brasileiros

Órgão Gestor	Vazão de Referência	Legislação
ANA	Q_{95}	Não possui legislação específica
SEMA – MT	70% da Q_{95}	Resolução CEHIDRO nº 27/2009
INEA – RJ	50% da $Q_{7,10}$	Portaria SERLA nº 567/2007
DAEE-SP	A ser definida em cada plano de bacia hidrográfica e aprovada pelo CRH.	
INEMA – BA	80% da Q_{90} 95% da Q_{95} nos casos de abastecimento humano	Decreto Estadual nº 6.296/1997
IGAM – MG	30% da $Q_{7,10}$ – para captações a fio d'água. Para captações em reservatórios, podem ser liberadas vazões superiores, mantendo o mínimo residual de 70% da $Q_{7,10}$. 50% da $Q_{7,10}$ – Para abastecimento público	Resolução Conjunta SEMAD/IGAM nº 1548/2012
SEMA – RS	50% da Q_{90}	Resolução CRH nº 141/2014
SEMARH - SE	90% da Q_{90}	Resolução CONERH Nº 01/2001
SECIMA – GO	50% da Q_{95}	Resolução CERH-GO nº 09/2008
SRH – CE	90% da Q_{90}	Decreto nº 23.067/1994
NATURATINS - TO	75% da $Q_{90\%}$	Decreto nº 2432/2005

Fonte: Autor (2018)

De acordo com Freitas *et al.* (2015), os modelos utilizados pelos órgãos brasileiros, para definição dos critérios de outorga, são caracterizados como um mecanismo de alocação de água. Deste modo, grande parte do esforço administrativo é reduzido para sua implementação e manutenção. Isto implica em ampla segurança aos usuários, já instituídos e regularizados, uma vez que serão permitidos novos usuários somente nos casos em que a disponibilidade aos antigos não seja comprometida.

Entretanto, não existe uma avaliação eficiente no desenvolvimento dos usos da água associados ao seu processo de alocação. Com isso, o processo fica carente em relação à identificação e previsão de conflitos pelo uso da água e de gestão de recursos hídricos.

Sendo assim, é imprescindível que em áreas de escassez hídrica e de conflitos pelo uso da água sejam adotados novos critérios para a emissão das outorgas de direito de uso de recursos hídricos com estudos mais aprofundados e específicos, além da adoção de novas vazões de referência e estudos sobre sazonalidade das vazões outorgadas em função dos diversos usos, as quais se destinam os recursos hídricos (SCHVARTZMAN ET AL, 2002).

Ainda assim, a alocação de água pode ser uma alternativa importante na gestão do uso dos recursos hídricos em setores como a irrigação, por meio de novas tecnologias e determinação de prazos diferenciados, calendários e escalas para uso da água e metas de eficiência definidas nas portarias de outorga, conforme dispõe a Resolução ANA nº 1.938, de 2017.

Segundo a Agência Nacional das Águas, a alocação negociada de água é um processo de gestão que tem por objetivo disciplinar os usos múltiplos em regiões de conflitos, assim como em sistemas que apresentem alguma situação emergencial ou que sofram com estiagens intensas.

Para tanto, são realizadas reuniões nos locais afetados, com a presença de órgãos gestores das águas, operadores de reservatório e representantes daquela comunidade para definir um planejamento especial. Durante o processo encontram-se soluções e alternativas para atender especificamente cada uso da água.

Entretanto, existem muitos casos ainda que as Leis e Decretos atuam como limitadores para a introdução de aperfeiçoamentos técnicos e ajustes ao longo do tempo.

4.2 Análise da Disponibilidade Hídrica x Demanda

A disponibilidade hídrica consiste no total da vazão de saída, que varia ao longo do tempo e espaço, à medida que parte é utilizada pela sociedade, para o seu desenvolvimento, e parte é mantida na bacia, para conservação da integridade de seu sistema ambiental. (TUCCI, 1993)

Conforme mencionado, a disponibilidade hídrica é a informação básica para a decisão sobre a outorga de direito de uso de recursos hídricos, que tem como objetivos “assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efeito do exercício dos direitos de acesso à água”, de acordo com o disposto no artigo 11 da Lei Federal nº 9.433 (Brasil, 1997).

Ainda segundo a mesma, em seu artigo 7º, parágrafo III, a outorga deve estar vinculada a estudos referentes ao balanço entre disponibilidade e demandas futuras dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade com a identificação de potenciais conflitos.

A disponibilidade hídrica para Outorga não corresponde apenas à quantidade de água, mas também às condições relativas aos parâmetros qualitativos que podem indicar a capacidade de autodepuração dos cursos d'água.

Alves *et al.* (2016), considera a disponibilidade quantitativa como a quantidade de água que pode sofrer variação da oferta hídrica ao longo do tempo. A definição dessa disponibilidade necessita de estudos específicos, pois depende da fixação de critérios e de equacionamentos de balanço hídrico nas bacias hidrográficas.

Silva e Monteiro (2004) afirmam que é necessário avaliar o prazo de validade da outorga, visto que quanto menor o conhecimento sobre o manancial maiores são suas incertezas acerca do comportamento hidrológico, ou de sua qualidade, bem como das

demandas já exploradas que podem comprometer qualquer tentativa de assegurar ao usuário uma demanda quali-quantitativa da água por períodos prolongados.

Em relação à demanda, pode-se dizer que ela corresponde à vazão de água captada, destinada a atender os diversos usos consuntivos, e tem como objetivo subsidiar os estudos técnicos, que tendem a conservar atualizado o balanço entre a demanda e a disponibilidade dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade, no país (ANA, 2013).

Assim, as vazões de retirada são classificadas de duas formas: a vazão de retorno e a vazão de consumo. As vazões de retorno compreendem a vazão de retirada, multiplicando-se pelo coeficiente de retorno, determinado para cada tipo de consumo. Já a vazão de consumo é calculada pela diferença entre a vazão de retirada e a vazão de retorno.

A Organização Nacional do Sistema Elétrico – ONS (2005), adota os coeficientes de retorno conforme demonstrado no Quadro 2

Quadro 2 - Coeficientes de retorno

Usos consultivos	Coeficiente de retorno
Abastecimento urbano	0,8
Abastecimento rural	0,5
Abastecimento industrial	0,8
Irrigação	0,2
Criação de animais	0,2

Fonte: ONS, 2005

A ANA, segundo metodologia adotada no ano de 2005, fixou limites mínimos e máximos de retiradas, estabelecidos em função da população urbana disponibilizada pelo IBGE, conforme demonstrado na Tabela 1:

Tabela 1- Retiradas médias por habitante e por faixa populacional

Faixa Populacional	Retiradas (L/habitante/dia)	
	Mínimo	Máximo
< 10.000	120	320
10.000 -100.000	150	340
100.000 – 500.000	180	360
> 500.000	200	380

Fonte: ANA, 2005

A ANA (2005) utiliza dados relativos ao Índice de Stress Hídrico - Water Stress Index – WSI, proposto por Falkenmark & Widstrand (1992) analisando situações diferentes para o balanço, entre disponibilidade e demanda de recursos hídricos, nas doze regiões hidrográficas brasileiras.

1. A razão entre a vazão média e a população. Utilizada para expressar a disponibilidade de recursos hídricos em grandes áreas, a vazão média por habitante é expressa pelo quociente entre a vazão média e a população (m^3 /hab/ano).

- < 500 m^3 /hab/ano – Situação de escassez;
- 500 a 1. 700 m^3 /hab/ano – Situação de estresse;
- 1.700 m^3 /hab/ano – Situação confortável.

2. A razão entre a vazão de retirada para os usos consuntivos e a vazão média. A European Environment Agency e as Nações Unidas utilizam o Índice de Retirada de Água ou *water exploitation index*, que é igual ao quociente entre a retirada total anual e a vazão média de longo período, conforme quadro 3.

Quadro 3- Classificação de índices de retirada de água

Índice	Situação	Observação
< 5%	Excelente.	Pouca ou nenhuma atividade de gerenciamento é necessária.
5 a 10%	Confortável	Pode correr necessidade de gerenciamento para solução de problemas locais de abastecimento;
10 a 20%	Preocupante	A atividade de gerenciamento é indispensável, exigindo a realização de investimentos médios;
20% a 40%	Crítica	Exige intensa atividade de gerenciamento e grandes investimentos;
> 40%	Muito crítica	

Fonte: Adaptado ANA (2005)

3. A razão entre a vazão de retirada para os usos consuntivos e a disponibilidade hídrica (em rios sem regularização, a vazão de estiagem - a vazão com permanência de 95%; em rios com regularização, a vazão regularizada somada ao incremento de vazão com permanência de 95%).

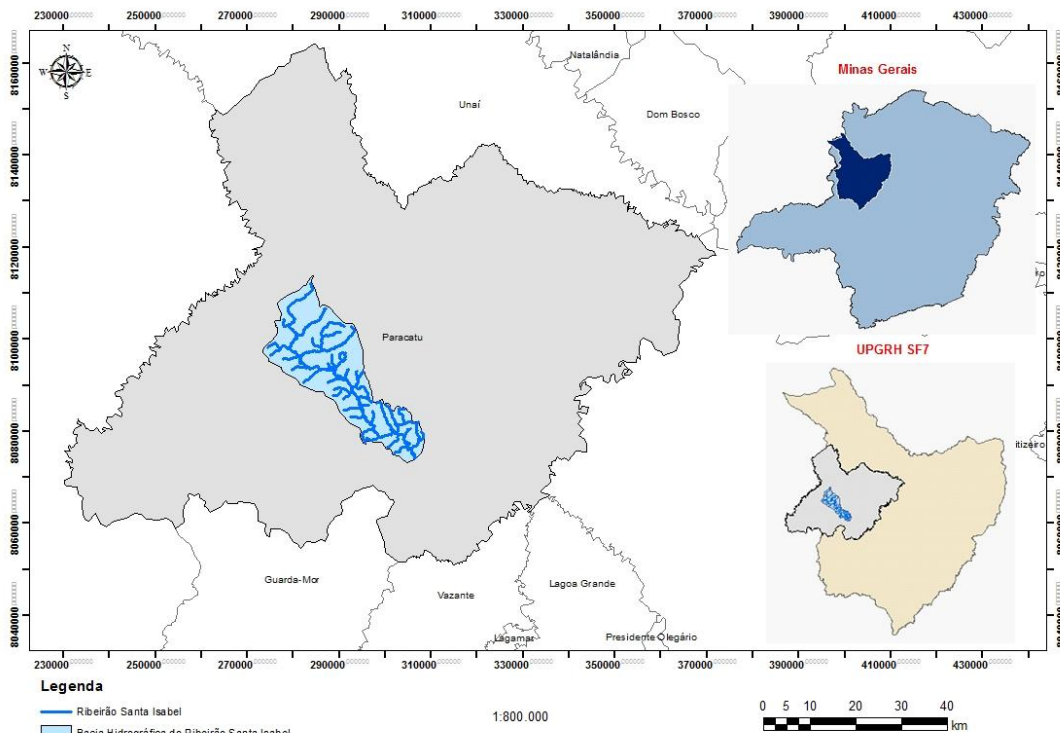
5. CARACTERIZAÇÃO DA BACIA DO RIBEIRÃO SANTA ISABEL

A bacia hidrográfica do ribeirão Santa Isabel localiza-se na Macrorregião Noroeste de Minas e na Microrregião de Paracatu, entre as coordenadas $17^{\circ}2'59,21''$ / $47^{\circ}1'35,83''$ e $17^{\circ}24'47,74''$ / $46^{\circ}49'21,57''$. A bacia abrange uma área de 498 km^2 e está totalmente inserida no município de Paracatu.

Na região noroeste de Minas, o município de Paracatu é o que apresenta maior infraestrutura. As principais atividades econômicas são a pecuária e a agricultura, juntamente com outras como: a produção de laticínios, serraria, marcenaria e mineração de zinco e chumbo.

O Ribeirão Santa Isabel é um dos afluentes do Rio Paracatu. A Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos (UPGRH) na qual está inserida a bacia é denominada São Francisco 7 – SF7, como mostrado na Figura 2.

Figura 2- UPGRH SF7 – Rio Paracatu



Fonte: Autor (2018)

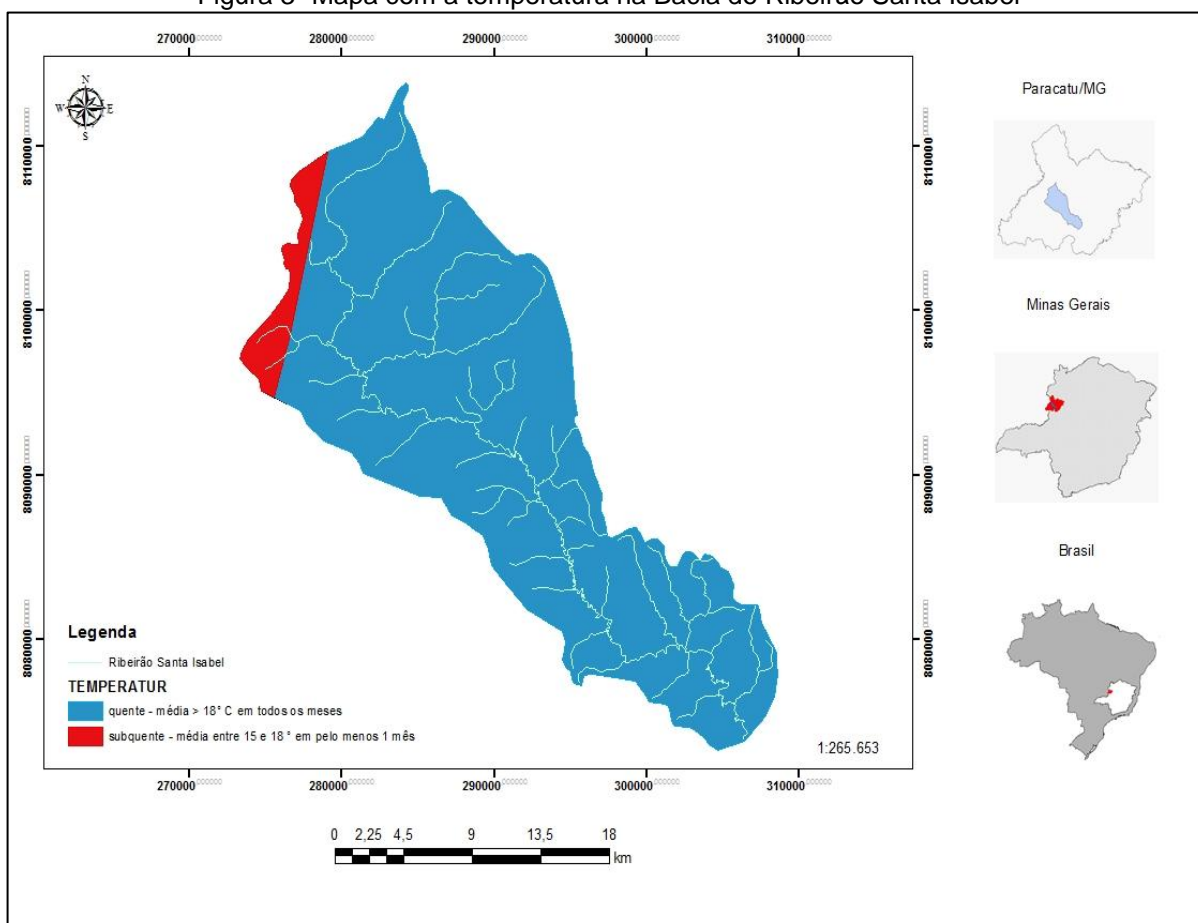
5.1 Características Hidrológicas

Neste item serão descritas as características hidrológicas, importantes para caracterização de uma bacia hidrográfica e para a gestão dos recursos hídricos.

5.1.1 Clima

De acordo com o IGAM (2006), a bacia hidrográfica do Santa Isabel apresenta um clima megatérmico chuvoso do tipo AW. Trata-se de um clima tropical chuvoso típico, com temperaturas elevadas e chuvas concentradas no período de outubro a abril. O evento de chuvas na estação seca é mínimo e a temperatura é amena, sendo que a mínima média mensal gira em torno dos 18°, como mostra a Figura 3.

Figura 3- Mapa com a temperatura na Bacia do Ribeirão Santa Isabel



Fonte: Autor (2018)

5.1.2 Pluviometria

Em decorrência das variações sazonais, define-se o ano hidrológico em duas estações, um semestre úmido e o outro seco. Em Minas Gerais, o ano hidrológico inicia em Outubro e termina em Setembro do ano subsequente. A série de dados da estação pluviométrica de Paracatu (Código 3238) da COPASA, cujas características estão resumidas no Quadro 4, compreende onze anos hidrológicos completos, além do atual ano hidrológico, com dados até Abril de 2018. A média histórica dos totais pluviométricos anuais da estação é de 1284,55 mm.

Quadro 4 - Características da estação pluviométrica 3238 do município de Paracatu

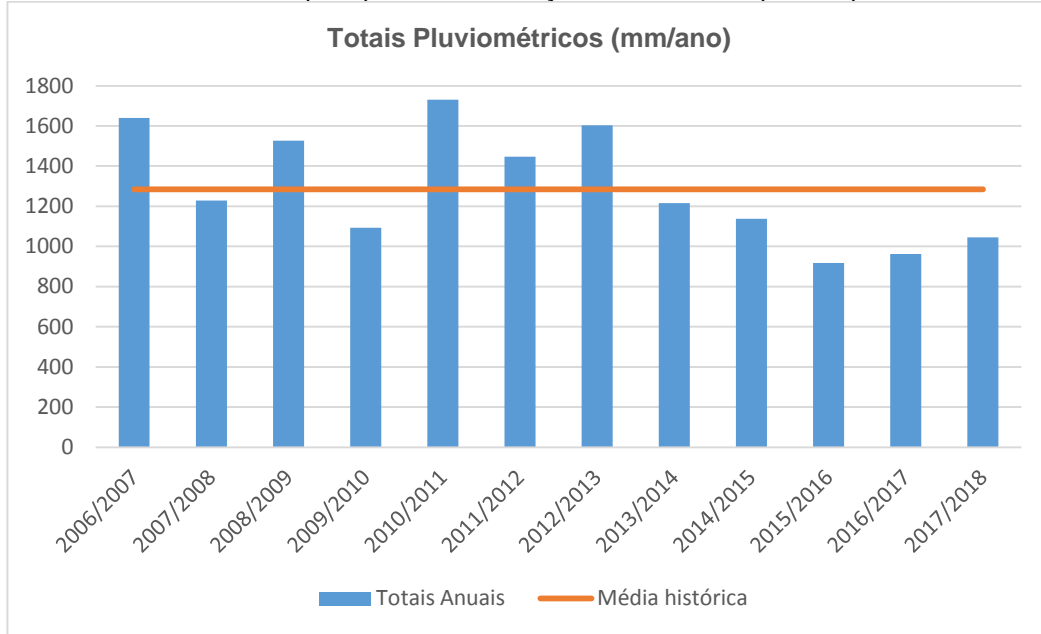
Chave	Nome	Localização		Série de dados
		Longitude	Latitude	
3238	Pluv. Paracatu	-46,944109	-17,259297	2003/2016

Fonte: COPASA, 2007

Os últimos cinco anos hidrológicos (2013/2014, 2014/2015, 2015/2016, 2016/2017 e 2017/2018) tiveram totais anuais pluviométricos abaixo da média histórica, como pode ser observado no Gráfico 1. Porém, os anos hidrológicos de 2015/2016 e 2016/2017 foram mais

representativos, por apresentar índices muito abaixo da média. Em 2015/2016 choveu 917 mm, o que corresponde 71,39 % mm, da média, enquanto em 2016/2017 choveu 962,5 mm, ou 74,93% da média. Até o mês de Abril de 2018, choveu 1044,7 mm, o que corresponde a 81,33% da média do período.

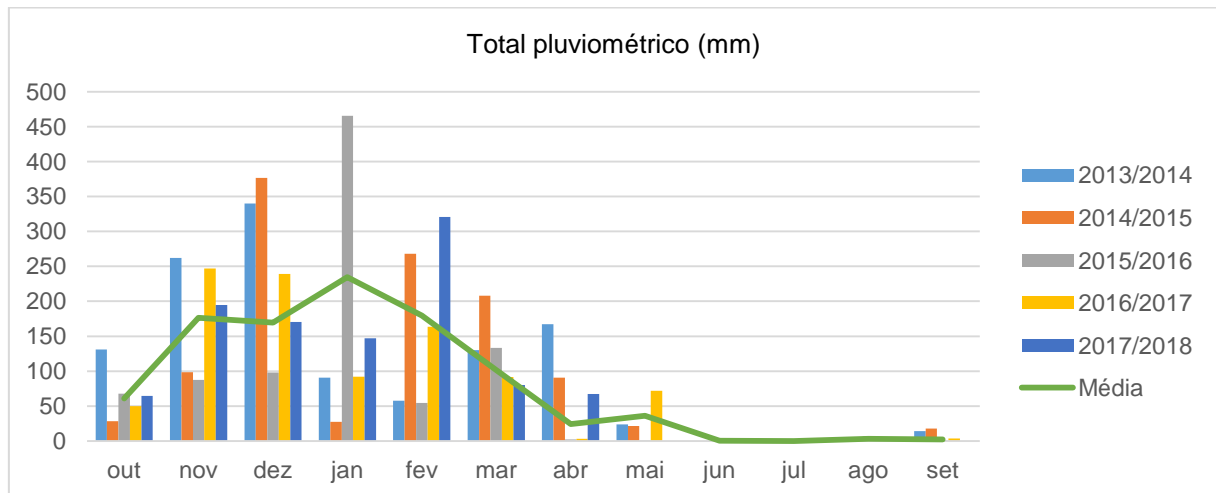
Gráfico 1- Totais anuais precipitados na estação de Paracatu operada pela COPASA



Fonte: Adaptado COPASA, 2018

A sazonalidade das chuvas também foi afetada nos últimos anos, com os meses Janeiro atipicamente secos em 2013/2014, 2014/2015, 2016/2017 e 2017/2018 e início tardio do período chuvoso em 2013/2014, 2014/2015, 2016/2017 e 2017/2018, como é apresentado no Gráfico 2.

Gráfico 2- Precipitação mensal registrada na estação pluviométrica de Paracatu comparada à média da mesma estação

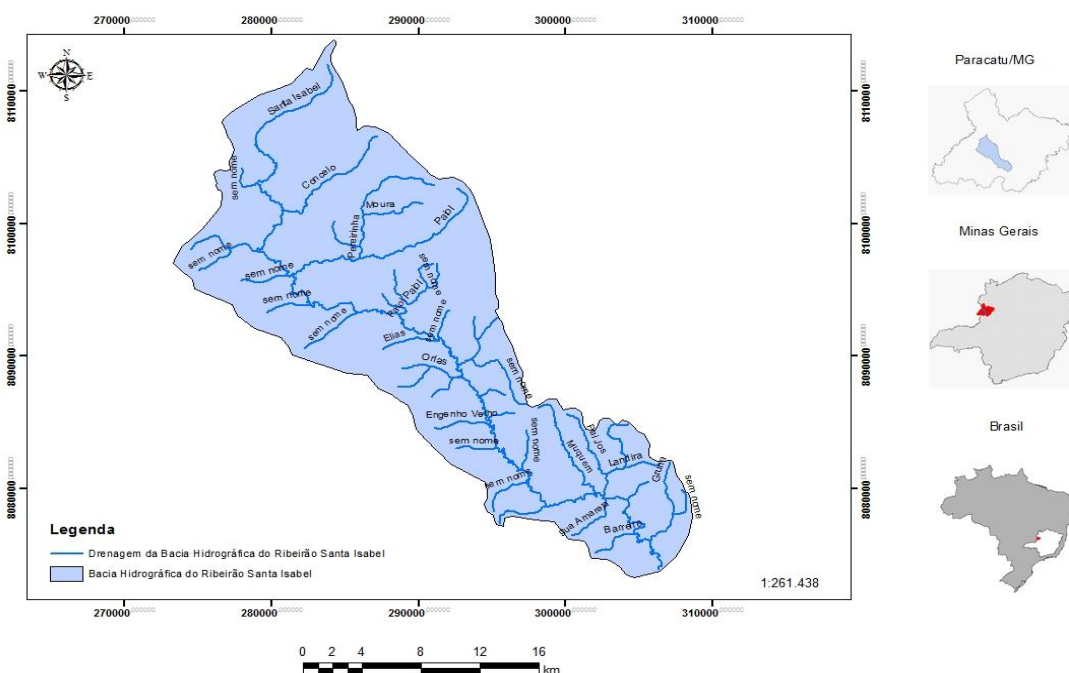


Fonte: Adaptado COPASA (2018)

Verifica-se nos últimos anos, uma redução significativa nos totais pluviométricos, o que refletiu diretamente na diminuição da vazão observada no ribeirão Santa Isabel. Cabe ressaltar que, apesar da baixa pluviosidade no manancial analisada, não se deve ignorar o fato da bacia sofrer com os efeitos de uso e ocupação do solo e dos usos múltiplos da água.

A bacia do ribeirão Santa Isabel, mostrada na Figura 4, abrange uma área de drenagem de, aproximadamente, 498 km². O rio principal apresenta uma extensão de 86 km, da nascente à foz no Rio Paracatu. Seus principais afluentes são: Córrego Pereirinha, Vereda das Orlas, Córrego do Paiol, Córrego do Moura, Vereda do Elias e Vereda Engenho Velho.

Figura 4- Afluentes da Bacia do Ribeirão Santa Isabel



Fonte: Autor (2018)

6. ANÁLISE DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA E DEMANDA DA BACIA SANTA ISABEL, A MONTANTE DA CAPTAÇÃO DA COPASA

A COPASA assumiu o Sistema de Abastecimento de Água de Paracatu em 1977 e, atualmente, atende aproximadamente 86.000 pessoas. A captação é feita diretamente no ribeirão Santa Isabel e em nove poços profundos.

O município possui uma Estação de Tratamento de Água (ETA) convencional, que purifica a água bruta por meio de processos de coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção e fluoretação. A capacidade de produção desse sistema é de 19 milhões de litros por dia e sua rede de distribuição possui 251.182 metros de extensão (COPASA, 2007).

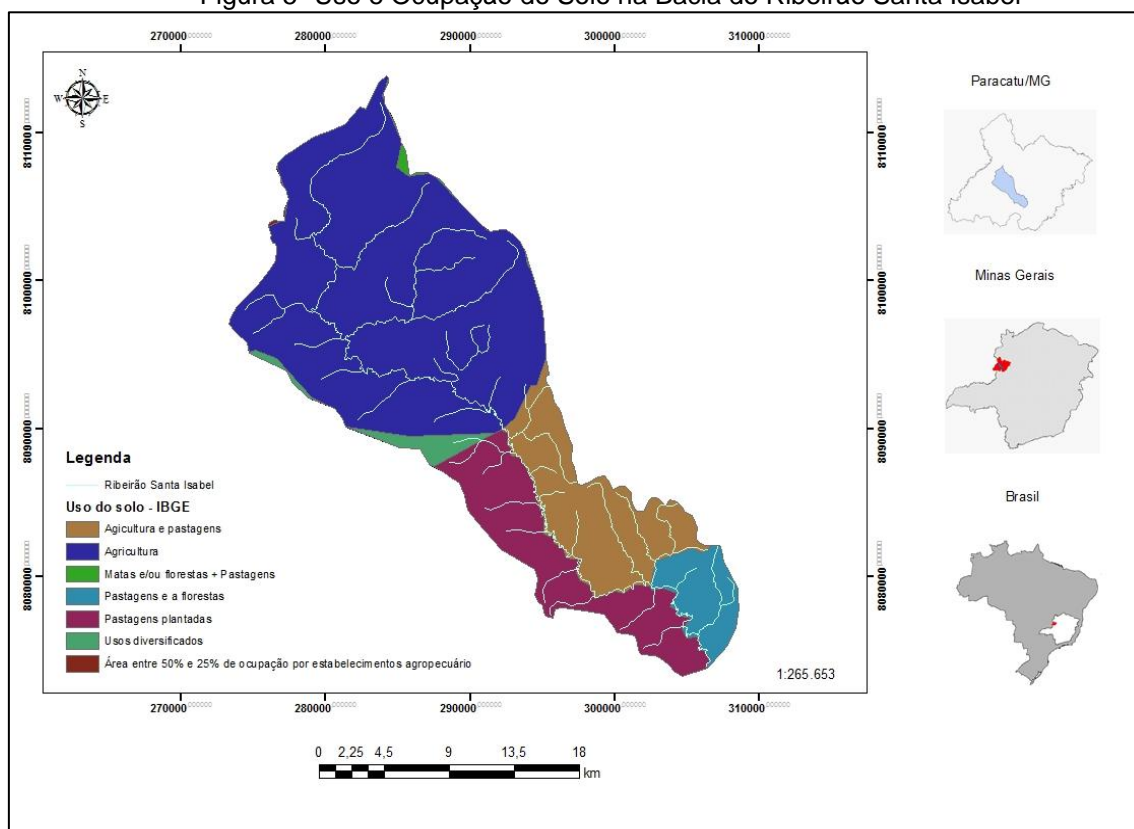
A captação de água no ribeirão Santa Isabel está localizada nos pontos de coordenadas geográficas UTM longitude 292.060 e latitude 8.089.964 e possui uma área de drenagem de aproximadamente 316 km².

Com o intuito de analisar a disponibilidade hídrica da bacia do ribeirão Santa Isabel para o abastecimento público do município, foram identificados os usos de ocupação do solo, por meio de imagens áreas e georreferenciadas, e os múltiplos usos da água, mediante as outorgas concedidas a montante da captação da COPASA.

Observa-se na Figura 05, que a bacia do ribeirão Santa Isabel apresenta grandes áreas de cultivo que, em sua maioria, são irrigadas por pivô central, contribuindo para o aumento da pressão dos usos dos recursos hídricos. Esse tipo de irrigação consome um grande volume de água que, além de comprometer a disponibilidade hídrica em quantidade e qualidade, coloca em risco o abastecimento público e a dessedentação animal, considerados usos prioritários dos recursos hídricos em situações de escassez, conforme estabelecido no art. 1º da Lei nº 9.433/1997.

A Figura 5 demonstra, ainda, que a maior parcela das atividades agrícolas está concentrada nas cabeceiras e nos tributários da margem direita do ribeirão Santa Isabel. Além disso, pode-se notar a existência de áreas destinadas à pastagem e um pequeno fragmento de vegetação nativa preservada.

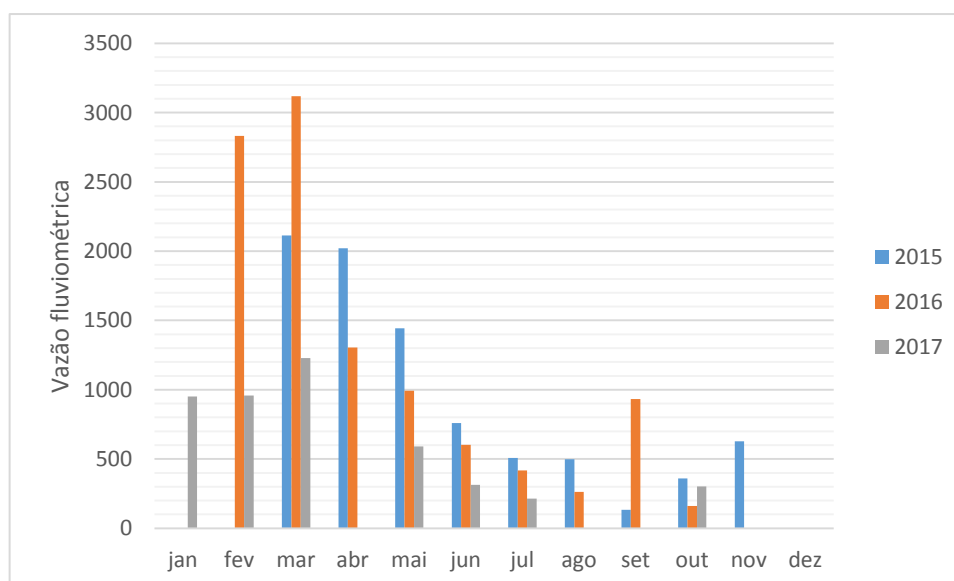
Figura 5- Uso e Ocupação do Solo na Bacia do Ribeirão Santa Isabel



Segundo a COPASA (2007), a empresa realiza monitoramentos no ribeirão Santa Isabel por meio de medições de vazão a vau esporádicas, a fim de avaliar o comportamento do curso d'água ao longo do tempo. Entre 1990 e 2001, o ponto monitorado estava localizado a montante da estação. Porém, o ponto foi transferido para jusante da captação, em agosto de 2001, em razão das mudanças nas características da seção. Assim, pelo fato de não haver contribuições extras entre os dois pontos, assume-se que a vazão a montante da captação é equivalente a vazão a jusante somada a vazão captada.

Conforme citado, os últimos anos foram períodos bastante críticos com relação ao nível do ribeirão Santa Isabel. Analisando o Gráfico 3, observa-se uma queda na média das vazões dos meses avaliados. Porém, existem alguns meses do ano em que não foram realizadas as medições, entretanto nota-se uma redução de, aproximadamente, 57% do volume hídrico.

Gráfico 3- Medição fluviométrica pela COPASA em 2017



Fonte: COPASA, 2018

Deste modo, a situação do ribeirão Santa Isabel torna-se cada vez mais preocupante, considerando a existência de diversas captações a montante deste ponto avaliado e a vazão residual praticamente nula nos períodos de estiagem.

6.1 Disponibilidade Hídrica

Este item retrata as condições e estudos analisados para conceituação e determinação da disponibilidade hídrica da bacia em questão.

6.1.1 Análise das vazões mínimas

Para análise das vazões mínimas do Ribeirão Santa Isabel em Paracatu, foram utilizados dados da estação fluviométrica operada pela ANA, localizada a montante do ponto de captação da COPASA. As características da estação estão descritas no quadro 5.

Quadro 5 - Caracterização da Estação Fluviométrica

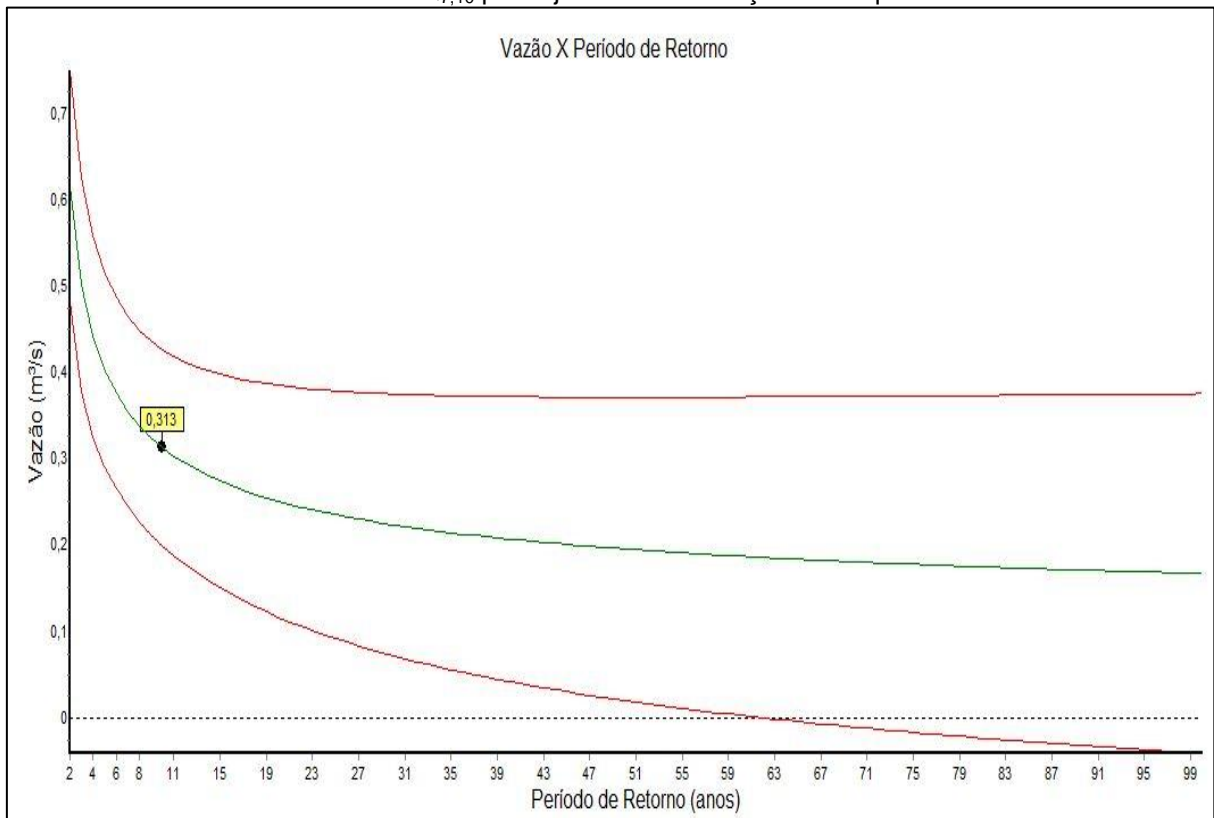
Chave	Nome	Localização	Área de Drenagem (km ²)	Coordenadas geográficas		Série de dados
				Longitude	Latitude	
42255000	Fazenda Nolasco	Ribeirão Santa Isabel	316	284974	8093962	1988-2007

Fonte: Adaptado ANA (2018)

O cálculo da vazão $Q_{7,10}$ na estação estudada foi realizado utilizando o Sistema Computacional para Análises Hidrológicas - SisCAH do estudo de regionalização de vazões realizado pela Universidade Federal de Viçosa (UFV, 2010) e cedido pela ANA, utilizando-se as vazões mínimas, com sete dias de duração e período de retorno de 10 anos ($Q_{7,10}$) que, conforme já abordado, trata-se da vazão de referência utilizada pelo IGAM.

Foram testados o ajuste das distribuições de frequência Weibull, Gumbel e Log-Normal utilizando a análise gráfica. A distribuição com o melhor ajuste foi a Weibull. O resultado está representado no Gráfico 4.

Gráfico 4- Análise da $Q_{7,10}$ pela ajuste de distribuição de frequência Weibull



Fonte: Autor (2018)

Obteve-se o valor de 313 l/s para representar a vazão mínima $Q_{7,10}$ do Ribeirão Santa Isabel na estação estudada. Considerando a área da bacia como 316 km², obtém-se 0,99 L/s/Km² para a vazão específica $Q_{7,10}$ neste ponto deste manancial.

O resultado obtido da $Q_{7,10}$ 313,0 l/s, comparado com o valor apresentado no Relatório de Definição de Fonte de Produção da COPASA, em que foi obtido o valor de $Q_{7,10}$ 426,0 l/s, mostrou uma redução de 26,52% da vazão mínima.

6.2 Demanda do recurso hídrico

Com o intuito de avaliar os usos múltiplos da água na bacia do ribeirão Santa Isabel, foram consideradas as outorgas superficiais, concedidas pelo IGAM para o Estado de Minas Gerais até 21 de junho de 2018.

O levantamento de informação foi obtido por meio do banco de dados de Outorga da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD, sendo que foram consideradas as portarias de outorga superficiais com as seguintes situações: processos deferidos, retificação e renovação. Assim, foram analisadas as portarias de outorga superficial a montante da captação da COPASA com o intuito de identificar a disponibilidade hídrica para o abastecimento humano.

Utilizando as coordenadas geográficas, informadas nas portarias concedidas vigentes, e utilizando o mapa da bacia do ribeirão Santa Isabel e seus afluentes, obtiveram-se os pontos que são avaliados no presente trabalho.

Quadro 6 - Outorgas concedidas pelo IGAM próximo ao ponto de captação da COPASA na Bacia do Ribeirão Santa Isabel

Nº	Portaria	Outorgado	Validade	Curso D'Água	Vazão (l/s)
1	00227/2016	Fazenda Capão das Órfãs e Fazenda Nolasco	26/10/2019	Vereda Dos Borges	100,0
2	00958/2016	Fazenda Barra do Paiol e Buriti do Bernado	10/06/2017	Ribeirão Santa Isabel	70,0,
3	01443/2016	Fazenda Contagem e Capão das Órfãs	07/07/2021	Córrego Vereda Das Orlas	7,0
4	01840/2016	Fazenda São José	09/09/2021	Afluente Da Margem Direita Do Ribeirão Santa Isabel	33,0
5	01277/2017	Fazenda Capão das Órfãs	20/04/2022	Vereda Buriti Do Elias	17,7
6	03533/2017	Fazenda Capão das Órfãs e Guariroba	01/08/2021	Afluente Do Ribeirão Santa Isabel	88,7
7	03534/2017	Fazenda Capão das Órfãs e Guariroba	01/08/2021	Afluente Do Ribeirão Santa Isabel	31,3
8	01907/2018	Fazenda Barra do Paiol e Buriti do Bernardo	19/10/2021	Ribeirão Santa Isabel	70,0
9	2353/2012	COPASA	14/07/2032	Ribeirão Santa Isabel	144,0
Vazão total					516,70

Fonte: Adaptado SEMAD (2018)

Analisando a Quadro 6, verifica-se que a soma das vazões captadas até o ponto de captação da COPASA atingiu um valor de 561,7 l/s. Trata-se de um valor demandado elevado e capaz de alterar o regime hídrico do Ribeirão Santa Isabel, podendo assim, haver conflito de uso.

Essas outorgas devem ser, portanto, estudadas e acompanhadas com bastante cuidado para que não haja o comprometimento desse manancial Santa Isabel, como ocorreu nos últimos anos e causou o desabastecimento público da cidade de Paracatu. Essa preocupação torna-se ainda maior quando comparada à vazão mínima de 7 dias de permanência igual a 313 l/s para o período de retorno de 10 anos.

Cabe ressaltar que a vazão total, obtida no Quadro 6, foi tratada de forma genérica, sem considerar a sazonalidade definida em algumas portarias e que alguns meses do ano, ocorrem uma redução na vazão captada. Além disso, para que se possam obter dados mais contundentes, são necessárias pesquisas in loco, considerando todos os usuários da bacia até o ponto de captação da COPASA.

7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após o estudo da disponibilidade hídrica para a bacia do ribeirão Santa Isabel, foram analisados os seguintes resultados:

Nº de usuários de uso dos recursos hídricos (consuntivos): 8

Captação em corpo d'água = 3

Captação em barramento = 5

Área de drenagem: 316Km²

Rendimento específico: 0,99l/s*km²

Q_{7,10}: 0,313m³/s

50% Q_{7,10}¹: 0,156 m³/s

Q outorgada na bacia = 0,410 m³/s }

Disponibilidade hídrica = 0,156m³/s - 0,410m³/s = - 0,254m³/s

Verificada a indisponibilidade hídrica na bacia do ribeirão Santa Isabel e declarada como área de conflito, a porção da bacia hidrográfica a montante do ponto de coordenadas geográficas 17°15'57,67" S / 46°57'21,47" W, fez-se necessário um planejamento para gerir os conflitos dos usos múltiplos da bacia.

Desta forma, mesmo que o IGAM tenha adotado o procedimento de alocação de água para fins de outorga, baseado nas vazões mínimas de referência da Q_{7,10} e no estabelecimento de limites de utilização dessas vazões por usos da água, é importante que

se promovam inovações metodológicas relacionadas a setores usuários específicos com o objetivo de ajustar a alocação de água às características regionais, dos corpos de água e dos setores usuários (FREITAS, 2015).

Diante disso, além da utilização das vazões mínimas de referências, o IGAM tem adotado outro mecanismo de alocação de água por meio da emissão de Declaração de Área de Conflito – DAC e do processo único de Outorga ou a denominada Outorga Coletiva.

Portanto, a primeira alternativa para administrar a regularização do uso da água, pelos usuários inseridos na área de conflito na bacia do ribeirão Santa Isabel, seria a emissão de um Processo Único de Outorga como um instrumento de alocação de água entre diversos usos de uma bacia hidrográfica, que deverão atender às necessidades ambientais, econômicas e sociais por água, reduzir ou eliminar os conflitos entre usuários e possibilitar o planejamento das demandas futuras a serem atendidas (SISEMA, 2015).

A Agência Nacional de Águas (ANA) tem autorizado os usos da água de forma distinta, conforme descrito na Resolução ANA nº 707, de 2004. Atividades como a irrigação, que estão entre os maiores usuários da bacia do ribeirão Santa Isabel, são avaliadas por ponto de captação e consideram-se as relações entre os volumes captados e os volumes estimados, para atender às necessidades dos cultivos, as respectivas áreas irrigadas, as características das culturas, as condições climáticas da região, o calendário agrícola, o(s) método(s) de irrigação e sua adequação às culturas irrigadas.

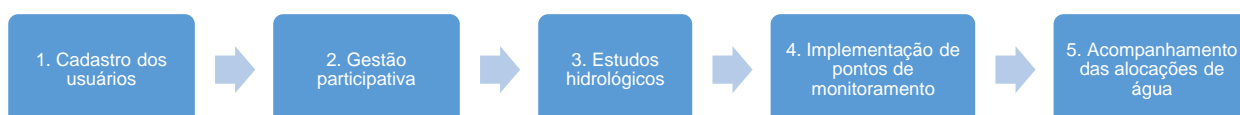
Além disso, em áreas de conflito pelo uso da água, opta-se por processos de alocação de água de forma negociada entre os usuários que são conduzidos por alguns órgãos gestores.

Uma outra alternativa de planejamento e gerenciamento dos usos dos recursos hídricos, para o enfrentamento dos conflitos de uso das águas da bacia do ribeirão Santa Isabel é sugerida.

Tal alternativa consiste no processo de alocação de água de forma negociada, tendo como base procedimentos das “Metodologias para Alocação de Água em Açudes Isolados – Meta Institucional da Superintendência de Regulação - 01/10/2014 e 30/09/2015”.

Pelo fato da ANA não ter criado uma metodologia aplicada aos cursos d’água naturais, as metodologias serão adaptadas de acordo com suas necessidades.

O fluxo do processo se dará da seguinte forma:



7.1 Cadastro dos usuários da bacia Santa Isabel

A primeira estratégia traçada está baseada no cadastro de todos os usuários de recursos hídricos a montante da captação da COPASA, a fim de verificar o número real de usuários e a demanda de cada um deles para o estabelecimento de regras adequadas de uso da água.

Além disso, deve haver um monitoramento a jusante de cada captação de água para avaliar a vazão residual que chega aos usuários seguintes, de modo a compatibilizar as demandas e ofertas hídricas, permitindo a regularização dos usos, por meio da emissão de outorgas, para todos os usuários da bacia. Este processo é extremamente importante para uma gestão eficiente dos recursos hídricos, não só por quantificar as vazões captadas, mas principalmente para identificar possíveis usos irregulares, que possam comprometer a disponibilidade hídrica e o gerenciamento de seus usos.

7.2 Gestão participativa

Após o cadastro de usuários, será possível conhecer todas as demandas dos recursos hídricos na bacia. Assim, deverão ser realizadas reuniões com a participação dos usuários e do poder público, para a definição das regras de operação da bacia e dos volumes de água alocados a cada usuário, que poderão ser utilizados no próximo período de estiagem.

Esse processo deverá ser repetido anualmente, com a emissão de relatórios de medição mensais e, desta forma, será possível conceder as outorgas dos direitos de uso de recursos hídricos, pelo órgão gestor de recursos hídricos, aos usuários instalados na bacia do ribeirão Santa Isabel.

7.3 Estados hidrológicos

Com base nas vazões de referência, adotadas pelos órgãos ambientais e de recursos hídricos, a regulação da vazão tende a ser conservadora em anos com índices pluviométricos maiores e excessivamente otimista em períodos de seca duradouros.

A Deliberação Normativa CERH/MG nº 49/2015 estabelece diretrizes e critérios gerais de situação crítica de escassez hídrica e estado de restrição de uso de recursos hídricos superficiais nas porções hidrográficas no Estado de Minas Gerais.

O Art. 2º desta Deliberação Normativa classifica os Estados de Restrição de Uso de Recursos Hídricos Superficiais em:

I. Estado de Atenção: estado de vazão que antecede a situação crítica de escassez hídrica e seu Estado de Alerta, no qual não haverá restrição de uso para captações de água e o usuário de recurso hídrico deverá ficar atento para eventuais alterações do respectivo estado de vazões;

II. Estado de Alerta: estado de risco de escassez hídrica, que antecede ao estado de restrição de uso, caracterizado pelo período de tempo, em que o estado de vazão ou o estado de armazenamento dos reservatórios indicarem a adoção de ações de alerta para restrição de uso para captações de águas superficiais e no qual o usuário de recursos hídricos deverá tomar medidas de atenção e se atentar às eventuais alterações do respectivo estado de vazões;

III. Estado de Restrição de Uso: estado de escassez hídrica caracterizado pelo período de tempo em que o estado de vazão ou o estado de armazenamento dos reservatórios indicarem restrições do uso da água em uma porção hidrográfica;

Além disso, a Deliberação Normativa CERH/MG nº 49/2015 classifica a situação crítica de escassez hídrica para determinar a adoção de medidas de restrição de uso na porção hidrográfica conforme mostrado no quadro 7.

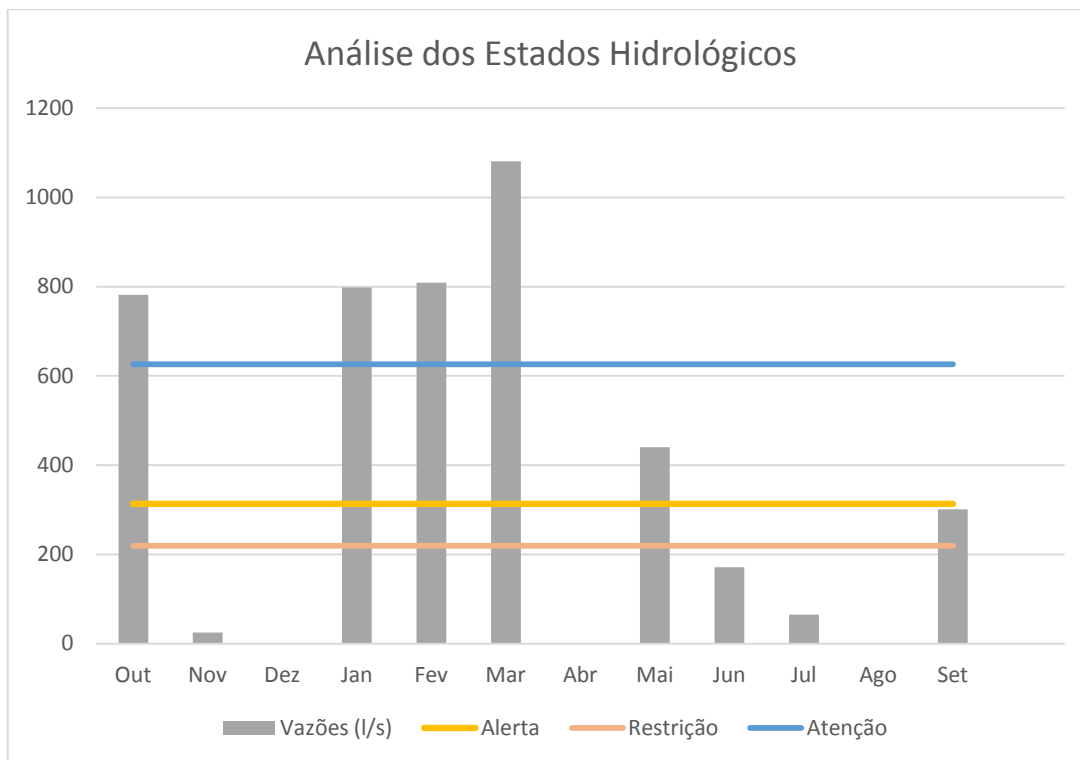
Quadro 7 - Classificação da situação crítica de escassez hídrica

Situação crítica de escassez hídrica	$Q_{7,10}$
Normal	> 200%
Atenção	100 % > x < 200 %
Alerta	70% > x < 100%
Restrição	< 70%

Fonte: Autor (2018)

Desta forma, foi possível analisar a situação crítica da escassez hídrica na bacia do Ribeirão Santa Isabel. Nota-se no gráfico 5 que os meses de novembro, junho e julho a vazão do manancial atingiu níveis inferiores a 70% da $Q_{7,10}$, sendo necessário adotar medidas de restrição de uso para captação de água.

Gráfico 5- Situação crítica da escassez hídrica



De acordo com a Deliberação Normativa CERH/MG n° 49/2015, a restrição de uso para captações de água ocorrerá conforme os estados de vazões ou estado de armazenamento dos reservatórios definido no art. 10 desta DN e restringirá o uso para captação de água nos seguintes termos:

- I. Redução de 20% do volume diário outorgado, para as captações de água para a finalidade de consumo humano ou dessedentação animal ou abastecimento público;
- II. Redução de 25% do volume diário outorgado para a finalidade de irrigação;
- III. Redução de 30% do volume diário outorgado, para as captações de água para a finalidade de consumo industrial e agroindustrial;
- IV. Redução de 50% do volume outorgado para as demais finalidades, exceto usos não consuntivos.

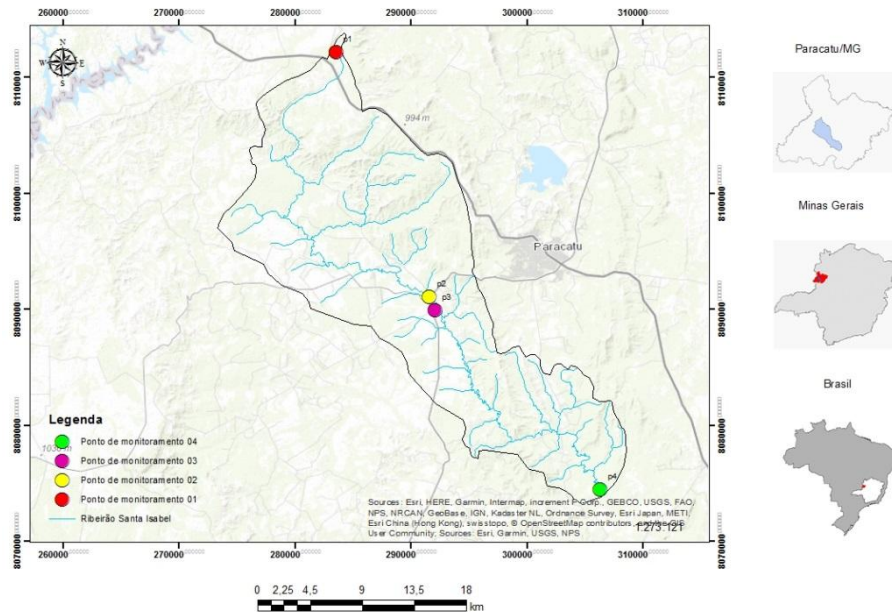
7.4 Implementação de pontos de monitoramento do nível fluviométrico

Para a avaliação dos estados hidrológicos e das curvas-chave, deverão ser implantados pontos de monitoramento e instrumentação, a ser instalados pela COPASA, usuários da irrigação e/ou órgãos ambientais.

A proposta é que sejam implantados, ao longo do ribeirão Santa Isabel, 4 pontos de monitoramento. O primeiro será implantado na cabeceira do curso d'água, para avaliação do volume produzido pelas nascentes. O segundo ponto será o já utilizado pela COPASA, desta forma será possível averiguar a vazão a montante da captação e assim confrontar com as vazões outorgadas nos afluentes, além de verificar a existência de usuários irregulares na bacia. O terceiro ponto será a jusante da captação, possibilitando verificar a vazão residual para os usuários a jusante. O último ponto será instalado na foz do ribeirão Santa Isabel, em que serão avaliados todos os usuários da bacia, o comportamento do manancial ao longo do percurso e a vazão de entrega para o rio Paracatu.

Desta forma, haverá a possibilidade de elaborar um planejamento para as condições de uso durante o ano, considerando os períodos de estiagem e cheias. A Figura 6 apresenta os pontos a serem implantados para o monitoramento.

Figura 6- Proposta dos pontos de monitoramento



Fonte: Autor, 2018

Desta forma, será possível avaliar o comportamento do manancial, bem como fazer o estudo dos estados hidrológicos e determinar a metodologia mais adequada para resolver os problemas relacionados aos conflitos na bacia.

7.5 Acompanhamento das alocações de água

Considerando a análise do Gráfico 2 e 3 e dos estados hidrológicos, será proposta a emissão de boletins para acompanhamento das alocações de água, conforme descrito no exemplo apresentado no Quadro 8.

Quadro 8- Condições de Uso para alocação de água

USOS BSI	Condições de Uso											
	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	
Abastecimento público	Uso prioritário, somente em casos de colapso da captação											
Demais Usos Permanentes	50% volume outorgado	Restrição total			50% volume outorgado	Conforme Outorga						
Usos sazonais	Restrição total					Conforme Outorga						

Fonte: ANA (2015)

Além disso, com a implantação dos sistemas de monitoramento ao longo do ribeirão Santa Isabel, os boletins deverão ser enviados mensalmente ao órgão gestor e usuários para acompanhamento das atividades na bacia do Santa Isabel, conforme quadro 9.

Quadro 9- Proposta de boletim de acompanhamento das atividades na bacia

Atividade	Responsável	Prazo	Atendida	Atenção	Não Atendida
1. Monitoramento					
2. Instrumentação					
3. Regulação de Usos					

Fonte: ANA (2015)

A Alocação Negociada de Água tornou-se um importante instrumento de gestão dos recursos hídricos nos casos de conflito pelo uso da água. Porém, existem muitas dificuldades que deverão ser acertadas para que se torne um mecanismo eficiente. Geralmente, os problemas estão relacionados aos diferentes domínios na Bacia. Desta maneira, é necessário que haja uma integração entre os diferentes poderes federativos para que se possam estabelecer condições mínimas, necessárias ao gerenciamento dos recursos hídricos.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio dos estudos realizados neste trabalho, verificou-se que nos últimos três anos foram registrados valores de precipitação e vazões abaixo da média na bacia do ribeirão Santa Isabel. Tais valores, incorporados à série histórica de vazões, permitiram estimar a vazão de referência $Q_{7,10}$ no ponto de captação da COPASA.

Com base nos resultados, obtidos pelas análises da demanda e disponibilidade hídrica na bacia do ribeirão Santa Isabel, observou-se que atualmente há um desequilíbrio nas vazões do manancial, uma vez que as vazões outorgadas são superiores a 50% da $Q_{7,10}$, o que acarretou um conflito pelo uso da água na bacia.

Assim, conclui-se que a Outorga de Direitos de Uso de Recursos Hídricos é um importante instrumento de gestão de recursos hídricos, e que os órgãos ambientais utilizam deste mecanismo de alocação para estabelecer e regularizar os usos múltiplos das águas pelos usuários da bacia.

Desta forma, para o enfrentamento desta situação, foi proposta a implantação de um processo de gestão, baseado na Alocação Negociada de Águas.

Este instrumento permite o diagnóstico dos conflitos, identificação de todos usuários, determinação dos estados hidrológicos, mobilização social, monitoramento e controle dos usos na bacia.

Além disso, é importante que outras medidas sejam tomadas, como a atualização do plano diretor de recursos hídricos da bacia do Paracatu, a implantação de programas de educação ambiental nas escolas e comunidades e a criação de um programa para proteção dos mananciais ao longo do ribeirão Santa Isabel, visto que nas áreas de preservação permanente existentes há ocorrências de ações antrópicas com a supressão de vegetação e intervenção ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Regras especiais – alocação de água, 2015.** Disponível em < <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/regulacao/resolucoes-e-normativos/regras-especiais-de-uso-da-agua>>. Acesso em: 11 jun. de 2018

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Resolução nº 1.938, de 30 de Dezembro de 2004. **Dispõe sobre procedimentos de natureza técnica e administrativa a serem observados no exame de pedidos de outorga, e dá outras providências.** Disponível em< <http://arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2004/707-2004.pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2018

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2013.** Brasília: ANA, 2013.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Disponibilidade e Demandas de Recursos Hídricos no Brasil.** Brasília, DF, 2005. Disponível em < <http://arquivos.ana.gov.br/planejamento/planos/pnrh/VF%20DisponibilidadeDemanda.pdf> >. Acesso em: 20 jun. 2018.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Metodologia para Alocação de Água em Açudes Isolados – Meta Institucional da Superintendência de Regulação.** Nota Técnica nº 10/2015/COMAR/SER. Disponível em < file:///G:/Alocação%20de%20Água/Alocação%20de%20água/NT_10_2015_Doc_57595_2015.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2018.

ALVES, A. T. A.; LEÃO, J. C.; FERNANDES, J. A. R. **Gestão de Recursos Hídricos – Uma abordagem sobre a Outorga do Direito de Uso dos Recursos Hídricos no Piauí.** XIII Simpósio de Recursos Hídricos no Nordeste, 2016. Disponível em < [file:///C:/Users/otavi/Downloads/PAP021621%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/otavi/Downloads/PAP021621%20(2).pdf)>. Acesso em: 13 jun. 2018.

BAHIA. Decreto Estadual n. 6.296, de 21 de março de 1997.

BRASIL. Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.** Diário Oficial da União. 9 de jan. 1997.

CEARÁ. Decreto Estadual n. 23.067 de 11 de fevereiro de 1994.

CEHIDRO-MT. Resolução n. 27 de 09 de julho de 2009.

CERH-GO. Resolução n. 09 de 04 de maio de 2005.

CONERH-SE. Resolução n. 01, de 19 de abril de 2001.

COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais. **Relatório de Definição de Fonte de Produção do município de Paracatu, 2007.**

CRH-RS. Resolução n. 141, de 21 de março de 2014.

CRUZ, J.C. **Disponibilidade hídrica para outorga: avaliação de aspectos técnicos e conceituais.** 2001. 199 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001. Disponível em: < <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/2602/000323130.pdf>>. Acesso em 14 jun. de 2018.

FREITAS, M. A. S.; LOPES, A. V. **A alocação de água como instrumento de gestão de recursos hídricos: experiências brasileiras**. Revista de Gestão de Água da América Latina, 2015. Disponível em < https://www.researchgate.net/publication/275961350_A_alocacao_de_agua_como_instrumento_de_gestao_de_recursos_hidricos_experiencias_brasileiras >. Acesso em: 11 jun. 2018.

GRANZIERA, M. L. M. **A fixação de vazões de referência**. Revista de Direito Ambiental, 2013. Disponível em < <http://www.granziera.com.br/artigos/2013/7/17/a-fixao-de-vazes-de-referencia-adequadas-como-instrumento-de-segurana-juridica-e-sustentabilidade-ambiental-na-concesso-de-outorgas-de-direito-de-uso-de-recursos-hdricos> >. Acesso em: 11 jun. 2018.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. **Cobertura do Uso do Solo, 2014**. Cartas e Mapas. Disponível em < <https://www.ibge.gov.br/geociencias-novoportal/cartas-e-mapas.html> >. Acesso em: 11 jun. 2018

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas: **Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SEGRH**. Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov.br/sistema-de-gerenciamento>>. Acesso em: 18 jun. 2018

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas: **Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Paracatu**. Belo Horizonte, 2006. Disponível em < file:///C:/Users/otavi/Downloads/PDRH_Paracatu_2006.pdf >. Acesso em: 20 jun. 2018.

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Atlas Digital das Águas de Minas**. Universidade Federal de Viçosa. Disponível em <http://www.atlasdasaguas.ufv.br/apresentacao.html>. Acesso em: 15 jun. 2018.

HEMA-ES. Instrução Normativa n. 19 de 17 de agosto de 2005.

LANNA, A. E. **Gestão dos recursos hídricos**. In: Tucci, C.E.M. Hidrologia: ciência e aplicação. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 1993. p. 727-768.

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

MINAS GERAIS. Resolução Conjunta SEMAD-IGAM nº 1548, de 29 de março de 2012. **Dispõe sobre a vazão de referência para o cálculo da disponibilidade hídrica superficial nas bacias hidrográficas do Estado**. Diário Oficial do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 31 de mar. 2012.

MINAS GERAIS. Deliberação Normativa CERH/MG nº 49, de 25 de março de 2015. **Estabelece diretriz e critérios gerais para a definição de situação crítica de escassez hídrica e estada de restrição de uso de recursos hídricos superficiais nas porções hidrográficas no Estado de Minas Gerais do Estado**. Diário Oficial do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 26 de mar. 2015.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. **Estimativa das vazões para atividades de uso consuntivo da água nas principais bacias do Sistema Interligado Nacional – SIN**. Brasília, 2005. Disponível em < <http://www.ceivap.org.br/downloads/Relatorio%20final%20ONS.pdf> >. Acesso em 19 jun. 2018.

PEREIRA, E. M. **Análise de conflitos pelo uso da água relacionados à oferta e à demanda: Bacia do Rio Piracicaba, MG, 2012**. Dissertação (Mestrado) – Universidade

Federal de Minas Gerais, 2012. Disponível em <http://csr.ufmg.br/modelagem/dissertacoes/erika_machado.pdf>. Acesso em: 15 jun. de 2018.

SÃO PAULO. Lei n. 16.337, de 14 de dezembro de 2016, art. 13.

SCHVARTZMAN, A.S.; MEDEIROS, M.V.; NASCIMENTO. **Outorga e Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos: Aplicação à Bacia do Rio Paraopeba, MG**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Vol 7 de 22 de janeiro de 2002. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/238769736_Outorga_e_Cobranca_pelo_Uso_de_Recursos_Hidricos_Aplicacao_a_Bacia_do_Rio_Paraopeba_MG>. Acesso em: 14 jun. de 2018.

SCHVARTZMAN, A.S. **Avaliação de alternativas para suprimento de água para consumo humano na região semi-árida de Minas Gerais**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007. Disponível em <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/REPA-7BXN84/tese_alberto_simon_schvartzman_1_.pdf?sequence=1>. Acesso em: 13 jun. de 2018.

SEMAD – **Secretária de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Relação de processos de Outorga deferidos, indeferidos, cancelados e outros**. Disponível em <http://www.meioambiente.mg.gov.br/outorga/relacao-deferidos-indeferidos-cancelados-e-outros>>. Acesso em: 02 jun. 2018.

SERLA-RJ. Portaria n. 567, de 07 de maio de 2007.

SISEMA – Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Introdução aos conceitos de área de conflito e processo único de Outorga**. Seminário sobre Outorga e Alocação de Água em Bacias Críticas, 2015. Disponível em http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/eventosprojetos/20150707_BaciasCriticasPorExpansaoDaDemandaVisaoDosOrgaosGestores-ThiagoFigueiredoSantana.pdf. Acesso em: 20 jun. de 2018.

SILVA, L. M. C. da; MONTEIRO, R. A. **Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos: Uma das Possíveis Abordagens**. In: MACHADO, C. J. S. (Org.). Gestão de Águas Doces. Rio de Janeiro

SOUZA, Sérgio Menin Teixeira de (ed.). **Deflúvios superficiais no Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte**: Hidrossistemas, 1993.

TOCANTINS. **Decreto n. 2432**, de 06 de junho de 2005.

TUCCI, C.E.M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 1º ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 1993.