

**HAR ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE LTDA**

**LAUDO TÉCNICO A RESPEITO DAS CAUSAS DAS INSTABILIZAÇÕES DE  
TALUDES NA MARGEM ESQUERDA DO RIO JACUÍ, NO TRECHO COM  
COORDENADAS (443.104,6 ; 6.688.603,8) E (445.273,8 ; 6.689.679,5)**

**OUTUBRO DE 2006**

**Eng. de Minas René de Matos Caraméz**

**Eng. de Minas Daniel da Silva Piason**

**M.Sc. Eng. Civil Talles Augusto Araújo**

## 1 APRESENTAÇÃO

O presente laudo técnico tem como objetivo principal descrever e analisar as condições ambientais e as causas principais das ocorrências de instabilizações de taludes da margem esquerda do rio Jacuí, em um trecho onde a empresa SOMAR – Sociedade Mineradora Ltda minera areia com as dragas Adriana e Gabriel.

Além disso, o presente laudo técnico tem, também, como objetivo, dar subsídios técnicos ao Of. nº 1144/06 de 25.09.06 e ao Inquérito Civil nº 019/2000 da Promotoria de Justiça do Estado do Rio Grande do Sul, da Comarca de Triunfo.

## 2 LAUDO TÉCNICO

O presente laudo técnico tem como objetivo ou motivação principal atender o ofício nº 1144/06, de 25.09.06 do Ministério Público, onde é citado que as dragas Adriana e Gabriel, que prestam serviço para a empresa SOMAR – Sociedade Mineradora Ltda, estão causando sérios danos à propriedade de Clóvis Carlos Caloni, junto à margem esquerda do rio Jacuí, uma vez que o proprietário já cedeu 1,5 há ao município de Triunfo, para relocação da estrada vicinal que margeia o rio Jacuí.

Tendo como base as de inspeção visuais e táteis da margem esquerda do rio Jacuí pode-se destacar as seguintes características, condições e causas das instabilizações dos taludes do trecho em questão:

- A Resolução Conama nº 303, de 20.03.02, que dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Área de Preservação Permanente, estabelece em seu Art. 3º que:
  - Art 3º- Constitui Área de Preservação Permanente:
    - I. Em faixa marginal, medida a partir do nível mais alto, em projeção horizontal, com largura mínima de:
      - a) trinta metros, para o curso d'água com menos de dez metros de largura;
      - b) cinquenta metros, para o curso d'água com dez a cinquenta metros de largura;
      - c) cem metros, para o curso d'água com cinquenta a duzentos metros de largura;
      - d) duzentos metros, para o curso d'água com duzentos a seiscentos metros de largura;**
      - e) quinhentos metros, para o curso d'água com mais de seiscentos metros de largura.**

Assim, de acordo com este artigo, a estrada vicinal em questão está implantada inteiramente em uma Área de Preservação Permanente (APP);

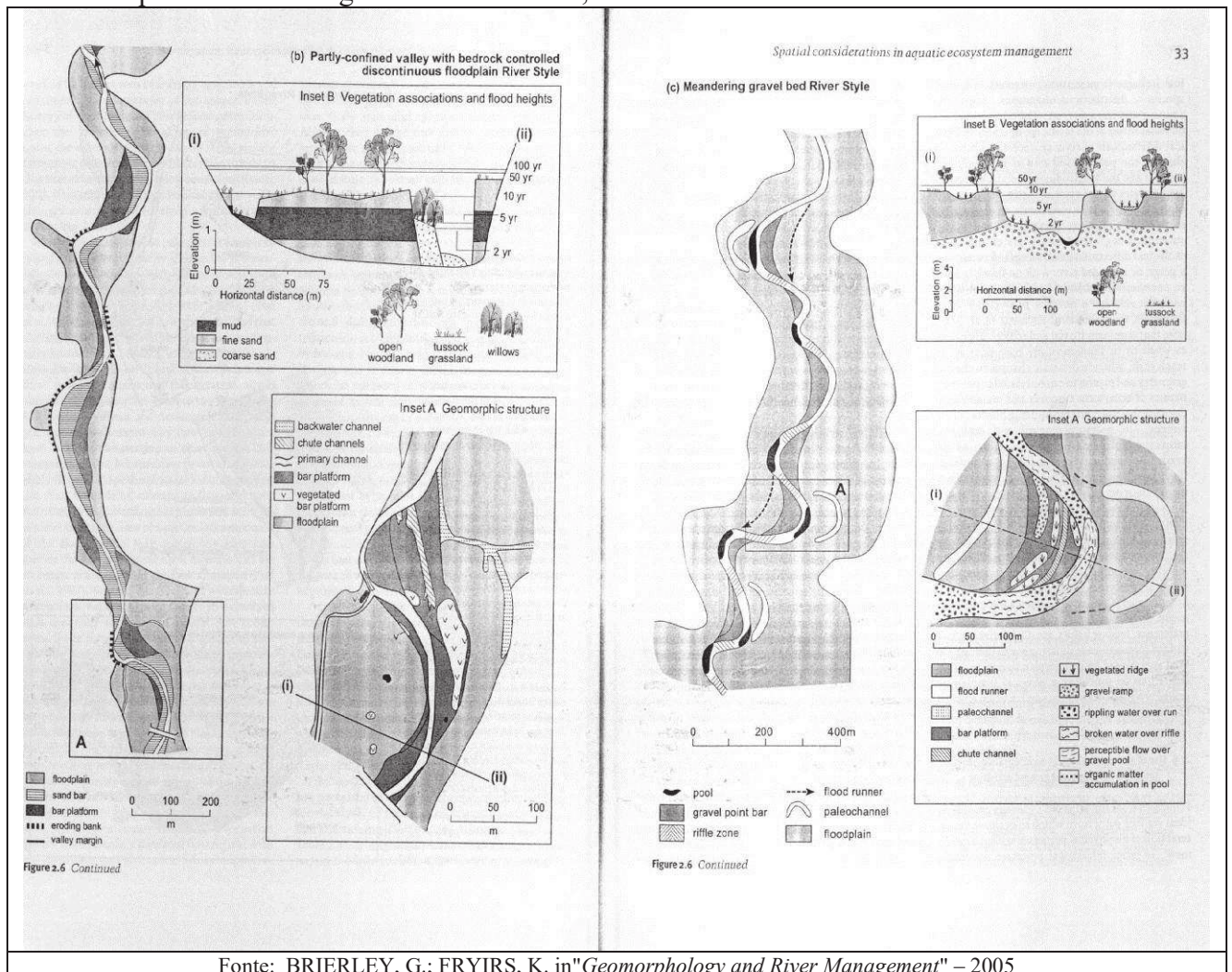
- Ainda, com base no citado artigo, foi definido na **Ilustração 01** os limites da APP, onde está implantada e operando a estrada vicinal, sendo que a mesma, em vários locais, atinge ou margeia o topo do talude da margem do rio (Fotos 01, 02 e 03), sendo que nestes trechos, praticamente, não existe espaço entre a calha do rio e o leito trafegável. Nestes trechos críticos os veículos sobrecarregam os taludes no seu limite com o rio, às vezes com até 3,70m de desnível subvertical (Foto 02);

- As inspeções locais e os registros fotográficos anexos, demonstram, de forma inequívoca que a estrada municipal **em vários de seus trechos está sem nenhum tipo de vegetação ou sem mata ciliar** – são estes trechos, da margem esquerda do rio, que se apresentam com taludes muito íngremes, alguns verticais, sem vegetação e muito instáveis, com avanço das instabilidades na direção da rodovia vicinal, conforme mostram as Fotos aéreas, **Ilustrações 02 e 03;**
- A Foto aérea de dez/2003 (Ilustração 01) e várias fotos anexas (Fotos 01 e 02) mostram que a mata ciliar, dentro dos limites da APP, praticamente, inexistente, em função da própria estrada e do plantio de lavouras. As evidências são de que a falta de vegetação, neste trecho, é antiga, o que dificulta a contenção da margem do rio;
- Os taludes da margem esquerda do rio são constituídos de terrenos areno-argilosos potencialmente erodíveis. As Fotos 01, 02 e 03 mostram detalhes dos solos locais. Não resta a menor dúvida, no meio técnico e a qualquer cidadão leigo e consciente, que a presença de vegetação é um fator determinante da estabilidade das margens de um rio, ainda mais se este se desenvolve em uma planície aluvionar, com predominância de sedimentos arenosos. Com respeito à objetividade, pode-se afirmar que as raízes das árvores e seu “arcabouço tridimensional” são elementos fundamentais para a manutenção da estabilidade dos taludes naturais, uma vez que estas se contrapõem aos esforços que estes sofrem, especialmente, as forças trativas dos fluxos do rio (correnteza) e as constantes subidas dos níveis do rio, seguido de seu rebaixamento rápido, conforme será mais bem justificado a seguir. Assim, entre outros efeitos benéficos as raízes das árvores “armam” os terrenos lhe dando maior resistência, garantindo sua estabilidade frente aos principais esforços acima referidos;
- As Fotos 02 e 03 mostram a margem esquerda com taludes muito íngremes e verticais com altura da margem (barranco) variando de 2,50 m a 3,70 m, estando esta sem proteção de vegetação e em condição visível de avanço de sua instabilização em direção a estrada – estas fotos são representativas dos trechos mais críticos;
- A Foto 04 registra um tipo de situação comum no local, onde caminhões pesados trafegam na estrada municipal e sobrecarregam os taludes íngremes, provocando pequenos desmoronamentos da margem e acentuando a abertura de fendas de tração (trincas) que ocorrem nos solos por ressecamento, com mais intensidade nos períodos de secas. Estas condições favorecem a maior infiltração d’água nos taludes e quando do rebaixamento rápido se tornam mais intensos os escorregamentos de pequenas proporções de solo. Ainda, o patrolamento da estrada deixa solos soltos que, posteriormente, com as chuvas, forma-se

- lodo e os caminhões e veículos, para evitar o seu atolamento tracionam os motores, gerando ondas de choque no terreno, causando início de trincas nos taludes (barrancos) ou o agravamento (aumento da abertura das trincas de tração) das já existentes por ressecamento;
- O rio Jacuí apresenta constantes elevações de seus níveis em decorrência do regime pluviométrico regional, das operações dos reservatórios das hidrelétricas e eclusas de regulação, localizadas à jusante do trecho em análise. Em consequência destas situações, são evidentes e inquestionáveis as ocorrências freqüentes de saturação dos taludes das margens do rio e, na seqüência, o rebaixamento rápido de seus níveis, conforme é demonstrado nos “Esquemas do Rebaixamento Rápido do Rio” (Ilustração 04). Quando ocorre a elevação do nível d’água de um rio, uma parte da água se infiltra (percola) no sentido do interior dos taludes de suas margens, saturando-os. A seguir, com o rebaixamento rápido dos níveis do rio, conforme esquema citado, ocorre à inversão do sentido dos fluxos (fluxo se dá para fora) e, em decorrência, surgem esforços hidrodinâmicos (forças de percolação) no interior dos taludes que favorecem, sobremaneira, a sua instabilização, principalmente pela redução da resistência dos solos e aumento das pressões neutras. Na engenharia geotecnia, este tipo de ocorrência é muito bem conhecido e por este motivo os taludes de montante das barragens de terra são mais abatidos (tem menor inclinação) se comparados com os seus taludes de jusante. Quando ocorre um rebaixamento rápido do nível de um rio surgem nos taludes das margens forças de percolação que, entre outros efeitos, reduzem a resistência dos solos e podem provocar escorregamentos e/ou desmoronamentos dos mesmos. Esta situação é freqüente no rio Jacuí e associada a sua velocidade (correnteza), a natureza arenosa dos terrenos das suas margens, a falta da vegetação e a ocorrência de fendas de tração nos taludes expostos às intempéries (solo sem vegetação, facilmente, se satura, resseca e trinca), são, sem dúvidas e objetivamente, as causas principais da instabilização da margem esquerda do rio, no trecho em questão;
  - O rio Jacuí tem freqüentes elevações de seus níveis d’águas, devido a chuvas intensas e a abertura das comportas das hidrelétricas e de eclusas de regulação localizadas à jusante da área do citado proprietário, como a barragem de Amarópolis. Sabe-se que, no mínimo, uma vez por ano, os níveis locais chegam a atingir cotas superiores a 3 metros, os quais, cobrem as margens e as ilhas (Fotos 05 e 06). Deste modo, anualmente verifica-se um grande rebaixamento, que atinge a cota inferior a 0,70 metro, conforme os níveis medidos desde 1998 na régua da SPH (antigo DEPREC), em Charqueadas. No anexo 01, são apresentados registros destas ocorrências. Além disto, também são freqüentes altas vazões devido aos picos de geração de energia e as aberturas sistemáticas das comportas das hidrelétricas da bacia do rio Jacuí, que provocam o aumento considerável da velocidade do rio (aumento

- das forças trativas sobre os taludes expostos às intempéries e sem vegetação) e, posteriormente, o rebaixamento rápido dos níveis do rio;
- Em 2001, fotos 07 e 08, foi realizado pela empresa SOMAR, em parceria com o Grupo de Escoteiros de Charqueadas, a PATRAM e a empresa HAR Engenharia e Meio Ambiente Ltda. o plantio de 3.000 mudas de espécies vegetais nativas ao longo das margens do rio Jacuí. Esta ação foi realizada através do **Projeto Margens Vivas**. Foi verificado que as enchentes e o gado, presente nas ilhas (Fotos 09 e 10), prejudicaram o crescimento das espécies plantadas. Estima-se que ocorreu uma perda 90% das mudas, em função das mesmas serem comidas pelo gado ou por submersão (afogamento) ou ainda pela seca nos meses seguintes;
  - No mês de julho e setembro do presente ano a draga Adriana esteve posicionada e operando a uma distância mínima de 150 m da margem de Triunfo, conforme pode ser observado na **Ilustração 05**.
  - Outro fator que favorece a erosão superficial dos taludes desprotegidos de vegetação é a forma sinuosa do rio Jacuí no trecho e a hidrodinâmica do mesmo, onde ocorre acumulação de sedimentos na margem direita e erosão na margem esquerda (sentido montante-jusante), conforme pode ser observado nas fotos aéreas comparativas da região de 1971 (escala 1:40.000, acervo da Metroplan), 1990 (escala 1:40.000, acervo da Metroplan, realizado pela FAB) e de 2003 (escala 1:8.000, acervo da empresa SOMAR, realizado pela FURG). Nota-se na comparação das fotos aéreas, a formação de uma pequena ilha na margem direita, próxima da ilha dos Dorneles, possivelmente, formada pelos sedimentos arrastados da ponta desta ilha, que foi erodida, e o avanço (diminuição) da margem esquerda do rio, em Triunfo, bem como do aumento da ponta da ilha da Paciência. Conforme pode-se observar nas ilustrações abaixo, este tipo de ocorrência é típica de rio de planície (meandrante), onde o comportamento (arraste e deposição) do rio é diferente nos trechos sinuosos, se comparado com os trechos retilíneos;
  - As fotos anexas e a Ilustração 06 “Perfil Tipo – Margem Esquerda” e 07 “Perfis Batimétricos – Fonte: Gente e Terra” mostram detalhes, **importantíssimos**, das questões em discussão, uma vez que comprovam que o leito do rio, a partir do pé dos taludes da margem, é suave e estável. As instabilizações dos terrenos não são profundas ou não se propagam além da profundidade de aproximadamente 3,7m. No dia dos registros fotográficos foi possível verificar que, na maior parte dos trechos com margem instável, o leito do rio apresenta-se raso e até com a forma de “praia”. Estas constatações de campo são uma demonstração segura de que as instabilizações dos taludes da margem do rio estão se dando na sua porção superior e estas não são decorrentes de um aprofundamento da

calha do rio nas proximidades da estrada, por ação das dragas citadas - o leito do rio próximo das margens instáveis é raso;



Fonte: BRIERLEY, G.; FRYIRS, K. in "Geomorphology and River Management" – 2005

- A degradação e a perturbação ambiental de matas ciliares são reconhecidos como os mais freqüentes e agravantes impactos ambientais do mundo. Ainda pode-se destacar como fatores que estão proporcionando a degradação das margens do rio Jacuí a supressão da mata ciliar, causada pelo seu desmatamento, as inundações, o acesso comunitário ao lazer e a água, os acampamentos nas margens, com realização de fogueiras (Foto 11 e 12) e a implantação de projetos de agricultura irrigada (Fotos 13, 14 e 15), que com os alagamentos das áreas agricultáveis, próximas das margens, propicia-se a infiltração de grande quantidade de água no solo e a sua descarga provoca, secundariamente, erosões nos taludes desprotegidos de vegetação.
- As Fotos 16 e 17, mostram que em vários locais ao longo da estrada vicinal são encontrados “pontos” de concentração e descarga da drenagem superficial do leito trafegável – nestes “pontos” e nos dias de chuva, grandes volumes de água são

descarregados, sem dissipação, nos taludes íngremes e desprotegidos da margem do rio, provocando erosão superficial e acentuando os problemas da alegação inicial que é a perda de terras (áreas) para o rio. Evidentemente, esta situação diz respeito ao local de implantação da estrada e a sua forma de operação e nada tem haver com a dragagem de areia nos locais licenciados;

- A Foto 02 e as fotos apresentadas junto a Ilustração 06 “Perfil Tipo-Margem Esquerda” e as indicações e descrições das condições típicas da margem esquerda do rio permitem inferir que as instabilizações estão se dando, predominantemente, por escorregamento e desmoronamento de pequenos volumes de solos e por erosão superficial (fluxo do rio e concentração das drenagens superficiais da estrada), desmoronamentos e escorregamentos de pequenos volumes de solo.



### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

Assim, pelo exposto e com base no conhecimento técnico sobre os temas analisados, nas inspeções visuais e táteis dos taludes da margem do rio Jacuí, nas análises de fotos aéreas antigas e atuais e nos levantamentos batimétricos do trecho em análise, fica comprovado que a instabilizações da margem esquerda do rio, que têm por conseqüência o alargamento lento da sua calha, estão ocorrendo devido as seguintes **causas principais**:

- falta de vegetação nos taludes;
- inexistência de mata ciliar;
- natureza areno-argilosa dos taludes do rio;
- incidências severas de erosão superficial em decorrência dos fluxos do rio (naturais e por descargas de hidrelétricas e de eclusas) sobre terrenos arenosos desprotegidos;
- exposição dos taludes, sem vegetação, as intempéries, com ciclos periódicos de saturação e ressecamento, com a formação de fendas de tração (trincas no topo dos taludes que são caminhos de infiltração d'água e fraqueza estrutural);
- solicitações periódicas dos taludes por percolação d'água, decorrentes do rebaixamento rápido dos níveis do rio;
- concentração das drenagens superficiais da estrada e o seu lançamento sobre os taludes íngremes desprotegidos e sem estruturas de dissipação;
- a estrada vicinal estar localizada dentro do trecho de uma APP e junto à margem do rio, com os veículos sobrecarregando taludes íngremes.

Por fim, as Fotos 02 e 03 e a Ilustração 06 “Perfil Tipo-Margem Esquerda”, os registros fotográficos do local, a batimetria do trecho e as inspeções locais demonstram que não existe nenhum local, na margem esquerda do rio, com instabilização de taludes decorrentes de rupturas profundas por cisalhamento e/ou por erosão superficial profunda (solapamento profundo da margem ou corte profundo da margem) – de forma evidente, as instabilizações estão ocorrendo superficialmente ( $\leq 3,0\text{m}$ ) e, predominantemente, em taludes sem vegetação.

Portanto, considerando que todas **as causas das instabilizações dos taludes da margem esquerda do rio Jacuí, no trecho licenciado e em análise, não são decorrentes das operações da dragagem de areia** fica comprovado que a SOMAR – Sociedade Mineradora Ltda não está causando danos à propriedade do Sr. Clóvis Carlos Caloni.

Eng. de Minas René de Matos Caraméz – CREA 029654

Eng. de Minas Daniel da Silva Piason – CREA 139715

Eng. Civil Talles Augusto Araújo - CREA 048445

## ANEXOS

**ANEXO 01**  
**FOTOGRAFIAS**



Foto 01: Estrada municipal mostrando o tipo de solo e a falta de vegetação ribeirinha (out/06).



Foto 02: Situação atual das condições e altura do talude (barranco) na margem esquerda do rio Jacuí em [localização] (out/2006) (UTM-444450/6689458).

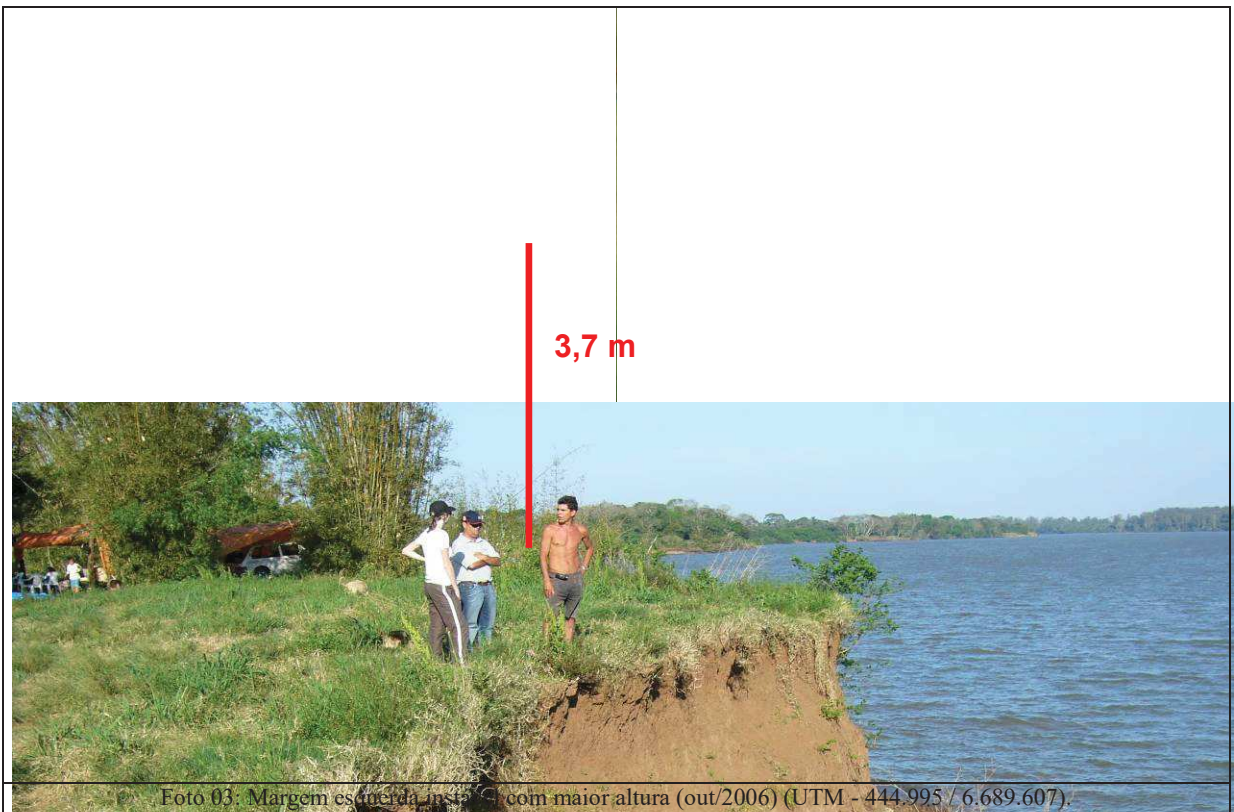


Foto 03: Margem esquerda instalada com maior altura (out/2006) (UTM - 444.995 / 6.689.607).



Foto 04: Presença de caminhões de grande porte na estrada municipal (out/2006)

(UTM – 445.109 / 6.689.632).



Foto 05: Margem de Charqueadas (outubro/2001).



Foto 06: Margem esquerda da ilha do Amarelo (junho/2002).



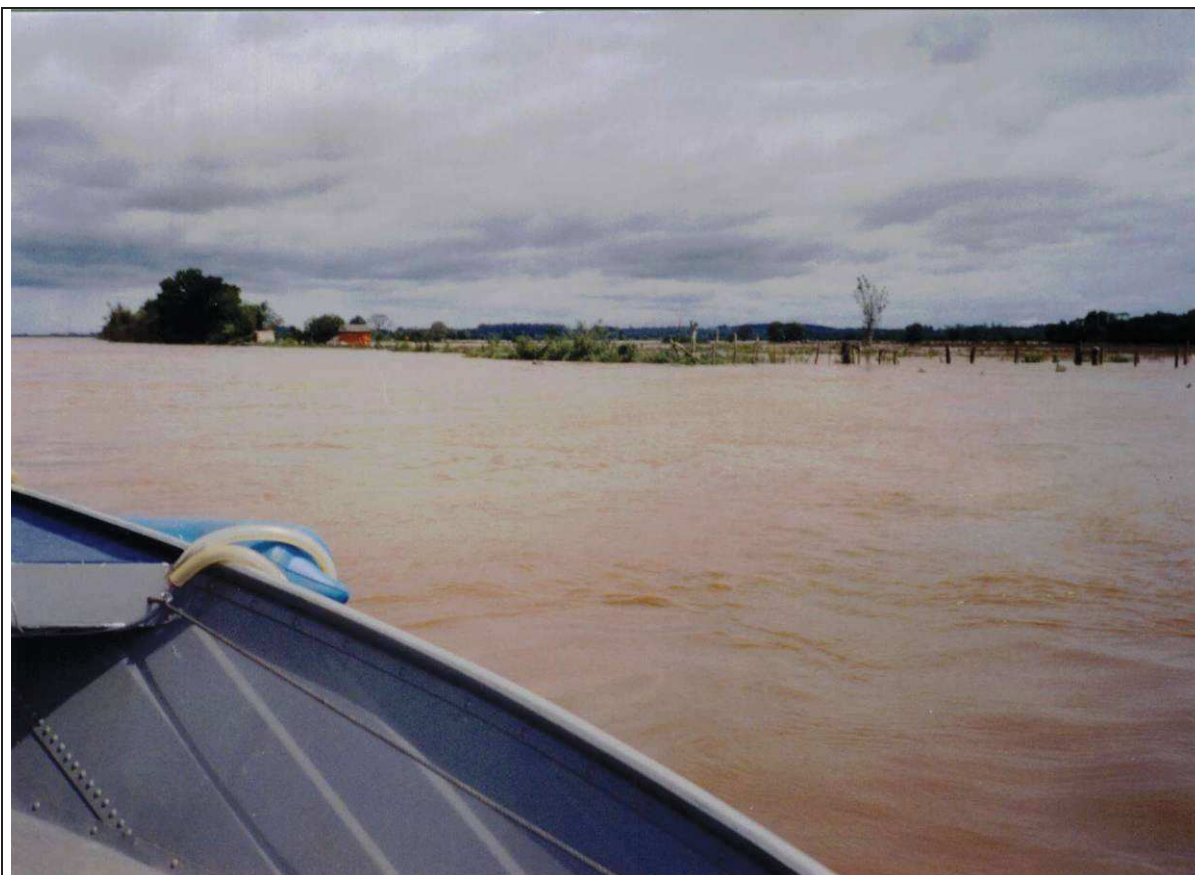


Foto 07: Vista geral de uma ilha com enchente – vê-se a submersão (afogamento) das mudas plantadas (out/2001).



Foto 08: Implantação de vegetação na ilha da Paciência, das Cabras, e Dornelles em agosto e setembro/2001.



Foto 09: Vista das mudas de vegetação nativa implantadas em agosto e setembro/2001, com água em março/2002.

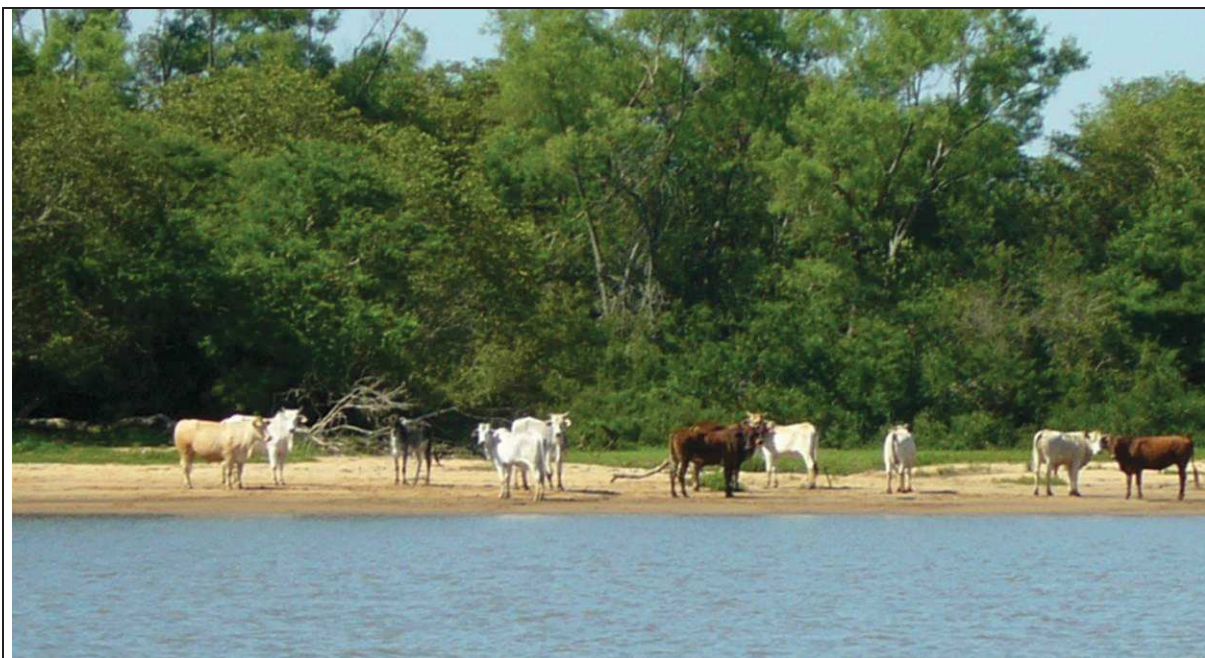


Foto 10: Presença de gado nas margens da ilha dos Dorneles (out/2006)  
(UTM – 445.084 / 6.689.039).



Foto 11: Acampamento nas margens do rio (UTM - 443.791 / 6.688.823).



Foto 12: Fogueira na margem do rio (UTM – 444.734 / 6.689.566).



Foto 13: Bomba de irrigação na margem esquerda do rio, em Triunfo.

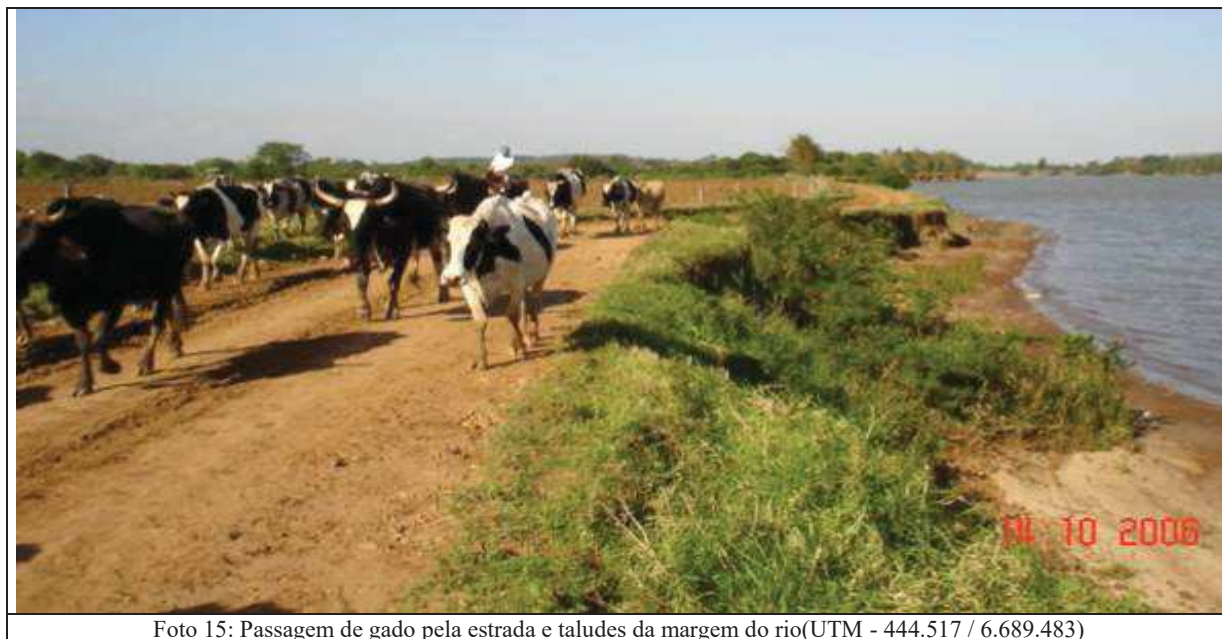




Foto 16: Vista do sentido da drenagem natural, na estrada vicinal.



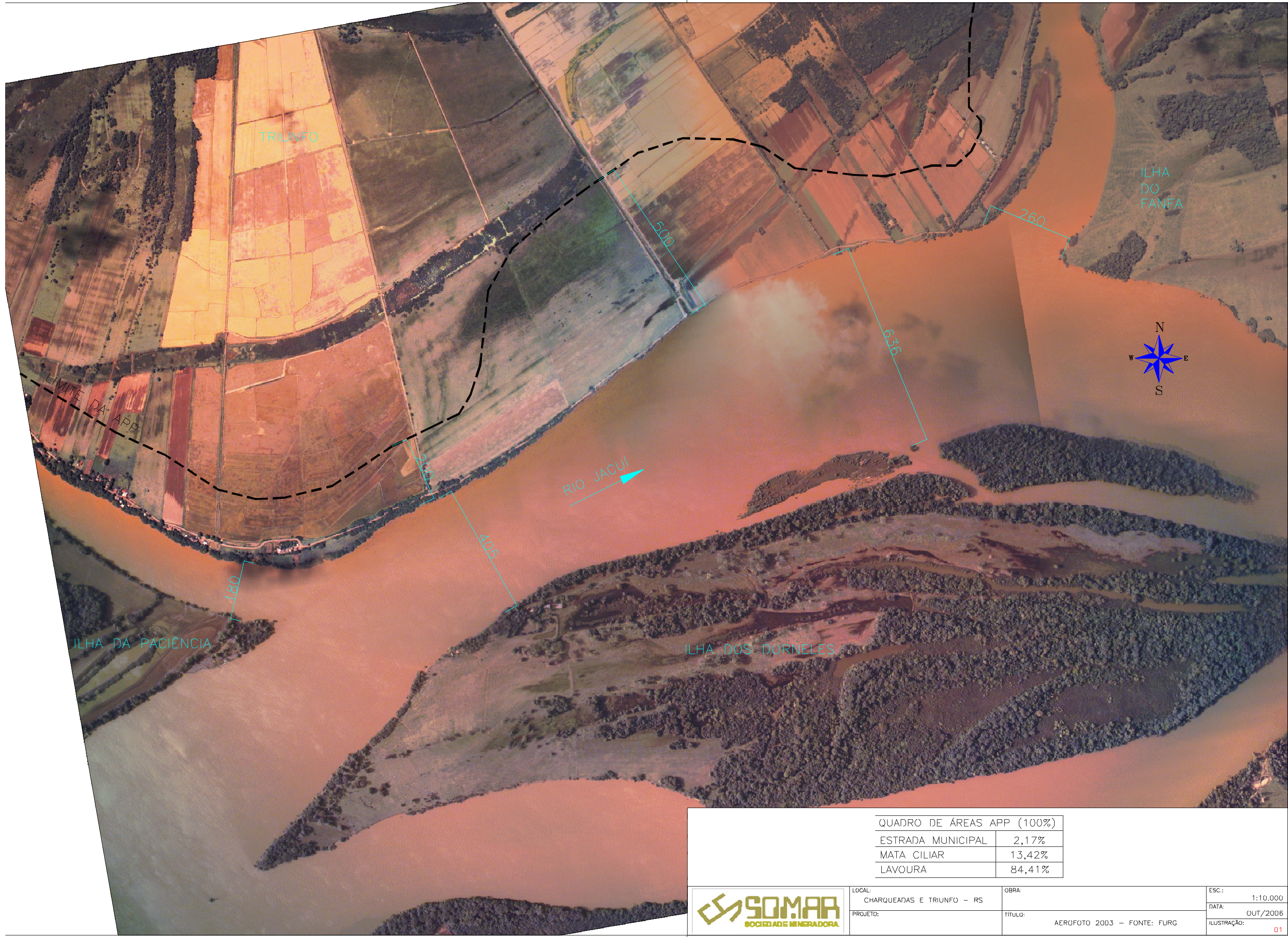
Foto 17: Drenagem natural, na estrada vicinal.



Foto 18: Água com efluente entrando no rio Jacuí (UTM - 444.322 / 6.689.385)

**ANEXO 02**  
**ILUSTRAÇÕES**





QUADRO DE ÁREAS APP (100%)	
ESTRADA MUNICIPAL	2,17%
MATA CILIAR	13,42%
LAVOURA	84,41%



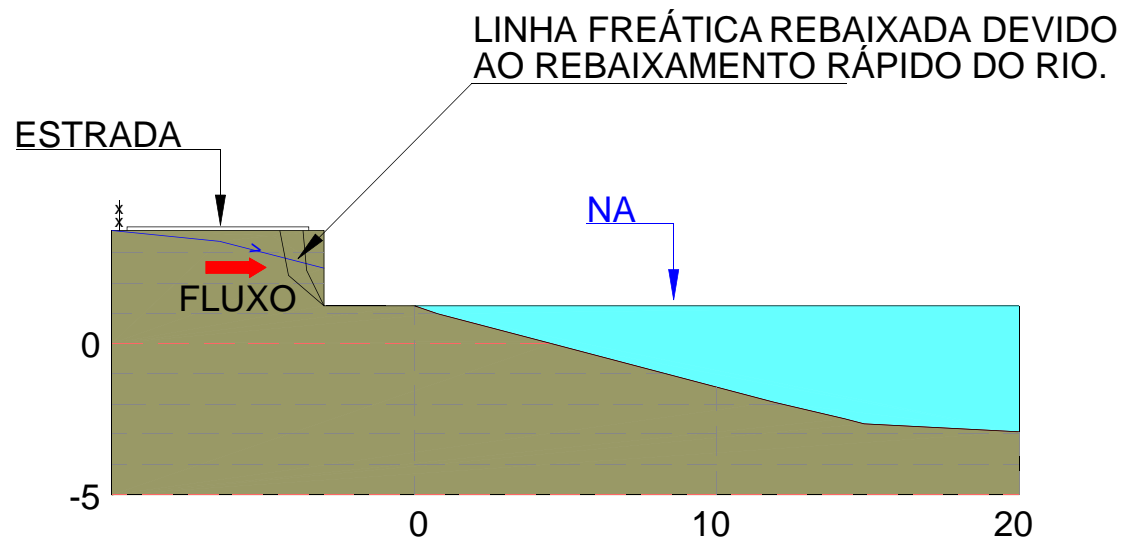
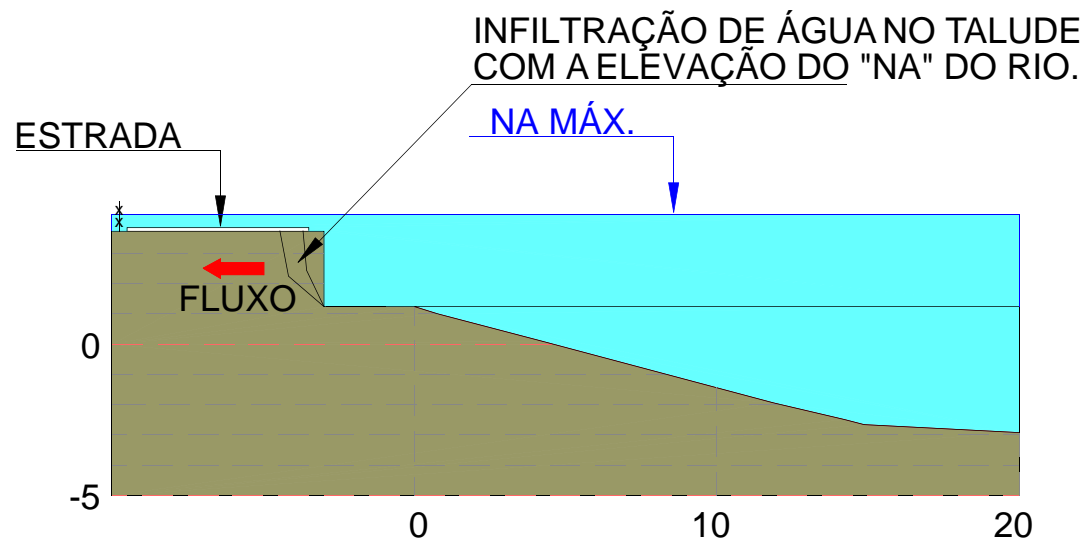
LOCAL: CHARQUEADAS E TRIUNFO - RS	OBRA:	ESC.: 1:10.000
PROJETO:	TÍTULO: AEROFOTO 2003 - FONTE: FURG	DATA: OUT/2006
		ILUSTRAÇÃO: 01



LOCAL: CHARQUEADAS E TRIUNFO - RS	OBRA:	ESC.: 1:10.000
PROJETO:	TITULO: AEROFOTO 1990 - FONTE: METROPLAN	DATA: OUT/2006
		ILUSTRACAO: 02



LUCAL: CHARQUEADAS E TRIUNFO - RS	OBRA:	ESC.: 1:10.000
PROJETO:	TITULO: AEROFOTO 1971 - FONTE: METROPLAN	DATA: OUT/2006
		ILUSTRAÇÃO: 03



NA = NÍVEL D'ÁGUA.

OBS.: MEDIDAS EM METROS.

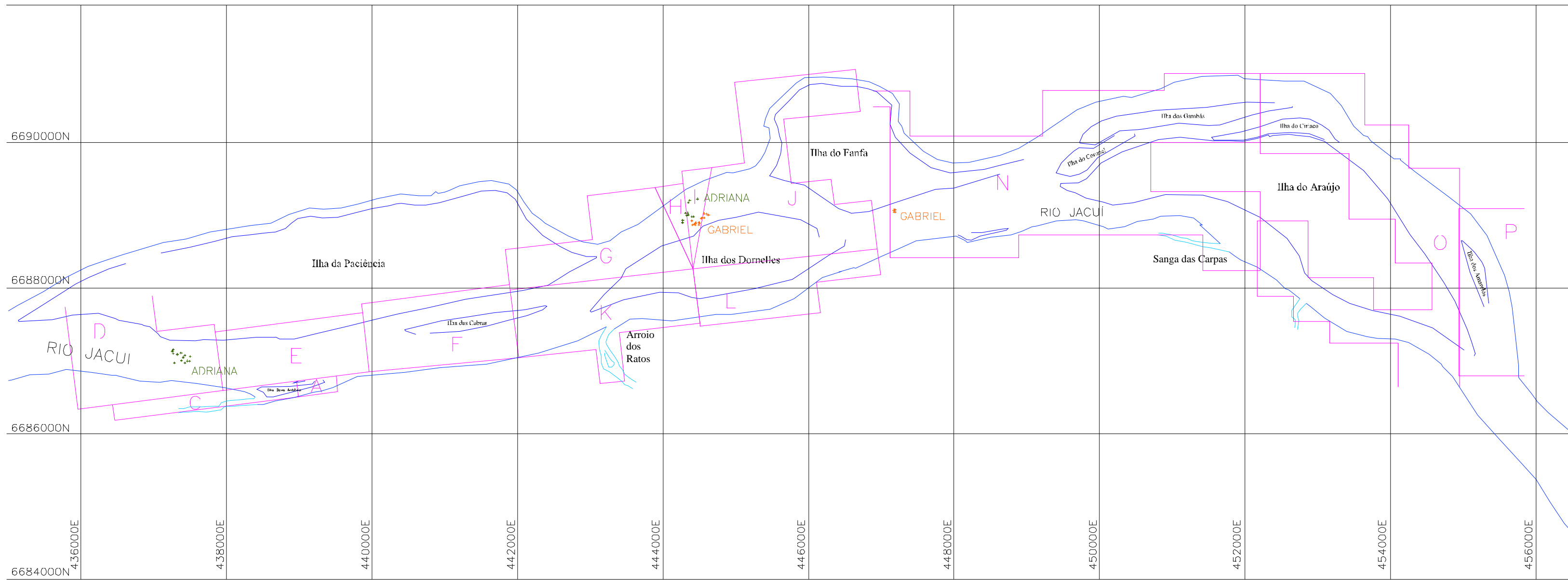


LOCAL:  
TRIUNFO - RS

PROJETO:

OBRA:  
TÍTULO:  
ESQUEMAS DO REBAIXAMENTO RÁPIDO DO RIO

ESC.:  
H=V-1:250  
DATA:  
OUT/2006  
ILUSTRAÇÃO:  
04



DRAGA	POSIÇÃO MÉDIA EM JULHO/2006
ADRIANA	437389-6687066 E 444356-6689060 29°56'42,5"-51°38'55,6" E 29°55'39,0"-51°34'35,3"
GABRIEL	447173-6689060 E 444523-6688933 29°55'39,4"-51°32'50,2" E 29°55'43,1"-51°34'29,1"

GRUPAMENTO	ÁREA	DNPM N°
GM 187/02 DNPM 910.681/98	A	910.604/85
	C	910.595/85
	D	910.602/85
	E	910.603/85
	F	910.601/85
	G	910.600/85
	K	910.598/85
GM 186/02 DNPM 910.680/98	H	910.594/85
	I	910.599/85
	J	910.596/85
	L	910.597/85
	N	910.571/85
GM 185/02 DNPM 910.679/98	O	910.572/85
	P	910.573/85

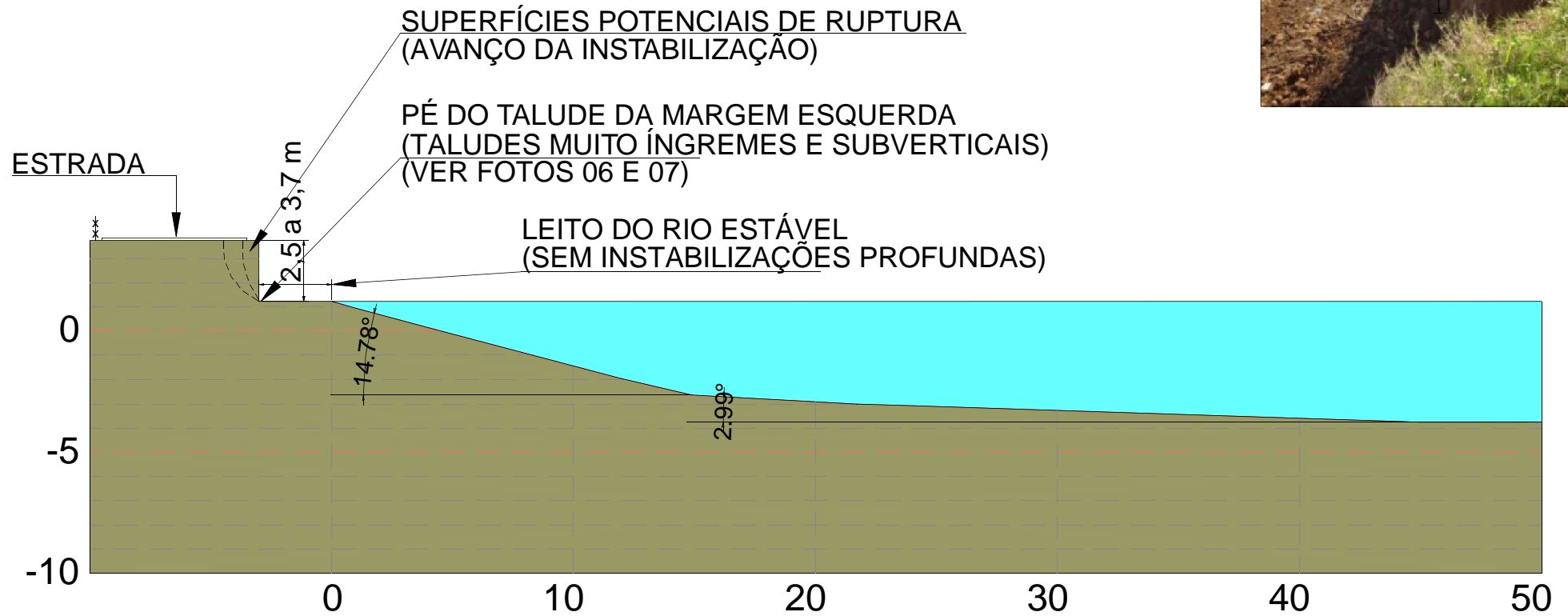
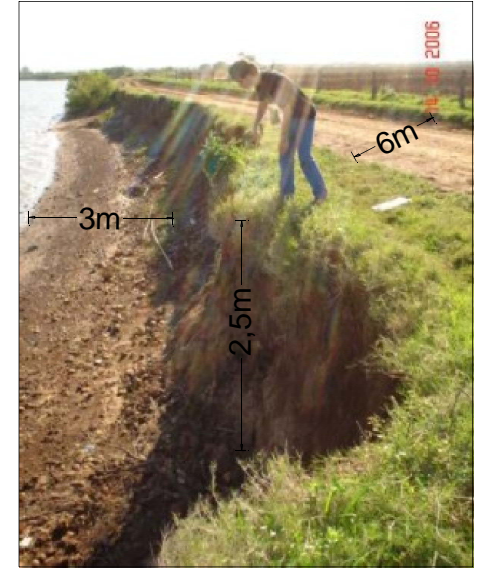
REFERÊNCIA CARTOGRÁFICA: DATUM Córrego Alegre



LOCAL: CHARQUEADAS, TRIUNFO E SÃO JERÔNIMO - RS  
DNPM N° 910.681/98 - 910.680/98 - 910.679/98

POSIÇÃO MENSAL DAS DRAGAS DE ROSÁRIO JULHO DE 2006  
TÍTULO: PLANTA DE LOCALIZAÇÃO DAS DRAGAS ADRIANA E GABRIEL

ESC.: 1:50.000  
DATA: OUT/2006  
ILUSTRAÇÃO: 05



OBS.: MEDIDAS EM METROS.



LOCAL:	TRIUNFO - RS	OBRA:	ESC.: H=V-1:250
PROJETO:		TITULO:	DATA: OUT/2006
			ILUSTRAÇÃO: 06