

N. CLASS.	M 553.7
CUTTER	M 5380
ANO/EDIÇÃO	2015

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS - UNIS/MG

ENGENHARIA CIVIL

ANA PAULA MENDES

**OUTORGA COMO SISTEMA DE GESTÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO
SUL DE MINAS GERAIS: Estudo de caso bacia do rio Verde**

Varginha

2015

ANA PAULA MENDES

**OUTORGA COMO SISTEMA DE GESTÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO
SUL DE MINAS GERAIS: Estudo de caso bacia do rio Verde**

Trabalho apresentado como requisito para
obtenção dos créditos da disciplina TCC I, 9º
período do Curso de Engenharia Civil do Centro
Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG sob
orientação da Prof.^a Ivana Prado de Vasconcelos.

**Varginha
2015**

ANA PAULA MENDES

**OUTORGA COMO SISTEMA DE GESTÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO SUL
DE MINAS GERAIS: Estudo de caso bacia do rio Verde.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Civil do Centro Universitário do Sul de Minas, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em / /

Prof. Ms. Ivana Prado de Vasconcelos

Prof. Dr. Leopoldo Uberto Junior

Engenheiro André Valim Sobrinho

OBS:

Dedico este trabalho àqueles que estiveram ao meu lado, me apoiando integralmente, compartilhando meus sonhos, tornando possível a realização desse trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por fazer por sempre estar, me abençoando, me guiando e iluminando os meus caminhos.

Minha família por todo apoio, em especial meu pai que esta sempre ao meu lado querendo sempre me mostrar os bons caminhos a ser seguido, a minha mãe pelos conselhos e incentivos pra nunca desistir, minha irmã por esta sempre me auxiliando e caminhando junto comigo e meu irmão pelo apoio incondicional.

Ao meu namorado, Felipe, pelo apoio de todos os finais de semana, estando sempre ao meu lado me orientando e ajudando a melhorar cada vez mais meu TCC.

A professora Ivana Prado de Vasconcelos coordenadora do curso de Engenharia Civil, pela oportunidade de orientação, incentivo, paciência e muita dedicação. Obrigado por tudo.

Aos amigos de sala de aula, que juntos nesses cinco anos compartilhamos muitas risadas e diversão que jamais serão apagados, e que aprendi muito com eles.

Aos meus amigos do serviço, que estão sempre ao meu lado me incentivando e dando forças pra sempre continuar caminhando.

“Uma vida sem desafios não vale a pena ser vivida.”

Sócrates

RESUMO

O presente trabalho apresenta um estudo de caso sobre a gestão das águas subterrâneas da bacia do rio Verde no sul de Minas Gerais, abordando como tema principal a outorga.

Foram realizados alguns levantamentos quantitativos e qualitativos, a partir dos dados disponibilizados pelo Instituto Mineiro de Gestão da Águas – IGAM, a fim de avaliar a demanda e a disponibilidade hídrica da região, considerando os usos prioritário assegurados em épocas de escassez, e avaliar a qualidade das águas, tornando possível a verificação da eficiência da outorga .

Palavras Chave: Outorga; Águas subterrâneas; Disponibilidade hídrica; Qualidade das águas.

ABSTRACT

The present work presents a case study on the management of water resources of the basin of rio Verde, addressing as main theme the granting to abstraction of groundwater.

Some were carried out quantitative and qualitative surveys, from the data provided by the Institute Miner Waters Management - IGAM, in order to assess the demand and water availability in the region, whereas the priority uses secured in times of scarcity, and assess the quality of the waters, making it possible to check the efficiency of the management system

Keywords: *Grants; Groundwater; Water availability; Quality of the water.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sistema de Gerenciamento.....	25
Figura 2- Área de Estudo.....	31
Figura 3 – Fluxograma sobre a gestão dos recursos hídricos	34
Figura 4 – Quantitativo de outorgas emitidas por município (2001-2014).....	35
Figura 5 – Mapeamento de outorgas por município.....	35
Figura 6 – Finalidade de usos para captações em águas subterrâneas	36
Figura 7 – Tabela de consumo de água por população atendida.....	37
Figura 8 – Consumo de água por criação / dessedentação de animais.....	38
Figura 9 – Quantidade, em cabeças, de animais de grande porte.....	38
Figura 10 – Representação da estimativa de consumo dos usos prioritários	39
Figura 11 – Demanda hídrica por tipo de uso (2001-2030)	40
Figura 12 – Rede de monitoramento de água subterrâneas do IGAM	41
Figura 13 – Cronograma de atividades do TCC 2.....	44

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 JUSTIFICATIVA	14
3 OBJETIVO	15
3.1 Geral	15
3.2 Específico	15
4 REVISÃO DA LITERATURA	16
4.1 Águas Subterrâneas	16
4.1.1 Uso das águas subterrâneas	16
4.1.2 Ocorrência das águas subterrâneas	17
4.1.3 Qualidade das águas subterrâneas	17
4.1.4 Vantagens e desvantagens das águas subterrâneas	18
4.2 Outorga	20
4.2.1 Objetivos da Outorga	21
4.2.2 Modalidades de outorga	21
4.2.3 Critérios de uso de água para fins de outorga	21
4.2.4 Critérios de outorga para águas subterrâneas	22
4.3 Gestão dos Recursos Hídricos	23
4.3.1 Sistema de Gerenciamento	24
4.3.2 Política nacional dos recursos hídricos	24
4.3.3 Plano estadual dos recursos hídricos	25
4.3.4 Plano diretor de recursos hídricos das bacia hidrográficas	25
4.3.5 Monitoramento quali-quantativos	26
4.4 Impactos Ambientais sobre as Águas Subterrâneas	27
4.4.1 Contaminação	27
4.4.2 Superexploração e superexploração	28
5 METODOLOGIA	29
6 DIAGNOSTICO	31
6.1 Características da área de estudo	31
6.1.1 Clima	31
6.1.2 Relevô	31
6.1.3 Vegetação	32
6.1.4 Aspectos econômicos	32
6.2 Gestão dos recursos hídricos na bacia do rio Verde - Outorga	32
6.2.1 Outorgas concedidas	33
6.2.2 Disponibilidade hídrica	37
6.2.3 Monitoramento da qualidade das águas	39
7 RESULTADOS	41
8 POSSÍVEIS SOLUÇÕES PARA UM SISTEMA EFICIENTE	42

9 CRONOGRAMA.....	43
10 CONCLUSÃO	44
11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso essencial para a sobrevivência da humanidade. Porém, nos últimos meses, uma parcela da população brasileira vem vivenciando um cenário de sua escassez. Isto, devido a uma forte crise que atingiu o país, caracterizada como a pior dos últimos 84 anos (ABAS – Associação Brasileira das Águas Subterrâneas, 2015).

A escassez da água é resultado do aquecimento global, provocado pela intensa emissão de dióxido de carbono (CO₂) e acentuado pelo desmatamento, que vem ocasionando diversas mudanças climáticas no mundo todo, tal escassez é agravada pelo consumo crescente e desenfreado nas principais atividades mundiais, sendo elas do setor industrial, agrícola e doméstico, além do aquecimento global que acentua. Mas o fato é que, independente de sua causa, a carência hídrica assusta e traz o medo de seu agravamento e expansão pelo território nacional. Com isso, parte da população vem buscando alternativas para o reabastecimento.

As captações dos recursos hídricos de forma autônoma, a fim de suprir as carências, aumentaram significativamente nos últimos meses. Às águas subterrâneas são um recurso natural, caracterizadas por possuírem uma qualidade superior às superficiais e baixo custo de exploração. Situada no solo ou subsolo (regiões conhecidas como aquíferos) é responsável por aproximadamente 97% da água doce existente no planeta (ABAS, 2015)

Todos esses fatores fazem com que seja exigido uma gestão adequada, que garanta o uso adequado do aquífero e, conseqüentemente, sua preservação.

Nesse contexto, no ano de 2000, foi sancionada a Lei 13.771 que dispõe sobre a administração, a proteção e a conservação das águas subterrâneas de domínio do Estado de Minas Gerais e dá outras providências. Segundo o capítulo II, o gerenciamento das águas subterrâneas compreende: a sua avaliação quantitativa e qualitativa, e o planejamento de seu aproveitamento racional; a outorga e a fiscalização dos direitos de uso dessas águas e a adoção de medidas relativas à sua conservação, preservação e recuperação, sendo competência do órgão ambiental responsável, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM, desenvolver ações visando um gerenciamento eficaz das águas subterrâneas, mediante a instituição e a manutenção de cadastro de poços e outras captações; a proposição e a implantação de programas permanentes de conservação e proteção dos aquíferos, visando ao

seu uso sustentado; a implantação de sistemas de outorga e de consulta permanente, de forma a otimizar o atendimento aos usuários de produtos e serviços.

Portanto, a gestão dos recursos hídricos compreende, basicamente, em um documento autorizativo que regulariza e controla o seu uso, denominado outorga. Tal documento de ser solicitado sempre que houver uma intervenção nos aquíferos.

2. JUSTIFICATIVA

A eficácia do sistema de gestão dos recursos hídricos está na capacidade de avaliar a quantidade explorada e, principalmente, a qualidade, garantindo o abastecimento para os diversos fins, seja o consumo humano, dessedentação de animais, irrigação ou industrial ou a manutenção do ecossistema. Contudo, o sistema de gestão dos recursos hídricos possui diversas falhas, falta monitoramento, educação ambiental, participação ativa dos Comitês das Bacias Hidrográficas durante a emissão das outorga e, principalmente, no controle das outorgas, além da grande burocracia existente para obtenção da concessão.

Diante de tantas falhas, que tornam o sistema de gestão ineficaz, a proposta é tornar a outorga como um sistema eficaz de gestão dos recursos hídricos.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Avaliar o atual sistema de outorga, verificando o cumprimento de seus objetivos a fim de verificar sua eficiência.

3.2. Objetivo específico

O objetivo geral descrito acima será alcançado através de:

- Realizar o levantamento de dados, que comprovem a ineficiência da atual gestão;
- Avaliação dos pontos críticos;
- Identificação dos principais pontos a serem observados.

4. REVISÃO DA LITERATURA

4.1. Águas subterrâneas

Segundo ABAS (2015), as águas subterrâneas são todas as águas que ocorrem abaixo da superfície da Terra, preenchendo os poros ou vazios inter granulares das rochas sedimentares, ou as fraturas, falhas e fissuras das rochas compactas, e que sendo submetida a duas forças (de adesão e de gravidade) desempenha um papel essencial na manutenção da umidade do solo, do fluxo dos rios, lagos e brejos. As águas subterrâneas cumprem uma fase do ciclo hidrológico, uma vez que constituem uma parcela da água precipitada.

Segundo Borghetti (2010), as rochas permeáveis que apresentam a propriedade de armazenar e transmitir as águas subterrâneas entre seus poros ou fraturas é chamada de aquífero.

Segundo Righetto (1998), aquíferos são formações geológicas sedimentares de grandes extensões e constituídas de material granulométrico heterogêneo, com predominância de areia fina, média e de cascalhos de pequenas dimensões, que possuem grande capacidade de armazenamento e elevada condutividade hidráulica. Tais formações sofreram a influencia de vários mecanismos físicos, químicos e biológicos que propiciaram a desintegração das rochas por ações mecânicas e a decomposição em partículas através de ações físico-químicas. As ações predominantemente mecânicas, são caracterizadas por formações compostas de material granular grosso, ou seja, areia e cascalho. As formações resultantes de ações predominantemente por decomposição, são compostas por grandes quantidades de sedimentos finos, siltes e argilas. As ações mecânicas são predominantes em regiões frias e árias, enquanto as físico-químicas em ambiente quentes e úmidos.

4.1.1. Uso das águas subterrâneas

Segundo Leal (1999), a exploração de água subterrânea está condicionada a fatores quantitativos, qualitativos e econômicos. Os fatores quantitativos estão intimamente ligados à

condutividade hidráulica e ao coeficiente de armazenamento dos terrenos; os aquíferos têm diferentes taxas de recarga, alguns deles se recuperam lentamente e em outros a recuperação é mais regular. Os fatores qualitativos são influenciados pela composição das rochas e condições climáticas e de renovação das águas. Já os fatores econômicos dependem da profundidade do aquífero e das condições de bombeamento.

Leal (1999), ainda diz que praticamente todos os países do mundo, desenvolvidos ou não, utilizam água subterrânea para suprir suas necessidade.

Segundo IGAM(2015), os usos consuntivos da água são aqueles que subtraem uma parcela da disponibilidade hídrica em determinado ponto de captação. Os usos consuntivos, para fins de concessão são: consumo humano; criação e dessedentação de animais; irrigação de culturas; consumo industrial; mineração; e aquicultura. Sendo garantido, em épocas de escassez, prioridade para os usos consuntivos de consumo humano e dessedentação de animais.

4.1.2. Ocorrência das águas subterrâneas

Segundo ABAS (2015), a distribuição das águas subterrâneas é muito variável, uma vez que elas se inter-relacionam no ciclo hidrológico e dependem das condições climatológicas. Entretanto, as águas subterrâneas são aproximadamente 100 vezes mais abundantes que as águas superficiais dos rios e lagos. Embora elas encontrem-se armazenadas nos poros e fissuras milimétricas das rochas, estas ocorrem em grandes extensões, gerando grandes volumes de águas subterrâneas na ordem de, aproximadamente, 23.400 km³, distribuídas em uma área aproximada de 134,8 milhões de km² (SHIKWMANOV, 1998, citado em ABAS, 2008), constituindo-se em importantes reservas de água doce.

4.1.3. Qualidade das águas subterrâneas

Segundo WREGGE (1997), as águas subterrâneas apresentam algumas propriedades que tornam o seu uso mais vantajoso em relação ao das águas dos rios: são filtradas e purificadas naturalmente através da percolação, determinando excelente qualidade e dispensando tratamentos prévios; não ocupam espaço em superfície; sofrem menor influência nas variações climáticas; são passíveis de extração perto do local de uso; possuem temperatura constante; têm maior quantidade de reservas; necessitam de custos menores como fonte de água; as suas reservas e captações não ocupam área superficial; apresentam grande proteção contra agentes poluidores; o uso do recurso aumenta a reserva e melhora a qualidade; possibilitam a implantação de projetos de abastecimento à medida da necessidade.

4.1.4. Vantagens e desvantagem do uso da água subterrânea

Segundo Feitosa & Manoel Filho (1997), as vantagens da exploração das águas subterrâneas podem ser apresentadas da seguinte forma:

- Na maioria das vezes, dispensa tratamento químico que onera bastante as águas superficiais em dispendiosas estações de tratamento de águas (ETA's);
- Não acarreta inundação de áreas aproveitáveis na superfície, muitas vezes representadas por excelentes solos agriculturáveis;
- A área de captação e proteção é extremamente reduzida;
- Permite uma distribuição setorizada, com baterias de exploração constituindo sistemas isolados ou interligados;
- A rede de adução até o reservatório ou caixa d'água, é em geral, de pequena extensão, ao contrário das barragens que requerem linhas adutoras de vários quilômetros de extensão;
- A implantação do sistema pode ser efetuada de maneira gradativa, ao longo do tempo, na medida que aumente a demanda, evitando períodos de sobra logo que se constrói uma barragem e períodos de déficit quando a demanda ultrapassa a sua capacidade. Essa flexibilidade evita a aplicação de grandes investimentos concentrados em curto espaço de tempo;
- Não implicam em desapropriação de grandes áreas como as barragens, que representam vultosos gastos financeiros;

- Indepe de períodos de estiagem prolongados para recarga anual como nos reservatórios de superfície;
- O prazo de execução de um poço é de dias, em contraposição a meses e até anos no caso do barramento de um rio;
- As águas subterrâneas não estão sujeitas como as superficiais, ao intenso processo de evaporação, que implica na região semi-árida numa perda de cerca de 2.500 mm de lâmina d'água acumulada na superfície;
- O sistema é muito melhor protegido de eventuais poluições químicas ou atômicas em períodos de guerra;
- Não se verificam impactos ambientais como os decorrentes do barramento dos cursos d'água superficiais;
- A manutenção é mais segura, pois a paralisação para conservação de uma unidade de bombeamento, até mesmo, a sua substituição pode ser efetuada sem prejuízo do conjunto;
- Os poços que apresentam um bom nível técnico nas fases de projeto, construção e operação, segundo as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), têm vida útil superior a 20 anos, com amortização dos investimentos realizados em apenas 5 a 8 anos.
- Por todas essas vantagens, o custo do metro cúbico fornecido pelas águas subterrâneas é substancialmente mais barato que o das águas superficiais.

Além das inúmeras vantagens sobre a exploração desse recurso hídrico, o mesmo apresenta algumas desvantagens; vale ressaltar que a exploração desse manancial não deva substituir totalmente ao das águas superficiais, e que haja um planejamento e uma gestão integrada e eficiente dos recursos hídricos subterrâneos e superficiais que ocorrem no âmbito de cada bacia hidrográfica, garantindo disponibilidade e qualidade das águas.

Ainda segundo Feitosa & Manoel Filho (1997), as desvantagens da exploração das águas subterrâneas podem ser apresentadas da seguinte forma:

- A distribuição espacial das bacias sedimentares possuidoras de aquíferos faz-se de maneira muito heterogênea;
- A renovação das águas retiradas dos aquíferos, ou recarga do sistema hídrico subterrâneo, não se faz na mesma velocidade da extração, resultando na exploração de parte das reservas permanentes, com risco de exaustão, quando a captação não é devidamente monitorada;

- A superexploração pode acarretar subsidência de terrenos e provocar salinização da água nos aquíferos costeiros;
- Apesar de serem menos vulneráveis à poluição, a detecção de um processo contaminante não é, em geral, imediata, acarretando muitas vezes situações irrecuperáveis do aquífero;
- A manutenção periódica preventiva é mais cara, devido a multiplicidade de equipamentos de bombeamento (em baterias de poços);
- Apresentam em geral maior consumo de energia elétrica no sistema de bombeamento.

4.2.Outorga

Segundo o CNRH – Conselho Nacional dos Recursos Hídricos (2001), a outorga do direito de uso da água é um importante instrumento regulatório dos recursos hídricos. Ela consiste em um ato administrativo, de autorização, mediante o qual o poder público outorgante faculta ao outorgado previamente ou mediante o direito de uso de recursos hídricos, por prazo determinado, nos termos e nas condições expressas no respectivo ato, consideradas as legislações vigentes.

O direito de uso e exploração de um manancial é garantido pelo Código de águas de 1934. Atualmente, a outorga é vinculada à jurisdição das águas, no estado de Minas Gerais a exploração das águas subterrâneas é regulamentada pela Lei 13771 de 11 de Dezembro de 2000, que dispõe os princípios fundamentais, tais como: administração, proteção e a conservação dos aquíferos. No contexto institucional de MG, as Outorgas do Direito de Uso da Água são estruturas, assim como tem suas ações legitimadas, pelo IGAM.

Segundo o IGAM (2010), pode-se entender a outorga como instrumento legal que assegura ao usuário o direito de utilizar os recursos hídricos, no entanto, essa autorização não dá ao usuário a propriedade de água, mas, sim, o direito de seu uso. Portanto, a outorga poderá ser suspensa, parcial ou totalmente, em casos extremos de escassez, de não cumprimento pelo outorgado dos termos de outorga, por necessidade premente de se atenderem aos usos prioritários e de interesse coletivo, dentre em outras hipóteses previstas na legislação vigente.

Segundo Almeida (2003), a outorga constitui ainda um meio de cognição dos usuários poluidores ou daqueles que, de qualquer forma, degradam os corpos d'água, possibilitando a

aplicação das sanções criminais, administrativas, bem como a responsabilização civil pelo dano causado.

Pode-se afirmar que a outorga é um documento indispensável de gestão dos recursos hídricos, é através dela, que os parâmetros de quantidade e qualidade do manancial serão garantidos conforme estabelece o artigo 3 da Lei Estadual 13771/2000.

4.2.1. Objetivos da outorga

O objetivo do instrumento de outorga é assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso a água, conforme art. 17º da Lei Estadual 13199/1999:

4.2.2. Modalidades de outorga

As modalidades de outorga são classificadas em autorização ou concessão, de acordo com a finalidade de utilização, sendo ela privada ou pública.

Segundo o IGAM, através da portaria 49/2010, é definido como autorização quando as obras, serviços ou atividades que forem desenvolvidas por pessoa física ou jurídica de direito privado, quando não se destinarem a finalidade de utilidade pública (com validade de até 5 - cinco anos), e como concessão quando as obras, serviços ou atividades que forem desenvolvidas por pessoa jurídica ou direito público ou quando se destinarem a finalidade de utilidade pública. (com validade de até 35 (trinta e cinco) anos).

4.2.3. Critérios de uso de água para fins de outorga.

Estão sujeitos a outorga pelo Poder Público os seguintes usos de recursos hídricos, de acordo com o artigo 8 da Lei Estadual 13199/1999:

- 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;
- a extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo;
- 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;
- o aproveitamento de potenciais hidrelétricos;
- outros usos e ações que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água.

A Lei nº. 9.433/97, em seu artigo 13, afirma que toda outorga estará condicionada às prioridades de uso estabelecidas nos Planos de Recursos Hídricos, deverá respeitar a classe em que o corpo de água estiver enquadrado e a manutenção de condições adequadas ao transporte aquaviário, quando for o caso.

A Resolução CNRH nº. 16/01 (CNRH, 2001), além de ratificar o artigo 13, da Lei nº. 9.433/97, inseriu como condicionante para outorga a preservação dos usos múltiplos previstos. Além disso, afirma que o requerimento de outorga de uso de recursos hídricos, quando se tratar de derivação ou captação de água oriunda de corpo de água superficial ou subterrâneo deve contar com as informações de:

- Identificação do requerente;
- Localização geográfica do(s) ponto(s) característico(s) objeto do pleito de outorga,
- Incluindo nome do corpo de água e da bacia hidrográfica principal;
- Especificação da finalidade do uso da água;
- Vazão máxima instantânea e volume diário que se pretenda derivar;
- Regime de variação, em termos de número de dias de captação, em cada mês, e de número de horas de captação, em cada dia;

4.2.4. Critérios de outorga para águas subterrâneas

Segundo ANA – Agência Nacional das Águas (2015), não há uma metodologia específica de análise consolidada para todas as autoridades outorgantes brasileiras. Alguns dos estados

analisam esses pedidos de outorga por meio dos testes de bombeamento dos poços, outros em função da média da capacidade específica dos aquíferos, mas a maior parte se preocupa com a tomada de precauções por parte do usuário quanto à qualidade da água de modo a evitar a contaminação do aquífero.

A ANA (2015) recomenda que sejam desenvolvidas metodologias e critérios de análise de pedidos de outorga considerando os aspectos técnicos em termos de disponibilidade hídrica, além de suas inter-relações com as águas superficiais. Propõe ainda, a agregação de outras entidades, como as concessionárias de energia elétrica e as empresas perfuradoras de poços, na busca à regularização dos usuários de águas subterrâneas. Por fim, indica a articulação entre as autoridades outorgantes de recursos hídricos e o DNPM no caso de águas minerais.

Os critérios de outorga para água subterrânea são regulamentados no estado de Minas Gerais pela Lei nº13.771/00 - que dispõe sobre a administração, a proteção e a conservação das águas subterrâneas de domínio do Estado, onde são adotados fatores econômicos e sociais.

4.3.Gestão dos recursos hídricos

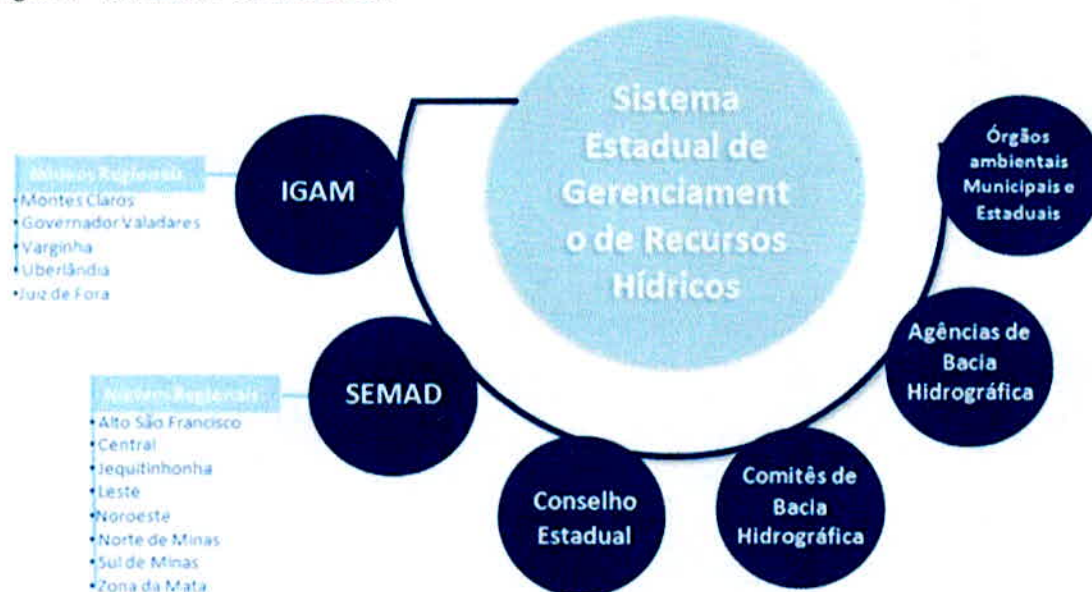
A gestão das águas em Minas Gerais é regida pela Política Estadual de Recursos Hídricos (Lei Estadual 13.199/1999). Essa Política visa a assegurar o controle, pelos usuários atuais e futuros, do uso da água e de sua utilização em quantidade, qualidade e regime satisfatórios. Para apoiar e direcionar o trabalho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos existem instrumentos e ferramentas de gestão. Entre elas estão:

- Plano Estadual de Recursos Hídricos;
- Planos Diretores de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas;
- Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos (InfoHidro);
- Enquadramento dos corpos de água em classes, segundo seus usos preponderantes;
- Cadastro de usos e usuários de recursos hídricos;
- Monitoramento da qualidade da água;
- Outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;
- Cobrança pelo uso de recursos hídricos.

4.3.1. Sistema de gerenciamento

Criado através da Lei Estadual nº 13.199/1990, o sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos é integrado pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD, o Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH-MG –, o IGAM –, os comitês de bacia hidrográfica, os órgãos e as entidades dos poderes estadual e municipais, cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos, e as agências de bacias hidrográficas. A figura 1 representa o sistema de gerenciamento.

Figura 1 – Sistema de Gerenciamento



Fonte: IGAM

4.3.2. Política Nacional dos recursos hídricos

A política nacional dos recursos hídricos foi instituída em 1997 através da Lei 9.433/97 e tem como objetivo assegurar à atual e as futuras gerações a disponibilidade de água em padrões de qualidade adequados ao uso; utilização nacional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, visando o desenvolvimento sustentável; e a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.

Os instrumentos de gestão previstos na política nacional dos recursos hídricos são:

- Planos de Recursos Hídricos;
- Enquadramento dos corpos de água;
- Cobrança pelo uso da água;
- Outorga;
- Sistema de informações dos recursos hídricos

4.3.3. Plano estadual de recursos hídricos

Segundo o IGAM (2015), o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) é um instrumento de gestão da Política Estadual de Recursos Hídricos, previsto na Lei 13.199/99, cujo objetivo é estabelecer princípios básicos e diretrizes para o planejamento e o controle adequado do uso da água no Estado de Minas Gerais.

O Plano também orienta sobre a necessidade de integrar a gestão de recursos hídricos com as políticas setoriais, como a agricultura e o saneamento. É, ainda, um elemento de articulação com os planos diretores das bacias hidrográficas do Estado e, de forma mais abrangente, com o Plano Nacional de Recursos Hídricos, como determina a Política Estadual de Recursos Hídricos, instituída por lei.

O Plano Estadual de Recursos Hídricos foi concluído em 2010 e aprovado pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos conforme Deliberação CERH/MG, nº 260 de 26 de novembro de 2010 e pelo Governo de Minas por meio do Decreto nº 45.565 de 22 de março de 2011.

4.3.4. Plano diretor de recursos hídricos de bacias hidrográficas

Segundo o IGAM (2015), o Plano Diretor de Recursos Hídricos é um instrumento de gestão da Política Estadual de Recursos Hídricos, estabelecido pela Lei 13.199/99, que tem como objetivo definir a agenda de recursos hídricos para as bacias hidrográficas do Estado de Minas Gerais, identificando ações de gestão, programas, projetos, obras e investimentos

prioritários, com a participação dos poderes públicos estadual e municipal, da sociedade civil e dos usuários, tendo em vista o desenvolvimento sustentável da Bacia.

O Plano Diretor de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas deverá apresentar, conforme Resolução CNRH no 145/12, diagnóstico, prognóstico e plano de ações, contemplando os recursos hídricos superficiais e subterrâneos e estabelecendo metas de curto, médio e longo prazos e ações para seu alcance, observando o art. 11º da Lei 13.199/99:

Art. 11 - O planejamento de recursos hídricos, elaborado por bacia hidrográfica do Estado e consubstanciado em Planos Diretores de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas, tem por finalidade fundamentar e orientar a implementação de programas e projetos e conterá, no mínimo:

- diagnóstico da situação dos recursos hídricos da bacia hidrográfica;
- análise de opções de crescimento demográfico, de evolução de atividades produtivas e de modificação dos padrões de ocupação do solo;
- balanço entre disponibilidades e demandas atuais e futuras dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade, com identificação de conflitos potenciais;
- metas de racionalização de uso, aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis;
- medidas a serem tomadas, programas a serem desenvolvidos e projetos a serem implantados para o atendimento de metas previstas, com estimativas de custos;
- prioridade para outorga de direito de uso de recursos hídricos;
- diretrizes e critérios para cobrança pelo uso dos recursos hídricos;
- proposta para a criação de áreas sujeitas à restrição de uso, com vistas à proteção de recursos hídricos e de ecossistemas aquáticos.

4.3.5. Monitoramento quali-quantitativos

O monitoramento dos recursos hídricos visa o conhecimento da situação da qualidade e da quantidade das águas e o seu padrão de comportamento ao longo do espaço e do tempo.

Portanto, o monitoramento quali-quantitativo tem por função produzir informações para um efetivo gerenciamento dos recursos hídricos.

O IGAM em parceria com os CBH das bacias, ANA, e outras entidades, realizam periodicamente levantamentos que possibilitem esse monitoramento, e avaliação da gestão dos recursos hídricos.

O conhecimento da qualidade e quantidade das águas em nosso Estado é uma ferramenta básica para definir as estratégias que busquem a conservação, a recuperação e o uso racional dos recursos hídricos, em outras palavras, garantir a gestão eficaz dos recursos hídricos, reduzindo os conflitos e direcionando as atividades econômicas.

Com este intuito, foi criado em 1997 o Projeto Águas de Minas, desenvolvido e monitorado pelo IGAM. O projeto monitora as qualidades das águas superficiais e subterrâneas do estado de Minas Gerais.

A qualidade das águas subterrâneas é diretamente influenciada pelo tipo de rocha onde está armazenada, pela qualidade da água de recarga, tempo de contato no aquífero, ocorrência de fontes potencialmente poluidoras, vulnerabilidade natural dos aquíferos, dentre outros. O monitoramento é a ferramenta utilizada, não só para a avaliação de sua qualidade e adequação aos diversos usos, em um determinado momento, mas principalmente para o acompanhamento da evolução da condição de qualidade das águas ao longo do tempo.

O conhecimento da condição de qualidade das águas subterrâneas do Estado permite ações para a adequações do uso, com vista a proteção e a conservação.

4.4. Impactos ambientais sobre as águas subterrâneas

4.4.1. Contaminação

Segundo Calcagno (2001), citado em ABAS (2008), a vulnerabilidade de um aquífero refere-se ao seu grau de proteção natural às possíveis ameaças de contaminação potencial, e depende das características litológicas e hidro geológicas dos estratos que o separam da fonte de contaminação (geralmente superficial), e dos gradientes hidráulicos que determinam os fluxos e o transporte das substâncias contaminantes através dos sucessivos estratos e dentro do aquífero.

Segundo o Museu do Uma (2003), citado em ABAS (2008), a contaminação ocorre pela ocupação inadequada de uma área que não considera a sua vulnerabilidade, ou seja, a capacidade do solo em degradar as substâncias tóxicas introduzidas no ambiente, principalmente na zona de recarga dos aquíferos. A contaminação pode se dar por fossas sépticas e negras; infiltração de efluentes industriais; fugas da rede de esgoto e galerias de águas pluviais; vazamentos de postos de serviços; por aterros sanitários e lixões; uso indevido de fertilizantes nitrogenados; depósitos de lixo próximos dos poços mal construídos ou abandonados. Entretanto, a mais perigosa, é a contaminação provocada por produtos químicos, que acarretam danos muitas vezes irreversíveis, causando enormes prejuízos, à medida que impossibilita o uso das águas subterrâneas em grandes áreas.

4.4.2. Superexploração ou superexploração

A superexploração ou superexploração (sobreexploração ou sobreexploração) de aquíferos: é a extração de água subterrânea que ultrapassa os limites de produção das reservas reguladoras ou ativas do aquífero, iniciando um processo de rebaixamento do nível potenciométrico que irá provocar danos ao meio ambiente ou para o próprio recurso. Portanto, a água subterrânea pode ser retirada de forma permanente e em volumes constantes, por muitos anos, desde que esteja condicionada a estudos prévios do volume armazenado no subsolo e das condições climáticas e geológicas de reposição (DRM, 2003. citado em ABAS, 2008).

Além da exaustão do aquífero, a superexploração pode provocar:

- Indução de água contaminada causada pelo deslocamento da pluma de poluição para locais do aquífero;
- Subsidência de solos, definida como "movimento para baixo ou afundamento do solo causado pela perda de suporte subjacente", provocando uma compactação diferenciada do terreno que leva ao colapso das construções civis;
- Avanço da cunha salina definida como o avanço da água do mar em sub superfície sobre a água doce, salinizando o aquífero, em áreas litorâneas

5. METODOLOGIA

O presente trabalho é um estudo de caso, no qual fatos são observados, analisados, classificados e interpretados.

Para a sua elaboração foram realizadas pesquisas em livros, artigos, leis, normas e decretos, visando o maior conhecimento e entendimento sobre o assunto.

Através do contato com a SEMAD e IGAM, foi realizado a caracterização da área de estudo, verificação do atual sistema de outorga, levantamento quantitativo de outorgas emitidas - considerando usos insignificantes e significantes - por municípios abrangidos pela bacia de estudo, e uma análise do monitoramento da qualidade das águas.

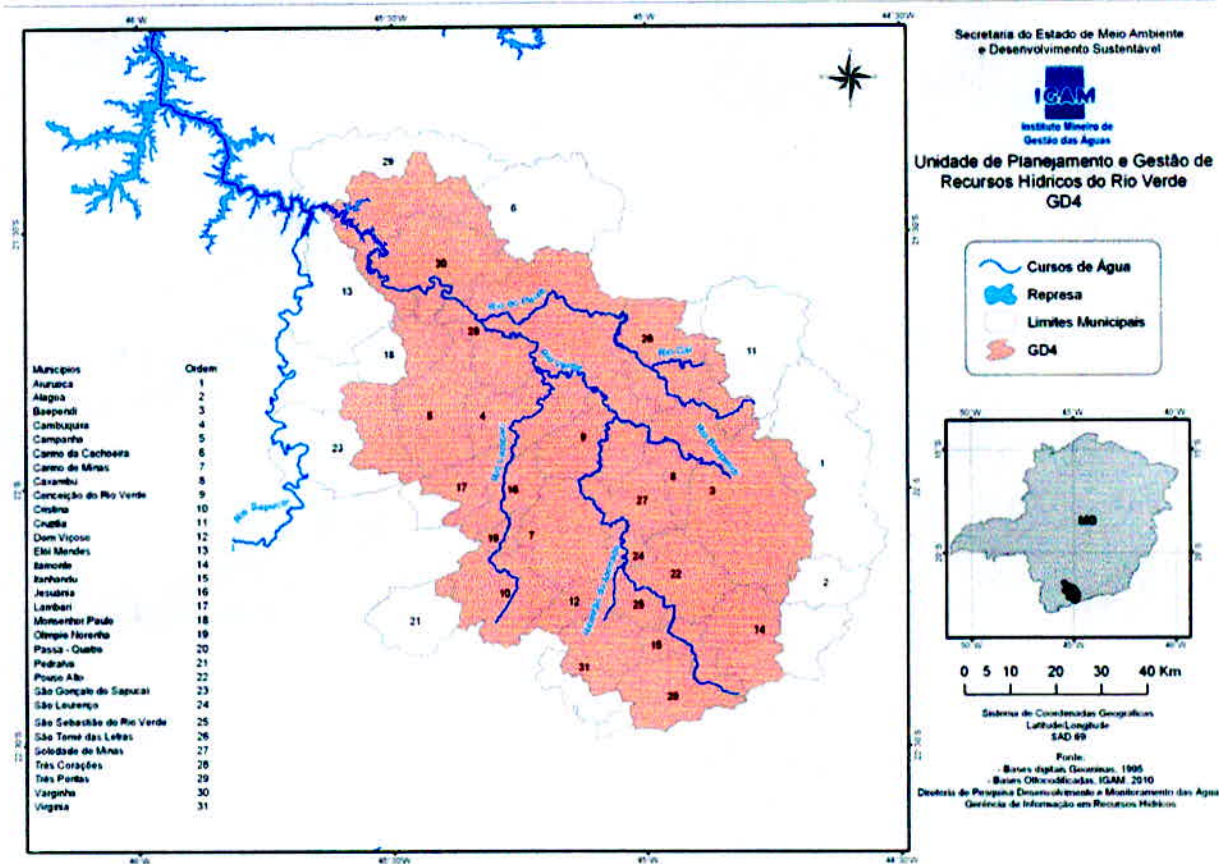
Com o levantamento quantitativo de outorga concedidas foi feito uma estimativa de consumo, considerando os usos assegurados em época de seca (consumo humano e dessedentação de animais), e então, correlacionando com a disponibilidade hídrica do aquífero, a fim de verificar se a quantidade de água está sendo garantida.

A análise do monitoramento da qualidade das águas foi realizada visando verificar se o segundo objetivo da outorga, que é a qualidade, está sendo garantido.

A verificação do atual sistema, assim como o levantamento quantitativo de outorgas concedidas e análise do monitoramento das águas, possibilitaram o diagnóstico do problema, e então, a proposta de uma solução.

A figura 2 apresenta a área de estudo.

Figura 2 – Área de estudo



Fonte: IGAM (2015)

6. DIAGNOSTICO

6.1. Características da área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Verde localiza-se na região do Sul/Sudoeste de Minas Gerais. Ela constitui a Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos (UPGRH) GD4, da bacia hidrográfica do rio Grande.

O rio Verde nasce no limite dos municípios de Passa Quarto e Itanhandu, próximo à divisa de Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro, abrangendo 31 municípios mineiros, com população aproximada de 450 mil habitantes.

6.1.1. Clima

O clima da região é do tipo tropical e pode ser classificado como mesotérmico brando e úmido com 3 meses secos. Nas regiões de domínio climático mesotérmico brando predominam temperaturas amenas durante todo o ano (média anual em torno de 18 a 19°C) devido, principalmente, à orografia. O verão é ameno, registrando em seu mês mais quente, uma média inferior a 22°C, com predomínio entre 20°C e 18°C. O inverno, em que ocorre uma queda sensível de temperatura, possui pelo menos um mês com temperatura média inferior a 15°C, porém nunca descendo abaixo de 10°C. Em junho e julho, seus meses mais frios, são comuns mínimas diárias em torno de 0°C, motivo pelo qual a média das mínimas nestes meses gira em torno de 8°C a 6°C. (CBH rio Grande, 2009)

6.1.2. Relevo

Na região da nascente do rio verde dominam morros escarpados, encostas de grande declividade, solos rasos e vales encaixados. Nos segmentos médio e baixo o relevo apresenta-

se ondulado com altitudes variando entre 900 m e pouco mais de 1.000 m, com morros na forma côncavo-convexa e topos planos ou arredondados. As planícies fluviais, formadas após a dissecação do relevo pelos cursos de água superficiais, constituem os terraços sedimentares (CBH rio Verde, 2009)

6.1.3. Vegetação

A bacia do rio Verde está inserida dentro do Bioma Brasileiro denominado Mata Atlântica. Os ambientes naturais dessa bacia foram e ainda estão sendo gradativamente substituídos pela pecuária, agricultura, reflorestamento, ocupação urbana e outras formas de intervenção antrópica (CBH rio Verde, 2009).

6.1.4. Aspectos econômicos

Segundo IBGE (2012), a atividade econômica da bacia do rio Verde é bastante diversificada, destacando-se na agropecuária a produção de café, onde o município de Três Pontas - MG é o maior produtor dessa cultura no país. A indústria apresenta grandes unidades relacionadas aos setores de eletroeletrônicos e de alumínio. Localizadas em Varginha e Três Corações, por exemplo. Já no setor extrativo, a ênfase para a obtenção de pedras ornamentais e de decoração é dada principalmente em São Thomé das Letras - MG. E no ramo de serviços, o destaque fica por conta das atividades financeiras, comerciais, educacionais e das estâncias hidrominerais.

6.2. Gestão dos recursos hídricos na bacia do rio Verde – Outorga

A outorga é um instrumento de gestão dos recursos hídricos que visa a quantidade e qualidade das águas.

Esses objetivos são assegurados quando levado em consideração um gleba de captações e seus usos, avaliando a potência do aquífero e a qualidade.

Para a análise da outorga para captação das águas subterrâneas não existe um critério de vazão de referência que possa ser aplicado., ela é baseada nas informações apresentadas nos relatórios técnicos e formulários que compõem o processo.

A Figura 3 apresenta o fluxograma sobre a gestão dos recursos hídricos:

Figura 3 - Fluxograma sobre a gestão dos recursos hídricos.



Fonte: O autor

6.2.1. Outorgas Concedidas

Para início do diagnóstico foi realizado um levantamento de outorgas concedidas por municípios da bacia hidrográfica do rio Verde, conforme apresentado na Figura 4:

Figura 4 – Quantitativo de outorgas emitidas por município (2001-2014)

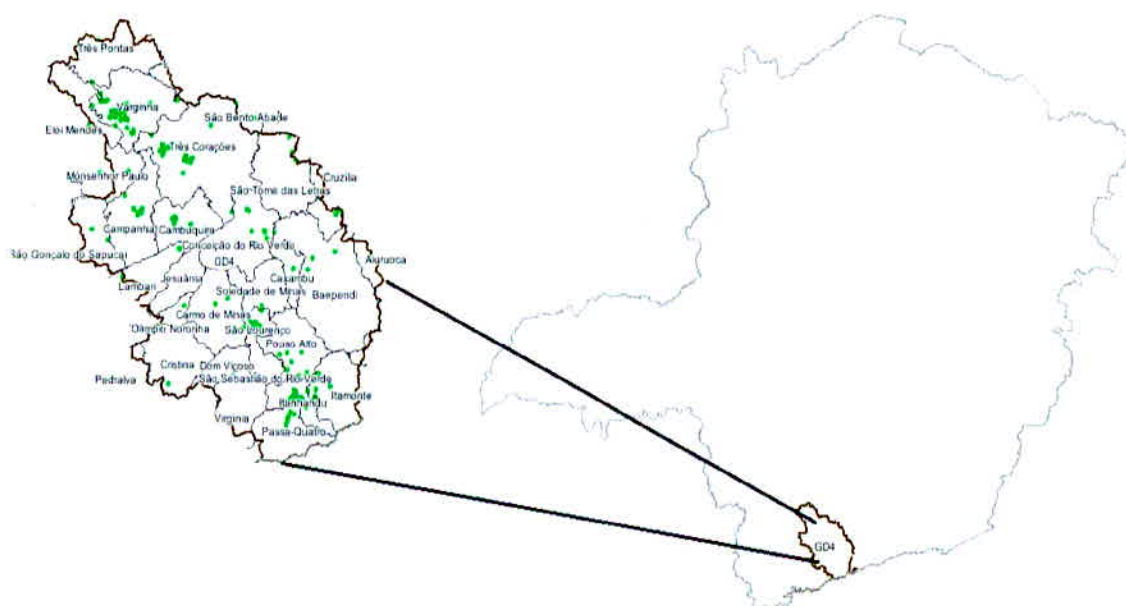


Fonte: Elaboração própria com dados disponibilizados pelo IGAM

Foram emitidas 1654 outorgas para captações em águas subterrâneas entre os anos de 2001 e 2014. Os municípios mais outorgados foram Três Corações, Varginha e Campanha; tais municípios são caracterizados por possuírem grande área industrial e agroindustrial.

A Figura 5 mostra os municípios que obtiveram o maior número de outorgas:

Figura 5: Mapeamento das outorgas por município

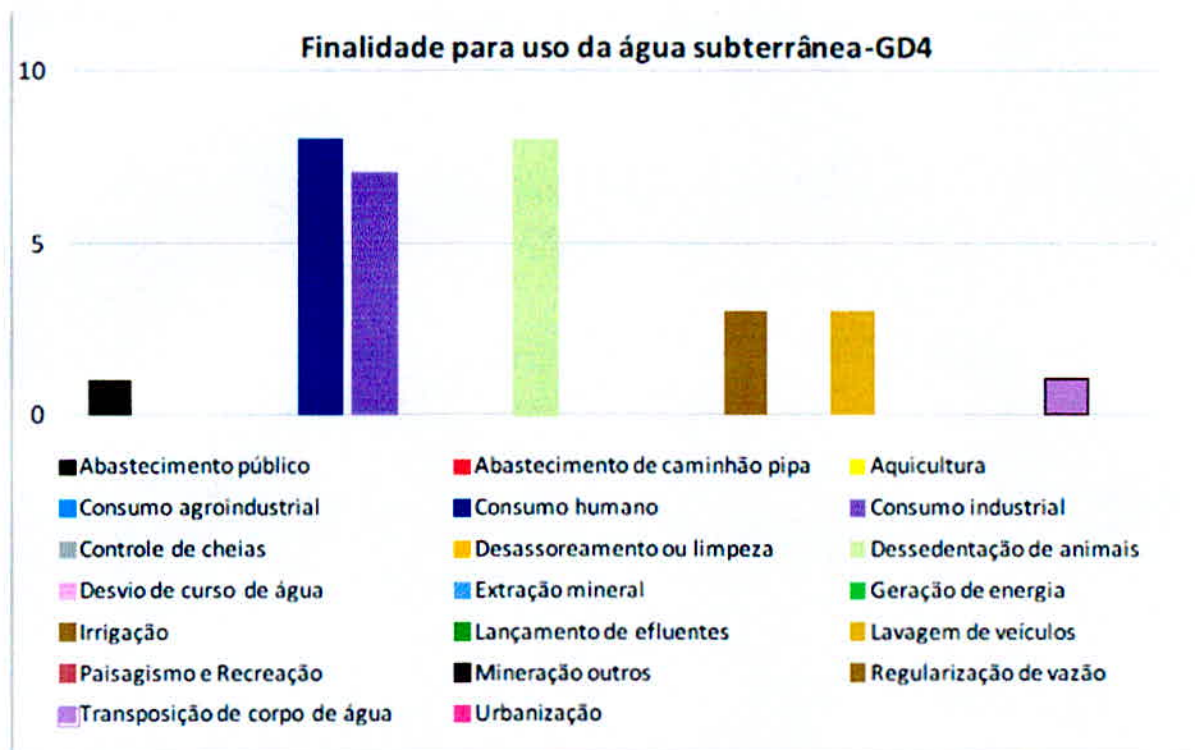


Fonte: O autor

As outorgas emitidas para a região de estudo, compreende 10% do total das concessões da bacia na qual está inserida, a do rio Grande.

Em um segundo momento, foi caracterizado os usos mais outorgados, conforme demonstrado pela Figura 6:

Figura 6 – Finalidade de uso para captações de água subterrânea – GD4



Fonte: IGAM (2015)

Conforme mostrado no figura 6, os principais usos identificados no universo de amostragem estudado são: consumo humano, dessedentação de animais e consumo industrial.

Após o levantamento dos dados observados na Figura 5 e Figura 6, foi realizada uma estimativa de consumo para os usos prioritários assegurados em épocas de escassez, conforme prevê a lei 9.433/1997, utilizando como parâmetro as vazões estipuladas pelo manual de outorga.

- Consumo Humano:

Para efeito de cálculo da estimativa para o consumo humano, foi utilizado como parâmetro a Figura 7, que apresenta uma tabela com os consumo de água em relação a população atendida:

Figura 7- Tabela de consumo de água por população atendida.

Comunidade	População Atendida (habitantes)	Consumo de água (L/hab. x dia)
Povoado rural	< 5.000	90 - 140
Vila	5.000 - 10.000	100 - 160
Cidade pequena	10.000 - 50.000	110 - 180
Cidade média	50.000 - 250.000	120 - 200
Cidade grande	>250.000	150 - 300

Obs.: O consumo humano para atividades diversas pode variar entre 20 L/hab. x dia e 70L/hab. x dia.

Fonte: Manual de Outorgas – IGAM

Segundo o IBGE (2015), a área de estudo possui 450 mil habitantes, sendo classificada então como uma comunidade de cidade grande.

Adotando-se a seguinte fórmula: $Q = P \times q$

Onde:

Q = Vazão, em l/dia

q = Consumo por habitante;

P = População atual.

Adotando o consumo médio diário de 200l/hab.dia.

Tem-se:

$$Q = 450.000 \times 200$$

$$Q = 90.000.000 \text{ l/dia}$$

$$Q = 32.400.000.000 \text{ l/ano}$$

- Dessedentação de animais

Para efeito de cálculo da estimativa de consumo para a finalidade de uso de dessedentação de animais, foi utilizado como parâmetro a Figura 8, que apresenta uma tabela com o consumo de água por tipo de criação:

Figura 8 - Consumo de água por criação / dessedentação de animais

Dessedentação de animais	Consumo de água (L/cabeça x dia)
Bovinos - Equinos - Muare	60 - 80
Suínos	30 - 40
Aves	0.2 - 0.4

Fonte: Manual de Outorgas - IGAM

Segundo o levantamento realizado pelo IBGE (2013), a maior criação pecuária foi dos animais de grande porte (bovinos – equinos – muare), na Figura 9 estão apresentados a quantidade, em cabeças, para a bacia hidrográfica do rio Verde.

Figura 9 – Quantidade, em cabeças, de animais de grande porte.

	Bacia do Rio Verde
Bovinos	536.186
Equinos	27.437

Fonte: Elaboração própria com dados disponibilizados pelo IBGE.

Adotando-se: $Q = n^{\circ} \times q$

Onde:

$Q =$ Vazão;

$n^{\circ} =$ número total de cabeças

$q =$ consumo de água por cabeça

Adotando-se o consumo médio diário de água por cabeça 70 l/cabeça.dia

Tem-se:

$$Q = 563.623 \times 70$$

$$Q = 39.453.610 \text{ l/dia}$$

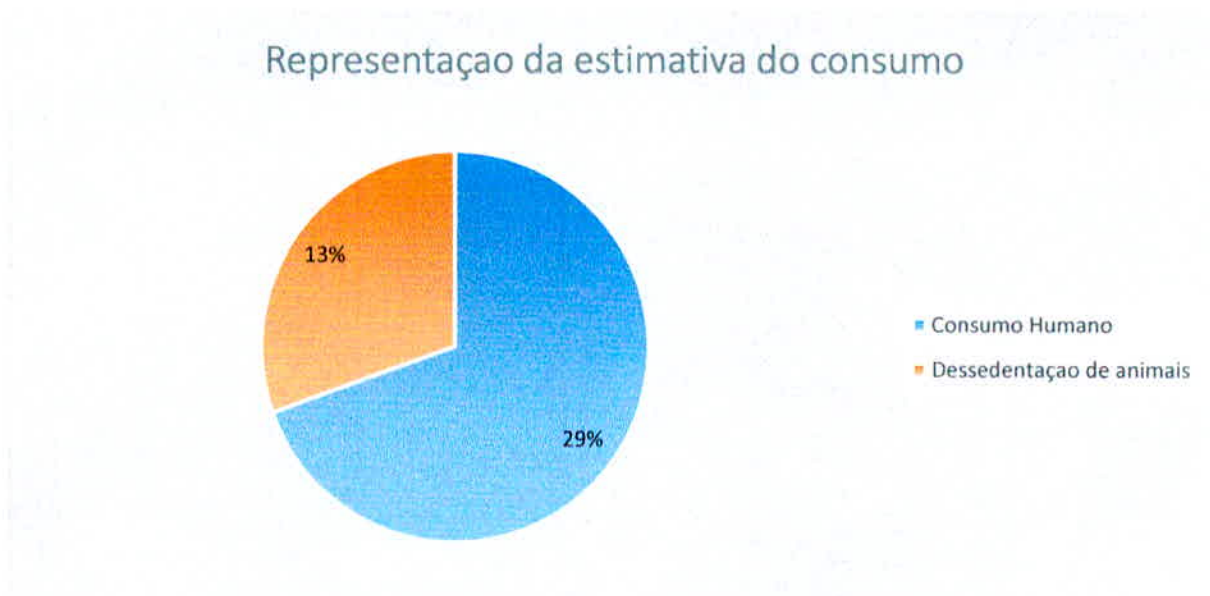
$$Q = 14.203.299.600 \text{ l/ano}$$

6.2.2. Disponibilidade hídrica

Segundo ABAS (2015), a disponibilidade hídrica da bacia do rio verde pode ser classificada em torno de 0,36 m³/h a 3,6 m³/h, considerando o conjunto granular encontrado na região.

Correlacionando a disponibilidade hídrica com as estimativas de consumo, foi possível fazer um comparativo de quanto cada uso representa no total da disponibilidade hídrica do aquífero, conforme apresentada no Figura 10:

Figura 10 - Representação da estimativa do consumo dos usos prioritários na bacia do rio Verde.



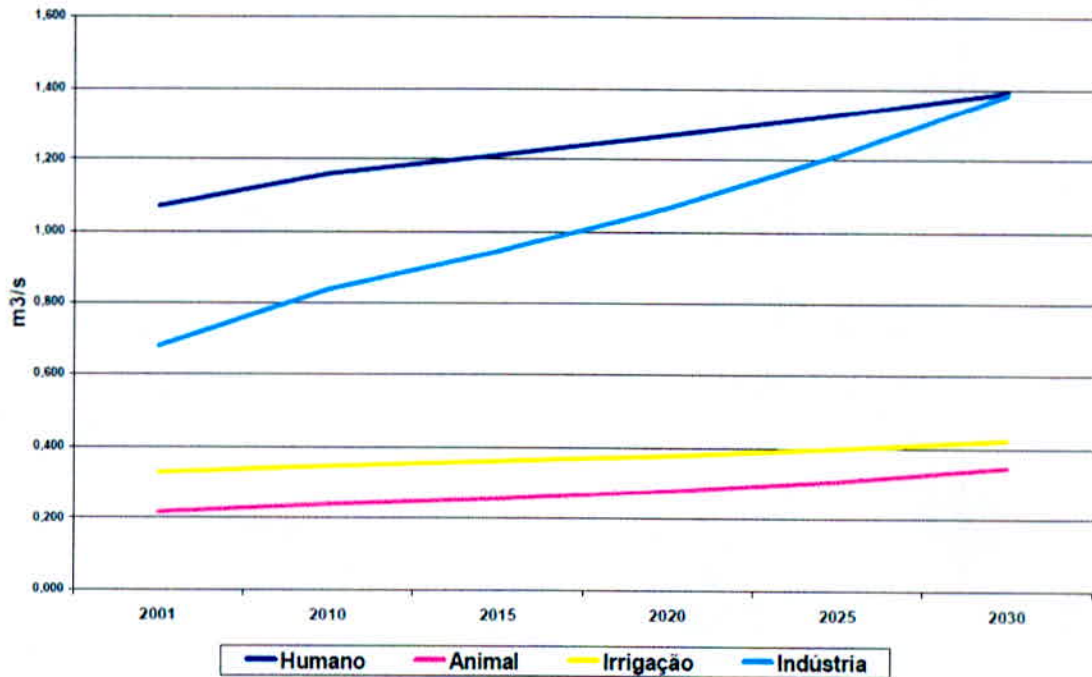
Fonte: O autor

Segundo ANA (2001), os aquíferos possuem uma reserva permanente de água e uma reserva ativa, que são abastecidas através da infiltração da chuva e de outras fontes subterrâneas. As reservas ativas são aquelas passíveis de exploração, representando hoje 25% a 50%.

Conforme apresentado no Figura 10, os usos prioritários somam juntos uma parcela de 42% do consumo efetivo sobre o aquífero, restando 8% para os demais usos, considerando a capacidade de exploração de 50%.

O estudo apresentado pela CBH do rio Verde aponta a tendência de crescimento sobre a demanda hídrica para os tipos de uso, num cenário de 30 anos, conforme Figura 11:

Figura 11 - Demanda hídrica projetada por tipo de uso na bacia do rio Verde (2001-2030)



Fonte: CBH rio Verde

O aumento da demanda hídrica para os tipos de uso aponta para um cenário de escassez, uma vez que quase toda parcela disponível para exploração já encontra-se sendo explorada.

Para análise da disponibilidade efetiva atual do aquífero, deveria haver o conhecimento do regime de bombeamento de todos os poços, porém não há esse controle por parte de nenhum órgão gestor.

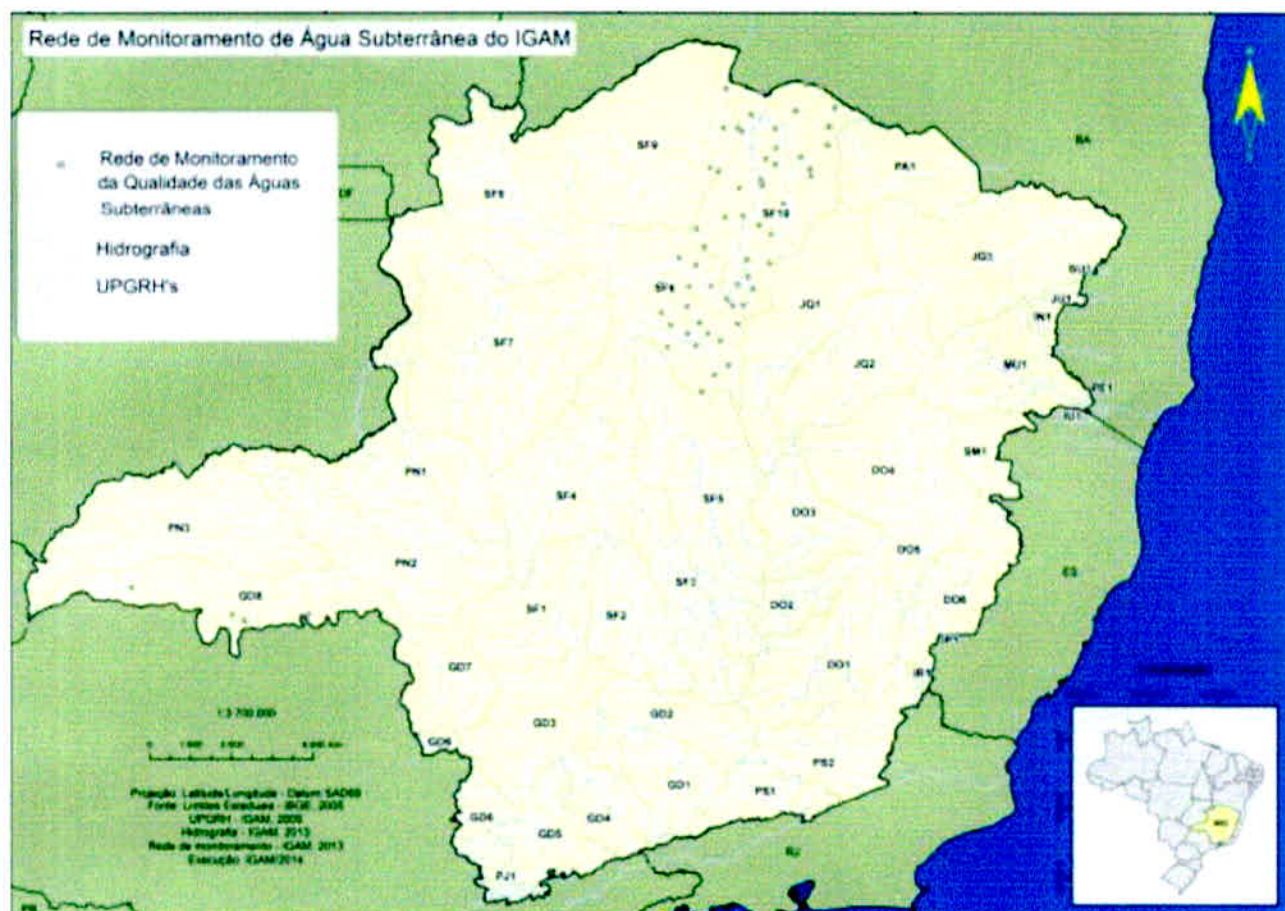
A disponibilidade hídrica das águas subterrâneas também é influenciada pela área em que se encontra. As regiões degradadas e asfaltadas, por exemplo, absorvem uma quantidade menor de água e com isso, fazem com que a disponibilidade hídrica dos lençóis freáticos localizados abaixo dessas áreas seja menor. O consumo desenfreado das águas superficiais também influencia na disponibilidade e a qualidade das águas.

6.2.3. Monitoramento da qualidade das águas

O Projeto Águas de Minas, gerido pelo IGAM, é responsável de monitoramento das águas subterrâneas. O projeto foi implantado apenas nas regiões das bacias dos rios Verde Grande, Riachão e Jequitaiá, todas inseridas na Bacia do Rio São Francisco. Na região do sul de Minas,

onde encontra-se a região da bacia do Rio Verde, não há o monitoramento da qualidade das águas subterrâneas. A Figura 12 apresenta as regiões onde há o monitoramento da qualidade das águas subterrâneas:

Figura 12 – Rede de monitoramento de água subterrânea do IGAM



Fonte: IGAM (2015)

O monitoramento das águas subterrâneas poderia se dar através do conhecimento, e correlacionamento, das análises físico-químicas e bacteriológicas dos pontos outorgados, possibilitando o levantamento de zonas poluídas e aptas para o consumo.

7. RESULTADOS

Além da falta de normatização específica para a captação das águas subterrâneas, planos diretores implementados e fiscalização por parte dos órgãos gestores, a falta de educação ambiental da população ajuda no agravamento da atual situação.

Durante o levantamento foi possível perceber que em muitos municípios o número de captações regularizadas é muito pequeno, o que mostra que a maioria das captações se dá de maneira ilegal, o que pode estar levando a um cenário de superexploração do aquífero; isso faz com que as análises de demanda e disponibilidade hídrica não seja efetiva e não garanta sua quantidade. O monitoramento da qualidade das águas subterrâneas não é realizado na região, impossibilitando em sua análise.

Com os dados obtidos pode-se dizer que o sistema de outorga atual não assegura seus objetivos.

A proposta para o TCC 2, será a elaboração de um sistema de outorga que vise a bacia hidrográfica com um todo, identificando áreas propensas a contaminação, analisando uma gleba de captações a fim de estimar a real disponibilidade do aquífero, e assegurar demandas para os usos prioritários quando em época de escassez.

8. POSSÍVEIS SOLUÇÕES PARA UM SISTEMA EFICIENTE

O sucesso de um sistema está ligado diretamente com sua capacidade de implantar objetivos de forma com que todas as áreas por ele contempladas se correlacionem.

A potencialização da outorga pode ser alçado mudando suas diretrizes, passando à analisar a bacia hidrográfica até o ponto de captação.

Há também implementação da cobrança dos recursos hídricos, este por sua vez intensificará levantamentos quantitativos e qualitativos das águas, pois será um instrumento que irá funcionar como a cobrança realizada pelas concessionárias locais, não será um taxa ou imposto, mas sim de um preço publico visando incentivar os usuários a utilizarem a água de forma mais racional.

O fortalecendo os laços entre o CBH e o IGAM, intensificação da educação ambiental, e programas para o cadastramento de usuários são soluções para um sistema de gestão eficiente dos recursos hídricos.

9. CRONOGRAMA

A figura 13 apresenta o cronograma e planejamento de conclusão do TCC 2

Figura 13 – Cronograma das Atividades do TCC 2

<u>Descrição das Atividades</u>	<u>Ago</u>	<u>Set</u>	<u>Out</u>	<u>Nov</u>	<u>Dez</u>
Levantamento das vazões outorgadas					
Avaliação das vazões outorgadas					
Zoneamento de áreas propensas a poluição					
Abordagem de critério					
Análise dos resultados					
Apresentação final					

Fonte: O autor

10. CONCLUSÃO

A abordagem preliminar sobre a outorga com sistema eficaz de gestão das águas subterrâneas permitiu à avaliação do cumprimento de seus objetivos.

Os objetivos da outorga é a principal forma de verificar a sua eficácia.

Apesar de existência de um critério para vazão de referência nas águas superficiais (30% da $Q_{7,10}$ – vazão mínima de sete dias de duração e dez anos de recorrência), o mesmo não vale para as águas subterrâneas. A falta de critérios para esse tipo de uso por parte do IGAM, reflete a escassez de estudos técnicos compatíveis com à aplicação desse instrumento.

A análise técnica dos pedidos de outorga para as captações em aquíferos é baseada nas informações apresentadas nos formulários e relatórios técnicos que compõem o processo. Durante a análise técnica é verificado, principalmente, a capacidade de produção do poço ou surgência, e as reais necessidades de água pelo empreendimento.

Os maiores usos outorgados, identificados pelo estudo de caso aqui apresentado, são consumo humano, dessedentação de animais e consumo industrial, seguido pelos demais. O crescente aumento da exploração dos aquíferos deve-se ao baixo custo de tratamento e distribuição das águas, uma vez que as águas superficiais estão cada vez mais escassas, tanto em quantidade quanto, principalmente, em qualidade.

A inexistência de uma fiscalização afeta diretamente o controle da qualidade e quantidade das águas subterrâneas, já que as informações apresentadas para o processo não são verificadas, assim como a manutenção dos poços ou surgências.

Dessa forma, pode-se concluir, que o atual sistema de gestão não atente aos objetivos propostos pela lei, e que a falta de critérios para uma vazão de referência faz com que não haja um controle eficaz das outorgas.

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFIAS

ABAS – Associação Brasileira de Águas Subterrâneas. (2008). **Educação/Águas subterrâneas, o que são?** Disponível on-line em <www.abas.org/educacao.php>. Acesso em maio de 2015

ABAS – Associação Brasileira de Águas Subterrâneas. (2008). **Artigos/ Uma reserva ameaçada por falta de gestão.** Disponível on-line em <www.abas.org/noticia-199_uma-reserva-ameacada-por-falta-de-gestao>. Acesso em maio de 2015

ABAS – Associação Brasileira de Águas Subterrâneas. (2008). **Artigos/ Águas.** Disponível on-line em <www.abas.org/arquivos/aguasf.pdf>. Acesso em maio de 2015

ANA – Agência Nacional de Águas. (2015). **Cadernos de Recursos Hídricos. Diagnóstico da outorga de direito de uso de recursos hídricos no país. Diretrizes e Prioridades.** Disponível on-line em <www.ana.gov.br>. Acesso em maio de 2015

BARROS, Wellington Pacheco. **Da outorga do direito de uso da água.** In: Seminário do Centro de Estudos do Tribunal de Justiça do Rio Grande do Sul, 1º, 2005, Rio Grande do Sul: Palestra: TJRS, 2005. Disponível on-line em: <www.tj.rs.gov.br/institu/c_estudos/doutrina/direitos_de_uso_de_agua.doc> Acesso em maio de 2015.

BORGHETTI, N.R.B; **BORGHETTI**, J. R; **FILHO**, E.F.R. **Aquífero Guarani – A Verdadeira Integração dos Países do Mercosul.** Editora Fundação Roberto Marinho: Curitiba, 2004. Disponível on-line em: <http://www.abas.org/index.php?PG=aguas_subterraneas&SPG=aguas_subterraneas_as> Acesso em Maio de 2015.

CAPUCCI, Egmont; **MARTINS**, Anderson Marques; **MANSUR**, Kátia Leite; **MONSORES**, André Luiz Mussel. **Poços tubulares e outras captações de águas subterrâneas: orientação aos usuários.** Projeto PLANÁGUA-SEMADS/GTZ. Disponível on-line em <[_www.agrolink.com.br/.../Livro_Poços-Tubulares-e-Outras-Captações-de-Aguas-Subterraneas](http://www.agrolink.com.br/.../Livro_Poços-Tubulares-e-Outras-Captações-de-Aguas-Subterraneas)> . Acesso em Maio de 2015.

CHB GRANDE – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Grande. **Diagnostico da situação dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Grande.** Disponível on-line em <<http://www.grande.cbh.gov.br/Apresentacoes.aspx>>. Acesso em Maio de 2015.

CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos. (2001). **Resolução nº. 16, de 8 de maio de 2001. Estabelece critérios gerais para a outorga de direito de uso dos recursos hídricos.** Disponível on-line em: <www.cnrh.gov.br/resolucoes>. Acesso em Maio de 2015.

CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos. (2001). **Resolução nº. 11, de 21 de junho de 2001. Estabelece diretrizes gerais para a gestão das águas subterrâneas.** Disponível on-line em: <www.cnrh.gov.br/resolucoes>. Acesso em Maio de 2015.

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. (2008). **Resolução nº. 396 de 03 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências.** Disponível on-line em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=562>>. Acesso em Maio de 2015.

CUSTODIO, E. LLAMAS, M. R. (1976). **Hidrologia Subterrânea.** Tomo I. 1ª. Edição. Editora Ômega, S. A. Barcelona. Disponível on-line em; <https://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/4fe035e67473757c99446e7b61991815_7c16a304d7a67612867bff9cc0c3d0c5.pdf>. Acesso em Maio de 2015.

FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J. (1997). **Hidrogeologia. Conceitos e aplicações.** CPRM, LABHID-UFPE, 1997, 412 p. Disponível on-line em: <<http://www.escavador.com/pessoas/2249588>>. Acesso em Maio de 2015.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2012). **Produto Interno Bruto a preços correntes e Produto Interno Bruto per capita segundo as Grandes Regiões, Unidades da Federação e Municípios – 2002-2012.** Disponível on-line em <www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pibmunicipios/2012/tab01.pdf>. Acesso em Maio de 2015

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Informações o monitoramento do tempo, clima e comportamento dos curso d'água.** Disponível on-line em: <www.igam.mg.gov.br/servicos-igam/527>. Acesso em Maio de 2015.

INFOHIDRO - Portal InfoHidro. **Publicações Técnicas.** Disponível on-line em: <<http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/publicacoes-tecnicas>>. Acesso em Maio de 2015.

INFOHIDRO - Portal InfoHidro. **Gestão das Águas Subterrâneas- Monitoramento.** Disponível on-line em: <<http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/gestao-das-aguas/monitoramento/agua-subterranea>>. Acesso em Maio de 2015.

INFOHIDRO - Portal InfoHidro. **Plano Diretor dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Grande.** Disponível on-line em: <<http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/planos-diretores/bacia-hidrografica-do-rio-grande/upgrhgd4rio-verde/8269-pdrhrio-verdev2>>. Acesso em Maio de 2015.

INFOHIDRO - Portal InfoHidro. **Plano Diretor dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde.** Disponível on-line em: <<http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/planos-diretores/bacia-hidrografica-do-rio-grande/8193-upgrhgd4rio-verde>>. Acesso em Maio de 2015.

INFOHIDRO - Portal InfoHidro. **Relatórios de Gestão.** Disponível on-line em: <<http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/publicacoes-tecnicas/8835-relatorios-de-gestao>>. Acesso em Maio de 2015.

INFOHIDRO - Portal InfoHidro. **Cobrança Pelos Recursos Hídricos.** Disponível on-line em: <<http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/publicacoes-tecnicas/4801-cobranca-pelo-uso-de-recursos-hidricos>>. Acesso em Maio de 2015.

LOPES, Francisco (coord. geral); **CONEJO, João Gilberto Lotufo** (superv. geral). **Diagnóstico da outorga de direito de uso de recursos hídricos no Brasil e Fiscalização dos usos de recursos hídricos no Brasil.** Disponível on-line em: <arquivos.ana.gov.br/planejamento/estudos/sprtew/4/4-ANA.swf>. Acesso em Maio de 2015.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Direito ambiental brasileiro.** 10. ed. São Paulo: Malheiros, 2002. 1038 p. [34]. Disponível on-line em: <www.malheiroseditores.com.br/lista.asp?idcat=direito%20ambiental&col=2>. Acesso em Maio de 2015.

MMA – Ministério do Meio Ambiente/SRHU – Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. (2008). **Programa VIII – Programa Nacional de Águas Subterrâneas – Versão Preliminar. Plano Nacional de Recursos Hídricos. Componente de Programas Regionais de Recursos Hídricos.** Disponível on-line em: <www.mma.gov.br/estruturas/.../161_publicacao13032009033141.pdf>. Acesso em Maio de 2015.

REBOUÇAS, Aldo da Cunha. **Uso inteligente da água.** São Paulo: Escrituras, 2004. 207 p. ISBN 8575311131. [12 e 31]. Disponível on-line em: <https://books.google.com.br/books/about/Uso_inteligente_da_%C3%A1gua.html?hl=pt-BR&id=C8Z8G2sHEmoC>. Acesso em Maio de 2015.

RIGHETTO, A. M. (1998). **Hidrologia e recursos hídricos.** Projeto REENGE. São Carlos: EESC/USP, 1998, 840p, il. Disponível on-line em: <[www.acquacon.com.br/xsrhn/palestras/14.00hrs_pap004546\(arhtur\).pdf](http://www.acquacon.com.br/xsrhn/palestras/14.00hrs_pap004546(arhtur).pdf)>. Acesso em Maio de 2015.

SEMAD – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. **Fiscalização dos recursos hídricos.** Disponível on-line em: <www.semad.mg.gov.br/fiscalizacao>. Acesso em Maio de 2015.

SILVA, L. M. C. da; MONTEIRO, R. A. (2004). **Outorga de direito de uso de recursos hídricos: uma das possíveis abordagens.** Disponível on-line em: <www.ana.gov.br/PortalConhecimento/LucianoMenesesCardosoSilva/OutorgaDirUsoRecHid_UmaDasPossiveisAbordagens.pdf>. Acesso em Maio de 2015.