

RELATÓRIO TÉCNICO

MONITORAMENTO DA ESTABILIDADE DAS MARGENS ESTAÇÕES GEODÉSICAS DA REDE LOCAL DA SOMAR – SOCIEDADE MINERADORA LTDA.

NOVEMBRO, 2016

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	4
2. CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA.....	9
2.1 PROCESSOS EROSIVOS FLUVIAIS	9
2.2 AMBIENTE FLUVIAL.....	11
2.3 TRANSPORTE DE SEDIMENTOS	11
2.5 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL.....	14
3. O RIO JACUÍ	15
3.1 NÍVEL D'ÁGUA.....	15
4. METODOLOGIA	19
5. RESULTADOS	20
5.1 MARCO E00	23
5.2 MARCO E01	23
5.3 MARCO E02A	26
5.4 MARCO E03	29
5.5 MARCO E04	32
5.6 MARCO E04A	35
5.7 MARCO E06A	38
5.8 MARCO E07A	41
5.9 MARCO E10A	44
5.10 MARCO E10B.....	47
5.11 MARCO E11A.....	50
5.12 MARCO E12A.....	53
5.13 MARCO E13.....	56
5.14 MARCO E14B.....	59
5.15 MARCO E15.....	62

5.16 MARCO E16.....	65
5.17 MARCO E16A.....	68
5.18 MARCO E17.....	71
5.19 MARCO E18B.....	74
5.20 MARCO E19A.....	77
5.21 MARCO E21.....	80
5.22 MARCO E23.....	83
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	86
REFERÊNCIAS.....	88

Handwritten mark

Handwritten mark

1. INTRODUÇÃO

No ano de 2009, a SOMAR Sociedade Mineradora Ltda. instalou uma rede de marcos geodésicos de concreto, georreferenciados por DGPS, nas margens do rio Jacuí, nos municípios de São Jerônimo, Charqueadas e Triunfo, Rio Grande do Sul, com o objetivo de monitorar a estabilidade das margens em áreas sujeitas a ação de processos erosivos em maior intensidade.

Desde então, são realizadas inspeções nos marcos geodésicos semestralmente, em períodos de seca (verão/outono) e em períodos de cheia (inverno/primavera), conforme exigência contida na condicionante nº 5.4.2 das Licenças Operacionais 5754/2013 – DL (GM 185), 5760/2013 – DL (GM 186) e 5767/2013 – DL (GM 187).

Durante as vistorias, são feitas medidas desde o marco até o limite superior do talude, e o registro fotográfico georreferenciado, no qual se verifica as possíveis alterações ambientais, naturais e antrópicas que ocorrem na área.

Atualmente a rede local de monitoramento da SOMAR possui um total de 22 (vinte e dois) marcos ativos, e 18 (dezoito) inativos, que por questões de acessibilidade ou uso e ocupação do solo das margens do rio e ilhas, foram perdidos e substituídos, desde o início das observações em 2009.

O Quadro 1 contém a relação de todos os marcos geodésicos da SOMAR, incluindo data de instalação, situação (ativo ou inativo), posição em relação a margem do rio ou ilha (esquerda ou direita), localização e coordenadas em projeção UTM, *datum* SIRGAS 2000.

A distribuição dos marcos nas áreas de concessão da SOMAR pode ser visualizada no mapa da Figura 1. As coordenadas UTM que demarcam os limites da jazida são:

Início (montante): 435.816 e 6.687.633

Fim (jusante): 455.729 e 6.686.800 



Os resultados da campanha de observação, realizada em novembro de 2016, são apresentados contendo croquis em escala do perfil do talude atual e o mais antigo, além do histórico de regressões desde o início do monitoramento e registros fotográficos dos marcos ativos.

Durante esta vistoria, além da inclusão de um novo marco denominado E10B (Triunfo), os marcos E11B (ilha do Fanfa), que estava coberto por vegetação densa e inacessível, e o marco E05A (ilha Dona Antônia), que foi danificado devido à alta erosão, foram classificados como inativos. *AS*

AK

Quadro 1: Relação da rede de marcos geodésicos instalados nas áreas de concessão da SOMAR.

Marco	Data da instalação	Situação	COORDENADAS UTM		Localização	Posição na margem do rio ou ilha
			E (m)	N (m)		
E00	04/2009	Ativo	439.189,00	6.686.590,00	Cais da SOMAR	D
E01	04/2009	Ativo	436.294,00	6.686.690,00	Charqueadas	D
E02	04/2009	Inativo	437.063,84	6.687.420,02	Ilha da Paciência	E
E02A	30/05/13	Ativo	437.024,00	6.687.407,00	Ilha da Paciência	E
E03	04/2009	Ativo	436.182,04	6.687.676,00	Ilha da Paciência	E
E04	30/05/13	Ativo	438.321,30	6.687.336,03	Ilha da Paciência	E
E04A	22/02/14	Ativo	438.264,00	6.687.344,00	Ilha da Paciência	E
E05	04/2009	Inativo	439.235,60	6.686.757,20	Ilha Dona Antônia	D
E05A	30/05/13	Inativo	439.193,75	6.686.698,46	Ilha Dona Antônia	D
E06	04/2009	Inativo	439.119,23	6.687.403,92	Ilha da Paciência	E
E06A	30/05/13	Ativo	439.081,22	6.687.366,94	Ilha da Paciência	E
E07	30/05/13	Inativo	440.754,19	6.687.428,59	Ilha das Cabras	E
E07A	22/02/14	Ativo	440.725,04	6.687.386,28	Ilha das Cabras	E
E08	04/2009	Inativo	443.460,00	6.688.255,80	Ilha dos Dornelles	D
E08A	23/02/14	Inativo	443.374,40	6.687.872,90	Ilha dos Dornelles	D
E09	04/2009	Inativo	443.963,20	6.688.002,10	Ilha dos Dornelles	E
E10	04/2009	Inativo	444.844,50	6.689.640,10	Triunfo	E
E10A	28/10/14	Ativo	444.807,44	6.689.592,00	Triunfo	E
E10B	04/11/16	Ativo	444.651,39	6.689.541,69	Triunfo	E
E11	04/2009	Inativo	445.475,80	6.689.604,80	Ilha do Fanfa	D
E11A	22/02/14	Ativo	445.436,69	6.689.554,60	Ilha do Fanfa	E
E11B	30/10/15	Inativo	445.764,14	6.689.468,22	Ilha do Fanfa	D
E12	04/2009	Inativo	446.440,50	6.689.128,10	Ilha do Fanfa	E
E12A	31/05/13	Ativo	446.003,43	6.689.348,93	Ilha do Fanfa	E

Nota: *E e D referem-se a margem esquerda e direita respectivamente.

Quadro 1: Relação da rede de marcos geodésicos instalados nas áreas de concessão da SOMAR (continuação).

Marco	Data da instalação	Situação	COORDENADAS UTM		Localização	Posição na margem do rio ou ilha
			E (m)	N (m)		
E13	04/2009	Ativo	449.429,98	6.689.401,55	Ilha do Araújo	E
E14	04/2009	Inativo	452.181,60	6.689.036,71	Ilha do Araújo	E
E14A	30/05/13	Inativo	452.238,19	6.689.011,33	Ilha do Araújo	E
E14B	22/02/14	Ativo	451.844,04	6.689.182,04	Ilha do Araújo	E
E15	04/2009	Ativo	453.824,81	6.687.292,49	Charqueadas	D
E16	04/2009	Ativo	454.750,92	6.687.327,90	Ilha do Araújo	E
E16A	22/02/14	Ativo	454.498,64	6.687.472,03	Ilha do Araújo	E
E17	04/2009	Ativo	449.696,66	6.690.003,58	Ilha do Carioca	D
E18	04/2009	Inativo	445.640,00	6.690.103,10	Ilha do Fanfa	D
E18A	31/05/13	Inativo	445.598,66	6.690.066,46	Ilha do Fanfa	D
E18B	22/02/14	Ativo	445.557,94	6.689.747,78	Ilha do Fanfa	D
E19	31/05/15	Inativo	446.035,99	6.689.396,76	Ilha do Fanfa	E
E19A	22/02/14	Ativo	446.350,53	6.689.110,16	Ilha do Fanfa	E
E21	22/02/14	Ativo	438.688,64	6.687.310,81	Ilha da Paciência	E
E23	22/02/14	Ativo	451.285,27	6.689.314,78	Ilha do Araújo	E
E24	23/02/14	Inativo	447.341,99	6.688.622,88	Charqueadas	D

Nota: *E e D referem-se a margem esquerda e direita respectivamente.

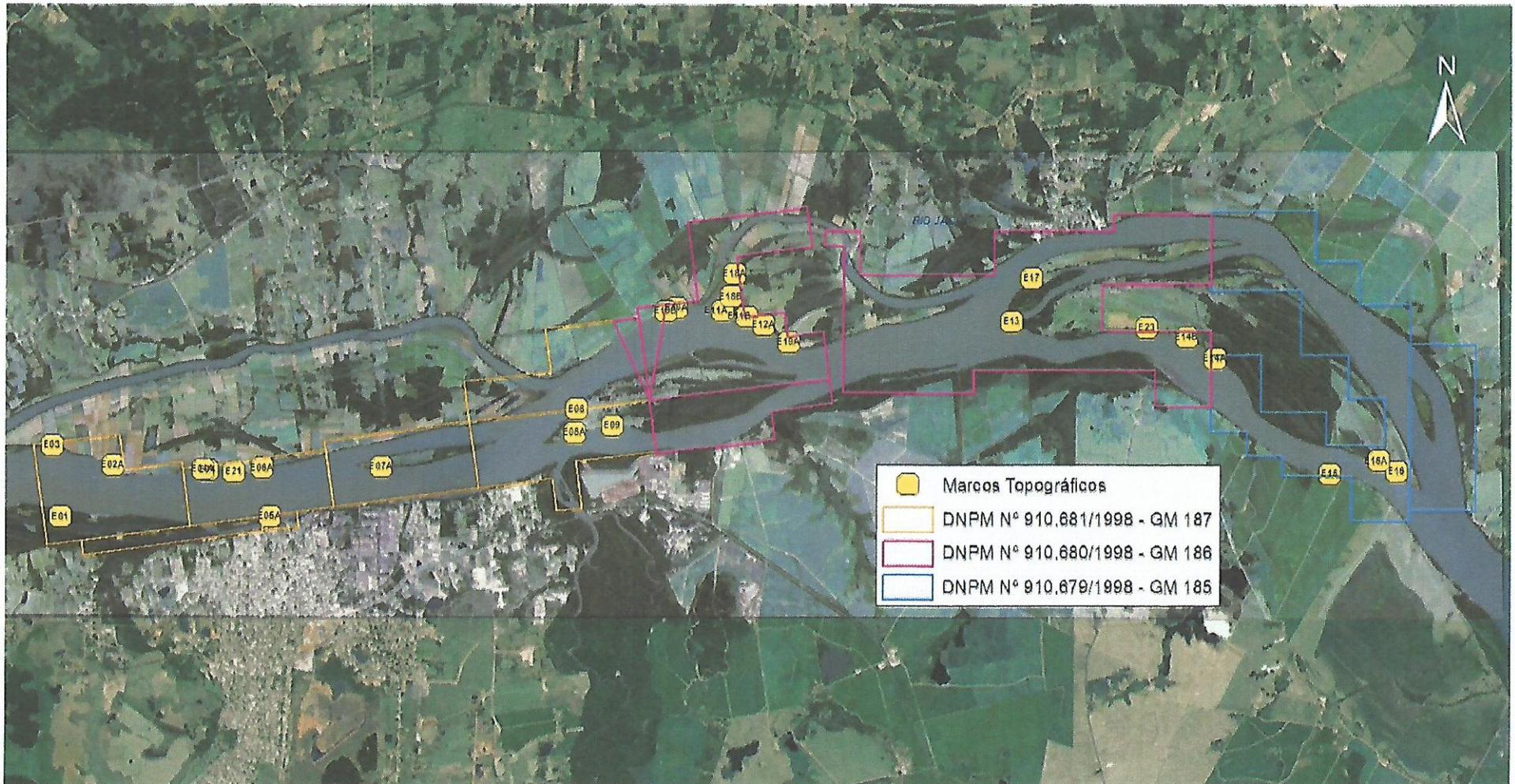


Figura 1: Mapa de localização dos marcos geodésicos nas áreas de concessão da SOMAR.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA

2.1 PROCESSOS EROSIVOS FLUVIAIS

De acordo com Dias (2012, pg. 19),

O leito fluvial é compreendido pelo espaço ocupado pelo escoamento das águas. O leito pode ser classificado como leito menor, o qual corresponde à parte do canal ocupada pelas águas e cuja frequência impede o crescimento da vegetação; leito de vazante, sendo aquele ocupado pelo escoamento das águas de vazante; leito maior, também denominado leito maior periódico ou sazonal, sendo este ocupado pela água do rio regularmente e, pelo menos uma vez ao ano durante as cheias e por fim o leito maior excepcional, que por sua vez é ocupado durante as grandes cheias.

Um trecho do canal de um rio pode ser anastomosado em período de estiagem, pois é quando há um excesso de carga sólida em relação à descarga, e ser meandrante nos períodos de cheia (CUNHA, 2007). *“A modificação granulométrica do material do leito também serve como indicador de alterações na energia do fluxo e por consequência no potencial erosivo do rio.”* (CUNHA, 2007)

O nível de margens plenas pode ser definido pelo limite em que a vegetação se estabelece de maneira contínua e definitiva. De acordo com Fernandez (2003) esse nível demarca o limite entre os processos fluviais que modelam o canal e os que constroem a planície de inundação, como pode ser visualizado na Figura 2. 



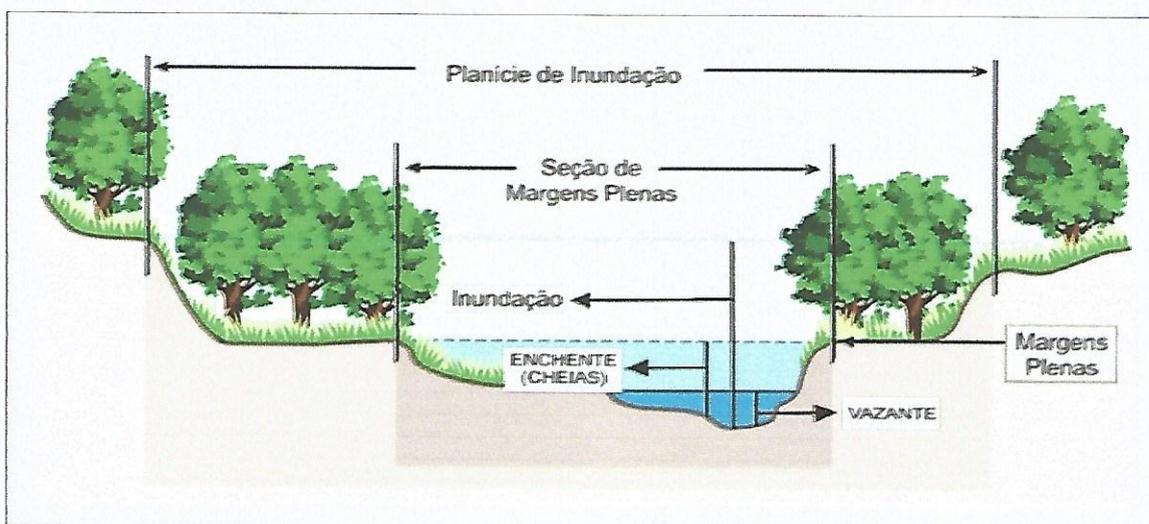


Figura 2: Representação de níveis de leito e de margem ocupados pela vazão. Fonte: Fiswg (1998) adaptado por (DIAS-OLIVEIRA, 2011).

Observa-se que a flutuação do nível da vazão ao longo do tempo e, conseqüentemente, o contato com maior ou menor porção da margem, dependendo das condições hidrológicas, influencia nos processos geomórficos que ocorrerem na mesma (DIAS, 2012).

Neste sentido, os barrancos localizados em setor de margens plenas, em período de vazante são influenciados muito mais pelos processos erosivos de encostas do que pelos processos fluviais. Muitas vezes, algumas porções das margens plenas são submetidas a processos fluviais apenas em ocasiões excepcionais e por pouco intervalo de tempo (DIAS, 2012).

Em grandes rios, como é o caso do Jacuí, um evento expressivo de enchente pode carregar em seu fluxo significativa quantidade de material das margens, independente de suas características. *STB*



2.2 AMBIENTE FLUVIAL

The Japan Society of Erosion Control Engineering (2000) apud (KOBAYAMA e CHAFFE, 2009, p.181) definem as zonas ripárias da seguinte forma:

Zona próxima a rios, lagos, pântanos, etc. Esta zona influencia fortemente a transferência de energia, nutrientes, sedimentos, etc, entre os ecossistemas terrestre e aquático. Incluem planície, vertente, vegetação, e a estrutura subterrânea onde a água subterrânea se movimenta.

De acordo com Dias (2012), as zonas ripárias têm papel fundamental na estabilização dos taludes marginais, na proteção contra inundações e na manutenção da morfologia do rio. Tendo em vista a estreita relação entre a vertente e o canal fluvial, é o uso da terra nas margens dos corpos hídricos que definirá a característica dos materiais que adentrarão no canal. Neste sentido a vegetação disposta sobre a zona ripária tem fundamental importância, visto que desempenha a função de filtro, barrando materiais das encostas (sedimentos e detritos orgânicos), contribui na agregação das partículas dos solos que compõem as margens dos rios, através das raízes e do acréscimo de matéria orgânica, aumentando a resistência frente aos processos erosivos e mantém a umidade do material evitando o rompimento de partículas do solo por meio de variações da temperatura.

2.3 TRANSPORTE DE SEDIMENTOS

Segundo Binda e Lima (2008) a dinâmica de transporte, deposição e erosão intracanal é comandada pela distribuição da tensão de cisalhamento no leito. Muitas variáveis coletivamente denominadas de rugosidade podem influenciar essa distribuição.

“A rugosidade do canal exerce resistência ao fluxo e pode ser atribuída a diversos elementos, sendo os principais: granulometria da



carga de leito, formas de leito, vegetação subaquática e detritos lenhosos.” (Dias, 2012).

A presença de troncos e galhos no fluxo dos canais também influencia nos processos de erosão das margens dos rios, pois o choque destes materiais nas margens leva ao colapso de grandes porções de materiais, provocando a desestabilização dos taludes (DIAS, 2012).

De acordo com Dias e Thomaz (2011b), as áreas ripárias utilizadas para pastoreio apresentam maior sensibilidade frente aos processos erosivos, pois o gado remove a vegetação das margens, eliminando assim a função de filtro exercida pela vegetação, tornando mais frequente a deposição de sedimentos oriundos da encosta no interior do canal fluvial.

As estradas rurais também estão entre as formas de uso da terra que mais aceleram os processos erosivos fluviais.

Thomaz e Melquíades (2009), observaram que os materiais das estradas e do leito dos rios apresentam similaridade, indicando a contribuição das estradas na deposição de sedimentos no interior de canais fluviais.

Estas estradas conectadas com a rede de drenagem aceleram de forma significativa a entrada de materiais no leito dos rios. Dias *et al.* (2010), por meio de análise de coloração realizada entre materiais do leito do rio e das estradas, concluíram que as estradas fornecem materiais grosseiros para o leito dos rios.

2.4 EROSÃO DE MARGENS

Os estudos dos processos de erosão marginal têm suma importância no entendimento da dinâmica dos canais fluviais, ao longo do tempo e do espaço. A taxa de erosão das margens é resultado de processos geomórficos que envolvem características das margens e dos aspectos fluviais, de modo que o potencial erosivo do fluxo frente à

capacidade do solo em resistir é o que determina a maior ou menor erosão (DIAS, 2012).

Os sedimentos disponíveis no canal também podem ser provenientes de processos erosivos ocorridos no próprio rio. De acordo com Tuysuz (2005) *apud* (SILVA *et al*, 2007), a erosão fluvial pode ocorrer no leito, nas margens, ou nas cabeceiras dos rios.

Desta forma, a capacidade de erosão das águas depende da velocidade e turbulência, do volume e das partículas transportadas em suspensão, saltação e rolamento, podendo a erosão das margens e do leito ser caracterizada pelas ações corrasiva, corrosivo e pelo impacto hidráulico, de modo que o equilíbrio fluvial será definido pela relação de igualdade entre a atuação da erosão, do transporte e da deposição de sedimentos (CUNHA, 2007).

O processo de corrasão se caracteriza pela retirada lenta e contínua de sedimentos das margens de forma gradativa pela ação das correntes e ondas. O atrito existente entre o fluxo de água e a face dos barrancos constitui este processo, assim pode ocorrer um aumento da erosão marginal caso exista um volume intenso do fluxo (ARAUJO e ROCHA, 2009).

Os processos de erosão das margens podem ocorrer ainda em forma de solapamentos, fendas e desmoronamentos. O processo de solapamento se caracteriza pela remoção dos sedimentos na base dos barrancos ou criação de pequenas cavidades localizadas aleatoriamente nas margens dependendo apenas do nível que o fluxo atinge nas cheias, enquanto que as fendas ou trincas resultam da ação erosiva dos fluxos sobre as margens, que ao remover os sedimentos podem provocar fendas/trincas por alívio de pressão sobre as mesmas, podendo estes sedimentos desmoronar (ARAUJO e ROCHA, 2009b).

O desmoronamento por sua vez é a queda livre de blocos de sedimentos das margens, por efeito da gravidade a partir de faces verticais. Os desmoronamentos podem ocorrer por basculamento ou

cisalhamento. O desmoronamento por basculamento ocorre quando o bloco desmorona sem ocorrer prévio solapamento. Já o desmoronamento por cisalhamento ocorre quando o bloco de terra desmorona seguindo o plano vertical do barranco (ARAUJO e ROCHA, 2009b).

2.5 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

No âmbito legislativo, o Código Florestal Brasileiro em vigência define zonas ripárias como áreas de preservação permanente (APP). A Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012, em seu artigo 3º, define:

II - Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

Porém, cabe aqui ressaltar que estas áreas encontram-se em meio a um conflito jurídico, econômico e ambiental (SOUZA e MILLS, 1995), poucas vezes sendo preservadas, como indica a legislação. 

3. O RIO JACUÍ

O trecho de concessão de lavra da SOMAR apresenta características morfológicas de um rio em planície e meândrico, dada sua proximidade ao Delta do Jacuí. O perfil ilustrativo abaixo demonstra as fases, resumidamente, de um rio desde a sua nascente até a foz, de acordo com o comportamento das velocidades de escoamento, largura do talvegue, morfologia do leito, etc. A Figura 3 ilustra o perfil da extensão de um rio.

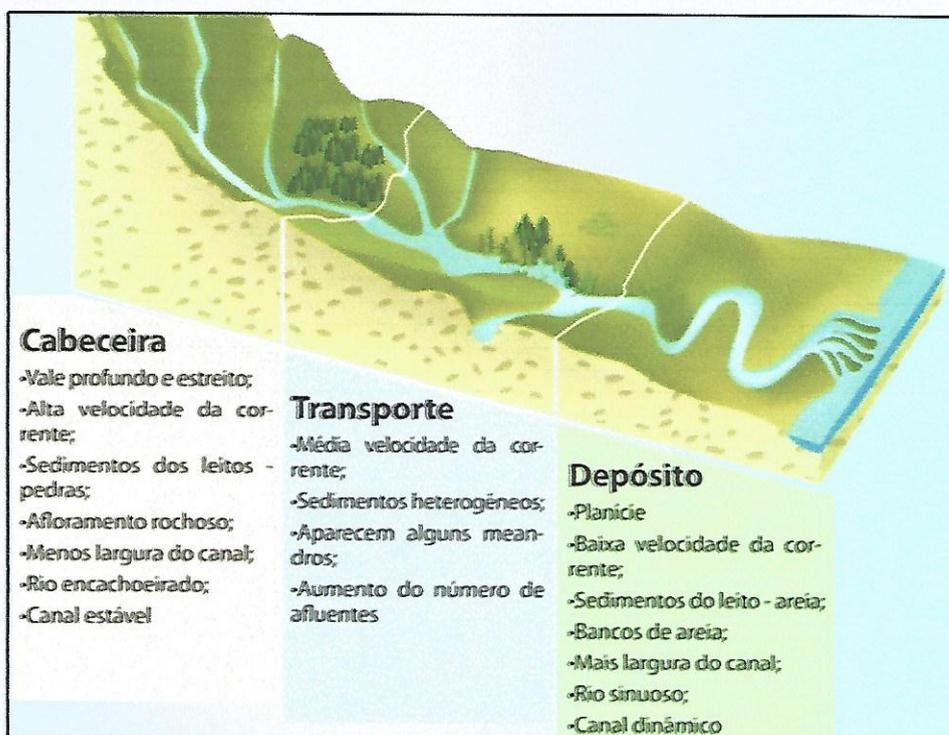


Figura 3: Perfil ilustrativo da extensão de um rio, considerando diferentes características morfológicas. Fonte: Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo.

3.1 NÍVEL D'ÁGUA

O monitoramento do nível d'água do rio Jacuí é realizado através de uma régua limnimétrica instalada na margem direita do rio, no cais da

Handwritten signature

SOMAR em Charqueadas/RS, nas coordenadas LAT -29°57'00,967" e LONG -51°37'50,651", tendo como referência o datum vertical do marégrafo de Imbituba/SC. Quando da instalação dos marcos em 2009, o nível medido de 1,00 metro teve como base a régua instalada no porto de Charqueadas.

Diariamente a SOMAR realiza a medida da cota as 07:00 horas, e baseado nestes dados, foram elaborados os gráficos que representam o nível do rio no período de outubro e novembro de 2016 (Figuras 4 e 5).

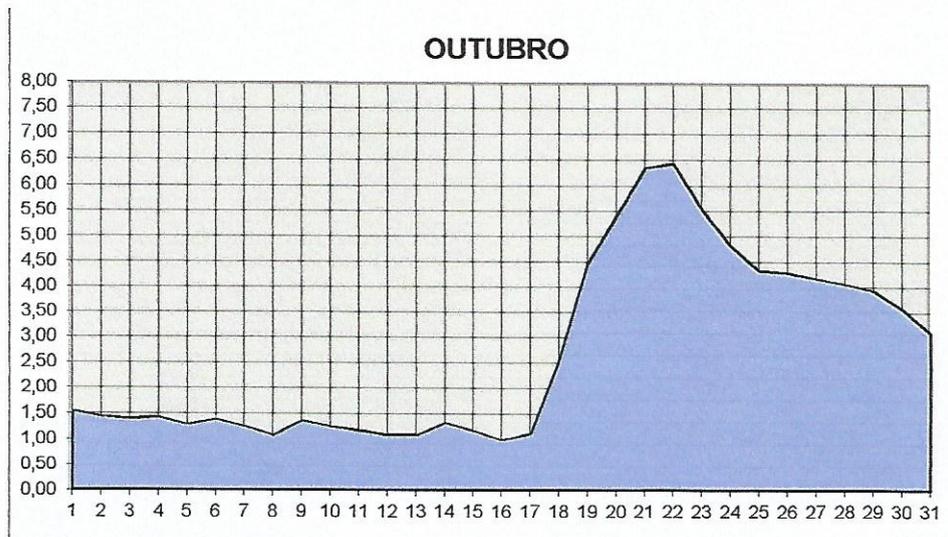


Figura 4: Nível d'água do rio Jacuí no mês de outubro de 2016.

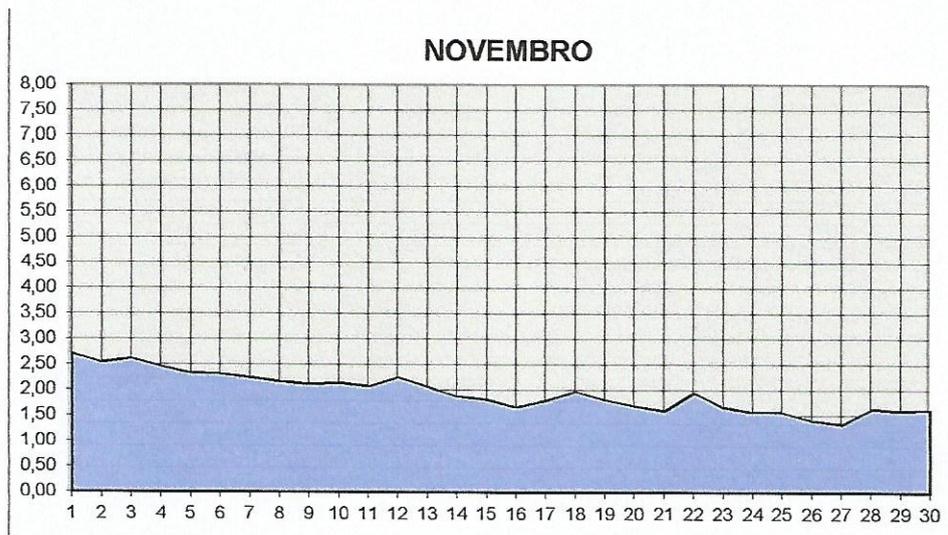


Figura 5: Nível d'água do rio Jacuí no mês de novembro de 2016.

[Assinatura]
Página 16 de 90

Devido aos altos níveis de precipitação que ocorreram no mês anterior à vistoria, com total de chuva acumulada em 293,40 milímetros, o nível do rio elevou-se, alterando as médias normais, que ficam num intervalo de 1,30 a 2,00 metros, para 2,73 metros, atingindo a cota máxima de 6,44 metros, no dia 22 de outubro.

A Figura 6ab apresenta a inundação no cais da SOMAR no dia 21 de outubro de 2016, quando o nível d'água atingiu a cota de 6,36 metros.

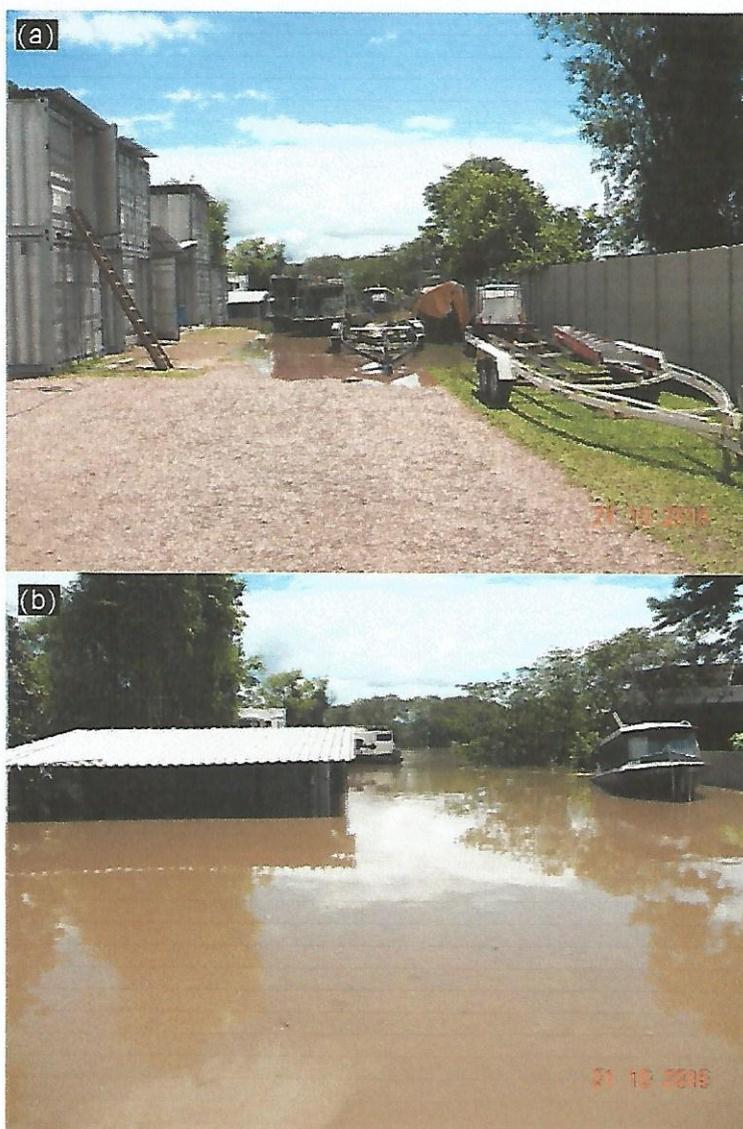


Figura 6: (ab) Cais da SOMAR no período da cheia no rio Jacuí, em outubro de 2016. *AB*

16

Na vistoria feita no dia 04 de novembro, a cota registrada na régua da SOMAR foi de 2,46 metros. Esta variação abrupta do nível d'água em apenas 13 dias (comparando com a cota máxima obtida em 22/10/16), associada ao aumento da vazão do rio e de transporte de detritos (restos de árvores, galhos, sedimentos, etc.) para jusante, tem grande influência nos processos erosivos, repercutindo na morfologia das ilhas, e deposição de materiais nos taludes e margens.

O aumento do nível do rio e como consequência a alteração de sua dinâmica, também acontece em períodos sem chuva, quando da abertura das comportas das barragens a montante. Esta operação, produz os mesmos fenômenos observados em períodos de alta precipitação, como o de alteração na velocidade de escoamento das águas do rio, e principalmente elevação brusca do nível d'água. 

4. METODOLOGIA

A metodologia aplicada no monitoramento da erosão nas margens do rio Jacuí consiste na medição, utilizando trena, do marco instalado até a crista (borda) do talude superior, seguindo a direção já definida por HARTMANN, 2009a; HARTMANN, 2013a e HARTMANN & RODRIGUES, 2014a.

O objetivo principal é avaliar a evolução da erosão ou deposição de material sedimentar no local, de forma periódica, analisando as possíveis causas e contribuindo para uma melhor compreensão da hidrossedimentologia do rio e os impactos causados nas margens pelos diversos agentes naturais e antrópicos atuantes no baixo Jacuí.

A partir do valor da medição do marco até a borda do talude superior, classifica-se o nível de erosão do local, de acordo com os seguintes critérios, definidos por HARTMANN, 2009a:

ALTO: quando a diferença entre as medições de regressão do talude é maior que 2,00 m;

MÉDIO: quando a diferença entre as medições de regressão do talude está entre 1,00 e 2,00 m;

BAIXO: quando a diferença entre as medições de regressão do talude é menor que 1,00 m;

ESTÁVEL: se não houve diferença entre as medições de regressão do talude. 



5. RESULTADOS

A evolução da erosão em cada marco monitorado é discutida em breve relato do histórico de medições realizadas e das condições das margens e dos taludes.

As imagens, capturadas em campo por uma câmera fotográfica NIKON modelo AW100 com GPS, são da vistoria de novembro de 2016, e os croquis em escala, apresentam o histórico de medidas desde a instalação de cada marco, permitindo analisar a evolução da regressão do talude ao longo do tempo.

O Quadro 2 apresenta a relação de todos os marcos geodésicos vistoriados, indicando a primeira distância da crista do talude ao marco (quando da sua instalação), a distância atual, a variação em metros correspondente à retração aproximada da margem, o nível de erosão, a localização e o azimute da medida. 

Quadro 2: Relação da rede de marcos geodésicos vistoriados em 04 de novembro de 2016.

Marco	Distância margem na instalação (m)	Distância margem em novembro 2016 (m)	Variação (m)	Nível de erosão no período	Localização	Direção da medida (°)
E00	23,40	23,40	0,00	Estável	Charqueadas	(0) N
E01	3,33	0,10	3,23	Alta	Charqueadas	(0) N
E02A	19,20	17,70	1,50	Média	Ilha da Paciência	(240) OSO
E03	5,96	4,50	1,46	Média	Ilha da Paciência	(180) S
E04	7,80	6,50	1,30	Média	Ilha da Paciência	(340) NNO
E04A	16,00	15,50	0,50	Baixa	Ilha da Paciência	(180) S
E06A	8,70	7,70	1,00	Médio	Ilha da Paciência	(180) S
E07A	5,70	3,50	2,20	Alta	Ilha das Cabras	(200) SSO
E10A	11,00	10,50	0,50	Baixa	Triunfo	(180) S
E10B*	5,30	5,30	-	-	Triunfo	(180) S
E11A	8,30	8,10	0,20	Baixa	Ilha do Fanfa	(230) SSO
E12A	9,20	8,00	1,20	Média	Ilha do Fanfa	(200) SSO
E13	18,45	2,70	15,75	Alta	Ilha do Araújo	(270) O
E14B	34,00	29,50	4,50	Alta	Ilha do Araújo	(180) S
E15	10,20	7,20	3,00	Alta	Charqueadas	(0) N

Nota: *Marco novo, por isso não apresenta variação nem nível de erosão.

Quadro 2: Relação da rede de marcos geodésicos vistoriados em 04 de novembro de 2016 (continuação).

Marco	Distância margem na instalação (m)	Distância margem em novembro 2016 (m)	Variação (m)	Nível de erosão no período	Localização	Direção da medida (°)
E16	16,50	3,50	13,00	Alta	Ilha do Araújo	(140) ESE
E16A	10,20	9,50	0,70	Baixa	Ilha do Araújo	(180) S
E17	17,35	12,20	5,15	Alta	Ilha do Carioca	(235) OSO
E18B	10,20	9,80	0,40	Baixa	Ilha do Fanfa	(320) ONO
E19A	17,20	12,80	4,40	Alta	Ilha do Fanfa	(180) S
E21	9,00	7,30	1,70	Média	Ilha da Paciência	(180) S
E23	10,30	9,50	0,80	Baixa	Ilha do Araújo	(180) S

(Handwritten mark)

(Handwritten mark)

5.1 MARCO E00

O Marco E00 localiza-se na sede da SOMAR em Charqueadas. O local é isolado da ação de correntes mais fortes do Jacuí, pois é protegido ao norte pela ilha Dona Antônia e pela estrutura de concreto utilizada para mobilizar as lanchas da fiscalização da SOMAR.

Em períodos de enchentes excepcionais, o nível d'água pode alcançar o Marco E00, até submergindo-o. No entanto, processos erosivos não são observados.

5.2 MARCO E01

Este marco localiza-se em talude alto, na margem direita do rio, município de Charqueadas. É uma área exposta a fortes correntes e velocidades do fluxo d'água, sem a presença de ilhas e meandros que reduzam o impacto da água nas margens.

A Figura 7ab apresenta imagens da área onde houve nível de regressão na ordem de 0,40 m (quarenta centímetros), comparando-se apenas as vistorias mais recentes (maio e novembro de 2016). Embora a variação observada em 2016 seja classificada como baixa, analisando todas as medidas obtidas para este ponto, conclui-se que o nível de erosão nessa região é alto. Atualmente o talude conserva uma distância de 0,10 m (dez centímetros) em relação ao marco E01.

A seguir é apresentado o croqui em escala 1:75 do perfil do talude mais antigo e mais recente. 



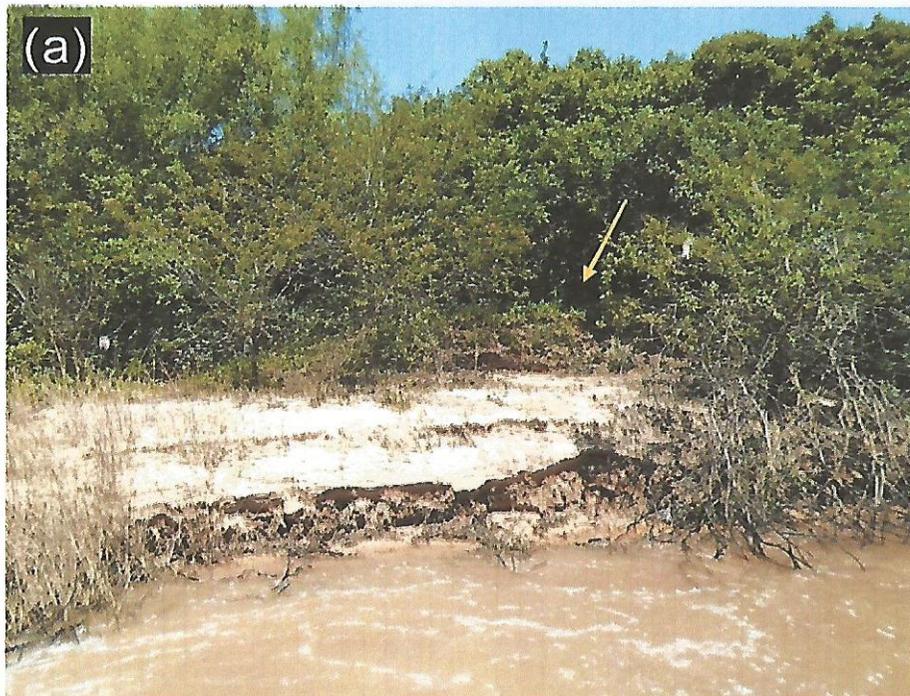
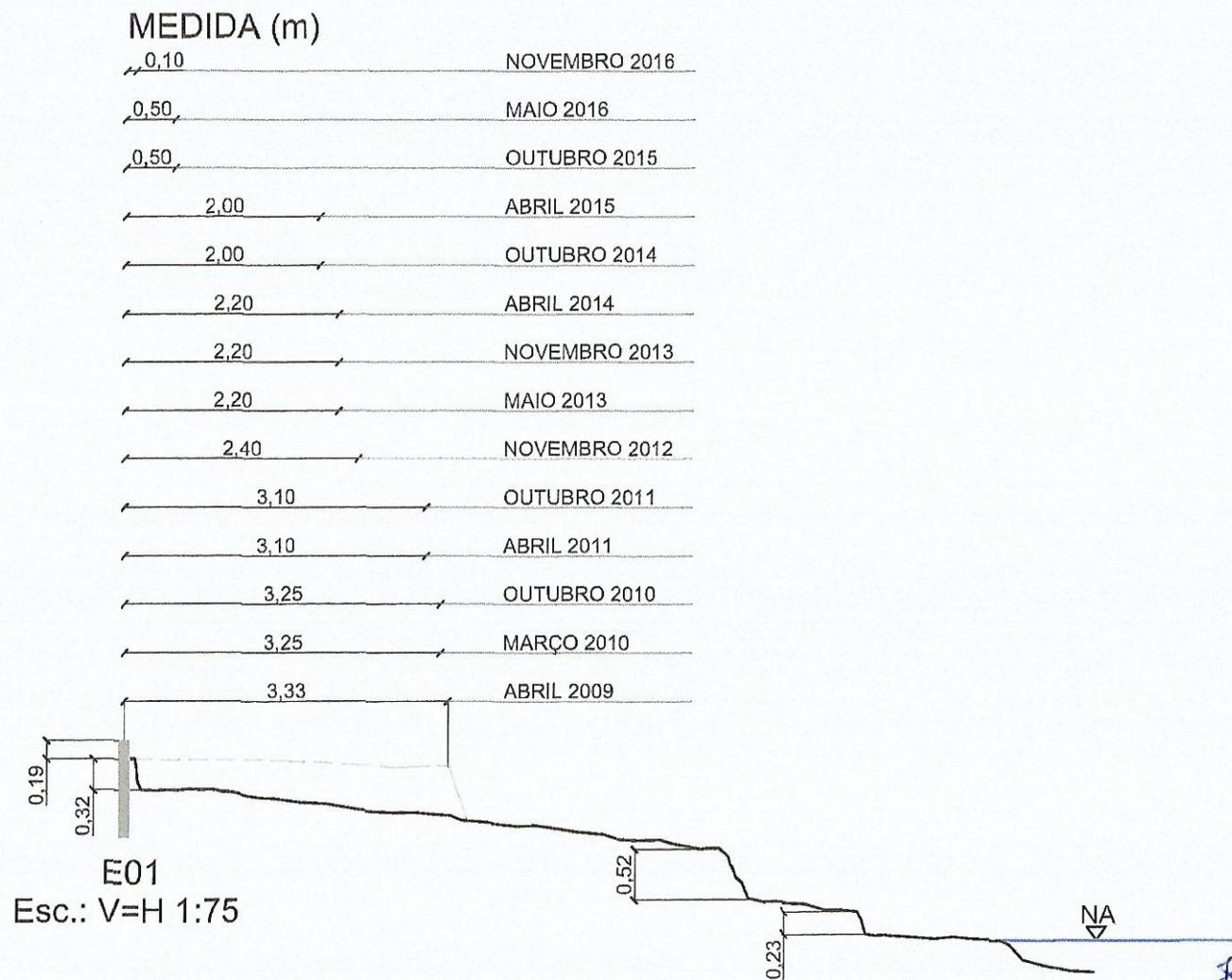


Figura 7: (ab) Margem direita do rio Jacuí, sentido Norte para Sul. Talude com vegetação ciliar e terreno friável. A seta indica a localização do marco.

Handwritten signature

Handwritten mark



5.3 MARCO E02A

O marco E02A substitui o marco E02 que desapareceu. Localiza-se na ilha da Paciência, margem esquerda do rio, em talude vertical com vegetação e alto potencial de erosão. Sua instalação ocorreu em maio de 2013.

A área é exposta à ação de ondas e correntes com alta dinâmica. O solo tem características de boa coesão, com a ocorrência de argilas. Devido a isso, o talude apresenta nível de erosão médio desde sua instalação até novembro de 2016, conforme mostra o croqui em escala 1:100 a seguir e a Figura 8ab com imagens da área. 

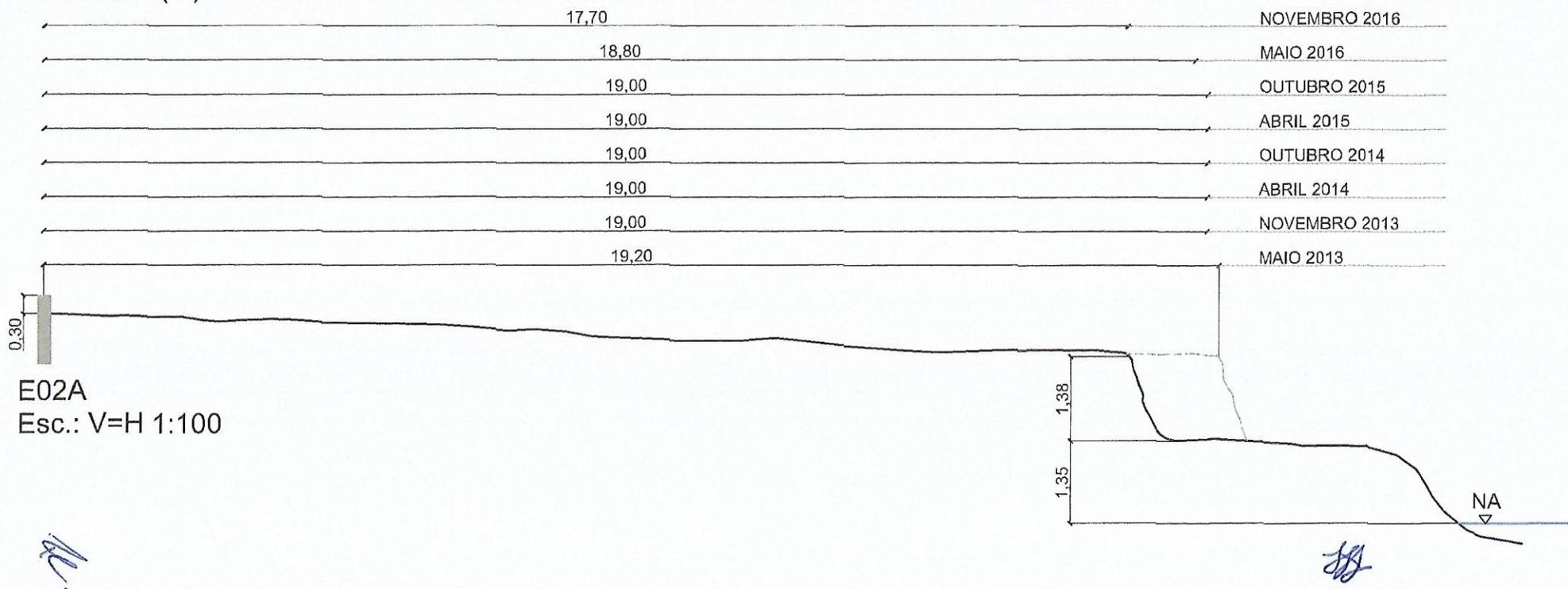


Figura 8: (a) Margem esquerda do rio Jacuí, imagem capturada no sentido Norte para Sul. Entre o marco e a crista do talude marginal há uma estrada rural para veículos e maquinário agrícola, conforme indicação tracejada em vermelho. (b) Imagem de Sul para Norte das condições do talude.

Handwritten mark

Handwritten signature

MEDIDA (m)



5.4 MARCO E03

Localiza-se na margem esquerda do rio, na ilha da Paciência, em área de potencial erosivo médio. A margem neste local, devido a sua relativa horizontalidade, é muito utilizada por pescadores da região para descanso e lazer, havendo fogueiras e resíduos espalhados.

Os danos deixados pelas últimas enchentes do Jacuí ainda podem ser visualizados pelo tombamento de árvores das margens de médio e grande porte.

Desde 2011 o talude não apresentava alteração no nível de erosão, já na vistoria de maio de 2016, apresentou uma regressão de 0,10 m (dez centímetros), mantendo-se estável até novembro de 2016, com distância de 4,50 m (quatro metros e cinquenta centímetros) desde a borda superior do talude até o marco. De acordo com os critérios de classificação, o nível de erosão neste marco é médio. A Figura 9ab apresenta imagens atuais da área e no croqui em escala 1:100 é possível ver o perfil e histórico de regressões do talude. 



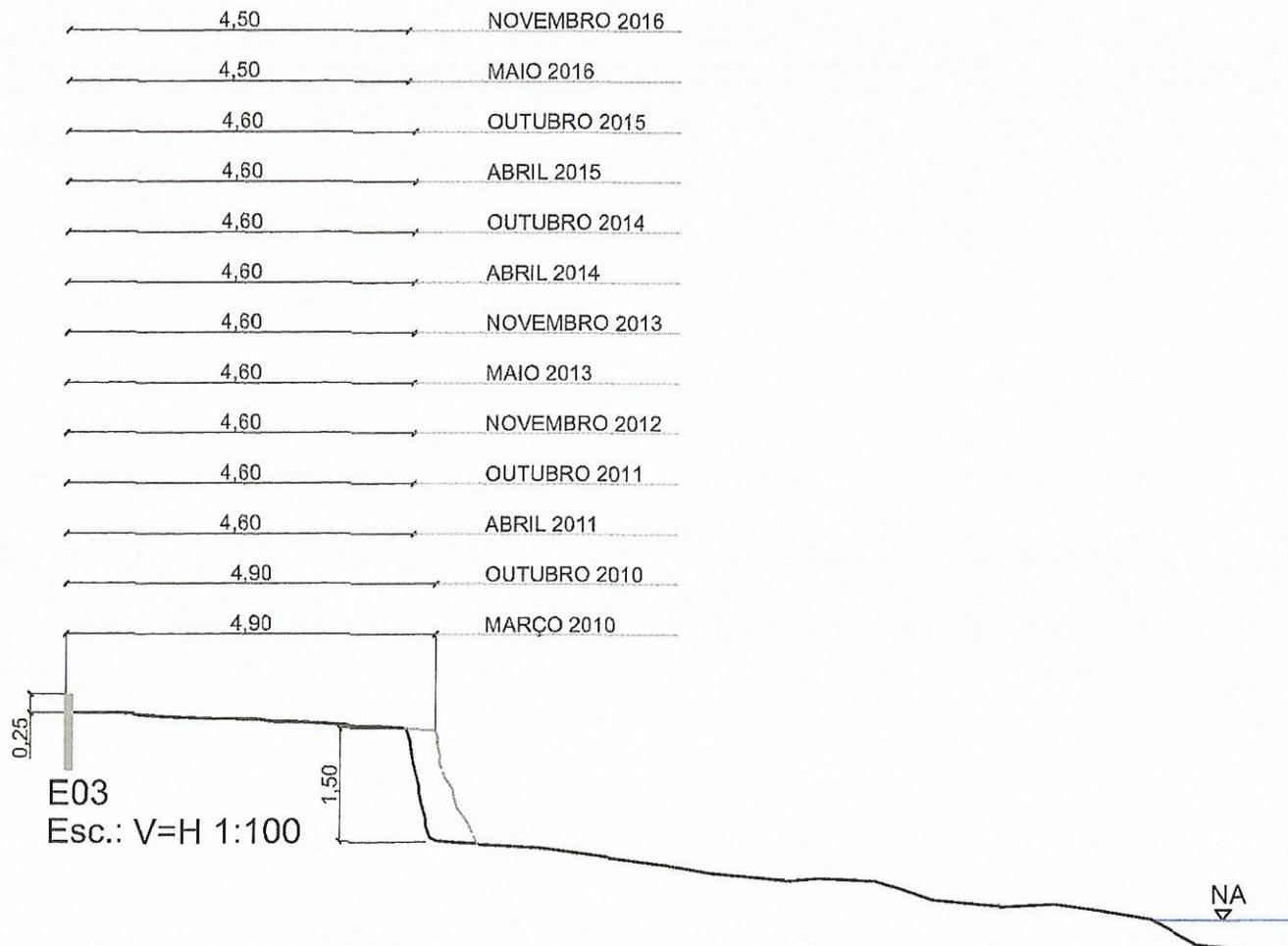


Figura 9: (a) Marco E03, instalado em 2009. (b) Imagem no sentido Sul para Norte, margem esquerda do rio. A seta indica a localização do marco.

M.

ES

MEDIDA (m)



5.5 MARCO E04

Localiza-se na margem esquerda do rio, na ilha da Paciência. A margem neste local costuma não apresentar altas taxas de regressão, e embora apresente nível médio de erosão desde sua instalação, manteve-se estável nos últimos treze meses.

Comparando com as últimas vistorias ao local, percebeu-se um aumento significativo de vegetação e plantio na área, reduzindo a exposição do talude a processos erosivos, conforme é apresentado na Figura 10ab. A partir do croqui em escala 1:75 a seguir, é possível observar o perfil alto e verticalizado da margem nessa área. 



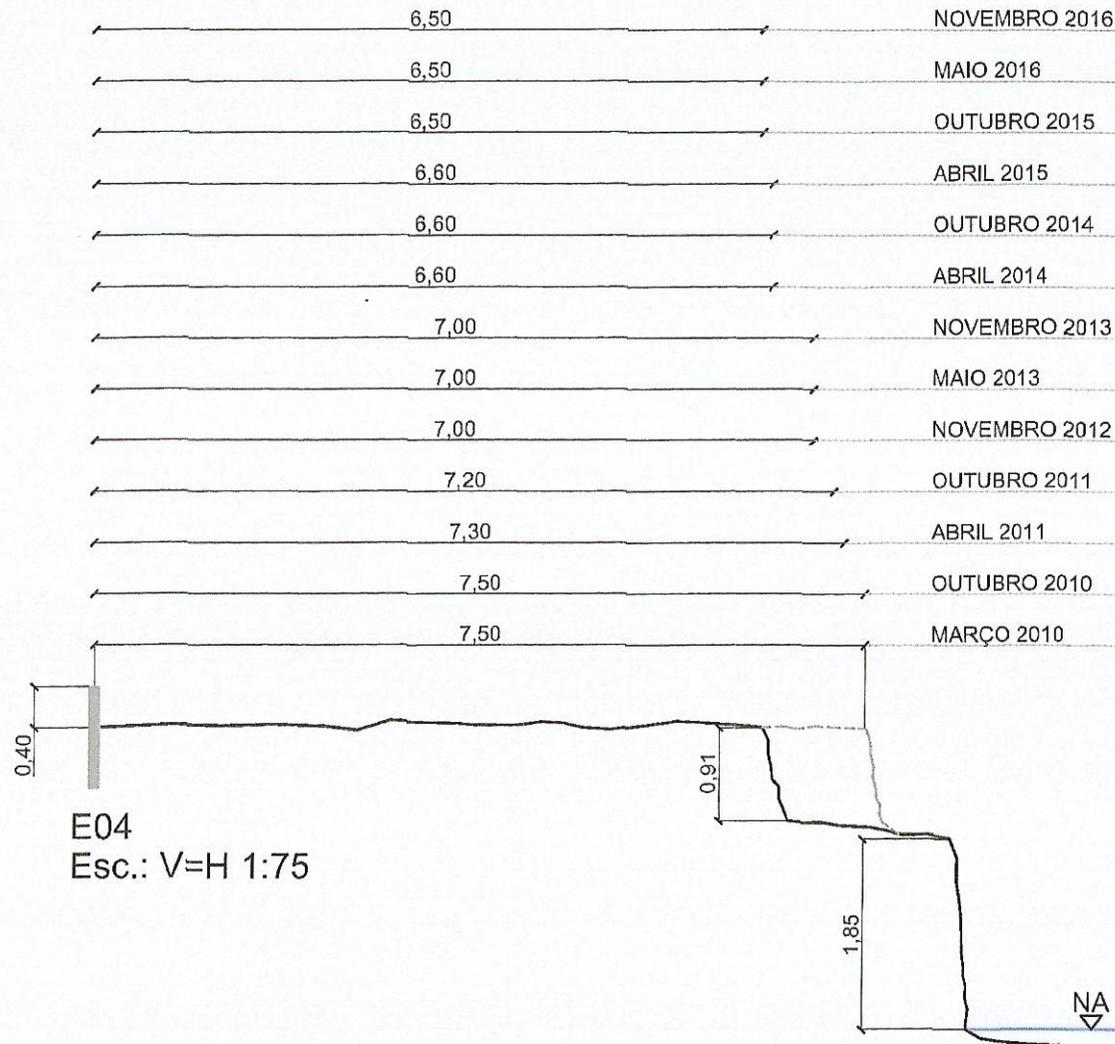


Figura 10: (a) Marco de concreto coberto pela vegetação. (b) Imagem no sentido Sul para Norte, margem esquerda do rio. Talude com densa vegetação ciliar. A seta indica a localização do marco.

Handwritten signature

Nei

MEDIDA (m)



E04
Esc.: V=H 1:75

Handwritten mark

Handwritten mark

5.6 MARCO E04A

Este marco localiza-se a montante da estação E04, na margem esquerda do rio Jacuí, na ilha da Paciência, sobre terreno plano arenoso em área reflorestada pela SOMAR, com árvores típicas da região, tendo sido instalado em fevereiro de 2014 a uma distância de 16 m (dezesesseis metros) do limite da borda superior do talude.

Desde sua instalação, o talude regrediu apenas 0,50 m (cinquenta centímetros) e apresenta-se estável desde outubro de 2015.

A seguir, são apresentadas imagens da área (Figura 11ab) e o croqui em escala 1:75. 



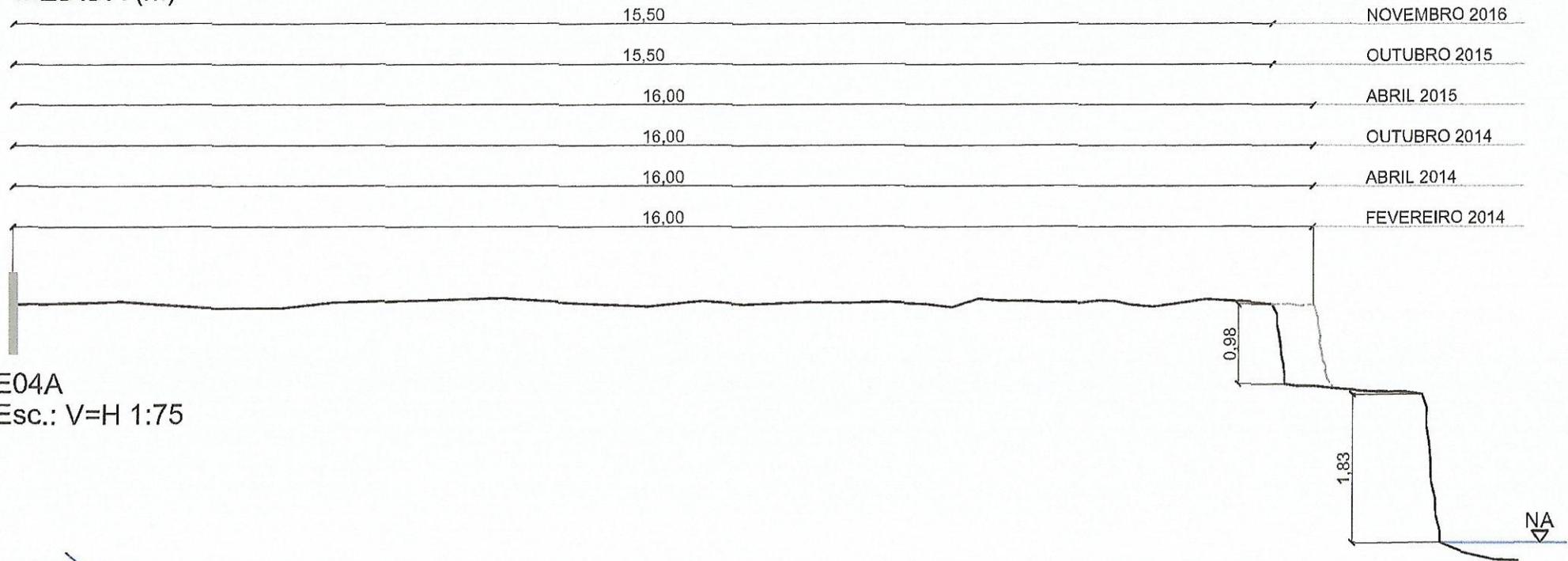


Figura 11: (a) Vista do marco de concreto ao lado de estrada rural. (b) Imagem no sentido Sul para Norte, margem esquerda do rio. A seta indica a localização do marco.

Ar.

Ar.

MEDIDA (m)



E04A
Esc.: V=H 1:75

5.7 MARCO E06A

O marco E06A foi instalado em maio de 2013, a 8,70 m (oito metros e setenta centímetros) de distância da borda superior do talude na ilha da Paciência, em uma área de vegetação rasteira e solo aparentemente argiloso, substituindo o marco E06 que desapareceu de maneira natural.

Desde o primeiro monitoramento, ocorreu regressão na ordem de 1,00 m (um metro) do talude (nível de erosão médio). Entre outubro de 2015 e maio de 2016, o talude manteve-se estável, no entanto, em novembro de 2016, foi constatada uma regressão baixa de 0,10 m (dez centímetros).

A seguir, são apresentadas imagens da área (Figura 12ab) e o croqui em escala 1:75.



(a)



(b)



Figura 12: (a) Marco de concreto e PVC. (b) Imagem no sentido Sul para Norte, margem esquerda do rio.

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

MEDIDA (m)

7,70	NOVEMBRO 2016
7,80	MAIO 2016
7,80	OUTUBRO 2015
8,20	ABRIL 2015
8,30	OUTUBRO 2014
8,70	ABRIL 2014
8,70	NOVEMBRO 2013
8,70	MAIO 2013

E06A
Esc.: V=H 1:75

2,95

NA

5.8 MARCO E07A

Este marco foi instalado em fevereiro de 2014, em local plano e com talude baixo, na ilha das Cabras, próximo à área de plantio de milho e pastagem de gado, após o desaparecimento do marco E07, que foi soterrado devido a deposição de lama e areia sobre o talude.

Historicamente este talude mantém nível de erosão baixo, em função da ocorrência de solo de boa coesão e densa vegetação ciliar. No entanto, durante a última vistoria, houve registro de regressão total de 2,20 m (dois metros e vinte centímetros) da crista do talude, o que significa, de acordo com os critérios de classificação, nível de erosão alto.

A seguir, são apresentadas imagens da área (Figura 13ab) e o croqui em escala 1:75. 



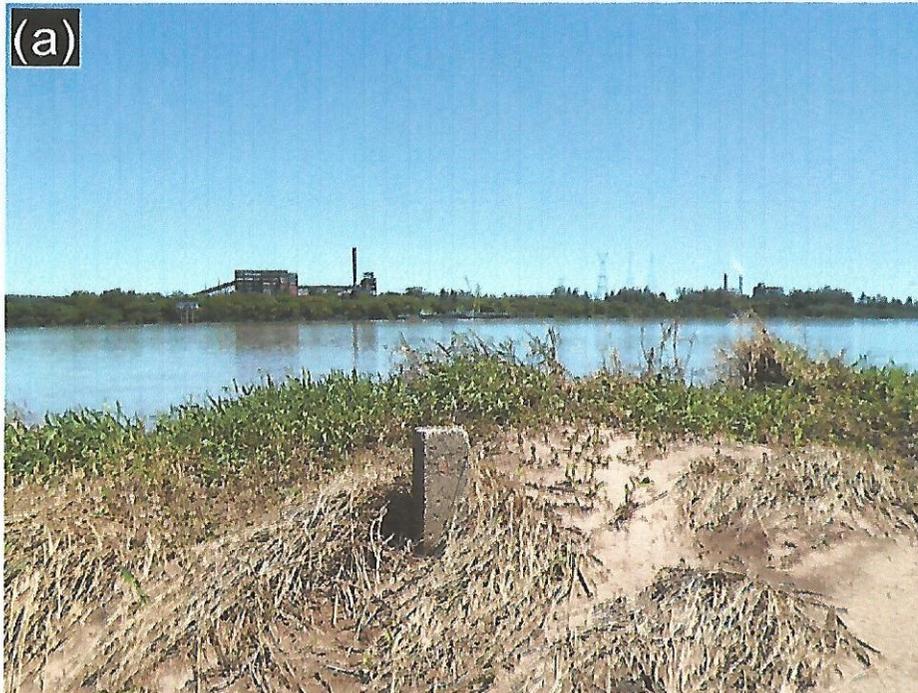
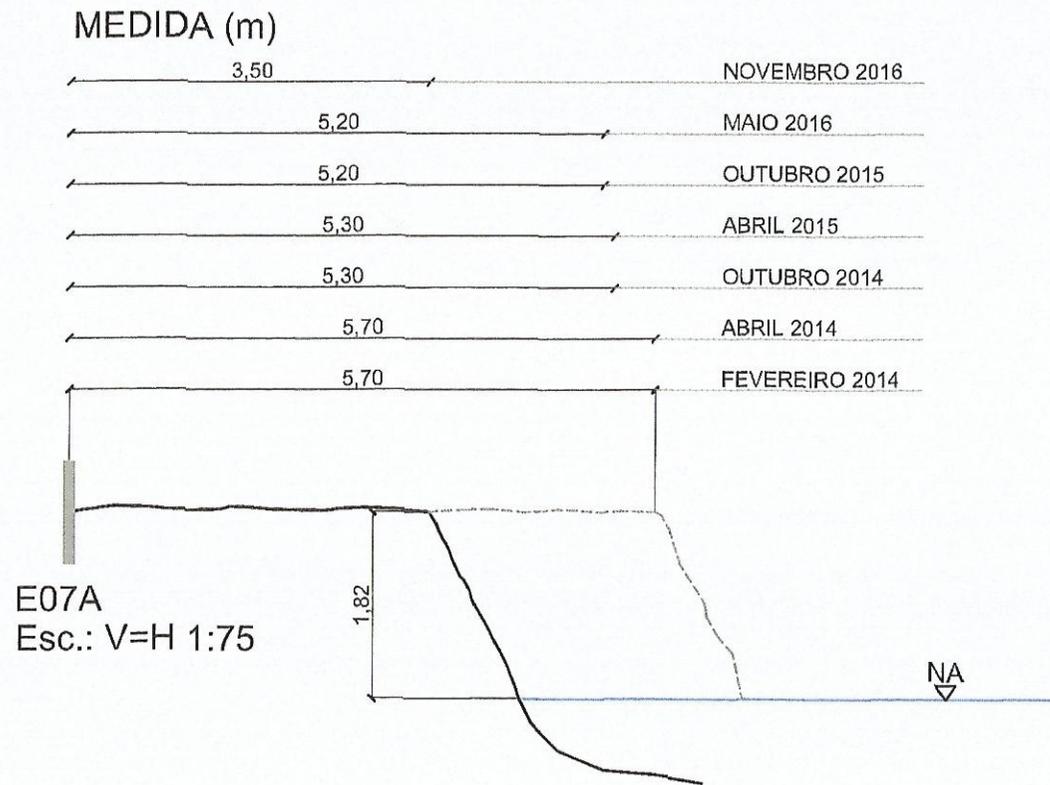


Figura 13: (a) Imagem capturada no sentido Norte para Sul, detalhando o marco de concreto. (b) Imagem no sentido Sudeste para Noroeste das condições do talude.

Handwritten signature

Handwritten mark



Handwritten mark

Handwritten mark

5.9 MARCO E10A

A estação E10 foi substituída pela estação E10A, um poste fixo da CEEE (Nº 36155) localizado na margem esquerda do rio Jacuí, em Triunfo, em área sensível a processos erosivos, em margem naturalmente destrutiva pela sua concavidade.

O talude é alto, verticalizado, onde há uma estrada rural utilizada por veículos de médio e grande porte. Na base do talude são encontrados seixos rolados. Este local sofre ação intensa de correntes e ondas nas enchentes, além de intenso uso do solo, embora haja a presença de mata ciliar e arbustos.

A direção da medida é realizada no sentido Norte-Sul, e desde a adoção desta estação, em outubro de 2014, houve retração da margem na ordem de 0,50 m (cinquenta centímetros), mantendo-se estável desde outubro de 2015.

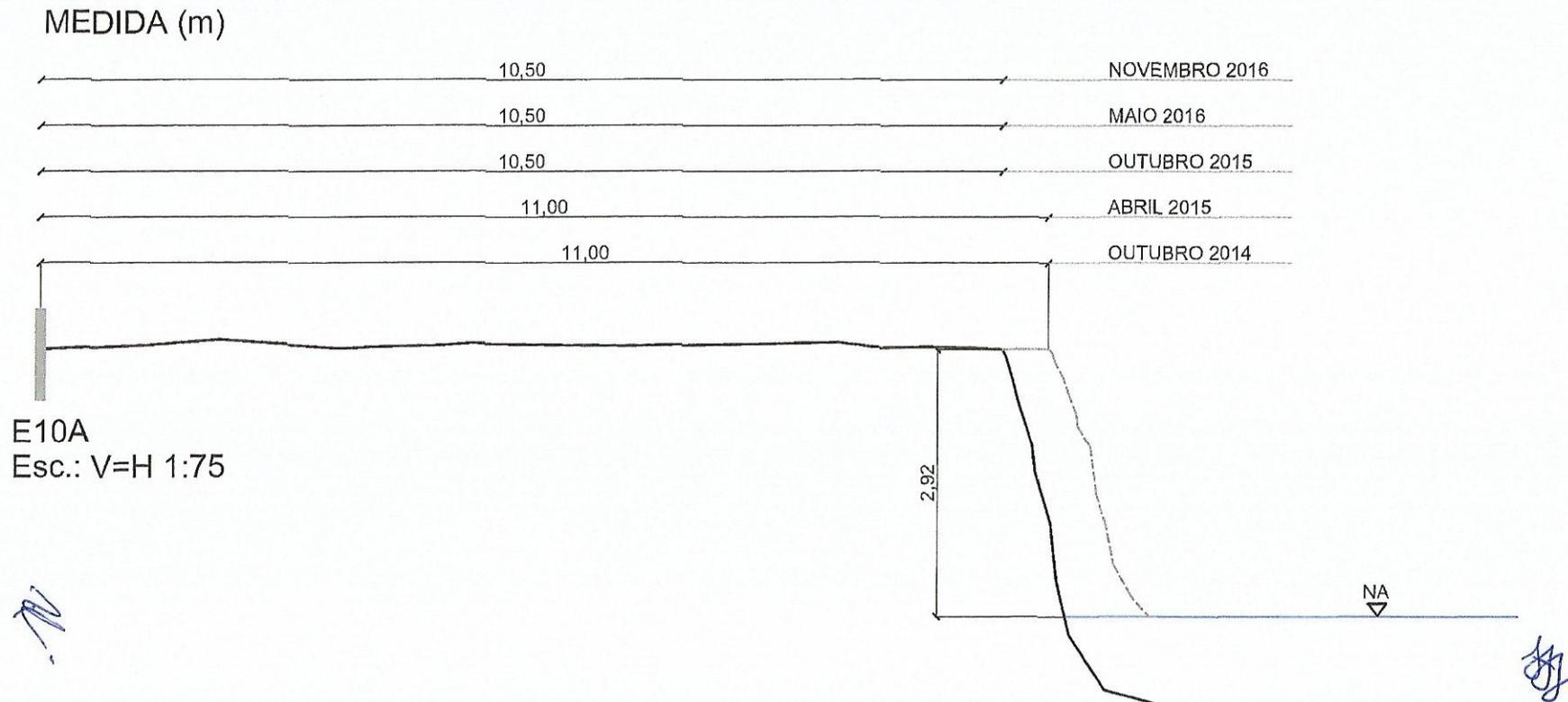
A seguir, são apresentadas imagens da área (Figura 14ab) e o croqui em escala 1:75. 





Figura 14: (a) Imagem capturada no sentido Sul para Norte. A seta indica a localização do poste. (b) Imagem no sentido Leste para Oeste, indicando a estrada rural muito próxima a crista do talude marginal. *SSJ*

SSJ



5.10 MARCO E10B

Ao longo da mesma margem do marco E10A, 160 metros a oeste pela estrada marginal, outro poste da CEEE (Nº 36152), localizado a 5,30 m (cinco metros e trinta centímetros) da borda do talude superior, foi selecionado para servir como novo marco geodésico e ponto de referência para observação de erosão.

Assim como o marco anterior, a medida é realizada no sentido Norte-Sul e é provável que pela proximidade e semelhanças com a região do marco E10, o local seja sensível aos mesmos níveis de processos erosivos.

Trata-se de um local de intensa atividade de enchentes e correntes, além da ação antrópica associada à estrada rural e ao uso do solo para a agricultura.

A seguir, são apresentadas imagens da área (Figura 15ab) e o croqui em escala 1:75. 

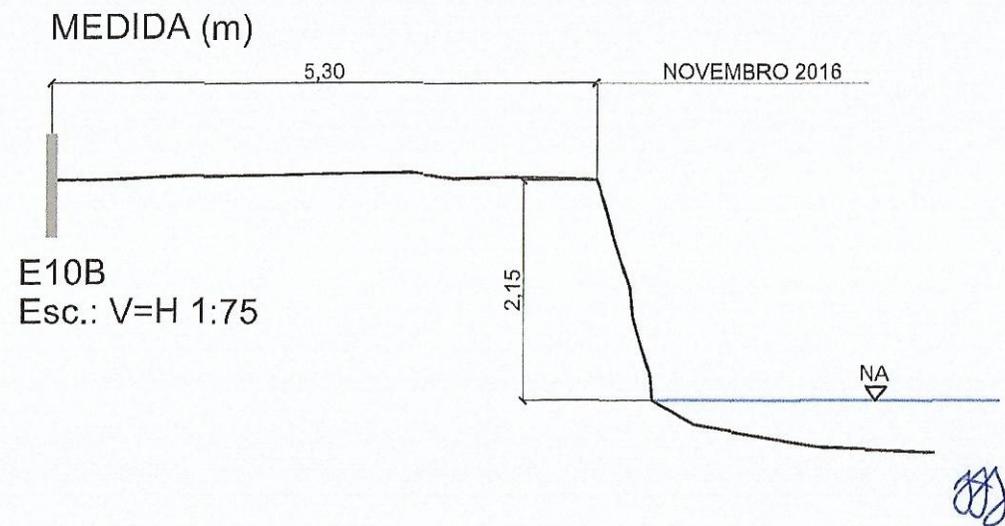




Figura 15: (a) Perspectiva Leste para Oeste mostrando o poste, a estrada rural e, ao fundo, área que serve para plantio de milho. (b) Imagem capturada no sentido de Sul para Norte, dando uma visão geral do talude e do poste.

N

Ag



↗

5.11 MARCO E11A

O marco E11A foi instalado na margem esquerda do rio Jacuí, extremidade oeste da ilha do Fanfa, localizado nas proximidades de uma cerca que adentra a praia e que isola uma grande lavoura de milho.

Em novembro de 2016, o marco não foi encontrado, possivelmente devido a um soterramento decorrente do período de enchentes. O efeito de tais enchentes é visível, há acúmulo de detritos, árvores caídas e material plástico espalhado pela margem local.

Como alternativa para quantificação do nível de erosão neste ponto, em razão da não localização do marco, a medida de regressão da margem foi feita com GPS, baseando-se nas coordenadas conhecidas deste marco geodésico.

A inspeção observou os mesmos 8,10 m (oito metros e dez centímetros) que vem registrando desde as campanhas de abril de 2015, apresentando nível de erosão de margem estável para os últimos dois anos, e nível de erosão baixo desde sua instalação em 2013, apesar da incidência de enchentes.

A Figura 16ab mostra imagens da área, e a partir do croqui em escala 1:75, é possível observar o baixo índice de regressão do talude nesta região. 

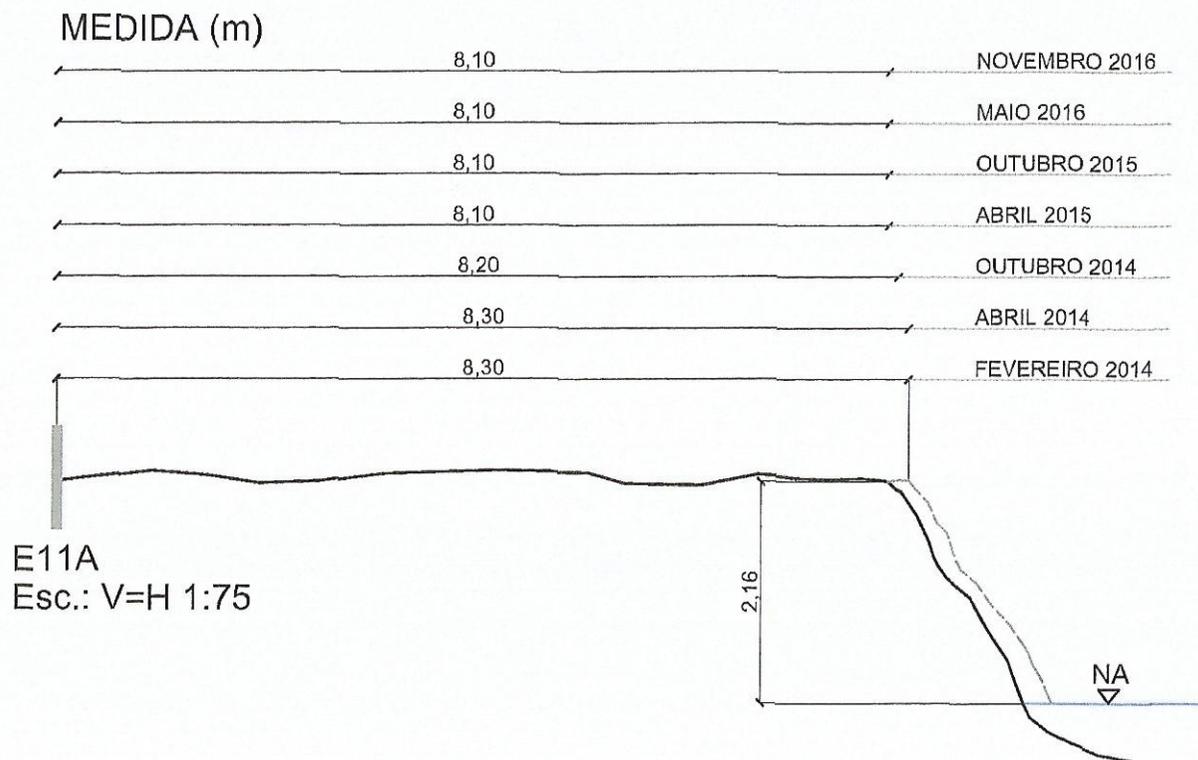




Figura 16: (a) Detalhe do local onde o marco estaria localizado, coberto por vegetação e detritos. (b) Imagem no sentido Oeste para Leste detalhando o talude. É possível notar a cerca muito próxima a margem.

Handwritten signature

Handwritten mark



5.12 MARCO E12A

O marco E12A foi instalado em maio de 2013, na ilha do Fanfa, a montante do antigo marco E12, que desapareceu.

Conforme pode ser observado na Figura 17ab, o talude apresenta vegetação ciliar, o que diminui a exposição do solo às correntes que o atingem, e que por geomorfologia, pode ser considerada uma margem destrutiva, visto sua concavidade meandrante.

Ao norte do marco, uma cerca isola área da margem de uma lavoura de milho. Desde outubro de 2014 o monitoramento registra os mesmos 8,00 m (oito metros) de distância entre o marco e a borda do talude superior, caracterizando o nível de erosão da margem como estável para o período referido, e nível de erosão médio desde sua instalação.

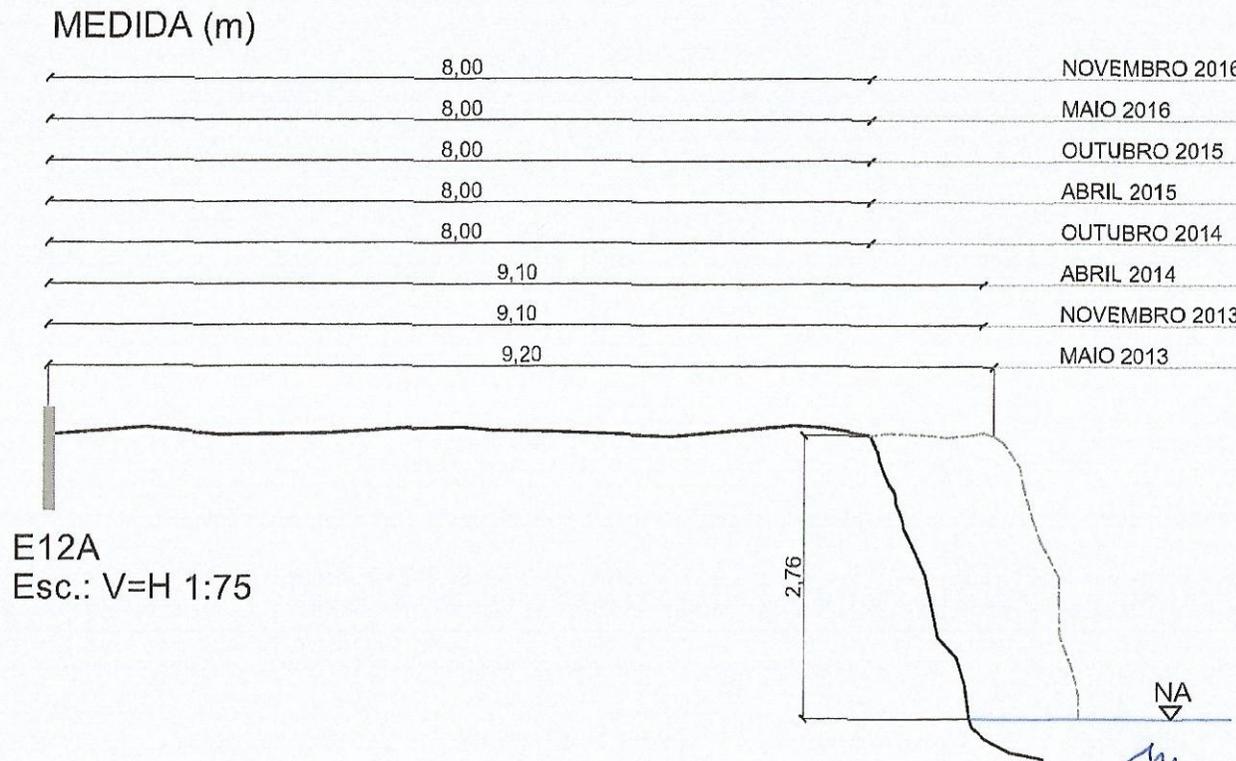
A seguir é apresentado croqui em escala 1:75 com o histórico de medidas realizadas desde a instalação do marco. 





Figura 17: (a) Detalhe do marco de concreto entre árvores, quadrante Noroeste. (b) Condições do talude, com vegetação arbórea e ciliar. *fy*

M



5.13 MARCO E13

Localiza-se na extremidade oeste da ilha do Araújo sobre talude médio, exposto diretamente aos fluxos de corrente que se dividem neste pontal. Esta área é suscetível a intensos processos erosivos fluviais ou de encosta, principalmente em períodos de enchente, quando ocorrem quedas de árvores de grande porte e que, muitas vezes, contribuem para instabilizar os taludes marginais.

A dessedentação do gado é evidente nas margens e em áreas que não possuem vegetação, contribuindo ainda mais para que a erosão atue com intensidade nesta região.

Considerando apenas os monitoramentos do ano de 2016, observou-se uma regressão na ordem de 2,75 m (dois metros e setenta e cinco centímetros). Este valor fica ainda maior se analisarmos a regressão total, de 15,75 m (quinze metros e setenta e cinco centímetros), distância medida desde a instalação do marco E13 em 2009, o que caracteriza nível de erosão alto.

A seguir são apresentadas imagens da área (Figura 18ab) e croqui em escala 1:100. 



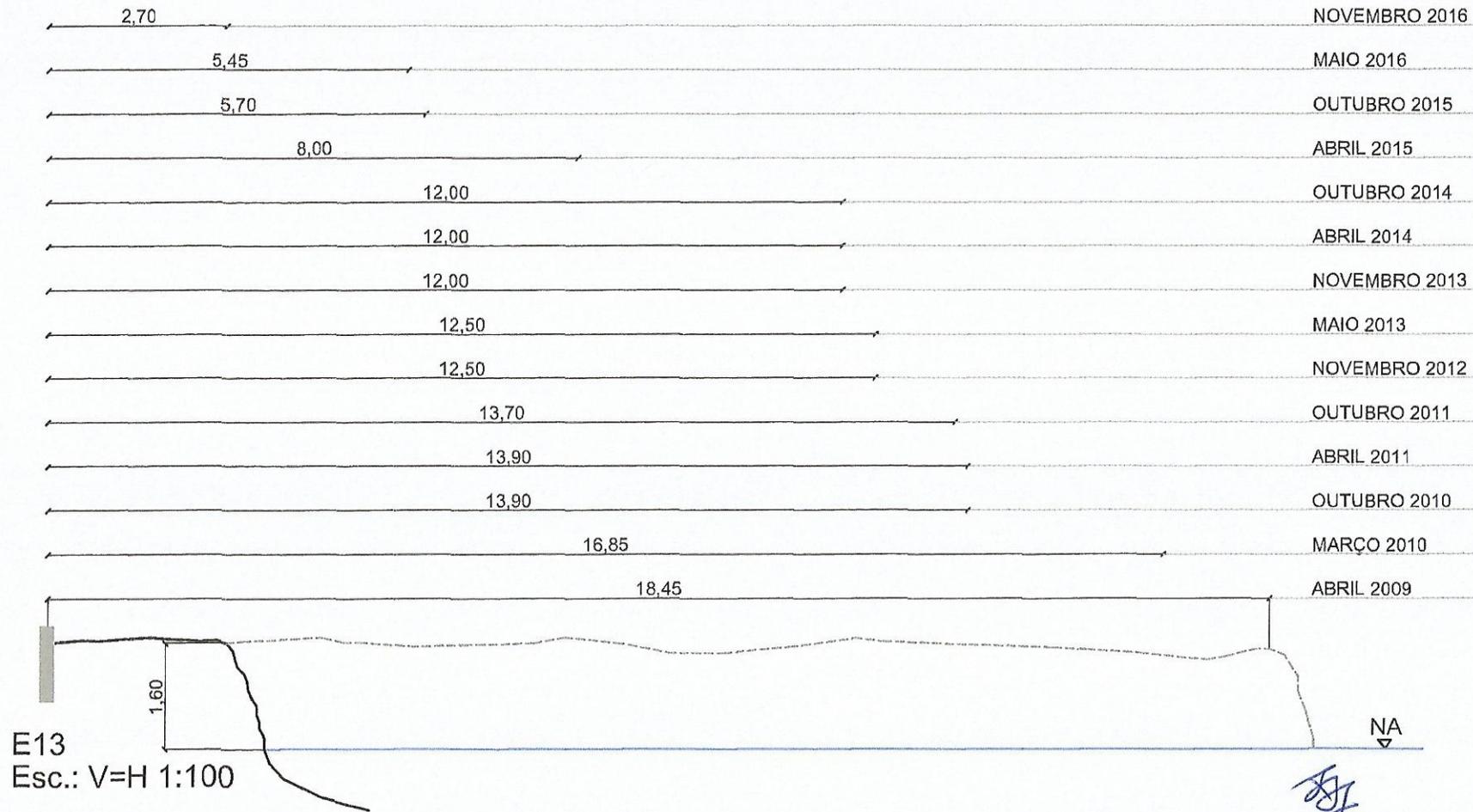


Figura 18: (a) Imagem capturada no sentido Sul para Norte, evidenciando a presença de vegetação gramínea rasteira. (b) Imagem capturada no sentido de medição, de Leste para Oeste.

Handwritten mark

Handwritten mark

MEDIDA (m)



5.14 MARCO E14B

Marco instalado em novembro de 2013, na margem direita da ilha do Araújo, em local onde a margem é desprovida de vegetação ciliar, com histórico de plantação de milho avançando até a borda do talude. O solo é friável e o perfil do talude é vertical e baixo.

A morfologia do rio neste local representa a migração de um meandro encaixado, com a formação de uma margem côncava.

Desde a sua instalação até a atual campanha, foi verificado um alto nível de erosão, com regressão de 4,50 m (quatro metros e cinquenta centímetros) do talude até o marco, porém comparando-se apenas os monitoramentos no período de maio e novembro de 2016, houve regressão baixa, na ordem de 0,50 m (cinquenta centímetros).

A seguir são apresentadas imagens da área (Figura 19ab) e croqui em escala 1:150. 

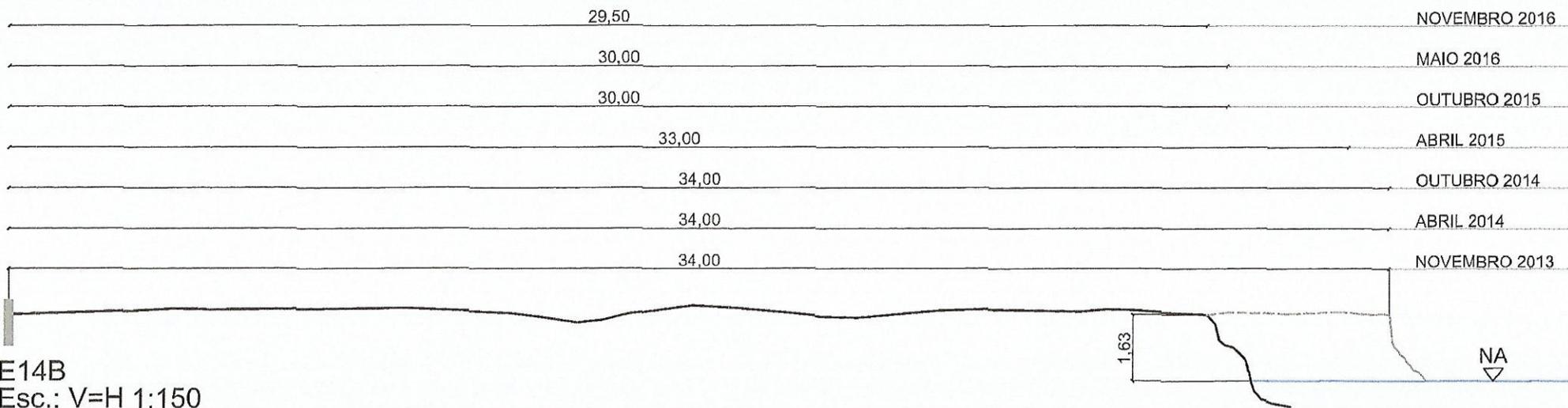


Figura 19: (a) Imagem capturada no sentido Leste para Oeste, com indicação do marco. (b) Imagem capturada no sentido Sul para Norte, onde antes havia lavoura muito próxima ao limite do talude.

Handwritten signature or initials.

Handwritten mark or signature.

MEDIDA (m)



Handwritten signature

Handwritten mark

5.15 MARCO E15

Localizado na margem direita do rio Jacuí, município de Charqueadas, sobre margem com talude vertical alto e vegetação de pequeno porte e gramíneas, sem acesso do gado.

É uma área com baixa incidência de correntes do rio e, portanto, de baixa erosão, sendo que desde o ano de 2012, este talude apresentou uma regressão de 0,80 m (oitenta centímetros) e desde 2015 não sofre retração, mantendo nível de erosão estável.

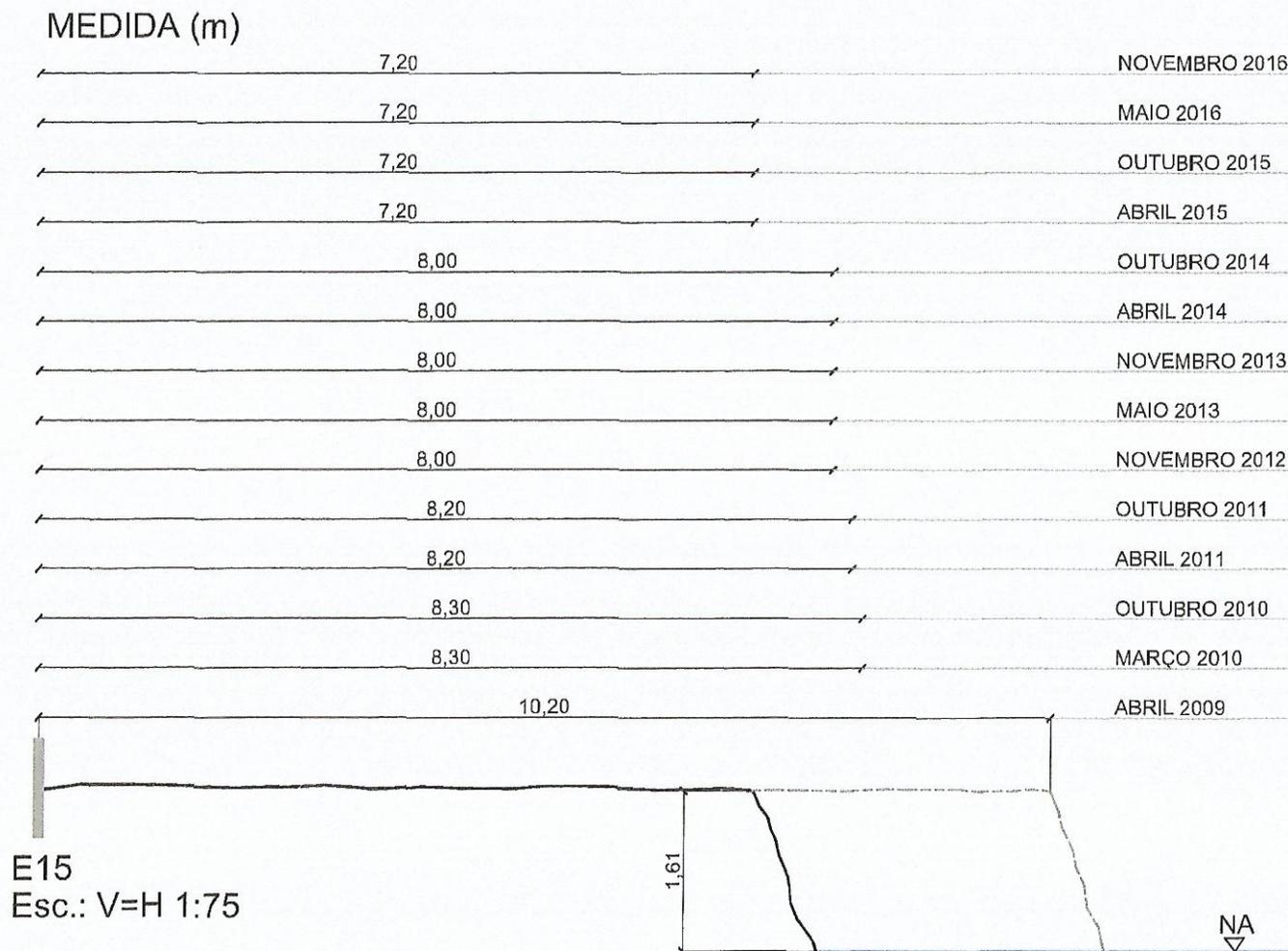
A seguir são apresentadas imagens da área (Figura 20ab) e croqui em escala 1:75. 



Figura 20: (a) Imagem capturada no sentido de medição, de Sul para Norte. (b) Imagem de Norte para Sul do aspecto do talude.

Handwritten signature

Handwritten mark



5.16 MARCO E16

Localizado na extremidade sul da ilha do Araújo, exposto às fortes correntes de ventos do quadrante sul e das enchentes. Observa-se ao longo do talude uma erosão escalonada, indicando os diversos níveis alcançados pela água, com erosão da base e solapamento dos taludes superior para jusante e montante da margem.

O solo é friável no local e é possível perceber a deposição de sedimentos arenosos finos carregados por enchentes. O gado utiliza a margem para dessedentação, contribuindo para a instabilidade dos taludes superiores.

Desde outubro de 2015 a margem teve retração de apenas 0,10 m (dez centímetros), porém analisando-se a erosão desde a instalação do marco E16 em 2009, houve regressão de 13 metros (treze metros), caracterizando nível de erosão alto.

A seguir são apresentadas imagens da área (Figura 21ab) e croqui em escala 1:75. 



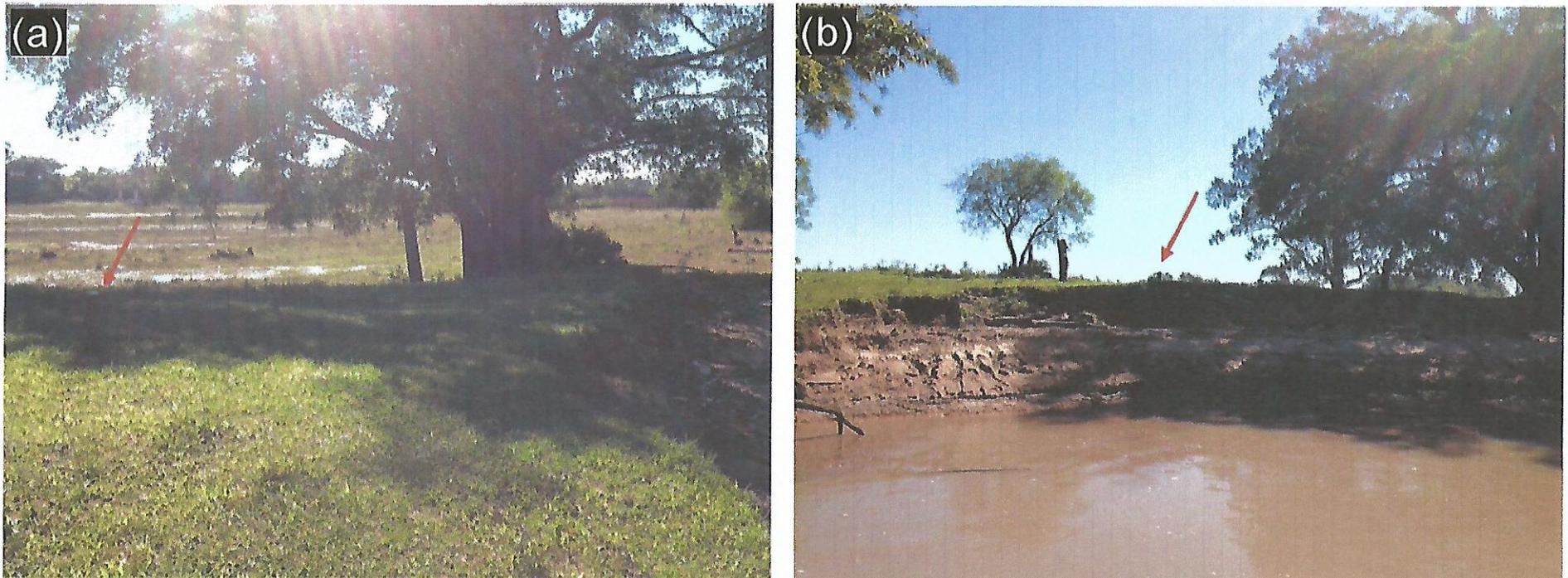
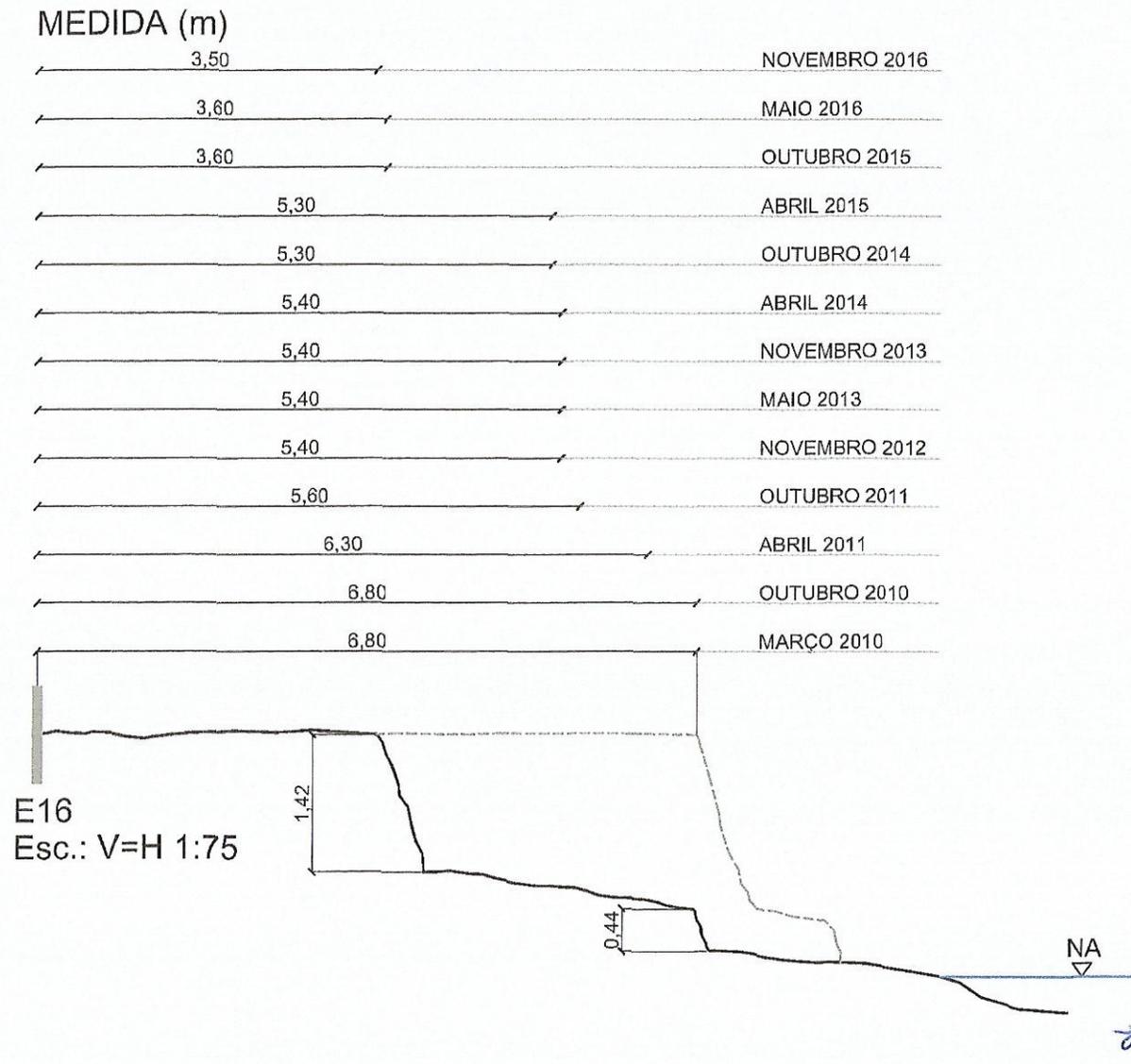


Figura 21: (a) Imagem capturada no sentido de Oeste para Leste. (b) Imagem de Sul para Norte, com a indicação da localização do marco. É possível visualizar a exposição do solo pela ausência de vegetação ciliar, e as marcas do pisoteio deixadas pelo gado.

N

88



5.17 MARCO E16A

Este marco está instalado na margem esquerda do rio Jacuí, na ilha do Araújo, na localidade conhecida na região como “prainha”, a 10,20 m (dez metros e vinte centímetros) do limite do talude superior.

O terreno é plano arenoso compactado e de talude baixo. A área está exposta à ação dos ventos do quadrante sul, de ondas, das enchentes e do pisoteio do gado. O talude superior não é retilíneo de montante para jusante, havendo a formação de reentrâncias e até voçorocas. A vegetação no local é composta basicamente por gramíneas rasteiras.

Desde a sua instalação em 2014, foi constatada uma regressão total de 0,70 m (setenta centímetros). De 2015 até a atual campanha, a margem se mostrou estável, não ocorrendo novas retrações.

A seguir são apresentadas imagens da área (Figura 22ab) e croqui em escala 1:75. 

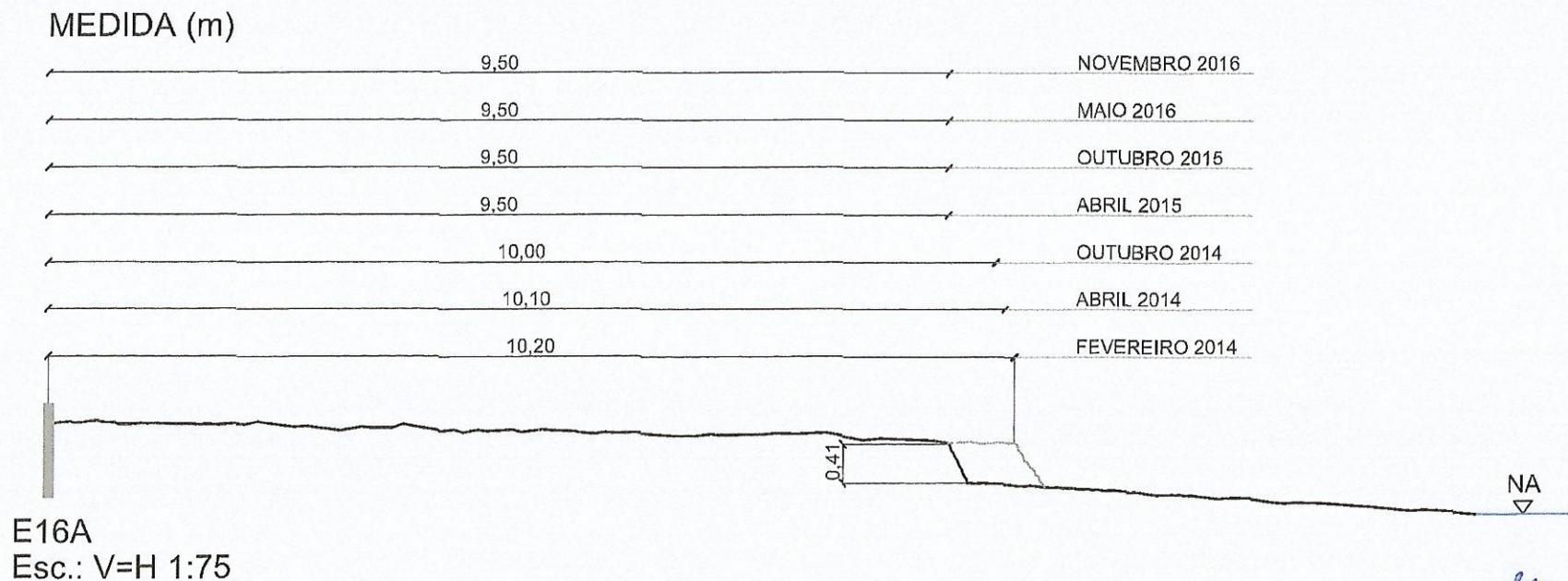




Figura 22: (a) Imagem capturada de Norte para Sul, no sentido da medida. (b) Imagem de Sul para Norte do aspecto do talude. É possível visualizar o terreno plano e os sedimentos arenosos que compõem a praia.

NA

BJ



5.18 MARCO E17

Este marco está localizado na extremidade oeste da ilha do Carioca. A região é muito suscetível a processos erosivos fluviais pela ação das correntes que se dividem na extremidade da ilha do Araújo e escoam em direção a ilha do Carioca.

Fazendo-se a análise desde a instalação do marco E17 em 2009, houve regressão de 5,15 m (cinco metros e quinze centímetros), caracterizando nível de erosão alto.

No entanto, a densa vegetação ciliar que cresceu ao longo do tempo no local, em função do cercamento da área pelo proprietário, impedindo o acesso do gado, tem contribuído para a manutenção do talude na direção principal de medição (OSO), permanecendo estável pelo período entre abril de 2011 e maio de 2016. Comparando as medidas realizadas em maio e novembro de 2016, observou-se retração na ordem de 1,80 m (um metro e oitenta centímetros).

A seguir são apresentadas imagens da área (Figura 23ab) e croqui em escala 1:150. 



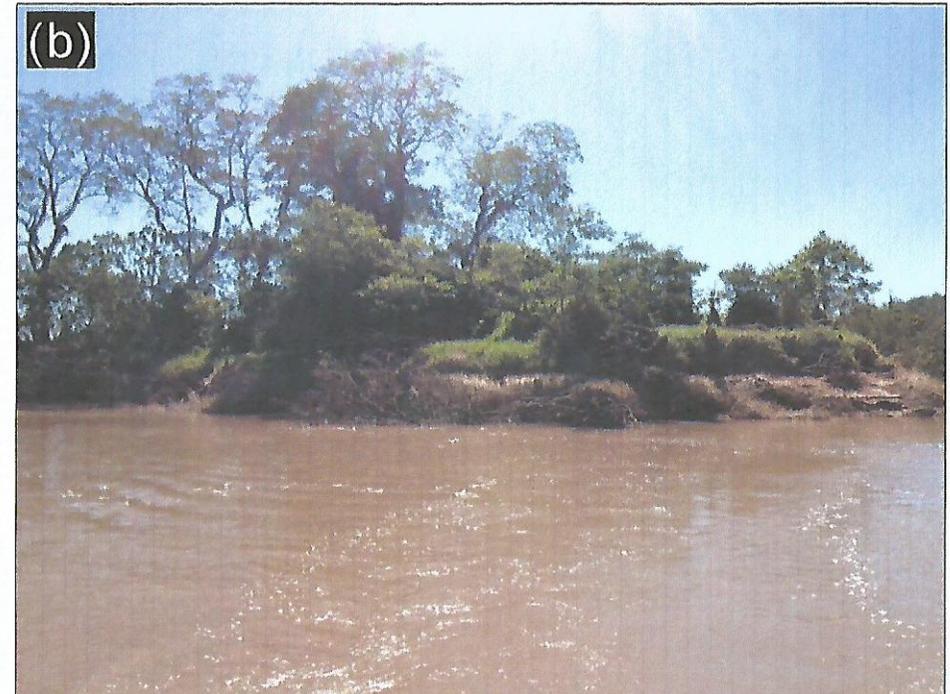
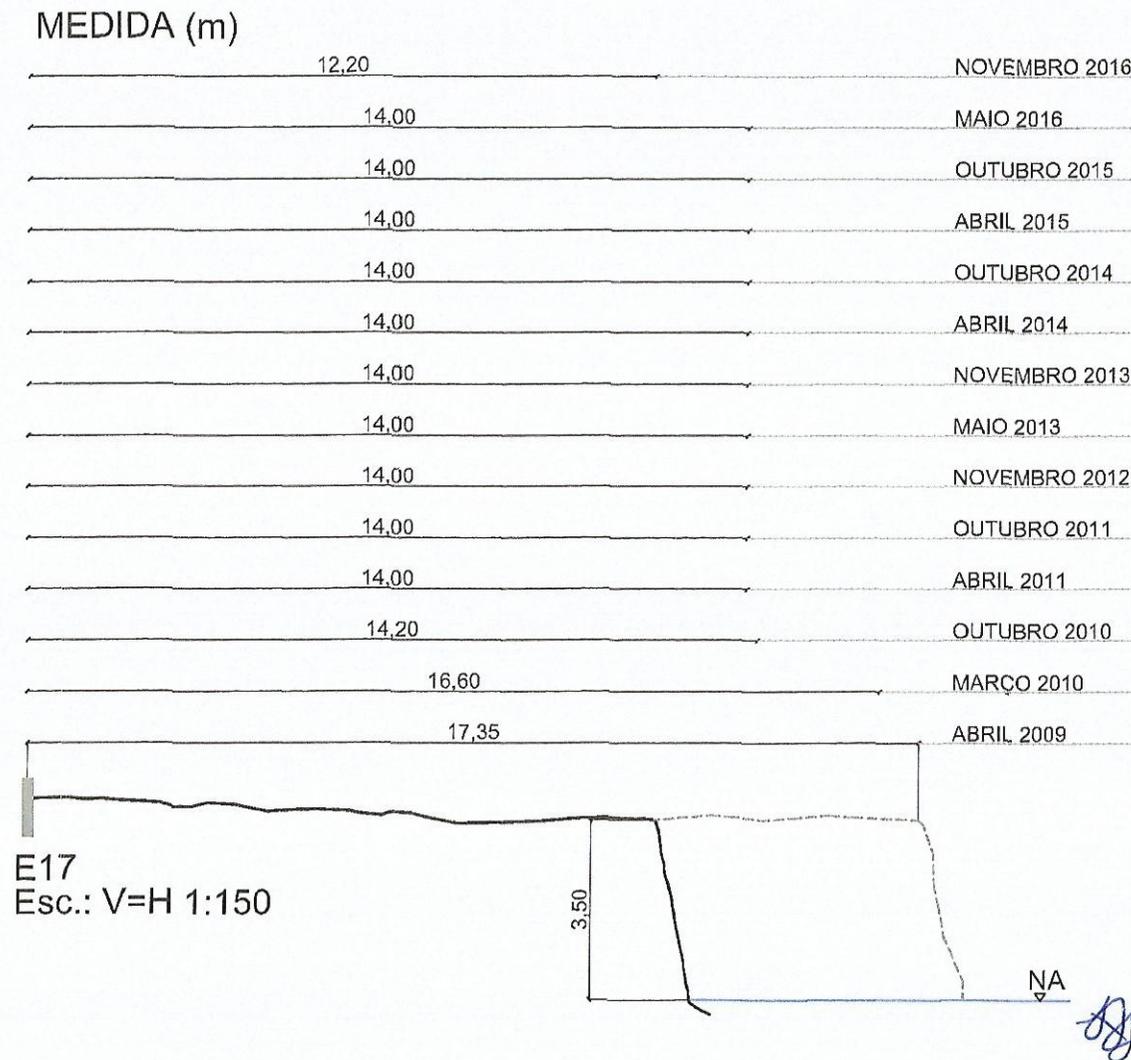


Figura 23: (a) Imagem capturada de Nordeste para Sudoeste, com a indicação do marco. (b) Imagem de Norte para Sul do aspecto do pontal e a densa vegetação que o protege da ação das águas do rio.

Handwritten signature or initials.



5.19 MARCO E18B

Este marco está localizado na ilha do Fanfa, em substituição aos marcos E18 e E18A. A morfologia do rio neste local representa a migração de um meandro encaixado, com a formação de uma margem côncava e talude vertical alto. O solo apresenta muitas reentrâncias devido ao intenso uso agrícola, não havendo vegetação ciliar nos taludes marginais.

Desde a sua instalação em 2014, o talude apresentou uma regressão de 0,40 m (quarenta centímetros) e mantém-se estável desde outubro de 2015.

A seguir são apresentadas imagens da área (Figura 24ab) e croqui em escala 1:75. 



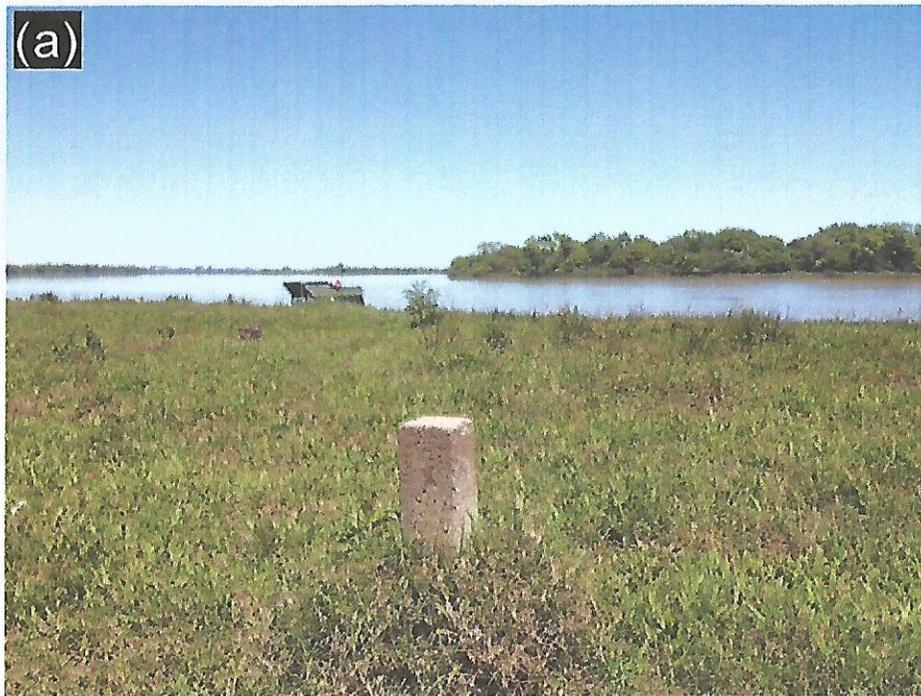
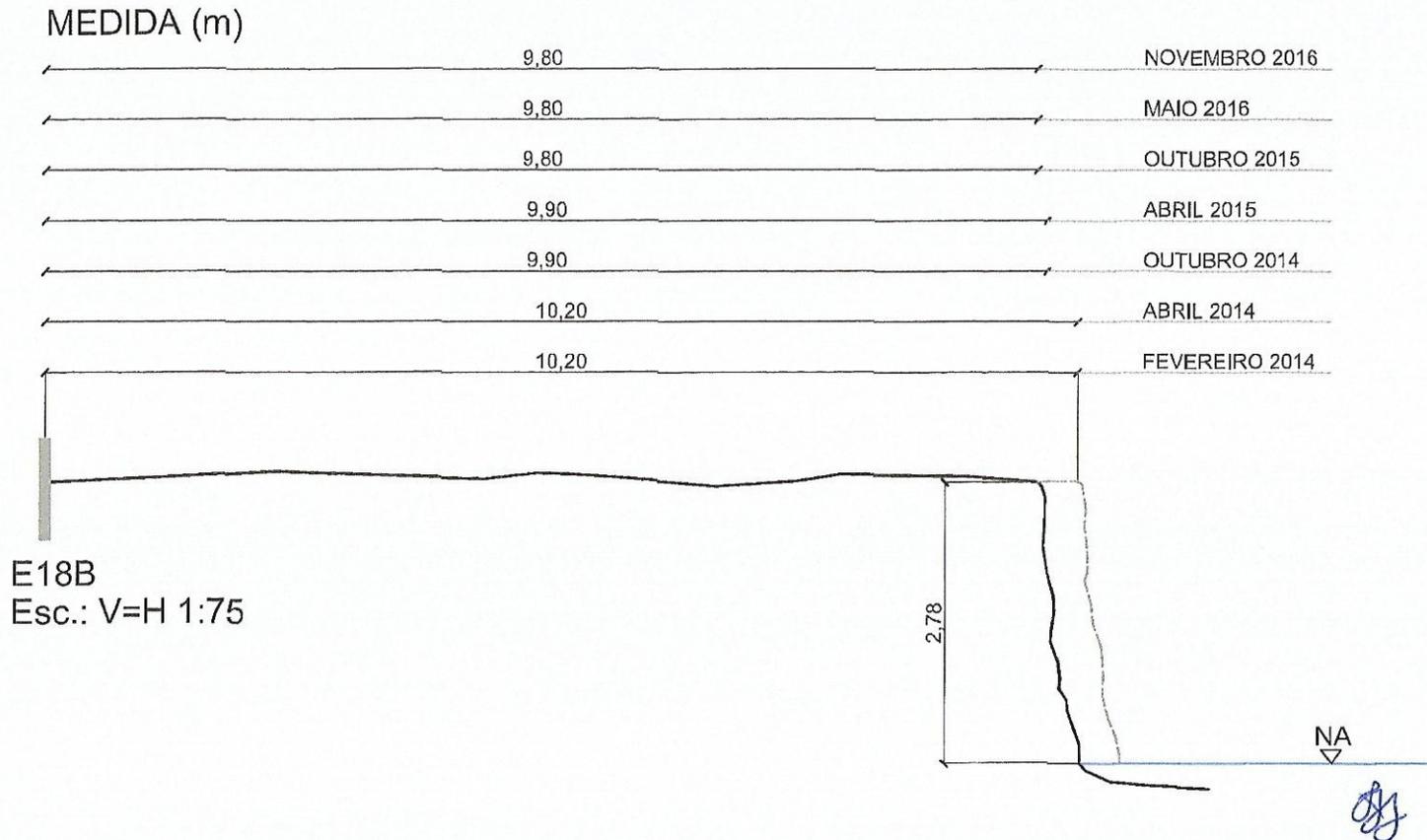


Figura 24: (a) Imagem capturada de Nordeste para Sudoeste, sentido da medição. (b) Perfil do talude capturado de Norte para Sul, mostrando aspectos do talude e sua extensão sem mata ciliar.

M

[Handwritten signature]



5.20 MARCO E19A

Marco localizado na ilha do Fanfa, margem esquerda do rio Jacuí. O talude é médio, com mata ciliar e gramíneas. Na área, são evidentes processos erosivos do talude a jusante e a montante do marco. O local é muito utilizado por pescadores e refúgio para acampamentos.

Desde a sua instalação em fevereiro de 2014 até outubro de 2015, o talude apresentou erosão alta, com uma regressão na ordem de 4,40 m (quatro metros e quarenta centímetros).

Na campanha de monitoramento dos marcos geodésicos de novembro de 2016, observou-se que o adensamento da mata ciliar tornou o marco inacessível, ao mesmo tempo em que manteve o talude inalterado, conservando o nível de erosão estável para este período.

A seguir são apresentadas imagens da área (Figura 25ab) e croqui em escala 1:100. 



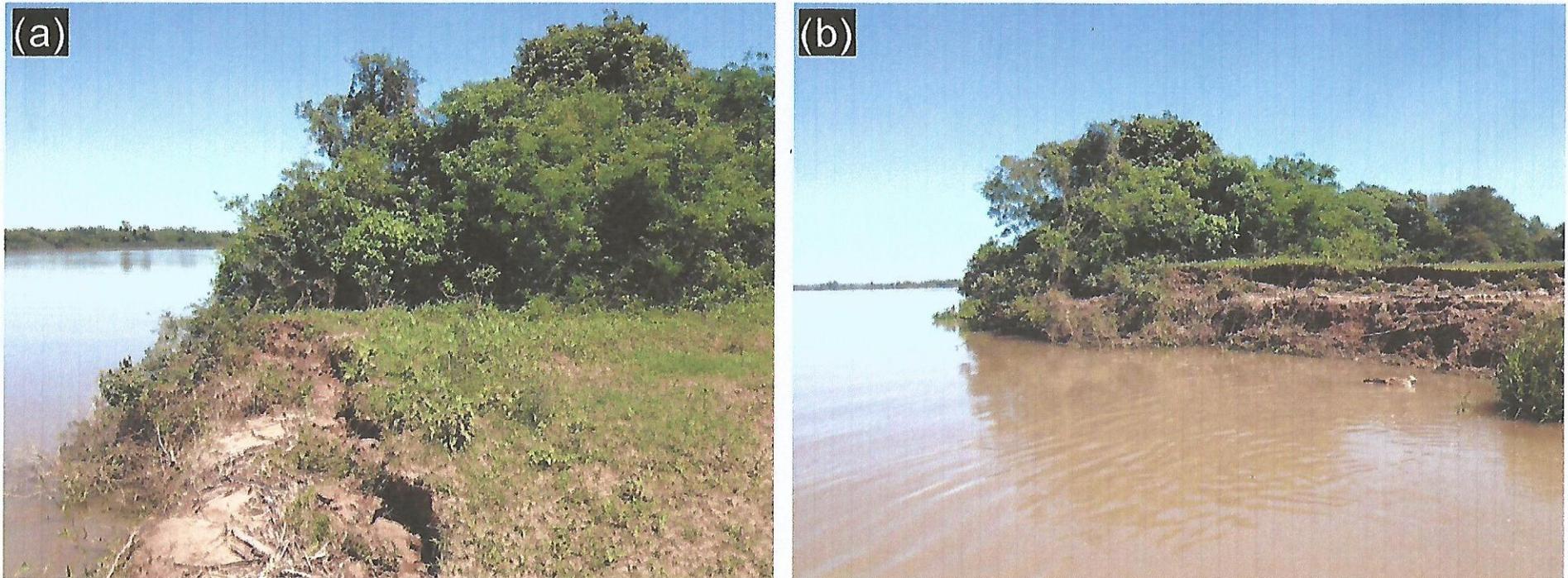
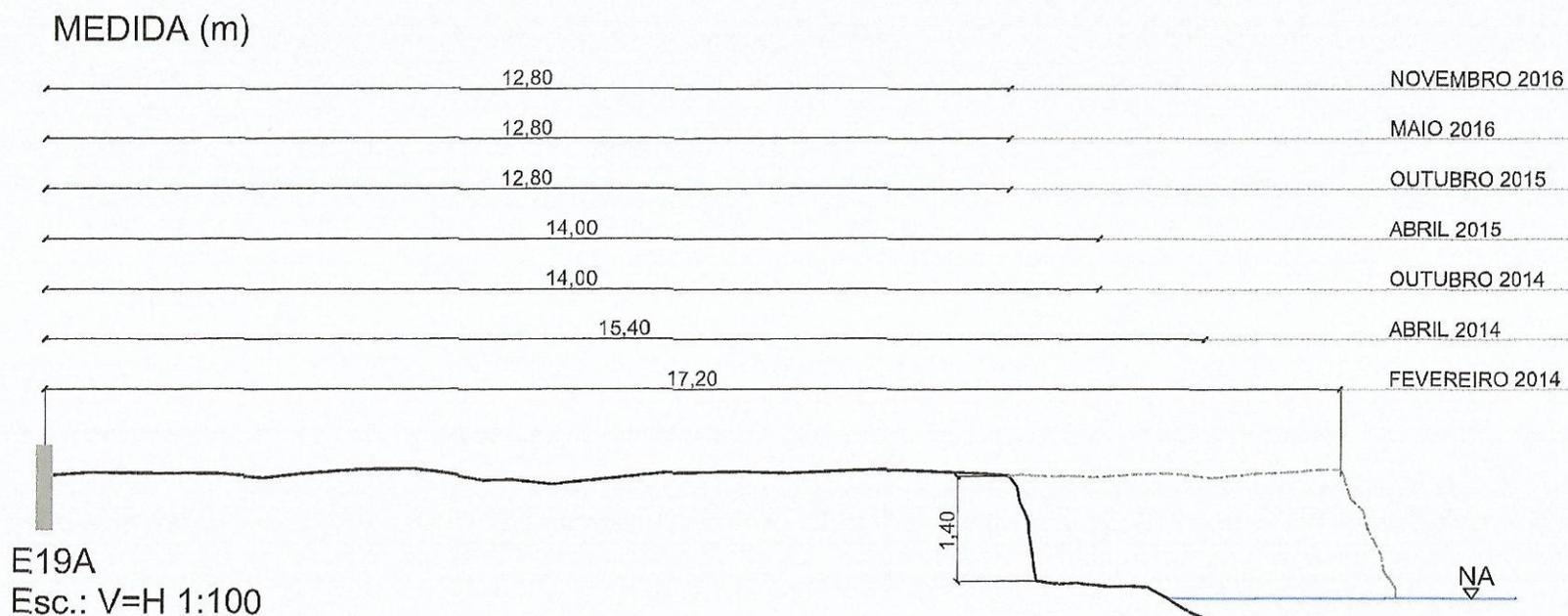


Figura 25: (a) Adensamento da mata tornou o marco E19A inacessível. (b) Imagem das condições da margem no local. Houve adensamento da vegetação em comparação a vistorias anteriores, conservando o perfil do talude.

Handwritten signature



5.21 MARCO E21

Localizado na margem esquerda do rio Jacuí, na ilha da Paciência, em região onde o rio tem perfil aproximadamente retilíneo.

A região de instalação do marco é suscetível a processos erosivos fluviais, principalmente em enchentes, quando a água extravasa para o leito maior e inunda diversas áreas da ilha.

O talude apresenta vegetação ciliar, arbustos e gramíneas, que contribuem para a conservação da margem.

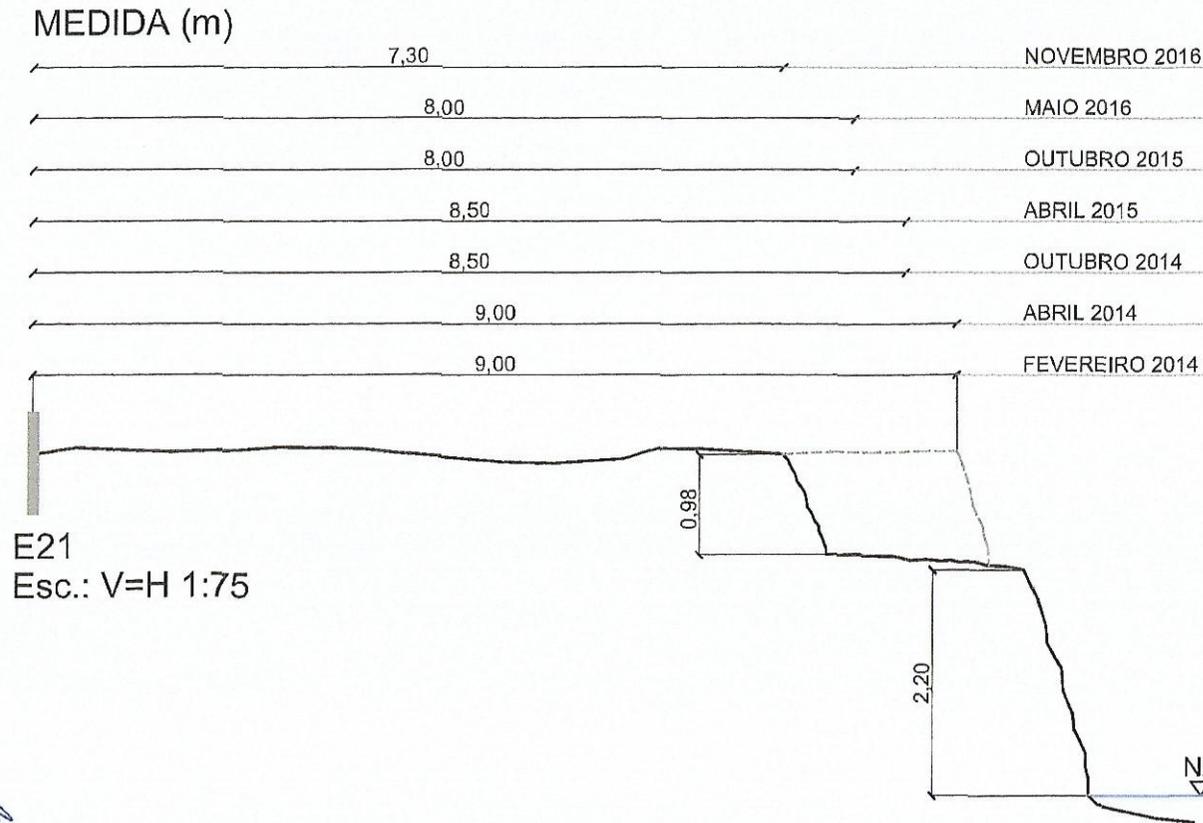
Desde a sua instalação, no ano de 2014, o talude apresentou nível de erosão médio, com regressão de 1,70 m (um metro e setenta centímetros). Considerando apenas os monitoramentos em 2016, observou-se erosão baixa do talude, com regressão de 0,70 m (setenta centímetros).

A seguir são apresentadas imagens da área (Figura 26ab) e croqui em escala 1:75. 





Figura 26: (a) Detalhe do marco E21. Imagem capturada no sentido de medição de Norte para Sul. (b) Imagem de Sul para Norte ilustrando a mata ciliar na margem.



5.22 MARCO E23

Localizado na margem esquerda do rio Jacuí, na ilha do Araújo, em talude baixo, com vegetação ciliar e gramíneas, onde o solo apresenta boa coesão e compactação.

Ao norte do marco há uma área cercada, destinada para lavoura de milho, conforme pode ser visualizado na Figura 27ab.

Desde o início do monitoramento em fevereiro de 2014 até maio de 2016, a borda do talude superior do marco não apresentou regressão, permanecendo estável à distância de 10,30 m (dez metros e trinta centímetros) do marco.

Durante a campanha de novembro de 2016, registrou-se pela primeira vez regressão da margem, no valor de 0,80 m (oitenta centímetros), caracterizando nível de erosão baixo.

A seguir é apresentado croqui em escala 1:75 contendo o perfil do talude atual e o observado na primeira medida. 

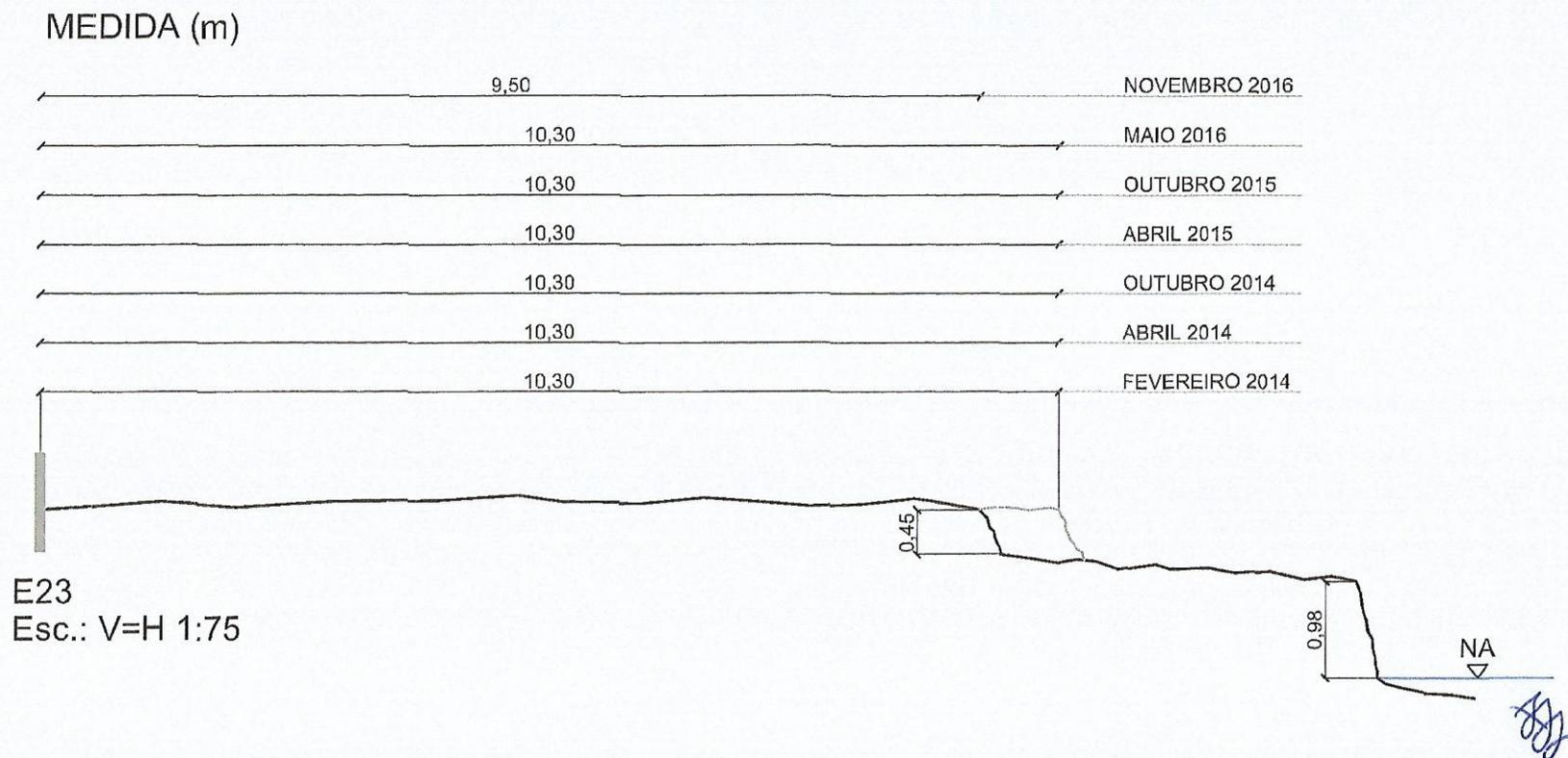




Figura 27: (a) Imagem de Oeste para Leste com a indicação do marco. Ao Norte a lavoura cercada. (b) Imagem de Sul para Norte ilustrando a mata ciliar na margem do local.

Handwritten signature

Handwritten mark



Handwritten mark

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

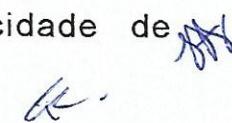
A rede interna de marcos instalada nas margens do baixo rio Jacuí foi estabelecida para acompanhar a regressão dos taludes em locais pré-determinados e georreferenciados. As medidas das distâncias entre o marco e a borda superior do talude, estabelecem valores para avaliar as áreas com regressão, comparando os resultados com campanhas anteriores.

Do monitoramento realizado nos locais desde abril de 2009, constata-se que os períodos de enchente do rio são as principais causas de regressão do talude, associando-se à morfologia do rio, ao tipo de solo e do seu uso e cobertura.

Os registros fotográficos com imagens georreferenciadas dos locais das estações de monitoramento (marcos), que ocorrem em visitas semestrais, têm por objetivo avaliar as possíveis mudanças que possam ocorrer na morfologia dos taludes marginais.

Evidências da dinâmica do rio após períodos de enchente sempre são verificadas ao longo de toda a área vistoriada, seja pela deposição de lixo e restos de árvores transportados desde a montante, ou pela deposição de lamas e areia fina sobre os taludes e ilhas. O material lamoso é importante para a agricultura, porque representa um fertilizante natural.

Após os períodos de enchente, quando há o rebaixamento do nível da água, inicia-se o processo de instabilização das margens pela percolação da água através dos poros de solos inconsolidados, acontecendo o solapamento e tombamento de taludes inteiros. Também é importante lembrar, que o fluxo d'água em eventos de enchente tem um poder erosivo muito maior do que nos períodos normais, por trazer material em suspensão causando aumento na densidade da água e que, junto à alta velocidade de corrente, aumenta a capacidade de

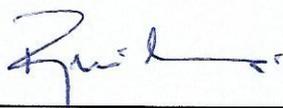


remobilização do material sedimentar do leito do rio e dos taludes ao longo das margens.

O ano de 2016 foi marcado por grandes períodos de cheias no rio Jacuí. Foram registradas 4 (quatro) enchentes ao longo do ano, ocorrendo regressão de algumas margens e remoção de vegetação ciliar pela intensidade do fluxo d'água.

Observa-se que a estabilidade dos taludes está diretamente relacionada a presença de vegetação ciliar nas margens do rio e ilhas. Em áreas onde existe mata ciliar preservada, as margens apresentam menor grau de erosão, já em zonas sem a presença de vegetação os taludes marginais são expostos a intensos processos erosivos.

O monitoramento dos marcos geodésicos continuará e será ampliado, caso evidências de processos erosivos sejam identificadas. Devido à depredação antrópica e a erosão natural, alguns marcos estão sendo substituídos por novos, quando não é possível no mesmo local em áreas próximas aos inacessíveis.



René de Matos Caraméz
Diretor Técnico



Fernanda de Souza Silva
Engenheira Ambiental



REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A.P.; ROCHA, P.C. Avaliação espaço-temporal de erosão de margens no córrego do Cedro em Presidente Prudente, São Paulo, Brasil. In: 12 Encontro de geógrafos de América Latina, **ANAIS**. Montevideo: 2009, p. 1-9.

BINDA, A. L. & LIMA, A. G. Morfologia e processos fluviais: O papel dos escombros lenhosos. **Boletim Goiano de Geografia**. v.28, n.2, p. 59-74, 2008.

BINDA, A. L. A influência de detritos lenhosos na morfologia e na sedimentologia de leito no Rio Guabiroba, Guarapuava-PR. 2009. 120 f. (**Dissertação de Mestrado**). UNIOESTE, Francisco Beltrão-PR, 2009.

BRASIL, **Código Florestal**, Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965.

CARLOS HARTMANN. Fundação Universidade Federal do Rio Grande - FURG. **Instalação de rede local de Estações Geodésicas**: Rio Jacuí. Charqueadas, 2009. 81 p. Disponível em: <<http://somarmineradora.com.br/index.php?menu=77>>. Acesso em: 23 maio 2016.

CARLOS HARTMANN. Fundação Universidade Federal do Rio Grande - FURG. **Inspeção dos marcos das estações geodésicas da rede local da Somar**: Rio Jacuí. Charqueadas, Outubro de 2009. 29 p. Disponível em: <<http://somarmineradora.com.br/?menu=77>>. Acesso em: 23 maio 2016.

CARLOS HARTMANN. Fundação Universidade Federal do Rio Grande - Furg. **Inspeção dos marcos das estações geodésicas da rede local da Somar**: Rio Jacuí. Charqueadas, Outubro de 2010. 70 p. Disponível em: <<http://somarmineradora.com.br/?menu=77>>. Acesso em: 23 maio 2016.

CARLOS HARTMANN. Fundação Universidade Federal do Rio Grande - Furg. **Inspeção dos marcos das estações geodésicas da rede local da Somar**: Rio Jacuí. Charqueadas, Março de 2011. 44 p. Disponível em: <<http://somarmineradora.com.br/?menu=77>>. Acesso em: 23 maio 2016.

CARLOS HARTMANN. Fundação Universidade Federal do Rio Grande - Furg. **Inspeção dos marcos das estações geodésicas da rede local da Somar**: Rio Jacuí. Charqueadas, Outubro de 2011. 46 p. Disponível em: <<http://somarmineradora.com.br/?menu=77>>. Acesso em: 23 maio 2016.

CARLOS HARTMANN. Fundação Universidade Federal do Rio Grande - Furg. **Inspeção dos marcos das estações geodésicas da rede local da Somar**: Rio Jacuí. Charqueadas, Novembro de 2012. 46 p. Disponível em: <<http://somarmineradora.com.br/?menu=77>>. Acesso em: 23 maio 2016.

CARLOS HARTMANN. Fundação Universidade Federal do Rio Grande - Furg. **Inspeção dos marcos das estações geodésicas da rede local da Somar**: Rio Jacuí. Charqueadas, Maio de 2013. 72 p. Disponível em: <<http://somarmineradora.com.br/?menu=77>>. Acesso em: 23 maio 2016.

CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia prática**. CPRM/Eletróbrás. Rio de Janeiro, 352p., 1994.

CUNHA, S. B. Geomorfologia Fluvial. In: GUERRA, A. T. G. & CUNHA, S. B. (org.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 7 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. Cap. 5, p 211-252.

DIAS, W. A. THOMAZ, E. L. Avaliação dos efeitos do pastoreio sobre a erosão em margens de canal fluvial em sistema de faxinal. **Sociedade & Natureza** (UFU. Impresso), v. 23, p. 23-35, 2011b.

DIAS, W. A. THOMAZ, E. L. Influência de escombros lenhosos na dinâmica de riachos em área faxinal. **Revista Terr@ plural**, v. 5, n.2, p 229-248, 2011.

DIAS, Wolliver Anderson. **Dinâmica erosiva em margens plenas de canal fluvial**. 102 f. Dissertação - Curso de Mestrado em Gestão do Território, Setor de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2012. Disponível em: <http://www.bicentede.uepg.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=799>. Acesso em: 02 jun. 2016.

DIAS-OLIVEIRA, É. **Impactos da urbanização na geometria hidráulica de canais fluviais da bacia hidrográfica do rio Cascavel, Guarapuava/PR**, 2004. 158p. (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual do Centro Oeste, Guarapuava, 2011.

FERNANDEZ, O. V. Q. **Determinação do nível e da descarga de margem plena em cursos fluviais**. Boletim de Geografia, Universidade Estadual de Maringá (UEM), nº 21, p. 97-109, 2003.

FERNANDEZ, O. V. Q. **O papel dos grandes detritos orgânicos na morfologia e sedimentologia em canais de cabeceira de drenagem**. In: X Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Anais. Rio de Janeiro, 2003b.

HARTMANN, Carlos. **Inspeção dos marcos da estações geodésicas da rede local da Somar:** Baixo rio Jacuí. Charqueadas, Abril de 2014. 76 p. Disponível em: <<http://somarmineradora.com.br/?menu=77>>. Acesso em: 23 maio 2016.

HARTMANN, Carlos. **Inspeção dos marcos da estações geodésicas da rede local da Somar:** Baixo rio Jacuí. Charqueadas, Outubro de 2014. 78 p. Disponível em: <<http://somarmineradora.com.br/?menu=77>>. Acesso em: 23 maio 2016.

HARTMANN, Carlos. **Inspeção dos marcos da estações geodésicas da rede local da Somar:** Baixo rio Jacuí. Charqueadas, Abril de 2015. 81 p. Disponível em: <<http://somarmineradora.com.br/?menu=77>>. Acesso em: 23 maio 2016.

HARTMANN, Carlos. **Inspeção dos marcos da estações geodésicas da rede local da Somar:** Baixo rio Jacuí. Charqueadas, Outubro de 2015. 80 p. Disponível em: <<http://somarmineradora.com.br/?menu=77>>. Acesso em: 23 maio 2016.

HJULSTROM, F. Studies of the morphological activity of rivers as illustrated by the river fyris. Univ. Upsala. **Geol. Inst. Bull.** 25: p.221 – 527, 1935.

KOBIYAMA, M. & CHAFFE, P. **Geração de Vazão no Rio.** In: KOBIYAMA, M.; GRISON, F.; MOTA, A. A. Curso de capacitação em hidrologia e hidrometria para conservação de mananciais. 2ª edição – Florianópolis: UFSC/CTC/ENS/LabHidro, Cap.13. p.179-204, 2009. 

