



Governo do Estado de Minas Gerais
Sistema Estadual de Meio Ambiente
Instituto Mineiro de Gestão das Águas
Gerência de Monitoramento e Geoprocessamento
Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos de Minas Gerais

ESTUDO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUBTERRANEA NO NORTE DO ESTADO DE MINAS GERAIS COMPREENSIVA PELAS UPGRHS SF6, SF7, SF8, SF9, SF10, JQ1, JQ2, JQ3, MU1, PA1 E BACIAS DO LESTE



Governo do Estado de Minas Gerais
Sistema Estadual de Meio Ambiente
Instituto Mineiro de Gestão das Águas
Gerência de Monitoramento e Geoprocessamento
Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos de Minas Gerais

Este documento apresenta o detalhamento do Projeto Estudo de Disponibilidade Hídrica Subterrânea na Região Norte de Minas com o propósito de candidatar-se a financiamento do Fundo de Recuperação, Proteção e Desenvolvimento Sustentável das Bacias Hidrográficas do Estado de Minas Gerais – FHIDRO, tendo, portanto, sido preparado em conformidade com as diretrizes previamente definidas, segundo formulários específicos. O Projeto será conduzido pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM em parceria com o Serviço Geológico do Brasil – CPRM, contando com a participação da Secretaria de Estado Extraordinária para o Desenvolvimento dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri e do Norte de Minas-SEDVAN e da Secretaria de Ciência e Tecnologia – SECTES.



ÍNDICE

01 – TÍTULO	1
02 – INTRODUÇÃO	1
03 – JUSTIFICATIVA	3
04 – OBJETIVOS	5
04.1 Objetivo Geral	5
04.2 Objetivos Específicos.....	5
05 – PÚBLICO ALVO	6
06 – RESULTADOS ESPERADOS.....	6
07 – METODOLOGIA.....	9
08 – ÁREA DE ABRANGÊNCIA	21
09 – ENTIDADES ENVOLVIDAS.....	30
10 – INÍCIO E TÉRMINO DO PROJETO	30
11 – ORÇAMENTO DO PROJETO.....	31
11.1 Detalhamento orçamentário.....	Erro! Indicador não definido.
12 – CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO.....	Erro! Indicador não definido.
13 – PLANO DE APLICAÇÃO.....	Erro! Indicador não definido.
14 – CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO.....	Erro! Indicador não definido.



01 – TÍTULO

ESTUDO DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUBTERRÂNEA DAS UNIDADES DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS – UPGRHs SF6, SF7, SF8, SF9, SF10, JQ1, JQ2, JQ3, MU1, PA1 E BACIAS DO LESTE.

02 – INTRODUÇÃO

A água subterrânea é um recurso natural de vital importância para o abastecimento de água potável nos meios rural e urbano, para o uso em atividades econômicas e para a manutenção de ecossistemas aquáticos e terrestres. A degradação da qualidade das águas superficiais e o desenvolvimento das técnicas de perfuração, que tornam o acesso à água subterrânea mais fácil e barato têm propiciado o incremento de sua utilização para os mais diferentes fins. Outro aspecto relevante na utilização desse recurso hídrico é que ele muitas vezes representa a única fonte de abastecimento em locais de baixa disponibilidade hídrica superficial ou quando o recurso superficial não pode ser disponibilizado de forma econômica (quer por distância da fonte ou pela baixa qualidade). Sendo assim, a proteção de sua qualidade deve ser uma preocupação, não só dos usuários, mas como daqueles responsáveis pela gestão dos recursos hídricos e ambientais.

A água armazenada nas rochas e sedimentos no subsolo corresponde a pouco mais de 97% da água doce disponível no planeta (MANOEL FILHO, 1997). Esse importante recurso viabiliza o desenvolvimento das atividades humanas, sendo explorado através da captação por poços tubulares e cisternas. Segundo estimativas da UNESCO (1992), apud Feitosa e Manoel Filho (1997), no período de 1970 a 1995 foram perfurados no mundo cerca de 300 milhões de poços. No Brasil, dados do IBGE (2000) revelam que 55% da população é abastecida com água subterrânea. Atualmente esse número é muito maior, tendo em vista o crescimento populacional, a degradação das águas superficiais em vários locais e a busca crescente por águas de melhor qualidade.



As águas encontradas nos sistemas aquíferos são águas armazenadas que se acumularam ao longo de um grande tempo e se encontram em condições de “equilíbrio”. Existe um movimento lento com locais preferenciais de entrada e saída de água do sistema hidrogeológico. Sendo assim, torna-se necessário uma gestão adequada desse recurso, focando um controle do volume, locais de exploração e das atividades potenciais de contaminação.

A avaliação das quantidades explotáveis da água subterrânea, bem como suas características hidrogeoquímicas, constituem informações de grande importância para a eficácia de sua gestão, de forma a garantir a viabilidade de seu uso para diferentes fins, seja ele o consumo humano, industrial, irrigação ou dessedentação animal ou manutenção dos níveis de base dos cursos d’água e, por conseguinte, da manutenção do ecossistema aquático.

A Constituição Nacional determina que as águas subterrâneas sejam um Bem dos Estados, sendo sua gestão de competência dos mesmos e do Distrito Federal. Sendo assim, alguns estados brasileiros já elaboraram seu marco legal que trata exclusivamente da água subterrânea. Essas leis tratam não só de aspectos relacionados à quantidade, mas também da qualidade dessas águas.

No Estado de Minas Gerais, a Lei estadual 13.771 de 2000, dispõe sobre a administração, a proteção e a conservação das águas subterrâneas de domínio do Estado de Minas Gerais. Essa lei determina, em seu Capítulo II, que o gerenciamento das águas subterrâneas compreende, dentre outras medidas, a avaliação quantitativa e qualitativa, o planejamento de seu aproveitamento racional e a adoção de medidas relativas à sua conservação, preservação e recuperação. De acordo com esta lei, compete ao Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) desenvolver ações que promovam um gerenciamento eficaz das águas subterrâneas, dentre as quais está a proposição e a implantação de programas permanentes de conservação e proteção dos aquíferos visando o seu uso sustentável.



03 – JUSTIFICATIVA

A combinação das estruturas geológicas com fatores geomorfológicos e climáticos do Brasil resultou na configuração de 10 províncias hidrogeológicas (figura 5.1), que são regiões com sistemas aquíferos com condições semelhantes de armazenamento, circulação e qualidade de água (MMA, 2003). Essas províncias são divididas internamente em Sistemas aquíferos.

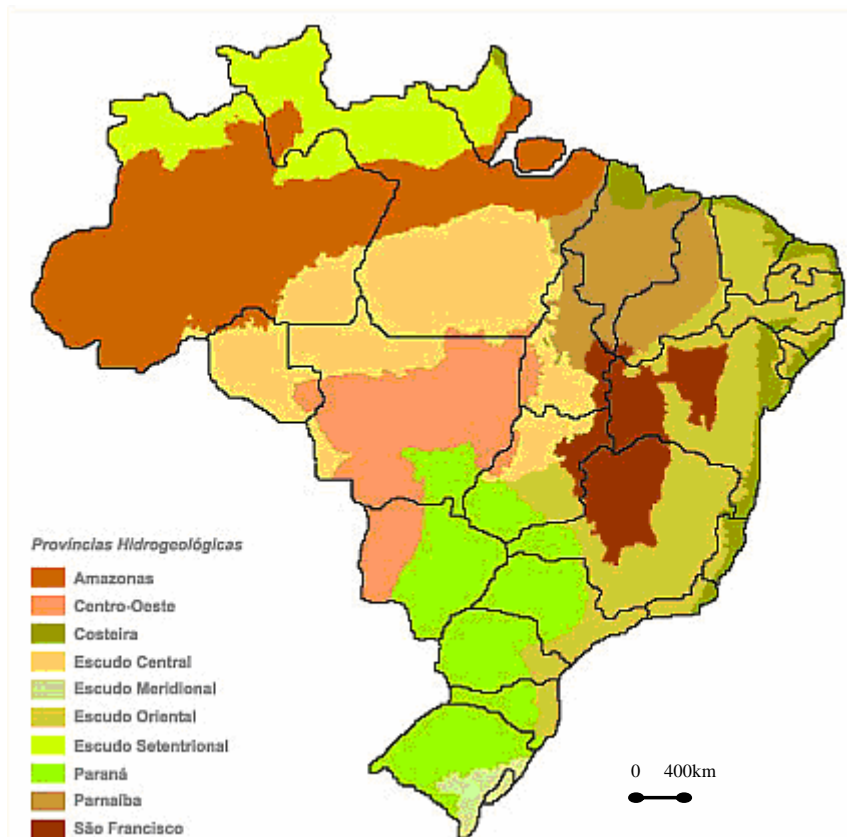


Figura 5.1: Distribuição das províncias hidrogeológicas do Brasil. Fonte: BOSCARDIN BORGHETTI *et al.* (2004), Adaptado de MMA (2003).

Sendo assim, as águas subterrâneas no Brasil ocupam diferentes tipos de reservatórios, desde as zonas fraturadas do embasamento cristalino (escudo) até os depósitos sedimentares cenozóicos (bacias sedimentares), reunindo-se em três sistemas aquíferos: porosos, fissurados e cársticos (Leal 1999). Os escudos são formados por rochas magmáticas e metamórficas e correspondem aos primeiros núcleos de rochas emersas que afloraram desde o início da formação da crosta terrestre. As bacias sedimentares são depressões preenchidas, ao longo do tempo, por detritos ou sedimentos provenientes de áreas próximas ou distantes que normalmente estão dispostas de forma horizontal (Coelho, 1996). Em Minas Gerais, as



províncias de destaque são a província Hidrogeológica do São Francisco, a província Hidrogeológica do Paraná e a província Hidrogeológica do Escudo Oriental

Na região do estudo proposto tem-se a ocorrência das Províncias Hidrogeológicas do São Francisco e Escudo Oriental. A Província Hidrogeológica do São Francisco é formada pelos sistemas aquíferos Aluvial, de Cobertura Detrítica, Arenítico, Carbonático, Pelítico-Carbonático, Pelítico, Quartzítico, Gnáissico-Granítico e Xistoso. A Província Hidrogeológica do Escudo Oriental é formada pelos sistemas aquíferos Fissurado e Xistoso.

A diversidade hidrogeológica característica da área abrangida pelo Projeto nos remete a necessidade de desenvolvimento de uma metodologia de definição das disponibilidades hídricas que reflita as condições climáticas e de fluxo subterrâneo em cada domínio hidrogeológico.

Neste contexto, a definição da vazão insignificante para poços tubulares na região semi-árida objeto de estudo precede de informações hidrogeológicas básicas, como as que serão geradas neste Projeto que subsidiará o IGAM no cumprimento do estipulado pela Deliberação Normativa CERH nº 33, de 20 de novembro de 2009.

Esta DN define, de forma provisória, pelo prazo de 3 (três) anos, o uso insignificante de poços tubulares situados nos municípios da região semi-árida abrangida pelo Projeto, e determina em seu Artigo 5º que "... o IGAM deverá apresentar uma proposta técnica a fim de estabelecer as condições definitivas para a definição do uso insignificante para as captações de água subterrânea por meio de poços tubulares para a região a que se refere esta deliberação".



04 – OBJETIVOS

04.1 Objetivo Geral

Avaliar a disponibilidade hídrica subterrânea da região norte do Estado de Minas Gerais compreendida pelas UPGRHs SF6, SF7, SF8, SF9, SF10, JQ1, JQ2, JQ3, MU1, PA1 e Bacias do Leste.

04.2 Objetivos Específicos

O objetivo geral descrito acima será alcançado por meio do uso de técnicas avançadas de investigação hidrogeológica aliadas à instalação e operação de uma rede de monitoramento hidrológica e hidrogeológica e a elaboração de modelos matemáticos de fluxo subterrâneo que subsidiarão a gestão das águas na região mencionada, notadamente o instrumento de Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos. Para tal, os seguintes objetivos específicos deverão ser atingidos:

1. Levantamento e sistematização de informações hidrológicas, hidrogeológicas, climáticas, geológicas e geomorfológicas existentes;
2. Elaboração de bases cartográficas e tratamento de imagens digitais nas escalas 1:500.000 e 1:100.000;
3. Identificação de bacias representativas e identificação e mapeamento dos domínios hidrogeológicos, geológicos e de uso e ocupação do solo de bacias representativas;
4. Inventário hidrogeológico e hidrológico nas bacias representativas e definição da rede de monitoramento hidrogeológica;
5. Definição e instalação das redes de monitoramento hidrológica e hidrogeológica;
6. Operação das redes de monitoramento hidrológica e hidrogeológica;
7. Caracterização hidrodinâmica dos aquíferos;
8. Definição dos modelos hidrogeológicos conceituais e construção dos modelos numéricos;
9. Calibração e estudo de sensibilidade da modelagem numérica;
10. Atualização do banco de dados SIAGAS;
11. Consolidação das informações hidrológicas e hidrogeológicas para a definição das disponibilidades hídricas subterrâneas e definição do uso insignificante para captação de águas subterrâneas.



05 – PÚBLICO ALVO

O desenvolvimento do estudo proposto e os seus resultados permitem um vasto leque de beneficiários, dentre os quais se destacam, de forma geral, os diferentes segmentos de usuários das UPGRHs abrangidas e gestores de recursos de recursos hídricos.

Os potenciais usuários são as entidades gestoras tais como o próprio SISEMA, Conselho Estadual de Política Ambiental - COPAM, Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH, Comitês e Agências de Bacias Hidrográficas; gestores ambientais das esferas federal, estadual e municipal e gestores econômicos das esferas estadual, federal e municipal de outras secretarias; usuários de recursos hídricos de forma geral; Ministério Público; setor acadêmico e pesquisadores ligados a recursos hídricos e ambientais e a sociedade em geral.

06 – RESULTADOS ESPERADOS

A sociedade de forma geral, não apenas o meio técnico especializado está a cada dia mais consciente da importância da água subterrânea e anseia pelo seu maior conhecimento. Os resultados técnicos advindos do estudo aqui proposto propiciarão dentre outros:

- A melhoria da gestão das águas subterrâneas na região pelo aprimoramento do conhecimento necessário à tomada de decisão;
- Maior segurança nas ações dos responsáveis pelo planejamento de programas econômico-sociais no que se refere à demanda de recursos hídricos;
- Melhor planejamento na implantação das captações de águas subterrâneas de forma mais segura e econômica para os usuários e técnicos responsáveis;
- Um grande acervo de informações técnicas primárias seguras aos pesquisadores e estudiosos;
- Além da implantação de uma rede de monitoramento quali-quantitativo que permitirá o acompanhamento do comportamento hidrológico dos corpos de água.

Os Produtos a serem gerados durante o desenvolvimento são:



- a) *Base planialtimétrica*: Serão geradas bases planialtimétricas digitais e atualizadas das bacias representativas na escala 1:100.000
- b) *Imagens e aerofotos*: Mosaico de imagens de satélite georreferenciado e ortorretificado.
- c) *Rede de monitoramento hidrológico*: A rede de monitoramento pluviométrica e fluviométrica a ser instalada contemplará cerca de 20 a 30 novos instrumentos que ao término do projeto poderá ser mantida pelos órgãos e instituições públicas responsáveis pela gestão das bacias, de forma que a continuidade do monitoramento possibilite um melhor conhecimento futuro das variações interanuais das disponibilidades hídricas nas bacias contribuintes.
- d) *Banco de dados hidrometeorológicos*: Os dados hidrometeorológicos obtidos através da rede de monitoramento implantada pela CPRM, assim como dados relativos a outras estações porventura operadas por outras entidades na região, serão disponibilizados através do Sistema de Informações Hidrológicas – HIDROweb.
- e) *Relatório técnico de caracterização hidroclimática e avaliação das disponibilidades hídricas superficiais*: Serão apresentados os resultados dos estudos hidroclimáticos e de avaliação de disponibilidades hídricas de superfície, os quais irão subsidiar o levantamento das reservas renováveis dos sistemas aquíferos.
- f) *Banco de dados hidrogeológicos*: Os dados hidrogeológicos como inventário de pontos de água, perfis geológico-construtivos de poços tubulares, análises químicas, medidas de monitoramento, entre outros, serão disponibilizados no Sistema de Informações de Águas Subterrâneas – SIAGAS, mantido pela CPRM.
- g) *Rede de monitoramento hidrogeológico*: A rede de monitoramento de níveis e de qualidade das águas que será implantada no projeto poderá ser mantida pelos órgãos e instituições responsáveis pela gestão dos recursos hídricos. Caso contrário, os pontos de monitoramento deverão ser devidamente desativados.
- h) *Modelos numéricos*: Nos locais onde forem gerados dados suficientes e confiáveis, serão elaborados modelos matemáticos dos aquíferos para a simulação do comportamento dos mesmos quando sujeitos a alterações das variáveis principais, como volumes de recarga e de exploração.



- i) *Relatório técnico de caracterização hidrogeológica e de avaliação das disponibilidades hídricas subterrâneas:* Serão apresentados os resultados dos estudos hidrogeológicos e de avaliação de disponibilidades hídricas subterrâneas, os quais irão subsidiar a definição das reservas renováveis dos sistemas aquíferos.
- j) *Mapas geológicos:* Os mapas geológicos conterão as informações litológicas e estruturais atualizadas por integração de dados e mapeamento de campo.
- k) *Mapas hidrogeológicos:* Os mapas hidrogeológicos conterão todas as informações representáveis espacialmente como: unidades hidrogeológicas, natureza e localização dos pontos de água, níveis potenciométricos, áreas de recarga, direções de fluxo subterrâneo, entre outros.
- l) *Mapas dos recursos hídricos de superfície:* Neste mapa deverão constar todas as informações sobre os recursos hídricos superficiais representáveis espacialmente, tais como: rede de monitoramento implantada e existente, locais e tipos de usos das águas, locais e tipos de lançamentos, focos de poluição.
- m) *Mapas de uso e ocupação do solo:* Delimita os tipos de cobertura e usos da terra subsidiando os estudos de preservação dos recursos hídricos e ecossistemas e permitindo a identificação de vetores de expansão urbana.



07 – METODOLOGIA

7.1 - Levantamento e sistematização das informações básicas

Esta etapa objetiva levantar, consistir e sistematizar todas as informações e dados disponíveis em publicações técnico científicas e institucionais sobre o meio físico e sócio econômico na área de estudo.

7.1.1 Hidrogeologia

Serão consultadas todas as instituições públicas e de pesquisa que gerem ou reúnam dados e informações sobre as águas subterrâneas na região. Serão também avaliadas as publicações institucionais, planos diretores de recursos hídricos, relatórios de pesquisa, artigos de congresso, teses e dissertações já publicados ou em fase de finalização.

O inventário de pontos de água será feito através da consulta aos bancos de dados do IGAM, COPASA, DNOCS, CODEVASF e CPRM (SIAGAS). Os dados obtidos serão incorporados ao banco de dados do SIAGAS, escolhido para o projeto.

7.1.2 Hidrologia e climatologia

Serão consultadas todas as instituições públicas e de pesquisa que atuam na região no levantamento de dados climatológicos primários. Os dados levantados serão submetidos a uma análise preliminar para avaliação da qualidade e relevância. Todas as informações de interesse serão sistematizadas em banco de dados.

7.1.3 Geologia, Geofísica, Geomorfologia, Pedologia e Uso e Ocupação do Solo

Serão consultadas todas as instituições públicas e de pesquisa que atuam na região com mapeamento geológico e levantamento aerogeofísico. Grande parte dos trabalhos geológicos foram realizados pela CPRM e UFMG em escalas diversas e já encontram-se integrados no Mapa Geológico do Brasil ao Milionésimo de 2002. Os novos trabalhos serão incorporados à base final na escala 1:500.000.

Os dados e informações aerogeofísicas serão consultados na CODEMIG e CPRM. Os dados geomorfológicos são escassos e terão como fonte os trabalhos acadêmicos. Os dados pedológicos serão obtidos dos mapeamentos da EMBRAPA. As informações do Uso e Ocupação do Solo também são escassas, quando não



atualizadas, e serão obtidas de estudos específicos, dos planos diretores municipais e de bacias, dentre outros.

7.1.4 Sócio-Economia

Serão consultadas todas as instituições públicas e de pesquisa que atuam na região com o levantamento de dados sócio econômicos. A principal fonte de consulta é o IBGE. No entanto, estudos regionais de planejamento realizados por órgãos do estado de Minas Gerais podem conter informações importantes e deverão ser também avaliados.

7.2 - Bases cartográficas e imagens digitais

Objetiva dotar o estudo de bases planialtimétricas digitais consistidas, atualizadas e adequadas aos objetivos gerais deste estudo para serem utilizadas em aplicativos de Sistema de Informações Georreferenciadas – SIG como ferramenta nas análises geoambientais, mapeamentos de uso do solo, geológico e hidrogeológico, além de servir como base de apresentação dos trabalhos.

7.2.1 Bases planialtimétricas nas escalas 1:500.000 e 1:100.000

A base final de apresentação dos temas será na escala 1:500.000 e será obtida das base planimétrica do IBGE do Brasil ao Milionésimo.

As cartas planialtimétricas das áreas das bacias representativas serão construídas com base nas cartas 1:100.000 do IBGE e do Programa GeoMinas. Dessas fontes serão subtraídas as feições relativas às categorias infra-estrutura, topônimos, hidrografia e hipsometria. Os temas infra-estrutura e topônimos serão atualizados a partir de imagens de alta resolução recentes, com verificação do seu posicionamento no local, além da sua tipificação.

7.2.2 Imagens de satélite de alta resolução e aerofotos

A obtenção de imagens de satélite de alta resolução estará associada ao programa de disponibilização de imagens do governo do Estado de Minas Gerais pelo IEF, que tem previsão para o ano de 2010. As imagens devem ser tratadas para a atualização planimétrica e para auxílio no mapeamento do uso e ocupação do solo.

As fotografias aéreas serão levantadas em arquivos existentes, compatíveis com as demandas dos trabalhos, principalmente, os de mapeamento geológico nas bacias representativas.

Equipe Técnica: Um técnico em geoprocessamento.



7.2.3 Modelo Digital do Terreno

A partir da base altimétrica digital gerada no item 5.2.1 será elaborado o modelo digital do terreno, utilizando aplicativo específico.

Equipe Técnica: Um técnico em geoprocessamento.

7.3 - Identificação dos Domínios Hidrogeológicos e Bacias Representativas

Objetiva definir os principais domínios hidrogeológicos e as bacias representativas que serão detalhadas e monitoradas no estudo.

A partir da contextualização dos domínios hidrogeológicos do mapeamento hidrogeológico do Brasil ao milionésimo e temas do meio físico (geologia, geomorfologia, hidrografia, clima e uso e ocupação do solo) com o regime hídrico, inventário de pontos de água e a distribuição das estações hidroclimatológicas levantadas preliminarmente, serão definidas bacias representativas que serão detalhadas através de mapeamento geológico e cadastramento de pontos de água e de usuários. Na análise serão considerados fatores como: acesso, densidade e qualidade de informações existentes, regime hídrico e pluviométrico, ocupação humana, vocação agrícola, etc.

Estima-se que sejam definidas dez bacias representativas.

Equipe Técnica: Um engenheiro hidrólogo, um hidrogeólogo e um consultor.

7.4 – Definição e Instalação da Rede de Monitoramento Hidrológica

Objetiva estabelecer uma rede de monitoramento hidrológica complementar a existente para avaliar o regime pluviométrico e as disponibilidades hídricas de superfície, bem como embasar a elaboração do balanço hídrico e a quantificação das vazões de base.

Após a avaliação das estações existentes e a definição das bacias representativas, deverá ser instalado um pluviômetro em cada bacia, quando não houver algum já operando. Também serão instaladas réguas linimétricas e linígrafos nos cursos d'água mais representativos. Em locais adequados poderão ser, ainda, instaladas calhas Parshal. As leituras das chuvas e níveis serão realizadas por observadores contratados para essa finalidade. A metodologia de instalação e operação seguirá os padrões da ANA.

Estima-se que sejam instalados 10 (dez) pluviômetros e 15 (quinze) estações pluviométricas.



7.5 – Operação da Rede de Monitoramento Hidrológica

Objetiva coletar dados hidrológicos e fazer a manutenção das estações de maneira sistamética.

O monitoramento hidrológico de vazões dos cursos de água e de chuvas deverá se estender por dois anos hidrológicos. Neste período será realizado mensalmente, pela equipe de hidrometria da CPRM, os serviços de manutenção das estações pluviométricas e fluviométricas bem como medições de descarga líquida junto à seção de réguas, de forma a se estabelecer as relações cota-descarga e embasar a análise das vazões.

As informações coletadas serão consistidas e armazenadas em banco de dados. Após o término do projeto, a rede implantada poderá ser operada pelo IGAM ou pela ANA de forma a manter o monitoramento das bacias representativas.

Equipe Técnica: Um engenheiro hidrólogo, três hidrotécnicos e três auxiliares.

7.6 – Mapeamento Geológico de Bacias Representativas

Objetiva elaborar uma base geológica em escala adequada aos trabalhos nas áreas das bacias representativas, com ênfase na geologia estrutural.

A partir dos estudos existentes em escalas diversas, serão compatibilizadas as diversas interpretações geológico-estruturais para a escala de trabalho de 1:100.000, ou maior, nas bacias representativas. O levantamento de campo dará ênfase aos eventos tectônicos rúpteis e às estruturas de reativação neotectônicas, além do mapeamento geológico básico considerando as formações superficiais.

7.7 - Mapeamento do uso e Ocupação do Solo

Objetiva identificar os padrões de uso e cobertura do solo que representam o processo de apropriação dos recursos naturais, degradações e distribuição espacial das atividades econômicas.

O mapeamento tem como base metodológica a interpretação de imagens de satélites e fotografias aéreas, associado às bases planialtimétricas. O trabalho de interpretação pode ser dividido em três fases: Correção geométrica, pré-processamento e classificação.

a) Correção geométrica:

Antes da classificação é necessário corrigir distorções geométricas presentes na imagem devido a diversos fatores. Constitui-se a fase de georreferenciamento da



imagem de acordo com as bases cartográficas disponíveis para a área de estudo que será contemplada no item 5.2.

b) Pré-processamento:

Após o registro a imagem deve ser corrigida de efeitos atmosféricos. Um dos exemplos são os métodos de calibração radiométricos relativos. Estes corrigem não apenas as diferenças relativas nas condições atmosféricas, mas também todos os outros fatores de perturbação, como resposta dos sensores e ruído.

c) Classificação:

A classificação a ser utilizada será a supervisionada que requer conhecimentos, à priori, do analista, gerando um mapa preliminar. Posteriormente, refina-se a classificação a partir dos dados coletados em campo.

É importante enfatizar que esses sistemas interpretam a imagem a partir de uma base de conhecimento que não lhes é intrínseca. Esta base constitui uma representação do conhecimento de um especialista humano, conhecimento este que é modelado através de técnicas, recursos específicos e experiência profissional.

Uma das grandes vantagens de utilização do sensoriamento remoto para análise do terreno é a facilidade de comparação de imagens de uma área em datas diferentes tornando possível detectar mudanças na cobertura do solo e localizar regiões onde o processo de degradação está ou esteve atuando.

Informações em escalas apropriadas refletem diretamente na qualidade do trabalho. Considerando a expressão geográfica da área de estudo e os objetivos do projeto, torna-se prudente a aquisição de imagens de alta resolução como a Ikonos ou Quickbird para o desenvolvimento dos estudos.

Entre as classes a serem definidas pelo estudo de uso e cobertura do solo estão: espacialização das formações vegetacionais, áreas de ocupação urbana, áreas agrícolas, minerações, indústrias, deposição de resíduos sólidos, áreas alagadas, afloramentos, solo exposto, estradas entre outros.

Na etapa de campo serão percorridos todos acessos possíveis para a identificação e classificação das unidades mapeadas com auxílio de GPS para atender a precisão dos elementos mapeados e também para aumentar a acurácia dos produtos orbitais utilizados. Ainda nessa etapa serão realizados registros fotográficos para representação das unidades mapeadas.

Após a fase de campo serão realizados os trabalhos de pós-classificação e correção do mapeamento a partir dos dados coletados e como produto final será



confeccionado um mapa, na escala 1:100.000, com as classes de uso e de cobertura do solo..

7.8 – Inventário Hidrogeológico e Hidrológico nas Bacias Representativas e Definição da Rede de Monitoramento Hidrogeológico

Objetiva levantar de maneira sistemática e detalhada, nas bacias representativas, as informações e dados hidrogeológicos através dos pontos de água subterrânea, além do levantamento dos usos da água superficial.

7.8.1 Cadastramento de Pontos de Água Subterrânea

No cadastramento de campo de pontos de água os pontos serão classificados quanto a sua natureza de ocorrência em: nascentes, cabeceiras de drenagem, poços tubulares, poços escavados e piezômetros.

O trabalho de campo contará com três equipes de técnicos da CPRM e utilizará como procedimento visitar todas as propriedades potencialmente usuárias ou impactantes do recurso hídrico subterrâneo como hotéis, condomínios, indústrias, postos de combustíveis, clubes, sítios e fazendas, além de pesquisar mananciais não captados. Também, serão visitadas ocorrências de águas subterrâneas em bacias vizinhas e próximas, que potencialmente possam ter correlações com os aquíferos das bacias de estudo e que auxiliem na elaboração dos modelos.

No cadastramento serão levantados: natureza dos pontos, localização por logradouro, coordenadas UTM utilizando-se o Global Positioning System - GPS, profundidade da captação ou poço de observação, profundidade dos níveis (através de um medidor de nível elétrico), tipo de revestimento, vazões de teste e de uso, estado do ponto, uso das águas, fontes potenciais de contaminação, condições físicas das captações, além de medições in loco da temperatura, pH, Eh e condutividade elétrica utilizando-se equipamentos portáteis de precisão, e registro fotográfico.

Durante o cadastramento serão observadas as condições físicas das captações existentes visando avaliar a viabilidade e representatividade de amostragens físico-químicas, a viabilidade de perfilagens óticas e da realização de testes de bombeamento e de aquífero.

7.8.2 Cadastramento de Usuários de Água Superficial

As informações sobre os diversos usos das águas (abastecimento urbano, rural e industrial, irrigação, dessedentação de animais, recreação, geração de energia) serão coletadas através de levantamento detalhado de campo. Será elaborada uma



ficha cadastral contendo o tipo de uso, a vazão captada e, no caso de lançamento, a vazão de lançamento e o tipo de efluente. Todos os pontos visitados terão sua localização determinada com GPS.

Possíveis fontes de poluição, porventura existentes, tais como bota-foras, depósitos de pesticidas, herbicidas, resíduos sólidos industriais, lixo orgânico, efluentes orgânicos de propriedades agrícolas, etc., também serão cadastradas. Todas as informações coletadas serão sistematizadas em banco de dados.

7.9 - Definição dos Modelos Hidrogeológicos Conceituais e Construção dos Modelos Numéricos

Objetiva elaborar modelos hidrogeológicos conceituais a partir da análise geológica, do regime hídrico e do inventário de pontos de água para orientar as atividades perfuração de poços complementares e do monitoramento hidrogeológico, além da construção dos modelos numéricos das bacias representativas.

Serão integrados os conhecimentos geológico-estruturais com os hidrodinâmicos preliminares para definir as áreas importantes sob o ponto de vista hidrogeológico e passíveis de monitoramento.

Os modelos preliminares serão esboçados para cada bacia representativa através de mapas e seções, a partir dos dados disponíveis, onde serão indicados os potenciais fluxos subterrâneos, estimativas de parâmetros hidrodinâmicos (K, T, S), limites dos aquíferos e possíveis compartimentações.

Os modelos conceituais preliminares terão seus parâmetros hidrodinâmicos incorporados a um aplicativo específico para a elaboração dos modelos numéricos que poderão simular as variações dos principais fatores influentes no armazenamento dos aquíferos (recarga e descarga). Estes modelos serão aprimorados com as novas informações obtida no desenvolvimento do projeto.

7.10 - Instalação da Rede de Monitoramento Hidrogeológica

Objetiva dotar as bacias representativas de instrumentos de medição de níveis de água e de monitoramento de qualidade.

7.10.1 Perfilagem ótica

Em poços tubulares existentes, previamente selecionados e sem informações geológico-construtivas, e com condições operacionais e de acesso, será introduzido o equipamento de perfilagem ótica dotado de microcâmera de vídeo para filmar o perfil do poço, identificando as profundidades das entradas de água (filtros ou fraturas),



além de verificar as condições do revestimento (obstruído, corroído, trincado, etc.). Pretende-se então identificar as entradas de água e condições físicas dos revestimentos em poços tubulares antigos que podem ser aproveitados como instrumentos de monitoramento

Estima-se realizar cerca de 1.500 m de perfilagem ótica em quinze (15) a vinte (20) poços tubulares existentes.

7.10.2 Perfuração de Poços de Monitoramento

Em áreas onde exista uma carência de informações litoestratigráficas e hidrodinâmicas e que permitam a instalação de um instrumento de monitoramento de níveis e de qualidade da água, serão perfurados poços tubulares com profundidades e características construtivas definidas nos projetos dos poços, segundo as normas da ABNT. A locação destes poços será estrategicamente definida de forma a complementar a rede de monitoramento hidrogeológica.

Os procedimentos para a perfuração incluem a locação criteriosa, liberação do terreno, licitação do serviço, acompanhamento da perfuração, desenvolvimento do poço, teste de bombeamento, acabamento e instalação dos instrumentos de monitoramento.

Estima-se que serão perfurados dez (10) poços tubulares com profundidades em torno de 100 metros cada, totalizando 1.000 metros de perfuração.

7.10.3 Testes de Bombeamento de Poços e de Aquíferos

Os testes, para definição dos parâmetros hidrodinâmicos (K,T e S) dos aquíferos, serão realizados em poços tubulares previamente selecionados que comporão a rede de monitoramento. Os testes podem ser de produção, quando as medidas de níveis são feitas no próprio poço e indicam a sua capacidade de produção, como também podem ser de aquífero, quando o poço bombeado tem instrumentos de medição do rebaixamento (piezômetros) no seu entorno.

Antes da realização dos testes os poços serão desenvolvidos para a limpeza das entradas de água e desinfecção. Os testes de produção terão duração mínima de 24 horas e os de aquífero podem se estender por 48 horas ou mais. Durante os testes serão sistematicamente medidos os níveis e as vazões. Ao final será feita uma coleta de água para análise físico-química e bacteriológica.

Estima-se que sejam realizados 30 testes de bombeamento, sendo 15 de testes de aquífero.



7.10.4 Coletas de Água para Análises Físico-químicas e Isotópicas

A partir do inventário de pontos de água, da perfuração dos poços e das perfilagens óticas, serão selecionados os pontos com condições para serem amostrados e que sejam representativos dos principais aquíferos e ambientes hidrogeoquímicos para avaliação da qualidade físico-química e bacteriológica das águas subterrâneas, bem como determinar o tempo de transito das águas através de datação com isótopos

Nas nascentes e poços tubulares em operação serão feitas coletas na saída do poço ou da captação. Para os poços de monitoramento será utilizado um amostrador que permita obter amostras de água dos horizontes pré-estabelecidos a partir dos perfis litoestratigráficos.

Estima-se que serão amostrados 150 pontos de água entre nascentes, poços tubulares e escavados. As 150 análises contemplarão cerca de 48 parâmetros para o estudo hidrogeoquímico. A TAB. 01 relaciona os parâmetros a serem analisados. Estima-se também que 50 pontos farão parte da rede de monitoramento o que demandará coletas nos períodos chuvosos e secos, resultando em mais 150 análises.

Alguns parâmetros deverão ser analisados in loco durante as coletas como: pH, condutividade elétrica, temperatura e Eh.

As amostras serão coletadas, resfriadas e enviadas em tempo hábil para um laboratório creditado pela norma NBR ISO IEC 17025 – Requisitos Gerais para a Competência de Laboratórios de Ensaio e Calibração.



TABELA 7.1: Relação de parâmetros para análises físico-químicas.

FÍSICO-QUÍMICOS	METAIS
Bicarbonato	Alumínio
Brometo	Antimônio total
Carbonato	Arsênio
Cloreto	Bário
Condutividade a 25 °C	Cádmio
Cor	Cálcio
Detergentes	Chumbo
Dureza total em CaCO ₃	Cobre
Eh	Cromo
Fenóis	Ferro total
Fluoreto	Ferro solúvel (+2)
Fosfato	Lítio
Nitrato	Magnésio
Nitrito	Manganês
Nitrogênio total	Manganês solúvel (+2)
pH	Níquel
Sólidos em suspensão	Potássio
Sólidos totais dissolvidos	Selênio
Sulfato	Silício
Temperatura	Sódio
Turbidez	Titânio
	Vanádio
	Zinco
BACTERIOLÓGICOS	
Coliformes fecais	
Coliformes totais	

Concomitante com a coleta de água para análises físico-químicas serão selecionados pontos representativos dos ambientes hidrogeoquímicos para serem datados pelos isótopos presentes na água.

As amostras serão coletadas segundo metodologia própria e encaminhadas para o laboratório do Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear - CDTN, em Belo Horizonte, para análises de Trítio. As amostras de água para análises de Deutério, Oxigênio 18, Carbono 13 e Carbono 14 serão encaminhadas para o laboratório do Centro de Energia Nuclear na Agricultura – CENA/USP, em Piracicaba - SP.

Estima-se que serão analisados 30 pontos.

7.10.5 Instalação de Registradores de Níveis de Água Automatizados

Os poços existentes ou perfurados no âmbito do projeto que sejam representativos dos aquíferos objeto de estudo serão vistoriados e os que apresentem boas características construtivas e bom aspecto sanitário e de conservação serão incorporados à rede de monitoramento hidrogeológico, após acordos de cessão. A



instrumentação destes poços permitirá a obtenção de um registro contínuo dos níveis de água para estabelecer correlações com as variáveis climáticas e hidrodinâmicas dos aquíferos.

Nestes poços serão instalados registradores de níveis de água automatizados (diver datalogger) que medem continuamente os níveis de água. Será necessária uma adequação do poço para a instalação destes equipamentos o que demandará diversas ações a depender das condições existentes, tais como: limpeza do poço, construção de abrigo para o equipamento, instalação de equipamentos de proteção, construção de cerca no entorno do poço, etc.

Estima-se que serão instalados 30 instrumentos automatizados. As características técnicas dos instrumentos serão definidas durante o desenvolvimento do projeto, pois existem diversos aparelhos e cada um com características distintas.

7.10.6 Levantamento topográfico

O objetivo deste levantamento é estabelecer níveis de referência para as superfícies piezométricas dos pontos de água subterrânea.

O levantamento topográfico utilizará a técnica de Differential Global Positioning System - DGPS que fornece uma precisão centimétrica, suficiente para os objetivos propostos de estabelecer a superfície piezométrica dos aquíferos. Os pontos serão previamente selecionados a partir do levantamento dos pontos de água que forneçam níveis estáticos.

Estima-se que o levantamento será feito em 200 pontos entre poços tubulares, escavados e nascentes.

7.10.7 Testes de Infiltração

Para avaliação da capacidade de percolação de água nos diferentes horizontes litoestratigráficos, inclusive nos considerados impermeáveis, serão executados ensaios de carga variável na zona não-saturada. O equipamento será o trado manual que perfura cerca de um metro onde os furos são saturados com água e são feitas medidas contínuas do tempo e do rebaixamento do nível da água.

Os locais dos furos serão selecionados segundo os seguintes critérios: a) representatividade; b) solo residual exposto; c) superfícies aplainadas; d) distribuição equidistante.



7.10.8 Atualização do Banco de dados SIAGAS

Todas as informações e dados obtidos no cadastramento hidrogeológico, testes de bombeamento, análises físico-químicas e isotópicas e perfilagens óticas serão incorporados ao banco de dados do SIAGAS. Os dados serão consistidos e fornecidos à equipe do SIAGAS, em Belo Horizonte, para compor o banco de dados do projeto, segundo metodologia e aplicativos próprios.

7.11 - Operação da Rede de Monitoramento Hidrogeológico

Esta etapa objetiva coletar dados hidrogeológicos e fazer a manutenção das estações de forma sistemática.

A rede de monitoramento instalada será monitorada durante um período mínimo de 18 meses, onde serão observadas as variações de níveis de água, vazões de poços e de nascentes e as variações hidroquímicas.

Os níveis serão medidos por instrumentos automatizados ou manualmente com medidores elétricos. As vazões de nascentes principalmente serão medidas com métodos volumétricos ou instrumentos específicos. O monitoramento de qualidade utilizará parâmetros específicos para cada tipo de aquífero que serão definidos após as avaliações dos resultados físico-químicos.

A equipe de monitoramento hidrológico também será responsável pelo monitoramento hidrogeológico, com visitas mensais para manutenção e realização de medidas com periodicidade definida no programa de monitoramento.

Estima-se que cerca de 50 pontos farão parte da rede de monitoramento.

As informações coletadas serão consistidas e armazenadas em banco de dados. Após o término do projeto, a rede implantada poderá ser operada pelo IGAM ou pela ANA de forma a manter o monitoramento das bacias representativas.

7.12 - Calibração e Estudo de Sensibilidade da Modelagem Numérica

Objetiva calibrar o modelo numérico preliminar com os dados do inventário e do monitoramento das variáveis climáticas e hidrodinâmicas.

Após os detalhamentos do mapeamento geológico, a consistência e interpretação dos dados do monitoramento hidrológico e hidrogeológico, dos resultados dos testes de infiltração, definição dos parâmetros hidrodinâmicos através dos testes de bombeamento e estudo hidrogeoquímico, os modelos hidrogeológicos estarão mais bem definidos e serão incorporados ao modelo numérico preliminar.

O tempo de monitoramento, apesar de curto permitirá que sejam feitas simulações das variáveis calibrando o modelo.



7.13 - Tratamento e Consolidação das Informações Hidrológicas e Hidrogeológicas para Definição das Disponibilidades Hídricas Subterrâneas

Objetiva definir as disponibilidades hídricas dos principais aquíferos.

O tratamento dos dados e informações hidrológicas e hidrogeológicas levantadas nos cadastramento de dados em campo, monitoramento sistemático e através das simulações numéricas, permitirá que sejam estabelecidos valores das disponibilidades hídricas subterrâneas para os principais aquíferos nas bacias estudadas. Como não serão estudados todos os aquíferos da região, será feita uma extrapolação dos dados considerando as características comuns, o que permitirá uma quantificação potencial dos aquíferos para toda a região.

Para as informações hidrológicas serão avaliados as vazões características (máximas, médias e mínimas) que será resultado da interpretação dos dados levantados no monitoramento das estações instaladas. Considerando que o período de monitoramento é relativamente curto, cerca de dois anos, poderá ser necessária a correlação com os dados de vazão das estações vizinhas e pertencentes a outras entidades (Agência Nacional de Águas - ANA, Centrais Elétricas de Minas Gerais - CEMIG, Companhia de Saneamento de Minas - COPASA, etc.). Serão também utilizados estudos de regionalização de vazões porventura existentes, após avaliação prévia.

As informações hidrogeológicas considerarão, principalmente, as variações de níveis com os regimes climáticos, a capacidade de armazenamento dos aquíferos e o escoamento de base que é a reserva renovável que servirá de parâmetro para os volumes disponíveis para uso sem comprometer os aquíferos. Este conceito é relativo e será enfatizado por estudo detalhado na quantificação das reservas disponíveis.

08 – ÁREA DE ABRANGÊNCIA

A região delimitada para a realização do projeto está localizada no norte do estado compreende uma área aproximada de 260.000 km². Compreendem no âmbito do Sistema Estadual de Recursos Hídricos, às Unidades de Planejamento e Gestão SF6, SF7, SF8, SF9, SF10, JQ1, JQ2, JQ3, MU1, PA1, IT1, BU1 e JU1 (fig. 8.1). No âmbito do Sistema Administrativo engloba 16 microrregiões administrativas e 181 municípios, dos quais se destacam os seguintes pólos administrativos: Montes Claros, Diamantina, Paracatu, Teófilo Otoni e Araçuaí.

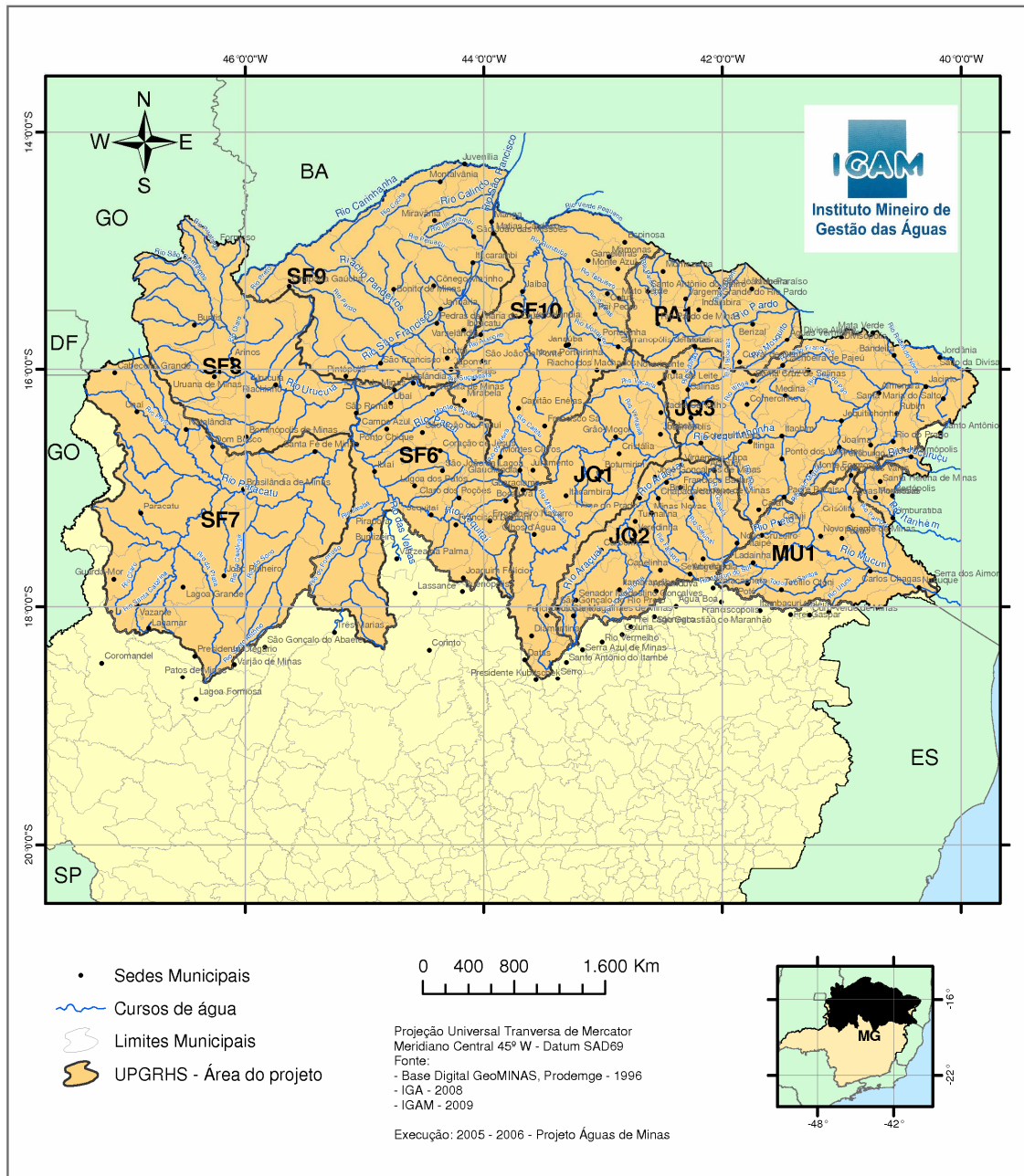


Figura 8.1: Localização da Área do Projeto.

Abrange totalmente as bacias hidrográficas dos rios Jequitinhonha, Pardo, Mucuri, Itanhahém e a porção norte da bacia do rio São Francisco no estado. A Tabela 8.1 apresenta a relação dos municípios abrangidos pela área do projeto.

Tabela 8.1: Relação dos municípios abrangidos pela área do projeto

NOME	UPGRH	MESORREGIAO	MICRORREGIAO
Buenópolis	SF6	CENTRAL MINEIRA	CURVELO
Campo Azul	SF6	NORTE DE MINAS	MONTES CLAROS
Claro dos Poços	SF6	NORTE DE MINAS	MONTES CLAROS
Coração de Jesus	SF6	NORTE DE MINAS	MONTES CLAROS
Engenheiro Navarro	SF6	NORTE DE MINAS	BOCAIUVA



Governo do Estado de Minas Gerais
Sistema Estadual de Meio Ambiente
Instituto Mineiro de Gestão das Águas
Gerência de Monitoramento e Geoprocessamento
Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos de Minas Gerais

Francisco Dumont	SF6	NORTE DE MINAS	BOCAIUVA
Ibiaí	SF6	NORTE DE MINAS	PIRAPORA
Icaraí de Minas	SF6	NORTE DE MINAS	JANUARIA
Jequitaiá	SF6	NORTE DE MINAS	PIRAPORA
Joaquim Felício	SF6	CENTRAL MINEIRA	CURVELO
Lagoa dos Patos	SF6	NORTE DE MINAS	PIRAPORA
Lassance	SF6	NORTE DE MINAS	PIRAPORA
Pirapora	SF6	NORTE DE MINAS	PIRAPORA
Ponto Chique	SF6	NORTE DE MINAS	MONTES CLAROS
São Gonçalo do Abaeté	SF6	NOROESTE DE MINAS	PARACATU
São João da Lagoa	SF6	NORTE DE MINAS	MONTES CLAROS
Três Marias	SF6	CENTRAL MINEIRA	TRES MARIAS
Ubaí	SF6	NORTE DE MINAS	MONTES CLAROS
Várzea da Palma	SF6	NORTE DE MINAS	PIRAPORA
Bocaiúva	SF6/SF10	NORTE DE MINAS	BOCAIUVA
Mirabela	SF6/SF10	NORTE DE MINAS	MONTES CLAROS
Montes Claros	SF6/SF10	NORTE DE MINAS	MONTES CLAROS
Buritzeiro	SF6/SF7	NORTE DE MINAS	PIRAPORA
Brasília de Minas	SF6/SF9	NORTE DE MINAS	MONTES CLAROS
Luislândia	SF6/SF9	NORTE DE MINAS	MONTES CLAROS
São Francisco	SF6/SF9	NORTE DE MINAS	JANUARIA
Brasilândia de Minas	SF7	NOROESTE DE MINAS	PARACATU
Cabeceira Grande	SF7	NOROESTE DE MINAS	UNAI
Dom Bosco	SF7	NOROESTE DE MINAS	UNAI
Guarda-Mor	SF7	NOROESTE DE MINAS	PARACATU
João Pinheiro	SF7	NOROESTE DE MINAS	PARACATU
Lagamar	SF7	NOROESTE DE MINAS	PARACATU
Lagoa Grande	SF7	NOROESTE DE MINAS	PARACATU
Natalândia	SF7	NOROESTE DE MINAS	UNAI
Paracatu	SF7	NOROESTE DE MINAS	PARACATU
Patos de Minas	SF7	Triangulo Mineiro	Patos de Minas
Presidente Olegário	SF7	NOROESTE DE MINAS	PARACATU
Vazante	SF7	NOROESTE DE MINAS	PARACATU
Bonfinópolis de Minas	SF7/SF8	NOROESTE DE MINAS	UNAI
Santa Fé de Minas	SF7/SF8	NORTE DE MINAS	PIRAPORA
Unaí	SF7/SF8	NOROESTE DE MINAS	UNAI
Arinos	SF8	NOROESTE DE MINAS	UNAI
Buritiz	SF8	NOROESTE DE MINAS	UNAI
Formoso	SF8	NOROESTE DE MINAS	UNAI
Riachinho	SF8	NORTE DE MINAS	PIRAPORA
São João do Pacuí	SF8	NORTE DE MINAS	MONTES CLAROS
São Romão	SF8	NORTE DE MINAS	PIRAPORA
Uruana de Minas	SF8	NOROESTE DE MINAS	UNAI
Chapada Gaúcha	SF8/SF9	NORTE DE MINAS	JANUARIA
Pintópolis	SF8/SF9	NORTE DE MINAS	JANUARIA
Uruçuaia	SF8/SF9	NORTE DE MINAS	JANUARIA
Bonito de Minas	SF9	NORTE DE MINAS	JANUARIA
Cônego Marinho	SF9	NORTE DE MINAS	JANUARIA
Itacarambi	SF9	NORTE DE MINAS	JANUARIA
Januária	SF9	NORTE DE MINAS	JANUARIA
Japonvar	SF9	NORTE DE MINAS	MONTES CLAROS



Juvenília	SF9	NORTE DE MINAS	JANUARIA
Lontra	SF9	NORTE DE MINAS	MONTES CLAROS
Manga	SF9	NORTE DE MINAS	JANUARIA
Miravânia	SF9	NORTE DE MINAS	JANUARIA
Montalvânia	SF9	NORTE DE MINAS	JANUARIA
Pedras de Maria da Cruz	SF9	NORTE DE MINAS	JANUARIA
São João das Missões	SF9	NORTE DE MINAS	JANUARIA
Ibiracatu	SF9/SF10	NORTE DE MINAS	MONTES CLAROS
Matias Cardoso	SF9/SF10	NORTE DE MINAS	JANUARIA
Capitão Enéas	SF10	NORTE DE MINAS	MONTES CLAROS
Catuti	SF10	NORTE DE MINAS	JANAUBA
Espinosa	SF10	NORTE DE MINAS	JANAUBA
Francisco Sá	SF10	NORTE DE MINAS	MONTES CLAROS
Gemeleiras	SF10	NORTE DE MINAS	JANAUBA
Glaucilândia	SF10	NORTE DE MINAS	MONTES CLAROS
Jaíba	SF10	NORTE DE MINAS	JANAUBA
Janaúba	SF10	NORTE DE MINAS	JANAUBA
Juramento	SF10	NORTE DE MINAS	MONTES CLAROS
Mamonas	SF10	NORTE DE MINAS	JANAUBA
Mato Verde	SF10	NORTE DE MINAS	JANAUBA
Monte Azul	SF10	NORTE DE MINAS	JANAUBA
Nova Porteirinha	SF10	NORTE DE MINAS	JANAUBA
Pai Pedro	SF10	NORTE DE MINAS	JANAUBA
Patis	SF10	NORTE DE MINAS	MONTES CLAROS
Porteirinha	SF10	NORTE DE MINAS	JANAUBA
São João da Ponte	SF10	NORTE DE MINAS	MONTES CLAROS
Varzelândia	SF10	NORTE DE MINAS	MONTES CLAROS
Verdelândia	SF10	NORTE DE MINAS	MONTES CLAROS
Botumirim	JQ1	NORTE DE MINAS	GRAO MOGOL
Couto de Magalhães de Minas	JQ1	JEQUITINHONHA	DIAMANTINA
Cristália	JQ1	NORTE DE MINAS	GRAO MOGOL
Datas	JQ1	JEQUITINHONHA	DIAMANTINA
Diamantina	JQ1	JEQUITINHONHA	DIAMANTINA
Grão Mogol	JQ1	NORTE DE MINAS	GRAO MOGOL
Itacambira	JQ1	NORTE DE MINAS	GRAO MOGOL
Josenópolis	JQ1	NORTE DE MINAS	GRAO MOGOL
Olhos-D'Água	JQ1	NORTE DE MINAS	BOCAIUVA
Padre Carvalho	JQ1	NORTE DE MINAS	GRAO MOGOL
Rio Vermelho	JQ1	METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE	CONCEIÇÃO DO MATO DENTRO
Serro	JQ1	METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE	CONCEIÇÃO DO MATO DENTRO
Berilo	JQ1/JQ2	JEQUITINHONHA	CAPELINHA
Carbonita	JQ1/JQ2	JEQUITINHONHA	CAPELINHA
José Gonçalves de Minas	JQ1/JQ2	JEQUITINHONHA	CAPELINHA
Leme do Prado	JQ1/JQ2	JEQUITINHONHA	CAPELINHA
Turmalina	JQ1/JQ2	JEQUITINHONHA	CAPELINHA
Virgem da Lapa	JQ1/JQ2/JQ3	JEQUITINHONHA	ARACUAI
Fruta de Leite	JQ1/JQ3	NORTE DE MINAS	SALINAS
Novorizonte	JQ1/JQ3	NORTE DE MINAS	SALINAS
Rubelita	JQ1/JQ3	NORTE DE MINAS	SALINAS
Guaraciama	JQ1/SF10	NORTE DE MINAS	BOCAIUVA
Riacho dos Machados	JQ1/SF10	NORTE DE MINAS	JANAUBA



Serranópolis de Minas	JQ1/SF10	NORTE DE MINAS	JANAUBA
Angelândia	JQ2	JEQUITINHONHA	CAPELINHA
Aricanduva	JQ2	JEQUITINHONHA	CAPELINHA
Capelinha	JQ2	JEQUITINHONHA	CAPELINHA
Chapada do Norte	JQ2	JEQUITINHONHA	CAPELINHA
Felício dos Santos	JQ2	JEQUITINHONHA	DIAMANTINA
Francisco Badaró	JQ2	JEQUITINHONHA	CAPELINHA
Itamarandiba	JQ2	JEQUITINHONHA	CAPELINHA
Jenipapo de Minas	JQ2	JEQUITINHONHA	CAPELINHA
Minas Novas	JQ2	JEQUITINHONHA	CAPELINHA
Novo Cruzeiro	JQ2	JEQUITINHONHA	ARACUAI
São Gonçalo do Rio Preto	JQ2	JEQUITINHONHA	DIAMANTINA
Senador Modestino Gonçalves	JQ2	JEQUITINHONHA	DIAMANTINA
Setubinha	JQ2	VALE DO MUCURI	TEOFILO OTONI
Veredinha	JQ2	JEQUITINHONHA	CAPELINHA
Araçuaí	JQ2/JQ3	JEQUITINHONHA	ARACUAI
Malacacheta	JQ2/MU1	VALE DO MUCURI	TEOFILO OTONI
Almenara	JQ3	JEQUITINHONHA	ALMENARA
Bandeira	JQ3	JEQUITINHONHA	ALMENARA
Cachoeira de Pajeú	JQ3	JEQUITINHONHA	PEDRA AZUL
Caráí	JQ3	JEQUITINHONHA	ARACUAI
Comercinho	JQ3	JEQUITINHONHA	PEDRA AZUL
Coronel Murta	JQ3	JEQUITINHONHA	ARACUAI
Divisópolis	JQ3	JEQUITINHONHA	ALMENARA
Felisburgo	JQ3	JEQUITINHONHA	ALMENARA
Itaobim	JQ3	JEQUITINHONHA	PEDRA AZUL
Itinga	JQ3	JEQUITINHONHA	ARACUAI
Jacinto	JQ3	JEQUITINHONHA	ALMENARA
Jequitinhonha	JQ3	JEQUITINHONHA	ALMENARA
Joaíma	JQ3	JEQUITINHONHA	ALMENARA
Jordânia	JQ3	JEQUITINHONHA	ALMENARA
Mata Verde	JQ3	JEQUITINHONHA	ALMENARA
Medina	JQ3	JEQUITINHONHA	PEDRA AZUL
Monte Formoso	JQ3	JEQUITINHONHA	ALMENARA
Padre Paraíso	JQ3	JEQUITINHONHA	ARACUAI
Pedra Azul	JQ3	JEQUITINHONHA	PEDRA AZUL
Ponto dos Volantes	JQ3	JEQUITINHONHA	ARACUAI
Rio do Prado	JQ3	JEQUITINHONHA	ALMENARA
Rubim	JQ3	JEQUITINHONHA	ALMENARA
Salinas	JQ3	NORTE DE MINAS	SALINAS
Salto da Divisa	JQ3	JEQUITINHONHA	ALMENARA
Santa Maria do Salto	JQ3	JEQUITINHONHA	ALMENARA
Santo Antônio do Jacinto	JQ3/BLB	JEQUITINHONHA	ALMENARA
Santa Cruz de Salinas	JQ3/PA1	NORTE DE MINAS	SALINAS
Taiobeiras	JQ3/PA1	NORTE DE MINAS	SALINAS
Águas Formosas	MU1	VALE DO MUCURI	NANUQUE
Carlos Chagas	MU1	VALE DO MUCURI	NANUQUE
Catuji	MU1	VALE DO MUCURI	TEOFILO OTONI
Crisólita	MU1	VALE DO MUCURI	NANUQUE
Fronteira dos Vales	MU1	VALE DO MUCURI	NANUQUE
Itaipé	MU1	VALE DO MUCURI	TEOFILO OTONI



Ladainha	MU1	VALE DO MUCURI	TEOFILO OTONI
Nanuque	MU1	VALE DO MUCURI	NANUQUE
Novo Oriente de Minas	MU1	VALE DO MUCURI	TEOFILO OTONI
Pavão	MU1	VALE DO MUCURI	TEOFILO OTONI
Poté	MU1	VALE DO MUCURI	TEOFILO OTONI
Serra dos Aimorés	MU1	VALE DO MUCURI	NANUQUE
Teófilo Otoni	MU1	VALE DO MUCURI	TEOFILO OTONI
Umburatiba	MU1/BLI	VALE DO MUCURI	NANUQUE
Águas Vermelhas	PA1	NORTE DE MINAS	SALINAS
Berizal	PA1	NORTE DE MINAS	SALINAS
Curral de Dentro	PA1	NORTE DE MINAS	SALINAS
Divisa Alegre	PA1	NORTE DE MINAS	SALINAS
Indaiabira	PA1	NORTE DE MINAS	SALINAS
Montezuma	PA1	NORTE DE MINAS	SALINAS
Ninheira	PA1	NORTE DE MINAS	SALINAS
Rio Pardo de Minas	PA1	NORTE DE MINAS	SALINAS
Santo Antônio do Retiro	PA1	NORTE DE MINAS	SALINAS
São João do Paraíso	PA1	NORTE DE MINAS	SALINAS
Vargem Grande do Rio Pardo	PA1	NORTE DE MINAS	SALINAS

8.1 Aspectos fisiográficos da área do Projeto

Clima

A região apresenta características climáticas que varia de semi-árida a úmido. O total anual de precipitação varia de 1500 mm a 700 mm distribuídos de forma irregular ao longo do ano. O período de maior concentração de chuvas varia de outubro a março, concentrando-se especialmente no trimestre de dezembro a fevereiro. A temperatura média anual varia entre 21°C e 24°C. O clima predominante é do tipo mesotérmico úmido, do subtipo Cwb, segundo a classificação de Köppen, apresentando verões suaves com temperaturas médias inferiores a 22°C em seu mês mais quente. As normais pluviométricas anuais são da ordem de 1.400mm.

Hidrografia

A rede hidrográfica da área de estudo é composta pela Bacia do médio São Francisco e compreende as unidades SF6 – sub-bacia do rio Jequitaiá, SF7 – sub-bacia do rio Paracatu, SF8 – sub-bacia do rio Urucuia, SF9 e SF10 – sub-bacia do rio Verde Grande. Fazem parte também as bacias dos rios Jequitinhonha, Pardo e Mucuri e as bacias dos rios Buranhém, Itanhém e Jurucuçu.

As bacias do rio São Francisco e do Jequitinhonha-Mucuri não são muito ricas em afluentes permanentes, prevalecendo a intermitência nas pequenas sub-bacias. Os solos da região semi-árida são rasos e logo abaixo existe uma camada de rochas



crystalinas (granito-gnáissicas). Essa base ocupa 60% do semi-árido, por isso é que os rios da região semi-árida são intermitentes, porque não havendo capacidade de acumulação de água, rapidamente é saturado, e a água passa a escorrer para as partes mais baixas. Tão logo cessadas as chuvas, também é parado o escoamento.

Vegetação

A vegetação da área de estudo é caracterizada pelo cerrado e pela caatinga. No cerrado o solo é revestido especialmente por gramíneas, entre as quais muitas ervas e arbustos e poucas árvores. As árvores e arbustos neste tipo de vegetação possuem aspectos tortuosos e frequentemente os caules são recobertos por espessas cascas e as folhas são coriáceas, brilhantes ou revestidas por um denso conjunto de pêlos. É no cerrado que se encontram as veredas. As veredas são Áreas de Preservação Permanente (APP's) pois apresentam grande importância paisagística, social, ecológica e hidrológica, promovendo a perenidade e a regularidade dos recursos hídricos, localizando-se próximo das nascentes. Elas são responsáveis por uma parte significativa das redes de drenagem do cerrado, exercendo uma função importante de abastecimento dos mananciais que formam os rios. Em Minas Gerais ocorrem principalmente no oeste e norte do Estado, e são responsáveis pela formação de inúmeros afluentes do rio São Francisco. Essa comunidade hidrófila é formada por dois estratos vegetais, um arbustivo-arbóreo e o outro herbáceo-graminoso, que perfaz o entorno das veredas.

A caatinga ocorre acompanhando o rio São Francisco, de sul para norte aparecendo nas bacias do rio Verde Grande, Verde Pequeno, Grotuba e Carinhanha. Na bacia do rio Jequitinhonha, próxima, ocorre próximo às cidades de Araucaí, Itanhobim, e Medina. O aspecto da caatinga varia desde o arbustivo ralo até o arbóreo, apresentando características comuns, como perda total ou quase total de suas folhas durante a estação seca, folhas estas que são compostas e pequenas e que podem ser coriáceas ou revestidas de cera, intensa ramificação, espinhos e raízes e caules adaptados para o acúmulo de água. Durante a estiagem assume uma aparência de formações caducifólias, o que permite uma melhor adaptação ao clima semi-árido.

Geomorfologia e solos

Na área de estudo podem ser distinguidos dois aspectos diferenciados do modelado, as áreas de Cerrados claros e abertos e as áreas de Cerrados e matas secas. Os modelados desenvolvidos nos Cerrados claros, profundos e porosos dos



topos aplainados são levemente sulcados pelo escoamento superficial, originando pequenas depressões, onde se depositam colúvios e matéria orgânica. Mais desenvolvidas, as depressões alojam a drenagem concentrada que vai dar origem às veredas. Os modelados dos Cerrados abertos e de pequeno porte, dos altos dos chapadões, diferem daqueles dos Cerradões e das matas secas. Nesses o substrato impermeável aflora com maior frequência, dando modelado mais dissecado e ondulado, com solos de cores avermelhada. Nesses solos de menor permeabilidade, mais declivosos do que os dos topos aplainados, a ação do escoamento se torna intensificada e a rede de drenagem se instala por concentração.

Nos vales abrigados, como no Jequitinhonha, desenvolve-se um modelado de Caatingas, como “glacis” nas baixas encostas e solos claros, rasos e arenosos. O substrato aflora com frequência, mostrando a eficácia da desagregação mecânica e do escoamento superficial. Em geral, nas depressões, o escoamento constitui o principal processo de elaboração do modelado e sua intensidade depende da proteção que a cobertura das Caatingas dá aos solos.

Geologia

A geologia das Mesorregiões Noroeste, Norte e Nordeste de Minas Gerais compreende um intervalo do Mesoproterozóico até Cenozóico. Pertencentes a Província São Francisco, compondo o embasamento do Cráton, de idade mesoarqueana, estão os complexos ortognáissicos Gouveia, Janaúba. Mantiqueira, Ganhães, encaixando alguns Greenstone Belts, de Serro. Pertencentes a Província Mantiqueira, rochas intrusivas do tipo ultramáficas de idade Neoarqueana cortam em alguns pontos os complexos. Outros tipos de intrusões são presentes encaixando os complexos, como as Metaígneas de conceição do Mato Dentro e a Suítes Borrachudos, no vale do Jequitinhonha.

No Mesoproterozóico, observa-se com grande destaque as formações metassedimentares do Supergrupo Espinhaço, compostas por quartzitos, filitos e metaconglomerados, que se estendem ao longo da Cordilheira do Espinhaço do centro ao norte de Minas Gerais. Sobreposta a este Supergrupo encontra-se o grupo Macaúbas, composto basicamente por diamictitos e quartzitos. Já na deposição sedimentar da Província Sanfranciscana da era Neoproterozóica, o Grupo Bambuí sobrepõe as rochas tanto do embasamento sanfranciscano, como as rochas metassedimentares nas bordas leste e oeste do Rio São Francisco. De pouco metamorfismo, as rochas que compõem o Grupo Bambuí representam incursões paleomarinhas que depositaram intercaladamente siltitos/pelitos e calcáreos.



No fim do Neoproterozóico ao início do Paleozóico, observa-se na Província Mantiqueira, na região do Vale do Jequitinhonha-Mucuri, as rochas pertencentes ao Orógeno Araçuaí, compostas por Granitóides e suítes Máficas derivadas de fechamento de antigo oceano. Simultaneamente, ocorre a deposição na borda oeste do Orógeno das Formações Salinas e Capelinha, compostas por metagrauvacas e quartzitos.

Já no Fanerozóico se observa a formação de grandes coberturas do Cráton São Francisco, composta pelos Grupos Santa fé, Areado, Mata da Corda e Urucuia. O Grupo Mata da Corda é composto por rochas vulcânicas-piroclásticas, e os demais são formados por arenitos, folhelhos e conglomerados.

A Era cenozóica é representada pelas coberturas detrito-lateríticas e pelos os depósitos aluviais. A extremo leste mineiro, em Nanuque, está presente o Grupo Barreiras, composto por sedimentos marinhos arenosos e conglomeráticos.

8.2 Aspectos Sócio-Econômicos da Área do Projeto

O Estado de Minas Gerais possui extensão territorial de aproximadamente 586.528 de km² e população de 20.033.665 habitantes, o que significa uma densidade demográfica de 32,73 hab./km². Com 45,4% do território mineiro, a região desse Projeto concentra aproximadamente 16% da população mineira, somando um total de 3.158.296 de habitantes, e apresentando uma densidade demográfica de 5,4 hab/km². Aproximadamente 76% desses municípios são de pequeno porte, com população inferior a 20 mil habitantes. Cerca de 18% dos municípios têm um contingente populacional entre 20 e 50 mil habitantes.

Essa região de estudo é dividida em 3 Mesorregiões: Noroeste, Norte e Jequitinhonha-Mucuri. De um modo geral, a maioria da população da região de estudo se concentra nas cidades pólo ou cidades no entorno das microrregiões Almenara, Araçuaí, Bocaiúva, Capelinha, Conceição do Mato Dentro, Curvelo, Diamantina, Grão Mogol, Janaúba, Januária, Montes Claros, Nanuque, Paracatu, Patos de Minas, Pedra Azul, Pirapora, Salinas, Teófilo Otoni, Três Marias e Unaí. Dessas microrregiões, as cidades de maior destaque, tanto em população quanto em IDH e Renda per capita são: Montes Claros, Patos de Minas, Teófilo Otoni, Paracatu, Unaí, Janaúba, Januária, São Francisco, Pirapora e Diamantina.

Em termos de Produto Interno Bruto, observa-se que o índice per capita varia de R\$ 1.280,00 a R\$ 8.463,00, inferior à média do Estado, que chega a R\$10.000,00. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) da região total varia de 0,568 a 0,783. O IDH de Minas Gerais é classificado como 0,800 (Dados IBGE, 2007).



A formação econômica da Região é baseada predominantemente na atividade pecuária aliada à economia de subsistência. Na maior parte dos municípios da Mesorregião Norte destaca-se a fruticultura como atividade potencial para capitanear o desenvolvimento regional. Esta atividade é praticada mais intensamente nos municípios de Janaúba, Nova Porteirinha, Pirapora e Jaíba/Matias Cardoso, devido à presença dos projetos públicos de irrigação Gorutuba, Lagoa Grande, Pirapora e Jaíba, respectivamente. No setor secundário, há uma concentração das atividades industriais nos municípios de Montes Claros, Pirapora, Várzea da Palma, Capitão Enéas e Bocaiúva. Estes quatro últimos constituem um pólo metalúrgico-siderúrgico de ferro-liga e metalúrgica de não-ferrosos integrados por sete plantas industriais. Mesmo assim, a região apresenta o predomínio da agropecuária. Na Mesorregião Jequitinhonha-Mucuri o setor primário tem uma grande importância, predominando as culturas temporárias, especialmente as tradicionais, tais como, o milho, a mandioca e o feijão. São também relevantes as culturas de cana-de-açúcar, o arroz e a melancia. As culturas permanentes são menos importantes, destacando-se o café, o cacau e o coco. Na Mesorregião Noroeste, mais precisamente em Paracatu e Vazante, o setor de mineração compreende ao maior setor produtivo dos municípios.

09 – ENTIDADES ENVOLVIDAS

As entidades participantes constituem o próprio IGAM e o Serviço Geológico do Brasil – CPRM que ficarão encarregados de desenvolver e coordenar o estudo proposto. O Projeto também contará com o apoio da Secretaria de Estado Extraordinária para o Desenvolvimento dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri e do Norte de Minas-SEDVAN e da Secretaria de Ciência e Tecnologia – SECTES.

10 – INÍCIO E TÉRMINO DO PROJETO

A execução do projeto tem duração de 30 (trinta meses), iniciando no mês de Julho de 2010, com término previsto para Junho de 2013. Ao final do projeto, a sala de situação com o sistema de monitoramento e alerta serão incorporados ao ferramental de monitoramento do tempo, clima e recursos hídricos da GEMOG, que já conta com uma equipe de 04 meteorologistas, 01 hidrólogo, e um técnico especialista em manutenção de equipamentos automáticos de coleta de dados, habilitada a operacionalizar o sistema de forma sistemática.



11 – ORÇAMENTO DO PROJETO

ORÇAMENTO DETALHADO (Custo por Atividade)

Metas e Atividades	Rubrica	Unidade	Quantidade	Custo Unitário	Total	Fonte	Modalidade de contrapartida	
						FHIDRO	Contrapartida	
META 01 – Levantamento e sistematização de informações básicas								
Contratação de serviços de Terceiros – Pessoa Jurídica		Serviço	1	477.171	477.171		477.171	Custeio
Total					477.171		477.171	
META 02 – Aquisição de equipamentos e softwares								
Pessoal superior – hidrogeólogo (1/6)		Horas	600	70	42.000		42.000	Pessoal
Pessoal superior – hidrólogo (1/6)		Horas	600	70	42.000		42.000	Pessoal
Pessoal técnico – técnico administrativo (1/6)		Horas	960	34	32.640		32.640	Pessoal
Equipamentos					925.100		925.100	Investimento
Softwares					45.400		45.400	Custeio
Total					1.087.140		1.087.140	
META 03 - Identificação dos Domínios Hidrogeológicos e Bacias Representativas								
Etapa 01 - Definição dos domínios hidrogeológicos e escolha das bacias representativas								
Pessoal superior – hidrogeólogo (1/2)		Horas	320	70	22.400		22.400	Pessoal
Pessoal superior – hidrólogo (1/2)		Horas	320	70	22.400		22.400	Pessoal
Serviços de consultoria		Horas	320	150	48.000	48.000		
Subtotal					92.800	48.000	44.800	
Etapa 02 - Definição e locação da rede de monitoramento hidrometeorológica								



Pessoal superior – hidrólogo (3/1)		Horas	480	70	33.600		33.600	Pessoal
Pessoal técnico – Técnico de hidrologia (3/1)		Horas	480	34	16.320	16.320		Contratação
Diárias		Und.	132	100	13.200	13.200		
Combustível		Litros	1312,5	2	2.625	2.625		
Subtotal					65.745	32.145	33.600	
Total					158.545	80.145	78.400	
META 04 - Instalação da rede hidrometeorológica								
Etapas 01 - Serviços de instalação da rede hidrometeorológica								
Contratação de serviços de Terceiros – Pessoa Jurídica		Estação	40	8.486,05	339.442	339.442		
Subtotal					339.442	339.442		
Etapas 02 - Fiscalização em campo dos serviços de instalação da rede hidrometeorológica								
Pessoal superior – hidrólogo (1/2)		Horas	80	70	5.600		5.600	Pessoal
Pessoal técnico – técnico de hidrologia (3/2)		Horas	960	34	32.640	32.640		Contratação
Diárias		Und.	132	100	13.200	13.200		
Combustível		Litros	2.625	2	5.250	5.250		
Subtotal					56.690	51.090	5.600	
Total					396.132	390.532	5.600	
META 05 – Operação da rede hidrometeorológica								
Pessoal superior – hidrólogo (1/26)		Horas	2.080	70	145.600		145.600	Pessoal
Pessoal técnico – técnico de hidrologia (3/26)		Horas	9.780	34	332.520	332.520		Contratação
Pessoal técnico – auxiliar de		Horas	9.780	24	234.720	234.720		Contratação



campo (3/26)								
Diárias		Und.	2.676	100	267.600	267.600		
Combustível		Litros	39.075	2	78.150	78.150		
Pagamento de observadores hidrológicos – Pessoa Física		Boletim	1.040	100	104.000	104.000		
Pagamento INSS de observadores hidrológicos		Boletim	1040	20	20.800	20.800		
Total					1.183.390	1.037.790	145.600	

META 06 - Mapeamento geológico das bacias representativas e ocupação do solo das bacias representativas

Etapa 01- Mapeamento geológico e de uso e ocupação do solo das bacias representativas

Contratação de serviços de Terceiros – Pessoa Jurídica		Bacias	74.346,20	10	743.462	743.462		
Subtotal					743.462	743.462		

Etapa 02 - Fiscalização em campo dos serviços de instalação da rede hidrometeorológica

Pessoal superior – hidrógeologo (1/		Horas	80	70	5.600		5.600	Pessoal
Serviços de consultoria		Horas	20	150	3.000	3.000		
Subtotal					8.600	3.000	5.600	
Total					752.062	746.462	5.600	

META 08 - Inventário de captação superficial e subterrâneo

Etapa 01

Pessoal superior – hidrógeologo (2/5)		Horas	1600	70	112.000		112.000	Pessoal
Pessoal superior – hidrólogo (1/5)		Horas	100	70	7.000		7.000	
Pessoal técnico – técnico de hidrologia (2/5)		Horas	1600	34	54.400	54.400		Contratação
Auxiliar de campo(4/5)		Diárias	60	33	1.980	1.980		
INSS		Und.	60	0,33	20	20		



Diárias		Und.	132	100	13.200	13.200		
Combustível		Litros	7000	2,8	19.600	19.600		
Aluguel e Veículos		Diárias	440	100	44.000	44.000		
Total					252.200	133.200	119.000	
META 09 - Definição dos modelos conceituais e construção do modelo numérico								
Etapa 01								
Pessoal superior – Hidrogeólogo (3/6)		Horas	1.200	70	84.000		84.000	
Pessoal superior – Hidrólogo (1/6)		Horas	120	70	8.400		8.400	
Serviços de consultoria		Horas	480	150	72.000	72.000		
Passagens aéreas		Und.	3	600	1.800	1.800		
Despesas de locomoção – Taxi		Und.	3	300	900	900		
Diárias		Und.	15	100	1.500	1.500		
Total					168.600	76.200	92.400	
META 10 - Instalação da rede de monitoramento hidrogeológica								
Etapa 01 – Fiscalização dos serviços de instalação da rede hidrogeológica								
Pessoal superior – hidrogeólogo (2/6)		Horas	1920	70	134.400		134.400	Pessoal
Pessoal técnico – técnico de hidrologia (2/6)		Horas	1920	34	65.280	65.280		Contratação
Diárias		Und.	528	100	52.800	52.800		
Combustível		Litros	4.200	2,8	11.760	11.760		
Aluguel de veículos (2/6)		Diarias	264	100	26.400	26.400		
Subtotal					290.640	156.240	134.400	Pessoal
Etapa 02 - Perfilagem ótica de poços								



Contratação de serviços de Terceiros – Pessoa Jurídica		Und.	4.000	40	160.000	160.000		
Subtotal					160.000	160.000		
Etapa 03 - Perfuração de poços e teste de aquíferos								
Contratação de serviços de Terceiros – Pessoa Jurídica		Und.	20.000	10	200.000	200.000		
Subtotal					200.000	200.000		
Etapa 04 – Testes de bombeamento								
Contratação de serviços de Terceiros – Pessoa Jurídica		Und.	5.000	20	100.000	100.000		
Subtotal					100.000	100.000		
Etapa 05 – Coleta e envio de amostras de água								
Material para acondicionamento de amostras		Und.	60	150	9.000	9.000		
Serviços de transporte de amostras		Und.	24	150	3.600	3.600		
Subtotal					12.600	12.600		
Etapa 06 – Análises laboratoriais de água								
Análises físico-químicas e bacteriológicas		Und.	1.000	150	150.000	150.000		
Análises de isotópicas		Und.	1.000	50	50.000	50.000		
Subtotal					200.000	200.000		
Etapa 07 – Instalação de registradores de níveis d'água automatizados								
Pessoal técnico – técnico de hidrologia (3/2)		Horas	120	34	4080	4.080		Contratação
Pessoal técnico – auxiliar de		Horas	120	24	2880	2.880		Contratação



campo (3/2)								
Diárias		Und.	60	100	6000	6.000		
Combustível		Litros	375	2	750	750		
Pagamento de serviços de terceiros pessoa física		Und.	8	50	400	400		
Pagamento INSS sobre pessoa física		Und.	8	50	400	400		
Subtotal					14.510	14.510		
Etapa 08 – Levantamento topográfico								
Contratação de serviços de Terceiros – Pessoa Jurídica		Und.	1.085,93	100	108.593	108.593		
Subtotal					108.593	108.593		
Etapa 09 – Testes de infiltração								
Pessoal técnico – técnico de hidrologia (3/2)		Horas	120	34	4080	4.080		Contratação
Pessoal técnico – auxiliar de campo (3/2)		Horas	120	24	2880	2.880		Contratação
Diárias		Und.	60	100	6000	6.000		
Combustível		Litros	375	2	750	750		
Pagamento de serviços de terceiros pessoa física		Und.	12	50	600	600		
Pagamento INSS sobre pessoa física		Und.	12	50	600	600		
Subtotal					14.910	14.910		
Etapa 10 – Atualização do banco de dados do SIAGAS								
Pessoal superior – hidrogeólogo (1/31)		Horas	620	70	43.400		43.400	Pessoal



Pessoal técnico – técnico de hidrologia (1/31)		Horas	620	34	21.080		21.080	Pessoal
Subtotal					64.480		64.480	
Total					1.165.733	966.853	198.880	
META 11 - Operação da rede hidrogeológica								
Etapa 01								
Pessoal técnico – técnico de hidrologia (3/18)		Horas	2460	34	83.640	83.640		Contratação
Pessoal técnico – auxiliar de campo (3/18)		Horas	2460	24	59.040	59.040		Contratação
Diárias		Und.	708	100	70.800	70.800		
Combustível		Litros	6.000	2	12.000	12.000		
TOTAL					225.480	225.480		
META 12 - Calibração e estudo de sensibilidade da modelagem numérica								
Etapa 01								
Pessoal superior – Hidrogeólogo (2/16)		Horas	1680	70	117.600		117.600	
Pessoal superior – Hidrólogo (1/16)		Horas	200	70	14.000		14.000	
Serviços de consultoria		Horas	200	150	30.000	30.000		
Passagens aéreas		Und.	5	600	3.000	3.000		
Despesas de locomoção – Taxi		Und.	5	300	1.500	1.500		
Diárias		Und.	25	100	2.500	2.500		
Total					168.600	37.000	131.600	
META 13 - Consolidação das informações hidrológicas e hidrogeológicas para a definição das disponibilidades hídricas subterrâneas								



Etapa 01								
Pessoal superior – Hidrogeólogo (2/5)		Horas	1280	70	89.600		89.600	
Pessoal superior – Hidrólogo (1/5)		Horas	640	70	44.800		44.800	
Serviços de consultoria		Horas	200	150	30.000	30.000		
Total					164.400	30.000	134.400	
META 14 - Definição de usos insignificantes								
Etapa 01								
Pessoal superior – Hidrogeólogo (2/2)		Horas	320	70	22.400		22.400	
Pessoal superior – Hidrólogo (1/2)		Horas	160	70	11.200	11.200	11.200	
Serviços de consultoria		Horas	80	150	12.000	12.000		
Total					45.600	23.200	33.600	
TOTAL GERAL					6.245.053	3.746.862	2.509.391	
Total com fundação (6,5%)					6.650.981	3.990.408	2.672.501	



Governo do Estado de Minas Gerais
Sistema Estadual de Meio Ambiente
Instituto Mineiro de Gestão das Águas
Gerência de Monitoramento e Geoprocessamento
Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos de Minas Gerais