

UHE SANTO ANTÔNIO



3ª ETAPA DO PROGRAMA DE LEVANTAMENTOS E MONITORAMENTO HIDROSSEDIMENTOLÓGICO DO RIO MADEIRA E DO RESERVATÓRIO DA UHE SANTO ANTÔNIO

MONITORAMENTO DA EVOLUÇÃO DOS TRECHOS COM MARGENS ERODIDAS OU POTENCIALMENTE INSTÁVEIS – R3

PJ0865-X-H41-GR-RL-0002-0A

NOVEMBRO/2012

UHE SANTO ANTÔNIO

3ª ETAPA DO PROGRAMA DE LEVANTAMENTOS E MONITORAMENTO HIDROSSEDIMENTOLÓGICO DO RIO MADEIRA E DO RESERVATÓRIO DA UHE SANTO ANTÔNIO

MONITORAMENTO DA EVOLUÇÃO DOS TRECHOS COM MARGENS ERODIDAS OU POTENCIALMENTE INSTÁVEIS – R3

PJ0865-X-H41-GR-RL-0002-0A

NOVEMBRO/2012

0A	30/11/2012	EMISSÃO INICIAL	FBM/MAS	EFM	JCS
REV.	DATA	DESCRIÇÃO	ELAB.	VISTO	APROV.

ÍNDICE

<i>Item</i>	<i>Assunto</i>	<i>Página</i>
1.	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	2
2.	INTRODUÇÃO	4
2.1.	ESTUDOS ANTERIORES	5
3.	MONITORAMENTO DOS LOCAIS SELECIONADOS NOS TRECHOS COM MARGENS ERODIDAS OU POTENCIALMENTE INSTÁVEIS	8
3.1.	LOCAIS MONITORADOS SELECIONADOS	9
3.2.	MONITORAMENTO DOS LOCAIS SELECIONADOS	11
3.2.1.	<u>Procedimento de Monitoramento</u>	11
3.2.2.	<u>Implantação dos Marcos de Referência e Nivelamento Topográfico nos Locais de Monitoramento</u>	11
4.	PRÓXIMAS ETAPAS DO MONITORAMENTO	76

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

De acordo com o Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico do Rio Madeira e do Reservatório da UHE Santo Antônio, cuja terceira etapa é objeto de contrato firmado em 01 de maio de 2012, entre a Santo Antônio Energia S.A e a PCE Projetos e Consultorias de Engenharia Ltda, os locais no rio Madeira entre a UHE Santo Antônio e a cidade de Humaitá, com processos erosivos de margens já instalados ou potencialmente instáveis, deverão ser monitorados regularmente, com indicação de acompanhamento de sua evolução, de modo a antecipar o planejamento, o projeto, os estudos de viabilidade econômica e ambiental e a implantação das medidas estruturais e não estruturais aplicáveis.

Em termos práticos, este monitoramento compreende:

- Instalação, durante as visitas iniciais, de marcos de referência em locais sem risco de serem atingidos pela erosão;
- Elaboração de levantamento topográfico do contorno do topo das margens erodidas e de seções transversais amarradas aos marcos de referência;
- Identificação das possíveis causas do processo erosivo, de sua evolução no tempo (se estabilizada ou não), recomendações de acompanhamento e possíveis ações mitigadoras;
- Relatório fotográfico.

A seguir se apresenta a descrição do histórico dos trabalhos desenvolvidos, os levantamentos efetuados, bem como as respectivas fotografias dos serviços de campo.

2. INTRODUÇÃO

No Programa de Monitoramento estão caracterizadas cinco atividades relativas à Meta V – Outros Monitoramentos, conforme determinação do Projeto Básico Ambiental da UHE Santo Antônio, seção 6, da Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos referente à UHE Santo Antônio, por meio da Resolução ANA nº 465, de 11 de agosto de 2008, que determina o monitoramento de parâmetros hidrossedimentológicos e topobatimétricos e da Licença de Instalação nº 540/2008, emitida pelo IBAMA em 18 de Agosto de 2008 (Item 2.9) e da Licença de Operação nº 1044/2011, emitida pelo IBAMA em 14 de Setembro de 2011, que determinam a implantação integral dos programas do PBA.

As atividades deste monitoramento foram assim definidas:

Atividade V.1: Caracterização das principais feições geomorfológicas (linhas de margens, principais ilhas e ilhotas e depósitos aluvionares) do rio Madeira entre a UHE e a localidade de Humaitá.

Atividade V.2: Caracterização dos principais depósitos aluvionares no rio Madeira a jusante da UHE Santo Antônio até Humaitá, na condição anterior ao enchimento do reservatório.

Atividade V.3: Caracterização da vegetação ciliar que compõe os principais depósitos aluvionares e margens do rio Madeira, a jusante da UHE Santo Antônio até Humaitá, na condição anterior ao enchimento do reservatório.

Atividade V.4: Caracterização dos trechos do rio Madeira com margens já erodidas ou potencialmente instáveis no estirão a jusante da UHE até a localidade de Humaitá, na condição anterior ao enchimento do reservatório.

Atividade V.5: Monitoramento da evolução dos trechos com margens erodidas ou potencialmente instáveis.

2.1. ESTUDOS ANTERIORES

As atividades V.1 a V.4 começaram a ser desenvolvidas a partir da viagem de campo ocorrida em outubro de 2009, quando se realizou a primeira inspeção do trecho do rio Madeira a jusante de Porto Velho. Nessa instância percorreu-se o estirão validando as informações de cobertura vegetal, solos e suscetibilidade à erosão e geomorfologia, resultando no Relatório “Monitoramento das Condições Geomorfológicas do Rio Madeira anteriores à Implementação do Reservatório da UHE Santo Antônio”.

Em outubro de 2010 foi realizada uma nova inspeção de campo, no trecho compreendido entre a UHE Santo Antônio e a cidade Humaitá, conforme relatório Monitoramento da Evolução dos Trechos com Margens Erodidas ou Potencialmente Instáveis - R3 - PJ0777-X-H41-GR-RL-0003-0A, de Janeiro de 2011. Durante a inspeção foram tomadas fotos das margens em todos os locais considerados de interesse para o monitoramento dos processos erosivos e de assoreamento. Nessa ocasião identificaram-se tanto processos erosivos como processos construtivos e, em alguns casos, ambos os processos interagindo. Assim, puderam-se observar ilhas

constituídas por depósitos de areias (processos construtivos ou assoreamentos), formando praias extensas sendo parcialmente erodidas (processos erosivos).

De modo geral, é comum uma margem apresentar-se sob processos erosivos e a margem oposta apresentar-se em processo construtivo com a formação de extensas praias de areia. Nota-se também, que em todo o trecho percorrido, as margens do Rio Madeira já perderam sua mata natural e, em grande parte se encontram cobertas por vegetação secundária recente. A presença dessa nova vegetação, em alguns casos, nos permite inferir que os processos erosivos a que estiveram sujeitas encontram-se estabilizados.

Em Fevereiro de 2011, semanas antes do pico da cheia anual, foi realizada a 1ª campanha de levantamento topográfico de margens neste estirão do rio Madeira. Os resultados deste serviço constam no Relatório “Monitoramento da Evolução dos Trechos com Margens Erodidas ou Potencialmente Instáveis – R4 (PJ0777-X-H41-GR-RL-0004-0A)”, emitido em Março/2011.

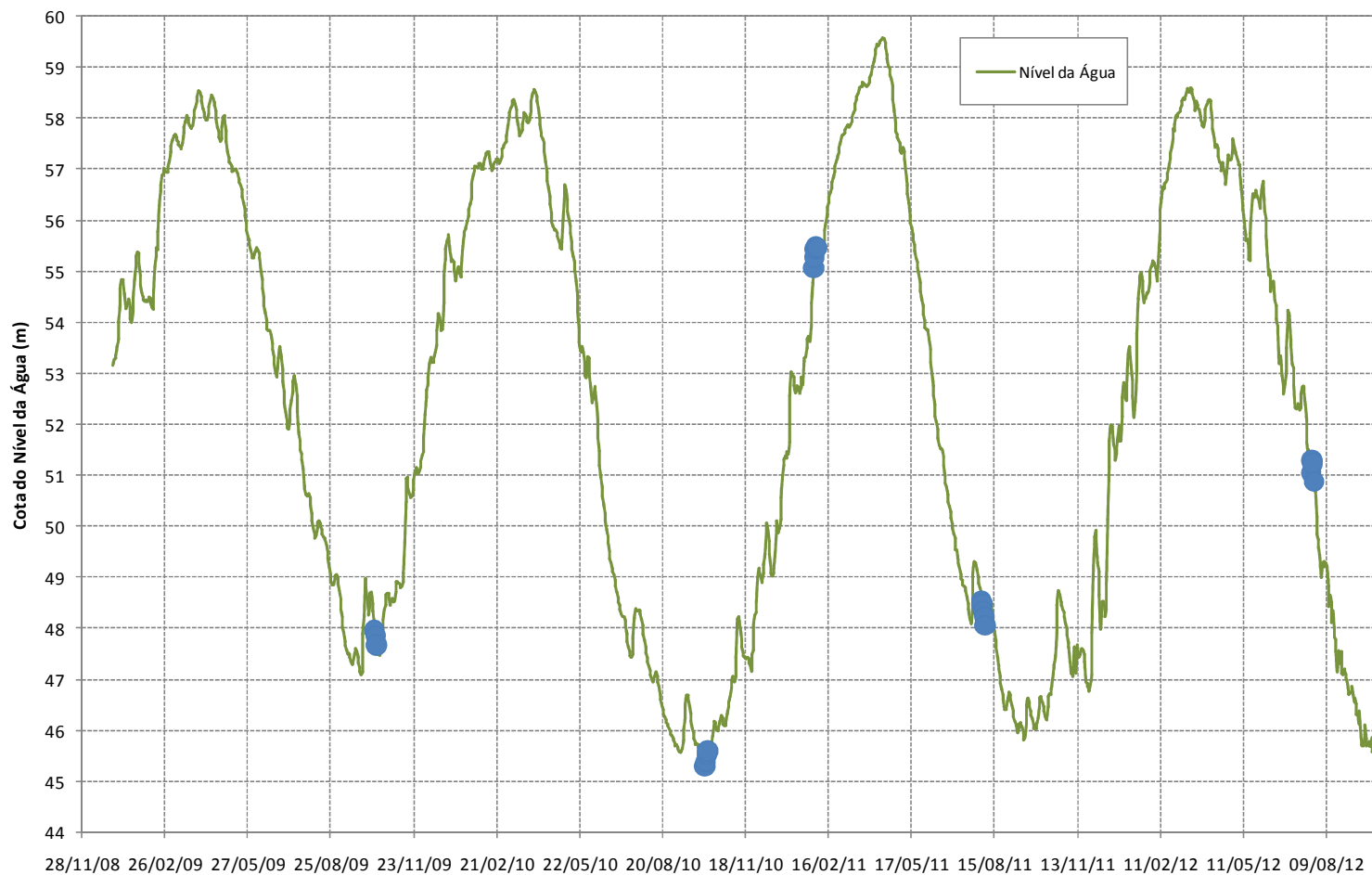
Em agosto de 2011, no período de águas baixas, ocorreu a segunda campanha com levantamentos dos perfis dos pontos anteriormente estudados, cujos resultados foram apresentados no Relatório “Monitoramento da Evolução dos Trechos com Margens Erodidas ou Potencialmente Instáveis – R7 (PJ0865-X-H41-GR-RL-0002-0A)”, emitido em Setembro/2011.

Os dois levantamentos acima citados caracterizam a situação encontrada no trecho anteriormente ao fechamento da barragem da UHE Santo Antônio e o início da operação de seu reservatório

O presente relatório trata do serviço de campo relativo ao monitoramento das margens, realizado entre os dias 24 e 27 de julho de 2012, durante o período de vazante do rio Madeira (Figura 2.1.). Esta visita teve como objetivo registrar o efeito da cheia deste ano sobre os processos erosivos/deposicionais no trecho a jusante da UHE Santo Antônio e, particularmente, o efeito nas margens e taludes monitorados.

Esse levantamento caracteriza a situação encontrada no trecho após os primeiros 9 meses de operação do reservatório da UHE Santo Antônio.

Figura 2.1.
Cotograma do Rio Madeira em Porto Velho com Indicação dos Períodos com Viagens de Campo para Monitoramento das Condições a Jusante da UHE Santo Antônio



3. MONITORAMENTO DOS LOCAIS SELECIONADOS NOS TRECHOS COM MARGENS ERODIDAS OU POTENCIALMENTE INSTÁVEIS

Na 3ª Etapa do Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico do Rio Madeira e do Reservatório da UHE Santo Antônio, a atividade V.5 passou a ser realizada com frequência de 1 (uma) vez por ano, após o período de cheias (principalmente entre os meses de agosto e setembro). Cabe aclarar que inicialmente estava previsto fazer o levantamento duas vezes por ano, antes e após a cheia, mas essa frequência mostrou-se desnecessária, uma vez que não se tem observado alterações nos procesos erosivos no período compreendido entre o fim de uma cheia e o início da seguinte.

3.1. LOCAIS DE MONITORAMENTO SELECIONADOS

A partir dos sítios de interesse identificados durante a visita de campo de outubro de 2010, foram escolhidos, inicialmente, 17 pontos característicos (Locais de Monitoramento) a serem vistoriados nas próximas etapas (Tabela 3.1. e Figura 3.1.). Após os primeiros levantamentos verificou-se que o local de monitoramento LM4, situado em um conjunto de praias 25 km a jusante de Porto Velho, não é adequado para realizar o monitoramento contínuo da sua dinâmica, o que motivou seu descarte para os novos monitoramentos.

A observação desse conjunto de perfis de margens em períodos prévio e posterior ao início da operação da UHE Santo Antônio servirá de base para análise da eventual influência da usina sob os fenômenos de erosão e deposição no leito do rio e nas margens do rio Madeira.

Tabela 3.1.
Identificação dos Locais de Monitoramento no Rio Madeira

Local	UTM – Datum WGS84		Observação
	Este (m)	Norte (m)	
LM-1	398050	9028136	MD – a montante da linha de transmissão
LM-2	399517	9042096	MD – a jusante da seção de medição de PV
LM-3	406508	9046198	ME – Vila Belmonte
LM-4	407359	9046418	MD – cordão de praias a jusante de Belmonte
LM-5	424964	9053676	ME – Ilha a jusante de Cujubim
LM-6	428890	9053214	MD
LM-7	440554	9062926	MD – Ilha a montante de São Carlos
LM-8	445233	9067386	ME – São Carlos
LM-9	445292	9067468	ME – São Carlos
LM-10	461818	9095864	ME – Foz do Igarapé Cuniã
LM-11	486645	9094890	ME – Vila de Santa Rosa
LM-12	510900	9110460	MD – Foz do rio Ji-Paraná
LM-13	513571	9112502	MD – Calama
LM-14	513315	9127734	MD
LM-15	506493	9144386	MD
LM-16	507209	9148124	ME
LM-17	506975	9157186	MD

MD = margem direita do rio Madeira; ME = margem esquerda do rio Madeira.

Obs.: as coordenadas correspondem ao marco de segurança (geralmente denominado RN2) do local de monitoramento, ou seja, aquele que se encontra mais afastado da margem do rio.

Figura 3.1.
Localização dos Locais de Monitoramento no Rio Madeira no Estirão a Jusante da UHE Santo Antônio



Nas margens onde existem cidades ou lugarejos, foram instaladas apenas 3 seções de monitoramento (2 pontos na localidade de São Carlos e 1 em Calama), pois a observação é mais direta, uma vez que, além das fotografias, qualquer modificação ocorrida é diretamente repercutida na população, de quem sempre se poderá obter testemunhos e relatos detalhados.

3.2. MONITORAMENTO DOS LOCAIS SELECIONADOS

3.2.1. Procedimento de Monitoramento

O monitoramento dos locais selecionados está sendo realizado conforme os procedimentos abaixo descritos:

- Implantação de dois marcos de referência de nível, em “terra firme”, ou seja, em locais onde preferencialmente não se encontrem vestígios de marca d’água deixados pelas cheias anteriores;
- Em planta, o posicionamento dos dois marcos deve indicar o alinhamento da seção de monitoramento (preferencialmente perpendicular ao escoamento do rio);
- Esses dois marcos terão cotas arbitrárias. Na proposta original para este tipo de monitoramento sugeriu-se que as cotas dos marcos deveriam estar referenciados à rede altimétrica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), mas isto não será realizado, por enquanto, já que os processos de erosão/deposição em cada local de monitoramento apresentam apenas caráter local;
- Determinação de perfil da seção de monitoramento por meio de nivelamento geométrico com nível ótico, a ser levantado em cada campanha (já foi mencionado que na 3ª Etapa do Programa de Monitoramento os nivelamentos terão frequência anual);
- Elaboração de Monografias para cada local, onde conste: Identificação do local/seção; Número do ponto; Coordenadas do marco de referência e do marco de segurança; Fotos dos marcos e da seção (geral e detalhe); Desenho do perfil da seção de monitoramento.

3.2.2. Implantação dos Marcos de Referência e Nivelamento Topográfico nos Locais de Monitoramento

Durante o primeiro monitoramento dos perfis de margens, ocorrido entre 31 de janeiro a 04 de fevereiro de 2011, foram implantados em caráter provisório o marco de referência (denominado RN1) e o marco de segurança (denominado RN2) para o controle e monitoramento da evolução dos trechos com margens erodidas ou potencialmente instáveis no trecho Porto Velho-Humaitá.

Posteriormente, durante as campanhas de hidrometria regulares, foram implantados os marcos de referência definitivos, dando lugar a pequenas modificações nas coordenadas e cotas originais dos marcos. A cada nova visita, os marcos que sofreram algum dano por terem sido destruídos, erodidos ou soterrados são substituídos por novos marcos, mantendo-se, sempre que possível, a mesma referência de nível.

Fisicamente, estes marcos são de concreto, de forma trapezoidal, com 0,5m de altura, identificado com uma calota (com pino) fundida em alumínio. Quando da instalação, a

**3ª Etapa do Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico
do Rio Madeira e do Reservatório da UHE Santo Antônio**

base do marco foi concretada num buraco escavado em solo, restando assim entre 0,2m a 0,3m do marco acima do nível do terreno.

Como informado, o primeiro levantamento topográfico dos perfis de cada seção de monitoramento (margem) foi realizado em fevereiro de 2011. Estes nivelamentos foram refeitos novamente em agosto de 2011 e julho de 2012, tendo como base as mesmas referências de nível, para verificação de eventuais alterações. Na sequência se apresentam as informações de cada local de monitoramento, dando atenção especial à superposição dos levantamentos topográficos das margens, realizados em Fevereiro/2011, Agosto/2011 e Julho/2012.

Local de Monitoramento 1 (LM-1)

	Coordenadas UTM (WGS84)	Cota Arbitrária (m)
RN 1	9.028.134N / 398.049E	20,460
RN 2	9.028.136N / 398.050E	20,000

Observações: O Local de Monitoramento 1 (LM-1) se localiza na margem direita do rio Madeira, 2.800 metros a jusante do eixo da barragem da UHE Santo Antônio e 240 metros a montante da torre da linha de transmissão de energia (Figura 3.2.). O alinhamento estabelecido a partir da implantação dos marcos de referência se observa na Figura 3.3., enquanto que na Figura 3.4. se apresenta uma vista da margem do rio no local de monitoramento durante os levantamentos de Fevereiro/2011 e Agosto/2011.

Durante o ano de 2011 foi necessária uma proteção com enrocamento na região da torre da linha de transmissão devido à erosão na margem, no entanto o processo de erosão de margens sofreu um agravamento por efeito de ondas que obrigou à Santo Antônio Energia a realizar o enrocamento de 5,2 km de margens (desde a usina até o Porto Cai n'Água), conforme se observa na Figura 3.5

. Em Julho/2012 o enrocamento estava concluído, portanto não houve levantamento do perfil neste ponto e o local não será mais considerado um local de monitoramento (Figura 3.6.).

O levantamento topográfico do perfil desta seção de monitoramento não evidenciou mudanças no perfil da margem entre os levantamentos de Fevereiro e Agosto de 2011 (Figura 3.7.).

**Figura 3.2.
Vista em Planta do Rio Madeira no Local de Monitoramento 1**



Figura 3.3.
Alinhamento do Perfil Topográfico do Local de Monitoramento 1



Figura 3.4.
Vista da Margem do LM-1



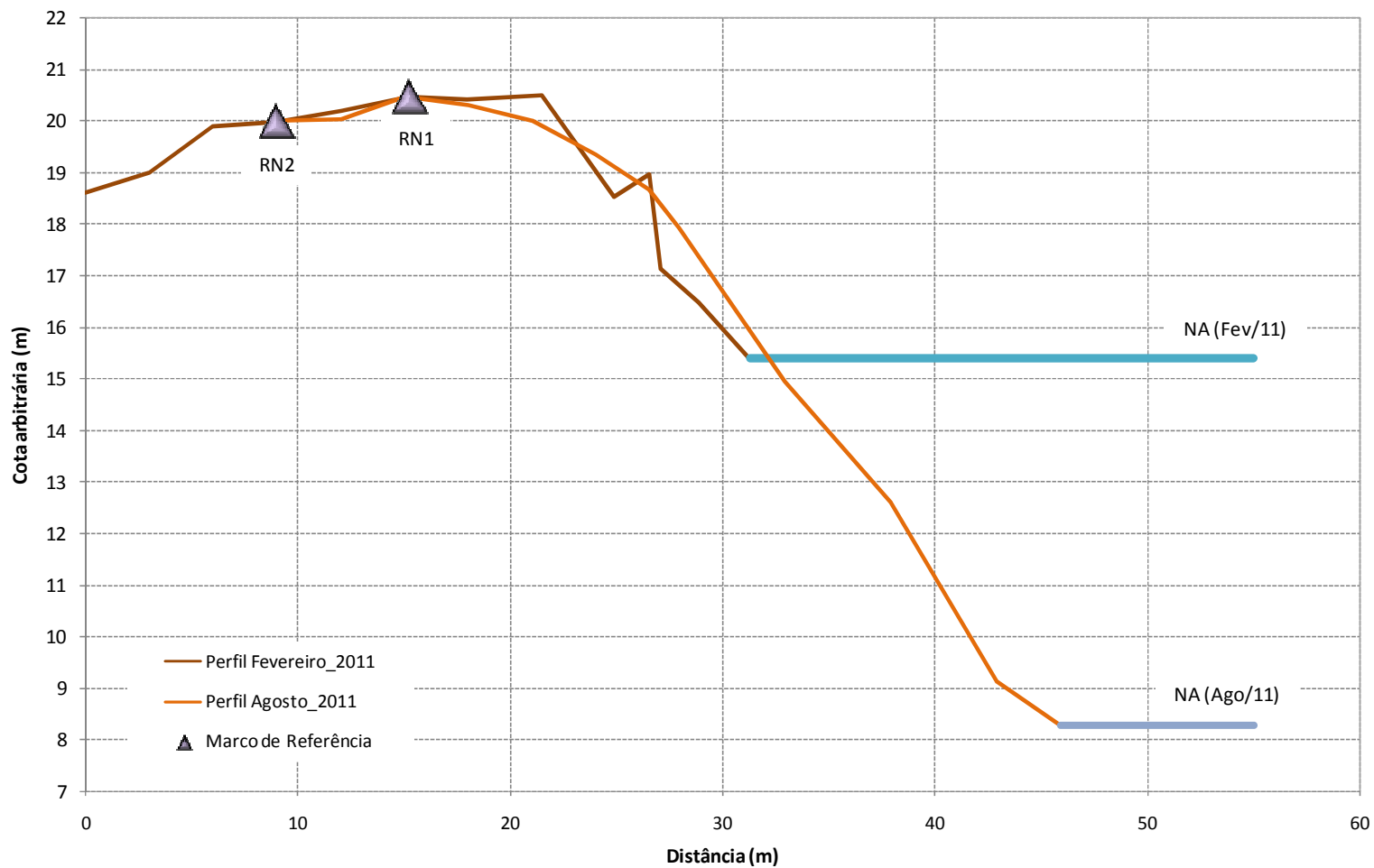
Figura 3.5.
Enrocamento da Margem Direita do Rio Madeira desde a Usina até o Cai n'Água



Figura 3.6.
Vista do Enrocamento nas Imedições do LM-1



Figura 3.7.
Perfil do Local de Monitoramento 1 – Coord. UTM 9.028.136 N / 398.050 E



Local de Monitoramento 2 (LM-2)

	Coordenadas UTM (WGS84)	Cota Arbitrária (m)
RN 1	9.042.092N / 399.504E	20,336
RN 2	9.042.096N / 399.517E	20,000

Observações: O Local de Monitoramento 2 (LM-2) se localiza na margem direita do rio Madeira, 2.700 metros a jusante da seção de medição de descarga líquida e sólida de Porto Velho (Figura 3.8. e Figura 3.9.). Este local foi escolhido por terem sido observados deslizamentos em forma circular nas proximidades (Figura 3.10.).

Na Figura 3.11. e Figura 3.12. se visualiza o conjunto de marcos de referência implantados no local para estabelecer o alinhamento do perfil.

O levantamento topográfico do perfil deste local de monitoramento não mostrou alterações importantes entre Fevereiro e Agosto de 2011. No nivelamento de Julho/2012, nota-se um afundamento da margem de cerca de 2,5 metros (Figura 3.13.).

Figura 3.8.

Vista Frontal do LM-2 durante os Levantamentos de Fevereiro/2011 e Agosto/2011



Figura 3.9.
Vista Frontal do LM-2 durante o Levantamento de Julho/2012



Figura 3.10.
Vista Parcial do Afundamento da Margem no Local de Monitoramento 2



Figura 3.11.
Alinhamento dos Marcos de Referência no Local de Monitoramento 2

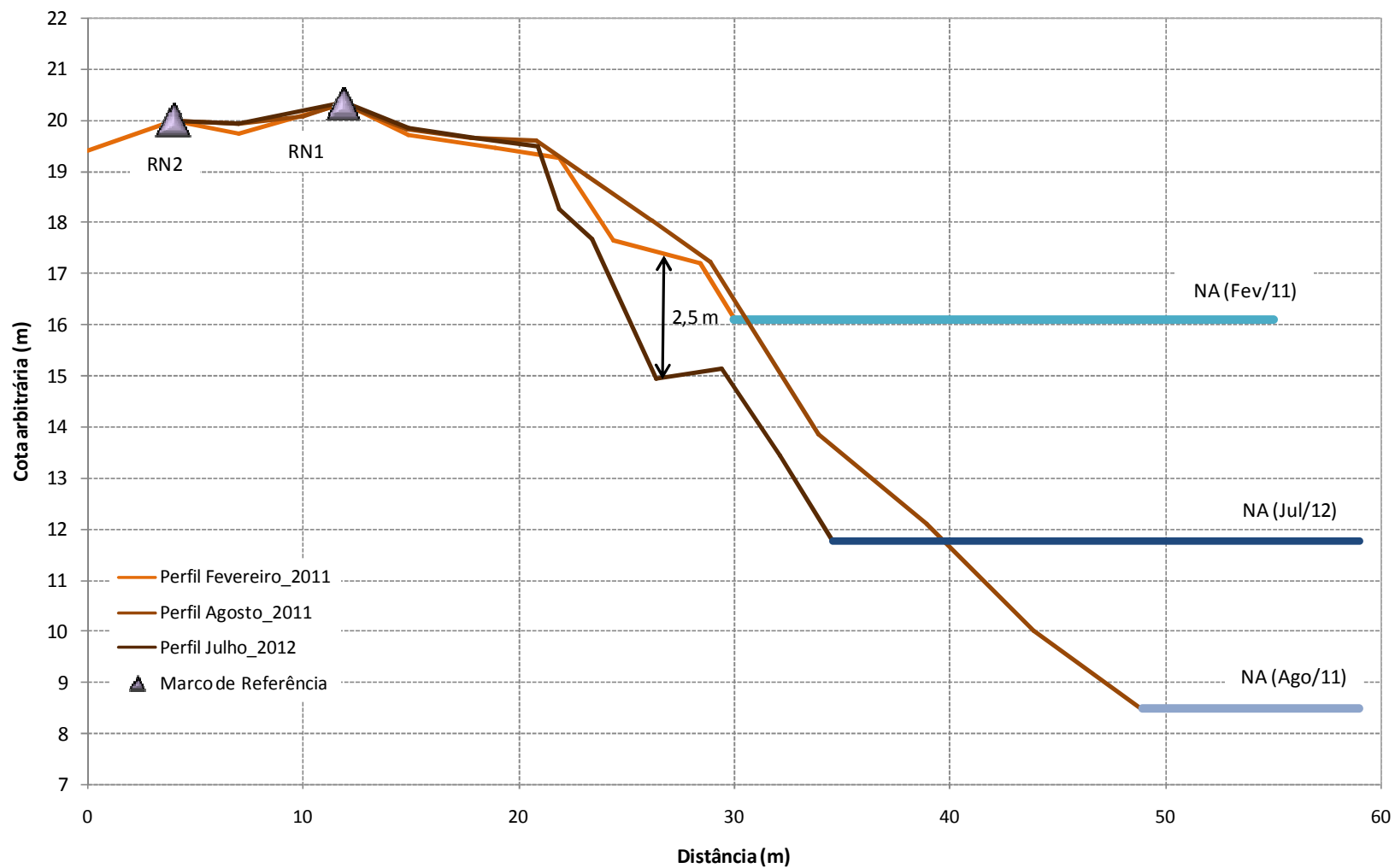


Figura 3.12.
Situação dos Marcos de Referência durante o Levantamento de Julho/2012



3ª Etapa do Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico
do Rio Madeira e do Reservatório da UHE Santo Antônio

Figura 3.13.
Perfil do Local de Monitoramento 2 – Coord. UTM 9.042.096 N / 399.517 E



Local de Monitoramento 3 (LM-3)

	Coordenadas UTM (WGS84)	Cota Arbitrária (m)
RN 1	9.046.180N / 406.516E	19,584
RN 2	9.046.198N / 406.508E	19,690

Observações: O Local de Monitoramento 3 se localiza na margem esquerda do rio Madeira, na propriedade do Sr. Francisco, no local conhecido como Belmonte. Este local foi escolhido devido à presença de taludes verticais e terrenos abatidos, resultantes dos processos de erosão fluvial.

A Figura 3.14. apresenta registros fotográficos do mesmo local, tirados em datas diferentes. Na fotografia de Outubro/2010 se verifica a presença de 4 árvores próximas à margem, enquanto que em Fevereiro/2011 há apenas duas (uma palmeira e um jambeiro), sendo que as outras duas se observam já dentro do rio, no pé do talude. A Figura 3.15. apresenta uma fotografia tirada em Agosto/2011 na qual se verifica apenas a presença da palmeira, e na Figura 3.16. se observa uma vista geral do talude no local de monitoramento em Julho/2012.

Na Figura 3.17. se observa, respectivamente, a instalação de um piquete no local (Fevereiro/2011) e a situação final com o marco de referência já implantado (Agosto/2011), enquanto a Figura 3.18. mostra a situação de um dos marcos de referência durante o levantamento de Julho/2012. É interessante destacar na primeira destas fotografias a presença, ao fundo, do pé do jambeiro, sendo que o mesmo já foi carregado pelas águas no monitoramento de Agosto/2011. O levantamento topográfico do perfil desta seção de monitoramento se apresenta na Figura 3.19.

**Figura 3.14.
Vista Geral do LM-3 que Permite Detalhar a Presença de Taludes Verticais e a
Queda de Árvores pela Erosão das Margens**



Figura 3.15.
Vista Geral da Margem no Local de Monitoramento 3 em Agosto/2011



Figura 3.16.
Vista Geral do Talude no Local de Monitoramento 3 em Julho/2012



Figura 3.17.
Implantação do Piquete e do Marco de Referência no Local de Monitoramento 3

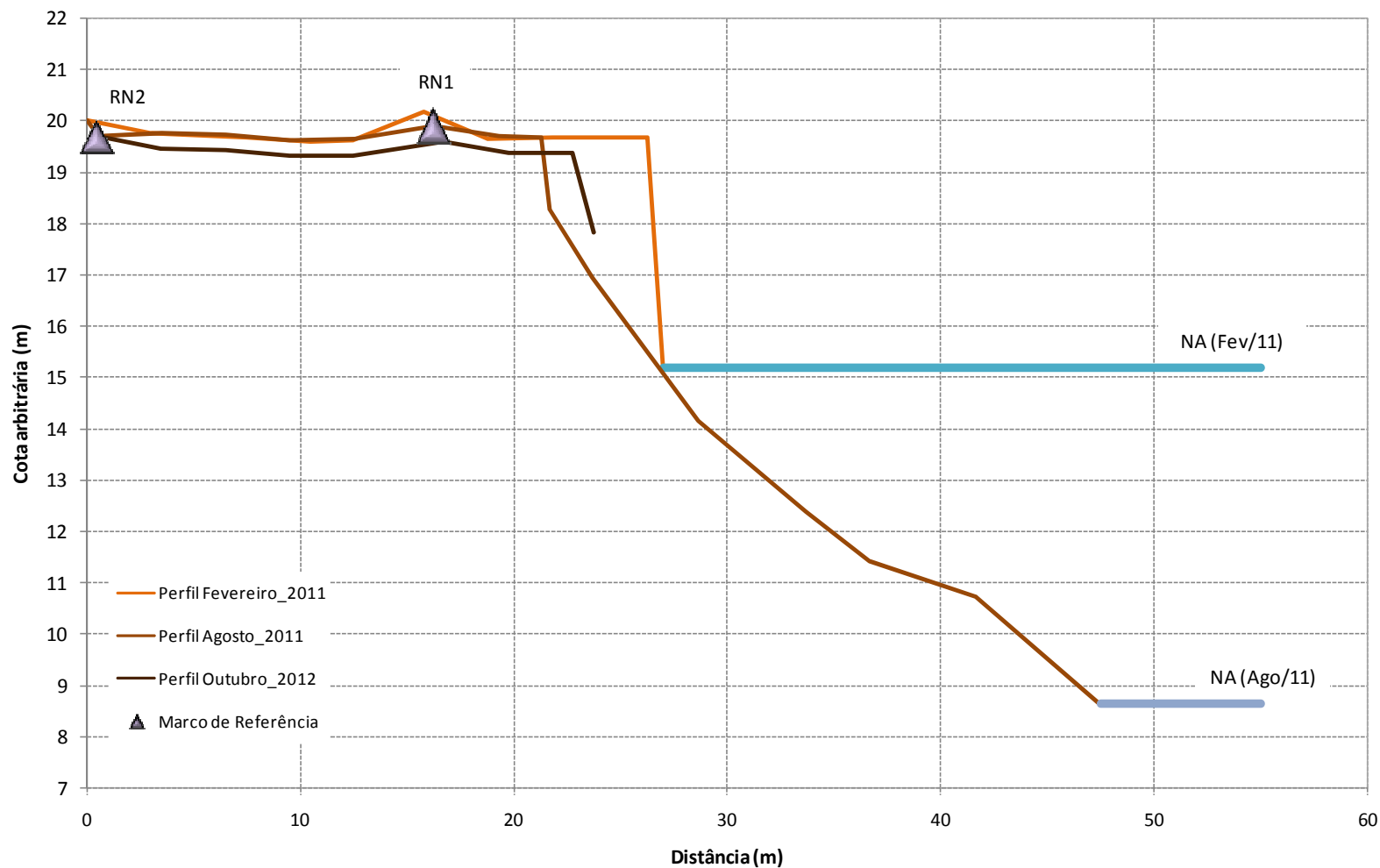


Figura 3.18.
Situação do Marco de Referência no Local de Monitoramento 3 em Julho/2012



3ª Etapa do Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico
do Rio Madeira e do Reservatório da UHE Santo Antônio

Figura 3.19.
Perfil do Local de Monitoramento 3 – Coord. UTM 9.046.198 N / 406.508 E



Local de Monitoramento 5 (LM-5)

	Coordenadas UTM (WGS84)	Cota Arbitrária (m)
RN 1 (erodido)	9.053.616N / 424.964E	19,430
RN 2 (erodido)	9.053.634 N / 424.960E	19,452
RN 3	9.053.666N / 424.963E	20,203
RN 4	9.053.676N / 424.964E	20,000

Observações: O Local de Monitoramento 5 se localiza na margem esquerda do canal de navegação do rio Madeira, em uma ilha situada a jusante da localidade de Cujubim. Este local foi escolhido pois apresenta um solo composto por areia e silte, sujeito a importantes alterações morfodinâmicas. Isto se verifica claramente na Figura 3.20. e Figura 3.21., que apresentam a morfologia em planta do rio Madeira e o local de monitoramento em 20/05/2000 e 31/07/2009, respectivamente.

Na Figura 3.22. se observa uma imagem de Julho de 2009, onde foram localizados os marcos de referência instalados e o posicionamento da crista do barranco nas três visitas efetuadas. Esta figura nos permite visualizar que em Fevereiro/2011 já tinha sido erodida uma faixa de 45m (em relação à data que foi tirada a fotografia, Julho/2009), e que até o levantamento realizado em Agosto/2011 outra faixa de 45m foi erodida estabelecendo uma nova linha de margem, constituída por vegetação ciliar mais desenvolvida. Entre os nivelamentos de Agosto/11 e Julho/12, outra faixa de aproximadamente 12 metros foi erodida pelo escoamento.

Na Figura 3.23, é possível visualizar outra imagem datada de Junho de 2011, onde se observa a mudança de cenário com a erosão ocorrida entre julho de 2009 e junho de 2011. Nesta figura estão marcados os RNs instalados e o posicionamento da crista do barranco nos nivelamentos de Agosto de 2011 e Julho de 2012.

A Figura 3.24. e Figura 3.25. apresentam uma vista geral da margem no local de monitoramento durante os três nivelamentos realizados (Fevereiro/2011, Agosto/2011 e Julho/2012).

Pelos motivos expostos foi necessário instalar novos marcos de referência no local, denominados RN3 e RN4 (Figura 3.26.), enquanto que a situação atual do marco RN3 se observa na Figura 3.27. O levantamento topográfico do perfil desta seção de monitoramento se observa na Figura 3.28.

Figura 3.20.
Vista em Planta da Localização do LM-5 a partir de uma Imagem de Maio/2000



Figura 3.21.
Vista em Planta da Localização do LM-5 a partir de uma Imagem de Julho/2009



Figura 3.22.
Situação da Linha de Margem do Rio Madeira e dos Marcos de Referência no Local de Monitoramento 5 – Imagem de Julho/2009



Figura 3.23.
Situação da Linha de Margem do Rio Madeira e dos Marcos de Referência no Local de Monitoramento 5 – Imagem de Junho/2011

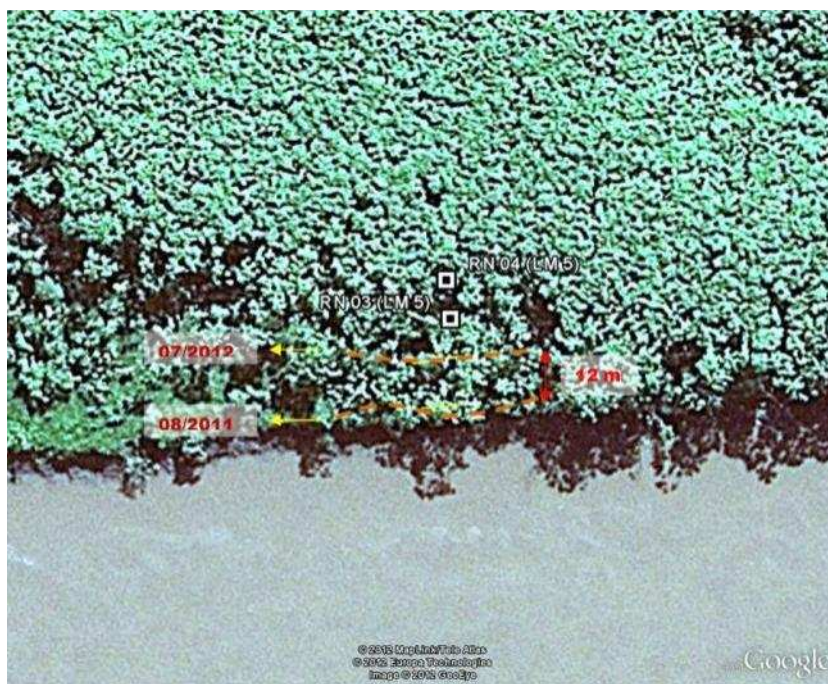


Figura 3.24.
Vista Geral da Margem no Local de Monitoramento 5 em Fev/2011 e Ago/2011



Figura 3.25.
Vista Geral da Margem no Local de Monitoramento 5 em Julho/2012



Figura 3.26.
Alinhamento dos Marcos de Referência no Local de Monitoramento 5

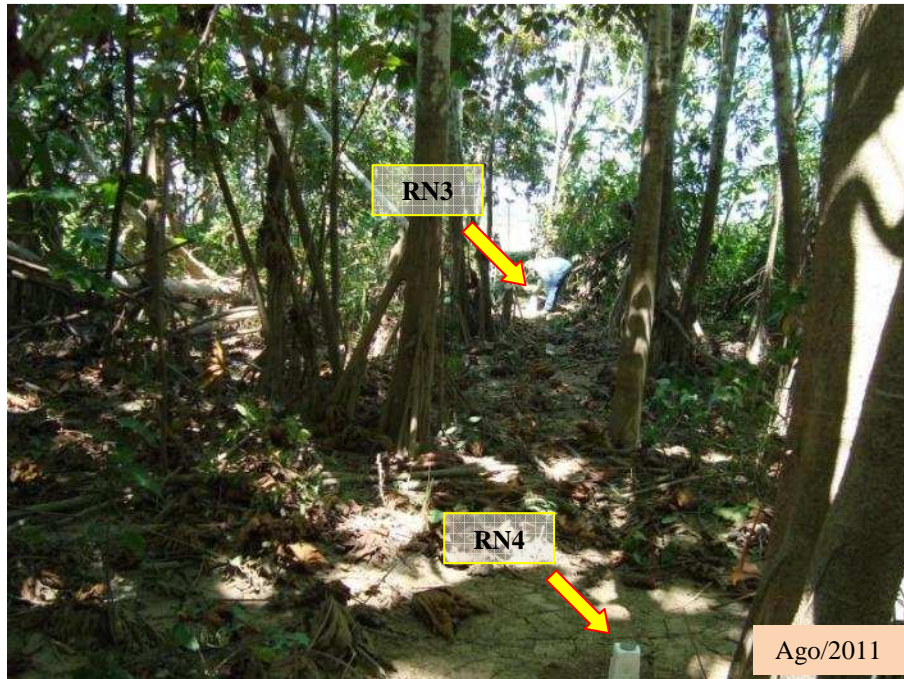
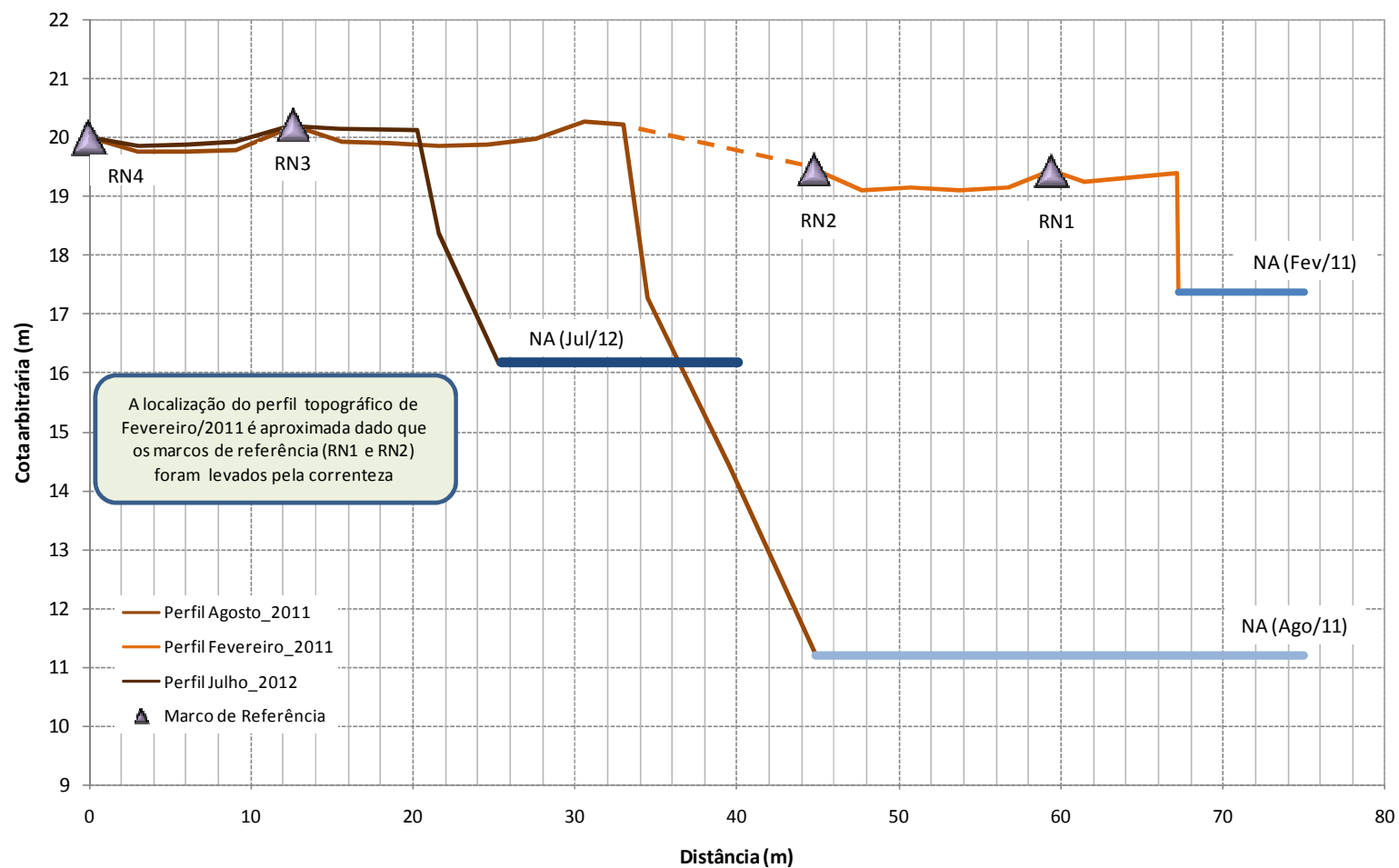


Figura 3.27.
Situação do Marco de Referência RN 3 no Local de Monitoramento 5



3ª Etapa do Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico
do Rio Madeira e do Reservatório da UHE Santo Antônio

Figura 3.28.
Perfil do Local de Monitoramento 5 – Coord. UTM 9.053.676 N / 424.964 E



Local de Monitoramento 6 (LM-6)

	Coordenadas UTM (WGS84)	Cota Arbitrária (m)
RN 1 (soterrado/erodido)	9.053.224N / 428.894E	19,537
RN 2	9.053.214N / 428.890E	20,126
RN 3	9.053.212N / 428.890E	20,069

Observações: O Local de Monitoramento 6 (LM-6) se localiza na margem direita do rio Madeira, em uma ilha situada a jusante de Cujubim. Este local foi escolhido pois a margem evidencia um processo de erosão avançado, conforme se observa na Figura 3.29., nas datas dos nivelamentos de Fevereiro/2011 (no período de águas altas), Agosto/2011 (no período de águas baixas) e na Figura 3.30. para o levantamento de Julho/2012 (no período de vazante).

A Figura 3.31. mostra a instalação dos piquetes (em Fevereiro/2011) e dos marcos de referência no Local de Monitoramento 6, enquanto a Figura 3.32. mostra o alinhamento seguido durante o levantamento do perfil topográfico em Fevereiro/2011, Agosto/2011 e Julho/2012. Devido ao processo erosivo, o RN 1 foi substituído pelo RN 3 em julho de 2012.

Note-se que estas figuras permitem comprovar que o alinhamento do perfil no local do monitoramento é idêntico, apesar das diferenças achadas no perfil topográfico devido ao aterramento do local entre fevereiro e agosto de 2011(Figura 3.33.). Entre agosto de 2011 e junho de 2012, o local sofreu um processo erosivo, conforme pode ser observado nos perfis apresentados.

Figura 3.29.
Vista Geral da Linha de Margem no LM-6 em Fevereiro/2011 e Agosto/2011



Figura 3.30.
Vista Geral da Linha de Margem no LM-6 em Julho/2012



Figura 3.31
Instalação do Piquete e do Marco de Referência no Local de Monitoramento 6

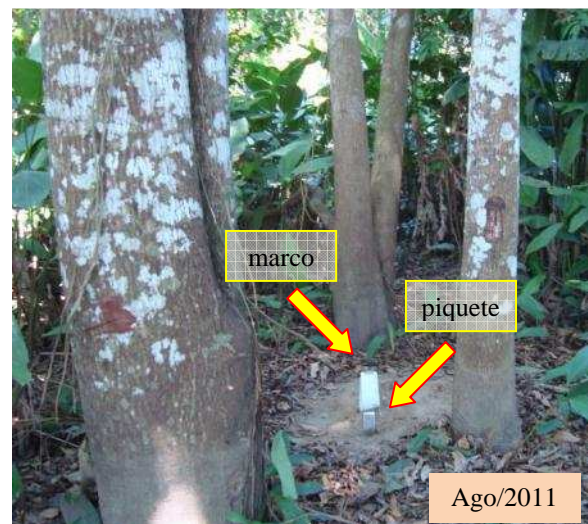
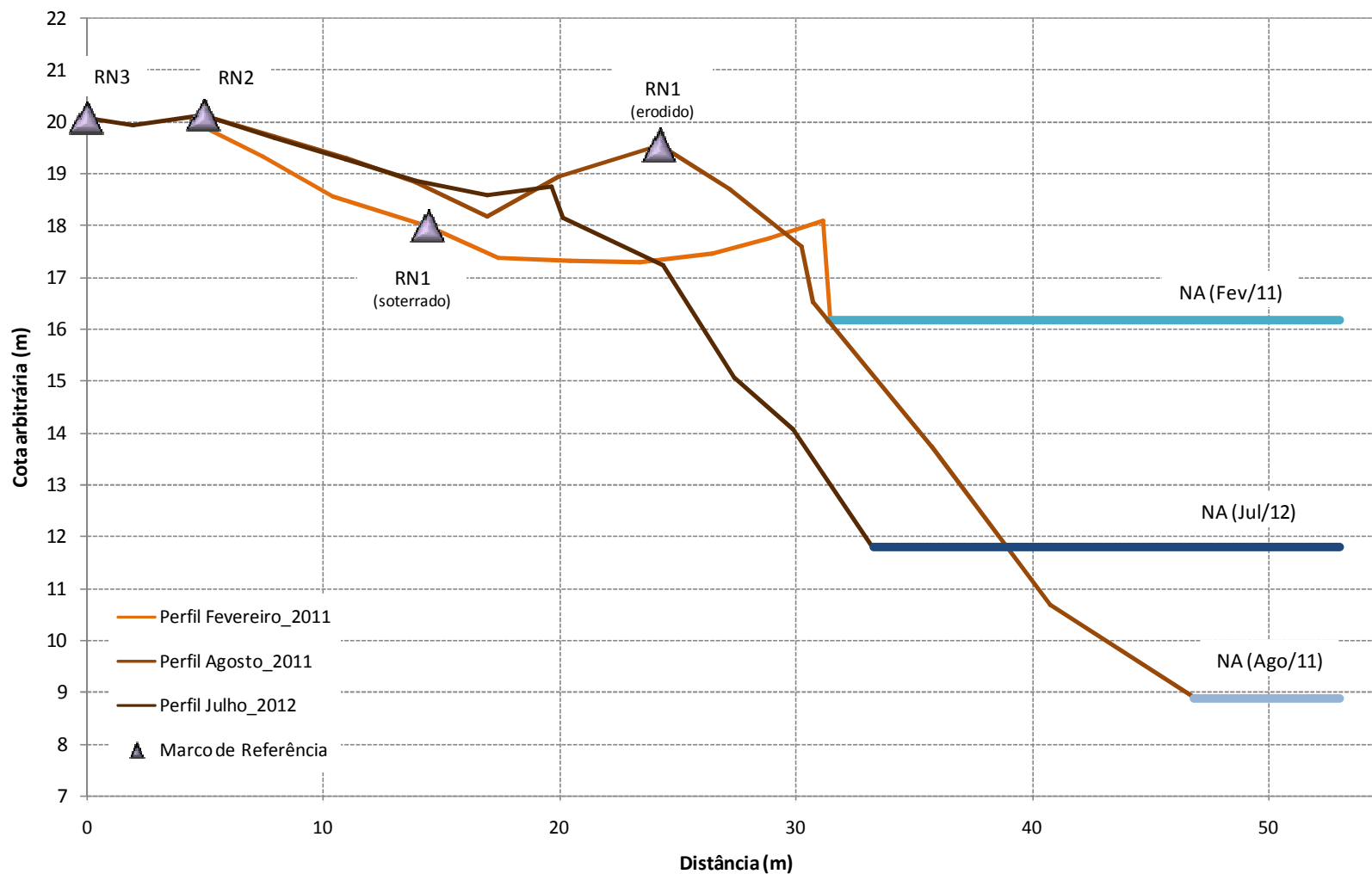


Figura 3.32.
Levantamento do Perfil Topográfico do Local de Monitoramento 6 em Fevereiro/2011, Agosto/2011 e Julho/2012



3ª Etapa do Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico
do Rio Madeira e do Reservatório da UHE Santo Antônio

Figura 3.33.
Perfil do Local de Monitoramento 6 – Coord. UTM 9.053.214 N / 428.890 E



Local de Monitoramento 7 (LM-7)

	Coordenadas UTM (WGS84)	Cota Arbitrária (m)
RN 2	9.062.938N / 440.547E	20,152
RN 3	9.062.926N / 440.554E	20,353
RN 4	9.062.926N / 440.560E	20,304

Observações: O Local de Monitoramento 7 (LM-7) se situa em uma ilha a montante da localidade de São Carlos, na margem direita do canal de navegação do rio Madeira, numa região com importantes variações na morfologia das ilhas (Figura 3.34.). Este local foi escolhido pois se reconhece a presença de árvores de grande porte na margem, no entanto se verificou um processo de erosão ativo que vem erodindo a margem (e levou o marco RN1). Na Figura 3.35. apresenta-se uma vista da margem do local de monitoramento durante os levantamentos realizados.

Além do problema já mencionado no RN 01, o RN 03 também foi danificado, sendo substituído pelo RN 4 em Julho/2012. Os RNs instalados se observam na Figura 3.36. Devido a algumas incoerências no nivelamento realizado em Julho/2012 nos dados entre o RN4 e RN2, este levantamento somente foi considerado a partir do RN 2, como se nota nos perfis desta seção, ilustrados na Figura 3.37. Neste gráfico se percebem também os efeitos do processo erosivo na margem do rio.

**Figura 3.34.
Vista em Planta do Rio Madeira na Região do Local de Monitoramento 7**



Figura 3.35.
Vista Geral da Margem do LM-7

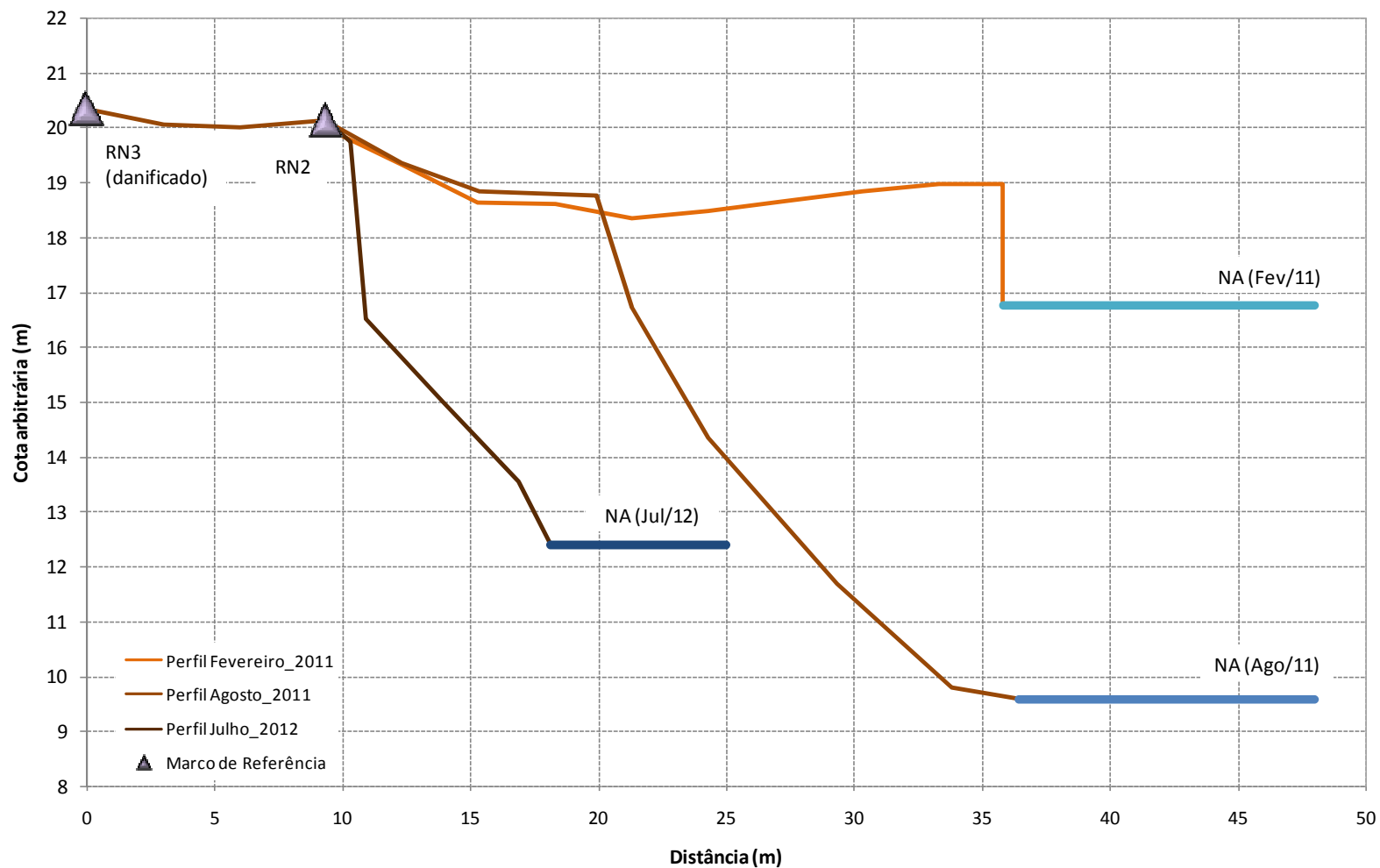


Figura 3.36.
Instalação dos Marcos de Referência no Local de Monitoramento 7



3ª Etapa do Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico
do Rio Madeira e do Reservatório da UHE Santo Antônio

Figura 3.37.
Perfil do Local de Monitoramento 7 – Coord. UTM 9.062.926 N / 440.554 E



Local de Monitoramento 8 (LM-8)

	Coordenadas UTM (WGS84)	Cota Arbitrária (m)
RN 1	9.067.378N / 445.236E	20,550
RN 2	9.067.386N / 445.233E	20,000
RN 3	9.067.386N / 445.233E	20,000

Observações: Este ponto de monitoramento foi implantado na localidade de São Carlos, na margem esquerda do rio Madeira, já que nas últimas décadas este povoado vem evidenciando um processo acelerado de erosão de margens.

A Figura 3.38. mostra o local onde foram implantados os marcos de referência utilizados para executar o monitoramento desta seção. Na visita de julho de 2012 foi instalado o RN 3, no mesmo local do RN 2, pois os dois marcos anteriores (RN 1 e RN2) foram destruídos.

A Figura 3.39. mostra uma seqüência de fotografias onde se evidencia o processo erosivo na margem do local de monitoramento para as visitas de Outubro/2010, Fevereiro/2011, Agosto/2011 e Julho/12.

Os levantamentos topográficos deste perfil apresentam-se na Figura 3.40.

Figura 3.38.
Instalação dos Marcos de Referência no Local de Monitoramento 8

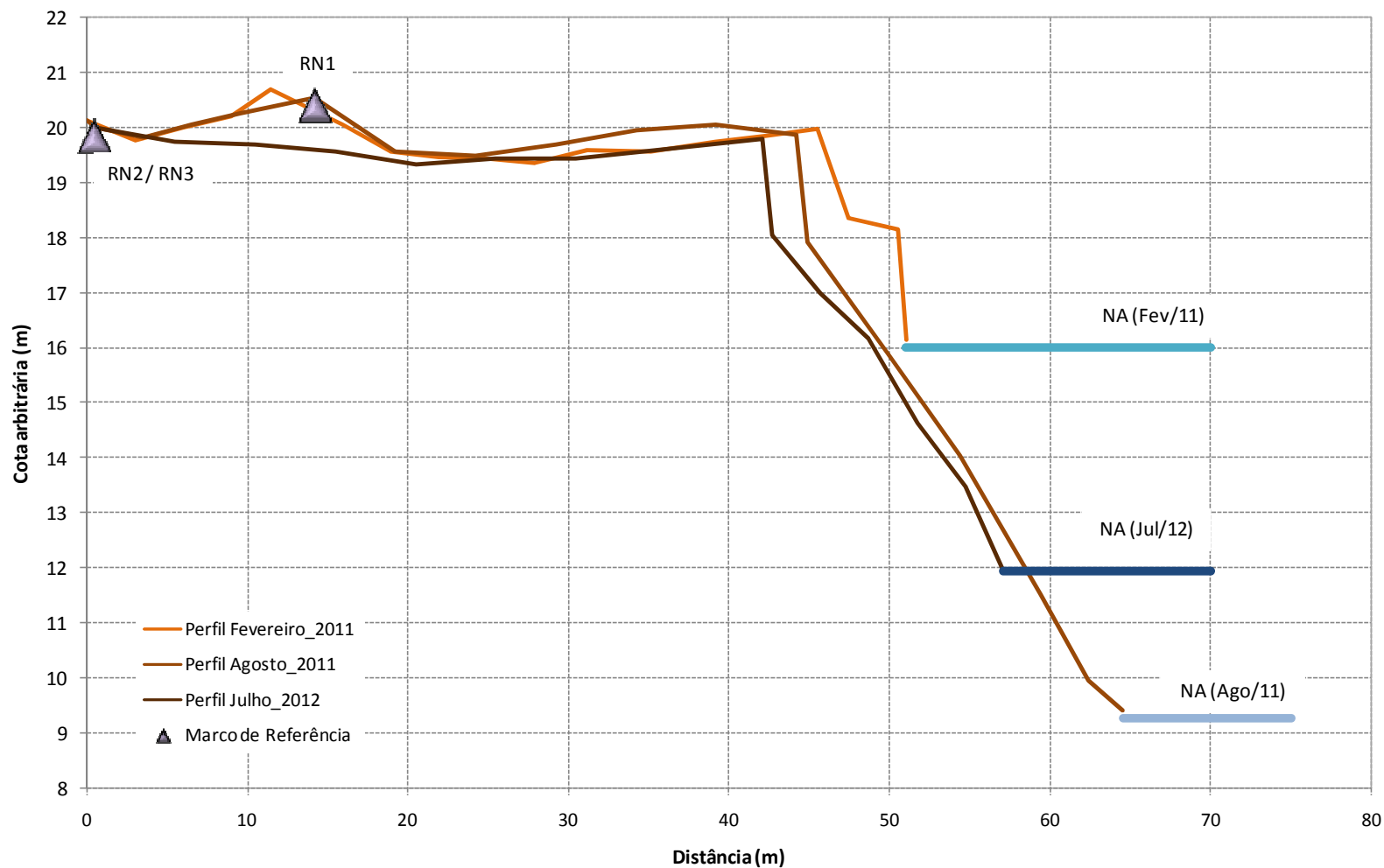


Figura 3.39.
**Margem do Rio Madeira no LM-8 durante o Levantamento de Out/10, Fev/11,
Ago/11 e Jul/12**



3ª Etapa do Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico
do Rio Madeira e do Reservatório da UHE Santo Antônio

Figura 3.40.
Perfil do Local de Monitoramento 8 – Coord. UTM 9.067.386 N / 445.233 E



Local de Monitoramento 9 (LM-9)

	Coordenadas UTM (WGS84)	Cota Arbitrária (m)
RN 1	----	----
RN 2	9.067.468N / 445.292E	20,000

Observações: Este ponto de monitoramento foi implantado na localidade de São Carlos, na margem esquerda do rio Madeira, já que nas últimas décadas este povoado vem evidenciando um processo acelerado de erosão de margens. Neste local foi utilizado como base o RN instalado pela empresa PETCON, localizado próximo à Igreja de São Carlos (Figura 3.41.).

Na Figura 3.42. apresentam-se vistas da margem do rio Madeira obtidas durante os levantamentos realizados em agosto de 2011 e julho de 2012. O levantamento topográfico do perfil desta seção se observa na Figura 3.43., no qual se verifica a tendência erosiva já mencionada no talude do local de monitoramento. No nivelamento realizado em julho de 2012 se percebe um processo erosivo menos expressivo do que o observado nos levantamentos anteriores.

Figura 3.41.
Levantamento do Perfil Topográfico no Local de Monitoramento 9 e Marco de Referência Utilizado

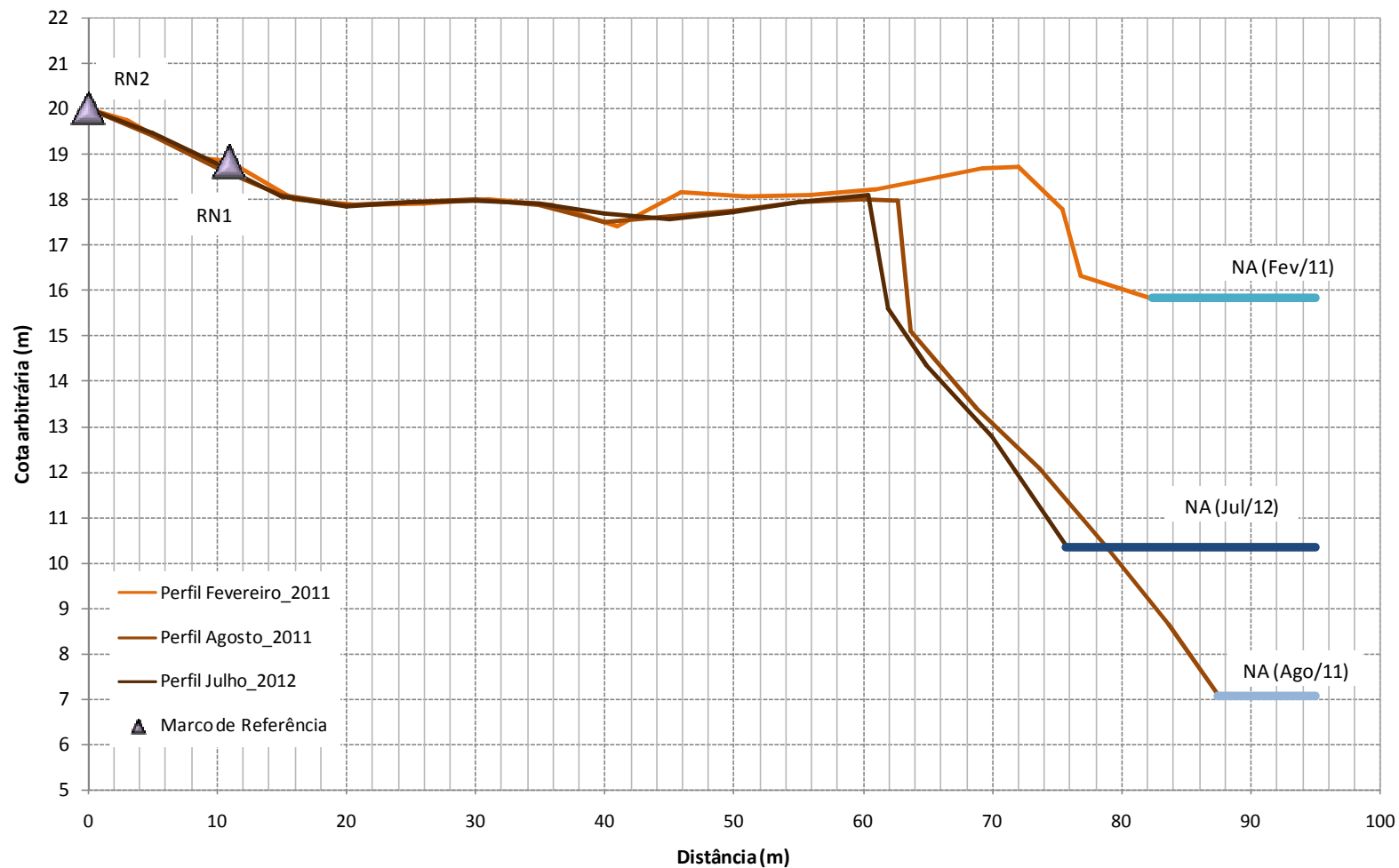


Figura 3.42.
Vista da Margem do Rio Madeira no Local de Monitoramento 9



3ª Etapa do Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico
do Rio Madeira e do Reservatório da UHE Santo Antônio

Figura 3.43.
Perfil do Local de Monitoramento 9 – Coord. UTM 9.067.468 N / 445.292 E



Local de Monitoramento 10 (LM-10)

	Coordenadas UTM (WGS84)	Cota Arbitrária (m)
RN 1	9.095.866N / 461.831E	20,013
RN 2	9.095.864N / 461.818E	20,020

Observações: O Local de Monitoramento 10 se localiza na margem direita da Foz do Lago Cuniã (margem esquerda do rio Madeira). Este local foi escolhido devido a relevância que o Igarapé representa na dinâmica e interação entre o lago Cuniã e o rio Madeira.

Na Figura 3.44. apresenta-se uma vista geral da margem do rio Madeira próximo à foz do Igarapé Cuniã durante os levantamentos realizados em Agosto de 2011 e Julho de 2012, enquanto que a Figura 3.45. mostra a instalação dos piquetes (Fevereiro/2011) e dos marcos de referência (Agosto/2011) no local.

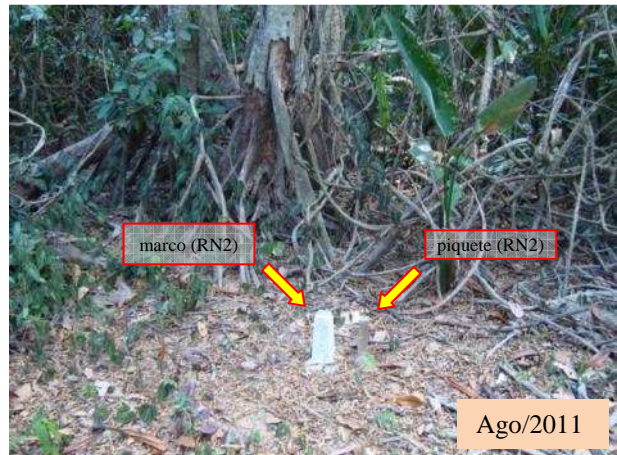
Os levantamentos topográficos do perfil desta seção de monitoramento mostraram-se estáveis entre fevereiro e agosto de 2011. No nivelamento de julho de 2012, o perfil apresentou um aprofundamento da margem de cerca de 2 metros, conforme se observa na Figura 3.46.

Figura 3.44.

Vista da Margem do Rio Madeira próximo à Foz do Igarapé do Cuniã, no Local de Monitoramento 10

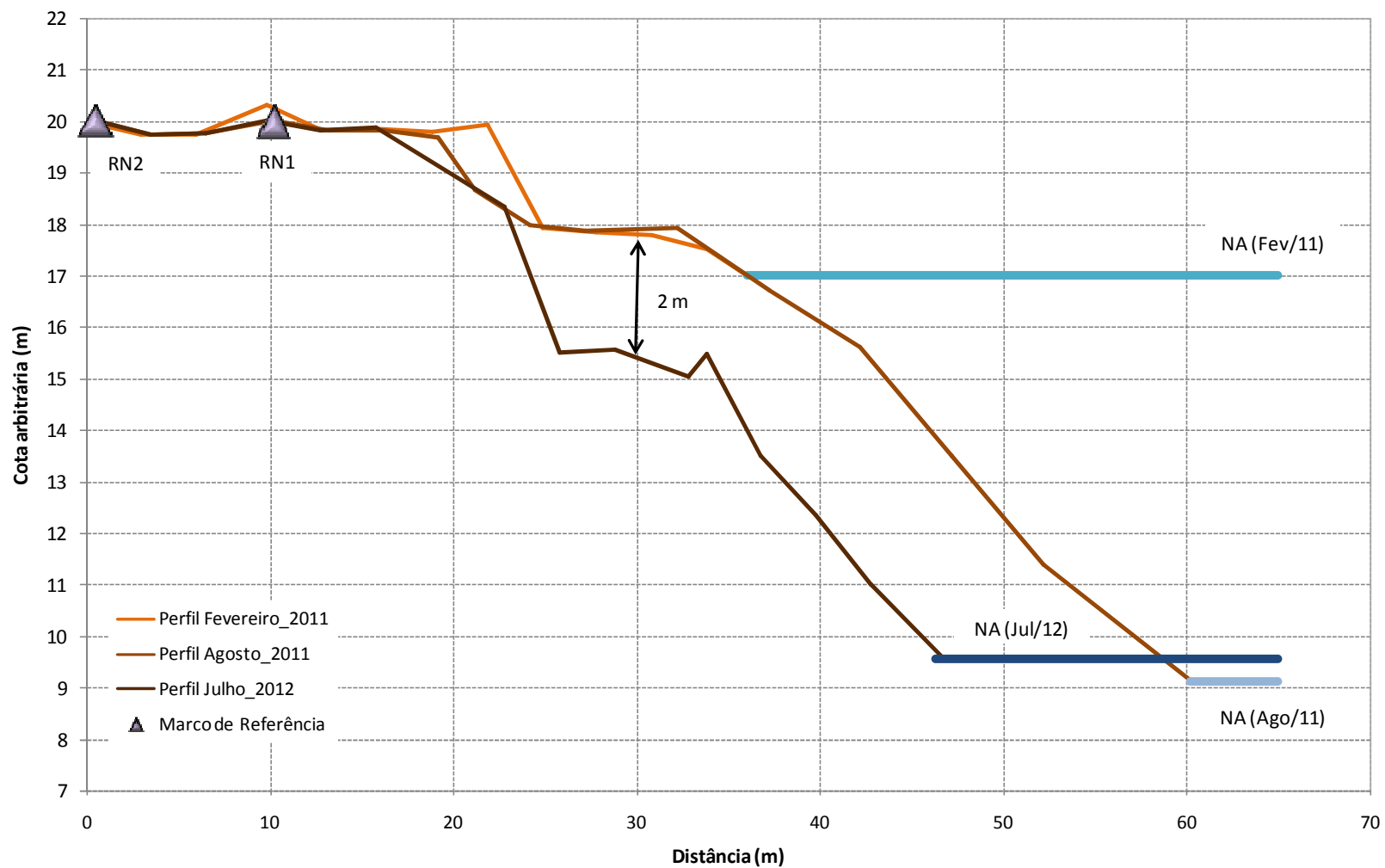


Figura 3.45.
Instalação dos Piquetes e Marcos de Referência no Local de Monitoramento 10



3ª Etapa do Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico
do Rio Madeira e do Reservatório da UHE Santo Antônio

Figura 3.46.
Perfil do Local de Monitoramento 10 – Coord. UTM 9.095.864 N / 461.818 E



Local de Monitoramento 11 (LM-11)

	Coordenadas UTM (WGS84)	Cota Arbitrária (m)
RN 1	9.094.880N / 486.652E	20,120
RN 2	9.094.890N / 486.645E	19,442

Observações: O Local de Monitoramento 11 (LM-11) se localiza na Vila de Santa Rosa (a montante da Vila de Papagaio), na margem esquerda do Rio Madeira. Este local de monitoramento foi escolhido devido aos indícios de erosão verificados na região, conforme foi observado durante o levantamento realizado em Fevereiro de 2011 e confirmado durante o novo levantamento realizado em Agosto de 2011 (Figura 3.47.).

No levantamento realizado em Julho/2012 se observa o processo contrário, já que na margem se percebe a deposição recente de sedimentos finos dando lugar à formação de um depósito de sedimentos (Figura 3.48.).

Na Figura 3.49. apresenta-se uma vista do local de monitoramento com o marco de referência (RN-1) já implantado e, na seqüência, o levantamento topográfico do perfil desta seção, onde se identifica que depósito de sedimentos na margem atinge cerca de 2,5 metros (Figura 3.50.).

Figura 3.47.

Indícios de Erosão encontrados na Margem do Rio Madeira no LM-11 durante os Levantamentos de Fevereiro/2011 e Agosto/2011



Figura 3.48.
Deposição de Sedimentos Finos na Margem do Rio Madeira no LM-11 durante o Levantamento de Julho/2012

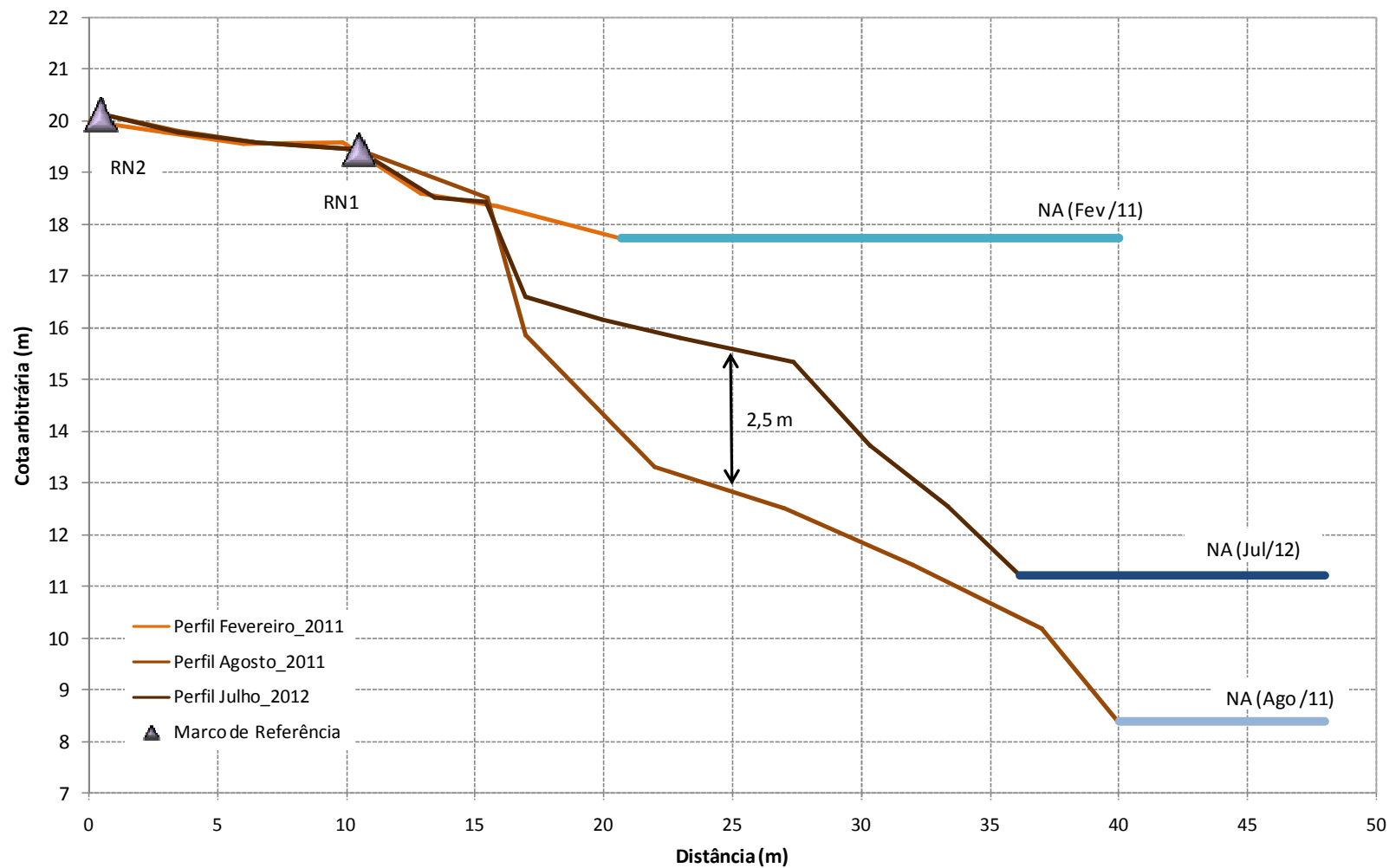


Figura 3.49.
Vista do Marco de Referência RN-1 Implantado no LM-11



3ª Etapa do Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico
do Rio Madeira e do Reservatório da UHE Santo Antônio

Figura 3.50.
Perfil do Local de Monitoramento 11 – Coord. UTM 9.094.890 N / 486.645 E



Local de Monitoramento 12 (LM-12)

	Coordenadas UTM (WGS84)	Cota Arbitrária (m)
RN 1	----	----
RN 2	9.110.460N / 510.900E	----
RN 3	9.110.470N / 510.905E	20,324
RN 4	9.110.462N / 510.895E	20,000

Observações: O Local de Monitoramento 12 (LM-12) se localiza na Foz do rio Ji-Paraná ou Machado (especificamente na margem esquerda deste afluente), a montante da localidade de Calama. Este local de monitoramento foi escolhido devido aos indícios de erosão verificados na região. A seqüência de imagens de satélite da Figura 3.51. mostra a evolução temporal da geomorfologia em planta do local de monitoramento, na afluição do rio Ji-Paraná ao rio Madeira, para as datas Junho/2004, Setembro/2008, Junho/2009 e Julho/2009.

A Figura 3.52. mostra uma vista geral de este local durante os levantamentos ocorridos em Outubro de 2010, Fevereiro de 2011, Agosto de 2011 e Julho de 2012. Na Figura 3.44 se observa o nivelamento realizado e o alinhamento seguido a partir dos marcos de referência implantados no local.

Os RNs instalados nas campanhas anteriores (Figura 3.53.) não foram localizados, sendo instalados novos marcos de referência (RN 3 e RN 4) durante o levantamento de Julho/2012 (Figura 3.54.). Nas fotografias da Figura 3.55. se percebem as evidencias da deposição de sedimentos no local.

Com a perda dos marcos utilizados nos nivelamentos anteriores, perde-se também a referência de nível utilizada, o que impossibilitou a comparação dos perfis de margens pretéritos com o atual e, por este motivo, os nivelamentos foram considerados em dois gráficos distintos. A Figura 3.56. apresenta os perfis levantados em fevereiro e agosto de 2011, enquanto que a Figura 3.57. apresenta o perfil levantado em julho de 2012

3ª Etapa do Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico
do Rio Madeira e do Reservatório da UHE Santo Antônio

Figura 3.51.

Seqüência Temporal da Vista em Planta da Afluência do Rio Ji-Paraná ao Rio Madeira no Local de Monitoramento 12



Figura 3.52.
Vista Geral do Local de Monitoramento 12, na Foz do Rio Ji-Paraná



Figura 3.53.
Levantamento do Perfil e Localização dos Marcos de Referência no Local de Monitoramento 12 durante o Levantamento de Agosto/2011



Figura 3.54.
Instalação de Novos Marcos de Referência no Local de Monitoramento 12 durante o Levantamento de Julho/2012



Figura 3.55.
Evidências de Deposição de Sedimentos no Local de Monitoramento 12 durante o Levantamento de Julho/2012



3ª Etapa do Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico
do Rio Madeira e do Reservatório da UHE Santo Antônio

Figura 3.56.
Perfil do Local de Monitoramento 12 – Coord. UTM 9.110.460 N / 510.900 E – Levantamentos de Fev/11 e Ago/11

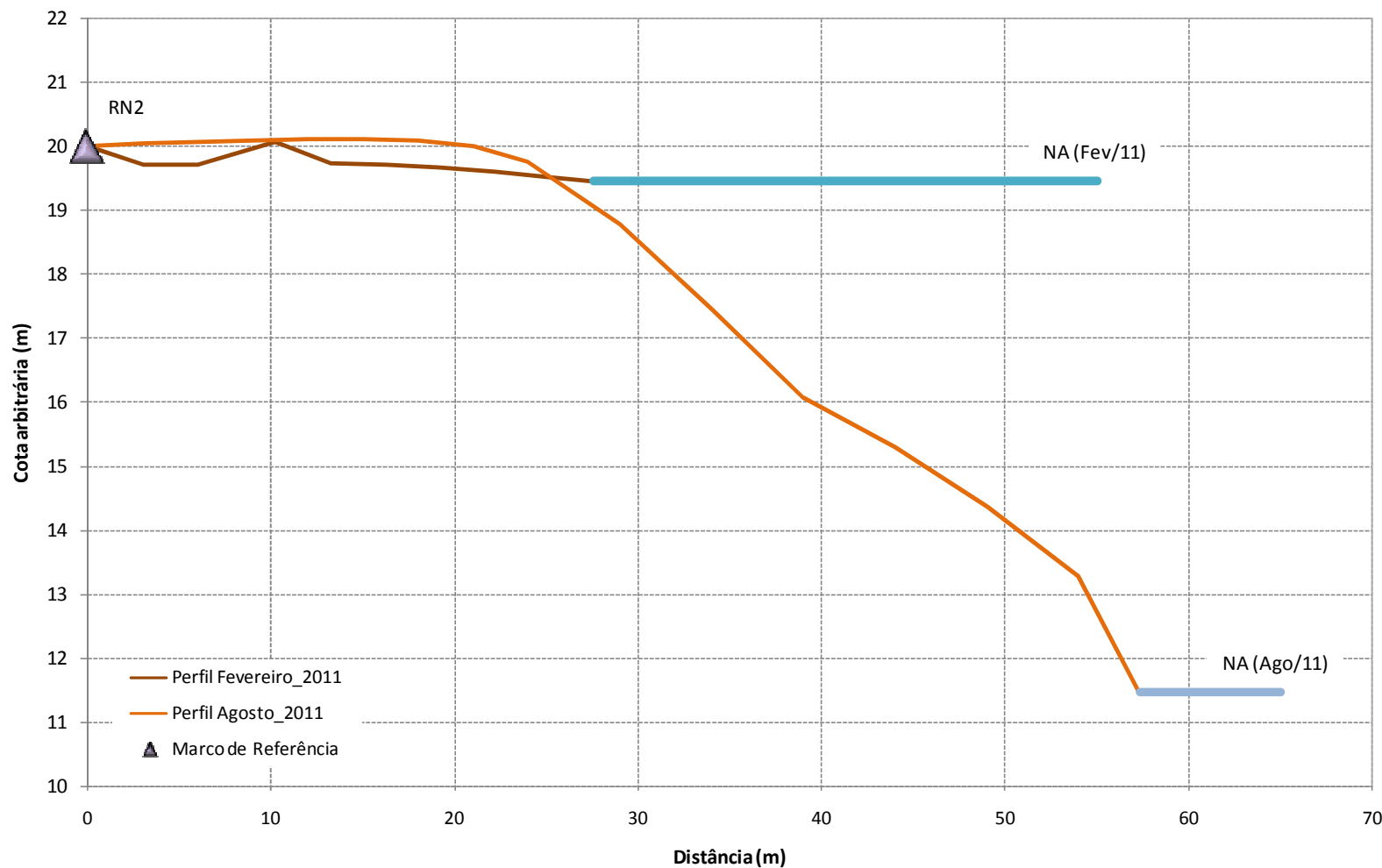
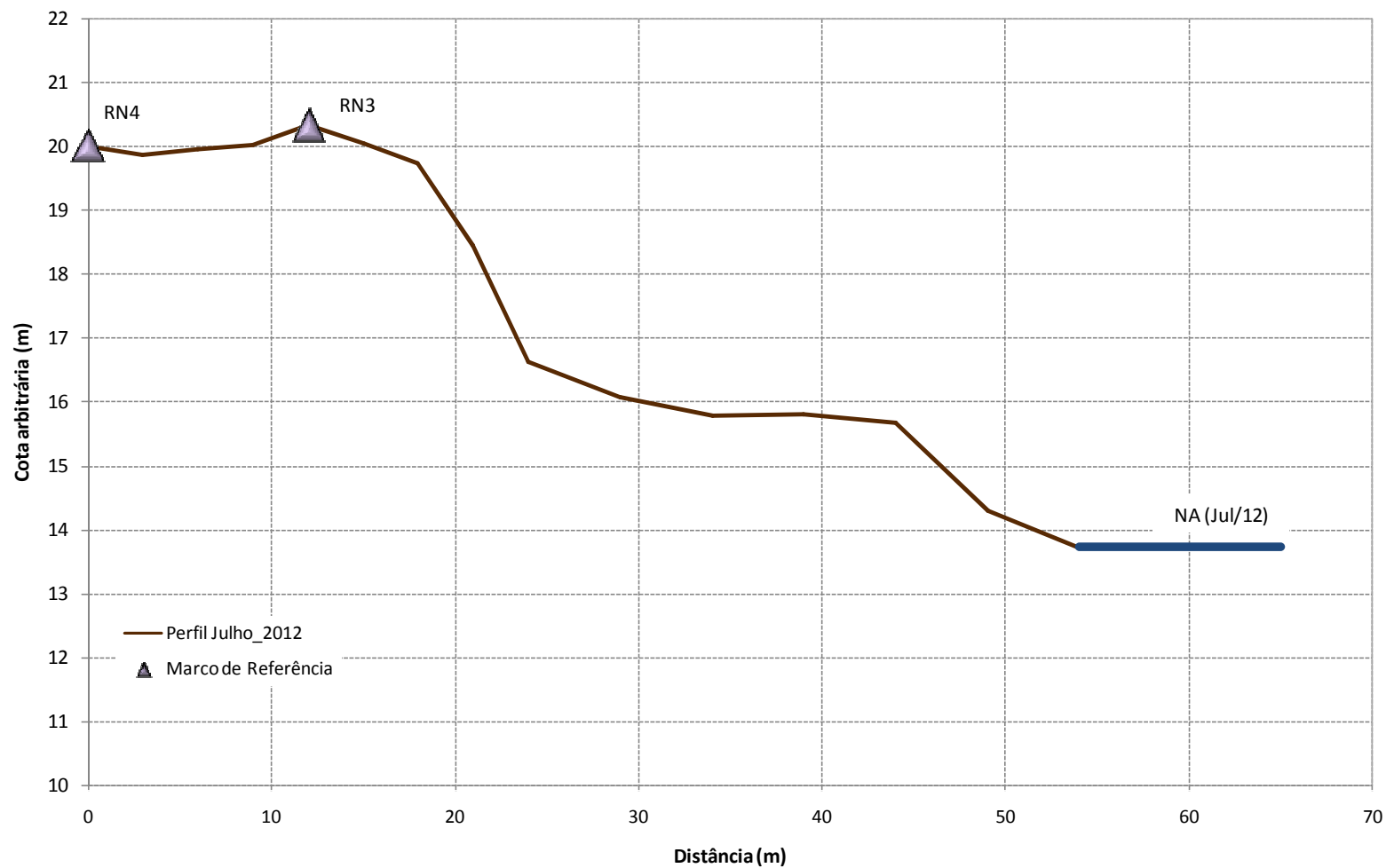


Figura 3.57.
Perfil do Local de Monitoramento 12 – Coord. UTM 9.110.460 N / 510.900 E – Levantamento de Jul/12



Local de Monitoramento 13 (LM-13)

	Coordenadas UTM (WGS84)	Cota Arbitrária (m)
RN 1	9.112.502N / 513.571E	----
RN 2	----	----

Observações: O Local de Monitoramento 13 (LM-13) encontra-se na localidade de Calama, na margem direita do rio Madeira. Este local foi escolhido pois nas últimas décadas este povoado vem evidenciando um processo acelerado de erosão em alguns locais das margens, que já afeta o dia-a-dia da comunidade (Figura 3.58.). Na Figura 3.59., Figura 3.60. e Figura 3.61. se aprecia em detalhe a evolução do processo erosivo na margem do rio entre os levantamentos de Fevereiro/2011, Agosto/2011 e Julho/2012. Cabe destacar que nos últimos meses diversos locais da comunidade de Calama foram interditados devido ao risco decorrente dos processos erosivos locais.

Adicionalmente, a seqüência temporal das imagens de satélite da Figura 3.62. permite vislumbrar a erosão da linha de margem nos últimos anos.

Neste local foi adotado um procedimento diferente em relação aos demais pontos de monitoramento, já que pelas condições locais optou-se por realizar um levantamento planimétrico da linha do topo do barranco, conforme consta na Figura 3.63.

**Figura 3.58.
Vista Frontal da Margem do Rio Madeira no LM-13 em Calama**



Figura 3.59.
Detalhe do Processo Erosivo no LM-13 em Fevereiro de 2011



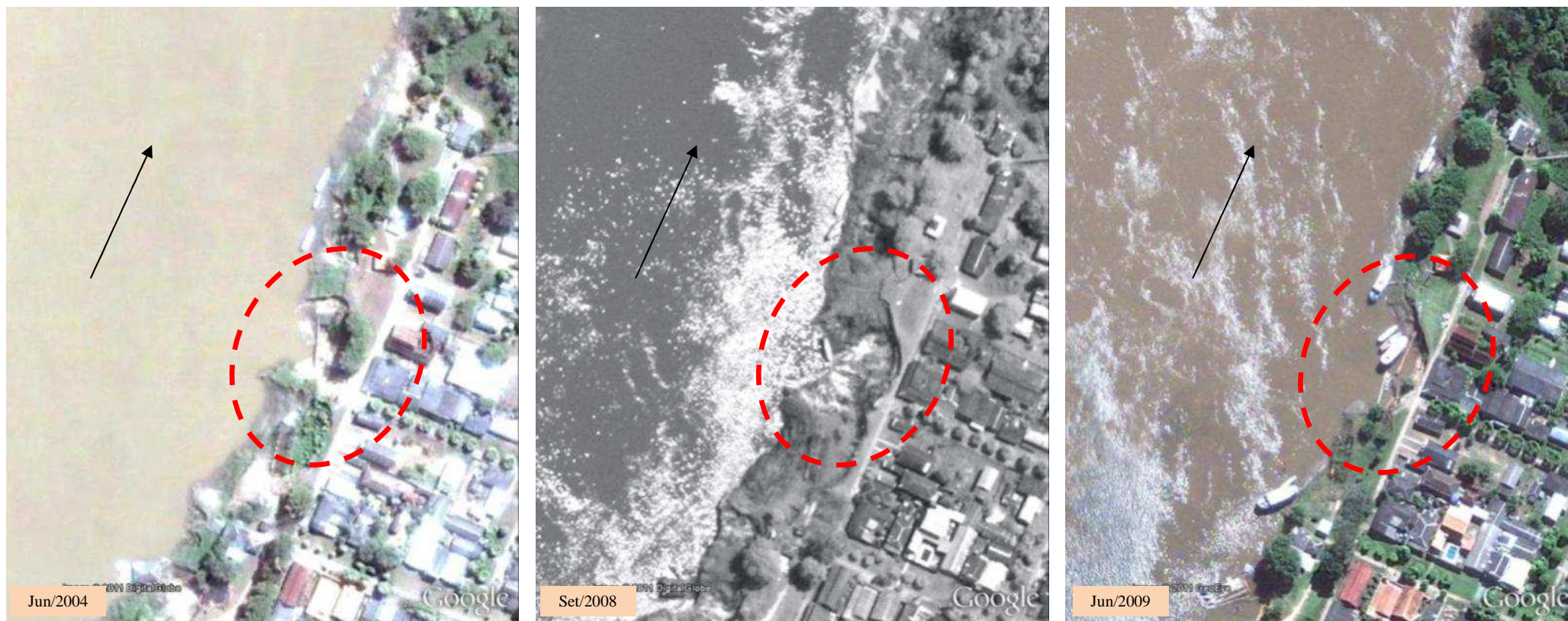
Figura 3.60.
Detalhe do Processo Erosivo no LM-13 em Agosto de 2011



Figura 3.61.
Detalhe do Processo Erosivo no LM-13 em Julho/2012

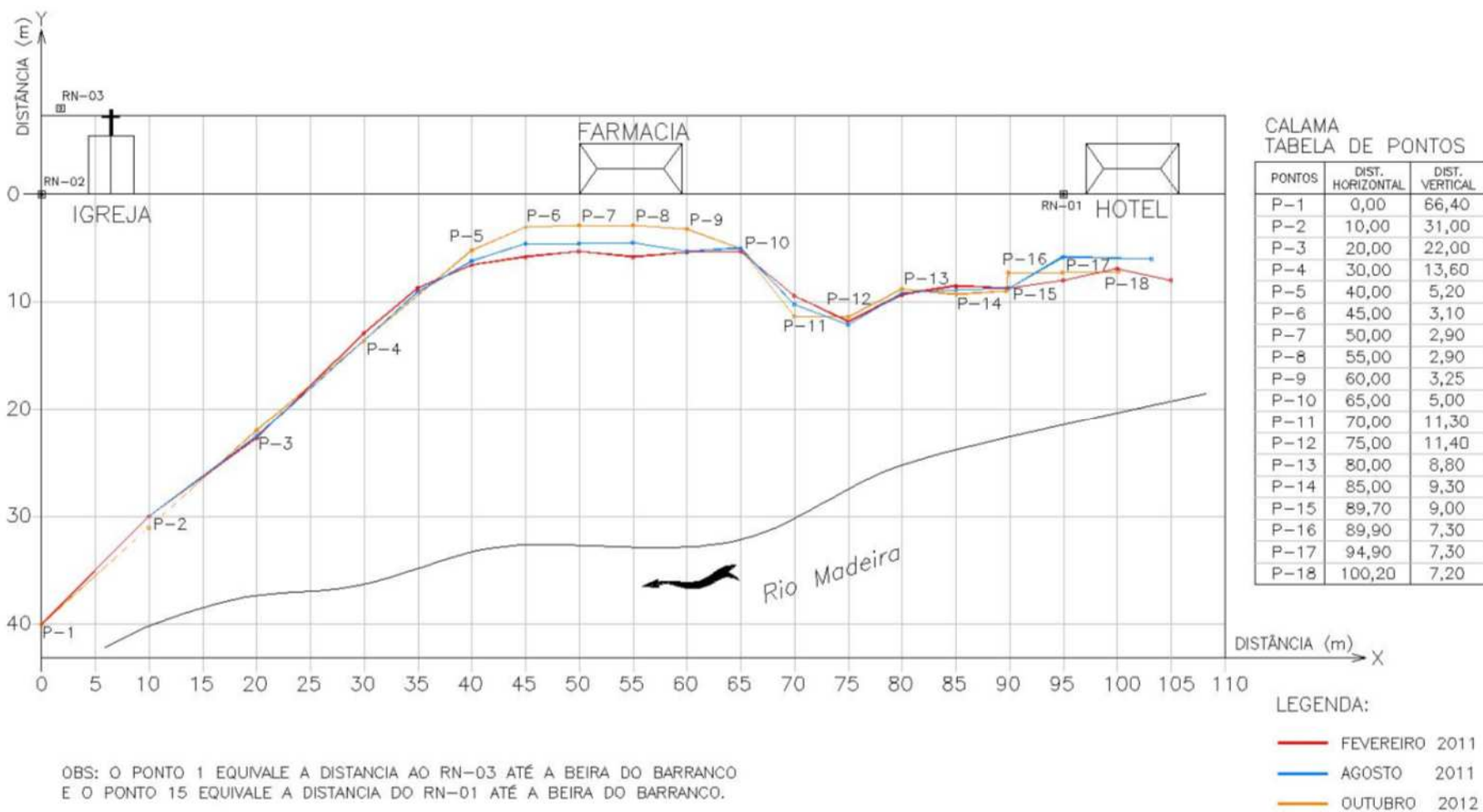


Figura 3.62.
Seqüência Temporal da Vista em Planta da Margem do Rio Madeira no Local de Monitoramento 13 em Calama



3ª Etapa do Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico
do Rio Madeira e do Reservatório da UHE Santo Antônio

Figura 3.63.
Planta do Local de Monitoramento 13 – Coord. UTM 9.112.502 N / 513.571 E



Local de Monitoramento 14 (LM-14)

	Coordenadas UTM (WGS84)	Cota Arbitrária (m)
RN 1	9.127.696N / 513.279E	---
RN 2	9.127.704N / 513.307E	---
RN 3	9.127.716N / 513.317E	20,140
RN 4	9.127.734N / 513.315E	20,000

Observações: O Local de Monitoramento 14 (LM-14) se localiza na margem direita do rio Madeira, como se observa na Figura 3.64. para diferentes datas (Junho/2004 e Setembro/2008). Este local de monitoramento foi escolhido devido aos indícios de erosão verificados na região, que são facilmente identificáveis a partir dos levantamentos realizados em 2011 e 2012 (Figura 3.65.).

Cabe destacar que o marco RN1 foi levado pela corrente devido à erosão do barranco e que o RN2 foi soterrado, que motivou a instalação de novos marcos de referência denominados RN3 e RN4 em Agosto de 2011. Em Fevereiro de 2012 apenas foi possível localizar o RN 4 (Figura 3.66.).

O levantamento topográfico do perfil desta seção de monitoramento se observa na Figura 3.67., onde se verifica o processo erosivo ocorrido entre fevereiro de 2001 e julho de 2012

Figura 3.64.
Vista em Planta do Local de Monitoramento 14 para Diferentes Datas

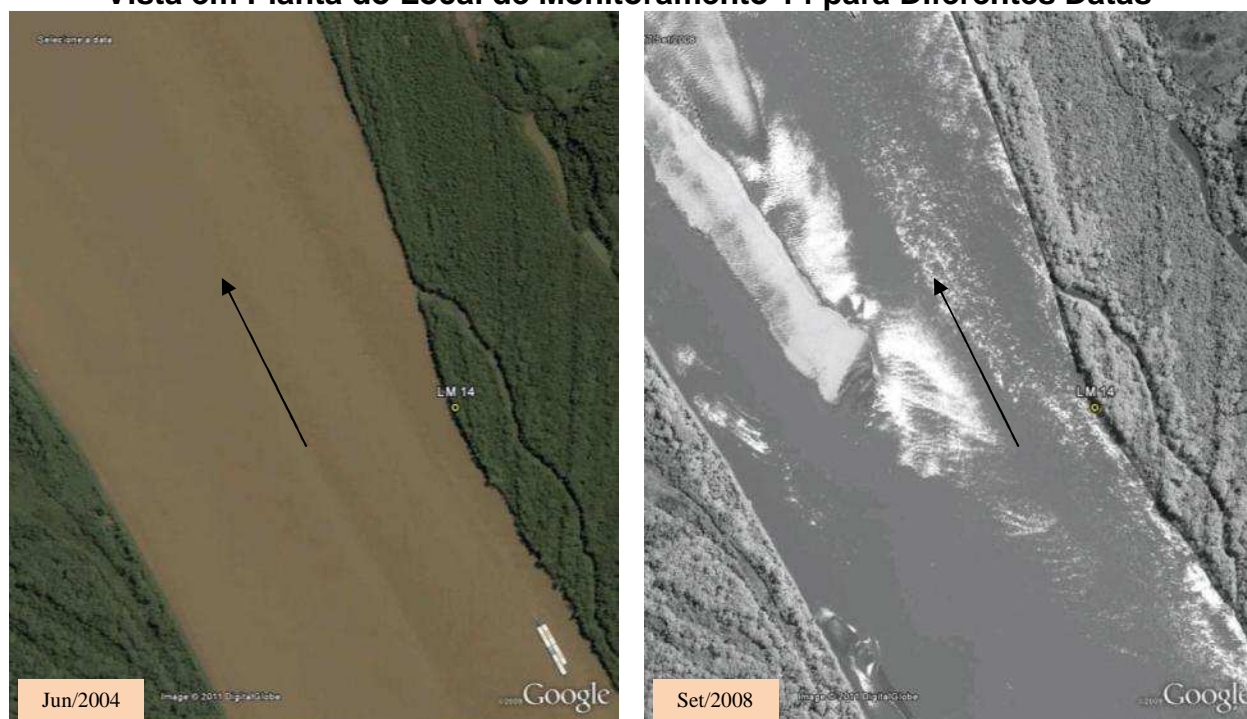


Figura 3.65.
Vista Frontal da Margem no LM-14

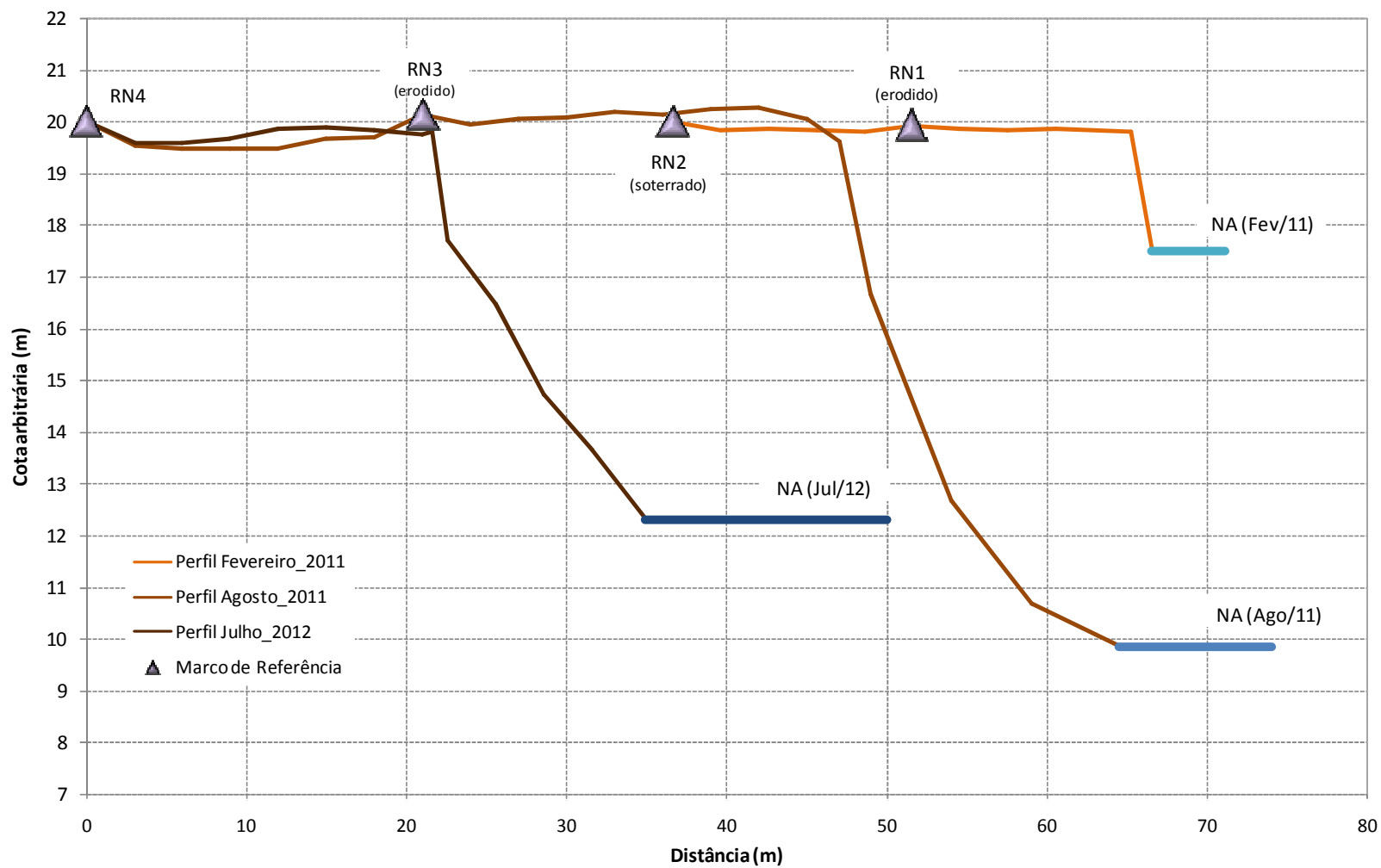


Figura 3.66.
Localização dos Marcos de Referência no Local de Monitoramento 14



3ª Etapa do Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico
do Rio Madeira e do Reservatório da UHE Santo Antônio

Figura 3.67.
Perfil do Local de Monitoramento 14 – Coord. UTM 9.127.734 N / 513.315 E



Local de Monitoramento 15 (LM-15)

	Coordenadas UTM (WGS84)	Cota Arbitrária (m)
RN 1	9.144.370N / 506.470E	19,921
RN 2	9.144.394N / 506.463E	20,158
RN 3	9.144.386N / 506.493E	20,000
RN 4	9.144.386N / 506.486E	20,235

Observações: O Local de Monitoramento 15 se localiza na margem direita do rio Madeira, margem oposta à Vila do Mirari. Destaca-se que originalmente este local de monitoramento correspondia à margem esquerda do rio, mas a coordenada GPS que indicava o local do qual tirou-se a fotografia estava localizado mais próximo da margem direita. Isto levou ao equívoco da equipe de campo durante o primeiro levantamento. Entretanto, neste local identificou-se um comportamento peculiar do rio, registrando deposição de sedimentos no lado externo da curva e uma erosão acentuada no lado interno (Figura 3.68.). Na Figura 3.69. se apresenta uma vista em planta do rio Madeira que permite identificar a presença temporária de atividades de garimpo no local.

A Figura 3.70. ilustra o alinhamento dos marcos de referência durante o levantamento do ano 2011 e 2012. Em Agosto de 2011 notou-se que o local onde fora implantado o RN1 sofreu desbarrancamentos pela ação da correnteza, o que motivou a instalação do RN 3. Adicionalmente, durante uma viagem de rotina da equipe de hidrometria pelo local, em abril de 2012, se observou que o RN 2 já se encontrava na margem do rio, em um ponto crítico, conforme observa-se na Figura 3.71. Na visita de Julho/2012 este marco (RN 2) já havia sido levado pela corrente devido ao desmoronamento da margem, pelo que se procedeu à implantação do RN 4.

Na Figura 3.72. se observa uma vista frontal do local de monitoramento durante as visitas de Fevereiro/2011, Agosto/2011 e Julho/2012.

O levantamento topográfico do perfil desta seção se observa na Figura 3.73., onde se percebem os efeitos dos processos erosivos no local de monitoramento.

Figura 3.68.
Vista em Planta do Rio Madeira no Local de Monitoramento 15

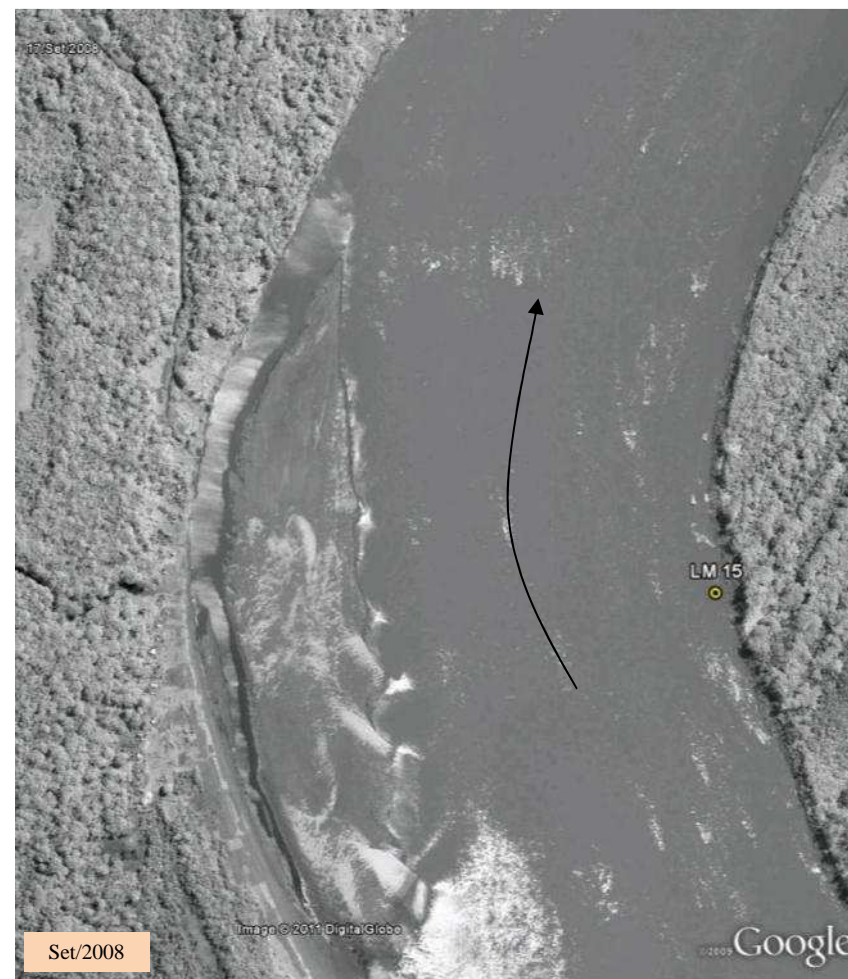


Figura 3.69.
Detalhe do Processo Erosivo no Local de Monitoramento 15

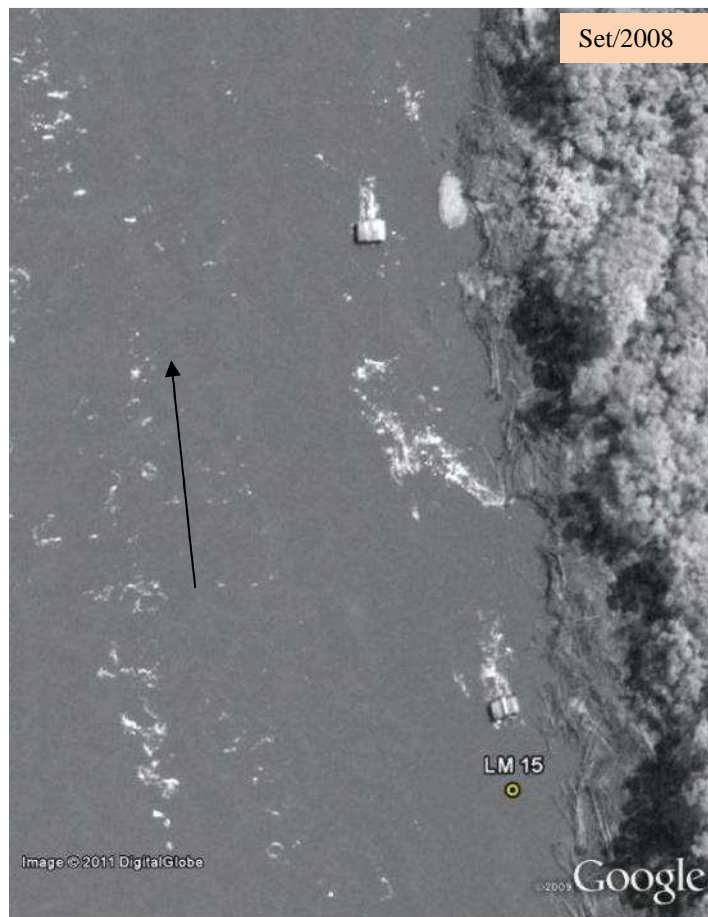


Figura 3.70.
Alinhamento dos Marcos de Referência no Local de Monitoramento 15

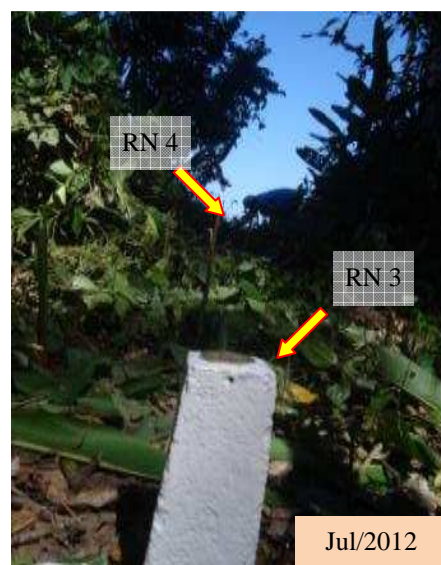


Figura 3.71.
Marcos de Referência (RN2) no Local de Monitoramento 15 em Abril de 2012

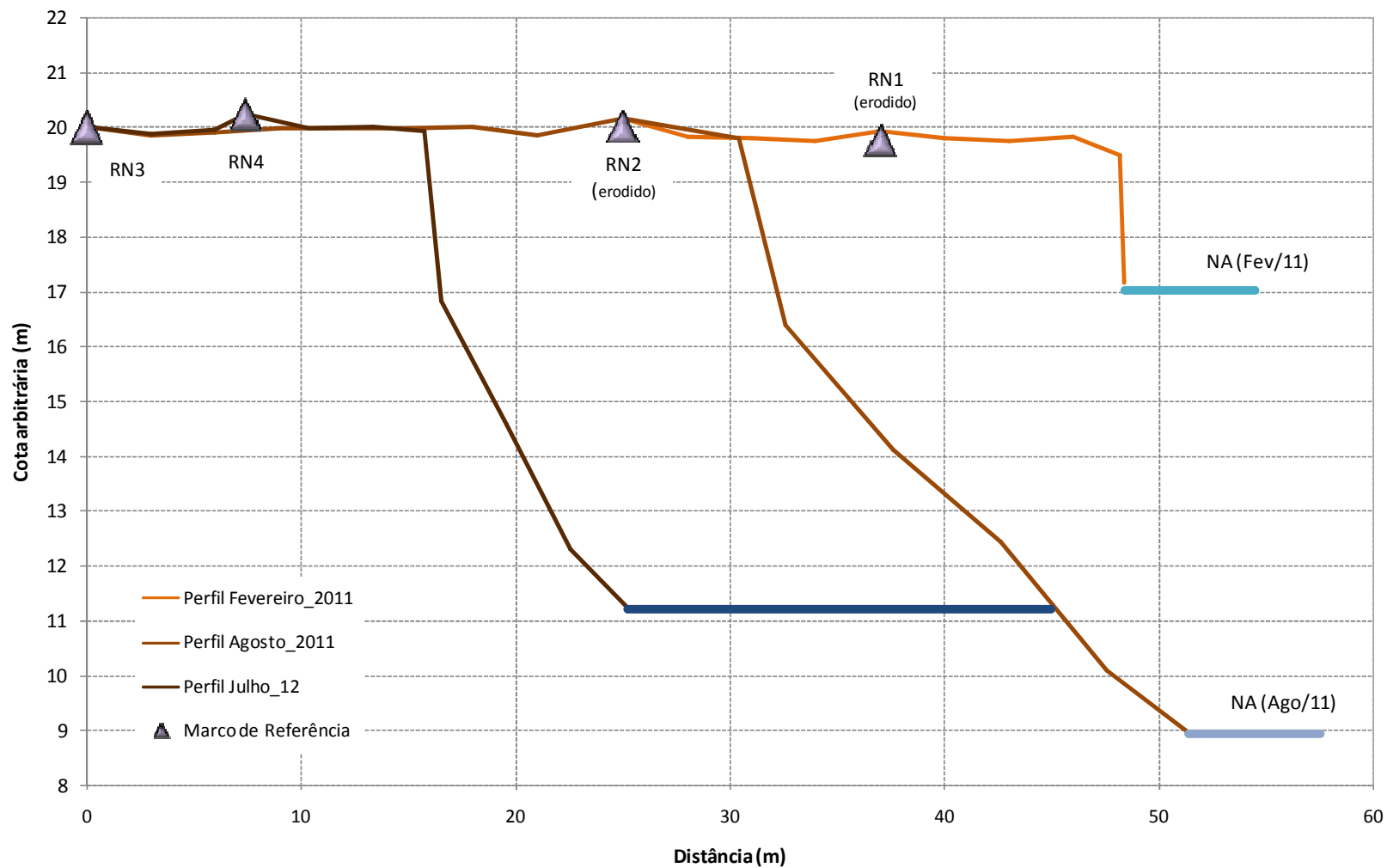


Figura 3.72.
Vista Frontal da Margem no Local de Monitoramento 15



3ª Etapa do Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico
do Rio Madeira e do Reservatório da UHE Santo Antônio

Figura 3.73.
Perfil do Local de Monitoramento 15 – Coord. UTM 9.144.386 N / 506.493 E



Local de Monitoramento 16 (LM-16)

	Coordenadas UTM (WGS84)	Cota Arbitrária (m)
RN 3	9.148.112N / 507.226E	19,950
RN 2	9.148.124N / 507.209E	20,257

Observações: O Local de Monitoramento 16 se localiza na margem esquerda do rio Madeira (Figura 3.74.). Este local de monitoramento foi escolhido devido aos indícios de erosão verificados na região, como se observa na Figura 3.75.

O marco RN1 deste local foi soterrado durante a última enchente, pelo que foi instalado um novo marco denominado RN3. O alinhamento dos marcos de referência utilizado para o levantamento topográfico se observa na Figura 3.76. (Agosto/2011) e Figura 3.77. (Julho/2012), enquanto que a Figura 3.78. ilustra a situação de um dos marcos de referência antes e após a visita de campo. O perfil resultante deste local de monitoramento se apresenta na Figura 3.79.

Figura 3.74.
Vista em Planta do Rio Madeira no Local de Monitoramento 16



Figura 3.75.
Vista da Linha de Margem do Rio Madeira no Local de Monitoramento 16



Figura 3.76.
Alinhamento dos Marcos de Referência no Local de Monitoramento 16 durante o Levantamento de Agosto/2011



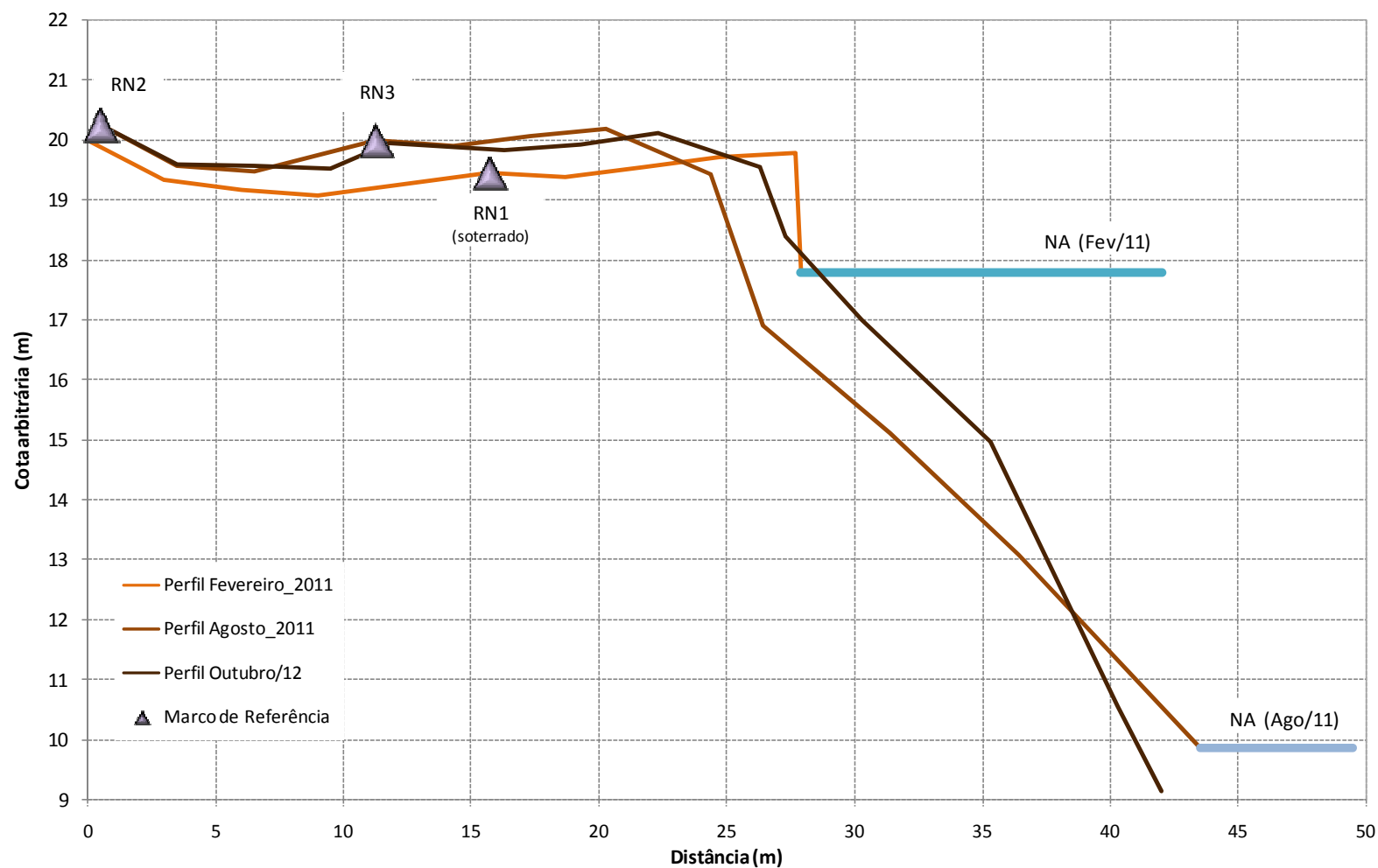
Figura 3.77.
Alinhamento dos Marcos de Referência no Local de Monitoramento 16 durante o Levantamento de Julho/2012



Figura 3.78.
Situação de um Marco de Referência no LM 16 antes e após a Visita de Campo



Figura 3.79.
Perfil do Local de Monitoramento 16 – Coord. UTM 9.148.124 N / 507.209 E



Local de Monitoramento 17 (LM-17)

	Coordenadas UTM (WGS84)	Cota Arbitrária (m)
RN 1	9.157.182N / 506.965E	20,310
RN 2	9.157.186N / 506.975E	19,984
RN 3	---	19,774

Observações: O Local de Monitoramento 17 (LM-17) se localiza na margem direita do rio Madeira, o qual foi escolhido devido aos indícios de erosão verificados na região, conforme se observa na seqüência de imagens da Figura 3.80. (correspondentes às datas Junho/2004 e Setembro/2008) e nas vistas da linha de margem apresentadas na Figura 3.81.

A Figura 3.82. mostra o alinhamento dos marcos de referência durante os levantamentos de Agosto de 2011 e Julho de 2012. Neste último levantamento não foi localizado o RN1, que foi substituído pelo RN 3.

Por último se apresenta o levantamento topográfico do perfil da margem desta seção de monitoramento (Figura 3.83.), onde se reconhece a erosão da margem no levantamento de Julho/2012, sendo que nos levantamentos dos anos anteriores não tinha sido diagnosticada esta tendência.

**Figura 3.80.
Vista em Planta do Rio Madeira no LM-17 para Diferentes Datas**



Figura 3.81.
Vista da Linha de Margem no Local de Monitoramento 17

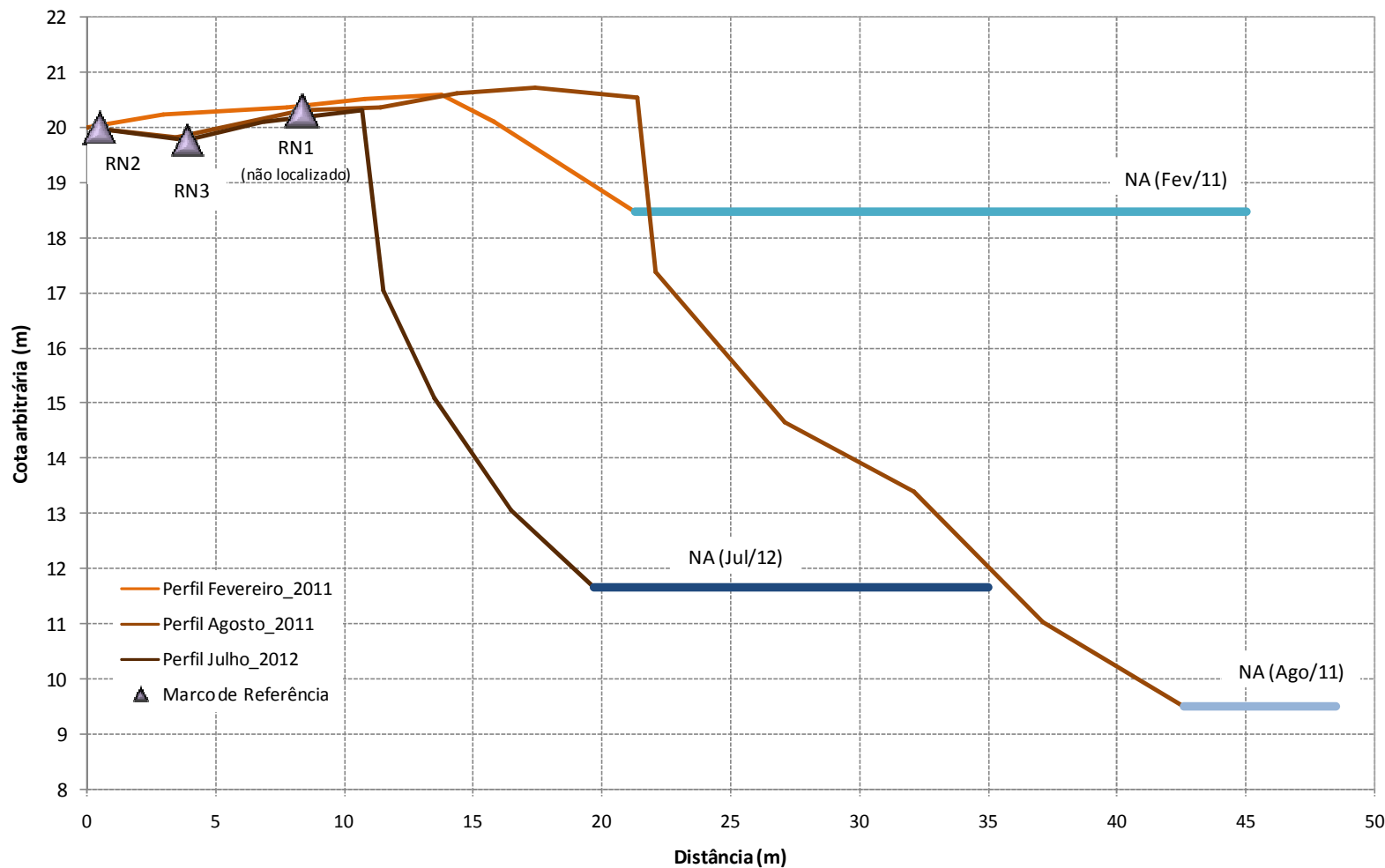


Figura 3.82.
Marcos de Referência do Local de Monitoramento 17



3ª Etapa do Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico
do Rio Madeira e do Reservatório da UHE Santo Antônio

Figura 3.83.
Perfil do Local de Monitoramento 17 – Coord. UTM 9.157.186 N / 506.975 E



4. PRÓXIMAS ETAPAS DO MONITORAMENTO

De acordo com a Atividade V.5: Monitoramento da Evolução dos Trechos com Margens Erodidas ou Potencialmente Instáveis, proposta na 3ª Etapa do Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico do Rio Madeira e do Reservatório da UHE Santo Antônio, esta atividade será realizada com frequência de 1 (uma) vez por ano, após o período de cheias, nos meses agosto a setembro.

Desta forma, a próxima inspeção será realizada no próximo ano, durante o período de vazante ou estiagem da cheia de 2013, quando será realizado novamente o nivelamento dos 16 locais de monitoramento, para comparações com os levantamentos anteriores.