

RELATÓRIO ANUAL 2018
PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA ESTABILIDADE DAS MARGENS
SOMAR – SOCIEDADE MINERADORA LTDA.

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, nas áreas de concessão de lavra de areia da empresa, 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, conforme exigência contida no item 4.2 nas condicionantes das Licenças de Operação nº 2021/2017 – DL (GM 185), 1934/2017 – DL (GM 186) e 2020/2017 – DL (GM 187).

Durante as vistorias são realizadas medidas desde o marco até o limite superior do talude e é efetuado registro fotográfico georreferenciado das áreas.

Ao longo de 2018, 23 (vinte e três) marcos foram vistoriados, sendo que 5 (cinco) novos marcos foram instalados. Atualmente a rede local de monitoramento de recuo de margem da SOMAR possui um total de 21 (vinte e um) marcos geodésicos ativos. A localização dos mesmos está descrita no Quadro 1, que também apresenta a relação de todos os marcos geodésicos já monitorados pela 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 na Figura 1.

Os resultados das campanhas de observação, realizadas em junho e novembro de 2018, são apresentados ao longo deste relatório 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.

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	436.924,00	6.686.690,00	Charqueadas	D
E02	04/2009	Inativo	437.063,84	6.687.420,02	Ilha da Paciência	E
E02A	05/2013	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	04/2009	Inativo	438.321,30	6.687.336,03	Ilha da Paciência	E
E04A	02/2014	Inativo	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	05/2013	Inativo	439.193,75	6.686.698,46	Ilha Dona Antônia	D
E05B	06/2018	Ativo	439.228,00	6.686.704,00	Ilha Dona Antônia	D
E06	04/2009	Inativo	439.119,23	6.687.403,92	Ilha da Paciência	E
E06A	05/2013	Ativo	439.081,22	6.687.366,94	Ilha da Paciência	E
E07	04/2009	Inativo	440.754,19	6.687.428,59	Ilha das Cabras	E
E07A	02/2014	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	02/2014	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	10/2014	Ativo	444.883,00	6.689.600,00	Triunfo	E
E10B	11/2016	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	02/2014	Ativo	445.762,00	6.689.471,00	Ilha do Fanfa	E
E11B	10/2015	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	05/2013	Inativo	446.350,53	6.689.110,16	Ilha do Fanfa	E

Marco	Data da instalação	Situação	COORDENADAS UTM		Localização	Posição na margem do rio ou ilha
			E (m)	N (m)		
E13	04/2009	Inativo	449.429,98	6.689.401,55	Ilha do Araújo	E
E13A	06/2018	Ativo	449.449,00	6.689.405,00	Ilha do Araújo	E
E14	04/2009	Inativo	452.181,60	6.689.036,71	Ilha do Araújo	E
E14A	05/2013	Inativo	452.238,19	6.689.011,33	Ilha do Araújo	E
E14B	11/2013	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	02/2014	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	05/2013	Inativo	445.598,66	6.690.066,46	Ilha do Fanfa	D
E18B	02/2014	Inativo	445.557,94	6.689.747,78	Ilha do Fanfa	D
E18C	06/2018	Ativo	445.601,00	6.690.066,00	Ilha do Fanfa	D
E19	05/2013	Inativo	446.035,99	6.689.396,76	Ilha do Fanfa	E
E19A	02/2014	Ativo	446.003,43	6.689.348,93	Ilha do Fanfa	E
E21	02/2014	Ativo	438.688,64	6.687.310,81	Ilha da Paciência	E
E23	02/2014	Ativo	451.285,27	6.689.314,78	Ilha do Araújo	E
E24	02/2014	Inativo	447.341,99	6.688.622,88	Charqueadas	D
E25	06/2018	Ativo	453.371,00	6.690.402,00	Triunfo	E
E26	06/2018	Inativo	439.242,00	6.686.714,00	Ilha Dona Antônia	D

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

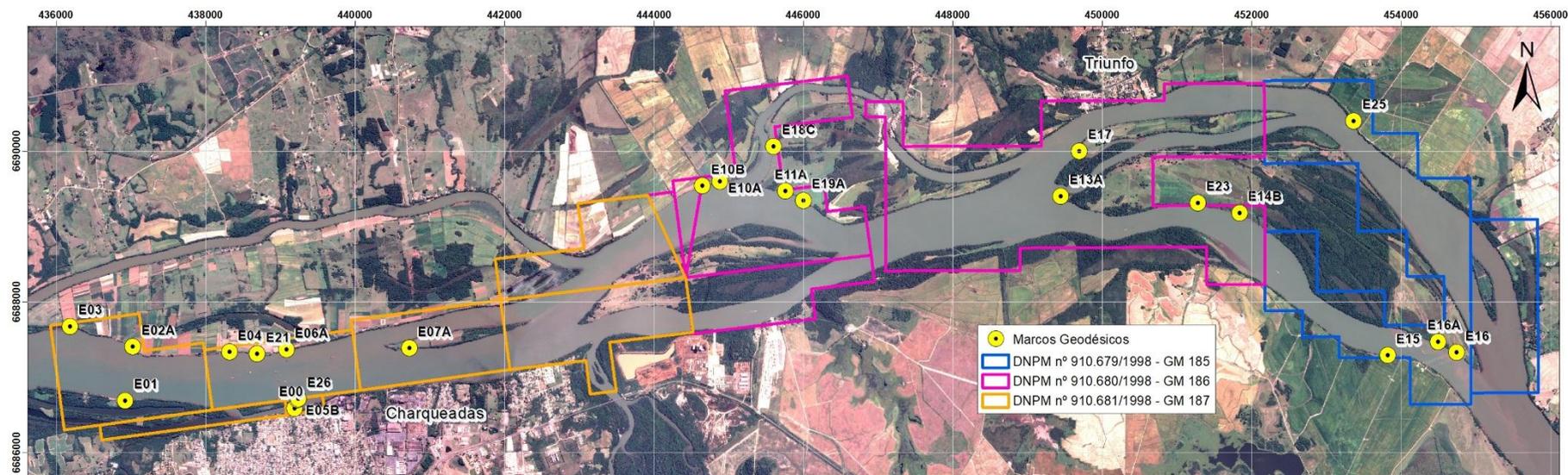


Figura 1: Mapa de localização dos marcos geodésicos nas áreas de concessão da SOMAR.

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.

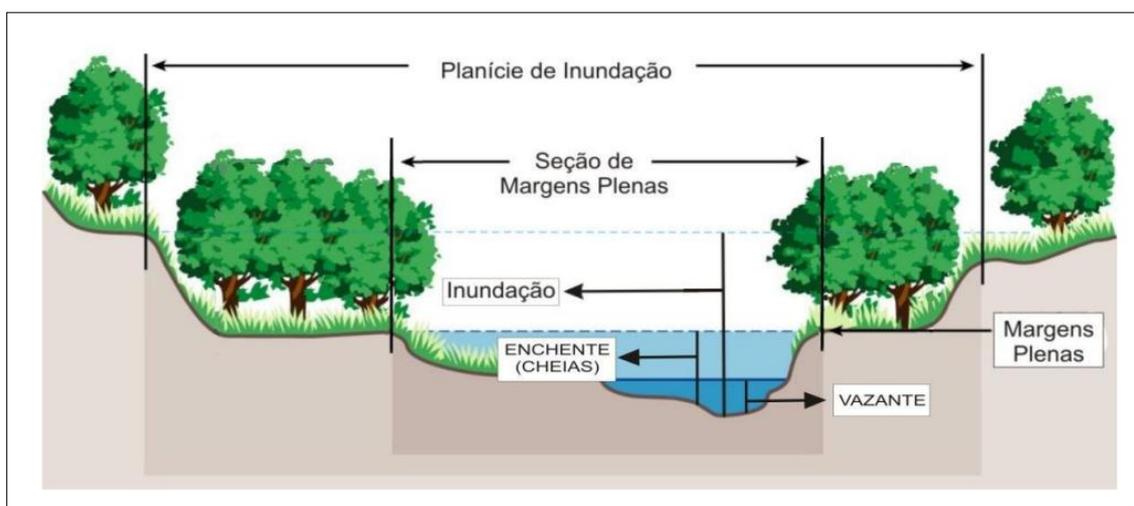


Figura 2: Representação de níveis de leito e de margem ocupados pela vazão.

Fonte: Fiswg (1998) adaptado por (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.

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 movimentam.

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), contribuindo 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 geomorfológicos 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 processo de dinâmica fluvial do rio Jacuí é constituído principalmente de três variáveis, intimamente relacionadas: as propriedades hidráulicas do canal, a quantidade de sedimentos movimentados ao longo do leito e a taxa de erosão de margem. Estas três variáveis, constantemente, buscam alcançar um equilíbrio no seu conjunto. Rios desse tipo apresentam em sua dinâmica natural, mecanismos erosionais e deposicionais. Nesta dinâmica fluvial, o Baixo Jacuí enquadra-se como um rio meandrante (à montante da represa de Amarópolis) e anastomosado (à jusante da represa de Amarópolis) (ZANCAN FILHO e QUADROS, 2017).

De acordo, portanto, com ZANCAN FILHO e QUADROS (2017, p. 61), o trecho de concessão de lavra da SOMAR (integralmente localizado à jusante da represa de Amarópolis) apresenta características morfológicas de um rio em planície e anastomosado. Os autores caracterizam a região anastomosada do rio Jacuí como:

A configuração das margens desse setor é mais retilínea, mas ainda mostra feições de erosão nas margens côncavas e deposição nas margens convexas. Por outro lado, a dinâmica fluvial é mais intensa na formação de depósitos de barra em canal (“ilhas fluviais”). Esses depósitos apresentam, naturalmente, feições erosionais em seus setores montante e lateral, e apresentam feições deposicionais em suas porções a jusante, causando a lenta migração destas barras em direção à foz do rio. No setor anastomosado do rio Jacuí as “ilhas fluviais” migram de montante do rio em direção ao Parque Delta do Jacuí.

O perfil ilustrativo da Figura 3 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.

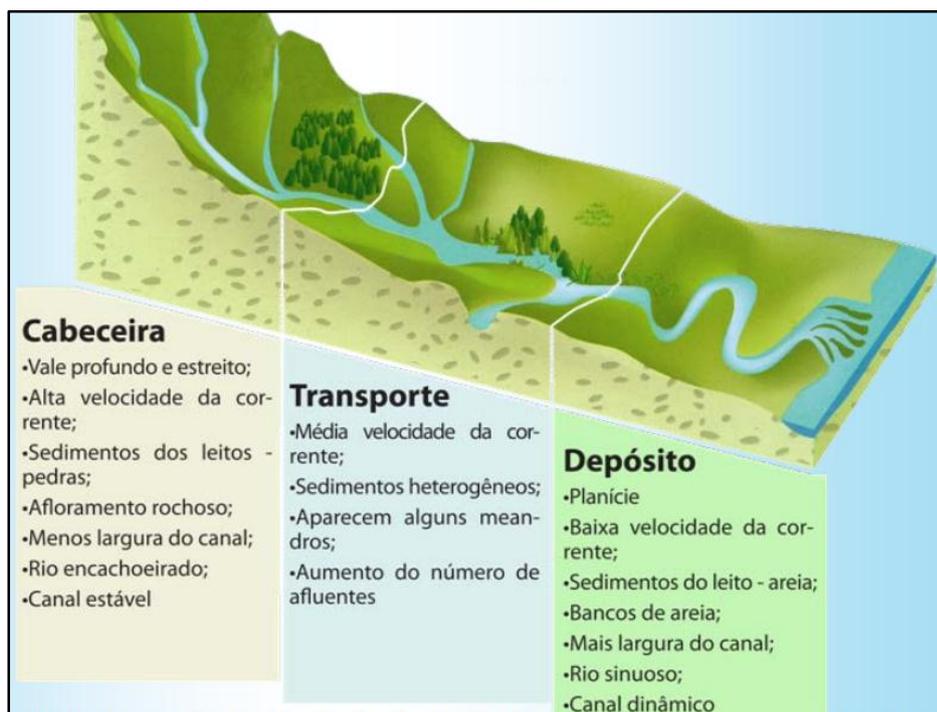


Figura 3: Perfil ilustrativo da extensão de um rio, considerando diferentes características morfológicas. Fonte: Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo.

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 SOMAR em Charqueadas/RS, nas coordenadas LAT $-29^{\circ}57'00,967''$ e LONG $-51^{\circ}37'50,651''$, tendo como referência o datum horizontal SIRGAS 2000 e datum vertical Marégrafo de Imbituba (MAPGEO2004). Quando da instalação dos marcos em 2009, o nível medido de 1,00 metro teve como base a régua instalada no porto de Chaqueadas.

A Agência Nacional de Águas (ANA) em conjunto com a Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SEMA) possui uma estação de monitoramento hidrológico (Código 87010000) na margem esquerda do rio Jacuí, no cais da Superintendência de Portos e Hidrovias (SPH RS) em Triunfo/RS, 6 km a montante da régua limnimétrica da SOMAR, nas coordenadas LAT $-29^{\circ}56'31,07''$ e LONG $-51^{\circ}41'39,07''$. Os dados desta estação estão disponíveis para consulta no website do Sistema de Monitoramento e

Alerta de Desastres (SMAD RS), onde é possível acessar informações de chuva e nível do rio Jacuí.

Diariamente a SOMAR realiza a medida da cota do rio às 07:00 horas, e baseado nestes dados, foram elaborados os gráficos que representam o nível do rio Jacuí nos meses em que as campanhas foram realizadas (junho e novembro de 2018) e nos meses imediatamente anteriores as campanhas (maio e outubro de 2018) (Figuras 4 a 7).

De maneira geral, o ano de 2018 foi caracterizado por precipitações abaixo da média no Rio Grande do Sul, com chuva anual total acumulada de 1279 milímetros na estação da ANA/SEMA em Triunfo/RS (SMAD RS). Como consequência, baixas cotas de nível d'água foram observadas no trecho de concessão de lavra da SOMAR no rio Jacuí, sobretudo no primeiro semestre de 2018, em que a chuva total acumulada foi de 494 milímetros (SMAD RS), e a média do nível do rio foi 1,29 m, com cota mínima de 0,82 m em 20/02/2018, não tendo em nenhum dia ultrapassado a cota de 2 m neste período.

O segundo semestre apresentou, conforme característica histórica, aumento nos índices de precipitação, totalizando 785 mm no período na estação da ANA/SEMA em Triunfo/RS (SMAD RS), o representa 62% da chuva anual, e em decorrência disso, a média do nível d'água do rio Jacuí no trecho de concessão de lavra da SOMAR, no segundo semestre de 2018, foi 2,01 m, atingindo cotas máximas de 4,14 m em 04/09/2018 e 4,26 m em 05/10/2018. Essa precipitação elevada, principalmente concentrada nos meses anteriores a campanha de novembro de monitoramento dos marcos, foi caracterizada por fortes enchentes que contribuíram de maneira significativa para danos causados as margens (relatado no Relatório Técnico das Enchentes de 2018).

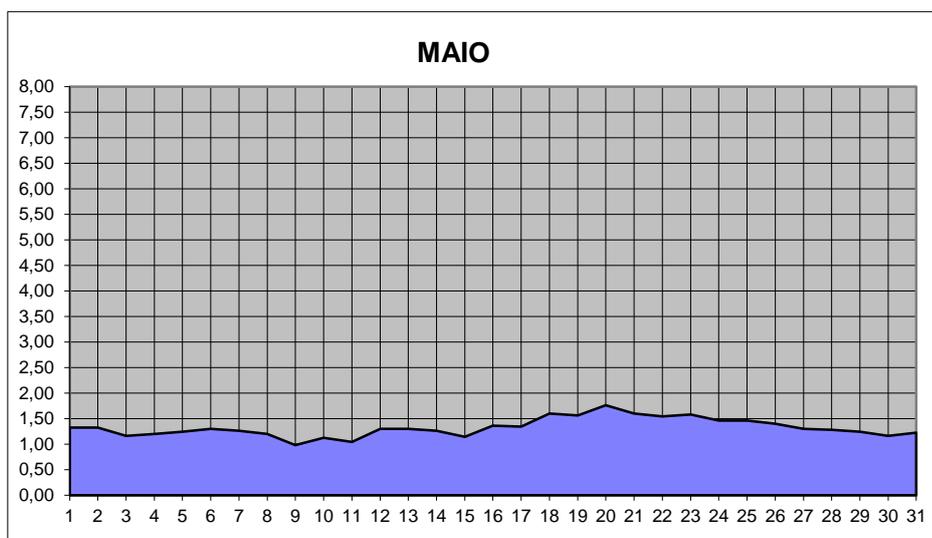


Figura 4: Nível d'água do rio Jacuí no mês de maio de 2017.

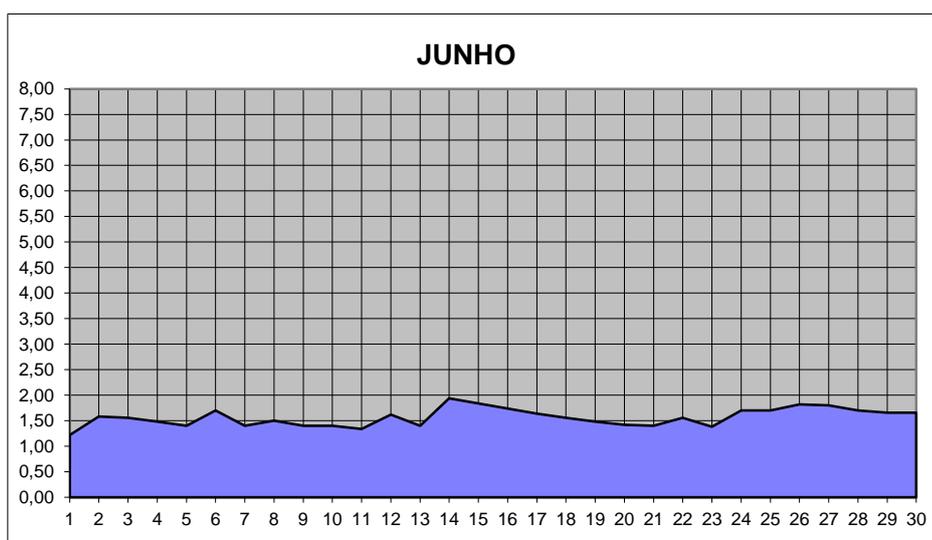


Figura 5: Nível d'água do rio Jacuí no mês de junho de 2018.

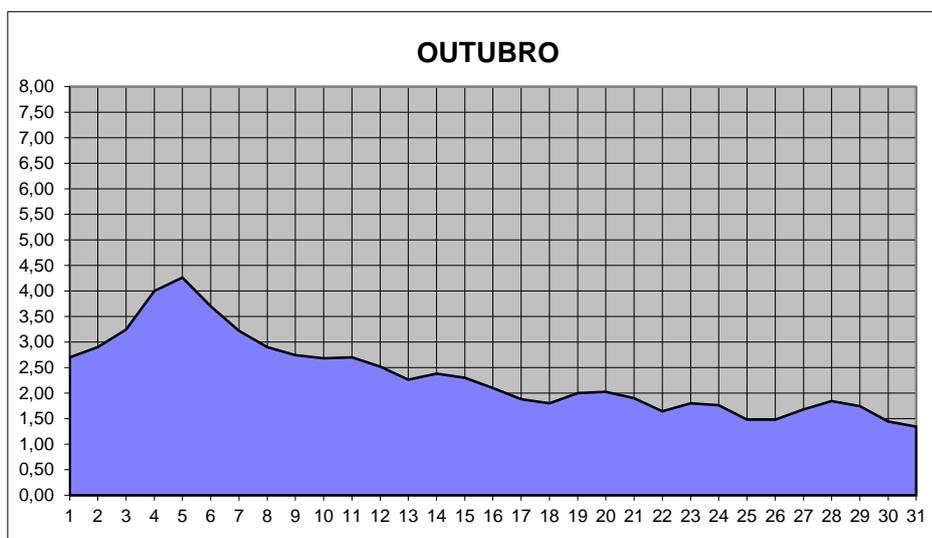


Figura 6: Nível d'água do rio Jacuí no mês de outubro de 2018.

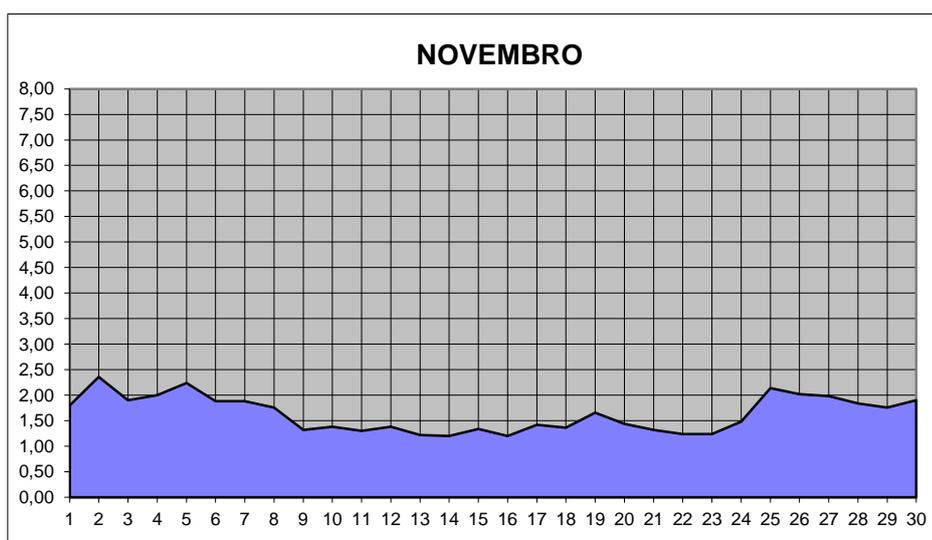


Figura 7: Nível d'água do rio Jacuí no mês de novembro de 2018.

Na vistoria realizada em junho nos dias 26 e 27/06/2018 o nível d'água era 1,82 m e 1,80 m, respectivamente. Já na inspeção de novembro, houve uma variação de mais de 0,50 m entre os dias de monitoramento, sendo a cota do rio no dia 07/11/2018 1,88 m e no dia 09/11/2018 1,32 m.

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, 2009; HARTMANN, 2013 e HARTMANN, 2014.

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, 2009:

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 das vistorias de junho e novembro de 2018, 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 dos marcos geodésicos vistoriados em 2018, com o distanciamento dos mesmos em relação as margens

Marco	Distância na instalação (m)	Distância em nov/2017 (m)	Distância em jun/2018 (m)	Distância em nov/2018 (m)	Varição (m)	Nível de erosão no período	Localização	Direção da medida(°)
E00	23,40	23,40	23,40	23,40	0,00	Estável	Charqueadas	(0) N
E01	3,33	0,10	0,04	0,04	0,06	Baixo	Charqueadas	(0) N
E02A	19,20	17,50	17,30	17,30	0,20	Baixo	Ilha da Paciência	(240) OSO
E03	5,96	4,50	4,50	4,50	0,00	Estável	Ilha da Paciência	(180) S
E04	7,80	6,50	6,50	-	0,00	Estável	Ilha da Paciência	(340) NNO
E05B	2,00	-	2,00	0,85	1,15	Médio	Ilha D. Antônia	(0) N
E06A	8,70	7,50	6,70	6,70	0,80	Baixo	Ilha da Paciência	(180) S
E07A	5,70	3,40	3,30	3,00	0,40	Baixo	Ilha das Cabras	(200) SSO
E10A	11,00	9,95	9,95	9,95	0,00	Estável	Triunfo	(180) S
E10B	5,30	3,06	3,06	3,06	0,00	Estável	Triunfo	(180) S
E11A	8,30	8,00	8,00	8,00	0,00	Estável	Ilha do Fanfa	(230) SSO
E13A	17,40	-	17,40	14,80	2,60	Alto	Ilha do Araújo	(270) O
E14B	34,00	29,90	29,90	27,60	2,30	Alto	Ilha do Araújo	(180) S
E15	10,20	7,00	6,60	6,60	0,40	Baixo	Charqueadas	(0) N
E16	8,10	3,40	3,40	3,40	0,00	Estável	Ilha do Araújo	(200) SSO
E16A	10,20	9,40	9,40	9,40	0,00	Estável	Ilha do Araújo	(180) S
E17	17,35	6,80	6,80	6,00	1,13	Médio	Ilha do Carioca	(235) SSO

Marco	Distância na instalação (m)	Distância em nov/2017 (m)	Distância em jun/2018 (m)	Distância em nov/2018 (m)	Variação (m)	Nível de erosão no período	Localização	Direção da medida(°)
E18C	21,25	-	21,25	20,10	1,15	Médio	Ilha do Fanfa	(255) OSO
E19A	17,20	12,10	12,00	12,00	0,10	Baixo	Ilha do Fanfa	(180) S
E21	9,00	7,30	7,10	7,10	0,20	Baixo	Ilha do Araújo	(180) S
E23	10,30	9,80	9,80	9,80	0,00	Estável	Ilha do Araújo	(180) S
E25	7,10	-	7,10	7,10	0,00	Estável	Triunfo	(250) OSO
E26	11,05	-	11,05	-	-	-	Ilha D. Antônia	(45) E

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 atracamento das 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 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.

O talude marginal é alto, formado por sucessivos terraços, terreno arenoso apresentando historicamente níveis médio de erosão. O talude encontra-se aparentemente estável e semicoberto por vegetação herbácea nativa, com uma faixa de areia destituída de cobertura e de restos vegetais.

Nas áreas limítrofes observa-se que a mata ciliar está preservada, existem exemplares de vegetação arbórea nativa, típica das margens do rio Jacuí.

Atualmente o talude conserva uma distância de 0,04 m (quatro centímetros) em relação ao marco E01, apresentando nível de erosão baixo em relação aos monitoramentos de 2017 e nível estável durante o ano de 2018. É possível que nas próximas campanhas o marco E01 possa ser removido pela ação das enchentes.

As Figuras 7ab e 8ab apresentam imagens da área onde está localizado o marco.

A seguir é apresentado o croqui do perfil do talude mais antigo e mais recente. Ressalta-se que a faixa de areia da praia relaciona-se diretamente a variação do nível do rio Jacuí.



Figura 7: (ab) Margem direita do rio Jacuí, localização do marco E01 durante campanha de junho/2018.

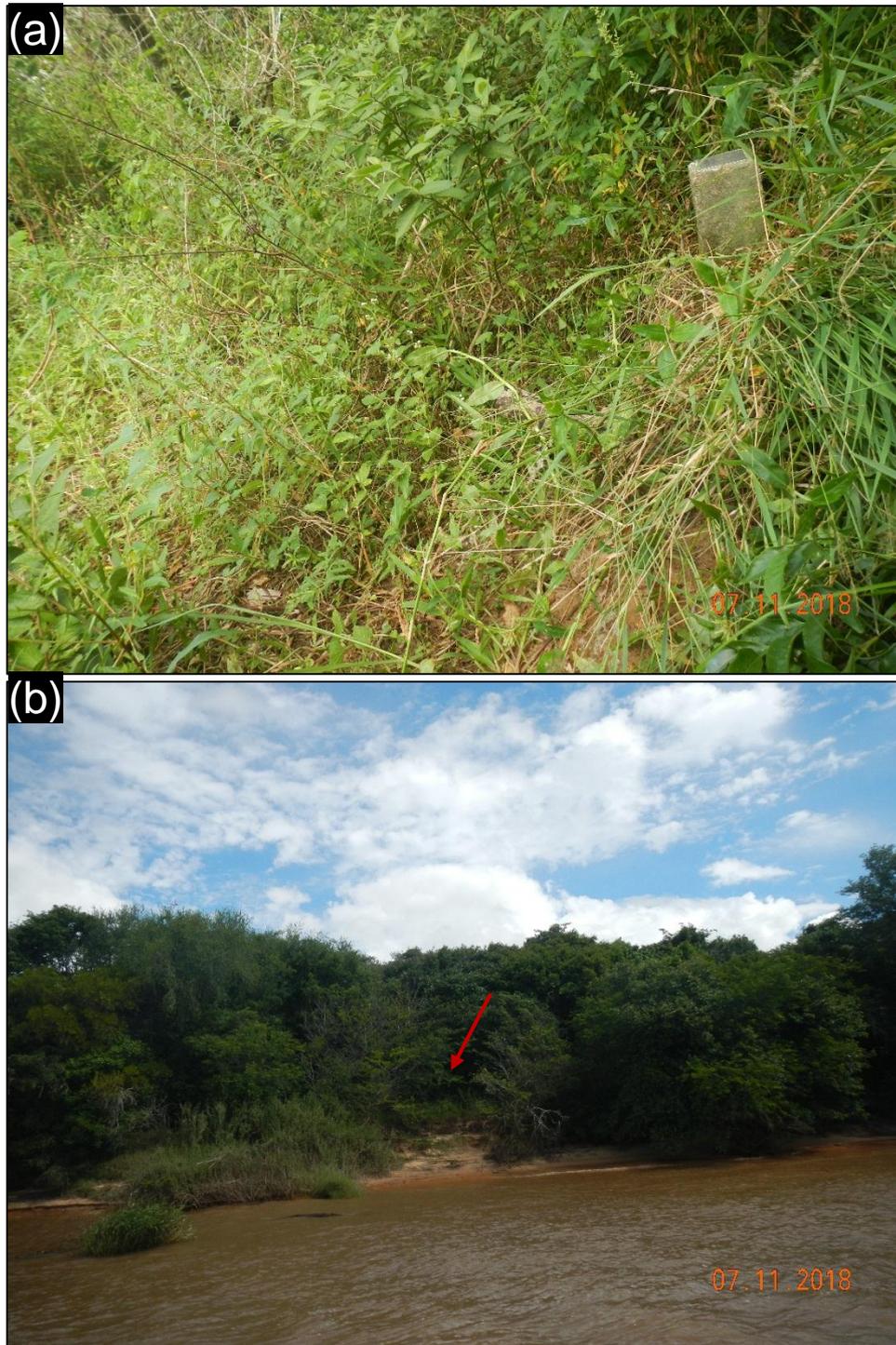
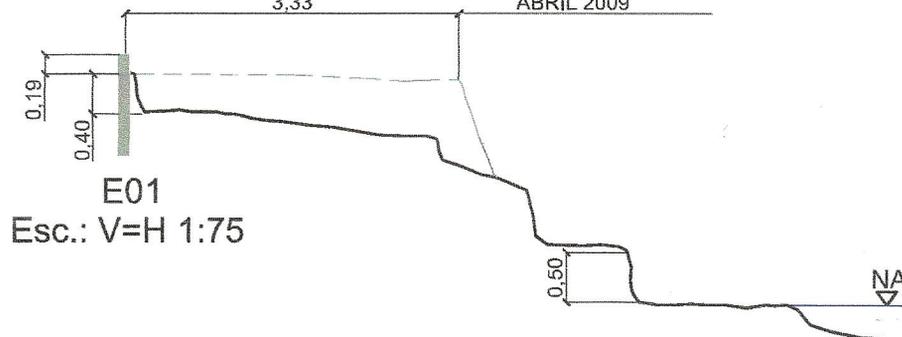


Figura 8: (ab) Margem direita do rio Jacuí, localização do marco E01 durante campanha de novembro/2017. Observa-se que o marco está parcialmente coberto por vegetação nativa.

MEDIDA (m)

0,04	NOVEMBRO 2018
0,04	JUNHO 2018
0,10	NOVEMBRO 2017
0,10	MAIO 2017
0,10	NOVEMBRO 2016
0,50	MAIO 2016
0,50	OUTUBRO 2015
2,00	ABRIL 2015
2,00	OUTUBRO 2014
2,20	ABRIL 2014
2,20	NOVEMBRO 2013
2,20	MAIO 2013
2,40	NOVEMBRO 2012
3,10	OUTUBRO 2011
3,10	ABRIL 2011
3,25	OUTUBRO 2010
3,25	MARÇO 2010
3,33	ABRIL 2009



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 médio a alto potencial de erosão durante os períodos de enchente e de vazante. 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. O talude é desprotegido de vegetação fixadora e na sua base há o acúmulo de solo formando uma faixa que fica submersa nos períodos de cheia.

O entorno desse ponto de monitoramento é caracterizado por uma estrada vicinal separada da margem por uma estreita faixa de mata ciliar. No interior da ilha observa-se grandes áreas utilizadas intensamente para cultivos agrícolas e pecuária. Não são identificados exemplares para compor o sub-bosque, o que prejudicará a regeneração desse pequeno remanescente de vegetação. Observa-se que a vegetação arbórea está sendo desestabilizada, com exposição de raízes e tombamento de touceiras de taquara sobre a água.

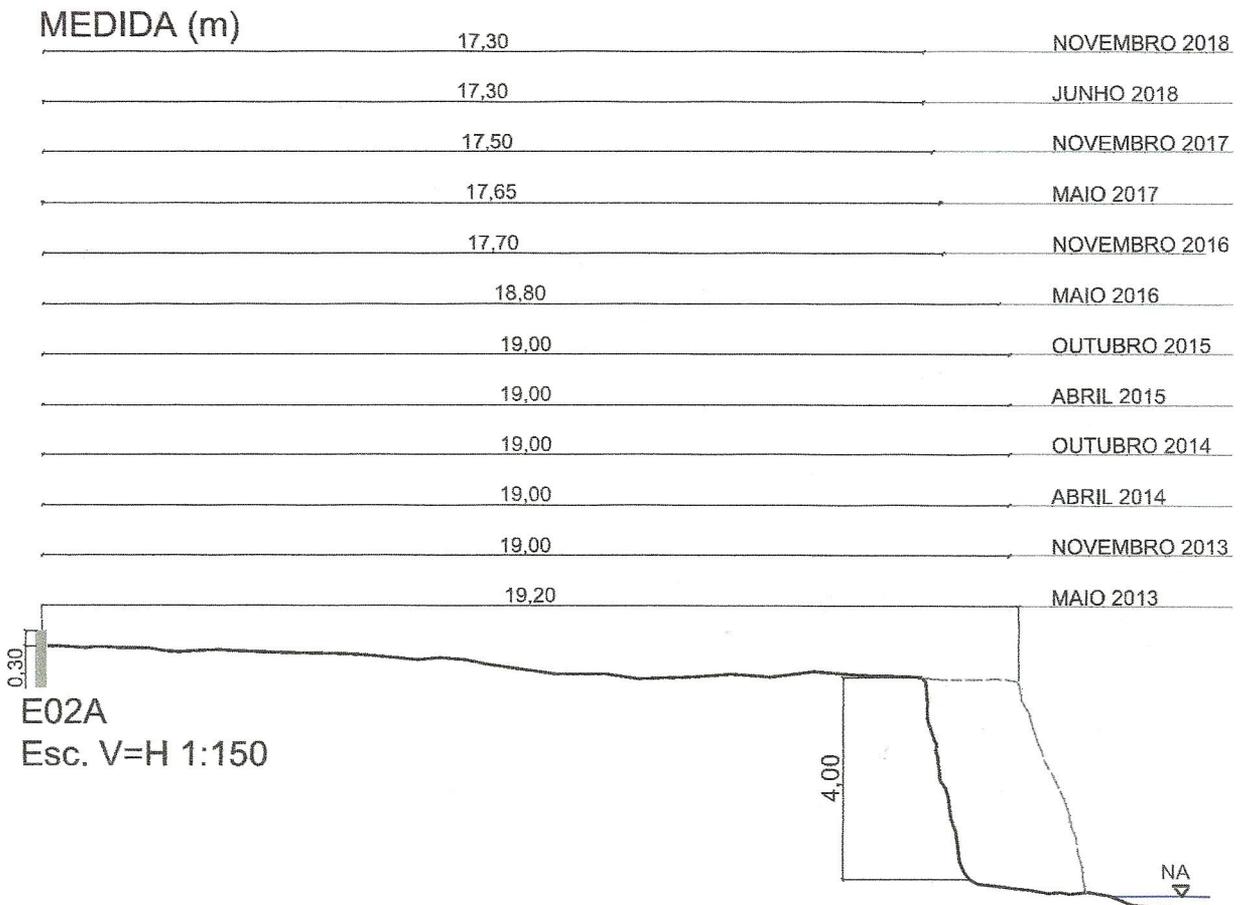
O talude apresenta nível de erosão estável durante o ano de 2018 e nível baixo na comparação entre novembro de 2017 e novembro de 2018, com distância de 17,30 m entre o marco e a crista do talude, conforme mostra o croqui a seguir e as Figuras 9ab e 10ab com imagens da área.



Figura 9: (a) Entre o marco e a crista do talude marginal há uma estrada vicinal para veículos e maquinário agrícola. (b) Marco localiza-se ao lado de uma espécie arbórea de grande porte.



Figura 10: (a) Em novembro foi observado que a terra está sendo intensamente preparada para plantio. (b) Vegetação arbórea está sendo desestabilizada e touceiras de taquara estão tombando sobre a água.



5.4 MARCO E03

Localiza-se na margem esquerda do rio, na ilha da Paciência, em área com recuo de margem histórico de nível baixo a estável. O talude é baixo e está sujeito aos efeitos da energia do embate das ondas e das correntezas em períodos de cheia e vazante.

Observa-se impactos à vegetação ciliar, exposição de raízes, com espécies arbóreas sob risco de tombamento e indícios de cortes, além da formação de degraus com deposição de galhos e outros materiais no pé do talude.

De 2011 a 2015 o talude não apresentou alteração no nível de erosão, já na vistoria de maio de 2016, apresentou uma regressão baixa de 0,10 m (dez centímetros), mantendo-se estável até a atual campanha, em novembro de 2018, com distância de 4,50 m desde a borda superior do talude até o marco.

As Figuras 11ab e 12ab apresentam imagens atuais da área. No croqui é possível ver o perfil e histórico de regressões do talude.



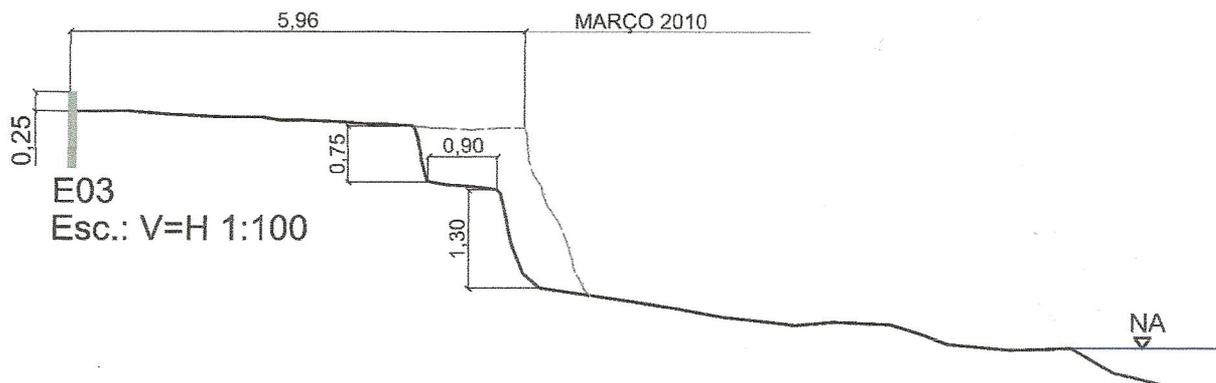
Figura 11: (ab) Marco E03, instalado em 2009. a) Detalhe da vegetação arbustiva se desenvolvendo ao redor do marco. b) Vista geral do entorno do ponto de monitoramento.



Figura 12: (a) Acumulo de galhos e materiais no pé do talude. (b) Exposição de raízes e formação de degraus no talude.

MEDIDA (m)

4,50	NOVEMBRO 2018
4,50	JUNHO 2018
4,50	NOVEMBRO 2017
4,50	MAIO 2017
4,50	NOVEMBRO 2016
4,50	MAIO 2016
4,60	OUTUBRO 2015
4,60	ABRIL 2015
4,60	OUTUBRO 2014
4,60	ABRIL 2014
4,60	NOVEMBRO 2013
4,60	MAIO 2013
4,60	NOVEMBRO 2012
4,60	OUTUBRO 2011
4,60	ABRIL 2011
4,90	OUTUBRO 2010
4,90	MARÇO 2010
5,96	MARÇO 2010



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 desde 2015, com distância de 6,50 m desde o marco até a borda do talude.

Comparando com as últimas vistorias no local, percebeu-se um aumento significativo de vegetação, porém se trata de vegetação exótica, principalmente taquaireiras (bambuzinho), que formam conjuntos densos e uniformes impedindo o desenvolvimento de espécies nativas. Apesar de serem exemplares exóticos a presença dos mesmos vem reduzindo a exposição do talude a processos erosivos, principalmente as gramíneas que estão se fixando na face do talude, conforme é apresentado na Figura 13ab.

No entorno da localização do marco não observa-se regeneração da mata ciliar nativa representativa. Como na maioria dos pontos localizados nas ilhas observa-se o uso intensivo do solo para culturas agrícolas, onde as APP's não são preservadas.

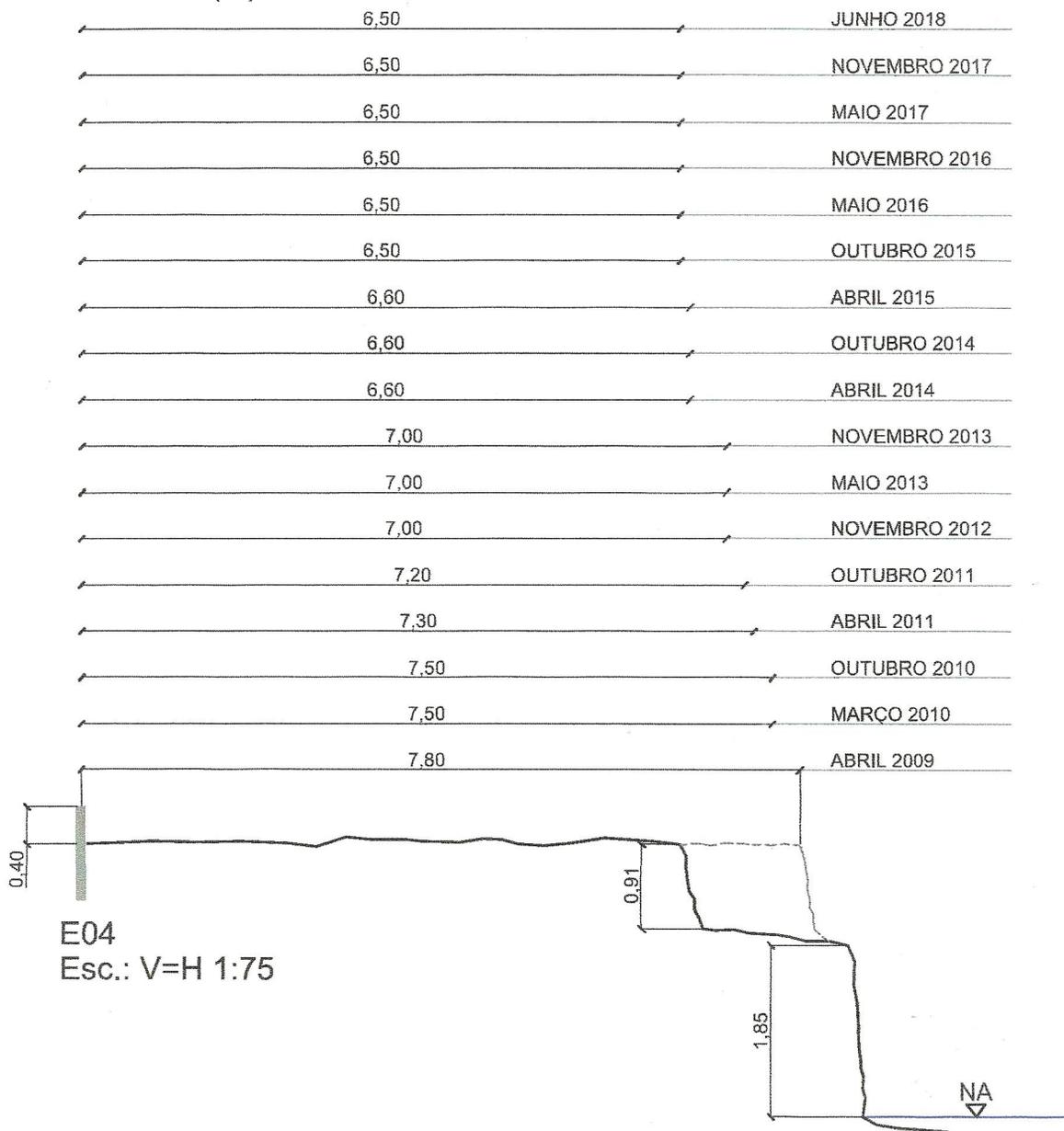
Na campanha de novembro de 2018, o marco estava inacessível e não foi possível realizar a medida até a borda do talude, devido ao adensamento da vegetação. Por tanto, este ponto não será mais monitorado para fins de acompanhamento de recuo de margem nas próximas campanhas, sendo o marco E04 classificado como inativo.

A partir do croqui a seguir, é possível observar o perfil alto e verticalizado da margem nessa área.



Figura 13: (ab) Detalhe do marco e vista geral do ponto de monitoramento. É possível observar o adensamento das espécies exóticas (taquaras) e que as gramíneas fixadas na face do talude estão o protegendo dos agentes erosivos.

MEDIDA (m)



5.6 MARCO E05B

O marco E05B está localizado na Ilha Dona Antônia, margem direita do rio Jacuí, e substitui o E05A que foi danificado em 2016 devido à alta erosão observada naquele ponto.

O marco de concreto está fixado em terreno arenoso e plano, com gramíneas e vegetação arbórea. Quando foi instalado em junho de 2018, a distância do marco até a borda do talude era de 2 m. Na vistoria de novembro de 2018, observou-se uma representativa variação, classificada como nível de erosão médio, sendo a distância atual de 0,85 m (oitenta e cinco centímetros). Isto se deve a exposição da margem à ação direta das enchentes, correntes e embate das ondas, sendo esta região historicamente caracterizada por recuos de margem significativos.

A ilha Dona Antônia, que é uma APA com 0,09 km², categorizada como unidade de uso sustentável de jurisdição municipal, frequentemente é utilizada para acampamentos e dessedentação de animais. Destaca-se que o tamanho da faixa de areia está diretamente relacionada com a oscilação do nível d'água do rio Jacuí.

As Figuras 14ab e 15ab apresentam imagens das vistorias. O croqui a seguir apresenta o perfil verticalizado do talude devido aos processos de erosão.

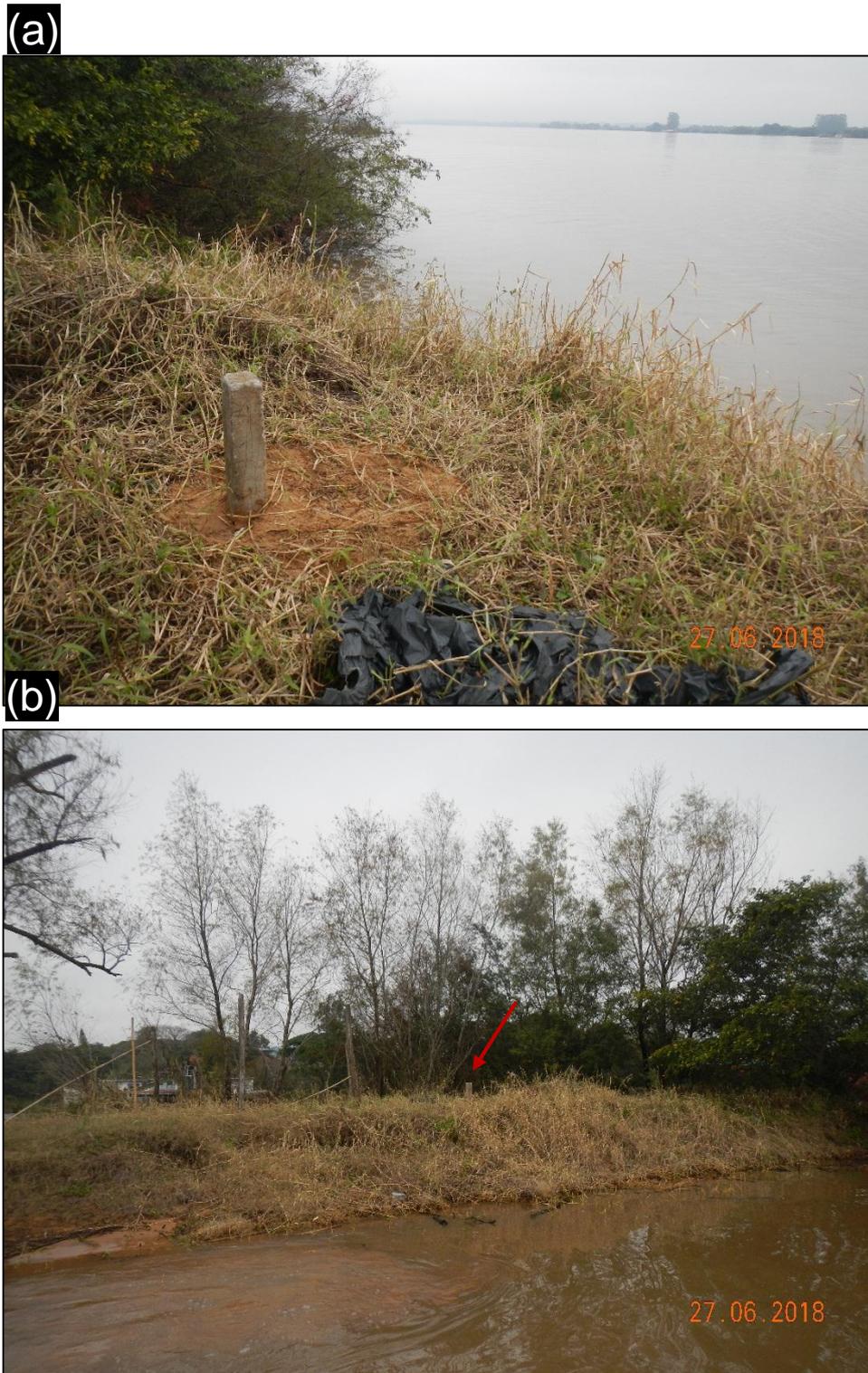
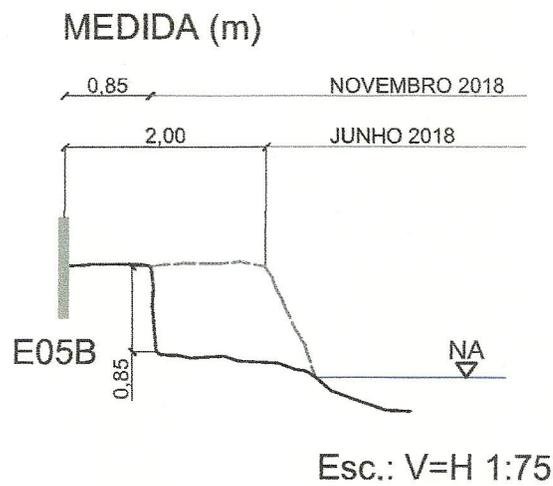


Figura 14: (a) Marco de concreto instalado em junho de 2018. (b) Imagem no sentido Nordeste para Sudoeste, margem direita do rio. Talude com gramíneas rasteiras e verticalizado.



Figura 15: (a) Marco de concreto E05A, margem direita do rio. (b) Imagem no sentido Norte para Sul. Observa-se a verticalização do talude e faixa de areia emersa devido ao baixo nível do rio.



5.7 MARCO E06A

O marco E06A foi instalado em maio de 2013, a 8,70 m 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 total na ordem de 2,00 m do talude (nível de erosão total médio).

Atualmente o marco apresenta distância de 6,50 m até a crista do talude, permanecendo estável durante o ano de 2018 e com nível de erosão baixo em relação aos monitoramentos de 2017.

Observa-se que esta é uma área utilizada para o plantio de monoculturas, não existem espécies significativas de exemplares arbóreos ou formação de sub-bosque para que a APP se desenvolva. O talude marginal é verticalizado e alto, existe uma estrada vicinal utilizada por máquinas agrícolas.

A Figura 16ab apresenta imagens da campanha de junho de 2018, onde foi possível observar que a formação de buracos no talude está diretamente associada a variação de nível do rio Jacuí. A Figura 17ab apresenta imagens da campanha de novembro de 2018, onde evidenciou-se a formação de uma praia devido ao baixo nível do rio, além do uso intenso do solo pela agricultura.



Figura 16: (a) Marco de concreto e PVC. Observa-se o plantio de milho muito próximo a margem do rio Jacuí e a existência de uma estrada. (b) Detalhe geral do ponto de monitoramento.

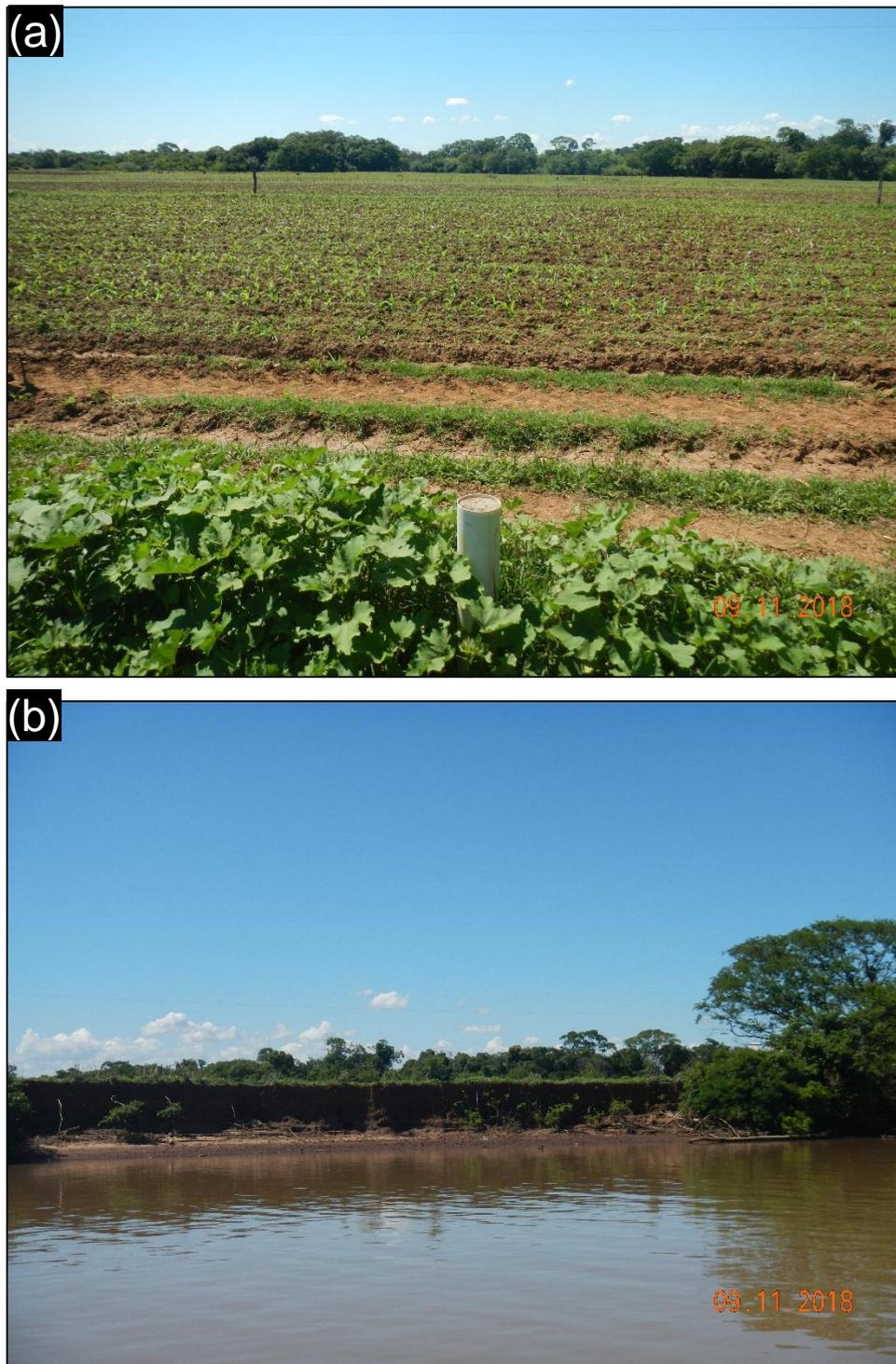
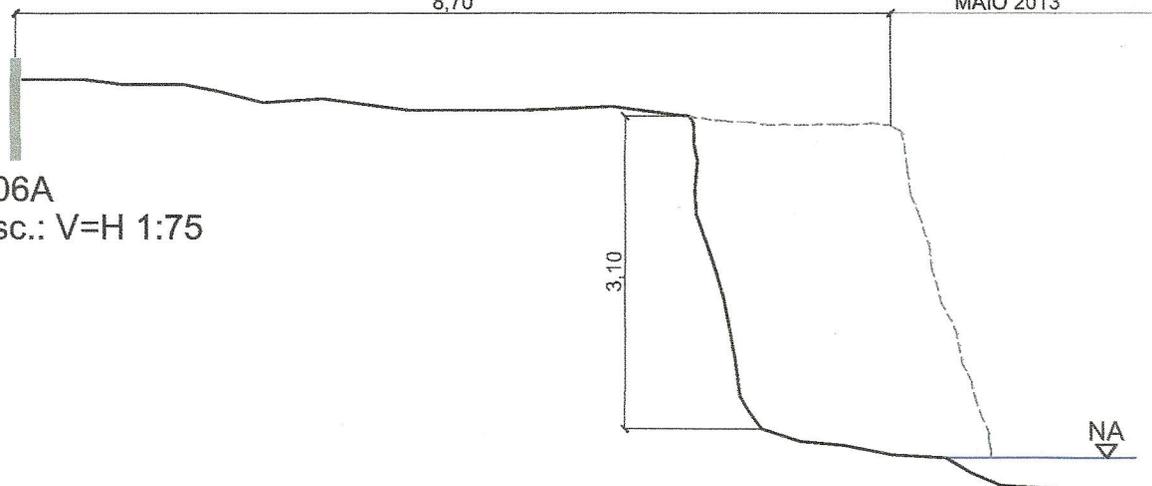


Figura 17: (a) Marco de concreto e PVC e concreto. Observa-se estrada vicinal e área com plantio de milho muito próximo a margem do rio. (b) Detalhe geral do ponto de monitoramento.

MEDIDA (m)

6,70	NOVEMBRO 2018
6,70	JUNHO 2018
7,50	NOVEMBRO 2017
7,53	MAIO 2017
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



5.8 MARCO E07A

Este marco foi instalado em fevereiro de 2014, em local plano 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 argiloso de boa coesão e vegetação gramínea. Comparando-se os resultados de novembro de 2017 a novembro de 2018 houve uma regressão da ordem de 0,40 m (quarenta centímetros).

A presença de mata ciliar é incipiente no local, com predomínio de vegetação herbácea. As áreas limítrofes são utilizadas pelo proprietário da ilha para atividades agropastoris até o limite da margem, sem preservação da APP, embora nas duas campanhas de 2018 tenha sido constatado aumento de locais subutilizados e sem cultivos, como o ponto onde o marco está instalado.

A seguir, são apresentadas imagens da área nas Figuras 18ab e 19ab e o croqui.

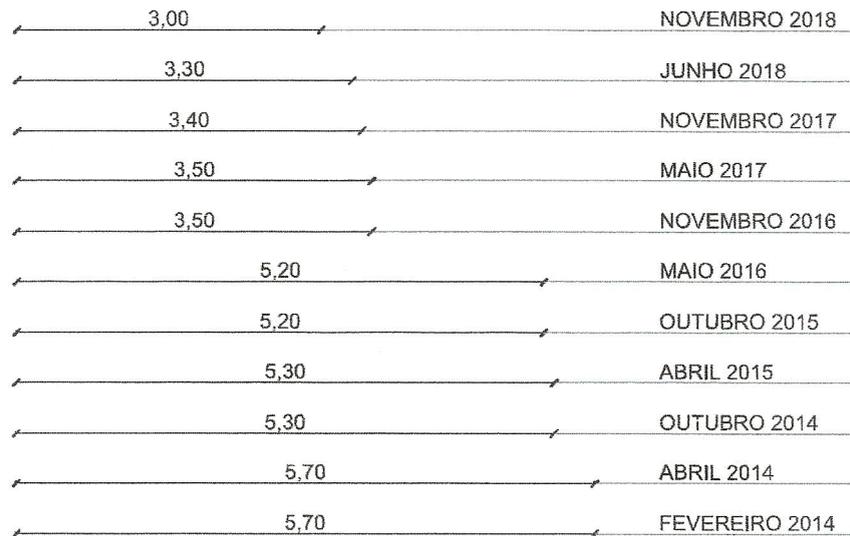


Figura 18: (a) Imagem detalhando o marco de concreto na campanha de junho/2018.
(b) Imagem no sentido Sul para Norte das condições do talude.



Figura 19ab: (a) Imagem detalhando o marco de concreto durante inspeção em novembro/2018. (b) Imagem no sentido Sul para Norte das condições do talude.

MEDIDA (m)



E07A
Esc.: V=H 1:75

2,30

NA

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 e verticalizado. Existe uma estrada vicinal utilizada por veículos de médio e grande porte ocupando a APP. Este local sofre ação intensa de correntes e ondas nas enchentes, embora haja a presença de estreita faixa de mata ciliar e arbustos isolados, sem formar núcleos significativos. Nas áreas limítrofes o uso agrícola do solo é intensivo.

A direção da medida é realizada no sentido Norte-Sul, e desde a adoção desta estação em outubro de 2014, quando a distância do marco até a crista do talude era 11 m, houve retração total da margem de 1,05 m. Ressalta-se que o nível de erosão permanece estável desde novembro de 2017, com distância entre o marco e a borda do talude de 9,95 m.

A seguir, são apresentadas imagens de ambas vistorias (Figuras 20ab e 21ab), onde é possível observar o solapamento da margem em área próxima ao marco ocupada pela estrada vicinal, que teve de ser desviada.

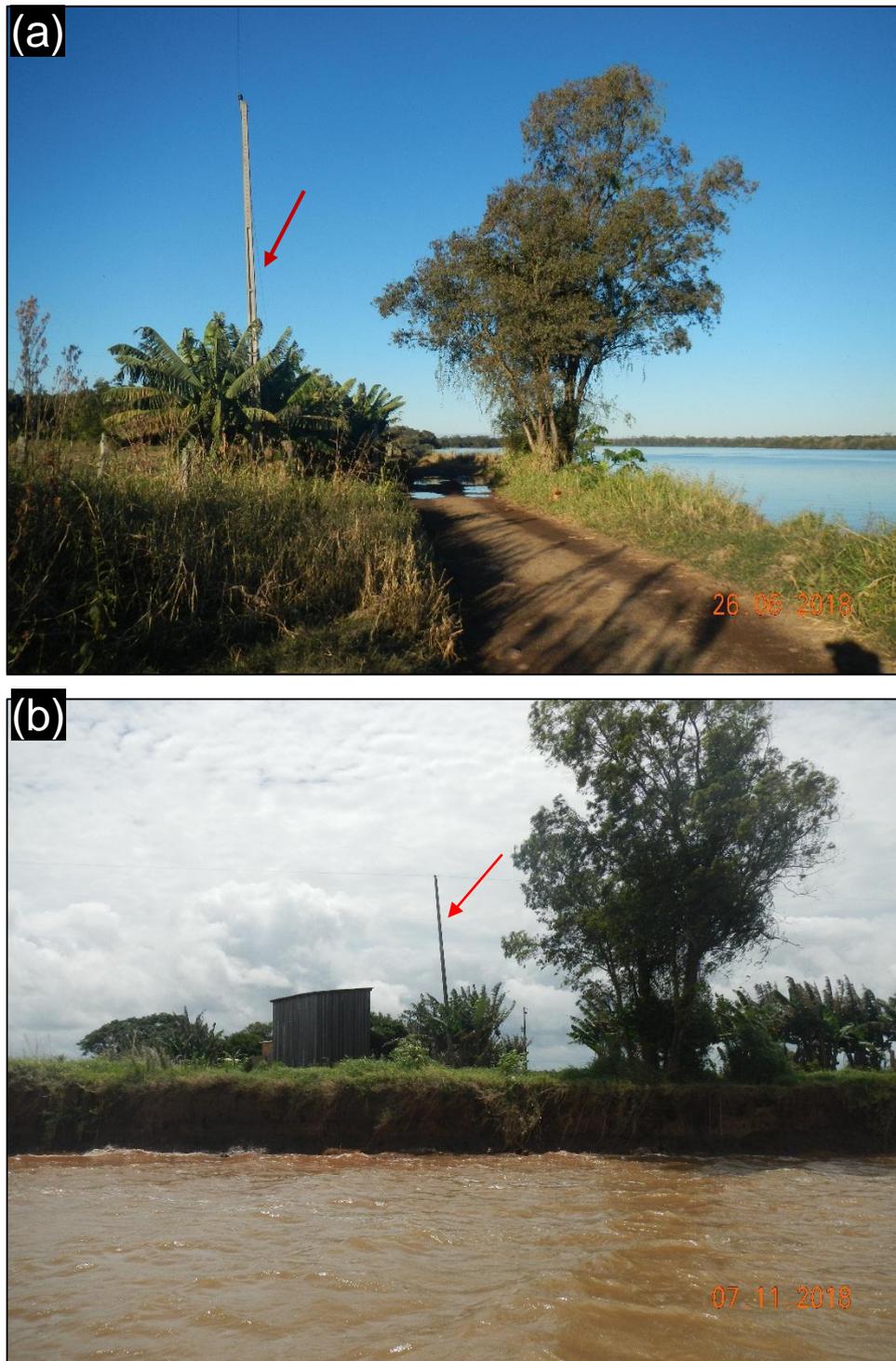


Figura 20: (a) Imagem detalhando o entorno da área de monitoramento, observa-se a estrada municipal no limite da margem do rio, que não possui APP preservada. (b) Imagem no sentido Sul-Norte do talude monitorado.



Figura 21: (ab) Imagem detalhando o entorno da área de monitoramento em novembro/2018. Observa-se a concavidade e o solapamento da margem em área próxima ao marco. A estrada vicinal que ocupa área de APP não preservada teve de ser desviada.

MEDIDA (m)

9,95	NOVEMBRO 2018
9,95	JUNHO 2018
9,95	NOVEMBRO 2017
10,00	MAIO 2017
10,50	NOVEMBRO 2016
10,50	MAIO 2016
10,50	OUTUBRO 2015
11,00	ABRIL 2015
11,00	OUTUBRO 2014

E10A
Esc. V=H 1:100



5.10 MARCO E10B

Ao longo da mesma margem do marco E10A, 230 m a oeste seguindo pela estrada vicinal outro poste da CEEE (Nº 36152) 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 pela proximidade e semelhanças com a região do marco E10A, o local está sensível aos mesmos níveis de processos erosivos.

Trata-se de um talude verticalizado e alto, localização sensível a ação de enchentes, ondas e correntes, além da ação antrópica associada à estrada rural e ao uso do solo para a agricultura.

Desde a implementação deste ponto de monitoramento, em novembro de 2016, houve um regresso total do talude de 2,25 m, o que demonstra o alto potencial erosivo da região. O nível de erosão se mantém estável desde novembro de 2017.

A seguir, são apresentadas imagens da área (Figura 22ab) e o croqui.



Figura 22: (a) Imagem ilustra os blocos de solo que se desprenderam do talude, fato que comprova o alto índice de erosão do período monitorado. (b) Imagem geral do ponto de monitoramento.

5.11 MARCO E11A

O marco E11A foi instalado em 2014 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.

O marco foi reencontrado em novembro de 2017 e a taxa de erosão apresenta-se estável desde então, com distância entre o marco e a borda do talude de 8,00 m.

A área é constituída de vegetação ciliar majoritariamente composta por espécies herbáceas. Em alguns pontos da margem podem ser encontrados pequenos núcleos residuais da mata ciliar, majoritariamente herbáceas, com indivíduos arbóreos que pouco ajudam a proteger o talude, porém sem continuidade e pouca diversidade. Ocorrem plantios e pastoreio até o limite das margens.

As Figuras 23ab e 24ab mostra imagens durante inspeções na área, e a partir do croqui, é possível observar o baixo nível de regressão do talude nesta região.

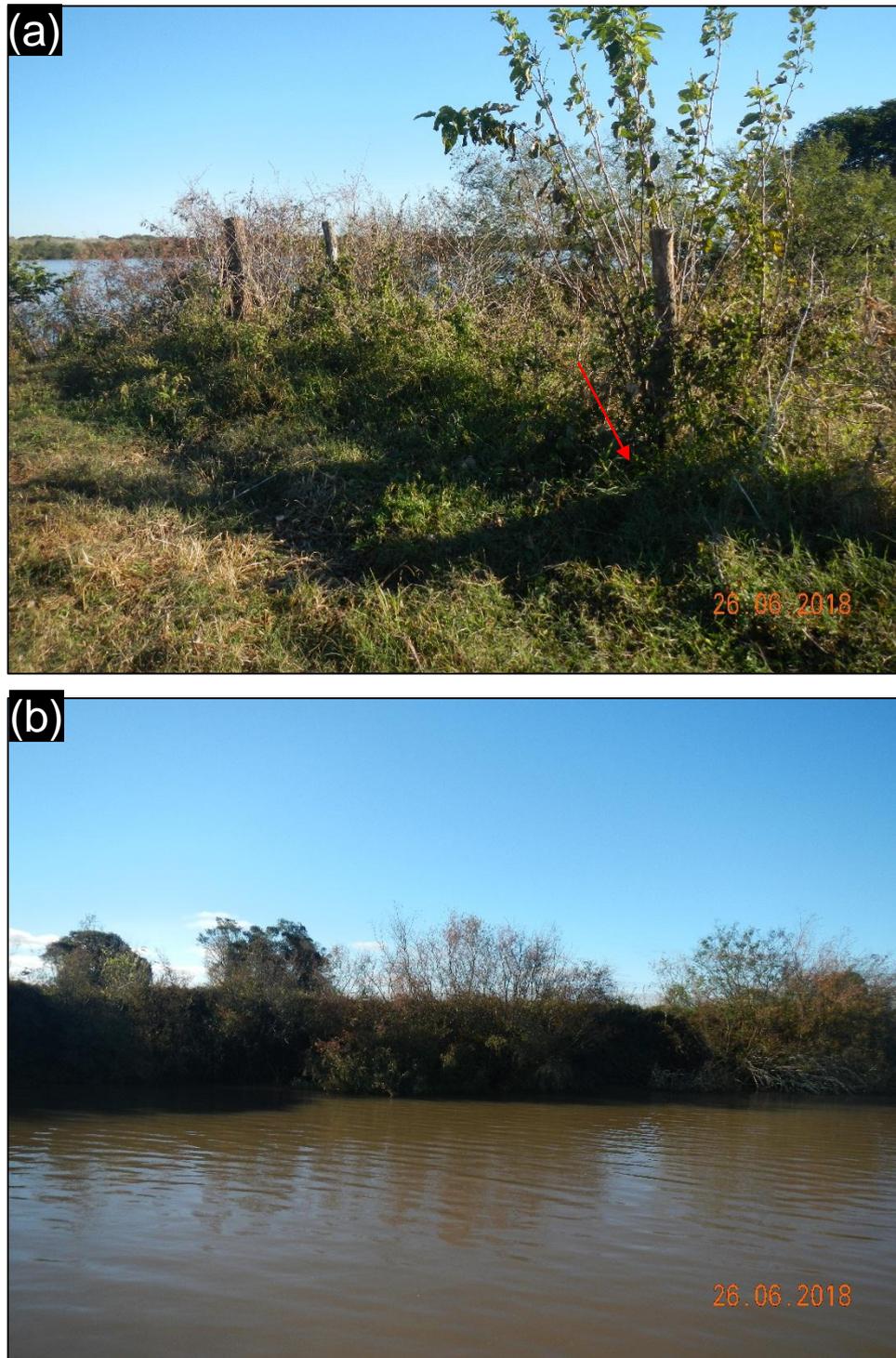


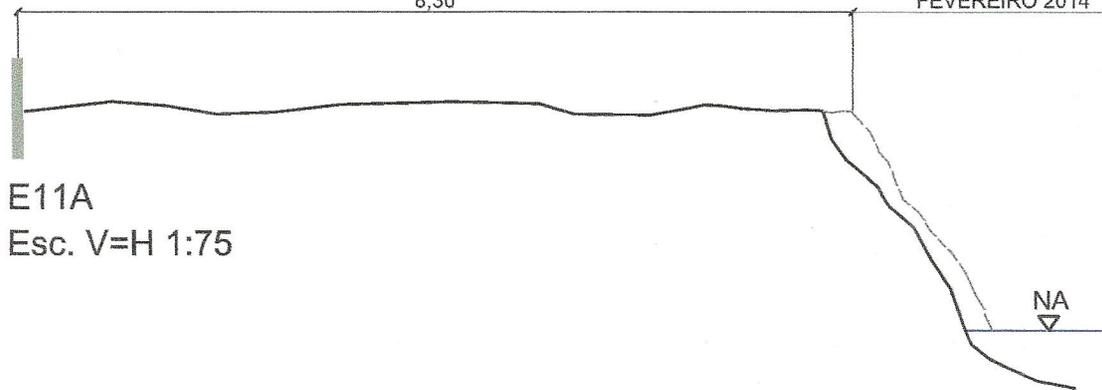
Figura 23: (a) Detalhe do local onde o marco está localizado. (b) Imagem geral do ponto de monitoramento.



Figura 24: (a) Detalhe do local onde o marco está localizado. (b) Imagem geral do ponto de monitoramento.

MEDIDA (m)

8,00	NOVEMBRO 2018
8,00	JUNHO 2018
8,00	NOVEMBRO 2017
8,00	MAIO 2017
8,10	NOVEMBRO 2016
8,10	MAIO 2016
8,10	OUTUBRO 2015
8,10	ABRIL 2015
8,20	OUTUBRO 2014
8,30	ABRIL 2014
8,30	FEVEREIRO 2014



E11A
Esc. V=H 1:75

5.12 MARCO E13A

O marco E13A localiza-se no extremo oeste da ilha do Araújo e substitui o marco E13, que caiu durante enchente no ano de 2017.

O talude está 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 desestabilizar os taludes marginais, pela ausência de vegetação protetora.

A ocupação para dessedentação do gado é evidente nas margens e em áreas que não possuem vegetação densa, potencializando os impactos decorrentes dessa atividade.

O marco foi instalado em junho de 2018 a uma distância de 17,40 m da borda do talude. Durante a vistoria de novembro, foi constatado que o marco havia sido arrancado. O mesmo foi reinstalado e a distância medida até a margem foi de 14,80 m, apresentando uma variação de 2,60 m, indicando nível de erosão alto, devido a enchente que ocorreu em setembro e outubro de 2018.

Foi observado em novembro a formação de degraus, deposição do material fruto do solapamento da margem no pé do talude, bem como a faixa de areia emersa devido ao baixo nível do rio.

As Figuras 25ab e 26ab apresentam imagens das vistorias de junho e novembro de 2018.

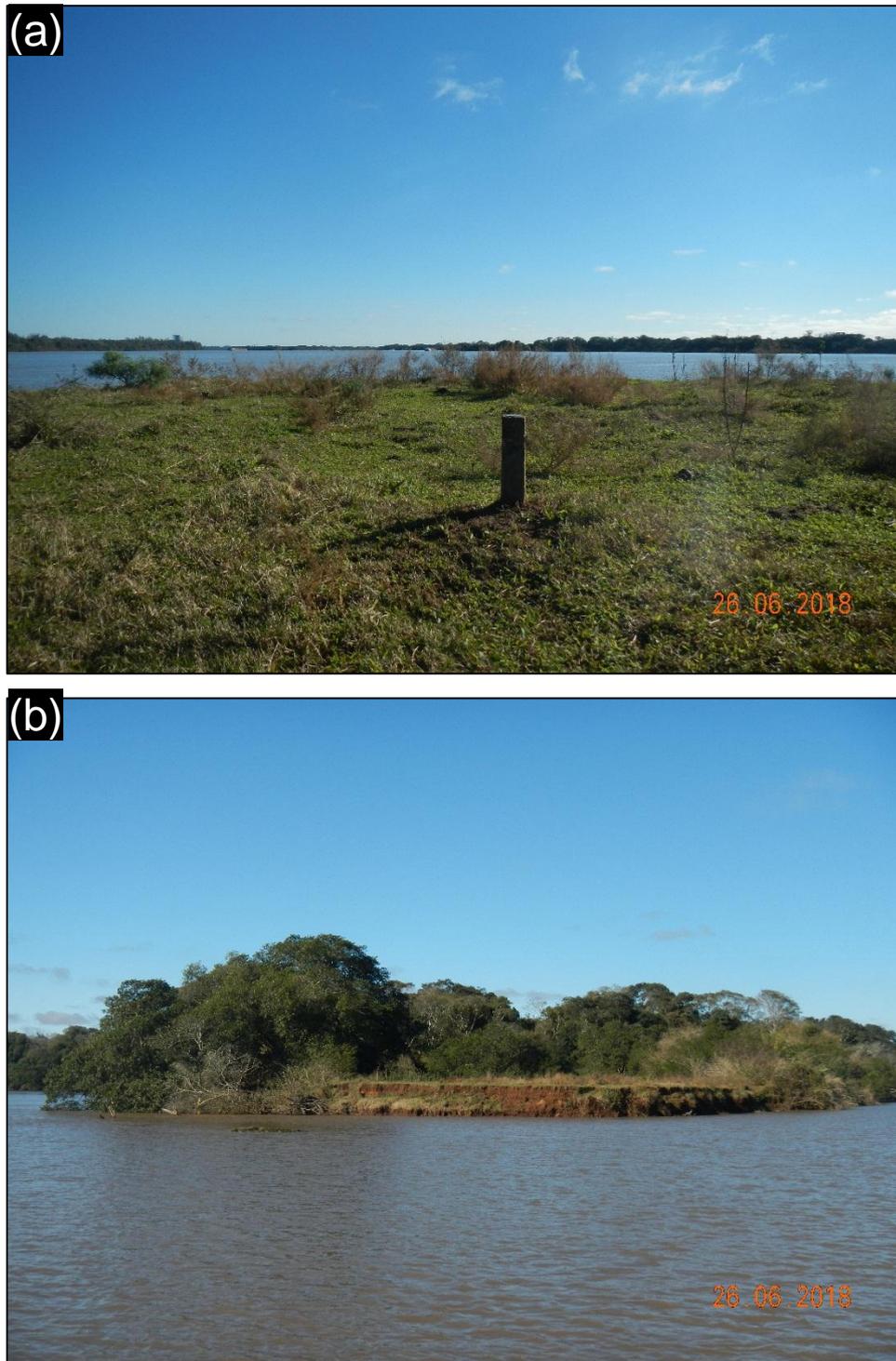
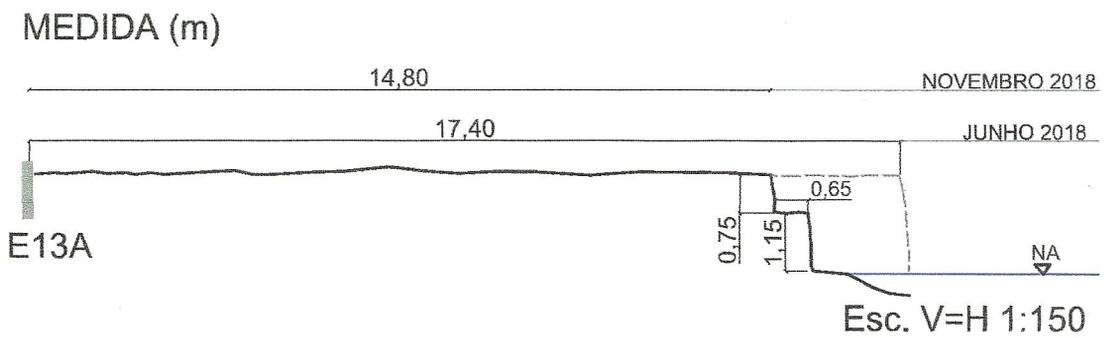


Figura 25: (a) Imagem no sentido Leste-Oeste do marco recém instalado. (b) Imagem no sentido Oeste-Leste apresenta pontal da ilha do Araújo com ausência de vegetação ciliar.



Figura 26: (a) Formação de degraus e deposição do material erodido no pé do talude. (b) Faixa de areia emersa em virtude do baixo nível do rio.



5.13 MARCO E14B

Marco instalado em novembro de 2013, próximo a um capão de vegetação, 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.

A vegetação sobre o talude é herbácea e pouco complexa. Nas áreas limítrofes ainda ocorrem alguns núcleos de mata ciliar, embora desfalcada de exemplares de maior porte. Nas áreas mais para o interior da ilha existem lavouras e poteiros.

Desde a sua instalação até a atual campanha, foi verificado um alto nível de erosão, com regressão total de 6,40 m do talude até o marco. O nível de erosão permaneceu estável de novembro de 2016 até junho de 2018. Na última inspeção, em novembro de 2018, constatou-se uma regressão de 2,30 m, classificada como nível de erosão alto, devido a enchente que ocorreu em setembro e outubro de 2018.

A seguir são apresentadas imagens da área (Figuras 27ab e 28ab) e croqui, onde é possível observar a formação de degraus, com o material erodido depositado no pé do talude.

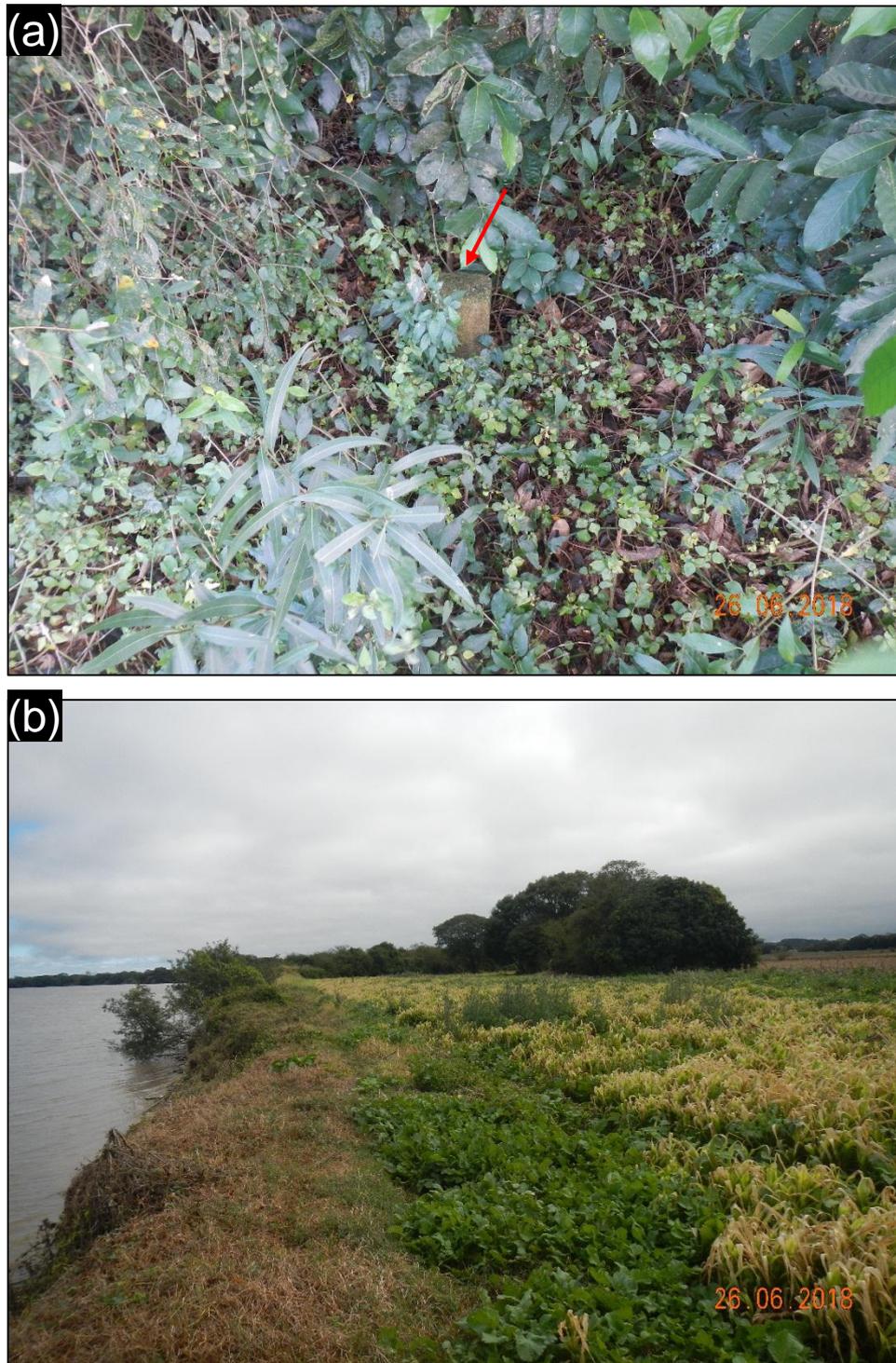


Figura 27: (a) Detalhe da localização do marco próximo ao capão de vegetação. (b) Imagem ilustrando o perfil do talude. Observa-se área para plantação que se estende até o limite das margens, desprovidas de vegetação ciliar.



Figura 28: (a) Imagem geral do talude. Observa-se faixa de areia emersa e plantação de milho que se estende até o limite das margens desprovidas de vegetação ciliar. (b) Detalhe do perfil do talude, com a formação de degraus.

MEDIDA (m)

27,60	NOVEMBRO 2018
29,90	JUNHO 2018
29,90	NOVEMBRO 2017
29,90	MAIO 2017
29,90	NOVEMBRO 2016
30,00	MAIO 2016
30,00	OUTUBRO 2015
33,00	ABRIL 2015
34,00	OUTUBRO 2014
34,00	ABRIL 2014
34,00	NOVEMBRO 2013

E14B
Esc. V=H 1:250



5.14 MARCO E15

Localizado na margem direita do rio Jacuí, município de Charqueadas, sobre margem com talude vertical, sem acesso do gado. A mata é ciliar é incipiente, com predomínio de vegetação herbácea e/ou arbustiva densa. A montante e a jusante a mata ciliar é contínua em toda a extensão da propriedade, com exemplares de maior porte. Nas áreas para o interior existe lavoura de arroz.

É uma área com baixa incidência de correntes e embate das ondas do rio e, historicamente com níveis de erosão baixo a estável. De novembro de 2017 a novembro de 2018 houve uma erosão da ordem de 0,40 m (quarenta centímetros), classificada como baixa.

A seguir são apresentadas imagens da área (Figuras 29ab e 30ab) e croqui.



Figura 29: (a) Imagem demonstrando a localização do marco e o seu entorno. (b) Imagem geral do talude verticalizado em junho/2018.

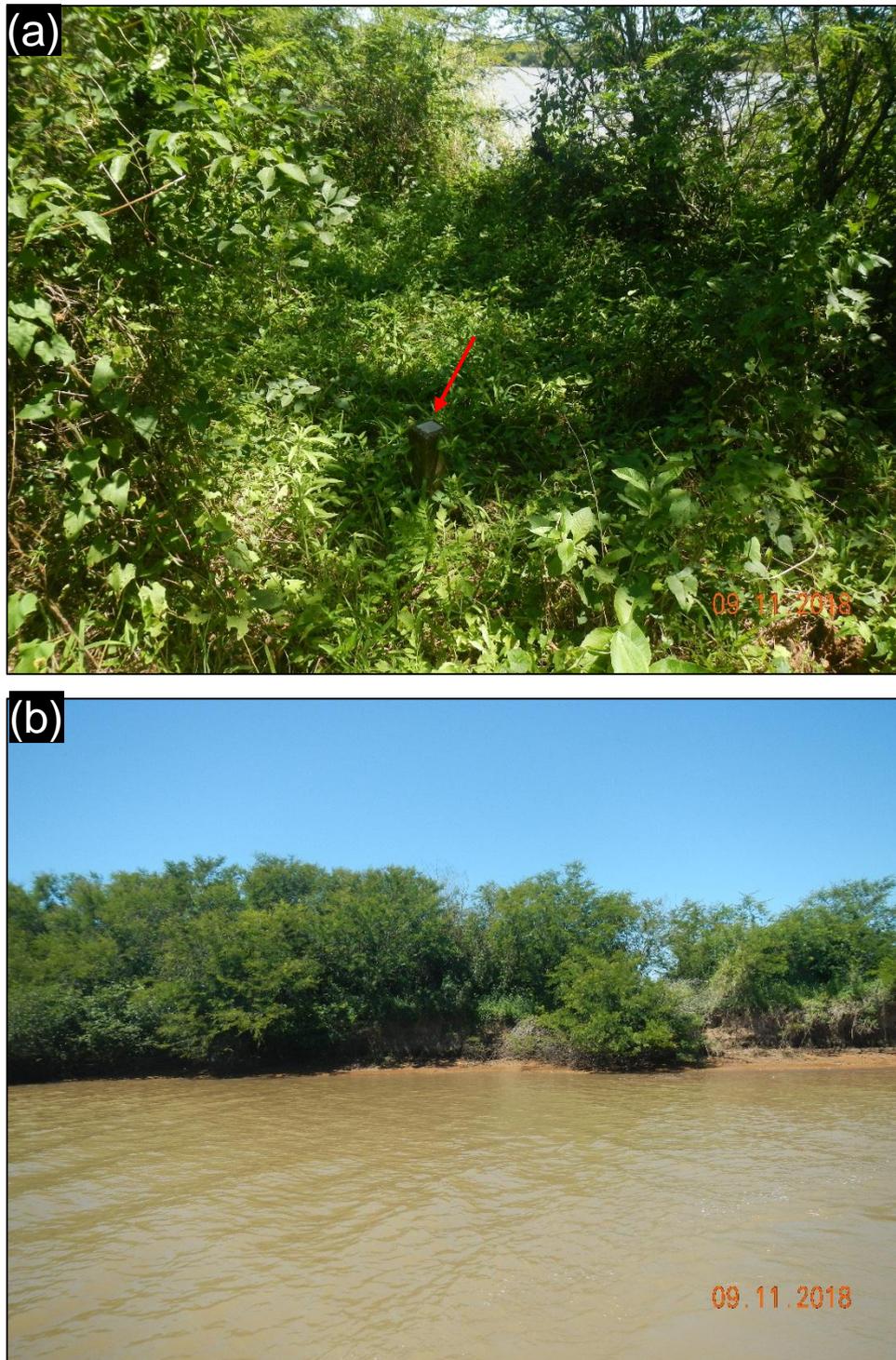
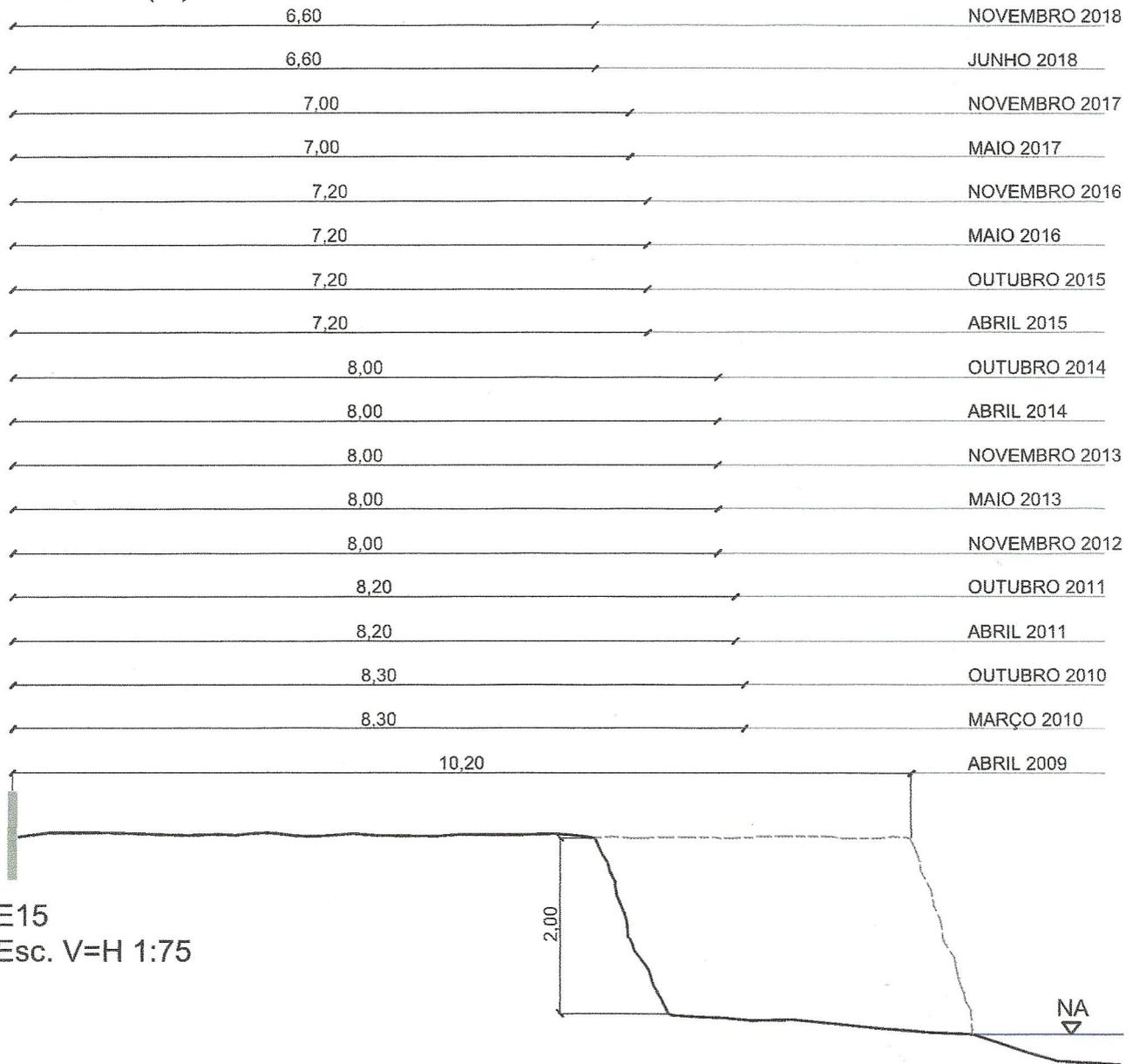


Figura 30: (a) Imagem demonstrando a localização do marco e o seu entorno em novembro/2018. (b) Imagem geral do talude. Observa-se vegetação arbustiva densa.

MEDIDA (m)



5.15 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.

A mata ciliar nesse ponto de monitoramento é incipiente, com predomínio de vegetação herbácea e/ou arbustiva densa. Observa-se a presença de muitas touceiras de taquara.

O nível de erosão permanece estável desde novembro de 2017, com distância entre a crista do talude e o marco de 3,40 m.

A seguir são apresentadas imagens da área (Figuras 31ab e 32ab) e croqui.



Figura 31: (a) Imagem geral do talude com indicação da localização do marco pela seta. (b) Imagem da área no entorno do marco, utilizada para dessedentação de gado.

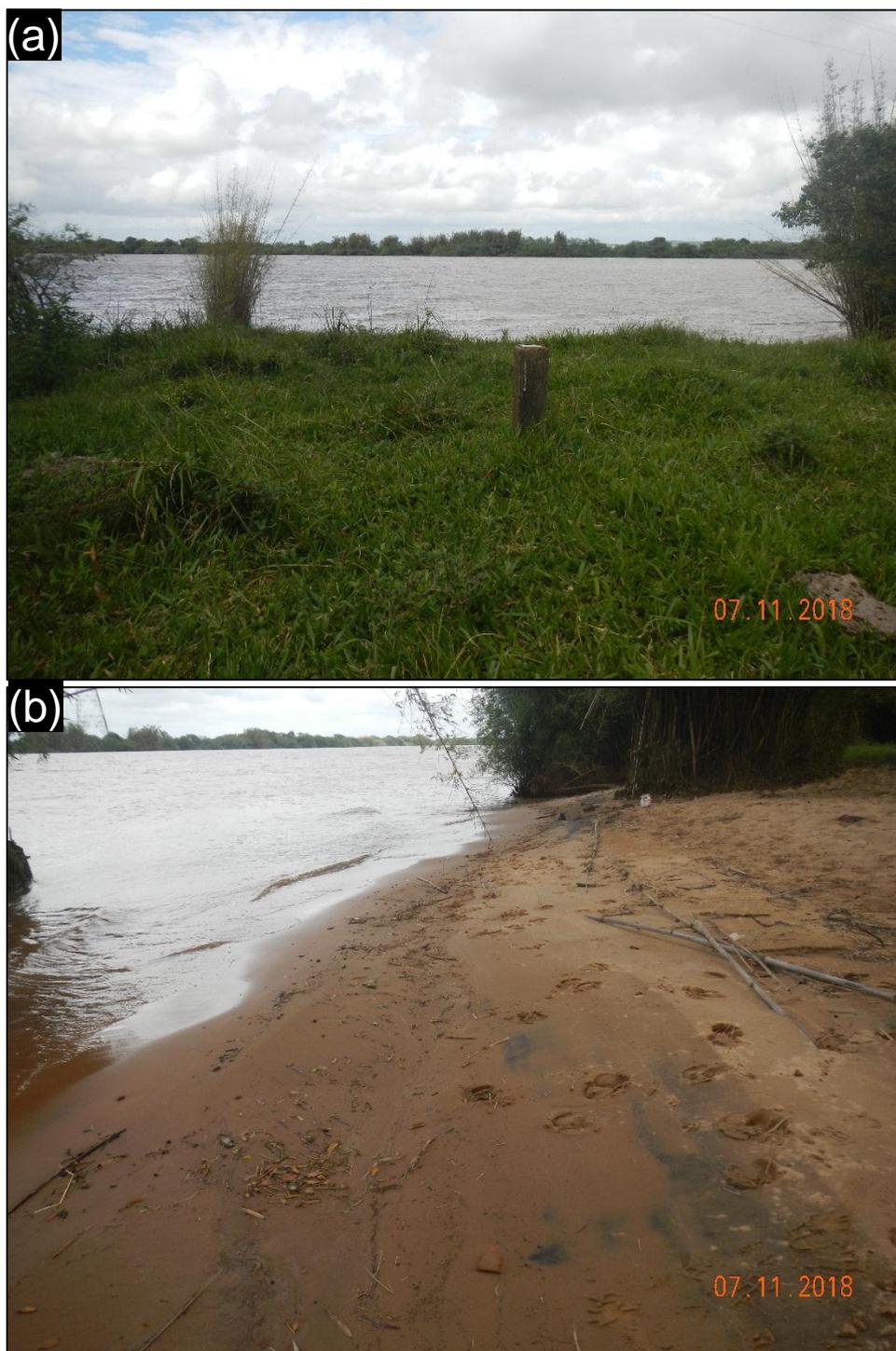


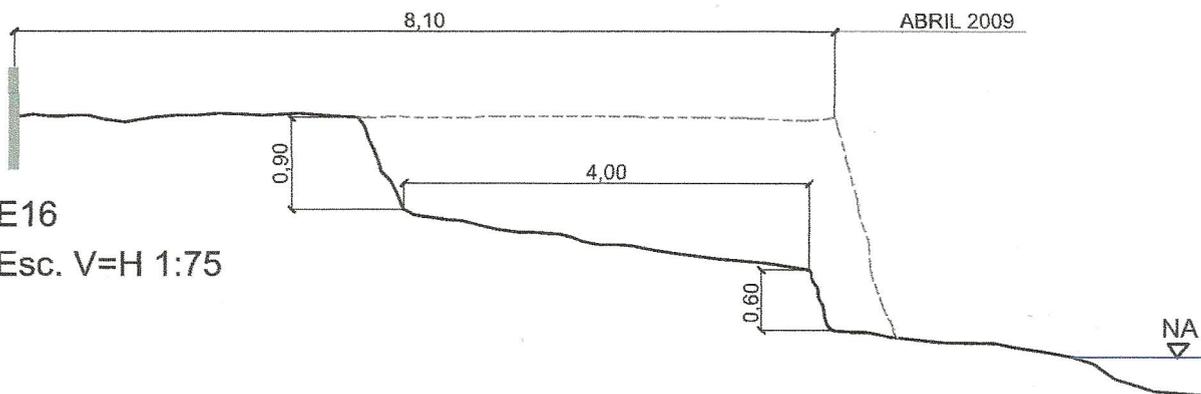
Figura 32: (a) Vista geral do marco com ausência de vegetação ciliar arbustiva. (b) É possível visualizar as marcas do pisoteio deixadas pelo gado.

MEDIDA (m)

3,40	NOVEMBRO 2018
3,40	JUNHO 2018
3,40	NOVEMBRO 2017
3,50	MAIO 2017
3,50	NOVEMBRO 2016
3,60	MAIO 2016
3,60	OUTUBRO 2015
5,30	OUTUBRO 2014
5,30	OUTUBRO 2014
5,40	ABRIL 2014
5,40	NOVEMBRO 2013
5,40	MAIO 2013
5,40	NOVEMBRO 2012
5,60	OUTUBRO 2011
6,30	ABRIL 2011
6,80	OUTUBRO 2010
6,80	MARÇO 2010
8,10	ABRIL 2009

E16

Esc. V=H 1:75



5.16 MARCO E16A

Este marco está instalado na margem esquerda do rio Jacuí, na ilha do Araújo, em localidade conhecida como “prainha”. O terreno é plano arenoso compactado, de talude com baixo ângulo de inclinação e altura. Existe uma praia com aproximadamente 40 metros de extensão. A presença de gado, de lavouras e poteiros ocupam grande parte da área da ilha, inclusive a APP.

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.

No ponto de monitoramento não existe vegetação arbórea, apenas uma pequena extensão de praia limitada por vegetação herbácea secundária. Nas áreas limítrofes ainda ocorrem alguns núcleos de mata ciliar, com alguns exemplares de maior porte.

Desde a sua instalação em 2014, foi constatada uma regressão total de 0,80 m (oitenta centímetros). O nível de erosão permanece estável desde novembro de 2017, com distância entre a crista do talude e o marco de 9,40 m.

A seguir são apresentadas imagens da área (Figuras 33ab e 34ab) e croqui.



Figura 33: (a) Imagem do marco para o rio. (b) Vista geral do ponto de monitoramento. É possível visualizar o terreno plano e os sedimentos arenosos que compõem a praia, bem como as marcas do pisoteio do gado.



Figura 34: (a) Imagem geral do ponto de monitoramento em novembro/2018. (b) Desmoronamento da barranca, muitas vezes provocado pelo pisoteio do gado.

MEDIDA (m)

9,40	NOVEMBRO 2018
9,40	JUNHO 2018
9,40	NOVEMBRO 2017
9,50	MAIO 2017
9,50	NOVEMBRO 2016
9,50	MAIO 2016
9,50	OUTUBRO 2015
9,50	ABRIL 2015
10,00	OUTUBRO 2014
10,10	ABRIL 2014
10,20	FEVEREIRO 2014

E16A
Esc. V=H 1:100

0,62

NA

5.17 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.

O talude é alto e verticalizado. Analisando-se as distâncias medidas desde a instalação do marco E17 em 2009, houve regressão total de 11,30 m, caracterizando nível de erosão total alto. De novembro de 2017 a novembro de 2018 houve um recuo de 0,80 m (oitenta centímetros) da margem em relação ao marco, classificado como nível de erosão baixo.

A área está alterada, com vegetação ciliar majoritariamente composta por espécies herbáceas no lado sul. Na margem esquerda existe mata ciliar remanescente, continuada, com aproximadamente 12 m de largura. O interior da ilha é composto por campo nativo, onde ocorre pastoreio até junto das margens

Existe vegetação ciliar se desenvolvendo ao longo do tempo no local do monitoramento, em função do cercamento da área pelo proprietário, impedindo o acesso do gado. O local é frequentemente utilizado para acampamentos.

A seguir são apresentadas imagens da área (Figuras 35ab e 36ab) e croqui.



Figura 35: (a) Imagem detalhando do marco e seu entorno em junho/2018. (b) Imagem de Sul para Norte onde está localizado o ponto de monitoramento, com vista geral do talude.



Figura 36: (a) Gados pastando no interior da ilha, no entorno do local onde o marco está instalado. (b) A área é frequentemente utilizada para acampamentos. Na vistoria de junho foi identificado resto de fogueira.

MEDIDA (m)

6,00	NOVEMBRO 2018
6,80	JUNHO 2018
6,80	NOVEMBRO 2017
7,15	MAIO 2017
12,20	NOVEMBRO 2016
14,00	MAIO 2016
14,00	OUTUBRO 2015
14,00	ABRIL 2015
14,00	OUTUBRO 2014
14,00	ABRIL 2014
14,00	NOVEMBRO 2013
14,00	MAIO 2013
14,00	NOVEMBRO 2012
14,00	OUTUBRO 2011
14,00	ABRIL 2011
14,20	OUTUBRO 2010
16,60	MARÇO 2010
17,30	ABRIL 2009

E17
Esc. V=H 1:150

NA
▽

5.18 MARCO E18C

Este marco foi instalado em junho de 2018 e localiza-se na ilha do Fanfa, em substituição ao marco E18B, que não foi localizado na campanha de novembro de 2017, possivelmente tendo sido destruído por máquinas durante colheita do milho, conforme informado no Relatório Anual de 2017.

Optou-se por instalar o novo marco próximo a um capão de vegetação arbórea, a 21,25 m da borda do talude, para protegê-lo do pisoteio dos gados e trânsito de maquinários agrícolas.

A morfologia do rio neste local representa a migração de um meandro encaixado, com a formação de uma margem côncava, talude vertical alto e sinais de desmoronamentos e erosão na parte superior do talude. O solo apresenta muitas reentrâncias devido ao intenso uso da área para atividades agropastoris, não havendo vegetação ciliar nos taludes marginais, embora seja identificadas espécies arbustivas a jusante.

Em novembro de 2018 o marco encontrava-se quebrado, possivelmente por ação antrópica, mas ainda pode ser utilizado porque sua base está no mesmo lugar. Houve uma variação de 1,15 m, classificada como nível de erosão médio.

As Figuras 37ab e 38ab apresentam imagens das inspeções de junho e novembro de 2018.

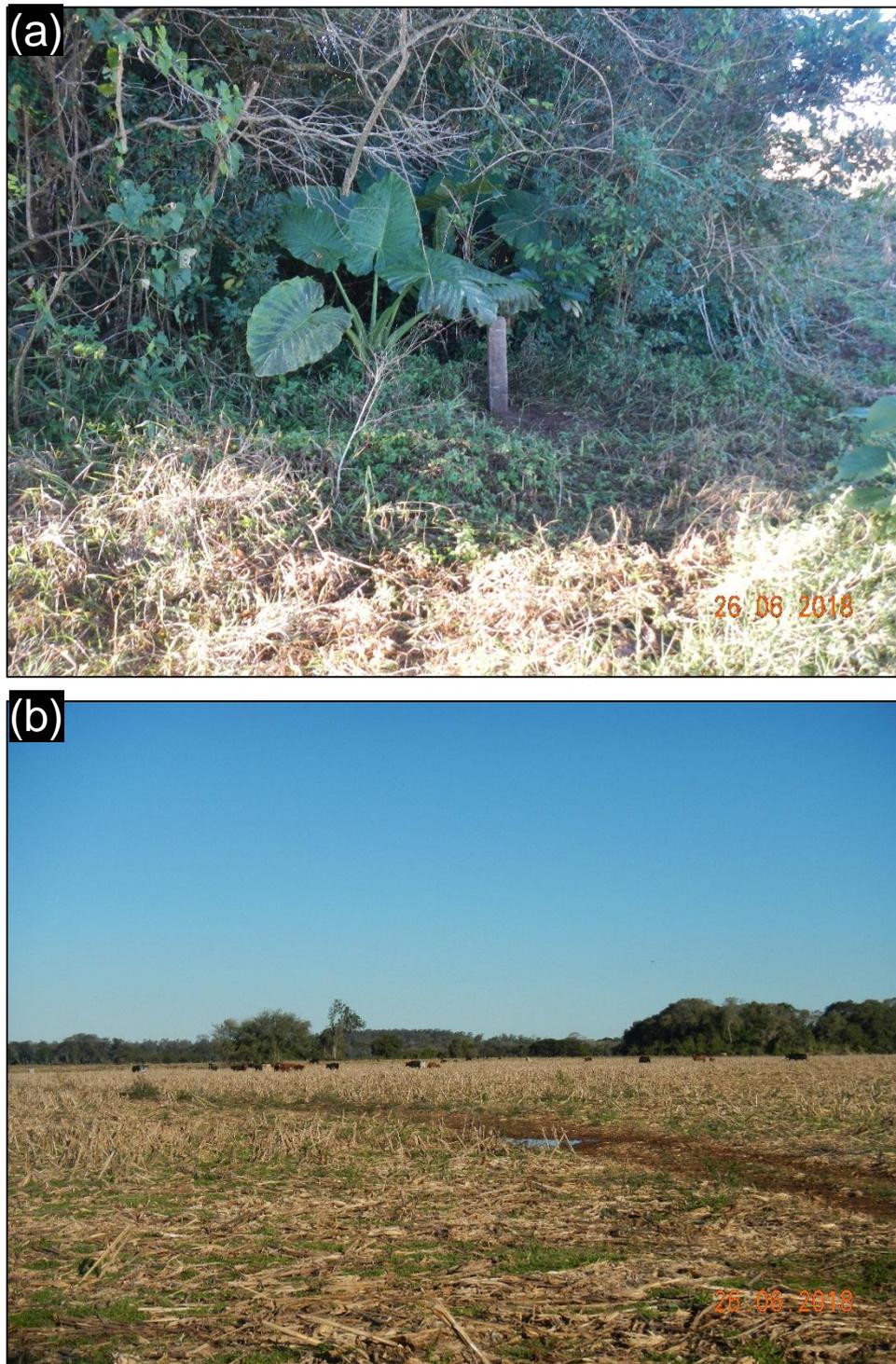


Figura 37: (a) Marco novo instalado em junho/2018 junto a um capão de vegetação arbustiva. (b) Área do entorno intensamente utilizada para pastagem de gado e agricultura.

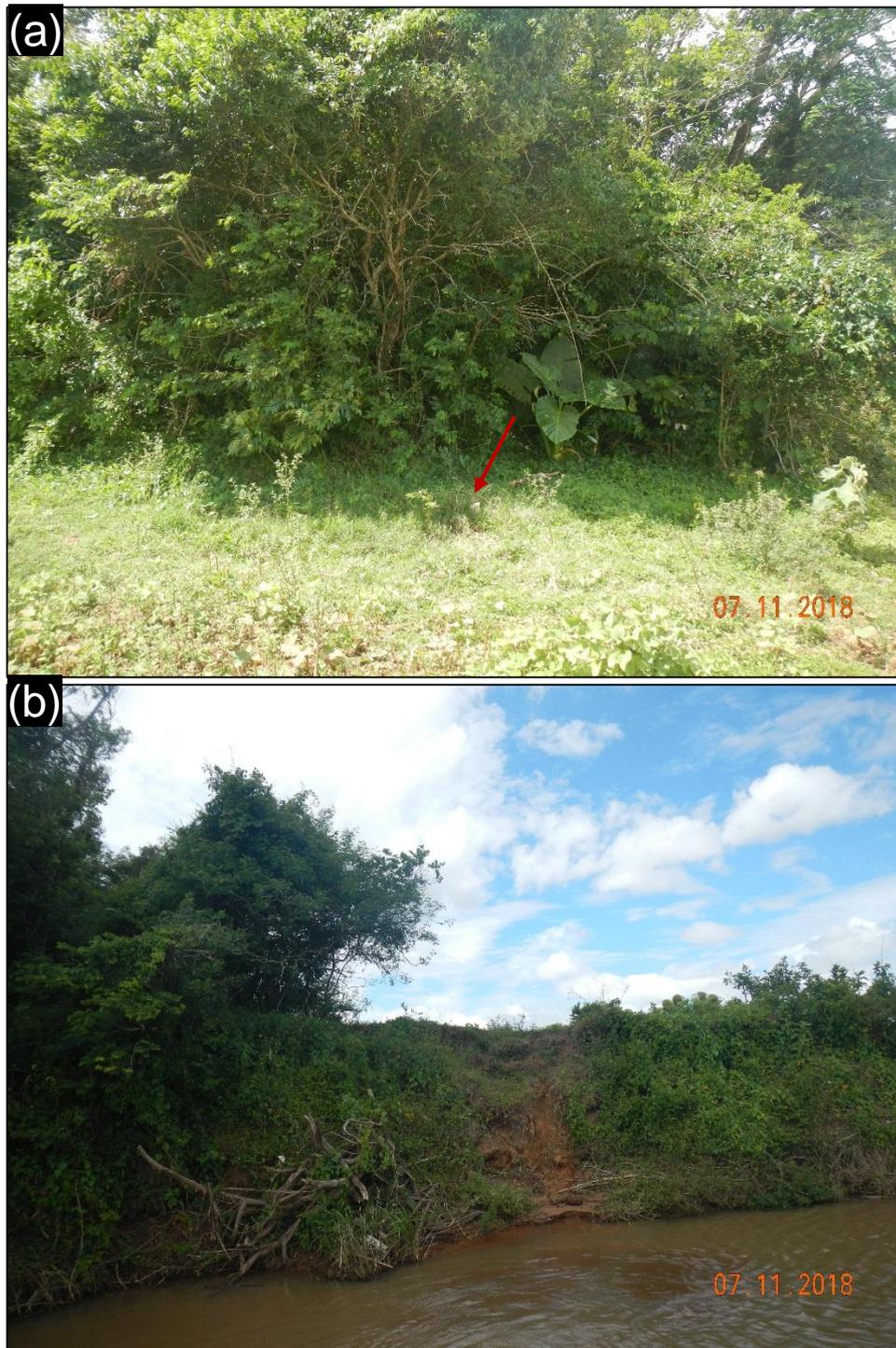
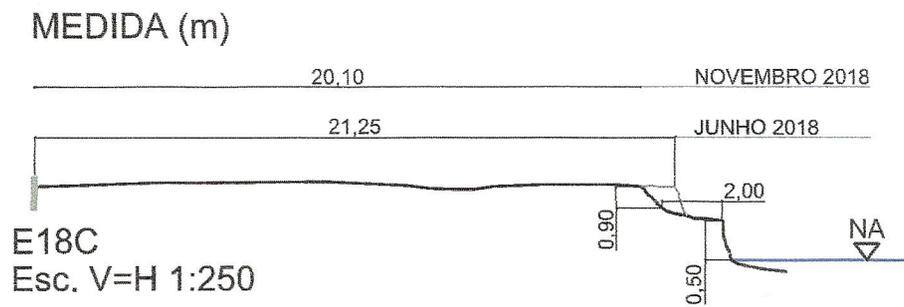


Figura 38: (a) Em novembro/2018 o marco estava danificado, possivelmente quebrado por ação antrópica. (b) Observam-se espécies arbustivas a jusante do ponto em que é feita a medida na crista do talude.



5.19 MARCO E19A

O marco E19A foi instalado em fevereiro de 2014, na ilha do Fanfa, a uma distância de 17,20 m da margem.

A margem é formada de mata ciliar em estágio inicial e médio, com espécies arbóreas e arbustivas. Nas áreas limítrofes ainda ocorrem alguns núcleos de mata ciliar, com exemplares de maior porte, além de lavouras e poteiros.

Observa-se que desde a instalação houve uma regressão total da margem de 5,20 m. Foi observada uma regressão de 0,10 m (dez centímetros) entre as campanhas de novembro de 2017 e junho de 2018, permanecendo o nível de erosão estável ao longo de 2018.

A seguir são apresentadas as Figuras 39ab e 40ab, e o croqui com o histórico de medidas realizadas desde a instalação do marco.

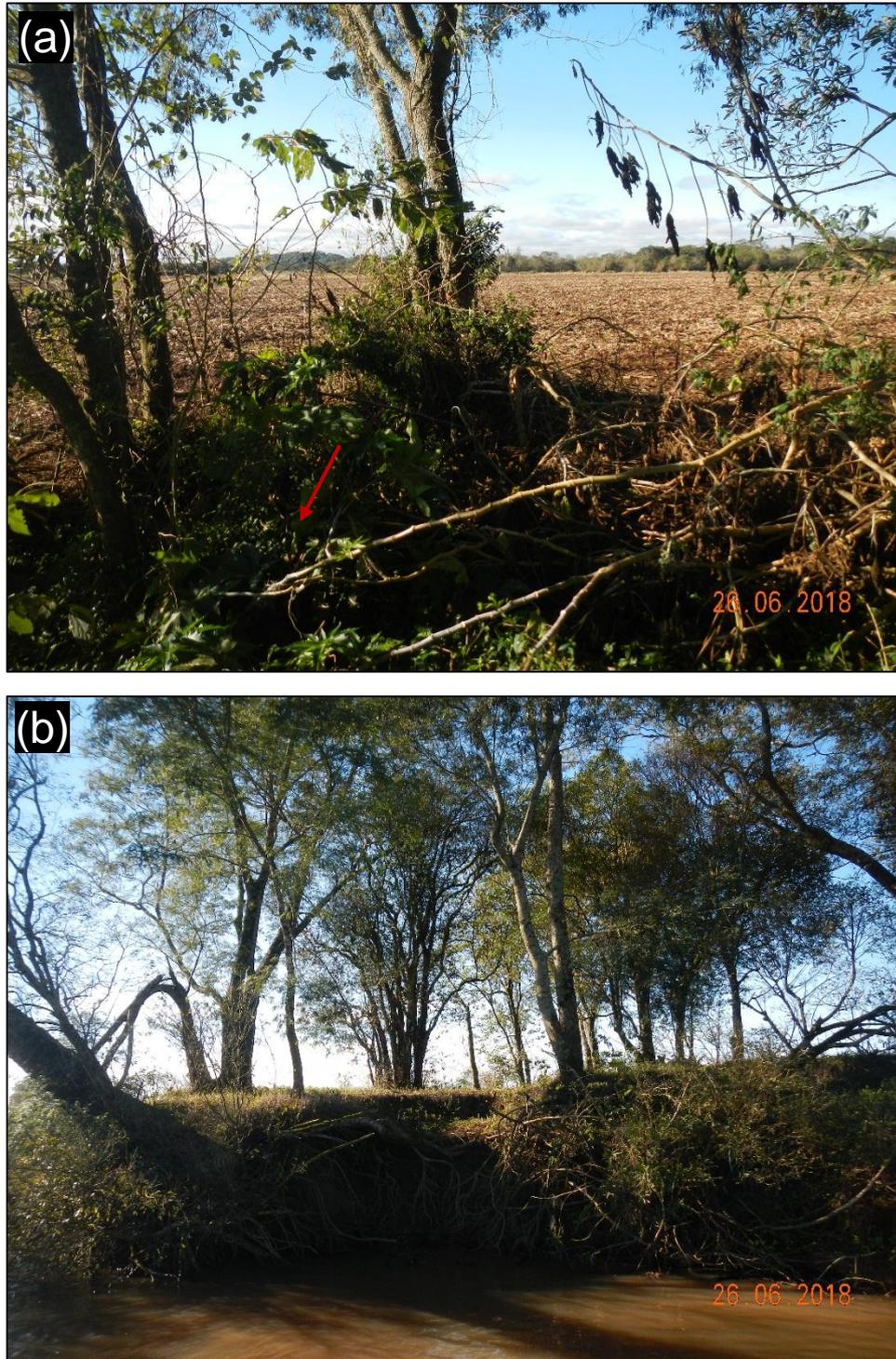


Figura 39: (a) Indicação do marco E19A. Ao fundo observa-se solo intensamente utilizado pela agricultura. (b) Vista geral do talude monitorado.

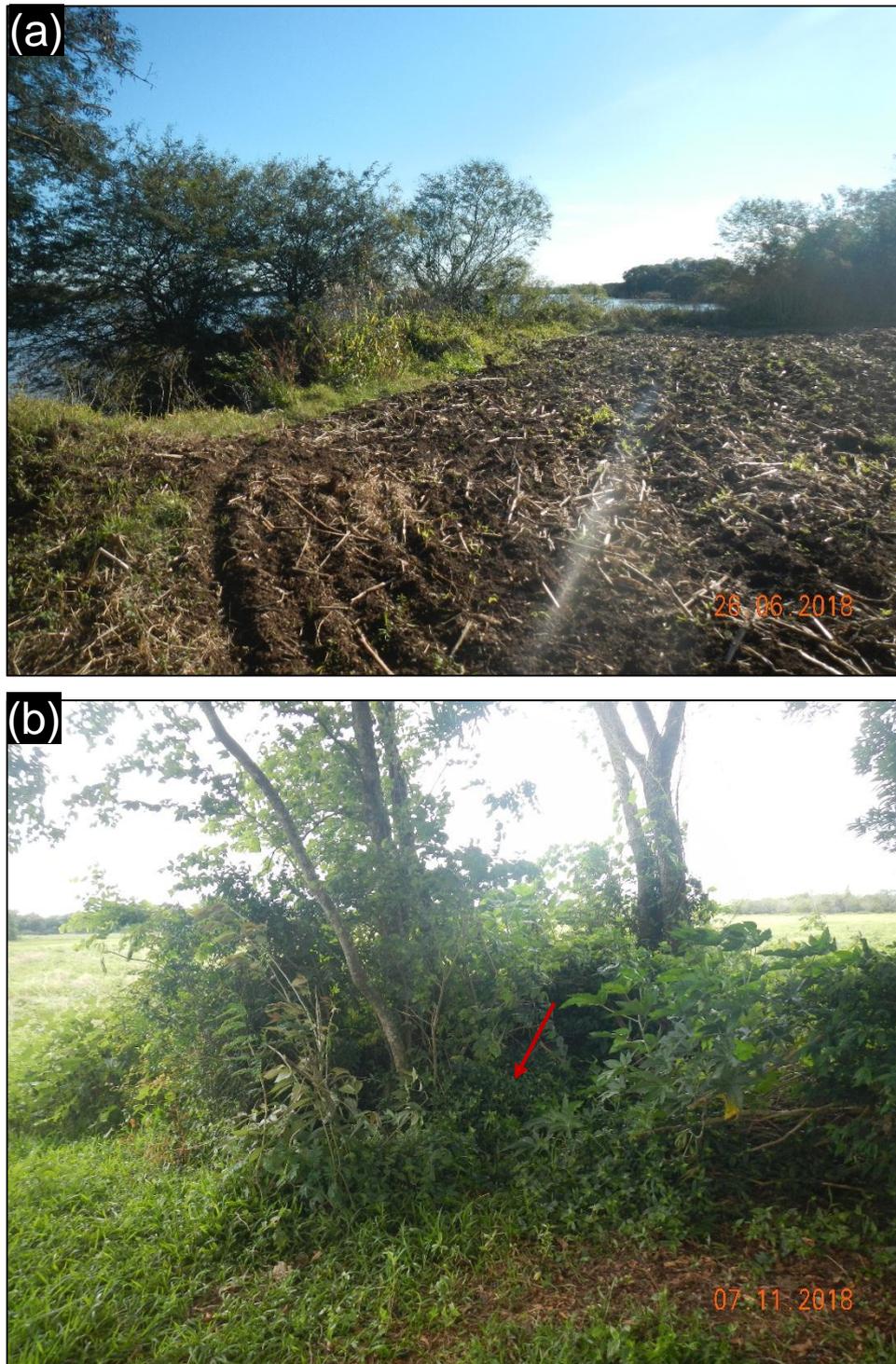
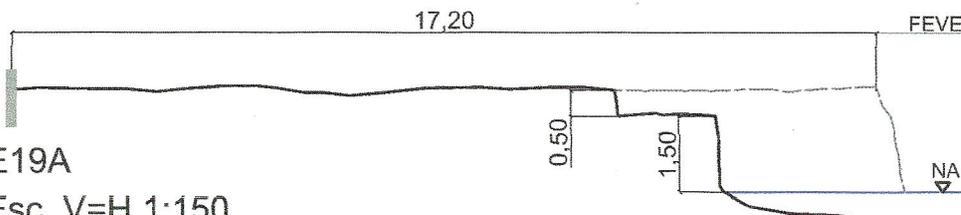


Figura 40: (a) Solo intensamente utilizado para atividades agrícolas até o limite da margem, sem preservação da APP. (b) Adensamento da mata no entorno do marco E19A em novembro/2018.

MEDIDA (m)

12,00	NOVEMBRO 2018
12,00	JUNHO 2018
12,10	NOVEMBRO 2017
12,15	MAIO 2017
12,80	NOVEMBRO 2016
12,80	MAIO 2016
12,80	OUTUBRO 2015
14,00	ABRIL 2015
14,00	OUTUBRO 2014
15,40	ABRIL 2014
17,20	FEVEREIRO 2014

E19A
Esc. V=H 1:150



5.20 MARCO E21

Localizado na margem esquerda do rio Jacuí, na ilha da Paciência, em região onde o rio tem perfil praticamente 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 perfil verticalizado e alto. A vegetação ciliar é composta por espécies herbáceas com algumas touceiras de plantas exóticas, como taquaras e gramíneas cespitosas. Ocorrem plantios e pastoreio até junto das margens, sem preservação da APP. Considerando as áreas limítrofes, a mata ciliar é incipiente, com predomínio de vegetação arbustiva.

Desde a sua instalação, no ano de 2014, o talude apresentou nível de erosão total médio, com regressão de 1,90 m. Entre novembro de 2017 e junho de 2018 houve regressão de 0,20 m (vinte centímetros). No restante do ano de 2018 o nível de erosão permaneceu estável.

A seguir são apresentadas imagens da área (Figuras 41ab e 42ab) e croqui.



Figura 41: (a) Detalhe do marco E21. (b) Imagem capturada no sentido Sul-Norte do talude monitorado.

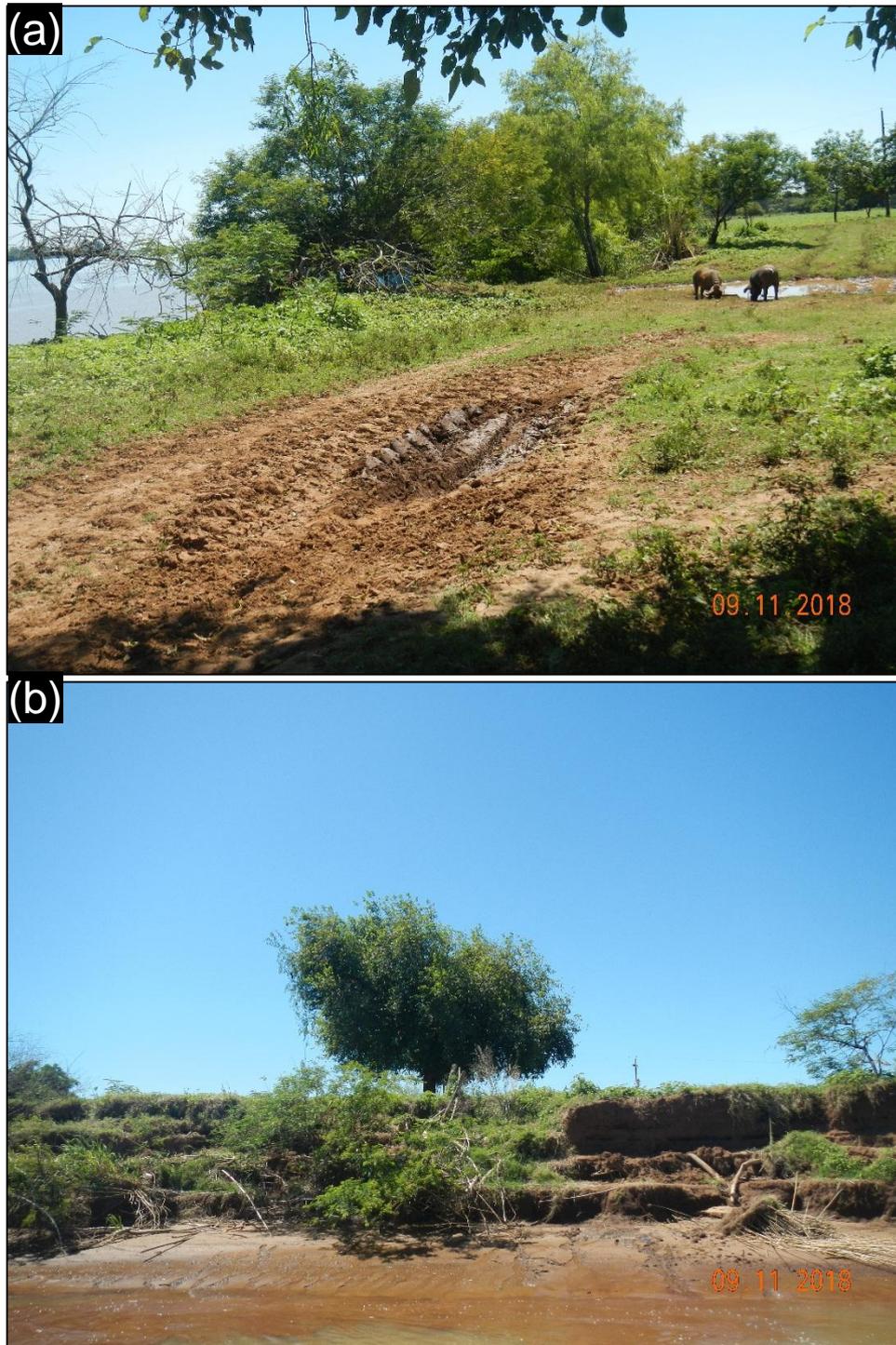


Figura 42: (a) Área no entorno do marco intensamente utilizada para atividades agropastoris até a borda do talude, com marcas de pneus de máquinas agrícolas e presença de porcos. (b) Imagem capturada no sentido Sul-Norte. Observa-se ausência de vegetação ciliar na margem, com solapamento da margem e surgimento de degraus.

MEDIDA (m)

7,10	NOVEMBRO 2018
7,10	JUNHO 2018
7,30	NOVEMBRO 2017
7,30	MAIO 2017
7,30	NOVEMBRO 2016
8,00	MAIO 2016
8,00	OUTUBRO 2015
8,50	ABRIL 2015
8,50	OUTUBRO 2014
9,00	ABRIL 2014
9,00	FEVEREIRO 2014

E21
Esc. V=H 1:75

0,75

2,00

2,00

NA

5.21 MARCO E23

Localizado na Iha 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 cultivos agrícolas.

Desde o início do monitoramento em fevereiro de 2014 até novembro de 2018 houve uma regressão total da ordem de 0,5 m (cinquenta centímetros) o que o caracteriza como baixo índice erosivo. O nível de erosão permanece estável desde novembro de 2016, com distância da crista do talude até o marco de 9,80 m.

A vegetação ciliar é composta por espécies arbustivas e arbóreas de pequeno porte, em estreita faixa de cerca de 10 metros ao longo da margem. Considerando as áreas limítrofes, a mata ciliar é incipiente, com predomínio de vegetação arbustiva. Nas áreas mais para o interior da ilha ocorrem apenas a plantação de lavouras.

A seguir são apresentadas as Figuras 43ab e 44ab, e o croqui contendo o perfil do talude atual e o observado na primeira medida.



Figura 43: (a) Localização do marco e seu entorno. (b) Imagem capturada no sentido Sul-Norte. A vegetação arbustiva pouca densa tem contribuído para proteção do talude.

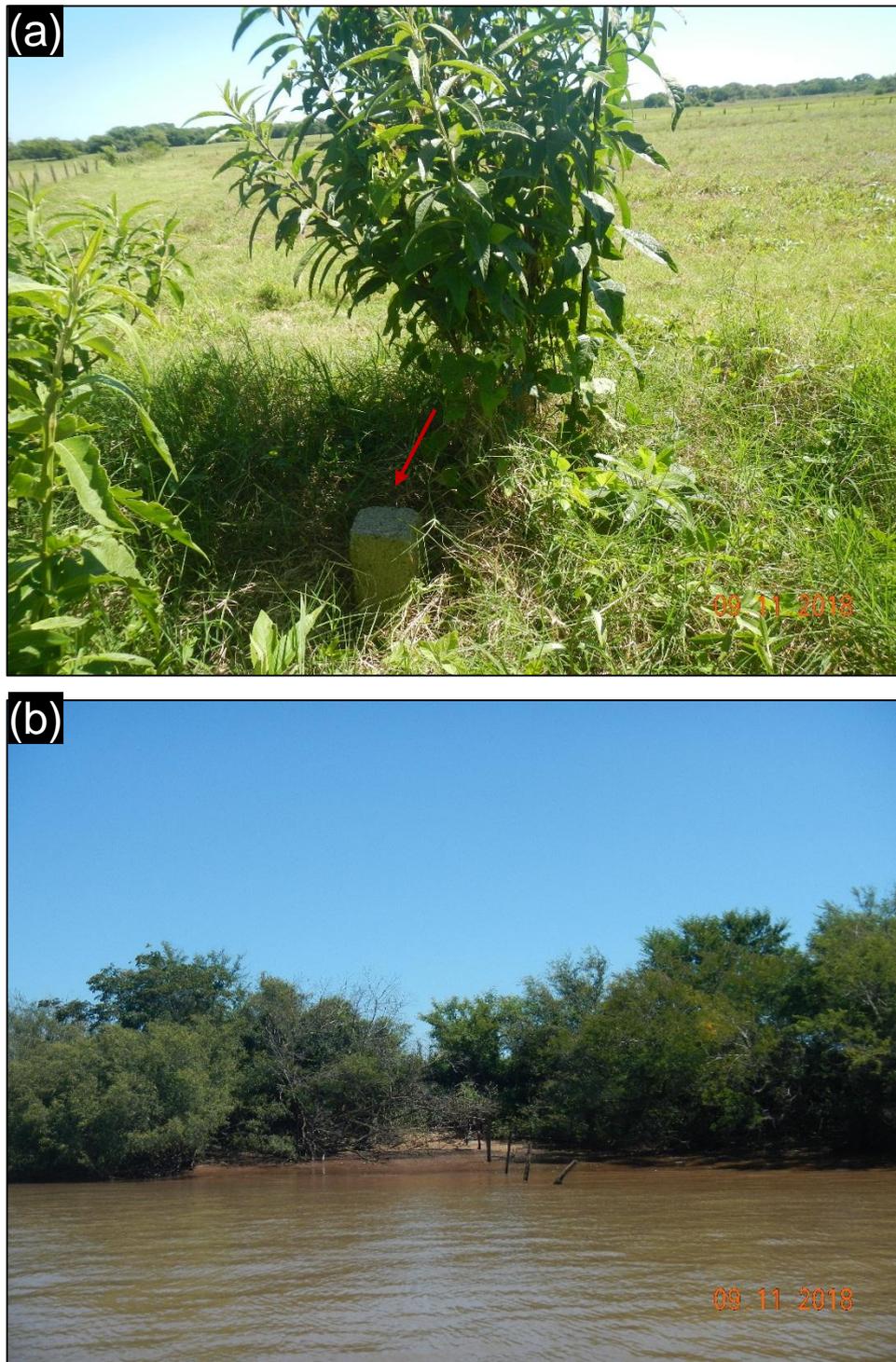
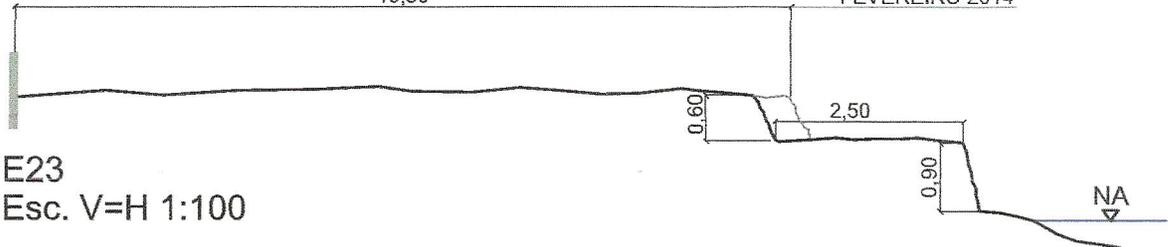


Figura 44: (a) Localização do marco e seu entorno. (b) Vista geral do talude monitorado e da vegetação arbustiva na margem. Em novembro/2018 faixa de areia ficou emersa devido ao baixo nível do rio.

MEDIDA (m)

9,80	NOVEMBRO 2018
9,80	JUNHO 2018
9,80	NOVEMBRO 2017
9,80	MAIO 2017
9,80	NOVEMBRO 2016
10,30	MAIO 2016
10,30	OUTUBRO 2015
10,30	ABRIL 2015
10,30	OUTUBRO 2014
10,30	ABRIL 2014
10,30	FEVEREIRO 2014

E23
Esc. V=H 1:100



5.22 MARCO E25

O marco E25 foi instalado em 2018 na margem esquerda do rio, em Triunfo, para monitorar os recuos e avanços de margem em uma região em que a morfologia do leito do rio é bastante dinâmica, e apresenta muita variação entre os levantamentos batimétricos realizados pela SOMAR.

A área possui uma faixa de aproximadamente 10 m de mata ciliar preservada, com vegetação herbácea e/ou arbórea, sendo o restante utilizado intensamente para atividades agropastoris.

Em junho de 2018 a distância do marco até a crista do talude foi de 7,10 m, mantendo-se o nível de erosão estável na inspeção de novembro de 2018.

Foi possível observar a exposição de raízes de árvores de grande porte, algumas com risco de tombamento, assim como acúmulo de galhos oriundos das enchentes. A área também é frequentemente utilizada para acampamentos.

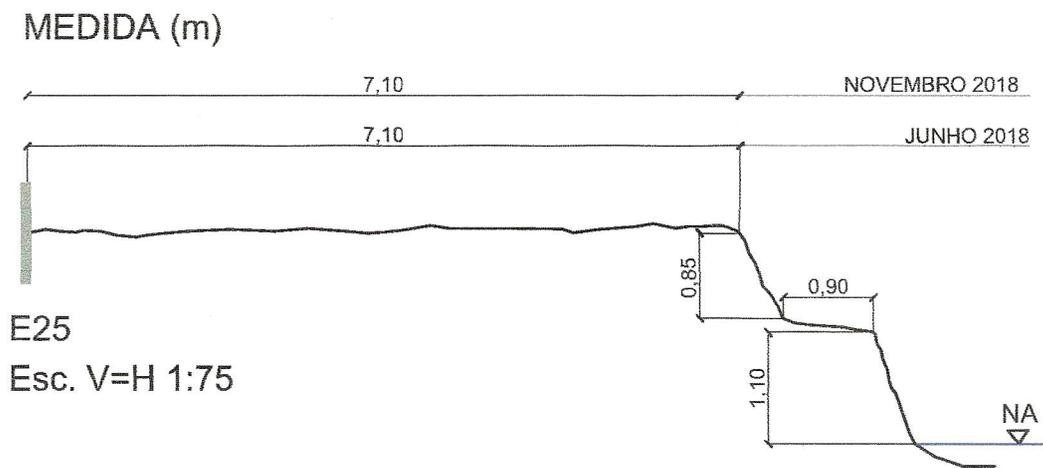
As Figuras 45ab e 46ab mostram imagens das inspeções realizadas em 2018. No croqui é possível observar o perfil verticalizado e alto do talude.



Figura 45: (a) Marco E25 instalado na margem esquerda em Triunfo em junho/2018.
(b) Vista geral do talude. Observa-se vegetação arbustiva e sub-bosque em desenvolvimento.



Figura 46: (a) Entorno do marco E25 em novembro/2018. Observa-se desenvolvimento de vegetação em relação ao monitoramento de junho/2018. (b) Raízes expostas e acúmulo de galhos no talude monitorado.



5.23 MARCO E26

O marco E26 foi instalado em 2018 na extremidade leste da ilha Dona Antônia, margem direita do rio Jacuí, para monitorar os avanços e recuos da margem em local com características de depósito de barra em canal.

O marco de concreto foi fixado em terreno arenoso e plano, com gramíneas e vegetação arbórea. Quando foi instalado em junho de 2018, a distância do marco até a borda do talude foi de 11,05 m.

Na vistoria de novembro de 2018, o marco foi arrancado por ação antrópica e localizado na faixa de areia, 15 m a montante do local onde havia sido instalado, por isso, este ponto não será mais monitorado nas futuras inspeções.

A ilha Dona Antônia, que é uma APA com 0,09 km², categorizada como unidade de uso sustentável de jurisdição municipal, frequentemente é utilizada para acampamentos e dessedentação de animais.

As Figuras 47ab e 48 apresentam imagens das vistorias. O croqui a seguir apresenta o perfil verticalizado do talude devido aos processos de erosão.

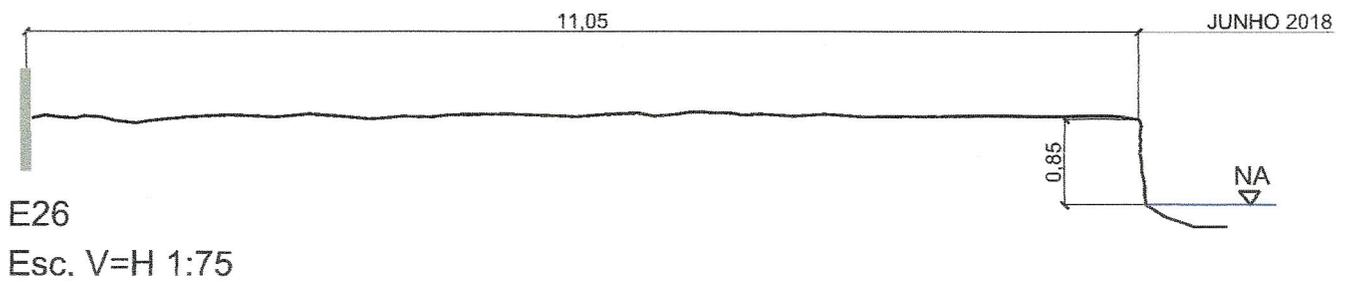


Figura 47: (a) Marco E26 instalado em junho/2018. (b) Imagem capturada no sentido Leste-Oeste.



Figura 48: Em novembro observou-se que o marco havia sido arrancado por ação antrópica.

MEDIDA (m)



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.

Observa-se que o uso indevido das Áreas de Preservação Permanente – APP's – é um fator que contribui significativamente para o aumento da erosão das margens do rio Jacuí e ilhas. A agricultura e a pecuária desenvolvidas até os limites dos taludes marginais aceleram os processos erosivos marginais. Em muitos locais se observa somente pequenos núcleos de vegetação que na sua maioria não conseguem formar sub-bosque, uma vez que são locais utilizados para descanso do gado ou como acampamentos no período do verão, devido a isso a vegetação nativa não consegue se regenerar e aumentar a sua densidade. O uso de maquinário pesado nas proximidades dos taludes marginais é outro fator que preocupa com relação a estabilidade dos mesmos, uma vez que estradas são construídas em locais inadequados, novamente não respeitando a APP.

Além desses problemas de origem antrópica, existem outros de procedência natural, uma vez que 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.

Diante do exposto, 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.

Ao longo desses nove anos de monitoramento, observa-se que grande parte dos marcos que se encontram inativos estão nessa situação devido aos problemas relacionados as ações antrópicas. Em 2018, dos cinco novos marcos instalados, dois foram arrancados pelos proprietários das terras e em alguns locais o acesso não é permitido. Mesmo diante de todas as dificuldades encontradas, a SOMAR permanece realizando as medições e instalando novos pontos de monitoramento, quando possível.

René de Matos Caraméz
Engenheiro de Minas – Diretor Técnico

Fernanda de Souza Silva
Engenheira Ambiental

Matheus Montes Pimenta
Engenheiro de Minas



REFERÊNCIAS

ARAUJO, A. P.; ROCHA, P. C. Avaliação espaço-temporal de erosão de margens no córrego do Cedro em Presidente Prudente, São Paulo, Brasil. In: 12 Encuentro 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 (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Francisco Beltrão, 2009.

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

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, W. A. **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.bicen-tede.uepg.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=799>. Acesso em: 02 jun. 2016.

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, C. **Instalação de rede local de estações geodésicas da SOMAR – Sociedade Mineradora Ltda. Rio Jacuí.** Rio Grande: FURG, 2009. 81 p. Relatório técnico realizado no LOG/Instituto de Oceanografia/FURG. Disponível em: <<http://www.somarmineradora.com.br>>. Acesso em: 08/01/2019.

HARTMANN, C. **Inspeção dos marcos das estações geodésicas da rede local da SOMAR – Sociedade Mineradora Ltda. Rio Jacuí.** Rio Grande: FURG, 2013. 72 p. Relatório técnico realizado no LOG/Instituto de Oceanografia/FURG. Disponível em: <<http://www.somarmineradora.com.br>>. Acesso em: 08/01/2019.

HARTMANN, C. **Inspeção dos marcos das estações geodésicas da rede local da SOMAR – Sociedade Mineradora Ltda. Rio Jacuí.** Rio Grande: 2014. 76 p. Relatório técnico realizado pela ITAGEO Ltda ME. Disponível em: <<http://www.somarmineradora.com.br>>. Acesso em: 08/01/2019.

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.

OLIVEIRA, É. D. **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.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. **SMAD RS: Sistema de Monitoramento e Alerta de Desastres.** Porto Alegre, 2019. Disponível em: <<http://www.smad.rs.gov.br/estacoes/informacaoDaEstacao.php?codigo=87010000>> . Acesso em: 08/01/2019.

ZANCAN FILHO, L. C.; QUADROS, T. F. P. Efeito da dinâmica fluvial e da ação antrópica sobre a erosão de margens fluviais: o caso da mineração de areia no rio Jacuí. **Revista de Ciências Ambientais,** Canoas, v. 11, n. 1, p. 49-64, 2017.