

NOTA TÉCNICA CONJUNTA Nº 2/2024/CFISP/SFI/AESA/APAC
Documento nº 02500.016816/2024

Brasília, 28 de março de 2024.

À Coordenação de Fiscalização de Serviços Públicos e Operação de Reservatórios – CFISP/ANA
Assunto: Atualização da curva chave da vazão do canal de entrada do PISF no Portal de Monteiro - PB

OBJETIVO

1. A presente Nota Técnica Conjunta objetiva atualizar a curva chave existente na seção de medição do canal de entrada do PISF no Portal de Monteiro, denominado PB 01L, fruto de trabalho técnico conjunto elaborado por servidores da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA, da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA e da Agência Pernambucana de Águas e Clima – APAC.

SEÇÃO DE MEDIÇÃO NO PORTAL DE MONTEIRO

2. O Portal ou Galeria de Monteiro corresponde ao trecho final de canalização do Eixo Leste. Situada no município de Monteiro/PB, libera água para o riacho Mulungu, que deságua no rio Paraíba, perenizando o mesmo e atendendo os açudes de Poções, Camalaú, Acauã e Boqueirão, este último armazena água para abastecimento público da cidade de Campina Grande/PB.

3. A seção de medição se caracteriza por um canal de concreto de seção retangular e trapezoidal ao longo de sua extensão, ou seja, a largura aumenta de montante para jusante (Figura 1). A seção contém marcação de referência para leitura de nível do canal, com a cota da soleira (fundo do canal) no valor de 561,60m. Possui também dois ultrassônicos de nível instalados numa ponte, um pertencente à AESA e outro à CODEVASF (Figuras 2 e 3). Na saída do canal para o riacho há um desnível composto por vertedouro delgado de soleira livre (Figuras 4 e 5).

4. A vazão da seção de medição é calculada pela curva-chave (função da vazão Q em relação ao nível H) elaborada pela Equação 1 a seguir, constante da Nota Técnica AESA/GEOM nº 01/2021 disponível no site da ANA, no link:

<https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/pisf/reunioes-tecnicas-deacompanhamento/2021/abril/arquivos/curva-chave-monteiro-pisf.pdf/view>



$$Q=18,82*(Cota\ Observada-Cota\ da\ Soleira)^{1,585} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

Q = vazão defluente da Galeria de Monteiro (PB 01L) (m³/s)

Cota Observada = cota da régua de nível instalada na saída da Galeria de Monteiro (m)

Cota da Soleira = cota de fundo do canal na saída da Galeria de Monteiro = 591,60m



Figura 1 – Vista superior da seção de medição em Monteiro: o canal de concreto de seção retangular (trapezoidal ao longo de sua extensão).



Figura 2 – Seção de medição em Monteiro: canal de seção retangular de concreto.

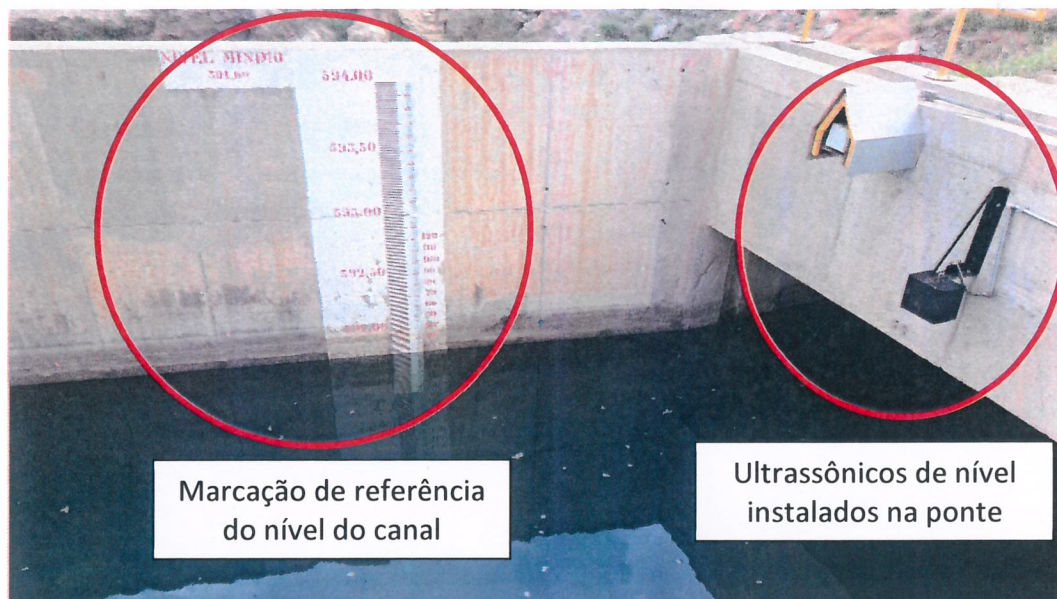


Figura 3 – Seção de medição em Monteiro, com detalhamento da marcação de referência e dos ultrassônicos de nível da AESA/PB e da CODEVASF instalados na ponte.



Figura 4 – Desnível da saída da Galeria de Monteiro para o riacho Mulungu, que deságua no rio Paraíba.



Figura 5 – Desnível da saída da Galeria de Monteiro: vertedouro delgado de soleira livre.

DISPONIBILIZAÇÃO DOS DADOS

5. A CODEVASF disponibiliza os dados de vazão média diária e de volume diário no Portal do PISF (Figura 6) pelo [link: https://integracao.sharepoint.com/sites/pisf-gerenciamento](https://integracao.sharepoint.com/sites/pisf-gerenciamento). A vazão diária é calculada pela média das vazões obtidas pela Equação 1, com leituras de nível feitas a cada 5 min pelo ultrassônico instalado pela Companhia. O volume diário é calculado multiplicando a vazão média diária pelo período de 24 horas.

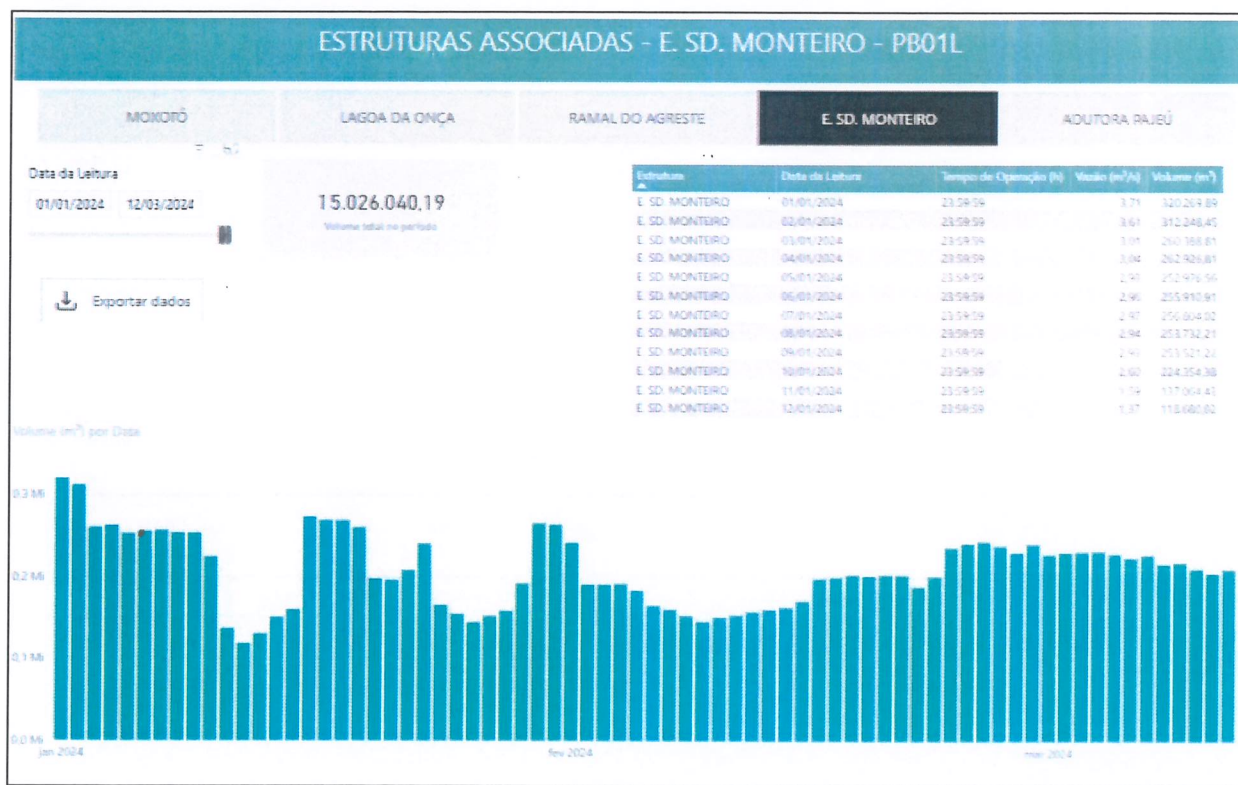


Figura 6 – Portal do PISF: dados de vazão e volume diário da Galeria de Monteiro.

6. A AESA/PB apresenta os dados na forma direta, ou seja, na vazão que passa pela seção de medição calculada também pela Equação 1, utilizando as leituras do ultrassônico instalado pela Agência. Os dados de vazão no ponto são disponibilizados pela Gerência Executiva de Monitoramento e Hidrometria da AESA (Figura 7) no link: http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/fluviometria/projeto-de-integracao-do-rio-sao-francisco-pisf/?id_posto=38895001

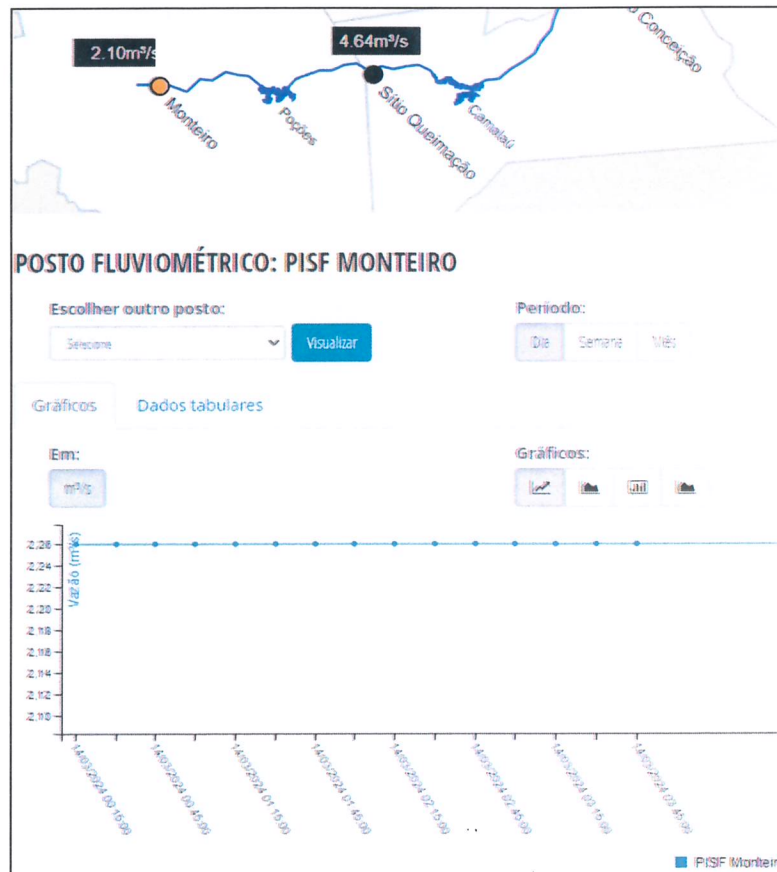


Figura 7 – Apresentação dos dados de vazão da Estação PISF Monteiro no site da AESA/PB.

SOBRE AS MEDIÇÕES DE VAZÃO

7. As medições de vazão utilizadas para traçar a curva-chave da Equação 1 foram realizadas pela AESA/PB no dia 25/03/2021, conforme descrito na Nota Técnica AESA/GEOM nº 01/2021 anteriormente referenciada. Para realizar as medições de vazão, a AESA utilizou um perfilador acústico de efeito Doppler (ADCP), modelo M9, de fabricação da Sontek (Figura 8), tendo traçado a curva-chave com medições em 6 níveis diferentes.

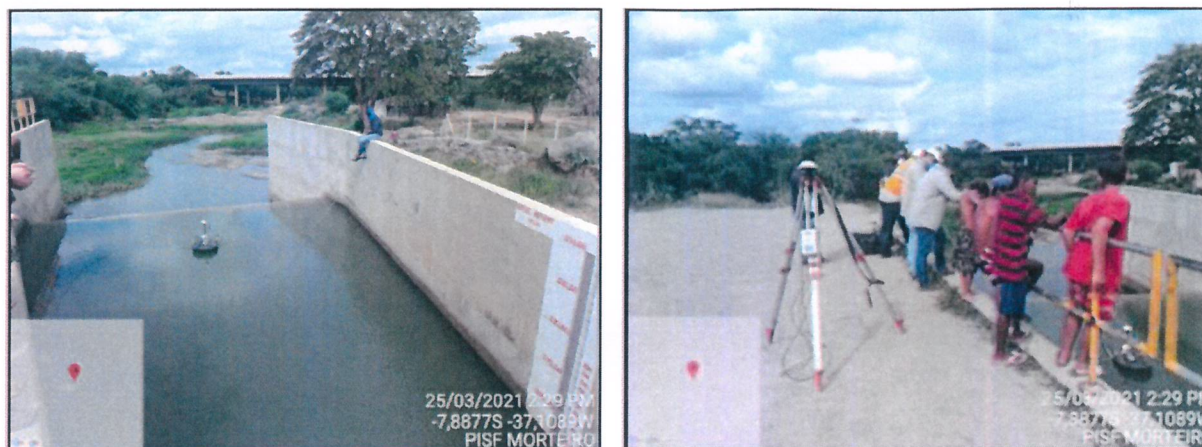


Figura 8 – Medições de vazão na Galeria de Monteiro realizadas pela AESA em 25/03/2021.

8. Após articulação ANA/AESA/APAC, foi realizada em março de 2023 uma campanha com servidores das respectivas agências para medição de vazão em pontos de entrega de água nos Eixos Leste e Norte do PISF, com apoio institucional e participação de representantes da CODEVASF e do MIDR, sendo um dos pontos escolhidos na campanha a seção de medição da Galeria de Monteiro.

9. Dessa forma, foram realizadas novas medições em 3 níveis diferentes da seção de Monteiro em 27/03/2023, conforme descrito no Relatório de Campanha e Vistoria nº 2/2023/CFISP/SFI (Documento ANA nº 02500.051594/2023), utilizando equipamento da ANA, do tipo perfilador acústico de efeito Doppler (ADCP), modelo StreamPro, de fabricação da Teledyne Marine, similar ao utilizado pela AESA em 2021 (Figura 9).

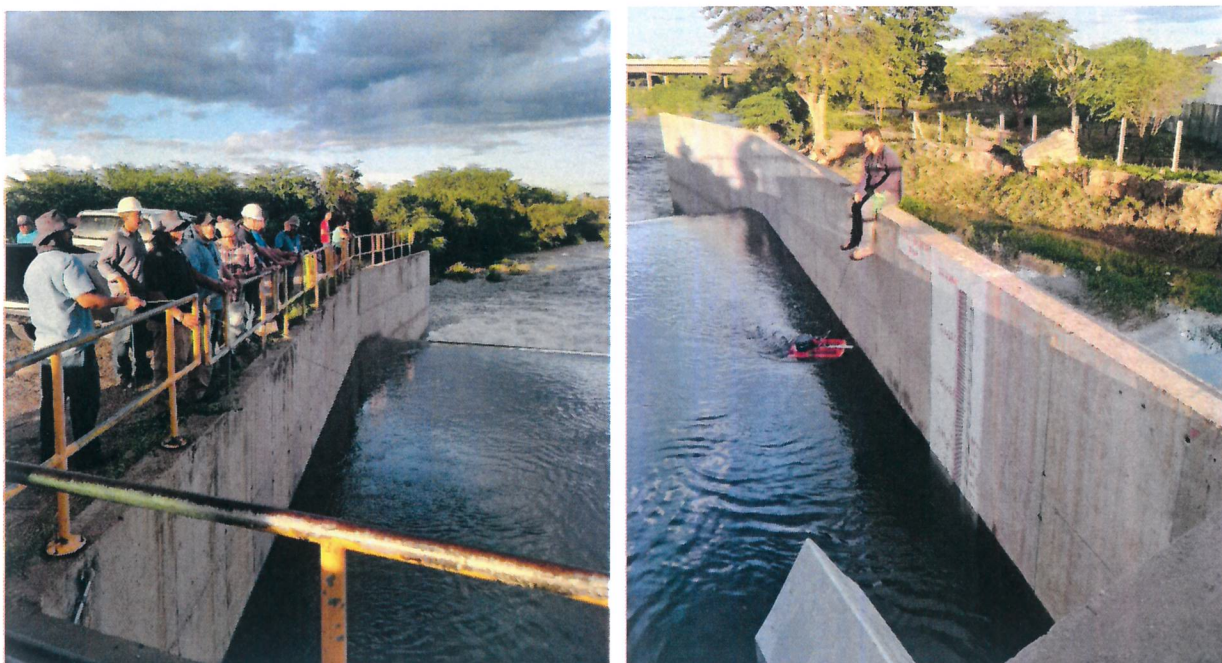


Figura 9 – Medições de vazão na Galeria de Monteiro realizadas pela ANA/AESA/APAC em 27/03/2023.



10. Aproveitando nova campanha realizada em duas etapas – março e novembro de 2023 (realizadas pela ANA e APAC, respectivamente) – para medições de pontos de entrega no Eixo Leste do PISF, planejou-se um tempo maior para medições extras de vazão na seção de Monteiro, tendo sido realizadas medições em 11 níveis diferentes nos dias 20 e 21 de novembro de 2023, utilizando equipamento da APAC do tipo perfilador acústico de efeito Doppler (ADCP), modelo M9, de fabricação da Sontek, o mesmo modelo usado pela AESA em 2021 (Figura 10). Os resultados das medições constam do Relatório de Campanha e Vistoria nº 1/2024/CFISP/SFI (Documento ANA nº 02500.011767/2024).



Figura 10 – Medições de vazão na Galeria de Monteiro realizadas pela APAC em 20 e 21/11/2023.



ATUALIZAÇÃO DA CURVA-CHAVE

11. Após reunião *online* via TEAMS realizada por técnicos da AESA, APAC e ANA em 26/02/2024 para análise e interpretação dos dados de vazão medidos, foram adotados os dados da Tabela 1 a seguir para traçado de gráfico atualizado da curva-chave:

Tabela 1 – Dados de medições de vazão realizados na Galeria de Monteiro pela AESA (25/03/2021), ANA/AESA/APAC (26/03/2023) e APAC (20 e 21/11/2023)

Cota Observada (m)	Lâmina vertente (m)	AESA (m ³ /s)	ANA (m ³ /s)	APAC (m ³ /s)
591,61	0,01	0,0127	-	-
591,64	0,04	-	-	0,326
591,74	0,14	-	-	1,138
591,75	0,15	-	-	1,347
591,80	0,20	1,4681	1,823	1,853
591,86	0,26	-	-	2,862
591,87	0,27	2,3623	-	-
591,93	0,33	-	-	4,104
591,94	0,34	3,4042	-	-
591,95	0,35	-	-	4,152
591,97	0,37	-	4,717	-
591,99	0,39	-	-	4,803
592,00	0,40	4,4044	-	4,998
592,07	0,47	-	-	6,250
592,17	0,57	-	-	9,030
592,20	0,60	8,3751	9,522	-

OBS: a Lâmina Vertente (m) é obtida subtraindo a Cota Observada (nível da régua instalada na saída do canal da Galeria de Monteiro, em m) pela Cota de Fundo da Soleira = 591,60m

12. Sendo assim, a partir dos dados de medição apresentados na Tabela 1, foi traçada curva-chave atualizada da saída de água da Galeria de Monteiro para o rio Paraíba conforme Gráfico 1 a seguir, correspondente à vazão Q (m³/s) em função da cota da lâmina vertente H (m).

Medições de vazão na saída da Galeria de Monteiro

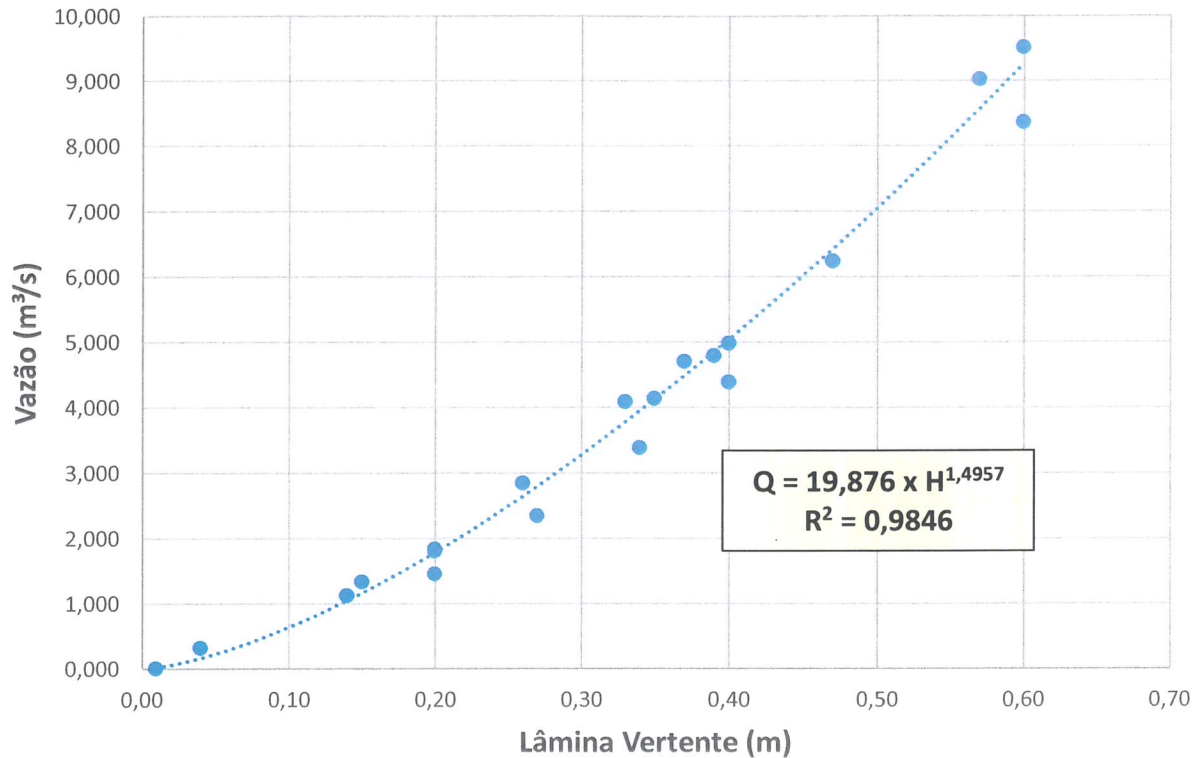


Gráfico 1 – Curva-Chave da Galeria de Monteiro.

13. Pelos pontos lançados no Gráfico 1, utilizando como regressão linear a equação de potência para traçar uma curva que aproxime os pontos, com coeficiente de determinação $R^2 = 0,9846$ (98,46% de precisão), chega-se a uma nova equação da vazão de saída da Galeria de Monteiro Q (m^3/s) em função da Lâmina Vertente H (m):

$$Q = 19,876 * (Cota Observada - Cota da Soleira)^{1,4957}$$

$$Q = 19,876 * (H)^{1,4957} \text{ (Equação 2)}$$

Onde:

Q = vazão defluente da Galeria de Monteiro (PB 01L) (m^3/s)

Cota Observada = cota da régua de nível instalada na saída da Galeria de Monteiro (m)

Cota da Soleira = cota de fundo do canal na saída da Galeria de Monteiro = 591,60m

H = altura da lâmina d'água vertente em m, sendo $H = Cota Observada - Cota da Soleira$



CONSIDERAÇÕES FINAIS

14. Para melhores resultados de volume de entrega no ponto PB 01L – Galeria de Monteiro, recomenda-se uma periodicidade maior de medições de vazão e atualização anual da curva-chave para vigência de cada Plano de Gestão Anual – PGA.

15. A atual seção de medição de Monteiro se localiza num canal de seção retangular, com aumento de largura ao longo de sua extensão (trapezoidal). Além disso, fica a montante e próximo à saída para o riacho Mulungu, que deságua no rio Paraíba, com turbulência na água, gerando dificuldade dos equipamentos ADCPs utilizados para traçar as verticais de medição de velocidade da água na seção. Tal fato não foi impeditivo para que se obtivessem resultados de medição de vazão condizentes. Entretanto, para melhoria dos dados buscando maior precisão nos resultados, será investigada pelos técnicos de medição de água dos órgãos gestores a possibilidade futura de outra seção de medição próxima do local.

16. Uma alternativa para melhoria dos dados seria também verificar a possibilidade de instalação futura de um medidor ADCP fixo na seção de medição, com registrador de dados para acúmulo do volume ao longo do tempo. Em vez de medição indireta por ultrassônico de nível com medições pontuais de vazão para traçar a curva-chave, essa solução traria resultados de medição de vazão constantes a cada variação de nível do canal.

ENCAMINHAMENTOS


17. Recomenda-se envio da presente Nota Técnica Conjunta para as seguintes instituições:

- À ANA, para publicação no sítio da internet referente ao PISF, a fim de dar publicidade à atualização da Curva-Chave de Monteiro;
- À Codevasf para conhecimento e providências quanto à reformulação da Curva-Chave de Monteiro e atualização dos dados de entrega do ponto PB01L no Portal do PISF com adoção da nova equação;




- À Gerência Executiva de Monitoramento e Hidrometria da AESA para atualização dos dados de vazão da Estação fluviométrica PISF Monteiro com utilização da equação da curva-chave reformulada.

Atenciosamente,

Documento assinado digitalmente
 **DANILO MARCELO BARROS DA SILVA**
Data: 01/04/2024 08:55:20-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

(assinado eletronicamente)
DANILO MARCELO BARROS DA SILVA
Supervisor de Monitoramento Hidrológico da APAC/PE

Documento assinado digitalmente
 **JOAO PEDRO CHAVES DA SILVA RODRIGUES**
Data: 28/03/2024 11:23:06-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

(assinado eletronicamente)
JOÃO PEDRO CHAVES DA SILVA RODRIGUES
Gerente Executiva de Operação de Mananciais da AESA/PB

(assinado eletronicamente)
LEONARDO PERES ARAUJO PIAU
Especialista em Regulação de Recursos Hídricos e Saneamento Básico da ANA



À SFI.

Solicita-se envio da Nota Técnica Conjunta conforme encaminhamentos sugeridos.

(assinado eletronicamente)

WENDY FONSECA ATAÍDE

Coordenador de Fiscalização de Serviços Públicos e Operação de Reservatórios da ANA

De acordo.

Encaminhe-se Nota Técnica às instituições, conforme recomendação.



Documento assinado digitalmente

VIVIANE DOS SANTOS BRANDÃO

Data: 28/03/2024 10:26:36-0300

Verifique em <https://validar.it.gov.br>

(assinado eletronicamente)

VIVIANE DOS SANTOS BRANDÃO

Superintendente de Fiscalização

