

SUMÁRIO - 11.1.2 PROJETO DE MONITORAMENTO DE NÍVEIS E VAZÕES

11.	PLANO DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS	11.1.2-1
11.1.	PROGRAMA DE MONITORAMENTO HIDRÁULICO, HIDROLÓGICO E HIDROSEDIMENTOLÓGICO.....	11.1.2-1
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.....	11.1.2-3
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	11.1.2-34
11.1.2.2.4.	MONITORAMENTO LIMNIMÉTRICO JUNTO ÀS BARRAGENS	11.1.2-46
11.1.2.3.	ATENDIMENTO AOS OBJETIVOS DO PROJETO	11.1.2-46
11.1.2.4.	ATENDIMENTO ÀS METAS DO PROJETO.....	11.1.2-48
11.1.2.5.	ATIVIDADES PREVISTAS	11.1.2-50
11.1.2.6.	CRONOGRAMA DAS ATIVIDADES PREVISTAS	11.1.2-50
11.1.2.7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	11.1.2-52
11.1.2.8.	EQUIPE TÉCNICA DE TRABALHO	11.1.2-52
11.1.2.9.	ANEXOS	11.1.2-53

11. PLANO DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

11.1. PROGRAMA DE MONITORAMENTO HIDRÁULICO, HIDROLÓGICO E HIDROSSEDIMENTOLÓGICO

11.1.2. PROJETO DE MONITORAMENTO DE NÍVEIS E VAZÕES

11.1.2.1. INTRODUÇÃO

O Programa de Monitoramento de Níveis e Vazões (PBA 11.1.2) tem como objetivo principal registrar as variações de níveis e vazões, tanto espaciais como temporais, 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, após o Trecho de Restituição de Vazão (TRV). De acordo com o previsto no PBA 11.1.2, a análise comparativa entre os registros dos períodos pré e pós enchimento dos reservatórios possibilitarão a determinação das alterações na extensão e nível das superfícies inundadas e nos padrões das vazões afluentes em função da implantação e operação da UHE Belo Monte.

Para atendimento aos objetivos deste Projeto, em dezembro de 2011 foi concluída a implantação da rede prevista para o monitoramento de nível e vazão na região de influência do empreendimento, sendo que algumas estações foram antecipadamente instaladas, já a partir de outubro de 2010. A rede de monitoramento é composta por 12 (doze) estações fluviométricas e duas estações pluviométricas na região.

A caracterização e descrição das estações de monitoramento do Projeto são observadas no **Quadro 11.1.2 - 1**. Ressalta-se que os nomes das estações foram ajustados para a denominação registrada junto à Agência Nacional de Águas (ANA), conforme parecer específico que avalia e aprova o Relatório de Instalação das Estações Hidrométricas da UHE Belo Monte (**Anexo 11.1.2 - 1**).

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*). Nos igarapés de Altamira, a medição de vazão é realizada por molinete devido às pequenas largura e profundidade das calhas dos cursos de água.

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

O monitoramento limnimétrico convencional é realizado por leitura e anotação de leiturista duas vezes ao dia (7:00 e 17:00 horas). Algumas estações ainda dispõem de monitoramento automático com registro de dados horários (24 registros diários) e sistema de telemetria para transmissão remota das informações em tempo real.

Destaca-se que as estações Igarapé Altamira e Igarapé Pannels foram realocadas em novembro e dezembro/2015 em decorrência da influência do remanso após o enchimento do reservatório do Xingu, conforme apresentado 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	UHE Belo Monte Montante	351753	9603604	24/10/2010	F - h/d; Q - m
	Altamira	365432	9646219	Existente-ANA	F - d; Q - m
Igarapés de Altamira	UHE Belo Monte Igarapé Altamira	364917	9646179	11/10/2010	F - h/d; Q - m
	UHE Belo Monte Igarapé Altamira Realocada	362571	9646226	07/01/2016	F - h/d; Q - m
	UHE Belo Monte Igarapé Cipó Ambé	362602	9655483	31/03/2011	F - h/d; Q - m
	UHE Belo Monte Vista Alegre	360886	9655210	14/02/2012	P - h/d
	UHE Belo Monte Igarapé Cupiúba	363786	9651662	15/04/2011	F - h/d; Q - m
	UHE Belo Monte Igarapé Pannels	362652	9642200	13/10/2010	F - h/d; Q - m
	UHE Belo Monte Igarapé Pannels Realocada	350906	9640494	17/10/2015	F - h/d; Q - m
	UHE Belo Monte São Francisco	350185	9640319	08/02/2012	P - h/d
Trecho de Vazão Reduzida	UHE Belo Monte Mangueiras	392622	9618549	17/10/2010	F - h/d; Q - m
	Ilha da Fazenda	397332	9605798	18/10/2010	F - d; Q - m
Jusante	UHE Belo Monte Jusante (Tartarugas)	367656	9677566	20/12/2011	F - h/d; Q - m
Bacajá	Mrotidjã	455361	9436941	10/04/2012	F - h/d; Q - t
	Fazenda Cipaúba	436999	9587547	Existente-ANA 10/06/2005	F - d; Q - m
	UHE Belo Monte Foz do Bacajá	421694	9609429	19/04/2011	F - h/d; Q - m

F: Nível; Q: Vazão; P: Pluviometria; 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 Mrotidjã, que fica junto à aldeia Mrotidjã, cerca de 200 km a montante da foz do rio Bacajá (fora do limite da figura).

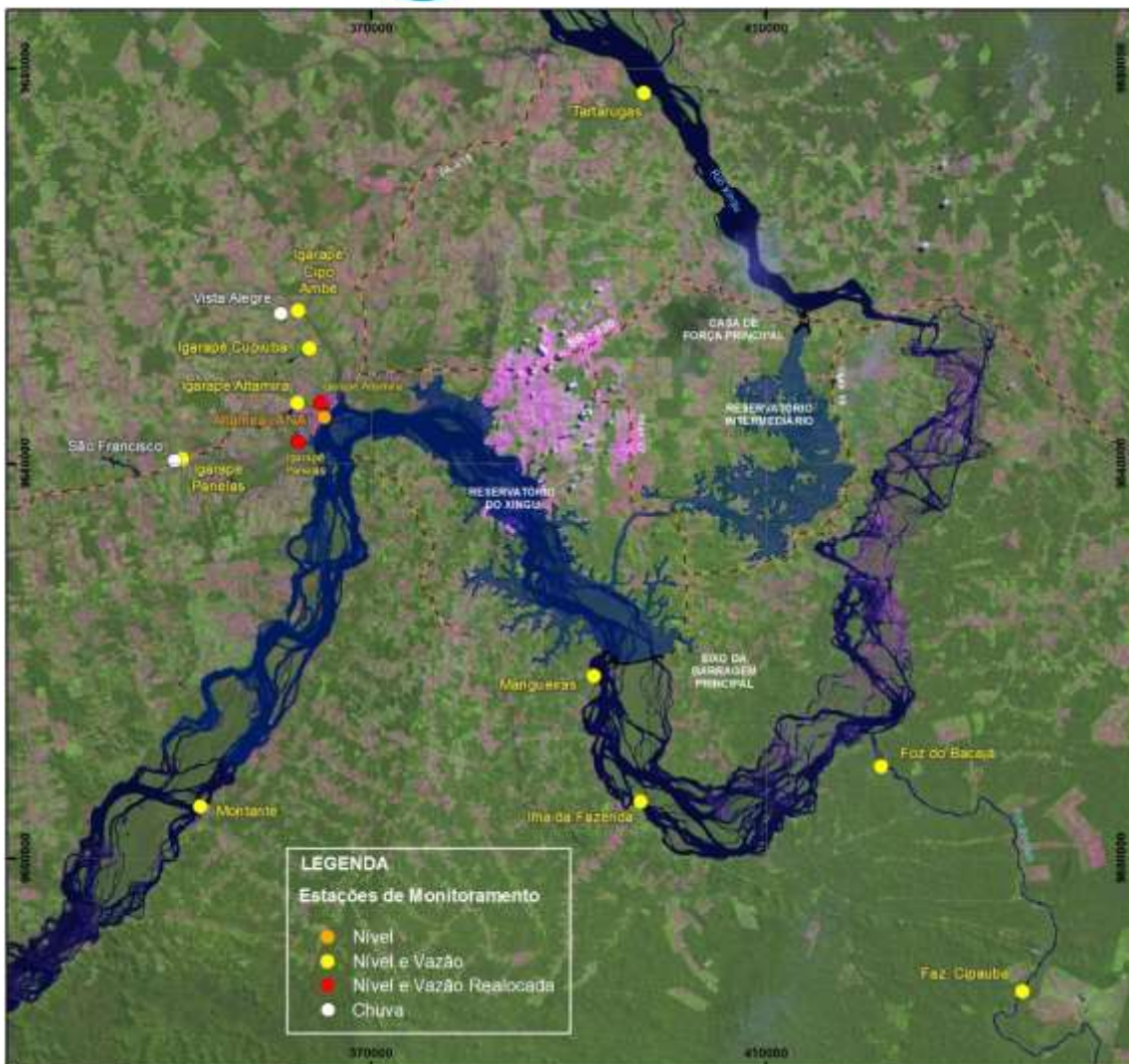


Figura 11.1.2 - 1 – Localização das Estações do Projeto de Monitoramento de Níveis e Vazões.

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 os resultados das campanhas realizadas no período de novembro/2015 a abril/2016. Entretanto, para as estações que sofrem influência de remanso ou que estão no TVR,

as relações cota x vazão foram ajustadas, considerando-se o período deste o início do monitoramento (**Quadro 11.1.2 - 1**) até novembro/2015, quando iniciou o enchimento do reservatório do Xingu.

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.

Adicionalmente, é fornecida a evolução diária das cotas altimétricas em cada seção durante todo o intervalo de monitoramento, de acordo com o **Quadro 11.1.2 - 1** acima, bem como as variações diárias médias. Os registros de níveis são apresentados em dois períodos distintos: (1) pré-enchimento e (2) enchimento e pós-enchimento. O período (1), pré-enchimento, abrange o início do monitoramento, em cada estação, até a data anterior ao início do enchimento dos Reservatórios da UHE Belo Monte (24/11/2015). O período (2), enchimento e pós enchimento, abrange todo o período de enchimento dos reservatórios da UHE Belo Monte (24/11/2015 a 13/02/2016) e o período pós-enchimento (de 14/02/2016 até 30/04/2016).

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, Fazenda Cipaúba e estação Mrotidjãm. As campanhas de medição de vazão 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.

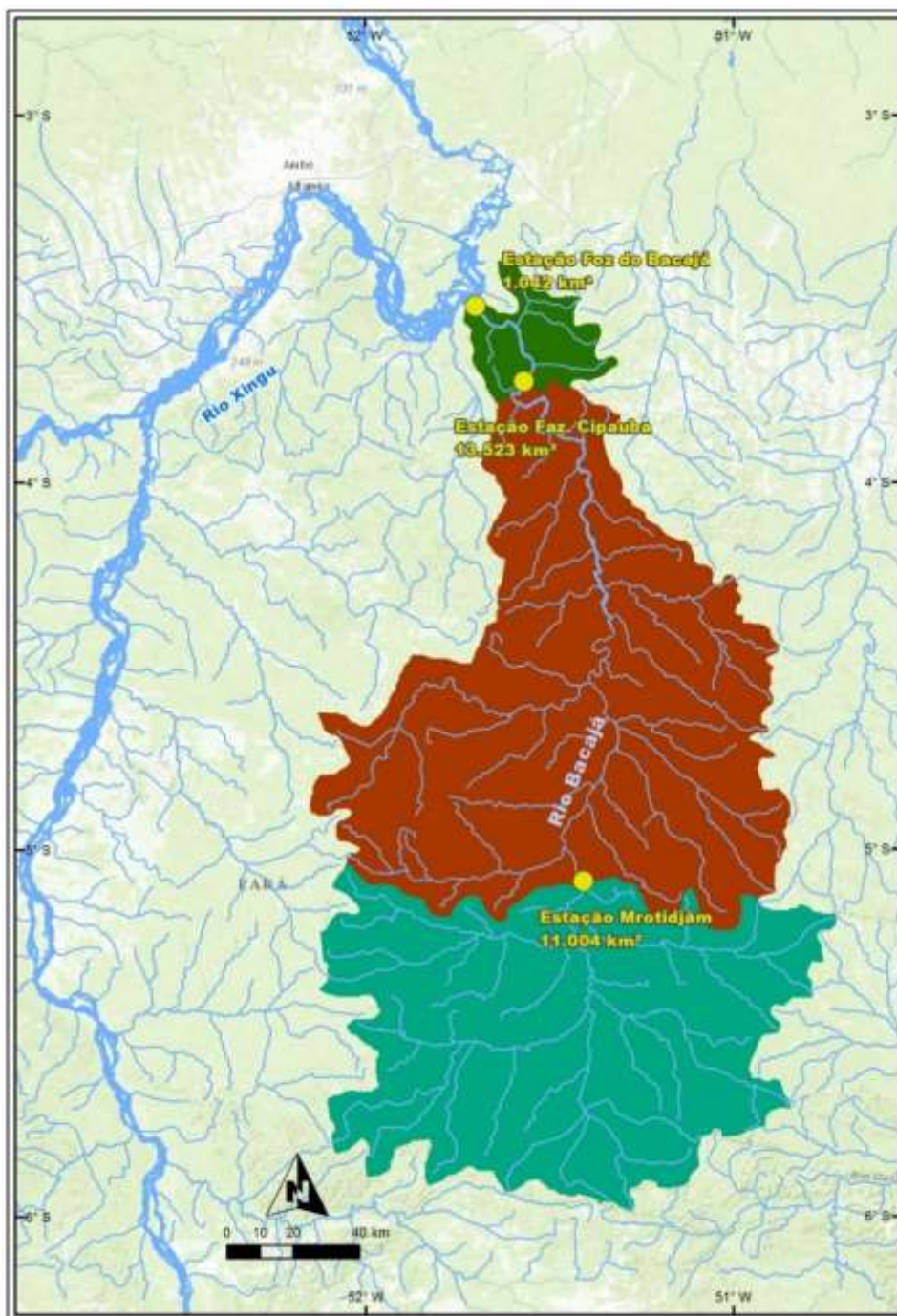


Figura 11.1.2 - 2 – Bacia do rio Bacajá e áreas de drenagem nas seções de monitoramento hidrométrico.

A representação das curvas-chave ajustadas para as seções de medição das três estações do rio Bacajá são apresentadas 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 Mrotidjã, que continua apresentando boa aderência aos dados medidos.

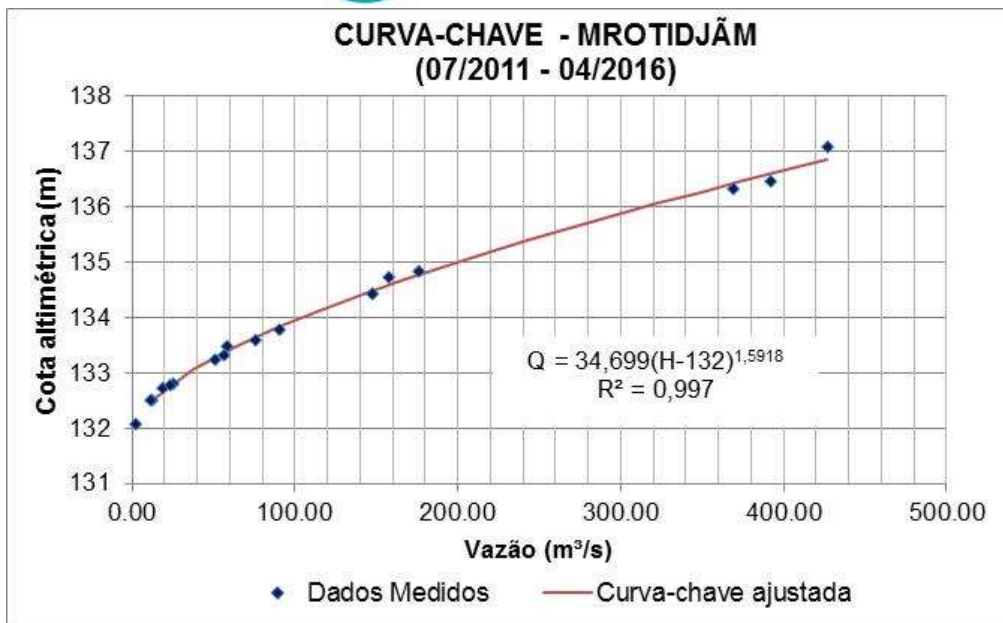


Figura 11.1.2 - 3 – Curva-chave - Mrotidjãm.

A curva-chave ajustada para a seção de medição da estação Fazenda Cipaúba apresenta um bom ajuste no período monitorado de março/2012 a abril/2016.

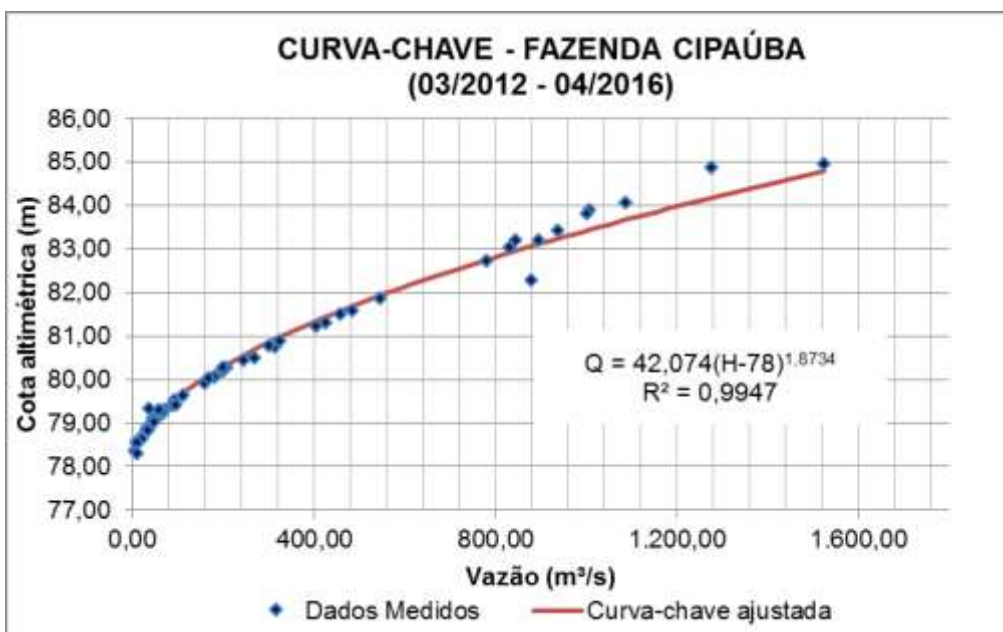


Figura 11.1.2 - 4 – Curva-chave - Fazenda Cipaúba.

Tal como para as outras estações, a curva-chave ajustada para a seção de medição na estação Foz do Bacajá também apresenta boa aderência aos dados medidos no período de monitoramento abril/2011 a abril/2016.

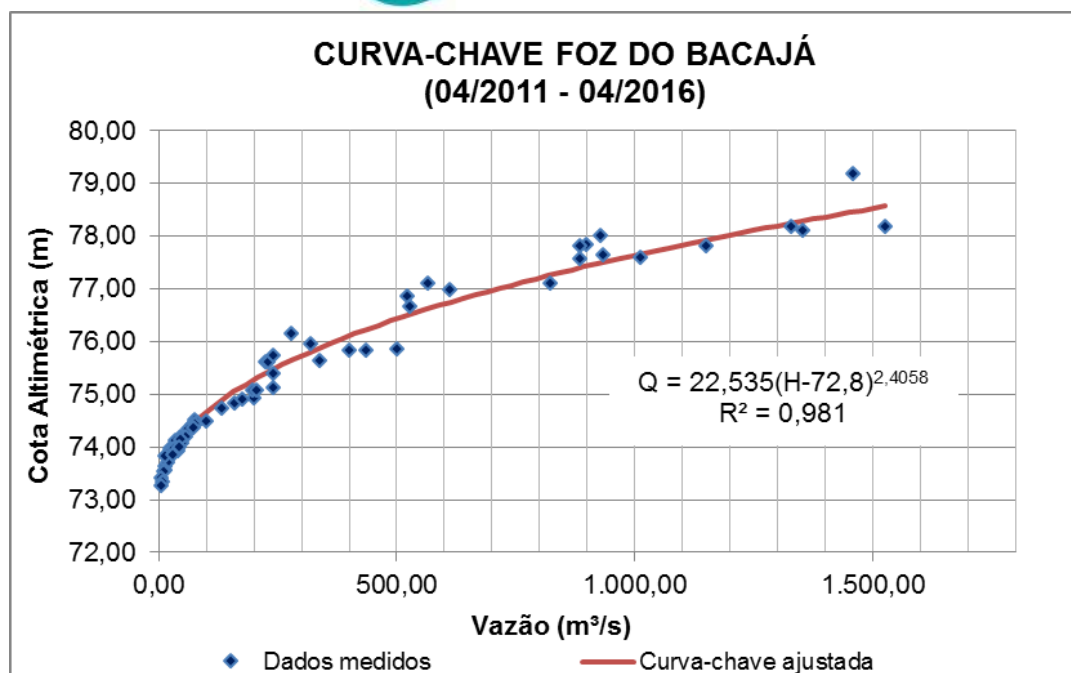


Figura 11.1.2 - 5 – Curva-chave – UHE Belo Monte Foz do Bacajá.

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 - 2** são apresentados os dados de campanha de medição de vazão, no qual 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 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 para dois períodos de monitoramento: (1) pré-enchimento (julho/2011 a novembro/2015) e (2) enchimento e pós enchimento (respectivamente, 24/11/2015 a 13/02/2016 e 14/02/2016 a 30/04/2016).

A **Figura 11.1.2 - 8** apresenta a distribuição média diária de cotas máximas, médias e mínimas em conjunto com o erro padrão em torno das cotas médias, para o período de julho/2011 a abril/2016.

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 131,75 m ocorreu no último período de estiagem, em 01/11/2015, anterior ao início do enchimento dos reservatórios.

A amplitude máxima anual no período de maio/2015 a abril/2016 - um ano completo de observações - foi de 4,59 m (maior cota diária média: 136,34 m, registrada no dia 12/05/2015, e menor cota diária média: 131,75 m, registrada no dia 01/11/2015).



Figura 11.1.2 - 6 – Evolução diária de cotas - Período (1) Pré-enchimento Reservatórios UHE Belo Monte - Estação Mrotidjã.



Figura 11.1.2 - 7 – Evolução diária de cotas - Período (2) Enchimento e Pós-enchimento Reservatórios UHE Belo Monte - Estação Mrotidjã.

Percebe-se uma considerável variabilidade natural do regime do rio Bacajá com reflexo nas cotas diárias, sobretudo na cheia, como indicado pelo registro de dispersão apontado pelo erro padrão na **Figura 11.1.2 - 8** (barras verticais em torno da média).

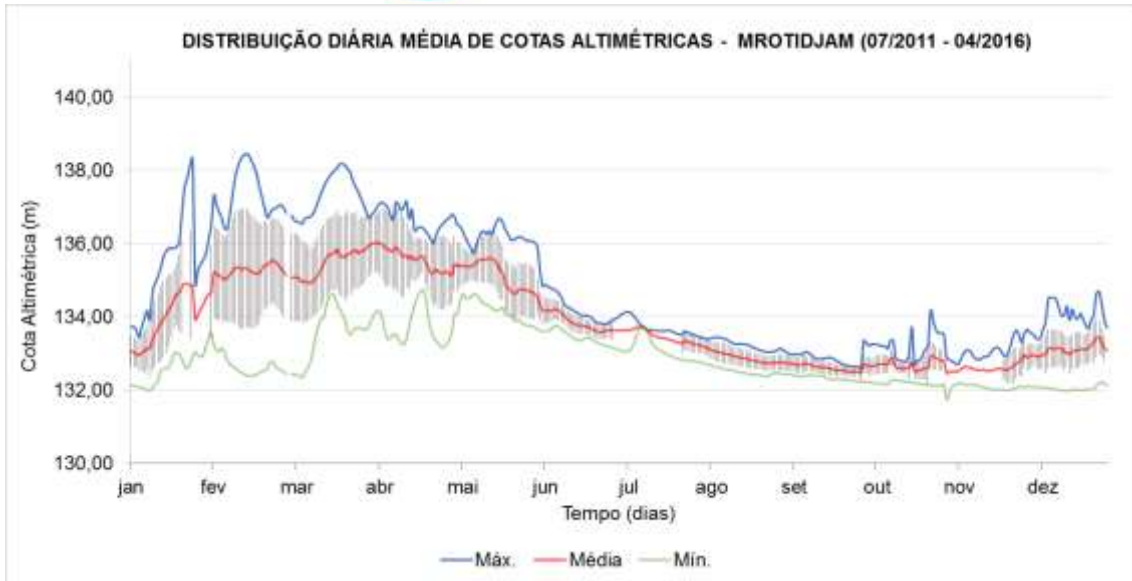


Figura 11.1.2 - 8 – Distribuição diária média de cotas - Estação Mrotidjã.

Nas **Figuras 11.1.2 - 9 e 11.1.2 - 10**, registra-se a evolução diária de cotas altimétricas na estação Fazenda Cipaúba para dois períodos de monitoramento: (1) pré-enchimento (janeiro/2012 a novembro/2015), e (2) enchimento e pós enchimento (24/11/2015 a 30/04/2016).



Figura 11.1.2 - 9 – Evolução diária de cotas - Período (1) Pré-enchimento Reservatórios UHE Belo Monte - Estação Fazenda Cipaúba.

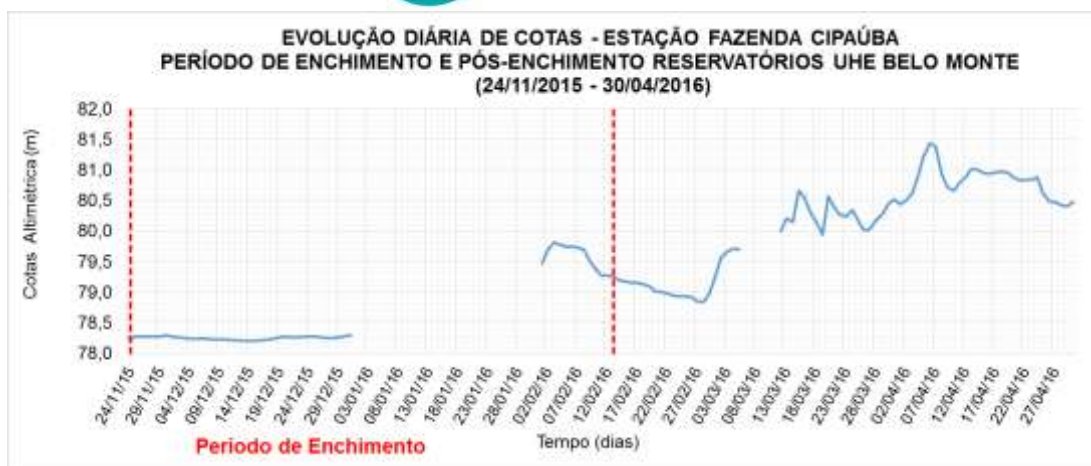


Figura 11.1.2 - 10 – Evolução diária de cotas - Período (2) Enchimento e Pós-enchimento Reservatórios UHE Belo Monte - Estação Fazenda Cipaúba.

A **Figura 11.1.2 - 11** apresenta a distribuição média diária de cotas máximas, médias e mínimas em conjunto com o erro padrão em torno das cotas médias, para o período de janeiro/2012 a abril/2016.

Na seção de medição da estação Fazenda Cipaúba, a maior cota altimétrica média diária observada no período de monitoramento foi de 85,0 m (21/02/2013 e 21/03/2014) e a menor 78,21m (13/12/2015).



Figura 11.1.2 - 11 – Distribuição diária média de cotas - Estação Fazenda Cipaúba.

A amplitude máxima anual no período de maio/2015 a abril/2016 - um ano completo de observações - foi de 4,29 m (maior cota diária média: 82,5m, observada em 15/05/2015), e menor cota diária média: 78,21m, observada em: 13/12/2015). 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 - 11** (barras verticais em torno da média).

A seguir, é apresentada nas **Figuras 11.1.2 - 12** e **11.1.2 - 13** a evolução diária de cotas altimétricas na estação UHE Belo Monte Foz do Bacajá para dois períodos de monitoramento: (1) pré-enchimento (abril/2011 a novembro/2015) e (2) enchimento e pós enchimento (24/11/2015 a 30/04/2016).



Figura 11.1.2 - 12 – Evolução diária de cotas - Período (1) Pré-enchimento Reservatórios UHE Belo Monte - Estação UHE Belo Monte Foz do Bacajá.



Figura 11.1.2 - 13 – Evolução diária de cotas - Período (2) Enchimento e Pós-enchimento Reservatórios UHE Belo Monte - Estação UHE Belo Monte Foz do Bacajá.

A **Figura 11.1.2 - 14** apresenta a distribuição média diária de cotas máximas, médias e mínimas em conjunto com o erro padrão em torno das cotas médias, para o período de abril/2011 a abril/2016. Na estação UHE Belo Monte Foz do Bacajá, a maior cota diária média observada foi 79,2 m, registrada no período de cheia (18/03/2014), e a menor cota diária média foi 73,26 (18/12/2015). Diferentemente das outras duas estações do rio Bacajá, Foz do Bacajá apresenta uma dispersão de cotas inferior,

sobretudo no período de vazante (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 - 14 – Distribuição diária média de cotas - Estação UHE Belo Monte Foz do Bacajá.

A amplitude máxima anual no período de maio/2015 a abril/2016 foi de 3,71 m, sendo a maior cota diária média: 76,97 m (15/05/2015) e menor cota diária média: 73,26 (18/12/2015). 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	MAIOR COTA DIÁRIA MÉDIA (m)	MENOR COTA DIÁRIA MÉDIA (m)
Mrotidjãm	07/2012 - 04/2016	$Q = 34,699(H-132)^{1,5918}$	138,46	131,75
Fazenda Cipaúba	01/2012 - 04/2016	$Q = 42,074(H-78)^{1,8734}$	85,0	78,21
UHE BM Foz do Bacajá	04/2011 - 04/2016	$Q = 22,535(H-72,8)^{2,4058}$	79,2	73,26

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 - 15** 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 Jusante (Tartarugas) = 479.336 km².



Figura 11.1.2 - 15 – 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 - 17 a 11.1.2 - 20**, delimitando-se o intervalo de cotas e vazões válidas para a relação cota-descarga estabelecida.

A estação UHE Belo Monte Montante está localizada a montante da área de influência do remanso do Reservatório do Xingu. Nesta estação, a medição de vazão vem sendo feita nas três seções apresentadas na **Figura 11.1.2 - 16**.

As referências de nível para a estação UHE Belo Monte Montante são realizadas a partir da leitura da régua limnimétrica localizada na Seção Margem Direita, conforme representado na **Figura 11.1.2 - 16**. Sendo assim, optou-se por considerar as informações da Seção Margem Direita para caracterização da variação de nível e de vazão (curva-chave) na estação UHE Belo Monte Montante.



Figura 11.1.2 - 16 – Vista das Seções Margem Direita, Margem Esquerda e Canal Central da Estação UHE Belo Monte Montante.

Conforme previsto no PBA, a partir do enchimento dos reservatórios, a estação UHE Belo Monte Montante passa a ser a estação de referência para a vazão afluente à UHE Belo Monte. Com o intuito de alinhar o entendimento quanto aos registros de vazões afluentes e defluentes, utilizado pela Diretoria de Construção (DC) da Norte Energia, em atendimento ao Hidrograma de Consenso B, é apresentada, na **Figura 11.1.2 - 17**, a curva-chave para a estação UHE Belo Monte Montante. A curva ajustada foi dividida em dois tramos (baixo e alto), para melhor representar os pontos medidos, tendo sido desconsiderados apenas duas das 60 (sessenta) medições realizadas até agosto/2015.

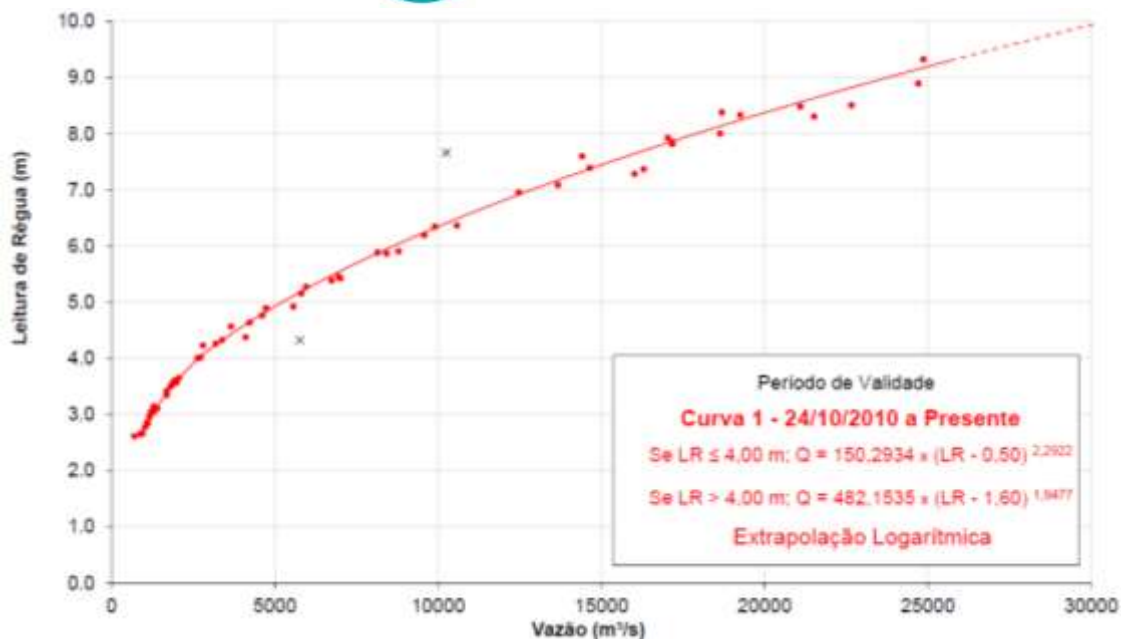


Figura 11.1.2 - 17 – Curva-chave Rio Xingu – UHE Belo Monte Montante.

Fonte: Estudo da Curva-Chave da Estação Fluviométrica Montante-2 - Hidrocon/Norte Energia – dez/2015.

Já a estação UHE Belo Monte Mangueiras, conforme indicado na **Figura 11.1.2 - 15**, está localizada na margem direita do rio Xingu, no TVR, logo a jusante da Barragem Principal (Pimental).

Na **Figura 11.1.2 - 18** são apresentados os ajustes gráficos para a relação cota-vazão para seção de medição na estação UHE Belo Monte Mangueiras, considerando a consistência realizada pela equipe de Engenharia da DC da Norte Energia, analogamente ao que foi apresentado para a estação UHE Belo Monte Montante.

A análise foi realizada com base nas medições de descargas líquidas disponíveis no período, janeiro/2012 a janeiro/2016, e que se referem a medições efetuadas exclusivamente com ADCP.

Após análise dos pontos de medição, foi definida uma nova curva, denominada curva ajustada, desconsiderando-se os pontos fora da tendência geral. Na **Figura 11.1.2 - 18** apresenta-se a curva-chave utilizada nos estudos realizados no PBC (Projeto Básico Consolidado) e a nova curva-chave, proposta pela equipe de Engenharia da DC da Norte Energia. No **Anexo 11.1.2 - 3** é apresentada a íntegra do estudo de revisão da curva-chave da estação UHE Belo Monte Mangueiras. De acordo com o referido estudo, a nova curva cota x vazão definida é mais aderente aos pontos de medição na faixa de vazões de 12.000 a 16.000 m³/s do que a definida no PBC. Para vazões até 12.000 m³/s, as curvas são bastante semelhantes. Assim, optou-se, por adotar a nova curva-chave para efetuar o cálculo das vazões na estação Mangueiras. No ajuste realizado a curva-chave ajustada foi dividida em dois tramos (para H < 86,67 m e H ≥ 86,67 m), conforme indicado na **Figura 11.1.2 - 18**.

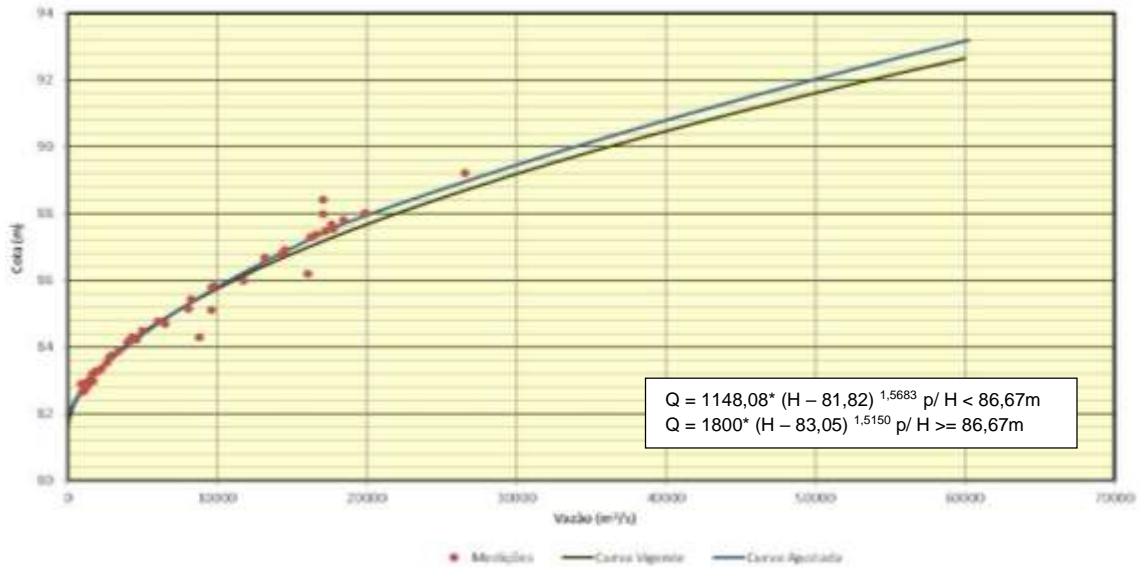


Figura 11.1.2 - 18 – Curva-Chave Rio Xingu - Mangueiras.

Fonte: Nota Técnica – NT-DC-2016-004-R0 - Atualização da Curva-Chave UHE Belo Monte Posto Mangueiras – fevereiro /2016.

Na **Figura 11.1.2 - 19** registra-se a curva-chave para a seção de medição da estação Ilha da Fazenda, considerando-se o período de monitoramento de novembro/2010 a abril/2016.

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

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

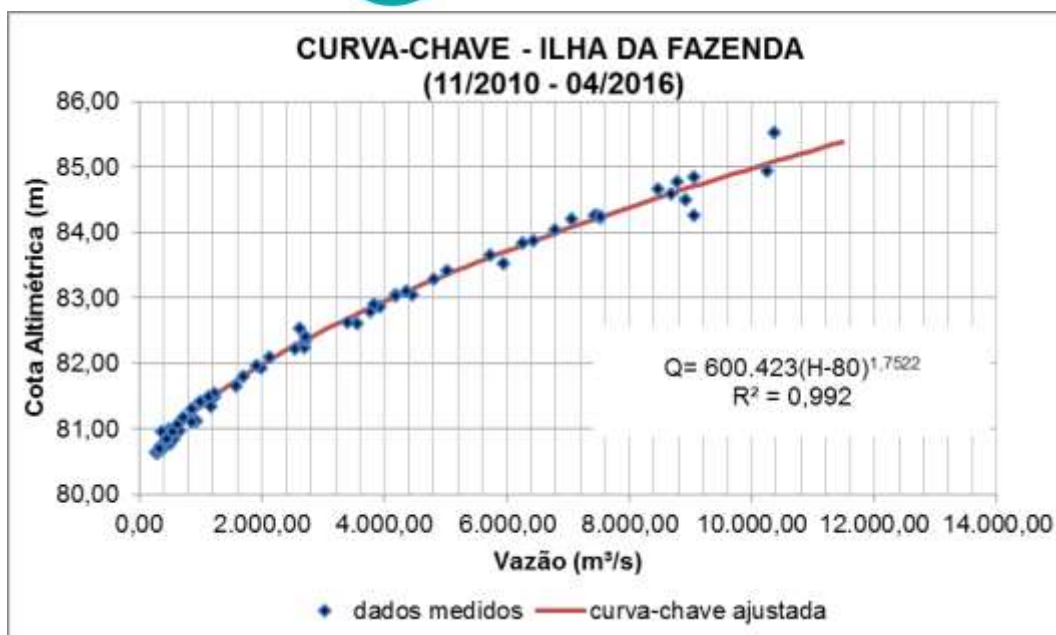


Figura 11.1.2 - 19 – Curva-chave Rio Xingu - Ilha da Fazenda MD.

A estação UHE Belo Monte Jusante (Tartarugas) está localizada no rio Xingu, cerca de 28 km a jusante da Casa de Força Principal do sítio Belo Monte, e cerca de 10 km a montante da confluência com o igarapé Tucuruí na cidade de Vitória do Xingu. Na **Figura 11.1.2 - 20**, apresenta-se o ajuste da relação cota x vazão para a seção de medição na estação UHE Belo Monte Jusante, considerando-se o monitoramento realizado entre janeiro/2012 a abril/2016.

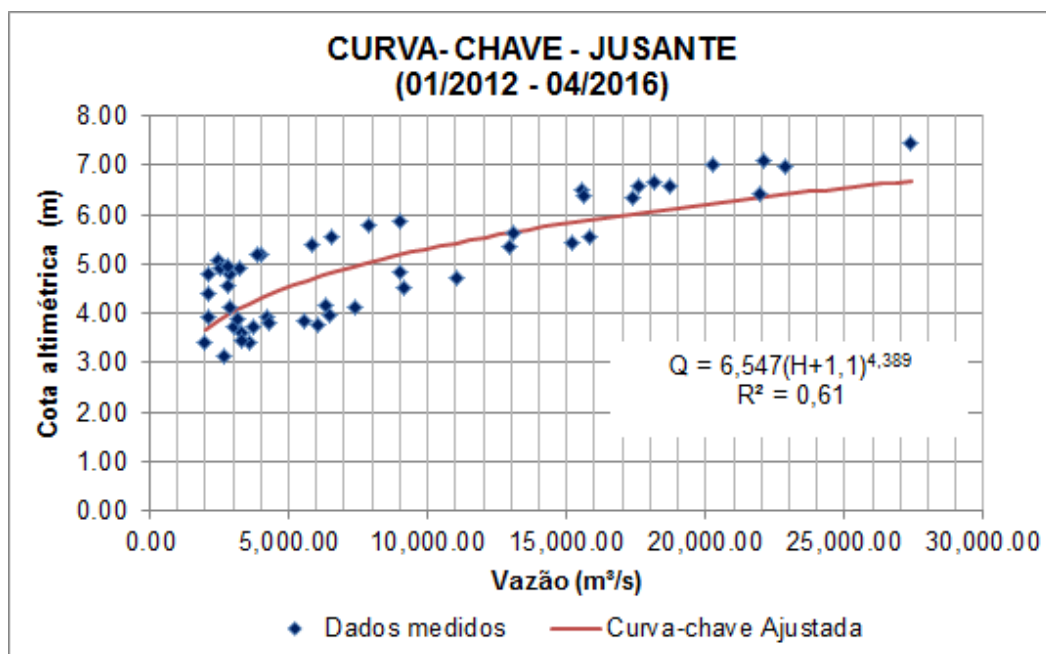


Figura 11.1.2 - 20 – Curva-chave Rio Xingu – UHE Belo Monte Jusante.

Pode-se verificar pela análise dos dados que a maior dispersão ocorre para vazões menores e, em contrapartida, os pontos que mais se ajustam à curva foram medidos em 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 do efeito de marés, principalmente no período de vazões baixas.

No **Anexo 11.1.2 - 2** estão registrados os dados de campanha de medição de vazão para as estações no rio Xingu, no qual 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 - 21** e **11.1.2 - 22** a evolução diária de cotas altimétricas na estação UHE Belo Monte Montante para dois períodos de monitoramento: (1) pré-enchimento (outubro/2010 a novembro/2015) e (2) enchimento e pós enchimento (24/11/2015 a 30/04/2016), medidos a partir do canal da margem direita.

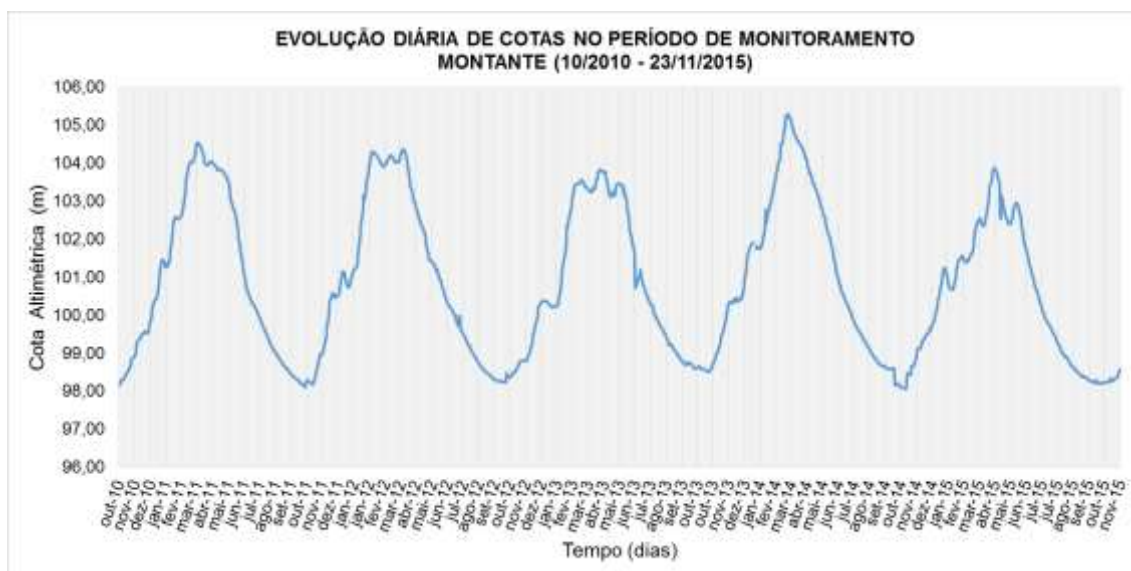


Figura 11.1.2 - 21 – Evolução diária de cotas Rio Xingu - Período (1) Pré-enchimento Reservatórios UHE Belo Monte - Estação UHE Belo Monte Montante.

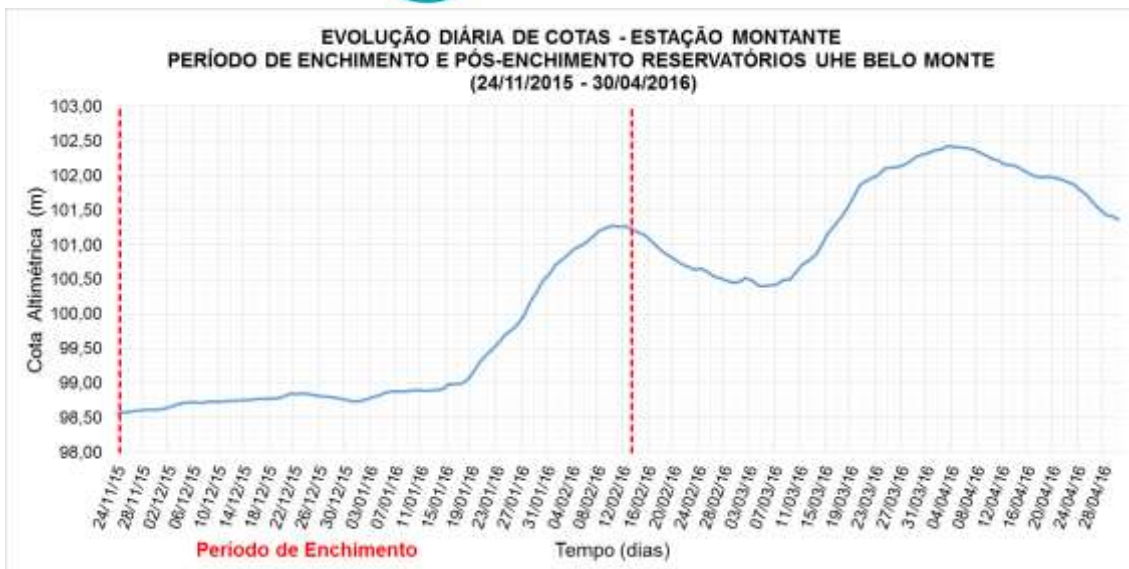


Figura 11.1.2 - 22 – Evolução diária de cotas Rio Xingu - Período (2) Enchimento e Pós-enchimento Reservatórios UHE Belo Monte - Estação UHE Belo Monte Montante.

A **Figura 11.1.2 - 23** apresenta a distribuição média diária de cotas máximas, médias e mínimas em conjunto com o erro padrão em torno das cotas médias para o período de outubro/2010 a abril/2016.

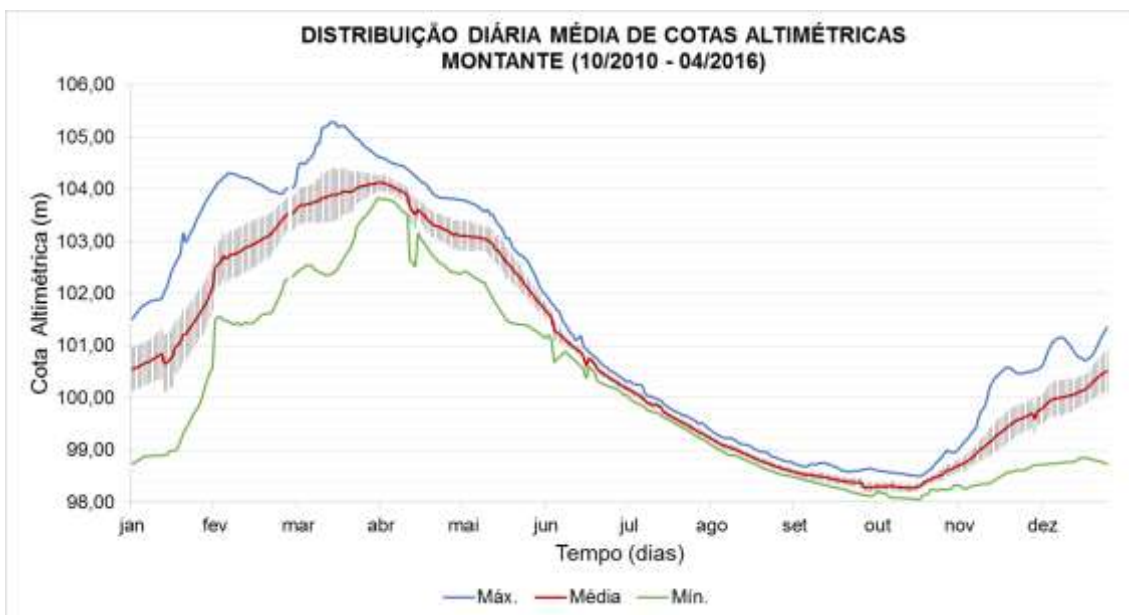


Figura 11.1.2 - 23 – Distribuição diária média de cotas - Estação UHE Belo Monte Montante.

Na estação UHE Belo Monte Montante, 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 maio/2015 a abril/2016 - um ano completo de observações - foi de 4,76 m (maior cota diária média: 102,95 m, observada em 14/05/2015, e menor cota diária média: 98,19 m, em 15/10/2015).

A estação UHE Belo Monte Montante 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 - 23** (barras verticais em torno da média), sendo maior durante o período de cheia.

Nas **Figuras 11.1.2 - 24** e **11.1.2 - 25** apresenta-se a evolução diária de cotas altimétricas na estação UHE Belo Monte Mangueiras para dois períodos de monitoramento: (1) pré-enchimento (outubro/2010 a novembro/2015) e (2) enchimento e pós enchimento (24/11/2015 a 30/04/2016).

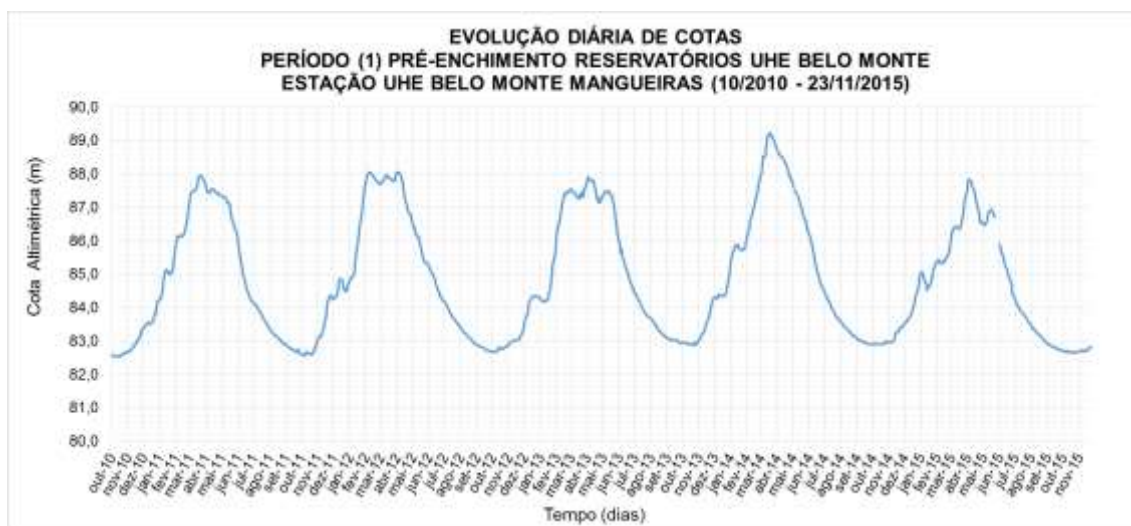


Figura 11.1.2 - 24 – Evolução diária de cotas Rio Xingu - Período (1) Pré-enchimento Reservatórios UHE Belo Monte - Estação UHE Belo Monte Mangueiras.

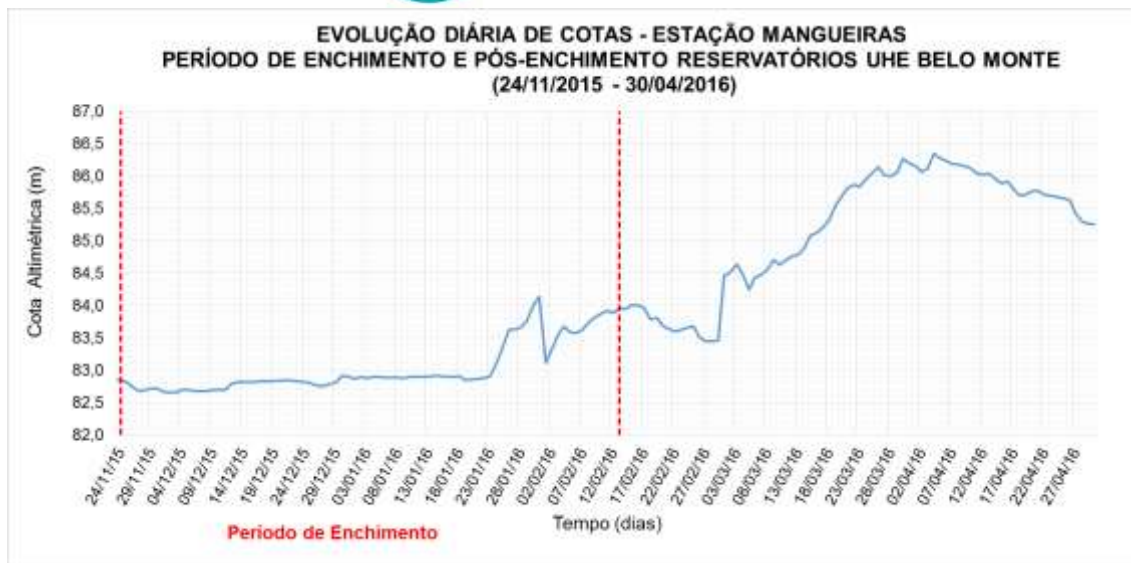


Figura 11.1.2 - 25 – Evolução diária de cotas Rio Xingu - Período (2) Enchimento e Pós-enchimento Reservatórios UHE Belo Monte - Estação UHE Belo Monte Mangueiras.

A **Figura 11.1.2 - 26** apresenta a distribuição média diária de cotas máximas, médias e mínimas em conjunto com o erro padrão em torno das cotas médias para o período de outubro/2010 a abril/2016.

Na estação UHE Belo Monte 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 – bem antes do TVR ser configurado).

A amplitude máxima no período de maio/2015 a abril/2016 - um ano completo de observações - foi de 4,29 m (maior cota diária média: 86,93 m, observada em 16/05/2015, e menor cota diária média: 82,64 m, observada em 23/10/2015, também antes da formação do TVR).

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

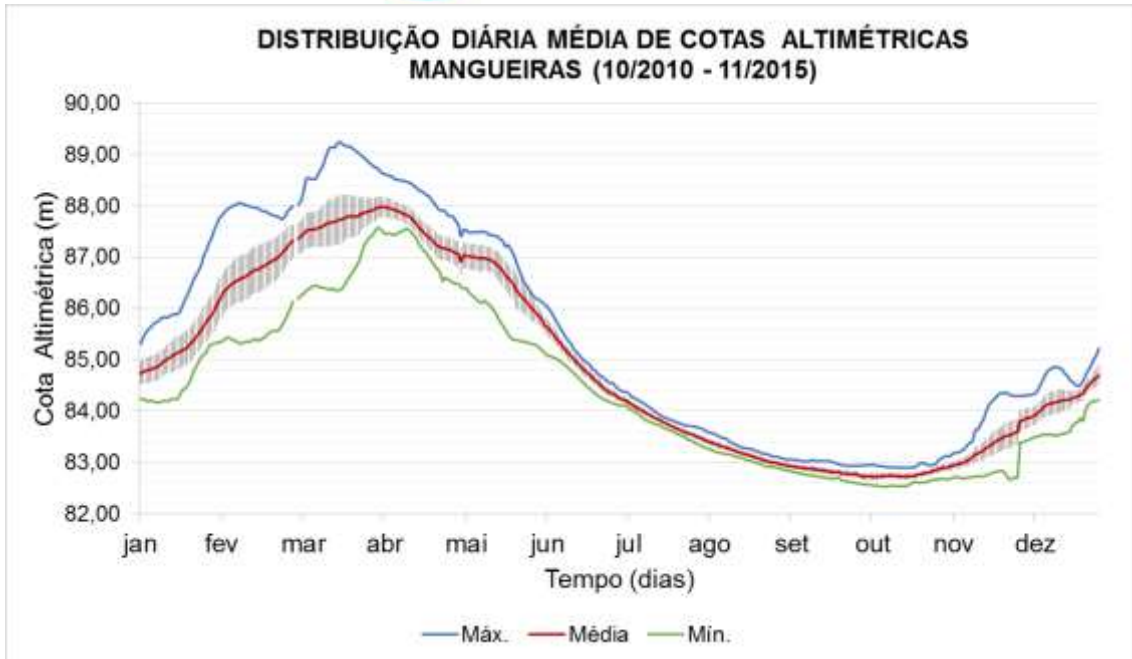


Figura 11.1.2 - 26 – Distribuição diária média de cotas - Estação UHE Belo Monte Mangueiras.

Nas **Figuras 11.1.2 - 27 e 11.1.2 - 28** apresenta-se a evolução diária de cotas altimétricas na estação Ilha da Fazenda para dois períodos de monitoramento: (1) pré-enchimento (outubro/2010 a novembro/2015) e (2) enchimento e pós enchimento (24/11/2015 a 30/04/2016).



Figura 11.1.2 - 27 – Evolução diária de cotas Rio Xingu - Período (1) Pré-enchimento Reservatórios UHE Belo Monte - Estação Ilha da Fazenda.



Figura 11.1.2 - 28 – Evolução diária de cotas Rio Xingu - Período (2) Enchimento e Pós-enchimento Reservatórios UHE Belo Monte - Estação Ilha da Fazenda.

A **Figura 11.1.2 - 29** apresenta a distribuição média diária de cotas máximas, médias e mínimas em conjunto com o erro padrão em torno das cotas médias para o período de outubro/2010 a abril/2016.

Na estação Ilha da Fazenda, a maior cota diária média observada no período de monitoramento (outubro/2010 a abril/2016) 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 maio/2015 a abril/2016 - um ano completo de observações - foi de 3,26 m (maior cota diária média: 83,91 m, observada em 14/05/2015, e menor cota diária média: 80,65 m, observada em 03/12/2015).

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.

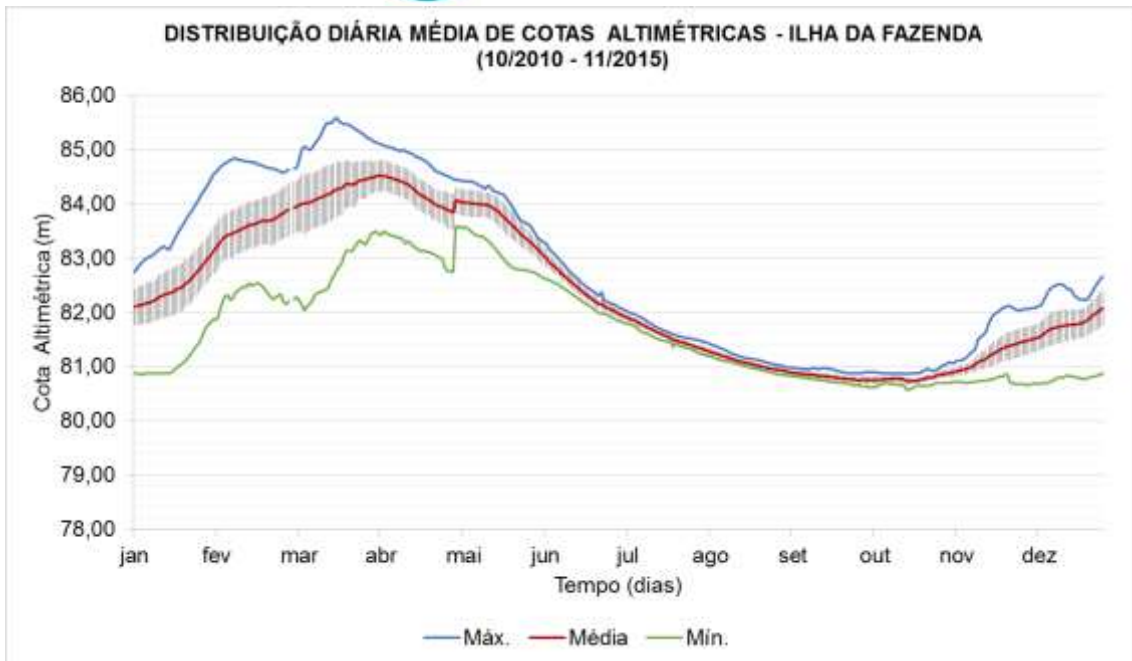


Figura 11.1.2 - 29 – Distribuição diária média de cotas - Estação Ilha da Fazenda.

A seguir, as **Figuras 11.1.2 - 30 e 11.1.2 - 31** apresenta-se a evolução diária de cotas altimétricas na estação UHE Belo Monte Jusante para dois períodos de monitoramento: (1) pré-enchimento (dezembro/2011 a novembro/2015) e (2) enchimento e pós enchimento (24/11/2015 a 30/04/2016).



Figura 11.1.2 - 30 – Evolução diária de cotas Rio Xingu - Período (1) Pré-enchimento Reservatórios UHE Belo Monte - Estação UHE Belo Monte Jusante.

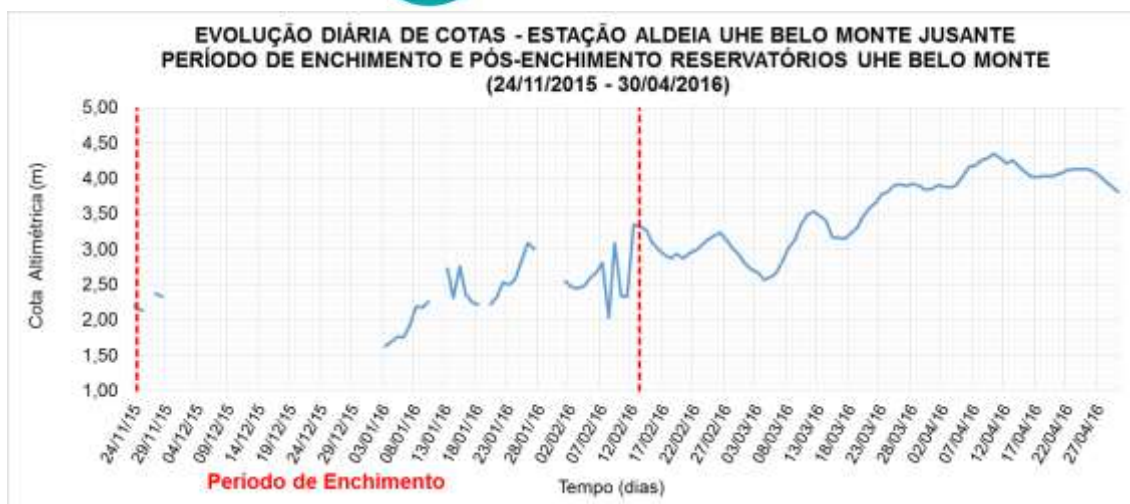


Figura 11.1.2 - 31 – Evolução diária de cotas Rio Xingu - Período (2) Enchimento e Pós-enchimento Reservatórios UHE Belo Monte - Estação UHE Belo Monte Jusante.

A **Figura 11.1.2 - 32** apresenta a distribuição média diária de cotas máximas, médias e mínimas em conjunto com o erro padrão em torno das cotas médias para o período de dezembro/2011 a abril/2016.

No período de monitoramento da estação UHE Belo Monte Jusante, a maior cota diária média observada foi 6,59 m, registrada no período de cheia (24/03/2014), e a menor 1,60 m (21/11/2015 – antes da formação do TVR).

A amplitude máxima no período de maio/2015 a abril/2016 - um ano completo de observações - foi de 3,65 m (maior cota diária média: 5,25 m, observada em 19/05/2015, e menor cota diária média: 1,60 m, observada em 21/11/2015).

Na representação gráfica apresentada nas **Figuras 11.1.2 - 30 e 11.1.2 - 31**, assim como na **Figura 11.1.2 - 32**, para a variação do nível na seção de medição da estação UHE Belo Monte Jusante, 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 UHE Belo Monte Jusante, o que ocorre ao longo de todo o ano.

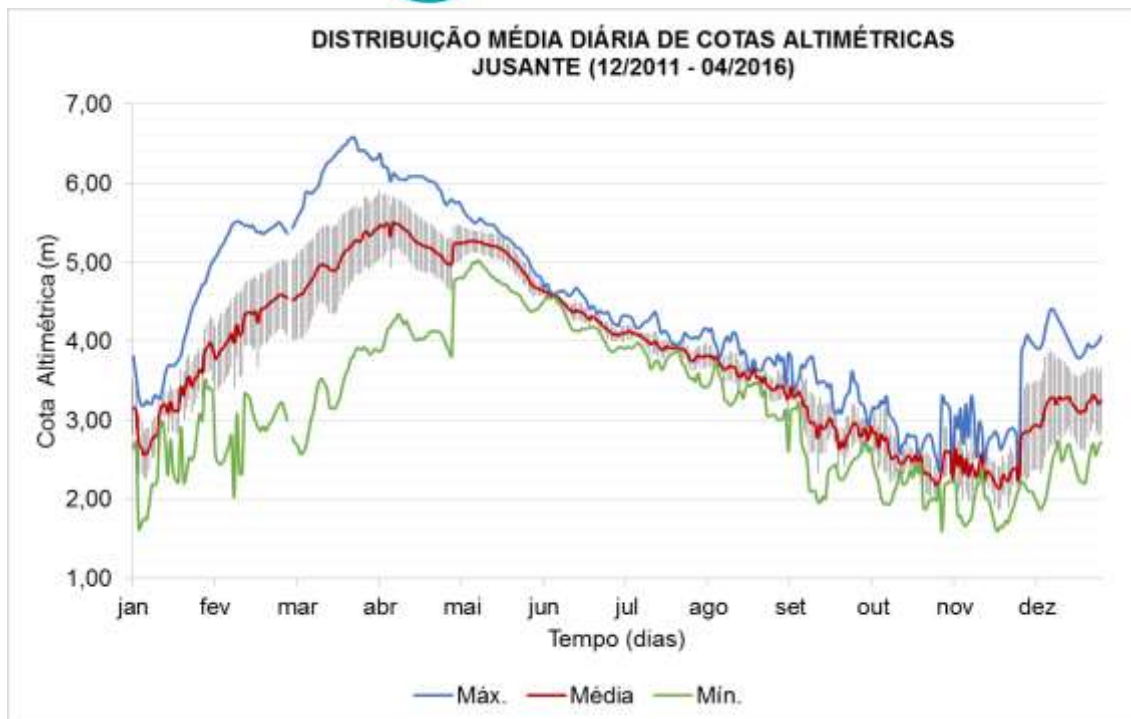


Figura 11.1.2 - 32 – Distribuição diária média de cotas - Estação UHE Belo Monte Jusante.

A estação de Altamira apresenta histórico consolidado de dados hidrológicos e tem sido uma fonte principal de informações até o início do enchimento do reservatório do Xingu. Com a formação do reservatório do Xingu, os níveis de água registrados na estação Altamira não mais podem ser associados às vazões da curva-chave da estação, devido aos efeitos do remanso.

Registra-se nas **Figuras 11.1.2 - 33 e 11.1.2 - 34** a evolução de cotas altimétricas na estação Altamira para dois períodos de monitoramento: (1) pré-enchimento (janeiro/1971 a novembro/2015) e (2) enchimento e pós enchimento (24/11/2015 a 30/04/2016).

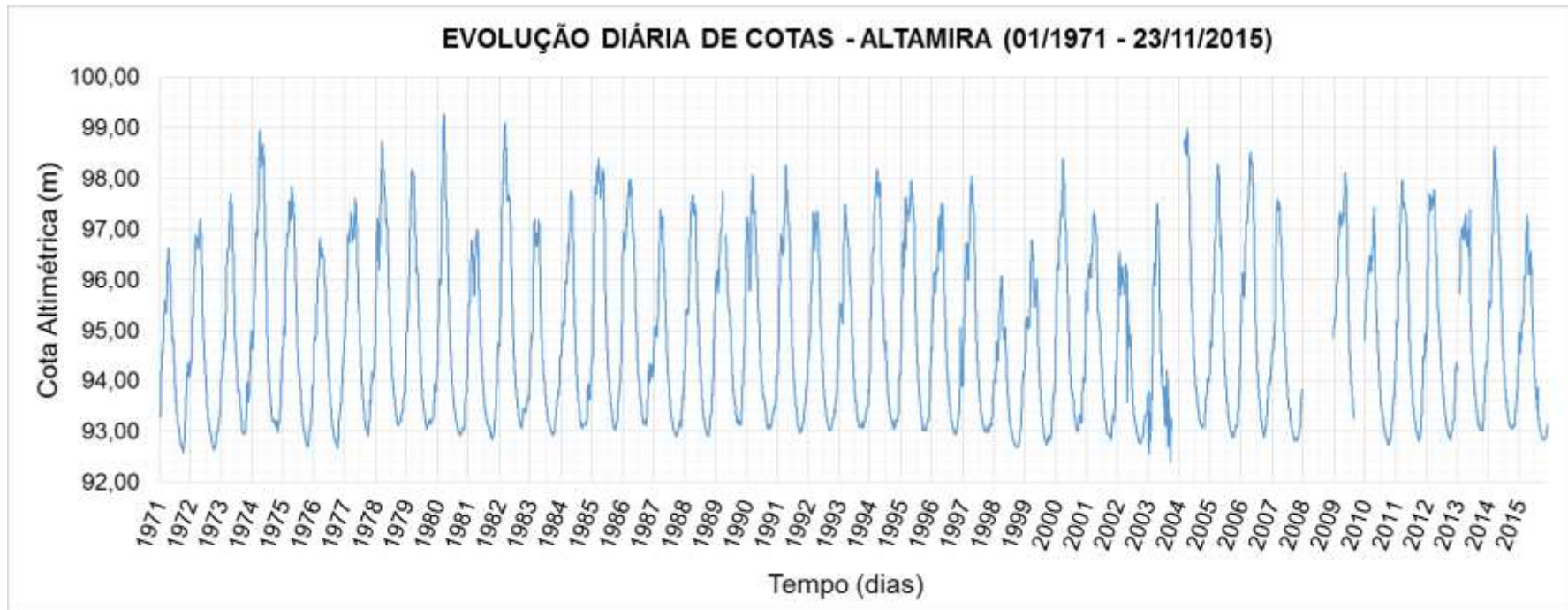


Figura 11.1.2 - 33 – Evolução diária de cotas Rio Xingu - Período (1) Pré-enchimento Reservatórios UHE Belo Monte - Estação Altamira.



Figura 11.1.2 - 34 – Evolução diária de cotas Rio Xingu - Período (2) Enchimento e Pós-enchimento dos Reservatórios UHE Belo Monte - Estação Altamira.

Na estação de Altamira, a maior cota diária média do histórico janeiro/1971 a abril/2016 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. Destaca-se que estes são registros diários pontuais. Em termos de médias mensais, tem-se que o mês de outubro/1972 apresenta 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 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 ano de 2012 (janeiro a dezembro), a amplitude de variação da cota na estação Altamira foi de 4,92 m (maior cota diária média: 97,78 m em 04/04/2012 e menor: 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: 97,39 m, em 24/05/2013, e menor: 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: 98,64 m, em 16 e 17/03/2014, e menor: 93,07 m, outubro/2014). A amplitude em 2015, considerando o período até o início do enchimento do reservatório do Xingu (janeiro a dezembro), foi de 4,46 m (maior cota diária média: 97,29 m, em 03/04/2015, e menor: 92,83 m, em 22/10/2015).

Durante o período de enchimento dos reservatórios (23 de novembro/2015 a 13 de fevereiro/2016), a cota na estação Altamira variou de 93,01 m até a cota nominal de operação da UHE Belo Monte de 97,00 m.

A **Figura 11.1.2 - 35** apresenta a distribuição média diária de cotas máximas, médias e mínimas em conjunto com o erro padrão em torno das cotas médias, para o período de janeiro/1971 até o início do enchimento (novembro/2015).

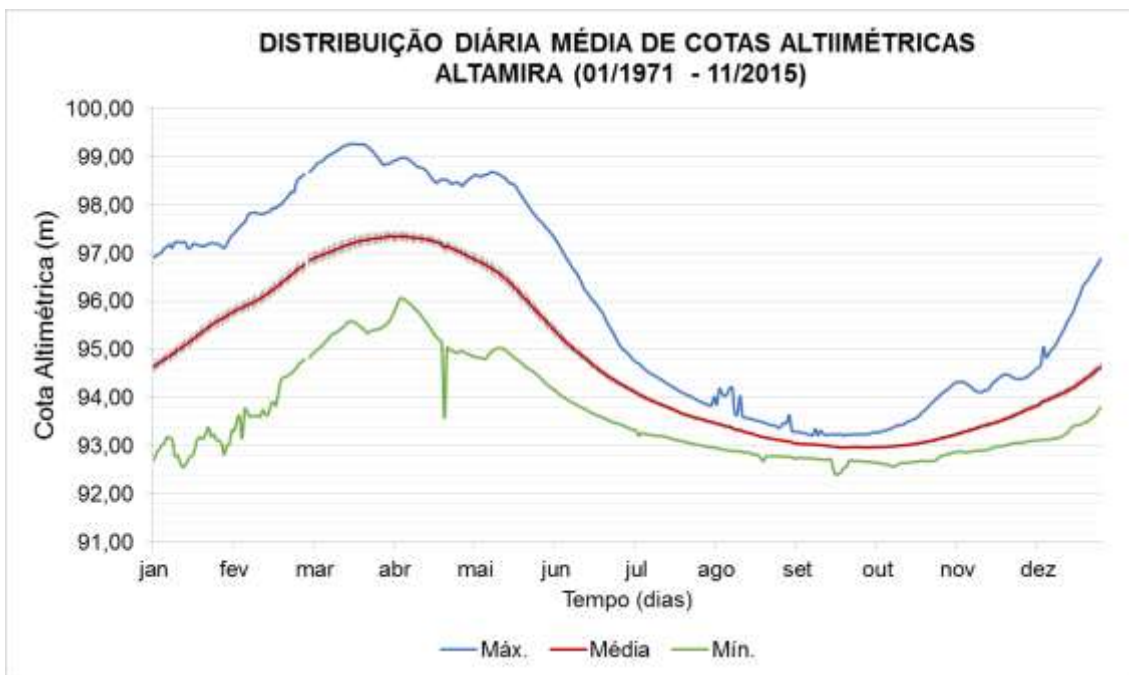


Figura 11.1.2 - 35 – Distribuição diária média de cotas - Estação Altamira.

A relação cota x vazão, válida até o início do enchimento dos reservatórios, é apresentada no gráfico da **Figura 11.1.2 - 36**.

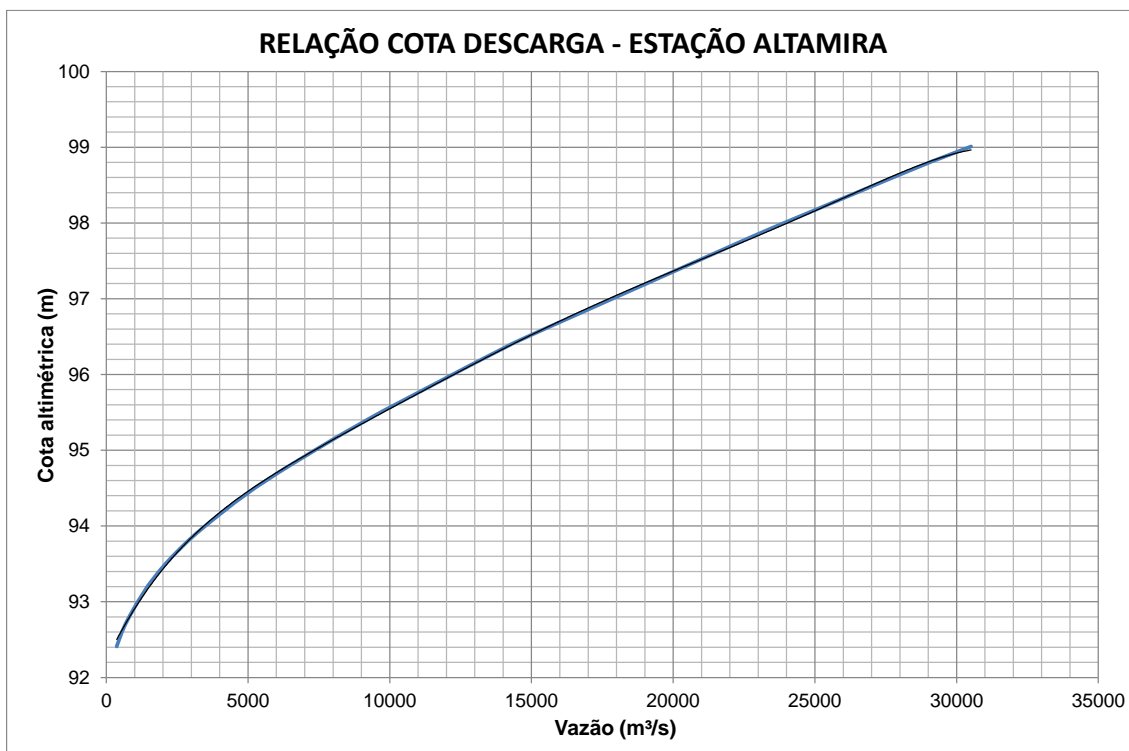


Figura 11.1.2 - 36 – Relação cota x vazão na estação Altamira entre vazões de 365 m³/s a 30.510 m³/s monitoradas no período de 1971 a 2015.

Na **Figura 11.1.2 - 37** registra-se informações mensais de vazão e precipitação para o período de monitoramento de dezembro/2011 a abril/2016 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.

Ressalta-se que os registros de precipitação mensal para os meses de março e abril de 2016 superam a média histórica. Adicionalmente, pode-se observar que tais registros de precipitação são superiores aos meses correspondentes dos anos anteriores, entretanto a vazão média mensal do rio Xingu nos meses de março/abril de 2016 não acompanharam a alta da precipitação. Estes dados exemplificam o fato de que as vazões no rio Xingu em Altamira são resultantes não só do volume de precipitação direta na região do entorno da UHE Belo Monte, mas refletem toda a condição do balanço hídrico da bacia do rio Xingu a montante do empreendimento.

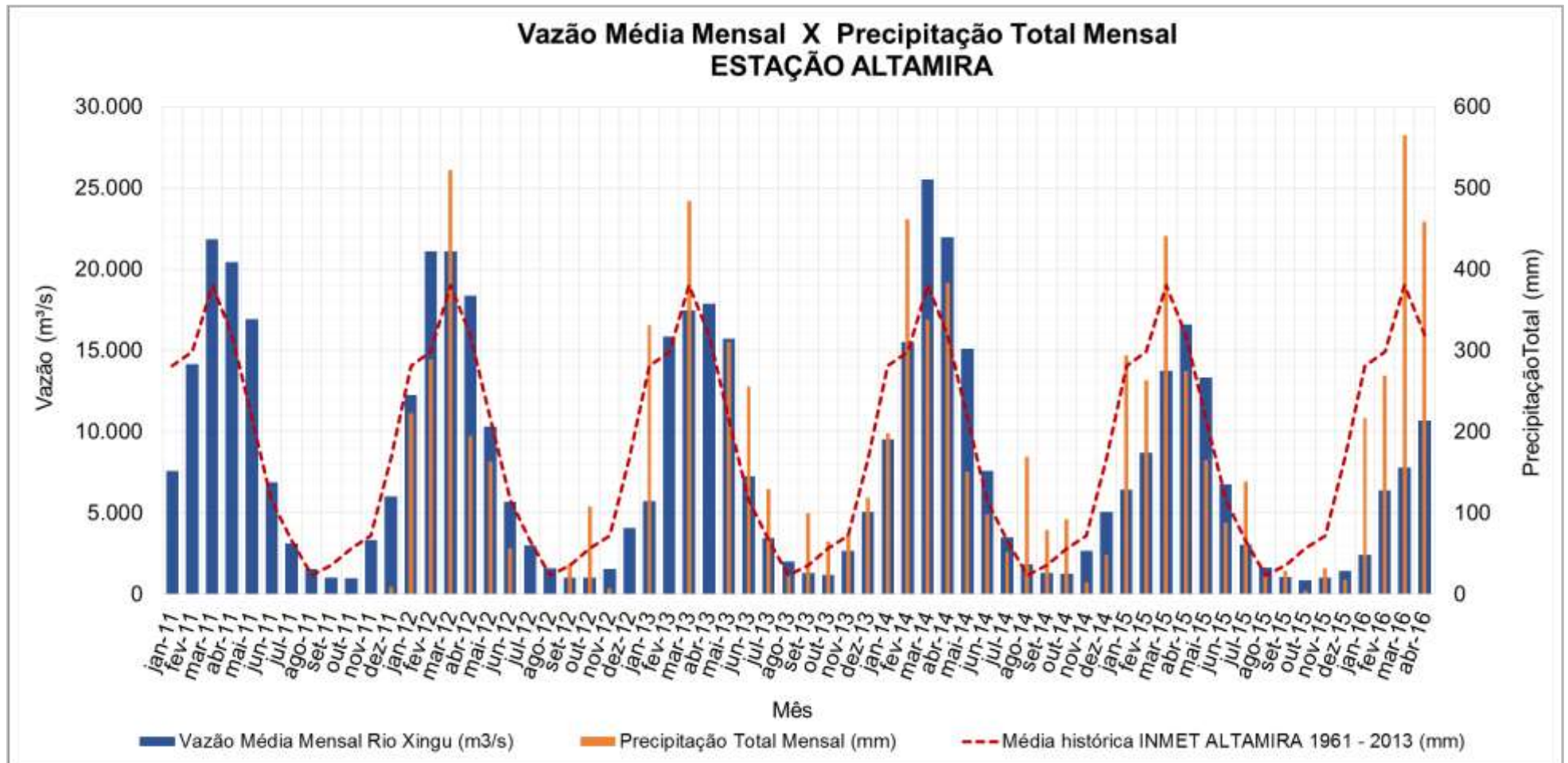


Figura 11.1.2 - 37 – Dados mensais da estação de Altamira de 12/2011 a 04/2016.

O **Quadro 11.1.2 - 3** apresenta os valores do gráfico da **Figura 11.1.2 - 37**. Os meses de agosto/2012, dezembro/2012, fevereiro/2013 e abril/2013 apresentaram falhas diárias e por isso 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 três últimos anos hidrológicos (maio/2013 a abril/2016) foi possível a consistência e determinação de precipitação total mensal para todos os meses.

Quadro 11.1.2 - 3 – Dados mensais da estação de Altamira de 12/2011 a 04/2016.

MÊS	VAZÃO MÉDIA MENSAL RIO XINGU (m³/s)	PRECIPITAÇÃO TOTAL MENSAL(mm)	PRECIPITAÇÃO 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)	PRECIPITAÇÃO 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
nov-15	1.023,00(*)	32,30	72,4
dez-15	1.425,00(*)	18,30	167,1
jan-16	2.442,00(*)	216,70	280,9
fev-16	6.379,00(*)	269,2	298,2
mar-16	7.798,00(*)	564,5	380,3
abr-16	1.0693(*)	458,2	319,2

(*) As vazões médias a partir de novembro/15 são regidas pela adoção do Hidrograma de Consenso B para as vazões defluentes ao TVR.

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	10/2010 a 08/2015	$Q = 150,2934(H-0,50)^{2,2922}$ p/ $H \leq 4m$ $Q = 482,1535 (H-1,60)^{1,948}$ $H > 4m$	105,28	98,05
Altamira	01/1971 a 11/2015	$Q = 1170,08(H-92)^{1,6798}$	99,27	92,40
Mangueiras (*)	01/2012 a 01/2016	$Q = 1148,08(H - 81,82)^{1,5683}$ p/ $H < 86,67m$ $Q = 1800(H - 83,05)^{1,5150}$ p/ $H \geq 86,67m$	89,23	82,53
Ilha da Fazenda	10/2010 a 04/2016	$Q = 600,423(H-80)^{1,7522}$	85,58	80,57
Jusante	10/2012 a 04/2016	$Q = 6,547(H+1,1)^{4,389}$	6,59	1,60

(*) Conforme ver Anexo

11.1.2.2.3. IGARAPÉS DA CIDADE DE ALTAMIRA

A seguir são apresentados os resultados do monitoramento até abril/2016 de níveis e vazões em quatro estações localizadas nos igarapés no entorno de Altamira: igarapés Altamira, Ambé (Cipó Ambé e Cupiúba) e Panelas.

As estações de monitoramento de nível e vazão nas estações UHE Belo Monte Igarapé Altamira e UHE Belo Monte Igarapé Panelas foram realocadas para montante, para pontos no mesmo igarapé, em decorrência da influência do remanso após o enchimento do reservatório do Xingu.

A **Figura 11.1.2 - 38** 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 (realocada) = 262,5 km²; Igarapé Altamira (realocada) = 91,7 km²; Igarapé Cupiúba = 39,9 km²; e Igarapé Cipó Ambé = 135,9 km².

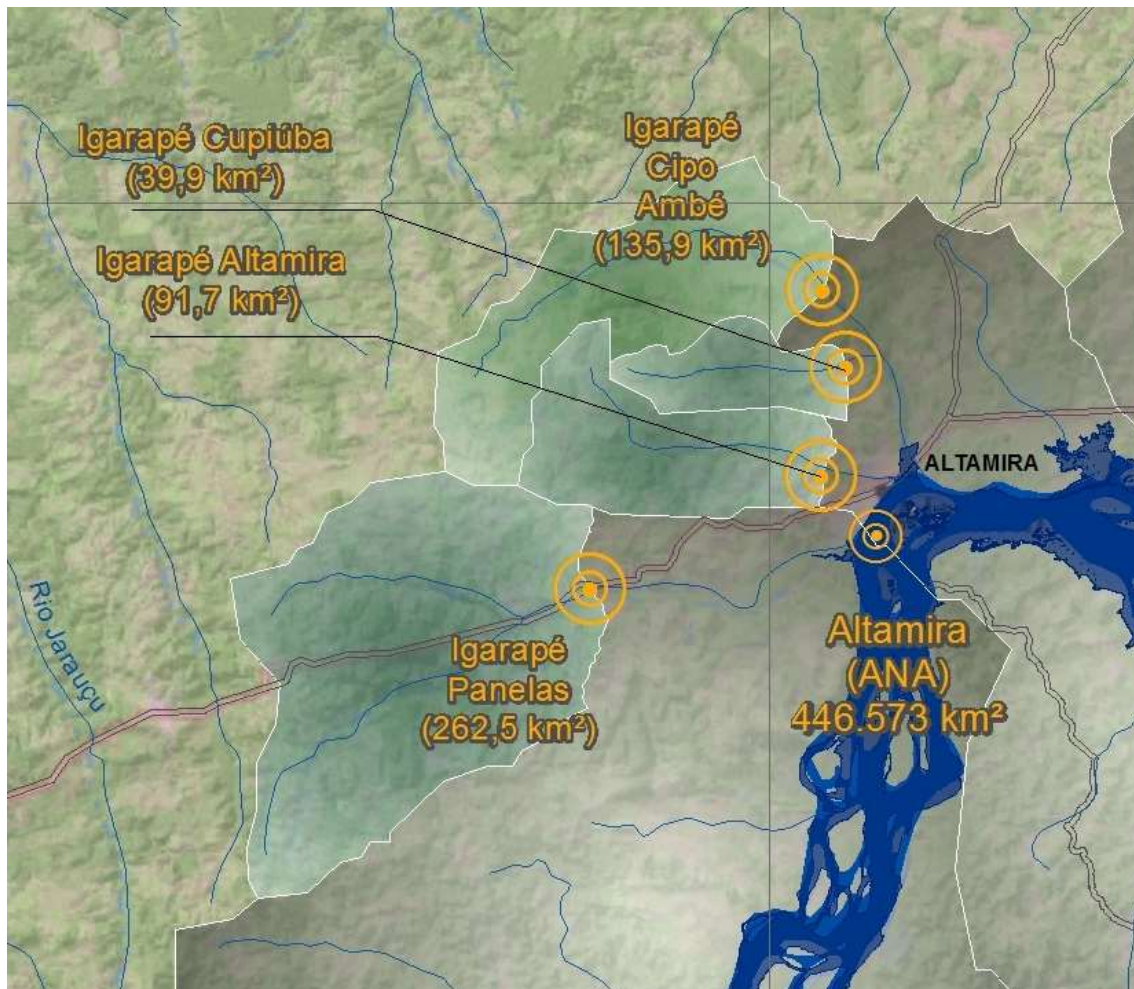


Figura 11.1.2 - 38 – Área de Drenagem a Montante das Estações dos Igarapés de Altamira.

As curvas-chave ajustadas para as quatro seções de medição nos igarapés de Altamira são apresentadas nas **Figuras 11.1.2 - 39 a 11.1.2 - 42**, juntamente com suas equações.

A curva-chave ajustada para a estação UHE Belo Monte Igarapé Panelas é apresentada na **Figura 11.1.2 - 39**. 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 Relatório Consolidado anterior, optou-se por segregar os pares cota x vazão em faixas de vazão características, possibilitando um melhor ajuste das curvas.

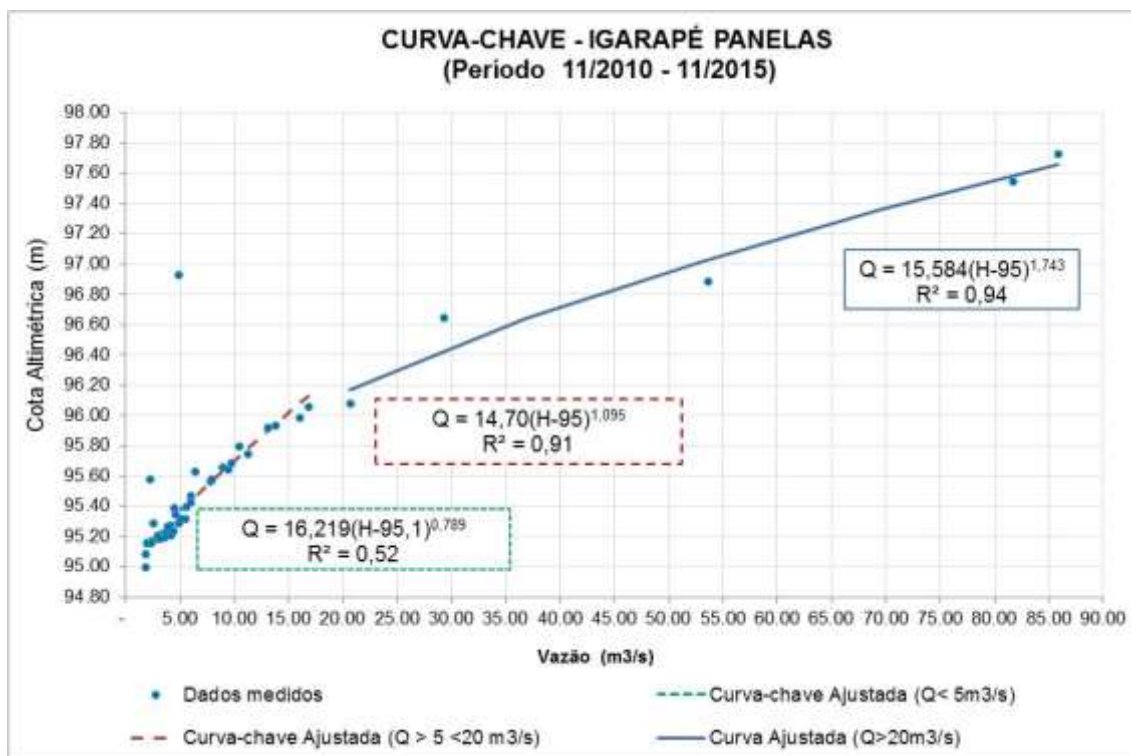


Figura 11.1.2 - 39 – Curva-chave – Estação UHE Belo Monte Igarapé Panelas.

A curva-chave ajustada para a estação UHE Belo Monte Igarapé Altamira, considerando-se os registros de medição de vazão até novembro/2015, é apresentada na **Figura 11.1.2 - 40**.

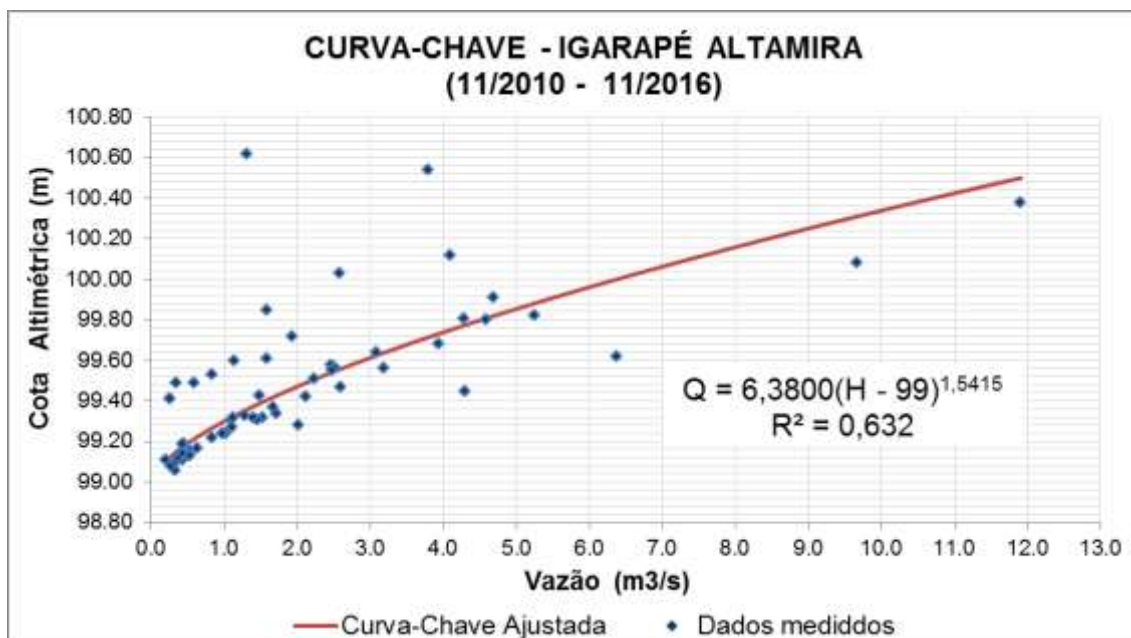


Figura 11.1.2 - 40 – Curva-chave – Estação UHE Belo Monte Igarapé Altamira.

A curva-chave ajustada para a estação UHE Belo Monte Igarapé Cupiúba é apresentada na **Figura 11.1.2 - 41**.

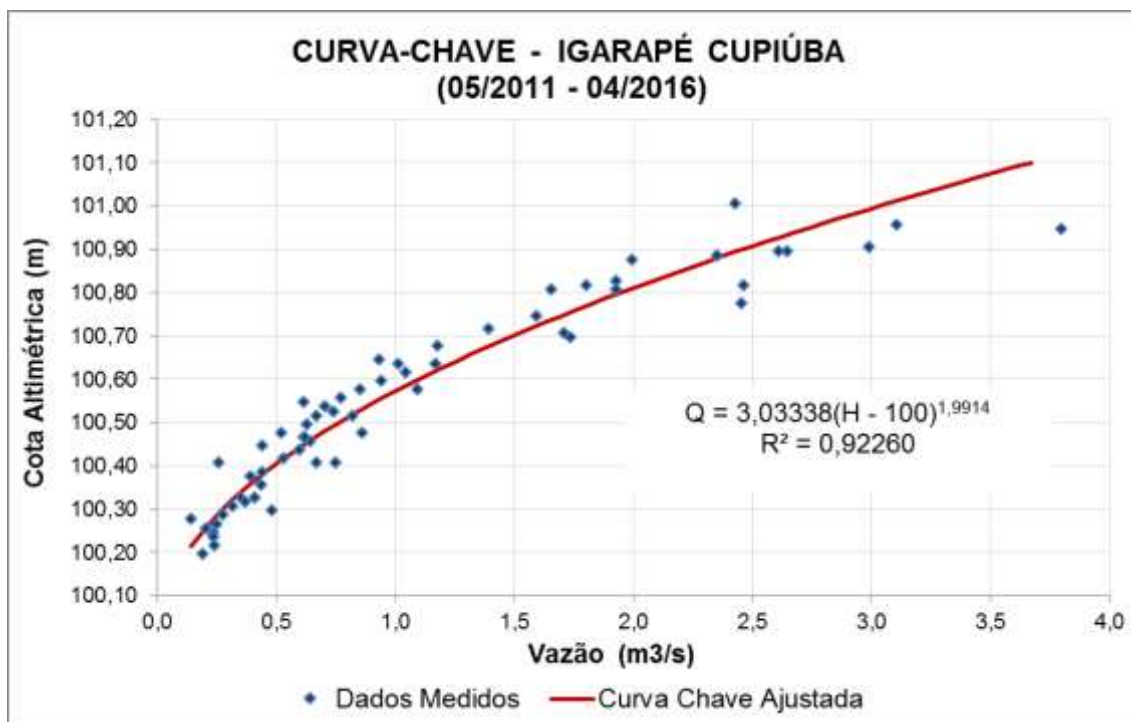


Figura 11.1.2 - 41 – Curva-chave - Igarapé Cupiúba.

O ajuste da curva-chave da estação UHE Belo Monte Igarapé Cupiúba apresenta bom coeficiente de determinação.

A curva-chave ajustada até o momento para estação UHE Belo Monte Igarapé Cipó Ambé é apresentada na **Figura 11.1.2 - 42**.

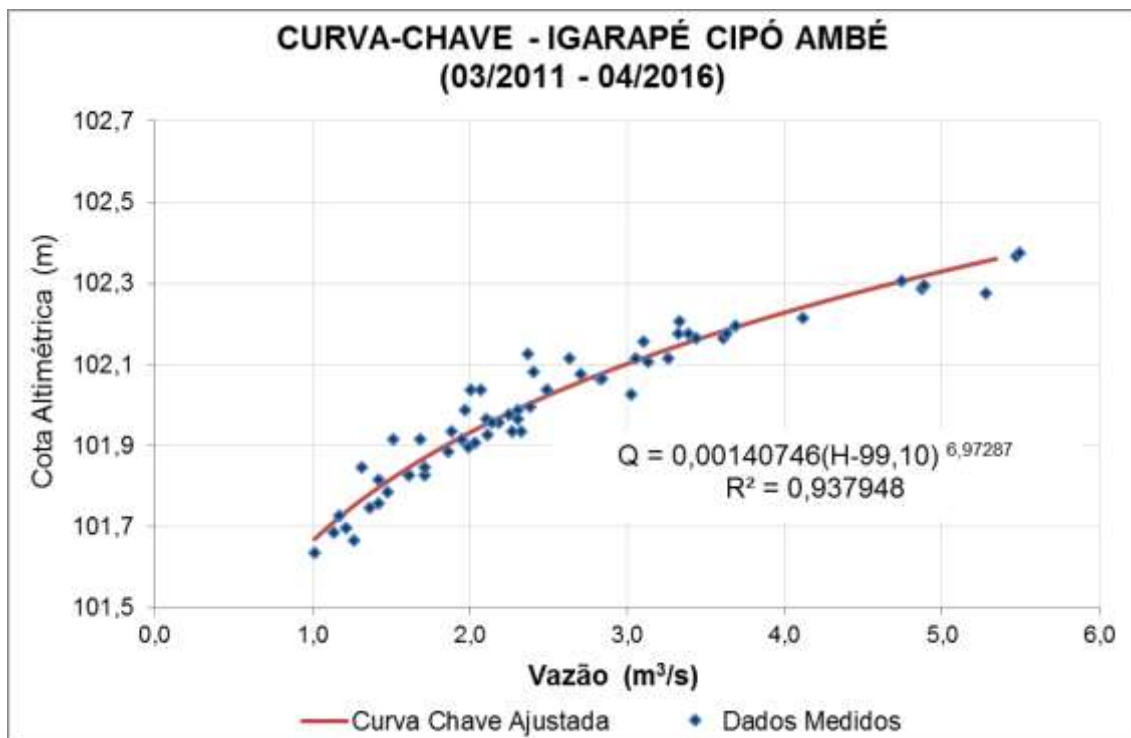


Figura 11.1.2 - 42 – Curva-chave - Estação UHE Belo Monte Igarapé Cipó Ambé.

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

No **Anexo 11.1.2 - 2** são registrados os dados de campanhas mensais de medição de vazão para as seções monitoradas nos igarapés de Altamira, no qual 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, nas **Figuras 11.1.2 - 43 a 11.1.2 - 54**, apresenta-se a evolução diária de cotas altimétricas nas estações UHE Belo Monte Igarapé Panelas, UHE Belo Monte Igarapé Altamira, UHE Belo Monte Igarapé Cupiúba e UHE Belo Monte Igarapé Cipó Ambé, para dois períodos de monitoramento - (1) pré-enchimento e (2) enchimento e pós enchimento (24/11/2015 a 30/04/2016) -, além da 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 estação UHE Belo Monte Igarapé Panelas, para os dois períodos de monitoramento - (1) pré-enchimento (novembro/2010 a novembro/2015) e (2) enchimento e pós enchimento (24/11/2015 a 30/04/2016) -, é apresentada nas **Figura 11.1.2 - 43 e 11.1.2 - 44**.

No período de monitoramento da estação UHE Belo Monte Igarapé Panelas anterior à realocação da estação, a maior cota diária média registrada foi 98,82 m, em 16/03/2014, e a menor 95,0 m, em 07 a 17/10/2015 – antes do início do enchimento do reservatório do Xingu.

A amplitude máxima no período de outubro/2014 a setembro/2015, último ano completo de observações anterior à realocação, foi de 2,82 m (maior cota diária média: 97,83 m, observada em 02/04/2015, e menor cota diária média: 95,01 m, observada em 30/09/2015).



Figura 11.1.2 - 43 – Evolução diária de cotas - Período (1) Pré-enchimento Reservatórios UHE Belo Monte - Estação UHE Belo Monte Igarapé Panelas.

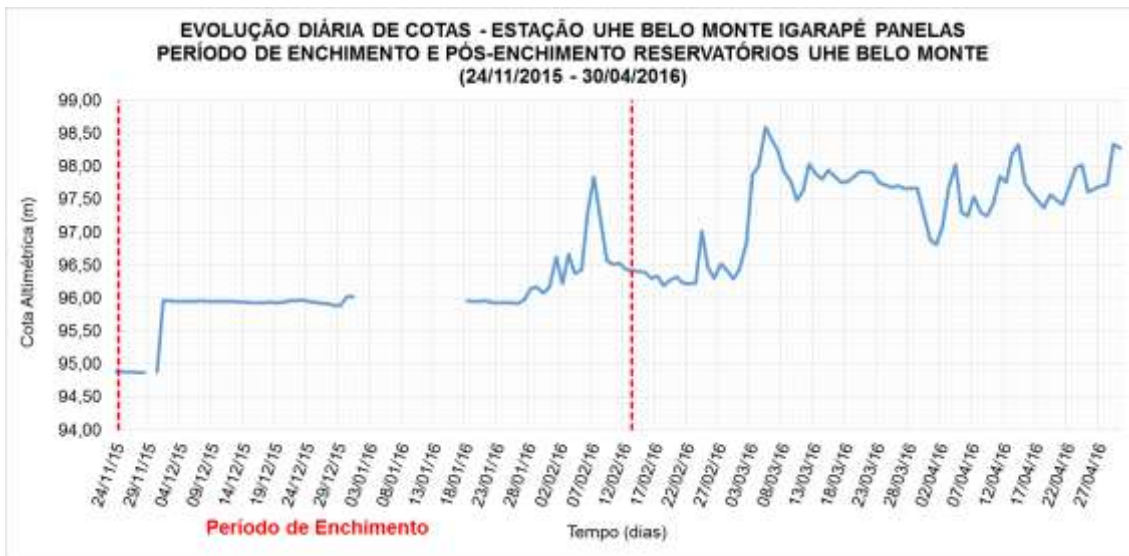


Figura 11.1.2 - 44 – Evolução diária de cotas - Período (2) Enchimento e Pós-enchimento Reservatórios UHE Belo Monte - Estação UHE Belo Monte Igarapé Panelas.

A **Figura 11.1.2 - 45** apresenta a distribuição média diária de cotas máximas, médias e mínimas em conjunto com o erro padrão em torno das cotas médias da estação UHE Belo Monte Igarapé 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.

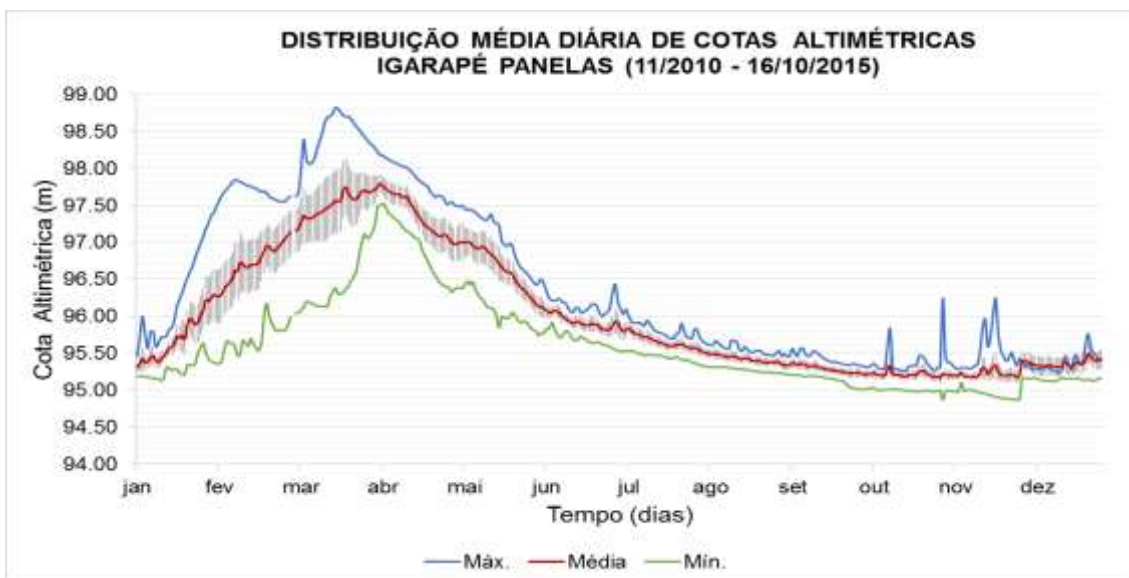


Figura 11.1.2 - 45 – Distribuição diária média de cotas - Estação UHE Belo Monte Igarapé Panelas.

A evolução diária de cotas altimétricas para a estação UHE Belo Monte Igarapé Altamira, para os dois períodos de monitoramento - (1) pré-enchimento (novembro/2010 a novembro/2015) e (2) enchimento e pós enchimento (24/11/2015 a 30/04/2016) -, é apresentada nas **Figuras 11.1.2 - 46 e 11.1.2 - 47**.

A maior cota diária média observada na estação da UHE Belo Monte Igarapé Altamira durante o período de monitoramento até a realocação da estação (28/11/2015) foi 98,87 m, em 04/03/2014, e a menor 96,92 m, em 10/01/2015.

A amplitude máxima no período de dezembro/2014 a novembro/2015, um ano completo de observações anterior a relocação, foi de 1,97 m (maior cota diária média: 98,59 m, observada em 02/04/2015, e menor cota diária média: 96,92 m, observada em 07/01/2015).



Figura 11.1.2 - 46 – Evolução diária de cotas - Período (1) Pré-enchimento Reservatórios UHE Belo Monte - Estação UHE Belo Monte Igarapé Altamira.



Figura 11.1.2 - 47 – Evolução diária de cotas - Período (2) Enchimento e Pós-enchimento Reservatórios UHE Belo Monte - Estação UHE Belo Monte Igarapé Altamira.

A **Figura 11.1.2 - 48** apresenta a distribuição média diária de cotas máximas, médias e mínimas em conjunto com o erro padrão em torno das cotas médias na estação UHE Belo Monte Igarapé Altamira. Nesta estação, as cotas oscilam consideravelmente, com muitos picos diários, em uma distribuição menos homogênea, sobretudo na cheia.

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

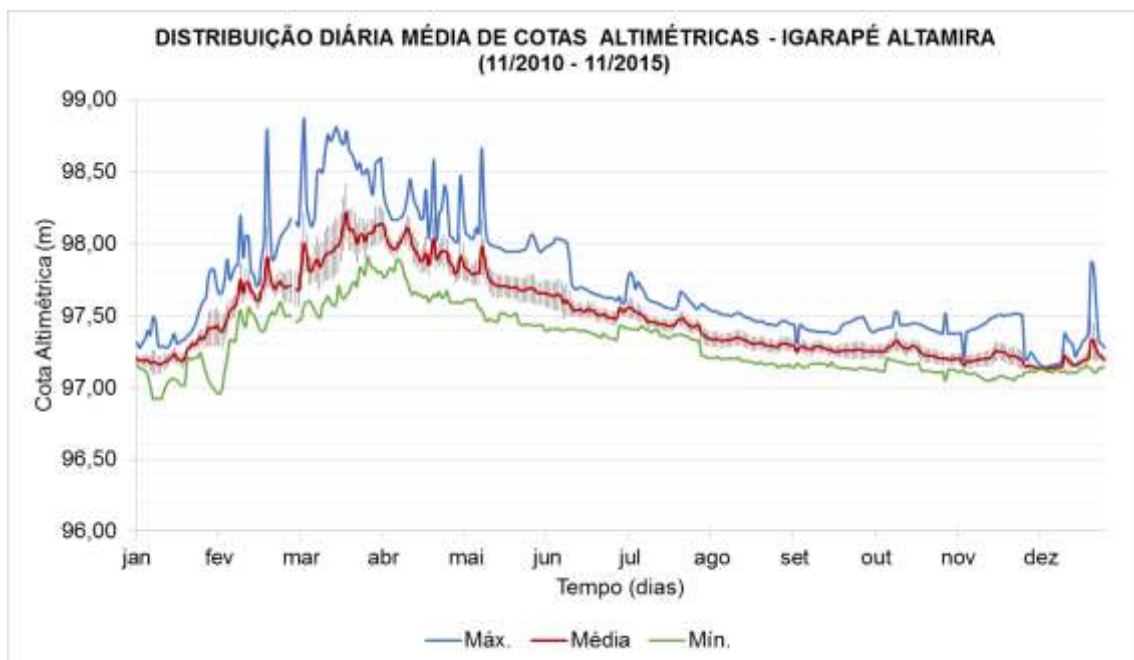


Figura 11.1.2 - 48 – Distribuição diária média de cotas - Estação UHE Belo Monte Igarapé Altamira.

A evolução diária de cotas altimétricas para a estação UHE Belo Monte Igarapé Cupiúba, para os dois períodos de monitoramento - (1) pré-enchimento (abril/2011 a novembro/2015) e (2) enchimento e pós enchimento (24/11/2015 a 30/04/2016) -, é apresentada nas **Figuras 11.1.2 - 49 e 11.1.2 - 50**.

No período de monitoramento da estação UHE Belo Monte Igarapé Cupiúba, de abril/2011 a abril/2016, a maior cota diária média observada foi 102,05 m (19/03/2013 e 21/04/2013) e a menor 100,66 m (30/12/2015).

A amplitude máxima no período de maio/2015 a abril/2016, um ano completo de observações, foi de 0,92 m (maior cota diária média: 101,59 m, observada em 13/04/2016, e menor cota diária média: 100,66 m, observada em 30/12/2015).



Figura 11.1.2 - 49 – Evolução diária de cotas - Período (1) Pré-enchimento Reservatórios UHE Belo Monte - Estação UHE Belo Monte Igarapé Cupiúba.



Figura 11.1.2 - 50 – Evolução diária de cotas - Período (2) Enchimento e Pós-enchimento Reservatórios UHE Belo Monte - Estação UHE Belo Monte Igarapé Cupiúba.

A **Figura 11.1.2 - 51** apresenta a distribuição média diária de cotas máximas, médias e mínimas em conjunto com o erro padrão em torno das cotas médias da estação UHE Belo Monte Igarapé Cupiúba.

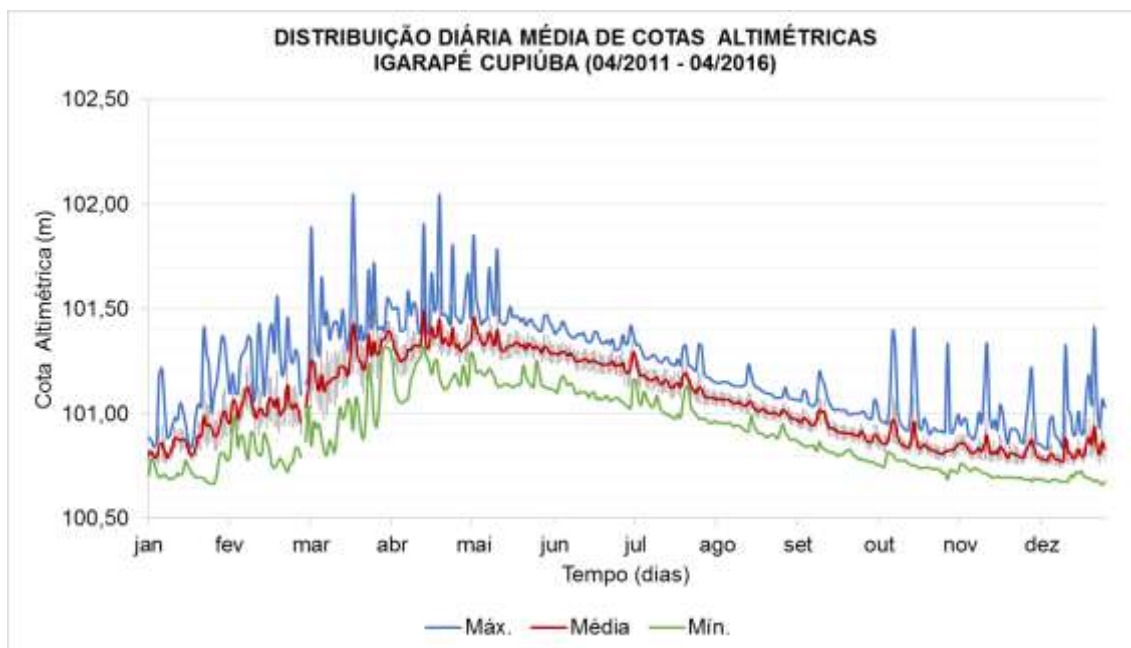


Figura 11.1.2 - 51 – Distribuição diária média de cotas - Estação UHE Belo Monte Igarapé Cupiúba.

Percebe-se uma variabilidade considerável entre as cotas na estação UHE Belo Monte 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 estação UHE Belo Monte Igarapé Cipó Ambé, para os dois períodos de monitoramento - (1) pré-enchimento (abril/2011 a novembro/2015) e (2) enchimento e pós enchimento (24/11/2015 a 30/04/2016) -, é apresentada nas **Figuras 11.1.2 - 52 e 11.1.2 - 53**.

No período de monitoramento, compreendido entre abril/2011 a abril/2016, a maior cota diária média observada na estação Cipó Ambé foi 103,61 m (25/04/2012) e a menor 101,62 m (31/12/2015).

A amplitude máxima no período de maio/2015 a abril/2016, um ano completo de observações, foi de 0,72 m (maior cota diária média: 102,33m, observada em 26/04/2016, e menor cota diária média: 101,62 m, observada em 31/12/2015).



Figura 11.1.2 - 52 – Evolução diária de cotas - Período (1) Pré-enchimento Reservatórios UHE Belo Monte - Estação UHE Belo Monte Igarapé Cipó Ambé.

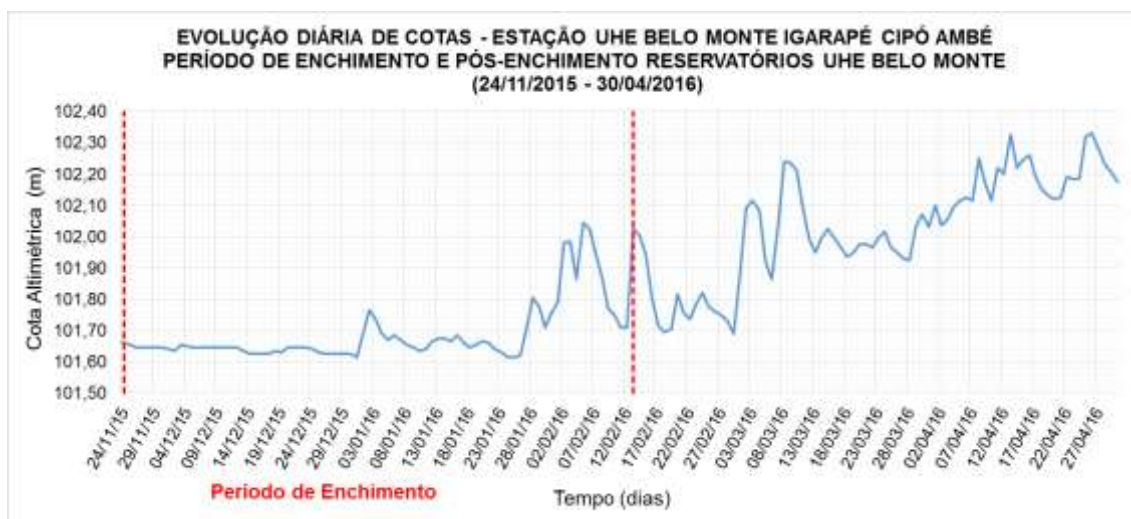


Figura 11.1.2 - 53 – Evolução diária de cotas - Período (2) Enchimento e Pós-enchimento Reservatórios UHE Belo Monte - Estação UHE Belo Monte Igarapé Cipó Ambé.

A Figura 11.1.2 - 54 apresenta a distribuição média diária de cotas máximas, médias e mínimas em conjunto com o erro padrão em torno das cotas médias da estação UHE Belo Monte Igarapé Cipó Ambé.

Nota-se uma variabilidade considerável entre as cotas na estação UHE Belo Monte 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.

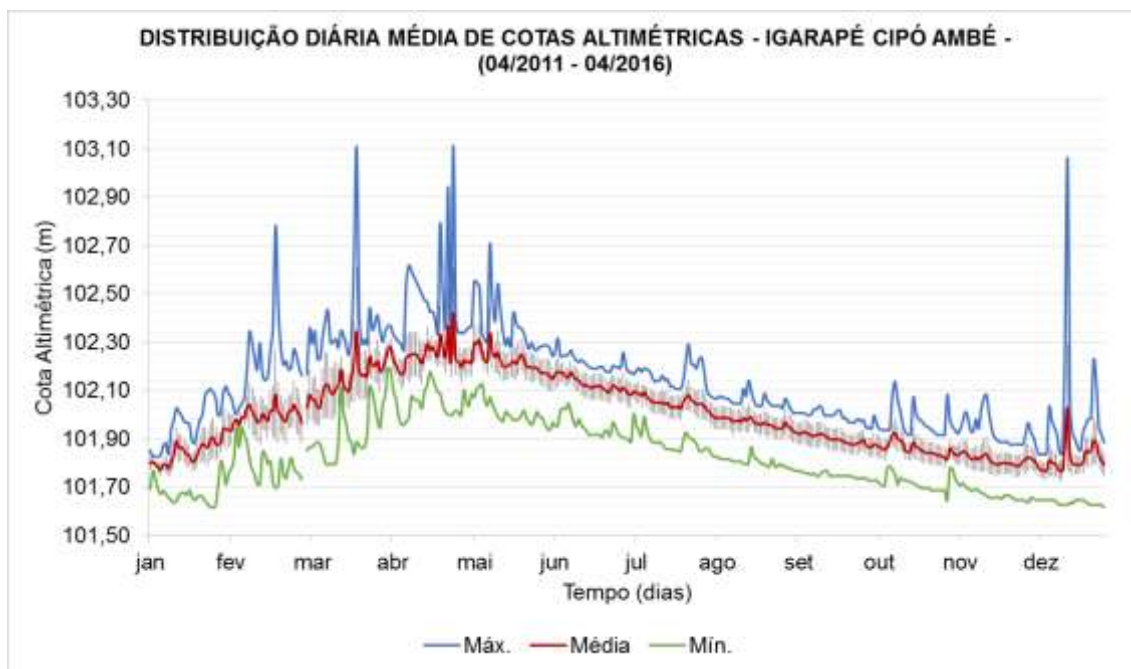


Figura 11.1.2 - 54 – Distribuição diária média de cotas - Estação UHE Belo Monte Igarapé Cipó Ambé.

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)
UHE Belo Monte Igarapé Panelas	11/2010 a 04/2016	$Q = 16,22(H-95,1)^{0,789}$ - ($Q < 5 \text{ m}^3/\text{s}$) $Q = 14,70(H-95)^{1,095}$ - ($5 < Q < 20 \text{ m}^3/\text{s}$) $Q = 15,584(H-95)^{1,743}$ ($Q > 20 \text{ m}^3/\text{s}$)	98,82	94,87
UHE Belo Monte Igarapé Altamira	11/2010 a 04/2016	$Q = 6,3800(H - 99)^{1,5415}$	98,87	96,14
UHE Belo Monte Igarapé Cupiúba	05/2011 a 04/2016	$Q = 3,033383 (H - 100)^{1,9913}$	102,05	100,66
UHE Belo Monte Igarapé Cipó Ambé	03/2011 a 04/2016	$Q = 0,00140746 (H-99,10)^{6,972869}$	103,61	101,62

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

Conforme informado no 9º RC, foram instaladas as réguas limnimétricas junto às estruturas de montante e de jusante da Barragem da Casa de Força Complementar, em Pimental, em 28/07/2015, e da Barragem da Casa de Força Principal, no sítio Belo Monte, em 15/04/2016, em atendimento à Resolução Conjunta ANEEL/ANA nº 3/2010.

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 nº3/2010 quanto à instalação dos instrumentos de medição limnimétrica dentro do prazo estabelecido.

11.1.2.3. ATENDIMENTO AOS OBJETIVOS DO PROJETO

A planilha de atendimento aos objetivos do projeto é apresentada na sequência.

OBJETIVOS GERAIS	STATUS DE ATENDIMENTO
<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>Em atendimento (Rede de monitoramento implantada e execução dos levantamentos em andamento conforme previsto no Projeto)</p>

11.1.2.4. ATENDIMENTO ÀS METAS DO PROJETO

A planilha de atendimento às metas do projeto é apresentada na sequência.

META	STATUS DE ATENDIMENTO
<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 (A operação das estações, coleta e processamento dos dados vem sendo aprimorado 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, regidos 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 ser 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

11.1.2.7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Projeto de Monitoramento de Níveis e Vazões (PBA 11.1.2) vem se desenvolvendo em cumprimento aos objetivos e metas previstos no PBA por um período de pelo menos quatro ciclos hidrológicos completos para todas as medições de nível e vazão líquida, configurando plenamente o período anterior à formação do reservatório, para todas as estações.

O monitoramento realizado após a formação dos reservatórios, devido ao curto prazo, ainda não permite uma análise comparativa entre os dados dos períodos (pré e pós-enchimento), o que será realizado, de forma definitiva, com base na compilação de dados de dois anos após o enchimento dos reservatórios, conforme previsto no cronograma deste Programa.

Após este período de monitoramento, previsto para o presente Projeto, 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
Thuanye Peixoto Silva Souza	Engenheira Ambiental	Análise e interpretação de dados	CREA/MG 202.562 LP	6.530.083
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 – Relatório de Instalação das estações Hidrométricas da UHE Belo Monte

Anexo 11.1.2 - 2 – Dados atualizados de campanhas de medição de vazão

Anexo 11.1.2 - 3 – Nota Técnica – NT-DC-2016-004-R0 - Atualização da Curva Chave UHE Belo Monte Posto Mangueiras – fevereiro /2016.