

SUMÁRIO – 11.1.2 PROJETO DE MONITORAMENTO DE NÍVEIS E VAZÕES

11.1.2.	PROJETO DE MONITORAMENTO DE NÍVEIS E VAZÕES	11.1.2-1
11.1.2.1.	INTRODUÇÃO	11.1.2-1
11.1.2.2.	RESULTADOS CONSOLIDADOS.....	11.1.2-4
11.1.2.2.1.	RIO BACAJÁ.....	11.1.2-4
11.1.2.2.2.	RIO XINGU.....	11.1.2-12
11.1.2.2.3.	IGARAPÉS DA CIDADE DE ALTAMIRA	11.1.2-30
11.1.2.2.4.	MONITORAMENTO LIMNIMÉTRICO JUNTO ÀS BARRAGENS	11.1.2-40
11.1.2.3.	ATENDIMENTO AOS OBJETIVOS DO PROJETO DE MONITORAMENTO DE NÍVEIS E VAZÕES.....	11.1.2-42
11.1.2.4.	ATENDIMENTO ÀS METAS DO PROJETO DE MONITORAMENTO DE NÍVEIS E VAZÕES.....	11.1.2-44
11.1.2.5.	ATIVIDADES PREVISTAS	11.1.2-46
11.1.2.6.	CRONOGRAMA DAS ATIVIDADES PREVISTAS	11.1.2-46
11.1.2.7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	11.1.2-48
11.1.2.8.	EQUIPE TÉCNICA DE TRABALHO	11.1.2-48
11.1.2.9.	ANEXOS	11.1.2-49

11.1.2. PROJETO DE MONITORAMENTO DE NÍVEIS E VAZÕES

11.1.2.1. INTRODUÇÃO

O Programa de Monitoramento de Níveis e Vazões tem como objetivo principal registrar as variações, tanto espaciais como temporais, que ocorrerão no Reservatório do Xingu, nos igarapés de Altamira, no Trecho de Vazão Reduzida (TVR) no rio Xingu e a jusante da Casa de Força Principal, possibilitando a determinação, com maior acurácia, da extensão das superfícies inundadas, em função das vazões afluentes e do nível de água na barragem.

De acordo com o previsto no PBA¹, o monitoramento dos níveis de água e das vazões na região dos igarapés de Altamira, no futuro Reservatório do Xingu, no TVR e região a jusante da Casa de Força Principal (região do Tabuleiro do Embaubal) vem sendo realizado, visando um conhecimento sistemático do comportamento desses corpos de água, antes e depois da formação do reservatório e durante a operação da usina.

Para atendimento dos objetivos do presente Projeto, em dezembro de 2011 foi concluída a implantação da rede de monitoramento de nível e vazão na região de influência do empreendimento, sendo que algumas estações foram instaladas a partir de outubro de 2010. A rede de monitoramento é composta por 12 (doze) estações fluviométricas e três estações pluviométricas na região, sendo que dados pluviométricos também são obtidos a partir do Programa de Monitoramento do Microclima Local (PBA 11.5). A caracterização e descrição das estações de monitoramento do projeto são observadas no **Quadro 11.1.2 - 1**.

Quadro 11.1.2 - 1 – Estações Fluviométricas de Monitoramento do Projeto de Monitoramento de Níveis e Vazões

REGIÃO	ESTAÇÃO	LAT.	LONG.	DATA INSTALAÇÃO	FREQUÊNCIA DE OPERAÇÃO
Reservatório do Xingu	Montante 2	351753	9603604	24/10/2010	F - h/d; Q - m
	Altamira	365432	9646219	Existente-ANA	F - d; Q - m
Igarapés de Altamira	Igarapé Altamira	364917	9646179	11/10/2010	F - h/d; Q - m
	Igarapé Cipó Ambé	362602	9655483	31/03/2011	F - h/d; Q - m
	Igarapé Cupiúba	363786	9651662	15/04/2011	F - h/d; Q - m
	Igarapé Panelas	362652	9642200	13/10/2010	F - h/d; Q - m

¹Projeto Básico Ambiental da Usina Hidrelétrica Belo Monte, setembro/2011. Planos, Projetos e Programas – Versão Final – Volume 4.

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
Jusante	Tartarugas	367656	9677566	20/12/2011	F - h/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 **Figura 11.1.2 - 1** apresenta a localização das estações de monitoramento do Projeto, com exceção da estação Mrotdjãm, que fica junto à aldeia Mrotdjãm, cerca de 200 km a montante da foz do rio Bacajá (fora do limite da figura).



Figura 11.1.2 - 1 – Localização das Estações do Projeto de Monitoramento de Níveis e Vazões.

No monitoramento convencional, as leituras de régua limnimétrica são realizadas duas vezes ao dia (7:00 e 17:00 horas) e o registro de precipitação nos pluviômetros, uma vez ao dia (7:00 horas), também por anotação de leiturista. As estações com monitoramento automático tem registro de dados horários.

A medição de vazão possui frequência mensal, tendo sido feita por meio de molinetes no período de outubro/2010 a janeiro/2012. A partir desta data, todas as medições de vazão no rio Xingu e no rio Bacajá passaram a ser realizadas por meio de medidores acústicos de efeito doppler (ADCP- *Acoustic Doppler Current Profiler*), permanecendo, portanto, somente os igarapés de Altamira com medição de vazão por molinete.

As atividades de monitoramento inerentes a este Projeto são contínuas após a instalação da rede de monitoramento. Os dados e resultados obtidos a cada semestre são apresentados e atualizados semestralmente nos Relatórios Consolidados (RCs), por meio de quadros (gráficos e tabelas), figuras e textos dissertativos, dentro de um

mesmo padrão de apresentação, com o intuito de otimizar as análises de dados incrementais obtidos a cada período monitorado.

11.1.2.2. RESULTADOS CONSOLIDADOS

Os resultados obtidos para o projeto de Monitoramento de Níveis e Vazões são apresentados a seguir, considerando, separadamente por item, o monitoramento no rio Bacajá, no rio Xingu e nos igarapés de Altamira.

No presente relatório foi ampliado o intervalo de dados analisados, incorporando resultados das campanhas realizadas no período de novembro/2014 a outubro/2015, sendo ajustadas as relações cota x vazão produzidas desde o início das medições, conforme indicado no **Quadro 11.1.2 – 1**, e apresentados os perfis de variação de nível de cada uma das estações monitoradas.

A seguir serão apresentadas as curvas-chave ajustadas com dados consolidados de campanhas de medição de vazão para cada uma das estações monitoradas, atualizando-se o período de dados utilizados. Paralelamente, fornece-se a evolução diária contínua das cotas altimétricas médias (médias das duas leituras diárias às 7 horas e 17 horas) em cada seção durante todo o intervalo de monitoramento, conforme verificado no **Quadro 11.1.2 - 1** acima, bem como as variações diárias médias.

11.1.2.2.1. RIO BACAJÁ

11.1.2.2.1.1. CAMPANHAS DE MEDIÇÃO DE VAZÃO E AJUSTE DE CURVAS-CHAVE – RIO BACAJÁ

No rio Bacajá são monitoradas três estações fluviométricas: estação Foz do Bacajá 2, Fazenda Cipáuba e estação Mrotidjãm. As campanhas têm periodicidade mensal, com exceção da estação Mrotidjãm, que tem periodicidade trimestral.

A **Figura 11.1.2 - 2** mostra a bacia hidrográfica do rio Bacajá e as áreas de drenagem incrementais de cada estação. As áreas de drenagem das estações hidrométricas são: Estação Mrotidjãm = 11.004 km², Estação Fazenda Cipaúba = 24.527 km² e Estação Foz do Bacajá = 25.569 km².

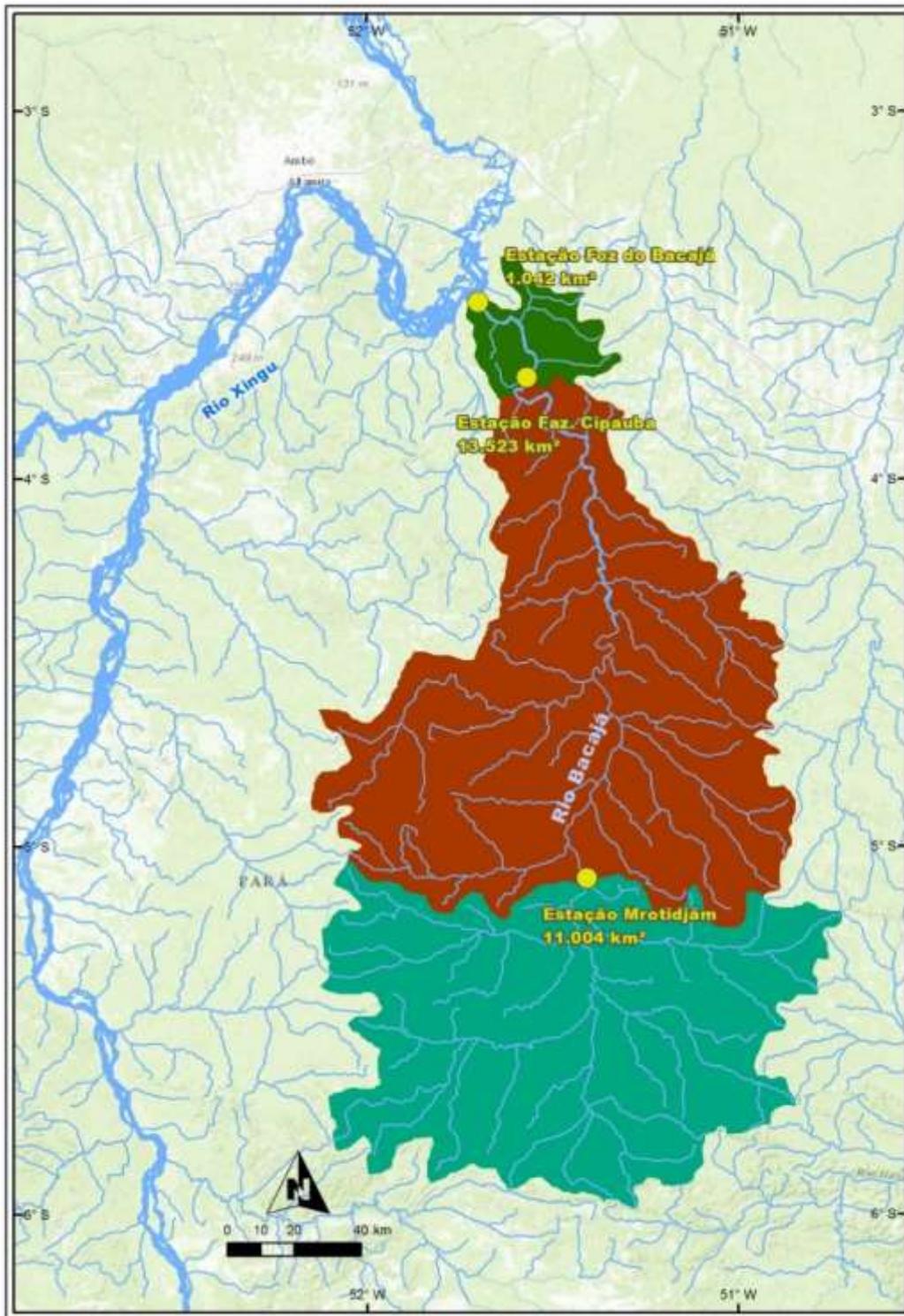


Figura 11.1.2 - 2 – Bacia do rio Bacajá e áreas de drenagem nas seções de monitoramento hidrométrico.

A representação das curvas-chave preliminarmente ajustadas para as seções de medição das três estações do rio Bacajá é apresentada nas **Figuras 11.1.2 - 3 a 11.1.2 - 5**.

A incorporação dos dados das últimas campanhas não promoveu grandes alterações na equação da curva-chave, ajustada para a seção da estação Mrotidjãm, que apresenta boa aderência aos dados medidos.

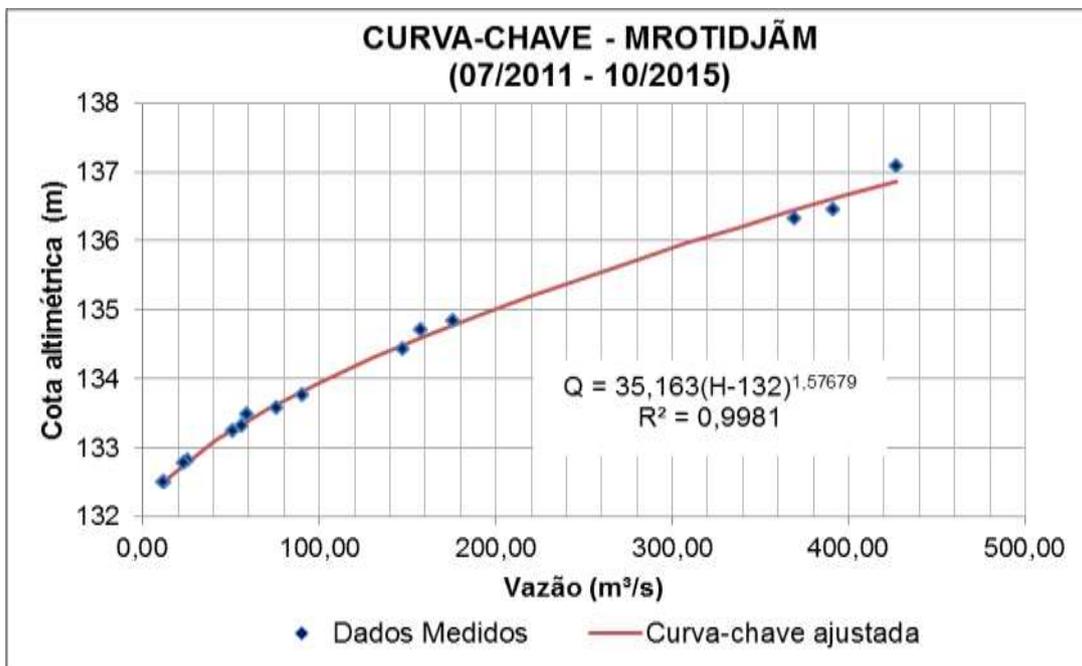


Figura 11.1.2 - 3 – Curva-chave - Mrotidjãm.

A curva-chave ajustada para a seção de medição da estação Fazenda Cipaúba apresenta um bom ajuste no período monitorado de março/2012 a outubro/2015.

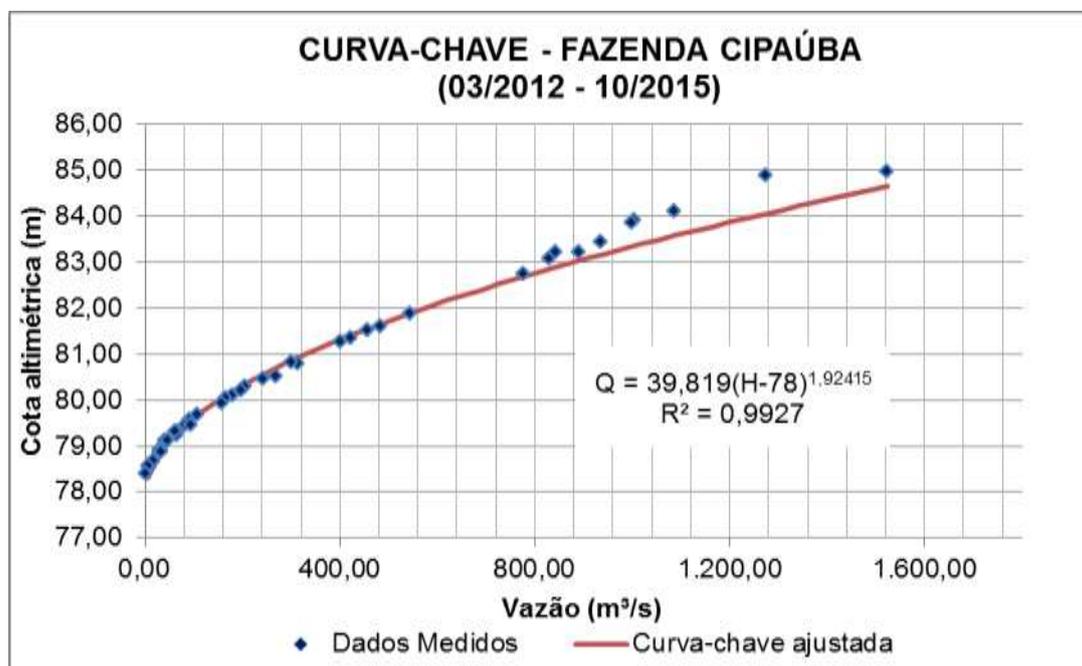


Figura 11.1.2 - 4 – Curva-chave – Fazenda Cipaúba.

Tal como para as outras estações, a curva-chave ajustada para a seção de medição na estação Foz do Bacajá 2 também apresenta boa aderência aos dados medidos no período de monitoramento abril/2011 a outubro/2015.

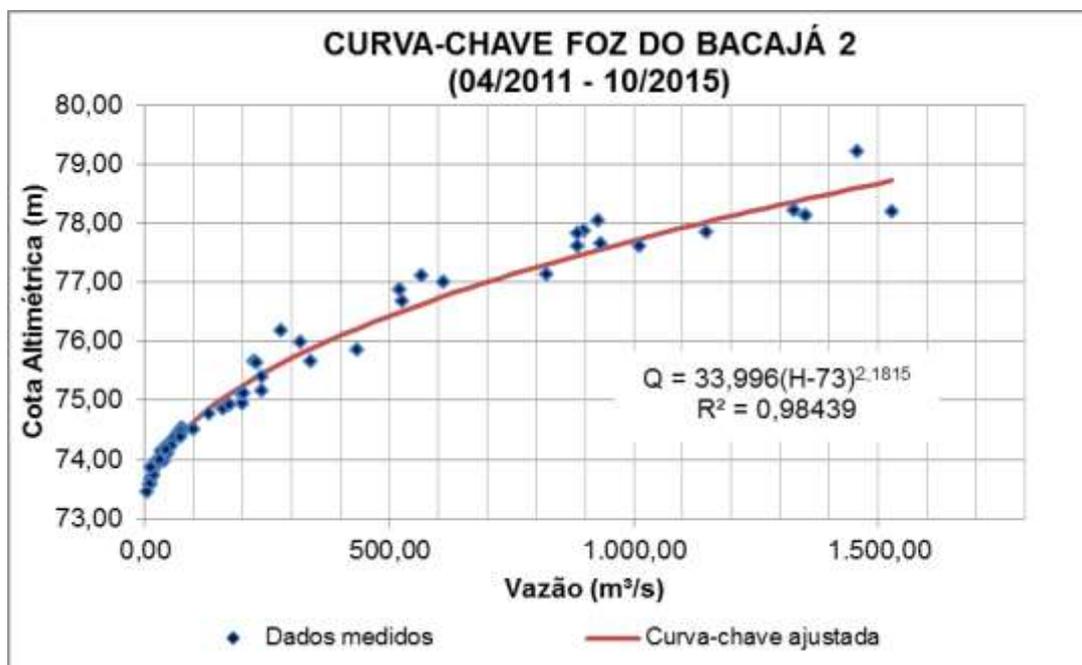


Figura 11.1.2 - 5 – Curva-chave – Foz do Bacajá 2.

De uma forma geral, nota-se que as curvas-chave consolidadas das estações monitoradas no rio Bacajá possuem coeficientes de determinação (R^2) bem próximos de 1 (um) que indicam ajustes de correlação adequados entre os valores observados de cota e vazão.

No **Anexo 11.1.2 - 1** são apresentados os dados de campanha de medição de vazão, onde podem ser observados, separadamente, os dados de cotas e vazões utilizados na elaboração das curvas, bem como parâmetros hidráulicos coletados durante as medições, tanto por medidores acústicos (ADCP), quanto por molinete, para as 12 (doze) seções monitoradas.

11.1.2.2.1.2. MONITORAMENTO DE NÍVEIS – RIO BACAJÁ

A seguir, é apresentada nas **Figuras 11.1.2 - 6 e 11.1.2 - 7** a evolução diária de cotas altimétricas na estação Mrotidjã no período de monitoramento, compreendido entre julho de 2011 a outubro/2015, bem como a distribuição média diária de cotas máximas, médias e mínimas em conjunto com o erro padrão em torno das cotas médias.

Ao longo do período de monitoramento, na seção de medição da estação Mrotidjã, o nível médio diário máximo registrado continuou sendo 138,46 m (13/02/2013). O nível médio diário mínimo de 132,12 m ocorreu em 29/10/2015. A amplitude máxima anual no período de outubro/2014 a outubro/2015, um ano completo de observações, foi de

4,22 m (maior cota diária média: 136,24 m, em 02/03/2015, e menor cota diária média igual a 132,12 m, registrada no dia 29/10/2015).



Figura 11.1.2 - 6 – Evolução diária de cotas–Mrotidjã.

Percebe-se uma variabilidade considerável entre as cotas, sobretudo na cheia, como indicado pelo registro de dispersão apontado pelo erro padrão na **Figura 11.1.2 - 7** (barras verticais em torno da média).

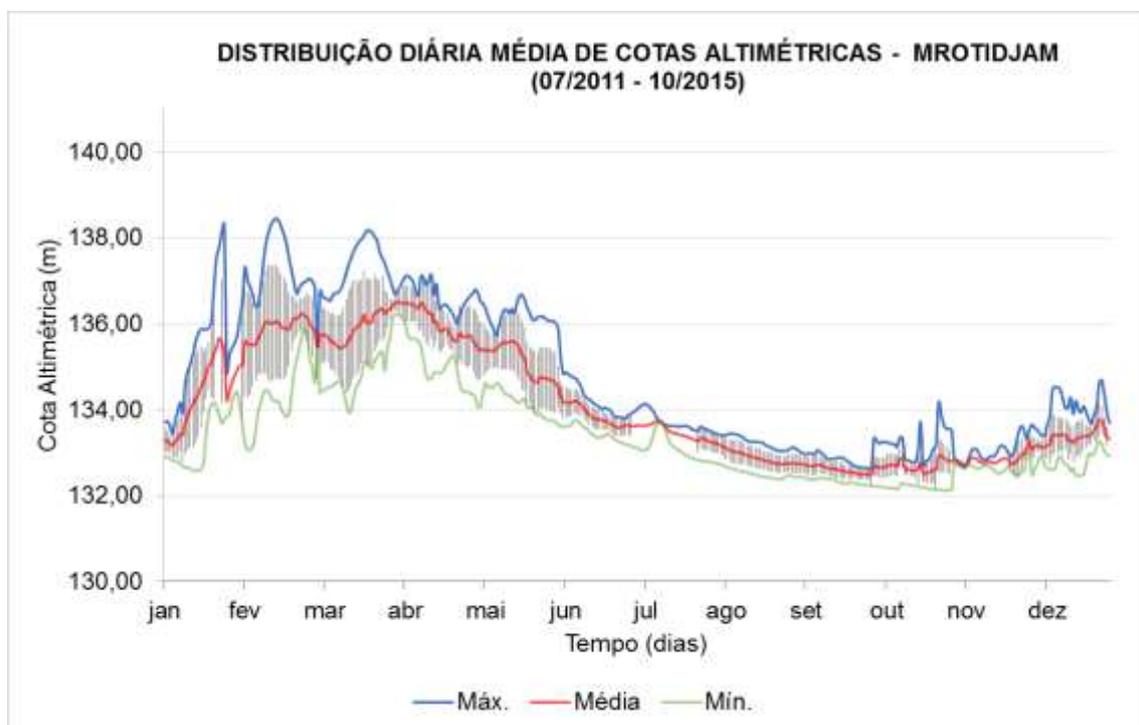


Figura 11.1.2 - 7 – Distribuição diária média de cotas – Mrotidjã.

Nas **Figuras 11.1.2 - 8 e 11.1.2 – 9**, registra-se a evolução diária de cotas altimétricas na estação Fazenda Cipaúba para o período de monitoramento compreendido entre janeiro/2012 a outubro/2015 e a distribuição média diária de cotas máximas, médias e mínimas, juntamente com o erro padrão em torno das cotas médias, respectivamente.

Na seção de medição da estação Fazenda Cipaúba, a maior cota altimétrica média diária observada no período de monitoramento continua sendo de 85,0 m (21/02/2013 e 21/03/2014) e a menor 78,3 m (21/10/2015 a 23/10/2015).

A amplitude máxima anual no período de outubro/2014 a outubro/2015, um ano completo de observações, foi de 6,6 m (maior cota diária média igual a 85 m, observada em 21/03/2014) e menor cota diária média igual a 78,3 m (21/10/2015 a 23/10/2015).



Figura 11.1.2 - 8 – Evolução diária de cotas – Fazenda Cipaúba.

Analogamente ao que foi apresentado para a estação Mrotidjã, nota-se uma variabilidade considerável entre as cotas, sobretudo na cheia, como indicado no registro de dispersão apontado pelo erro padrão na **Figura 11.1.2 - 9** (barras verticais em torno da média).

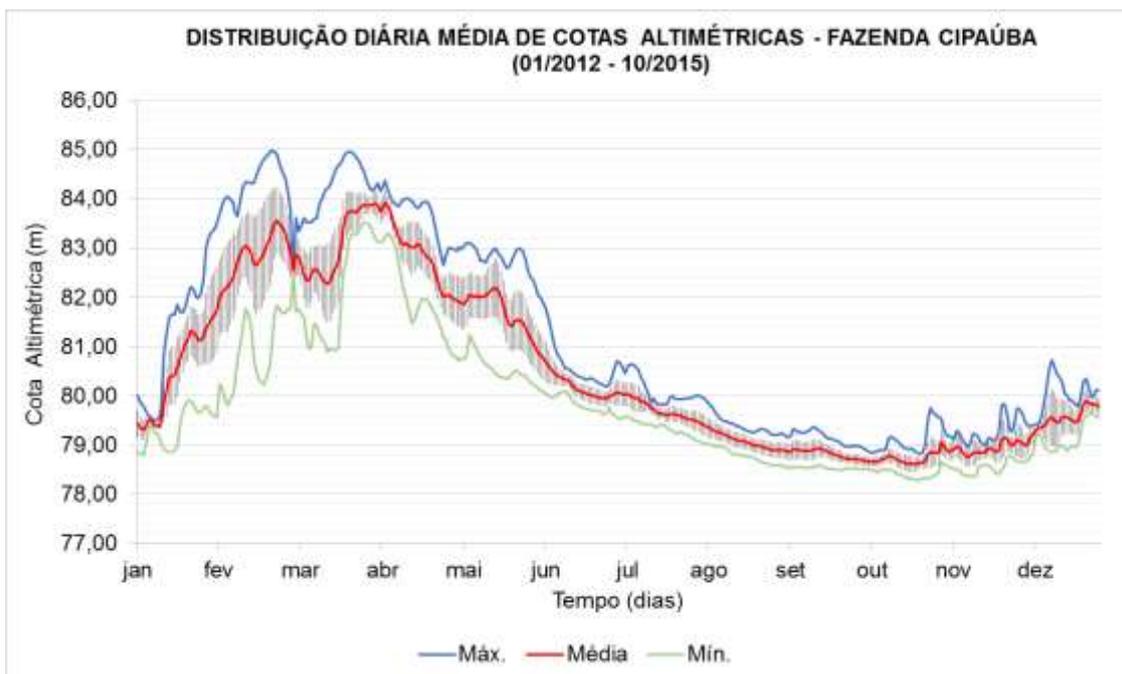


Figura 11.1.2 - 9 – Distribuição diária média de cotas - Fazenda Cipaúba.

A seguir, é apresentada nas **Figuras 11.1.2 - 10 e 11.1.2 - 11** a evolução diária de cotas altimétricas na estação Foz do Bacajá 2 no período de monitoramento (abril/2011 a outubro/2015), bem como a distribuição média diária de cotas máximas, médias e mínimas, juntamente com o erro padrão em torno das cotas médias.

Na estação Foz do Bacajá 2, a maior cota diária média observada continua sendo de 79,2 m, registrada no período de cheia (18/03/2014), e a menor cota diária média igual a 73,42 m, registrados entre os dias 22/10/2015 e 31/10/2015.

A amplitude máxima anual no período de outubro/2014 a outubro/2015, um ano completo de observações, foi de 5,78 m, sendo que a maior cota diária média foi igual a 79,2 m, registrada no período de cheia (18/03/2014), e menor cota diária média igual a 73,42 m (22/10/2015 a 31/10/2015).



Figura 11.1.2 - 10 – Evolução diária de cotas – Foz do Bacajá 2.

Diferentemente das outras duas estações do rio Bacajá, Foz do Bacajá 2 apresenta uma dispersão de cotas inferior, sobretudo no período de vazante, como indicado pelo registro do erro padrão na **Figura 11.1.2 - 11** (barras verticais em torno da média). Do mesmo modo, a variação diária apresenta-se mais homogênea, com menor número de picos pontuais.



Figura 11.1.2 - 11 – Distribuição diária média de cotas – Foz do Bacajá 2.

Uma síntese do monitoramento da estação no rio Bacajá, em suas três estações, é expressa no **Quadro 11.1.2 - 2**.

Quadro 11.1.2 - 2 – Síntese do Monitoramento - Rio Bacajá

ESTAÇÃO	PERÍODO DO MONITORAMENTO	AJUSTE DA CURVA-CHAVE (período pré-enchimento)	MAIOR COTA DIÁRIA MÉDIA (m)	MENOR COTA DIÁRIA MÉDIA (m)
Mrotidjãm	07/2012 – 10/2015	$Q = 35,163(H-132)^{1,5768}$	138,46	132,12
Fazenda Cipaúba	01/2012 – 10/2015	$Q = 39,819(H-78)^{1,92415}$	85,0	78,28
Foz do Bacaja 2	04/2011 – 10/2015	$Q = 33,996(H-73)^{2,1815}$	79,2	73,42

Verifica-se que foram estabelecidas boas relações cota-descarga, com aderência satisfatória das curvas-chave aos dados medidos.

11.1.2.2.2. RIO XINGU

A **Figura 11.1.2 - 12** apresenta a localização e a área de drenagem das bacias hidrográficas a montante das estações fluviométricas do presente Projeto. Conforme demonstrado, as áreas de drenagem totais das estações hidrométricas do rio Xingu são: Estação Montante 2 = 445.605 km²; Estação Altamira = 446.573 km²; Estação Mangueiras = 447.658 km²; Estação Ilha da Fazenda = 449.373 km²; e Estação Tartarugas = 479.336 km².



Figura 11.1.2 - 12 – Localização e área de drenagem das bacias hidrográficas a montante das estações fluviométricas do projeto.

11.1.2.2.2.1. CAMPANHAS DE MEDIÇÃO DE VAZÃO E AJUSTE DE CURVAS-CHAVE – RIO XINGU

As curvas-chave atualizadas das estações do rio Xingu são apresentadas nas **Figuras 11.1.2 - 13 a 11.1.2 - 21**, delimitando-se o intervalo de cotas e vazões válidas para a relação cota-descarga estabelecida.

A estação Montante 2 está a montante da área de influência do remanso do futuro Reservatório do Xingu. Nesta estação, a medição de vazão vem sendo feita nas três seções apresentadas na **Figura 11.1.2 - 13**.

As referências de nível para a estação Montante 2 são realizadas a partir da leitura da régua limnimétrica localizada na margem direita, conforme representado na **Figura 11.1.2 - 12**. Sendo assim, optou-se por considerar somente as informações do canal da margem direita (seção 1) para caracterização da variação de nível e de vazão na estação Montante 2.



Figura 11.1.2 - 13 – Vista das Três Seções da Estação Montante 2.

Na **Figura 11.1.2 - 14** registra-se a curva-chave ajustada para o canal da margem direita, tendo sido considerado os dados das campanhas de medição de vazão de janeiro/2013 a outubro/2015 e que apresentaram um ajuste satisfatório. A instalação da estação Montante 2 foi realizada em outubro/2010, entretanto, o melhor ajuste da curva-chave foi obtido utilizando os dados a partir de janeiro/2013.

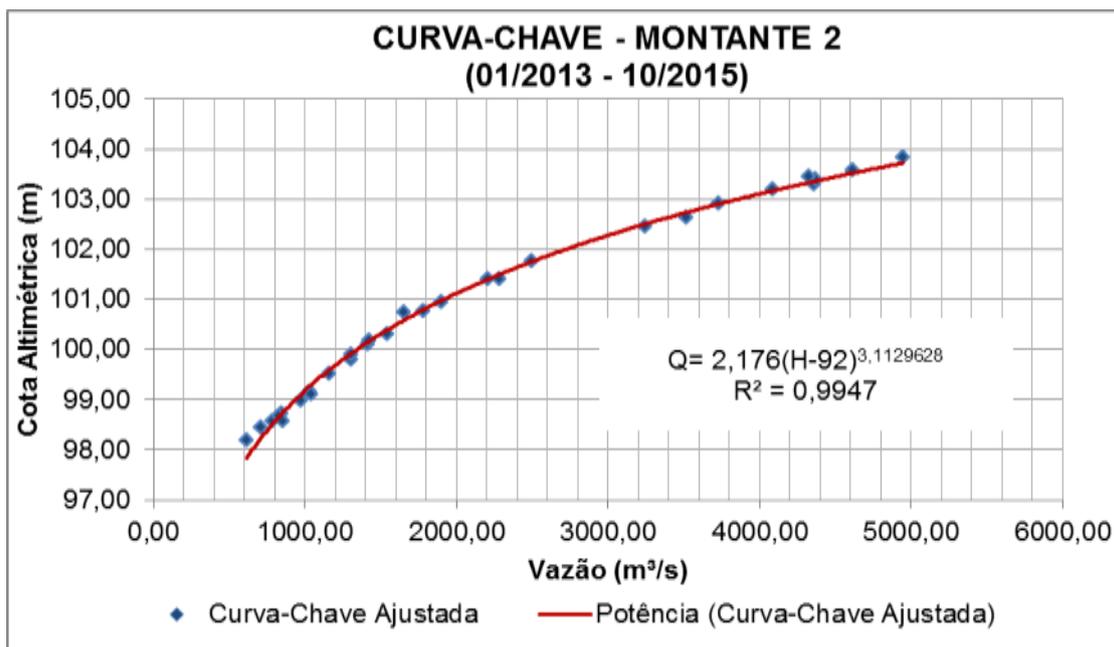


Figura 11.1.2 - 14 – Curva-chave Rio Xingu – Montante 2 (canal da margem direita).

A estação Mangueiras, conforme indicado na **Figura 11.1.2 - 12**, está localizada na margem direita do rio Xingu, no TVR, a jusante da Barragem Principal (Pimental).

Na **Figura 11.1.2 - 15** 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 m³/s, conforme apresentado pela equação e ajuste em verde na **Figura 11.1.2 - 15**.

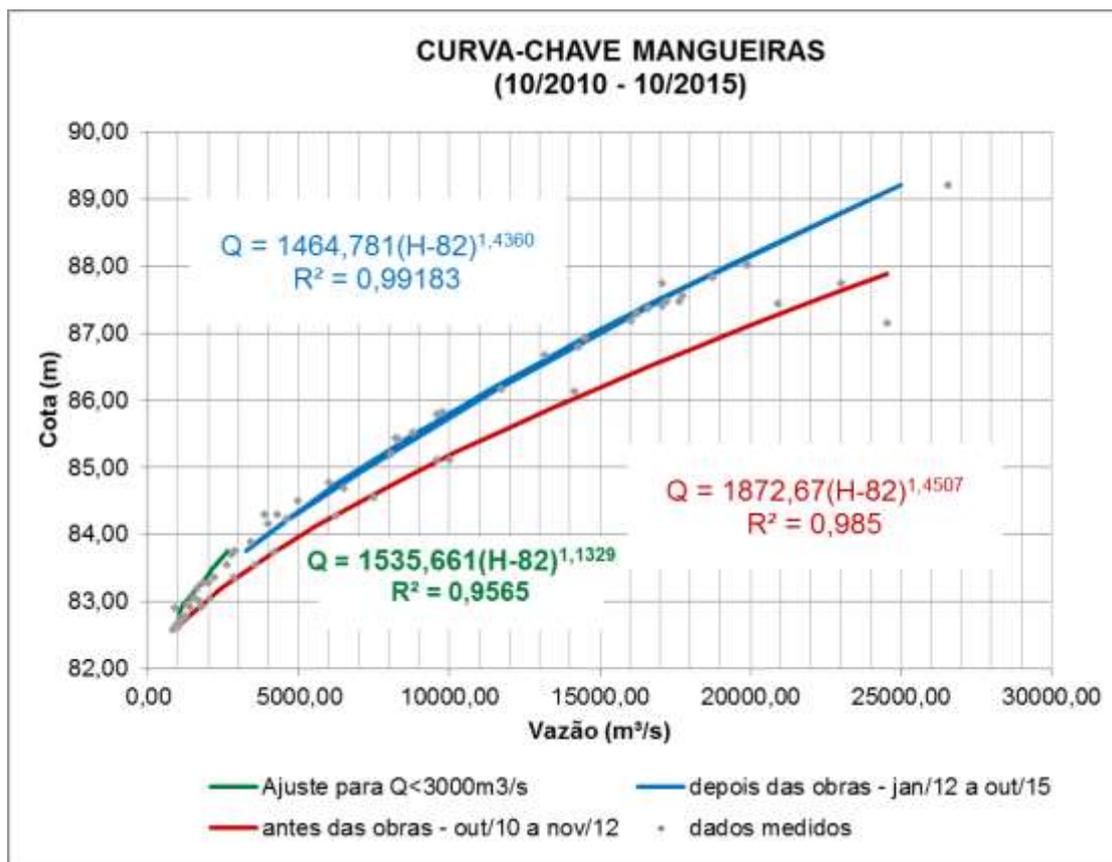


Figura 11.1.2 - 15 – Curva-chave Rio Xingu – Mangueiras.

Na **Figura 11.1.2 - 16** registra-se a curva-chave para a seção de medição da estação Ilha da Fazenda, considerando o período de monitoramento de novembro/2010 a outubro/2015.

A estação Ilha da Fazenda está localizada no TVR, a jusante do eixo da Barragem Principal (Pimental) e da estação Mangueiras, na ilha que deu nome à estação, em frente à localidade denominada Ressaca.

As campanhas mensais contemplaram somente a medição de vazão do braço à direita do rio Xingu neste local, caminho preferencial de navegação. A curva-chave obtida é aderente aos dados medidos, apresentando um bom coeficiente de determinação.

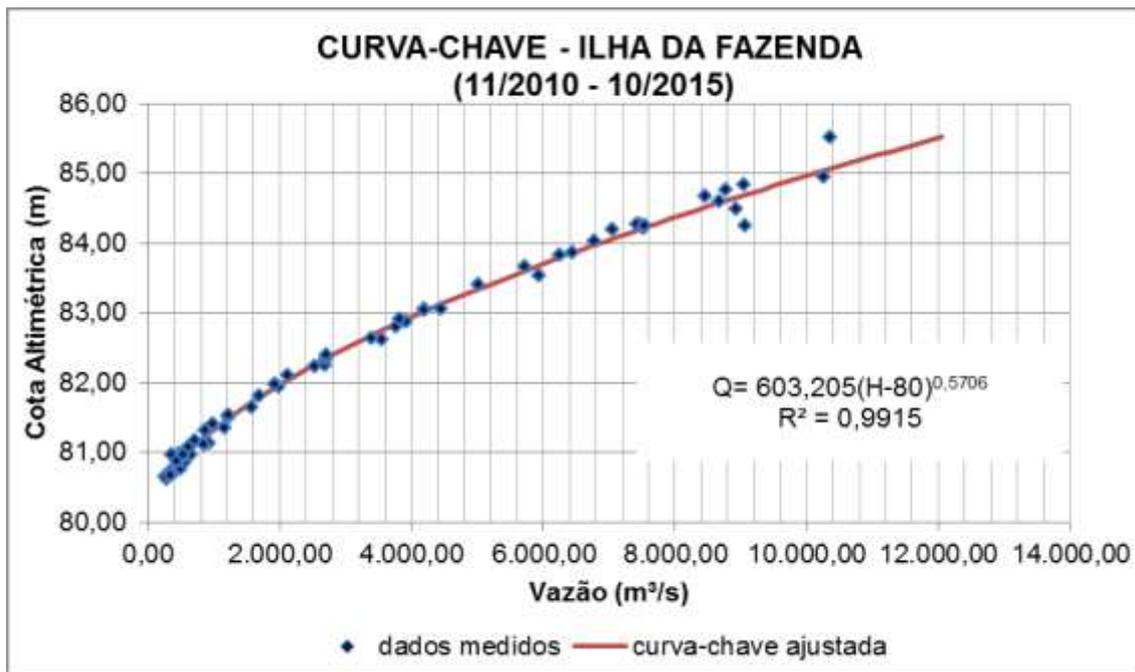


Figura 11.1.2 - 16 – Curva-chave Rio Xingu – Ilha da Fazenda MD.

Na **Figura 11.1.2 - 17** apresenta-se o ajuste da relação cota-vazão para seção de medição na estação Tartarugas, considerando o monitoramento realizado entre janeiro/2012 a outubro/2015. A estação Tartarugas está localizada no rio Xingu, cerca de 28 km a jusante da Casa de Força Principal, em Belo Monte, e cerca de 10 km a montante da confluência com o igarapé Tucuruí, junto à cidade de Vitória do Xingu.

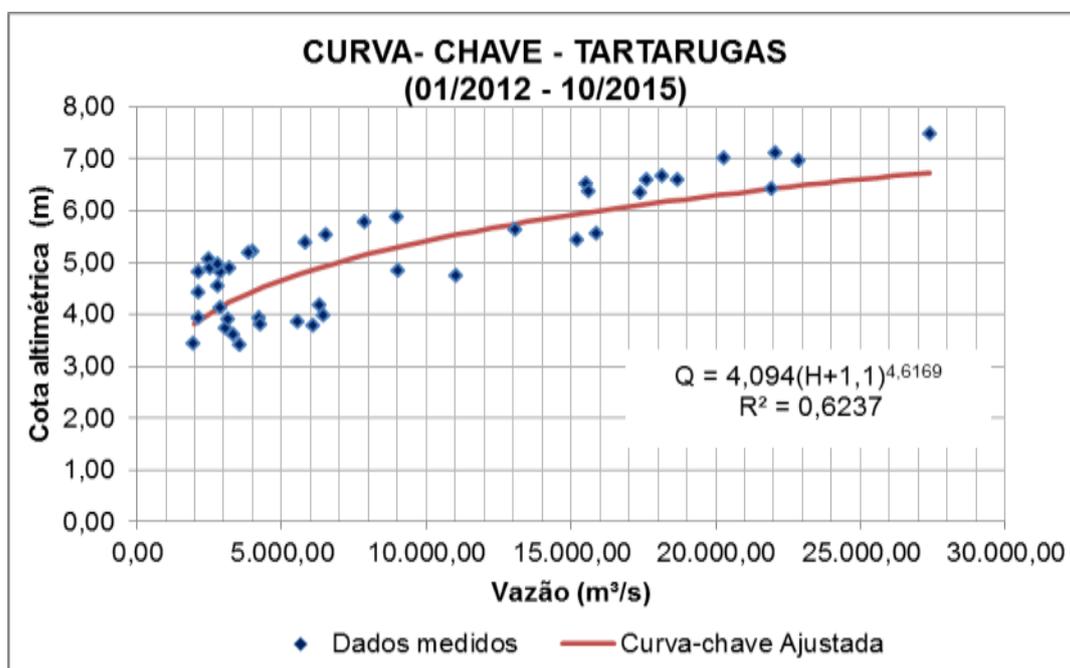


Figura 11.1.2 - 17 – Curva-chave Rio Xingu – Tartarugas.

Pode-se verificar, pela análise dos dados, que a maior dispersão ocorre para vazões menores e, em contrapartida, os pontos que mais se ajustam a uma curva foram

medidos nos períodos de maiores vazões. Esta tendência é justificada pelo fato de a estação estar localizada em uma região do rio Xingu que sofre marcante influência do remanso do rio Amazonas e efeito de marés, principalmente no período de vazões baixas.

No **Anexo 11.1.2 - 1** estão registrados os dados de campanha de medição de vazão para as estações no rio Xingu, onde podem ser observados os pares de dados de cotas *versus* vazões utilizadas na elaboração das curvas, bem como parâmetros hidráulicos coletados durante as medições.

11.1.2.2.2. MONITORAMENTO DE NÍVEIS – RIO XINGU

A seguir, é apresentada nas **Figuras 11.1.2 - 18 e 11.1.2 - 19** a evolução diária de cotas altimétricas na estação Montante 2, para o período de monitoramento (outubro/2010 a outubro/2015), bem como a distribuição média diária de cotas máximas, médias e mínimas, em conjunto com o erro padrão em torno das cotas médias.

Na estação Montante 2, a maior cota altimétrica diária média observada no período de monitoramento continua sendo de 105,28 m, registrada no período de cheia (de 16/03/2014) e, a menor, 98,06 m (22/10/2014). A amplitude máxima no período de outubro/2014 a outubro/2015, um ano completo de observações, foi de 5,82 m (maior cota diária média igual a 103,88 m, observada em 04/04/2015, e menor cota diária média igual a 98,06 m, em 22/10/2015).

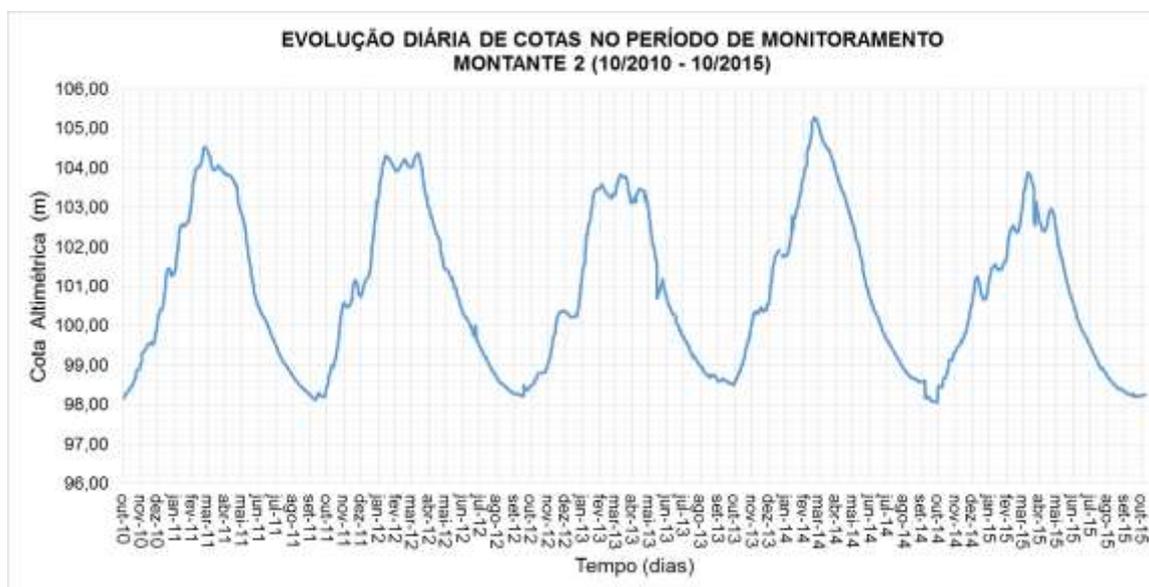


Figura 11.1.2 - 18 – Evolução diária de cotas Rio Xingu – Montante 2.

A estação Montante 2 apresenta oscilações menores nas cotas altimétricas comparativamente às estações anteriormente abordadas, com cotas consecutivas descritas numa evolução mais homogênea, sem muitos picos isolados. Adicionalmente, a dispersão é também inferior, como apontado pelo erro padrão na **Figura 11.1.2 - 19** (barras verticais em torno da média), sendo maior durante o período de cheia.

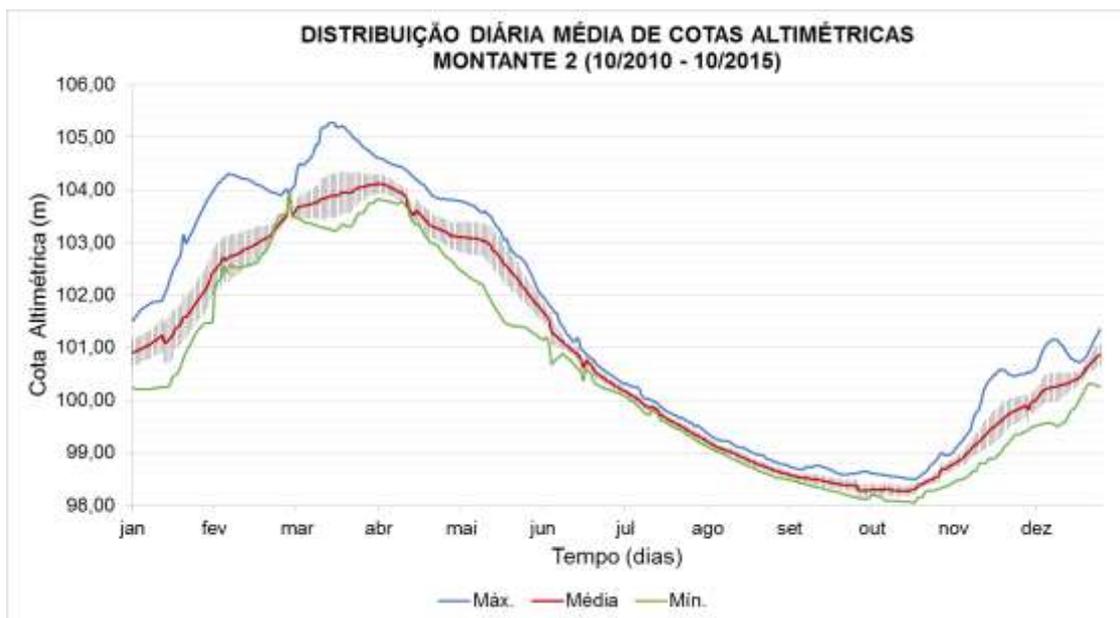


Figura 11.1.2 - 19 – Distribuição diária média de cotas – Montante 2.

Nas **Figuras 11.1.2 - 20 e 11.1.2 - 21** apresenta-se a evolução diária de cotas altimétricas na estação Mangueiras no período de monitoramento compreendido entre outubro/2010 a outubro 2015, bem como a distribuição média diária de cotas máximas, médias e mínimas, em conjunto com o erro padrão em torno das cotas médias.

Na estação Mangueiras, a maior cota diária média observada no período de monitoramento continua sendo de 89,23 m, registrada no período de cheia (17/03/2014), e a menor cota diária de 82,53 m (9,10 e 11 de outubro/2010). A amplitude máxima no período de outubro/2014 a outubro/2015, um ano completo de observações, foi de 5,1 m (maior cota diária média igual a 88,7 m, observada em 02 a 07/04/2015, e menor cota diária média igual a 82,7 m, em outubro de 2015).

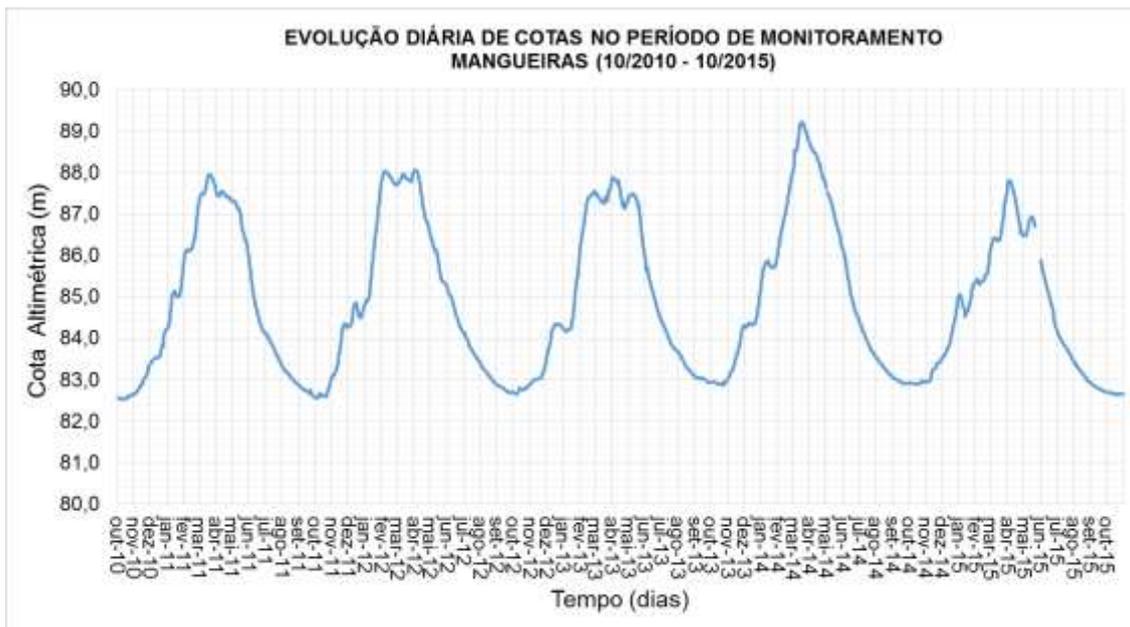


Figura 11.1.2 - 20 – Evolução diária de cotas Rio Xingu – Mangueiras.

A estação Mangueiras apresenta uma distribuição similar à estação de Montante 2, com curvas suaves e pouco picos. A maior dispersão é relativa às medições no período de cheia.

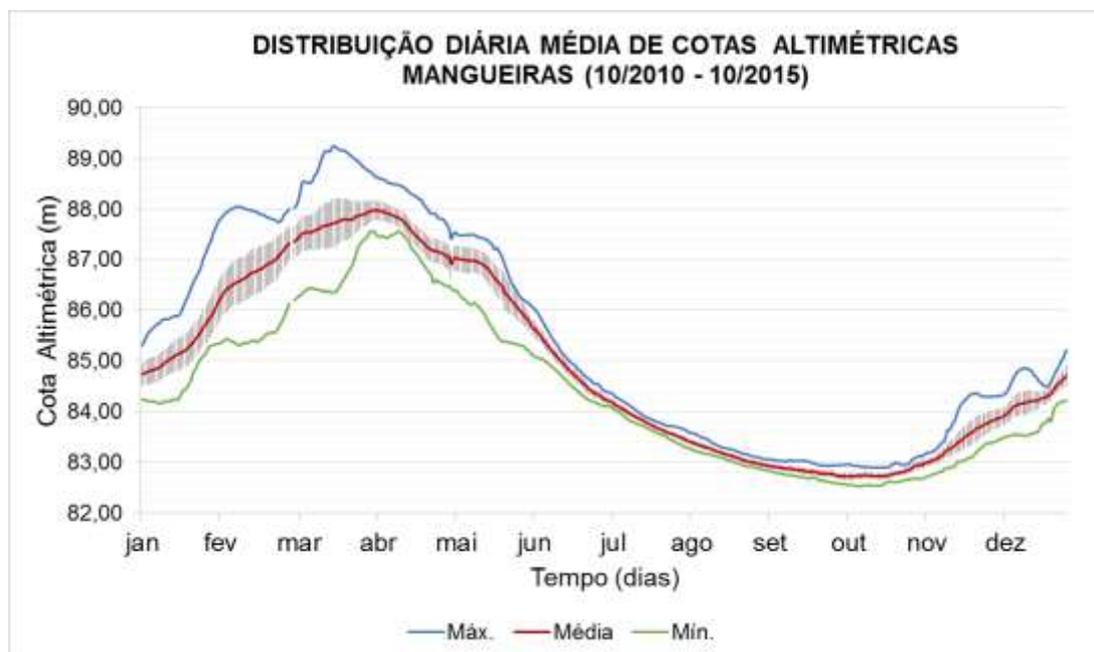


Figura 11.1.2 - 21 – Distribuição diária média de cotas – Mangueiras.

A seguir, é apresentada nas **Figuras 11.1.2 - 22 e 11.1.2 - 23** a evolução diária de cotas altimétricas na estação Ilha da Fazenda no período de monitoramento de outubro/2010 a outubro/2015, bem como a distribuição média diária de cotas máximas, médias e mínimas, em conjunto com o erro padrão em torno das cotas médias.

Na estação Ilha da Fazenda, a maior cota diária média observada no período de monitoramento (outubro/2010 a outubro/2015) foi 85,58 m, registrada no período de cheia (17/03/2014), e a menor 80,57 m (18 e 19 de outubro/2010). A amplitude máxima no período de outubro/2014 a outubro/2015, um ano completo de observações, foi de 3,79 m, sendo a maior cota diária média igual a 84,48 m, observada em abril/2015, e a menor cota diária média igual a 80,7 m, em outubro/2015.

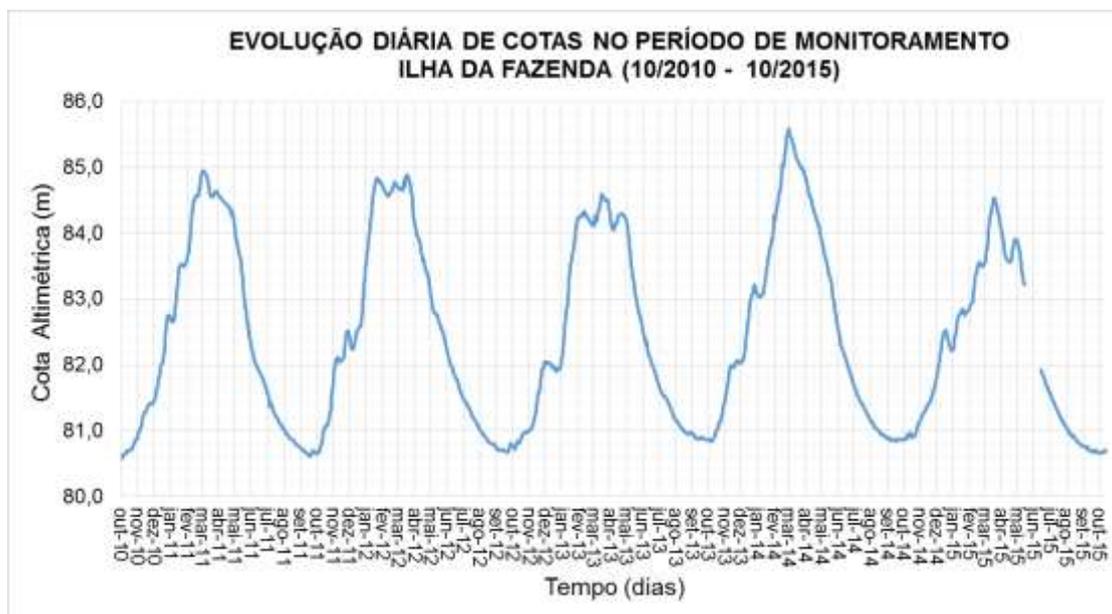


Figura 11.1.2 - 22 – Evolução diária de cotas Rio Xingu – Ilha da Fazenda.

Analogamente às estações do rio Xingu já abordadas, o comportamento limnimétrico da estação Ilha da Fazenda apresenta variações suaves, com pico de cheias em março/abril e menores níveis em outubro.

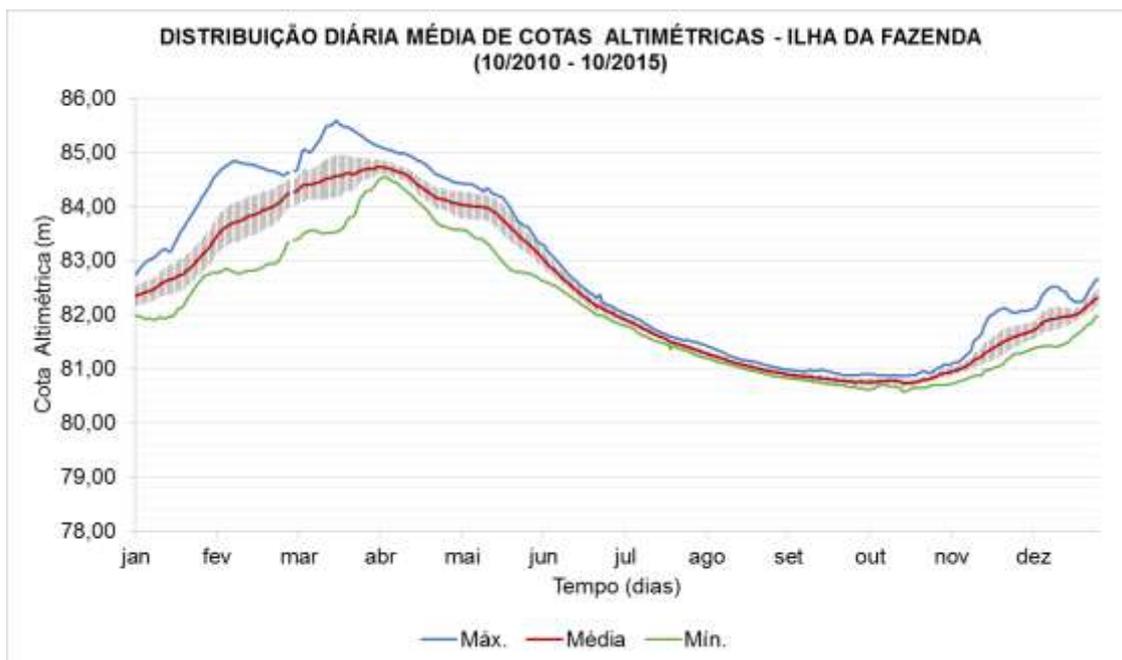


Figura 11.1.2 - 23 – Distribuição diária média de cotas – Ilha da Fazenda.

Nas **Figuras 11.1.2 - 24 e 11.1.2 - 25** apresenta-se a evolução diária de cotas altimétricas na estação Tartarugas no período de monitoramento de dezembro/2011 a outubro/2015 e a distribuição média diária de cotas máximas, médias e mínimas, em conjunto com o erro padrão em torno das cotas médias.

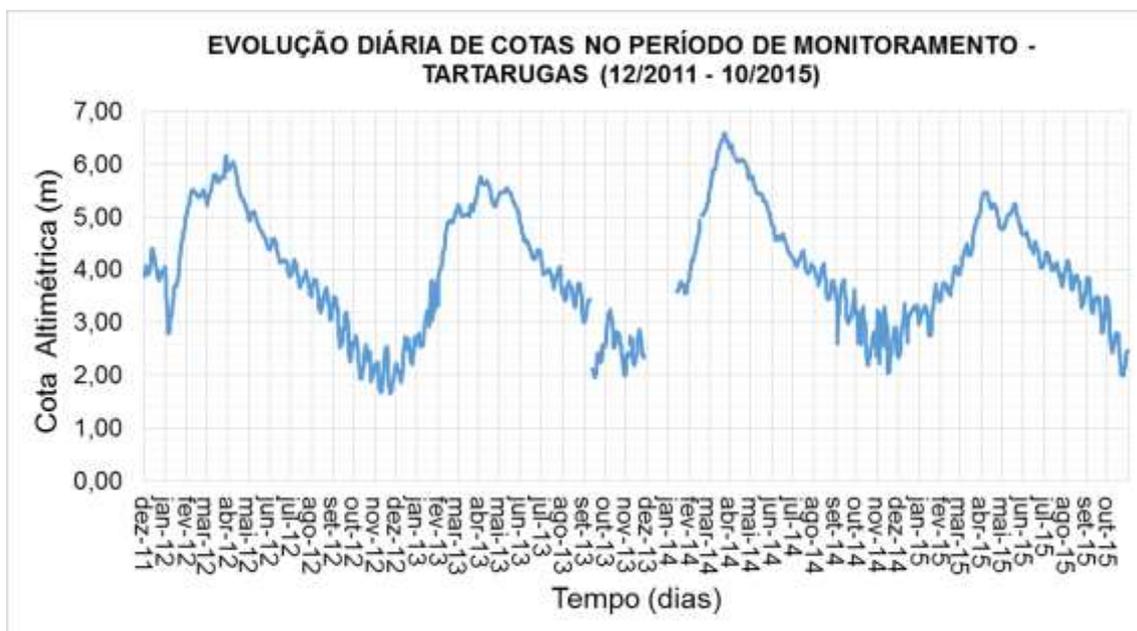


Figura 11.1.2 - 24 – Evolução diária de cotas Rio Xingu – Tartarugas.

No período de monitoramento da estação Tartarugas, a maior cota diária média observada foi 6,59 m, registrada no período de cheia (24/03/2014), e a menor 1,65 m (23/11/2012). A amplitude máxima no período de outubro/2014 a outubro/2015, um ano

completo de observações, foi de 3,48 m (maior cota diária média igual a 5,47 m, observada em abril/2015, e menor cota diária média igual a 1,99 m, em outubro/2015).

Na representação gráfica apresentada tanto na **Figura 11.1.2 - 24** como na **Figura 11.1.2 - 25**, para a variação do nível na seção de medição da estação Tartarugas, observa-se grande variação nos níveis medidos em curto espaço de tempo, especialmente para o período de abril a dezembro. Isto é efeito da influência dos níveis do rio Amazonas nas cotas da estação Tartarugas, o que ocorre ao longo de todo o ano. A análise conduz à definição de uma faixa de variação de níveis, tanto em baixas quanto nas cheias, que chega a ter amplitudes diárias da ordem de 1,50 m.

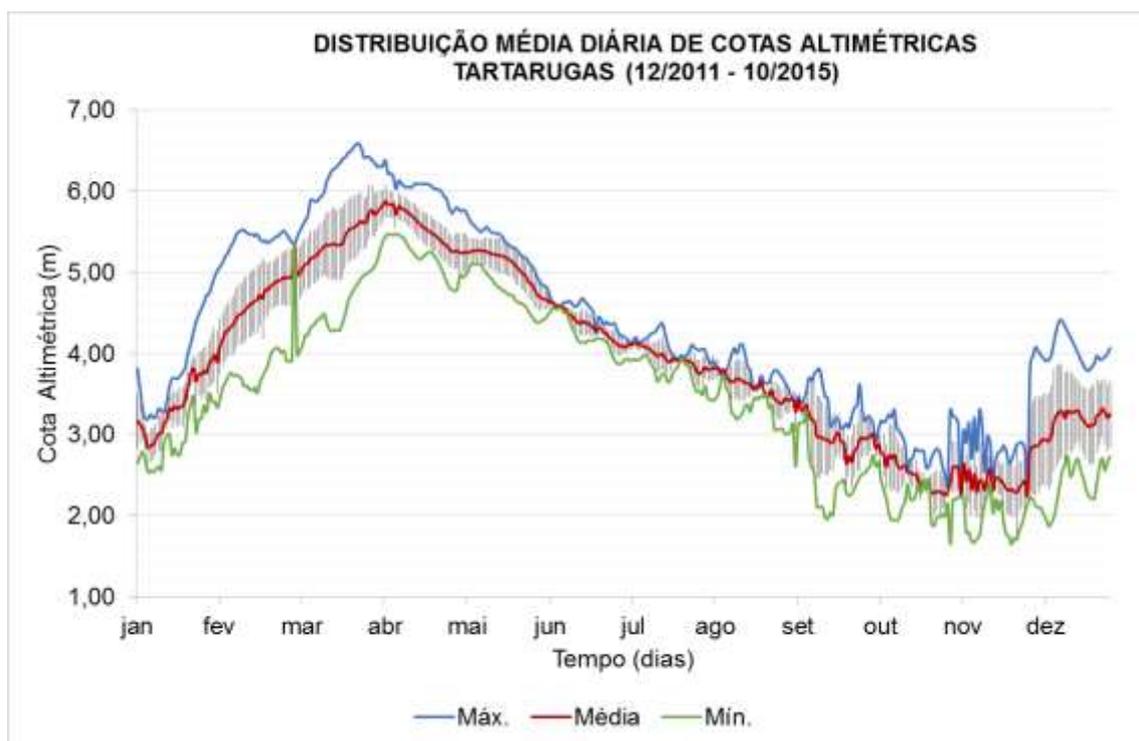


Figura 11.1.2 - 25 – Distribuição diária média de cotas – Tartarugas.

A estação de Altamira apresenta histórico consolidado de dados hidrológicos, sendo uma fonte principal de informações. Desse modo, registra-se a seguir os dados da relação cota-descarga e registro gráfico da evolução de cotas altimétricas dessa estação no período de janeiro/1971 a outubro/2015, nas **Figuras 11.1.2 - 26 a 11.1.2 - 28**.

A relação cota x vazão, apresentada no gráfico da **Figura 11.1.2 – 26**, é válida para o intervalo de vazões monitoradas no período e pode ser utilizado para obtenção da vazão na seção a partir de uma determinada cota medida. Paralelamente, na demanda de obtenção de determinada cota, a partir de uma dada vazão, o gráfico pode ser utilizado.

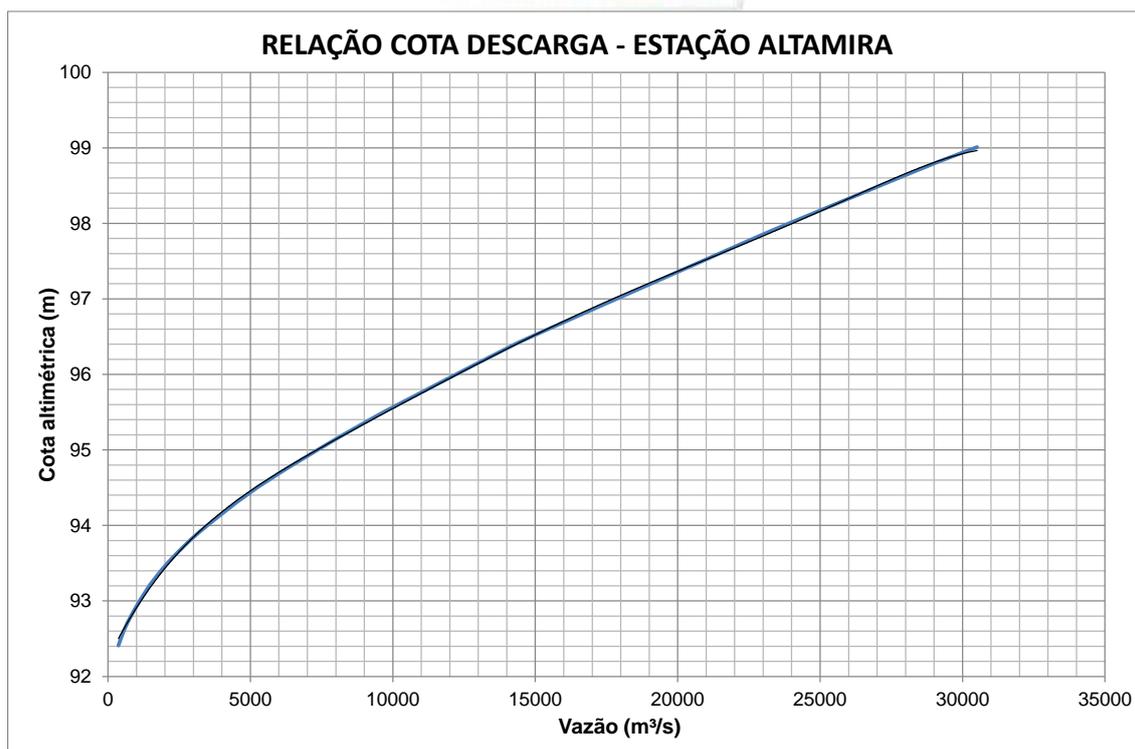


Figura 11.1.2 - 26 – Relação cota x vazão na estação Altamira entre vazões de 365 m³/s a 30.510 m³/s monitoradas no período de 1971 a 2015.

Na estação de Altamira, a maior cota diária média do histórico desde janeiro/1971 até outubro/2015 foi de 99,27 m, correspondente a uma vazão de 32.330 m³/s (17 a 19 de março/1980), e a menor cota diária foi de 92,40 m (20/09/2003), correspondente à vazão de 365 m³/s. Lembra-se que estes são registros diários pontuais. Em termos de médias mensais, tem-se que o mês de outubro/1972 apresentou o menor valor (641 m³/s) e o mês de março/1980 o maior valor médio (30.200 m³/s).

Especificamente no período de monitoramento da estação no âmbito deste Projeto, a amplitude no ano de 2012 (janeiro a dezembro) foi de 4,92 m (maior cota diária média igual a 97,78 m, em 04/04/2012, e menor igual a 92,86 m, de 05 a 09 de outubro/2012). A amplitude em 2013 (janeiro a dezembro) foi de 4,38 m (maior cota diária média igual a 97,39 m, em 24/05/2013, e menor igual a 93,01 m, de 12 a 13 de outubro/2013). A amplitude em 2014 (janeiro a dezembro) foi de 5,57 m (maior cota diária média igual a 98,64 m, em 16 e 17/03/2014, e menor igual a 93,07 m, outubro/2014).

A amplitude em 2015 (janeiro a outubro) foi de 4,46 m (maior cota diária média igual a 97,29 m, em 03/04/2015, e menor igual a 92,83 m, em 23/10/2015).

Durante o período de monitoramento da estação Altamira, no âmbito deste Projeto, a maior cota diária média foi de 98,64 m, registrada nos dias 16 e 17/03/2014, e a menor foi de 92,74 m, de 12 a 18 de outubro/2010.

No panorama de análise de dispersão das cotas médias, nota-se que a estação Altamira apresenta pequenos desvios (barras verticais em torno da média) (**Figura 11.1.2 - 28**). Em razão do extenso período de monitoramento, as cotas altimétricas possuem uma

distribuição média mais estável e homogênea, com máximas e mínimas bem definidas, padrão esperado para as demais estações monitoradas com a ampliação do horizonte de observações ao longo do tempo.

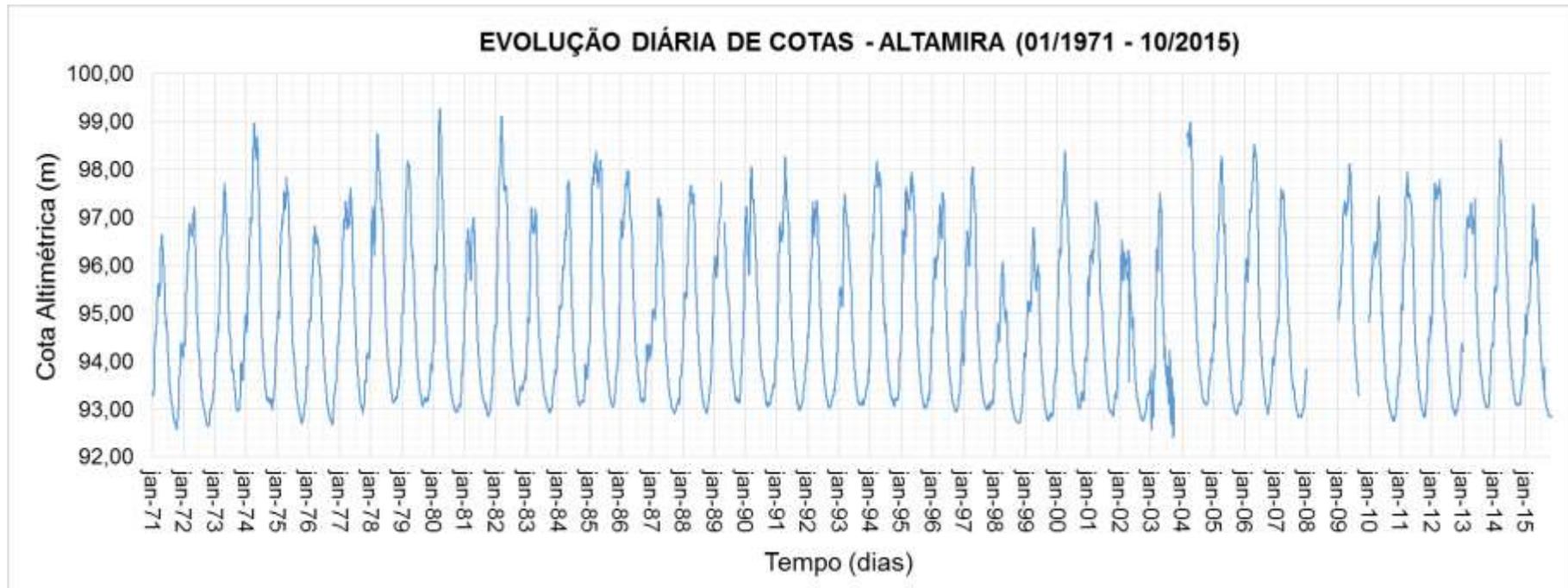


Figura 11.1.2 - 27 – Evolução diária de cotas Rio Xingu – Altamira.

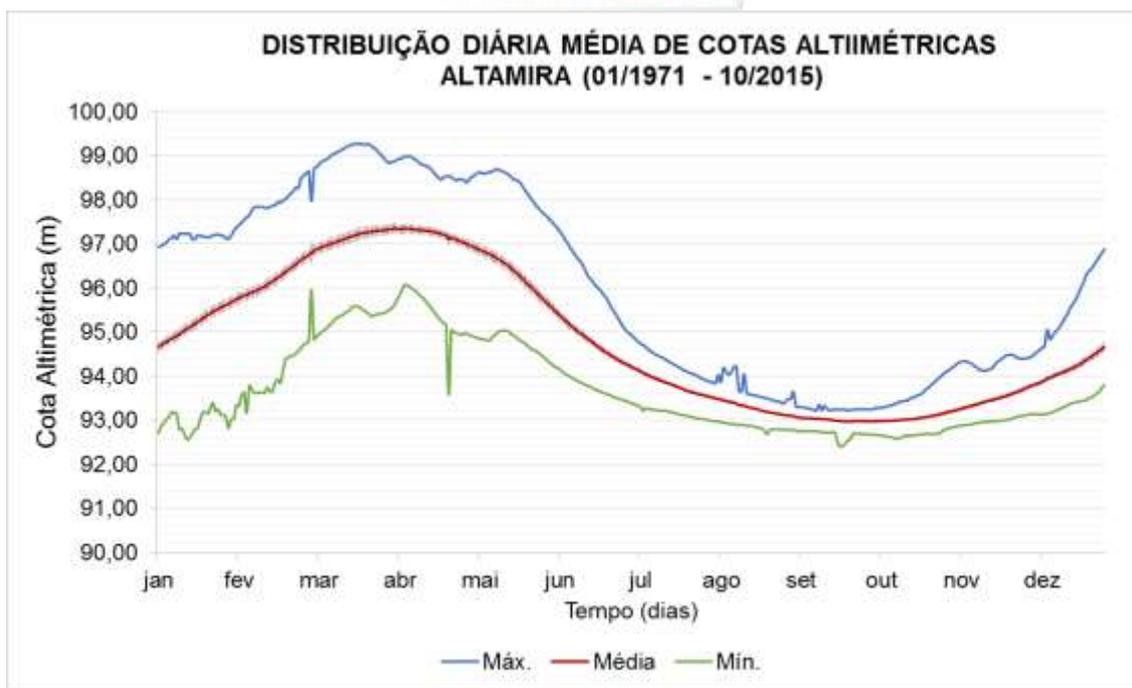


Figura 11.1.2 - 28 – Distribuição diária média de cotas – Altamira

Na **Figura 11.1.2 - 29** registra-se informações mensais de vazão e precipitação para o período de monitoramento de dezembro/2011 a outubro/2015 da estação de Altamira. No gráfico, pode ser observada a distribuição da precipitação total mensal calculada com base no monitoramento e na média histórica da estação, bem como a variação das vazões medidas. A precipitação no período de monitoramento supera a média histórica, concentrando-se nos meses de março e abril, período este em que, conforme esperado, as maiores vazões são registradas.

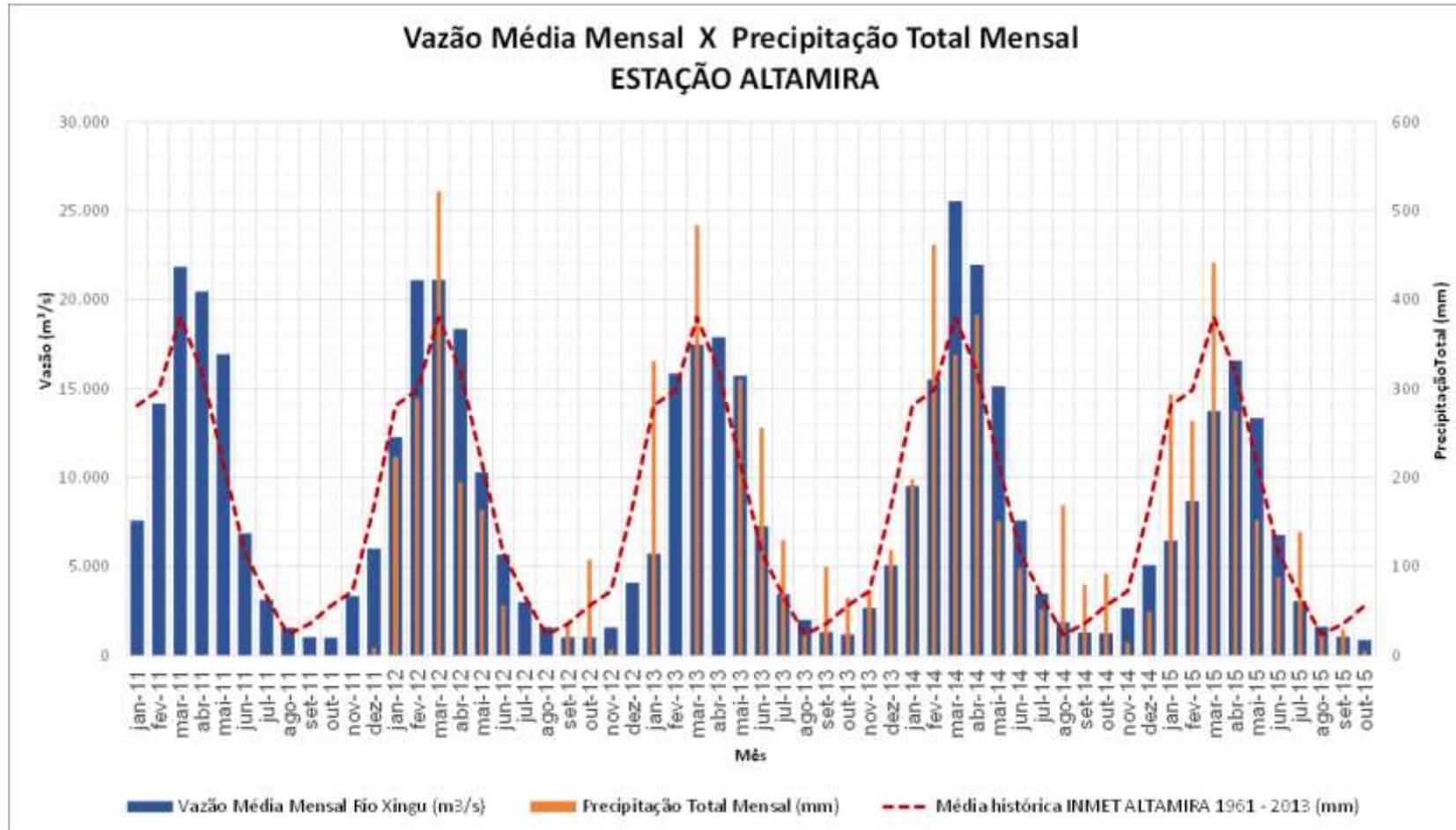


Figura 11.1.2 - 29 – Dados mensais da estação de Altamira de 12/2011 a 10/2015.

O **Quadro 11.1.2 - 3** apresenta os valores do gráfico da **Figura 11.1.2 - 29**. Os meses de julho/2012, agosto/2012, dezembro/2012, fevereiro/2013 e abril/2013 apresentaram falhas diárias e, por isto, não foi somado o total de precipitação mensal para os referidos meses, conforme metodologia discutida no Programa de Monitoramento do Microclima Local (PBA 11.5). Ressalta-se, entretanto, que para os dois últimos anos hidrológicos (outubro/2013 a outubro/2015) foram possíveis a consistência e a determinação de total mensal para todos os meses.

Quadro 11.1.2 - 3 – Dados mensais da estação de Altamira de 12/2011 a 04/2015

MÊS	VAZÃO MÉDIA MENSAL RIO XINGU (m³/s)	PRECIPITAÇÃO TOTAL MENSAL(mm)	MÉDIA HISTÓRICA INMET ALTAMIRA 1961 – 2013 (mm)
dez-11	6.008,7	8,6	167,1
jan-12	12.271,5	222,4	280,9
fev-12	21.093,1	288,9	298,2
mar-12	21.114,9	521,6	380,3
abr-12	18.358,7	194,9	319,2
mai-12	10.301,1	163,4	216,5
jun-12	5.675,4	56,8	115,9
jul-12	3.016,8	33,4	66,6
ago-12	1.606,5	*	23,4
set-12	1.042,7	37,5	35,7
out-12	1.022,6	112,3	56,2
nov-12	1.580,6	19,8	72,4
dez-12	4.099,6	*	167,1
jan-13	5.714,6	330,9	280,9
fev-13	15.856,2	*	298,2
mar-13	17.472,3	483,9	380,3
abr-13	17.886,7	*	319,2
mai-13	15.728,6	310,2	216,5
jun-13	7.277,1	256,1	115,9
jul-13	3.456,0	129,9	66,6
ago-13	2.016,9	22,9	23,4
set-13	1.322,0	99,5	35,7
out-13	1.194,0	65,0	56,2
nov-13	2.683,9	76	72,4
dez-13	5.087,5	119	167,1
jan-14	9.533,6	198,2	280,9
fev-14	15.521,1	461,7	298,2
mar-14	25.524,6	337,9	380,3
abr-14	21.950,1	382,8	319,2
mai-14	15.122,0	151,2	216,5

MÊS	VAZÃO MÉDIA MENSAL RIO XINGU (m³/s)	PRECIPITAÇÃO TOTAL MENSAL (mm)	MÉDIA HISTÓRICA INMET ALTAMIRA 1961 – 2013 (mm)
jun-14	7.581,1	98,4	115,9
jul-14	3.498,7	52,3	66,6
ago-14	1.871,5	142,3	23,4
set-14	1.302,4	79,4	35,7
out-14	1.256,1	92,2	56,2
nov-14	2.684,0	14,9	72,4
dez-14	5.087,0	48,9	167,1
jan-15	6.452,0	293,8	280,9
fev-15	8.687,0	263,7	298,2
mar-15	13.735,0	441,3	380,3
abr-15	16.580,0	274,8	319,2
mai-15	13.342,00	165,2	216,5
jun-15	6.779,00	88,2	115,9
jul-15	3.064,81	139,0	66,6
ago-15	1.632,39	25,4	23,4
set-15	1.069,73	29,0	35,7
out-15	880,48	5,1	56,2

No **Quadro 11.1.2 - 4** é apresentada a síntese das análises quanto à relação cota *versus* vazão e amplitude de variação limnimétrica das seções no rio Xingu monitoradas no âmbito do presente Projeto.

Quadro 11.1.2 - 4 – Síntese do monitoramento – Rio Xingu

ESTAÇÃO	PERÍODO DO MONITORAMENTO CONSIDERADO	AJUSTE PRELIMINAR DA CURVA-CHAVE	MAIOR COTA ALTIMÉTRICA DIÁRIA MÉDIA (m)	MENOR COTA ALTIMÉTRICA DIÁRIA MÉDIA (m)
Montante 2	01/2013 a 10/2015	$Q = 2,176(H-92)^{3,1129628}$	105,28	98,05
Altamira	01/1971 a 10/2015	$Q = 1170,08(H-92)^{1,6798}$	99,27	92,40
Mangueiras	10/2010 a 12/2011 01/2012 a 10/2015	$Q = 1872,68(H-82)^{1,4507}$ - (Out/2010 a Nov/2012) $Q = 1464,781(H-82)^{1,4360}$ - (Jan/2012 a Outubro/2015)	89,23	82,53
Ilha da Fazenda	10/2010 a 10/2015	$Q = 603,205(H-80)^{0,5706}$	85,58	80,57
Tartarugas	10/2012 a 10/2015	$Q = 4,094(H+1,1)^{4,6169}$	6,59	1,65

Verifica-se que foram estabelecidas boas relações cota-descarga, com aderência satisfatória das curvas-chave aos dados medidos.

11.1.2.2.3. IGARAPÉS DA CIDADE DE ALTAMIRA

A seguir são apresentados os resultados do monitoramento até outubro/2015 de níveis e vazões em quatro estações localizadas nos igarapés no entorno de Altamira (igarapé Altamira, Cipó Ambé, Cupiúba e Panelas).

A **Figura 11.1.2 - 30** apresenta as áreas de drenagem das estações dos igarapés de Altamira. Conforme mostrado, as áreas de drenagem totais das estações hidrométricas dos igarapés são: Igarapé Panelas = 378,6 km², Igarapé Altamira = 99,1 km², Igarapé Cupiúba = 39,9 km² e Igarapé Cipó Ambé = 135,9 km².

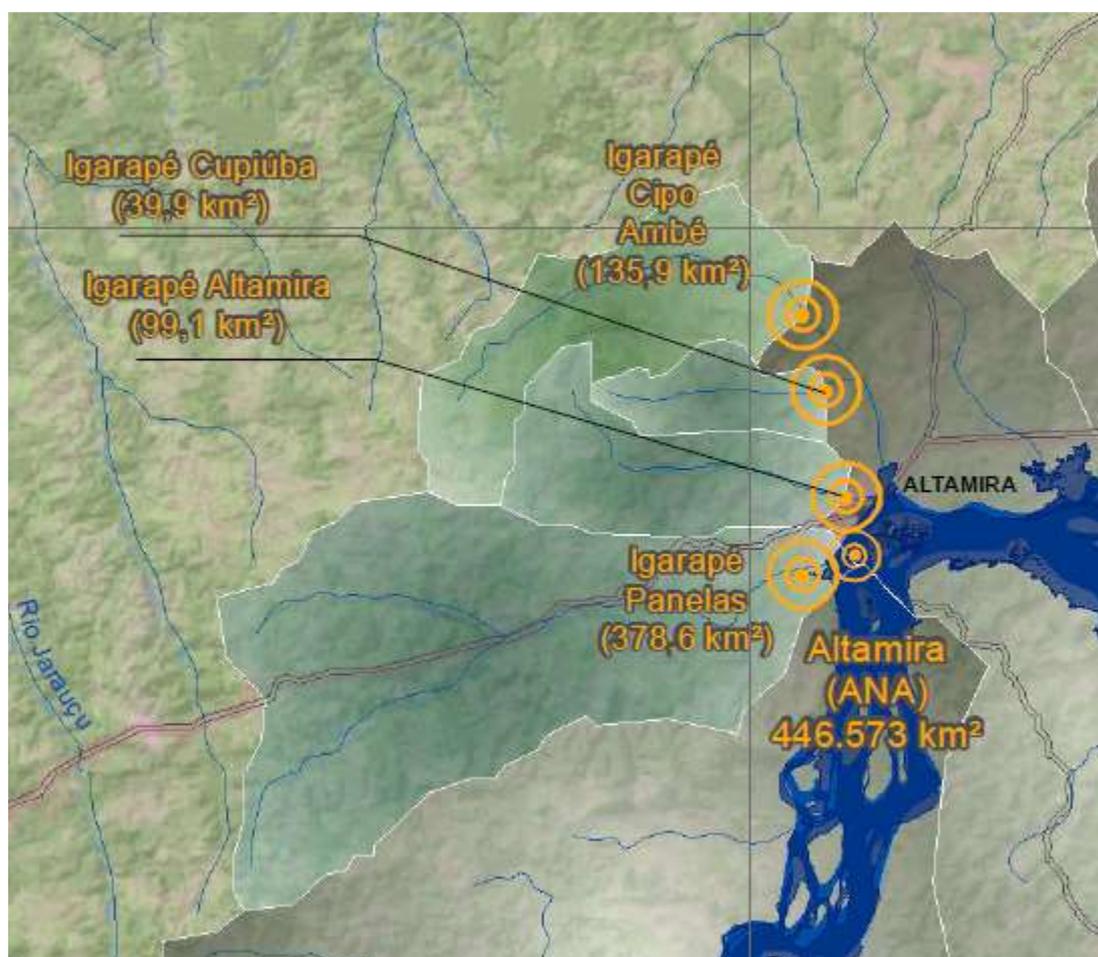


Figura 11.1.2 - 30 – Área de Drenagem a Montante das Estações dos Igarapés de Altamira.

Os igarapés Cipó Ambé e Cupiúba são afluentes do igarapé Ambé. As condições dos igarapés de Altamira (Ambé, Altamira e Panelas) são bastante peculiares, pois os mesmos cortam a área urbanizada de Altamira em cotas relativamente baixas em relação ao nível de cheias normais do rio Xingu.

As curvas-chave ajustadas para as quatro seções de medição nos igarapés de Altamira são apresentadas nas **Figuras 11.1.2 - 31** a **11.1.2 - 34**, juntamente com suas equações.

A curva-chave ajustada para a seção de medição no igarapé Painelas é apresentada na **Figura 11.1.2 - 31**. Observa-se uma grande dispersão dos dados em relação à curva de ajuste, principalmente quanto aos dados de maior cota, o que é resultante da maior influência do efeito do remanso do rio Xingu no período de cheia. Conforme já apresentado no RC anterior, optou-se por segregar os pares cota-vazão em três faixas de vazão características, possibilitando um melhor ajuste das curvas. A faixa de vazão entre 5 e 20 m³/s apresentou o melhor ajuste da curva.

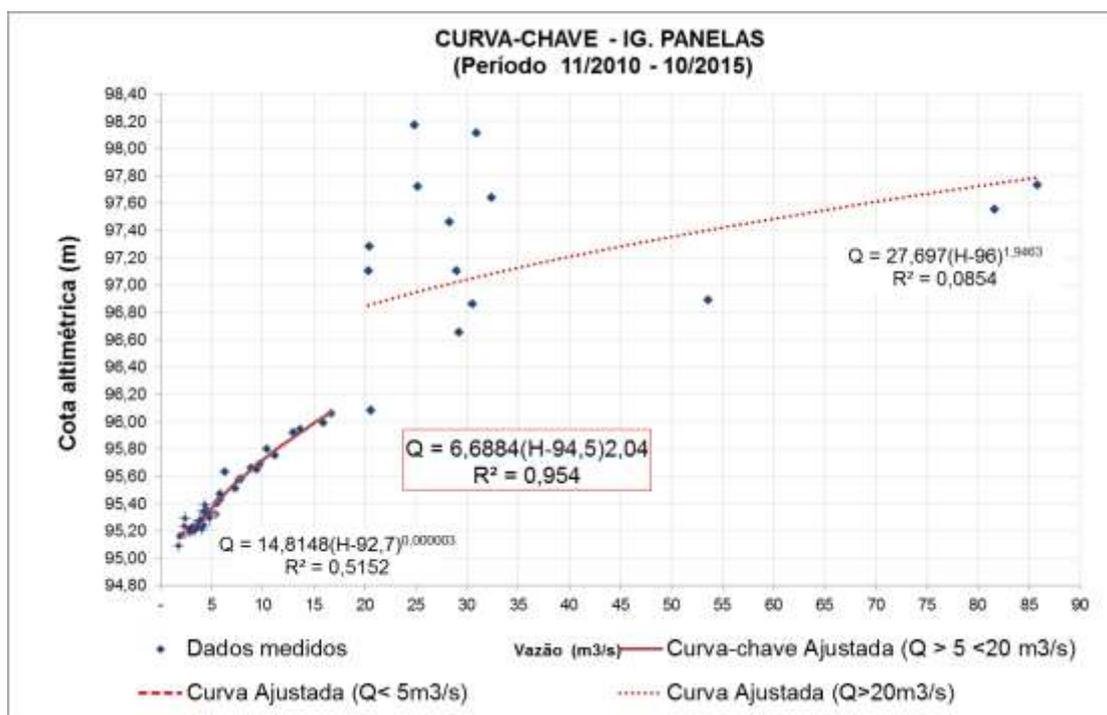


Figura 11.1.2 - 31 – Curva-chave - Igarapé Painelas.

A curva-chave previamente ajustada para a seção de medição no igarapé Altamira é apresentada na **Figura 11.1.2 - 32**.

Similarmente ao que ocorre com os dados da estação Igarapé Painelas, o Igarapé Altamira também sofre influência do remanso do rio Xingu. Dessa forma, a aderência de sua curva-chave é para uma amplitude maior de eventos. Alterações na calha, principalmente, destes dois igarapés e consequentes mudanças da rugosidade dos seus leitos, decorrentes da influência urbana, tais como assoreamento e processos erosivos, além das intervenções das obras, também podem potencialmente alterar a relação cota x vazão nas seções monitoradas.

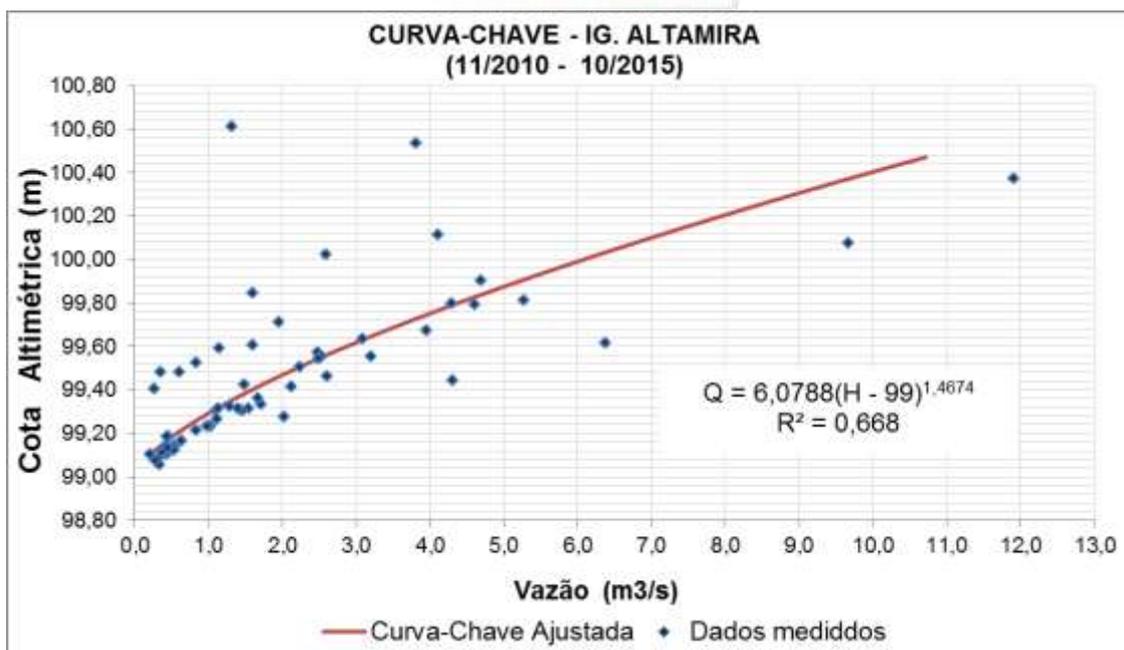


Figura 11.1.2 - 32 – Curva-chave - Igarapé Altamira.

A curva-chave ajustada para a seção de medição no igarapé Cupiúba é apresentada na Figura 11.1.2 - 33.

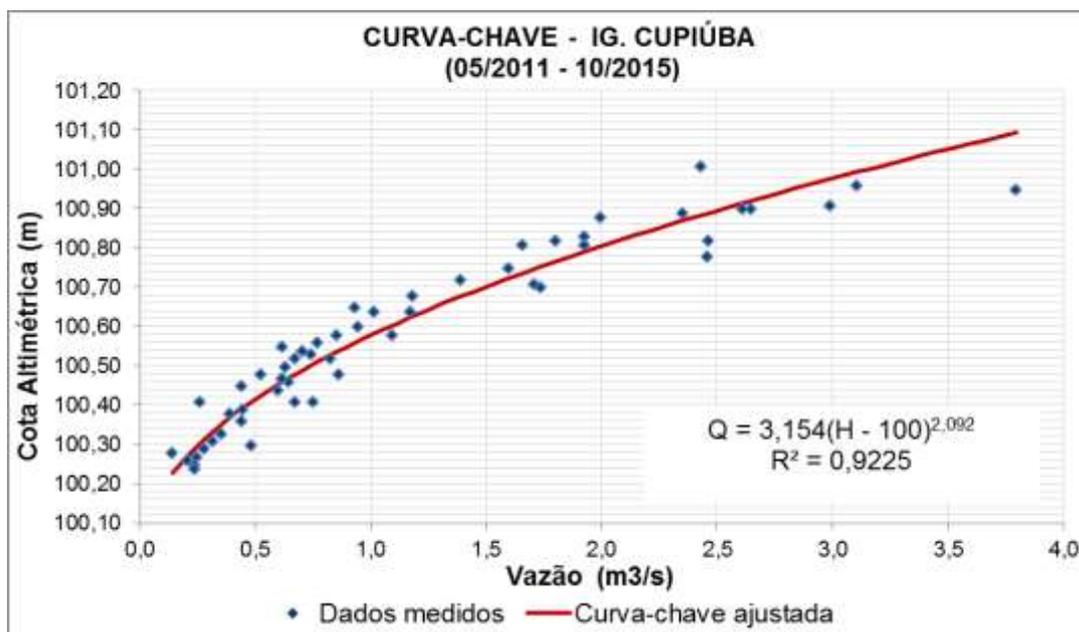


Figura 11.1.2 - 33 – Curva-chave - Igarapé Cupiúba.

O ajuste da curva-chave do Igarapé Cupiúba apresenta bom coeficiente de determinação.

A curva-chave ajustada até o momento para a seção de medição no igarapé Cipó Ambé é apresentada na Figura 11.1.2 - 34.

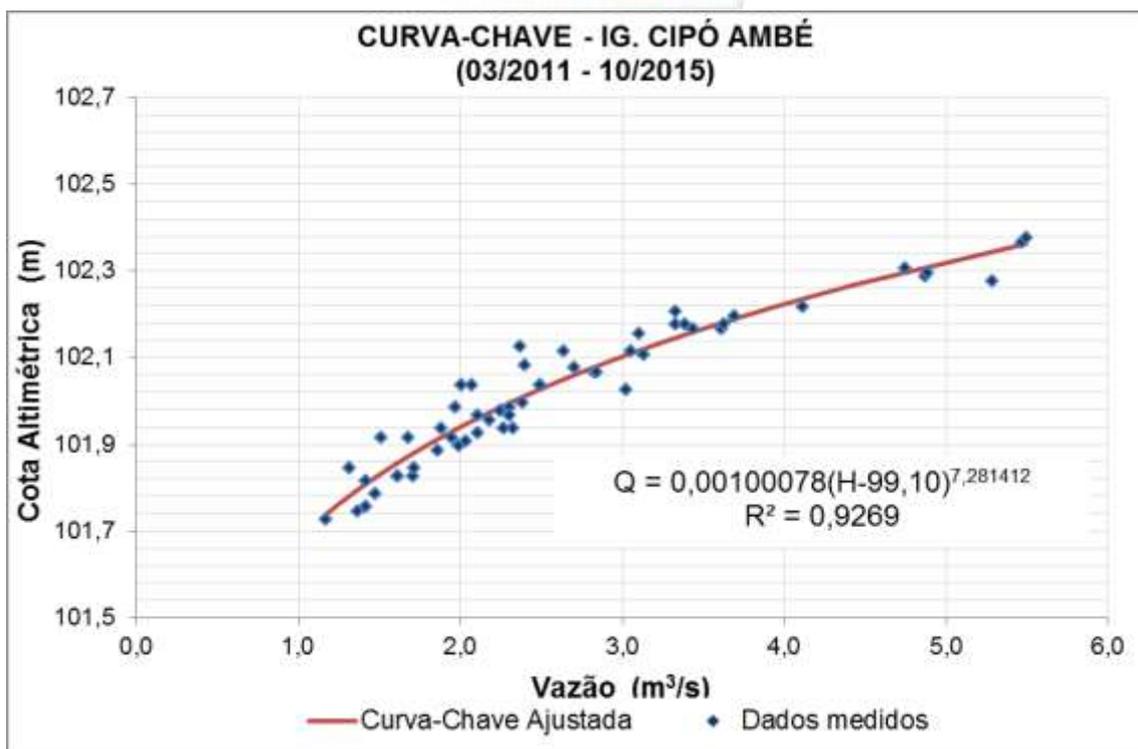


Figura 11.1.2 - 34 – Curva-chave - Igarapé Cipó Ambé.

A curva-chave ajustada para a estação do Igarapé Cipó Ambé é aderente aos dados medidos e apresenta coeficiente de determinação satisfatório.

No **Anexo 11.1.2 - 1** são registrados os dados de campanhas mensais de medição de vazão para as seções monitoradas nos igarapés de Altamira, onde podem ser observados, separadamente, os dados de cotas e vazões utilizados na elaboração das curvas, bem como parâmetros hidráulicos coletados durante as medições.

A seguir (**Figuras 11.1.2 - 35 a 11.1.2 - 42**), é apresentada a evolução diária de cotas altimétricas nas estações Igarapé Pannels, Igarapé Altamira, Igarapé Cupiúba e Igarapé Cipó Ambé no período de monitoramento específico a cada uma das estações e a distribuição média diária de cotas máximas, médias e mínimas, em conjunto com o erro padrão em torno das cotas médias.

A evolução diária de cotas altimétricas para a seção de medição no igarapé Pannels para o período monitorado de novembro/2010 a outubro/2015 é apresentada na **Figura 11.1.2 - 35**.

No período de monitoramento da estação do Igarapé Pannels, a maior cota diária média registrada foi 98,82 m, em 16/03/2014, e a menor 94,98 m, em 23/10/2015.

A amplitude no ano de 2011 (janeiro a dezembro) foi de 2,59 m (maior cota diária média igual a 97,76 m, em 09/04/2011 e menor igual a 95,17 m, do dia 19 a 23 de dezembro/2011). A amplitude em 2012 (janeiro a dezembro) foi de 3,02 m (maior cota diária média igual a 98,08 m, em 19 e 20/03/2012, e menor igual a 95,06 m, em 29/11/2012). No ano de 2013, a amplitude foi de 2,78 m (maior cota diária média igual

a 97,93 m, em 20/03/2013, e menor igual a 95,15 m, em 18/12/2013). A amplitude em 2014 (janeiro a outubro) foi de 3,69 m (maior cota diária média igual a 98,82 m, em 16/03/2014, e menor igual a 95,13 m, em 28/12/2014). A amplitude em 2015 (janeiro a outubro) foi de 2,85 m (maior cota diária média igual a 97,83 m, em 02/04/2015, e menor igual a 95,13 m, em 23/10/2015).

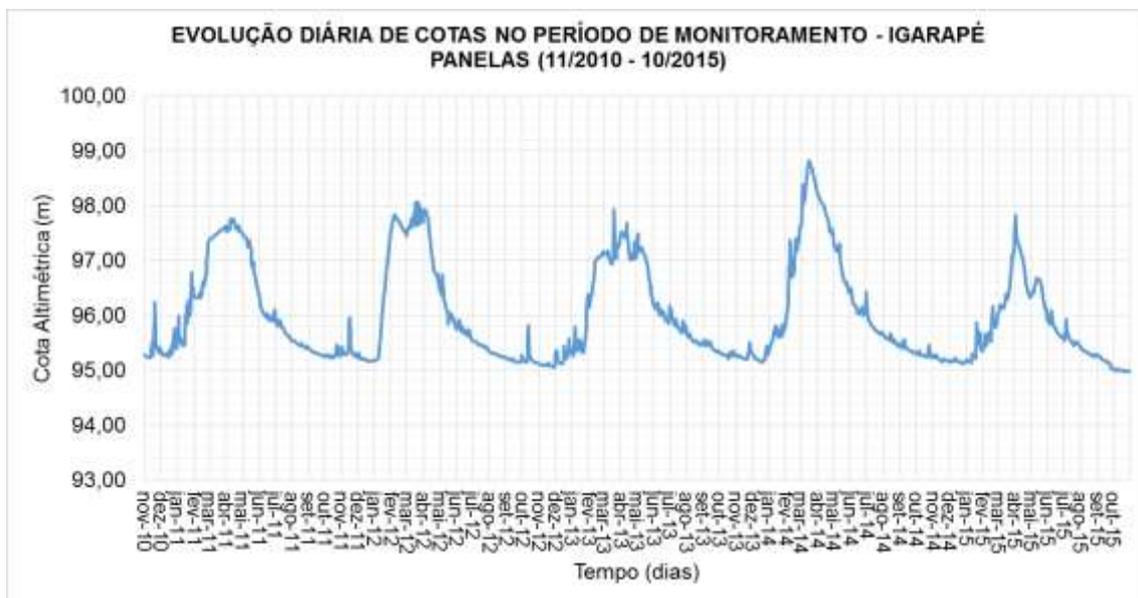


Figura 11.1.2 - 35 – Evolução diária de cotas – Igarapé Panelas.

A **Figura 11.1.2 - 36** apresenta a distribuição média diária de cotas máximas, médias e mínimas em conjunto com o erro padrão em torno das cotas médias da estação Panelas. Percebe-se que as cotas na seção monitorada do Igarapé Panelas oscilam pontualmente com maior frequência do que aquelas apresentadas anteriormente nas respostas gráficas dos outros cursos de água. Ademais, o comportamento das cotas da seção, no período de vazante/seca, apresenta uma tendência diferenciada, com o ramo descendente mais esticado e valores inferiores nos meses de novembro/dezembro.

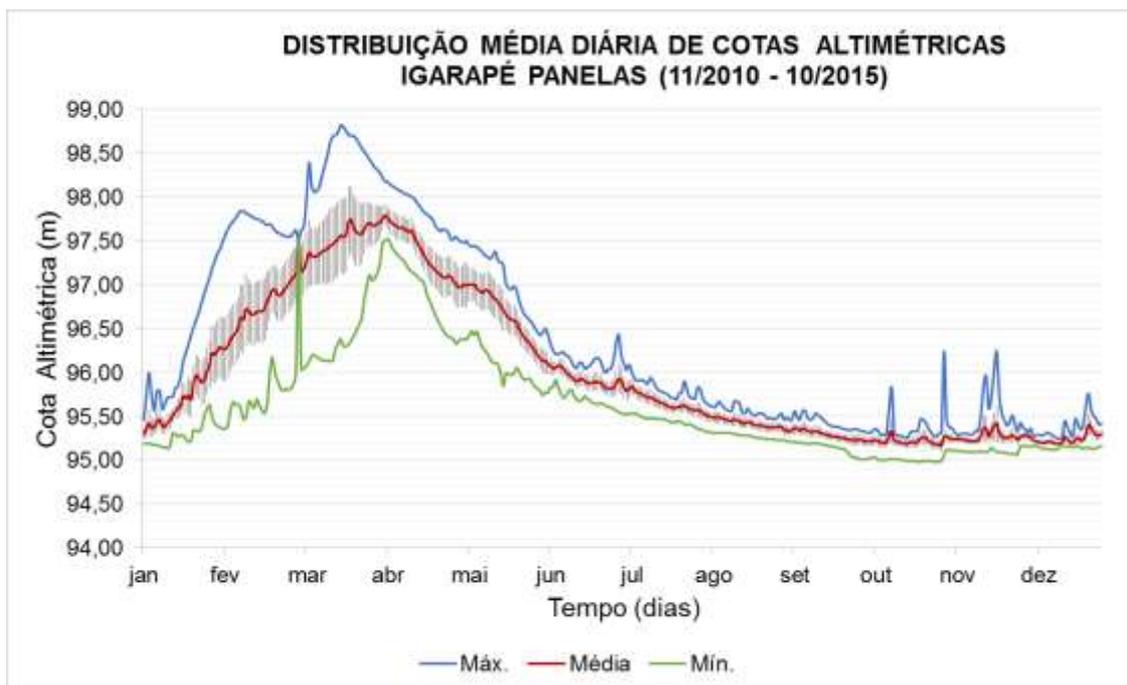


Figura 11.1.2 - 36 – Distribuição diária média de cotas – Igarapé Panelas.

A evolução diária de cotas altimétricas para a seção de medição no Igarapé Altamira para o período de novembro/2010 a outubro/2015 é apresentada na **Figura 11.1.2 - 37**.

A maior cota diária média observada na estação do Igarapé Altamira foi 98,87 m, em 04/03/2014, e a menor 96,92 m, em janeiro/2015.

A amplitude no ano de 2011 (janeiro a dezembro) foi de 1,14 m (maior cota diária média igual a 98,2 m, em 11/04/2011, e 97,10 m, em 30/11/2011). A amplitude em 2012 (janeiro a dezembro) foi de 1,27 m (maior cota diária média igual a 98,30 m, em 22/03/2012, e menor igual a 97,04 m, em 17/11/2012). No ano de 2013, a amplitude foi de 1,68 m (maior cota diária média igual a 98,80 m, em 20/03/2013, e menor igual a 97,10 m, em 17/12/2013). A amplitude em 2014 (janeiro a outubro) foi de 1,77 m (maior cota diária média igual a 98,87 m, em 04/03/2014, e menor igual a 97,10 m, em 19, 20 e 28/12/2014). A amplitude em 2015 (janeiro a outubro) foi de 1,67 m (maior cota diária média igual a 98,59 m, em 02/04/2015, e menor igual a 96,92 m, em janeiro/2015).



Figura 11.1.2 - 37 – Evolução diária de cotas – Igarapé Altamira.

A **Figura 11.1.2 - 38** apresenta a distribuição média diária de cotas máximas, médias e mínimas em conjunto com o erro padrão em torno das cotas médias na estação Igarapé Altamira. Nesta estação, as cotas oscilam consideravelmente, com muitos picos diários, em uma distribuição menos homogênea, sobretudo na cheia.

Analogamente à estação do Igarapé Panelas, o comportamento das cotas da seção, no período de vazante/seca, na estação Igarapé Altamira apresenta uma tendência diferenciada, com valores inferiores nos meses de novembro/dezembro.

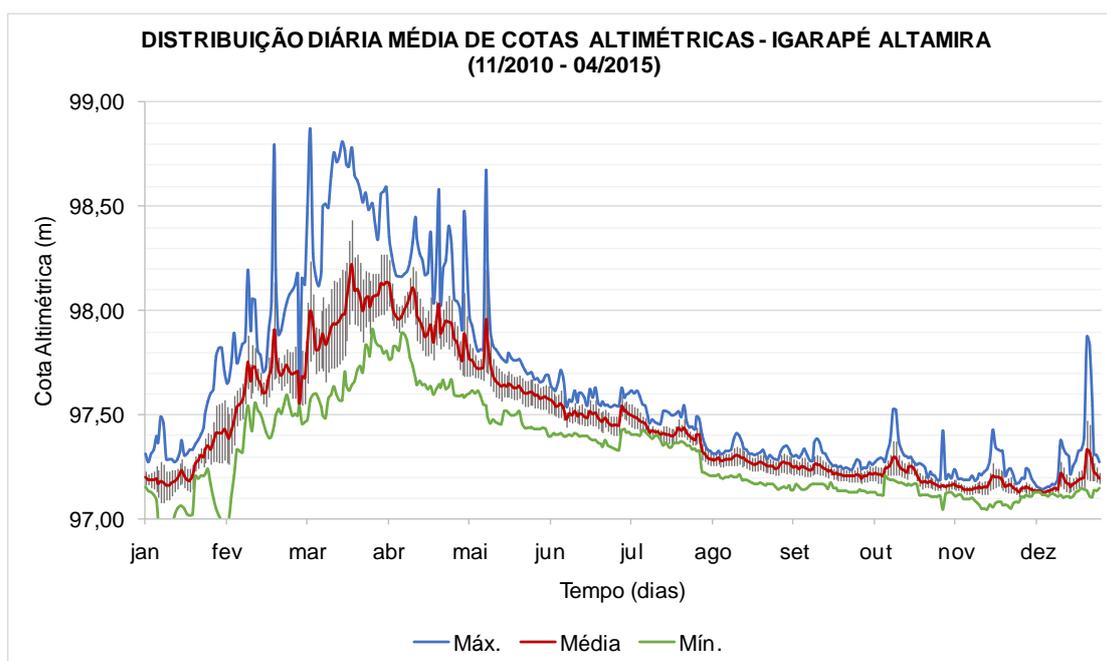


Figura 11.1.2 - 38 – Distribuição diária média de cotas – Igarapé Altamira.

A evolução diária de cotas altimétricas para a seção de medição no Igarapé Cupiúba é apresentada na **Figura 11.1.2 - 39**.

No período de monitoramento da estação do Igarapé Cupiúba, de abril/2011 a outubro/2015, a maior cota diária média observada foi 102,05 m (19/03/2013 e 21/04/2013) e, a menor, 100,72 m (27 e 28 de novembro/2012 e 30 e 31/10/2015).

A amplitude em 2011 (abril a dezembro) foi de 1,14 m (maior cota diária média igual a 101,91 m, em 15/04/2011, e menor igual a 100,77 m, em 29/10/2011). A amplitude em 2012 (janeiro a dezembro) foi de 1,14 m (maior cota diária média igual a 101,85 m, em 04/05/2012, e menor igual a 100,72 m, em 27 e 28/11/2012). No ano de 2013, a amplitude foi de 1,27 m (maior cota diária média igual a 102,05 m, em 19/03/2013, e 21/04/2013, e menor igual a 100,78 m, em 18 e 19/12/2013). A amplitude no ano de 2014 (janeiro a outubro) foi de 1,12 m (maior cota diária média igual a 101,89 m, em 03/03/2014, e menor igual a 100,77 m, em 28/12/2014).

A amplitude no ano de 2015 (janeiro a outubro) foi de 0,83 m (maior cota diária média igual a 101,55 m, em 01/04/2015, e menor igual a 100,72 m, em outubro/2015).

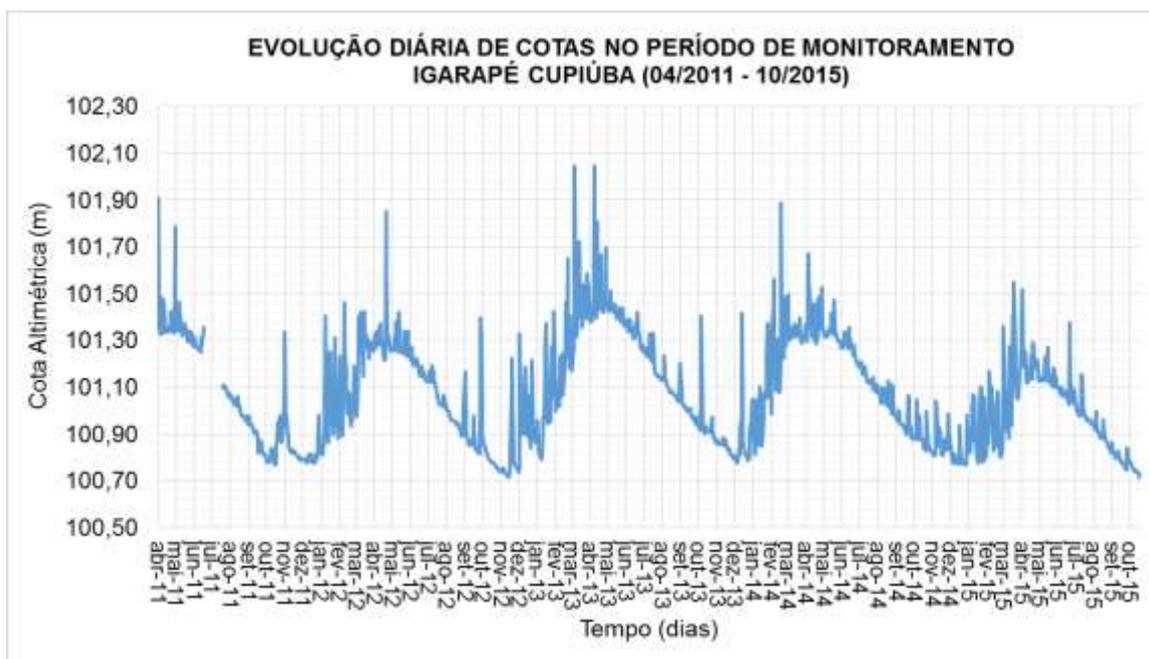


Figura 11.1.2 - 39 – Evolução diária de cotas – Igarapé Cupiúba.

A **Figura 11.1.2 - 40** apresenta a distribuição média diária de cotas máximas, médias e mínimas em conjunto com o erro padrão em torno das cotas médias da estação Igarapé Cupiúba.

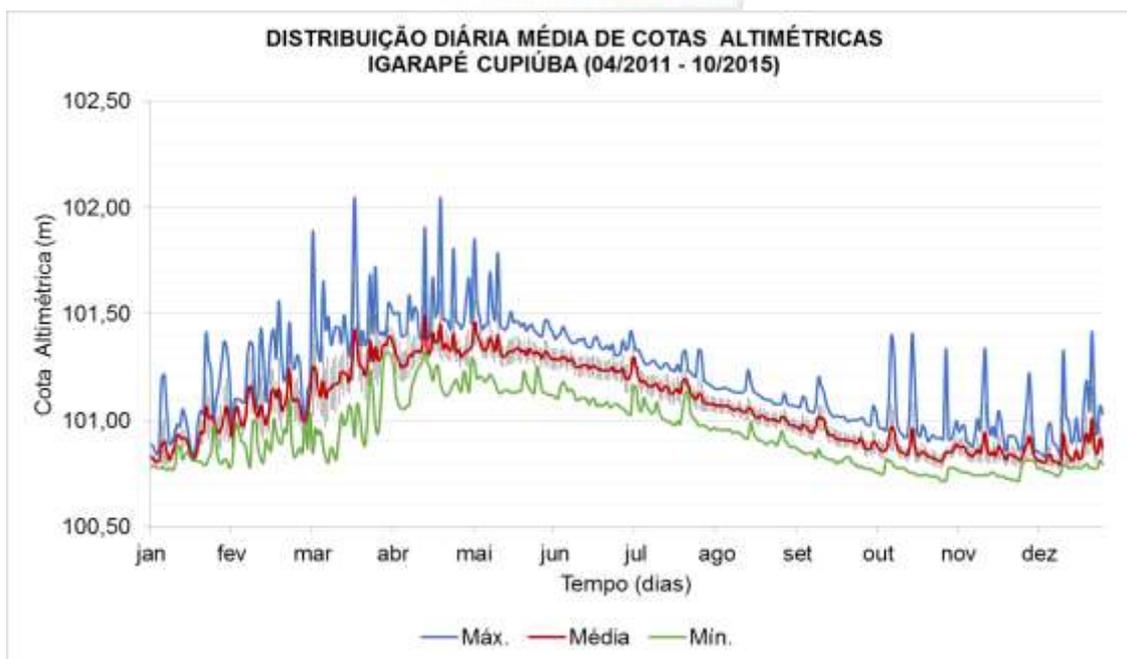


Figura 11.1.2 - 40 – Distribuição diária média de cotas – Igarapé Cupiúba.

Percebe-se uma variabilidade considerável entre as cotas na estação Igarapé Cupiúba, sobretudo nos períodos de enchente e cheia. As cotas oscilam consideravelmente, com muitos picos diários, em uma distribuição menos homogênea, sendo a distribuição mais estável durante a vazante.

A evolução diária de cotas altimétricas para a seção de medição no Igarapé Cipó Ambé é apresentada na **Figura 11.1.2 - 41**.

No período de monitoramento, compreendido entre abril/2011 a outubro/2015, na estação do Igarapé Cipó Ambé, a maior cota diária média observada foi 103,61 m (25/04/2012) e a menor 101,70 m (22 a 31/10/2015).

A amplitude no ano de 2011 (abril a dezembro) foi de 0,79 m (maior cota diária média igual a 102,62 m, em 09/04/2011, e a menor igual a 101,83 m, de 20 a 23 de dezembro/2011). A amplitude em 2012 (janeiro a dezembro) foi de 1,89 m (maior cota diária média igual a 103,61 m, em 25/04/2012, e menor igual a 101,72 m, em 28/11/2012). No ano de 2013, a amplitude foi de 1,34 m (maior cota diária média igual a 103,10 m, em 20/03/2013, e menor igual a 101,80 m, em 05/01/2013). A amplitude em 2014 (janeiro a outubro) foi de 0,98 m (maior cota diária média igual a 102,78 m, em 18/02/2014, e menor igual a 101,80 m, em janeiro e dezembro/2014).

A amplitude em 2015 (janeiro a outubro) foi de 0,7 m (maior cota diária média igual a 102,47 m, em 16/04/2015, e menor igual a 101,70 m, em outubro/2015).

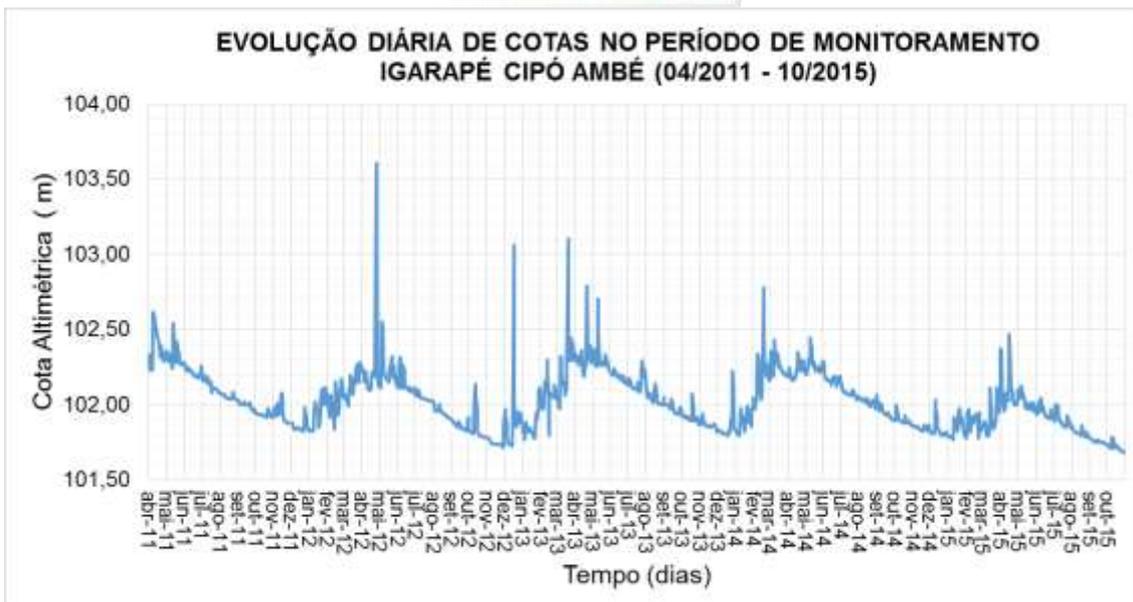


Figura 11.1.2 - 41 – Evolução diária de cotas – Igarapé Cipó Ambé.

A **Figura 11.1.2 - 42** apresenta a distribuição média diária de cotas máximas, médias e mínimas em conjunto com o erro padrão em torno das cotas médias da estação Igarapé Cipó Ambé.

Nota-se uma variabilidade considerável entre as cotas na estação Igarapé Cipó Ambé, sobretudo nos períodos de enchente e cheia. As cotas oscilam com picos diários, em uma distribuição menos homogênea, sendo a distribuição mais estável durante a vazante.

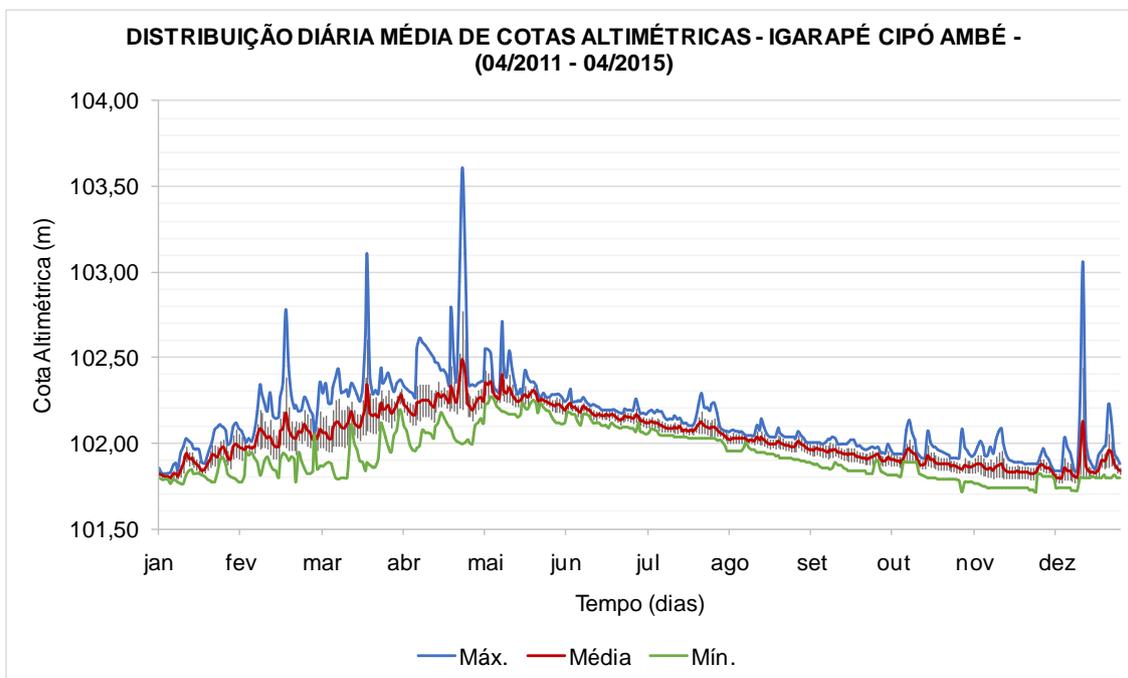


Figura 11.1.2 - 42 – Distribuição diária média de cotas – Igarapé Cipó Ambé.

Uma síntese do monitoramento da relação cota-vazão e variação limnimétrica nas seções monitoradas nos igarapés de Altamira é expressa no **Quadro 11.1.2 - 5**.

Quadro 11.1.2 - 5 – Síntese do Monitoramento dos Igarapés de Altamira

ESTAÇÃO	PERÍODO DO MONITORAMENTO	AJUSTE PRELIMINAR DA CURVA-CHAVE	MAIOR COTA MÉDIA DIÁRIA (cm)	MENOR COTA MÉDIA DIÁRIA (cm)
Ig. Pannels	11/2010 a 10/2015	$Q = 14,8148(H-92,7)^{0,000003}$ (Q < 5 m ³ /s) $Q = 6,6884(H-94,5)^{2,04}$ (Q < 5 < 20 m ³ /s) $Q = 27,697(H-96)^{1,9463}$ (Q > 20 m ³ /s)	98,82	94,98
Ig. Altamira	11/2010 a 10/2015	$Q = 6,0788(H - 99)^{1,4674}$	98,87	96,92
Ig. Cupiúba	05/2011 a 10/2015	$Q = 3,154(H - 100)^{2,092}$	102,05	100,72
Ig. Cipó Ambé	03/2011 a 10/2015	$Q = 0,00100078(H-99,10)^{7,281412}$	103,61	101,70

De uma maneira geral, verifica-se que foram estabelecidas boas relações cota x vazão, com aderência satisfatória das curvas-chave aos dados medidos.

11.1.2.2.4. MONITORAMENTO LIMNIMÉTRICO JUNTO ÀS BARRAGENS

Em atendimento à Resolução Conjunta ANEEL/ANA n°3/2010, informa-se que foram instaladas as réguas limnimétricas junto às estruturas de montante e de jusante da Barragem Pimental, em 28/07/2015, e da Barragem Belo Monte, em 15/10/2015.

A referida Resolução prevê o início do monitoramento limnimétrico dos reservatórios em até 30 (trinta) dias antes do enchimento, o que, portanto, foi atendido com a instalação e início de operação das réguas limnimétricas junto às barragens, conforme pode ser observado nas **Figuras 11.1.2 - 43 a 11.1.2 - 45**.

Ressalta-se que o início da operação das réguas junto às estruturas das barragens atende ao recomendado pelo item 2.10.1.2 *Projeto de Monitoramento de Níveis e Vazões* do Parecer Técnico 02001.003622/2015-08 COHID/IBAMA - *Análise do Relatório Final Consolidado e do requerimento de Licença de Operação*, encaminhado pelo OF 02001.010573/2015-51 DILIC/IBAMA em 22 de setembro de 2015, que solicita, por parte da Norte Energia, o atendimento da Resolução Conjunta ANEEL/ANA n°3/2010 quanto à instalação dos instrumentos de medição limnimétrica dentro do prazo estabelecido.



Figura 11.1.2 - 43 – Vista da régua limnimétrica instalada no Sítio Pimental na face de montante do vertedouro.



Figura 11.1.2 - 44 – Vistas da régua limnimétrica instalada na face do muro esquerdo da Tomada de Água do Sítio Belo Monte.



Figura 11.1.2 - 45 – Vista da régua limnimétrica instalada a montante da Tomada de Água do Sítio Belo Monte antes do início do enchimento do Reservatório Intermediário.

11.1.2.3. ATENDIMENTO AOS OBJETIVOS DO PROJETO DE MONITORAMENTO DE NÍVEIS E VAZÕES

A planilha de atendimento aos objetivos do Projeto de Monitoramento de Níveis e Vazões é apresentada na sequência.

OBJETIVOS GERAIS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	STATUS DE ATENDIMENTO	ALTERAÇÕES DE ESCOPO OU PRAZO	JUSTIFICATIVA PARA O STATUS E ALTERAÇÕES
<p>Registrar as variações, tanto espaciais como temporais, que ocorrerão no reservatório, nos igarapés de Altamira, no rio Xingu, no TVR e a jusante da Casa de Força Principal em função da implantação e operação da UHE Belo Monte</p>	<p>-</p>	<p>Em atendimento</p>	<p>Sem alterações de escopo e prazo.</p>	<p>Rede de monitoramento implantada e execução dos levantamentos em andamento, conforme previsto no Projeto.</p>

11.1.2.4. ATENDIMENTO ÀS METAS DO PROJETO DE MONITORAMENTO DE NÍVEIS E VAZÕES

A planilha de atendimento às metas do Projeto de Monitoramento de Níveis e Vazões é apresentada na sequência.

META	STATUS DE ATENDIMENTO	ALTERAÇÕES DE ESCOPO OU PRAZO	JUSTIFICATIVA PARA O STATUS E ALTERAÇÕES
<p>Medição de níveis e vazões no rio Xingu, igarapés em Altamira e no rio Bacajá, monitorando ciclos hidrológicos completos, observando-se as seguintes metas:</p> <p>Níveis d'Água e Vazões: Observar a tolerância de 3 falhas no mês e no máximo 35 falhas ao ano;</p> <p>Precipitações: Observar a tolerância de 5 falhas no mês e no máximo 50 falhas ao ano.</p>	<p>Em atendimento</p>	<p>Sem alterações de escopo e prazo.</p>	<p>A operação das estações, a coleta e o processamento dos dados vêm sendo aprimorados ao longo do período de monitoramento, sendo atendidas as metas indicativas quanto ao número máximo de falhas.</p>

11.1.2.5. ATIVIDADES PREVISTAS

Conforme indicado no cronograma do Projeto, todas as atividades de monitoramento realizadas terão continuidade até o segundo ano após o enchimento dos reservatórios. Após este período de monitoramento, o levantamento de dados de níveis e vazões continuará sendo executado como uma atividade de rotina da operação da usina, regido pelos termos da Resolução Conjunta ANEEL/ANA nº 3/2010, o que incluiu o monitoramento limnimétrico dos reservatórios junto ao corpo das barragens (Casa de Força Principal e Casa de Força Complementar).

Os dados e resultados obtidos e consolidados a cada semestre continuarão a serem apresentados e atualizados, por meio de quadros (gráficos e tabelas), figuras e textos dissertativos, dentro de um mesmo padrão de apresentação, com o intuito de otimizar as análises de dados incrementais obtidos a cada período monitorado.

11.1.2.6. CRONOGRAMA DAS ATIVIDADES PREVISTAS

O Cronograma das Atividades Previstas apresentado abaixo para a continuidade do Projeto de Monitoramento de Níveis e Vazões não sofreu qualquer tipo de adequação ou modificação em relação àquele que foi encaminhado no conteúdo do documento de atendimento ao item 2 do Ofício OF 02001.006165/2015-03 DILIC/IBAMA.

Atividades / Produtos		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																																								
		2015		2016				2017				2018				2019				2020				2021				2022				2023				2024				2025		
Item	Descrição	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	T3	T4	T1	T2	T3	T4																											
CRONOGRAMA DO PACOTE DE TRABALHO																																										
	11.1.2 PROJETO DE MONITORAMENTO DE NÍVEIS E VAZÕES																																									
1	Operação dos postos limnimétricos																																									
2	Operação dos postos fluviométricos																																									
3	Implantação dos postos limnimétricos junto às barragens																																									
4	Operação dos postos limnimétricos junto às barragens																																									
5	Relatórios Semestrais																																									

Nota: Após dois anos de monitoramento subsequentes à formação dos reservatórios, o monitoramento continuará sendo executado como operação de rotina da usina

11.1.2.7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Projeto de Monitoramento de Níveis e Vazões vem se desenvolvendo conforme previsto no cronograma, com suas atividades sendo cumpridas regularmente, sem o registro de eventos que possam causar o comprometimento ao seu pleno andamento e atendimento aos objetivos.

Foram monitorados pelo menos quatro ciclos hidrológicos completos para todas as medições de nível e vazão líquida, ampliando, portanto o período de monitoramento previsto anterior à formação do reservatório, para todas as estações.

A continuidade do monitoramento permitirá a análise comparativa entre os dados dos períodos (pré e pós-enchimento) com base em um conjunto de estatísticas (médias, desvio-padrão, valores extremos de máxima e mínima) a ser realizado com a compilação de dados de dois anos após o enchimento dos reservatórios, conforme previsto no cronograma deste Programa.

Após esse período de monitoramento, previsto para o presente Programa, o levantamento de dados de níveis e vazões continuará sendo executado como uma atividade de rotina da operação da usina, regido pelos termos da Resolução Conjunta ANEEL/ANA nº 3/2010.

11.1.2.8. EQUIPE TÉCNICA DE TRABALHO

PROFISSIONAL	FORMAÇÃO	FUNÇÃO	REGISTRO ÓRGÃO DE CLASSE	CADASTRO TÉCNICO FEDERAL – CTF
Cristiane Peixoto Vieira	Engenheira Civil, M. Sc.	Gerente de Meio Ambiente	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 Ferreira Magalhães	Engenheira Civil, Dr ^a .	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	4963386
Raimundo Nonato C. de Oliveira Filho	Engenheiro Civil	Supervisão de campo	CREA 4.028 D	-
NildomarJonck	Engenheiro Agrimensor	Supervisão de campo	CREA 30.985 D	-

PROFISSIONAL	FORMAÇÃO	FUNÇÃO	REGISTRO ÓRGÃO DE CLASSE	CADASTRO TÉCNICO FEDERAL – CTF
Eduardo Enrique Romero Pinto	Engenheiro Agrimensor	Supervisão de campo	CREA 41.998 D	-
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	-

11.1.2.9. ANEXOS

Anexo 11.1.2 - 1 – Dados atualizados de campanhas de medição de vazão