

### **3.3. PROGRAMA DE MONITORAMENTO CLIMATOLÓGICO**

#### **3.3.1. Introdução**

A atmosfera e seus atributos e controles climáticos têm uma grande interação com os corpos líquidos, sejam eles de água doce ou oceanos, e influenciam não apenas o comportamento físico e hidrológico em particular, mas também seus sistemas biológico e ecológico. Decorre daí seu caráter interdisciplinar, não devendo ser abordado individualmente por climatólogos, hidrólogos ou biólogos.

A principal interação entre a atmosfera e o reservatório é o processo de evaporação. A interação entre um lago e a atmosfera ocorre principalmente através da troca de massa e calor. O processo de evaporação, do ponto de vista teórico, deve ser analisado como uma consequência das trocas turbulentas e a distribuição vertical dos atributos meteorológicos na interface ar-água e o perfil acima e próximo do reservatório. Desta forma, o balanço do calor deve ser avaliado não apenas no sentido das trocas verticais, mas também no transporte horizontal de vapor e massa do lago levado pelo vento.

Com a formação do lago e, conseqüentemente, a presença de um espelho d'água com superfície maior que a atual, o nível micro-climático poderá sofrer pequenas alterações na área do entorno do futuro reservatório da UHE Estreito, em elementos como a umidade relativa do ar, temperatura do ar e ventos.

Assim, as medidas de temperatura e umidade do ar no perfil acima da superfície da água e a temperatura desta adquirem particular importância entre os demais parâmetros meteorológicos a serem monitorados na área do reservatório.

Programas de Monitoramento Climatológico são usuais em empreendimentos de geração de energia elétrica, sejam usinas hidrelétricas, termelétricas ou nucleares, pois permitem a identificação de eventuais alterações nas características climáticas da área do empreendimento e, eventualmente, fornecem subsídios para a elaboração de medidas corretivas.

#### **3.3.2. Justificativa**

O Programa de Monitoramento, apresentado a seguir, refere-se às variáveis climatológicas na área do Aproveitamento Hidrelétrico de Estreito e em seu entorno, e busca estabelecer uma série de dados básicos consistentes da área de interesse.

Tendo em vista que a real avaliação das alterações climáticas só poderá ser feita comparando-se as situações climáticas anterior e posterior ao enchimento do reservatório, a principal recomendação diz respeito à instalação de observações meteorológicas, antes do enchimento, uma vez que, mesmo quanto às observações meteorológicas convencionais (rede de pluviômetros e estações meteorológicas de 1ª classe), a região se apresenta com uma densidade muito baixa de estações. Na All só existe a Estação Meteorológica de Carolina, operada pelo Instituto Nacional de Meteorologia - INMET.

Outra recomendação diz respeito à ampliação da rede de pluviógrafos, em virtude da

importância desse tipo de informação para caracterizar o potencial erosivo das chuvas, bem como realizar estudos de sedimentos em suspensão, e o próprio monitoramento e gerenciamento da produção de energia.

A necessidade dos postos de monitoramento climatológico é que eles fornecerão uma série de anos de observação ao longo do segmento temporal relativo às obras, à fase anterior ao enchimento do lago, e posteriormente, à fase de operação da usina. Tal série, embora pequena, já permitiria detectar modificações ocorridas entre uma fase e outra. A partir desses dados, seria possível estabelecer parâmetros para futuras avaliações das alterações climáticas, e suas interações com o ecossistema aquático e o ecossistema terrestre da região. Esse procedimento, além de possibilitar o acompanhamento das possíveis modificações no microclima e no clima local, permitirá estudar melhor os efeitos desse mesmo clima sobre o reservatório.

Uma outra recomendação que indiretamente contribuiria para amenizar os efeitos climáticos indesejáveis é a cobertura vegetal das áreas ao redor do reservatório, e principalmente nas cabeceiras dos rios que drenam para o lago. Não se pode esquecer que a região acusa impactos pluviométricos muito elevados, praticamente todos os anos, e que esse fato, associado ao tipo de estrutura superficial da paisagem, muito frágil (principalmente após a retirada da cobertura vegetal), podem resultar em perdas irreparáveis da qualidade dos solos. Assim sendo, o restabelecimento de equilíbrio por intermédio da atenuação do impacto das chuvas no solo, pela utilização do reflorestamento, deve ser uma premissa fundamental para a região.

Além das observações micro-climáticas, é importante lembrar que, para qualquer tentativa de ajuste de modelos para previsão de nevoeiro, ou do mecanismo de brisa, é necessária uma avaliação contínua dos elementos meteorológicos, principalmente o vento. Desta maneira, recomenda-se a instalação de uma Estação Meteorológica Automática em Estreito. Essa estação seria extremamente útil, não apenas para o registro local de chuvas intensas, nevoeiros etc., mas supriria também uma lacuna da própria rede sinótica brasileira e internacional. Além desses aspectos, a ação do vento é tida como fator importante na instabilidade térmica e erosiva de qualquer reservatório, e na conseqüente reciclagem de nutrientes e distribuição vertical do fito e zooplâncton, que exigem registros contínuos e acurados deste elemento meteorológico.

### **3.3.3. Objetivos e Público Alvo**

O objetivo principal do Programa de Monitoramento Climatológico é o acompanhamento da evolução dos parâmetros climáticos locais, antes, durante e após a formação do reservatório da UHE Estreito.

Como objetivos específicos, destacam-se os seguintes:

- Complementar e atualizar o diagnóstico climatológico da área de interesse.
- Contribuir para a ampliação do banco de dados climatológico das redes estadual e nacional.
- Fornecer informações climatológicas básicas para outros programas ambientais e para a operação da UHE Estreito.

O Programa de Monitoramento Climatológico pretende subsidiar os órgãos municipais localizados na Área de Influência do empreendimento com informações sobre as características climáticas da área em torno da futura estação.

O IBAMA, órgão federal licenciador do empreendimento, deverá receber todos os resultados do Programa, por meio de relatórios semestrais de acompanhamento que lhe serão encaminhados.

Outras entidades poderão se interessar pelos resultados do monitoramento tais como a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL e a Agência Nacional das Águas - ANA.

### **3.3.4. Metas**

Com base nos objetivos do Programa, foram propostas as seguintes metas:

- Instalação de uma estação meteorológica climática na área do empreendimento em um local apropriado a ser definido logo no início das obras civis.
- Obtenção do registro dos parâmetros climatológicos monitorados na estação climatológica implantada pelo empreendedor e as disponíveis na estação de Meteorológica de Carolina operada pelo INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Os parâmetros meteorológicos incluem a medição da temperatura média do ar, umidade relativa do ar, dados de ventos, pressão atmosférica, pluviosidade, radiação solar e temperatura do solo. Os parâmetros climáticos disponibilizados deverão ser analisados e consistidos e seus valores correlacionados com as condições anteriores à implantação do empreendimento.
- Emissão de boletins mensais, com resultados do monitoramento, para circulação entre as equipes de operação e do meio ambiente do empreendimento.
- Emissão de relatórios semestrais de acompanhamento e consolidação dos dados.

### **3.3.5. Procedimentos Metodológicos**

Para o Programa de Monitoramento Climatológico, são previstas as seguintes atividades:

- Designação e contratação de uma empresa ou técnico especializado para instalação dos equipamentos.
- Definição do local adequado para a instalação da estação meteorológica, que deverá ser realizado através de uma inspeção de campo, onde deverão ser considerados aspectos relativos ao acesso e condicionantes topográficos locais.
- Aquisição, instalação e assistência técnica da Estação Meteorológica Climática.
- Acompanhamento e interpretação dos resultados.

A estação automática, deverá conter um sistema de aquisição de dados (Data logger), com sensores para medição de temperatura, umidade, ventos, pressão atmosférica, pluviosidade, radiação solar e temperatura de solo.

É importante lembrar que, a escolha do local da estação é de extrema importância para a qualidade dos dados que serão obtidos posteriormente, devendo atender a alguns requisitos, como condicionantes topográficos, área suficiente para instalação da estação, boa exposição, facilidade de acesso e infra-estrutura, além de não estar exposto a interferências externas que possam prejudicar a qualidade dos dados.

A consolidação do local mais adequado para a instalação da estação climatológica dependerá de um trabalho de inspeção de campo, onde todos estes condicionantes deverão ser verificados “in loco”.

O processamento e a análise dos dados poderão ser realizados através de um convênio com o Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, que adota os critérios recomendados pela Organização Meteorológica Mundial. A adoção de uma mesma sistemática no processo de análise possibilitará o estabelecimento de uma coerência e uniformidade entre as informações monitoradas pelo INMET, e aquelas disponibilizadas pelas redes de estações propostas pelo programa, permitindo desta forma uma integração entre estas informações.

O acompanhamento das observações climáticas deverá ser feito a partir dos seguintes procedimentos:

- Leitura diária 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 na estação.

Os métodos e técnicas definidos para obtenção de cada parâmetro, deverão ser os usualmente usados nos meios técnico e científico, e os resultados do monitoramento deverão ser documentados em relatórios trimestrais gerenciais, e a cada seis meses consolidados e encaminhados ao IBAMA.

Visando garantir a integridade das informações, os equipamentos das estações climatológicas deverão ser objeto de inspeção periódica, através da verificação e calibragem dos equipamentos sensores, que são normalmente realizados pela empresa fornecedora dos instrumentos.

### **3.3.6. Descrição do Programa e Atividades Previstas**

Durante a operação da estação serão geradas séries históricas diárias de temperaturas do ar, umidade relativa do ar, precipitação, evaporação, velocidade e direção dos ventos, pressão atmosférica e radiação solar. Esses dados deverão ser coletados e analisados por uma equipe especializada, ficando disponíveis em um banco de dados para consultas dos órgãos de controle ambiental.

As séries históricas geradas serão rotineiramente comparadas aos dados existentes da Estação Meteorológica de Carolina, que já dispõe de uma série histórica de dados relativamente extensa, permitindo, desta forma, o acompanhamento e a verificação das

possíveis modificações ocorridas no microclima e no clima local, antes e após a implantação do empreendimento.

As observações deverão ter início durante a construção da barragem, ou mais especificamente, dois anos antes da fase operativa, o que contribuirá para a composição de uma base de dados de referência para comparações futuras.

### **3.3.7. Produtos e Resultados Esperados**

No decorrer do programa de monitoramento climatológico são previstos os seguintes produtos:

- Boletins trimestrais com o acompanhamento dos parâmetros climáticos monitorados na estação meteorológica que serão disseminados ao pessoal técnico da usina e em particular entre os responsáveis pela implementação dos demais programas ambientais.
- Relatórios contendo os resultados das análises do comportamento temporal dos parâmetros climáticos monitorados, procurando a identificação de possíveis alterações no microclima principalmente no que se refere aos dados de temperatura média do ar, umidade relativa do ar e ventos.
- Relatórios semestrais contendo os boletins dos parâmetros monitorados bem como os resultados dos estudos abordando eventuais mudanças no microclima regional, cujos documentos serão enviados ao IBAMA.

### **3.3.8. Indicadores Ambientais**

Como indicadores ambientais, foram selecionados os parâmetros climatológicos listados no Quadro 3.3.1, a seguir, cujos padrões de comparação serão estabelecidos no decorrer da execução do Programa, com base nos resultados obtidos na fase anterior à de enchimento do reservatório.

**Quadro 3.3.8. Indicadores Ambientais**

Variável	Parâmetro
	Número de dias de chuva
	Total mensal e anual
Precipitação	Máxima diária
	Variação sazonal
	Curva intensidade x duração das chuvas
	Máxima mensal e anual
Temperatura do ar	Mínima mensal e anual
	Média mensal e anual
	Variação sazonal
	Máxima mensal e anual
Umidade do ar	Mínima mensal e anual
	Média mensal e anual
	Variação sazonal
	Total mensal e anual
Evapotranspiração	Máxima diária
	Variação sazonal
	Velocidade média
Vento	Velocidade máxima
	Direção predominante
	Rosa-dos-ventos
Ponto de orvalho	Diário
	Variação do ciclo anual
Radiação solar	Diária
	Variação do ciclo anual

**3.3.9. Inter-Relação com Outros Programas**

Dentre os programas ambientais da UHE Estreito, o Programa de Monitoramento Climatológico terá uma evidente inter-relação com os seguintes:

- Programa de Comunicação Social e de Apoio à Comunidade Lindeira, pois as características climáticas da área serão divulgadas com base nos resultados consolidados do monitoramento.
- Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas. As informações de natureza climática deverão subsidiar as análises relacionadas à limnologia e qualidade das águas.
- Programa de Monitoramento de Pontos Propensos à Instabilização de Encostas e Taludes Marginais. As informações climatológicas poderão contribuir para a

estimativa do risco potencial à erosão e subsidiar o sistema de alerta no caso de ocorrência de condições meteorológicas críticas.

- Programa de Monitoramento e Gerenciamento Ambiental que coordenará a implantação e execução de todos os programas ambientais

### **3.3.10. Atendimento a Requisitos Legais**

Na implantação e operação da estação deverão ser atendidas as instruções e recomendações preconizadas pela ABNT.

### **3.3.11. Responsáveis pela Execução do Programa e Parceiros Institucionais Potenciais**

A implantação e o desenvolvimento do programa será de responsabilidade do empreendedor, e deverá contar com a participação de instituições como o Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, Agência Nacional de Águas - ANA e o IBAMA.

Para a execução do Programa, deverão ser contratados os serviços de terceiros, selecionados entre as diversas instituições com experiência comprovada no desenvolvimento de trabalhos dessa natureza, para montagem das estações climatológicas.

### **3.3.12. Recursos Humanos, Materiais e Financeiros**

No rateio dos recursos humanos, materiais e financeiros, considera-se que a estação deverá atender aos requisitos ambientais, e ao mesmo tempo, subsidiar as necessidades de informação do próprio empreendimento.

#### **Recursos Humanos**

A equipe de climatologia deverá ser composta por um técnico de nível superior com conhecimentos de meteorologia, e um auxiliar técnico, que cumprirá as funções de manter a estação em funcionamento, além das tarefas relacionadas à análise, consistência e processamento das informações monitoradas e emissão de relatórios.

#### **Recursos Materiais**

É necessária a aquisição dos equipamentos para uma estação climatológica

#### **Recursos Financeiros**

Para a composição dos custos, considerou-se que a estação climatológica entre em funcionamento dois anos antes da operação da usina, e o orçamento deverá cobrir um período de funcionamento de mais dois anos, totalizando quatro anos de monitoramento.

A estimativa preliminar dos custos para execução deste programa é de R\$ 450.000,00 (quatrocentos e cinquenta mil reais). O cronograma de desembolso financeiro previsto é apresentado no capítulo 4 deste PBA.

### 3.3.13. Responsável pela Elaboração do Programa

CNEC Engenharia

Eng. Civil Humberto Jacobsen Teixeira

CREA 37639/D

IBAMA 314913

### 3.3.14. Bibliografia

CNEC Engenharia, 2004, Estudos Complementares ao *EIA-RIMA da UHE Estreito*, São Paulo.

CNEC Engenharia S. A., 2002, Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental – EIA/RIMA da Usina Hidrelétrica de Estreito. São Paulo.

FURNAS/ABB/ALTOM/BIODINÂMICA – Estudo de Impacto Ambiental do Aproveitamento Hidrelétrico Serra do Facão. Rio de Janeiro, 2000.

GEAB – Grupo de Empresas Associadas Barra Grande – Projeto Básico Ambiental da UHE Barra Grande. São Paulo, 2001.

NIMER, E. – Climatologia do Brasil. Rio de Janeiro, IBGE, 1989.

### 3.3.15. Cronograma Físico

O cronograma físico de instalação e operação das estações é apresentado a seguir.