

# Projeto Básico Ambiental

AHEs Jirau e Santo Antônio

**PROGRAMA DE MONITORAMENTO CLIMATOLÓGICO**

**Porto Velho, Agosto 2009**

## **1. INTRODUÇÃO**

O Programa de Monitoramento Climatológico faz parte dos Projetos Básicos Ambientais (PBA) dos Aproveitamentos Hidrelétricos (AHE) Santo Antônio e Jirau, com capacidades instaladas de 3.150 MW e 3.300 MW, respectivamente, em construção no município de Porto Velho, Estado de Rondônia.

A concepção do Programa de Monitoramento Climatológico visa à complementação dos dados meteorológicos básicos para o aprofundamento do entendimento da dinâmica do clima regional e, ainda, o fornecimento de dados mais consistentes para os novos empreendimentos da bacia do rio Madeira.

Este programa foi inicialmente proposto no Estudo de Impacto Ambiental – EIA dos AHEs Jirau e Santo Antônio e elaborado em estreita cooperação entre a ECSA Engenharia Socioambiental S/S e técnicos da equipe de Meteorologia e Climatologia da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental de Rondônia (SEDAM), com o intuito de conciliar os programas previstos separadamente para cada empreendimento, os quais têm como objetivo principal a geração de dados meteorológicos a serem utilizados na caracterização da evolução do clima local e regional, de modo a subsidiar informações técnicas pertinentes para assegurar a melhor operação dos empreendimentos em foco.

A operacionalização do Programa de Monitoramento Climatológico terá como base a aquisição e a instalação de 04 (quatro) estações meteorológicas automáticas e de 01 (uma) estação de monitoramento de descarga atmosférica nuvem solo, definidas de acordo com as especificações técnicas dos equipamentos estabelecidos para atender às necessidades dos projetos. Estas estações deverão funcionar de modo independente, atreladas a um sistema de comunicação via satélite, que possibilite a transmissão de dados em tempo real, compatível com as redes de estações meteorológicas existentes na região.

O monitoramento climatológico proposto será executado em estreita cooperação com a Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental de Rondônia (SEDAM) e

com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), através da disponibilização dos dados meteorológicos gerados pela SEDAM, por meio de convênios e/ou acordos de cooperação técnica.

## 2. JUSTIFICATIVAS

Atualmente sabe-se perfeitamente que a eletricidade possui um papel vital para o desenvolvimento sócio-econômico das nações e as fontes renováveis de energia estão inseridas nesse papel de destaque, especialmente as hidrelétricas. Portanto, ao elaborar os modelos energéticos, deve-se considerar seus problemas de ordem social e ambiental, bem como os fatores que afetam os índices de qualidade de energia de uma empresa.

No que diz respeito aos aspectos ambientais, a substituição de floresta tropical por uma lâmina de água certamente modifica o balanço de energia à superfície e, conseqüentemente, toda a caracterização do clima de uma região.

Os reservatórios são sistemas aquáticos modificados, extremamente complexos e dinâmicos. São construídos pelo barramento artificial de um vale natural ou pela formação artificial de lagos.

A construção de reservatórios para diversos fins, entretanto, provoca a modificação dos ecossistemas naturais. Devido à grande dimensão dessas obras e à mudança do uso do solo em seu entorno, ocorrem impactos ambientais tanto durante a construção quanto após o início da operação, podendo produzir alterações hidrológicas, atmosféricas, biológicas e sociais, na região de construção e na área atingida pelo lago artificial.

A construção de barragens pode ocasionar alterações no ciclo hidrológico e no microclima de seu entorno. Existem muitas preocupações ecológicas quanto ao impacto que a construção de grandes lagos na Amazônia pode provocar, principalmente relacionadas ao microclima.

As principais alterações microclimáticas potenciais consistem na modificação dos regimes das precipitações, dos ventos e de níveis de temperatura e umidade relativa do ar, evaporação e radiação solar, o que provoca elevação de temperatura e aquecimento do solo. Nessas áreas poderá haver redução nas amplitudes térmicas, com

aumento das temperaturas mínimas e queda das máximas absolutas, além da tendência à estabilização maior dos valores de umidade relativa do ar. Será possível ainda o aparecimento de nevoeiros ou névoas úmidas, podendo causar garoas ou chuviscos.

No caso de grandes usinas hidrelétricas (como, por exemplo, a Usina de Três Gargantas na China e Itaipu, entre o Brasil e Paraguai) a alteração se dá na quantidade de água que passa a evaporar na região onde se encontra o reservatório. O processo de evaporação mais intenso no local pode alterar sua temperatura e umidade, especialmente nas áreas mais próximas do reservatório, alterando conseqüentemente as correntes atmosféricas que passam por ele e o microclima da região. Além disso, os ventos poderão ser ligeiramente mais fortes devido à área de superfície do reservatório, que é maior que a área atual do leito do rio.

Na Hidrelétrica de Sobradinho, no semi-árido nordestino, o estudo da modificação do clima na região da represa indicou um aumento médio de 13% da pluviosidade junto às cidades próximas à barragem do lago (Remanso, Sento Sé e Xique-Xique) e um aumento das precipitações em 16% no trimestre mais chuvoso.

Já no reservatório de Tucuruí, situado na região do baixo rio Tocantins, no estado do Pará, das análises realizadas e com base nos resultados obtidos sobre as possíveis modificações microclimáticas na área do empreendimento, em função da formação de seu lago artificial, pode-se constatar que não ocorreram alterações significativas nos regimes e ritmos de precipitação, quer seja com relação aos totais mensais de precipitação, número de dias com chuvas, início e final do período chuvoso.

Estimativas confiáveis de evaporação de lagos são essenciais no planejamento e gerenciamento de recursos hídricos e estudos de impacto ambiental.

Embora não estejam previstas mudanças significativas no clima em decorrência da implantação dos AHEs Jirau e Santo Antônio, o monitoramento é necessário para a criação de um banco de dados climatológicos que permita acompanhar a evolução do clima, para subsidiar a operação dos empreendimentos e avaliar alterações espaço-temporais, eventualmente promovidas por estes ou decorrentes de mudanças climáticas regionais e globais.

Quanto ao índice de qualidade de energia de uma empresa, as descargas atmosféricas são um dos principais fatores de interferência. Estudos apontam que as descargas atmosféricas são responsáveis pela maioria dos desligamentos não programados das linhas de transmissão e de uma parcela significativa dos desligamentos das linhas de distribuição e da queima direta de transformadores.

Para tanto, deverá ser implantada uma rede de monitoramento meteorológico que ampliará as redes em operação na região, complementando os dados existentes, bem como a implantação de 01 estação de monitoramento, em tempo real, de descarga atmosférica nuvem-solo, a qual permitira que as empresas planejem ações diferenciadas na região. Os dados serão úteis tanto para os AHEs Jirau e Santo Antônio, bem como para outros projetos e estudos, contribuindo ainda para o melhor embasamento dos prognósticos de tempo e clima regulares e específicos e para as aplicações que deles se fazem, importantes no planejamento da operação e da manutenção dos reservatórios e a integração dos dados para o sistema de alerta contra cheias na bacia do rio Madeira, bem como para a ampliação da Rede Integrada Nacional de Detecção de Descargas Atmosféricas. - RINDAT.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Geral**

Consolidar e integrar o monitoramento climatológico previsto nos Programas de Monitoramento Climatológico constantes nos PBAs dos AHEs Jirau e Santo Antônio, de forma a acompanhar a evolução dos parâmetros climáticos locais, antes, durante e após a implantação dos empreendimentos, além de acompanhar a evolução do clima local na área da bacia hidrográfica e sua eventual correlação com a formação dos reservatórios. Adicionalmente, visa atender a Lei 9433/97, denominada Lei das Águas.

#### **3.2 Específicos**

- Complementar e atualizar o diagnóstico climatológico da área dos empreendimentos.

- Embasar a quantificação dos impactos climáticos causados pela implantação dos AHEs Jirau e Santo Antônio.
- Estabelecer um banco de dados meteorológico único que atenda aos dois empreendimentos.
- Fornecer informações climatológicas para outros programas ambientais e para a operação dos AHEs Jirau e Santo Antônio.
- Ampliar a antecedência e a confiabilidade das previsões de tempo e clima na área da bacia do rio Madeira.
- Auxiliar na determinação do grau com que as descargas atmosféricas nuvem-terra afetam a Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora - FEC e a Duração Equivalente de Interrupções por Unidade Consumidora - DEC

#### **4. METAS**

- Estabelecer a configuração da rede de monitoramento climatológico e de descarga atmosférica nuvem-terra no âmbito da área de influência dos AHEs Jirau e Santo Antônio, em consonância às redes atualmente existentes e previstas para a região.
- Selecionar o local para a instalação das 04 (quatro) estações meteorológicas e de 01 (uma) estação de detecção de descarga atmosférica nuvem-solo e propor as especificações técnicas e operacionais para a rede de monitoramentos.
- Estabelecer um Programa de Monitoramento Climatológico que atenda os objetivos diretamente ligados aos AHEs Jirau e Santo Antônio e, que ao mesmo tempo possa ser integrado a políticas regionais e nacionais de monitoramento do tempo, do clima e detecção de descarga atmosférica.

#### **5. BASE LEGAL**

Adicionalmente, este programa visa atender, de acordo com as possibilidades desta integração e do novo escopo de trabalho, às exigências do IBAMA nas licenças ambientais pertinentes.

## 6. Âmbito de Aplicação

O Programa de Monitoramento Climatológico visa prioritariamente cobrir a área de influência direta dos AHEs Jirau e Santo Antônio, além de permitir o apoio aos programas de gestão ambiental do Estado de Rondônia e do Governo Federal.

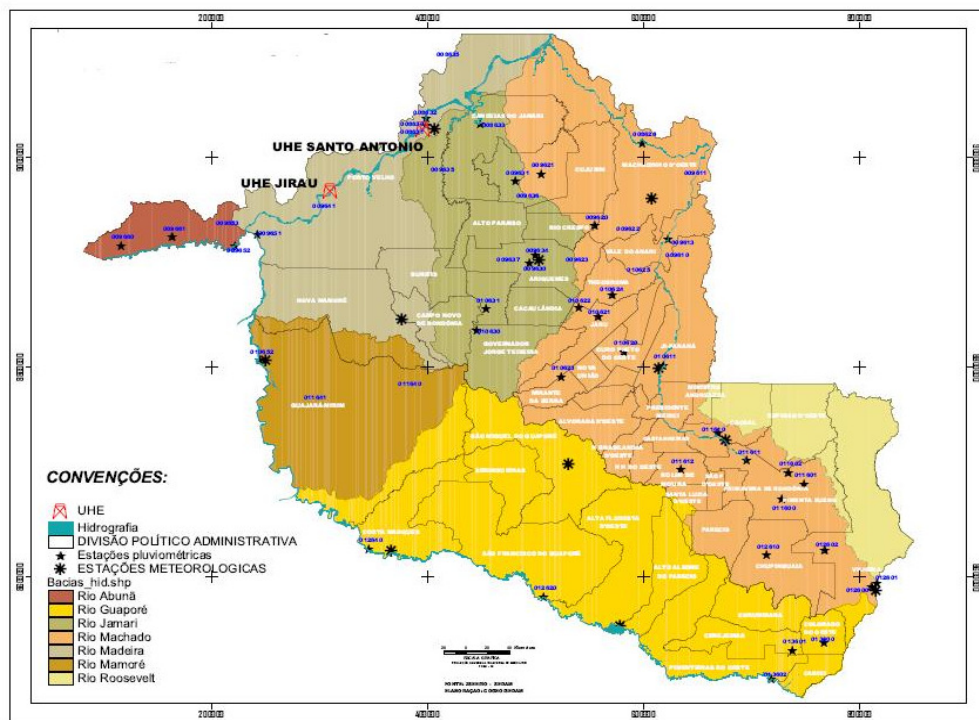
## 7. MATERIAL E MÉTODOS

O estabelecimento do Programa de Monitoramento Climatológico dos AHEs Jirau e Santo Antônio tomou como base a existência de outros programas do gênero ou similares na área de influência dos empreendimentos e na região, tendo sido levantadas às redes existentes ou propostas, sobre as quais foram identificadas as estações meteorológicas, hidrometeorológicas, hidrológicas e especiais, suas localizações, parâmetros, sistemática de operação e instituições mantenedoras.

Foram identificadas as redes existentes e pertencentes à Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental de Rondônia (SEDAM), ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), ao Departamento de Controle do Espaço Aéreo do Comando da Aeronáutica (DECEA/COMAER), ao Sistema de Proteção da Amazônia (SIPAM), a Agência Nacional de Águas (ANA) e Rede Integrada Nacional de Detecção de Descargas Atmosféricas. - RINDAT.

A Figura 1 apresenta a distribuição dessas estações, meteorológicas e pluviométricas, em relação às bacias hidrográficas do estado de Rondônia e a sua localização quanto à proximidade dos AHEs Jirau e Santo Antônio. Vale destacar que em alguns municípios do Estado existe a repetição de rede de coleta de dados meteorológicos a exemplo de: Porto Velho (SEDAM, INMET e DECEA/COMAER), Guajará-Mirim (SEDAM e DECEA/COMAER), Ariquemes (SEDAM e INMET), Cacoal (SEDAM e INMET), Costa Marques (SEDAM e SIPAM) e Vilhena (SEDAM, INMET e DECEA/COMAER).

Figura1: Distribuição espacial das estações meteorológicas e pluviométricas no Estado de Rondônia



A partir da identificação das redes existentes foi estabelecida uma proposta de rede para os dois empreendimentos, que também levam em conta as características climatológicas da região. Desta forma propõe-se a implantação de 04 (quatro) estações meteorológicas automáticas e 01 (uma) estação de detecção de descargas atmosféricas nuvem-solo, no entorno da área de abrangência dos AHEs Jirau e Santo Antônio.

Tendo Porto Velho como centro de observações, local onde já existe monitoramento meteorológico por parte da SEDAM, INMET e DECEA/COMAER, propõe-se definir locais a montante e a jusante dos empreendimentos, bem como na área de formação dos reservatórios, facilitando assim a observação das eventuais mudanças do clima.

## 8. INDICADORES

### 8.1 Premissas



O clima possui forte influência nas potencialidades das regiões. Ele interage com os demais componentes do meio natural, em particular com o solo e a vegetação, as estruturas e os seres vivos.

A elaboração do Programa de Monitoramento Climatológico para os AHEs Jirau e Santo Antônio deve considerar três conceitos para diferenciar escalas climáticas de interesse do projeto, tais como: Macroclima, Mesoclima e Microclima.

Macroclima, ou clima regional, que corresponde ao clima médio ocorrente em um território relativamente vasto, exigindo, para sua caracterização, dados de um conjunto de postos meteorológicos; em zonas com relevo acentuado os dados macroclimáticos possuem um valor apenas relativo, especialmente sob o aspecto agrícola. Inversamente, um mesmo macroclima poderá englobar áreas de planície muito extensas.

Mesoclima, ou clima local, que corresponde a uma situação particular do macroclima. Normalmente, é possível caracterizar um mesoclima através dos dados de uma estação meteorológica. A superfície abrangida por um mesoclima pode ser muito variável, normalmente de áreas relativamente pequenas, podendo fazer referência a situações bastante particulares do ponto de vista de exposição, declividade ou altitude, por exemplo. Muitas vezes o termo topoclima é utilizado para designar um mesoclima onde a orografia constitui um dos critérios principais de identificação, como por exemplo, o clima de um vale ou de uma encosta de montanha.

Microclima, que corresponde às condições climáticas de uma superfície realmente pequena. Pode-se considerar dois tipos de microclima: microclima natural - que corresponde a superfícies da ordem de 10 m a 100 m; e, microclima da planta - o qual é caracterizado por variáveis climáticas (temperatura, radiação) medidas por aparelhos instalados em uma cultura específica. O termo genérico de bioclima é utilizado para essa escala que visa o estudo do meio natural e das técnicas de cultivo.

### **8.1.1 Redes de Observações**

No Brasil, o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) tem sido responsável, desde 1933, pela operação e manutenção de uma rede nacional de observação meteorológica.

A atuação do INMET é ditada no campo interno pelas diretrizes gerais traçadas pelas autoridades governamentais, dentro do programa básico de desenvolvimento nacional e, no campo internacional, pelas recomendações da Organização Meteorológica Mundial (OMM), agência especializada da Organização das Nações Unidas, da qual o Brasil é membro.

A boa técnica de caracterização climatológica para atender a estudos ambientais recomenda a utilização, quando possível, do maior número possível de estações meteorológicas e do menor intervalo de tempo entre cada observação, numa escala temporal de um significativo número de anos, cujo limite pode variar de 05 (cinco) anos (em áreas com regimes climatológicos anuais e sazonais bem definidos e pouco variáveis) a até 20-30 anos (em locais com regimes atmosféricos variáveis anual e sazonalmente). Entretanto, nem sempre, tais bases de informações encontram-se disponíveis.

As observações de superfície são procedimentos sistemáticos e padronizados pela OMM no que diz respeito ao tipo de equipamento, às técnicas de calibração, à aferição, aos ajustes, ao manuseio, aos procedimentos observacionais, aos horários de observação, ao tratamento dos dados, às correções, às estimativas, à transmissão e ao uso operacional. Tais medidas visam à obtenção de informações qualitativas e quantitativas referentes aos parâmetros meteorológicos capazes de serem comparadas e de caracterizarem plenamente o estado instantâneo da atmosfera.

Há dois tipos de Estações Meteorológicas de Superfície: as Estações Meteorológicas Convencionais e as Estações Meteorológicas Automáticas.

As Estações Meteorológicas Convencionais exigem a presença diária do observador meteorológico para a coleta de dados e se dividem em classes de acordo com o número de elementos observados. As Estações de Primeira Classe são aquelas que medem todos os elementos do clima. As Estações de Segunda Classe são aquelas que não realizam as medidas de pressão atmosférica, radiação solar e vento e as Estações de Terceira Classe medem a temperatura máxima, a mínima e a chuva, sendo também conhecidas como termo-pluviométricas.

Outro tipo de estação meteorológica é a Estação Meteorológica Automática com a coleta de dados totalmente automatizada. Nesse tipo de estação os sensores operam

com princípios que permitem a emissão de sinais elétricos, que são captados por um sistema de aquisição de dados (Datalogger), possibilitando que o armazenamento e o processamento dos dados sejam informatizados. Apresenta como principal vantagem o registro contínuo de todos os elementos, com saídas dos dados em intervalos programados pelo usuário. Os dados podem ser adquiridos localmente ou enviados, via sistema de comunicação (telefonia fixa ou móvel ou via satélite) a centrais receptoras, onde as informações são prontamente tratadas por softwares específicos, resultando em registros e gráficos que podem ser disponibilizados em seguida para o usuário.

A rede de Estações Meteorológicas de Superfície do INMET encontra-se em processo de modernização, haja vista que até cerca de 05 (cinco) anos, praticamente todas as estações existentes operavam de modo manual e com operação limitada a 03 (três) observações diárias, nos horários de 12, 18 e 00 horas TMG (Tempo Médio de Greenwich), formando uma base de dados insatisfatória para estudos climatológicos e outras aplicações. Em Rondônia existia apenas a estação meteorológica do tipo 1 em Porto Velho.

Outras instituições, no entanto, em função de seus interesses operativos e científicos, instalaram estações meteorológicas caracterizadas por uma ampla diversidade de parâmetros e regimes observacionais. Nesse contexto, a rede de estações de superfície do Comando da Aeronáutica se mostra razoavelmente consistente, haja vista que opera em regime horário de observações nos principais aeroportos brasileiros desde a década de 50.

Com a evolução tecnológica, muitas outras formas de medição de parâmetros meteorológicos de superfície foram implementadas através de medições automáticas e remotas de superfície ou do espaço, empregando direta ou indiretamente os satélites meteorológicos.

As Plataformas Automáticas de Coleta de Dados (PCDs) são produtos do avanço tecnológico com o objetivo de monitorar o tempo e o clima. As PCDs surgiram da necessidade de inúmeras empresas e instituições em obter regularmente informações colhidas em lugares remotos ou espalhadas por regiões muito grandes. O CPTEC/INPE gerencia o Sistema de PCDs do Brasil, integrado por redes meteorológicas, agrometeorológicas, hidrológicas e de bóias de mais de 100 usuários.

Em Rondônia, a SEDAM, preocupada em divulgar as mudanças climáticas causadas pela transformação do uso do solo, propôs a criação de uma Rede de Estações Meteorológicas Automáticas, de forma a manter a interdependência regional e ao mesmo tempo, trabalhar de forma coordenada, obedecendo a uma diretriz única no que diz respeito à implantação, à operação, à manutenção e ao tratamento e disseminação dos dados coletados.

Utilizando-se de critérios para a localização das estações meteorológicas e as especificações técnicas dos equipamentos, e considerando aspectos como infra-estrutura para instalação, condição de acesso viário e bacias hidrográficas, identificou-se 20 (vinte) locais para serem instaladas as estações meteorológicas automáticas. Atualmente, o Estado consta com 11 PCD instaladas em locais estratégicos, sendo 08 (oito) estações meteorológicas automáticas (Porto Velho, Ariquemes, Guajará-Mirim, Ji-Paraná, Cacoal, Vilhena, Costa Marques, Machadinho d'Oeste) e 03 (três) estações agrometeorológicas automáticas (Campo Novo de Rondônia, São Miguel do Guaporé e Alta Floresta do Oeste).

### **8.1.2 Localização**

De uma maneira geral, a localização de uma estação meteorológica automática obedece às mesmas normas utilizadas para a instalação de estações convencionais. Por suas características de mobilidade, as estações meteorológicas automáticas podem ser colocadas em qualquer lugar onde tenha fornecimento de energia elétrica, quando as mesmas não estiverem acompanhadas de painel solar. O painel solar alimenta uma bateria recarregável, para energizar os sensores também no período noturno e em dias nublados.

O local escolhido para instalação da estação meteorológica ou climatológica, seja ela convencional ou automática, deve ser representativo da área para onde as observações serão destinadas. Normalmente, tomam-se as seguintes precauções ao escolher a área de instalação:

- Evitar condições extremas de relevo;
- A área deve ser bem exposta, tendo longos horizontes, especialmente nos sentido leste- oeste;

- Evitar proximidade de maciços florestais, árvores isoladas e construções de alvenaria, que possam projetar sombra na área da estação ou interferir nas condições atmosféricas locais;
- A área deve ser plana e de fácil acesso e na mesma deve ser mantida grama sempre aparada.

### 8.1.3 Parâmetros

O monitoramento meteorológico automático pode ser estabelecido para atender inúmeras aplicações, envolvendo parâmetros como: direção e velocidade do vento, pressão atmosférica, temperatura do ar, umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica, radiação solar global, radiação ultravioleta, entre outros.

Para o setor que envolve os recursos hídricos, as recomendações do CT-HIDRO ressaltam a priorização dos parâmetros precipitação e evaporação, muito embora a presença de espelho d'água com superfície maior que a calha original possa acarretar alterações diretas no microclima do entorno do reservatório em variáveis como a umidade relativa do ar, temperatura e regime de ventos, entre outras. Tais alterações, dependendo da região, podem assumir maiores amplitudes espaciais.

As variações climáticas somente são constatadas em períodos bastante longos de observações, ficando assim comprovada a importância de estender-se o monitoramento por tempo indeterminado.

## 8.2 Rede Regional de Monitoramento Meteorológico Existente

Atualmente, a macro-região onde se insere os AHEs Jirau e Santo Antônio dispõe de uma esparsa rede de monitoramento meteorológico e hidrológico, composta por 20 estações meteorológicas, 38 estações pluviométricas e 04 estações de detecção de descargas atmosféricas, totalizando 62 pontos de coleta de dados. O conjunto dessas estações pode ser útil para o diagnóstico climático regional ou do macroclima e, principalmente, para aplicações gerenciais de curto-prazo, como, por exemplo, a previsão de tempo, que leva em conta ainda a escala sinótica. Um problema encontrado para a utilização dessas informações é a disponibilidade dos dados, que na maioria das vezes não são repassados aos técnicos e pesquisadores por questões institucionais dos órgãos detentores das informações.

A rede proposta neste programa é composta de 04 (quatro) estações meteorológicas automáticas e de 01 (uma) estação de detecção de descarga atmosférica nuvem-terra, adicionadas às informações das 11 estações pertencentes a SEDAM e das demais existentes na região.

Como se pode verificar na Figura 1, há uma razoável cobertura espacial na região em torno dos empreendimentos, a qual será ampliada, considerando que as informações resultantes do monitoramento individual das estações a serem instaladas possam ser divulgadas sem restrições.

### **8.3 Rede de Monitoramento dos AHEs Jirau e Santo Antônio**

A seleção dos locais de instalação das 04 (quatro) estações meteorológicas e de 01 (uma) estação de detecção de descarga atmosférica nuvem-terra na área de influência dos AHEs Jirau e Santo Antônio deverá levar em consideração:

- As características climatológicas regionais, principalmente os regimes sazonais de ventos;
- A configuração das estações meteorológicas existentes e propostas nos Programas de Monitoramento Climatológico, previstos no PBA do AHE Jirau e no PBA do AHE Santo Antônio, principalmente em termos de localização e dos parâmetros a serem monitorados;
- A oportunidade de ampliar a rede de estações de monitoramento meteorológico da região, contribuindo desse modo para o desenvolvimento de um Sistema de Alerta Meteorológico e de Enchentes, além do monitoramento de descarga atmosférica nuvem-solo.

#### **8.3.1 Localização**

Conforme já fora mencionado anteriormente, o aumento da lâmina d'água decorrente dos reservatórios dos AHEs Jirau e Santo Antônio trará, possivelmente, implicações microclimáticas em seu entorno. As alterações de maior escala tendem a ser reduzidas ou nulas, mas, de todo modo, o maior adensamento da rede de monitoramento meteorológico existente permitirá comprovar essas afirmações, além de contribuir para o refinamento dos prognósticos regionais de tempo e clima.

Para conhecer essas alterações haverá a necessidade de instalação de uma Estação Meteorológica Automática na área de cada empreendimento, às margens de cada reservatório a ser formado, bem como a jusante e a montante dos mesmos.

A configuração dos ventos em escala regional mostra uma variação sazonal em direção e velocidade. A direção predominante do vento assume uma significativa componente de Norte, com deflexões de Nordeste, seguidas de Sul, Sudoeste e Noroeste. As velocidades médias são maiores nos meses de primavera e verão (2,6 m/s em outubro e 2,2 m/s em janeiro) do que nos meses de outono e inverno (1,9 m/s em abril e 2,0 m/s julho).

A localização das 04 (quatro) estações meteorológicas e de 01 (uma) estação de detecção de descarga atmosfera nuvem-solo na área de entorno dos AHEs Jirau e Santo Antônio serão definidas após uma verificação in loco, buscando integrar a área de estudo representativa dos 02 (dois) empreendimentos.

### **8.3.2 Parâmetros**

As estações a ser instaladas deverão monitorar continuamente os parâmetros: vento (direção e velocidade) em 2 níveis (2 m e 10 m), pressão atmosférica, temperatura do ar, umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica, radiação solar, evaporação da superfície líquida do lago (por meio de um evaporímetro flutuante) e descarga atmosférica nuvem-solo.

As estações meteorológicas a ser instaladas deverão possuir a mesma configuração de parâmetros proposta separadamente para os AHEs Jirau e Santo Antônio, com exceção do evaporímetro.

A instalação dessas 04 (quatro) estações meteorológicas, incorporando pluviômetros, dispensaria a instalação de monitoramento pluviométrico complementar, haja vista que a região de entorno dos empreendimentos passará a ter uma densa e suficiente cobertura espacial da precipitação, principalmente se houver a integração com a rede de estações meteorológica da SEDAM e de outras instituições.

A estação de monitoramento de descarga atmosférica nuvem-solo devesse atender as especificações técnicas da Rede Integrada Nacional de Detecção de Descarga Atmosférica – RINDAT.



### 8.3.3 Especificações Técnicas

Cada estação meteorológica deve ser completa, o que inclui tubulações, conexões, dentre outros, com as seguintes características:

a) 01 (um) sensor de direção do vento, com cabo e suporte de fixação em alumínio anodizado.

b) 01 (um) sensor de velocidade do vento, com cabo e suporte de fixação em alumínio anodizado.

c) 01 (um) sensor de pressão atmosférica, com cabo e suporte de fixação em alumínio anodizado.

d) 01(um) sensor de temperatura do ar, com cabo e suporte de fixação em alumínio anodizado.

e) 01 (um) sensor de umidade relativa do ar, com cabo e suporte de fixação em alumínio anodizado.

f) 01 (um) pluviômetro, tipo báscula, com cabo e suporte de fixação em alumínio anodizado.

g) 01 (um) sensor de radiação solar, com cabo e suporte de fixação em alumínio anodizado.

h) 01 (um) registrador flutuante automático de evaporação.

i) 01 transmissor de dados via satélite GOES

As estações meteorológicas propostas deverão conter os sensores especificados nos itens “a” a “g”.

A estação de detecção de descarga atmosférica nuvem-solo deverá possuir um sensor avançado de descarga nuvem-solo e sistema de transmissão via satélite GOES.



Deverão ser observados os critérios apresentados na Tabela 1.

<b>Especificação técnica</b>	<b>Atenda às recomendações da OMM</b>
<b>Documentação</b>	Completa e com suporte ao usuário
<b>Datalogger</b>	Flexível e compatível com os sensores e transmissores de dados de diversas marcas e modelos
<b>Software e aplicativos</b>	De distribuição gratuita ou de baixo custo, acompanhando o equipamento, interativo e com arquivos compatíveis com os aplicativos comerciais (planilhas eletrônicas e editores de textos, por exemplo)
<b>Software para programação do Datalogger</b>	Iterativo e com exemplos reais
<b>Telemetria</b>	Sistema híbrido, permitindo comunicação via rádio, satélite, internet, interface serial e/ou outra interface isolada ou em conjunto.
<b>Garantia</b>	Maior ou igual a 3 anos
<b>Certificados de calibração</b>	Fornecer e atender as recomendações da OMM e/ou requisitos da ISSO 17.025
<b>Custos</b>	Atualmente não existe necessariamente uma relação direta entre custo x qualidade.

**Tabela 1 – Recomendações a serem observadas para as estações meteorológicas**

O acompanhamento das observações meteorológicas das estações deverá ser feito conforme os seguintes procedimentos:

- Leitura a cada minuto, com integração horária, de todos os instrumentos;
- Uniformização dos horários de observação;
- Verificação da coerência e consistência dos dados;
- Análises mensais de acompanhamento das variações dos elementos climáticos medidos nas estações.

Durante a operação das novas estações meteorológicas deverão ser geradas séries históricas dos parâmetros medidos. Estes dados deverão ser coletados e analisados pela equipe especializada. Caso haja interesse da ANEEL ou de qualquer outra instituição oficial e de pesquisa, os dados poderão ser encaminhados para integrarem o banco de dados da entidade. Os mesmos serão disponibilizados para o INMET, através de convênio a ser firmado.

Além das análises de rotina, deverão ser comparados os dados obtidos na estação meteorológica, preferencialmente antes e após a implantação do empreendimento, a fim

de verificar as eventuais modificações ocorridas nas condições climáticas após o enchimento dos reservatórios.

O monitoramento deverá ser permanente, ou seja, enquanto os dois empreendimentos estiverem em operação. O monitoramento das variáveis climáticas deverá começar, pelo menos, um ano antes do enchimento do primeiro reservatório a ser formado.

Por não existirem normas no Brasil, os métodos e as técnicas definidos para obtenção de cada parâmetro deverão ser os comumente usados no meio técnico e científico, os quais normalmente seguem as recomendações da Organização Meteorológica Mundial (OMM).

Os resultados do monitoramento deverão ser documentados em relatórios trimestrais gerenciais e a cada seis meses serão consolidados e encaminhados ao IBAMA, juntamente com demais relatórios dos programas ambientais. Todos os dados e relatórios serão arquivados em banco de dados, que ficará à disposição dos órgãos estaduais e municipais.

Existe uma gama de fabricantes de estações meteorológicas amadoras e profissionais. O padrão a ser adotado no monitoramento do complexo das UHE Jirau e Santo Antônio deve ser profissional e homologado pelo INMET.

## **9. PÚBLICO-ALVO**

AHEs Jirau e Santo Antônio, IBAMA, Governo de Rondônia, Governo Federal, SIPAM, INMET e usuários locais e regionais.

## **10. RELATÓRIOS E PRODUTOS**

A operação da Rede de Monitoramento Climatológico dos AHEs Jirau e Santo Antônio deverá gerar uma consistente base de dados diários, que deverá subsidiar a elaboração de relatórios trimestrais contendo os aspectos introdutórios, a descrição de cada estação, os resultados do monitoramento na forma de gráficos, tabelas e textos explicativos das variáveis meteorológicas, tais como: vento, temperatura do ar, umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica, radiação solar e pressão atmosférica, além de conclusões, bibliografia e anexos.

Os relatórios trimestrais produzidos até o enchimento dos dois reservatórios deverão ser consolidados e caracterizados como Relatório Climatológico da Fase de Implantação. Na medida do possível, os relatórios trimestrais deverão contemplar os resultados das redes de monitoramento existentes e em operação na região.

Para a fase de operação deverão ser elaborados relatórios anuais, de preferência ajustando-os ao calendário base (janeiro a dezembro).

## **11. CRONOGRAMA**

O cronograma do Programa de Monitoramento Climatológico, até o enchimento do reservatório do AHE Jirau, é apresentado no Anexo 1 e deverá contemplar as seguintes atividades:

- a) Diagnóstico das condições atuais da rede regional;
- b) Seleção de locais para instalação das estações meteorológicas automáticas;
- c) Aquisição das estações meteorológicas para o monitoramento climatológico;
- d) Aquisição da estação de detecção de descarga atmosférica nuvem terra
- e) Instalação das estações meteorológicas e detecção de descarga atmosférica nuvem-terra;
- f) Início de operação e testes operacionais (calibração e aferição de sensores);
- g) Integração de dados com as redes existentes;
- h) Manutenção preventiva das estações meteorológicas;
- i) Monitoramento mensal;
- j) Relatórios anuais consolidados

## **12. INTERFACE COM OUTROS PROGRAMAS**

Este programa apresenta interface com os seguintes programas:

- Programa de Monitoramento do Lençol Freático;
- Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico;
- Programa de Monitoramento Hidrobiogeoquímico;
- Programa de Monitoramento Limnológico;
- Programa de Conservação da Fauna Silvestre;
- Programa de Comunicação Social;
- Programa de Educação Ambiental;
- Programa de Saúde Pública.

### **13. EQUIPE TÉCNICA PARA EXECUÇÃO DO PROGRAMA**

02 Meteorologistas, 01 Físico, 02 Geógrafos e 01 Analista de Sistema.

#### **8.1 Responsabilidades**

Cabe aos empreendedores a responsabilidade pela aquisição, instalação e operação das estações meteorológicas.

A integração com a Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental de Rondônia (SEDAM), através da sua Gerencia de Meteorologia e Climatologia é desejada, razão pela qual se recomenda que esta seja chamada a participar do processo desde seu início.

Existem ainda outras instituições locais, regionais e nacionais que, certamente, teriam interesse em receber os dados meteorológicos a serem gerados pelas estações a serem instaladas, tais como: INMET, SIPAM, ANEEL, CPTEC/INPE, Universidade Federal de Rondônia, entre outras. Articulações devem ser feitas com essas instituições visando à ampliação de usuários e parceiros.

### **14. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALVES, F. M.; FISCH, G.; VENDRAME, I. F. 1999. **Modificações do microclima e regime hidrológico devido ao desmatamento na Amazônia: Estudo de um caso em Rondônia (RO) - Brasil**, Acta Amazonica, 29(3): 395 - 409.

ARFI, R. 2003. **The effects of climate and hydrology on the trophic status of Séligué Reservoir, Mali, West Africa. Lake & Reservoirs: research and management**, 8 (3-4): 243-260.

CRUZ, H. C.; FABRIZY, N. L. P. (1995). **Impactos Ambientais de Reservatórios e Perspectivas de Uso Múltiplo. Revista Brasileira de Energia**, v. 4, n. 1. Disponível em: <<http://www.sbpe.org.br/v4n1/v4n1t1.htm>>. Acesso em: 02 ago 2008.

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL dos Aproveitamentos Hidrelétricos Santo Antônio e Jirau, TOMO B e C, maio 2005.

GARCIA, S.; PINTO JR. O. **Uso de dados de descarga em tempo real e em base histórica para melhorar a qualidade de energia elétrica no Brasil**. In VI Seminário Brasileiro Sobre a Qualidade de Energia Elétrica, Belém-PA, agosto 2005.

LINK, V. R.; ROSA, S. L. da. (2000). **Plano diretor de uso de reservatórios de aproveitamentos hidráulicos e seus entornos**. OCTA, São Paulo. Disponível em: <<http://www.octa.com.br>>. Acesso em: 01 ago 2008.

MORTON, F. I. 1986. **Practical estimates of lake evaporation. Journal of Climate and Applied Meteorology**, v. 25, p. 371-387.

Programa Básico Ambiental - PBA dos AHEs Santo Antônio e Jirau, Programa de Monitoramento Climatológico, fevereiro 2008.

SANCHES, F.; FISCH, G. 2005. **As possíveis alterações microclimáticas devido a formação do lago artificial da hidrelétrica de Tucuruí -PA**. Acta Amazônica, 35(1): 41-50.

SANSIGOLO, C. A.; SANTOS, J. M. dos. 2002. **Evaporação do lago de Porto Primavera. Sociedade Brasileira de Meteorologia**. In: XII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Foz do Iguaçu-PR. 2055-2060.

TUNDISI, J. G. (1990). **“Ecologia, limnologia e aspectos socioeconômicos da construção de hidrelétricas nos trópicos”**. (1987). Encontro de Tropicologia, CNPq, Recife, 4, pp. 47-85. Disponível em:  
<[http://www.tropicologia.org.br/conferencia/1987ecologia\\_limnologia.html](http://www.tropicologia.org.br/conferencia/1987ecologia_limnologia.html)>. Acesso em: 01 ago 2008.

VASCONCELOS, C. H.; MORAIS NOVO, E. M. L.de; DONALISIO, M. R. 2006. **“Uso do sensoriamento remoto para estudar a influência de alterações ambientais na distribuição da malária na Amazônia brasileira”**. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 22(3):517-526. Disponível em< [www.scielo.br/pdf/csp/v22n3/06.pdf](http://www.scielo.br/pdf/csp/v22n3/06.pdf) -> acesso em: 12 de maio de 2009

WMO. Guide to Climatological Practices. **World Meteorological Organization (WMO – N°.100)**.Geneva. 1983.

WMO. **The Planning of Meteorological Station Networks. World Meteorological Organization** (Technical Note N° 111 – WMO – N° 265. TP.149). Geneva. 1970.

## 15. EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO PROGRAMA PROPOSTO

TÉCNICO	FORMAÇÃO	REGISTRO EM CONSELHO
Marcelo José Gama da Silva	Meteorologista	CREA - 1.275 / 93-D / RO
Fábio Adriano Monteiro Saraiva	Meteorologista MSc	-
Rosidalva Lopes Feitosa da Paz	Física/Mestranda em Engenharia do Meio Ambiente	-
André de Oliveira Amorim	Geógrafo - MSc em Engenharia Agrícola	CREA- 9125 – D / GO
Nina Rosa Lages	Geógrafa	CREA - 50.622-D / RS
Adriano Luchetta	Analista de Sistema	-

## ANEXOS





