

# **BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITACAIUNAS-PA: UMA AVALIAÇÃO ATRAVÉS DA GEOQUÍMICA DE ÁGUAS E SEDIMENTOS**

Helmut Höhn (in *memoriam*)

*Geólogo, amante do diamante e Ex-mestrando do PPGG sob orientação do Prof. Marcondes Lima da Costa, IG/PPGG, PPGPatri, UFPA, [marcondeslc@gmail.com](mailto:marcondeslc@gmail.com)*

## **INTRODUÇÃO DE MARCONDES LIMA DA COSTA**

Em abril de 2024 ao dar continuidade a organização de minha papelada e documentação física colecionada ao longo de minha vivência como aprendiz da vida, estudante de geologia e das geociências e como professor da Universidade Federal do Pará, me deparei com o documento intitulado BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITACAIUNAS-PA: UMA AVALIAÇÃO ATRAVÉS DA GEOQUÍMICA DE ÁGUAS E SEDIMENTOS elaborado pelo geólogo Helmut Höhn, com 22 páginas, ilustrado, datado de outubro de 2007. Foi então que me lembrei que ele, meu ex-mestrando e amante da vida, e dos minerais, em especial do diamante, viera a minha pessoa, e o apresentara como um projeto sonhado por ele, e que queria torná-lo realidade. Ao lê-lo, concluí ser da maior importância, mas muito grandioso, cuja execução dependeria de uma grande equipe multidisciplinar e a envolver várias instituições e empresas, além, é claro, dos altos custos. Ele ficou de certa forma decepcionado com a minha manifestação. Ele sempre subestimava os custos e simplificava os procedimentos corporativos, como pode ser comprovado no documento apresentado. Era um grande sonhador, tinha muitos planos e conhecia a Amazônia nos seus mínimos detalhes, mas partiu muito cedo. Ele deixou comigo outra proposta de projeto que deixarei para comentar em outra oportunidade.

Porém o que mais me chamou atenção, foi que de pronto me lembrei do grandioso projeto BACKGROUND SOLOS E ÁGUA BACIA DO RIO ITACAIÚNAS desenvolvido pelo Instituto Tecnológico Vale (ITV) de Belém do Pará sob a coordenação técnico-científica do prof. Dr. Roberto Dall’Agnol. Eu participei parcialmente do referido projeto e registrei a minha participação na primeira reunião na sede do ITV-Belém, Rua Boaventura da Silva, 955, ocorrida em 17 de fevereiro de 2016, entre 14-16 h. Na verdade o projeto guarda-chuva era conhecido como BACKGROUND GEOQUÍMICO, cujas Palavras-Chave eram: Geoquímica, solo, sedimento de corrente, água superficial, Carajás, Bacia do rio Itacaiúnas, Background geoquímico, mapa geoquímico. A bacia do rio Itacaiúnas foi selecionada por representar a bacia hidrográfica sob o domínio dos principais depósitos minerais de Carajás: ferro, cobre, manganês, níquel e ouro, além dos recém-surgidos núcleos urbanos, em especial Parauapebas, Canaã dos Carajás, Serra Pelada, Curionópolis, Eldorado dos Carajás, entre outros. O projeto Background Geoquímico tendo como bacia piloto a do rio Itacaiúnas foi desenvolvido com grande sucesso e parte dos seus resultados estão disponíveis em publicações de alto nível, e é por enquanto o

único em toda região Amazônica, e um dos poucos em todo Brasil. É uma pesquisa exemplar a ser seguida e aplicada em várias regiões do País.

Aproveito para publicar em nosso Boletim o sonho de Helmut Höhn, o Projeto BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITACAIÚNAS-PA: UMA AVALIAÇÃO ATRAVÉS DA GEOQUÍMICA DE ÁGUAS E SEDIMENTOS, que mais tarde, provavelmente, sem ter tido conhecimento, foi grandiosamente desenvolvido pelo ITV-Belém. Certamente Helmut está orgulhoso com este acontecimento. A seguir apresenta-se uma das excelentes publicações do projeto BACKGROUND GEOQUÍMICO na Bacia do Rio Itacaiúnas desenvolvido pelo ITV-Belém, Sahoo et al. 2020.

Feijó, 5 de maio de 2024.

Marcondes Lima da Costa



 Geoderma  
journal homepage: [www.elsevier.com/locate/geoderma](http://www.elsevier.com/locate/geoderma)

Regional-scale mapping for determining geochemical background values in soils of the Itacaiúnas River Basin, Brazil: The use of compositional data analysis (CoDA) 

Prafulla Kumar Sahoo<sup>a,b,\*</sup>, Roberto Dall'Agnol<sup>a,c</sup>, Gabriel Negreiros Salomão<sup>c</sup>,  
Jair da Silva Ferreira Junior<sup>a</sup>, Marcio Sousa Silva<sup>a,d</sup>, Pedro Walfir Martins e Souza Filho<sup>a,c</sup>,  
Marcondes Lima da Costa<sup>e</sup>, Rômulo Simões Angélica<sup>c</sup>, Carlos Augusto Medeiros Filho<sup>e</sup>,  
Marlene Furtado da Costa<sup>f</sup>, Luiz Roberto Guimarães Guilherme<sup>g</sup>, José Oswaldo Siqueira<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Instituto Tecnológico Vale (ITV), Rua Boaventura da Silva, 955, Belém 66055-090, PA, Brazil  
<sup>b</sup> Department of Environmental Science and Technology, School of Environmental and Earth Sciences, Central University of Punjab, Bathinda 151001, India  
<sup>c</sup> Programa de Pós-graduação em Geologia e Geoquímica, Instituto de Geociências (IG), Universidade Federal do Pará (UFPA), Rua Augusto Corrêa, 1, Belém 66075-110, PA, Brazil  
<sup>d</sup> Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, IG-UFPA, Brazil  
<sup>e</sup> VALE S/A - Exploração Mineral, Rua Grajal, 63, Carajás, 68515-000 Parauapebas, PA, Brazil  
<sup>f</sup> Gerência de Meio Ambiente - Minas de Carajás, Departamento de Ferrosos Norte, Estrada Raymundo Mascarenhas, S/N Mina de N4, Parauapebas, 68516-000 PA, Brazil  
<sup>g</sup> Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais 37200-000, Brazil

<https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2020.114504>.

**BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITACAIÚNAS-PA**

**Uma avaliação através da  
Geoquímica de águas e sedimentos.**

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>2</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>4</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	4
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	4
<b>3. JUSTIFICATIVAS .....</b>	<b>6</b>
<b>4 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO.....</b>	<b>9</b>
<b>5. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>9</b>
5.1- PREPARAÇÃO .....	9
5.1.1 – <i>Preparação do Projeto</i> .....	9
5.1.1.1 – Fontes financiadoras.....	9
5.1.1.2 – Logística .....	10
5.1.1.3 – Base de dados .....	10
5.1.2 – <i>Preparação trabalho em campo</i> .....	10
5.1.2.1 – Obtenção bases cartográficas .....	10
5.1.2.2 – Obtenção e teste de equipamentos .....	10
5.1.2.3 - Viatura.....	10
5.1.2.4 – Base apoio em Belém .....	10
5.2- TRABALHOS EM CAMPO.....	11
5.2.1 - <i>Instalação de estações</i> .....	11
5.2.2 – <i>Condições físico-químicas da água</i> .....	13
5.2.3 - <i>Descrição do entorno</i> .....	13
5.2.4 - <i>Anotação das condições climáticas</i> .....	13
5.2.5 - <i>Coleta de amostras</i> .....	13
5.2.5.1 – Água e sedimentos em suspensão .....	13
5.2.5.2 – Sedimentos de corrente .....	14
5.2.5.3 – Concentrados de batéia.....	14
5.2.6 - <i>Documentação fotográfica</i> .....	14
5.2.7 – <i>Registro e transmissão de dados</i> .....	14
5.2.8 - <i>Períodos de amostragem</i> .....	15
5.3 - TRABALHOS EM LABORATÓRIO .....	15
5.3.1 - <i>Análise em laboratório</i> .....	15
5.4 - TRABALHOS EM ESCRITÓRIO.....	16
5.4.1 - <i>Tratamento dos dados</i> .....	16
<b>6. ESTIMATIVA DE CUSTOS .....</b>	<b>16</b>
<b>7. CRONOGRAMA ESTIMATIVO .....</b>	<b>16</b>

## 1.INTRODUÇÃO

As bacias hidrográficas formam importantes unidades de gestão ambiental. No Estado do Pará, a bacia do Rio Itacaiúnas (Figura 1) vive um momento singular. Contemplada com a riqueza das jazidas minerais da Serra dos Carajás, vem sendo pressionada por ações antrópicas impactantes relacionadas à industrialização, agro-pecuária, transportes e crescimento populacional. Conseqüentemente aumentam os desafios em relação ao abastecimento com água de qualidade para consumo doméstico e industrial, bem como na contenção de erosões e assoreamentos nas regiões de sua influência. Muito embora trabalhos de controle ambiental estejam em andamento, a sua representatividade não abrange a bacia como um todo. A concretização do aqui proposto estudo para gerar conhecimento sistematizado sobre parâmetros geoquímicos em águas e sedimentos poderá contribuir para um gerenciamento integrado da bacia. O mesmo estudo, porém correlacionado especificamente aos conhecimentos já disponíveis sobre as jazidas minerais na bacia, poderá levar a deduções úteis para a pesquisa mineral regional na Amazônia.

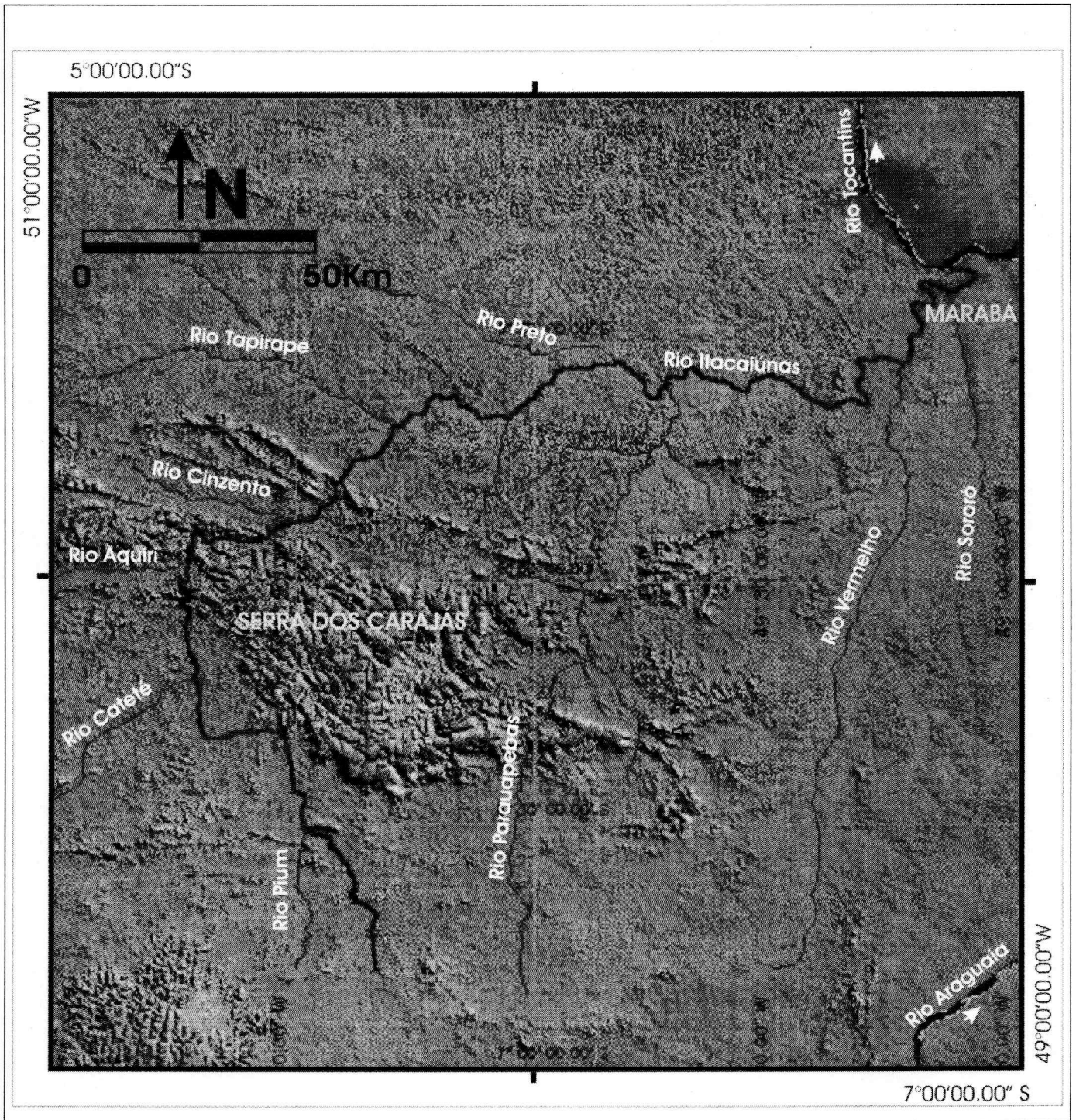


Figura 1- Bacia hidrográfica do Rio Itacaiúnas (Imagem de satélite).

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Realizar um estudo sistemático sobre parâmetros geoquímicos em águas e sedimentos, na bacia hidrográfica do Rio Itacaiúnas/PA, gerando um conjunto de conhecimentos que possa contribuir para assegurar qualidade de vida à população local através da avaliação das influências antrópicas e cujas deduções possivelmente tenham aplicação na pesquisa mineral regional na Amazônia.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

2.2.1. Estabelecer uma base de dados geoquímicos que possa ser utilizada na gestão ambiental da bacia. *Resultado esperado*: um banco de dados no formato digital e padronizado, possibilitando comparações e integração em outros programas semelhantes.

2.2.2. Aplicar o estado da arte da metodologia geo-química nos estudos de uma bacia hidrográfica na região amazônica :

- ┆ Otimizar o tempo na disponibilização dos resultados e redução de fontes de erros através de TI (Tecnologia da Informação);
- ┆ aplicar as técnicas modernas de sensoriamento remoto, análise geoquímica, etc... disponíveis no mercado;
- ┆ aplicar métodos estatísticos modernos na interpretação dos resultados.

2.2.3. Testar a propriedade da localização das estações de coleta em uma futura rede de monitoramento. *Resultado esperado*: um mapa no formato digital com as localizações (latitude/longitude) das estações de coleta e sua área de influência. Seleção de indicadores físico-químicos para uma efetiva gestão da bacia hidrográfica do Rio Itacaiúnas.

2.2.4. Integrar os dados geoquímicos com imagens de sensores remotos e correlacioná-los a áreas de ocorrência de minerais, litologias, ocupação antrópica, com risco de erosão ou poluição, através de métodos de geoprocessamento e estatística. *Resultado esperado*: mapas no formato digital e tabelas apresentando a correlação dos resultados analíticos em água e sedimentos com fatores condicionantes naturais como geologia e geomorfologia e ainda aqueles decorrentes de atividades antrópicas potencialmente impactantes relacionadas à mineração, despejo de efluentes industriais e domésticos; atividades agropecuárias e à densidade populacional na bacia hidrográfica do Rio Itacaiúnas.

2.2.5. Fornecer dados que contribuam para a tomada de decisões em caso de acidentes com cargas perigosas no âmbito da bacia. *Resultado esperado*: parâmetros indicadores da situação físico-química e de teores geoquímicos em águas e sedimentos permitindo a identificação, uma estimativa do seu fluxo e o monitoramento de teores anormais; apresentados em mapas no formato digital e tabelas.

2.2.6. Gerar conhecimento para a exploração mineral regional na Amazônia. *Resultado esperado*: mapas no formato digital, tabelas e procedimentos para aplicação em campanhas de prospecção mineral.

2.2.7. Indicar áreas de risco e sugerir medidas a serem tomadas para remediação de possíveis danos ambientais constatados. *Resultado esperado*: mapas no formato digital e tabelas com possível indicação de áreas de risco com sobrecarga de elementos potencialmente perigosos para a saúde humana; possível indicação de áreas de risco com sobrecarga de sedimentos em suspensão, auxiliando projetos para prevenir o assoreamento do lago da UHE Tucuruí, à exemplo do programa de contenção de erosões, que está



sendo executado pela Itaipu Binacional no lago da UHE Itaipú no estado do Paraná.

2.2.8. Integrar avanços de TI (tecnologia da informação – comunicações, transmissão de dados, geo-processamento, GIS) no estudo e monitoramento das bacias hidrográficas na Amazônia. Incluindo eliminação de fontes de erros e incremento sensível na apresentação de resultados. Por exemplo aqueles resultantes do preenchimento equivocado de formulários em papel, perda de dados e sistematização de dados. Introduzindo a utilização de PDA (*Personal Digital Assistant*) em campo, digitação e transmissão *on-line* (via telefone celular ou *Lap-top*), para um PC central (estação de trabalho central) onde são processados em tempo real.

2.2.9. Gerar conhecimento e formar mão de obra na pesquisa e manutenção de um sistema de caracterização e monitoramento de uma bacia hidrográfica na Amazônia.

### 3. JUSTIFICATIVAS

Têm-se como justificativas para a realização do presente trabalho:

- a. As diretrizes legais do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e da Agência Nacional das Águas (ANA) para a formação de comitês e agências para o gerenciamento de bacias hidrográficas (Lei Federal nº 9.433 e Resolução nº 5/2.000).
- b. O acesso relativamente fácil – por via aérea e rodoviária - em termos amazônicos, da bacia hidrográfica do rio Itacaiúnas;
- c. O conhecimento privilegiado da geologia local ;
- d. Lei do Saneamento Básico (Lei nº 11.445/ 2007).
- e. A aparente vulnerabilidade da bacia hidrográfica do Rio Itacaiúnas/PA levando em consideração:

- e.1- A concentração nesta bacia hidrográfica da maioria das jazidas minerais que compõe a chamada Província Mineral do Carajás.
- e.2- A instalação de empreendimentos industriais com alto potencial de poluição e elevado consumo de água como insumo nos processos de fabricação (por exemplo a siderurgia de ferro gusa).
- e.3- O funcionamento até passado recente de movimentados garimpos de ouro (ex. Serra Pelada), nos quais foram utilizados métodos de recuperação através de mercúrio e cianetação, muitas vezes sem os devidos cuidados técnicos.
- e.4- A existência de atividades antrópicas impactantes no leito ou nas margens do Rio Itacaiúnas, como extração de seixo, areia e argila.
- e.5- A criação de animais e cultivo de lavouras com crescente desflorestamento das vegetações ciliares e conseqüente favorecimento de erosões.
- e.6 -A utilização das águas do Rio Itacaiúnas para a recreação e lazer em balneários, a exemplo do popular "Vavazão" em Marabá.
- e.7- A importante movimentação de cargas, muitas delas consideradas perigosas, por vias de transporte como a "Estrada de Ferro Carajás", a "Rodovia Transamazônica" e a "PA-150" com conseqüente perigo de contaminação das águas superficiais e freáticas em caso de acidente (Ex.: produtos químicos, combustível, etc...).
- e.8- O desafio de abastecer núcleos habitacionais importantes, entre eles as cidades de Parauapebas e Marabá, com água potável de boa qualidade.
- e.9- O exemplo negativo de uma bacia comparável, a do Rio das Velhas/MG, hoje assoreada e sem vida por boa parte

do seu curso, em consequência à impactos negativos causados, entre outros, por mineração industrial de ferro e ouro, garimpagem de ouro, agro-pecuária, siderurgia e lançamento em suas águas de esgotos urbanos e resíduos industriais não monitorados e não tratados.

- f. Considerando ser o Rio Itacaiúnas o maior contribuinte para o Rio Tocantins em solo paraense, a sua saúde supostamente influi na qualidade da água do reservatório da UHE de Tucuruí, por exemplo, no que se refere ao abastecimento com água potável das populações nas margens do lago; na realização de projetos de aquacultura e até mesmo para a viabilização de projetos turísticos nos municípios lindeiros.
- g. A adoção de medidas mitigadoras quanto ao assoreamento do lago da UHE de Tucuruí devem incluir o controle da erosão na bacia hidrográfica do rio Itacaiúnas, através da identificação das áreas de risco que necessitam de replantio das vegetações ciliares e outras medidas de contenção.
- h. A chamada Província Mineral do Carajás é uma das áreas geológica- e mineralogicamente mais bem estudadas da região amazônica. O considerável conhecimento acessível em bibliotecas e relatórios à respeito das jazidas minerais situadas na bacia hidrográfica do Rio Itacaiúnas, correlacionado com os estudos sobre a distribuição de teores geoquímicos em água e sedimentos poderão conduzir a deduções aplicáveis em campanhas de prospecção hidro-geoquímica em outras áreas da Amazônia.
- f. Falta de mão de obra - técnicos e cientistas/ pesquisadores - para o gerenciamento de uma bacia hidrográfica na Amazônia.

#### 4 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO

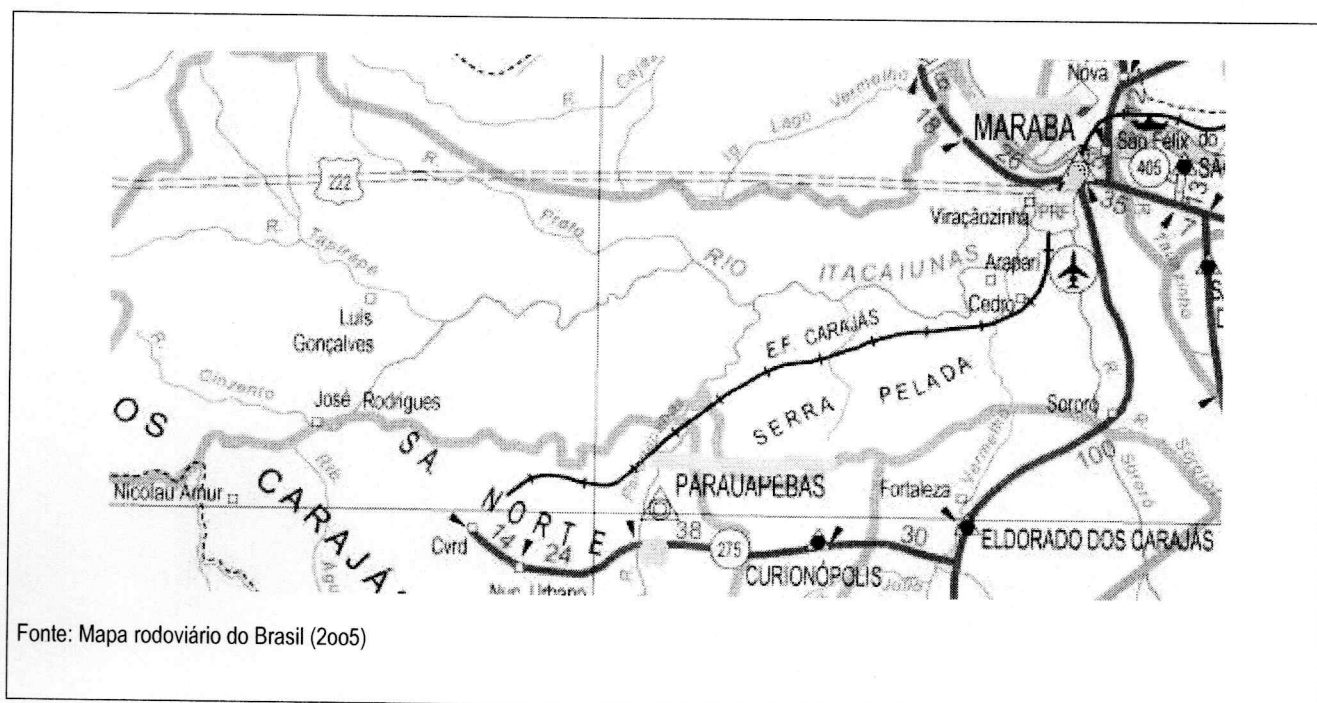


Figura 2 - Localização geográfica das cidades de Marabá e Parauapebas

#### 5. MATERIAIS E MÉTODOS

O fluxograma projetado para o desenvolvimento do Projeto, bem como uma estimativa das pessoas necessárias e do tempo estimado para a execução das tarefas, juntamente com os respectivos custos estimados, é apresentado pela Tabela 1.

##### 5.1- PREPARAÇÃO

##### 5.1.1 – Preparação do Projeto

##### 5.1.1.1 – Fontes financiadoras

Busca de fontes financiadoras. Contatos com possíveis agentes patrocinadores.

#### *5.1.1.2 – Logística*

Organização logística. Obtenção de licenças para acesso a áreas restritas (CVRD/ IBAMA/ FUNAI). Abertura de conta bancária – conta e-mail – Contratação de seguros equipamentos – etc...

Preparar apoio para fases Trab. Campo/ Lab./ Escritório.

#### *5.1.1.3 – Base de dados*

Contatos com possíveis fontes de informações relacionadas à temas como hidrografia, meteorologia, geologia, geomorfologia, mineralogia, processos industriais, transportes, agro-pecuária, sócio-economia entre outros (DNAE, DNPM, CPRM, IBGE, MMA, ANA, INPE, ELETRONORTE, EMBRAPA, MPGoeldi, Evandro Chagas, CVRD, RADAM, COSIPAR, Prefeituras Municipais e outras disponíveis).

### **5.1.2 – Preparação trabalho em campo**

#### *5.1.2.1 – Obtenção bases cartográficas*

Obtenção de material cartográfico básico.

#### *5.1.2.2 – Obtenção e teste de equipamentos*

Obtenção dos equipamentos a serem utilizados. Teste dos equipamentos.

#### *5.1.2.3 - Viatura*

Aluguel de veículo para trabalho em campo – (carro popular tipo UNO Mille)

#### *5.1.2.4 – Base apoio em Belém*

Preparação da base de apoio em Belém – contratação/ treinamento de estagiária em tempo parcial para atender correspondências, comunicação durante período em campo.

## 5.2- TRABALHOS EM CAMPO

### **5.2.1 - Instalação de estações**

Está prevista a instalação de 29 estações de coleta, em locais escolhidos conforme a sua representatividade e facilidades de acesso (Figura 3 e Tabela 2 ). As respectivas coordenadas geográficas serão determinadas através de GPS (General Position System), sendo colocado um marco padrão (DNPM) de cimento no local.

As estações de coleta poderão servir como pilotos para sugerir o posicionamento de futuras estações em trabalhos de monitoramento de rotina.



Figura 3 - Pontos de amostragem/ monitoramento (Imagem de satélite).

### 5.2.2 – Condições físico-químicas da água

A sistemática *in-situ* nas estações de coleta seguirá os procedimentos descritos em Herlon (2001), bem como a determinação das propriedades reunidas na Tabela 3.

Tabela 3 -Parâmetros a serem descritos *in-situ*.

<b>Material</b>	<b>Propriedades</b>
Água	Turbidez ou Sólidos em suspensão (mg/l)
	Odor
	Cor
	Temperatura
	Alcalinidade
	Condutividade elétrica
	Oxigênio dissolvido
	DBO
	DQO

### 5.2.3 - Descrição do entorno

Descrição padronizada das condições do entorno do ponto de coleta como: geologia - geomorfologia - solo - vegetação - ocupação humana.

### 5.2.4 - Anotação das condições climáticas

Anotação das condições climáticas sob as quais está sendo realizado o trabalho de coleta (ex.: temperatura, umidade do ar, sol/ chuva).

### 5.2.5 - Coleta de amostras

#### 5.2.5.1 – Água e sedimentos em suspensão

As coletas de amostras de água e sedimentos em suspensão deverão seguir as orientações contidas em Cunha (2003), Herlon (2001) e Telmer (1997).



#### 5.2.5.2 – *Sedimentos de corrente*

Cada amostra de sedimentos de corrente será composta por três amostras punctuais (uma no ponto propriamente dito, outras respectivamente a montante e jusante).

O material será homogeneizado, secado ao ar livre, peneirado a 80 mesh e quarteado, guardando-se uma alíquota de 300 gramas para análise, com descarte do restante.

#### 5.2.5.3 – *Concentrados de batéia*

As amostras de concentrados serão obtidas por bateamento de sedimentos sendo compostas por três amostras punctuais à semelhança das amostras de sedimentos de corrente.

Homogeneizadas e secas ao ar livre, serão guardadas na íntegra, para análises.

#### **5.2.6. - Documentação fotográfica**

No local serão tomadas fotografias com equipamento digital, compondo o acervo documental do projeto.

#### **5.2.7 – Registro e transmissão de dados**

As descrições e dados obtidos *in-situ* serão registrados em um computador de mão ou PDA (Personal Digital Assistant). Desta forma serão sistematizados prevenindo erros do operador (ex.: preenchimento de formulários, esquecimentos). Estarão também disponíveis para transmissão e conseqüente aproveitamento imediato em um Computador Central (PC Central), instalado na base do Projeto. Podem ser transmitidos:

- a- na hora, à partir do próprio local por um telefone celular tipo *smart-fone*
- b- no encerramento da programação diária, a partir da base de campo, por internet ou por linha telefônica comum.

### 5.2.8 - Períodos de amostragem

A amostragem está prevista para ser realizada ao longo de três ciclos hidrológicos, cada qual compreendendo uma coleta no período chuvoso (meses de janeiro, fevereiro e março) e outra no período de estiagem (julho, agosto e setembro).

Após o primeiro e segundo ciclo deverá ser apresentado um relatório parcial contendo os resultados e discutindo a inclusão de melhorias nos próximos ciclos.

## 5.3 - TRABALHOS EM LABORATÓRIO

### 5.3.1 - Análise em laboratório

As amostras deverão ser submetidas à análise em laboratórios da Universidade Federal do Pará e do Instituto Evandro Chagas em Belém, além do laboratório Astratom em São Paulo, capital (Tabela 4).

Tabela 4- Relação de parâmetros, laboratórios e métodos de análise.

Material	Parâmetro	Laboratório	Método
Água	-sólidos totais	UFPA	
	dissolvidos	UFPA	
Sedimentos em suspensão	-sólidos totais em suspensão	UFPA	
	-DBO	UFPA	
	-DQO	UFPA	
	-nitratos	UFPA	
	-fosfatos	Evandro	AA/CV* <sup>1</sup>
	-amônia	Chagas	ICP/MS* <sup>3</sup>
	-Hg	ASTRATOM	AA/CV-CI* <sup>5</sup>
	-grupo I * <sup>2</sup>	UFPA	
	"aqueous species"* <sup>4</sup>		
Sedimentos de corrente	grupo II * <sup>6</sup>	ASTRATOM	ICP/MS* <sup>3</sup>
Concentrados de batéia	Composição mineralógica	UFPA	Microscópio óptico MEV/ EDV Difração de raioX

\*<sup>1</sup>AA/CV: *Cold - vapor atomic absorption*

\*<sup>2</sup> Grupo I: Li, B, Be, Na, Mg, Al, Si, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Br, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Pd, Rh, Ag, Cd, Sn, Sb, Cs, Ba, La, Ce, Nd, Pt, Hg, Pb, Bi, Th, U.+Au.

\*<sup>3</sup> ICP/MS: *inductively coupled plasma mass spectrometry*

\*<sup>4</sup> "aqueous species": K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Cl, SO<sub>4</sub>, DOC, SiO<sub>2</sub>.

\*<sup>5</sup> CI: cromatografia iônica.

\*<sup>6</sup>Grupo II: Au, Ag, As, Bi, Cd, Co, Cu, Ga, Hg, Mo, P, Pb, Sb, Se, Te, Tl, Zn, SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Mn O, Mg O, Ca O, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

#### 5.4 - TRABALHOS EM ESCRITÓRIO

##### 5.4.1 - Tratamento dos dados

Os dados físico-químicos deverão ser submetidos a tratamento estatístico através de programas específicos, tentando estabelecer uma correlação entre propriedades geoquímicas e fatores como substrato geológico, geomorfologia, clima, atividades antrópicas e densidade populacional.

Imagens de satélite, fotografias aéreas, imagens de radar e mapas deverão ser interpretados e correlacionados com os demais dados obtidos.

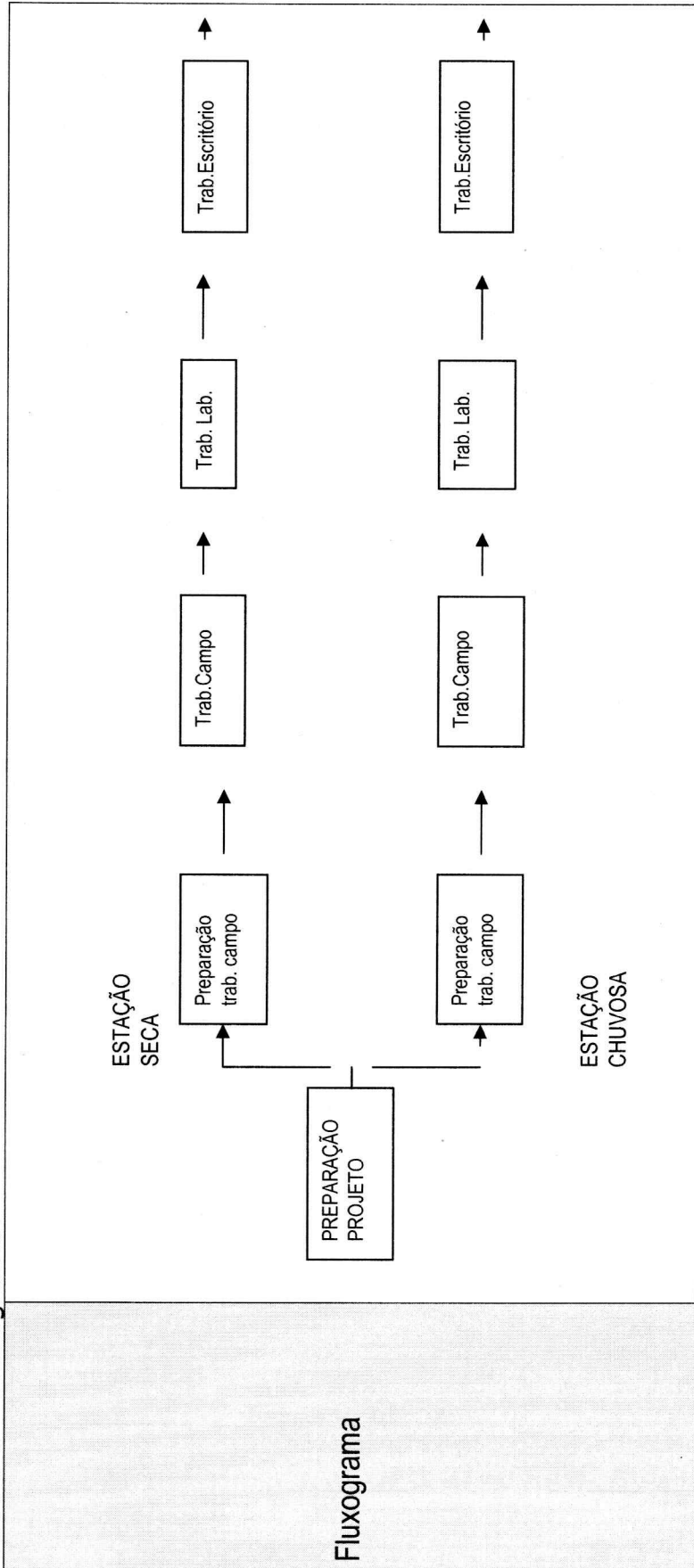
#### 6. ESTIMATIVA DE CUSTOS

Uma estimativa de custos para a realização do projeto está reunida na Tabela 5.

#### 7. CRONOGRAMA ESTIMATIVO

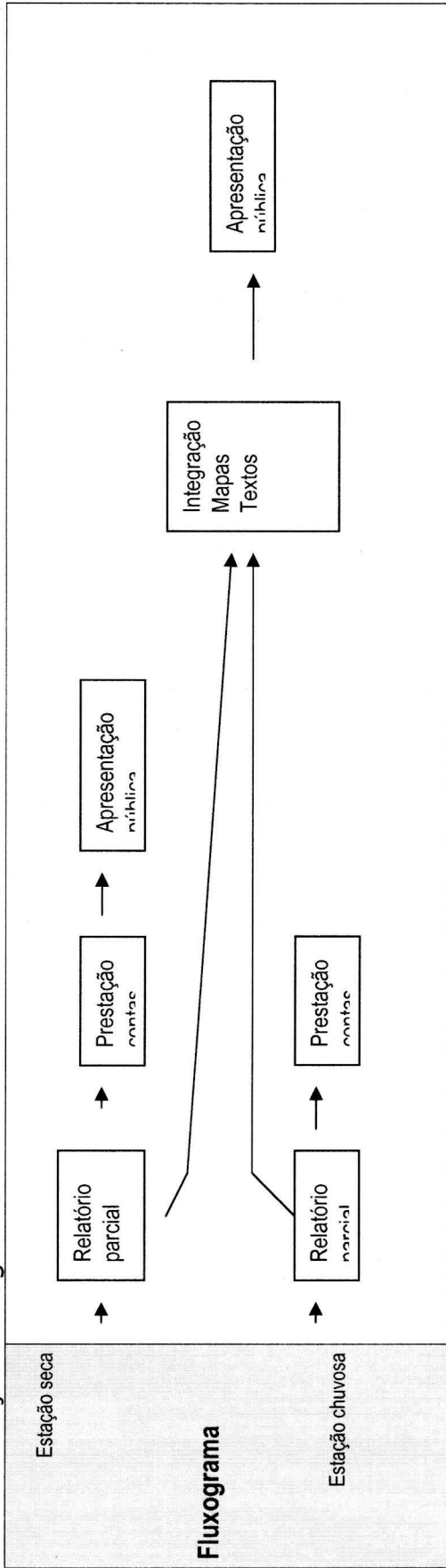
O cronograma estimado para o desenvolvimento das atividades programadas está resumido à seguir (Tabela 5).

Tabela 1 – Fluxograma



Tempo estimado para execução da tarefa	30 dias	5 dias	40 dias	30 dias	30 dias
Custo estimado para execução da tarefa	R\$ 5.000,-	R\$ 500,- R\$ 500,-	R\$ 40.000,- R\$ 40.000,-	R\$ 9.600,- R\$ 9.600,-	R\$ 3.000,- R\$ 3.000,-
<b>Custo TOTAL estimado</b>	<b>R\$ 5.000,-</b>	<b>R\$ 1.000,-</b>	<b>R\$ 80.000,-</b>	<b>R\$ 19.200,-</b>	<b>R\$ 6.000,-</b>
Pessoal necessário para execução da tarefa	GEÓLOGO	GEÓLOGO	GEÓLOGO PILOTO BARCO AJUDANTE CAMPO/ ESTAGIARIA ESCRITÓRIO	GEÓLOGO ESTAGIARIA ESCRITÓRIO	GEÓLOGO ESTAGIARIA ESCRITÓRIO

...Continuação fluxograma 1



Tempo estimado para execução da tarefa	5 dias	1 dia	1 dia	30 dias	1 dia
Custo estimado para execução da tarefa	R\$ 500,- R\$ 500,-	R\$ 100,- R\$ 100,-	R\$ 100,-	R\$ 3.000,-	R\$ 100,-
<b>Custo TOTAL estimado</b>	<b>R\$ 1.000,-</b>	<b>R\$ 200,-</b>	<b>R\$ 100,-</b>	<b>R\$ 3.000,-</b>	<b>R\$ 100,-</b>
Pessoal necessário para execução da tarefa	GEÓLOGO	GEÓLOGO	GEÓLOGO	GEÓLOGO ESTAGIÁRIA ESCRITÓRIO	GEÓLOGO ESTAGIÁRIA ESCRITÓRIO

TOTAL ESTIMADO **R\$ 115.600,00**

TOTAL **284 dias** → preparação ( 30 dias) + est. chuvosa (111 dias) + est. seca (111 dias) + finalização (32 dias).

OBS.: estimativas de custos e tempo para execução relacionadas a **um** ciclo hidrológico. O recomendado seriam três ciclos hidrológicos.

**Tabela 2 - Localização dos pontos de amostragem**

RIO	Afluente margem	quantidade de amostras	LOCAL	JUSTIFICATIVA
<b>Tocantins</b>	Lago UHE -- Tucuruí	3	<p>Amostra nº 1 - Lago da UHE-Tucuruí./ a jusante da foz do rio Itacaiúnas. Margem esquerda.</p> <p>Amostra nº 2 - Lago da UHE-Tucuruí./ a jusante da foz do rio Itacaiúnas. Margem esquerda.</p> <p>Amostra nº 3 - Lago da UHE-Tucuruí./ a montante da foz do rio Itacaiúnas. Margem esquerda.</p>	<p>Amostra nº 1 - estimar influência no Lago da UHE-Tucuruí</p> <p>Amostra nº 2 - estimar influência no Lago da UHE-Tucuruí</p> <p>Amostra nº 3 - estimar influência no Lago da UHE-Tucuruí</p>
<b>Itacaiúnas</b>	Rio principal da bacia	11	<p>Amostra nº 4 -Rio Itacaiúnas/ 50m a montante da cachoeira Sororó</p> <p>Amostra nº 5 -Rio Itacaiúnas/ 50m a montante da foz do Rio Vermelho</p> <p>Amostra nº 6 -Rio Itacaiúnas/ à meio caminho entre foz do rio Vermelho e RioParauapebas.</p> <p>Amostra nº 7 -Rio Itacaiúnas/ 50m a montante da foz do Rio Parauapebas</p> <p>Amostra nº 8 -Rio Itacaiúnas/ 50m a montante da foz do Rio Preto</p> <p>Amostra nº 9 -Rio Itacaiúnas/ 50m a montante da foz do Rio Tapirapé</p> <p>Amostra nº 10 -Rio Itacaiúnas/ 50m a montante da foz do Rio Cinzento</p> <p>Amostra nº 11 -Rio Itacaiúnas/ 50m a montante da foz do Rio Aquiri</p> <p>Amostra nº 12 -Rio Itacaiúnas/ 50m a montante da foz do Rio Cateté</p> <p>Amostra nº 13 -Rio Itacaiúnas/ 50m a montante da foz do Rio Pium</p>	<p>Medir a respectiva situação ao longo do curso do rio Itacaiúnas</p>

			Amostra nº 14 - Rio Itacaiúnas/ terço superior do curso		
<b>Sororó</b>	Margem direita	2	Amostra nº 15 - Rio Sororó/ / 50m antes da foz no rio Itacaiúnas Amostra nº 16 - Rio Sororó/ terço superior do curso.		Medir a influência da Sub-bacia do Rio Sororó no sistema.
<b>Vermelho</b>	Margem direita	3	Amostra nº 17 - Rio Vermelho/ / 50m antes da foz no rio Itacaiúnas Amostra nº 18 - Rio Vermelho/ aprox. meio do curso. Amostra nº 19 - Rio Vermelho/terço superior do curso		Medir a influência da Sub-bacia do Rio Vermelho no sistema.
<b>Parauapebas</b>	Margem direita	4	Amostra nº 20 - Rio Parauapebas/ / 50m antes da foz no Rio Itacaiúnas. Amostra nº 21 - rio Parauapebas/ a montante da cidade de Parauapebas. Amostra nº 22 - Rio Parauapebas/ braço direito (Rio Verde) Amostra nº 23 - Rio Parauapebas/ braço esquerdo (Rio Branco)		Medir a influência da Sub-bacia do Rio Parauapebas no sistema.
<b>Preto</b>	Margem esquerda	1	Amostra nº 24 - Rio Preto/ 50m antes da foz no Rio Itacaiúnas.		Medir a influência da Sub-bacia do Rio Preto no sistema.
<b>Tapirapé</b>	Margem esquerda	1	Amostra nº 25 - Rio Tapirapé / 50m antes da foz no Rio Itacaiúnas		Medir a influência da Sub-bacia do Rio Tapirapé no sistema.
<b>Cinzeno</b>	Margem esquerda	1	Amostra nº 26 - Rio Cinzeno/ / 50m antes da foz no Rio Itacaiúnas		Medir a influência da Sub-bacia do Rio Cinzeno no sistema.
<b>Aquiri</b>	Margem esquerda	1	Amostra nº 27 - Rio Aquiri/ / 50m antes da foz no Rio Itacaiúnas		Medir a influência da Sub-bacia do Rio Aquiri no sistema.
<b>Catete</b>	Margem esquerda	1	Amostra nº 28 - Rio Cateté/ / 50m antes da foz no Rio Itacaiúnas		Medir a influência da Sub-bacia do Rio Catete no sistema.
<b>Pium</b>	Margem esquerda	1	Amostra nº 29 - Rio Pium/ / 50m antes da foz no Rio Itacaiúnas		Medir a influência da Sub-bacia do Rio Pium no sistema.
<b>OBS.</b>		3	DUPLICATAS		Testar a eficácia/ eficiência das técnicas utilizadas no trabalho.

29 amostras +3 amostras em DUPLICATA

TOTAL = 32 amostras

Tabela 5 - Ciclo hidrológico (estação seca + estação chuvosa)

2007		2008												
ETAPA	R\$	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dez.	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho
Preparação Projeto	5.000,00	30 dias												
Preparação Trab. Campo	500,00	5 dias							5 dias					
Trab. Campo	40.000,00			40 dias						40 dias				
Trab. Laboratório	9.600,00			30 dias							30 dias			
Trab. Escritório	3.000,00					30 dias						30 dias		
Relatório Parcial	500,00						5 dias						5 dias	
Auditoria	100,00						1 dia							30 dias
Apresentação Pública	100,00						1 dia							1 dia
<b>R\$</b>	<b>58.800,00</b>	5.000,00	500,00	40.000,00	9.600,00	3.000,00	500,00	100,00	500,00	40.000,00	9.600,00	3.000,00	500,00	3.000,00
<b>R\$</b>	<b>56.800,00</b>								500,00	40.000,00	9.600,00	3.000,00	500,00	3.000,00
							100,00	100,00						100,00
							100,00							100,00

Total – R\$ 115.600,00  
(R\$ 58.800,00 + R\$ 56.800,00)