



# MÉTODO PARA DETERMINAÇÃO DE NÍVEL DE REDUÇÃO (NR) NA FOZ DE RIOS SEM EFEITO DE MARÉ ONDE NÃO EXISTE ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA ESTABELECIDADA

*Autor: CC Wallace Fernandes de Lima<sup>1</sup>*

## RESUMO

No primeiro semestre de 2019, o Navio Hidroceanográfico Fluvial “RIO BRANCO” recebeu a tarefa de realizar o primeiro Levantamento Hidrográfico (LH) no rio Jutaí, que era uma Zona Não Hidrografada e na qual não se tinha registro de outro Navio da Marinha ter navegado. Durante a preparação para a comissão, observou-se no site da Agência Nacional de Águas (ANA) que havia três estações fluviométricas instaladas ao longo desse rio com dados suficientes para calcular o Nível de Redução (NR) local. Entretanto, a estação fluviométrica instalada nas proximidades da foz do rio Jutaí era incompleta e de existência duvidosa, de forma que não seria possível calcular, de forma tradicional, o Nível de Redução nesse trecho, inviabilizando a Redução da Sondagem. O propósito deste artigo é explicar a metodologia padrão para determinar o NR em estações fluviométricas com, pelo menos, dois anos de observações e apresentar o método de Transporte de NR que foi empregado para estabelecer esse parâmetro na situação particular da foz do rio Jutaí.

## Palavras-chave:

Levantamento Hidrográfico, Estação Fluviométrica, Nível de Redução, Redução da Sondagem, Transporte de Nível de Redução.

## ABSTRACT

In the first half of 2019, the Fluvial Hydroceanographic Ship “RIO BRANCO” was tasked with carrying out the first Hydrographic Survey on the Jutaí river, which was a Unsurveyed Area and that no other Navy Ship had sailed. During the preparation for the commission, it was noted, on the website of the National Water Agency (ANA), that there were three fluviometric stations installed along that river with sufficient data to calculate the sounding datum “datum for sounding reduction”, however, the fluviometric station located in the vicinity of the mouth of the Jutaí river was incomplete and of uncertain existence, so that it would not be possible to calculate, in a traditional way, the sounding datum in this area, making the calculation of Reduced Depths impossible. The purpose of this article is to

<sup>1</sup> Hidrógrafo. Graduado em Ciências Navais pela Escola Naval. Chefe do Departamento de Operações do CHN-9.



explain the standard methodology for determining the sounding datum in fluvimetric stations with at least two years of observations and, to present the method of sounding datum Transport that was used to set this parameter in the particular situation of the mouth of the Jutaí River.

**Keywords:**

Hydrographic Survey. Fluvimetric Station. Sounding Datum. Reduced Depths, Sounding datum Transport.

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 Características da área de operação

A missão do NHoFlu “Rio Branco” era “realizar Levantamento Hidrográfico em Zona Não Hidrografada (ZNH) no trecho compreendido entre a foz do rio Boia, milhagem 185, e a foz do rio Jutaí, a fim de contribuir para a produção cartográfica da região” (Figura nº 1).

O rio Jutaí localiza-se na margem direita do rio Solimões, cerca de 550 milhas náuticas a montante de Manaus.

Esse desconhecido afluente é estreito e sinuoso: sua largura média é 250 m e seus meandros são comparáveis aos do rio Juruá, conforme mostra a Figura 1.

Para realizar o estudo da fluvimetria local era necessário ocupar a estação fluviométrica mais a montante, localizada em Colocação de Caxias Novo (CCN), milhagem 305 do rio Jutaí. Porém, à medida em que se subia o rio, este se tornava mais estreito e sinuoso e a correnteza se apresentava mais intensa, de forma que o Navio conseguiu subir com segurança apenas até a foz do rio Mutum, na milhagem 274, e uma equipe prosseguiu de lancha até CCN, 30 milhas a montante, para ocupar pela primeira vez essa estação fluviométrica.

### 1.2 Aspectos gerais

O rio Jutaí possui baixo tráfego aquaviário e reduzida densidade demográfica. Talvez isso explique o fato de esse rio ainda ser um imenso “vazio cartográfico” na Amazônia. A discreta presença do Estado e a existência de riquezas minerais, sabidamente ouro

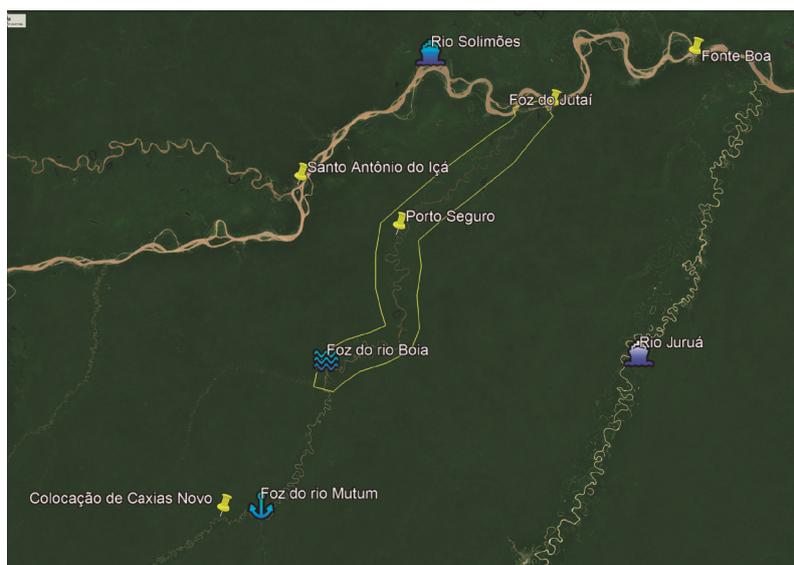


Figura 1 – Área de Operação e trecho a ser sondado



de elevada qualidade, constituem terreno fértil para a ocorrência de desca-minhos, sobretudo o garimpo ilegal, atividade sem controle e desenvolvida em desacordo com as premissas de sustentabilidade ambiental. Há relatos de aumento considerável no número de pessoas com câncer nas poucas comunidades ribeirinhas localizadas ao longo da calha do rio Jutaí. Os ribeirinhos atribuem a doença à contaminação dos peixes em decorrência do mercúrio lançado na água pelos garimpeiros. Apesar de não haver um estudo científico sobre esse assunto, essa população isolada praticamente não mudou seu modo de vida nos últimos anos e o aumento do número de casos de pessoas com câncer coincide com a intensificação do garimpo nesse rio.

Havia informações sobre a atuação de cerca de 100 dragas empregadas no garimpo no rio Jutaí. Estranhamente, durante o período do LH, nenhuma draga foi encontrada. Relatos de ribeirinhos locais afirmam que as dragas estariam escondidas no rio Mutum, um afluente da margem direita do rio Jutaí, milhagem

274, o que sugere que a presença de um Navio do Estado, mesmo que de pesquisa, pode coibir práticas ilegais na bacia Hidrográfica da Amazônia.

### 1.3 Ocupação das estações fluviométricas

Como não havia NR calculado, nem Fichas de Descrição de Estação Fluviométrica (F-43) para as estações que, de acordo com o site da Agência Nacional de Águas (ANA), existiam no rio Jutaí, era necessário fazer a primeira ocupação dessas estações, em cumprimento ao preconizado na NORMAM 25 (REV 2). Esse procedimento prevê a instalação de, pelo menos, 3 Referências de Nível (RN), nivelamento geométrico entre as RN e a régua e o rastreamento estático de, pelo menos, uma RN. A leitura da régua é feita regularmente duas vezes ao dia por um morador local pago pela ANA, órgão que mantém essas estações em funcionamento e disponibiliza esses dados.

Conforme mostra a Figura 2, as estações fluviométricas localizadas ao longo do rio Jutaí são: Porto Seguro, na



Figura 2 – Estações Fluviométricas existentes na calha do rio Jutaí mantidas pela ANA: Porto Seguro, 80'; Barreira Alta Nova, 249' e Colocação de Caxias Novo, 305'





milhagem 80, Barreira Alta Nova, na milhagem 249, e Colocação de Caxias Novo, na milhagem 305. Essas estações foram ocupadas pela primeira vez e suas F-43 foram geradas.

Durante esta operação todas essas estações possuem uma "Ficha Descritiva de Estação no Curso da Água - ANA", que contém informações semelhantes à F-43. A ANA também disponibilizou os registros de leitura das réguas, o que possibilitou calcular o NR dessas estações por meio da metodologia do percentil 6, detalhada mais adiante.

Dessas 3 estações fluviométricas, apenas a de Barreira Alta Nova não foi utilizada, pois apresentava registro de leitura da régua inferior a 2 ciclos hidrológicos completos e consecutivos do rio, mas período mínimo suficiente para calcular o NR é 2 anos. Colocação de Caxias Novo, a estação mais a montante, e Porto Seguro foram utilizadas para fazer o zoneamento porque possuíam as maiores bases de dados e, conseqüentemente, propicia cálculo dos NR mais confiável.

Um obstáculo a ser transposto era a estação localizada na foz do Jutai (Figura 3), que possuía uma F-43 incompleta e além de não existir nenhum registro observacional de cotas do rio no banco de dados da ANA. Por ocasião da ocupação dessa estação, constatou-se que, por conta da erosão da encosta, não havia régua na posição da estação fluviométrica; existiam apenas alguns marcos-testemunho. Decidiu-se aproveitar os marcos-testemunho como RN, rastrear uma RN, instalar uma seção de régua, fazer o nivelamento geométrico entre as RN e a régua, e pedir à Defesa Civil da cidade para realizar a leitura da régua duas vezes ao dia no período do LH. Após análise da profundidade local por meio do ecobatímetro, arbitrou-se a cota de 20 m para seção da régua instalada, pois não se sabia o quanto o nível do rio variaria no período do levantamento. Dessa forma, seria evitado que o nível da água ficasse abaixo do "zero da régua". Destaca-se que, quando essa decisão foi tomada, não se sabia se esses poucos dados seriam úteis para calcular o NR, mas, ao final do LH, a metodologia de transporte de NR utilizou esses dados.



Figura 3 – Régua instalada na foz do rio Jutai. Foi arbitrado nível de 20 m para essa seção de régua e a leitura diária da cota foi feita pelo pessoal da Defesa Civil da cidade durante o período do LH



## 2. METODOLOGIA UTILIZADA PARA REDUZIR A SONDAGEM EM RIOS SEM INFLUÊNCIA DE MARÉ UTILIZANDO DUAS ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS

### 2.1 O cálculo do NR

Nível de Redução é o nível adotado na redução da sondagem das cartas náuticas, sendo tão baixo que raramente o nível da água se encontrará abaixo desse plano. Esse dado consta nas F-43 de estações fluviométricas com pelo menos 2 anos de observações e normalmente é disponibilizado para os levantamentos nas Instruções Especiais, documento que orienta o trabalho de campo das Comissões Hidroceanográficas. Destaca-se que o NR sempre é associado a uma RN, pois a possibilidade de perda da régua é grande e, adotando-se esse procedimento, uma nova régua pode ser reposicionada e o valor do NR não será perdido pois, além de a RN ser perene, é mandatório ter, no mínimo, outras duas RN niveladas entre si e a régua.

Na bacia amazônica existem poucas estações fluviométricas com o NR calculado (pelo menos dados de 20 anos de observações). Para essas estações, utiliza-se a metodologia do percentil 10, que é um cálculo puramente aritmético, bem diferente da análise harmônica empregada para estações maregráficas. O percentil 10 garante que o nível do rio permaneça 90% do tempo acima desse valor calculado. Em estações fluviométricas com dados observacionais de, pelo menos, 2 anos, ou seja, apenas duas cheias e duas secas consecutivas, admite-se o emprego do percentil 6. Esse critério é análogo ao percentil 10, porém mais rigoroso em função da menor base de dados.

A Figura 4 mostra o comportamento do rio Jutai na estação fluviométrica de Colocação de Caxias Novo no período de NOV/2014 a SET/2018, ou seja, com abrangência de 4 cheias e 4 secas consecutivas do rio. A curva em azul refere-se às leituras mínimas observadas mês a mês e as retas vermelha e amarela mostram respectivamente o valor do NR calculado pela metodologia do percentil 6 (1.331 cm) e percentil 10 (1.346 cm). Como era de se

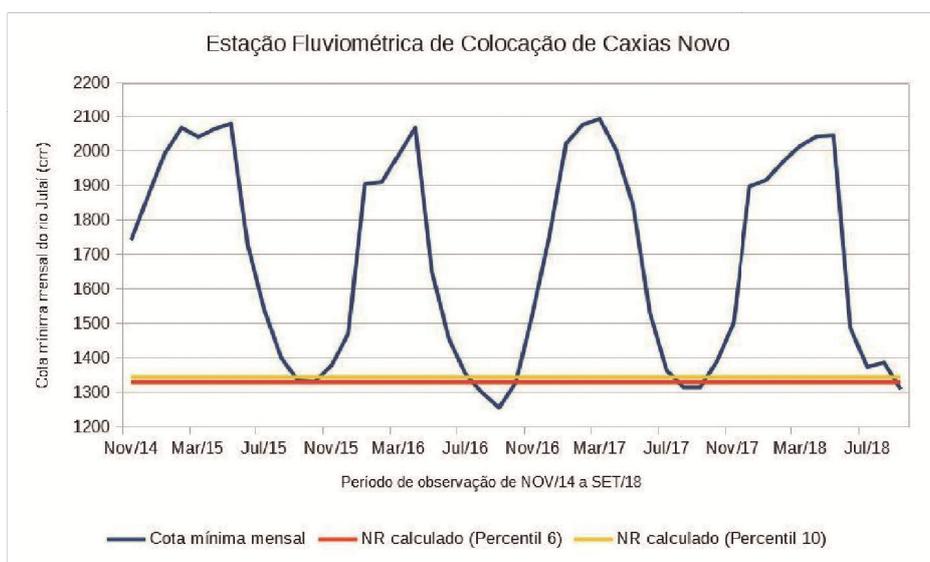


Figura 4 – Acompanhamento do nível do rio Jutai em Colocação de Caxias Novo no período de NOV2014 a SET2018 e registro dos NR calculados por meio da metodologia do percentil 6 e 10.







Figura 6 - Zoneamento entre CCN e PS resultando em 18 subáreas, sendo que 9 delas estão no trecho a ser sondado.

De posse desses dados, a área foi dividida em duas subáreas e os dois zoneamentos ficaram da seguinte forma:

1 - Entre as estações fluviométricas de Colocação de Caxias Novo e Porto seguro, que tinham o NR calculado por meio do percentil 6, o zoneamento resultou em 18 subáreas de 13 milhas náuticas

de extensão cada. A redução da sondagem do trecho compreendido entre a foz do rio Boia e a estação fluviométrica de Porto Seguro utilizou 9 das 18 subáreas, conforme ilustra a Figura 6.

2 - Entre as estações fluviométricas de Porto Seguro e foz do Jutaí, cujo NR foi definido por meio do Transporte do NR de

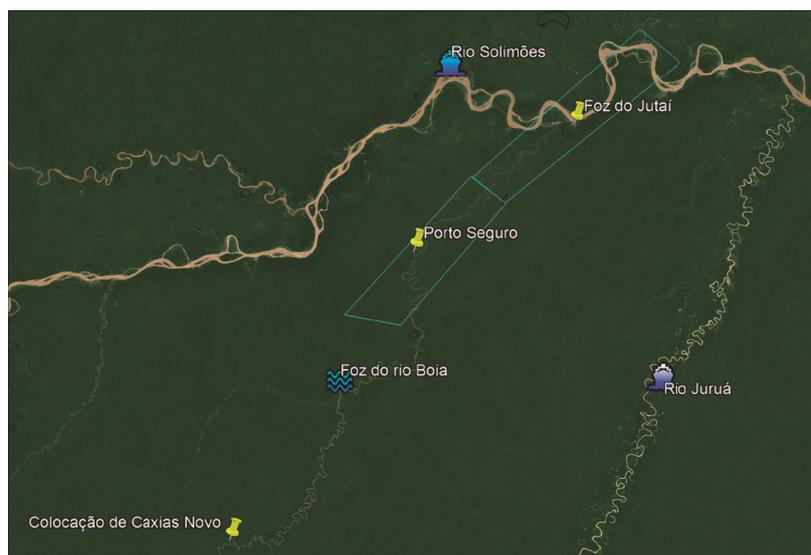


Figura 7 - Zoneamento entre PS e FJ resultando em 2 subáreas.





## REFERÊNCIAS

NAVIO HIDROCEANOGRÁFICO FLUVIAL RIO BRANCO (H-10). Centro de Hidrografia e Navegação do Noroeste (CHN-9). *Relatório do Levantamento Hidrográfico nº 001/2019 – Rio Jutai.*

BRASIL. Marinha do Brasil. Diretoria de Hidrografia e Navegação. *Instruções Especiais para Levantamentos Hidroceanoográficos.* (INSTRUÇÃO TÉCNICA A-02).

BRASIL. Marinha do Brasil. Diretoria de Hidrografia e Navegação. *Critérios para correção a serem efetuadas nas sondagens para representação nas FB.* (INSTRUÇÃO TÉCNICA H-01).

BRASIL. Marinha do Brasil. Diretoria de Hidrografia e Navegação. *Procedimentos para LH em rios.* (INSTRUÇÃO TÉCNICA H-05).

ORGANIZAÇÃO HIDROGRÁFICA INTERNACIONAL. *Especificações da OHI para Levantamentos Hidrográficos.* Fevereiro de 2008. (S-44).

BRASIL. Marinha do Brasil. Diretoria de Hidrografia e Navegação. *Normas da Autoridade Marítima para Levantamentos Hidrográficos, 2017.* (NORMAM 25 – REV2).

TRISCIUZZI NETO, Leonardo. *Rios da Amazônia: Coletânea de Dados e Pequeno Roteiro.* 3ª edição, 2001.

