

ELABORAÇÃO – EQUIPE TÉCNICA USHI:

Ely Carlos de Alvarenga

Josete de Fátima de Sá

Nicolás Lopardo

1 INTRODUÇÃO

Esta Diretriz tem como função principal indicar critérios técnicos necessários para permitir e viabilizar o monitoramento dos corpos hídricos de maneira eficaz.


O aumento da competição por água entre os diversos usuários de recursos hídricos é um dos fatores que obriga a Sanepar a ter um melhor conhecimento sobre a disponibilidade hídrica.

Há diversos benefícios de se ter estruturas hidráulicas e uma melhor medição da vazão nas captações de água e nos locais de lançamento dos efluentes tratados, entre eles cita-se: a) disponibilidade hídrica real para subsidiar a ampliação da outorga e evitar a possibilidade de racionamentos; b) cotas de inundação, buscando evitar a descontinuidade do abastecimento; c) as estruturas reduzem a necessidade de medições de vazões advindas das mudanças na seção transversal devido a erosões ou processos de sedimentação.

Serão abordados os princípios de medição de vazão para canais com e sem vertedor. Um problema recorrente encontrado nos locais onde a Sanepar dispõe de empreendimentos, principalmente em captações de água, é que as estruturas hidráulicas não estão preparadas para medições precisas de vazão.

1.1 Definição

Uma estação fluviométrica instalada na seção de um rio tem por finalidade registrar o nível de água ao longo do tempo, permitindo a determinação das vazões correspondentes, através de curvas de descarga construídas a partir de medições de vazão da estação. Esta é composta por um conjunto de réguas linimétricas

 **SANEPAR**

**DIRETRIZES PARA PROJETO
DE INSTALAÇÃO DE RÉGUA LINIMÉTRICA NA SEÇÃO DE CONTROLE
DA BARRAGEM DE NÍVEL**

devidamente referenciadas a uma cota estabelecida e materializada no terreno, a partir de marcos denominados Referências de Nível.


Este estudo contempla a diretriz para o projeto da instalação da régua linimétrica na elaboração dos projetos de engenharia para captação nos cursos d'água, visando à avaliação de quantificar a vazão disponível.

1.2 Objetivo

Este documento tem como objetivo estabelecer procedimento padrão na fase de Projeto de Engenharia para a implantação de estação fluviométrica na captação e deverá conter:

- Modelo de Ficha Descritiva de Estação Fluviométrica, que deverá ser preenchida para cada Estação Fluviométrica implantada e entregue à Sanepar quando do término da execução dos serviços. Esta ficha deve conter várias informações de campo, além do mapa de acesso, croqui de localização e a foto dos locais em que estão instaladas as réguas linimétricas e demais itens de caracterização, inclusive coordenadas e distâncias (conforme o modelo no Anexo 1), de modo a permitir a identificação do local onde serão realizados os serviços desta Contratação;
- Localização do Marco de concreto correspondente a Referência de Nível instalada para o empreendimento de captação, o qual será a Referência para o “zero” da régua linimétrica instalada no Vertedor. Esta ficha deverá conter coordenadas do marco, o croqui de localização e amarração com a régua linimétrica;
- Estação Fluviométrica Padrão - croqui indicativo conforme o modelo no Anexo 2.

Para a instalação da régua se prevê duas verificações: a) vazão mínima (Q95%) para dimensionamento de um trecho da barragem específico para essas vazões; b) vazão máxima com a cota de inundação para risco correspondente ao porte do empreendimento, conforme a Diretriz de Cota de Inundação do MPS.

 **SANEPAR**

DIRETRIZES PARA PROJETO
DE INSTALAÇÃO DE RÉGUA LINIMÉTRICA NA SEÇÃO DE CONTROLE
DA BARRAGEM DE NÍVEL

O modelo das réguas linimétricas para as seções será fornecido pela Sanepar, com o objetivo de padronizar os trabalhos para todo o Estado.


Em geral, medições de vazão a montante de estruturas hidráulicas podem causar grandes erros em função da perda de carga e pela velocidade de aproximação que pode ser sub-crítica.

Para minimizar estes efeitos sugere-se que o trecho do rio tenha declividade suave, seja retilíneo e não tenha formação de ondas. Considera-se que a locação da régua linimétrica e de outros sensores automáticos para medição de vazão com precisão deverá ser de 10 vezes a lâmina de água considerando a profundidade normal (não utilizar profundidade para o escoamento crítico).

No caso da construção do controle hidráulico, soleira vertente ou barragem de regularização de nível, deverá ser construído um vertedor específico para a vazão mínima que seja capaz de escoar 2 vezes a vazão Q95%. A soleira vertente deverá escoar a vazão máxima de projeto.

Ao dimensionar a seção de controle para vazões mínimas deverá ser levado em consideração que é permitido no máximo que a variação de 1 centímetro da lâmina de água corresponda à variação de, no máximo, 10% da Q95%. Portanto, a largura deste vertedor é função da variação máxima permitida da lâmina de água.

- Etapas do cálculo iterativo:
- Arbitrar a largura e obter a lâmina de água, considerando a profundidade normal no vertedor para a vazão de 2 vezes a Q95%;
- Calcular a capacidade de escoamento considerando 1 centímetro a menos do que a lâmina obtida na etapa anterior;
- Calcular a diferença entre as vazões dos passos anteriores e verificar se o valor é inferior à 10% da Q95%. Caso não seja inferior, repetir os passos anteriores.

 **SANEPAR**

**DIRETRIZES PARA PROJETO
DE INSTALAÇÃO DE RÉGUA LINIMÉTRICA NA SEÇÃO DE CONTROLE
DA BARRAGEM DE NÍVEL**

Exemplos de captações da Sanepar com seção de controle para vazões mínimas:



1.3 Referências Bibliográficas

USBR, Water Measurement Manual. Water Resources Technical Publication. 2001.

1.4 Resultados a serem Apresentados

Através da metodologia exposta, deverão ser apresentados como resultados incluídos no memorial de cálculo, no mínimo, os seguintes itens:


- Seções levantadas em campo (perfil e localização em planta) para a implantação da barragem de nível;
- Área de drenagem para a seção em estudo;
- Vazão mínima de estiagem e profundidade da água correspondente na seção em estudo;
- Vazão Máxima calculada para a Cota de Inundação e profundidade da água correspondente na seção em estudo;
- Detalhamento da planta, cortes e perfil da soleira vertente dimensionada.

1.5 Apresentação

A apresentação deverá focar, de maneira sintética, os resultados apresentados no item anterior.

1.6 Aprovação

A definição da seção de controle deverá ser acompanhada e aprovada pela USHI (U.S. de Recursos Hídricos).



DIRETRIZES PARA PROJETO DE INSTALAÇÃO DE RÉGUA LINIMÉTRICA NA SEÇÃO DE CONTROLE DA BARRAGEM DE NÍVEL

ANEXOS

ANEXO 1 - FICHA DESCRITIVA DA ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA

SUDERHSA
Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental
Sistema de Informações Hidrológicas

Cadastro da estação

IDENTIFICAÇÃO

Código:	65035000	Sigla:	AI13
Rio:	IGUAÇU	Tipo Estação:	FFRQDST
Estação:	PORTO AMAZONAS	UF:	PR
Área de drenagem:	3.662,00 km ²	Carta:	SG-22-K-III-1
Bacia:	Iguaçu	Escala:	1:50.000
Latitude:	25° 32' 53"	Órgão:	DSG
Longitude:	49° 53' 22"	Edição:	1959
Altitude:	780,000 m	Classe do rio:	2
Município:	Porto Amazonas	Vazão Média:	68,750 m ³ /s
Entidade:	COPEL	Vazão Mínima:	0,000 m ³ /s
Data instalação:	01/08/1935	Leito do rio:	Rochoso
Data extinção:		Cota Transbordamento:	3,00 m

CARACTERIZAÇÃO

Potomografia:	O rio Iguaçu é formado pelos rios Iraí e Piraquara nos municípios de Piraquara e Colombo. Desenvolve-se na direção sudoeste até União da Vitória tomando em seguida a direção oeste até sua desembocadura na margem esquerda do rio Paraná. Os principais afluentes pela margem direita são os rios: Palmital, Potinga, da Areia, Jordão, Cavemoso, Guarani, e Andradas e pela margem esquerda os rios Negro, Timbó, Espingarda, Jangada, Iratim, Chopim e Capanema.
Localização:	Na margem direita à jusante da ponte que liga Porto Amazonas a Lapa, próximo a rua Conrado Bier, 700 metros a montante do rio Ribeirão Bonito a 4400 metros a jusante do rio Lajeado Liberato.
Acesso:	Pela BR-277, tomando o acesso para Porto Amazonas.
Descrição:	A estação está situada na margem direita do rio Iguaçu, 300 m a jusante da ponte da estrada que liga Porto Amazonas a Lapa. A seção de réguas é composta por 8 lances de réguas sendo: L1= 0 a 3 m, L2= 3 a 4 m, L3= 4 a 5 m, L4= 5 a 6 m, L5= 6 a 7 m, L6= 7 a 8 m, L7= 8 a 9 m, L8= 9 a 10 m e duas referências de nível RN3= 8343 mm e RN4= 5096 mm. Os lances da seção são constituídos por réguas esmaltadas fixadas a perfilados metálicos. A seção de medição está situada a 100m a jusante da seção de réguas. A estação contém um abrigo de alvenaria onde está instalada a estação telemétrica. As leituras de chuva iniciaram em 09/1939.

Ponto de Amostragem: AI.13

Nº QA: 23 Nº Sed.: 10

LANCE DE RÉGUA - SITUAÇÃO ATUAL


Régua	Amplitude (m)
1	0,00 - 3,00
2	3,00 - 4,00
3	4,00 - 5,00
4	5,00 - 6,00
5	6,00 - 7,00
6	7,00 - 8,00
7	8,00 - 9,00
8	9,00 - 10,00

REFERÊNCIA DE NÍVEL

Referência	Cota (mm)	Instalação	Extinção:
(RN) 3	8343,00		
(RN) 4	5096,00		


OBSERVADORES


Nome	Período
Rosa da Mota Cassou Cruz	
Vilmari M. Cruz	

DIRETRIZES PARA PROJETO  **DE INSTALAÇÃO DE RÉGUA LINIMÉTRICA NA SEÇÃO DE CONTROLE DA BARRAGEM DE NÍVEL**

ANEXO 2 - ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA PADRÃO CROQUI

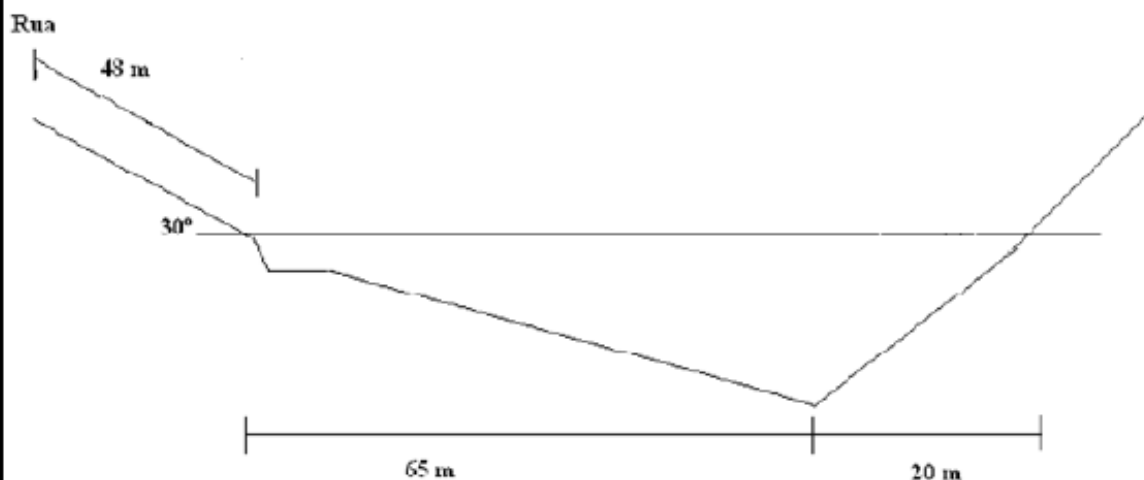
FICHA DESCRITIVA DE ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA

 ANA AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS	Nome da Estação		Município		U.F.	Roteiro	
	Porto Acre		Porto Acre		AC		
	Entidade Operadora		Tipo de Estação		Código ANA		
Prefeitura Porto Acre		Fluviométrica		13610000			
Curso d'água			Bacia Hidrográfica		Área de Drenagem		
Rio Acre			Solimões-Purus-Coari				
REFERÊNCIA CARTOGRÁFICA							
Carta	Folha	Escala	Ano	Latitude	Longitude	DATUM	Altitude
				9° 35' 26" S	67° 31' 56"	SAm'69	108 m
ESTAÇÃO		DATA DA INSTALAÇÃO	ENTIDADE	DATA DE DESATIVAÇÃO	DATA DE REINSTALAÇÃO	ENTIDADE	
FLUVIOMÉTRICA		24.10.2008	UFAC				
FLUVIOGRÁFICA							
SEDIMENTOMÉTRICA							
QUALIDADE DE ÁGUA							
ESTAÇÃO TELEMÉTRICA <input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não Data da Instalação							
LOCALIZAÇÃO							
Dentro da cidade de Porto Acre, na futura área do calçadão.							
ACESSIBILIDADE							
Partindo de sede atual da prefeitura, descendo a rua, na seguinte rua transversal dobrar à direita							
INFRA-ESTRUTURA EXISTENTE							
Estacas de madeira e régua de alumínio.							
OBSERVADOR							
Nome:		CPF:		Inscrição no INSS		Gratificação	
						Banco	
Instrução		Profissão				Agência	
Endereço						C. Bancária	
Bairro		CEP		Cidade		UF	
Telefones p/ Contato (68)		()		Distância da residência à Estação			
EQUIPAMENTOS INSTALADOS							
Equipamento		Marca	Modelo	Autonomia	Ativado em	Desativado em	
Réguas linimétricas		JCTM	RHM-3		24.10.2008		



DIRETRIZES PARA PROJETO DE INSTALAÇÃO DE RÉGUA LINIMÉTRICA NA SEÇÃO DE CONTROLE DA BARRAGEM DE NÍVEL

DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS INSTALADOS E DOS PROCESSOS DE MEDIÇÃO



Réguas linimétricas: lance de 16 réguas de alumínio de 1 m, na margem esquerda do rio; as réguas estão fixadas em estacas suporte de madeira, separadas entre si à distância D em metros, mostrada na tabela a seguir. Na tabela se especifica a distância D(m) entre as réguas N e N+1.

Régua	D (m)	Régua	D (m)	Régua	D (m)	Régua	D (m)
Da 0/1 à 1		Da 4 à 5	2,27	Da 8 à 9	3,0	Da 12 à 13	2,33
Da 1 à 2		Da 5 à 6	2,35	Da 9 à 10	3,45	Da 13 à 14	2,60
Da 2 à 3	2,9	Da 6 à 7	2,14	Da 10 à 11	3,16	Da 14 à 15	3,04
Da 3 à 4	1,7	Da 7 à 8	2,97	Da 11 à 12	3,35	Da 15 à 16	2,57

A seção de controle, em primeira aproximação, está representada na figura acima, o zero de referência está a 20 metros da margem direita do rio, a uma diferença de altura de 17 m abaixo da linha do fundamento da casa vizinha à régua de número 16. As réguas 0/1 e 1 ainda não foram fixadas, está prevista a fixação para a próxima época de seca, em 2009. A localização da régua 2 será modificada e conseqüentemente a distância entre as réguas 2 e 3.

No dia 24 de outubro de 2008, data da instalação do lance de réguas, o nível do rio estava em 2,48 m e a largura do rio ao nível da água era de 85 m. A velocidade superficial do fluxo de água acima do zero de referência era de 0,5 m/s. A área da seção de controle ao nível da água era de aproximadamente 105 m².

Data	h (m)	V (m/s)	L (m)	A (m ²)
24/10/2008	2,48	0,5	85	105

As medições de velocidade foram realizadas com um correntômetro Global Water FP201. As medições de nível em relação à referência zero foram realizadas com um medidor de nível da marca e modelo Levellogger Gold. O nível na seqüência entre as réguas sucessivas foi medido mediante uma trena laser Leica Disto A8. A largura do rio foi medida com a ajuda de uma trena convencional de 100 m. A determinação das coordenadas foi realizada mediante um GPS marca Garmin GPSmap 60CSx.

FLUVIÓGRAFO:

SEGURANÇA DE NIVELAMENTO:

SEÇÃO DE MEDIÇÃO: Na seção de controle acima descrita.

LINHA DE BASE:


PROCESSO DE MEDIÇÕES:

POTAMOGRAFIA: O rio Acre nasce no Peru, próximo da fronteira com o Brasil, e desemboca no rio Purus, em Boca do Acre. No seu percurso, passa pelos municípios de Assis Brasil, Epitaciolândia, Brasiléia, Xapuri, Rio Branco e Porto Acre. As águas dos afluentes, os rios Xapuri, Riozinho do Rola, Andirá e Antimari, assim como de Igarapés, engrossam seu caudal ao longo de meandros, entre as altitudes de 300 e 100 m.

POSIÇÃO EM RELAÇÃO À REDE:


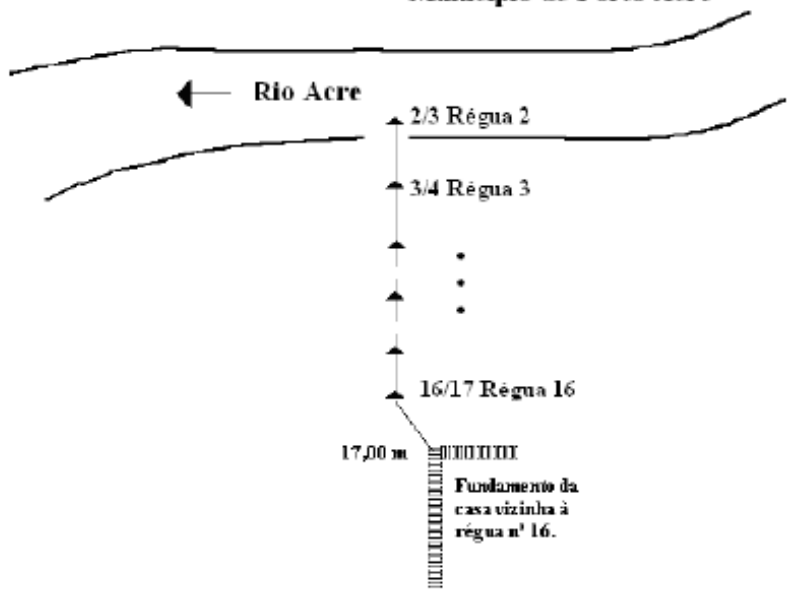
MONTANTE: Rio Branco - AC


JUSANTE: Boca do Acre - AM

 **SANEPAR**

DIRETRIZES PARA PROJETO DE INSTALAÇÃO DE RÉGUA LINIMÉTRICA NA SEÇÃO DE CONTROLE DA BARRAGEM DE NÍVEL

FICHA DESCRITIVA DE ESTAÇÃO HIDROMÉTRICA

CROQUI DE ACESSO							
 ANA AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS	Nome da Estação	Município	U.F.				
	Porto Acre	Porto Acre	AC				
	Entidade Operadora	Tipo de Estação					
	Prefeitura Porto Acre	Fluviométrica	Código ANA				
Curso d'água	Bacia Hidrográfica		Área de Drenagem				
	Rio Acre	Solimões-Purus-Coari					
Município de Porto Acre							
							
Tabela de distâncias entre régua consecutivas							
Régua	D (m)	Régua	D (m)	Régua	D (m)	Régua	D (m)
Da 0/1 à 1		Da 4 à 5	2,27	Da 8 à 9	3,0	Da 12 à 13	2,33
Da 1 à 2		Da 5 à 6	2,35	Da 9 à 10	3,45	Da 13 à 14	2,60
Da 2 à 3	2,9	Da 6 à 7	2,14	Da 10 à 11	3,16	Da 14 à 15	3,04
Da 3 à 4	1,7	Da 7 à 8	2,97	Da 11 à 12	3,35	Da 15 à 16	2,57
<p>OBSERVAÇÕES: Deve-se destacar que as medições hidrometeorológicas feitas e a criação de um posto fluviométrico no município de Porto Acre, derivaram de um curso de capacitação em hidrometria, ainda em andamento, com o qual se pretende divulgar e qualificar a pessoal técnico, professores e a população em geral no sentido dos procedimentos normatizados de medição e da importância das águas. Por outro lado, as medições de verificação em outras estações fluviométricas demonstram a existência de erros sistemáticos de medição do nível do rio Acre nas estações linimétricas de Epitaciolândia, Xapuri e Rio Branco, que podem estar associados à metodologia de identificação e leitura das régua e também ao estabelecimento do zero de referência na seção de controle. Em outras palavras existe uma confusão ao atribuir à régua N a medição de valores de nível entre N-1 e N metros, o qual implica um erro sistemático, em detrimento do correto que é atribuí-lhe valores entre N e N+1 metros. Significa que as informações emitidas pela ANA e outros órgãos para esses postos fluviométricos deverão ser revistas e eventualmente recalculados os valores das variáveis e relações características do rio Acre, como vazão, etc. O assunto pode contribuir com a Agência Nacional de Águas em relação com as Normas e Padrões para Atividades de Monitoramento de Recursos Hídricos, no contexto amazônico.</p>							
Responsável – Entidade		Assinatura		Revisão N.º		Data	
Alejandro Fonseca Duarte Universidade Federal do Acre (UFAC)						10/12/2008	
Prefeitura de Porto Acre (PMPA)							

 **SANEPAR**

**DIRETRIZES PARA PROJETO
DE INSTALAÇÃO DE RÉGUA LINIMÉTRICA NA SEÇÃO DE CONTROLE
DA BARRAGEM DE NÍVEL**

FICHA DESCRITIVA DE ESTAÇÃO HIDROMÉTRICA

RELATÓRIO FOTOGRÁFICO			
 ANA <small>AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS</small>	Nome da Estação	Município	U.F.
	Porto Acre	Porto Acre	AC
	Entidade Operadora	Tipo de Estação	Código ANA
	Prefeitura Porto Acre	Fluviométrica	
Curso d'água	Bacia Hidrográfica		Ares de Drenagem
Rio Acre	Solimões-Purus-Coari		
			
OBSERVAÇÕES: Fotos e informações sobre as instalações pluviométricas e fluviométricas estão em: http://acreibioclima.pro.br/ http://acreibioclima.pro.br/IndexHidrometria.html O acompanhamento do nível do rio está em: http://acreibioclima.pro.br/Nivel_rio_Acre_PortoAcre_08.html			
Responsável – Entidade	Assinatura	Revisão N.º	Data
Alejandro Fonseca Duarte Universidade Federal do Acre (UFAC) Prefeitura de Porto Acre (PMPA)			10/12/2008