

# MEDIÇÕES DE VAZÃO E PLUVIOMETRIA NA BACIA DO RIO ACRE, AMOSTRAGEM E ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE (UFAC)

## EQUIPE TÉCNICA

Dr. Alejandro Fonseca Duarte, Coordenador, [alejandro@ufac.br](mailto:alejandro@ufac.br), (68) 99841766

Dr. Francisco Eulálio Alves dos Santos, UFAC

Dr. Eduardo de Paula Abreu, UFAC

M.Sc. Camilo Lelis Gouveia, UFAC

M.Sc. Marcelo Castanheira da Silva, UFAC

## JUSTIFICATIVA

As medições fluviais e pluviométricas na bacia do Rio Acre, afluente do Rio Purus, que pela sua vez leva suas águas ao Solimões e o Amazonas, se inserem no conhecimento sobre sub-bacias da grande bacia amazônica.

A área compreendida pela bacia do Rio Acre é aproximadamente valor de 25.000 km<sup>2</sup>, sendo de 16.500 km<sup>2</sup> à montante de Rio Branco, que se distribuem em várias sub-bacias. O Rio Acre apresenta um percurso de meandros e de afluentes que formam uma rede de dendrites. Na Figura 1 se apresenta a bacia amazônica e se destaca a bacia do Rio Acre.

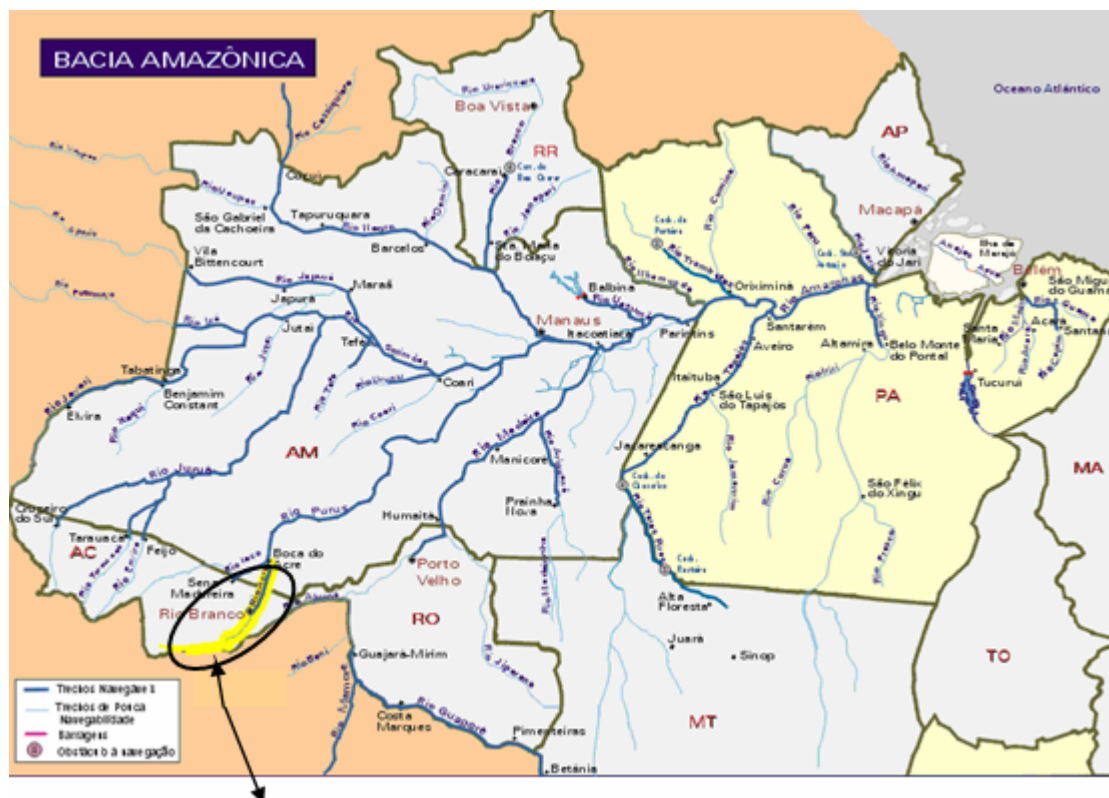


Figura 1. Bacia do Rio Acre. Destaca-se em amarelo o Rio Acre, desde Assis Brasil até Boca do Acre.

O Rio Acre tem uma extensão de 1.190 km, com trechos navegáveis. Entre Rio Branco e Porto Acre existe a limitação das pontes que obstruem o passo de grandes embarcações através da capital Rio Branco.

A sazonalidade anual das vazantes e cheias é bem característica, produzindo ora baixas do nível do rio muito acentuadas, ora enchentes, que afetam à população ao longo das suas margens. Essas marcadas oscilações estão ocasionadas pela pluviosidade anual, com média de 1940 mm, que tem sua maior contribuição entre os meses de novembro e março, bem como pela ação de deterioro florestal em áreas da bacia do Rio Acre, como consequência da ação humana (Salimon et al., 2003). Desta maneira são comuns o desmoronamento das margens e o assoreamento em vários sítios.

Os impactos do uso do solo na região da bacia do Rio Acre têm sido observados ao longo das últimas três décadas, mostrando-se o aumento de sua deterioração (Carvalho, 1995; 2004). Por outro lado, tem sido observada uma modificação do regime de chuvas ao longo dessas décadas, como se descreve na Figura 2. Não obstante só recentemente após a severa seca do ano 2005 na Amazônia e a enchente de fevereiro de 2006 do Rio Acre na cidade de Rio Branco, que a consciência sobre as condições do Rio Acre e da população que mora perto de suas margens, se viu sacudida pelas calamidades.

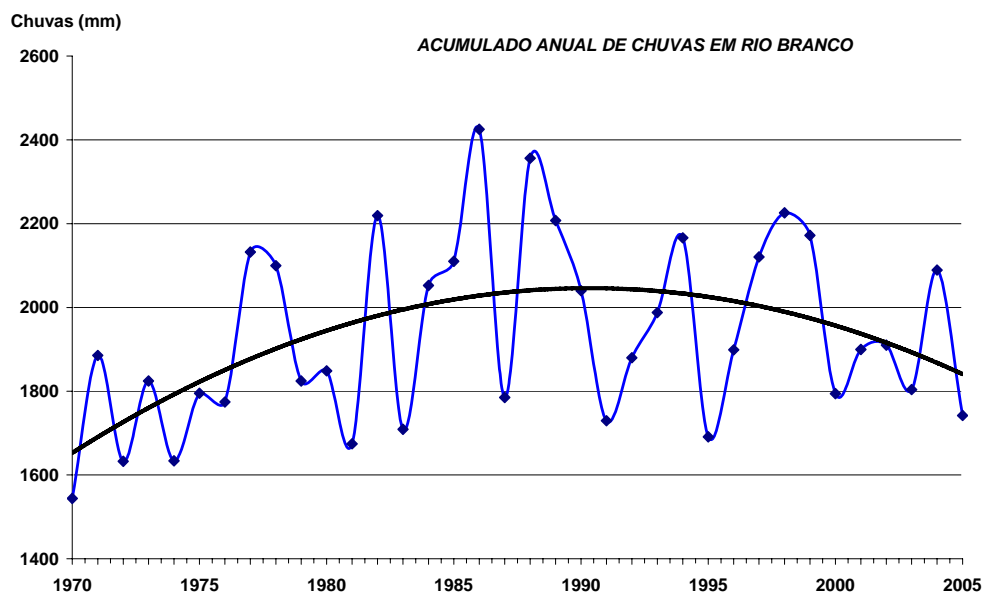


Figura 2. Em Rio Branco, durante a conversão inicial de floresta em pastagem, de 1970 a 1990, aconteceu um aumento das precipitações de 4,5 mm/dia para 5,6 mm/dia. Posteriormente, entre 1990 e 2006 acontece uma fase de redução da altura das chuvas para menos de 5,0 mm/dia. Isto representa aproximadamente 400 mm de diferença, quase duas vezes o valor do desvio padrão da distribuição anual das chuvas, calculado em 228 mm, (Duarte, 2005).

Apresentando esta situação se reflete nos níveis do Rio Acre<sup>1</sup> ao longo do seu curso e particularmente em Rio Branco (Figura 3), onde se estima tenha ocorrido uma diminuição desse nível de aproximadamente 1 m em 35 anos.

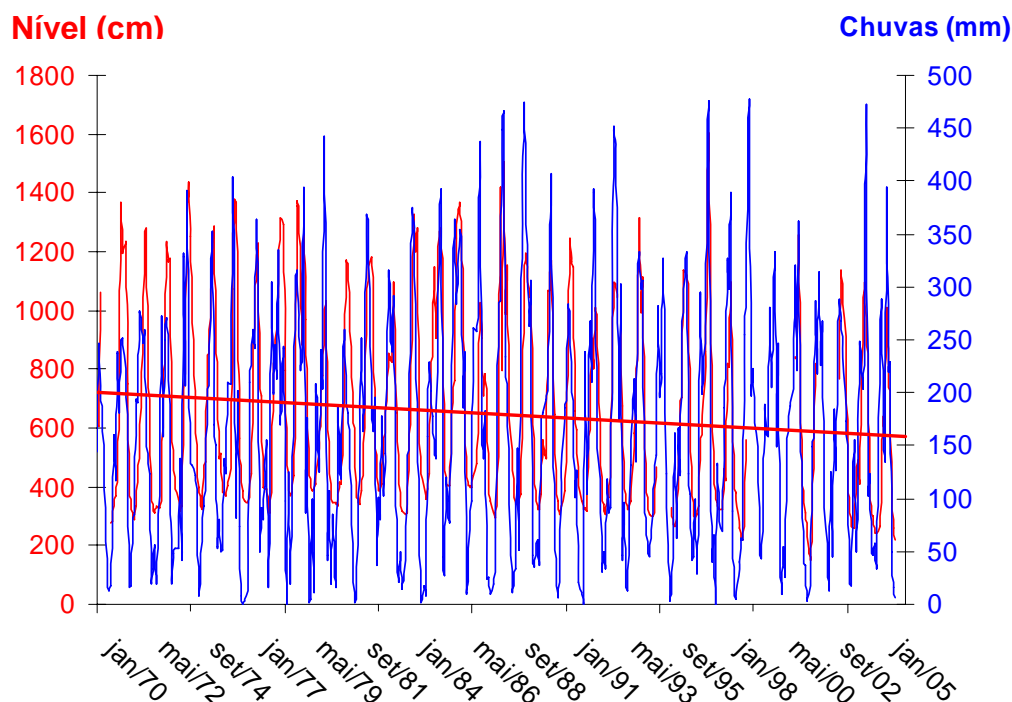


Figura 3. Gráficos do nível médio do Rio Acre e das chuvas em Rio Branco: a linha de tendência indica uma diminuição do nível do rio de um metro em 35 anos.

As medições de pluviosidade na área da bacia do Rio Acre, bem como do perfil do rio (área transversal em diferentes sítios), velocidade e vazão em diferentes épocas do ano, assim como um modelo de correlação entre estas variáveis não tem sido desenvolvido até o momento.

A capacitação prevista neste projeto está dirigida à formação teórica e prática dos participantes tanto em relação ao monitoramento das chuvas quanto ao monitoramento da vazão do rio, fazendo com que seja possível o conhecimento de como responde o Rio Acre às chuvas em função de sua sazonalidade e das particularidades geomorfológicas da bacia. A capacitação também está dirigida à previsão de situações de risco de enchentes ou níveis muito baixo do rio em relação aos valores médios e mínimos de referência, bem como de mudanças do padrão de comportamento atual. Também se inclui a amostragem e determinação de propriedades físico-químicas da água do rio (Lelis e Souza, 2005; Lelis e Nascimento, 2006).

<sup>1</sup> Os dados sobre o nível do rio Acre estão amplamente divulgados pela Defeca Civil do Estado do Acre.

È de extremo interesse a capacitação de pessoal no contexto dos avanços científicos e tecnológicos relacionados com tempo, clima e recursos hídricos, assim como para a realização da rotina operacional no ramo, e a realização das contribuições apropriadas e em tempo, inclusive de previsão contra desastres naturais.

Também resulta de interesse junto com a capacitação, poder modernizar os laboratórios de monitoramento e análise da Universidade Federal do Acre, no contexto das necessidades do Estado do Acre, que abrangem a bacia do Rio Acre, e perspectivamente outras bacias como a do Rio Purus e a do Rio Juruá.

### **OBJETIVO GERAL**

Capacitar jovens e interessados, em geral, com formação de ensino médio ou superior, na compreensão dos fundamentos metodológicos e procedimentais da hidrometria, em relação à pluviometria, correntologia, análise físico-química da água e modelagem ambiental.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Desenvolver a capacidade teórica e experimental em pluviometria, correntologia, amostragem de água e determinação de suas propriedades físico-químicas de pH, de condutividade elétrica e de componentes sólidos dissolvidos.
2. Realizar a modelagem da correlação entre chuvas na bacia do Rio Acre e comportamento do nível do Rio, principalmente em Rio Branco.
3. Oferecer um mecanismo de previsão de riscos de cheias e vazantes extremas, de utilidade para a Defesa Civil.

### **INDICADORES PARA ACOMPANHAMENTO E AVALIAÇÃO**

| <b>Atividade de capacitação</b>                            | <b>Período</b>    |
|------------------------------------------------------------|-------------------|
| Lançamento da convocatória e matrícula                     | Mês 1             |
| Aulas do módulo I                                          | Mês 2             |
| Trabalho de campo I                                        | Meses 3, 4 e 5    |
| Relatórios I                                               | Mês 6             |
| Aulas do módulo II                                         | Mês 7             |
| Trabalho de campo II                                       | Meses 8, 9 e 10   |
| Relatórios II                                              | Mês 11            |
| Avaliação dos módulos I e II                               | Mês 12            |
| Aulas do módulo III                                        | Mês 13            |
| Trabalho de campo III                                      | Meses 14, 15 e 16 |
| Relatórios III                                             | Mês 17            |
| Aulas do módulo IV                                         | Mês 18            |
| Trabalho de campo IV                                       | Meses 19, 20 e 21 |
| Relatórios IV                                              | Mês 22            |
| Avaliação dos módulos III e IV                             | Mês 23            |
| Elaboração do relatório final e apresentação de resultados | Mês 24            |

## **METODOLOGIA**

O curso pretende capacitar durante dois anos entre 16 e 20 participantes, durante 24 meses. Os participantes devem ter finalizado o ensino médio ou superior. A metodologia indicada se corresponde com a seqüência indicada, sendo que as atividades de medição serão contínuas, segundo a necessidade do monitoramento pluviométrico; e divididas em quatro etapas de trabalho de campo, para a realização das medições das características de fluxo do rio em épocas de vazante e de cheias. O curso será teórico e prático, para desenvolver hábitos e habilidades em relação a:

1. Tempo e clima, função da meteorologia operacional, busca e emprego das informações da meteorologia convencional e por satélite, disponibilizadas em Internet.
2. Introdução à meteorologia e à hidrologia. Medições, instrumentos de medição e localização, manutenção de instrumentos, unidades de medida.
3. Pluviometria mediante o uso de pluviômetros simples como os utilizados no projeto CT-Hidro, CNPq, Processo 552669/2005-9, [http://aafd.educar.pro.br/CT-Hidro\\_2005/IndexMenuHidro.htm](http://aafd.educar.pro.br/CT-Hidro_2005/IndexMenuHidro.htm), bem como mediante pluviômetros digitais de báscula, com uso de dataloggers e de sistema de transmissão de dados.
4. Correntologia, mediante a utilizao do medidor de fluxo Global Water (Medidor de velocidades máximas e mdias em vários sítios e profundidades do fluxo de água do rio). Tabulao e elaborao de gráficos com informaçoes sazonais georeferenciadas.
5. Medio da profundidade do rio para a determinao do perfil de secoes transversais ao longo do seu curso. Elaborato de gráficos dos perfis do rio georeferenciados.
6. Utilizao das informaçoes determinadas para o cálculo da vazão do rio e sua dinâmica espacial e temporal (Vasconcelos et al, 1999a,b).
7. Elaborato de mapas com informaçoes sobre pluviosidade e vazão do Rio Acre, junto a relatórios sobre a correlao entre pluviosidade e vazão do Rio Acre.
8. Modelagem da resposta do nível do Rio Acre às chuvas na sua bacia e simulao do comportamento do rio para prevenir situaoes de risco.
9. Avaliaoes e divulgao de resultados  sociedade.

A seqüência de realizao dos itens anteriormente mencionados atende  lógica de passar dos aspectos básicos para os mais complexos fundamentando com a teoria a experimentao. Motivando o caráter operacional da atividade, com base aos meios modernos de busca, armazenamento e transmissão de dados e informaçoes. Colocando no primeiro lugar o interesse social e econmico da atividade hidrométrica para servir tanto no dia-a-dia das populaoes como na previsão de

circunstâncias adversas, no contexto de uma época onde as mudanças do clima podem interferir no transporte, na agricultura, na geração de energia; e ser motivo de catástrofes onde são afetados o homem, outros seres vivos e o meio ambiente, em geral.

### **INSTITUIÇÃO, OU INSTITUIÇÕES, ONDE SE PRETENDE REALIZAR O CURSO, INFRA-ESTRUTURA FÍSICA E COMPETÊNCIA NELA EXISTENTE PARA EXECUÇÃO DA PROPOSTA**

O Grupo de Estudos e Serviços Ambientais (<http://aafd.educar.pro.br>) da Universidade Federal do Acre, em cooperação com outros grupos da Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Rio Branco, têm experiências na aplicação dos métodos e meios mencionados, e também na realização do processo de ensino-aprendizagem, mediante a utilização da interdisciplinaridade, do trabalho em grupo e do ensino-pesquisa para a obtenção de resultados simultaneamente com a capacitação.

Em termos de meios e métodos diretamente relacionados com o tema do curso o Grupo trabalha em meteorologia e climatologia, instalou e mantém em operação uma rede de pluviômetros digitais em vários municípios do leste do Acre, e em áreas de floresta e da bacia do Rio Acre, cujos dados se disponibilizam na internet, como são:

|                                    |                      |                       |
|------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| ✓ <a href="#">UFAC</a>             | Lat: S 9° 57' 14,34" | Lon: W 67° 51' 44,70" |
| ✓ <a href="#">Transacreana</a>     | Lat: S 9° 57' 25,5"  | Lon: W 68° 9' 54,5"   |
| ✓ <a href="#">Tucandeira</a>       | Lat: S 9° 49' 20"    | Lon: W 66° 52' 36"    |
| ✓ <a href="#">Alto Alegre</a>      | Lat: S 9° 55' 0"     | Lon: W 67° 49' 0"     |
| ✓ <a href="#">Xapuri</a>           | Lat: S 10° 39' 43"   | Lon: W 68° 29' 19"    |
| ✓ <a href="#">Capixaba</a>         | Lat: S 10° 34' 44"   | Lon: W 67° 40' 55"    |
| ✓ <a href="#">Catuaba</a>          | Lat: S 10° 3' 38,5"  | Lon: W 67° 36' 9,2"   |
| ✓ <a href="#">Seringal Espalha</a> | Lat: S 10° 11' 29,1" | Lon: W 68° 39' 43,8"  |

Estão planejadas para serem instaladas e entrar em operação proximamente outras cinco estações pluviométricas que serão localizadas em Brasiléia, Assis Brasil, Plácido de Castro, Assentamento Colibri-Limoeiro e Seringal Oriente. E perspectivamente serão instaladas entre seis e dez estações meteorológicas, para substituir algumas das estações pluviométricas existentes.

Existe também em funcionamento uma rede de pluviômetros de operação manual, destinados à meteorologia urbana em Rio Branco, localizados nos seguintes bairros da cidade:

[Placas Apolônio Sales](#) [Belo jardim](#) [Alto Alegre](#) [Conquista](#) [Rui Lino](#) [Geraldo Fleming](#) [Bairro da Paz](#) [Bosque](#) [Vila Nova Tancredo Neves](#) [Cidade Nova](#) [Novo Horizonte](#) [Esperança](#) [Floresta](#) [Bahia Nova](#) [Itucuma](#) [Santa Maria](#) [Calafate](#)

... e outros, em total mais de quarenta pontos de pluviometria.

Conta-se com uma plataforma de coleta de dados agrometeorológica, instalada no campus da UFAC. E pode ser utilizado o serviço de acesso aos dados disponibilizados em internet por várias entidades tais como Instituto Nacional de Meteorologia, Instituto de Pesquisas Espaciais, Agência Nacional de Águas, etc.

Embora os dados disponibilizados por essas e outras entidades não sempre aparecem em tempo real, eles podem ser úteis para os estudos de hidrometria e climatologia (Duarte, 2006). Em ocasiões alguns das estações instaladas saem de operação causando um vazio de dados de dias, semanas ou meses. A análise desses dados pode ser feito mediante a técnica de dados faltantes.

Por outro lado, conta-se com amostrador de chuvas da marca Eigenbrodt NSA 181 / KD, para coletas de água dos eventos de precipitação, para posteriormente realizar análises físico-químicas, no marco das pesquisas em deposição úmida. As análises que se realizam in-situ, mediante medidores portáteis são as de pH e condutividade elétrica (<http://aafd.educar.pro.br/BioclimaP11.html>).

Para medições de velocidade da água do rio se tem um correntômetro da Global Water, totalmente automatizado, com funções para a determinação de velocidade máxima e média e armazenamento dos registros. Conjuntamente se tem uma embarcação adequada aos fins da navegação pelo rio e realização das medições principalmente em épocas de cheias entre dezembro e abril.

Para a realização dos perfis mediante sondagem do rio será necessária a compra de uma unidade de posicionamento global de tipo marítimo, específico para a sondagem, por exemplo, a sonda GPSMap 178C Sounder; também será necessária a compra de um veículo utilitário para levar por terra a embarcação a pontos distantes não navegáveis em épocas de vazante, entre maio e novembro, bem como realizar a manutenção das estações pluviométricas e a coleta de dados nos sítios de experimentação da bacia do Rio Acre.

Conta-se com salas de aula, laboratórios de computação (que deverão ser adequados para os fins do curso), infra-estrutura predial, água, luz, telefone, internet via cabo, data-show, literatura na biblioteca central da universidade e acesso aos periódicos mais importantes na área de estudo, pessoal de apoio e outras facilidades para a implementação metodológica do curso em suas partes teóricas e práticas.

A Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMEIA) conta com embarcações, motoserras, pessoal de apoio e experiência de navegação no Rio Acre e seus afluentes tais como Riozinho do Rola, Espalha, e outros.

A Prefeitura Municipal de Rio Branco, pela ação da SEMEIA tem desenvolvido trabalhos de desobstrução do leito de alguns rios, recuperação de áreas degradadas nas margens e próximo às margens dos rios, bem como em áreas de nascentes como a do Rio São Francisco; um importante afluente do Rio Acre, que corta a cidade de Rio Branco, e verte suas água no rio passada a cidade de Rio Branco.

## **INDICADORES DE AVALIAÇÃO DO ANDAMENTO DO CURSO**

Os indicadores de avaliação do andamento do curso estão dados na execução dos diferentes módulos de ensino-aprendizagem, trabalhos de campo, relatórios e avaliações do curso e dos participantes.

| <b>Atividade de capacitação</b>                                                                                              | <b>Indicador de avaliação</b>                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Lançamento da convocatória e matrícula                                                                                       | Edital de seleção dos alunos                             |
| Aulas dos módulos I, II, III e IV                                                                                            | Porcentagem de horas                                     |
| Trabalho de campo I, II, III, IV                                                                                             | Banco de dados                                           |
| Relatórios I, II, III, IV e Final                                                                                            | Edição dos relatórios                                    |
| Avaliação                                                                                                                    | Relatórios de avaliações                                 |
| Produtos como resultados das atividades de campo, mapas, correlações, modelagem, imagens e registros gráficos e fotográficos | Artigos, Apresentação em eventos, divulgação em internet |

## **INSTITUIÇÕES, PESQUISADORES ENVOLVIDOS E O RESPECTIVO TEMPO DE DEDICAÇÃO AO PROJETO**

Da Universidade Federal do Acre, três doutores e um mestre.

Da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, um doutor.

Adicionalmente participarão da equipe dois bolsistas de extensão no país (EXP) por um período de seis meses cada um.

A equipe coletivamente, dedicará vinte horas por semana a execução do curso em salas de aula e laboratórios, e dedicação continuada durante duas semanas por mês o trabalho de campo, durante o período programado, com a colaboração dos bolsistas e técnicos apoio.

## **O ENVOLVIMENTO DA EQUIPE TÉCNICA DA INSTITUIÇÃO EXECUTORA E, SE FOR O CASO, DAS COLABORADORAS, NO DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES DO PROJETO**

A equipe técnica das duas instituições participantes: Universidade Federal do Acre e Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Rio Branco serão responsáveis pela organização, desenvolvimento, orientação e implementação do curso, mediante o trabalho dos professores, técnicos e bolsistas.

Em particular, a equipe técnica da instituição executora será responsável pelo cumprimento dos objetivos propostos e a obtenção dos resultados previstos.

**ORÇAMENTO DETALHADO DA PROPOSTA, COM A DISCRIMINAÇÃO DOS GASTOS DE CUSTEIO E CAPITAL, ESTE ÚLTIMO QUANDO PERTINENTE E DEVIDAMENTE JUSTIFICADO**

| <b>Custeio</b>                         | <b>Total</b>     |
|----------------------------------------|------------------|
| Manutenção da embarcação               | 4.000,00         |
| Manutenção do veículo utilitário       | 8.000,00         |
| Diárias de campo                       | 6.000,00         |
| Viagens e diárias                      | 6.000,00         |
| Artigos de escritório                  | 3.000,00         |
| Serviços de terceiros, pessoa jurídica | 6.000,00         |
| Serviços de terceiros, pessoa física   | 4.000,00         |
| Edição de material didático            | 16.000,00        |
| Soluções para calibração               | 500,00           |
| <b>Total de custeio</b>                | <b>53.500,00</b> |

| <b>Capital</b>                                    | <b>Qde</b> | <b>Custo unitário</b> | <b>Total</b>      |
|---------------------------------------------------|------------|-----------------------|-------------------|
| Câmera Digital 7 Megapixels                       | 1          | 2.000,00              | 2.000,00          |
| Medidor de pH/Temperatura MpH-1200 (Bancada)      | 2          | 1.788,00              | 3.576,00          |
| Condutivímetro de Bancada $\mu$ processado NT CVM | 2          | 1.676,00              | 3.352,00          |
| Destilador de água em inox - para 10 L/H, NT 426  | 1          | 1.567,00              | 1.567,00          |
| Termômetros ambientais Incoterm TA7206000         | 2          | 100,00                | 200,00            |
| Pocket PC HP Ipaq Rx3715                          | 1          | 2.300,00              | 2.300,00          |
| Notebook Pentium IV                               | 5          | 6.000,00              | 30.000,00         |
| Impressora HP LaserJet 3020 Multifuncional        | 1          | 2.900,00              | 2.900,00          |
| Sonda GPSMap 178C                                 | 1          | 3.800,00              | 3.800,00          |
| Carro utilitário 4x4                              | 1          | 95.000,00             | 95.000,00         |
| <b>Total de equipamentos</b>                      |            |                       | <b>144.695,00</b> |

Para a realização dos perfis mediante sondagem do rio será necessária a compra de uma unidade de posicionamento global de tipo marítimo, específico para a sondagem, por exemplo, a sonda GPSMap 178C Sounder ou equivalente; também será necessária a compra de um veículo utilitário para levar por terra a embarcação a pontos distantes não navegáveis em épocas de vazante, entre maio e novembro, bem como realizar a manutenção das estações pluviométricas e a coleta de dados nos sítios de experimentação da bacia do Rio Acre.

Para a obtenção de registros fotográficos será necessário comprar uma câmera fotográfica, esses registros são importantes junto para a observação das condições da bacia e suas mudanças. Para as operações com dados diretamente em campo e mobilidade de dados e informações será necessária a compra de cinco notebooks modernos e de um pocket PC (Palmtop), bem como uma impressora para o trabalho de edição de informações. Para o trabalho de análises de águas se precisarão de alguns aparelhos como pH-metro, condutivímetro, termômetros e destilador de água.

Total de recursos solicitados sem incluir a contrapartida de infra-estrutura de salas, laboratórios, equipamentos existentes, salários parciais da equipe, etc.:

|                              |                   |
|------------------------------|-------------------|
| <b>Total de equipamentos</b> | <b>144.695,00</b> |
| <b>Total de custeio</b>      | <b>53.500,00</b>  |
| <b>Total geral</b>           | <b>198.195,00</b> |

Não existem financiamentos de outras fontes para este tipo de atividade.

## **BIBLIOGRAFIA**

CARVALHO, M. C. Estudos básicos das precipitações do Acre. Governo do Estado do Acre. Rio Branco, p.79 e p.88. 1995.

CARVALHO, M. C. O Perfil ambiental da bacia hidrográfica do Rio Acre. Paim, Rio Branco, 2004.

DUARTE, A. Variabilidade e tendência das chuvas em Rio Branco, Acre, Brasil. Revista Brasileira de Meteorologia, v.20, n.1, p.37-42, 2005.

DUARTE, A. A necessidade de otimização das informações meteorológicas na Amazônia Ocidental. Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia, Abril, 2006.

LELIS, G. C.; SOUSA, A. L. Regime Hidrológico dos Rios, Estudo de Caso: Vazão do Rio Acre. UFAC, Rio Branco, 2005, 29p.

LELIS, G. C.; NASCIMENTO, M.N.C. Diagnóstico da qualidade da água do igarapé Belo Jardim. UFAC, Rio Branco, 2006, 50p.

SALIMON, C.I.; VICTORIA, R. L.; BROWN, I. F.; STONE, T. DAVIDSON, E. Mudança de Cobertura da Terra e Fluxo de CO<sub>2</sub> do solo para a atmosfera na Amazônia Ocidental. In: Anais do XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2003, Belo Horizonte, MG. São José dos Campos, SP: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2003. p. 699-705.

VASCONCELOS de FREITAS, M. A.; de OLIVEIRA, E.; GUYOT, J.L.; LOURD, L. 15a Campanha de medições de vazão na bacia do rio Amazonas “Efeito da maré sob a parte baixa do rio Amazonas”, Macapá - Canal de Gurupá - Canal Norte - Porto do Moz - Almeirim - Santarém. Junho - Julho de 1999.

VASCONCELOS de FREITAS, M. A.; de OLIVEIRA, E.; GUYOT, J.L.; LOURD, L. 16a Campanha de medições de vazão e amostragem de água no rio Amazonas. Parte A : Manacapuru – Óbidos, Novembro de 1999.