



## SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL



INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS IBAMA  
DIRETORIA DE ECOSSISTEMAS – DIREC  
CENTRO NACIONAL DE ESTUDO, PROTEÇÃO E MANEJO DE CAVERNAS – CECAV  
PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO - PNUD



**Produto 07 do TERMO DE REFERÊNCIA Nº 119701**

ANDRÉ LUIZ DE MOURA CADAMURO  
Consultor técnico, Geólogo - CECAV/IBAMA  
CONTRATO Nº 2006/000372

**RELATÓRIO SOBRE O PROCESSO DE EXECUÇÃO DE ANÁLISES QUÍMICAS NO  
AQUÍFERO COM VISTAS À IDENTIFICAÇÃO DE MODIFICAÇÕES IMPACTANTES NA  
BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO.**

**Dezembro/2007**



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE  
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS  
DIRETORIA DE ECOSISTEMAS  
CENTRO NACIONAL DE ESTUDO, PROTEÇÃO E MANEJO DE CAVERNAS  
SCEN Av. L4 Norte, Ed Sede do CECAV, CEP.: 70818-900  
Telefones: (61) 3316.1175/3316.1572 FAX.: (61) 3223.6750

## 1. INTRODUÇÃO

No Produto 04, elaborado, - Relatório de avaliação qualitativa de interferências na qualidade da água (focos de contaminação) no aquífero da região da Bacia São Francisco, com potencial de pressão sobre as grutas – foi feita uma avaliação qualitativa das principais ações antrópicas que podem causar interferências na qualidade das águas subterrâneas dos sistemas aquíferos na área de influência mínima do Sistema Espeleológico da Gruta do Éden. Naquela oportunidade, buscou-se apontar problemas potenciais e áreas específicas de pressão antrópica, que pudessem estar atuando como possíveis focos de poluição e até mesmo de contaminação das surgências, fontes e cavernas freáticas e de superfície freática do Sistema Éden, para consumo humano e recreação de contato primário (essencialmente natação e mergulho). Considerando o contexto hidrogeológico e a dinâmica hídrica na área de influência, foram também abordadas as possíveis conseqüências de tais fontes poluidoras, ou seja, o tipo de contaminante associado a cada possível foco de poluição na área de influência do Sistema Éden. Ainda no Produto 04 foi elaborado um plano de monitoramento da qualidade da água dentro da área de influência do Sistema Éden.

Dentro das disponibilidades financeiras previstas para este projeto e baseado no plano de monitoramento e controle da qualidade da água subterrânea para a área de influência do Sistema Éden, foram executadas coletas de água subterrâneas para análises de parâmetros físico-químicos e bacteriológicos, em função dos possíveis focos de poluição associados, em sete pontos de monitoramento. As coletas foram executadas por técnicos do IBAMA/CECAV/MG e da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA), tendo as análises sido encaminhadas para análises nos laboratórios da COPASA em Varginha (MG) e Belo Horizonte.

A água subterrânea é um recurso natural renovável vital para a manutenção da vida e de vários processos econômicos nos meios urbano e rural, desempenhando papel fundamental no bem-estar tanto dos seres humanos como de diversos ecossistemas aquáticos



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE  
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS  
DIRETORIA DE ECOSISTEMAS  
CENTRO NACIONAL DE ESTUDO, PROTEÇÃO E MANEJO DE CAVERNAS  
SCEN Av. L4 Norte, Ed Sede do CECAV, CEP.: 70818-900  
Telefones: (61) 3316.1175/3316.1572 FAX.: (61) 3223.6750

específicos, incluindo os ecossistemas cavernícolas. No mundo inteiro os aquíferos vêm sofrendo cada vez mais os efeitos colaterais das diferentes formas de pressão antrópica, estando sob perigos cada vez maiores de poluição e contaminação. Na Zona Cárstica de Pains a situação não é diferente, em decorrência da expansão desordenada das áreas urbanas, do desenvolvimento da indústria da cal, das atividades agrícolas e das empresas de mineração, são necessárias campanhas como esta, proativas, de ações práticas para verificação e proteção da qualidade natural da água subterrânea, o que se justifica tanto sob os critérios amplos da sustentabilidade ambiental e dos benefícios socioeconômicos como sob critérios mais específicos da manutenção da vida e dos ambientes cavernícolas.

Dentro das opções e arranjos institucionais possíveis para promoção da proteção da água subterrânea e, mais especificamente, das cavidades naturais na Zona Cárstica de Pains, cabe ao governo federal, em escalas de operação de 1:100.000 – 250.000, o mapeamento da vulnerabilidade do aquífero, o cadastro dos focos contaminantes e medidas de controle e prevenção da poluição da água subterrânea, protegendo conseqüentemente as cavidades naturais e o patrimônio espeleológico da região, segundo observações de Foster *et al.*(2006). Em escalas de operação de 1:25.000 – 50.000 cabe ao governo estadual ou municipal essas ações. Portanto, o IBAMA/CECAV, diante do imenso patrimônio espeleológico existente no carste das bacias hidrográficas do ribeirão dos Patos e do Rio São Miguel, principalmente nos municípios de Pains - MG e Doresópolis – MG, cujas cavidades naturais são patrimônio cultural brasileiro e como tal devem ser preservadas e conservadas, tomou a iniciativa de desenvolver por meio destes estudos de consultoria atividades preliminares que servirão para nortear futuras ações em escalas maiores, ou dos governos municipais e estaduais na região.

Dentre as atividades necessárias para preservação do Sistema Éden, no produto 04 já foram cadastradas as possíveis fontes poluidoras e sugerido um plano de controle e monitoramento da qualidade da água subterrânea,. No produto 08 será elaborado o mapa de vulnerabilidade natural do aquífero e neste produto serão apresentados os resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas realizadas, executado uma caracterização e classificação preliminar da hidroquímica dos aquíferos na área de influência do Sistema Éden



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE  
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS  
DIRETORIA DE ECOSISTEMAS  
CENTRO NACIONAL DE ESTUDO, PROTEÇÃO E MANEJO DE CAVERNAS  
SCEN Av. L4 Norte, Ed Sede do CECAV, CEP.: 70818-900  
Telefones: (61) 3316.1175/3316.1572 FAX.: (61) 3223.6750

e sugeridas medidas de controle da poluição da água subterrânea, caso haja algum tipo de poluição.

## **2. CARGAS CONTAMINANTES DO AQUÍFERO CÁRSTICO NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO SISTEMA ÉDEN**

Conhecer as potenciais fontes poluidoras e suas cargas contaminantes associadas é fundamental para um planejamento correto dos pontos de coleta e dos parâmetros hidroquímicos que devem ser analisados. Cadastrar as potenciais fontes poluidoras e classificar, quanto ao potencial de gerar carga contaminante é essencial para qualquer programa de proteção da qualidade da água subterrânea. A contaminação da água subterrânea na área de influência do Sistema Éden significa também o restringir o uso deste sistema espeleológico para qualquer fim socioambiental, sem mencionar os possíveis impactos na fauna cavernícola.

As coleta foram planejadas com base na área de ocorrência da potencial fonte poluidora em relação ao ponto d'água onde seria possível a execução de coletas e os parâmetros químicos analisados foram estabelecidos em função do tipo de carga contaminante esperado para cada fonte potencial de poluição do carste.

Foster *et al.* (2006) prevêem que a duração da carga contaminante para aterro sanitário e lixões levam anos e décadas, saneamento urbano sem rede de esgoto anos e décadas, lançamento de efluentes industriais meses, anos e décadas, para agricultura irrigada dias, meses, anos e décadas e para acidentes ambientais horas e dias. Na área de influência do Sistema Éden não ocorrem agriculturas irrigadas, mas deve-se esperar anos e décadas para a agricultura da forma como é executada na região, os acidentes ambientais estão relacionados com possíveis ocorrências nas rodovias e vias vicinais, com vazamento de derivados de petróleo e outros produtos químicos.



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE  
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS  
DIRETORIA DE ECOSISTEMAS  
CENTRO NACIONAL DE ESTUDO, PROTEÇÃO E MANEJO DE CAVERNAS  
SCEN Av. L4 Norte, Ed Sede do CECAV, CEP.: 70818-900  
Telefones: (61) 3316.1175/3316.1572 FAX.: (61) 3223.6750

Conforme levantado no Produto 04, podemos classificar o potencial para gerar uma carga contaminante no subsolo segundo duas características fáceis de estimar: a origem do poluente e sua sobrecarga hidráulica. Este método de classificação é conhecido como método *Pollutant Origin, Surcharge Hydraulically* - POSH - (Foster *et al.*, 2006). A tabela 1 mostra a classificação das fontes levantadas para área de influência do Sistema Éden.

Tabela 1 – Tipos e fontes de contaminação que ocorrem na área de influência do Sistema Éden e o potencial de gerar carga contaminante do subsolo conforme o método POSH.

Tipo da fonte	Fonte de contaminação	Potencial de gerar carga contaminante do subsolo
Difusa	Práticas agrícolas: rotação de culturas e terra para pasto extensivo nas coberturas de solos residuais.	Reduzido
	Lixiviação de Cd em solos fortemente contaminados e Cr e Co em solos moderadamente contaminados nos arredores das atividades minerárias.	Elevado
	Lixiviação de Zn e Cu em solos com atividade antrópica pontuais em núcleos rurais.	Elevado
Pontuais	Deposição de resíduos sólidos: chuvas > 500mm/ano, com resíduos residenciais, agroindustriais, indústrias de processamento de materiais não metálicos, madeireiras, manufaturas de alimentos e bebidas, ou todos os demais casos.	Moderado
	Áreas industriais: fabricação da cal (fábricas de produtos químicos).	Elevado
	Lagoas de águas residuais: esgoto residencial	Moderado
	Lagoas de águas residuais: todos os resíduos da fabricação da cal (fábricas de produtos químicos).	Elevado
	Lagoas de águas residuais: águas residuais residenciais, mistas, urbanas, agroindústrias e de mineração de não metálicos.	Reduzido
	Cemitérios	Reduzido
	Mineração: extração de material inerte (lavras de calcário)	Moderado



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE  
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS  
DIRETORIA DE ECOSISTEMAS  
CENTRO NACIONAL DE ESTUDO, PROTEÇÃO E MANEJO DE CAVERNAS  
SCEN Av. L4 Norte, Ed Sede do CECAV, CEP.: 70818-900  
Telefones: (61) 3316.1175/3316.1572 FAX.: (61) 3223.6750

Lineares	Postos de gasolina, vias de transporte com tráfego regular de produtos químicos.	Moderado.
----------	--	-----------

### 3. PONTOS DE COLETA E PARÂMETROS ANALISADOS

O mapa da figura 1 mostra os pontos de água onde foram executadas as coletas de água para a execução das análises físico-químicas e bacteriológicas. A tabela 2, por sua vez lista os parâmetros químicos analisados em função da fonte potencial de poluição. Não foram considerados os possíveis casos de acidentes ambientais nas rodovias para efeito desta bateria preliminar de coletas. De maneira preliminar, dentre todos os pontos de coleta estabelecidos no plano de monitoramento e controle do Produto 04, foram realizadas coletas em apenas sete pontos d'água, que aparecem numerados no mapa da figura 1.

O objetivo principal desta primeira bateria de coletas custeada pelo projeto foi conhecer as características naturais da qualidade da água dos aquíferos dentro da área de influência mínima do Sistema Éden, ou seja, fazer uma classificação preliminar da hidroquímica da água subterrânea coletada com vistas a fazer comparações entre os diferentes lugares coletados e verificar, também de forma preliminar, se há alguma poluição ou mesmo contaminação da água subterrânea em função das fontes potenciais de poluição levantadas no Produto 04.

A ocorrência de resultados de análises químicas que indiquem contaminações na água ou poluição, não deve ser tratada de forma alarmista, sendo necessário antes, a execução de contraprovas em outros laboratórios.

Tabela 2 - Parâmetros químicos analisados em função da carga contaminante potencial nos pontos de coleta, na região de Pains-MG.

Ponto de coleta	Localização do ponto	Descrição do ponto	Atividade Antrópica associada	Carga Contaminante associada	Parâmetros analisados
1	Nascente do Córrego Mina	Fonte ou surgência natural	Agricultura, atividade industrial (difusa)	Compostos nitrogenados, metais pesados.	Pacote básico <sup>1</sup> , Pacote 1 <sup>2</sup> , Pacote bacteriológico <sup>3</sup>
2	Cisterna no Núcleo Rural Mina	Poço de observação	Agricultura, saneamento <i>in situ</i> , efluentes domésticos, atividade industrial (difusa)	Compostos nitrogenados, bactérias patogênicas, vírus, metais pesados.	Pacote básico, Pacote 1, Pacote bacteriológico
3	Cisterna em pasto a leste do Núcleo Rural Mina	Poço de observação	Agricultura, saneamento <i>in situ</i> , efluentes domésticos, atividade industrial (difusa)	Compostos nitrogenados, bactérias patogênicas, vírus, metais pesados.	Pacote básico, Pacote 1, 2 <sup>4</sup> e Pacote bacteriológico
4	Surgência na Uvala Mina	Fonte ou surgência natural	Agricultura, saneamento <i>in situ</i> , efluentes domésticos, atividade industrial (difusa)	Compostos nitrogenados, bactérias patogênicas, vírus, metais pesados.	Pacote básico, Pacote 1, 2 e Pacote bacteriológico
5	Cisterna na Mineração Saldanha	Poço de observação	Agricultura, mineração, atividade industrial (difusa)	Compostos nitrogenados, metais pesados.	Pacote básico, Pacote 1, 2 e Pacote bacteriológico
6	Surgência dentro da Gruta do Eden	Fonte ou surgência natural	Depósitos de resíduos sólidos, mineração, atividade industrial (difusa)	Compostos nitrogenados, bactérias patogênicas, metais pesados.	Pacote básico, Pacote 1, 2, 3 <sup>5</sup> e Pacote bacteriológico
7	Surgência na Gruta do Éden (após o asfalto)	Fonte ou surgência natural	Depósitos de resíduos sólidos, atividade industrial (difusa)	Compostos nitrogenados, bactérias patogênicas, metais pesados.	Pacote básico, Pacote 1, 2, 3 e Pacote bacteriológico

<sup>1</sup> Pacote básico: cor, pH, Eh, temperatura, turbidez, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, sólidos em suspensão, dureza, alcalinidade, ferro total, manganês, sódio, potássio, cálcio, cloreto, bicarbonato, carbonato, sulfato, magnésio, bário, cromo, cobalto, coliformes totais e coliformes fecais, inclusive E-coli.

<sup>2</sup> Pacote 1: Cádmio, zinco, cobre, chumbo, nitrato, nitrito, arsênio, níquel, amônia.

<sup>3</sup> Pacote bacteriológico: coliformes totais e E. coli.

<sup>4</sup> Pacote 2: Fosfato total.

<sup>5</sup> Pacote 3: Mercúrio, DQO e oxigênio dissolvido.

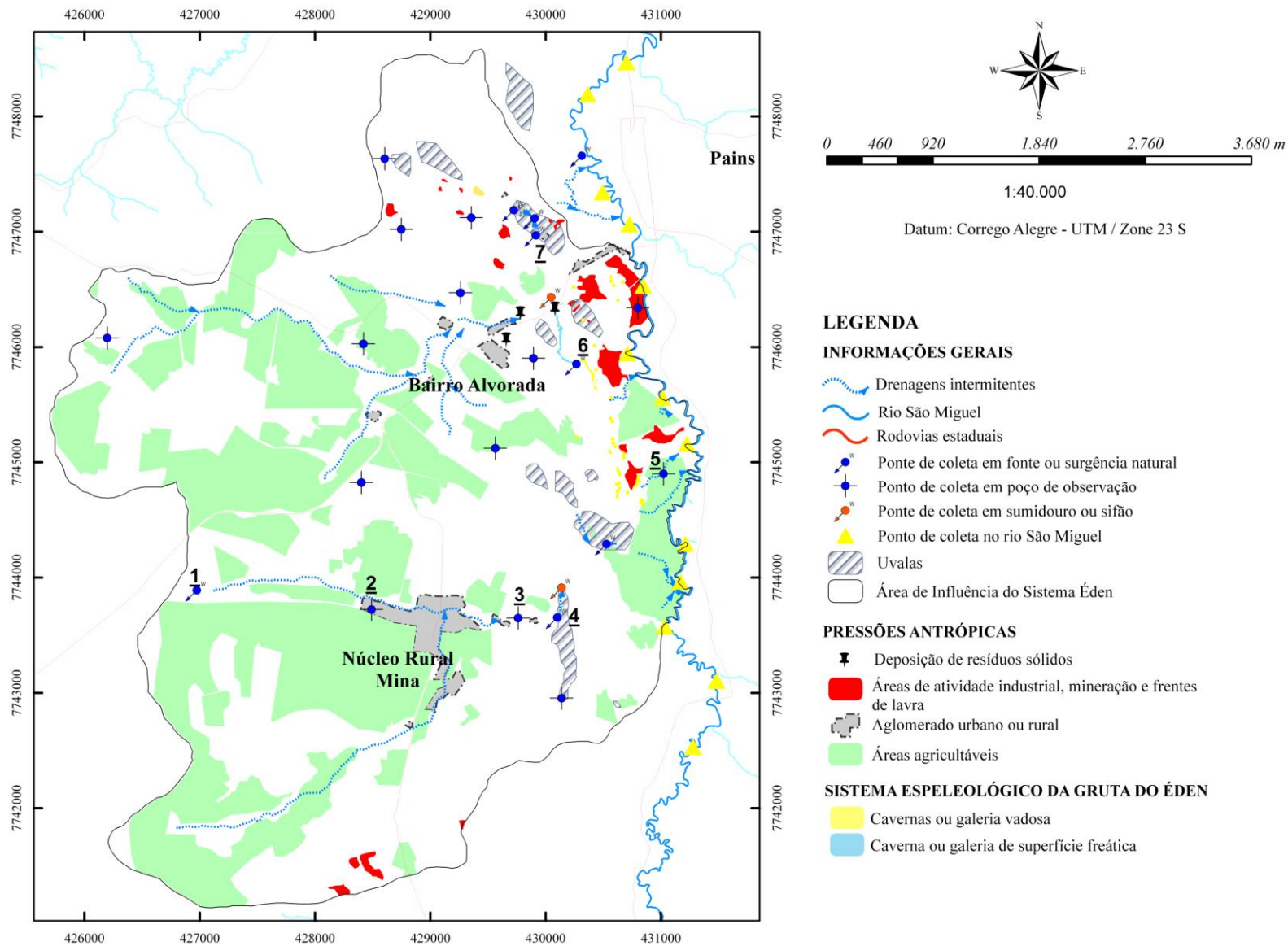


Figura 1 – Mapa de pontos de coletas do plano de controle e monitoramento da qualidade da água, com indicação numerada dos pontos onde foram executadas coletas nesta primeira bateria e destaque para as fontes potenciais de poluição.



#### **4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

O resultado deste trabalho espera concluir primariamente a respeito da natureza (classificação hidroquímica) das águas analisadas, seguidos das análises da influência das fontes potenciais de contaminação nos pontos coletados.

Os resultados serão analisados conforme a Portaria Nº 518/2004, do Ministério da Saúde que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e ainda com base na Resolução CONAMA Nº 20/1986, que dispõe sobre a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional.

O mapa de vulnerabilidade que será feito no Produto 8 será associado às cargas contaminantes para avaliação do perigo de contaminação das águas subterrâneas dos aquíferos na região. Segundo Foster *et al.* (2006) a proposta de avaliação do perigo de contaminação das águas subterrâneas consiste da interação entre a carga contaminante que é (ou será) aplicada ao subsolo como resultado de atividades antrópicas com a vulnerabilidade do aquífero à contaminação, que depende das características naturais dos estratos que separam o aquífero do solo.

## **5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

FOSTER, S. S. D.; HIRATA, R. C.; GOMES, D.; D'ELIA, M. & PARIS, M. 2006. Proteção da qualidade da água subterrânea: Um guia para empresas de abastecimento de água, órgãos municipais e agências ambientais. Banco Mundial, 104p.