

Universidade Federal de Minas Gerais  
Instituto de Ciências Biológicas  
Curso de Especialização em Gerenciamento de Recursos Hídricos

Izabel Gonçalves Nogueira

**“ Base Legal de Águas Subterrâneas e Identificação das Áreas  
Potenciais de Conflitos para Uso em Minas Gerais.”**

BELO HORIZONTE

2010

Izabel Gonçalves Nogueira

**“ Base Legal de Águas Subterrâneas e Identificação das Áreas  
Potenciais de Conflito para Uso em Minas Gerais.”**

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

Orientador: Magda Carla Barcelos Greco

Co-orientador: Marcelo de Ávila Chaves

BELO HORIZONTE  
2010

Monografia aprovada em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ para obtenção do título de Especialista em Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Banca Examinadora:

---

Orientador

---

Nome do Professor(a) de Monografia

---

Nome do Professor(a) Convidado(a)

DEDICATÓRIA

A meus pais,  
Joaquim Elias Nogueira  
Célia Martins Gonçalves

## AGRADECIMENTOS

A Magda Barcelos Greco e ao Marcelo Ávila. Que me incentivaram nesta especialização.

As minhas amigas do CETEC que tanto quero bem, Edna Bueno e Valéria Freitas, pelo companheirismo e amizade.

**“Eu, rio abaixo, rio a fora, rio a dentro”**

Guimarães Rosa

A terceira Margem do Rio

## RESUMO

As águas subterrâneas são consideradas como um meio de desenvolvimento econômico e social, sobretudo de regiões extremamente carentes e com escassez de água superficial. Em Minas Gerais, muitos municípios são abastecidos por exploração de água subterrânea, de forma exclusiva ou complementar. Neste contexto foi feito um levantamento da base legislativa federal e estadual, vigente que rege as águas subterrâneas brasileiras, afim compreender suas especificidades e compreender sua aplicação no sistema que rege as águas no país. A identificação das áreas potenciais de conflitos de uso e gestão procede com a espacialização do cadastro de pontos de captação de águas subterrâneas do Banco público de dados SIAGAS disponibilizados pela CPRM. Apresenta-se a análise da distribuição a partir das províncias hidrogeológicas do estado e também a partir das unidades de planejamento UPGRHs. As focos de concentrações encontram-se nas áreas das Bacias do Rio Verde Grande, Bacia do Jequitaí e Pacuí, Bacia do Rio das Velhas, Nas respectivas regiões de concentração são também áreas que enfrentam intenso uso e exploração de águas subterrâneas caracterizando como áreas de potenciais conflitos de uso e gestão no Estado de Minas Gerais.

Palavra chave: Águas subterrâneas, Aquíferos, Legislação

## ABSTRACT

Groundwater is considered as a means of economic and social development, particularly in regions with extremely poor and lack of surface water. In Minas Gerais, many municipalities are supplied by groundwater exploration, an exclusive or complementary. He conducted a survey of federal and state legislative base, effective governing groundwater brazil in order to understand their specific requirements characteristics and understand its application within the system of waters in the country. The identification of potential areas of conflict management and use of proceeds to the spatial database of points of groundwater abstraction from Public Bank SIAGAS data provided by MRC. Presents the analysis of the distribution from the provinces of the hydrogeological state and also from the planning units UPGRHsThe focus of concentration are in the areas of the Verde Grande River Basin Great Basin Jequitaí and Pacuí, Velhas River Basin. Concentration in the respective regions are also areas that face intense use and exploitation of groundwater characterized as areas of potential land use conflicts and management in the State of Minas Gerais.

Keywords: Groundwater, Aquifers, Legislation.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representação das Províncias Hidrogeológicas de Minas Gerais.....	6
Figura 2: Representação dos Sistemas Aquíferos de Minas Gerais. Fonte: Galuppo (2006) .....	8
Figura 3: Bacias hidrográficas Federais e suas Unidades de Planejamento de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais .....	16
Figura 4: Distribuição dos pontos de cadastros no Estado de Minas .....	28
Figura 5 : Distribuição dos Pontos do SIAGAS nas Províncias hidrogeológicas de Minas Gerais. ....	31
Figura 6: Concentração de cadastros por Unidade de Planejamento de Recursos Hídricos de Minas Geras. UPGRH – IGAM.....	33

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Listagem da legislação Federal .....	20
Tabela 2: Listagem da legislação para o Estado de Minas Gerais. ....	21
Tabela 3: Lista das Principais resoluções do Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH. ....	23
Tabela 4: Unidades de Planejamento UPGRH e pontos do SIAGAS.....	35

## LISTA DE SIGLAS

ANA	Agência Nacional das Águas
ABAS	Associação Brasileira de Águas Subterrâneas
CTAS	Câmara Técnica de Águas Subterrâneas
CEEIBH	Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas
CERH	Conselho Estadual de Recursos Hídricos
CETEC	Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais
CODEVASF	Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CNARH	Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CPRM	Serviço Geológico do Brasil
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGAM	Instituto Mineiro de Gestão das Águas
PNRH	Plano Nacional de Recursos Hídricos
SIAGAS	Sistema de Informação de Águas Subterrâneas
SIAN	Sistema Integrado de Informação Ambiental
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SNIRH	Sistema Nacional de Informação sobre Recursos Hídricos
UPGRH	Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	1
2	OBJETIVO .....	3
3	REFERÊNCIAL TEÓRICO .....	4
	3.1 As águas subterrâneas .....	4
	3.2 Aquífero .....	5
	3.3 O gerenciamento de águas subterrâneas .....	12
	3.3.1 <i>Arcação da gestão de recursos hídricos subterrâneos</i> .....	14
	3.3.2 <i>Base de gestão</i> .....	17
4	MATERIAS E MÉTODOS .....	18
	4.1 Levantamento da legislação federal e estadual das águas subterrânea .....	18
	4.2 Identificações as áreas potenciais de conflito de uso e gestão por águas subterrâneas em Minas Gerais a partir da espacialização e análise do cadastro de pontos de captação de água subterrâneas da CPRM. ....	18
5	RESULTADOS.....	20
	5.1 Levantamento da legislação federal e estadual das águas subterrânea .....	20
	5.2 Identificação as áreas potenciais de conflito de uso e gestão por águas subterrâneas em Minas Gerais a partir da espacialização e análise do cadastro de pontos de captação da CPRM.....	27
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	37
8	REFERENCIALBIBLIOGRÁFICAS .....	39

## 1 INTRODUÇÃO

A gestão adequada das águas superficiais e subterrâneas é necessária para a manutenção da vida e de todas as atividades humanas. Populações em desenvolvimento e crescimento necessitam cada vez mais de água para uso diário, saneamento, indústria e produção de alimentos. Desencadeando assim uma intensa exploração desse recurso. Como o crescimento mundial, tanto em termos populacional quanto econômico, a tendência é agravar impactos negativos sobre esse recurso.

As águas subterrâneas são um recurso estratégico, pois representa o volume total de 29,9% ou 24.000.000 km<sup>3</sup> das águas doces da terra (SHIKLOMANOV, 1998). A degradação constante das águas superficiais e o desenvolvimento de tecnologias de perfuração de poços ampliam o interesse da sociedade por reservatórios de água existente nos aquíferos. Com a demanda crescente por água de boa qualidade, as águas subterrâneas passam a ser uma opção para suprir esta necessidade e se tornou um tema relevante no gerenciamento de recursos hídricos.

O cenário de escassez de recursos superficiais, tanto em grandes cidades como em pequenas comunidades rurais, desencadeou a necessidade de melhoria do arcabouço legal para o controle da exploração do recurso (CONEJO, 2007). Em função da demanda por água subterrânea pode acontecer a super exploração, ou seja, a extração de água em volume maior do que a recarga natural, alterando a dinâmica do ciclo hidrológico (MMA 2007; TUNDISI 2009). Assim sendo, estudos que tratam da dinâmica e caracterização dos aquíferos, do mapeamento, da disponibilidade e demanda, do potencial de contaminação e da análise qualitativa das águas são cada vez mais requisitados por diversos órgãos de gestão e pesquisas (MMA 2007).

No Brasil, há um volume considerável de águas subterrâneas distribuído heterogeneamente em seu território. Segundo dados do IBGE (2000, 2001), cerca de 55% dos distritos brasileiros são abastecidos por águas subterrâneas. Estes aquíferos estão sendo utilizados intensivamente para usos múltiplos e com risco de mudança na quantidade e qualidade da água. É relevante observar que o Brasil compartilha suas reservas hídricas subterrâneas com outros países (TUNDISI, 2009), e que limites de aquífero não respeita necessariamente o limite geográfico da bacia hidrografia superficial, nem tão pouco limites fronteiriços nacionais e internacionais, dificultando a aplicação dos instrumentos de gestão e a elaboração de políticas públicas eficazes.

A constituição brasileira determina que a água subterrânea é de bem público passível de valor econômico e a sua gestão fica a cargo dos Estados (Lei.9.433/1997). No Estado de Minas Gerais o marco legal que trata exclusivamente da água subterrânea é a (Lei 13.771/ 2000), que dispõe sobre a administração, a proteção e a conservação das águas subterrâneas e da outras providências.

O Estado de Minas Gerais vem investindo na ampliação e melhoria organizacional do conhecimento sobre as águas subterrâneas, uma vez que as instituições que trabalham com o cadastramento, localização dos pontos, disponibilidade, uso e qualidade dos recursos demandados, relatam sérias divergências na organização das informações relacionadas aos pontos de captação. Esta realidade transparece na baixa representatividade de dados e informações sobre águas subterrâneas no Plano Estadual de Recursos Hídricos e nos Planos Diretores de Bacias.

## **2 OBJETIVO**

- Levantar e especificar a legislação referente às águas subterrâneas visando subsidiar a Gestão de Recursos Hídricos.
- Identificar as áreas potenciais de conflito de uso por águas subterrâneas em Minas Gerais a partir da espacialização e análise do cadastro de captação de águas subterrâneas da CPRM.

### **3 REFERÊNCIAL TEÓRICO**

Nessa revisão teórica, foram levantados aspectos relevantes das águas subterrâneas e a dinâmica hidrológica dos aquíferos mais expressivos no território do Estado de Minas Gerais. Para uma melhor compreensão dos processos de gerenciamento de recursos hídricos, efetuou-se um levantamento da legislação específica.

#### **3.1 As águas subterrâneas**

Segundo a resolução CNRH nº15 de 11 de janeiro de 2001 considera-se águas subterrâneas as águas que ocorrem naturalmente ou artificialmente no subsolo. São águas subterrâneas todas as águas existentes abaixo do nível do solo incluindo as águas da camada não saturada do subsolo e da sua zona saturada (REBOUÇAS, *et al* 1999), e também as estão contidas nos vazios inter-granulares das rochas sedimentares ou nas fraturas das rochas compactas (REBOUÇAS, 1981).

As reservas de águas subterrâneas do mundo estão estimadas em 10.360.000 km<sup>3</sup>, sendo cerca de 100 vezes mais abundantes e normalmente de qualidade superior à água doce superficial (SHIKNOMALOV, 1998), correspondendo a 96% da água doce disponível para o consumo. Calcula-se que o Brasil possua uma reserva de águas subterrâneas, estimada em cerca de 112.000 km<sup>3</sup>, considerando uma profundidade de até 1.000 metros e um volume de recarga de 3.500 km<sup>3</sup> anuais (REBOUÇAS, 1997; MMA, 2007; ABAS, 2009). No Estado de Minas Gerais a disponibilidade de água superficial e subterrânea é privilegiada, devido a caracterização física do estado onde estão localizadas nascentes de importantes Bacias Federais, como por exemplo, Rio São Francisco, Rio Doce, Rio Grande. No Brasil, as águas subterrâneas são utilizadas principalmente para o consumo humano para complementar os sistemas de abastecimentos urbanos. São também largamente empregados na agricultura (irrigação), na indústria, no lazer e no turismo (MMA, 2009).

### **3.2 Aqüífero**

Denomina-se aqüífero uma formação geológica que permite a circulação e o armazenamento de água nos seus espaços vazios (REBOUÇAS, 1981; LENCASTRE, 1984). Segundo Rebouças (1997), denomina-se aqüífero um sistema rochoso sub-superficial, com porosidade e permeabilidade suficiente para armazenar e conduzir água subterrânea em condições de aproveitamento. Os aqüíferos são formações geológicas que armazenam água em seu interior e permite que uma quantidade significativa dessa água circule em seu interior em condições naturais (FEITOSA & FILHO, 2000).

A quantidade, qualidade e o fluxo das águas subterrâneas são determinados pelas características geotécnicas das rochas e dos sedimentos. E estas determinam a possibilidade de aproveitamento da água pelo homem em quantidade economicamente viável (SOUZA, 1995). A água subterrânea infiltrada no solo se desloca, em velocidade baixa, percolando para as estruturas geológicas. (LENCASTRE, 1984). Os aqüíferos se formam através da percolação da água nas rochas, este processo é uma proteção natural contra agentes poluidores (FOSTER & HIRATA, 1988).

O Estado de Minas Gerais possui os três tipos de aqüíferos: poroso, cárstico e fraturado. Os aqüíferos porosos, quando a água fica retida entre os grãos de rocha, fissurais ou fraturados, quando se formam em rochas resistentes e muito antigas, ou cárstico, que se originam da dissolução de rochas carbonáticas. (BARROS, 2008)(ABAS, 2009). Estes aqüíferos estão agrupados em três províncias hidrogeológicas de acordo com as condições semelhantes de armazenamento, circulação e qualidade de água. (MMA, 2007); denominadas Paraná, São Francisco e Escudo Oriental Sudeste. (Figura 1).



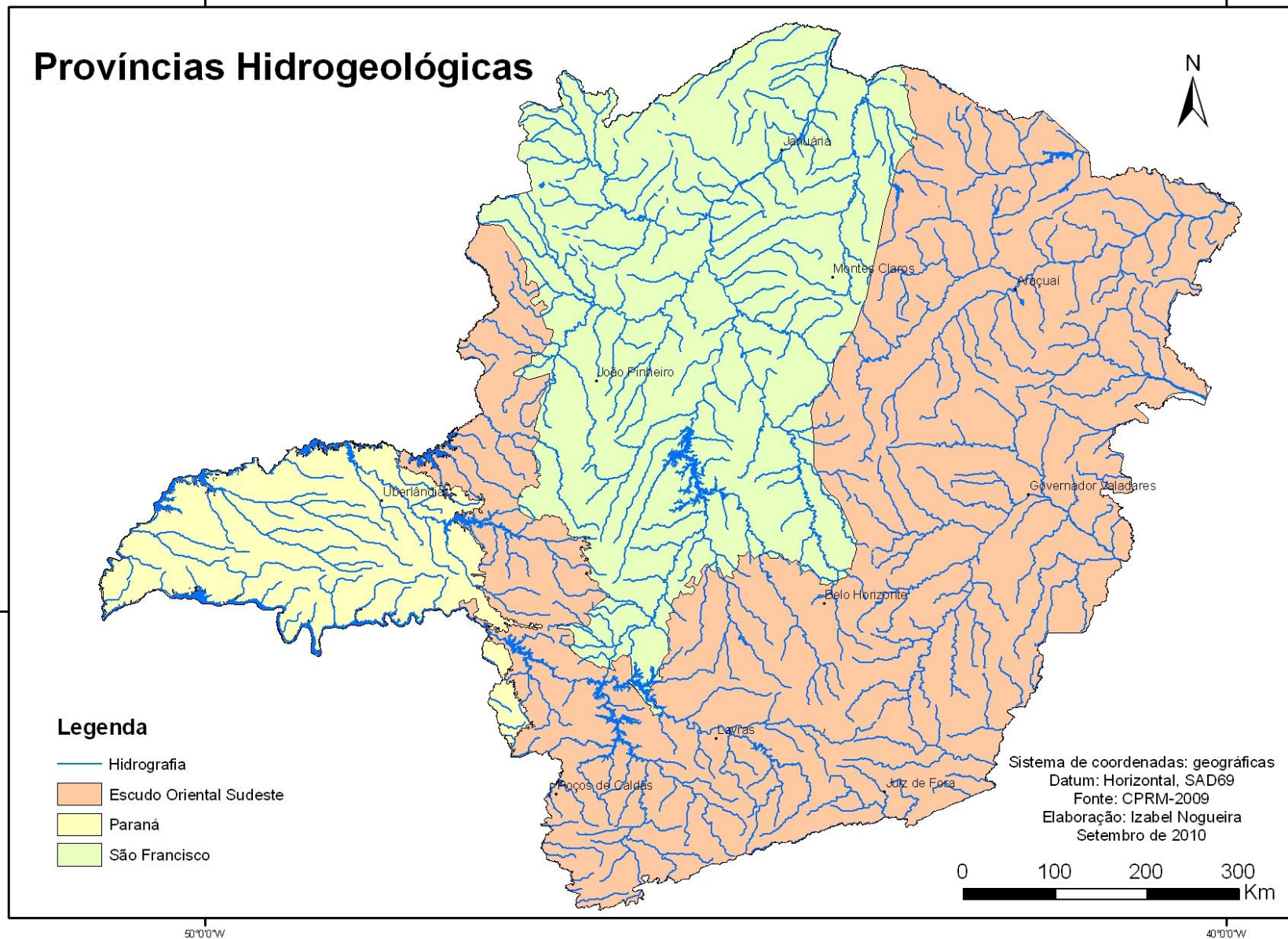


Figura 1: Representação das Províncias Hidrogeológicas de Minas Gerais.

É necessário ressaltar que os limites destas províncias não coincidem necessariamente, com os limites das bacias hidrográficas. Dessa forma, as províncias, geralmente não guardam relação com estas, podendo abranger mais que uma bacia hidrográfica (MMA, 2007).

Agrupados com características específicas os Sistemas Aquíferos do Estado de Minas Gerais identifica um conjunto de unidades de aquíferos com litologias predominantes e comportamentos hidrogeológicas semelhantes (SOUZA, 1995). No estado de Minas Gerais estão presentes dez sistemas aquíferos (Figura 2). A diferenciação entre Províncias Hidrogeológicas e sistemas aquíferos é o nível de detalhamento as províncias abrangem uma amplitude menos específica do território assim considerando especificidades mais regionais na geologia caracterizamos os sistemas aquíferos.

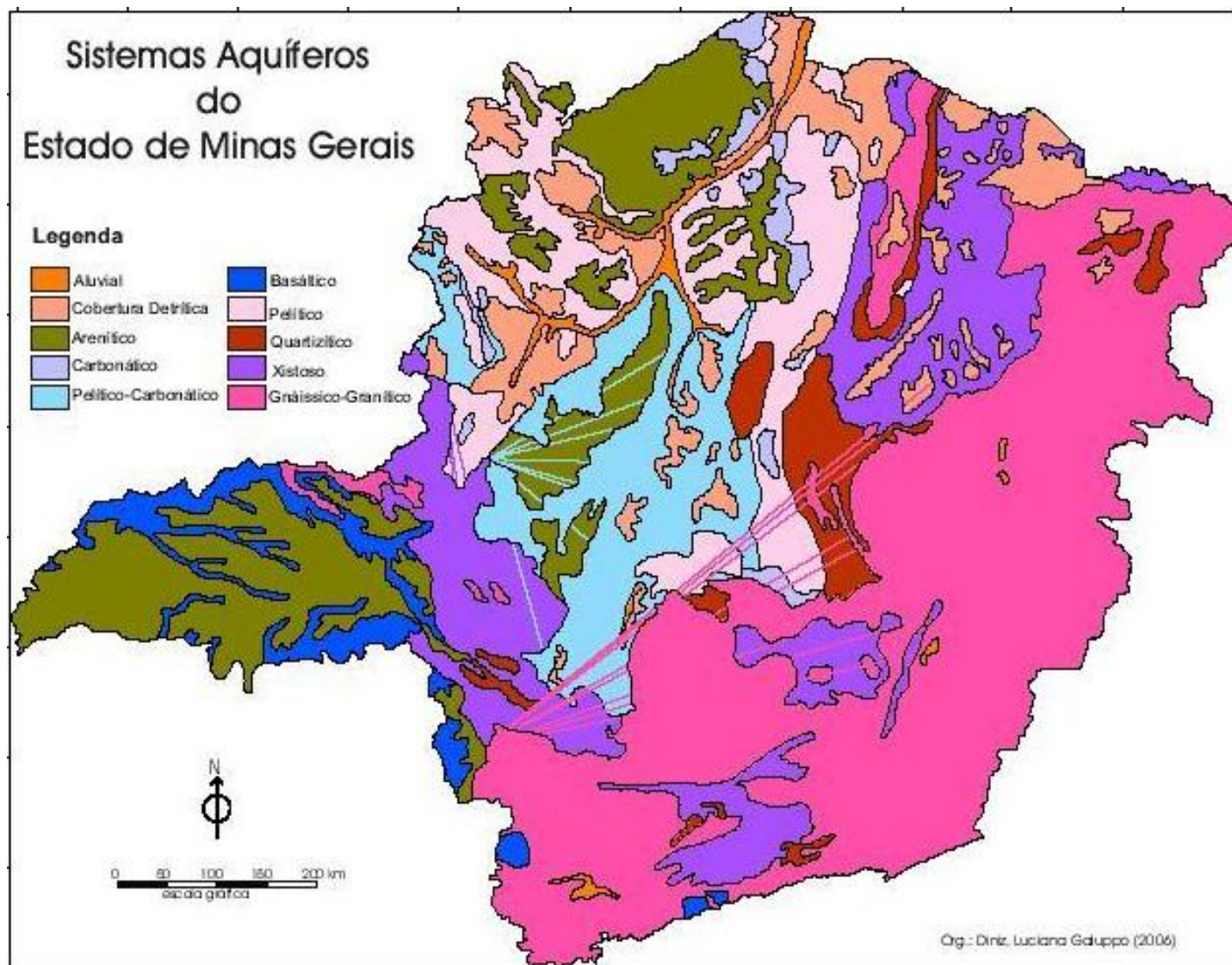


Figura 2: Representação dos Sistemas Aquíferos de Minas Gerais. Fonte: Galuppo (2006)

- **Sistema aquífero aluvial.**

O Sistema Aluvional é a unidade de aquífero de ocorrência generalizada no Estado especialmente nos vales do Rio Doce e São Francisco. São depósitos recentes, distribuídos ao longo das calhas dos cursos de água (SOUZA, 1995). Em virtude de níveis potenciométricos rasos, porosidade e permeabilidade elevadas, o que facilitam a escavação, os depósitos aluvionares despertam grande interesse quanto a exploração de água. Os aquíferos são os constituídos por depósitos aluvionares de cascalho e areia (LENCASTRE, 1984).

- **Sistema de Cobertura Detrítica**

São aquíferos pouco espessos e sua ocorrência é geralmente em perímetros mais extensos, na região norte do Estado e nos trechos superiores das bacias dos rios Paracatu e Urucuia. São os depósitos do manto de alteração que agrega todos os níveis de aquíferos superficiais.

- **Sistema Arenítico**

São aquíferos porosos de grande expressão em área no noroeste e oeste do Estado e no Triângulo Mineiro. É o armazenamento subterrâneo associado aos sedimentos do Cretáceo da Bacia do Rio São Francisco e aos depósitos paleozóicos e mesozóicos da Bacia do Rio Paraná. Abrange as rochas areníticas dos grupos Urucuia, Mata da Corda e Areado, que ocorrem como superfície tabulares (SOUZA, 1995). Esses aquíferos são os que possuem as maiores reservas de águas subterrâneas, sendo responsáveis pela perenização de grandes rios brasileiros como o Rio São Francisco, Rio Grande, Rio Paraná. (ABAS 2009). A baixa densidade de drenagem superficial reflete valores elevados de permeabilidade e de coeficientes de infiltração (MOURÃO *et al.*, 2001).

- **Sistema Carbonático ou cárstico**

Os aquíferos carbonáticos ocorrem desde a região dos municípios de Arcos e Bambuí até o norte do Estado de Minas Gerais, continuando no Estado da Bahia (ABAS 2009). Inseridos também nas formações do Paraopeba e Formação Complexo Belo Horizonte (SOUZA, 1995). Ocorre em rochas calcárias e dolomíticas, no qual a capacidade de acumulação, circulação da água, sucede por cavidades de dissolução e de fraturas alojadas (SOUZA, 1995). Os calcários possuem ampla área de ocorrência na região das sub-bacias dos rios Verde Grande, Jequitai e Riachão (PAIXÃO, 2006). Este sistema exemplifica os aquíferos porosos, que dentre os três tipos têm a maior capacidade de armazenamento (BARROS, 2008). Os aquíferos carbonáticos apresentam maior capacidade de produção em relação aos demais aquíferos do Estado (MOURÃO *et al.*, 2001).

- **Sistema Pelítico-Carbonático**

Presente na porção superior da Bacia do São Francisco, a montante da foz do Rio Paracatu. Caracterizado como de meio cárstico - fissurado formam o Grupo Bambuí intercalações de calcário e siltitos (SOUZA, 1995). O sistema Pelítico-Carbonático, reúne rochas calcárias e dolomíticas, que caracterizam-se por suas formas de dissolução cárstica (dolinas, sumidouros, cavernas) associados às fraturas possibilitam a formação de grandes reservatórios (LEAL, 2004)

- **Sistema Basáltico**

Existe ocorrências nos afloramentos restritos em áreas dissecadas pelos cursos de água de maior porte como o Rio Grande, Araguari e Paranaíba. Caracteriza-se como sendo meio fissurado, rochas basálticas da a Formação Serra Geral, localizada na região do Triângulo Mineiro, oeste do Estado (SOUZA, 1995).

- **Sistema Pelítico**

Tem sua ocorrência no lado oriental da Bacia do Rio São Francisco, junto ao Supergrupo Espinhaço, e em algumas regiões nas bacias dos Rios Paracatu e Urucuia, incluindo a Formação Jequitai e Grupo Macaúbas. É caracterizado como de meio fissurado agregado a rochas pelíticas, ardósia, siltitos, arcossitos, arenitos finos e calcários. (SOUZA, 1995). A porosidade desse sistema está relacionado a presença de fraturas, fendas e diáclases geradas por processos tectônicos (MORÃO *et al.*, 2001). A capacidade produtiva de água é mais baixa se comparadas com outros sistemas do entorno. Este sistema Ocorre na porção extremo Oriental da bacia d o Verde Grande. (PAIXAO, 2006)

- **Sistema Quartzítico**

Está presente nas Regiões do Supergrupo Espinhaço, Grupo São João Del Rei, com intercalações nos Grupos Araxá, Andrelândia e Canastra. Este sistema é composto por rochas de granitos e gnaisses. É o armazenamento em rochas quartzíticas. É um sistema associados com um conjunto heterogêneo de unidades geológicas (SOUZA, 1995). Sua recarga pode ser direta pelo sistema de fraturas, por infiltração pelo manto de intemperismo ou por drenagem de sistemas granulares sobrepostos (PAIXAO, 2006).

- **Sistema Xistoso**

Predominantemente na Serra do Espinhaço, no Quadrilátero Ferrífero, na região do Alto Paranaíba e no Extremo Superior da Bacia do Rio Grande áreas dominadas pelos Grupos Macaúbas e Araxá – Andrelândia - Canastra e pelo supergrupo Rio das Velhas. Em meio fissurado é caracterizado pelos os aquíferos de rochas xistosas que ocorrem (SOUZA, 1995).



- **Sistema Gnáissico-Granítico**

Este sistema é predominante na região sul de Minas e de toda a faixa oriental, desde a divisa com o estado do Rio de Janeiro, na Bacia do Paraíba do Sul, até a fronteira com a Bahia, e na Bacia do Rio Jequitinhonha. É um aquífero do meio fissurado (SOUZA, 1995).

Merece ser destacado que os processos de interações hídricas superficiais e subterrâneas podem apresentar situações bastante diferenciadas dentro de um mesmo sistema aquífero, dependendo do tipo de conexão hidráulica que prevalece em cada local, do alcance espacial e das condições de profundidade dos fluxos inferiores, da capacidade de transmissão e armazenamento das rochas e principalmente da disposição da rede de drenagem.

Em algumas regiões com boa disponibilidade hídrica subterrânea, a influência dos aquíferos no regime superficial é menos significativa do que em outras de menor potencial. Em outras áreas, onde o escoamento subterrâneo desempenha importante função reguladora dos deflúvios superficiais, nem sempre existem reservas significativas para a exploração através de poços, seja em decorrência da baixa capacidade de transmissão, ou devido a reduzida espessura do aquífero (GALUPPO, 2006)

### **3.3 O gerenciamento de águas subterrâneas**

A exploração de águas subterrâneas possui vantagens de captação nas áreas de escassez de recursos superficiais de boa qualidade, se comparada, por exemplo, com a captação da água de chuva. Pois oferece fornecimento regular e constante de água de forma menos onerosa e em alguns casos sem a necessidade de tratamento prévio. A disponibilidade hídrica associada a contaminação das águas superficiais causa um crescente uso de águas subterrâneas, (MEDEIROS *et al* 2003). Fato agravado pela falta de implementação da cobrança pelo uso da água e pela facilidade de exploração pontual de águas subterrâneas através de poços tubulares, nascentes, cisternas ou cacimbas, sem a necessidade de criação de barragens e grandes adutoras (REBOUÇAS, 1981). ]

Porém para uma exploração correta das águas subterrâneas, deve-se fazer um acompanhamento técnico com o objetivo de conhecer o real potencial do aquífero e as condições ideais de perfuração do poço. Estes procedimentos podem evitar o esgotamento do recurso e contaminação do manancial, uma vez que a reversão destes impactos é muito onerosa e de difícil realização (CONEJO, 2007).

A gestão de recursos hídricos, em sentido amplo, é a forma que se pretende equacionar e resolver as questões de escassez relativa da água, assim como fazer uso adequado, visando a otimização dos recursos em benefício da sociedade. A condição fundamental para a gestão de recursos hídricos é que existam procedimentos integrados de planejamento, e gestão (SETTI, *et al*, 2000). Segundo Rebouças (1997):

*"Não podemos separar a água subterrânea da superficial, seus gerenciamentos, monitoramentos, o planejamento de bacias e poços, bem como o uso e ocupação do solo. A má utilização do solo é um dos principais mentores da degradação da água. Tem que existir uma visão mais ampla, e integrar todos esses determinantes é o grande desafio."*

Com o objetivo de alcançar uma gestão dos recursos hídricos e desenvolvimento econômico e social satisfatória é necessária a elaboração de planos estratégicos de período temporal considerável, por exemplo, trinta anos. Que segundo BARBOSA & TUNDISI (2008) devem englobar, um banco de dados nacional, regional e local a ser elaborado e atualizado, enfocando:

- ✓ As relações disponibilidade/demanda e avaliando os aspectos quantitativos do ciclo
- ✓ As condições relativas à qualidade: contaminação, poluição, fontes pontuais e não pontuais áreas de alta vulnerabilidade e risco e áreas protegidas;
- ✓ Um banco de dados sobre os recursos humanos qualificados, pesquisas existentes e avanços na inovação;
- ✓ Referente ao planejamento e disponibilidades regionais de recursos naturais, que inclua os recursos hídricos superficiais e subterrâneos, como base para o planejamento territorial e sua progressão nos próximos 30 anos.



### **3.3.1 Arcabouço da gestão de recursos hídricos subterrâneos**

A fim de ampliar a gestão integrada de recursos hídricos entre os Estados, Distrito Federal, Municípios e a União, a Lei de Águas 9.433/1997 estabeleceu o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos-SINGREH, como o objetivo promover a utilização racional e integrada das águas, solucionar os conflitos de uso, promover a preservação e conservação do recurso e de implementar a cobrança pelo uso. O SINGREH estabeleceu um arranjo institucional baseado em novos princípios de organização para a gestão compartilhada de uso da água, composta pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos, a Agência Nacional de Águas, os Comitês de Bacia Hidrográfica e as Agências de Água (MMA, 2007).

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH é a principal instância do SINGREH. O CNRH, que possui caráter normativo e deliberativo, estabelece diretrizes para a implementação da Política Nacional e dos instrumentos de gestão. O CNRH é assessorado pela Câmara Técnica de Águas Subterrâneas - CTAS, (Resolução CNRH N°009/2000) (MMA, 2007). A Agência Nacional de Águas tem autonomia administrativa e financeira é vinculada ao Ministério de Meio Ambiente e responsável pela implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos. Os Comitês de Bacias Hidrográficas são órgãos colegiados, que contam com a participação dos usuários, da sociedade civil e representantes de governos municipais, estadual e federal. É destinado a atuar como “parlamento das águas”, o fórum de decisão de cada bacia hidrográfica. As Agências de Águas atuarão como secretarias executivas responsável pelo interesses financeiros decididos nos Comitês de Bacias Hidrográficas.

O arcabouço para o gerenciamento dos recursos hídricos no Brasil se fundamenta em: base técnica, base legal e ordenamento institucional. A base técnica baseia-se nos instrumentos de gestão descritos na Lei 9.433/1997, como exemplo o Plano Nacional de Recursos Hídricos e o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos. A base legal fundamenta-se em um adequado apoio jurídico, em leis, decretos e resoluções, tais como a Constituição Federal, a Lei das Águas e a Lei 9.433/1997. O terceiro pilar de sustentação da gestão dos recursos hídricos é o Ordenamento Institucional, estabelecido pela Lei 9.433/1997 tendo em vista, os domínios e usos da água, bem como as diversas organizações governamentais e não-governamentais ocupadas com a questão hídrica (SCHVARTZMAN & GRECO, 2005).

A Lei Federal nº 9.433/1997 e a Lei Estadual de Minas Gerais 13.199/1999 consideram a Bacia Hidrográfica como unidade de planejamento. Em Minas Gerais, na Deliberação Normativa CERH - MG nº. 06 (2002) estabeleceu-se os limites geográficos das Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais - UPGRH, tendo com objetivo orientar a gestão e o planejamento das Bacias Hidrográficas de dominialidade do Estado, além da estruturação e regulamentação dos comitês de bacias. A dominialidade do Estado é atribuída aos limites de bacias que nascem e deságuam dentro do território mineiro, para a definição das UPGRH também foi utilizada a análise integrada de indicadores sócio culturais, econômicas, políticas e características físicas, relacionadas aos recursos hídricos (COELHO *et al*, 2003). É alterada dentro das Deliberações normativas CERH-MG nº. 015/ 2004 e CERH-MG nº.018 //2005 onde foram inseridas outras duas novas unidades de planejamento. O Estado de Minas Gerais tem atualmente 36 UPGRH-MG, (Figura 3).

Na Lei 9.433/97, a inclusão das águas subterrâneas, não apresenta metodologias que especifiquem os limites dos aquíferos já que estes não respeitam, necessariamente, os limites de uma bacia hidrográfica. Ela ainda reconhece que as perfurações são obras de engenharia e necessitam de autorização para sua instalação (FEITOSA, 1997; MMA, 2009). No âmbito da Política Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais, disciplinada pela lei nº. 13.199/1999, os limites dos aquíferos também não são citados e favorece as águas superficiais.

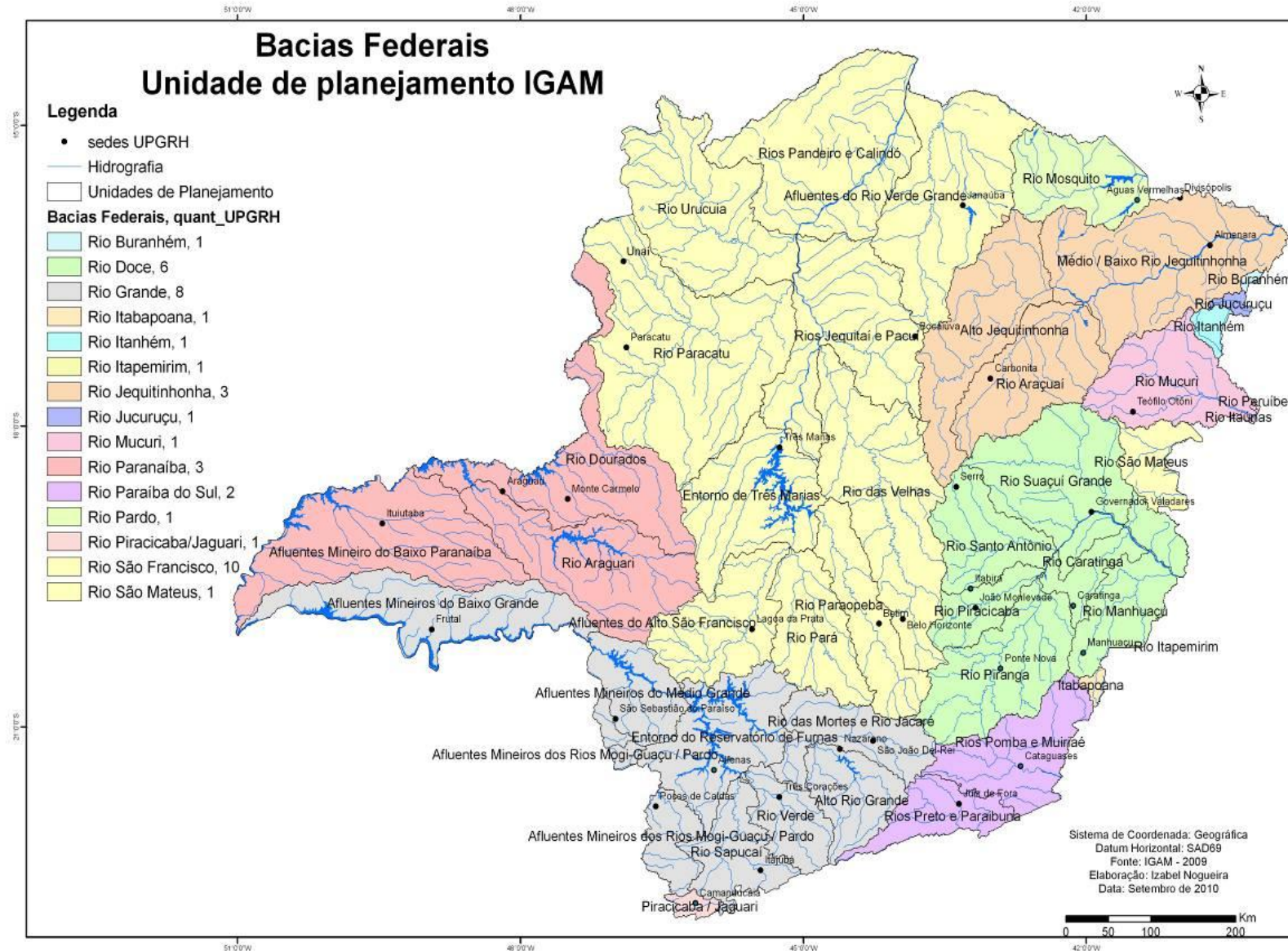


Figura 3: Bacias hidrográficas Federais e suas Unidades de Planejamento de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais

### **3.3.2 Base de gestão**

No Brasil ocorre um déficit legislativo sobre a questão das águas subterrâneas. O marco inicial foi “O Código das Águas”, Decreto nº. 24.643/1934, O Código garantiu, a qualquer dono de terreno, o aproveitamento das águas subterrâneas, contando que não prejudicasse qualquer exploração existente e afirmou que a abertura de poços em terrenos públicos depende de concessão administrativa.

A Constituição de 1988 classificou as águas como de domínio público e no art. 26º definiu as águas subterrâneas como bem dos Estados. A partir deste pressuposto, verifica-se que a outorga de direito de uso de recursos hídricos subterrâneos é competência dos Estados, porém a autorização para exploração para envasamento e comercialização, do recurso mineral é competência da União, sendo outorgado pelo Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM (FADDEN & OLIVEIRA, 2008).

A Lei 9.433/1997 institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) e estabelece os instrumentos aplicados na gestão de recursos hídricos no Brasil, que são os seguintes: O Plano de Recursos Hídricos, O Plano de Bacia, Outorga do Direito de Uso, Enquadramento de Corpos de Água, Cobrança pelo Uso e o Cadastro de Usuários.

O Estado de Minas Gerais busca organizar e atualizar seu sistema de cadastro de águas subterrâneas para ampliar à gestão. Estes sistemas têm a finalidade de armazenar e tratar os dados e futuramente disponibilizar estas informações em um Sistema de Informação único de Recursos Hídricos. Este instrumento de gestão está previsto na Lei 9.433/1997, e encontra-se em fase de estruturação no Estado de Minas Gerais através do Plano Estadual de Recursos Hídricos (MMA, 2009) (SECTES, 2010). O Estado possui uma rede piloto de monitoramento de águas subterrâneas que foi implantada em 2004 nas sub-bacias dos Rios Verde Grande, Riachão e Jequitaiá, na Bacia do Rio São Francisco, áreas que ocorrem conflitos de uso. Esta rede instalada em uma área de 36.000 km<sup>2</sup>, conta com 40 poços de amostragem e monitora as águas subterrâneas desde 2005 (PAIXÃO, 2006).

## **4 MATERIAS E MÉTODOS**

Para o desenvolvimento desse trabalho a metodologia aplicada consiste no levantamento bibliográfico amparada em análise de dados e informações secundárias. As etapas de elaboração são descritas a seguir.

### **4.1 Levantamento da legislação federal e estadual das águas subterrâneas**

Nesta etapa compreendeu-se a estruturação inicial do trabalho. Realizou um levantamento bibliográfico, com referencial em livros, artigos, na constituição brasileira, instituições e banco de dados referentes ao tema. A legislação vigente refere-se ao uso, conservação e gerenciamento das águas subterrâneas, no âmbito Federal e Estadual foram descritas e especificadas. A pesquisa pelas legislações foi realizada em sítios do governo brasileiro e em órgãos envolvidos na gestão desses recursos como o IGAM, ABAS, CPRM, MMA, ANA. Caracterizados como dados secundários.

### **4.2 Identificações as áreas potenciais de conflito de uso e gestão por águas subterrâneas em Minas Gerais a partir da espacialização e análise do cadastro de pontos de captação de água subterrâneas da CPRM.**

A partir do banco de dados SIAGAS Sistema de Informação de Águas subterrâneas da CPRM, foi estabelecida a base de dados deste trabalho. Esta base compreende o conteúdo dos cadastros de águas subterrâneas atualizados até a data limite de maio de 2010, num total de 17.876 pontos de captação cadastrados entre poços, nascentes, fontes naturais, lagos de água subterrânea no Estado de Minas Gerais.

O Sistema de Informações de Águas Subterrâneas - SIAGAS é um *software* compatível com a plataforma *Windows XP* versão 2002. Utiliza o gerenciador de banco de dados relacional (SQL Serve) que contem todos os dados alfanuméricos e geográficos, com o módulo de entrada MODDATA, entrada de dados em forma de tabelas, gráficos e modo de visualização de perfil construtivo e litológico. Este banco de dados está disponível na internet no site (<http://siagas.cprm.gov.br>) no modelo MODNET com de acesso público (PEIXINHO & CARVALHO, 2004; NASCIMENTO *et al.*, 2008).

Por meio do tratamento da informação georeferenciada, realizou-se uma análise de distribuição espacial dos pontos de captação da base de dados da CPRM, com vista na identificação de áreas de concentração de cadastros e analisar possíveis regiões de potenciais conflitos de gestão. As unidades territoriais utilizadas nesta análise foram as Províncias Hidrogeológicas da CPRM e as Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos, UPGRH, adotados pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas, IGAM.

O geoprocessamento foi a ferramenta principal na elaboração dos produtos cartográficos aqui analisados. Para a elaboração dos mapas temáticos, representados como figuras, utilizou-se a base de dados consistida pela CPRM e pelo IBGE. Os mapas foram gerados por meio do *software* ARCGIS e dos *shapefiles* de divisão política administrativa municipal de Minas Gerais, e das unidades de planejamento UPGRH fornecidas pelo (IGAM, 2010), Feições Geológicas de Minas Gerais, províncias Hidrogeológicas e sub-bacias na escala de 1:1. 500.000 fornecidos pela CPRM. Utilizou-se o *Datum South American 1969*.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Levantamento da legislação federal e estadual das águas subterrâneas

A Política Nacional de Recursos Hídricos do Brasil, implantada pela Lei Federal 9.433/97 foi um avanço se comparada com a dificuldade de evolução das políticas públicas que regem o gerenciamento de recursos Hídricos especificamente as águas subterrâneas. O arcabouço Legislativo atual para o gerenciamento, sustentado pela Base Técnica, Base Teórica e Ordenamento Institucional é amparado pelo vasto apoio Jurídico. E se caracteriza por ser uma legislação recente em fase de implementação no país.

O estudo identificou as principais Leis Federais (Tabela1), Estadual (Tabela2) e organizou uma listagem cronologicamente da legislação que rege também as águas subterrâneas.

Tabela 1: Listagem da legislação Federal

Ano	Legislação
1916	Código Civil Brasileiro declara as águas como bem público.
1934	Decreto nº. 24.643 que instituiu o Código das Águas, no Brasil.
1939	Decreto-Lei 1.699, foi criado o Conselho Nacional de Águas, cujas competências se restringiam à energia elétrica.
1946	Publicação da nova Constituição Brasileira declarando os corpos de água como domínio da União.
1960	Lei nº. 3.782. Criação do Ministério das Minas e Energia.
1965	Lei nº 4.771 prevê que as formas de vegetação situadas ao longo de rios e ao redor de nascentes e lago, topos de morros e outros como de preservação permanente.
1967	Decretado o Código de Mineração que classifica entre as jazidas minerais as águas subterrâneas e especifica que elas serão regidas por leis especiais.

1978	Criação pela União do Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas – CEEIBH
1979	Política Nacional de Irrigação Lei 6.662/1979 Dec. 89.496/84. Dispõe que o uso de águas públicas para fins de irrigação e atividades decorrentes dependerá de remuneração (art. 21 da Lei).
1988	Publicação da nova Constituição Brasileira. Específica as águas como de domínio da União. Art. 20,
1989	A criação da Lei 7.754 estabelece medidas para a proteção de florestas localizadas em nascentes de rios.
1990	Lei 8001 prevê a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Alterada na Lei 9.984/2000, 9.433/1997.
1997	Finalmente é sancionada a Lei Federal 9.433/97 que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Dispõe que a água é um bem de domínio público. Com valor econômico e cujo uso tem finalidades múltiplas.
1998	Lei 9.605 Crimes Ambientais
2000	Criação da Agência Nacional de Águas através da Lei 9.984
2000	Lei 9.993 Destina recursos da compensação financeira pela utilização de recursos hídricos
2005	A criação da Resolução CONAMA 357 que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes para o enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, revoga a Resolução CONAMA 20/86.
2006	Decreto lei nº. 5 776 define normas e planos políticos estratégicos de gestão de águas fronteiriças

Tabela 2: Listagem da legislação para o Estado de Minas Gerais.



Ano	Legislação
1980	Lei 7.772 dispõe sobre a proteção, conservação, e melhoria do meio ambiente.
1987	Decreto Nº. 26.961/87. Cria o Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais
1992	É criada a Lei onde estabelece o conceito de rio de preservação permanente e declara o rio Cipó, os afluentes do rio Paraúna, trecho do rio São Francisco, o rio Pandeiros e o rio Peruaçu como de preservação permanente (Lei 10.629/92)
1995	Decreto nº. 37.191, art. 1 O Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH-MG e suas competência.
1999	Deliberação Normativa CERH - MG nº. 01, de 17 de agosto de 1999. Estabelece o Regimento Interno do Conselho Estadual de Recursos Hídricos –CERH-MG.
1999	Lei nº. 13.199. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais
2000	É criada a Lei 13.771/00 que dispõe sobre a proteção e conservação das águas subterrâneas no domínio do Estado de Minas Gerais
2001	Decreto nº. 41.578, de 08 de março de 2001. Regulamenta a Lei nº. 13.199, de 29 de janeiro de 1999, que dispõe sobre Política Estadual de Recursos Hídricos.
2002	Deliberação normativa CERH-MG Nº 06, de 04 de outubro de 2002. Estabelece as unidades de planejamento e gestão de recursos hídricos do estado de Minas Gerais. Alterada pela Deliberação normativa CERH-MG Nº15 de setembro de 2004 e Deliberação normativa nº. 18 de 21 de dezembro de 2005.
2004	É criada a Deliberação Normativa nº. 09, de 16 de junho de 2004. Define os usos insignificantes: Art. 3º As captações subterrâneas, tais como, poços manuais, surgências e cisternas, com volume menor ou igual a 10 m3/dia, serão consideradas como usos insignificantes para todas as Unidades de Planejamento e Gestão ou Circunscrições Hidrográficas do Estado de Minas Gerais. § 1º Estão excluídos do critério do <i>caput</i> a captação através de poços tubulares, dos quais é exigido o instrumento de outorga.
2005	Deliberação Normativa 16 a 19 de maio de 2005 estabelece emergências de recuperação e uso sustentável da bacia do rio Riachão.
2008	Criada a Deliberação Normativa Conjunta COPAM – CERH 1/2008 que

	dispõe as mesmas providências da CONAMA 357/2005 para o Estado de Minas Gerais e também revoga a legislação anterior existente (D.N. COPAM 20/86).
2009	Criou-se a Deliberação Normativa que define o uso insignificante de poços tubulares situados nos municípios da região semi-árida de Minas Gerais (D.N. CERH 33/2009).

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos edita as Resoluções referentes à gestão das águas subterrâneas (Tabela 3), bem como o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Algumas resoluções estão descritas a seguir.

Resolução 09 do CNRH de 2000 em seu Art. 1º Institui a Câmara Técnica Permanente de Águas Subterrâneas CTAS, de acordo com os critérios estabelecidos no Regimento Interno do Conselho Nacional de Recursos Hídricos e estabeleceu em seu Art. 2º quais são as suas competências.

A partir da Resolução CNRH nº 13 de 25 de setembro de 2000 no Art.1 compete a Agência Nacional de Água – ANA, a coordenação dos órgãos e entidades federais, cujas atribuições relacionadas com a gestão de recursos hídricos, visando o funcionamento e implementação do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos – (SINGREH), competindo aos órgãos e entidades estaduais aliar-se a ANA para promover a consolidação, organização e disponibilização das informações referentes: rede de monitoramento, processos de outorga entre outros especificados na legislação. Os dados e informações constantes do SINGREH deverão ser preferencialmente, georeferenciados.

Tabela 3: Lista das Principais resoluções do Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH.

Resoluções CNRH n°	Deliberação
Resolução 09/2000	Institui a Câmara Técnica Permanente de Águas Subterrâneas e estabelece suas competências
Resolução 013/2000	Estabelece diretrizes para a implementação do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos
Resolução 015/2001	Estabelece diretriz para a gestão integrada das águas subterrâneas
Resolução 016/2001	Estabelece critérios gerais para a outorga de direito de uso de recursos hídricos
Resolução 017/2001	Estabelece diretrizes complementares para a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos para Bacias Hidrográficas
Resolução 022/2001	Orienta estudos e informações sobre águas subterrâneas para elaboração dos planos de recursos hídricos
Resolução 065/2006	Estabelece diretrizes de articulação dos procedimentos para a obtenção da outorga de direito de uso de recursos hídricos com os procedimentos de licenciamento ambiental
Resolução 091/2008	Dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos
Resolução 092/2008	Estabelece critérios e procedimentos gerais para proteção e conservação das águas subterrâneas no território brasileiro.
Resolução 107/2010	Estabelecem diretrizes e procedimentos para o planejamento, instalação e operação da Rede Nacional de Monitoramento Integrado Qualitativo e Quantitativo das águas subterrâneas.

Na Resolução CNRH nº. 15 de 11 de janeiro de 2001 afirma que as águas subterrâneas e as superficiais, são partes integrantes do ciclo hidrológico, havendo a necessidade de uma gestão integrada destes recursos, através da Política Nacional de Recursos Hídricos. Nesse contexto a legislação reconhece que os limites do aquífero não coincidem com aquele da bacia hidrográfica. Especifica a uniformização das diretrizes e coleta de dados. Nessa diretriz são propostos mecanismos de estímulo aos municípios para a proteção das áreas de recarga dos aquíferos, dispõe sobre os instrumentos de gestão que deverão ser incorporados. Ressalta ainda que o enquadramento de classes deverá considerar as características hidrogeológicas dos aquíferos e aos seus usos preponderantes.

Os critérios gerais para a outorga de direito de uso da água foi estabelecida na Resolução CNRH nº. 16 de 8 de maio de 2001, constituindo a outorga como um ato administrativo mediante o qual a autoridade outorgante faculta ao outorgado o direito de uso de recurso hídrico, por prazo determinado, nos termos e nas condições expressas no respectivo ato, que obrigatoriamente seguia as restrições legislativas específicas vigentes .

Já a Resolução CNRH nº. 17/2001 estabelece diretrizes complementares para a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos para Bacias Hidrográficas e dispõe que estes devem ser constituídos de diagnósticos e prognósticos, metas, programas e projetos que contemplem os recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

A Resolução CNRH nº. 22/2002 dispõe que os Planos de Recursos Hídricos devem considerar o uso múltiplo das águas subterrâneas. Acrescenta ainda que, no Plano devem constar informações necessárias para a devida caracterização dos aquíferos assim como suas inter-relações com os corpos de água, além de conter medidas para a proteção destes, como redes de monitoramento.

A Resolução 65 do CNRH de 2006 Estabelece diretrizes de articulação dos procedimentos para a obtenção da outorga de direito de uso de recursos hídricos com os procedimentos de licenciamento ambiental.

A Resolução CNRH nº. 91/2008 dispõe também sobre os procedimentos gerais para a classificação das águas subterrâneas e superficiais, de acordo com a Resolução CONAMA nº. 357/2005 e 396/2008. A resolução CONAMA N° 357 dispõe sobre a classificação dos corpos de água para seu enquadramento. A Resolução CONAMA nº. 396/2008 resolve sobre o enquadramento de águas subterrâneas no território nacional, sendo estas classificadas de classe especial até classe cinco, segundo os usos preponderantes e a qualidade das águas.

Já a Resolução CNRH nº. 92/2008 aprofunda em critérios e procedimentos gerais sobre a preservação e conservação dos aquíferos, como também a exploração de água subterrânea. Parte do princípio que devem previr e converter processos de super exploração, poluição e contaminação de aquíferos, além de ressaltar que os órgãos gestores devem promover estudos hidrológicos que visam delimitar áreas de recarga dos aquíferos, identificar as potencialidades, disponibilidades e vulnerabilidades para devida utilização das águas subterrâneas, instituindo áreas de restrição e controle de águas subterrâneas.

Outra Resolução do CNRH nº. 107/2010 estabelece diretrizes e procedimentos sobre o planejamento, instalação e operação da Rede Nacional de Monitoramento Integrado Qualitativo e Quantitativo de Águas Subterrâneas. Esta determina que a Agência Nacional de Águas (ANA) juntamente com o Serviço Geológico do Brasil (CPRM), articulado com os órgãos estaduais responsáveis coordenará a implantação e manutenção desta rede. Ela também dá outras providências sobre a inserção dos dados coletados no Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH) e como deve realizar-se o monitoramento e instalação destes poços.

Em Minas Gerais, destaca-se a Lei de Águas Subterrâneas de n °13.177 de 2000 que definem as áreas de proteção de aquíferos, a proteção e o controle da qualidade das águas subterrâneas. Sendo que os empreendimentos de alto risco poluidor devem realizar estudos específicos e cumprir com os encargos necessários para a recuperação da qualidade das águas. Outro fator salientado na Lei é que fica instituído que o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) que promoverá a manutenção do cadastro de poços e outras captações e prevê a obrigatoriedade dos usuários deste recurso de manter cadastro junto ao IGAM.

## **5.2 Identificação as áreas potenciais de conflito de uso e gestão por águas subterrâneas em Minas Gerais a partir da espacialização e análise do cadastro de pontos de captação da CPRM.**

O estado de Minas Gerais possui um total de 17.876 pontos de captação de águas subterrâneas cadastrados, distribuídos em seu território. A figura 4 consiste na espacialização deste cadastro com a base de dados contidos no SIAGAS. É possível observar quatro pontos de aglomeração mais intensos. Na porção central do Estado mais especificamente na região metropolitana. Na porção noroeste do estado, ao oeste da Bacia do Rio São Francisco. No extremo norte do estado e na porção nordeste na Bacia do Rio Jequitinhonha

Sabe-se que existe um número maior de poços de captação de águas subterrâneas não cadastrados ou não declaradas aos órgãos públicos, apesar da lei Estadual 13.771/2000, instituir o cadastro. A utilização desse recurso é bastante acessível no Estado e os proprietários desses pontos de captação não se interessam em regularizar seu uso devido a possíveis cobranças. Além disso, a fiscalização e o monitoramento ainda não são efetivas no Estado, sendo que em algumas regiões o monitoramento, o início do cadastro e a fiscalização estão nas etapas de experimentação.

Com a grandeza territorial (853 sedes municipais), econômica e social do Estado de Minas Gerais é esperado que 17.876 poços cadastrados seja um valor pouco significativo. Porém, vale ressaltar que neste trabalho foi utilizado somente o banco de dados SIAGAS que fornece informações sobre águas subterrâneas para o Estado. Os demais bancos de dados são o SIAM-MG (Sistema de Informação Ambiental de Minas Gerais) de responsabilidade do IGAM e o CNARH (Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos) da ANA. Assim estes três bancos de dados compõem a base de informação para os processos de gestão do Estado. O cadastro é importante para que informações relevantes seja um ponto de apoio para a tomada de decisões adequadas no futuro e para a consolidação das Políticas de gerenciamento

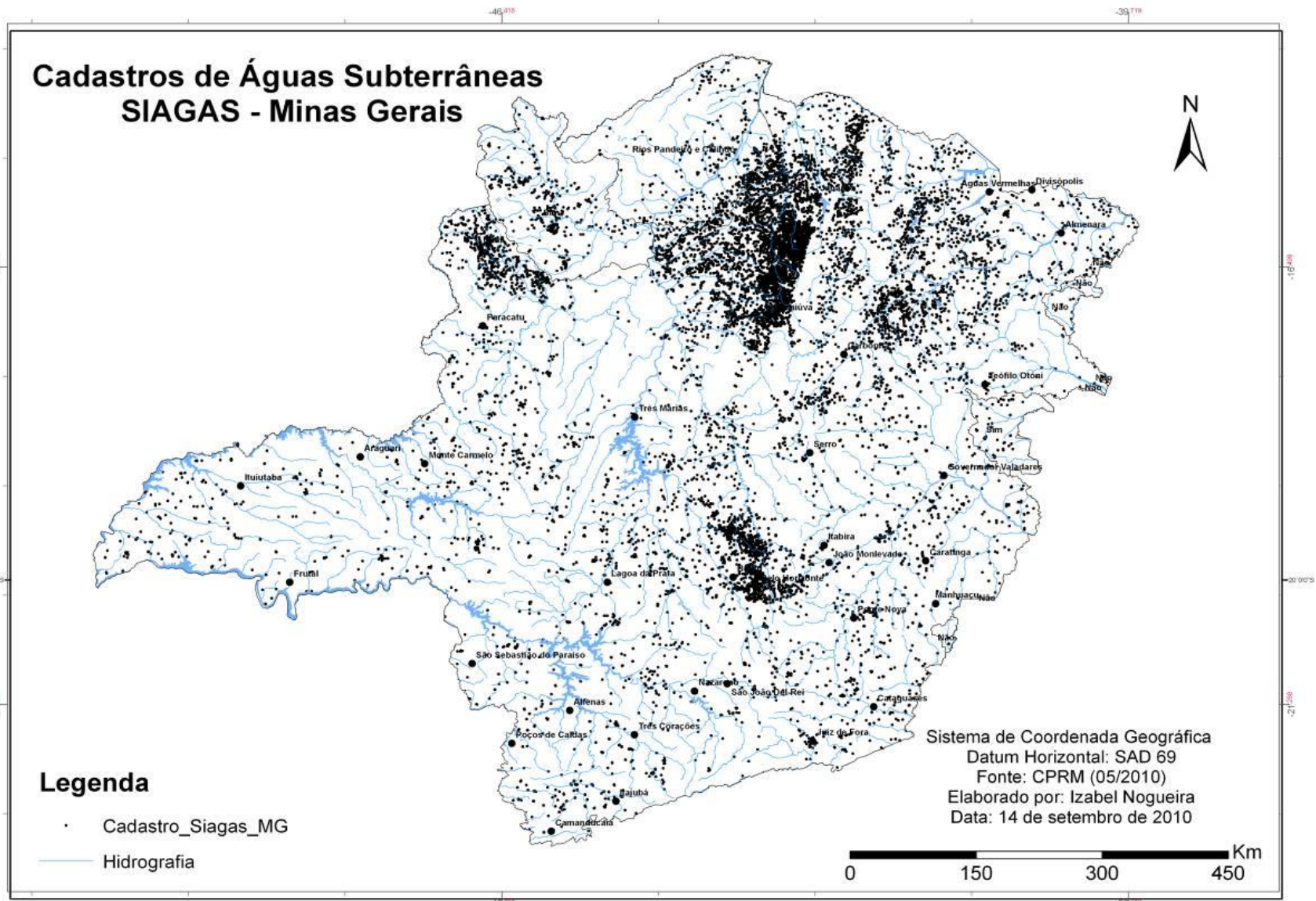


Figura 4: Distribuição dos pontos de cadastrros no Estado de Minas

A distribuição dos pontos de cadastrados do SIAGAS por Províncias Hidrogeológicas no Estado de Minas Gerais, mostra a localização de 8.101 cadastros na região do Escudo Oriental Sudeste, na região do São Francisco 9.335 cadastros e no Escudo do Paraná 440 cadastros. É importante analisar essa espacialização, (Figura 5), pois as características geomorfológicas, pedológicas e geológicas regionais auxiliam na descrição e identificação das áreas de potenciais conflitos de uso.

A aglomeração de cadastros na Província do Rio São Francisco identificada na Figura 5 é consequência das atividades econômicas dominantes na região. Na porção noroeste região dos Rios Paracatu e Rio Urucuia, observam-se uma intensa atividade de agricultura voltada para a produção de grãos em larga escala o que provoca uma demanda por grandes volumes de água, que nem sempre, podem ser supridos com a disponibilidade de água superficial, caracterizando assim uma região de possível focos de conflitos de interesses.

Na parte norte e nordeste da Província do Rio São Francisco encontra-se a maior concentração de cadastros do Estado, englobando as das bacias hidrográficas do rio Verde Grande, rio Jequitai e rio Pacuí,. Está região caracterizada como semi-árida possui baixos índices de pluviosidade e de baixa perenidade dos rios assim as águas subterrâneas são a alternativa para suprir a demanda de consumo.

Na porção sudeste da Província do rio São Francisco, em uma parte da bacia do rio das velhas e do rio Paraopebas onde esta localizado a região metropolitana de Belo Horizonte. O foco de concentração nessa área é caracterizado por ser áreas densamente urbanizadas com ocorrência de atividades intensas de mineração e indústria. A consequência dessa aglomeração é alta densidade populacional e as demais atividades, gerando assim um grande consumo de água e um pólo de foco de conflito de uso.



Na área que abrange o Escudo Oriental sudeste a concentração de cadastros de águas subterrâneas se dá em parte da região Metropolitana de Belo Horizonte Minas com os respectivos conflitos de uso, porém com características hidrogeológicas diferentes da Província do Rio São Francisco. Nas outras áreas a norte e nordeste na bacia do rio Jequitinhonha a intensidade do uso é causada pela baixa disponibilidade de águas superficiais e pela falta de distribuição de água potável nas zonas rurais.

A Província do Paraná apesar de ser uma área dominada pela pecuária, não se caracteriza como conflituosa devido à baixa representatividade dos dados. Porém é uma região onde se desenvolve atividades voltadas para o agronegócio que requer uma grande quantidade de água.

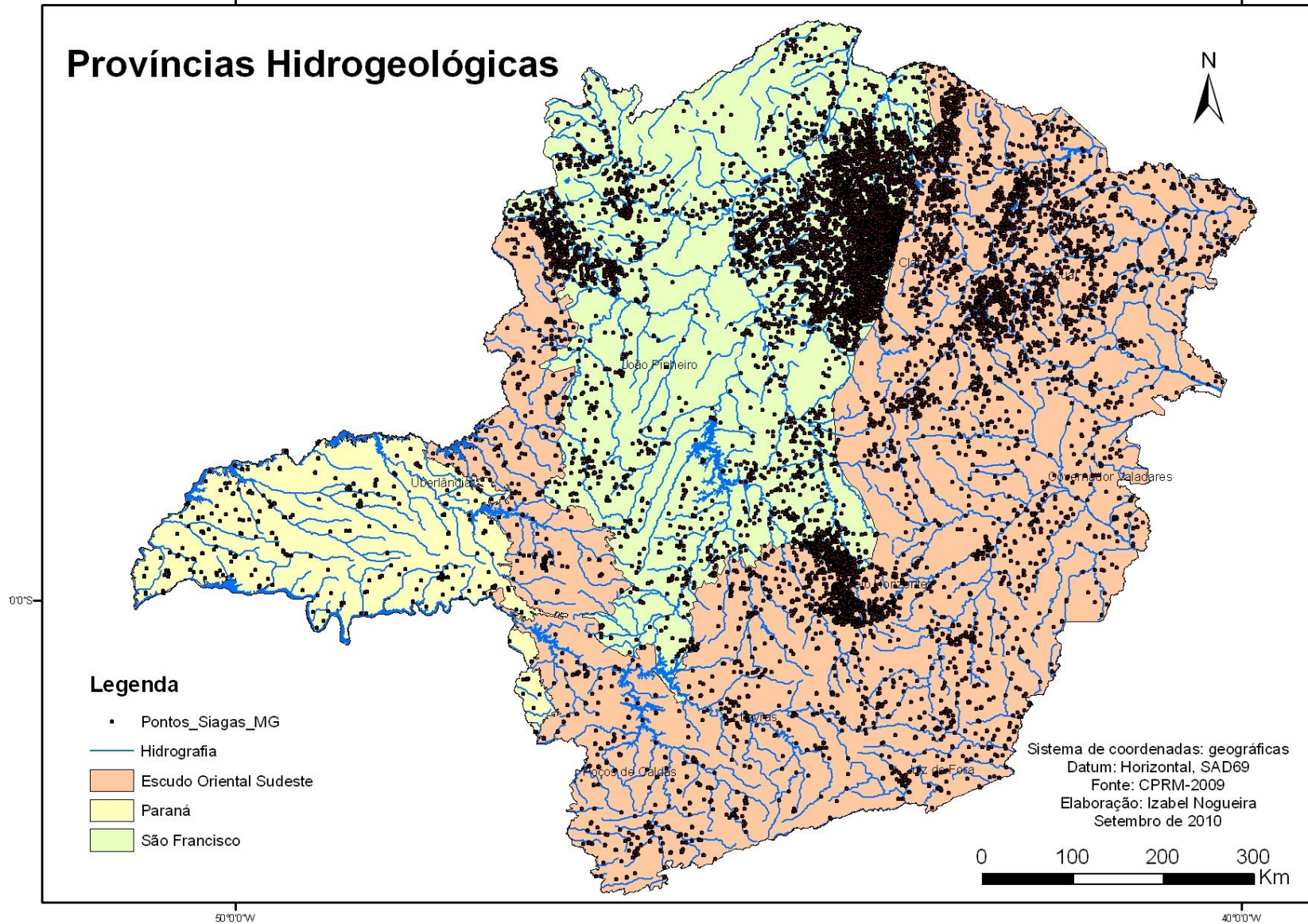


Figura 5 : Distribuição dos Pontos do SIAGAS nas Províncias hidrogeológicas de Minas Gerais.

Afim de identificar a distribuição de cadastros de pontos de água subterrânea pelas Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos do Estado. O mapa gradual de concentração Figura 6 identificou três áreas mais relevantes de concentração as cores mais intensas representam áreas com maior quantidade de cadastros.

A bacia do rio São Francisco aparece em destaque no cenário do Estado de Minas Gerais pois possui três UPGRH que concentram a maior quantidade de poços. São elas: afluentes do rio Verde Grande, bacia do Jequitai e Pacuí, bacia do rio das Velhas. Estas UPGRHs que utilizam intensivamente as águas subterrâneas foram escolhidas pelo Programa de Revitalização de Bacias Hidrográficas em Situação de Vulnerabilidade Ambiental e receberam apoio da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba – CODEVASF e do IGAM, a fim de manter atualizado o monitoramento dessas bacias hidrográficas. Como resultado desse apoio financeiro, estas áreas passaram pelo processo de cadastramento de seus usuários para obter dados de qualidade de água, vazão explorada dos aquíferos e usos da água visando gerir uma região de conflito. Em consequência desses processos estas unidades de planejamento são as que possuem os números mais significativos de usuários como observado na Figura 6.

Na UPGRH do Afluente do Rio Verde Grande verifica-se a ocorrência de uma grande concentração de cadastros juntamente com a região do entorno da bacia do Jequitai e Pacuí. Esta região é monitorada com muita expressividade pelo Projeto Águas de Minas, rede de monitoramento piloto de águas subterrâneas no Estado de Minas Gerais. O desenvolvimento desse projeto amplia o campo amostral, pois promove o cadastramento e a legalização dos usuários a fim de evitar possíveis conflitos de uso além dos já existentes nessa região. Na região do semi-árido mineiro o uso de águas subterrâneas é mais intensificado devido à disponibilidade irregular das águas superficiais.

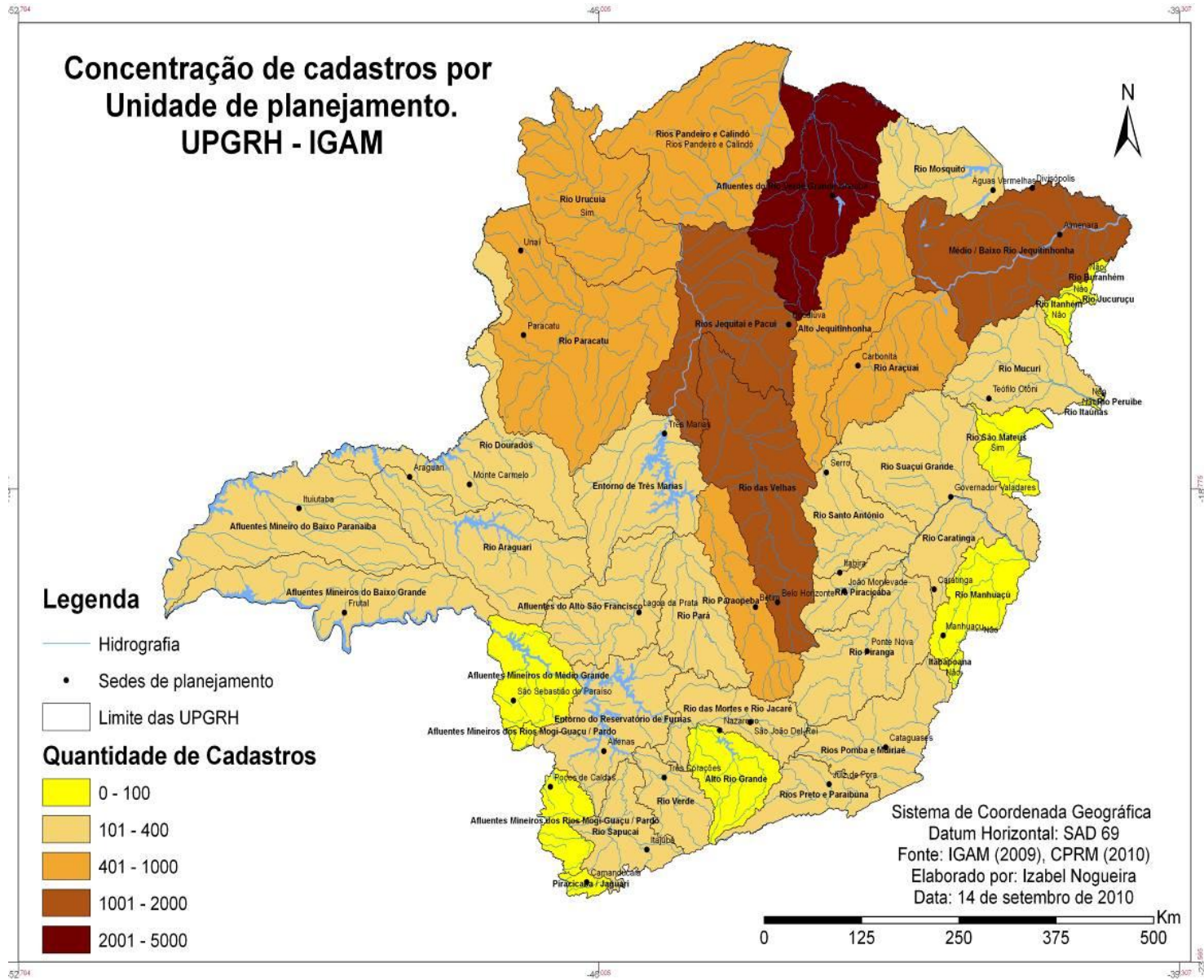


Figura 6: Concentração de cadastros por Unidade de Planejamento de Recursos Hídricos de Minas Geras. UPGRH – IGAM

Na bacia do rio das Velhas, onde se localiza a região metropolitana de Belo Horizonte enfrenta-se conflitos de uso e ocupação, já que a maioria da população do Estado concentra nessa região. É uma região com atividades industriais, comércio e mineradoras, setores que necessitam de abastecimento de água em grande quantidade e as águas superficiais disponíveis estão esgotadas. A população urbana do Estado de Minas Gerais está concentrada nessa região. Com o constante aumento do consumo e das tarifas por água tratada ocorre uma crescente procura por outorgas de condomínios residenciais e comerciais no centro urbano. É considerável a existência de poços tubulares subterrâneos não declarados nessa região, agravando o quadro de risco potencial de surgimento de conflitos.

No entorno da Região Metropolitana, existem atividades agrícolas que abastecem a necessidade de consumo da cidade. As águas dessas regiões encontram-se esgotadas devido ao uso indevido, manejo incorreto do solo e contaminação por agrotóxicos. Assim, a solução mais prática para os agricultores é utilizar os recursos subterrâneos sem nenhuma preocupação com regulamentação e outorga, uma vez que é fácil contratar perfuradores de poços, geralmente empresas que se encontram na ilegalidade.

A bacia do rio das Velhas nos últimos anos vem sendo prioridade do gerenciamento no Estado de Minas com programas de melhorias na preservação, fiscalização, cadastro e investimentos na qualidade da água, como a Meta 2010 do Projeto Manuelzão, contribuindo assim para a melhoria do conhecimento sobre a dinâmica da bacia do rio das Velhas.

Outra área de concentração ocorre na bacia do Jequitinhonha, região conhecida no Estado de Minas como área de escassez de recursos hídricos e caracterizada como uma região do semi-árido mineiro. Esta bacia como um todo é uma Unidade que merece um olhar mais atento dos órgãos públicos por caracterizar uma área em que já está estabelecido o conflito de uso até por questões históricas de escassez. Nesta região existe um sistema de chuvas irregular que não oferece continuidade no abastecimento tanto para consumo humano quanto para desenvolvimento de atividades econômicas.



O rio Médio Baixo Jequitinhonha vem sendo foco de monitoramento no Estado devido à construção da usina hidrelétrica de Irapé, reforçando assim a necessidade da implementação do monitoramento contínuo dos recursos hídricos da região.

Podem-se observar regiões adjacentes que devem ser consideradas como passíveis de conflito, como por exemplo: o rio Paraopebas, o rio Aracuaí, o alto Jequitinhonha e o rio Paracatu. Estas são regiões que deveriam ser prioridade para que não se tornem áreas de conflitos mais intensos. Deve-se ter um constante investimento em monitoramento, políticas públicas efetivas, capacitação para os gestores e usuários, atualização de cadastros e mapeamento de áreas, para que seja possível ampliar a visão política econômica e sociocultural do manejo da água. Dessa forma seriam favorecidas a diminuição do desperdício, o uso sustentável e a preservação do recurso.

A quantidade de pontos de cadastros do SIAGAS em suas respectivas Unidades de Planejamento está organizada na Tabela 4. Observa-se que seis UPGRH representadas na Tabela 4 não são de dominialidade exclusiva do estado de Minas Gerais pois compartilham suas bacias hidrográficas com outras unidades da federação.

Tabela 4: Unidades de Planejamento UPGRH e pontos do SIAGAS.

BACIAS FEDERAIS	SIGLA	Nome das Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos. UPGRH	Pontos SIAGAS
* Rio Alcobaça ou Itanhém	IN1	Rio Itanhém	11
Rio Buranhém	BU1	Rio Buranhém	12
Rio Doce	DO1	Rio Piranga	339
Rio Doce	DO2	Rio Piracicaba	265
Rio Doce	DO3	Rio Santo Antônio	108
Rio Doce	DO4	Rio Suaçuí Grande	233
Rio Doce	DO5	Rio Caratinga	161
Rio Doce	DO6	Rio Manhuaçu	40
Rio Grande	GD1	Alto Rio Grande	56
Rio Grande	GD2	Rio das Mortes e Rio Jacarú	178
Rio Grande	GD3	Entorno do Reservatório de Furnas	171
Rio Grande	GD4	Rio Verde	113
Rio Grande	GD5	Rio Sapucaí	162

Rio Grande	GD6	Afluentes Mineiros dos Rios Mogi-Guaçu/Pardo	96
Rio Grande	GD7	Afluentes Mineiros do Médio Grande	72
Rio Grande	GD8	Afluentes Mineiros do Baixo Grande	163
Rio Itabapoana	IB1	Itabapoana	7
Rio Itaúnas	IU1	Rio Itaunas	0
Rio Itapemirim	IP1	Rio Itapemirim	0
Rio Jequitinhonha	JQ1	Alto Jequitinhonha	585
Rio Jequitinhonha	JQ2	Rio Araçuaí	859
Rio Jequitinhonha	JQ3	Médio / Baixo Rio Jequitinhonha	1070
Rio Jucuruçu	JU1	Rio Jucuruçu	4
Rio Mucuri	MU1	Rio Mucuri	144
Rio Paraíba do Sul	PS1	Rios Preto e Paraibuna	109
Rio Paraíba do Sul	PS2	Rios Pomba e Muiraú	244
Rio Paranaíba	PN1	Rio Dourados	268
Rio Paranaíba	PN2	Rio Araguari	259
Rio Paranaíba	PN3	Afluentes Mineiro do Baixo Paranaíba	183
Rio Pardo	PA1	Rio Mosquito	279
Rio Peruíbe	PE1	Rio Peruíbe	1
Rio Piracicaba / Jaguari	PJ1	Piracicaba / Jaguari	18
Rio São Francisco	SF1	Afluentes do Alto São Francisco	174
Rio São Francisco	SF2	Rio Pará	208
Rio São Francisco	SF3	Rio Paraopeba	620
Rio São Francisco	SF4	Entorno de Três Marias	221
Rio São Francisco	SF5	Rio das Velhas	1967
Rio São Francisco	SF6	Rios Jequitaí e Pacuí	1606
Rio São Francisco	SF7	Rio Paracatu	820
Rio São Francisco	SF8	Rio Urucuia	407
Rio São Francisco	SF9	Rios Pandeiro e Calindó	577
Rio São Francisco	SF10	Afluentes do Rio Verde Grande	4987
Rio São Mateus	SM1	Rio São Mateus	79

\*As linhas preenchidas na cor cinza correspondem às unidades de planejamento que não possuem a dominialidade do estado de Minas Gerais. (DN, CERH-MG nº. 06/2002)

## **7 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Em função da crescente demanda do desenvolvimento e do crescimento econômico do Brasil as águas subterrâneas estão sob forte pressão que pode resultar em exploração inadequada desse recurso. Somando a este fato a insuficiência em aplicar os mecanismos de gestão, e a falta de conhecimento concreto. Nesse contexto, os problemas sócios ambientais passam a ser mais freqüentes devido a contaminação e super exploração dos Recursos Hídricos.

A Política Nacional de Recursos Hídricos considera as especificidades regionais, abundância, escassez, ou poluição, além de conflitos sociais e econômicos, que são questões determinantes, para o gerenciamento. A base para gerenciamento dos Recursos Hídricos apóia-se em sólidos fundamentos legais, com um adequado apoio jurídico, além da Constituição Federal, o Código de Águas e a legislação vigente.

O desafio permanente é o desenvolvimento e implantação dos instrumentos de gestão em um território tão heterogêneo como o Estado de Minas Gerais. A gestão deve ser embasada em informações obtidas através do monitoramento e em estudos hidrogeológicos regionais. Entretanto, no estado de Minas Gerais é notória a defasagem de conhecimentos, capacitação técnica e estudos relevantes sobre as águas subterrâneas que visem a eficiência na gestão desses recursos. É necessário que o Estado invista na implementação de um sistema de informações único e em mapeamento de áreas ainda não delimitadas como, por exemplo, os aquíferos.



O processo de gerenciamento torna-se mais eficaz se o sistema de informação promovido pelas instituições responsáveis pela gestão fossem feitos de maneira correta procurando representar a verdadeira situação da bacia hidrográfica. Buscando o conhecimento de uso, características hidrológicas e localização. É importante assegurar que estes sistemas de informações possibilitem a extração do banco de dados com as informações na íntegra e georeferenciados para um ambiente SIG.

A utilização desregrada do recurso provoca um desequilíbrio no ciclo hidrológico. É necessário promover ações que envolvem as comunidades na perspectiva de perceber os problemas, suas causas e estabelecer propostas para resolvê-los. Em regiões onde o uso é mais intensificado. As águas subterrâneas são a fonte que supre esta necessidade.

A problemática que abrange a preservação e o adequado manejo dos recursos hídricos está ligada com a questão de educação ambiental. A educação ambiental é uma ferramenta que deve ser trabalhada intensamente nessas regiões para que as pessoas possam internalizar as práticas de uso da água. Uma educação ambiental que seja explicativa e não imponha condições, mais que mostre soluções práticas. Os usuários devem participar dos processos de gestão, cotidianamente, em defesa de seus interesses na conservação e preservação desse bem valioso que é água.

## 8 REFERENCIALBIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (ANA), 2010. Gestão de águas subterrâneas. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/indisponivel.aspx>>. Acesso em: 08 junho 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS (ABAS). 2009. O que são águas subterrâneas. Disponível em: <<http://www.abas.org.br/educacao.php>> Acesso em: 08 junho 2010.

BARBOSA, F. A. TUNDISI, J. G. et al.(Org.) *Ângulos da água: desafios da integração*. Belo Horizonte: Editora UFMG, p.159. 2008.

BARROS, J.G.C. 2008. As Águas que Brotam da Terra.GTÁGUA, A Revista das Águas, ano 2, n. 6. Disponível em:<<http://revistadasaguas.pgr.mpf.gov.br/edicoes-da-revista/edicao-06/edicoes-da-revista/edicao-06/artigos/as-aguas-subterraneas-ou-as-aguas-que-brotam-das-pedras>>. Acesso em: 17 de Setembro de 2010.

BRASIL. Constituição Federal (1988). Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm)>. Acesso em: 15 de Outubro de 2010.

BRASIL. Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934. Código de Águas. 1ª ed. Brasília:Ministério das Minas e Energia/Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica- MME/DNAEE,1980.

BRASIL. Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal. Lex: Disponível em <<http://www.ana.gov.br/Institucional/Legislacao/leis2.asp>>. Acesso em: 15 de Janeiro de 2010.

CONEJO, J.G.L. 2007. Panorama da qualidade das águas subterrâneas do Brasil. Caderno de Recursos Hídricos 5, Agência Nacional das Águas, 126p.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (CNRH). Resolução CNRH nº 15, de 11 de janeiro de 2001. Estabelece diretrizes gerais para a gestão de águas subterrâneas. Disponível em: <[http://www.cnrh.gov.br/sitio/index.php?option=com\\_content&view=article&id=14](http://www.cnrh.gov.br/sitio/index.php?option=com_content&view=article&id=14)>. Acesso em: 09 de maio de 2010.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução n. 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Lex: Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 12 de Junho de 2010.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução n. 396, de 17 de março de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=562>>. Acesso em: 12 de Junho de 2010.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (CNRH). Resolução CNRH nº 17, de 29 de maio de 2001. Estabelece diretrizes complementares para a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas.” Disponível em: <[http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/basecon/lrh2000/indice\\_lf](http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/basecon/lrh2000/indice_lf). >. Acesso em: 10 de Junho de 2010.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (CNRH). Resolução CNRH nº 22, de 24 de maio de 2002. Atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos-SINGREH.

Disponível em: <[http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/basecon/lrh2000/indice\\_lf](http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/basecon/lrh2000/indice_lf). >. Acesso em: 10 de Junho de 2010.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (CNRH). Resolução CNRH nº 91, de 5 de novembro de 2008. Dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos.

Disponível em:

<[http://www.cnrh.gov.br/sitio/index.php?option=com\\_content&view=article&id=14](http://www.cnrh.gov.br/sitio/index.php?option=com_content&view=article&id=14)> . Acesso em: 11 de maio de 2010.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (CNRH). Resolução CNRH nº 92, de 5 de novembro de 2008. Estabelece critérios e procedimentos gerais para proteção e conservação das águas subterrâneas no território brasileiro. Disponível em:

<[http://www.cnrh.gov.br/sitio/index.php?option=com\\_content&view=article&id=14](http://www.cnrh.gov.br/sitio/index.php?option=com_content&view=article&id=14). >. Acesso em: 11 de maio de 2010.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (CNRH). Resolução CNRH nº 107, de 13 de abril de 2010. Estabelece diretrizes e critérios a serem adotados para o planejamento, a implantação e a operação de Rede Nacional de Monitoramento Integrado Qualitativo, Quantitativo de Águas Subterrâneas.

Disponível em:

<[http://www.cnrh.gov.br/sitio/index.php?option=com\\_content&view=article&id=14](http://www.cnrh.gov.br/sitio/index.php?option=com_content&view=article&id=14). >. Acesso em: 11 de maio de 2010.

FADDEN, S. M. e OLIVEIRA, E.X. 2008. Captação de águas subterrâneas no estado de São Paulo. Disponível em:

<<http://www.unimep.br/phpg/mostracademica/anais/6mostra/5/371.pdf>>. Acesso em: 16 de junho de 2010.

FEITOSA, A.C. & FILHO, J.M. **Hidrogeologia. Conceitos e aplicações**. Fortaleza: CPRM, 2000,388p

FORTER, S. & HIRATA, R. Groundwater pollution risk assessment: a methodology based on available data. Lima, Peru CEPIS/PAHO Technical Report. 1988

GALUPPO, L.D. O Flúor das águas subterrâneas de Minas Gerais, UFMG, 2006  
Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/MPBB-6VQGQ7>. Acesso em 2 de dezembro de 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2001. Censo demográfico 2000 do Estado de Minas Gerais. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 9 de junho de 2010.

LEAL, A.S. 2004. As águas subterrâneas no Brasil: Ocorrências, Disponibilidades e Usos. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. CPRM In: VIII Congresso de Águas Subterrâneas.

LENCASTRE, A.; FRANCO F. M. **Lições de hidrologia**. Universidade Nova de Lisboa. março de 1984 Lisboa, Portugal pag 194

MEDEIROS, G. A.; VENDRAME, I. F.; Bressan, M. A. 2003. Estudo da poluição de águas subterrâneas em nível local. In: IX ENCITA, 2003, Sao Jose dos Campos. IX ENCITA. Sao Jose dos campos, v. 1. p. 1-1.

MINAS GERAIS (Estado). Lei estadual nº13.771, de 11 de dezembro de 2000. Dispõe sobre a proteção e manutenção de águas subterrâneas e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/action/consultaPublicacoes.do>>. Acesso em: 10 de março de 2010.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Águas subterrâneas: um recursos a ser conhecido e protegido. MMA/ABAS/Petrobras, 40p. 2007

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Política Nacional de Recursos Hídricos: Programa Nacional de de Águas subterrâneas Brasília MMA, 2009

MOURÃO, M.A.A.; CRUZ, W.B.; GONÇALVES, R.L.F. Caracterização Hidrogeológica da Porção Mineira da Bacia do São Francisco. In: C.P. & Martins – Neto, M. A. 2001. Bacia do São Francisco: Geologia e Recursos Mineirais. SBG – MG, Belo Horizonte. P.: 327 – 350.

NASCIMENTO, F. M. F.; CARVALHO, J. E. e PEIXINHO, F.C. Sistema de informações de água subterrânea – SIAGAS - histórico, desafios e perspectivas. XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, p. 1-18. 2008

PAIXÃO, M.M. Programa de Monitoramento de Águas Subterrâneas das Sub-bacias dos Rios Verde Grande. Curso de Especialização/; Gerenciamento Municipal de Recursos Hídricos. UFMG. 2006

PEIXINHO, F.C e CARVALHO, J.E. 2004. Sistema de Informação de Águas Subterrâneas – SIAGAS – As suas funcionalidades e importâncias no contexto das políticas públicas. Disponível em; <[http://www.cprm.gov.br/publique/media/siagas\\_pub.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/siagas_pub.pdf)>. Acesso em 12 de maio de 2010.

REBOUÇAS, A.C. Águas subterrâneas: fator para o desenvolvimento. Revista Brasileira de Águas Subterrâneas, v.3, p. 31-48. 1981

REBOUÇAS, A. Água Subterrânea: fonte mal-explorada no conhecimento e na sua utilização. A Água em Revista. CPRM: Belo Horizonte (MG). v. 5, n. 8, p. 84 – 87. 1997.

REBOUÇAS, A.C., BENEDITO, B. TUNDISI, J.G. **Águas Doces do Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação**. São Paulo : Ed.Escrituras,1999.

SCHVARTZMAN, A.S. e GRECO, M.B. Curso de Gerenciamento de Recursos Hídricos.Fundamentos e diretrizes da Gestão de Recursos Hídricos. Belo Horizonte, Módulo I. 2005.

SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR DE MINAS GERAIS (SECTES). Estruturação do conhecimento disponível sobre águas subterrâneas no Estado de Minas Gerais. 88p. 2010.

SETTI, A.A.; LIMA, J.E.F.W.; CHAVES, A.G.M. e PEREIRA, I.C. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. 2ª ed. – Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 207p. 2000.

SOUZA,S.M.T.**Disponibilidades hídricas subterrâneas no Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Hidrosistemas.1995.

SHIKLOMANOV, I.A.. World water resources: a new appraisal and assessment for the 21th century. UNESCO, 40p. 1998.

TUNDISI, J.G; TUNDISI, T.M.. **Á Água**. 2º Ed – São Paulo: publicafolha. 2009