

MANUAL DE PROCEDIMENTOS PARA A INSTALAÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS



**SUPERINTENDÊNCIA DE GESTÃO
DA REDE HIDROMETEOROLÓGICA**

Setembro de 2016

© 2016, Agência Nacional de Águas (ANA).

Setor Policial, Área 5, Quadra 3, Blocos "B", "L" e "M" e "T".

CEP: 70.610-200, Brasília-DF.

PABX: (61) 2109-5400 / (61) 2109-5252

Endereço eletrônico: www.ana.gov.br

Comitê de Editoração

João Gilberto Lotufo Conejo

Diretor

Reginaldo Pereira Miguel

Representante da Procuradoria Geral

Sergio Rodrigues Ayrimoraes Soares

Ricardo Medeiros de Andrade

Joaquim Guedes Correa Gondim Filho

Superintendentes

Mayui Vieira Guimarães Scafura

Secretária-Executiva

Todos os direitos reservados.

É permitida a reprodução de dados e de informações contidos nesta publicação, desde que citada a fonte.

Catlogação na Fonte: CEDOC / BIBLIOTECA

A265r	Agência Nacional de Águas (Brasil). Manual de Procedimentos para Instalação, Operação e Manutenção De Estações Fluviométricas / Agência Nacional de Águas. -- Brasília: ANA, 2016. 67p. : il. 1. Fluviometria 2. Agência Nacional de Águas (Brasil)
--------------	--

CDU 005.21

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	5
1.1	Objetivo.....	5
1.2	Diretrizes.....	5
1.3	Aspectos Gerais das Estações Fluviométricas existentes na Rede Hidrometeorológica Nacional.....	7
1.3.1	Estação Fluviométrica Automática	7
1.3.2	Estação Fluviométrica Convencional (Linimétrica)	14
2	PROCEDIMENTOS PARA INSTALAÇÃO DE ESTAÇÃO FLUVIOMETRICA	18
2.1	Escolha do local	18
2.2	Preparação prévia e Materiais Necessários para instalação de estações fluviométricas	19
2.2.1	Estação Fluviométrica Automática	19
2.2.2	Estação Fluviométrica Convencional.....	20
2.3	Estação Fluviométrica Automática	21
2.3.1	Cercado e <i>layout</i> de instalação	21
2.3.2	Instalação da PCD e seus Acessórios.....	23
2.3.3	Instalação dos Sensores para coleta de nível.....	28
2.4	Estação Fluviométrica Convencional.....	36
2.4.1	Verificação de Erros no Nivelamento	36
2.4.2	Estabelecimento do <i>datum</i> e dos Referenciais de Nível (RN)	38
2.4.3	Determinação do perfil transversal do rio	41
2.4.3.1	Levantamento Topográfico da Porção Seca.....	41
2.4.3.2	Levantamento Batimétrico da Porção Submersa	42
2.4.4	Instalação dos Réguas (Linímetros).....	44
2.4.4.1	Lançamento e Nivelamento do lance de réguas.....	44
2.4.4.2	Fixação das réguas nas estacas.....	47
3	PROCEDIMENTOS PARA MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO DE ESTAÇÃO	49
	FLUVIOMETRICA	49
3.1	ATIVIDADES DE CAMPO	49
3.1.1	Inspeção e Operação e Manutenção das Estações Convencionais....	49
3.1.2	Manutenção dos instrumentos, limpeza das estações e preenchimento da ficha de inspeção e relatório fotográfico;.....	50
3.2	SERVIÇOS DE ESCRITÓRIO	52
4	BIBLIOGRAFIA	56

ANEXO I – PROCEDIMENTOS PARA INSTALAÇÃO DE CERCADO METÁLICO	
57	
ANEXO II - INSTRUÇÕES PARA REALIZAÇÃO DO PEG TEST.....	64
ANEXO III - MODELO ANA DA FOLHA DE OBSERVAÇÃO FLUVIOMÉTRICA	
66	
ANEXO IV - MODELO ANA DE FICHA DE INSPEÇÃO CONVENCIONAL..	67

1 INTRODUÇÃO

1.1 Objetivo

O objetivo desse manual é estabelecer os procedimentos básicos a serem seguidos pelos técnicos da Rede Hidrometeorológica Nacional na instalação, operação e manutenção das estações fluviométricas convencionais e automáticas.

Nas estações fluviométricas os níveis da coluna d'água são mensurados de forma sistemática visando à obtenção de uma série histórica. Está associada à estação fluviométrica uma seção de medição onde são obtidos os elementos necessários para a determinação da vazão do rio, dos parâmetros de qualidade da água e das características sedimentométricas, podendo ser coincidente ou não com a seção de réguas linimétricas, onde são registrados os níveis (ou cotas) do respectivo corpo hídrico.

Neste manual somente serão descritos os procedimentos padrões para a instalação, operação e manutenção da seção de réguas linimétricas, enquanto que os procedimentos relacionados às medições de vazão, qualidade da água e sedimentos serão objeto de uma publicação específica ou de uma versão ampliada do presente manual.

O estabelecimento de um padrão na instalação, operação e manutenção das estações fluviométricas decorre da necessidade em garantir uniformidade na execução de procedimentos técnicos no âmbito da Rede Hidrometeorológica Nacional e asseverando conseqüentemente a qualidade e exatidão dos dados fluviométricos coletados.

1.2 Diretrizes

As atividades relacionadas à instalação, operação e manutenção de estações fluviométricas, convencionais ou automáticas, devem seguir as seguintes diretrizes:

- a. A padronização de serviços relacionados à instalação e manutenção de estações fluviométricas é requerida tanto na implantação de novas estações quanto na revisão e substituição dos elementos componentes de estações já estabelecidas, buscando-se nesse último caso, uma transição da rede já instalada para que essa alcance os padrões de qualidade definidos para a Rede Hidrometeorológica Nacional.
- b. É essencial um planejamento adequado das campanhas de campo, uma vez que a equipe de técnicos deve viajar com todas as ferramentas e materiais necessários para executar os serviços de manutenção preventiva e corretiva nas estações, incluindo peças sobressalentes para eventual substituição, bem como os Equipamentos de Proteção Individual (EPI's).
- c. Os trabalhos de campo programados para operação e manutenção de estações fluviométricas compreendem serviços de caráter preventivo e corretivo, recolhimento de boletins junto aos observadores locais e de dados armazenados nas Plataformas de Coletadas de Dados (PCD's), bem como, a supervisão e orientação

daqueles observadores locais no tocante aos procedimentos de registro dos níveis (ou cotas) dos corpos hídricos observados.

- d. A manutenção preventiva tem-se como principal objetivo assegurar o perfeito estado operacional de toda a instrumentação para a leitura de níveis (ou cotas) pelos observadores, no caso das estações convencionais, ou para coleta, armazenamento e transmissão dos dados, no caso de estações automáticas. Além disso, com a manutenção preventiva deve-se garantir a segurança de todos os dispositivos instalados na estação fluviométrica, bem como a segurança dos membros da equipe de campo.
- e. Quando identificada a necessidade de manutenção corretiva, é necessário que seja reestabelecido com urgência o pleno funcionamento ou estado físico adequado dos instrumentos instalados na estação, efetuando-se a substituição de imediato do material ou instrumento danificado ou extraviado, de modo que a série histórica dos dados não seja interrompida. Para isso é imprescindível que as equipes de campo devem dispor invariavelmente de peças de reposição;
- f. Em uma estação fluviométrica convencional, quando for verificado algum problema nos registros de nível do corpo hídrico, a equipe de campo deverá empreender esforços quanto à orientação do observador local sobre a forma correta de leitura dos instrumentos e registro das informações hidrológicas na caderneta.

Na instalação, operação e manutenção de estações fluviométricas convencionais e automáticas devem ser consideradas as execuções das seguintes atividades:

- I. Levantamento Cadastral da Seção Transversal de Medições, a qual deverá ser definida preferencialmente próxima a seção de réguas linimétricas da estação fluviométrica, com o propósito de identificar plano de referência (ou talvegue) do corpo hídrico, garantindo, portanto, o registro de cotas positivas.
- II. Nivelamento geométrico das réguas linimétricas instaladas na estação fluviométrica;
- III. Registro de todas as atividades executadas em cada estação fluviométrica na respectiva ficha de inspeção, incluindo fotos georreferenciadas, visando comprovar todos os serviços prestados pela entidade operadora;
- IV. Verificação das informações transcritas na ficha descritiva de cada estação fluviométrica, e, caso seja necessário, atualização das informações disponíveis, considerando o modelo documental definido e difundido pela ANA no âmbito da Rede Hidrometeorológica Nacional;

1.3 Aspectos Gerais das Estações Fluviométricas existentes na Rede Hidrometeorológica Nacional

Na estação fluviométrica os níveis da coluna d'água são mensurados de forma sistemática visando à obtenção de uma série histórica. Os níveis dos corpos hídricos são definidos como a altura da superfície de água acima de um plano de referência estabelecido. As séries históricas de cotas, utilizadas na forma de hidrogramas, e as curvas-chave são importantes em estudos hidrológicos para subsidiar o planejamento e gestão de projetos em diferentes áreas da engenharia e de políticas públicas tais como: navegação, gestão de eventos críticos, obras hidráulicas, gestão de recursos hídricos, dentre outros (Boiten, 2008).

Nas estações fluviométricas da Rede Hidrometeorológica Nacional é possível mensurar os níveis dos rios (ou reservatórios) de forma automática empregando-se sensores de pressão, radar ou de borbulhamento, com transmissão telemétrica dos dados via comunicação celular ou satelital.

No entanto, todas as estações fluviométricas devem possuir uma seção de réguas linimétricas instalada, com observadores locais, que por meio da realização de leituras diretas nas réguas linimétricas registram, nos boletins analógicos, os níveis daqueles corpos hídricos. Nesse último caso, aquelas cotas podem ser enviadas pelo observador local por telefone fixo ou celular, o chamado sistema *cota on line*, ou telemetricamente, por meio de um display (teclado SDI 12) conectado a uma PCD.

1.3.1 Estação Fluviométrica Automática

Nas estações fluviométricas automáticas os níveis dos rios (ou reservatórios) são coletados por sensores, armazenados na memória internas das PCD's e enviados telemetricamente ao banco de dados corporativo da ANA.

Um Sensor de Nível é um dispositivo que determina automaticamente a posição vertical da superfície d'água em relação a um plano de referência pré-estabelecido. As cotas do rio são coletadas pelos sensores de Nível e são armazenadas e transmitidas, telemetricamente, pelas Plataformas de Coleta de Dados (PCD) que estão conectadas com os sensores. As PCD armazenam e transmitem os dados, automaticamente, via satélite, GPRS ou rádio.

1.3.1.1 Plataformas de Coleta de Dados (PCD)

As PCD são compostas de controladores de carga, bateria, painel solar, modem (sistemas telemétricos) e *datalogger* (Figura 1).



Figura 1- Componentes de uma PCD

Para suporte e proteção de tais equipamentos são imprescindíveis: 1 (uma) caixa de acondicionamento; 1 (um) suporte para instalação da caixa de acondicionamento, do painel solar e da antena de transmissão; solução de aterramento e baterias, cabos e conectores para todos os componentes.

O *datalogger*, a interface para sensores (ligação entre os conectores e o *datalogger*, o regulador de carga de bateria, a(s) bateria(s) e o modem para transmissão de dados são acondicionados dentro da caixa de acondicionamento, confeccionada segundo critérios que garantem sua estanqueidade e durabilidade. Além disso, a caixa de acondicionamento permite o fácil acesso aos componentes da PCD e contém um sistema de chave/fechadura robusto para permitir que a tampa de acesso seja trancada, garantindo, assim, a segurança dos componentes.

As conexões instaladas no exterior da caixa de acondicionamento para o acoplamento dos sensores de medição e a entrada extra, da antena de transmissão de dados, do painel solar, da porta de comunicação entre *datalogger* e computador são instaladas na face inferior da caixa e implantadas por meio de conectores ambientalmente selados, padrão militar (exceto o da antena), feitos de material inoxidável, à prova d'água, à prova de alta umidade e à prova de poeira e invasão de insetos. O conector da antena é do tipo N e homologado pela Anatel. Os conectores são específicos para cada tipo de conexão prevista e, ainda, são identificados, de forma a evitar uma conexão equivocada dos componentes da PCD.

Na PCD estão disponíveis 1 (um) conector para o sensor de chuva, 1 (um) conector para o sensor de Nível da água, 1 (um) conector reserva (de 6 pinos) para ser usado por um eventual sensor extra, 1 (um) conector para o painel solar, 1 (um) conector tipo N para a antena de transmissão e 1 (um) conector para comunicação *datalogger*-computador. O conector extra está conectado à interface padrão SDI-12 (Figura 2).



Figura 2- Foto dos conectores na PCD

A solução de aterramento consiste de, no mínimo: cordoalha de cobre de 5,0 metros de comprimento e área mínima de 25 mm²; hastes de aterramento de 2,0 metros (total de 3 unidades) e dispositivos para conectar a cordoalha de cobre na caixa da PCD e nas hastes.

O suporte da PCD permite a instalação conjunta da caixa de acondicionamento, do painel solar e da antena de transmissão de dados. Geralmente a PCD contém um suporte independente e exclusivo para o sensor de chuva, o qual deve ser instalado a uma altura de 1,5 m acima do solo e livre da interferência dos demais equipamentos da PCD. Tanto o suporte da PCD como o suporte do sensor de chuva são confeccionados em material galvanizado e são resistentes o bastante para garantir a segurança dos equipamentos em condições adversas de temperatura, umidade e vento.

O *datalogger*, dispositivo armazenador de dados, tem baixo consumo de energia e é composto, no mínimo, por: microprocessador, memória interna não volátil do tipo “flash”, canais de entrada necessários para conectar todos os sensores, 1 (uma) entrada serial padrão SDI-12 capaz de conexão com pelo menos 16 sensores no mesmo cabo SDI-12, 1 (uma) entrada serial padrão RS-485, 1 (uma) saída para comunicação com transmissor de dados (via GPRS ou satélite) e, canal para alimentação. O *datalogger* também deve possuir porta de comunicação que permita, via computador portátil, a execução de comandos externos para assegurar a atualização de *firmware*, programação das rotinas de coleta, armazenamento e transmissão dos dados e informações de interesse (Exemplo: dados hidrometeorológicos, parâmetros de configuração da PCD e dos sensores em operação), configuração e calibração dos sensores (Exemplo: offset e ganho), download e upload dos parâmetros de configuração da PCD e dos sensores, download dos dados e informações armazenados.

As entradas analógicas são convertidas para digital com o mínimo de 12 bits de resolução, os sinais elétricos recebidos dos sensores são convertidos automaticamente em suas correspondentes unidades de medição (unidades de engenharia). Cada entrada do *Datalogger* possui proteção contra transientes induzidos, por meio de varistores, acopladores óticos ou outro tipo de proteção similar.

O *datalogger* atende aos requisitos mínimos de taxa de aquisição, codificação digital e armazenamento de dados, considerando-se os sensores conectados.

O programa de operação e os dados carregados no *datalogger* são armazenados em memória interna não-volátil, tipo flash, possibilitando que os dados e o programa, bem como o horário e a data (atualizados instantaneamente pelo relógio da PCD), sejam mantidos inalterados no caso de eventual falta de energia. A memória deve ter capacidade suficiente para armazenar os dados coletados por todos os sensores, pelo período mínimo de 1 (um) ano, considerando uma frequência de aquisição de 15 minutos, além do registro dos eventos de chuva nesse período.

O *datalogger* tem capacidade de gerenciar a memória interna, de modo que, quando esta estiver cheia, os novos registros substituem os mais antigos, mantendo a integridade dos dados. No caso de falha de alimentação de energia ou durante a substituição da(s) bateria(s), o *datalogger* possui a capacidade de ser programado para reassumir todas as suas funções no momento em que a carga for restabelecida, sem a perda dos dados e da configuração anterior. O *datalogger* possui sistema de monitoramento, armazenamento e transmissão dos dados relativos ao status da bateria (voltagem) e à temperatura interna.

As PCDs são alimentadas por sistema de captação de energia solar composto de painel solar, regulador de carga com potência de, no mínimo, 20 Watts (mesmo que o painel solar seja de potência inferior) e bateria do tipo selada, livre de manutenção e gelatinosa.

A bateria utilizada na PCD é recarregável, do tipo selada, gelatinosa e livre de qualquer manutenção e tem capacidade de fornecer energia à PCD durante pelo menos 3 (três) dias sem nenhuma recarga, de forma a garantir a operação sem interrupção das estações em locais ou períodos com baixa insolação.

O regulador de carga, componente do sistema de alimentação, obedece rigorosamente à máxima taxa de carga de segurança permitida para a(s) bateria(s) utilizada(s), considerando o Nível máximo de tensão da bateria, a fim de evitar qualquer dano, risco de explosão de gás ou sobrecarga da mesma.

Na Rede Hidrometeorológica Nacional a coleta de dados de Nível é feita por meio de sensores de pressão, de borbulhamento ou de radar. Estes dispositivos são conectados às PCD que armazenam e transmitem os dados coletados.

1.3.1.2 Sensores de Nível e Teclado Padrão SDI-12

Os sensores de pressão utilizados na Rede Hidrometeorológica Nacional são do tipo célula cerâmica, em que a pressão exercida pela água sobre uma célula cerâmica capacitiva modula a corrente de um circuito eletrônico, possibilitando estimar o Nível d'água.

No sensor capacitivo a deformação causada pela pressão é medida usando um elemento capacitivo. A pressão P causa a variação da distância entre os dois eletrodos. A variação da distância H muda a capacitância do sistema (Figura 3)

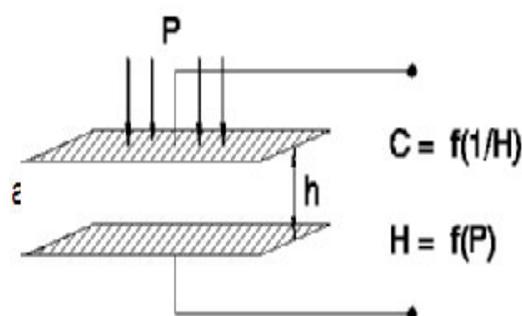


Figura 3- Esquema de funcionamento do sensor capacitivo.

Os sensores de pressão (transdutores de pressão) recebem a pressão da lâmina d'água e são internamente programados para converter a pressão em metros de coluna d'água. Esse dado é enviado à PCD por uma interface serial digital tipo SDI-12.

Os requisitos mínimos para o sensor tipo Transdutor de Pressão são os seguintes (Quadro 1):

Quadro 1 – Especificações técnicas do sensor transdutor de pressão

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Programável para frequência de leituras entre uma leitura por segundo e uma leitura por dia; - Grau de proteção IP68; - Faixa de medição: 0 a 20 metros; - Faixa de temperatura de operação: 0 °C a + 55 °C; - Exatidão: $\pm 0,1\%$ do limite total, combinando não-linearidade, histerese e repetibilidade; - Sinal de saída em corrente de 4 a 20 mA (2 fios) ou via padrão de comunicação de dados SDI-12 ou RS-485; - Compensação automática da influência de variações de temperatura; - Compensação da influência das variações da pressão atmosférica feita através de instalação de barômetro junto à caixa de proteção; - Conexão elétrica com cabo integral de poliuretano, com os devidos conectores para ligação entre o sensor de Nível a PCD, moldado ou similar, submersível, sem tubo ventilado, e com 100 metros de comprimento e; - Material do corpo do sensor em aço inox ou equivalente. |
|--|

Já o sensor de borbulhamento mede a pressão necessária para se lançar uma bolha de ar de dentro de um tubo ou capilar (depende do modelo) mergulhado na água (Figura 4).

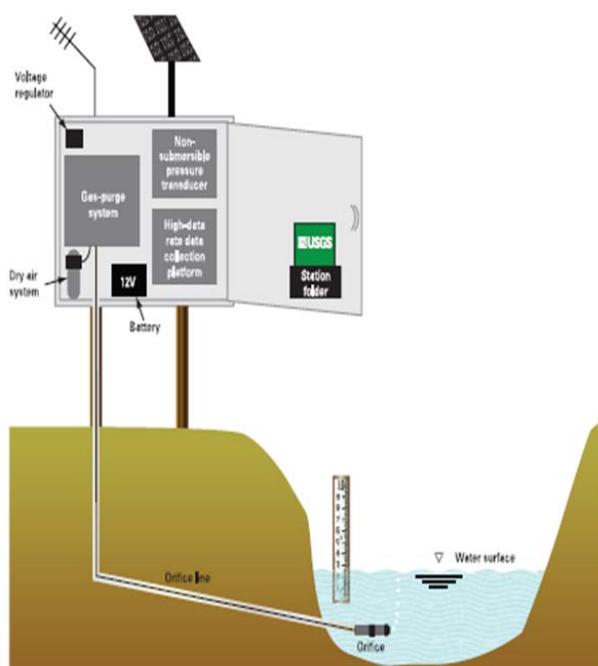


Figura 4- Esquema de funcionamento do sensor de borbulha.

Os requisitos mínimos para o sensor tipo borbulhador são os seguintes (Quadro 2):

Quadro 2 - Especificações técnicas do sensor tipo borbulhador

- Permitir a realização de medidas e, uma frequência mínima de 01 leitura por minuto.
- Permitir a programação (frequência e duração) dos ciclos de purga. Permitir que o intervalo de realização das medidas possa ser programado no próprio sensor, ou comandado por um *datalogger* via protocolo de comunicação de dados SDI-12.
- Faixa de medição mínima: 0 a 15 metros de coluna d'água.
- Resolução: ± 1 mm
- Incerteza Máxima: ± 10 mm.
- Sinal de saída via padrão de comunicação de dados SDI-12.
- Faixa de Alimentação Mínima: 10 a 16 Vcc.
- Consumo de energia máximo diário: 10 Wh/dia considerando 01 medida a cada 15 minutos e 01 purga, com duração de 5 minutos, uma vez ao dia.
- A pressão deve ser gerada por um compressor de pistão ou mecânico integrado ao equipamento.
- Compensação automática da influência das variações de temperatura e da pressão atmosférica.
- Conexão elétrica: cabo em poliuretano com blindagem elétrica e diâmetro externo de 5,5 a 10 mm, com os devidos conectores para ligação entre o sensor de Nível a PCD, e 02 metros de comprimento.
- Tubo de Medição: o tubo de medição deve ser próprio para o uso em instalações de sensor de borbulhamento, constituído de polietileno, com diâmetro interno de 1/8" e externo de 3/8", e 100 metros de comprimento (sem emendas).
- Faixa mínima de temperatura de operação: $- 5$ °C a $+ 55$ °C.
- Faixa mínima de umidade de operação: 0% a 95% não condensada.
- Grau de proteção IP43 ou superior.

- Deverá ser fornecido, 2 (dois) dispositivos para emenda do tubo de medição;
- Deverá ser encaminhado certificado de calibração para cada sensor.

O sensor de radar, por sua vez, calcula o Nível d'água medindo o tempo gasto para uma onda eletromagnética, emitida pelo sensor, ser refletida na superfície da água e retornar ao aparelho. A instalação do radar requer a observação de distâncias mínimas de obstáculos evitando, por exemplo, áreas turbulentas que influenciem a correta coleta dos dados do Nível do rio (USGS, 2010).

Os sensores de radar são internamente programados para converter a frequência eletromagnética refletida da superfície d'água em cota. Em geral os sensores de radar requerem uma estrutura para instalação do equipamento imediatamente acima da superfície d'água tais como uma ponte ou uma haste de suporte (USGS, 2010). Tipicamente os radares tem um ângulo de trabalho (*beam angle*) de 12 graus. Isso significa que o cone de varredura na superfície d'água depende da altura em que o sensor de radar é instalado. Portanto, é preciso verificar se o cone de varredura do radar está afetado por obstáculos que interfiram na medição (Figura 5).

Dentre as vantagens do radar incluem-se os fatos de que o sinal eletromagnético, em geral, é imune a condições climáticas e não afeta seres humanos ou a flora e a fauna (USGS, 2010).



Figura 5- Sensor de radar instalado numa ponte.

Os requisitos mínimos para o sensor tipo Radar são os seguintes (Quadro 3):

Quadro 3 - Especificações técnicas para o sensor tipo radar

<p>Programável para frequência de leituras entre uma leitura por segundo e uma leitura por dia;</p> <p>- Grau de proteção IP 67 ou superior;</p> <p>- Faixa de medição: 0,5 a 15m;</p> <p>- Faixa de temperatura de operação: 0 °C a + 55 °C;</p> <p>- Precisão: +/- 0,25% do Fundo de Escala;</p> <p>- Ângulo Total Máximo de Abertura: 10°;</p> <p>- Sinal de saída em corrente de 4 a 20 mA - 2 fios, ou via padrão de comunicação de dados SDI-12 ou RS-485;</p> <p>- Compensação automática da influência de variações de temperatura;</p>

- Alimentação: 12 a 36 Vcc;
- Conexão Elétrica: Cabo integral de poliuretano, com os conectores devidos para ligação entre o sensor de Nível a PCD, moldado ou similar, e com 250 metros de comprimento;
- Montagem: Flange ou cano roscado;
- Material do invólucro: Material inoxidável resistente às intempéries e;
- Todos os componentes (medidor, cabos, acessórios) totalmente protegidos contra umidade.

Uma alternativa ao uso de sensores de Nível numa estação automática é a instalação de uma Teclado Padrão SDI-12 (*display*), dispositivo que possibilita a inserção manual dos registros de cotas pelo observador, conectado à PCD e assim fica possível a transmissão dos dados por telemetria.

O Teclado Padrão SDI-12 é um dispositivo que possui uma tela do tipo *display* LCD, um teclado de 16 teclas, porta de comunicação RS-232 para configuração via *software* em PC e uma caixa de proteção para instalação e uso em ambientes *outdoor* (Figura 6).



Figura 6: Teclado Padrão SDI-12 (*Display*)

1.3.2 Estação Fluviométrica Convencional (Linimétrica)

Réguas:

Este tipo de estação consiste de lances de réguas graduadas em centímetros (linímetros) e confeccionadas em materiais resistentes a corrosão, por padrão, alumínio anodizado ou PVC. As réguas são fixadas em estruturas estáveis que podem ser estacas de madeira, estacas de material reciclado de PVC, pilares de pontes ou outras estruturas estáveis de concretos (Figura 7).



Figura 7: Estação fluviométrica com lance de réguas

Os lances de réguas linimétricas devem ser instalados preferencialmente no alinhamento da seção transversal do rio, sempre voltadas para a margem de modo a permitir a leitura pelo observador local. A quantidade de réguas linimétricas de uma estação fluviométrica é variável em função da morfologia da seção transversal, contudo este conjunto de réguas deve assegurar a leitura do nível de água para toda a faixa de cotas possíveis, tanto na estiagem quanto nas enchentes.

Quando as réguas linimétricas forem vandalizadas, levadas por uma enchente ou derrubadas por outro motivo, outras devem ser reinstaladas na mesma cota do que as anteriores. Para isso, utiliza-se como referência altimétrica uma ou mais Referências de Nível (RRNN), instaladas nas proximidades da seção de réguas linimétricas, cuja cota deverá estar amarrada ao plano de referência local da estação fluviométrica. Além disso, as RRNN instaladas servem também para verificar se as réguas linimétricas estão niveladas corretamente.

Referência de Nível (RN):

Fisicamente, uma Referência de Nível (RN) constitui-se de uma calota ou pino metálico chumbado num bloco de concreto (ou em qualquer outra estrutura fixa) próxima da seção de réguas linimétricas. Para garantir que a referência altimétrica de uma estação fluviométrica não seja perdida (p.ex. em um evento crítico de cheia), pelo menos 2 (duas) RRNN devem ser instaladas, sendo que uma delas deve estar posicionada acima da linha de enchente observada naquela localidade.

Níveis topográficos óticos e digitais:

Na Rede Hidrometeorológica Nacional os equipamentos utilizados frequentemente na instalação ou manutenção da seção de réguas linimétricas, ou simplesmente na execução do nivelamento geométrico das mesmas, tem sido os Níveis Topográficos Óticos. No entanto, esses equipamentos estão sendo substituídos gradativamente pelos Níveis Topográficos Digitais (Figura 8). Esses tipos de níveis, quando adequadamente utilizados, provem a acurácia necessárias para a manutenção do nivelamento exigível do lance de réguas.



Figura 8- Níveis Ótico (a) e Digital (b)

A mira falante, instrumento auxiliar dos Níveis Ótico e Digital, tem estrutura confeccionada em madeira, fibra de vidro ou alumínio, desmontáveis ou articuladas, com sua régua de medição confeccionada em aço, alumínio ou invar. Em geral, a mira falante usada na Rede Hidrológica Nacional (RHN) é feita em alumínio, com as opções de leituras em código de barras para o Nível Digital, e escala numérica para os Níveis Óticos e Digitais (Figura 9).



Figura 9 - Mira Falante com régua de código de barras e de escala numérica

O Nível Topográfico trata-se de um equipamento clássico, empregado fundamentalmente nas operações de nivelamento geométrico. Em termos gerais, consiste basicamente em uma luneta montada sobre um tripé, que pode ser nivelada com precisão através de parafusos calantes e bolhas. Quando este equipamento está devidamente nivelado pode-se afirmar que o mesmo, independente da direção visada, está materializando o plano horizontal local.

Ao empregar um Nível Ótico nas atividades de nivelamento geométrico, o operador executa leituras sobre uma régua em escala numérica posicionada sobre o ponto cuja cota deseja-se determinar. Nos equipamentos óticos, o sistema de leitura é constituído por 3 fios stadimétricos horizontais e um vertical, sendo a leitura de nível executada na interseção dos fios horizontal central e vertical¹ Em geral, o grau de ampliação dos níveis óticos é de aproximadamente 30 vezes, o que permite leituras precisas em distâncias de até 50m (USGS, 2016).

¹ Os demais fios stadimétricos são empregados na confirmação da leitura do fio horizontal central, pois, considerando que o equipamento esteja funcionando perfeitamente, a média dos valores lidos por aqueles fios correspondem ao valor do fio central.

Em termos operacionais, a execução de um nivelamento geométrico com níveis digitais é muito semelhante ao efetuado com um nível ótico. No nivelamento geométrico com níveis digitais, o operador faz a visada, empregando a luneta ótica, sobre uma mira falante com código de barras, e solicita a medição ao instrumento, que em seguida mostra o valor correspondente no display do aparelho. Enquanto, no nivelamento geométrico com níveis óticos, o operador faz a visada, empregando a luneta ótica, sobre uma mira falante com escala numérica, realiza a leitura do fio estadimétrico horizontal central, registrando-o numa caderneta de campo. Cabe ainda destacar que os níveis digitais contêm sistemas óticos que permitem que os mesmos façam leituras em miras falantes com escala numérica.

O princípio de funcionamento de um nível digital é o processamento unidimensional de imagens, a partir de uma visada sobre uma mira falante em código de barras (ou codificada). A leitura desta mira falante é feita através de uma rede de sensores, que reconhecem a sua codificação através de um processo de correlação entre a imagem observada e a gravada na memória do instrumento (imagem padrão).

Se bem calibrados, os níveis digitais são menos sujeitos a leituras subjetivas comparativamente aos níveis óticos, visto que as mesmas são realizadas automaticamente, dispensam estimativas e são registradas na memória do equipamento, evitando assim, a presença de erros grosseiros de anotação neste processo. Outra vantagem dos níveis digitais é que eles também são dotados de capacidade ótica servindo como um sistema backup em caso de pane elétrica do sistema de aquisição. Como já mencionado, a grande desvantagem destes níveis é a possibilidade de ocorrerem falhas nos seus sistemas eletrônicos, acarretando leituras equivocadas em campo.

Observador hidrológico local

Na estação fluviométrica o observador local é a pessoa responsável por medir as cotas na seção de réguas linimétricas. A leitura da cota deve ser feita diariamente, duas vezes ao dia, sempre às 7h e 17h. O observador anota o valor do nível (cota) do rio ou do reservatório numa caderneta de anotação específica chamada “boletim fluviométrico”.

Em situações especiais, na qual o conhecimento das informações de cota é necessário diariamente (ou com uma frequência temporal maior), existe a possibilidade deste observador local informar o valor da cota observada por telefone, diretamente à Agência Nacional de Águas via serviço de voz ou SMS. Esse sistema é comumente chamado de “*Cota Online*”.

2 PROCEDIMENTOS PARA INSTALAÇÃO DE ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA

2.1 Escolha do local

A macrolocalização da estação é definida no planejamento da rede hidrometeorológica que observa, em grande medida, o atendimento de objetivos relacionados a quantificação de transferências e compartilhamentos interestaduais e internacionais dos recursos hídricos, eventos hidrológicos críticos, balanços e disponibilidades hídricas, avaliação de mudanças e tendências de longo prazo, avaliação da qualidade da água e regulação e planejamento dos recursos hídricos.

Uma vez definido o planejamento da rede, a seleção do local de instalação da estação fluviométrica deve observar os fenômenos hidráulicos e morfológicos que ocorrem no rio, de modo que a microlocalização da estação deve atender aos seguintes critérios (USGS, 2016; Boiten, 2008):

- A montante e a jusante da estação deve haver, preferencialmente, 100 m de trecho retilíneo do rio de modo a evitar meandros.
- A vazão deve estar totalmente confinada em um único canal, para todas as cotas, de modo que nenhuma parcela de fluxo seja perdida.
- Deve haver uma lâmina d'água suficiente para que todas operações sejam realizadas durante o ano, por exemplo, a leitura do Nível por transdutores de pressão.
- O local da estação deve reunir condições para que, sensores, régua e seções de medição estejam sujeitos ao mesmo tipo de controle seja de seção ou de canal.
- Preferencialmente, as margens devem ser estáveis, o mais encaixado possível, de modo a conter ondas de cheia e, preferencialmente, livre de vegetação.
- A extensão do lance de régua, o local de instalação do sensor e/ou a locação da PCD devem ser baseadas na identificação de níveis históricos máximos e mínimos, de modo que esses dispositivos possam funcionar plena e corretamente para toda a faixa de variação de cotas.
- A escolha do local de instalação deve ter em conta a manutenção da integridade da estação, evitando-se com isso, possíveis vandalismos e a garantia de sua longevidade
- O local deve ser acessível durante todo o ano de modo que a operação da estação seja possível. O local deve permitir, principalmente, que o observador realize com facilidade as leituras diárias da régua. Caso necessário, a autorização do proprietário da área contígua à estação, e na qual se faz necessário o acesso, deve ser solicitada previamente.
- A estação deve ser alocada, preferencialmente, em trechos do rio em que mesmo nas condições de águas baixas, não ocorra rio cortado. Por outro lado, a estação não deve ficar submersa durante as águas altas.
- A locação da estação deve ser tal que sejam evitados danos causados por barcos, resíduos flutuantes ou desmoronamento das margens.
- A localização da estação deve evitar efeitos de remanso devido, por exemplo, a confluências. Preferencialmente a localização deve ser escolhida logo a montante do controle de seção de modo a evitar a influência de assoreamento ou erosão.

- Um ou dois referenciais de Nível devem ser implantados nas proximidades de modo que o *datum*² seja regularmente checado.

Para investigação do atendimento dos diversos fatores informados anteriormente pode ser realizado um reconhecimento em escritório com auxílio de mapas, informações georreferenciadas e, também, o reconhecimento de campo.

2.2 Preparação prévia e Materiais Necessários para instalação de estações fluviométricas

A logística necessária para instalação de estações fluviométricas compreende uma série de etapas preliminares a ida ao campo, quais sejam: definição dos locais e tipos de equipamentos à serem instalados, recurso financeiro (suprimento de fundo), ferramental apropriado, *checklist* do material e equipamentos à serem utilizados/instalados, teste dos instrumentos/equipamentos e levantamento das informações dos locais a serem visitados. No que concerne especificamente ao recurso financeiro (suprimento de fundo) esse tem por propósito permitir a aquisição de materiais, a contratação de pequenos serviços (serralheria, obras civis e eletrônica) e contratação de mão de obra (serviço braçal, eletricista e pedreiro).

A seguir são apresentados detalhes sobre os materiais necessários para instalação de estações fluviométricas.

2.2.1 Estação Fluviométrica Automática

Os materiais mínimos necessários para instalação de uma estação fluviométrica automática são apresentados a seguir (Quadro 4), sendo que os quantitativos são variáveis e dependem do local da estação. Para isso é necessário um reconhecimento preliminar do local escolhido para instalação da PCD, a fim de ajudar a definição mais precisa do material e quantitativo a ser levado ao campo.

Quadro 4 – Material mínimo para instalação de PCD

<p>Ferramentas:</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Furadeira profissional para concreto;✓ Furadeira/parafusadeira à bateria;✓ Policorte;✓ Gerador de energia;✓ Inversor;✓ Escada extensível de no mínimo 6m (dobrável);✓ Caixa de ferramentas completa;✓ Chaves, alicates e pinça de relojoeiro;✓ Ferro de solda;✓ Esticador de cinta de aço;✓ Escavadeira, pá, enxada e enxadão;✓ Nível de pedreiro;✓ Nível topográfico;

² O *datum* da estação fluviométrica é a superfície de referência em relação à qual todas os elementos constituintes da estação (RN e lance de régua) são nivelados.

- ✓ Trena;
- ✓ Garrafa de calibração do Pluviômetro;
- ✓ Tubo de calibração do sensor de nível;
- ✓ Motosserra;
- ✓ Roçadeira;
- ✓ Mesa para posicionamento do notebook.

Eletrônicos:

- ✓ Multímetro;
- ✓ GPS de mão;
- ✓ Câmera fotográfica;
- ✓ Notebook;
- ✓ Distânciômetro ou trena a laser

Materiais diversos:

- ✓ Fita isolante, de auto fusão e de borracha (mastic);
- ✓ Espaguete termo retrátil;
- ✓ Graxa e cola de silicone;
- ✓ Buchas plásticas e de metal de diversos tamanhos;
- ✓ Parafusos, porcas, arruelas e pregos de diversos tamanhos;
- ✓ Fita plástica de diversos tamanhos.

2.2.2 Estação Fluviométrica Convencional

Os materiais mínimos necessários para instalação de uma estação fluviométrica convencional são apresentados a seguir (Quadro 5), os quantitativos são variáveis a depender do local da estação, cabendo um reconhecimento preliminar para definição mais precisa.

Quadro 5 – Material mínimo para instalação de estação fluviométrica convencional

- ✓ 10 Escalas de 1 metro de alumínio anodizado ou PVC (modelo indicado pela ANA)
- ✓ 10 Estacas de madeira, 2m x 10cm x 10cm ou estacas de material reciclado de 2m x 10cm x 12cm (dependendo do ponto de monitoramento);
- ✓ 20 m de ripões (2cm x 6cm);
- ✓ 600 g de pregos para madeira 2,5 x 10;
- ✓ 20 parafusos com porca e arruela;
- ✓ 03 latas de 3,6 litros de tinta esmalte a base de água e secagem rápida na cor ouro;
- ✓ 01 lata de 1 litro de tinta branca (esmalte sintético);
- ✓ 02 sacos de argamassa (para confecção da base do RN)
- ✓ 01 chapa em modelo padrão para RN

A seguir estão listados o maquinário, equipamentos, ferramentas e materiais de consumo mínimos que cada equipe de campo deverá possuir para realizar de maneira adequada os serviços de operação, instalação e manutenção das estações hidrometeorológicas (Quadro 6):

Quadro 4 – Equipamentos e materiais de consumo para manutenção das estações fluviométricas

Equipamentos para instalação e manutenção das Estações: Alavanca de Aço; Alicates de Pressão; Arco de Serra; Caixa Organizadora de Ferramentas; Caixa Organizadora de Materiais; Câmera Fotográfica Digital com GPS; Cavadeira Articulada; Cavadeira Reta; Cinturão de Segurança; Enxada; Extensão de energia 30m; Facão; Ferro de Solda; Furadeira de Impacto Profissional; Gerador de Energia; GPS Portátil; Inversor de energia; Jogo de alicates; Jogo de

chaves de boca; Jogo de chaves de Fenda / *Philips*; Lanterna; Marreta; Martelo; Multímetro; Nível de cantoneira; Notebook (Telemetria); Pá; Parafusadeira Profissional; Rádio *Walk Talk*; Roçadeira Multi Uso; Talha Manual de Alavanca.

Material de Consumo para inspeção e manutenção das Estações: Bateria 12v 12 Ah; Botas de PVC; Caixa de borracha; Caixa de lápis 2b; Caixa de pincel p/ Quadro Branco; Capa de chuva; Capacete de Proteção; Colete Salva Vidas; Garrafão Térmico 20L; Guarda Sol; Luva de couro; Macacão com Bota impermeável p/ medição a Vau; Óculos de segurança; Par de Botas Plásticas de Chuva; Par de Botinas de Couro; Prancheta; Protetor Solar FPS 60; Quadro Branco 120 x 90 cm; Repelente; Uniforme de segurança.

Sugere-se que a equipe de campo utilize como meio de transporte uma **Caminhonete tipo Pickup traçada ou seja 4 x 4**, visto que este veículo deverá percorrer estradas de terra para chegar em na maioria das pontos de monitoramento pluviométricos e fluviométricos

2.3 Estação Fluviométrica Automática

2.3.1 Cercado e layout de instalação

O Plataforma de Coleta de dados deve ser instalada no interior de um cercado com a finalidade de melhorar a aparência da estação, desencorajar a entrada de pessoas não habilitadas, bem como, impedir danos ao equipamento por animais. O cercado padrão utilizado pela ANA é confeccionado em painéis metálicos fabricados em aço trefilado galvanizado e pintados com tinta poliéster na cor branca (Figura 10).



Figura 10- Cercado para proteção da PCD

Para a montagem e instalação do cercado metálico devem ser seguidos os procedimentos apresentados no Anexo I. Ressalta-se que as laterais do cercado devem ser orientadas nas direções cardeais.

A disposição dos equipamentos no interior do cercado metálico deve ser realizada de acordo com a tipologia de ponto de monitoramento que ele comporta. Para o caso de o cercado conter apenas a PCD, suas dimensões e a disposição do equipamento no seu interior devem seguir o layout mostrado na Figura 11.

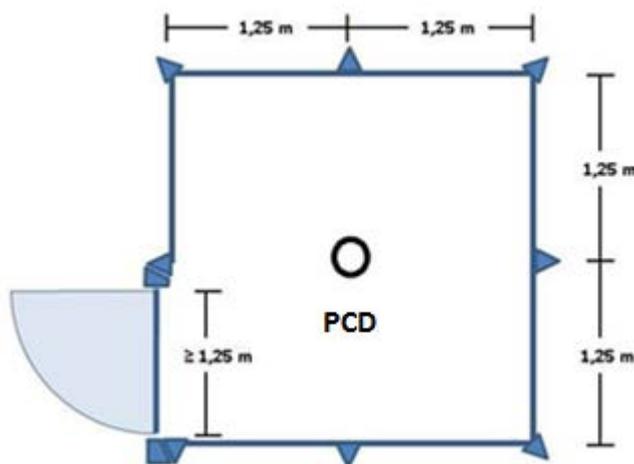


Figura 11- Layout e disposição do Plataforma de Coleta de dados (PCD) no interior do cercado

No caso de o cercado conter, além do PCD para coleta de nível, uma estação telemétrica com pluviômetro automático e convencional podem ser consideradas pelo menos duas possibilidades de disposição dos equipamentos no interior do cercado, conforme disposto na Figura 12. Nesses casos, deve-se observar atentamente a posição do painel solar da PCD uma vez que esse equipamento pode interferir na coleta de chuva nos pluviômetros. A recomendação é que a instalação do cercado observe a orientação cardinal mostrada na Figura 12 com a face do painel solar voltada para a direção norte.

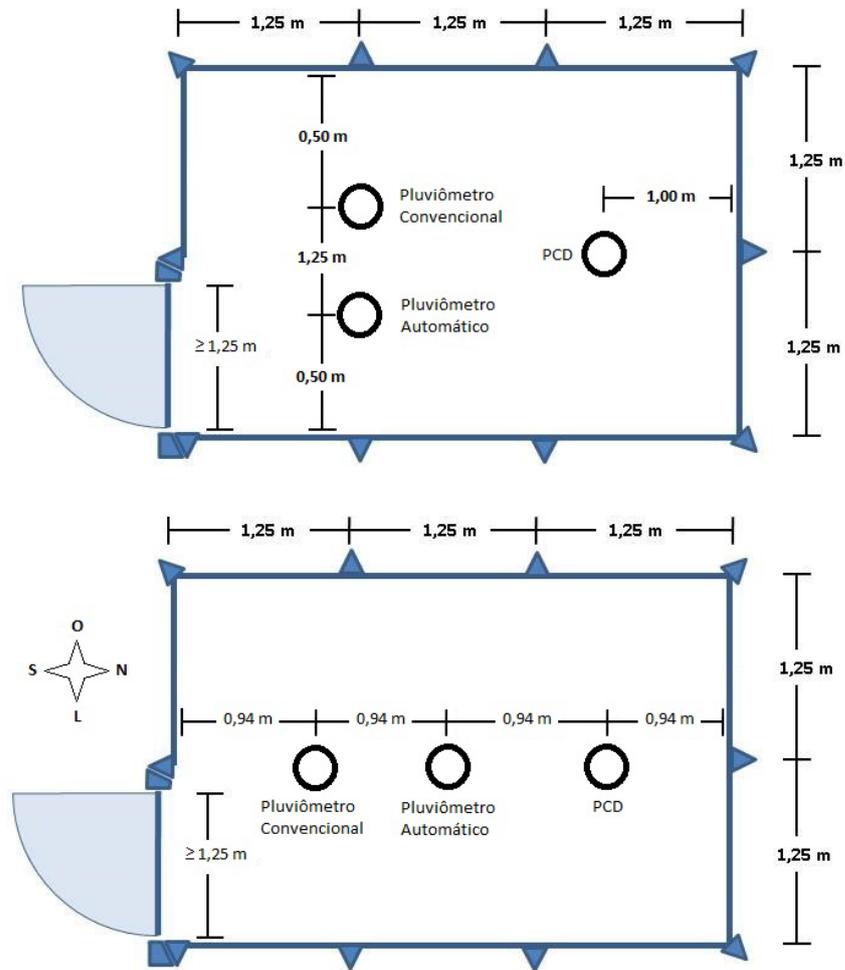


Figura 12- Layout e disposição do pluviômetro convencional no interior do cercado

2.3.2 Instalação da PCD e seus Acessórios

A PCD geralmente é a parte mais sensível e valiosa de uma estação automática e sua instalação deverá assegurar sua proteção contra vandalismo e inundação e facilidade de acesso para download dos dados e manutenção.

Os componentes da Plataforma de Coleta de Dados dispostos na caixa de acondicionamento, bem como o painel solar, as antenas de transmissão (GOES e GPRS) e antena do GPS devem ser instalados num suporte em tubo galvanizado de 3 m de comprimento por 2" de diâmetro nominal com espessura mínima da parede de 3,2 mm. O suporte deve possuir tampa rosqueável na extremidade superior, além disso, deve ter furos e hastes de travamento na base inferior (Figura 13).



Figura 13 – Haste de suporte da PCD com tampa rosqueável na extremidade superior

Antes da instalação da caixa de acondicionamento, do painel e das antenas, o tubo de aço galvanizado deve ser engastado no solo em uma profundidade de 0,4 m em base concretada com concreto simples, cuidando-se para que as hastes de travamento sejam posicionadas previamente nos furos existentes na base do tubo de modo a que seja assegurado a estabilidade da haste e sua perfeita fixação (Figura 14 e Figura 15).

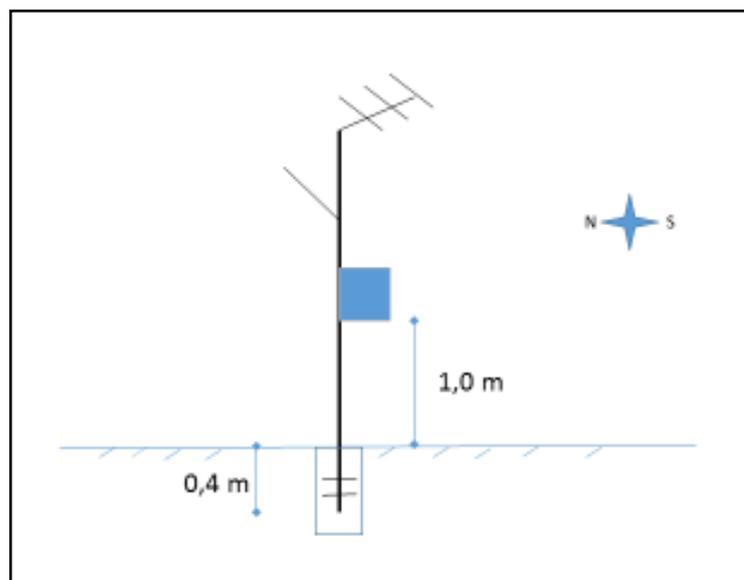


Figura 14 - Esquema de Instalação do suporte e da caixa de acondicionamento da PCD



Figura 15- Travamento dos postes metálicos

Após o endurecimento do concreto, procede-se a afixação da caixa de acondicionamento da PCD com as abraçadeiras em aço galvanizado que são disponibilizadas. Essas abraçadeiras deverão possibilitar a instalação da caixa de acondicionamento da PCD em tubos de aço galvanizado de 3 m de comprimento por 2” de diâmetro nominal com espessura mínima da parede de 3,2 mm. Além disso, a caixa da PCD deve ser instalada, preferencialmente, voltada para o Sul Verdadeiro, pois assim sua parte frontal receberá menos incidência dos raios solares e, conseqüentemente, menor aquecimento dos componentes no interior da mesma.

Na instalação das antenas deve-se seguir as orientações seguintes:

- Evitar emendas nos cabos de Rádio Frequência (antenas). Os cabos devem ser instalados em lances contínuos para um bom funcionamento do sistema.
- Quando necessário aumentar o comprimento do cabo o mesmo deverá ser feito por meio de conectores.
- Utilizar cabos com impedância de 50 ohms certificados pela ANATEL.
- Os conectores de antenas deverão ser soldados e não climpados.
- Utilizar cabos o mais curto possível e evitar deixar grandes sobras de cabos enrolados.
- Evitar instalar o cabo com curvas anguladas (a ponto de vincar o cabo) e não estrangular o cabo com fitas plásticas ou similares, prefira utilizar mais cintas apertadas somente o suficiente. Isolar todos os conectores com fita de auto-fusão para prevenir a entrada de umidade.
- Fixar bem a antena para evitar que ela se mova ou oscile prejudicando a comunicação.
- As antenas direcionais devem ser apontadas para a direção do alvo. As antenas de celular devem ser apontadas para a torre de celular, e a antena GOES para o satélite.
- O posicionamento da antena deve ser definido com base em aplicativo específico (ver Figura 16 e Figura 17).

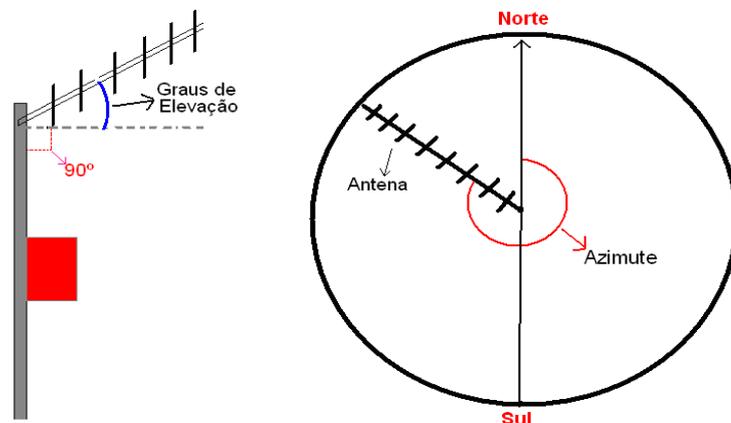


Figura 16- Esquema de posicionamento da antena da PCD

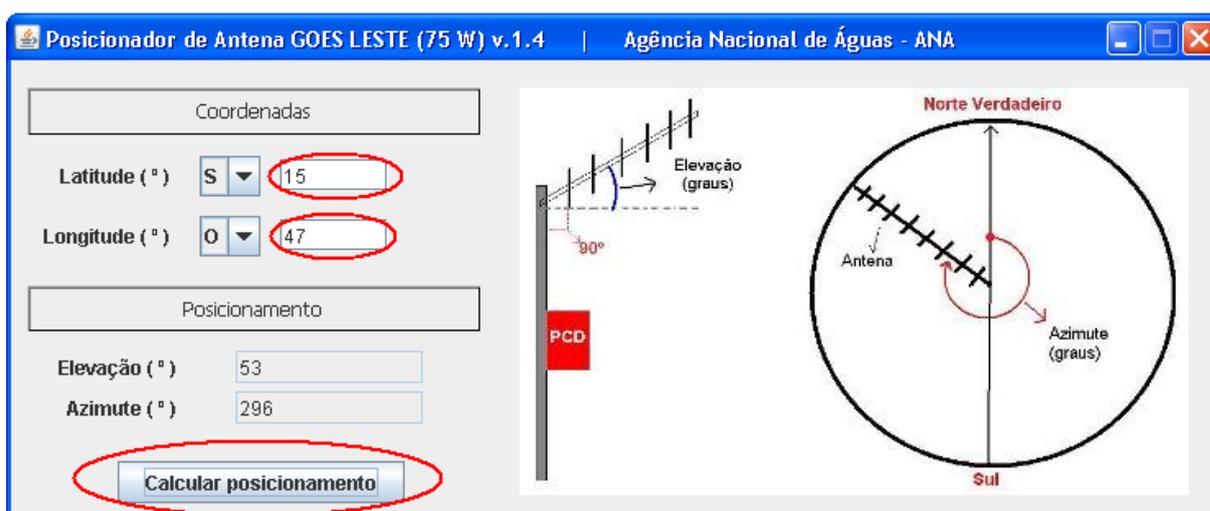


Figura 17 - Tela do aplicativo PosicionadorGOES

Em relação ao painel solar as recomendações são as seguintes:

- Para melhor rendimento o painel solar o mesmo deve ser instalado voltado para o Norte Verdadeiro com a seguinte inclinação:

Latitude do Local	Ângulo de Inclinação
0 a 10°	20°
10 a 50°	Somar 10° à latitude do local
> 50°	60°

- Quando necessário aumentar o comprimento do cabo deverá ser utilizado fios com bitola igual ou superior àquela do cabo original e a emenda deverá ser preferencialmente soldada e protegida com fita de auto-fusão para evitar a entrada de umidade.
- O painel solar deve ser utilizado com um controlador de carga e nunca deve ser ligado diretamente à bateria, sob risco de danificá-la.
- O painel solar possui polaridade, portanto deverá se ter cuidado para não inverter os fios. Caso tenha dúvida utilizar um multímetro para conferir.
- A presença de poeira ou limo reduz sensivelmente a energia produzida pelo painel solar, portanto o mesmo deverá ser limpo com frequência.

O dimensionamento correto de um aterramento é complexo e leva em consideração fatores como resistividade e tipo do solo, geometria e constituição da haste de aterramento, formato em que as hastes são distribuídas, entre outros.

O ideal é que o sistema de aterramento possua uma resistência inferior a 10 ohms, medida que pode ser obtida com auxílio de um terrômetro (equipamento que mede a resistência do terra).

Para atingir a resistência desejada o normal é a utilização de hastes instaladas em paralelo. Contudo, quando mesmo com o aumento no número de hastes não se consegue diminuir significativamente a resistência o tratamento químico do solo pode ser a solução.

No que tange ao aterramento as recomendações são as seguintes:

- As barras devem agruparem-se de maneira a formar polígonos, que podem ser abertos ou fechados (Figura 18);
- Buscar manter sempre a distância entre as hastes o mais próximo possível do comprimento das hastes.
- A união entre as hastes a cordoalha de cobre deve ser bem feita, de preferência utilizando solda exotérmica. Não sendo viável a utilização de solda exotérmica, dar preferência para abraçadeiras próprias e de boa qualidade.
- Para melhorar a eficiência e evitar acidentes, as hastes e a cordoalha devem ser enterradas em profundidade superior a 20 cm.
- A cordoalha de cobre deve ser conectada diretamente na caixa da PCD ou na base da haste da PCD através de abraçadeira apropriada. Neste caso a ligação deve ser completada até a base da caixa da PCD utilizando fuso de cobre de 2 ou mais milímetros de diâmetro.

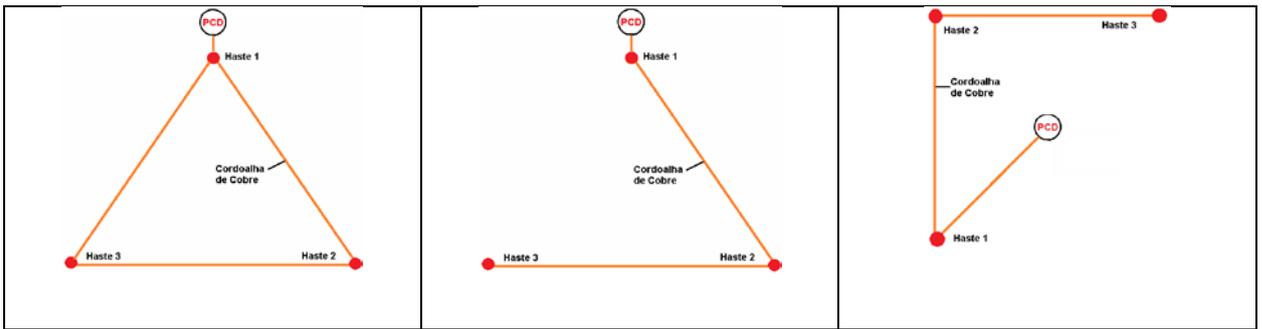


Figura 18 - Sugestões de disposição das hastes de aterramento na instalação das PCDs

2.3.3 Instalação dos Sensores para coleta de nível

2.3.3.1 Instalação do Transdutor de Pressão

Em condições ideais, na instalação do sensor de pressão devem ser evitados aqueles locais onde a amplitude de variação da temperatura ao longo do ano seja extremada (USGS,216).

A instalação do sensor de pressão é feita diretamente no rio ou em um reservatório. A profundidade registrada pelo sensor de pressão é enviada a PCD por meio de rede de comunicação, tipicamente Interface Serial Digital - SDI 12, e é armazenada no *datalogger*, onde o dado é posteriormente enviado ao banco de dados corporativo da ANA por telemetria.

A configuração geral da instalação do sensor de pressão é apresentada na Figura 19:.

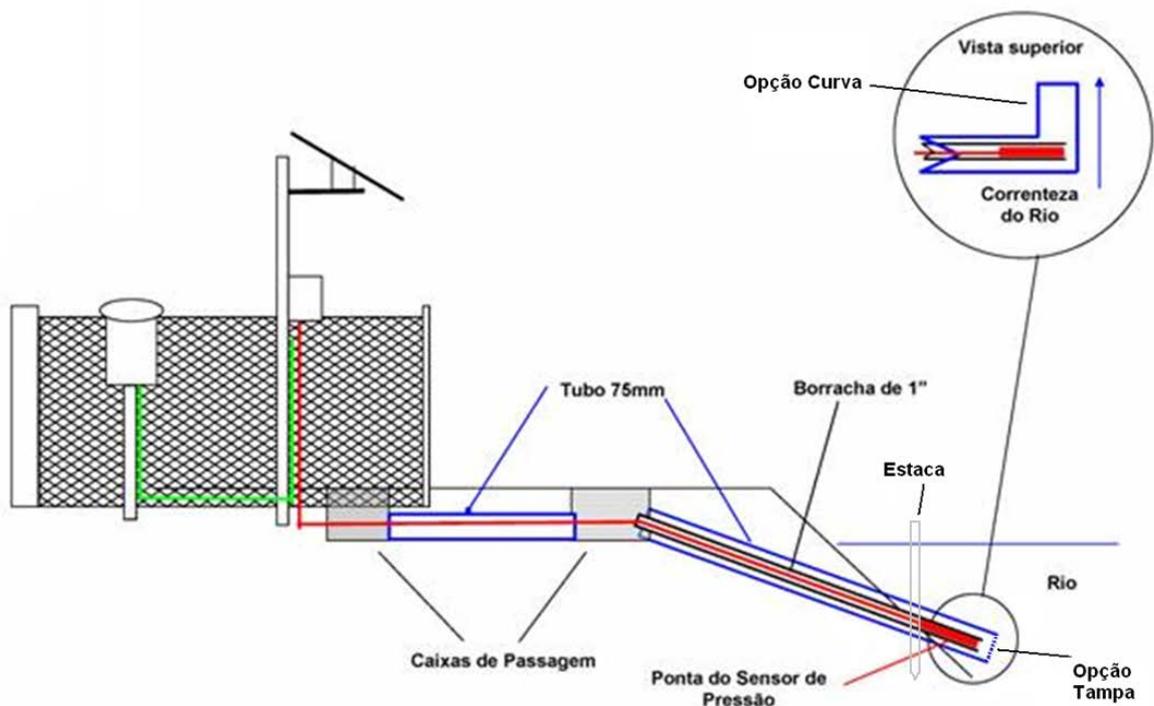


Figura 19 - Esquema para instalação do sensor de pressão

O sensor de pressão (capacitor de cerâmica) vem acompanhado de cabo de 100m com conector tipo militar 4 vias fêmea que deve ser acoplado diretamente ao conector macho apropriado existente na parte inferior da caixa de acondicionamento da PCD (Foto X). Dependendo das características da distância da PCD ao local de instalação do sensor no rio, é recomendável que o excesso de cabo seja reduzido de modo a possuir um comprimento de no máximo 1,10% da distância total necessária, mantendo-se o excesso de cabo armazenado numa caixa de passagem próxima a PCD. Recomenda-se que a redução do cabo seja feita na extremidade cortando-se o excesso de cabo e soldando o conector militar ao tamanho adequado. O procedimento de retirar o excesso de cabo em porções intermediárias, configurando-se em emendas, não é recomendável pois resulta em regiões passíveis de ocorrer problemas de funcionamento da transmissão.

O cabo do sensor deve ser atado ao suporte da PCD com cuidado para evitar que dobras possam danificar os cabos.

O cabo de ligação do sensor capacitivo à PCD deve ser assentado em valas retangulares escavadas no solo com profundidade mínima de 40 cm, sendo que esse deve ser devidamente encamisado por um tubo de PVC de 1" (25mm) de diâmetro que servirá como guia para introdução ou, durante as manutenções, para retirada, em uma tubulação de PVC de 3" (75mm) que tem como objetivo a proteção do cabo às condições ambientais. Caso o terreno seja rochoso, assentar a tubulação de proteção do cabo em um leito de areia ou terra compactada de modo a que se evite trincas ou rupturas no tubo de proteção e, em consequência, deixando o cabo do sensor vulnerável.

Deve ser observado que a tubulação de 3" (75mm), que tem por objetivo a proteção do cabo dos sensores de condições externas adversas (ensolação, pisoteios, sobrepesos decorrentes de solos saturados etc), deve ser adequada para uso em exteriores ou do tipo reforçada. Um exemplo de especificação adequada são tubos de PVC rígido da linha soldável PBA Classe 12 (na cor marrom – água).

Recomenda-se ainda que, caso o curso d'água possua taludes com declividade pronunciada, nesse trecho seja utilizado tubulação em aço galvanizado ou ferro fundido, com a mesma bitola de 75mm, para isso, deve ser instalada uma caixa de passagem na mudança de declividade. Nesse trecho, haja a vista a possibilidade de solapamento das margens, de movimentação de terras e do arraste da tubulação por detritos transportados pelo rio, principalmente em condições de águas altas, é altamente recomendável que a tubulação seja ancorada por grampos de metal fixados em estacas de madeira (Figura 20).



Figura 20- Ancoragem da tubulação em estacas de madeira com cliques de metal

Para facilitar a instalação e a manutenção dos sensores recomenda-se a implantação de caixas de passagem em distâncias máximas de 12 m entre si ao longo do assentamento da tubulação, ou onde existirem singularidades tais como curvas, mudanças de declividade. As caixas de passagem devem ser, preferencialmente, em concreto pré-moldado para que possam ser resistentes a esforços de compressão, a exemplo de pisoteio de animais (Figura 21). A saída da tubulação nas caixas de passagem nos trechos de declives acentuados deve ser devidamente vedada, a menos do tubo guia, para evitar a entrada e o acúmulo de sedimentos na tubulação e o soterramento do sensor de pressão. Isso afeta a vida útil do mesmo e seu funcionamento adequado.



Figura 21- Caixas de passagem em concreto para assentamento do cabo do sensor

Na extremidade do tubo inserida no rio deve ser instalado uma conexão com joelho ou curva de PVC 90° com bitola de 75mm. Alternativamente, recomenda-se fazer uma abertura no tubo guia de modo que o sensor fique à mostra, devidamente preso a tubulação, como mostrado na Figura

22. Essas medidas têm como objetivo evitar o entupimento do tubo com sedimentos ou detritos prejudicando o funcionamento adequado ou mesmo danos ao sensor de pressão.



Figura 22- Colocação do sensor de pressão na extremidade do tubo guia.

Outro procedimento importante para evitar prejuízos ao sensor é instalar o trecho da tubulação diretamente em contato com a água numa posição oblíqua ao fluxo do rio (cerca de 45°), essa medida reduz o acúmulo de detritos carreados pela água na tubulação e, por conseguinte, a possibilidade de ruptura do cabo ou danos ao sensor. Evitar, ainda, a instalação do sensor próximo a superfícies metálicas que possam sofrer corrosão, por exemplo, caso seja utilizado sensor piezométrico, o trecho final da tubulação de proteção e da guia devem ser, preferencialmente de PVC para se evitar processos corrosivos no sensor.

Além disso, é muito importante que o ponto de instalação do sensor no curso d'água rio seja devidamente avaliado cuidando-se para sua instalação seja no nível mínimo já registrado no rio. Assim, recomenda-se que o trecho final do tubo de proteção (75 mm) e do tubo guia (25mm) seja instalado com o auxílio de uma caixa de passagem para que seja assegurada um eventual reposicionamento do sensor em caso de ele ficar fora da lâmina d'água.

2.3.3.2 Instalação do Sensor de Radar

Sempre que o local da estação dispuser de pontes é recomendável a instalação de sensores de radar, pois apesar das dificuldades inerentes à instalação desse dispositivo, principalmente quanto ao quesito segurança, ele se constitui numa ótima opção nesse caso (Figura 23).



Figura 23- Sensor de radar

A definição do tamanho do cabo do radar é diretamente dependente das condições locais, tais como tamanho da ponte e distância do radar à PCD. A conexão do cabo com a PCD é feita por meio do conector militar instalado e devidamente identificado no fundo da caixa de acondicionamento da PCD, podendo ser o protocolo de comunicação 4 a 20mA ou SD12.

O ajuste do tamanho do cabo do sensor de radar poderá ser requerido, nesse caso, é preciso seccionar o cabo no tamanho desejado e reposicionar o conector militar, observando-se para isso a sequência mostrada na Figura 24.



Figura 24 - Montagem correta do Conector Militar - Radar

Para escolha da instalação do radar na ponte deve-se ter em mente que uma condição prioritária para instalação é que o radar não fique sujeito a ficar submerso numa cheia. Não ocorrendo isso, a escolha do local, deve levar em conta que a projeção do raio do sensor sobre a água (*beam*) deve ficar totalmente livre e direcionada à lâmina d'água e não sofrer nenhum tipo de interferência. Por isso, é preciso verificar se existem rochas ou bancos de areais no raio cônico de projeção do sensor, ou mesmo se esse rebate na margem, ver cones de projeção de acordo com a altura da ponte na Figura 25.

A instalação do radar em pontes é um procedimento delicado haja vista os perigos associados ao trabalho em alturas consideráveis e sujeito à tráfego intenso. Então, o uso de equipamentos e logística apropriada é extremamente necessário, além de que do necessário treinamento para isso.

Vários tipos de radar podem ser utilizados para afixação do equipamento na ponte e a escolha depende das condições locais. Alguns exemplos são mostrados na Figura 26.

É importante evitar a instalação do radar em locais onde ocorram vibrações excessivas que possam afetar sua estabilidade e, por conseguinte, a projeção do raio do sensor sobre a lâmina d'água, pois isso pode acarretar em medições equivocadas de nível.

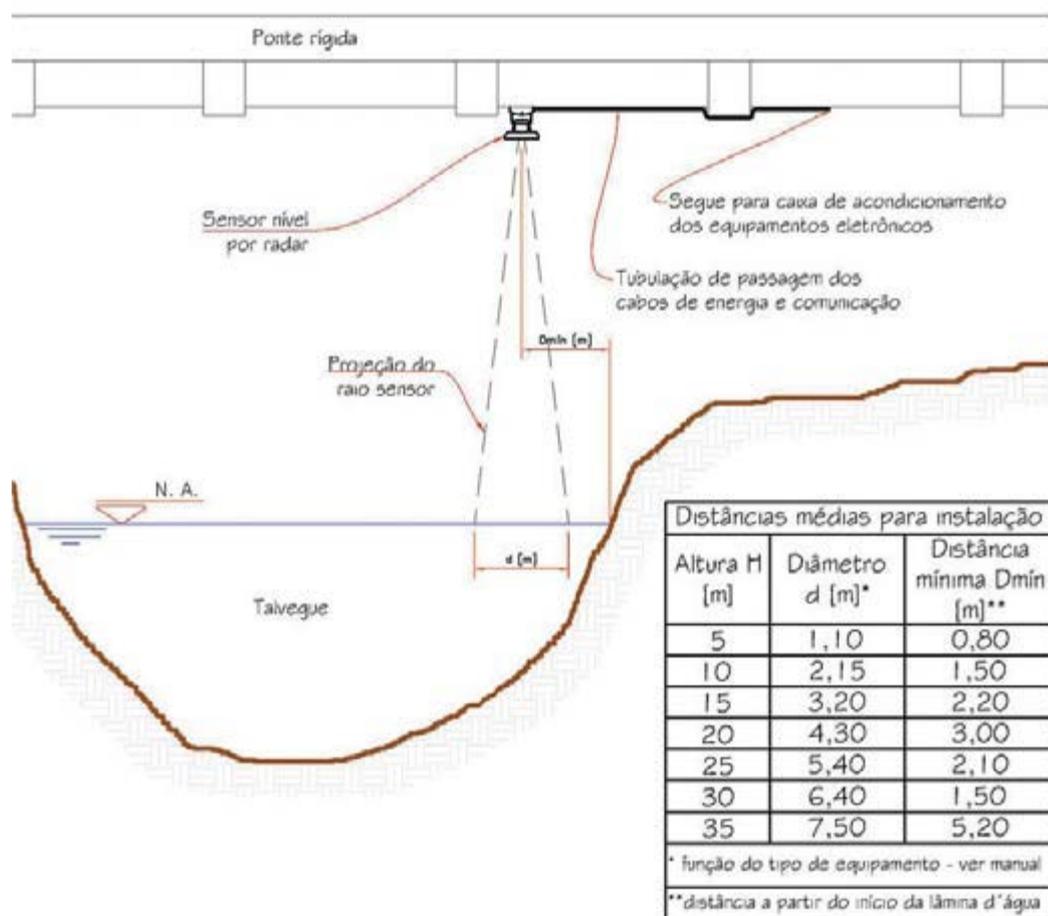


Figura 25- Instalação de radar em pontes e distancias recomendáveis de obstáculos. Fonte: EPAGRI (2012)



Figura 26- Tipos de instalação de Radar

2.3.3.3 Instalação do Sensor de Borbulhamento

Como a grande vantagem do sensor de borbulhamento é que só um tubo de plástico fica mergulhado na água enquanto o sensor fica protegido dentro da estrutura física da estação fluviométrica, eles são menos suscetíveis a danos e sua reposição é menos onerosa.

A instalação do sensor de borbulhamento segue os mesmos padrões de instalação do sensor de pressão. O tubo de injeção de ar deve ser inserido ou atado a uma tubulação guia e está devidamente protegida por um tubo de PVC de 75 mm, conforme apresentado no item 2.3.3.1.

A conexão do tubo de ar (mangueira) no Sensor de Borbulha requer o uso de roscas e anéis, cujo posicionamento correto está ilustrado na Figura 27. Durante a instalação pode ocorrer que no ajuste dessas peças à mangueira ocorram danos, por esse motivo, é recomendável possuir roscas e anéis sobressalentes para utilização nesses casos.



Figura 27 – Conexão da mangueira do sensor de borbulha

Não obstante, deve ser observado a faixa de trabalho do borbulhador no que se refere coluna d'água e ao comprimento máximo do tubo. Um dos tipos usados na Rede Hidrometeorológica Nacional, por exemplo, atua em condições de até 15 m de coluna d'água e 100m de comprimento da tubulação.

Outro aspecto a ser considerado é a necessidade de utilização de uma cruzeta na extremidade do tubo em PVC de proteção do tubo de ar ao invés de um joelho. A cruzeta evita que o tubo de ar saia da tubo de proteção.

Além disso, é preciso ajustar o comprimento do tubo de ar às condições locais de instalação uma vez que quanto maior o tubo mais esforço do compressor de ar é exigido.

2.4 Estação Fluviométrica Convencional

Em termos sucintos, a instalação de uma estação fluviométrica convencional requer a implantação de linímetros (réguas) e RN.

Os procedimentos de instalação do lance de régua e RN devem ser precedidos, preferencialmente, de uma avaliação do perfil transversal do rio no ponto de instalação dos linímetros. A investigação das altimetrias na seção transversal do rio visa a determinar o talvegue do rio, ou seja, o ponto de cota mais baixa, para instalação da primeira régua do lance e, também, o ponto onde deverá ser instalada a última régua, em geral na cota histórica máxima.

A investigação do perfil transversal também propicia determinar a amplitude de variação das cotas na calha do rio e, com isso, determinar o quantitativo necessário de régua e seus posicionamentos definindo-se, preliminarmente, as características da instalação do lance de régua.

Após a definição do perfil transversal do rio, procede-se a implantação dos Referenciais de Nível (RN), devendo-se implantar um RN principal e um auxiliar, considerando-se o talvegue como referencial local, e um terceiro RN, que deverá ser referente ao Nível do mar.

Somente após a implantação dos RN e do levantamento do perfil transversal, é que devem ser instaladas as régua devidamente niveladas. A seguir serão apresentados os procedimentos para cada uma dessas etapas.

2.4.1 Verificação de Erros no Nivelamento

Os níveis digitais são menos sujeitos a leituras subjetivas comparativamente aos níveis óticos, visto que as leituras são realizadas automaticamente e dispensam estimativas. Do mesmo modo, uma leitura inadequada da Mira Falante é eliminada quando se utiliza Nível digital. Uma desvantagem dos níveis digitais é a possibilidade de ocorrerem falhas nos sistemas eletrônicos desses equipamentos no campo. Felizmente, os níveis digitais também são dotados de capacidade ótica servindo como um sistema backup aos sistemas digitais.

Quando a lente do Nível não está adequadamente focada na Mira Falante pode ocorrer um movimento relativo da imagem da Mira Falante com respeito ao da luneta durante o movimento do olho do observador, esse problema é conhecido como erro de Parallax. Para sua checagem, o olho deve ser movido para cima e para baixo enquanto a visada é realizada. Se a Mira Falante parece se mover com respeito ao retículo da luneta do Nível, então o erro de Parallax existe.

Outro problema passível de acontecer é o erro de Colimação que está relacionado a existência de um ângulo na linha de visada do Nível, isto é, um desvio do plano horizontal. Caso não seja corrigido, esse erro afeta todas as medições que são realizadas com o Nível.

O erro de colimação no Nível pode ser determinado com base no Peg Teste, que checa se o instrumento está realizando a visada a partir de um plano horizontal. O erro de colimação no instrumento não pode exceder 0,1 cm /30 m, caso contrário o instrumento deve ser ajustado por pessoal qualificado (USGS, 2016). Com o objetivo de reduzir erros associados a calibração do ao se utilizar o instrumento, deve ser realizado e documentado pelo menos uma vez por semana de trabalho o Peg Teste (Ver Anexo II). Quando o Nível digital é utilizado, o Peg Teste deve ser realizado também no aparato ótico. Alguns níveis digitais contém uma programação para realização automática do Peg Teste.

A inclusão do procedimento de visadas iguais nos trabalhos de nivelamento minimiza o efeito do erro de colimação. Sob condições ideais quando as visadas são perfeitamente balanceadas, o erro de colimação nas res e vantes não afetam o computo final das elevações, caso contrário, quando há um grande desbalanceamento entre as visadas, o erro de colimação afeta significativamente o nivelamento.

Quando se realiza um nivelamento é recomendável que a Mira Falante não seja estendida além de 5 m devido à dificuldade de manter a Mira Falante em prumo e fixa no ponto a ser nivelado. A Mira Falante deve ser utilizada em conjunto com um nível de bolha de Mira Falante ou de cantoneira, para a verificação do prumo (Figura 28).

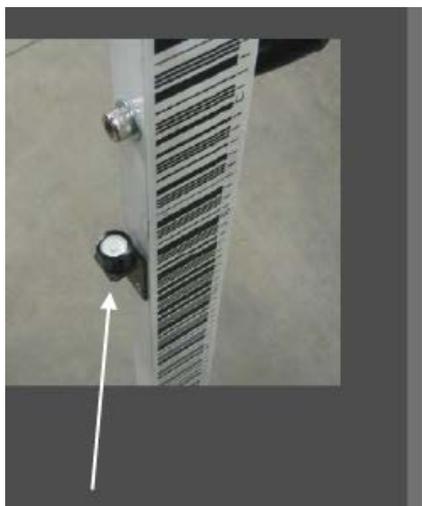


Figura 28 - Nível de bolha da régua

As Mira Falantes devem ser regularmente examinadas com o intuito de evitar problemas na escala e danos ou sujeira, principalmente na sua base. Caso ocorram esses problemas a Mira deve ser substituída. A possibilidade de expansão ou contração térmica da Mira também deve ser avaliada quando é realizado o nivelamento. Recomenda-se, portanto, que as Mira Falantes e outros instrumentos com régua sejam utilizados a temperaturas próximas de 20 ° C, evitando-se temperaturas extremas devido aos efeitos de expansão e contração térmica (em geral, as Mira Falantes são calibradas até 20 ° C). Observar que as Mira Falantes em fibra de vidro têm maior coeficiente específico de expansão térmica do que aquelas fabricadas em outros materiais, por exemplo, madeira, aço ou *invar*.

As Miras devem ser graduadas em 0,3 cm e as leituras podem ser interpoladas em 0,03 cm. As Mira Falantes, por sua vez, não devem ter mais de 5 m de extensão (USGS, 2016).

As Mira Falantes geralmente apresentam o comprimento de 4 metros, sendo graduadas em centímetros. Os centímetros são pintados alternadamente em preto e branco, os decímetros numerados em preto e os metros assinalados por círculos pintados em preto ou vermelho.

A leitura na Mira Falante é constituída por quatro algarismos e um número de três casas decimais: metro, decímetro, centímetro e milímetro. O ponto indica o número de metros; o algarismo o número de decímetros; os traços pretos e brancos alternados, o número de centímetros e o número de milímetros são estimados.

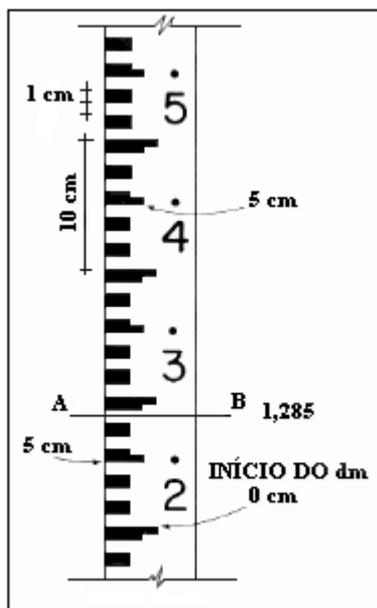


Figura 29 - Leitura na Mira com régua graduada

2.4.2 Estabelecimento do *datum* e dos Referenciais de Nível (RN)

O *datum* da estação fluviométrica é a superfície de referência em relação à qual todas os elementos constituintes da estação (RN e lance de réguas) são nivelados. Essa referência é o marco zero de altitude na estação e deve ser, preferencialmente, localizada abaixo do leito do rio (Figura 30). O *datum* da estação é usualmente uma referência arbitrária mas pode ser associada a um *datum* já estabelecido como, por exemplo, o nível do mar.

Quando uma estação é instalada onde não há posto previamente implantado, o *datum* deve ser estabelecido num ponto suficiente baixo para que seja assegurado que a cota mínima possível de ocorrer no rio seja pelo menos 0,5 cm (USGS, 2016). Para a definição do *datum* da estação, a profundidade da água no controle hidráulico da seção e a erosão potencial máxima do leito devem ser considerados. Devido ao fato de que cotas negativas devem ser evitadas, o *datum* deve ser selecionado bem abaixo da cota possível de ocorrer em caso de erosão máxima do leito do rio (Figura 30).

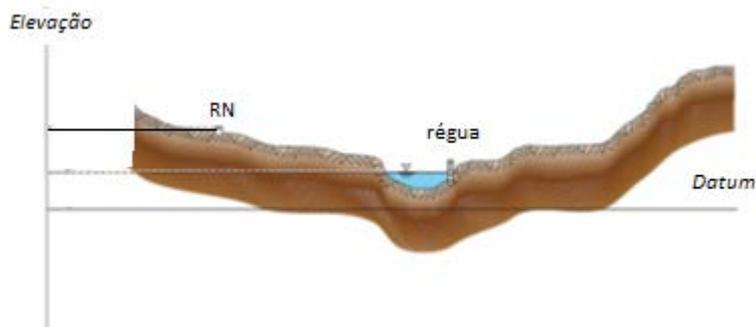


Figura 30 - Definição do **datum** da estação fluviométrica

Referenciais de Nível (RN) estáveis e permanentes facilitam a verificação e manutenção do nivelamento do lance de réguas e possibilitam a recuperação do *datum* da estação caso ocorram danos ou remoção nos lances de réguas. Afloramentos rochosos ou alvenaria são pontos estáveis para instalação de RN, bem como, as pontes, nesse último caso, contudo, posto que se houver um tráfego intenso ou mesmo se a ponte estiver sujeita a balanço, as medições podem ser dificultadas. Para se garantir a estabilidade dos RN, solos argilosos sujeitos a expansão ou contração devido a variação sazonal da sua umidade devem ser evitados. Devem ser instalados, pelo menos, três RN independentes para cada seção de réguas linimétricas.

Na locação dos RN devem ser considerados a possibilidade de acesso ao RN em condições de águas altas, idealmente, pelo menos um RN deve ser instalado fora da planície de inundação. Quando possível, os RN devem ser localizados de tal maneira que o procedimento de visadas iguais seja possível de ser realizado de maneira eficiente durante o nivelamento. Para que os RN sejam facilmente localizados, caso necessário deve ser utilizado um marco testemunho, é mandatório a elaboração e o arquivamento de um *Croquis* de instalação dos mesmos (USGS, 200).

Os referenciais devem ser posicionados preferencialmente numa distância inferior a 10 m da primeira régua superior daquela seção, em local seguro, salvo de danos e afastadas de possíveis obstáculos materiais.

O RN constitui-se por uma chapa metálica (ou outro material não ferroso) com formato circular com pino central de baixo relevo (pequeno) fixada numa estrutura tronco piramidal de concreto. Para a consecução da base de concreto do RN sugere-se utilizar uma forma de madeira nas dimensões padronizadas (Figura 31).



Figura 31 – Padrão construtivo do RN

As inscrições a serem adotadas nas chapas metálicas são as seguintes:

- a) Nome da Agência,
- b) Nome do marco (vértice) e
- c) Expressão “Protegido por Lei”.

O nome do marco deverá ser RN-01 para aquela que estiver mais próxima da seção de réguas e de RN-02 para a subsequente, e assim por diante (Figura 32).



Figura 32 – Padrão construtivo para a chapa metálica a ser fixada no RN

Os RN de concreto deverão ser pintadas de branco (a menos da chapa de metal) e ter em duas faces, pintados em vermelho, o valor da cota em relação ao *datum*.

A base de concreto deve ter formato tronco-piramidal, com o seguinte padrão construtivo: base inferior de 25 x 25 cm, base superior de 15 x 15 cm e altura de 30 cm, aflorando cerca de 20 cm do solo, sendo sua ancoragem por meio de concreto simples (Figura 33).

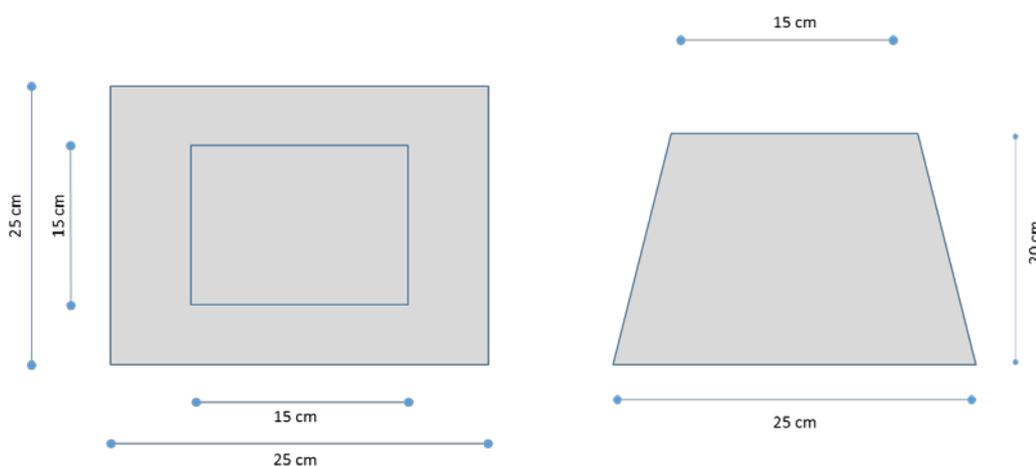


Figura 33: Padrão construtivo da base em concreto do RN

O referenciamento altimétrico dos RN e, conseqüentemente, das réguas linimétricas serão relativos ao talvegue (de caráter local) e também em relação ao Nível do mar (altitude ortométrica). As cotas locais (em relação ao NA) serão determinadas necessariamente por nivelamento geométrico, enquanto as altitudes ortométricas a partir de nivelamento geométrico ou levantamentos geodésicos GNSS estáticos.

2.4.3 Determinação do perfil transversal do rio

2.4.3.1 Levantamento Topográfico da Porção Seca

O levantamento topográfico deve iniciar na margem esquerda a partir do PI, seguindo em direção ao Nível d'água na margem esquerda. Deve-se obter o plano de referência a partir do RN mais próximo, previamente estabelecido. O Nível topográfico deve ser locado em posição intermediária na área a ser levantada de forma que as visadas sejam as mais balanceadas quanto possível. Entende-se por balanceamento a localização do instrumento em ponto tal que as distâncias de ré e vante sejam aproximadamente iguais. Tal procedimento implicará em uma maior quantidade de mudanças de localização do aparelho.

A Mira Falante deve ser posicionada na vertical, devendo ser empregado Nível de bolha para garantir tal verticalidade. De forma a minimizar erros, a Mira Falante não deve ser estendida a mais de 5,0 m, bem como devem ser evitadas visadas muito longas, acima de 50,0 m. Denomina-se circuito o conjunto de pontos levantados sequencialmente com o aparelho estacionado no mesmo local.

Sempre que houver a necessidade de mudança do aparelho, ou seja, da criação de um novo circuito, deve-se materializar em campo um ponto auxiliar que servirá para a definição do novo plano horizontal de referência. Antes de fazer a mudança, deve-se realizar o contranivelamento da porção já levantada (circuito), mantendo-se o aparelho na mesma posição e mudando-se sua altura em, aproximadamente, 30 cm. A diferença máxima de cota obtida para um mesmo ponto não pode ser superior a 2 mm. Caso a diferença de cota extrapole a precisão indicada, o levantamento do circuito deve ser refeito.

Entre o PI e o Nível d'água, no alinhamento PI-PF, deverão ser levantados pontos segundo o espaçamento definido no Tabela 1, bem como pontos singulares, que apresentem uma mudança brusca da cota topográfica. A medição das distâncias deve ser feita a partir de fita métrica, devendo-se ter o cuidado de mantê-la na horizontal e seguindo o alinhamento PI-PF. No caso de seções de medição em pontes, a seção transversal deve refletir a área efetivamente disponível para escoamento, explicitando os encontros, normalmente verticais, conforme mostrado na Figura 34.

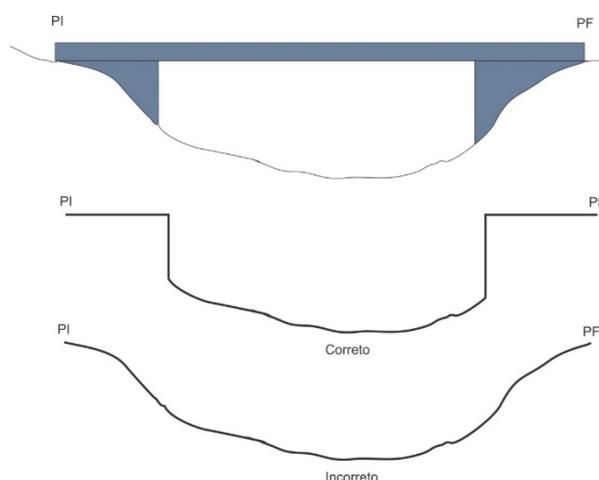


Figura 34 – Perfil transversal em pontes.

Tabela 1 – Distância entre pontos levantados na parte seca.

Distância Total	Espaçamento (m)
Até 20,0 m	1,0
20,0 m a 50,0 m	2,0
50,0 m a 100,0 m	4,0
100,0 m a 200,0 m	5,0
Acima de 200,0 m	10,0

Na margem direita o levantamento deve ser feito iniciando no Nível d'água e prosseguindo até o PF. Devem ser mantidos os mesmos procedimentos adotados para a margem esquerda: medição das distâncias com a trena na horizontal; cuidado no respeito ao alinhamento; estabelecimentos de circuitos e realização do contranivelamento a cada mudança de estação; manutenção do espaçamento adequado; e levantamento das singularidades.

No caso de existência de bancos de areia no meio do rio (coroas) os mesmos devem ser levantados de forma análoga, iniciando a partir do NA na margem esquerda até se atingir o NA na margem direita, devendo ser observadas todas as recomendações acima elencadas.

2.4.3.2 Levantamento Batimétrico da Porção Submersa

Batimetria Manual

O levantamento batimétrico manual deve ser realizado, preferencialmente, com apoio de cabo guia devidamente graduado. Para uma adequada caracterização da seção transversal deverão ser observadas as distâncias presentes no Tabela 2 para a tomada de profundidades.

Tabela 2 – Distância entre verticais para a realização da batimetria.

Largura do Rio	Espaçamento (m)
Até 3,0 m	0,3
3,0 m a 6,0 m	0,5
6,0 m a 15,0 m	1,0
15,0 m a 30,0 m	2,0
30,0 m a 50,0 m	3,0
100,0 m a 200,0 m	4,0
100,0 m a 200,0 m	6,0
100,0 m a 200,0 m	8,0
Acima de 200,0 m	12,0

Fonte: ANA (2012)³

³ AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. *Orientações para Operações das Estações Hidrométricas*. Brasília, SGH/ANA, 2012. p.36.

A medição da profundidade pode ser obtida a partir de haste graduada, no caso de medição a vau, ou por meio de cabo de aço com lastro, operado por meio de guincho manual ou elétrico. O lastro deve ter peso suficiente para manter o cabo na vertical, sendo recomendado o de 25 kg para velocidade de até 2,0 m/s e de 50 kg para velocidades até 3,0 m/s (Ribeiro Neto et al., 2010). Lastros acima de 50 kg devem ser utilizados apenas com guinchos elétricos.

Após a determinação da profundidade, a cota do fundo pode ser obtida a partir da subtração desta profundidade da cota do NA.

Pontos singulares do leito que estejam fora das verticais delimitadas devem ser levantados para uma melhor caracterização da seção transversal.

No caso da impossibilidade de utilização do cabo guia, o barco deve ser ancorado para a realização da medição de profundidade. Para o correto posicionamento poderão ser empregados: sextante, feito a partir da própria embarcação; teodolito/estação total, instalados em uma das margens.

De forma a evitar inversões, a batimetria sempre deve ser realizada da margem esquerda para a margem direita.

Batimetria com M9

Levando em consideração que o M9 dispõe de feixe vertical exclusivo para a aferição de profundidades, há a possibilidade de sua utilização para a realização da batimetria. Para que os valores sejam representativos, os seguintes procedimentos devem ser observados:

- ✓ O valor de profundidade somente será considerado válido se durante a sua obtenção o M9 estiver perfeitamente estático junto à vertical a ser medida. Assim, sua operação fica condicionada à operação com barco, seja o M9 acoplado diretamente à embarcação, seja utilizando o hydroboard devidamente fixado ao barco;
- ✓ A profundidade dos transdutores deve ser medida em campo, após a fixação do M9, a partir da comparação da profundidade obtida pelo aparelho e a profundidade medida por processo manual (haste ou cabo de aço graduado);
- ✓ Para o correto posicionamento, o eixo do M9 deve estar exatamente na vertical a ser medida.

O valor de profundidade obtido deve ser anotado manualmente no campo correto da planilha de batimetria.

Conforme indicado no item anterior, a batimetria sempre deve ser realizada da margem esquerda para a margem direita.

2.4.4 Instalação dos Réguas (Linímetros)

2.4.4.1 Lançamento e Nivelamento do lance de réguas

O lançamento das réguas na estação fluviométrica deve ser feito após o levantamento do perfil transversal, etapa em se define um plano de referência e, em consequência, os RN. O processo de nivelamento é realizado a partir de um ponto de referência cuja superfície está a altitude zero de todos os elementos a serem nivelados (*datum*). É importante que o *datum* seja selecionado abaixo da mínima cota esperada na seção, para evitar cotas negativas na série histórica.

No nivelamento, idealmente o Nível deve ser instalado junto com o tripé num ponto estável que permita visadas balanceadas das réguas ou RN a serem visados pelo instrumento, de modo a ser reduzir possíveis erros de colimação. O instrumento deve ser apropriadamente nivelado usando as ferramentas que dispõe para este procedimento: normalmente os três parafusos calantes de nível tubular ou o compensador ótico ou eletrônico.

É recomendável que o nivelamento seja feito em condições não significativamente superiores a 20^o C, para que se evite alterações na Mira Falante e réguas devido aos efeitos de dilatação ou contração ocasionados por variações expressivas de temperatura.

Para a instalação das réguas deve ser utilizado o nivelamento geométrico. O nivelamento geométrico é baseado na diferença de leituras em Mira Falantes verticais graduadas. O nivelamento geométrico simples é aquele em que de uma única estação do Nível é possível visar a Mira Falante colocada sucessivamente em todos os pontos do terreno a nivelar. Assim, considerando-se a Figura 35, desejando-se determinar a diferença de Nível entre os pontos A e B, instala-se o Nível, em uma posição qualquer do terreno, preferencialmente equidistante dos pontos a nivelar. Determina-se a leitura da Mira Falante em A e B. A diferença de Nível entre A e B será calculada pela diferença entre as leituras processadas nos pontos A e B. A visada na primeira estaca, geralmente de cota conhecida, é por convenção chamada de “visada de ré”. Todas as visadas a partir da visada de ré são chamadas “visadas de vante”.

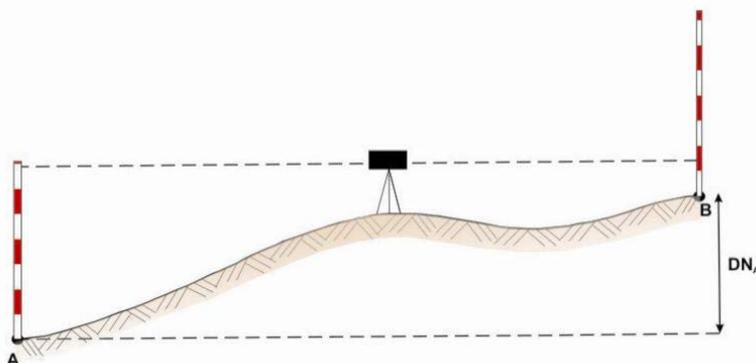


Figura 35 – Determinação de elevações com Nível

Para o cálculo das cotas dos pontos nivelados é necessário ainda, realizar a medição da altura do instrumento, ou seja, a altura do eixo ótico acima do plano de referência.

Para determinar a altura do instrumento, faz-se uma leitura inicial num ponto de cota conhecida. Para que as leituras do levantamento tenham significado, é necessário que elas sejam referenciadas a um plano, chamado Referência de Nível. Quando se usa o nível médio do mar, a Referência de Nível é igual a zero. Quando a referência de Nível é arbitrária, atribui-se um valor inicial elevado, de modo que no decorrer do levantamento não ocorram cotas negativas.

Portanto, duas são as regras para nivelar:

(i) a altura do instrumento (A_i) é igual à soma da visada de ré (RÉ) com a cota do ponto (C) onde a mesma foi feita

$$A_i = C + R\acute{E}$$

(ii) a cota de um ponto (C), em função da altura do instrumento (A_i), é a diferença entre tal altura e a visada a vante (VANTE) lida no mesmo ponto:

$$C = A_i - VANTE$$

O mais usual na instalação de lances de régua em estações fluviométricas é o nivelamento geométrico composto que consiste em uma série de nivelamentos geométricos simples, devidamente amarrados uns aos outros. Este processo é empregado quando se trata de nivelamento em terreno de desnível acentuado, em que a determinação da diferença de nível total exige mais de uma estação do aparelho.

Desejando-se determinar a diferença de nível de A para B e, tratando-se de terreno acidentado, por melhor que seja posicionado o aparelho no terreno, não se consegue visar simultaneamente, os pontos considerados, pois a diferença de nível entre os pontos A e B é superior à altura da Mira Falante, conforme mostra a Figura 36.

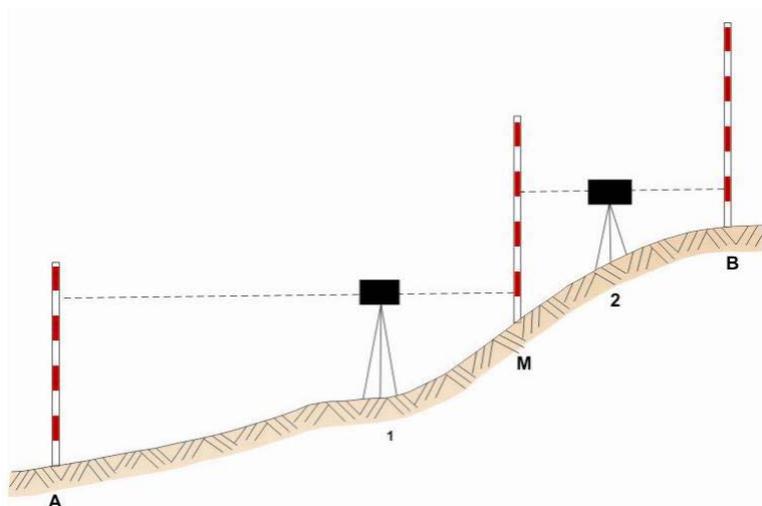


Figura 36 – Diferença de nível de A para B em terreno acidentado

Assim, com o Nível na estação 1, visa-se a Mira Falante colocada no ponto A, que representará a leitura de ré. Em seguida faz-se a leitura de vante no ponto M, como esta será a última visada de vante com o Nível na estação 1, será chamada de “vante de mudança”. Muda-se depois o Nível para a estação 2, de onde se fará uma visada de ré no ponto M e, posteriormente uma visada de vante no ponto B. Desta forma, concluiu-se que para atingir o objetivo foi necessário proceder a dois nivelamentos geométricos simples, devidamente ligados pela estaca de mudança M, em que se procedeu a visada de vante de mudança na estação 1, e a visada de ré da estação 2; tem-se deste modo, o nivelamento geométrico composto.

Para proceder à compensação de erros em um nivelamento, é necessário iniciar e terminar o levantamento no mesmo ponto. Como, normalmente procede-se ao nivelamento de perfis, ou poligonais abertas, após o nivelamento de cada um dos pontos piqueteados em um perfil, é realizado outro nivelamento em sentido contrário, denominado de “Contra-Nivelamento”, quando são nivelados apenas alguns dos pontos; e “Renivelamento”, quando o retorno se dá nivelando todos os pontos.

As grandezas medidas em um nivelamento geométrico são registradas em uma planilha, para depois efetuarem-se os cálculos.

Para verificação da correção do cálculo do nivelamento geométrico considera-se que a diferença entre as cotas extremas de um nivelamento é igual à soma das visadas de ré menos a soma das visadas de vante de mudança:

$$C_{\text{Final}} - C_{\text{Inicial}} = \Sigma \text{RÉ} - \Sigma \text{VM}$$

Quando a igualdade acima não é satisfeita, é porque ocorreu um erro altimétrico de fechamento da poligonal. O erro tolerável de fechamento é dado pela formula abaixo.

O Erro Tolerável (E_T) de fechamento é determinado por:

$$E_T = 2.C.\sqrt{\text{Perimetro}(km)}$$

em que C representa o erro por quilômetro.

Desde que admissível, o erro total é distribuído uniformemente ao longo da poligonal, por meio da correção, em cada visada de ré, do erro total dividido pelo número de estações do Nível.

Finalmente, calculam-se as cotas compensadas, pela seguinte fórmula:

$$\text{COTA CORRIGIDA} = \text{COTA} \pm (\text{CORREÇÃO})$$

Na instalação do linímetros o quantitativo de réguas necessários em cada estação deverá ser verificado nos próprios locais de instalação, devendo-se avaliar com base na amplitude de variação das cotas do rio verificada com base no levantamento do perfil transversal da seção, de modo que as leituras possam ser feitas em quaisquer condições de cota. As seções de réguas linimétricas devem ser instaladas considerando uma variação altimétrica de 1 (um) metro entre elas e um

distanciamento máximo de 10m, isso assegurar a visibilidade e a leitura adequadas das cotas do rio.

2.4.4.2 Fixação das réguas nas estacas

As réguas a serem instaladas na estação fluviométrica podem ser de PVC ou alumínio e devem ser instaladas em estruturas resistentes, estacas de madeira ou material reciclável, com dimensões da seção transversal de 10x10cm, no primeiro caso, ou 10x12cm, no segundo caso, e comprimento de 2,0 m. As estacas de madeira devem ser pintadas com tinta esmalte a base de água e secagem rápida na cor ouro. As estacas de PVC reciclado não requerem pintura externa, possuindo proteção UV, e são providas de cruzeta de reforço interna.

As réguas linimétricas confeccionadas em PVC rígido devem ter 1 m de comprimento, 7 cm largura e 4 mm de espessura, contendo marcas com espaçamento de 1 cm e numeração de 2 em 2 cm. As réguas linimétricas confeccionadas em alumínio medem 1 m de comprimento, 7 cm largura e 2 mm de espessura e possuem marcas com espaçamento de 1 cm e numeração de 2 em 2 cm.

Para fixação da régua na estaca deverá ser observado um comprimento livre de 150 mm entre a superfície do solo e a parte inferior da régua e de 80 mm entre a parte superior da régua e a parte superior da estaca (Figura 37).

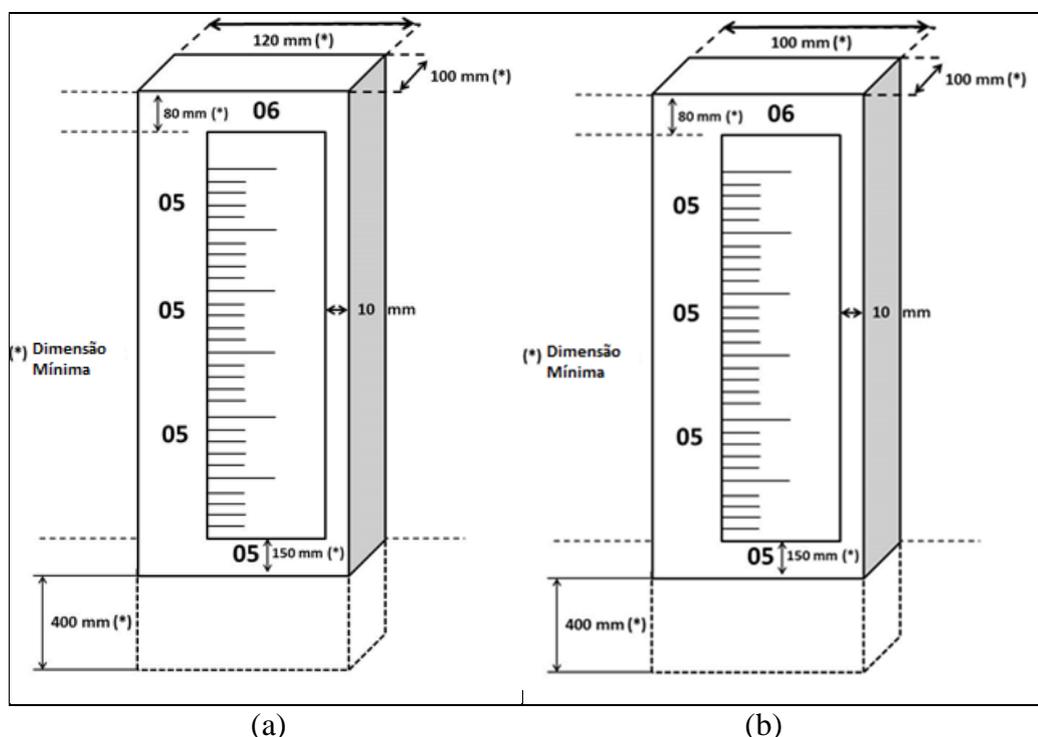


Figura 37 – Critérios para fixação da régua na estaca (a) estaca de PVC reciclado e (b) estaca de madeira



(a) (b)
Figura 38 – (a) estaca de PVC reciclado e (b) estaca de madeira

Em locais secos, as estacas deverão ser enterradas no solo a uma profundidade mínima de 400 mm e, após niveladas, devem ser engastadas em base de concreto simples com diâmetro mínimo de 30cm. O traço do concreto deverá ser de um saco de cimento de 20 kg para três latas de areia e três de brita. Nos locais onde há lâminas d'água, quando necessário, as estacas deverão ser fixadas por abraçadeiras ou parafusos em estruturas de metal previamente fixadas no leito. A fixação deverá ser tal que não permita a movimentação das estacas, quando submetidas à esforços mecânicos.

Em pontos de acentuada declividade, as estacas deverão ser travadas, no mínimo, por duas ripas devidamente fixadas nos mesmos através de 2 parafusos cada, e na outra extremidade, fixadas ao solo, quando seco, por estrutura de concreto simples com diâmetro mínimo de 25cm. Se houver lâmina d'água, utilizar a solução descrita no item anterior. As duas ripas deverão formar entre si um ângulo de 90° e serem fixadas a 70 cm de altura nos mourões.

Quando necessário, instalar sinalizadores flexíveis na parte superior de cada régua, com o comprimento de 40 cm, com o intuito de manter a segurança às embarcações. Por sinalizador flexível, entende-se uma peça plástica, flexível, tipo lâmina, que mostre às embarcações, que no local existe uma régua, quando esta estiver submersa.

A respectiva numeração da régua, em geral de material metálico, deve ser fixada na ponta superior da estaca, acima da régua e de forma vertical. Caso os números sejam pintados, devem ter cor preta, destacando com a cor da estaca dimensão mínima de 15x25 mm. A qualidade da tinta deve ser tal que não sofra desgaste rápido devido as intempéries do tempo, exposição ao sol e ao contato com água.

3 PROCEDIMENTOS PARA MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO DE ESTAÇÃO FLUVIOMETRICA

3.1 ATIVIDADES DE CAMPO

Os nivelamentos dos lances de régua têm por objetivo verificar regularmente se todas as réguas estão corretamente niveladas em relação a um marco zero previamente estabelecido (*datum*). Cotas incorretas e medições de descarga líquida e sólida poderão ser registrados se houver falhas no nivelamento das réguas.

A operação e a manutenção das estações deverão ser realizadas com base em todas as especificações contidas neste documento, e, em caráter complementar, nos Anexos I, II, III, IV, V e VI, das Normas e Recomendações Hidrológicas estabelecidas pelo Decreto nº 60.852, de 14 de junho de 1967, Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE) do Ministério de Minas e Energia.

As equipes de campo deverão ser supervisionadas sistematicamente pelo responsável técnico da entidade operadora por meio de visitas in loco, com o objetivo de garantir manutenção e aprimoramento do padrão de qualidade de serviços demandados.

3.1.1 Inspeção e Operação e Manutenção das Estações Convencionais

Nas estações linimétricas os dados de Nível do rio, são observados diariamente por moradores locais, denominados geralmente como observadores, e registrados em cadernetas apropriadas a serem entregues pela entidade operadora.

Os serviços de inspeção, operação e manutenção a serem realizados pelas equipes de campo nas estações fluviométricas, abrangem:

- a) Recolhimento dos dados registrados pelos observadores (cadernetas ou formulários)

A primeira atividade a ser desempenhada após a chegada ao ponto de monitoramento é recolher os registros de Nível anotados pelos observadores nas cadernetas de campo (Figura 39). O modelo da folha da caderneta de campo dos observadores linimétricos é apresentado no Anexo III.

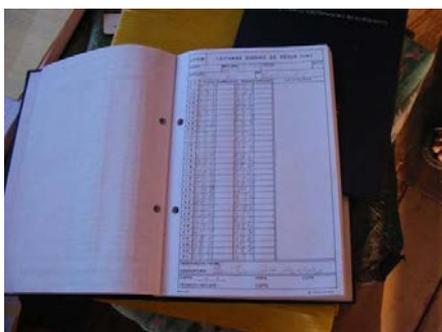


Figura 39 - Modelo de Caderneta padrão ANA

As cadernetas de campo deverão incluir os dados de contato da ANA (telefone, e-mail e endereço) e deverão ser confeccionadas conforme especificação a seguir:

- ✓ miolo: 21x30 cm, 1x0 cor em papel apergaminhado 75 g com fotolito incluso
- ✓ plano 2: 14 folhas, 15 x 22cm, 1x0 cor em papel apergaminhado 75g, com fotolito incluso
- ✓ plano 3: 14 folhas 15 x 22cm, 1x0 cor em papel super bond azul 56g, com fotolito incluso
- ✓ plano 4: 14 folhas, 15 x 22cm, 1x0 cor em papel super bond canário 56g, com fotolito incluso
- ✓ plano 5: 5 folhas, 15 x 22cm, 1x0 cor em papel apergaminhado 56g, com fotolito incluso
- ✓ plano 6: 5 folhas, 15 x 22cm, 1x0 cor em papel super bond verde 50g, com fotolito incluso
- ✓ plano 7: 21x30 cm, 1x0 cor em papel apergaminhado 75 g com fotolito incluso
- ✓ acabamento: capa dura revestida com percalux e gravação das letras na cor branca

Essa necessidade se justifica pelo fato do observador manter consigo uma cópia dos dados de Nível entregues para a equipe de campo. A capa é importante para conservação das cadernetas e as páginas com fotolito incluso melhoram as cópias dos dados nas folhas subsequentes.

A entidade operadora deverá fornecer aos observadores número adequado de cadernetas, durante as visitas de campo, garantindo assim o local adequado para o registro de dados de chuva e Nível. Se a equipe de campo ou escritório identificar problemas nas anotações realizadas, o observador deve ser reorientando o mais rápido possível sobre todo o procedimento de leitura dos instrumentos, bem como do registro no formulário. Pode-se destacar, sobre esse aspecto, a necessidade de brevemente solucionar o caso dos observadores que, por exemplo, registram em metros (e não centímetros) os dados da oscilação do Nível do rio.

A equipe deverá sempre ressaltar ao observador a importância de as leituras a serem realizadas nas régulas limnimétricas das estações convencionais acontecerem diariamente, às 07h00min e às 17h00min.

3.1.2 Manutenção dos instrumentos, limpeza das estações e preenchimento da ficha de inspeção e relatório fotográfico;

Nas estações fluviométricas deverão ser verificadas as cotas de todos os lances de régulas a partir das RN – Referencial de Nível. Deverá ser realizada a manutenção das RN (pintura e registro das cotas) e, no caso de identificação de danos nas RN, essas deverão ser substituídas de imediato, com a construção de novo marco referencial. Todos os lances de régulas das estações fluviométricas deverão ser nivelados, a partir dos RN, com objetivo de garantir a correta leitura da oscilação dos níveis dos rios (Figura 40).



Figura 40 - Nivelamento de lances de réguas

Os dados do nivelamento dos lances de régua deverão ser registrados em formulário, conforme exemplo apresentado a seguir.

					
Estação: <i>Phoca Grande</i>			Data: <i>14/10/10</i> Hora: <i>19:10</i>		
Técnico: <i>R. D. Rosa</i>					
Tipo de levantamento: <i>N. DE RÉGUAS</i>					
Ponto	Ré (mm)	Vante (mm)	Al (mm)	Cota (mm)	Distância (m)
<i>RN1</i>	<i>2721</i>		<i>6649</i>	<i>3928</i>	
<i>R6</i>		<i>1651</i>		<i>4998</i>	
<i>R5</i>		<i>2649</i>		<i>4000</i>	
<i>RN1</i>	<i>1609</i>		<i>5537</i>	<i>3928</i>	
<i>R4</i>		<i>2535</i>		<i>3002</i>	
<i>R3</i>		<i>3539</i>		<i>1998</i>	
<i>R2</i>		<i>4539</i>		<i>0998</i>	
<i>R1</i>		<i>5538</i>		<i>-0001</i>	

Figura 41 - Anotações do nivelamento.

Além disso, deverá ser confirmada a estabilidade dos lances de réguas, principalmente, nas visitas antecedentes ao período de cheias. No caso onde for constatada instabilidade, deverão ser colocados travamentos para garantir que os lances não fiquem inclinados ou sejam arrastados por correnteza.



Figura 42 - Implantação de travamento de lance de régua

Os equipamentos instalados nos pontos de monitoramento e na área de entorno deverão ser limpos em todas as visitas de campo – limpeza e pintura do cercado de proteção; corte de vegetação e arbustos nas margens dos rios junto às réguas e a seção de medição; corte de vegetação e arbustos nas áreas internas e externas aos cercados de proteção.

Todas as atividades de campo deverão ser registradas em fotos e formulário (Ficha de Inspeção – Anexo IV), como os exemplos apresentados a seguir, buscando caracterizar a situação das estações encontrada e deixada.

Os registros fotográficos das atividades deverão ser realizados conforme orientação a seguir:

- ✓ Antes e depois da manutenção das réguas limnimétricas, referências de Nível (RN).
- ✓ Situação geral da seção de réguas;

- ✓ À montante e jusante da seção de réguas;
- ✓ Situação das margens
- ✓ Qualquer situação identificada que possa causar interferência hidrológica (ex.: extração de areia, construção de pontes, erosão, etc)

Durante a execução da operação, as equipes de campo deverão conferir constantemente, e de forma detalhada, todas as informações registradas nas fichas, buscando anotar modificações como, por exemplo, de observador, de telefone de contato, alteração nos valores da gratificação, local das réguas, da seção etc. É importante destacar que, para qualquer alteração realizada pela entidade operadora na ficha descritiva de um determinado ponto de monitoramento é necessário envio imediato da ficha atualizada para ANA.

Recomenda-se que a entidade operadora estabeleça forma de contato junto aos diversos observadores da rede, para que quaisquer irregularidades detectadas no funcionamento dos pontos de monitoramento, tais como: vandalismo nos equipamentos, danos graves nas RN, queda de lances de réguas, sejam comunicadas o mais rápido possível para as equipes, e, posteriormente, à ANA, para análise e providências.

3.2 SERVIÇOS DE ESCRITÓRIO

As atividades de escritório deverão ser realizadas em sincronia com as campanhas de campo, já que os dados coletados em campo deverão ser organizados, digitados e enviados para ANA conforme o cronograma estabelecido. Todos os Relatórios de Produção enviados para ANA deverão ser assinados pelo responsável técnico, que se responsabilizará pelos serviços realizados.

A seguir são apresentados os detalhes para execução das atividades de escritório.

Planejamento e acompanhamento das Campanhas de Campo

O planejamento das campanhas de campo é de fundamental importância para o bom desempenho das equipes durante as viagens, visto que a definição clara das atividades a serem realizadas num determinado mês, em cada roteiro de operação, é condição imprescindível para a correta execução dos serviços de campo, principalmente no que tange às intervenções corretivas.

Destacam-se as seguintes atividades a serem realizadas na fase de planejamento das campanhas:

- ✓ Definir as intervenções corretivas a serem executadas nos pontos de monitoramento de um determinado roteiro de operação, visando colocar as estações em pleno funcionamento. Ex:
- ✓ Recuperação de cercados de proteção;
- ✓ Troca de equipamentos danificados;
- ✓ Recuperação de lances e réguas (colocação de travamento);
- ✓ Quando necessário, contratação de novos observadores;
- ✓ Verificação e/ou calibração dos equipamentos utilizados nas medições de descarga líquida, descarga sólida e de qualidade de água; e
- ✓ Definição dos procedimentos a serem executados nas estações automáticas e telemétricas, como por exemplo, troca de sensores, configuração do sistema de telemetria.

A supervisão dos serviços realizados pela equipe de campo deve ser realizada pelo responsável técnico da entidade operadora, que deverá vistoriar periodicamente os serviços *in loco*. A vistoria dos serviços pelo responsável técnico é essencial para avaliação do desempenho das equipes na condução dos serviços de campo, especialmente no que se refere a promoção da qualidade dos serviços executados e visa avaliar a execução das atividades propostas no planejamento bem como orientar continuamente os técnicos de campo para a boa execução de intervenções na rede hidrometeorológica previstas com o objetivo de otimizar a operação da rede.

Processamento dos Dados

Os “originais de campo”, constituídos por cadernetas ou formulários de anotação dos dados de Nível, registros fotográficos, as fichas de inspeção das estações convencionais e as fichas contendo os resultados das medições das variáveis hidrológicas, deverão ser organizados pela equipe de escritório.

Os “originais de campo” deverão ser digitalizados com uma resolução aproximada de 200 dpi e possuir a extensão (JPG ou TIFF).

Os arquivos deverão ser nomeados conforme a seguinte nomenclatura:

Boletins pluviométricos e fluviométricos: bol_código da estação_ano.mês. Ex: bol_15400000_2008.04.tiff;

Fichas de medição de descarga líquida: fql_código da estação_ano.mês_no da medição no mês. (Se tiver mais de uma página, inserir no final do nome do arquivo: “_no da página). Ex: fql_15400000_2008.03_02.tiff;

Fichas de medição de descarga sólida em suspensão: fqss_código da estação_ano.mês_no da medição no mês. Ex: fqss_15400000_2008.03_01.tiff;

Fichas de medição de descarga sólida de fundo: fqsf_código da estação_ano.mês_no da medição no mês. Ex: fqsf_15400000_2008.03_01.tiff;

Fichas de medição de parâmetros de qualidade de água: fqa_código da estação_ano.mês_no da medição no mês. Ex: fqa_15400000_2008.03_01.tiff;

Fichas de inspeção das estações: fin_código da estação_ano.mês_no da medição no mês. Ex: fin_15400000_2008.03_01.tiff;

Fichas de levantamento de seção transversal: flst_código da estação_ano.mês_no da medição no mês. Ex: flst_15400000_2008.03_01.tiff;

Fichas descritivas das estações: fdesc_código da estação_ano.mês_no da medição no mês. Ex: fdesc_15400000_2008.03_01.doc;

Laudos de análises de concentração de sedimentos em suspensão: lcsc_código da estação_ano.mês_no da medição no mês. Ex: lcsc_15400000_2008.03_01.tiff;

Pluviogramas: Pluv_código da estação_ano.mês.dia. Ex: pluv_01547032_2008.03.14.hgp

Relatório de Produção: rel_prod_Sigla da Unidade Regional_ano.mês.doc. Ex: rel_prod_SUREG-SP_2008.03.doc.

Relatório de Progresso: rel_prog_Sigla da Unidade Regional_ano.mês.doc. Ex: rel_prog_SUREG-SP_2008.03.doc.

Fotografias: rel_foto_código da estação_ano.mês.dia_no da foto.jpg. Ex: rel_foto_15400000_2008.03.14_02.jpg.

Banco de Dados Hidrometeorológicos: banco_dados_Sigla da Unidade Regional_ano.mês.mdb. Ex: banco_dados_SUREG-SP_2008.03.mdb.

Arquivos de Medição de Descarga Líquida realizadas com medidores ADCP: fql_código da estação_ano.mês.dia_no da Travessia_Tipo de Arquivo (r, w, c, h, n, d, p ou t) 4.No Sequencial do Arquivo5. Ex: fql_15400000_2008.03.14_05_w.001.

Arquivos de Medição de Descarga Líquida realizadas com medidores M9: fql_código da estação_ano.mês.dia_no da Travessia.Extensão. Ex: fql_15400000_2008.03.14_05.riv e fql_15400000_2008.03.14_05.wsp.

Arquivos de Medição de Descarga Líquida realizadas com medidores FlowTracker: fql_código da estação_ano.mês.dia_no da Travessia.Extensão. Ex: fql_15400000_2008.03.14_05.wad.

Fichas de cálculo de descarga líquida: fcql_código da estação_ano.mês_no da medição no mês. (Se tiver mais de uma página, inserir no final do nome do arquivo: “_no da página). Ex: fcql_15400000_2008.03_01_03.tiff;

Fichas de cálculo de posições planimétricas relacionadas a medições de descarga líquida: fcpp_código da estação_ano.mês_no da medição no mês. (Se tiver mais de uma página, inserir no final do nome do arquivo: “_no da página). Ex: fcpp_15400000_2008.03_01_03.tiff;

Histórico de operação e manutenção de estações hidrometeorológicas: hist_código da estação_ano.mês.dia da primeira inspeção_a_ano.mês.dia da última inspeção.doc. Ex: hist_15400000_1964.01.04_a_2010.03.17.doc.

Croqui de localização e acesso da estação hidrometeorológica: croq_código da estação_ano.mês.dia da elaboração do croqui.tiff. Ex: croq_15400000_2010.03.14.tiff.

Laudos de análises de granulometria de sedimentos em suspensão: lgss_código da estação_ano.mês_no da medição no mês. Ex: lgss_15400000_2008.03_01.tiff.

Laudos de análises de granulometria de sedimentos de fundo: lgsf_código da estação_ano.mês_no da medição no mês. Ex: lgsf_15400000_2008.03_01.tiff.

Laudos de análises de parâmetros de qualidade de água: laqa_código da estação_ano.mês_no da medição no mês. Ex: laqa_15400000_2008.03_01.tiff.

Laudos de análises de parâmetros de qualidade de água: laqa_código da estação_ano.mês_no da medição no mês. Ex: laqa_15400000_2008.03_01.tiff.

Retrieves de estações automáticas do tipo AgSolve: retr_código da estação_ano.mês.dia do download dos dados. Ex: retr_15400000_2008.03.14.csv.

Retrieves de estações automáticas do tipo Campbell ou MAWS/Vaisala: retr_código da estação_ano.mês.dia do download dos dados. Ex: retr_15400000_2008.03.14.dat.

Retrieves de estações automáticas do tipo Hidromec/OTT ou Handar/Vaisala: retr_código da estação_ano.mês.dia do download dos dados. Ex: retr_15400000_2008.03.14.txt.

O ano deverá ter quatro dígitos (Ex.: 2014) e o mês dois dígitos (01, 02, ... 12).

A seguir é apresentado, como exemplo, registros fotográficos retirados em dezembro de 2010 com a nomenclatura adotada pela ANA (Figura 43).

⁴ File type (assigned during data collection or playback):

a) r – Raw ADCP data; b) w – copy of the configuration file created during Acquire mode; c) c – Unique configuration file (DOS TRANSECT only); d) n – Navigation GPS data; e) d – Depth Sounder data; f) t – ASCII-out data. Caso seja utilizado o programa *WinRiver II*, a inserção do tipo de arquivo é desnecessária.

⁵ Caso seja utilizado o programa *WinRiver II*, o formato do nome do arquivo terminará com PD0 (*PD0 formatted raw ADCP data file*).

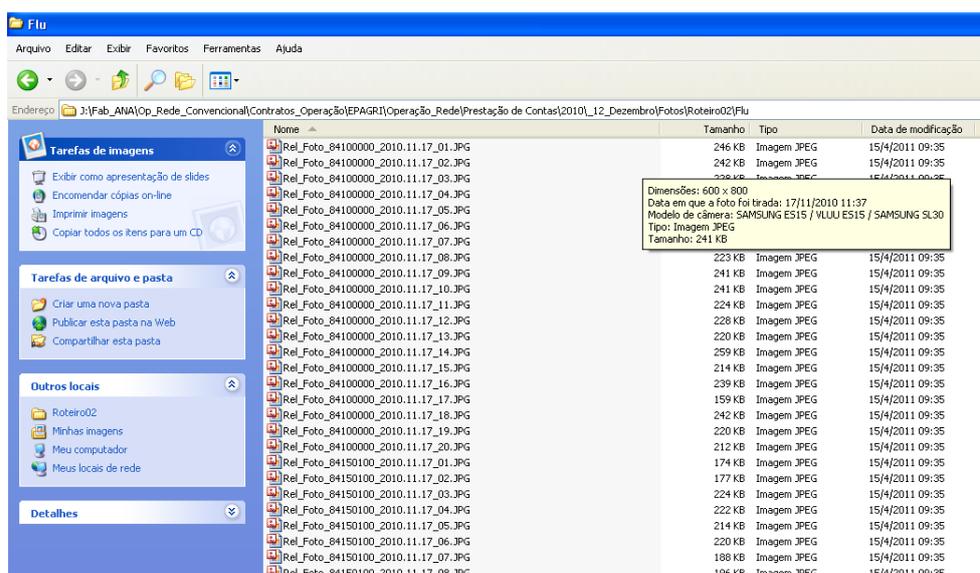


Figura 43 – Nomenclatura adotada pela ANA

O banco de dados “bruto” pré-analisados deverá ser encaminhado para a ANA em meio digital, e deverá ser composto pelos seguintes registros:

- ✓ inventário das estações a serem operadas com as seguintes informações (bacias, sub-bacias; rios; municípios; e estações);
- ✓ cotas médias brutas (média das 7hs e 17hs);
- ✓ cotas 2 leituras brutas (lido às 7hs e 17hs);
- ✓ vazões médias brutas;
- ✓ dados diários de chuva brutos (lido às 7 hs);
- ✓ dados horários de chuva brutos (lido pelas estações automáticas);
- ✓ dados de qualidade de água brutos;
- ✓ resumos de descarga líquida brutos;
- ✓ medições de descarga líquida (valores medidos durante a campanha);
- ✓ dados de sedimento em suspensão brutos;
- ✓ curvas de descarga brutas (curvas-chave) atualizadas; e
- ✓ levantamentos de perfil transversal brutos;

Entende-se por dados “brutos” pré-analisados o banco de dados “brutos”, em meio digital, que após ter sido comparado com os originais de campo (boletins de observação e fichas de medição), foram eliminados erros grosseiros, tais como: erro de metro, de vírgula, erros com preenchimentos arbitrários, erro de complemento, leituras errôneas de cotas negativas.

4 BIBLIOGRAFIA

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Especificações Técnicas - Plataformas de Coletas de Dados – PCDs /, Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica. -- Brasília: ANA, SGH, 2011. 21p.

BLAINSKI, E.; GARBOSSA, L.H.P.; ANTUNES, E.N. Estações hidrometeorológicas automáticas: recomendações técnicas para instalação. Florianópolis: Epagri, 2012, 43p. (Epagri. Documentos, 240).

RIBEIRO NETO, Alfredo; CIRILO, José A.; SILVA FILHO, Severino L. *Módulo IV: Batimetria*. In: AZEVEDO, José R. G. (Org). *Hidrometria Aplicada à Gestão de Recursos Hídricos*. Recife, Ed. Universitária da UFPE, 2010. p.194.

SAUER, V.B., AND TURNIPSEED, D.P., 2010, Stage measurement at gaging stations: U.S. Geological Survey Techniques and Methods book 3, chap. A7, 45 p. (Also available at <http://pubs.usgs.gov/tm/tm3-a7/>.)

KENNEY, T.A., 2010, Levels at gaging stations: U.S. Geological Survey Techniques and Methods 3-A19, 60 p.

ANEXO I – PROCEDIMENTOS PARA INSTALAÇÃO DE CERCADO METÁLICO

II. CARACTERÍSTICAS E TIPOS DE CERCADO

Os cercados metálicos foram desenvolvidos para facilitar o transporte e agilizar o processo de montagem em campo. São modulares e constituídos de 9 (nove) painéis metálicos - na medida de 1,53m (h) e 1,25m (compr.); 10 (dez) postes metálicos - triangulares; com 2,00m de altura; multiuso; permitem a fixação dos painéis com sistema antifurto; com tampa superior metálica e 1 (um) portal metálico - composto de 1 (um) portão e 2 (duas) colunas. O portão e as colunas devem formar um conjunto com largura de até 1,25m. Este conjunto de peças permite a montagem de um cercado na dimensão de 3,75m x 2,50m, onde é possível instalar um pluviômetro e uma PCD automática (Figura II.1).



Figura I.1 Cercado com pluviômetro e PCD.

Caso se deseje um cercado para abrigar somente um pluviômetro, deve-se montar uma unidade com as dimensões 2,5m x 2,5m. Neste caso serão utilizados somente 7 painéis, 8 postes e o portão.

II.2. MONTAGEM E INSTALAÇÃO DO CERCADO METÁLICO

II.2.1 Preparativo

Antes de se ir a campo, é necessário verificar se estão sendo levadas as ferramentas e materiais adequados para a instalação do cercado a saber:

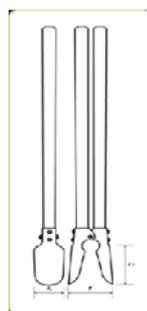
Ferramentas

- nível bolha ou prumo
- Cavadeira articulada com cabo com as dimensões aproximadas como pode ser visto na Figura I.2;
- Marreta pequena;

- Enxada;
- Jogo de chaves de fenda;
- Jogo de chaves fixa;
- Esquadro de 90°;
- Trena de 10m;
- Alicates para instalação das chapas antifurto fornecido pelo fabricante do cercado.

Materiais

- Piquetes de madeira com ponta;
- Ripas de madeira;
- Rolo de barbante;
- Cimento;
- Areia;
- Brita;
- Balde;
- Lâminas antifurto fornecidas pelo fabricante.



Dimensões (mm):

A - 170
C - 230
F - 179

Figura II.2: Dimensões aproximadas da Cavadeira articulada com cabo.

I2. 2 Localização do Cercado e Preparação do Terreno

O cercado, como abriga um pluviômetro, necessita ser instalado em uma área livre de interferências externas, como árvores por exemplo. Deve ser mantido o distanciamento mínimo que corresponde à angulação, do topo do pluviômetro até o topo do obstáculo, de 26° com a horizontal (WMO, 2010; USGS, 2010). O terreno deve ser limpo antes da instalação, podendo permanecer grama se houver.

I2. 3 Marcação do local

Inicialmente deve-se proceder à marcação dos pontos onde serão instalados os postes metálicos. A quantidade de postes depende do layout do cercado. No caso do layout para abrigar pluviômetro convencional em conjunto com estação telemétrica, devem ser fixados no solo 10 piquetes de madeira (Figura I.3), no caso da estação apenas pluviométrica, o quantitativo total de piquetes a serem fixados é de 8 (Figura I.4), .

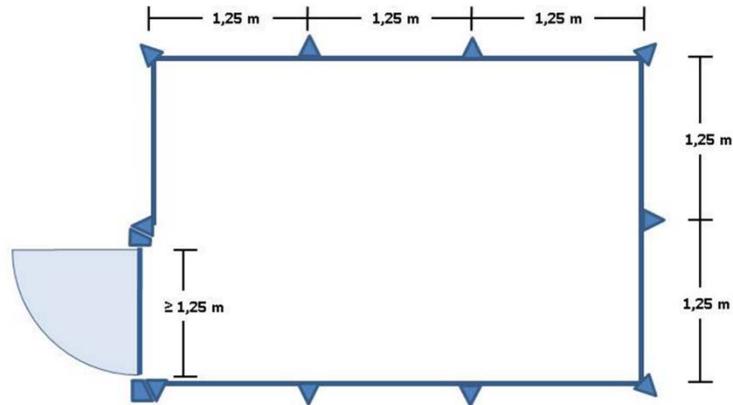


Figura I.3 Pontos onde devem ser fixados no solo os piquetes de madeira.

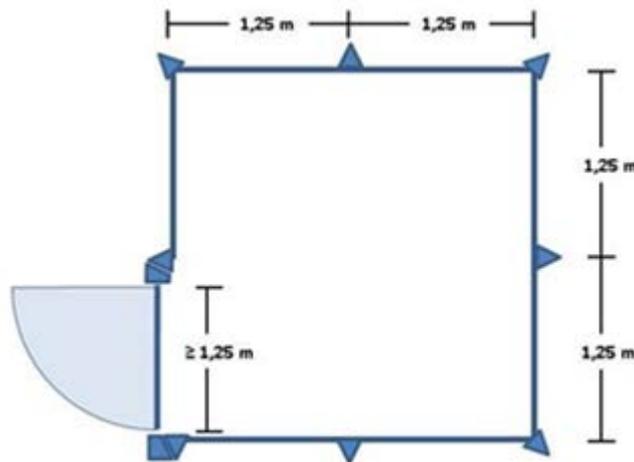


Figura I.4 Pontos onde devem ser fixados no solo os piquetes de madeira.

Para a adequada fixação dos piquetes deve ser seguido o procedimento abaixo:

- Instalar o primeiro piquete de madeira;
- A partir dele marcar o segundo piquete a 3,75m de distância do primeiro;
- Passar um barbante unindo os dois pontos;
- Com o barbante a 90° posicionar um terceiro piquete a 2,50m do segundo (utilizar o esquadro para definir 90°);
- Seguir o procedimento acima para o quarto piquete que formará o retângulo desejado;
- Piquetar os pontos intermediários com uma trena;

I2. 4 Instalação

Inicialmente deve-se proceder à escavação dos furos onde serão instalados os postes metálicos. Deve-se utilizar a cavadeira manual e, sendo o solo duro, colocar água com a frequência necessária. Sua profundidade deve ser tal que quando forem instalados os painéis metálicos eles fiquem posicionados a aproximadamente 10cm a 12cm do solo.

Posicionar os postes nos furos abertos. Iniciar o encaixe dos painéis metálicos que deverão ser fixados com 4 lâminas antifurto: uma na parte superior, uma na parte inferior e duas distribuídas de forma equidistantes (Figura II.5).



Figura I.5 Instalação das lâminas antifurto com auxílio de alicate apropriado.

Apoiar os painéis em suportes de madeira de modo que fiquem suspensos de 10cm a 12cm do solo (Figura I.6).



Figura I.6 Calçar os painéis com madeira de modo que fiquem a 10cm a 12cm do solo

Posicionar os painéis na vertical, para isso, utilizar um prumo ou um Nívelde bolha (Figura II.7).



Figura I.7 Verificação do alinhamento do painel com o prumo.

Verificar com o barbante se os postes estão alinhados Figura I.8.



Figura I.8 Verificação do alinhamento dos postes com a linha.

À medida que os painéis forem colocados na posição vertical, apoiá-los nos dois lados com ripas de madeira (Figura I.9).



Figura I.9 Apoiar os painéis na vertical com ripas de madeira nos dois lados. Posicionar e instalar o portão. Devido ao seu peso, se necessário, amarrar o mesmo no poste (Figura I.10).

Passar um fio pela parte externa do cercado para verificar a linearidade dos postes;



Figura I.10 Instalação do portão.

Estando o cercado todo montado na posição correta, concretar os postes, mantendo os suportes de madeira. Estes devem ser retirados somente após o concreto secar (Figura I.11).



Figura I.11 Concretagem dos postes.

Para a preparação do concreto usar o traço seguinte:

- 1 Saco de cimento;
- 4 Latas de areia;
- 5 Latas de brita;
- 1 lata e um quarto de água.

ANEXO II - INSTRUÇÕES PARA REALIZAÇÃO DO PEG TEST

O teste de colimação deve ser realizado pelo menos uma vez na semana quando o instrumento estiver sendo utilizado, além disso, não deve haver mais de 7 dias entre o teste de colimação e o nivelamento. Se no teste de colimação for detectado erros superiores a 0,003 ft/100ft todo o nivelamento realizado previamente deve ser revisto. Caso seja utilizado o Nível digital o teste de colimação deve ser realizado em ambas as funções digital e ótica (USGS, 2016).

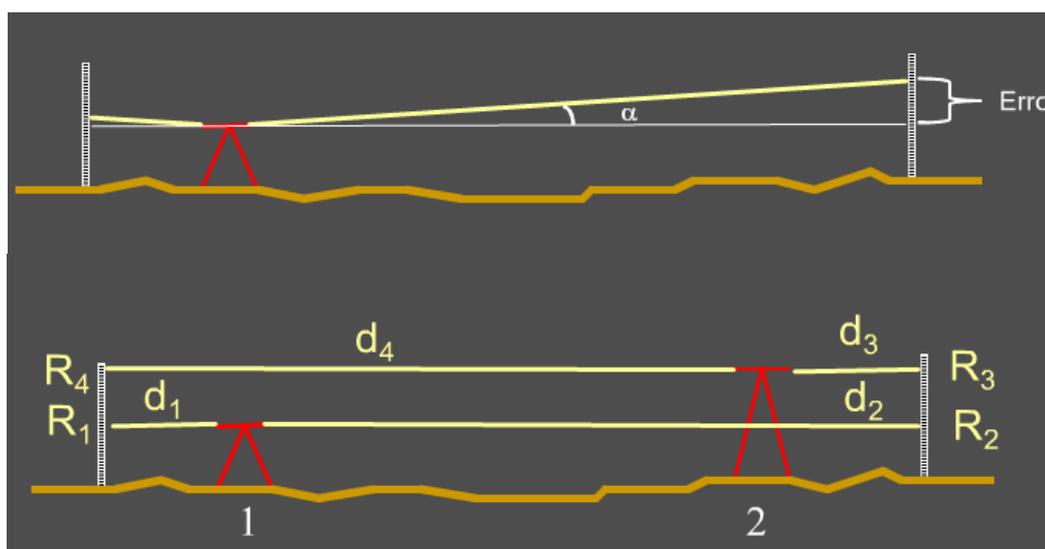
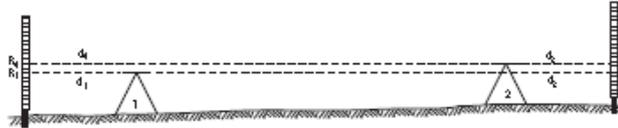


Figura : Diagrama esquemático do Teste de Colimação (Peg Teste)

Fonte : USGS (2011)

PEG TEST OF ENGINEER'S LEVEL

Tested by: _____ Date: _____
 Make/Model: _____ Circle system type(s): optical digital



$$\text{Collimation} = c = 100 * \left[\frac{(R_1 + R_3) - (R_2 + R_4)}{(d_2 + d_4) - (d_1 + d_3)} \right]$$

Average of d_2 and d_4 should be less than 110 ft.

OPTICAL SYSTEM		R	d
$c = 100 * \left[\frac{(\quad + \quad) - (\quad + \quad)}{(\quad + \quad) - (\quad + \quad)} \right]$ c = _____ ft/100ft as found	1		
	2		
	3		
	4		
DIGITAL SYSTEM		R	d
$c = 100 * \left[\frac{(\quad + \quad) - (\quad + \quad)}{(\quad + \quad) - (\quad + \quad)} \right]$ c = _____ ft/100ft as found	1		
	2		
	3		
	4		

ADJUSTMENT (level remains set up at 2 and sighted at R₁)

Adjust cross hair to $R_1 \pm \left[\frac{(cd_1)}{100} \right] = \text{_____} \pm \left[\frac{(\quad)}{100} \right]$ Repeat collimation test after adjustment.

COLLIMATION TEST AFTER ADJUSTMENT

$$c = 100 * \left[\frac{(\quad + \quad) - (\quad + \quad)}{(\quad + \quad) - (\quad + \quad)} \right]$$

c = _____ ft/100ft as found

NOTES or COMMENTS:

ANEXO III - MODELO ANA DA FOLHA DE OBSERVAÇÃO FLUVIOMÉTRICA

		LEITURAS DIÁRIAS DA RÉGUA (cm)			
		Sureg:	Mês/Ano:	Código:	Rota:
		Estação:		Rio:	
DIA	7 HORAS	CORREÇÃO	17 HORAS	CORREÇÃO	ANOTAÇÕES
01					
02					
03					
04					
05					
06					
07					
08					
09					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					

Nome do observador: _____

Assinatura: _____

Visita: ____/____/____ Hora: Cota:

Técnico/Iniciais: Visto:

