# SUMÁRIO – 11.1.3 PROJETO DE MONITORAMENTO DA LARGURA, PROFUNDIDADE E VELOCIDADE EM SEÇÕES DO TVR


11.1.3. PROJETO DE MONITORAMENTO DA LARGURA, PROFUNDIDADE E VELOCIDADE EM SEÇÕES DO TVR ..... 11.1.3-1

11.1.3.1. INTRODUÇÃO ..... 11.1.3-1

11.1.3.2. RESULTADOS CONSOLIDADOS ..... 11.1.3-4

11.1.3.2.1. MONITORAMENTO PERMANENTE ..... 11.1.3-4

11.1.3.2.2. MONITORAMENTO SAZONAL ..... 11.1.3-44

11.1.3.2.3. REAVALIAÇÃO PERIÓDICA DAS VARIÁVEIS MONITORADAS, COMPLEMENTADA PELA SIMULAÇÃO MATEMÁTICA DO TVR .... 11.1.3-49

11.1.3.3. ATENDIMENTO AOS OBJETIVOS DO PROJETO DE MONITORAMENTO DA LARGURA, PROFUNDIDADE E VELOCIDADE EM SEÇÕES DO TVR ..... 11.1.3-50

11.1.3.4. ATENDIMENTO ÀS METAS DO PROJETO DE MONITORAMENTO DA LARGURA, PROFUNDIDADE E VELOCIDADE EM SEÇÕES DO TVR ..... ..... 11.1.3-52

11.1.3.5. ATIVIDADES PREVISTAS ..... 11.1.3-54

11.1.3.6. CRONOGRAMA DAS ATIVIDADES PREVISTAS ..... 11.1.3-54

11.1.3.7. CONSIDERAÇÕES FINAIS ..... 11.1.3-56

11.1.3.8. EQUIPE TÉCNICA DE TRABALHO ..... 11.1.3-56

11.1.3.9. ANEXOS ..... 11.1.3-57

## 11.1.3. PROJETO DE MONITORAMENTO DA LARGURA, PROFUNDIDADE E VELOCIDADE EM SEÇÕES DO TVR

### 11.1.3.1. INTRODUÇÃO

O Projeto de Monitoramento da Largura, Profundidade e Velocidade em Seções do TVR (11.1.2), proposto no PBA, tem como objetivo principal o aprofundamento do atual estado do conhecimento das variáveis hidráulicas, hidrológicas e morfológicas no rio Xingu entre a Barragem Principal e a foz do rio Bacajá, e no trecho do rio Bacajá, compreendido entre a estação Fazenda Cipaúba e sua foz no rio Xingu. Especificamente, visa correlacionar as principais rotas de navegação da população ribeirinha e indígena com as informações obtidas no monitoramento, além de fornecer subsídios a outros projetos e programas a serem desenvolvidos para mitigação de impactos decorrentes da implantação e da operação do empreendimento.

Para atendimento destes objetivos, o presente Projeto realiza três tipos de monitoramento: um permanente, outro sazonalmente e um terceiro que corresponde a reavaliações periódicas das variáveis de monitoramento, complementada pela simulação matemática do Trecho de Vazão Reduzida (TVR).

A **Figura 11.1.3 - 1** apresenta as atividades desenvolvidas no âmbito deste Projeto para atendimento de seus objetivos e metas. Os períodos foram definidos no próprio PBA. Ressalta-se que as atividades realçadas em vermelho correspondem àquelas que foram inseridas posteriormente ao cronograma original aprovado no PBA.

**Figura 11.1.3 - 1 – Esquema Explicativo do Projeto.**

Os levantamentos topobatimétricos já realizados no rio Xingu, na região do TVR, caracterizaram o leito do rio como rochoso, praticamente sem deposição de sedimentos, indicando não haver a necessidade de levantamentos contínuos nas mesmas seções para a caracterização da calha fluvial. Assim, o levantamento da calha fluvial do rio Xingu consiste na medição trimestral de descarga líquida, com utilização de medidores acústicos de efeito *doppler* (*ADCP- Acoustic Doppler Current Profiler*), o que permite o monitoramento, além da vazão, dos parâmetros geométricos, tais como velocidade média, largura média e profundidade média nas seções.

O levantamento do perfil da linha de água do rio Xingu no TVR consiste em campanhas mensais de medições simultâneas de nível em sete seções (1, 2, 3, 4, 6, 7 e Neris), coincidentes com as seções batimétricas do levantamento da calha fluvial, conforme **Figura 11.1.3 - 2**.

O levantamento do perfil da linha de água nas seções do rio Bacajá consiste em medições de nível simultâneas nas seções (Bacajá 1, Bacajá 2, Bacajá 3, Bacajá 4, Bacajá 5, Bacajá E e Bacajá F), conforme **Figura 11.1.3 - 2**.

O monitoramento contínuo do nível de água a jusante da barragem principal, no ponto denominado estação Mangueiras, faz parte da malha amostral prevista no Projeto de Monitoramento de Níveis e Vazões, na região de influência da UHE Belo Monte. A medição da vazão afluente ao TVR consiste em campanhas mensais, por meio de levantamento por ADCP, nas estações Mangueiras, Ilha da Fazenda e Foz do Bacajá.

Especificamente para o TVR, o Projeto de Monitoramento Hidrossedimentológico (PBA 11.1.1) fornece subsídios para acompanhar os possíveis locais com potencial de erosão e sedimentação por meio do levantamento da morfologia da calha e coleta de sedimentos na estação Mangueiras. No rio Bacajá, o monitoramento das condições sedimentológicas objetiva quantificar a carga sólida transportada pelo principal contribuinte da margem direita do rio Xingu e os possíveis efeitos de erosão em sua foz, onde se localiza a estação Foz do Bacajá.

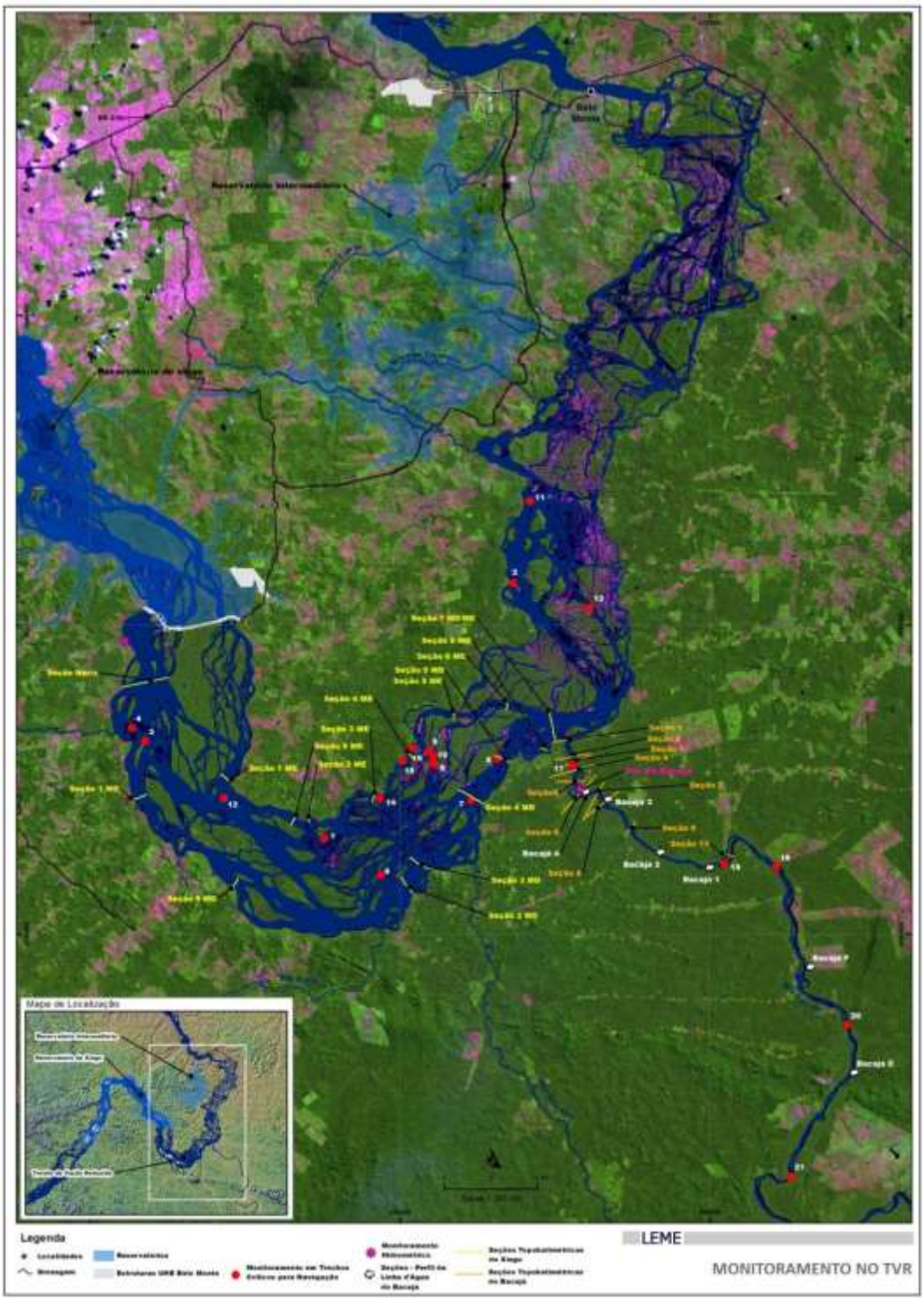


**Figura 11.1.3 - 2 – Rede de monitoramento do Projeto.**

O monitoramento hidrológico sazonal no TVR consiste no levantamento da calha fluvial do rio Bacajá, campanhas para o levantamento dos trechos críticos para a navegação e vistoria multidisciplinares.

Baseada na recomendação do Estudo Complementar do Rio Bacajá foram realizados levantamentos da calha fluvial do rio Bacajá, desde 2011, por meio de levantamento topobatimétrico.

A medição da largura e profundidade em trechos críticos para a navegação, que também integra o monitoramento sazonal, é recomendada pelo Estudo Complementar do Rio Bacajá, no âmbito do Programa de Monitoramento das Condições de Navegabilidade e das Condições de Vida Navegabilidade e das Condições de Escoamento da Produção (PBA 14.2). Este monitoramento tem como objetivo, especificamente para região do TVR e rio Bacajá, a identificação das condições de navegação na Volta Grande do Xingu, dos fluxos preferenciais junto à Terra Indígena (TI) Paquiçamba e das áreas mais rasas e com obstruções à navegação.

As atividades de monitoramento do presente Projeto foram iniciadas na etapa de implantação da UHE (em 2012) e terão continuidade durante as etapas de enchimento e operação do empreendimento.

Ressalta-se que o monitoramento previsto para a etapa de operação se estenderá por seis anos após a operação à plena carga da Casa de Força Principal, conforme estabelecido nas condicionantes 2.1 da Licença Prévia (LP) e 2.22 da Licença de Instalação (LI) da UHE Belo Monte.

A análise comparativa dos dados possibilitará a constatação e a complementação das condições hidráulicas, hidrológicas e morfológicas antes da implantação do empreendimento, durante e após o enchimento dos reservatórios da UHE Belo Monte, durante a entrada em operação das sucessivas unidades geradoras, bem como no período de seis anos de teste do Hidrograma de Consenso.

## 11.1.3.2. RESULTADOS CONSOLIDADOS

Apresentam-se, a seguir, a evolução das atividades, resultados consolidados e avaliação do monitoramento permanente e sazonal que compõem o Projeto.

### 11.1.3.2.1. MONITORAMENTO PERMANENTE

#### 11.1.3.2.1.1. LEVANTAMENTO DA CALHA FLUVIAL NO RIO XINGU - TVR

O levantamento da calha fluvial do rio Xingu no TVR vem sendo realizado trimestralmente desde março de 2012 com a utilização de medidores acústicos de efeito doppler (*ADCP- Acoustic Doppler Current Profiler*). As seções de medição estão localizadas, principalmente, junto às margens, em canais que coincidem com as principais rotas de navegação que foram identificadas, sendo elas: seção 1 MD, 9 MD, 2 MD, 3 MD, 4 MD, 5 MD, 6 MD e 7 MD/ME, na margem direita, e 1 ME, 9 ME, 2 ME, 3 ME, 4 ME, 5 ME, 6 ME, na margem esquerda, apresentadas na **Figura 11.1.3 - 3**.

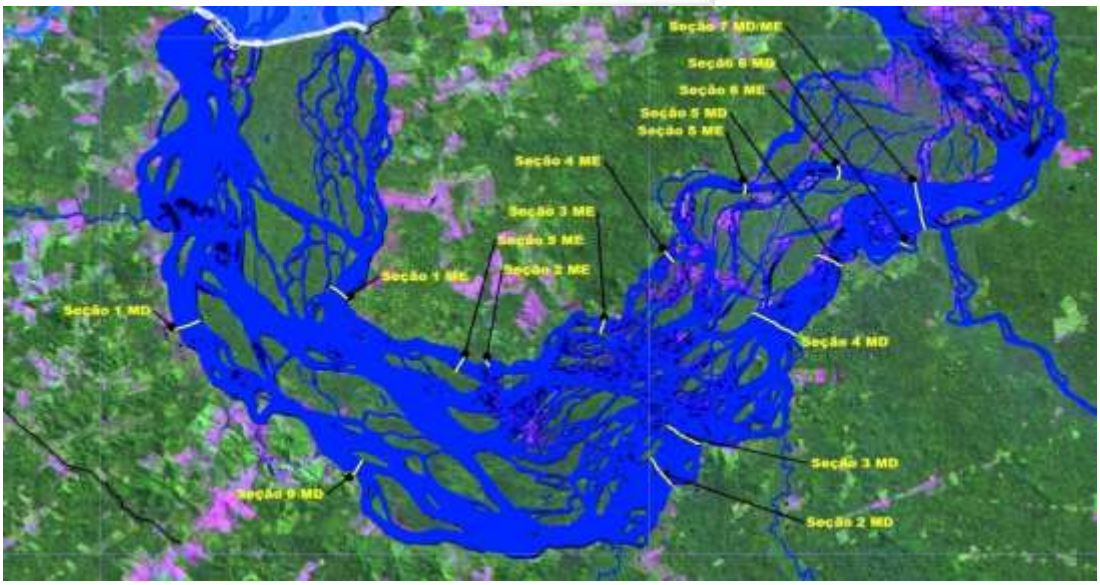


**Figura 11.1.3 - 3 – Localização das Seções no Rio Xingu – Região do TVR.**

A primeira medição de vazão por *Acoustic Doppler Current Profiler* (ADCP), que resulta no levantamento indireto da calha fluvial, foi feita em março – abril/2012. A segunda medição estava prevista para junho/2012, mas nesta ocasião a região do TVR estava fechada pelos indígenas em protesto, tendo sido executada em julho/2012. Já o terceiro e quarto levantamentos foram executados, respectivamente, em setembro-outubro/2012 e dezembro/2012. O quinto e sexto levantamentos foram realizados em março/2013 e junho/2013. O sétimo, oitavo e nono levantamentos foram executados, respectivamente, em setembro/2013, dezembro/2013 e março-abril/2014.

A décima campanha, ocorrida em julho/2014, realizou o levantamento com ADCP em 32 (trinta e duas) seções transversais ao longo do rio Xingu, no TVR. Estas seções complementares foram realizadas, excepcionalmente, na ocasião da campanha de julho/2014, em novos locais, em função da demanda específica para formação da base e calibração da modelagem hidrodinâmica fluvial realizada para TVR.

O décimo primeiro e décimo segundo levantamentos da calha do rio Xingu no TVR foram executados, respectivamente, em setembro/2014 e dezembro/2014.

Em maio/2015, junho/2015 e novembro/2015 foram realizados o décimo terceiro, décimo quarto e décimo quinto levantamentos da calha do rio Xingu no TVR. Os dados dos últimos quatro levantamentos foram consolidados e incorporados no presente relatório.

O **Quadro 11.1.3 - 1** apresenta os resultados das campanhas já realizadas para a margem direita do rio Xingu e o **Quadro 11.1.3 - 2** para a margem esquerda. As planilhas contendo os dados brutos levantados são apresentadas em arquivo digital **(Banco de Dados).**

**Quadro 11.1.3 - 1 – Características Físicas da Calha Fluvial do Rio Xingu - Margem Direita - Obtidas por ADCP no período de março/2012 a outubro/2015**

| SEÇÃO | DATA | LEITURA DE RÉGUA (cm) | COTA ALTIMÉTRICA NA (m) | VAZAO ($m^3/s$) *(*) ver nota* | AREA ($m^2$) | LARGURA (m) | VEL. MÉDIA (m/s) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SEÇÃO 1 MD | 29/03/2012 | NC | NC | 6528,54 | 5772,30 | 1042,15 | 1,131 |
| | 19/07/2012 | NC | NC | 964,81 | 2795,60 | 992,03 | 0,345 |
| | 02/10/2012 | NC | NC | 237,52 | 1036,70 | 201,40 | 0,230 |
| | 12/12/2012 | NC | NC | 633,17 | 1289,50 | 228,71 | 0,491 |
| | 21/03/2013 | 538 | 85,05 | 5622,40 | 5800,20 | 981,48 | 0,970 |
| | 23/06/2013 | 321 | 82,88 | 2046,36 | 3500,30 | 945,64 | 0,585 |
| | 25/09/2013 | 150 | 81,17 | 272,30 | 1108,50 | 205,12 | 0,245 |
| | 04/12/2013 | 278 | 82,45 | 1542,30 | 3153,20 | 932,73 | 0,489 |
| | 18/03/2014 | 677 | 86,44 | 8441,15 | 6882,02 | 941,37 | 1,227 |
| | 28/09/2014 | 149 | 81,16 | 414,65 | 1813,78 | 932,85 | 0,229 |
| | 12/12/2014 | 234 | 82,01 | 985,12 | 2720,88 | 937,21 | 0,362 |
| | 07/05/2015 | 476 | 84,43 | 4267,71 | 4915,98 | 940,44 | 0,868 |
| | 26/06/2015 | 291 | | 1615,66 | 3264,893 | 940,22 | 0,495 |
| | 26/11/2015 | 129 | 80,96 | 256,83 | 1673,07 | 926,68 | 0,154 |
| SEÇÃO 2 MD | 29/03/2012 | NC | NC | 6604,92 | 9272,60 | 1290,46 | 0,714 |
| | 20/07/2012 | NC | NC | 1181,30 | 5282,60 | 1256,37 | 0,225 |
| | 15/12/2012 | 262 | 79,63 | 1328,44 | 9165,30 | 851,58 | 0,145 |
| | 21/03/2013 | 463 | 81,64 | 4860,89 | 7236,30 | 1270,88 | 0,673 |
| | 24/06/2013 | 287 | 79,88 | 2054,73 | 7079,10 | 1254,14 | 0,291 |
| | 24/09/2013 | NC | NC | 230,96 | 10208,20 | 864,03 | 0,023 |
| | 07/12/2013 | 264 | 79,65 | 1221,57 | 9962,20 | 859,91 | 0,123 |

| SEÇÃO | DATA | LEITURA DE RÉGUA (cm) | COTA ALTIMÉTRICA NA (m) | VAZAO ($m^3/s$) *(*) ver nota* | AREA ($m^2$) | LARGURA (m) | VEL. MÉDIA (m/s) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14/04/2014 | 452 | 81,53 | 6214,70 | 8329,61 | 1268,88 | 0,747 |
| | 28/09/2014 | 184 | 78,85 | 361,29 | 6330,47 | 840,82 | 0,057 |
| | 12/12/2014 | 237 | 79,38 | 834,15 | 9528,89 | 843,59 | 0,088 |
| | 07/05/2015 | 394 | 80,95 | 2607,36 | 9072,36 | 864,80 | 0,289 |
| | 26/06/2015 | 273 | 79,74 | 1386,40 | 8076,584 | 840,576 | 0,171 |
| | 26/11/2015 | 170 | 78,71 | 334,29 | 4400,06 | 764,55 | 0,076 |
| SEÇÃO 3 MD | 04/04/2012 | NC | NC | 7275,96 | 6908,50 | 1336,86 | 1,054 |
| | 20/07/2012 | NC | NC | 1358,17 | 3761,10 | 1320,04 | 0,361 |
| | 03/10/2012 | NC | NC | 428,29 | 4063,10 | 1454,94 | 0,106 |
| | 15/12/2012 | 260 | 78,96 | 2043,73 | 4815,10 | 1323,94 | 0,425 |
| | 21/03/2013 | 476 | 81,12 | 5829,29 | 7360,10 | 1338,45 | 0,792 |
| | 24/06/2013 | 284 | 79,20 | 2397,87 | 4935,70 | 1321,69 | 0,486 |
| | 24/09/2013 | 164 | 78,00 | 604,66 | 3939,20 | 1465,27 | 0,153 |
| | 07/12/2013 | 262 | 78,98 | 1913,73 | 4364,20 | 1435,33 | 0,439 |
| | 14/04/2014 | 551 | 81,87 | 7051,02 | 6520,67 | 1306,62 | 1,082 |
| | 28/09/2014 | 158 | 77,94 | 586,44 | 4100,32 | 1459,11 | 0,139 |
| | 12/12/2014 | 228 | 78,64 | 1375,60 | 4426,45 | 1463,17 | 0,313 |
| | 09/05/2015 | 407 | 80,43 | 4675,08 | 6439,17 | 1462,53 | 0,726 |
| | 28/06/2015 | 166 | 78,02 | 1936,33 | 4350,682 | 1466,231 | 0,446 |
| | 27/11/2015 | 132 | 77,68 | 465,09 | 1815,67 | 724,73 | 0,257 |
| SEÇÃO 4 MD | 04/04/2012 | NC | NC | 13334,12 | 11133,40 | 1786,29 | 1,198 |
| | 21/07/2012 | NC | NC | 2142,27 | 4379,10 | 1589,80 | 0,491 |
| | 03/10/2012 | NC | NC | 522,99 | 4181,60 | 1347,71 | 0,125 |
| | 15/12/2012 | 372 | 78,83 | 2530,20 | 5680,80 | 1350,98 | 0,446 |

| SEÇÃO | DATA | LEITURA DE RÉGUA (cm) | COTA ALTIMÉTRICA NA (m) | VAZAO ($m^3/s$) *(*) ver nota* | AREA ($m^2$) | LARGURA (m) | VEL. MÉDIA (m/s) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 21/03/2013 | 696 | 82,07 | 11045,81 | 10359,10 | 1797,33 | 1,071 |
| | 24/06/2013 | NC | NC | 3904,38 | 7569,90 | 1487,59 | 0,519 |
| | 24/09/2013 | 222 | 77,33 | 875,20 | 4053,70 | 1348,41 | 0,216 |
| | 07/12/2013 | 373 | 78,84 | 2995,48 | 5200,10 | 1433,29 | 0,576 |
| | 14/04/2014 | 780 | 82,91 | 11508,54 | 12335,07 | 1730,42 | 0,933 |
| | 27/09/2014 | 217 | 77,28 | 727,00 | 2628,41 | 613,53 | 0,277 |
| | 12/12/2014 | 316 | 78,27 | 1277,59 | 3205,05 | 611,59 | 0,399 |
| | 09/05/2015 | 609 | 81,20 | 8255,43 | 9448,15 | 1549,26 | 0,875 |
| | 28/06/2015 | 386 | 78,97 | 1599,46 | 3675,387 | 619,345 | 0,436 |
| | 27/11/2015 | 193 | 77,04 | 539,78 | 2628,39 | 594,03 | 0,205 |
| SEÇÃO 5 MD | 04/04/2012 | NC | NC | 11288,96 | 10242,80 | 985,92 | 1,102 |
| | 21/07/2012 | NC | NC | 2207,84 | NC | 840,80 | 0,254 |
| | 03/10/2012 | NC | NC | 797,88 | 5563,10 | 451,04 | 0,143 |
| | 15/12/2012 | NC | NC | 3281,14 | 6396,80 | 469,56 | 0,513 |
| | 22/03/2013 | 674 | 81,01 | 8800,90 | 9043,60 | 977,40 | 0,976 |
| | 24/06/2013 | 413 | 78,40 | 3857,57 | 6219,90 | 610,12 | 0,622 |
| | 24/09/2013 | 238 | 76,65 | 1033,10 | 5561,00 | 433,92 | 0,186 |
| | 07/12/2013 | 376 | 78,03 | 3324,63 | 5384,40 | 514,14 | 0,62 |
| | 15/04/2014 | 760 | 81,87 | 12512,94 | 9856,53 | 939,24 | 1,27 |
| | 27/09/2014 | 230 | 76,57 | 1213,62 | 5524,63 | 427,97 | 0,22 |
| | 12/12/2014 | 323 | 77,50 | 2456,95 | 5938,54 | 485,23 | 0,414 |
| | 09/05/2015 | 593 | 80,20 | 6125,80 | 7374,39 | 569,25 | 0,831 |
| | 28/06/2015 | 384 | 78,11 | 3458,77 | 6226,995 | 513,518 | 0,555 |
| | 27/11/2015 | 202 | 76,29 | 776,40 | 4779,28 | 291,93 | 0,163 |

| SEÇÃO | DATA | LEITURA DE RÉGUA (cm) | COTA ALTIMÉTRICA NA (m) | VAZAO ($m^3/s$) *(*) ver nota* | AREA ($m^2$) | LARGURA (m) | VEL. MÉDIA (m/s) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SEÇÃO 6 MD | 04/04/2012 | NC | NC | 1767,55 | 1918,60 | 284,52 | 0,921 |
| | 20/07/2012 | NC | NC | 43,01 | 124,50 | 45,14 | 0,346 |
| | 16/12/2012 | 195 | 75,29 | 513,74 | 1108,50 | 276,52 | 0,464 |
| | 22/03/2013 | 478 | 78,12 | 1212,22 | 1893,00 | 313,19 | 0,642 |
| | 24/06/2013 | 224 | 75,58 | 534,64 | 1301,50 | 318,51 | 0,411 |
| | 24/09/2013 | 86 | 74,20 | 221,40 | 871,10 | 260,98 | 0,254 |
| | 07/12/2013 | 191 | 75,25 | 496,29 | 1173,50 | 258,91 | 0,423 |
| | 15/04/2014 | 564 | 78,98 | 1706,13 | 1810,80 | 242,19 | 0,942 |
| | 27/09/2014 | 80 | 74,14 | 206,75 | 651,91 | 252,50 | 0,328 |
| | 12/12/2014 | 155 | 74,89 | 375,21 | 1009,17 | 268,57 | 0,372 |
| | 08/05/2015 | 389 | 77,23 | 927,84 | 1244,41 | 271,56 | 0,746 |
| | 28/06/2015 | 100 | 74,34 | 453,94 | 850,955 | 273,329 | 0,533 |
| | 27/11/2015 | 56 | 73,90 | 189,85 | 802,63 | 257,07 | 0,237 |
| SEÇÃO 7 MD/ME | 03/04/2012 | NC | NC | 14454,53 | 15987,40 | 1942,17 | 0,904 |
| | 21/07/2012 | NC | NC | 2821,76 | 6146,20 | 1849,62 | 0,459 |
| | 16/12/2012 | 1014 | 83,07 | 4954,54 | 8137,40 | 1841,15 | 0,609 |
| | 22/03/2013 | 679 | 79,72 | 12944,47 | 14283,30 | 1882,70 | 0,906 |
| | 23/09/2013 | 113 | 74,06 | 1556,03 | 3663,90 | 1755,06 | 0,425 |
| | 05/12/2013 | 527 | 78,20 | 1055,16 | 2447,90 | 513,12 | 0,431 |
| | 15/04/2014 | 768 | 80,61 | 19372,80 | 15693,32 | 1852,92 | 1,234 |
| | 27/09/2014 | 129 | 74,22 | 1222,89 | 3690,45 | 1715,03 | 0,331 |
| | 14/12/2014 | 240 | 75,33 | 3176,42 | 6846,31 | 1826,52 | 0,464 |
| | 09/05/2015 | 592 | 78,85 | 11534,53 | 12945,06 | 1848,07 | 0,891 |
| | 28/06/2015 | 332 | 76,25 | 4715,25 | 8323,09 | 1853,885 | 0,567 |

| SEÇÃO | DATA | LEITURA DE RÉGUA (cm) | COTA ALTIMÉTRICA NA (m) | VAZAO ($m^3/s$) *(*) ver nota* | AREA ($m^2$) | LARGURA (m) | VEL. MÉDIA (m/s) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 28/11/2015 | 66 | 73,59 | 475,33 | 2053,80 | 1247,90 | 0,231 |
| SEÇÃO 9 MD | 20/07/2012 | NC | NC | 599,92 | 2292,00 | 662,84 | 0,262 |
| | 12/12/2012 | NC | NC | 919,81 | 2521,50 | 673,17 | 0,365 |
| | 21/03/2013 | 586 | 83,98 | 3515,49 | 3974,30 | 669,22 | 0,885 |
| | 24/06/2013 | 408 | 82,20 | 1228,06 | 2787,60 | 664,32 | 0,447 |
| | 06/12/2013 | 313 | 81,25 | 4536,70 | 8079,90 | 1845,25 | 0,561 |
| | 18/03/2014 | 704 | 85,16 | 5084,98 | 4729,43 | 680,84 | 1,075 |
| | 28/09/2014 | 274 | 80,86 | 133,14 | 1156,15 | 288,44 | 0,115 |
| | 12/12/2014 | 338 | 81,50 | 590,03 | 2274,38 | 649,88 | 0,259 |
| | 07/05/2015 | 523 | 83,35 | 2594,01 | 3490,96 | 665,21 | 0,743 |
| | 26/06/2015 | 385 | 81,97 | 973,63 | 2588,253 | 658,096 | 0,376 |
| | 26/11/2015 | 258 | 80,70 | 93,80 | 1193,38 | 280,31 | 0,079 |

(*) Os valores de vazões apresentados neste Quadro são referentes às medições de seções parciais da margem direita, em trechos específicos, cujos locais foram estrategicamente determinados em função do resultado do estudo das rotas de navegação utilizadas por ribeirinhos e indígenas no trecho em questão. Portanto não constituem na vazão total que passa pelo TVR.

**Quadro 11.1.3 - 2 – Características Físicas da Calha Fluvial do Rio Xingu- Margem Esquerda - Obtidas por ADCP no período de março/2012 a outubro/2015**

| SEÇÃO | DATA | COTA (cm) | COTA ALTIMÉTRICA NA (m) | VAZAO ($m^3/s$) *(*) ver nota* | AREA ($m^2$) | LARGURA (m) | VEL. (m/s) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SEÇÃO 1 ME | 04/04/2012 | NC | NC | 3915,67 | 3773,8 | 763,56 | 1,038 |
| | 22/07/2012 | NC | NC | 578,8 | 1734,4 | 749,73 | 0,335 |
| | 02/10/2012 | NC | NC | 305,21 | 2871,7 | 744,98 | 0,107 |
| | 14/12/2012 | NC | NC | 844,83 | 3085,2 | 746,92 | 0,275 |
| | 21/03/2013 | 439,00 | 84,46 | 2497,37 | 5024,9 | 768,91 | 0,498 |
| | 26/06/2013 | 264,00 | 82,71 | 1004,27 | 3406 | 739,54 | 0,297 |
| | 05/12/2013 | 246,00 | 82,53 | 761,4 | 3262,6 | 754,52 | 0,233 |
| | 19/03/2014 | 573,00 | 85,80 | 4361,795 | 5894,25 | 772,95 | 0,74 |
| | 26/09/2014 | 200,00 | 82,07 | 396,467 | 3076,972 | 1015,854 | 0,129 |
| | 15/12/2014 | 232,00 | 82,39 | 703,875 | 3121,16 | 760,129 | 0,226 |
| | 08/05/2015 | 384,00 | 83,91 | 1912,46 | 4366,728 | 777,808 | 0,438 |
| | 27/06/2015 | 253,00 | 82,60 | 937,186 | 3138,567 | 772,658 | 0,299 |
| | 26/11/2015 | 190,00 | 81,97 | 355,35 | 2851,466 | 760,118 | 0,125 |
| | 03/04/2012 | NC | NC | 3360,04 | 4275,2 | 860,64 | 0,786 |
| | 22/07/2012 | NC | NC | 487,63 | 1950,5 | 859,25 | 0,251 |
| | 02/10/2012 | NC | NC | 74,69 | 725 | 215,61 | 0,103 |
| SEÇÃO 2 ME | 14/12/2012 | 249,00 | 81,31 | 245,52 | 1052,2 | 239,45 | 0,233 |
| | 21/03/2013 | 444,00 | 83,26 | 624,02 | 1485,1 | 255,06 | 0,42 |
| | 26/06/2013 | 272,00 | 81,54 | 299,99 | 1133,2 | 240,38 | 0,265 |
| | 25/09/2013 | 132,00 | 80,14 | 77,64 | 812,7 | 221,41 | 0,096 |
| | 05/12/2013 | 249,00 | 81,31 | 262,401 | 1019,1 | 224,55 | 0,257 |
| | 19/03/2014 | 576,00 | 84,58 | 3906,411 | 4283,358 | 755,37 | 0,912 |

| SEÇÃO | DATA | COTA (cm) | COTA ALTIMÉTRICA NA (m) | VAZAO ($m^3/s$) *(*) ver nota* | AREA ($m^2$) | LARGURA (m) | VEL. (m/s) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 26/09/2014 | 130,00 | 80,12 | 101,386 | 698,943 | 229,285 | 0,145 |
| | 14/12/2014 | 216,00 | 80,98 | 195,808 | 950,808 | 226,86 | 0,21 |
| | 08/05/2015 | 390,00 | 82,72 | 55,288 | 1393,503 | 243,896 | 0,395 |
| | 27/06/2015 | 257,00 | 81,39 | 254,868 | 1074,464 | 232,626 | 0,237 |
| | 26/11/2015 | 106,00 | 79,88 | 84,86 | 670,305 | 194,409 | 0,127 |
| SEÇÃO 3 ME | 03/04/2012 | NC | NC | 2660,84 | 2585,1 | 552,68 | 1,029 |
| | 23/07/2012 | NC | NC | 255,74 | NC | 472,39 | 0,16 |
| | 02/10/2012 | NC | NC | 81,68 | 850,1 | 476,52 | 0,096 |
| | 14/12/2012 | 249,00 | 79,29 | 457,93 | 1323 | 483,24 | 0,346 |
| | 21/03/2013 | 458,00 | 81,38 | 2009,23 | 2272,4 | 503,13 | 0,884 |
| | 26/06/2013 | 270,00 | 79,50 | 540,69 | 1377,4 | 484,12 | 0,393 |
| | 25/09/2013 | 166,00 | 78,46 | 108,55 | 915 | 467,91 | 0,119 |
| | 05/12/2013 | 250,00 | 79,30 | 423,777 | 1302,6 | 499,35 | 0,325 |
| | 19/03/2014 | 612,00 | 82,92 | 3088,236 | 2932,147 | 505,228 | 1,054 |
| | 26/09/2014 | 165,00 | 78,45 | 109,278 | 915,068 | 478,558 | 0,119 |
| | 14/12/2014 | 224,00 | 79,04 | 278,041 | 1231,757 | 475,54 | 0,226 |
| | 08/05/2015 | 390,00 | 80,70 | 1600,118 | 2051,927 | 524,018 | 0,78 |
| | 27/06/2015 | 258,00 | 79,38 | 458,792 | 1331,523 | 481,82 | 0,345 |
| | 26/11/2015 | 151,00 | 78,31 | 73,03 | 563,602 | 310,388 | 0,13 |
| SEÇÃO 4 ME | 03/04/2012 | NC | NC | 2862,31 | 3362,5 | 602,42 | 0,851 |
| | 23/07/2012 | NC | NC | 66,92 | 221,6 | 205,73 | 0,302 |
| | 14/12/2012 | 319,00 | 78,39 | 186,24 | 372,7 | 209,28 | 0,5 |
| | 22/03/2013 | 667,00 | 81,87 | 2099,26 | 2837,5 | 521,9 | 0,74 |
| | 26/06/2013 | 364,00 | 78,84 | 274,49 | 469,7 | 233,75 | 0,584 |

| SEÇÃO | DATA | COTA (cm) | COTA ALTIMÉTRICA NA (m) | VAZAO ($m^3/s$) *(*) ver nota* | AREA ($m^2$) | LARGURA (m) | VEL. (m/s) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 19/03/2014 | 854,00 | 83,74 | 3319,35 | 3797,258 | 576,653 | 0,874 |
| | 27/09/2014 | 162,00 | 76,82 | 48,609 | 199,16 | 175,31 | 0,244 |
| | 14/12/2014 | 275,00 | 77,95 | 246,17 | 854,495 | 354,248 | 0,288 |
| | 08/05/2015 | 577,00 | 80,97 | 1256,875 | 1690,986 | 351,801 | 0,743 |
| | 27/06/2015 | 339,00 | | 441,311 | 989,766 | 358,549 | 0,446 |
| | 29/11/2015 | 139,00 | 76,59 | 17,45 | 139,827 | 141,33 | 0,125 |
| SEÇÃO 5 ME | 03/04/2012 | NC | NC | 5061,46 | 3860,8 | 451,42 | 1,311 |
| | 23/07/2012 | NC | NC | 403,46 | 1177,9 | 407,82 | 0,343 |
| | 14/12/2012 | 362,00 | 77,68 | 901,69 | 1742,1 | 413,81 | 0,518 |
| | 22/03/2013 | 771,00 | 81,77 | 3947,12 | 3491 | 433,81 | 1,131 |
| | 26/06/2013 | NC | NC | 1202,67 | 1907,3 | 411,02 | 0,63 |
| | 23/09/2013 | 115,00 | 75,21 | 106,98 | 764,4 | 365,12 | 0,14 |
| | 05/12/2013 | 354,00 | 77,60 | 875,995 | 1655,6 | 404,79 | 0,529 |
| | 19/03/2014 | 954,00 | 83,60 | 5661,859 | 4199,005 | 429,522 | 1,348 |
| | 27/09/2014 | 107,00 | 75,13 | 97,998 | 650,104 | 349,958 | 0,151 |
| | 14/12/2014 | 272,00 | 76,78 | 526,054 | 1331,567 | 406,796 | 0,395 |
| | 08/05/2015 | 673,00 | 80,79 | 3086,652 | 2985,119 | 428,548 | 1,034 |
| | 27/06/2015 | 379,00 | 77,85 | 981,529 | 1752,791 | 419,771 | 0,56 |
| | 28/11/2015 | 84,00 | 74,90 | 51,74 | 517,996 | 333,141 | 0,1 |
| SEÇÃO 6 ME | 03/04/2012 | NC | NC | 417,32 | 578,6 | 88,87 | 0,723 |
| | 23/07/2012 | NC | NC | 512,52 | 1910,4 | 524,41 | 0,268 |
| | 14/12/2012 | 535,00 | 74,42 | 1161,08 | 2592,5 | 571,88 | 0,448 |
| | 22/03/2013 | 919,00 | 78,26 | 4606,6 | 4523,2 | 555,85 | 1,018 |
| | 26/06/2013 | 587,00 | 74,94 | 1567,32 | 2847,6 | 558,29 | 0,551 |

| SEÇÃO | DATA | COTA (cm) | COTA ALTIMÉTRICA NA (m) | VAZAO ($m^3/s$) *(*) ver nota* | AREA ($m^2$) | LARGURA (m) | VEL. (m/s) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 23/09/2013 | 269,00 | 71,76 | 128,56 | 1142,4 | 537,18 | 0,113 |
| | 07/12/2013 | 191,00 | 70,98 | 496,286 | 1173,5 | 258,91 | 0,423 |
| | 19/03/2014 | 1096,00 | 80,03 | 6792,722 | 5441,78633 | 539,855 | 0,927 |
| | 27/09/2014 | 249,00 | 71,56 | 120,658 | 1047,286 | 525,922 | 0,115 |
| | 14/12/2014 | 448,00 | 73,55 | 660,735 | 2057,214 | 520,116 | 0,321 |
| | 08/05/2015 | 824,00 | 77,31 | 3738,015 | 4065,328 | 539,002 | 0,92 |
| | 28/06/2015 | 549,00 | 74,56 | 1242,802 | 2574,734 | 521,175 | 0,483 |
| | 28/11/2015 | 193,00 | 71,00 | 57,45 | 686,796 | 472,893 | 0,084 |
| SEÇÃO 9 ME | 22/07/2012 | NC | NC | 506,77 | 2201,1 | 631,13 | 0,23 |
| | 02/10/2012 | NC | NC | 194,1 | 1830,2 | 628,92 | 0,106 |
| | 14/12/2012 | 387,00 | 81,71 | 744,56 | 2443,6 | 629,16 | 0,305 |
| | 21/03/2013 | 577,00 | 83,61 | 2732,07 | 3426,5 | 641,93 | 0,797 |
| | 26/06/2013 | 408,00 | 81,92 | 900,86 | 2404,9 | 628,15 | 0,375 |
| | 25/09/2013 | 304,00 | 80,88 | 240,136 | 1752,4 | 624,04 | 0,137 |
| | 19/03/2014 | 708,00 | 84,92 | 4383,333 | 4481,264 | 719,184 | 0,984 |
| | 26/09/2014 | 302,00 | 80,86 | 220,731 | 1834,243 | 642,416 | 0,12 |
| | 14/12/2014 | 260,00 | 80,44 | 502,47 | 2164,861 | 622,528 | 0,232 |
| | 08/05/2015 | 523,00 | 83,07 | 1984,688 | 3176,909 | 629,029 | 0,625 |
| | 27/06/2015 | 395,00 | 81,79 | 732,772 | 2387,105 | 622,413 | 0,307 |
| | 26/11/2015 | 288,00 | 80,72 | 183,45 | 1758,929 | 617,853 | 0,104 |

(*) Os valores de vazões apresentados neste Quadro são referentes às medições de seções parciais da margem esquerda, em trechos específicos, cujos locais foram estrategicamente determinados em função do resultado do estudo das rotas de navegação utilizadas por ribeirinhos e indígenas no trecho em questão. Portanto não constituem na vazão total que passa pelo TVR.

Após três ciclos hidrológicos de monitoramento da calha na região do TVR, no rio Xingu, observa-se a variação das principais características geométricas relacionadas ao escoamento acompanhando a sazonalidade do rio, com os maiores valores de vazão no mês de março e as menores vazões nos meses de setembro e outubro. O **Quadro 11.1.3 - 3** apresenta um resumo das larguras e vazões máximas e mínimas observadas, considerando todas campanhas realizadas nas seções de medição do TVR.

**Quadro 11.1.3 - 3 – Resumo das Larguras e Vazões Máximas e Mínimas nas seções das Margens Esquerda e Direita nas Seções do TVR - Obtidas por ADCP no período compreendido entre março-abril de 2012 até outubro de 2015**

| SEÇÃO | LARGURA (m) | | RELAÇÃO LMIN E LMAX | VAZAO ($m^3/s$) | | RELAÇÃO QMIN E QMAX |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | MÁXIMA (LMAX) | MÍNIMA (LMIN) | | MÁXIMA | MÍNIMA | |
| SEÇÃO 1 ME | 1016 | 740 | 0,73 | 4362 | 305 | 0,070 |
| SEÇÃO 2 ME | 861 | 194 | 0,23 | 3906 | 55 | 0,014 |
| SEÇÃO 3 ME | 553 | 468 | 0,85 | 3088 | 73 | 0,024 |
| SEÇÃO 4 ME | 602 | 175 | 0,29 | 3319 | 17 | 0,005 |
| SEÇÃO 5 ME | 451 | 350 | 0,78 | 5662 | 52 | 0,009 |
| SEÇÃO 6 ME | 572 | 89 | 0,16 | 6793 | 57 | 0,008 |
| SEÇÃO 9 ME | 719 | 623 | 0,87 | 4383 | 183 | 0,042 |
| SEÇÃO 1 MD | 1042 | 201 | 0,19 | 8441 | 238 | 0,028 |
| SEÇÃO 2 MD | 1290 | 765 | 0,59 | 6605 | 231 | 0,035 |
| SEÇÃO 3 MD | 1465 | 725 | 0,49 | 7276 | 428 | 0,059 |
| SEÇÃO 4 MD | 1797 | 594 | 0,33 | 13334 | 523 | 0,039 |
| SEÇÃO 5 MD | 986 | 292 | 0,30 | 12513 | 776 | 0,062 |
| SEÇÃO 6 MD | 319 | 45 | 0,14 | 1768 | 43 | 0,024 |
| SEÇÃO 7 MD/ME | 1942 | 513 | 0,26 | 19373 | 475 | 0,025 |
| SEÇÃO 9 MD | 1845 | 280 | 0,15 | 5085 | 94 | 0,018 |

Se comparados os valores de largura média das seções medidas trimestralmente, observa-se que as seções 1 MD, 6 MD, 6 ME e 9 MD continuam apresentando as maiores variações de largura, conforme indicado no **Quadro 11.1.3 - 3** (menor relação Lmin e Lmax). Já as seções 3 ME e 9 ME foram as que menos variaram em termos de largura de canal, durante o período monitorado.

Em relação à vazão dos canais monitorados pelas campanhas trimestrais nas seções de medição já realizadas (abril/2012 a novembro/2015), observa-se que as seções 4 ME e 9 ME apresentaram as maiores variações entre as máximas e mínimas registradas. Ou seja, a seção 4 ME, por exemplo, tem seu volume de vazão aumentado em cerca de 190 vezes em relação à vazão mais baixa registrada. Conforme esperado, em função da diferença hidrodinâmica das calhas que compõem os vários canais do trecho monitorado, percebe-se uma grande variação das relações QMIN/QMAX e LMIN/LMAX entre as seções do TVR.

As **Figuras 11.1.3 - 4** e **11.1.3 - 5** apresentam exemplos do levantamento da calha fluvial realizado por ADCP para a margem direita (exemplo: Seção 1 MD e Seção 7 MD) e as **Figuras 11.1.3 - 6** e **11.1.3 - 7** são exemplos para a margem esquerda (exemplo: Seção 1 ME e Seção 9 ME), referentes às campanhas realizadas até novembro/15. As seções apresentadas nas referidas figuras são nomeadas com o código de saída do próprio equipamento de medição (ADCP) e que indicam, respectivamente, o ano, o mês e o dia da campanha de medição. No **Anexo 11.1.3 - 1** são apresentadas as figuras para todas as seções realizadas.

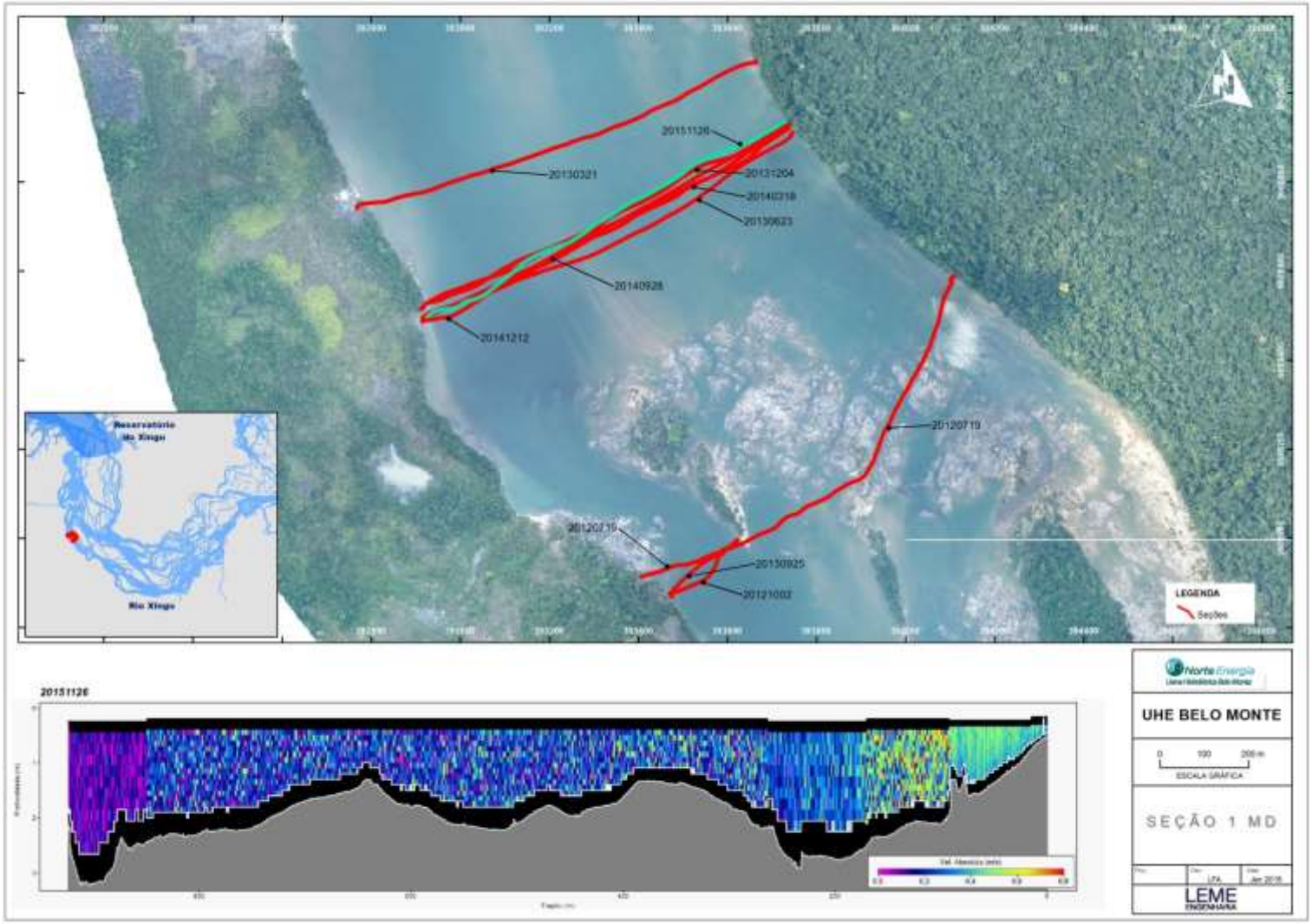


**Figura 11.1.3 - 4 – Levantamento da calha fluvial do rio Xingu - Seção 1 MD.**

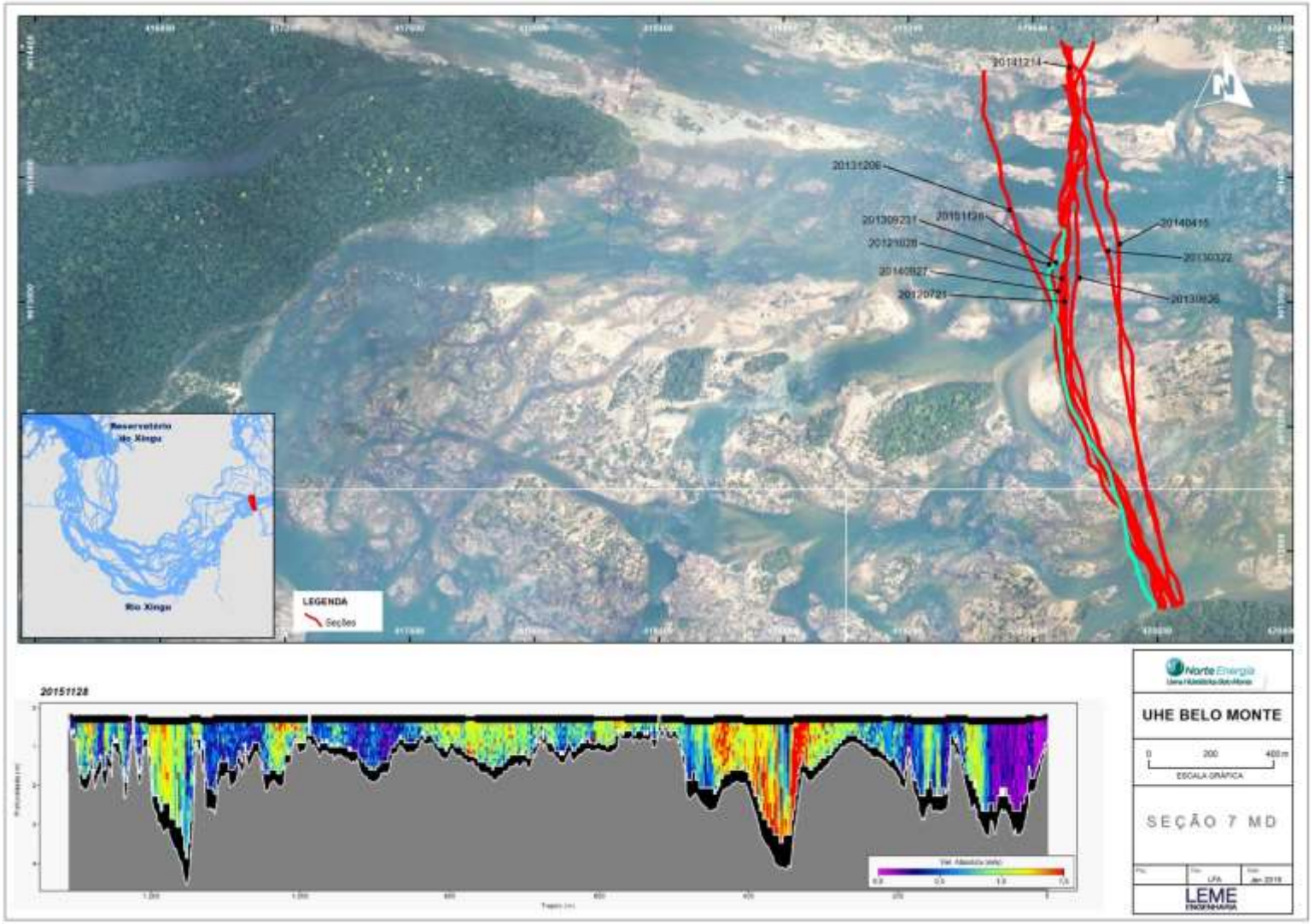


**Figura 11.1.3 - 5 – Levantamento da calha fluvial do rio Xingu - Seção 7 MD.**

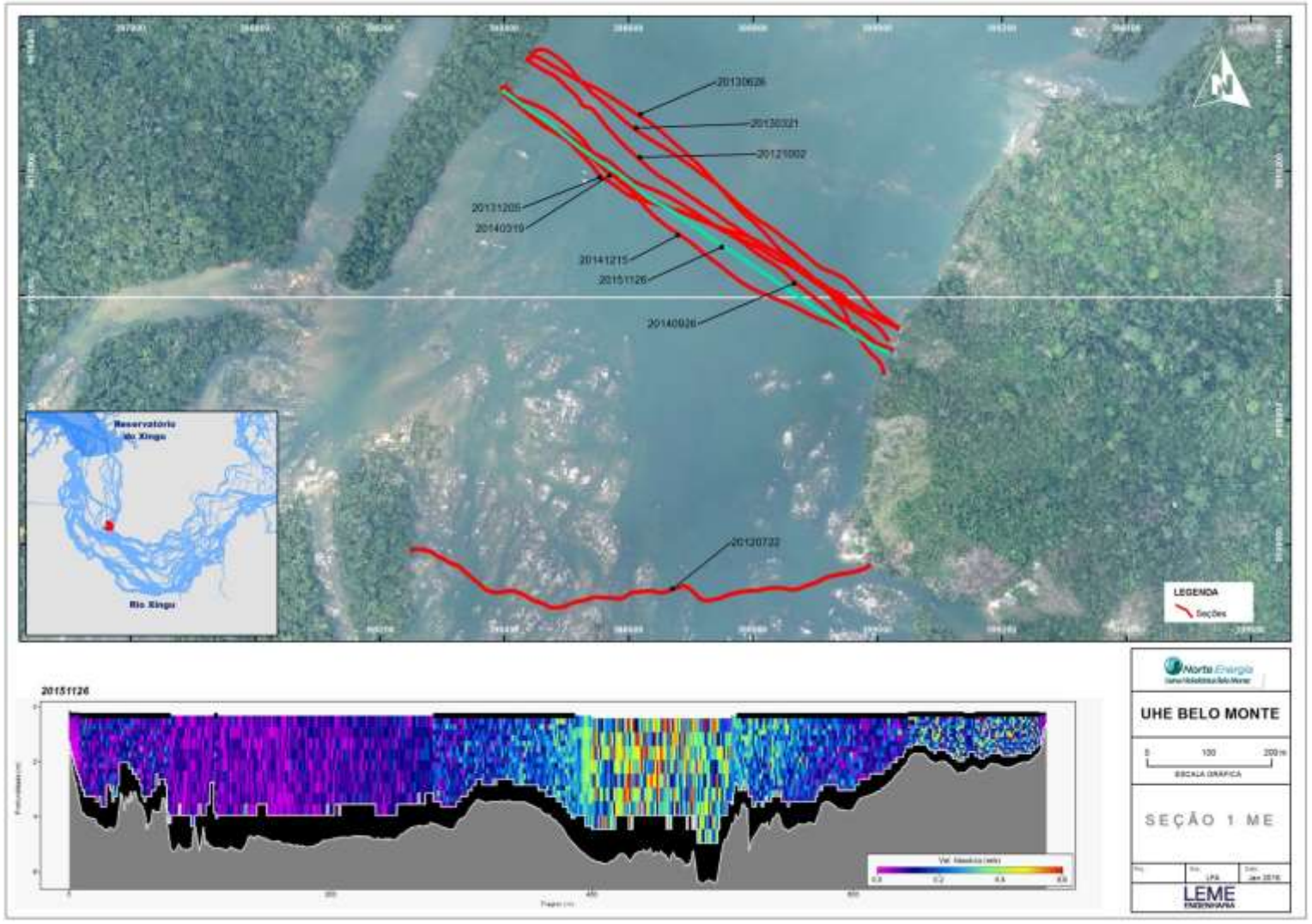


**Figura 11.1.3 - 6 – Levantamento da calha fluvial do rio Xingu - Seção 1 ME.**

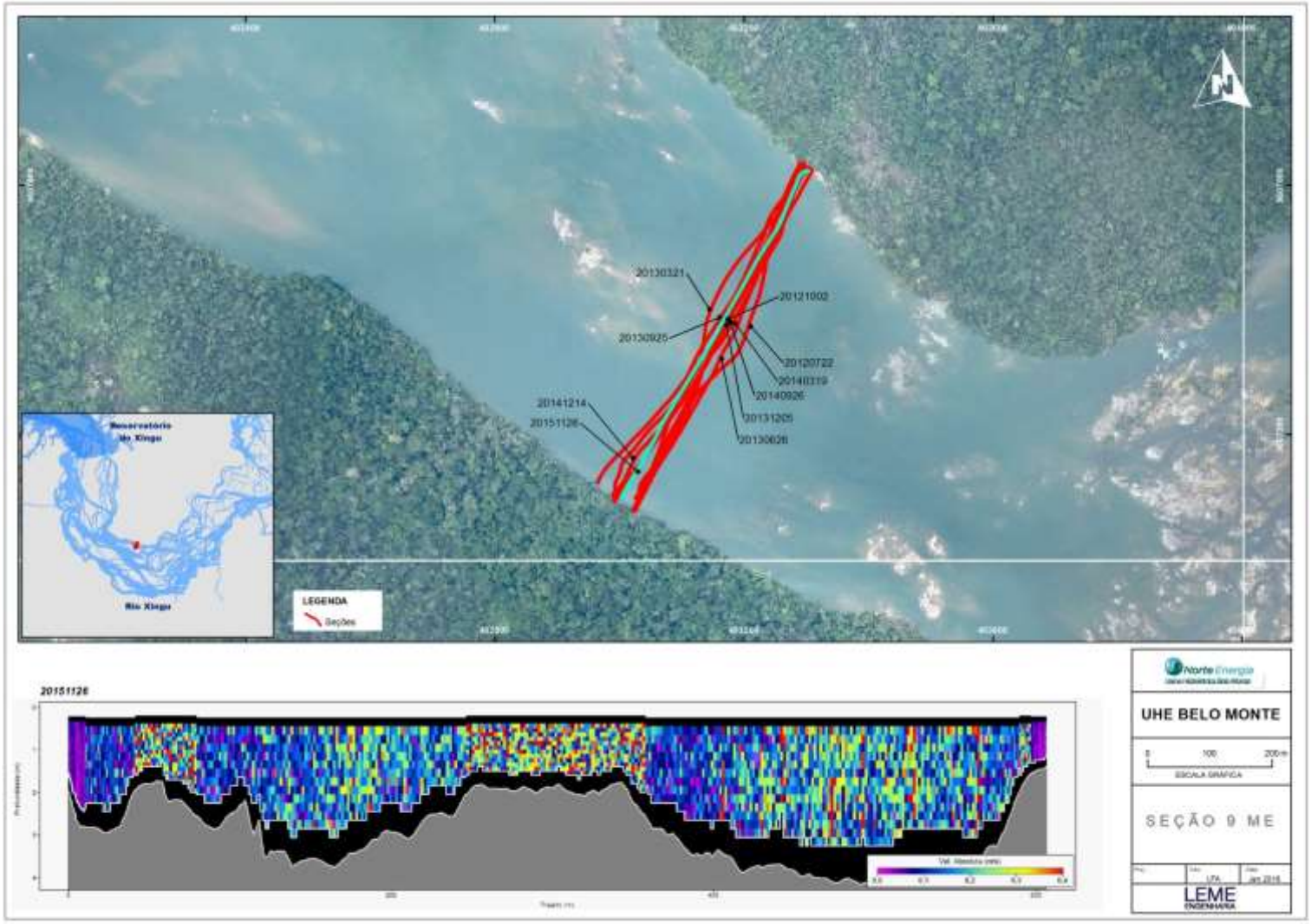


**Figura 11.1.3 - 7 – Levantamento da calha fluvial do rio Xingu - Seção 9 ME.**

### 11.1.3.2.1.2. LEVANTAMENTO DO PERFIL DA LINHA DE ÁGUA NO RIO XINGU – TVR

O levantamento do perfil da linha de água do rio Xingu – TVR é realizado mensalmente desde janeiro de 2012. O levantamento consiste na medição do nível de água, o mais simultaneamente possível, a partir da leitura das réguas limnimétricas localizadas, tanto na margem direita, quanto na margem esquerda do rio, no trecho compreendido entre a seção Neris, a jusante do Barramento Principal (Pimental), e a seção 7, logo a montante da confluência com o rio Bacajá.

A **Figura 11.1.3 - 8** apresenta os perfis da linha de água nas seções do TVR: Neris, 1 MD, 9 MD, 2 MD, 3 MD, 4 MD, 5 MD, 6 MD e 7 MD/ME, na margem direita do rio Xingu, medidos mensalmente no período de janeiro/2012 a outubro/2015.

O **Quadro 11.1.3 - 4** apresenta os valores dos níveis medidos nas 38 (trinta e oito) campanhas já realizadas e a indicação da variação máxima e mínima em cada seção de medição da margem direita do rio Xingu no TVR.

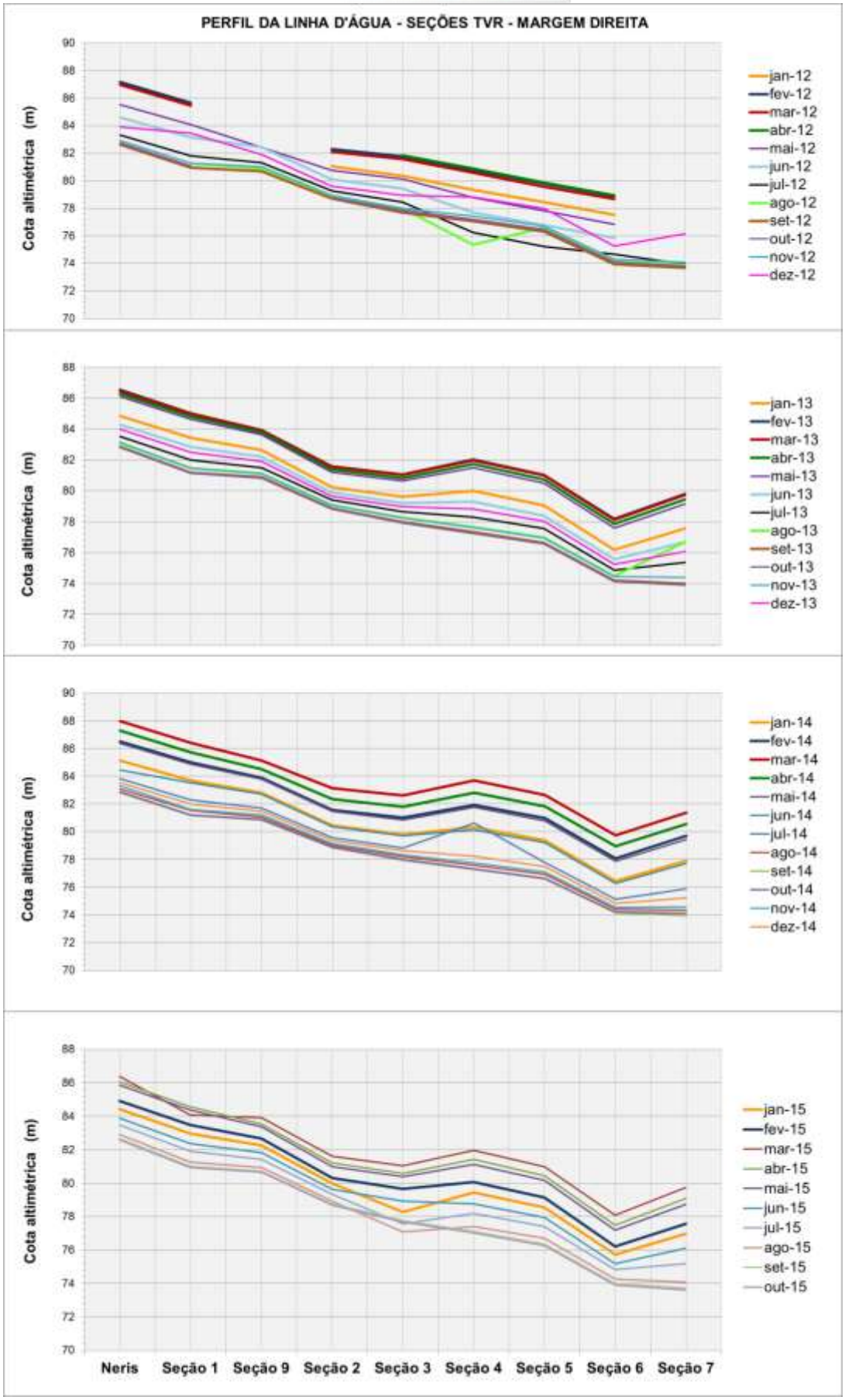


**Figura 11.1.3 - 8 – Perfis da Linha D'Água Simultâneos - TVR - Margem Direita.**

**Quadro 11.1.3 - 4 – Variação do Nível de Água do Rio Xingu no TVR - Margem Direita**

| MÊS | COTA ALTIMÉTRICA - RIO XINGU- TVR - MARGEM DIREITA (m) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | NERIS | SEÇÃO 1 | SEÇÃO 9 | SEÇÃO 2 | SEÇÃO 3 | SEÇÃO 4 | SEÇÃO 5 | SEÇÃO 6 | SEÇÃO 7 |
| jan-12 | | | | 81,06 | 80,38 | 79,36 | 78,45 | 77,54 | |
| fev-12 | 87,17 | 85,65 | | 82,31 | 81,78 | 80,81 | 79,82 | 78,88 | |
| mar-12 | 86,99 | 85,47 | | 82,13 | 81,57 | 80,59 | 79,58 | 78,67 | |
| abr-12 | | | | | 81,84 | 80,89 | 79,86 | 78,96 | |
| mai-12 | 85,54 | 84,07 | 82,44 | 80,75 | 80,12 | 78,79 | 77,83 | 76,85 | |
| jun-12 | 84,63 | 83,16 | 82,44 | 80,12 | 79,44 | 77,71 | 76,78 | 75,86 | |
| jul-12 | 83,34 | 81,81 | 81,32 | 79,28 | 78,46 | 76,25 | **75,23** | 74,68 | 73,94 |
| ago-12 | | 81,26 | 80,91 | 78,89 | 78,01 | **75,36** | 76,63 | 74,21 | 73,89 |
| set-12 | 82,63 | 80,95 | 80,71 | 78,72 | 77,71 | 77,08 | 76,31 | 73,95 | 73,69 |
| out-12 | 82,77 | 81,10 | | 78,80 | 77,88 | 77,21 | 76,48 | 74,10 | 73,82 |
| nov-12 | 82,93 | 81,29 | 81,01 | 78,96 | 78,01 | 77,44 | 76,73 | 74,30 | 74,07 |
| dez-12 | 83,93 | 83,47 | 81,90 | 79,63 | 78,96 | 78,83 | 78,00 | 75,26 | 76,15 |
| jan-13 | 84,83 | 83,42 | 82,65 | 80,24 | 79,61 | 79,99 | 79,07 | 76,18 | 77,56 |
| fev-13 | 86,53 | 85,02 | 83,94 | 81,59 | 81,05 | 82,02 | 81,03 | 78,18 | 79,80 |
| mar-13 | 86,46 | 84,97 | 83,91 | 81,56 | 81,02 | 81,97 | 81,01 | 78,12 | 79,72 |
| abr-13 | 86,26 | 84,81 | 83,78 | 81,39 | 80,83 | 81,73 | 80,74 | 77,84 | 79,43 |
| mai-13 | 86,09 | 84,63 | 83,64 | 81,21 | 80,64 | 81,50 | 80,50 | 77,59 | 79,16 |
| jun-13 | 84,27 | 82,84 | 82,20 | 79,88 | 79,20 | 79,29 | 78,40 | 75,58 | 76,69 |
| jul-13 | 83,53 | 81,99 | 81,50 | 79,41 | 78,64 | 78,29 | 77,57 | 74,85 | 75,37 |
| ago-13 | 83,09 | 81,45 | 81,10 | 79,07 | 78,26 | 77,65 | 76,99 | 74,48 | 76,69 |
| set-13 | 82,85 | 81,18 | 80,87 | 78,87 | 77,98 | 77,32 | 76,63 | 74,20 | 73,99 |
| out-13 | 82,81 | 81,13 | 80,82 | 78,83 | 77,92 | 77,25 | 76,57 | 74,14 | 73,89 |
| nov-13 | 83,13 | 81,47 | 81,10 | 79,09 | 78,25 | 77,63 | 76,96 | 74,46 | 74,39 |
| dez-13 | 83,99 | 82,50 | 81,89 | 79,65 | 78,98 | 78,84 | 78,03 | 75,25 | 76,06 |
| jan-14 | 85,13 | 83,68 | 82,83 | 80,47 | 79,81 | 80,33 | 79,38 | 76,43 | 77,91 |
| fev-14 | 86,52 | 84,99 | 83,88 | 81,59 | 81,00 | 81,93 | 80,97 | 78,08 | 79,71 |
| mar-14 | **87,98** | **86,39** | **85,14** | **83,15** | **82,62** | **83,71** | **82,65** | **79,74** | **81,39** |
| abr-14 | 87,28 | 85,71 | 84,51 | 82,35 | 81,80 | 82,83 | 81,82 | 78,94 | 80,56 |
| mai-14 | 86,39 | 84,88 | 83,78 | 81,47 | 80,86 | 81,78 | 80,79 | 77,86 | 79,46 |
| jun-14 | 84,45 | 83,53 | 82,72 | 80,36 | 79,70 | 80,15 | 79,21 | 76,27 | 77,71 |
| jul-14 | 83,82 | 82,29 | 81,71 | 79,57 | 78,84 | 80,63 | 77,77 | 75,13 | 75,88 |
| ago-14 | 83,07 | 81,52 | 81,04 | 79,03 | 78,21 | 77,57 | 76,94 | 74,42 | 74,34 |
| set-14 | 82,83 | 81,16 | 80,86 | 78,86 | 77,95 | 77,28 | 76,59 | 74,16 | 73,97 |
| out-14 | 82,87 | 81,22 | 80,90 | 78,89 | 78,02 | 77,33 | 76,65 | 74,21 | 74,11 |
| nov-14 | 83,32 | 81,61 | 81,21 | 79,15 | 78,34 | 77,76 | 77,08 | 74,54 | 74,59 |
| dez-14 | 83,53 | 81,98 | 81,48 | 79,37 | 78,64 | 78,24 | 77,48 | 74,84 | 75,23 |
| jan-15 | 84,42 | 82,97 | 82,25 | 79,97 | 78,28 | 79,45 | 78,55 | 75,71 | 76,96 |
| fev-15 | 84,91 | 83,48 | 82,67 | 80,31 | 79,66 | 80,06 | 79,13 | 76,20 | 77,57 |
| mar-15 | 86,38 | 84,06 | 83,91 | 81,61 | 81,04 | 81,97 | 80,99 | 78,09 | 79,73 |
| abr-15 | 86,06 | 84,57 | 83,54 | 81,19 | 80,58 | 81,41 | 80,45 | 77,49 | 79,09 |
| mai-15 | 85,85 | 84,38 | 83,38 | 80,99 | 80,38 | 81,13 | 80,17 | 77,19 | 78,74 |
| jun-15 | 83,89 | 82,37 | 81,81 | 79,63 | 78,91 | 78,75 | 77,94 | 75,17 | 76,09 |
| jul-15 | 83,47 | 81,89 | 81,42 | 79,32 | 77,57 | 78,18 | 77,41 | 74,82 | 75,17 |
| ago-15 | 82,92 | 81,26 | 80,94 | 78,93 | **77,07** | 77,41 | 76,69 | 74,26 | 74,06 |
| set-15 | 82,67 | 81,00 | 80,72 | 78,75 | 77,76 | 77,11 | 76,36 | 73,98 | 73,71 |
| out-15 | **82,58** | **80,92** | **80,66** | **78,69** | 77,67 | 77,03 | 76,27 | **73,89** | **73,61** |
| **NA máx** | **87,98** | **86,39** | **85,14** | **83,15** | **82,62** | **83,71** | **82,65** | **79,74** | **81,39** |
| **Na mín** | **82,58** | **80,92** | **80,66** | **78,69** | **77,07** | **75,36** | **75,23** | **73,89** | **73,61** |
| **Diferença** | **5,4** | **5,47** | **4,48** | **4,46** | **5,55** | **8,35** | **7,42** | **5,85** | **7,78** |

Com a incorporação de novos dados de leitura de nível, observa-se pelo **Quadro 11.1.3 - 4** que os valores mínimos registrados em seis das nove seções da margem direita correspondem aos registros do mês de outubro/2015, com exceção das seções 4MD e 5MD, que mantiveram os menores registros de nível de água (NA) na seca de 2012.

Quanto aos valores de cota máxima, observa-se que, em todo o período monitorado, a cheia de março de 2014 manteve-se com os maiores registros de NA em todas as seções.

As maiores variações entre o NA mínimo e o NA máximo ocorrem nas seções 4MD e 5MD, com diferença de 8,35 m e 7,42, respectivamente, entre estes dois extremos. As menores variações ocorreram nas Seções 9 MD e 2 MD, com diferença de 4,48 m e 4,46 m respectivamente, conforme observado no **Quadro 11.1.3 - 4**.

A **Figura 11.1.3 - 9** apresenta os perfis da linha de água nas seções do TVR 1, 9, 2, 3, 4, 5, e 6, na margem esquerda do rio Xingu, medidos mensalmente, no período de janeiro/2012 a outubro/2015.

O **Quadro 11.1.3 - 5** apresenta os valores dos níveis medidos nas 38 (trinta e oito) campanhas já realizadas e a indicação da variação máxima e mínima em cada seção de medição da margem esquerda do rio Xingu no TVR.

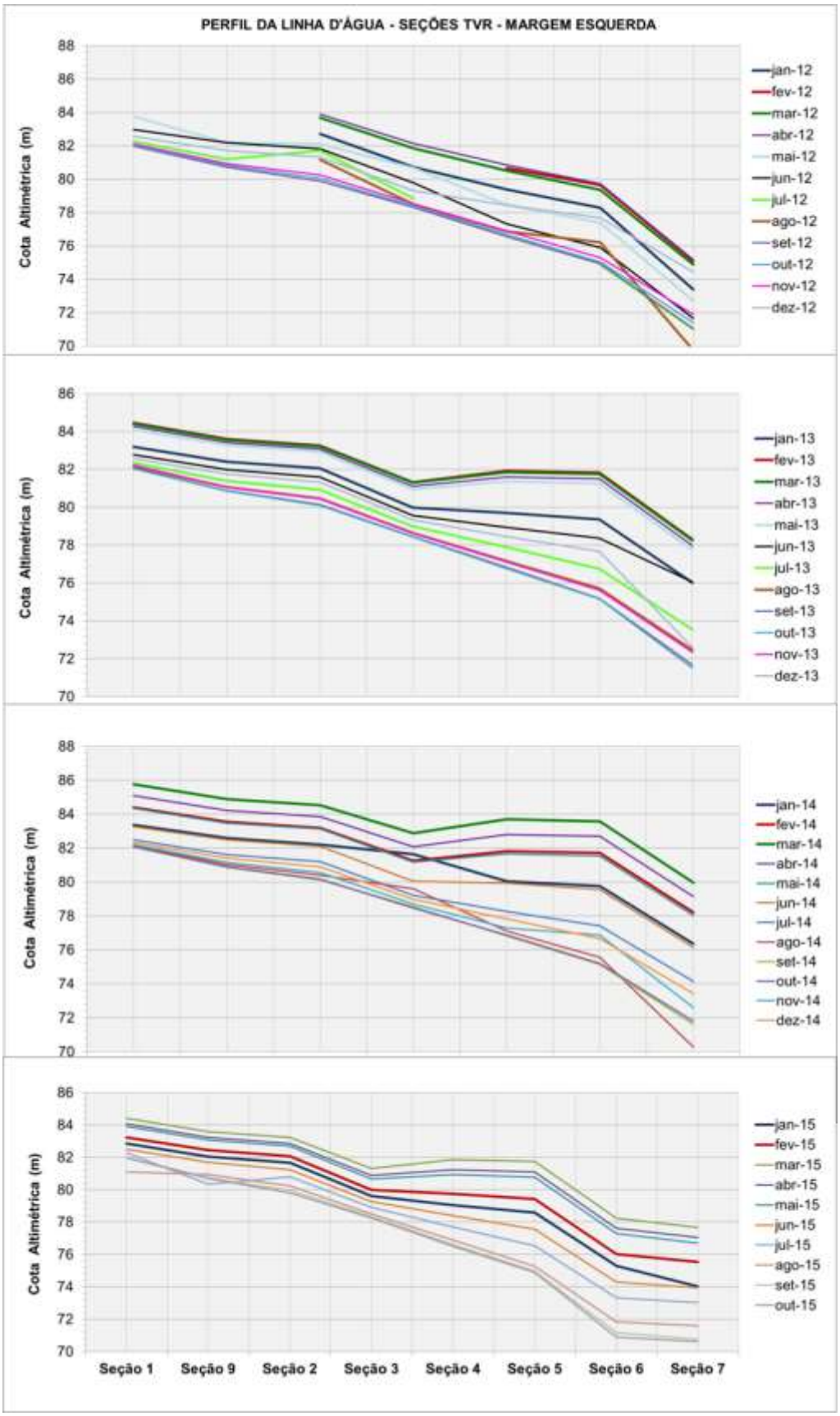


**Figura 11.1.3 - 9 – Perfis da Linha d'Água Simultâneo - TVR - Margem Esquerda.**

**Quadro 11.1.3 - 5 – Variação do Nível Água - Rio Xingu no TVR - Margem Esquerda – Período de janeiro/2012 a outubro/2015**

| MÊS | COTA ALTIMÉTRICA - RIO XINGU- TVR - MARGEM ESQUERDA (m) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | SEÇÃO 1 | SEÇÃO 9 | SEÇÃO 2 | SEÇÃO 3 | SEÇÃO 4 | SEÇÃO 5 | SEÇÃO 6 | SEÇÃO 7 |
| jan-12 | 83,95 | | 82,72 | 80,73 | 79,40 | 78,28 | 73,40 | 74,21 |
| fev-12 | | | 83,86 | | 80,68 | 79,65 | 75,10 | 75,46 |
| mar-12 | 84,94 | | 83,69 | 81,86 | 80,53 | 79,36 | 74,89 | 75,24 |
| abr-12 | 85,71 | | 83,91 | 82,14 | 80,86 | 79,74 | 75,17 | 75,54 |
| mai-12 | 83,76 | 82,20 | 82,13 | 80,69 | 78,47 | 77,41 | 72,72 | 73,68 |
| jun-12 | 82,98 | 82,20 | 81,84 | 79,79 | 77,34 | 75,90 | 71,67 | 72,09 |
| jul-12 | 82,27 | 81,20 | 81,72 | 78,85 | | **74,88** | 71,00 | 71,24 |
| ago-12 | 82,09 | | 81,18 | 78,50 | 76,87 | 76,21 | **69,74** | 71,46 |
| set-12 | 81,99 | 80,73 | 79,90 | 78,32 | 76,56 | 74,94 | 71,05 | 70,69 |
| out-12 | 82,04 | 80,84 | 80,06 | 78,40 | 76,70 | 75,05 | 71,39 | 71,02 |
| nov-12 | 82,11 | 80,95 | 80,26 | 78,53 | 76,91 | 75,30 | 71,91 | 71,63 |
| dez-12 | 82,56 | 81,73 | 81,33 | 79,31 | 78,45 | 77,70 | 74,44 | 74,10 |
| jan-13 | 83,19 | 82,40 | 82,06 | 79,98 | 79,70 | 79,36 | 76,01 | 75,54 |
| fev-13 | 84,46 | 83,60 | 83,26 | 81,33 | 81,92 | 81,82 | 78,30 | 77,75 |
| mar-13 | 84,41 | 83,55 | 83,22 | 81,31 | 81,85 | 81,77 | 78,26 | 77,65 |
| abr-13 | 84,28 | 83,43 | 83,08 | 81,11 | 81,61 | 81,50 | 77,98 | 77,39 |
| mai-13 | 84,10 | 83,28 | 82,94 | 80,96 | 81,38 | 81,25 | 77,75 | 77,17 |
| jun-13 | 82,77 | 81,98 | 81,60 | 79,56 | 78,94 | 78,37 | 76,06 | 74,65 |
| jul-13 | 82,33 | 81,40 | 80,94 | 78,99 | 77,90 | 76,76 | 73,55 | 75,26 |
| ago-13 | 82,16 | 81,07 | 80,48 | 78,65 | 77,16 | 75,71 | 72,45 | 72,19 |
| set-13 | 82,06 | 80,88 | 80,14 | 78,46 | 76,84 | 75,17 | 71,67 | 71,42 |
| out-13 | 82,05 | 80,85 | 80,10 | 78,43 | 76,78 | 75,15 | 71,51 | 71,24 |
| nov-13 | 82,23 | 81,06 | 80,45 | 78,63 | 77,12 | 75,62 | 72,34 | 72,10 |
| dez-13 | 82,56 | 81,75 | 81,33 | 79,33 | 78,47 | 77,67 | 72,59 | 74,03 |
| jan-14 | 83,37 | 82,58 | 82,22 | 81,64 | 80,04 | 79,77 | 76,35 | 75,86 |
| fev-14 | 84,40 | 83,55 | 83,20 | 81,27 | 81,82 | 81,71 | 78,21 | 77,64 |
| mar-14 | **85,77** | **84,89** | **84,54** | **82,89** | **83,70** | **83,56** | **79,97** | **79,30** |
| abr-14 | 85,10 | 84,21 | 83,86 | 82,08 | 82,81 | 82,69 | 79,15 | 78,49 |
| mai-14 | 84,34 | 83,48 | 83,13 | 81,19 | 81,67 | 81,54 | 78,02 | 77,42 |
| jun-14 | 83,27 | 82,48 | 82,10 | 80,06 | 79,94 | 79,55 | 76,14 | 75,66 |
| jul-14 | 82,49 | 81,61 | 81,20 | 79,22 | 78,28 | 77,41 | 74,14 | 73,82 |
| ago-14 | 82,16 | 81,03 | 80,41 | 79,62 | 77,10 | 75,56 | 70,27 | 72,01 |
| set-14 | 82,07 | 80,86 | 80,12 | 78,55 | 76,83 | 75,15 | 71,61 | 71,35 |
| out-14 | 82,08 | 80,90 | 80,18 | 78,48 | 76,87 | 75,21 | 71,80 | 71,58 |
| nov-14 | 82,22 | 81,14 | 80,56 | 78,71 | 77,29 | 76,87 | 72,60 | 71,66 |
| dez-14 | 82,34 | 81,40 | 80,90 | 78,98 | 77,82 | 76,66 | 73,41 | 73,12 |
| jan-15 | 82,85 | 82,05 | 81,68 | 79,63 | 79,06 | 78,60 | 75,30 | 74,03 |
| fev-15 | 83,23 | 82,44 | 82,08 | 80,01 | 79,76 | 79,42 | 76,03 | 75,54 |
| mar-15 | 84,43 | 83,58 | 83,23 | 81,33 | 81,87 | 81,76 | 78,25 | 77,66 |
| abr-15 | 84,08 | 83,23 | 82,87 | 80,88 | 81,23 | 81,11 | 77,61 | 77,04 |
| mai-15 | 83,90 | 83,06 | 82,71 | 80,68 | 80,95 | 80,77 | 77,28 | 76,70 |
| jun-15 | 82,51 | 81,68 | 81,25 | 79,26 | 78,40 | 77,55 | 74,29 | 73,94 |
| jul-15 | 82,29 | **80,34** | 80,82 | 78,92 | 77,70 | 76,54 | 73,31 | 73,02 |
| ago-15 | **81,09** | 80,93 | 80,24 | 78,52 | 76,90 | 75,28 | 71,85 | 71,59 |
| set-15 | 81,99 | 80,75 | 79,96 | 78,34 | 76,63 | 74,97 | 71,16 | 70,75 |
| out-15 | 81,96 | 80,68 | **79,82** | **78,28** | **76,51** | 74,90 | 70,89 | **70,62** |
| **NA máximo** | **85,77** | **84,89** | **84,54** | **82,89** | **83,70** | **83,56** | **79,97** | **79,30** |
| **Na mínimo** | **81,09** | **80,34** | **79,82** | **78,28** | **76,51** | **74,88** | **69,74** | **70,62** |
| **Diferença** | **4,68** | **4,55** | **4,72** | **4,61** | **7,19** | **8,68** | **10,23** | **8,68** |

Com a incorporação de novos dados de leitura de nível, observa-se pelo **Quadro 11.1.3 - 5** que os valores mínimos registrados em seis das nove seções da margem esquerda correspondem aos registros dos meses do último período de estiagem, principalmente no de outubro/2015, com exceção das seções 5ME e 6ME, que mantiveram os menores registros de NA na seca de 2012.

Da mesma forma que na margem direita, considerando o período de monitoramento, observa-se que a cheia de 2014 continua sendo o período com os maiores níveis registrados no TVR nas seções da margem esquerda.

A maior variação entre o NA mínimo e o NA máximo, durante o período de monitoramento, ocorreu na Seção 6, com diferença de 10,23 m entre estes dois extremos e as menores variações ocorreram nas seções 1ME, 9ME, 2ME e 3ME, com diferença de cerca de 4 m, conforme observado no **Quadro 11.1.3 - 5**.

Com a incorporação de novos dados de leitura de nível, observa-se pelos **Quadros 11.1.3 - 4** e **11.1.3 - 5** que os valores mínimos registrados, em sua maioria, ocorreram no último período de seca de 2015, tanto para as seções da margem direita quanto para as seções da margem esquerda. Registros de NA no período de estiagem do ano de 2012 também foram baixos, porém não superam os registros do período de estiagem mais acentuada de 2015.

### 11.1.3.2.1.3. LEVANTAMENTO DO PERFIL DA LINHA DE ÁGUA NO RIO BACAJÁ

Semelhante ao que é realizado para o rio Xingu no trecho do TVR, são realizados mensalmente, desde julho de 2012 o levantamento do perfil da linha d'água simultaneamente em oito seções ao longo do rio Bacajá, desde sua foz no rio Xingu até a estação fluviométrica Fazenda Cipaúba. As seções que compõem essa atividade são: Bacajá 1, Bacajá 2, Bacajá 3, Bacajá 4, Bacajá 5, Bacajá E, Bacajá F e Fazenda Cipaúba.

Esta atividade de levantamento do perfil da linha de água no rio Bacajá foi incluída no presente Projeto quanto ao monitoramento permanente no TVR, atendendo aos seus objetivos e metas após a adequação proposta no escopo, devidamente apresentado no Terceiro RC e aprovada pelo IBAMA por meio do Parecer nº4933/2013, referente à análise do conteúdo do referido relatório consolidado.

O levantamento do perfil da linha de água na seção Bacajá 5, que não estava sendo realizado por dificuldades operacionais do equipamento de medição, foi retomado em abril/2014, em consonância às solicitações apresentadas nos Pareceres nº7802/2013 (Quarto RC) e nº1553/2014 (Quinto RC) do IBAMA. Portanto, os dados levantados nas campanhas subsequentes, na referida seção, foram incorporados e são apresentados no presente relatório, juntamente com as demais seções, não prejudicando a análise do perfil da linha de água para o trecho do rio Bacajá.

A **Figura 11.1.3 - 10** apresenta a variação das leituras de régua realizadas simultaneamente nas seções do rio Bacajá E, F, 1, 2, 3, 4, 5 e Fazenda Cipaúba, por meio de campanhas mensais, no período de julho/2012 a outubro/2015. Na representação gráfica, as leituras do nível de água foram agrupadas por ano de realização.

As planilhas com os dados brutos são apresentadas no arquivo digital (**Banco de Dados**).

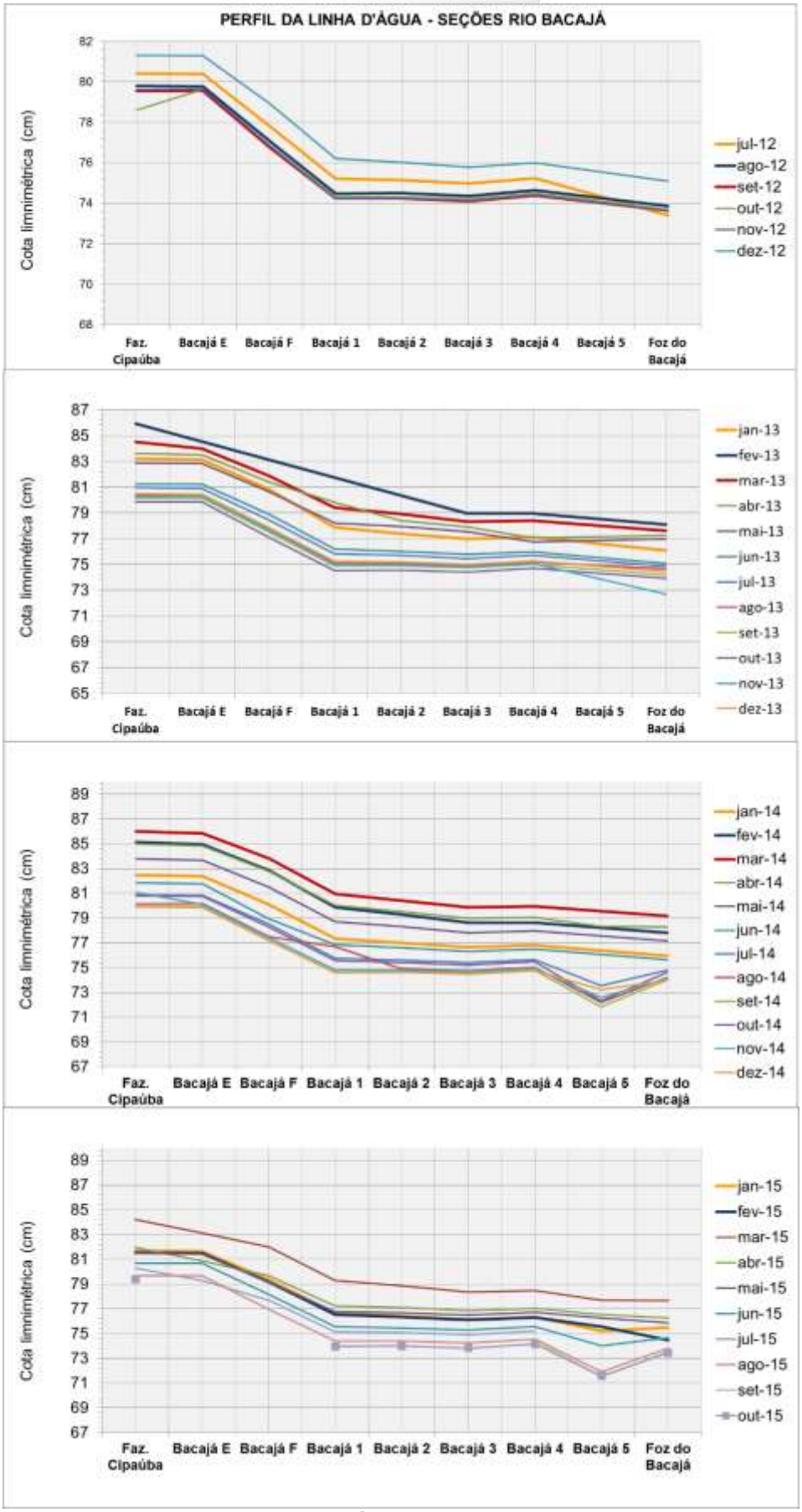


**Figura 11.1.3 - 10 – Perfil da Linha d'Água Simultâneo - Rio Bacajá.**

O **Quadro 11.1.3 - 6** apresenta os valores dos níveis medidos nas 40 campanhas já realizadas no período de julho de 2012 a outubro de 2015 e a indicação da variação máxima e mínima em cada seção de medição no rio Bacajá.

**Quadro 11.1.3 - 6 – Variação do Nível Água - Rio Bacajá – Período de julho/2012 a outubro/2015**

| MÊS | COTAS ALTIMÉTRICAS - RIO BACAJÁ (CM) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | FAZ. CIPAÚBA | BACAJÁ E | BACAJÁ F | BACAJÁ 1 | BACAJÁ 2 | BACAJÁ 3 | BACAJÁ 4 | BACAJÁ 5 | FOZ DO BACAJÁ |
| jul-12 | 80,42 | 80,39 | 77,83 | 75,23 | 75,16 | 74,98 | 75,25 | | 73,41 |
| ago-12 | 79,81 | 79,79 | 77,09 | 74,49 | 74,50 | 74,36 | 74,64 | | 73,86 |
| set-12 | 79,56 | 79,58 | **76,79** | 74,24 | 74,25 | 74,10 | 74,39 | | 73,65 |
| out-12 | **78,61** | 79,65 | 76,89 | 74,32 | 74,33 | 74,23 | 74,51 | | 73,71 |
| nov-12 | 79,62 | 79,65 | 76,87 | 74,22 | 74,24 | 74,14 | 74,40 | | 73,64 |
| dez-12 | 81,32 | 81,31 | 78,95 | 76,21 | 76,03 | 75,78 | 75,99 | | 75,10 |
| jan-13 | 83,22 | 83,13 | 80,87 | 77,88 | 77,41 | 76,98 | 77,12 | | 76,08 |
| fev-13 | 85,92 | | | | | 78,97 | 78,95 | | 78,11 |
| mar-13 | 84,53 | 83,98 | 81,91 | 79,40 | 78,91 | 78,33 | 78,39 | | 77,60 |
| abr-13 | 83,60 | 83,51 | 81,42 | 79,80 | 78,42 | 77,93 | 77,06 | | 77,26 |
| mai-13 | 82,89 | 82,85 | 80,69 | 78,20 | 77,95 | 77,56 | 76,75 | | 76,98 |
| jun-13 | 81,24 | 81,25 | 78,91 | 76,20 | 76,03 | 75,79 | 75,99 | | 75,09 |
| jul-13 | 80,96 | 80,92 | 78,49 | 75,84 | 75,70 | 75,45 | 75,71 | | 74,86 |
| ago-13 | 80,35 | 80,37 | 77,78 | 75,08 | 75,07 | 74,93 | 75,19 | | 74,67 |
| set-13 | 80,15 | 80,17 | 77,54 | 74,88 | 74,88 | 74,75 | 75,01 | | 74,20 |
| out-13 | 79,84 | 79,85 | 77,13 | 74,54 | 74,56 | 74,43 | 74,71 | | 73,94 |
| nov-13 | 80,28 | 80,31 | 77,68 | 75,01 | 74,98 | 74,82 | 75,09 | | **72,70** |
| dez-13 | 80,47 | 80,45 | 77,89 | 75,23 | 75,18 | 75,02 | 75,28 | | 74,44 |
| jan-14 | 82,46 | 82,38 | 80,09 | 77,34 | 77,02 | 76,66 | 76,81 | | 75,96 |
| fev-14 | 85,13 | 84,97 | 82,86 | 79,86 | 79,29 | 78,63 | 78,64 | | 77,82 |
| mar-14 | **86,00** | **85,84** | **83,85** | **80,95** | **80,42** | **79,86** | **79,93** | | **79,16** |
| abr-14 | 84,98 | 84,83 | 82,79 | 80,03 | 79,54 | 78,97 | 79,05 | **78,31** | 78,28 |
| mai-14 | 83,77 | 83,67 | 81,50 | 78,72 | 78,32 | 77,83 | 77,95 | | 77,14 |
| jun-14 | 81,84 | 81,78 | 78,93 | 76,83 | 76,61 | 76,30 | 76,49 | | 75,65 |
| jul-14 | 80,89 | 80,84 | 78,53 | 75,76 | 75,62 | 75,41 | 75,62 | 73,54 | 74,80 |
| ago-14 | 80,14 | 80,17 | 77,52 | 76,70 | 74,89 | 74,74 | 75,00 | 72,20 | 74,19 |
| set-14 | 79,93 | 79,95 | 77,25 | 74,65 | 74,66 | 74,53 | 74,80 | 71,86 | 74,02 |
| out-14 | 80,79 | 80,76 | 78,27 | 75,55 | 75,43 | 75,23 | 75,49 | 72,30 | 74,63 |
| nov-14 | 81,07 | 80,09 | 77,43 | 74,82 | 74,81 | 74,66 | 74,93 | 72,57 | 74,14 |
| dez-14 | 79,89 | 79,89 | 77,19 | 74,60 | 74,62 | 74,48 | 74,73 | 73,22 | 73,96 |
| jan-15 | 81,68 | 81,63 | 79,37 | 76,65 | 76,42 | 76,13 | 76,33 | 75,21 | 75,46 |
| fev-15 | 81,54 | 81,49 | 79,15 | 76,51 | 76,34 | 76,08 | 76,30 | 75,55 | 74,47 |
| mar-15 | 84,22 | 83,12 | 82,01 | 79,29 | 78,86 | 78,33 | 78,44 | 77,69 | 77,65 |
| abr-15 | 81,94 | 80,89 | 79,67 | 77,23 | 77,10 | 76,83 | 77,03 | 76,53 | 76,27 |
| mai-15 | 81,47 | 81,43 | 79,15 | 76,77 | 76,69 | 76,47 | 76,70 | 76,26 | 75,87 |
| jun-15 | 80,67 | 80,67 | 78,17 | 75,56 | 75,44 | 75,27 | 75,55 | 73,99 | 74,66 |
| jul-15 | 80,29 | **79,28** | 77,71 | 75,14 | 75,08 | 74,88 | 75,19 | | 74,37 |
| ago-15 | 79,67 | 79,68 | 76,95 | 74,38 | 74,40 | 74,22 | 74,55 | 71,92 | 73,82 |
| set-15 | 79,65 | | | | | | 74,42 | **71,53** | 73,55 |
| out-15 | 79,36 | | | **73,95** | **73,99** | **73,81** | **74,14** | 71,57 | 73,44 |
| **NA máximo** | **86,00** | **85,84** | **83,85** | **80,95** | **80,42** | **79,86** | **79,93** | **78,31** | **79,16** |
| **Na mínimo** | **78,61** | **79,28** | **76,79** | **73,95** | **73,99** | **73,81** | **74,14** | **71,53** | **72,70** |
| **Diferença** | **7,39** | **6,56** | **7,06** | **7,00** | **6,43** | **6,05** | **5,79** | **6,78** | **6,46** |

A maior variação entre o NA mínimo e o NA máximo continua sendo na Seção Fazenda Cipaúba, com diferença de 7,39 m entre estes dois extremos, e a menor variação ocorreu na Seção Bacajá 4, com diferença de 5,79 m, conforme observado no **Quadro 11.1.3 - 6**.

Com a incorporação de novos dados de leitura de nível, observa-se pelo **Quadro 11.1.3 - 6** que os valores mínimos registrados em seis das nove seções de monitoramento ocorreram no último período de estiagem, de julho a outubro de 2015, passando a ser o ano com a estiagem mais acentuada, considerando-se o período de monitoramento.

Quanto aos valores de cota máxima, observa-se que a última cheia (março/2014) continua sendo o período que registrou o maior nível de água em todas as seções de coleta de dados no rio Bacajá durante o período monitorado, semelhante ao apresentado na análise do rio Xingu. Isto confirma que o rio Bacajá apresenta picos de cheia coincidentes com as cheias no rio Xingu.

### 11.1.3.2.1.4. LEVANTAMENTO CONTÍNUO DO NÍVEL DE ÁGUA NA ESTAÇÃO MANGUEIRAS

Na estação Mangueiras, situada na margem direita do rio Xingu no TVR, a jusante do Barramento Principal (Pimental), é monitorado continuamente o nível de água desde outubro de 2010. São realizados registros horários às 7 horas e 17 horas por meio de limnígrafo e leituras diárias de régua limnimétrica por observação de leituristas.

Os resultados do levantamento do nível de água na estação Mangueiras estão sendo analisados e apresentados no âmbito do Projeto de Monitoramento de Níveis e Vazões do PBA 11.1.2.

A **Figura 11.1.3 - 11** apresenta a evolução do nível de água diário do rio Xingu na estação Mangueiras, no período de outubro/2010 a outubro/2015. A planilha com os dados brutos referentes a este monitoramento é apresentada no arquivo digital (Banco de Dados).

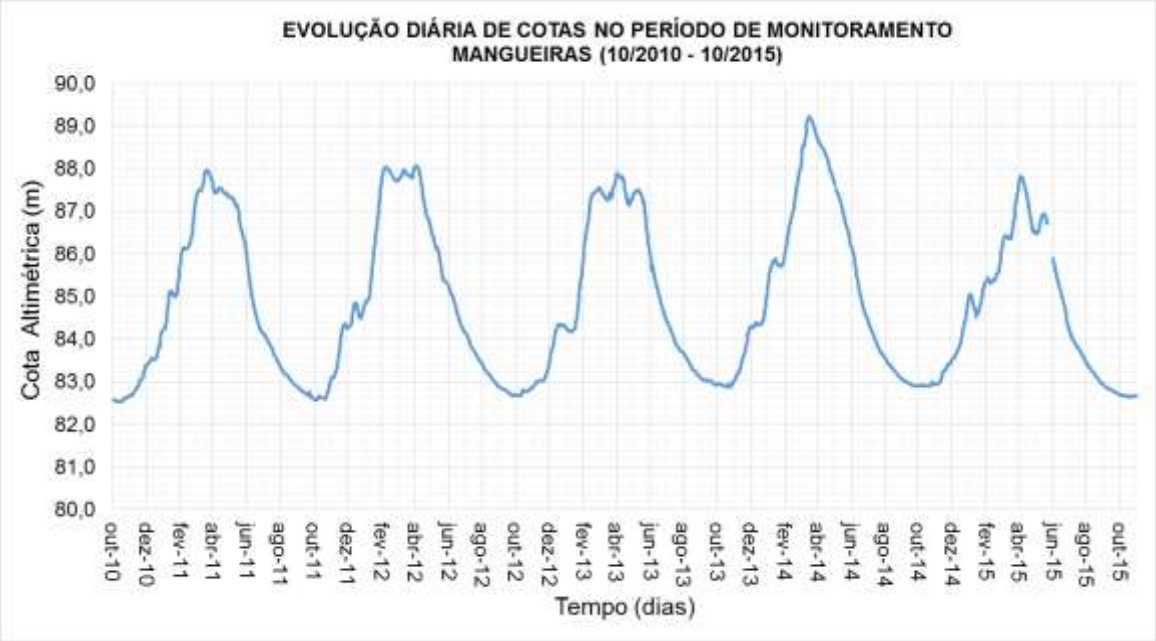


**Figura 11.1.3 - 11 – Cotagrama do Rio Xingu – Estação Mangueiras – Outubro/2010 a outubro/2015.**

Na estação Mangueiras, a maior cota diária média observada no período de monitoramento foi de 89,23 m, registrada na última cheia (em 17/03/2014), e a menor 82,53 m (em 10 e 11 de outubro/2010).

A amplitude no ano de 2011 (janeiro a dezembro) foi de 5,39 m (maior cota diária média: 87,96 m, em 20/03/2011, e menor: 82,57 m, de 03 a 06 de outubro/2011). A amplitude em 2012 (janeiro a dezembro) foi de 5,39 m (maior cota diária média: 88,06 m em 04/04/2012 e menor: 82,67 cm, de 04 a 08 de outubro/2012). No ano de 2013 (janeiro a dezembro), a amplitude foi de 5,03 m (maior cota diária média: 87,90 cm em 02/04/2013 e menor: 82,87 cm em 24/10/2013). No ano de 2014 (janeiro a dezembro), a amplitude foi de 6,30 m (maior cota diária média: 89,2 cm em março/2014 e menor: 82,90 cm em setembro, outubro e novembro/2014). No ano de 2015 (janeiro a outubro), a amplitude foi de 5,20 m (maior cota diária média: 87,8 cm em abril/2015 e menor: 82,60 cm em outubro/2015).

Adicionalmente, registram-se as distribuições diárias de cotas máximas, mínimas e médias juntamente com a dispersão, como forma de avaliar o comportamento desse parâmetro ao longo do período de monitoramento para a estação Mangueiras (**Figuras 11.1.3 - 12**). As maiores dispersões são relativas às medições no período de cheia.

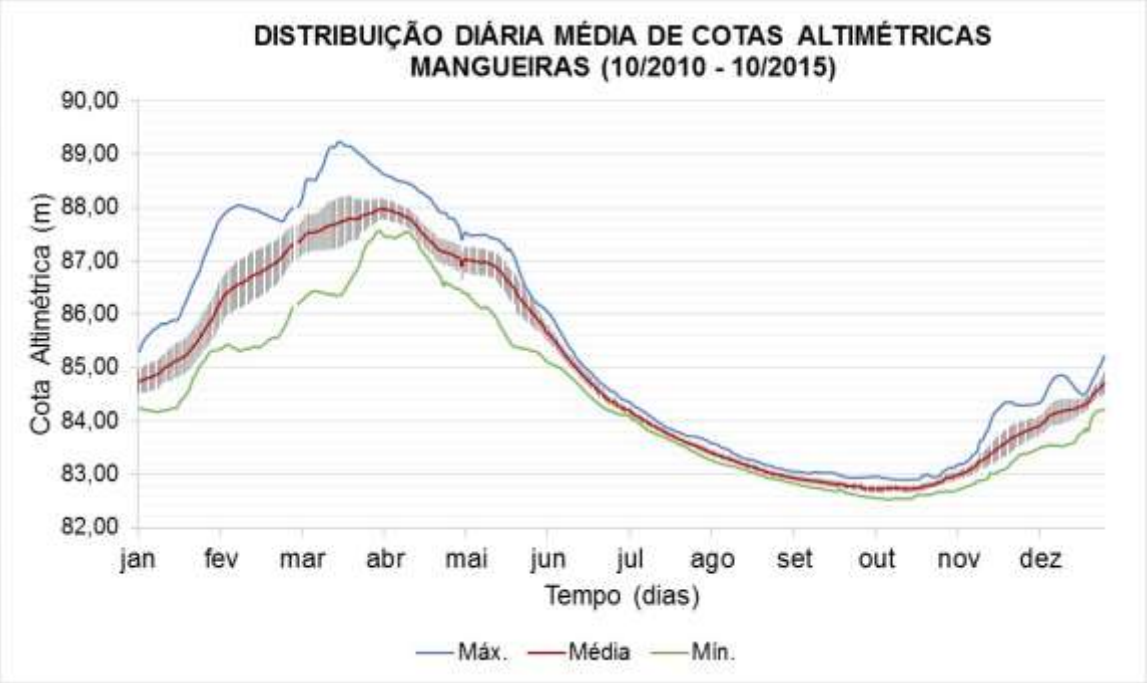


**Figura 11.1.3 - 12 – Distribuição Diária Média de Cotas - Mangueiras.**

11.1.3.2.1.5. COLETA DE SEDIMENTOS

O monitoramento da afluência sólida ao TVR vem sendo feito desde outubro de 2010, na estação Mangueiras, localizada logo a jusante da barragem principal (sítio Pimental), no trecho inicial do TVR. Para monitorar a carga sólida transportada pelo rio Bacajá e avaliar os possíveis efeitos de erosão em sua foz, são monitoradas as estações Foz do Bacajá (desde abril/2011) e Fazenda Cipaúba (desde dezembro/2011). Além destas estações já previstas no PBA, coletas de sedimento em suspensão e no leito vêm sendo realizadas no rio Bacajá, na Aldeia Mrotidjãm, com a finalidade de caracterizar o aporte de sedimentos. Ressalta-se que a implantação desta estação foi advinda de demanda no âmbito do PBA do Componente Indígena (PBA – CI).

A coleta de sedimento vem sendo feita com frequência mensal nas estações Mangueiras e Foz do Bacajá e trimestral nas estações Mrotidjãm e Fazenda Cipaúba.

Os laudos de concentração de sedimentos em suspensão e de granulometria do leito do rio, nos meses de novembro/2014 a outubro/2015, referentes a este monitoramento, são apresentados no **Anexo 11.1.3 - 2**. Os laudos anteriores a este período já foram apresentados nos relatórios consolidados anteriores.

Os resultados estão sendo analisados e apresentados no âmbito do Projeto de Monitoramento Hidrossedimentológico (PBA 11.1.1) e são reportados em síntese a seguir.

11.1.3.2.1.5.A. RIO XINGU: MANGUEIRAS

A **Figura 11.1.3 - 13** apresenta a envoltória das curvas granulométricas do material do leito do rio Xingu, na estação Mangueiras, durante o período de abril/2011 a outubro/2015. Nesta estação está sendo medida a afluência sólida ao TVR.

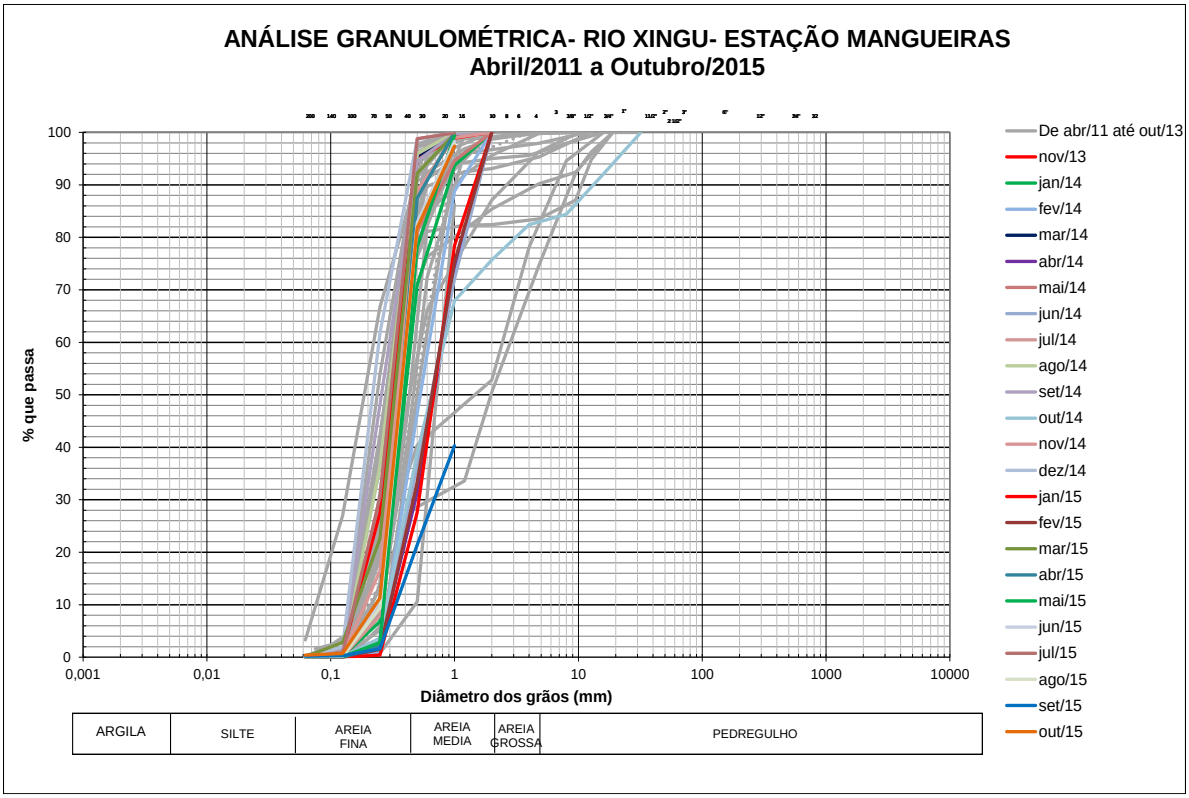


**Figura 11.1.3 - 13 – Envoltória das Curvas Granulométricas do Leito - Rio Xingu - Estação Mangueiras.**

Observa-se que o material do leito é uniforme e apresenta granulometria fina. O material do leito no período coletado é predominantemente arenoso, com 2,10% de argila e silte; 92,43% de areia; e 5,47% de pedregulho. O diâmetro médio - D50 variou de 0,19 a 2,22 mm, com valor médio de 0,48 mm (areia fina a média).

Ao longo do período monitorado, de abril/2011 a outubro/2015, a concentração média de sedimentos em suspensão variou de 1,34 a 59,87 mg/l, com valor médio de 112,53 mg/l. A vazão sólida em suspensão ($Q_{SS}$) média calculada foi de 10296 t/dia (**Figura 11.1.3 - 14**).

A curva-chave de sedimento em suspensão ($Q_{ss}$), determinada pelo ajuste de uma curva do tipo potencial entre a vazão líquida $Q_L$ ($m^3/s$) e $Q_{ss}$ (t/dia), pode ser expressa pela equação $Q_{ss} = 0,04 \times Q_L^{1,37}$, com um coeficiente de determinação de 0,84 (**Figura 11.1.3 - 15**).

**Figura 11.1.3 - 14 – Concentração x Vazão Sólida de Sedimentos em Suspensão Rio Xingu - Mangueiras.**

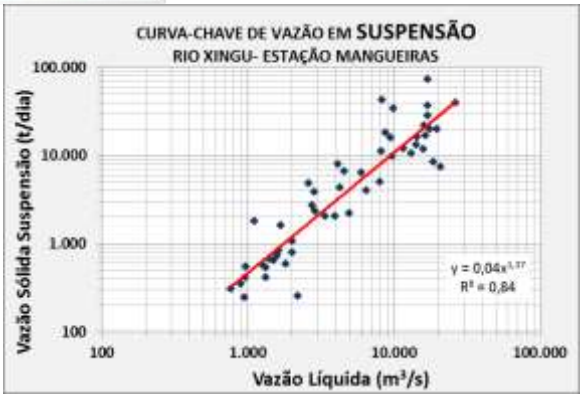


**Figura 11.1.3 - 15 – Curva-Chave de Sedimentos em Suspensão Rio Xingu - Mangueiras.**

A estação Mangueiras destaca-se por estar localizada no rio Xingu, a jusante da Barragem Principal (Pimental), e por caracterizar a afluência sólida e líquida ao trecho de vazão reduzida (TVR).

### 11.1.3.2.1.5.B. RIO BACAJÁ: FOZ DO BACAJÁ 2

O monitoramento do material do leito do rio Bacajá, na estação Foz do Bacajá 2, teve início em abril/2011, conforme mencionado nos relatórios anteriores, somente tendo sido apresentados os resultados até agosto/2011. As amostragens nos meses posteriores não permitiram a realização de ensaio de granulometria, uma vez que o rio Bacajá, nesta seção, possui o leito extremante rochoso, o que dificulta a utilização do equipamento de amostragem e coleta de sedimento em várias verticais. Entretanto, conforme relatado no 6º RC, em julho de 2014, este monitoramento foi retomado com a realização de coleta na região da Foz do Bacajá 2, em um ponto cerca de 200 metros a montante da estação anterior, o qual possibilitou a utilização do equipamento.

A **Figura 11.1.3 - 16** apresenta a envoltória das curvas granulométricas do material do leito do rio Bacajá na estação Foz do Bacajá 2, durante o período de abril/2011 a agosto/2011, conforme apresentado nos relatórios anteriores, e nos meses de fevereiro a outubro de 2015.

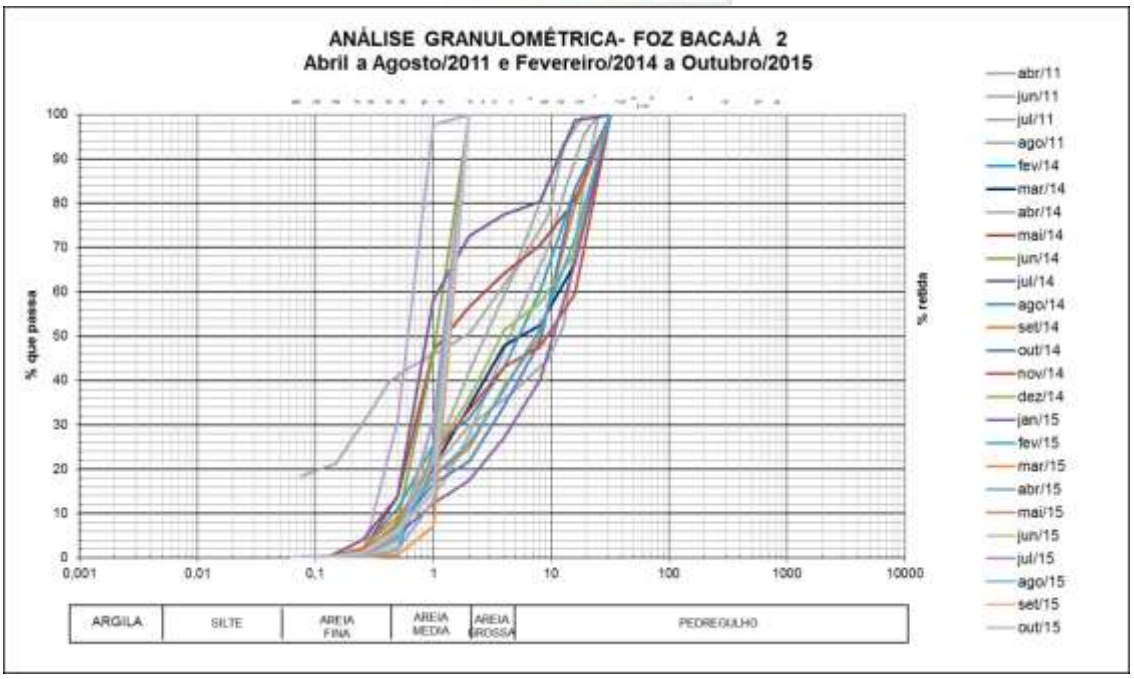


**Figura 11.1.3 - 16 – Envoltória das Curvas Granulométricas do Leito do Rio Bacajá - Estação Foz do Bacajá 2.**

Observa-se um material parcialmente graduado, com grande variação do diâmetro médio. A constituição média do material do leito no período foi de 52,11% de areia, 46,27% de pedregulho e 1,62% de argila e silte. O diâmetro médio - D50 variou de 0,61 a 12,0 mm, com valor médio de 4,79 mm (areia grossa).

Ao longo do período monitorado, compreendido entre abril/11 a outubro/15, a concentração média de sedimentos em suspensão na estação Foz do Bacajá 2 variou de 6,06 a 250,40 mg/l, com valor médio de 26,04 mg/l. A vazão sólida em suspensão ($Q_{SS}$) média calculada foi de 1020 t/dia (**Figura 11.1.3 - 17**). A curva-chave de sedimento em suspensão, determinada pelo ajuste de uma curva do tipo potencial entre a vazão líquida $Q_L$ ($m^3/s$) e $Q_{ss}$ (t/dia), é apresentada na **Figura 11.1.3 - 18**.

**Figura 11.1.3 - 17 – Concentração x Vazão Sólida de Sedimentos em Suspensão Rio Bacajá - Foz do Bacajá 2.**

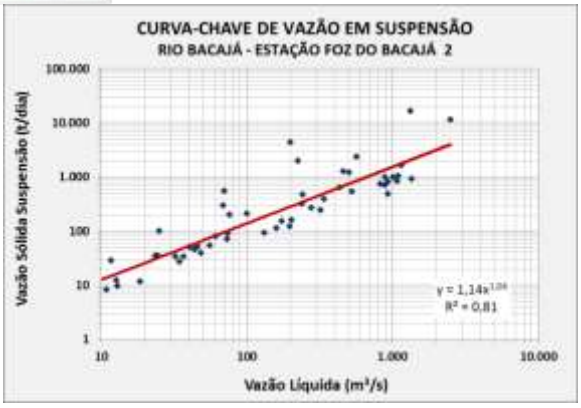


**Figura 11.1.3 - 18 – Curva-Chave de Sedimentos em Suspensão - Rio Bacajá - Foz do Bacajá 2.**

Conforme esperado, observam-se valores de vazão sólida em suspensão mais baixa no período de estiagem decorrente das vazões líquidas observadas no rio Bacajá neste período.

11.1.3.2.1.5.C. RIO BACAJÁ: FAZENDA CIPAÚBA

A frequência de coleta desta estação foi estabelecida trimestralmente, sendo que para este relatório são apresentados os resultados das coletas de sedimento dos meses de abril, julho e outubro de 2012 e janeiro, abril, julho e outubro dos anos 2013, 2014 e 2015.

A **Figura 11.1.3 - 19** apresenta a envoltória das curvas granulométricas do material do leito do rio Bacajá na estação Fazenda Cipaúba, durante o período de abril/2012 a outubro/2015.

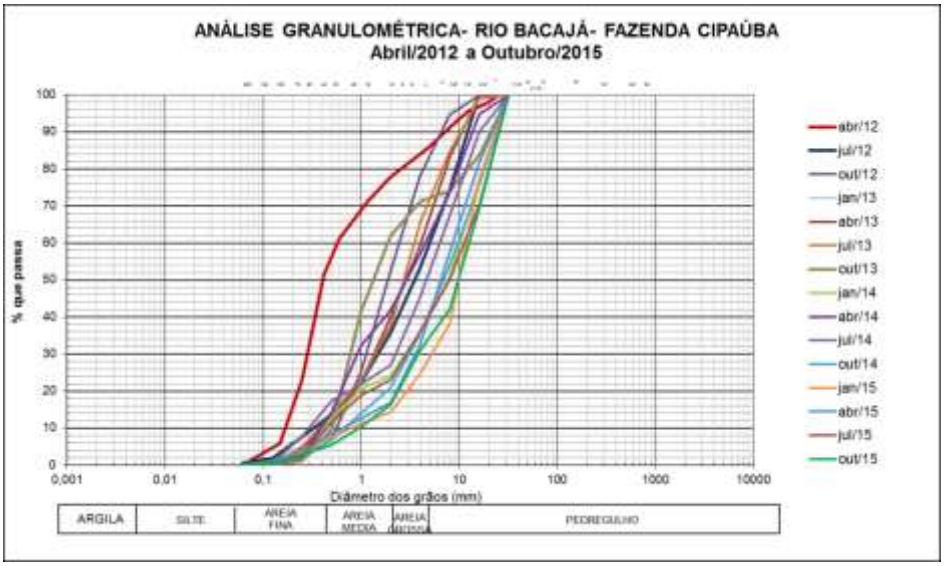


**Figura 11.1.3 - 19 – Envoltória das Curvas Granulométricas do Leito do Rio Bacajá - Estação Fazenda Cipaúba.**

Observa-se um material parcialmente graduado, com variação do diâmetro médio. A constituição média do material do leito no período foi de 65,20% de pedregulho, 33,55% de areia e 1,25% de argila e silte. O diâmetro médio - D50 variou de 0,40 a 9,85 mm, com valor médio de 5,27 mm (areia grossa).

Ao longo do período monitorado, a concentração média de sedimentos em suspensão na estação Fazenda Cipaúba variou de 9,37 a 33,63 mg/l, com valor médio de 16,36 mg/l. A vazão sólida em suspensão ($Q_{SS}$) média calculada foi de 551,57 t/dia (**Figura 11.1.3 - 20**). Apesar do reduzido número de campanhas, a curva-chave de sedimentos apresentou um bom ajuste do tipo potencial ($R^2$ = 0,97), denotando que a variação da $C_{SS}$ seguiu a mesma tendência da vazão líquida (**Figura 11.1.3 - 21**).

**Figura 11.1.3 - 20 – Concentração x Vazão Sólida de Sedimentos em Suspensão Rio Bacajá - Estação Fazenda Cipaúba.**

**Figura 11.1.3 - 21 – Curva-Chave de Sedimentos em Suspensão Rio Bacajá - Estação Fazenda Cipaúba.**

11.1.3.2.1.5.D. RIO BACAJÁ: MROTIDJÃM

A **Figura 11.1.3 - 22** apresenta a envoltória das curvas granulométricas do material do leito do rio Bacajá para a estação Mrotidjãm, localizada cerca de 200 km a montante da foz e para a qual são realizadas campanhas trimestrais. As análises consideraram os resultados das campanhas trimestrais de fevereiro, abril, setembro e novembro/2012; janeiro, abril, julho e outubro/2013; janeiro, abril, julho e novembro/2014; e fevereiro, abril, agosto e novembro/2015.

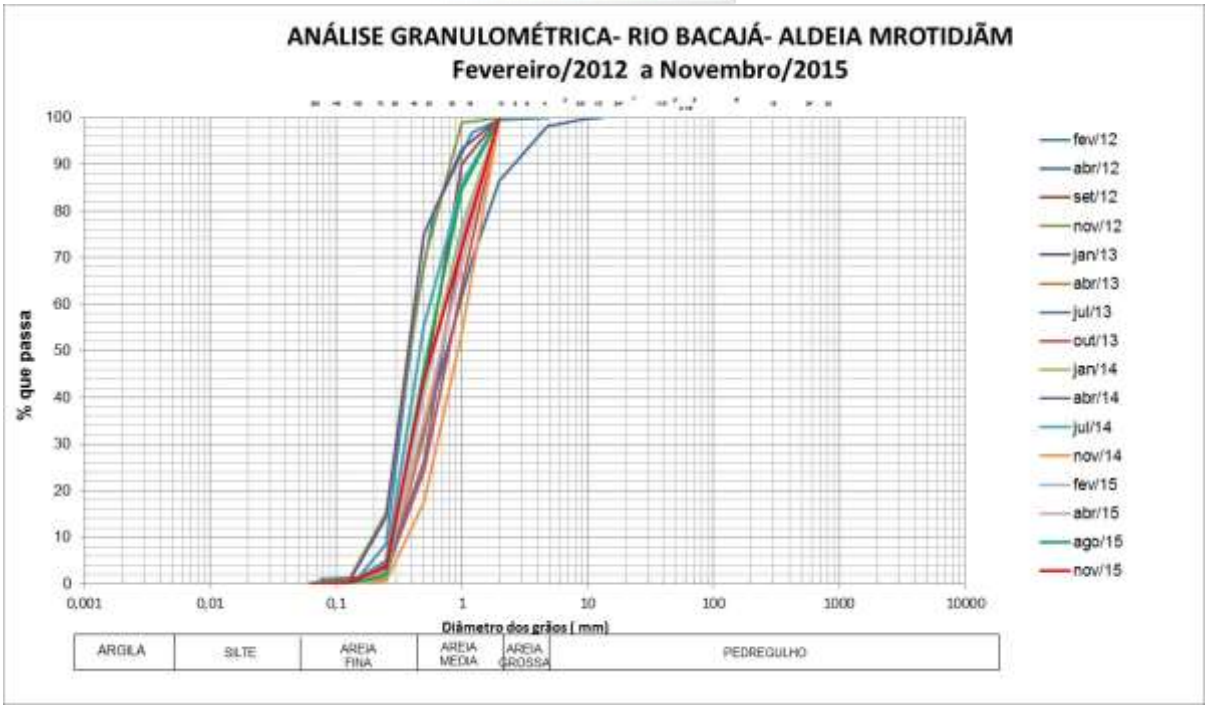


**Figura 11.1.3 - 22 – Envoltória das Curvas Granulométricas do Leito do Rio Bacajá - Estação Mrotidjãm.**

Observa-se um material bem uniforme, com predomínio de areia e constituição média de 91,53% de areia; 2,13% de pedregulho; e 6,35% de argila e silte. O diâmetro médio - D50 variou de 0,38 a 0,93 mm, com valor médio de 0,60 mm (areia média).

De acordo com as coletas trimestrais realizadas no período de novembro/2012 a outubro/2015, a concentração média de sedimentos em suspensão na estação Mrotidjãm variou de 5,40 a 83,43 mg/l, com valor médio de 18,45 mg/l. A vazão sólida em suspensão média foi de 122 t/dia (**Figura 11.1.1 - 23)**.

A **Figura 11.1.3 - 23** apresenta a variação da concentração de sedimento em suspensão ao longo do período de monitoramento. A curva-chave de sedimento em suspensão, determinada pelo ajuste de uma curva do tipo potencial entre a vazão líquida $Q_L$ ($m^3/s$) e $Q_{ss}$ (t/dia), é apresentada na **Figura 11.1.3 - 24**.

**Figura 11.1.3 - 23 – Concentração x Vazão Sólida de Sedimentos em Suspensão Rio Bacajá - Estação Mrotidjãm.**

**Figura 11.1.3 - 24 – Curva-Chave de Sedimentos em Suspensão Rio Bacajá - Estação Mrotidjãm.**

11.1.3.2.1.5.E. CONSIDERAÇÕES SOBRE GRANULOMETRIA E SEDIMENTOS EM SUSPENSÃO

O principal resultado a ser destacado, neste item, é a qualificação dos sedimentos nas regiões monitoradas nos rios Xingu (TVR) e Bacajá, conforme pode ser observado no **Quadro 11.1.3 - 7** em termos de granulometria e **Quadro 11.1.3 - 8** para a concentração de sedimentos em suspensão e vazão sólida.

**Quadro 11.1.3 - 7 – Tabela resumo dos resultados do monitoramento da granulometria de sedimentos nos rios Xingu - TVR, e Bacajá**

| ESTAÇÃO | REGIÃO | % PEDRE-GULHO | % AREIA | % SILTE/ ARGILA | DIÂMETRO MÉDIO (mm) | DENOMINAÇÃO |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Mangueiras | Rio Xingu - TVR | 5,47 | 92,43 | 2,10 | 0,48 | Areia Média |
| Foz Bacajá 2 | Rio Bacajá | 46,27 | 52,11 | 1,62 | 4,79 | Areia Grossa |
| Fazenda Cipaúba | Rio Bacajá | 65,20 | 33,55 | 1,25 | 5,27 | Areia Grossa |
| Mrotdjãm | Rio Bacajá | 2,13 | 91,53 | 6,35 | 0,60 | Areia Média |

**Quadro 11.1.3 - 8 – Tabela resumo dos resultados do monitoramento da granulometria de sedimentos nos rios Xingu - TVR, e Bacajá**

| ESTAÇÃO | REGIÃO | SEDIMENTO x VAZÃO Coef. $R^2$ | $C_{SS}$ MÉDIA (mg/L) | VAZÃO SÓLIDA SUSPENSÂO MÉDIA (t/dia) |
|---|---|---|---|---|
| Mangueiras | Rio Xingu-TVR | 0,84 | 13,66 | 11511,00 |
| Foz Bacajá 2 | Rio Bacajá | 0,75 | 29,88 | 1230,09 |
| Fazenda Cipaúba | Rio Bacajá | 0,97 | 17,67 | 651,24 |
| Mrotdjãm | Rio Bacajá | 0,86 | 14,89 | 154,11 |

11.1.3.2.1.6. MEDIÇÃO DAS VAZÕES AFLUENTES AO TVR

As informações sobre as estações fluviométricas monitoradas na região do TVR são apresentadas no **Quadro 11.1.3 - 9.**

**Quadro 11.1.3 - 9 – Estações com Medição de Vazões na região do TVR - Projeto de Monitoramento do TVR (PBA 11.1.3)**

| FLUVIOMÉTRICAS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| REGIÃO | ESTAÇÃO | LAT. | LONG. | DATA INSTALAÇÃO | FREQUÊNCIA DE OPERAÇÃO |
| Trecho de Vazão Reduzida | Mangueiras | 392622 | 9618549 | 17/10/2010 | F - h/d; Q – m |
| | Ilha da Fazenda | 397332 | 9605798 | 18/10/2010 | F - d; Q – m |
| Bacajá | Mrotdjãm | 455361 | 9436941 | 10/04/2012 | F - h/d; Q – t |
| | Fazenda Cipaúba | 436999 | 9587547 | Existente-ANA | F - d; Q – m |
| | Foz do Bacajá II | 421694 | 9609429 | 19/04/2011 | F - h/d; Q – m |

F: Nível; Q: Vazão; h: Horária; d: Diária; m: Mensal; t:Trimestral

A medição de vazão nos rios Xingu e Bacajá foi realizada por meio de molinetes até dezembro de 2011. A partir de janeiro de 2012, as medições passaram a ser feitas por Perfilador Acústico de Correntes pelo Efeito Doppler (ADCP).

A planilha com os dados brutos referentes a este monitoramento é apresentada no arquivo digital **(Banco de Dados)**. A seguir são apresentadas as curvas-chave preliminarmente ajustadas resultantes do monitoramento para cada estação.

11.1.3.2.1.6.A. RIO XINGU: ESTAÇÃO MANGUEIRAS

Na **Figura 11.1.3 - 25** são apresentados os ajustes gráficos para a relação cota-vazão para seção de medição na estação Mangueiras, considerando dois períodos distintos de monitoramento, sendo em vermelho as campanhas realizadas entre outubro/2010 a

novembro/2012 e, em azul, as campanhas realizadas entre janeiro/2012 a outubro/2015. Conforme já inferido no Relatório Consolidado Final, é provável que a existência de duas linhas tendenciais tenha ocorrido em virtude da diferença na metodologia de medição entre os dois períodos (ADCP e molinete) aliada à decorrência das obras de desvio para construção da Barragem Principal (Pimental) a montante da seção de medição.

A análise distinta por faixa de vazão para o período de monitoramento, a partir de janeiro/2012, resultou em uma melhor aderência aos dados medidos, especialmente para o tramo inferior da curva, correspondente às vazões menores que 3.000 $m^3/s$, conforme apresentado pela equação e ajuste em verde na **Figura 11.1.3 - 25**.

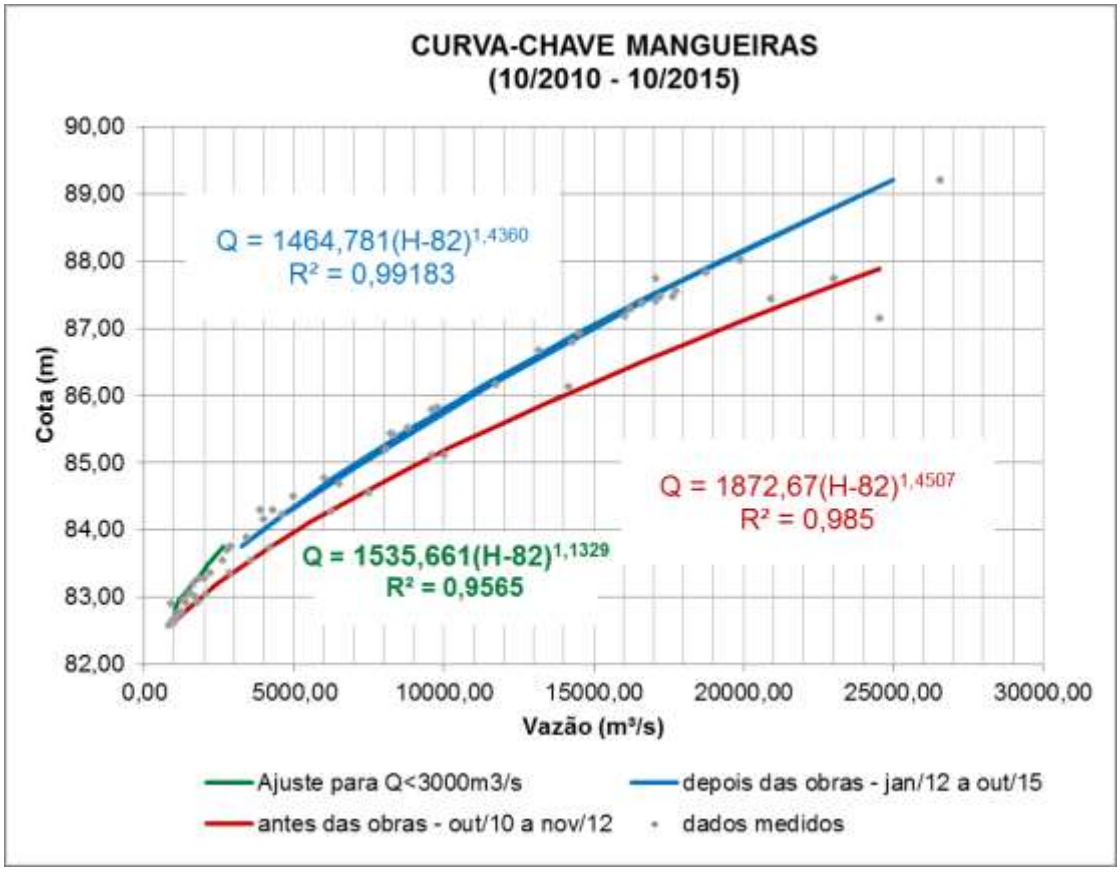


**Figura 11.1.3 - 25 – Curva-Chave - Rio Xingu - Estação Mangueiras.**

11.1.3.2.1.6.B. RIO XINGU: ESTAÇÃO ILHA DA FAZENDA

Na **Figura 11.1.3 - 26** registra-se a curva-chave para a seção de medição da estação Ilha da Fazenda, considerando o período de monitoramento de outubro/2010 a outubro/2015.

As campanhas mensais de medição de vazão contemplaram somente a medição de vazão do braço da margem direita (MD), caminho preferencial de navegação. A curva-chave obtida pelo ajuste do tipo potencial é aderente aos dados medidos apresentando um bom coeficiente de determinação.

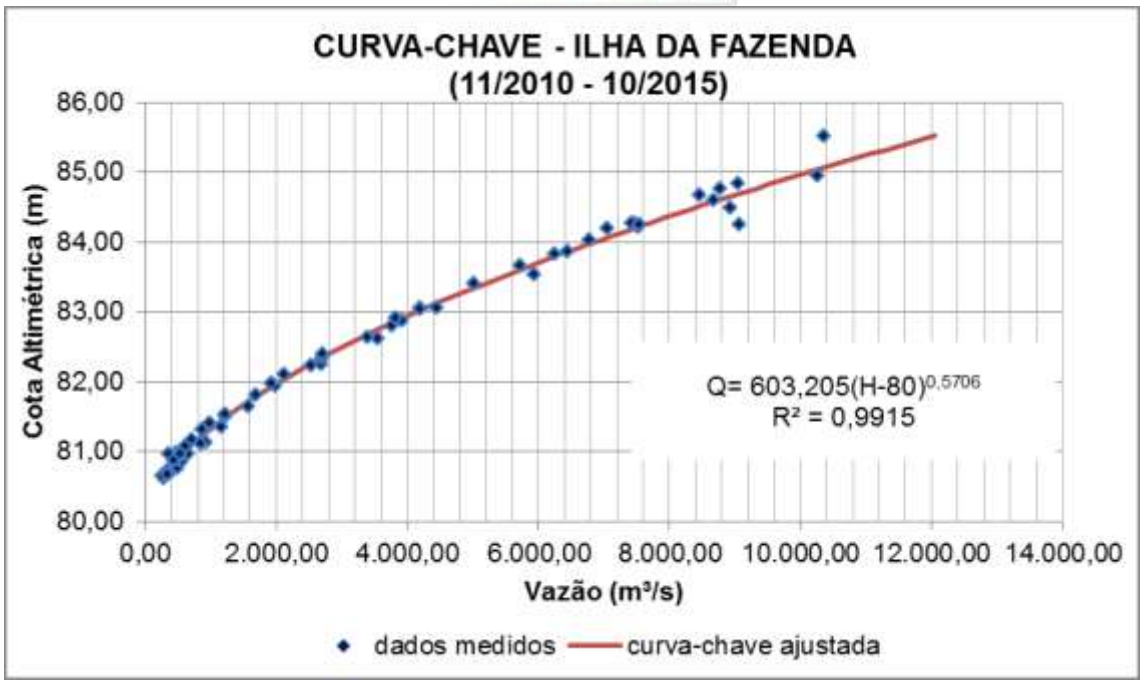


**Figura 11.1.3 - 26 – Curva Chave - Rio Xingu - Estação Ilha da Fazenda MD.**

11.1.3.2.1.6.C. RIO BACAJÁ: ESTAÇÃO FOZ DO BACAJÁ 2

A curva-chave previamente ajustada da estação Foz do Bacajá 2 apresenta um bom ajuste, como mostra a **Figura 11.1.3 - 27**.

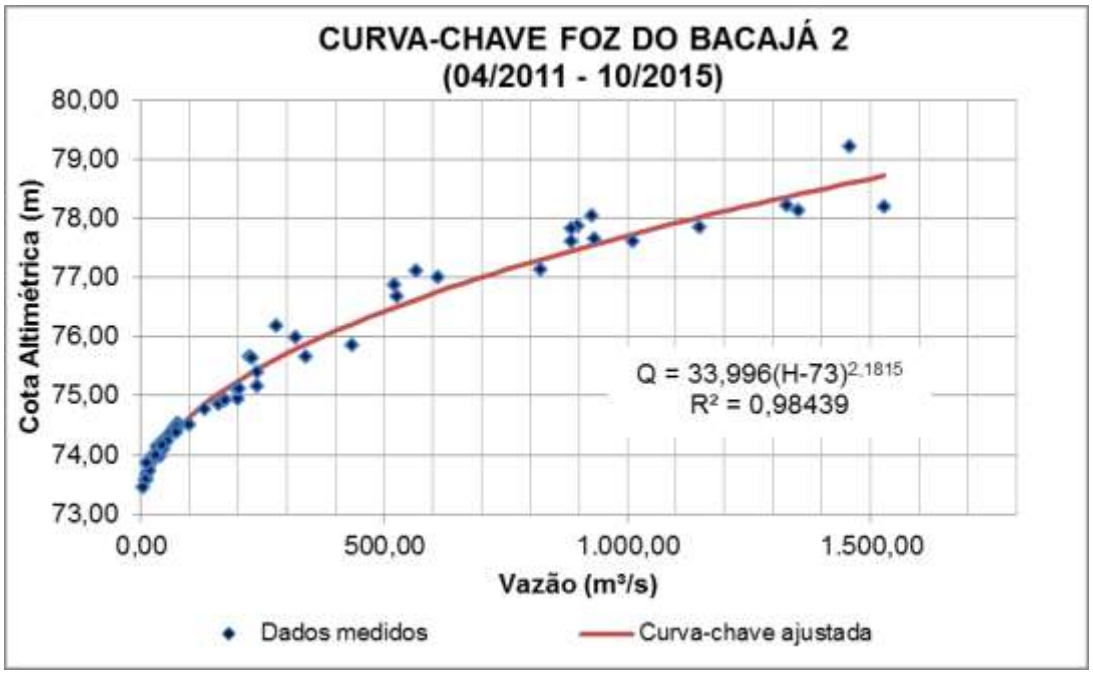


**Figura 11.1.3 - 27 – Curva Chave - Rio Bacajá - Foz do Bacajá 2.**

11.1.3.2.1.6.D. RIO BACAJÁ: ESTAÇÃO FAZENDA CIPAÚBA

A curva-chave da estação Fazenda Cipaúba apresenta um bom ajuste, conforme apresentado na **Figura 11.1.3 - 28**.

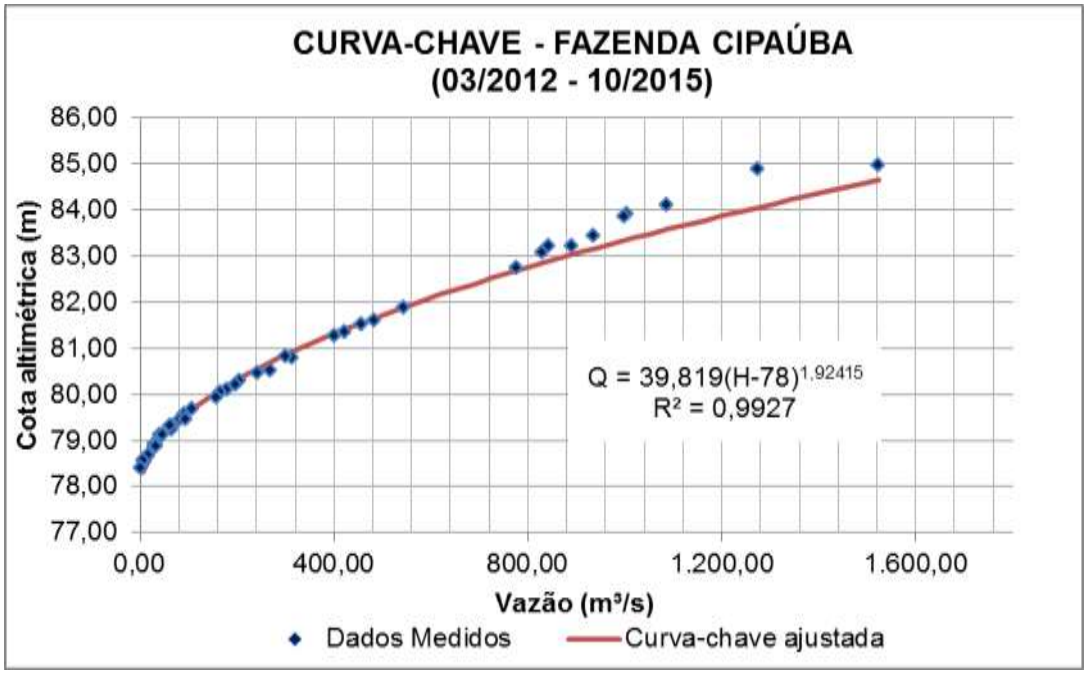


**Figura 11.1.3 - 28 – Curva Chave – Rio Bacajá – Fazenda Cipaúba.**

11.1.3.2.2. MONITORAMENTO SAZONAL

11.1.3.2.2.1. LEVANTAMENTO DA CALHA FLUVIAL DO RIO BACAJÁ

No âmbito do Estudo Complementar do Bacajá, foram realizados, em abril de 2009 e dezembro de 2010, os levantamentos em um total de 25 (vinte e cinco) seções topobatimétricas desde sua foz até 49 km a montante, o que possibilitou a caracterização da calha do rio Bacajá, sendo considerado como o primeiro levantamento topobatimétrico pertinente ao presente Projeto (PBA 11.1.3).

Ressalta-se que, embora os resultados do Estudo Complementar tenham recomendado o levantamento até 12 km da foz do rio Bacajá, no atual Projeto vêm sendo realizados levantamentos do trecho correspondente às seções 1 a 13, isto é, até 16 km da foz. Este acréscimo se deve ao fato da existência de um trecho crítico para a navegação acima dos 12 km, conhecido como trecho corredeira São João, o qual foi incluso neste Projeto.

A **Figura 11.1.3 - 29** mostra as seções de medição que são utilizadas na execução dos levantamentos da calha fluvial do rio Bacajá.

**Figura 11.1.3 - 29 – Localização das Seções para Levantamento Topobatimétrico no Rio Bacajá.**

Os levantamentos da calha fluvial do rio Bacajá foram divididos em duas fases distintas, correspondentes aos levantamentos a serem realizados antes e após a operação em plena carga da UHE Belo Monte, durante os seis anos de teste do Hidrograma de Consenso.

A primeira fase compreende quatro etapas, sendo que a primeira foi executada em abril/2009 (cheia) no âmbito dos “Estudos Complementares do Bacajá” de 2011, em atendimento ao Ofício 302/2009 e Parecer Técnico 21/2009 da FUNAI. A segunda etapa, já no âmbito do PBA, foi realizada em dezembro/2012.

A terceira etapa, que estava prevista para o período de estiagem, foi realizada em outubro/2013. A quarta e última etapa do levantamento topobatimétrico da primeira fase (antes da operação) foi executada no último período de estiagem, em outubro/2014. Com o intuito de melhor caracterizar a calha do rio e possibilitar a comparação dos resultados das campanhas topobatimétricas já realizadas, foram apresentados, como anexo ao RC protocolado no IBAMA em janeiro/2015, os perfis consolidados das seções 1 a 13 no rio Bacajá para as três campanhas. Conforme análise realizada, não foi observada alteração significativa na geometria da calha do rio Bacajá nos três períodos de estiagem monitorados.

Após a operação da UHE Belo Monte, em plena carga, no período de 2020 a 2025, está prevista a segunda fase dos levantamentos topobatimétricos, com frequência anual, caracterizando seis etapas a serem executadas nesta fase, conforme apresentado no cronograma de atividades do presente Projeto.

### 11.1.3.2.2.2. MEDIÇÃO DA LARGURA E PROFUNDIDADE EM TRECHOS CRÍTICOS PARA A NAVEGAÇÃO

Integra o Monitoramento Sazonal o levantamento dos trechos críticos para a navegação, que também foi uma atividade recomendada pelo Estudo Complementar do Rio Bacajá.

Esta atividade está dividida em duas fases distintas, antes e após o enchimento do dos reservatórios da UHE Belo Monte. A primeira fase, já concluída, foi composta por quatro etapas e teve início em outubro/2012 (seca) com o primeiro levantamento dos locais críticos para a navegação. O segundo levantamento foi realizado em abril/2013 (cheia). A terceira etapa de monitoramento dos trechos críticos para a navegação dos rios Xingu e Bacajá foi realizada em outubro/2013 e a quarta em maio/2014.

O levantamento previsto seria em outubro/2015, já na segunda fase, após o enchimento do Reservatório do Xingu, entretanto, como o enchimento dos reservatórios foi iniciado apenas em novembro/2015, optou-se por realizar um levantamento adicional ainda na fase anterior ao enchimento. Este levantamento adicional foi realizado entre os dias 20 e 21 de outubro/2015. O levantamento, na íntegra, encontra-se no **Anexo 11.1.3 - 3**.

A segunda fase deverá ocorrer após o enchimento dos reservatórios com frequência anual, sempre no período de estiagem que corresponde à vazão mínima do Hidrograma de Consenso, até 2024, ou seja, até seis anos após a operação a plena carga, conforme indicado no cronograma do Projeto.

As cinco etapas de levantamentos de locais críticos para a navegação foram realizadas no trecho da Volta Grande do Xingu, a partir da Barragem Principal (Pimental) até a foz do Bacajá, estendendo-se ao longo do rio Bacajá, da foz no rio Xingu, até 44 km a montante (Cachoeira Seca Farinha).

O **Quadro 11.1.3 - 10** apresenta a caracterização dessas etapas realizadas, com a indicação das vazões médias no rio Xingu no período dos levantamentos.

Os levantamentos foram desenvolvidos ao longo dos principais canais de navegação identificados no âmbito do Programa de Monitoramento das Condições de Navegabilidade e das Condições de Vida (PBA 14.2), como as rotas utilizadas por ribeirinhos.

**Quadro 11.1.3 - 10 – Caracterização das etapas realizadas da Primeira Fase dos levantamentos de medição de largura e profundidade em trechos críticos para a navegação no TVR**

| ETAPAS | PERÍODO DE EXECUÇÃO | PERÍODO HIDROLÓGICO | VAZÃO MÉDIA RIO XINGU ($M^3/S$) |
|---|---|---|---|
| Etapa 01 | 25 e 26 de outubro de 2012 | Seca | 1.094 |
| Etapa 02 | 27 e 28 de maio de 2013 | Cheia/Vazante | 12.117 |
| Etapa 03 | 23 e 24 de outubro de 2013 | Seca | 1.142 |
| Etapa 04 | 12 e 13 de maio de 2014 | Cheia/Vazante | 16.173 |
| Etapa 05 (adicional) | 20 e 21 de Outubro de 2015 | Seca | 880 |

As etapas de levantamento de campo dos locais críticos para a navegação nos rios Xingu e Bacajá que estavam previstas antes da formação do reservatório foram realizadas em dois tipos de metodologias de levantamentos distintos. Um levantamento consistiu da medição da largura e profundidade dos trechos dos rios, mais estreitos e rasos, por meio de trena eletrônica, GPS e régua, com a medição em locais pré-identificados, iniciando pelo canal do Kaituká (Margem esquerda) até o rio Bacajá e retornando pelo canal do Landir (Margem direita), conforme apresentado no **Anexo 11.1.3 - 3.**

O outro tipo de levantamento dos locais críticos foi realizado por meio do levantamento longitudinal dos cursos de água, ao longo dos canais de navegação, nas margens esquerda e direita. Estes levantamentos foram executados por meio da utilização de ADCP, em trechos de rotas, em média, a cada 6 km de extensão. O mapa resultante do último levantamento longitudinal (adicional) realizado entre os dias 29 de novembro/2015 a 02 de dezembro/2015 é apresentado no **Anexo 11.1.3 - 4.**

### 11.1.3.2.2.3. VISTORIA MULTIDISCIPLINAR NO TVR

Concomitantemente com as atividades de levantamento dos níveis críticos de navegação são realizadas, desde novembro de 2011, vistorias multidisciplinares no TVR. Esta atividade é dividida em duas fases distintas. A primeira fase, composta por seis etapas, foi concluída, tendo sido realizada nos meses de novembro/2011, agosto/2012, dezembro/2012, abril e maio/2013, outubro/2013 e, por último, em maio/2014.

A segunda fase estava prevista para ocorrer após a entrada em operação da UHE Belo Monte em “plena carga”, com frequência semestral, a ser executada nos meses de abril e outubro de cada ano. Entretanto, por meio do Ofício 02001.009681/2013-10 DILIC/IBAMA, datado de 17/07/13, que encaminha o Parecer nº4933/2013 do Terceiro RC, o IBAMA aprovou que os levantamentos dos locais críticos para a navegação no TVR e as vistorias multidisciplinares ocorressem logo após o enchimento do reservatório no período de seca (condição mais crítica para a navegação).

Em função desta solicitação, o cronograma original, que previa estas vistorias e levantamentos após o início de operação a “plena carga”, conforme já mencionado acima, foi devidamente revisado para atendimento ao IBAMA. Para esta finalidade, estas ações foram antecipadas para serem iniciadas a partir de 2015, com periodicidade anual, sempre na época de seca.

O **Quadro 11.1.3 - 11** apresenta a nova programação de execução das vistorias multidisciplinares e dos levantamentos dos locais críticos para navegação do TVR, levando-se em conta a recomendação do órgão ambiental e o início real do enchimento do reservatório.

**Quadro 11.1.3 - 11 – Vistorias Multidisciplinares ao TVR e Levantamentos dos Locais Críticos para Navegação do TVR**

| ETAPA | ANO | VISTORIA | DATA | STATUS |
|---|---|---|---|---|
| Antes do Enchimento do Reservatório | 2011 | 1 | **Novembro 2011** | **Concluída** |
| | 2012 | 2 | **Agosto 2012** | **Concluída** |
| | | 3 | **Outubro 2012** | **Concluída** |
| | 2013 | 4 | **Abril/Maio 2013** | **Concluída** |
| | | 5 | **Outubro 2013** | **Concluída** |
| | 2014 | 6 | **Abril/Maio 2014** | **Concluída** |
| | 2015 | 7 (adicional) | **Outubro 2015** | **Concluída** |
| Após o Enchimento do Reservatório | 2016 | 8 | Outubro 2016 | Prevista |
| | 2017 | 9 | Outubro 2017 | Prevista |
| | 2018 | 10 | Outubro 2018 | Prevista |
| | 2019 | 11 | Outubro 2019 | Prevista |
| | 2020 | 12 | Outubro 2020 | Prevista |
| | 2021 | 13 | Outubro 2021 | Prevista |
| | 2022 | 14 | Outubro 2022 | Prevista |
| | 2023 | 15 | Outubro 2023 | Prevista |
| | 2024 | 16 | Outubro 2024 | Prevista |

A partir dos resultados das vistorias multidisciplinares realizadas, verificou-se que não ocorreram mudanças quanto ao regime hidráulico em função da sazonalidade natural esperada; consequentemente, constatou-se que as características de navegabilidade mantiveram-se inalteradas.

### 11.1.3.2.3. REAVALIAÇÃO PERIÓDICA DAS VARIÁVEIS MONITORADAS, COMPLEMENTADA PELA SIMULAÇÃO MATEMÁTICA DO TVR

As reavaliações periódicas das variáveis monitoradas tiveram início no quarto trimestre de 2012. A partir desta avaliação, estabeleceu-se a proposição de readequação das atividades inerentes aos monitoramentos permanente e sazonal, inclusive com alteração de seu cronograma com a inclusão de novas atividades, que foi apresentado no âmbito do Terceiro RC e aprovada por meio do Parecer nº nº4933/2013 relativo à avaliação do referido relatório. A partir do primeiro semestre de 2013, foi apresentado ao órgão ambiental o desenvolvimento das atividades levando-se em consideração estas readequações.

No terceiro trimestre de 2013, conforme previsto no cronograma ajustado, realizou-se a reavaliação das variáveis monitoradas e verificou-se que, para atendimento integral da atividade em questão, na qual é prevista simulação matemática do TVR em complementação da avaliação, foi necessária a reavaliação de algumas seções de medição para serem utilizadas como condições de contorno e calibração do modelo hidrodinâmico a ser gerado. Informa-se que estas seções complementares foram realizadas no início de julho de 2014, em 32 (trinta e duas) seções transversais ao longo do rio Xingu, no trecho do TVR.

A avaliação das informações coletadas pelas atividades de monitoramento realizadas possibilitou a indicação de cinco locais nos rios Xingu e Bacajá com maior criticidade quanto à navegabilidade no período de seca e que foram observados mais detalhadamente por meio da modelagem matemática fluvial. Destes cinco locais, quatro se situam no rio Xingu (Kaituká, Três Pancadas, Landir e Curupira) e 1 no rio Bacajá (Percata) **(Figura 11.1.3 - 30).**

**Figura 11.1.3 - 30 – Indicação dos locais de atenção de maior criticidade à navegação no período seco no rio Xingu e no rio Bacajá, estudados pela modelagem.**

Os resultados da modelagem matemática no trecho em questão subsidiaram a discussão de alternativas de mitigação para garantia das condições de navegabilidade após o início de operação da UHE Belo Monte e adoção do Hidrograma de Consenso. Proposições de alternativas de intervenção, especialmente para a região da corredeira Percata, no rio Bacajá, foram apresentadas no contexto do Plano de Gerenciamento Integrado da Volta Grande - PGIVG (Plano 14), incorporadas ao tema que trata especificamente da componente das condições de navegabilidade no TVR.

## 11.1.3.3. ATENDIMENTO AOS OBJETIVOS DO PROJETO DE MONITORAMENTO DA LARGURA, PROFUNDIDADE E VELOCIDADE EM SEÇÕES DO TVR

A planilha de atendimento aos objetivos do Projeto de Monitoramento da Largura, Profundidade e Velocidade em Seções do TVR é apresentada na sequência.

| OBJETIVOS GERAIS | OBJETIVOS ESPECÍFICOS | STATUS DE ATENDIMENTO | ALTERAÇÕES DE ESCOPO OU PRAZO | JUSTIFICATIVA PARA O STATUS E ALTERAÇÕES |
|---|---|---|---|---|
| Aprofundar o atual estado do conhecimento das variáveis hidráulicas, hidrológicas e morfológicas no rio Xingu, entre a Barragem Principal e a foz do rio Bacajá e no trecho do rio Bacajá compreendido entre o posto fluviométrico Fazenda Cipaúba e sua foz no rio Xingu, de modo a correlacionar as principais rotas de navegação da população ribeirinha e indígena com as informações obtidas dos levantamentos das seções topobatimétricas. | – | Em atendimento | Sem alterações de escopo e prazo. | Rede de monitoramento implantada e execução dos levantamentos em base permanente e sazonais em andamento conforme previsto no Projeto. |
| Fornecer subsídios a outros projetos e programas a serem desenvolvidos para mitigação de impactos decorrentes da implantação e da operação do empreendimento. | – | Em atendimento | Sem alterações de escopo e prazo. | Avaliações periódicas realizadas conforme previsto no Projeto complementadas por modelagem matemática do TVR com a indicação dos pontos de atenção a navegação que subsidiam o desenvolvimento de propostas de medidas mitigatórias. |

## 11.1.3.4. ATENDIMENTO ÀS METAS DO PROJETO DE MONITORAMENTO DA LARGURA, PROFUNDIDADE E VELOCIDADE EM SEÇÕES DO TVR

A planilha de atendimento às metas do Projeto de Monitoramento da Largura, Profundidade e Velocidade em Seções do TVR é apresentada na sequência.

| META | STATUS DE ATENDIMENTO | ALTERAÇÕES DE ESCOPO OU PRAZO | JUSTIFICATIVA PARA O STATUS E ALTERAÇÕES |
|---|---|---|---|
| Obtenção de informações que permitam uma caracterização morfológica do rio Xingu no TVR, entre a Barragem Principal e a foz do rio Bacajá, e no trecho do rio Bacajá compreendido entre o posto fluviométrico Fazenda Cipaúba e sua foz no rio Xingu. As informações coletadas antes e após a implantação do empreendimento deverão permitir o estudo de possíveis alterações morfológicas decorrentes da implantação e operação da UHE Belo Monte. | Em atendimento | A adequação do escopo, com inclusão de atividades e alteração de periodicidade dos levantamentos sazonais, foi devidamente apresentada no Terceiro RC e aprovada pelo Ibama por meio do Parecer nº4933/2013. | Caracterização morfológica das calhas do rio Xingu e rio Bacajá no TVR para o periodo anterior a formação do reservatório. |

## 11.1.3.5. ATIVIDADES PREVISTAS

As atividades relativas ao monitoramento permanente previstas no presente Projeto, tais como levantamento da calha fluvial e do perfil da linha de água do rio Xingu, e medições de vazões sólidas e líquidas afluentes, continuarão sendo realizadas após a formação do reservatório.

Quanto ao monitoramento sazonal, as atividades previstas após o enchimento dos reservatórios, referentes aos levantamentos de locais críticos para a navegação e vistorias multidisciplinares no TVR deverão ocorrer, anualmente, no período de estiagem, e o levantamento topobatimétrico do rio Bacajá anualmente após a operação a plena carga, conforme explicitado no cronograma do Projeto.

As atividades previstas no presente Projeto, conforme proposto no PBA e determinado pelas condicionantes 2.1 da LP e 2.22 da LI, estender-se-ão até o sexto ano após a operação a plena carga, constituindo-se o período de teste do Hidrograma de Consenso.

## 11.1.3.6. CRONOGRAMA DAS ATIVIDADES PREVISTAS

| Item | Descrição | Início enchimento Reservatório Xingu | Início enchimento Res. Intermediário e operação 1a UG CF Complementar | Operação 1a UG CF Principal | Operação 6ª UG CF Complementar | Operação 18ª UG - CF Principal |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Atividades I Produtos | | | | | |

| | | 2015 | | 2016 | | | | | | | | 2017 | | | | 2018 | | | | 2019 | | | | 2020 | | | | 2021 | | | | 2022 | | | | 2023 | | | | 2024 | | | | 2025 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Nov | Dez | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | T3 | T4 | T1 | T2 | T3 | T4 | T1 | T2 | T3 | T4 | T1 | T2 | T3 | T4 | T1 | T2 | T3 | T4 | T1 | T2 | T3 | T4 | T1 | T2 | T3 | T4 | T1 | T2 | T3 | T4 | T1 | T2 | T3 | T4 | T1 | T2 | T3 | T4 |
| **CRONOGRAMA DO PACOTE DE TRABALHO** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | **11.1.3 Projeto de Monit. da Largura, Profundidade e Velocidade em Seções do TVR** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **1** | **Monitoramento hidráulico, hidrológico e hidrossedimentológico Permanente** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,1 | Nível d'água contínuo (de hora em hora) na entrada do TVR - estação | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,2 | Análise de aportes de sedimentos- mensal/trimestral | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,3 | Levantamento do perfil da linha d'água- Rio Xingu- TVR - medição mensal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,4 | Levantamento do perfil da linha d'água do rio Bacajá - medição mensal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,5 | Levantamento da Calha Fluvial do rio Xingu- Trimestral-ADCP | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **2** | **Monitoramento hidráulico, hidrológico e hidrossedimentológico Sazonal - Etapa 2 - Após o Enchimento** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,1 | Levantamento topobatimétrico do rio Bacajá | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,2 | Levantamento dos locais críticos para a navegação | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,3 | Vistoria Multidisciplinar ao TVR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **3** | **Reavaliação periódica das variáveis monitoradas, complementada pela simulação matemática do TVR** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **4** | **Relatórios de Acompanhamento** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **5** | **Reavaliação da malha e frequência amostral do monitoramento** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

## 11.1.3.7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a análise dos resultados e consequente incorporação de novos dados de nível e vazão, observa-se que os valores mínimos registrados, em sua maioria, ocorreram no último período de seca de 2015, tanto para as seções da margem direita quanto para as seções da margem esquerda do TVR. Considerando o período de monitoramento de 2011 a 2015, verificou-se que os registros do período de estiagem do ano de 2012 também foram baixos, porém não superam aqueles do período de estiagem mais acentuada ocorrido em 2015.

De uma forma geral, o Projeto de Monitoramento da Largura, Profundidade e Velocidade em Seções do TVR (11.1.2) vem se desenvolvendo normalmente, conforme as diretrizes estabelecidas pelo PBA 11.1.3, consolidando o cumprimento dos seus objetivos e metas preconizados para a etapa de implantação, estando dentro dos prazos previstos em seu cronograma. Ressalta-se, que por meio do Ofício 02001.009681/2013-10 DILIC/IBAMA, datado de 17/07/13, o IBAMA estabeleceu a aprovação das adequações que foram propostas no escopo e no cronograma.

## 11.1.3.8. EQUIPE TÉCNICA DE TRABALHO

| PROFISSIONAL | FORMAÇÃO | FUNÇÃO | REGISTRO ÓRGÃO DE CLASSE | CADASTRO TÉCNICO FEDERAL - CTF |
|---|---|---|---|---|
| Cristiane Peixoto Vieira | Engenheira Civil, M. Sc. | Coordenação Geral | CREA/MG 57.945 D | 2.010.648 |
| Luís Augusto da Silva Vasconcellos | Biólogo, M. Sc. | Coordenador de Campo | CRBio 20.598/01-D | 1.772.130 |
| Alexandre Luiz Canhoto de Azeredo | Geólogo | Coordenador Meio Físico | CREA/RJ 100.015/4-D | 567.608 |
| Viviane Pinto Ferreira Magalhães | Engenheira Civil, Drª | Análise e interpretação de dados | CREA/MG 94.502 D | 5.883.844 |
| Luciano Ferraz Andrade | Geógrafo | Geoprocessamento e design gráfico | CREA/MG 164.360 D | 5.552.542 |
| Carlos Chicarelli | Geógrafo | Apoio de campo | CREA/MG 120.924 D | 4.963.386 |
| Raimundo Nonato C. de Oliveira Filho | Engenheiro Civil | Supervisão de campo | CREA 4.028 D | - |
| Nildomar Jonck | Engenheiro Agrimensor | Supervisão de campo | CREA 30.985 D | - |
| Eduardo Enrique Romero Pinto | Engenheiro Agrimensor | Supervisão de campo | CREA 41.998 D | - |

| PROFISSIONAL | FORMAÇÃO | FUNÇÃO | REGISTRO ÓRGÃO DE CLASSE | CADASTRO TÉCNICO FEDERAL - CTF |
|---|---|---|---|---|
| João Messias da Silva Oliveira | - | Coordenador de hidrometria | - | - |
| Juliana Argôlo Macedo | Técnica de Agrimensura | Hidrometrista | CREA 61.639 | - |
| Milena Gomes da Cruz | Técnica de Saneamento | Laboratorista | CREA/PA 151.333.555 - 3 | - |

## 11.1.3.9. ANEXOS

**Anexo 11.1.3 - 1 – Levantamento da Calha Fluvial do Rio Xingu (ADCP) – Planta e Perfis.**

**Anexo 11.1.3 - 2 – Laudos de Concentração de Sedimentos em Suspensão e Granulometria do Leito.**

**Anexo 11.1.3 - 3 – Relatório da 5º Etapa (adicional) - Medição dos Locais Críticos para a Navegação – Rio Xingu e Rio Bacajá – Levantamento Transversal.**

**Anexo 11.1.3 - 4 – Mapa Relativo à 5º Etapa (adicional) do Levantamento dos Locais Críticos para a Navegação no Rio Xingu (TVR) – Levantamento Longitudinal.**