

**Anexo 2 -4 - Estudo sobre a Suficiência da Vazão Residual para Manutenção da  
Biota e Aproveitamento Cênico da Cachoeira de Santo Antônio**



# 1 - ESTIMATIVA DA DISTRIBUIÇÃO DE VAZÕES DO RIO JARI NA CACHOEIRA DE SANTO ANTÔNIO

## 1.1 - INTRODUÇÃO

Esta breve Nota Técnica tem por objetivo apresentar uma estimativa da vazão na cachoeira de Santo Antônio e fazer uma correlação entre as medições de vazão do rio Jari, no Posto São Francisco, e a quantidade de água que passa pela cachoeira.

## 1.2 - DADOS DISPONÍVEIS

Para a análise foram utilizados os dados obtidos na campanha de Hidrometria desenvolvida pela empresa COHIDRO entre os meses de maio e setembro de 2008 e as informações disponibilizadas no site da Agência Nacional de Água, para o Posto São Francisco.

No trecho de jusante da cachoeira foram levantadas 12 seções topobatimétricas, conforme apresentado na Figura 1-1, e 14 campanhas de medição de vazão, conforme Quadro 1-1.

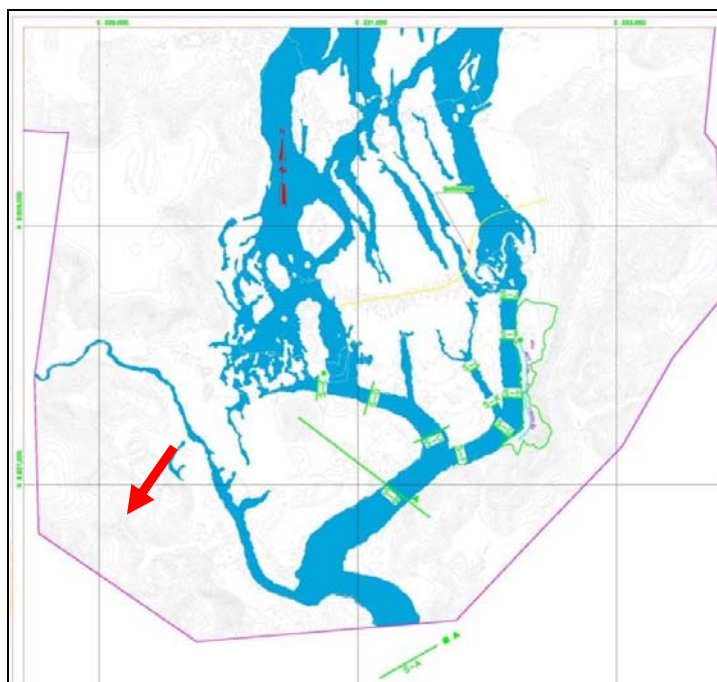


Figura 1-1 - Localização das seções topobatimétricas

**Quadro 1-1 - Resumo das medições de Descarga Líquida**

Rio Jari em Santana (Seção A)					
Nº Medição	Data	Cota (m)	Descarga (m <sup>3</sup> /s)	Área (m <sup>2</sup> )	Velocidade Média (m/s)
01	11/07/08	4.98	2870,591	2925,60	0,981
02	26/07/08	4.42	2411,618	2743,91	0,879
03	02/08/08	4.30	2116,838	2510,68	0,843
04	07/08/08	3.88	1954,353	2528,02	0,773
05	13/08/08	3.38	1545,926	2287,08	0,676
06	17/09/08	2.93	981,602	2003,69	0,490
07	22/09/08	2.45	964,944	1958,30	0,493

Rio Jari em Bananal (Seção B)					
Nº medição	Data	Cota (m)	Descarga (m <sup>3</sup> /s)	Área (m <sup>2</sup> )	Velocidade média (m/s)
01	09/08/08	2.53	1410,300	1971,78	0,715
02	19/09/08	1.79	733,029	1739,48	0,421

Rio Braço do Jari em (Seção C)					
Nº Medição	Data	Cota (m)	Descarga (m <sup>3</sup> /s)	Área (m <sup>2</sup> )	Velocidade Média (m/s)
01	20/09/08	2.55	328,957	803,01	0,410

Rio Braço do Jari em (Seção D)					
Nº Medição	Data	Cota (m)	Descarga (m <sup>3</sup> /s)	Área (m <sup>2</sup> )	Velocidade Média (m/s)
01	12/07/08	4.92	753,842	825,11	0,914
02	31/07/08	4.22	626,916	777,50	0,806
03	01/08/08	4.22	710,500	821,99	0,864
04	23/09/08	2.25	261,492	565,27	0,463

As vazões no Posto São Francisco foram obtidas através do site da ANA, [www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br), no item: Dados Telemétricos em Tempo Real.

## 1.3 - MONITORAMENTO FLUVIOMÉTRICO

A metodologia para definir a vazão na cachoeira de Santo Antônio foi baseada na relação entre a descarga líquida medida, nas seções topobatimétricas, e as vazões apresentadas para o mesmo instante no Posto São Francisco.

Abaixo são apresentados os cálculos da estimativa da vazão na cachoeira.

### 1.3.1 - Vazão Posto São Francisco

$$V_{PSF} = V_{SB} + V_{PA}$$

$V_{PSF}$  : Vazão Posto São Francisco

$V_{SB}$  : Vazão Seção B

$V_{PA}$  : Vazão que deságua diretamente no rio Pacanari (seta vermelha Figura 1-1)

Data	* $V_{PSF}$ (m <sup>3</sup> /s)	** $V_{SB}$ (m <sup>3</sup> /s)	$V_{PA}$ ( $V_{PSF}-V_{SB}$ )	Relação $V_{SF}/V_{SB}$
9/8/2008	1690,0	1410,0	280,0	83,4%
19/9/2008	985,0	733,0	252,0	74,4%

\*Conforme dados do site [www.ana.gov.br/dados](http://www.ana.gov.br/dados) telemétricos em tempo real

\*\*Conforme dados levantados em campo

Verifica-se que a parcela da vazão que deságua diretamente no rio Pacanari é inversamente proporcional ao volume do rio Jari, entretanto de forma conservadora, adotaremos que a vazão na Seção B é 74,4% da descarga líquida do Posto São Francisco.

### 1.3.2 - Vazão Seção B

$$V_{SB} = V_{SC} + V_{SF}$$

$V_{SB}$  : Vazão Seção B     $V_{SC}$  : Vazão Seção C     $V_{SF}$  : Vazão Seção F

Data	* $V_{PSF}$ (m <sup>3</sup> /s)	$V_{SB}$ (m <sup>3</sup> /s)	** $V_{SC}$ (m <sup>3</sup> /s)	$V_{SF}$ ( $V_{SB}-V_{SC}$ )	Relação $V_{SF}/V_{PSF}$
20/9/2008	970,0	722,0	329,0	393,0	40,5%

\*Conforme dados do site [www.ana.gov.br/dados](http://www.ana.gov.br/dados) telemétricos em tempo real

\*\*Conforme dados levantados em campo

Conforme exposto acima, de forma conservadora, temos que a vazão na Seção F corresponde a 40,5% da descarga líquida do Posto São Francisco.

### 1.3.3 - Vazão na Base da Cachoeira de Santo Antônio

$$V_{CSA} = V_{SF} - \text{Contribuições laterais}$$

$V_{CSA}$  : Vazão na base da cachoeira     $V_{SF}$  : Vazão Seção F

Data	* $V_{PSF}$ (m <sup>3</sup> /s)	$V_{SF}$ (m <sup>3</sup> /s)	Contribuições laterais	$V_{CSA}$	Relação $V_{CSA}/V_{PSF}$
20/9/2008	970,0	393,0	136,0	257,0	26,5%

\*Conforme dados do site [www.ana.gov.br/dados](http://www.ana.gov.br/dados) telemétricos em tempo real

Durante a inspeção de campo, e analisando a imagem aérea da Cachoeira de Santo Antônio, verificou-se a existência de várias contribuições entre a seção F e o pé da cachoeira. Uma estimativa conservadora, baseada na análise local e na diferença da vazão entre as seções C e D indica que as contribuições laterais são da ordem de 14,0% da descarga líquida do Posto São Francisco.

Data	** $V_{SC}$ (m <sup>3</sup> /s)	$V_{SD}$ (m <sup>3</sup> /s)	$V_{SF}$ ( $V_{SC}-V_{SD}$ )
20/9/2008	329,0	285,0	44,0

\*\*Conforme dados levantados em campo

## 1.4 - RESULTADOS

Conforme demonstrado, uma estimativa conservadora para a vazão na cachoeira de Santo Antônio equivale a 26,5% da descarga líquida medida no Posto São Francisco.

## 1.5 - VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS

Visando confirmar as estimativas conservadoras apresentadas acima, uma equipe de hidrometria foi enviada ao local com o objetivo de realizar medições de vazões no pé da cachoeira de Santo Antônio e definir uma correlação, entre as vazões do posto e da cachoeira, realista.

O acesso ao pé da cachoeira, para a realização de medições, só é possível durante o período de estiagem, entre os meses de setembro a dezembro, quando as baixas vazões propiciam a estabilidade e segurança necessárias a este serviço.

Desta forma, entre 21 e 23/12/2009, a equipe de hidrometria da empresa COHIDRO, realizou duas medições de vazão a jusante da queda principal, em uma seção levantada conforme apresentado abaixo.



A tabela abaixo apresenta as vazões medidas.

Resumo Descarga		
Data	Hora	Vazão (m³/s)
21/12/2009	11:00 as 13:00	46,51
23/12/2009	10:58 as 13:00	64,92

Fonte: Medições COHIDRO

Como base para definição da correlação, utilizou-se as informações do banco de dados da ANA e, aplicando-se uma defasagem de 2 horas devido ao tempo de trânsito entre os pontos de monitoramento, verifica-se que as vazões no Posto São Francisco, são:

Resumo Descarga - Posto São Francisco		
Data	Hora	Vazão (m³/s)
21/12/2009	10:00	243,5
23/12/2009	10:00	249,0

Fonte: Banco de Dados ANA - HIDROWEB

Comparando as vazões temos, conforme apresentado abaixo, a relação entre a água que passa no posto São Francisco e a que efetivamente passa pela cachoeira principal.

Relação Posto São Francisco - Cachoeira Principal		
Data	Hora	Cachoeira/ Posto São Francisco
21/12/2009	11:00:00	19,1%
23/12/2009	10:58:00	26,1%







## 1.6 - CONCLUSÕES

Esta nota técnica apresentou inicialmente uma estimativa conservadora indicando que a relação entre as vazões observadas no posto São Francisco, localizado a montante do complexo de ilhas da cachoeira de Santo Antônio e o volume de água que efetivamente cai na queda principal era de 26,5%.

Entretanto, após a realização de medições de vazão criteriosas ao pé do salto, verificou-se que 19,1% da água que passa pelo posto São Francisco deságua na Cachoeira de Santo Antônio.

### 1.6.1 - Fotos da Cachoeira de Santo Antônio

A seguir são apresentadas algumas fotos da queda principal da cachoeira e suas respectivas vazões.



Figura 1-2 - Vista da Cachoeira de Santo Antônio do Jari - 04/12/2009 - 22,3 m<sup>3</sup>/s



Figura 1-3 - Vista da Cachoeira de Santo Antônio do Jari -  
28/10/2009 - 49,7 m<sup>3</sup>/s - Durante visita do IBAMA

## 1.7 - RECOMENDAÇÕES

Conforme observado durante a visita do IBAMA e apresentado nas fotos abaixo, a água naturalmente não se distribui uniformemente sobre a “ferradura” da cachoeira.



Figura 1-4 - Destaque para a concentração  
da vazão em um local da “ferradura”



Figura 1-5 - Destaque para a concentração da vazão em um local da “ferradura”

Desta forma, recomenda-se como um meio de minimizar os impactos da redução da vazão, que durante a fase de construção, na época de seca, seja executado o levantamento topográfico detalhado do topo da cachoeira com o mapeando dos canais que promovem a concentração das águas.

Com base neste levantamento, serão definidas intervenções pontuais que disciplinem a vazão de forma a espalhar a água mais uniformemente no entorno da “ferradura”. Estas alterações deverão ser executadas a montante da queda de modo a evitar completamente qualquer descaracterização da estrutura da cachoeira.

