



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE  
**INSTITUTO DE OCEANOGRAFIA**  
**LABORATÓRIO DE OCEANOGRAFIA GEOLÓGICA**  
Av. Itália km 8 – Caixa Postal 474 – 96201-900 – Rio Grande – RS.



# **RELATÓRIO TÉCNICO**

## ***INSTABILIDADE DAS MARGENS***

### **BAIXO RIO JACUI**

**MUNICÍPIO DE CHARQUEADAS - RS**

**Maio 2010**



## SUMÁRIO

	<b>Pág.</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1 Visão geral do município de Charqueadas.....	1
1.1.1 Geologia.....	1
1.1.2 Geomorfologia.....	2
1.1.3 Solos de Charqueadas.....	2
1.1.4 Uso atual e potencial dos solos.....	3
1.1.5 Recursos hídricos.....	3
1.1.5.1 Bacia Hidrográfica do Baixo Jacuí.....	4
1.1.6 Atmosfera e Clima .....	6
1.1.6.1 Precipitação pluviométrica.....	11
1.1.6.2 Ventos.....	6
<b>2 GEODINAMICA EXTERNA.....</b>	<b>11</b>
<b>3 DINÂMICA DO RIO E PROCESSOS ASSOCIADOS.....</b>	<b>25</b>
3.1 Manutenção das áreas ribeirinhas e ilhas fluviais.....	28
<b>4. AMBIENTES TECNOGÊNICOS.....</b>	<b>30</b>
<b>5. CAUSAS DE INSTABILIDADE DAS MARGENS.....</b>	<b>31</b>
<b>6. DECLIVIDADE DAS MARGENS.....</b>	<b>35</b>
6.1 Escalas em perfis.....	36
6.2 Instabilidade das margens.....	38
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>42</b>
<b>8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>42</b>
<b>9. ANEXOS.....</b>	<b>43</b>



<b>FIGURAS</b> .....	<b>Pg.</b>
1. Bacias hidrográficas contribuintes do trecho Amarópolis Jusante. FONTE: ROOS DA SILVA & ANTONIAZZI DE MORAES, 2008.....	4
2. Bacias que compõe da região hidrográfica do Guaíba. FONTE: ( <a href="http://www.proguaiba.rs.gov.br/bacias.htm">http://www.proguaiba.rs.gov.br/bacias.htm</a> ), acessado em setembro 2009.....	5
3. Mapa das principais hidrovias do Sul e os principais barramentos. FONTE: GARCIA, 2009 – SFAT/DEFIT/MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES.....	5
4. Rosa dos ventos posicionada sobre a área de estudo. O ponto vermelho indica o local aproximado da estação meteorológica da TRACTEBEL.....	11
5. Dependência da estabilidade dos taludes e classificação.....	12
6. Aspectos de diferentes margens e taludes da região de acordo com a classificação adotada, respectivamente da Ilha da Paciência (P) e da Ilha das Cabras (Cb).....	17
7. Morfologias de diferentes margens e taludes da região de acordo com a classificação adotada, respectivamente da Ilha da Paciência (P) e das Cabras (Cb). (Veja mapa Fig. 6).....	18
8. Região da Ilha das Cabras com o perfil de velocidade da corrente (ADCP) e sua ação na parte a montante da ilha protegida por placas de cimento sob intenso processo erosivo.....	19
9. Morfologia da linha de costa e taludes da margem esquerda do rio Jacuí desde o início da área à montante de acordo com a classificação adotada, respectivamente do município de Charqueadas (MC) e Ilha Dona Antonia (An), (mapas Fig. 6, 10 e 12). .....	20
10. Região média da área de estudo, com a classificação de estabilidade das margens.....	21
11. Aspecto do fundo e detalhes da morfologia da margem e velocidade da corrente em período de enchente em 27/10/2007.....	22
12. Região final da área de estudo, com a classificação de estabilidade das margens.....	23
13. Aspectos de diferentes margens e taludes da região de acordo com a classificação adotada, respectivamente da Ilha do Dorneles (D), no município de Triunfo (MT) e da Ilha do Araújo (A). (mapas da Fig. 10 e 12).....	24
14. Aspectos de diferentes margens e taludes da região de acordo com a classificação adotada, respectivamente da Ilha do Araújo (A), da Ilha do Fanfa (F). (mapas Fig. 10 e 12).....	25



15. Meandro abandonado sobre a Ilha da Paciência, rio Jacui. FONTE: Google earth, 2009.....	26
16. Foto da base do talude da margem esquerda do rio Jacui (I. da Paciência) mostrando duas mudas de mata nativa plantadas pela SOMAR para recuperação da mata ciliar.....	27
17. Ilha Dna Antonia. Fotos obtidas em março de 2009, em período normal com nível do rio em 1,0 m.....	29
18. Ilha Dna Antonia em 26 de setembro 2009 com nível do rio em 2,20 m.....	29
19. Seqüência de fotos georreferenciadas da margem esquerda do rio Jacui, Ilha da Paciência, (26/09/2009) onde se constata o solapamento da margem (d, e, f). FONTE: HARTMANN, 2009.....	32
20. Diagrama de perfil da linha de costa com solapamento do talude em período normal e de enchente.....	35
21. Marco geodésico instalado no terreno da SOMAR.....	36
22. Mapa de localização dos perfis batimétricos distanciados de 100 m 05/10.	38
23. Desenho esquemático com as diferentes situações do nível da água com relação ao ângulo ( $\alpha$ ) de estabilidade das margens.....	39
24. Perfil 1 ou seção batimétrica transversal ao rio Jacui localizada no limite da área a montante.....	40



## QUADROS

<b>QUADROS.....</b>	<b>Pág.</b>
1. Precipitações pluviométricas, média de 15 anos. FONTE: Nunes & Machado (2008).....	6
2. Velocidade e direção do vento no Jacui/Charqueadas/Porto do ano de 2005. FONTE: TRACTBEL, 2009.....	7
3. Velocidade e direção do vento no Jacui/Charqueadas/Porto do ano de 2006. FONTE: TRACTBEL, 2009.....	8
4. Velocidade e direção do vento no Jacui/Charqueadas/Porto do ano de 2007. FONTE: TRACTBEL, 2009.....	8
5. Níveis de velocidade do vento e aspecto do mar. FONTE: Beaufort (1805).....	9
6. Estabilidade e aspectos ambientais externos que influem na morfologia das margens e tipo de talude.....	13
7. Exemplo de geoindicadores: influencias naturais x influencias humanas (FONTE: Berger, 1996. IN: Souza et al, 2005).....	31
8. Nível da água diário lido na régua localizada na sede da SOMAR, três horários, em fevereiro de 2010.....	41



## ANEXOS

<b>ANEXOS.....</b>	<b>Pág.</b>
1. Quadro 9. Ângulo de declividade da margem do rio Jacui na área da SOMAR, calculados para cada um dos perfis distanciados de 100 em 100 metros, tendo como base a sondagem batimétrica realizada em fevereiro de 2010.....	45



## **INSTABILIDADE DAS MARGENS**

### **BAIXO RIO JACUI - MUNICÍPIO DE CHARQUEADAS**

#### **1. INTRODUÇÃO**

Este tema envolve diferentes aspectos relacionados com o ambiente de modo geral desde a formação geológica da área, de aspectos da dinâmica do corpo de água e de ações antrópicas, as mais diversas, todas convergindo para auxiliar no entendimento da instabilidade das margens da região do baixo rio Jacui. Assim sendo, procuramos inicialmente descrever de forma sucinta os aspectos mais gerais da área no que diz respeito a sua formação geológica e atividades aqui desenvolvidas, e posteriormente caracterizar de que forma, onde e como ocorre a instabilidade das margens do rio Jacui, com base nas informações obtidas *in loco*, medidas de fluxo da corrente em períodos de cheia, das imagens do Sonar de Varredura Lateral (SVL), das sondagens batimétricas de detalhe realizadas em Julho de 2009 e Fevereiro 2010, e de informações coletadas *in loco*.

##### 1.1 Visão geral do município de Charqueadas

Os itens a seguir (1.1.1 a 1.1.5) foram extraídos do Plano Ambiental Municipal de Charqueadas, que trata de descrever a geologia, geomorfologia, solos, recursos hídricos, atmosfera e clima e da flora e fauna, volume 2, elaborado por NUNES & MACHADO (2008).

##### 1.1.1 Geologia

No que diz respeito à geologia, a área do município de Charqueadas localiza-se sobre rochas Gonduânicas pertencentes à Depressão Periférica do Rio Grande do Sul, que se caracterizam por sua origem sedimentar, depositadas em paleo-superfícies



paleozóicas e pré-cambrianas, apresentando-se na forma de estratos sub-horizontais e afetados posteriormente por um tectonismo rígido.

Ao sul desta área ocorrem os afloramentos das rochas do Escudo Sul-Rio-Grandense, de idade muito antiga e que foram responsáveis pelo aporte de sedimentos para a formação da Bacia do Paraná. Ao norte situa-se o planalto das lavas basálticas, constituído pela Formação Serra Geral, que se desenvolveu no período Jurássico com os sucessivos derrames de magma basáltico. Os sedimentos do Quaternário, mais recentes, limitam-se normalmente ao vale dos rios. Em geral são aluviões com aspecto argiloso.

### 1.1.2 Geomorfologia

Sobre a Geomorfologia, o município de Charqueadas, está na unidade geomorfológica denominada de Depressão do Rio Jacuí, pertencente à chamada Depressão Central do RS, encontrando-se entre a borda do Planalto Meridional (Serra Geral) ao norte da área e o escudo Sul-Rio-Grandense no sul.

Na área do município de Charqueadas, principalmente no sul, as formas de relevo apresentam marcante controle estrutural, evidenciado por sulcos estruturais e vales fluviais encaixados, nas rochas granitóides, formando pequenos vales. Porém próximo ao Rio Jacuí, na área central de transformação, têm relevos planos e mal drenados, formando coxilhas de ângulo baixo, nunca ultrapassando 42 metros.

### 1.1.3 Solos de Charqueadas

Os depósitos recentes da área dividem-se em dois tipos predominantes: coluviões e aluviões. Os primeiros têm sua fonte de sedimentos areno-argilosos na intemperização das rochas graníticas e gnáissicas que formam o maciço rochoso ao sul. Os aluviões são encontrados ao longo da maior parte dos cursos d'água e adquirem maior expressão nas margens do Rio Jacuí. O material que constitui estes aluviões em geral é argiloso ou siltico, apresentando inclusões de areias. A



consistência das argilas é baixa na superfície porém aumenta gradativamente com a profundidade. Sua espessura não ultrapassa a 20 m.

Predominam, em Charqueadas, solos hidromórficos HPL – planossolo (argiloso a médio, plano e suavemente ondulado) e solos com B textual: LrBd – latérico – Brumo avermelhado distrófico (argiloso, relevo ondulado). Em relação às capacidades de uso deste solo, predominam os solos de classe III, IV e VI, com taxas de uso/ocupação de, respectivamente, 75%, 20% e 5%.

#### 1.1.4 Uso atual e potencial dos solos

A pastagem é a principal utilidade dos solos. Em menor escala, milho e soja. Algumas áreas mais próximas a Porto Alegre estão sendo reflorestadas em eucaliptos, e na sua maior parte usada para o plantio de arroz.

Os solos com características de relevo, profundidade e propriedades físicas favoráveis ao desenvolvimento agrícola, são solos próprios para produção de culturas anuais, pastagens e reflorestamento. Suas principais limitações dizem respeito a fertilidade natural que é baixa, necessitando de calagens maciças, pois são solos muito ácidos. Também, requer adubação mineral, principalmente a fosfatada. Em cultivos racionais, requer práticas de controle à erosão, sendo indicado a formação de terraços. Nestas condições pode ser cultivado satisfatoriamente com a maioria das culturas regionais como, trigo, milho, soja, sorgo, e outras de menor expressão econômica.

#### 1.1.5 Recursos hídricos

O Município de Charqueadas está localizado na bacia hidrográfica do Rio Jacuí (Fig. 1). Em seu território encontram-se quatro arroios principais: o Arroio dos Ratos, o Arroio Passo do Leão, o Arroio Pesqueiro e o Arroio da Divisa. O Arroio Passo do Leão está localizado na divisa do Município com São Jerônimo a oeste, os Arroios da Divisa e Pesqueiro estão localizados na divisa do município com Arroio dos Ratos e Eldorado do Sul, respectivamente, no sentido Sul/Leste e o Arroio dos Ratos esta localizado na

porção central de Charqueadas e serve, nos dias de hoje, como divisor entre a área urbana na porção oeste e se estende até o limite com o Município de Arroio dos Ratos ao sul. (Fig. 1).

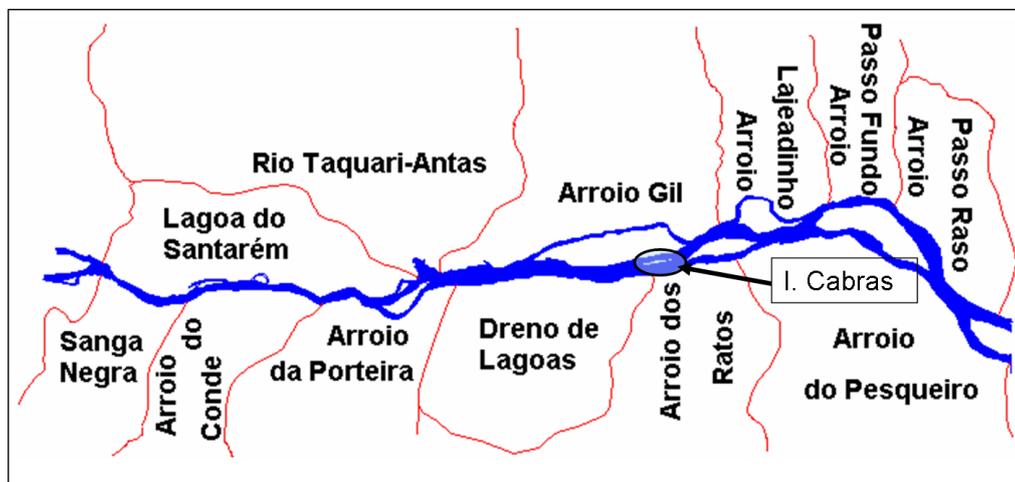


Figura 1. Bacias hidrográficas contribuintes do trecho Amarópolis Jusante. FONTE: SILVA, R. da & MORAES, A. de 2008.

#### 1.1.5.1 Bacia Hidrográfica do Baixo Jacuí

A região hidrográfica do Guaíba e as bacias que a compõe podem ser visualizadas na Figura 2. Toda a bacia do rio Jacuí está localizada nesta região hidrográfica, tem forma irregular, situando-se praticamente no Centro do Estado do Rio Grande do Sul, entre as latitudes de 28°10' e 30°45'S e as longitudes de 49°55' e 54°35'W. A bacia hidrográfica do Baixo Jacuí ocupa uma área de 15.249,25 km<sup>2</sup> e está localizada nas regiões da Depressão Central e Encosta Inferior do Nordeste. É delimitada ao norte pela Encosta da Serra Geral, no vale do Rio Pardo; ao sul com a Serra do Sudeste no divisor d'água com o Rio Camaquã; a leste com os divisores d'água dos Rios Caí, Sinos, Gravataí e Guaíba; a oeste com o divisor d'água do Rio Vacacaí. A maior parte desta bacia está localizada na Depressão Central, na planície do Baixo Jacuí, região onde predomina o cultivo do arroz. Grande parte da bacia tem características rurais. Os principais usos das águas são: abastecimento público, abastecimento das indústrias dos mais diversos ramos, diluição de esgotos domésticos e efluentes industriais, irrigação de lavouras de arroz, criação de gado, atividades de lazer e recreação.





## 1.1.6 Atmosfera e Clima

### 1.1.6.1 Precipitação pluviométrica

O Quadro 1 apresenta as médias anuais e as médias mensais de precipitação para os diferentes meses do ano, nos 15 anos analisados. Observa-se que o ritmo estacional caracteriza-se pela distribuição relativamente eqüitativa nos meses do ano, pois a altura média da precipitação varia entre 1.300 a 2.400mm. Essa distribuição eqüitativa está sujeita à variações, isto é, períodos de chuva ou de seca, extremamente irregulares, ao longo dos anos, e, é praticamente impossível prever a época ou o trimestre do ano em que as máximas ou as mínimas irão ocorrer, (NUNES & MACHADO, 2008)

#### QUADRO 1

Precipitações pluviométricas, média de 15 anos. FONTE: Nunes & Machado (2008).

Mês	Precipitação (mm)	
	Média anual	Média mensal
Janeiro	1.618,7	107,9
Fevereiro	1.614,5	107,6
Março	1.551,8	103,4
Abril	2.098,5	139,9
Maio	1.668,9	111,2
Junho	1.986,3	132,4
Julho	2.396,0	159,7
Agosto	1.384,5	92,3
Setembro	1.915,9	127,7
Outubro	2.261,8	150,7
Novembro	1.805,3	120,3
Dezembro	1.788,1	119,2

### 1.1.6.2 Ventos

Na área predominam ventos do quadrante sul e leste. Esses ventos são oriundos das altas pressões subtropicais, comuns nessa área, devido a fatores de posição geográfica. A análise da velocidade dos ventos no período indica um mínimo de 1,1 m/s (Junho de 1993) e um máximo de 5,8 m/s (Fevereiro de 1998). A velocidade média anual nesses 15 anos foi de 2,2 m/s. Os meses de setembro, outubro e novembro, época da primavera, apresentaram em quase todos os anos analisados os



ventos com maior velocidade, em geral, são superiores à média de 2,2 m/s, (Nunes & Machado, 2008).

A Empresa TRACTEBEL S/A localizada na margem direita do rio Jacuí, porto de Charqueadas monitora as condições meteorológicas e forneceu dados de velocidade e direção do vento horário dos anos de 2005, 2006 e 2007. Com base nestes dados foi feita uma análise mensal e sazonal das médias. Os Quadros 2, 3 e 4 a seguir mostram estas médias.

## QUADRO 2

Velocidade e direção do vento no Jacui/Charqueadas/Porto do ano de 2005.

FONTE: TRACTBEL, 2009.

	<b>Velocidade média</b>	<b>Direção predominante</b>	<b>Graus</b>	<b>velocidade</b>	<b>Direção predominante</b>
<b>Mês</b>	<b>m/s</b>	<b>Média/mensal</b>	<b>(°)</b>	<b>m/s</b>	<b>quadrante</b>
J	17,67	162,7	S-SSE	16,95	S
F	16,22	173,31	S-SSE		
M	17,29	169,32	S-SSE		
A	19,12	180,15	S	18,52	S
M	19,15	175,27	S-SSE		
J	18,83	173,53	S-SSE	17,99	S
J	16,86	198,52	S-SSW		
a	18,27	177,6	S-SSE		
s	14,45	187,89	S-SSW	16,01	S
o	16	179,63	S		
n	17,58	159,5	SSE-S		
d	16,68	170,1	S-SSE		

Em 2005 a média do vento foi de 17,34 m/s e a direção preferencial do quadrante SUL.



### QUADRO 3

Velocidade e direção do vento no Jacui/Charqueadas/Porto do ano de 2006.

FONTE: TRACTBEL, 2009.

Ano/2006	Velocidade média	Direção predominante	Graus	velocidade	Direção predominante
Mês	m/s	Média/mensal	(°)	m/s	quadrante
J	18,43	167,09	S-SSE	17,19	S
F	16,48	170,65	S-SSE		
M	17,31	158,39	SSE	17,12	SSW
A	17,99	208,26	SSW		
M	16,07	214,53	SSW		
J	19,62	175,4	S	18,10	SSW
J	17,16	199,92	SSW		
a	17,53	212,23	SSW		
s	16,21	193,87	S-SSW	14,21	S
o	1	1	-		
n	12,2	151,26	SSE		
d	18,04	159,9	SSE		

Em 2006 a média do vento foi de 15,67 m/s e a direção foi variável predominado do quadrante Sul desde SSW a SSE.

### QUADRO 4

Velocidade e direção do vento no Jacui/Charqueadas/Porto do ano de 2007.

FONTE: TRACTBEL, 2009.

Ano/2006	Velocidade média	Direção predominante	Graus	velocidade	Direção predominante
Mês	m/s	Média/mensal	(°)	m/s	quadrante
J	17,6	166,44	SSE	17,74	SSE
F	17,58	155,35	SSE		
M	19,13	176,73	S	18,56	S
A	19,03	171,51	S		
M	17,53	209,17	SSW		
J	17,61	205,71	SSW	16,22	SSW
J	17,17	214,77	SSW		
a	13,87	171,84	S		
s	16,3	127,67	SE	16,92	SE
o	16,79	133,59	SE		
n	17,68	148,23	SSE		
d	16,82	139,39	SE		

Em 2007 a média do vento foi de 17,25 m/s e a direção preferencial do quadrante SUL, predominando desde SSW a SSE.



Considerando a média mensal dos três anos a velocidade do vento variou entre 15,67 m/s e 17,34 m/s indicam vento força 8, definindo no mar vagalhões regulares de 6 a 7,5 m de altura e faixas com espuma branca e fraca arrebenção. Em terra este vento promove a quebra de galhos das árvores, sendo difícil andar contra o vento segundo dados relacionados no Quadro 5 (BEAUFORT, 1805). Portanto são valores bem superiores aos reportados por NUNES & MACHADO (2008).

### QUADRO 5

Níveis de velocidade do vento e aspecto do mar. FONTE: BEAUFORT (1805).

Força	m/seg	km/h	nós	Aspecto do mar	Influência em terra
0	0 - 0,5	0 - 1	0 - 1	Espelhado.	A fumaça sobe verticalmente.
1	0,6 - 1,7	2 - 6	2 - 3	Mar encrespado com pequenas rugas, com a aparência de escamas.	A direção da aragem é indicada pela fumaça, mas a grimpá ainda não reage.
2	1,8 - 3,3	7 - 12	4 - 6	Ligeiras ondulações de 30 cm (1 pé), com cristas, mas sem arrebenção.	Sente-se o vento no rosto, movem-se as folhas das árvores e a grimpá começa a funcionar
3	3,4 - 5,2	13 - 18	7 - 10	Grandes ondulações de 60 cm com princípio de arrebenção. Alguns "carneiros".	As folhas das árvores se agitam e as bandeiras se desfraldam.
4	5,3 - 7,4	19 - 26	11 - 16	Pequenas vagas, mais longas de 1,5 m, com frequentes "carneiros".	Poeira e pequenos papéis soltos são levantados. Movem-se os galhos das árvores.
5	7,5 - 9,8	27 - 35	17 - 21	Vagas moderadas de forma longa e uns 2,4 m. Muitos "carneiros". Possibilidade de alguns borrifos.	Movem-se as pequenas árvores. Nos a água começa a ondular.
6	9,9 - 12,4	36 - 44	22 - 27	Grandes vagas de até 3,6 m. Muitas cristas brancas. Probabilidade de borrifos.	Assobios na fiação aérea. Movem-se os maiores galhos das árvores. Guarda-chuva usado com dificuldade.
7	12,5 - 15,2	45 - 54	28 - 33	Mar grosso. Vagas de até 4,8 m de altura. Espuma branca de arrebenção; o vento arranca laivos de espuma.	Movem-se as grandes árvores. É difícil andar contra o vento.
8	15,3 - 18,2	55 - 65	34 - 40	Vagalhões regulares de 6 a 7,5 m de altura. Faixas com espuma branca e fraca arrebenção.	Quebram-se os galhos das árvores. É difícil andar contra o vento.
9	18,3 - 21,5	66 - 77	41 - 47	Vagalhões de 7,5 m	Danos nas partes salientes



				com faixas de espuma densa. O mar rola. O borrico começa a afetar a visibilidade.	das árvores. Impossível andar contra o vento.
10	21,6 - 25,1	78 - 90	48 - 55	Grandes vagalhões de 9 a 12 m. O vento arranca as faixas de espuma; a superfície do mar fica toda branca. A visibilidade é afetada. vagalhões excepcionalmente grandes, de até 13,5 m. a visibilidade é muito afetada. Navios de tamanho médio somem no cavado das ondas. Mar todo de espuma. Espuma e respingos saturam o ar. A visibilidade é seriamente afetada.	Arranca árvores e causa danos na estrutura dos prédios.
11	26,2 - 29	91 - 104	56 - 65		Muito raramente observado em terra.
12	30 - ...	105 - ...	66 - ...		Grandes estragos.

Legenda: vento **fraco**, **moderado** e **forte**

A direção preferencial nestes três anos (2005, 2006, 2007) é do quadrante SUL desde SSW a SSE, os quais coincidem com o curso do rio, causando ondulações e sua principal ocorrência registrada principalmente na parte da tarde. A posição da direção preferencial do vento pode ser observada na Figura 4, que mostra a ROSA dos Ventos sobre uma imagem do CBERS 2B, CCD banda 4 (IV), capturada em 13/04/2009, Outono.

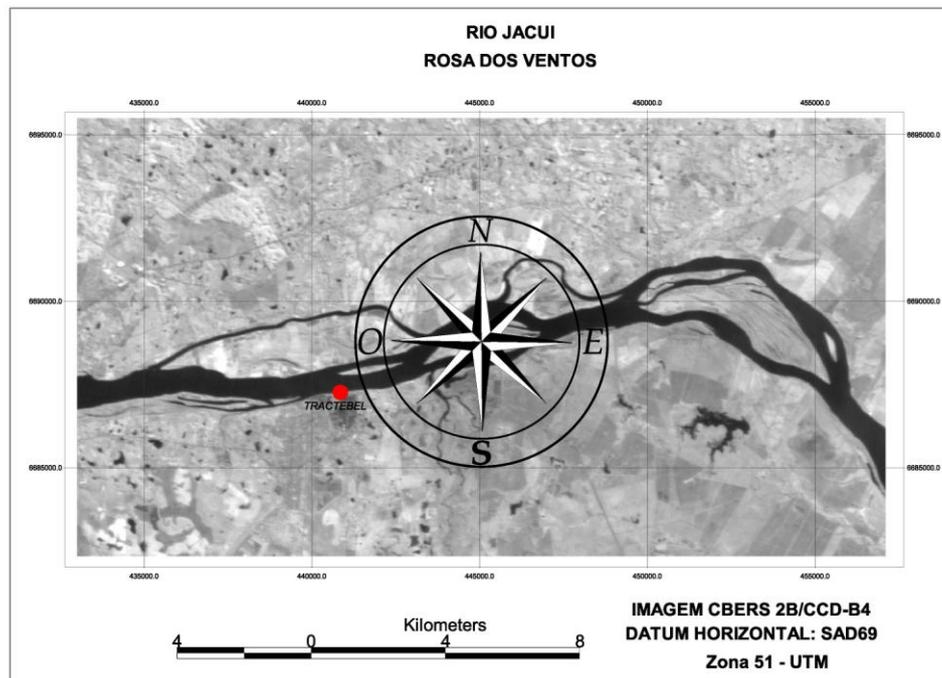


Figura 4. Rosa dos ventos posicionada sobre a área de estudo. O ponto vermelho indica o local aproximado da estação meteorológica da TRACTEBEL.

## 2 GEODINAMICA EXTERNA

A ação de fenômenos de Geodinâmica externa intervém direta ou indiretamente na geomorfologia do rio. Os fatores podem ser Estáticos e Dinâmicos.

- Os fatores Estáticos, estão associados a topografia do terreno, litologia (solos e rochas) e hidrometeorológicos.
- Os fatores Dinâmicos estão relacionados com a precipitação fluvial, cuja ação contribuem para a instabilidade das massas de solos e/ou rochas.

Com relação à Dinâmica Externa distinguem-se os seguintes tipos:

1. Erosão fluvial – que afeta diretamente as margens as quais estão relacionados com as flutuações do nível do rio, com as enchentes e vazantes que produzem os taludes, com o tipo de materiais constituintes, com a saturação do solo, na

- diminuição do nível da água, na perda de coesão e, nos deslizamentos e/ou solapamento das margens;
2. Erosão e deslizamento – são a movimentação de massas de solos por efeito de erosão da margem e podem ocorrer com diferentes dimensões. Estes fenômenos são problemas para a navegação, principalmente para embarcações menores, porque estes movimentos arrastam consigo grandes volumes de solos e árvores, ocasionando redemoinhos.
  3. Inundações – as fortes precipitações que ocorrem na área nos períodos de Inverno e Primavera, que aumentam consideravelmente a vazante do rio e seus tributários, inundando as planícies e terraços baixos.

O processo de desenvolvimento e/ou evolução das margens estão também relacionados com sua forma e consistência dos materiais ou rochas que os constituem. É obvio, que em afloramentos duros ou rochosos e/ou solos de boa consistência, vai haver retardamento do avanço erosivo. Por outro lado, materiais de baixa consistência são suscetíveis ao avanço devido a esses efeitos. O fluxograma da Figura 5 a seguir resume as principais condições que dependem a estabilidade dos Taludes e a sua classificação.

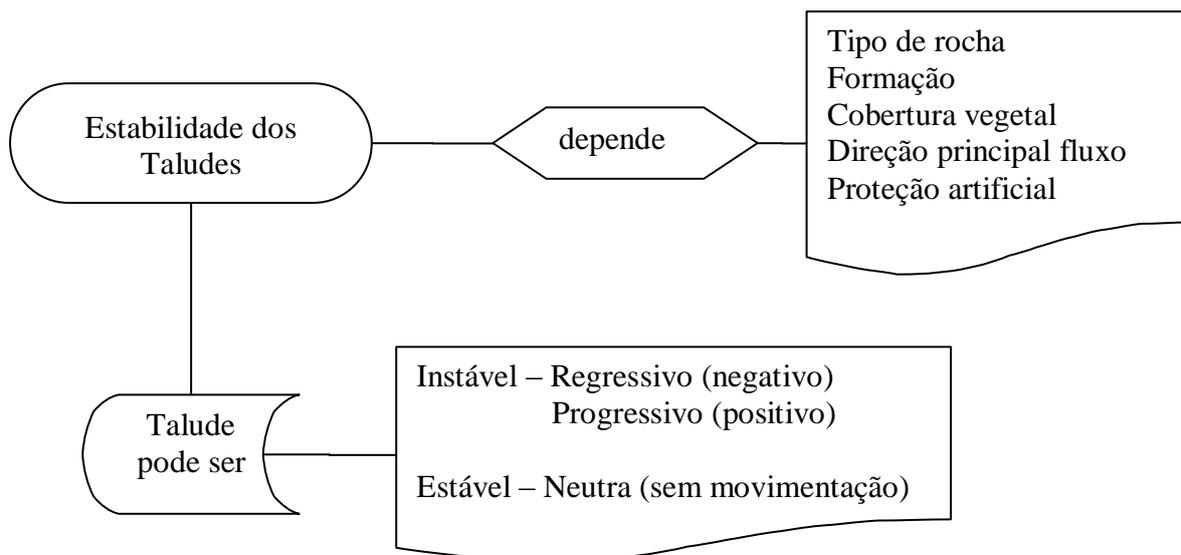


Figura 5. Dependência da estabilidade dos taludes e classificação.



Tendo por base a classificação acima (Fig. 5), a estabilidade dos taludes bem como a morfologia das margens na área em estudo, foi classificado levando em conta os aspectos externos que de certa forma atuam ao longo do tempo para sua estabilidade e formação. O tipo de Talude Instável Progressivo Positivo onde existe deposição de material não é identificado na área. Dentre outros aspectos os principais são:

1. Locais com ausência total da vegetação ou mata ciliar;
2. Agricultura intensiva mecanizada próxima ou no limite do talude;
3. Morfologia vertical do talude;
4. Depósitos recentes (coluviões e aluviões), sedimentos areno-siltico-argilosos;
5. Eventos de cheia e extravasamento do rio com aumento considerável na vazante.
6. outros

Com base nesses itens e considerando as principais características locais, a instabilidade das margens e em particular dos Taludes, na área em estudo, pode ser resumida como mostrado no Quadro 6.

### Quadro 6

Estabilidade e aspectos ambientais externos que influem na morfologia das margens e tipo de talude.

Índice	Local	Talude tipo	Proteção e ação de fatores externos	Instabilidade	Progressão
MC2 (Fig. 7)	Início da área até I. Dna Antonia	Médio	Existência de Cobertura vegetal natural ciliar, ação direta do fluxo em períodos de cheia	Moderadamente erosiva	Regressão (negativo)
An1 (Fig. 7)	I. Dna Antonia	Baixo	Existência de Cobertura vegetal natural, ação direta do fluxo em períodos de cheia	Altamente erosiva	Regressão (negativo)
MC3 (Fig. 7)	Porto Charqueadas até boca rio Arroio dos Ratos	Alto	Rochas, cais, vegetação ciliar natural e artificial	Estável	Neutro
MC3 (Fig. 8)	Foz rio Arroio dos Ratos	Médio	Existência de cobertura vegetal	Estável	Neutro



	até I. do Araújo		ciliar natural e artificial		
MC2 (Fig. 9)	Início I. do Araújo	médio	Cobertura vegetal marginal	Moderadamente erosiva	Regressão (negativa)
MC3 (Fig. 9)	Charqueadas	médio	Cobertura vegetal ciliar	Estável	Neutra
MC2 (Fig. 9)	Charqueadas	Médio	Sem cobertura vegetal ciliar; uso agrícola mecanizado intenso; pastagem	Instável = Moderadamente erosiva	Regressão (negativa)
MC1 (Fig. 9)	Quase final da área a jusante	Alto	Vegetação natural ciliar, uso agrícola mecanizado intenso	Instável = Altamente erosiva	Regressão (negativa)
MC2 (Fig. 9)	Final da área para jusante	Médio	Ausência de cobertura vegetal ciliar, uso intenso do solo, ação direta do fluxo em períodos de cheia	Instável = moderadamente erosiva	Regressão (negativo)
P3 (Fig. 7)	Ilha da Paciência, início da área para montante	Alto	Cobertura vegetal ciliar, uso agrícola mecanizado intenso	Estável	Neutra
P1 (Fig. 7)	Ilha Paciência	Alto	Sem cobertura vegetal ciliar; uso agrícola mecanizado intenso; ação intensa do fluxo em períodos de cheia	Instável = altamente erosiva	Regressão (Negativa)
P2 (Fig. 7)	Ilha da Paciência	Alto	Com cobertura vegetal ciliar; uso agrícola mecanizado	Instável = Moderadamente erosiva	Regressão (Negativa)
P1 (Fig. 7)	Ilha da Paciência	Alto	Com cobertura vegetal ciliar; ação forte de correntes em período de cheia; uso intenso agrícola mecanizado; pastagem	Instável = altamente erosiva	Regressão (Negativa)
P2 (Fig. 7)	Ilha da Paciência	Alto		Instável = Moderadamente erosiva	Regressão (Negativa)
Cb1 (Fig. 7)	Ilha das Cabras	Alto	Pouca cobertura vegetal ciliar; uso agrícola intenso. Ação forte de correntes em períodos de cheia; proteção antrópica	Instável = Altamente erosiva	Regressão (negativa)
Cb2 (Fig. 7)	Ilha das Cabras	Baixo	Pouca cobertura vegetal ciliar; uso agrícola intenso. Ação moderada de correntes em períodos de cheia; proteção antrópica	Instável = Moderadamente erosiva	Regressão (Negativa)
Cb3	Ilha das	Alto a	Cobertura vegetal	Estável	Neutra



(Fig. 7)	Cabras	médio	ciliar; uso agrícola mecanizado; pastagem		
Cb1 (Fig. 7)	Ilha das Cabras	Médio	Cobertura vegetal natural ciliar e interior; ação de correntes em períodos de cheia	Instável = Altamente erosiva	Regressão
MT2 (Fig. 8)	Município de Triunfo	Alto	Pouca ou nenhuma cobertura vegetal ciliar; uso agrícola mecanizada intensa; pastagem	Instável = Moderadamente erosiva	Regressão
MT1 (Fig. 8)	Município de Triunfo	Alto	Sem cobertura vegetal ciliar; uso intenso agrícola e pastagem; intensa ação de correntes em períodos de cheia.	Instável = Altamente erosiva	Regressão
MT3 (Fig. 8)	Município de Triunfo	Baixo	Pouca cobertura vegetal ciliar; uso agrícola	Estável	Neutra
F1 (Fig. 8)	Ilha do Fanfa	Alto	Sem cobertura vegetal ciliar; uso intenso agrícola; pastagem; intensa ação de correntes em períodos de cheia.	Instável = Altamente erosiva	Regressão
F3 (Fig. 8)	Ilha do Fanfa	Médio	Pouca cobertura vegetal ciliar; intenso uso agrícola; pastagem; pouca ação de correntes	Estável	Neutra
F2 (Fig. 8)	Ilha do Fanfa	Alto	Pouca cobertura vegetal ciliar; intenso uso agrícola; pastagem; ação de correntes moderada em períodos de cheia.	Instável = moderadamente erosiva	Regressão
D1 (Fig. 7)	Ilha do Dorneles	Alto	Pouca cobertura vegetal ciliar; pastagem; ação direta do fluxo de correntes em períodos de cheia.	Instável = altamente erosiva	Regressão
D3 (Fig. 8)	Ilha do Dorneles	Alto	Ocorrência de mata nativa ciliar e interior	Estável	Neutra
D3 (Fig. 8)	Ilha do Dorneles	Médio	Ocorrência de mata nativa ciliar e interior	Estável	Neutra
Ca1 (Fig. 9)	Ilha do Carioca 1	Alto	Ausência de mata nativa ciliar; uso agrícola; pastagem; ação direta do fluxo de correntes em períodos de cheia.	Instável = Altamente erosiva	Regressão
Ca3 (Fig. 9)	Ilha do Carioca 1	Alto	Ocorrência de pouca mata nativa ciliar; uso agrícola intensa;	Estável	Neutra



			pastagem.		
Ca1 (Fig. 9)	Ilha do Carioca 2	Alto	Ocorrência de mata nativa ciliar e interior; ação direta do fluxo de correntes em períodos de cheia.	Instável = altamente erosiva	Regressão
Ca2 (Fig. 9)	Ilha do Carioca 2	Alto	Ocorrência de mata nativa ciliar e interior; ação moderada do fluxo de correntes em períodos de cheia	Instável = moderadamente erosiva	Regressão
Ca3 (Fig. 9)	Ilha do Carioca 2	Alto	Ocorrência de mata nativa ciliar e interior.	Estável	Neutra
A1 (Fig. 9)	Ilha do Araújo	Alto	Ausência de vegetação ciliar; pastagem; ação direta de correntes em períodos de cheia.	Instável = altamente erosiva	regressão
A2 (Fig. 9)	Ilha do Araújo	Alto	Cobertura vegetal natural ciliar; uso agrícola; pastagem	Instável = moderadamente erosiva	Regressão
A1 (Fig. 9)	Ilha do Araújo	Alto a médio	Pouca ou nenhuma cobertura vegetal natural ciliar; uso agrícola intensa; ação de correntes em períodos de cheia	Instável = altamente erosiva	Regressão
A2 (Fig. 9)	Ilha do Araújo	Alto a médio	Cobertura vegetal natural ciliar e interior	Instável = moderadamente erosiva	Regressão
A1 (Fig. 9)	Ilha do Araújo	Alto	Pouca cobertura vegetal natural ciliar; pastagem; ação de vento quadrante sul com formação de ondas; ação de correntes em períodos de cheia.	Instável = altamente erosiva	Regressão
A3 (Fig. 9)	Ilha do Araújo	Alto	Pouca cobertura vegetal natural ciliar; uso agrícola intensa; pastagem.	Estável	Neutra
Am3 (Fig. 9)	Ilha do Amarelo	Alto	Cobertura vegetal natural ciliar; uso agrícola; pastagem	Estável	Neutra

Notas: A = Araújo; Am = Amarelo; Ca1 = Carioca 1; Ca2 = Carioca 2; Cb = Cabras; Na = Antonia; P = Paciência; F = Fanfa; D = Dorneles; MC = Município de Charqueadas; MT = Município de Triunfo. (1) – altamente instável; (2) moderadamente instável; (3) Estável neutra.

A região a montante da área é mostrada na Figura 6, onde identificamos as principais áreas relacionadas com a estabilidade das margens, considerando aspectos da proteção da mesma e relacionada com a morfologia da linha de costa ou margem

do rio; presença ou ausência da vegetação natural; uso intenso do solo através de agricultura mecanizada e pastagens; locais com proteção natural com a ocorrência de solos resistentes e áreas com estruturas artificiais e nos períodos de enchente com a subida e no aumento considerável na vazante e direção preferencial do fluxo.

Neste sentido consideramos: 1) - Margem instável (altamente erosiva); 2) margem instável (moderadamente erosiva) e 3) – Margem estável (neutra).

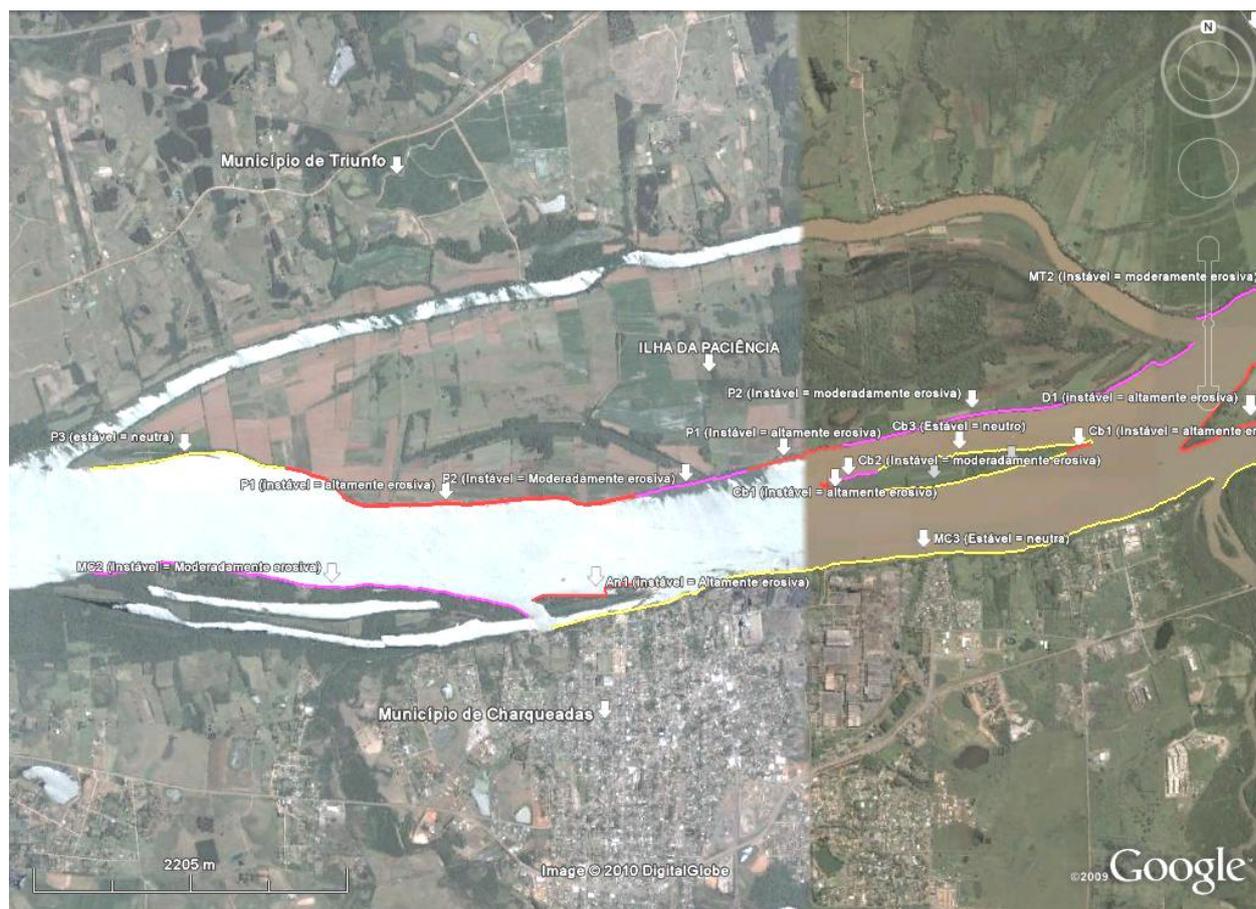


Figura 6. Aspectos de diferentes margens e taludes da região de acordo com a classificação adotada, respectivamente da Ilha da Paciência (P) e da Ilha das Cabras (Cb).

As fotos da Figura 7 representam áreas onde existem processos erosivos intensos, moderados e sem erosão ou neutra. Processos erosivos intensos ocorrem principalmente na margem esquerda da Ilha da Paciência e no pontal a montante e na extremidade leste da Ilha das Cabras, onde a ação das correntes é o principal fator de erosão local. As placas colocadas como proteção da extremidade oeste da ilha das

Cabras, tem sido degradada em função da alta dinâmica em períodos de cheia, desestabilizando outras áreas pela refração da corrente em direção a Ilha da Paciência e para jusante após esta estrutura na Ilha das Cabras.



Figura 7. Morfologia de diferentes margens e taludes da região de acordo com a classificação adotada, respectivamente nas Ilhas da Paciência (P) e das Cabras (Cb). (Veja mapa Fig. 6)

A Figura 8 mostra a região da Ilha das Cabras mostrando o perfil de velocidade da corrente (ADCP) com 90 cm/s e sua ação na parte a montante da ilha protegida por placas de cimento sob intenso processo erosivo.

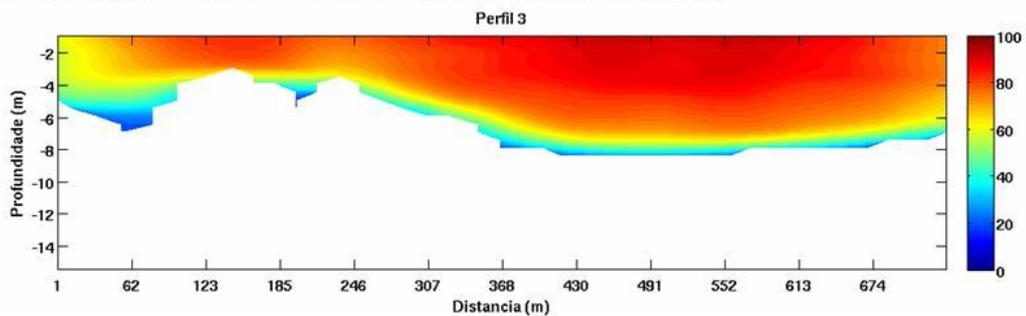


Figura 8. Região da Ilha das Cabras com o perfil de velocidade da corrente (ADCP) e sua ação na parte a montante da ilha protegida por placas de cimento sob intenso processo erosivo.

As fotos da Figura 9 representam a morfologia da costa áreas o e taludes da margem esquerda do rio Jacuí desde o início da área à montante de acordo com a classificação adotada, respectivamente do município de Charqueadas (MC) e Ilha Dona Antonia (An), (mapas Fig. 6, 10 e 12), onde processos erosivos são moderados, sem erosão ou neutra.



MC2 (moderadamente erosiva)



MC2 (moderadamente erosiva)



An1 (instável = altamente erosiva)



MC3 (estável = neutra)



MC3 (estável = neutra)



MC1 (instável = altamente erosiva)

Figura 9. Morfologia da linha de costa e taludes da margem esquerda do rio Jacui desde o início da área à montante de acordo com a classificação adotada, respectivamente do município de Charqueadas (MC) e Ilha Dona Antonia (An), (mapas Fig. 6, 10 e 12).

Uma técnica que pode auxiliar na definição da morfologia do fundo, da margem e o limite do talude, é o emprego das imagens de Sonar de Varredura Lateral (SVL), como mostrado na Figura 11. A morfologia do fundo e da margem numa região altamente erosiva que ocorre na Ilha do Fanfa (F1) e outra com moderado processo erosivo é mostrado nesta Figura 11.

Na margem instável em processo altamente erosivo medidas de corrente com o Perfilador Doppler-Acústico de Corrente (ADCP) registraram 90 cm/s e sua ação é observada no fundo e na margem que está desprovida de mata ciliar. Na área de erosão moderada apesar da velocidade da corrente ser superior, da ordem de 200

cm/s a existência de mata ciliar torna a área menos sensível a processos erosivos. Na margem direita do rio a extensa cobertura vegetal favorece a estabilidade da margem apesar de encontrarmos a maior velocidade de corrente (200 cm/s).

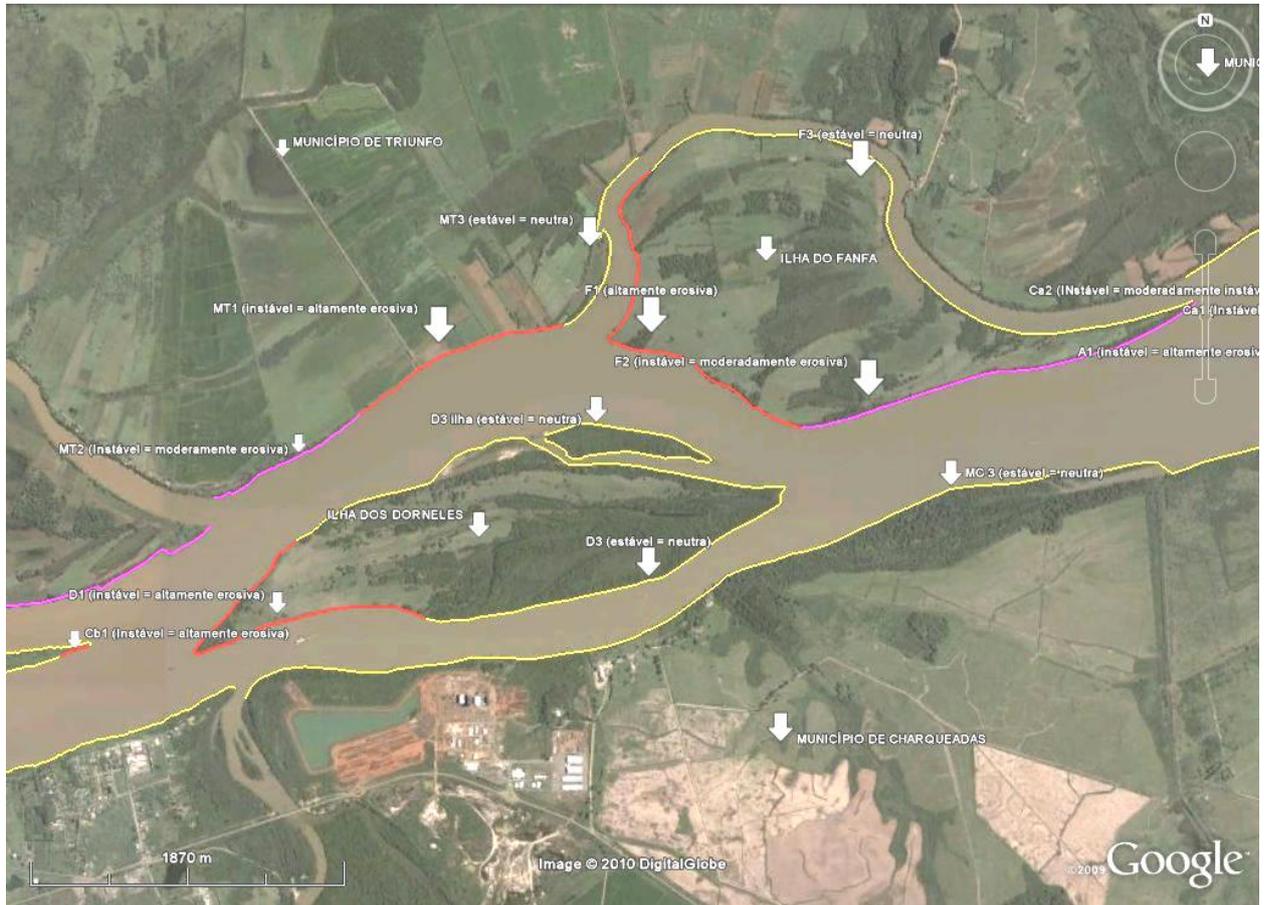


Figura 10. Região média da área de estudo, com a classificação de estabilidade das margens.

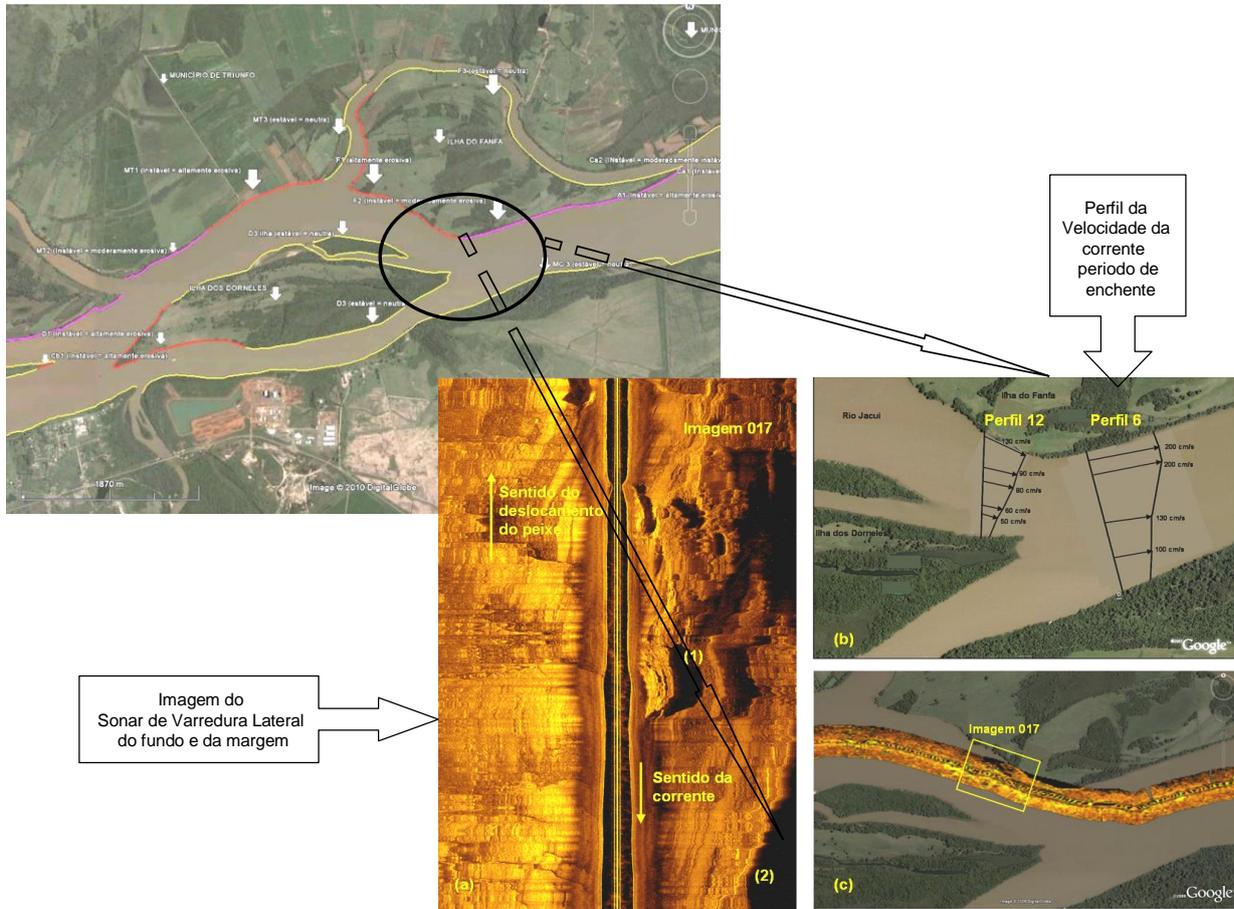


Figura 11. Aspecto do fundo e detalhes da morfologia da margem e velocidade da corrente em período de enchente em 27/10/2007.

A Figura 12 corresponde a região mais a jusante da área de estudo e onde encontramos os mesmos processos descritos anteriormente.

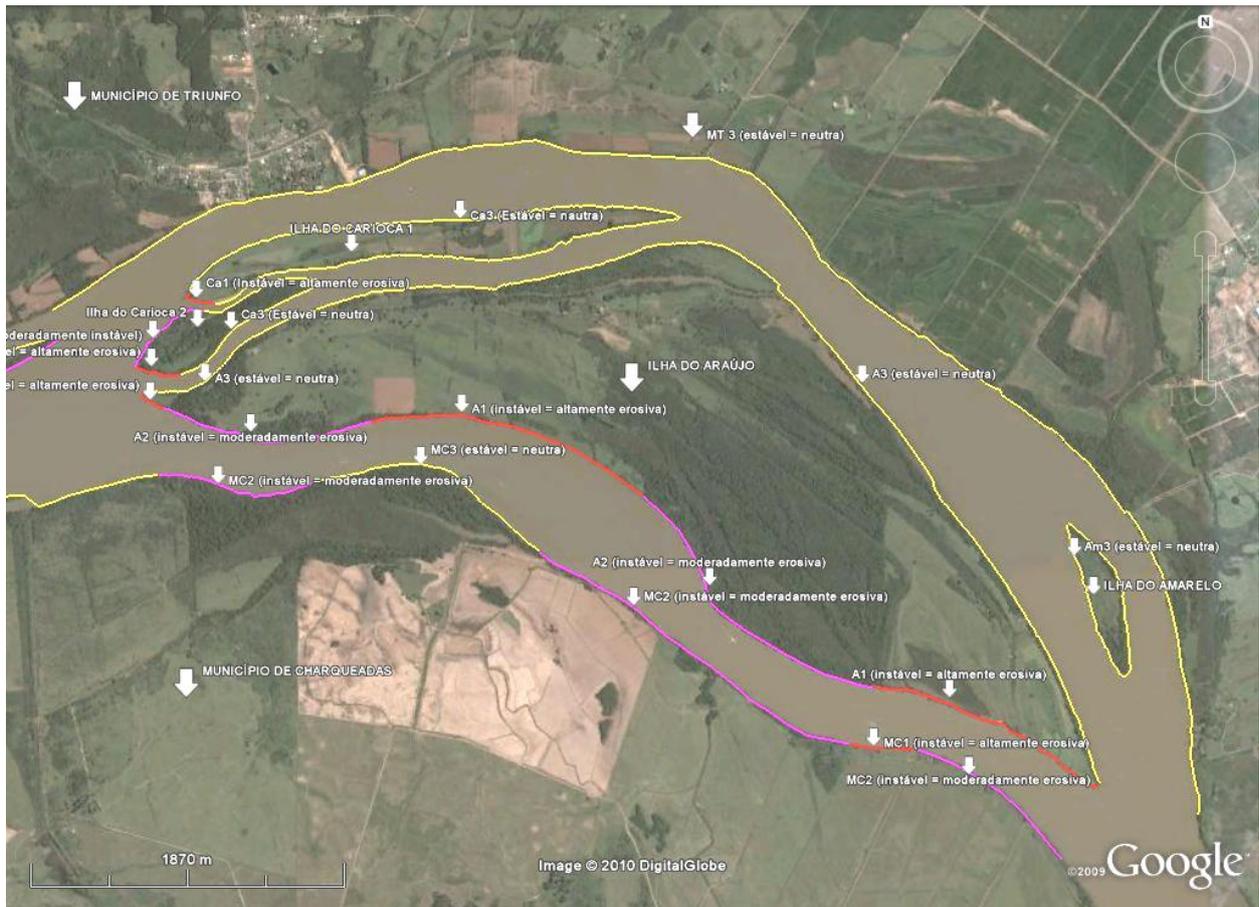


Figura 12. Região final da área de estudo, com a classificação de estabilidade das margens.

Aspectos das margens e dos taludes nesta região podem ser visualizados nas fotos das Figuras 13 e 14.



D1 (instável = altamente erosiva)



D1 (instável = altamente erosiva)



D3 (estável = neutra)



MT1 (instável = altamente erosiva)



A1 (instável = altamente erosiva)



A1 (Instável = altamente erosiva)

Figura 13. Aspectos de diferentes margens e taludes da região de acordo com a classificação adotada, respectivamente da Ilha do Dorneles (D), no município de Triunfo (MT) e da Ilha do Araújo (A).



A1 (instável = altamente erosiva)

F1 (instável = altamente erosiva)

Figura 14. Aspectos de diferentes margens e taludes da região de acordo com a classificação adotada, respectivamente da Ilha do Araújo (A), da Ilha do Fanfa (F). (mapas Fig. 10 e 12).

### 3 DINÂMICA DO RIO E PROCESSOS ASSOCIADOS

De forma geral a dinâmica do rio e processos associados, a areia e o cascalho, misturados em proporções variadas, concentram-se predominantemente nas partes internas das curvas dos rios. Ali, acumulam-se os sedimentos trazidos pelas águas durante as cheias, formando o que se denomina de sedimentos de “barras de pontal”. No lado oposto, na parte **convexa** da curva, processa-se normalmente o contrário, os sedimentos são **removidos pelo fluxo hídrico e a margem desgasta-se por erosão**, FENSTERSEIFER (2008).

Os rios, quando alcançam áreas planas, iniciam um processo natural de formação de meandros, isto é, o canal desloca-se progressivamente para os lados. Em algumas situações tais deslocamentos laterais são tão acentuados que o rio abandona seu canal e escava outro, novo. Um exemplo desse processo pode ser visto na Ilha da Paciência, (Fig. 15).

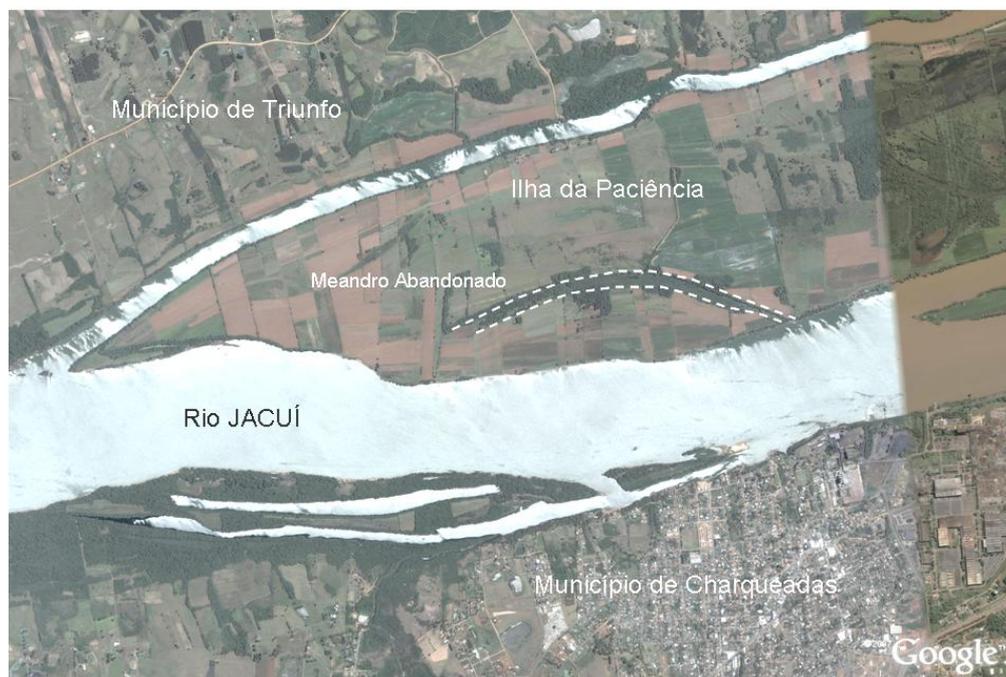


Figura 15. Meandro abandonado sobre a Ilha da Paciência, rio Jacuí. FONTE: Google earth, 2009.

Segundo FENSTERSEIFER (1998) esse procedimento meandrante dos rios é uma característica física natural e já aconteceu inúmeras vezes, ao longo da história evolutiva dos rios Taquari e Jacuí, muito antes da chegada do homem a esta região. Essa dinâmica fluvial está atualmente em curso em vários pontos do Rio Taquari e também do Jacuí. Logo após períodos de cheias é comum registrar deslizamentos e erosões das margens, especialmente onde se localizam meandros (curvas) do rio.

Com relação à Mata ciliar, FENSTERSEIFER (op. cit) comenta que nesses pontos, o fluxo hidrodinâmico não respeita a presença de árvores e a própria força da natureza encarrega-se de dizimar segmentos da mata ciliar, sem que haja a ação humana. Dependendo das características ou seqüência das camadas de sedimentos que formam as paredes da margem e a intensidade do fluxo hídrico, a velocidade do meandramento é muito rápida, culminando com a erosão de importantes parcelas de margens e das várzeas próximas, ocupadas por mata ciliar, por culturas, ou mesmo por obras.

Isso vale nas tentativas de recuperação da mata ciliar ou ripária quando feita sem essa avaliação prévia. Muitas mudas já terão sido destruídas pelo solapamento das margens antes de chegar à sua plenitude e cumprir o papel que lhes foi designado, isto é, o de estacionar um processo erosivo em andamento.

Tal procedimento foi realizado nas margens do rio Jacuí, Ilha da Paciência, com o plantio de mudas de árvores nativas na base do barranco (falésia), para minimizar a perda da vegetação marginal, feito pela empresa SOMAR (Fig. 16).



Figura 16. Foto da base do talude da margem esquerda do rio Jacuí (I. da Paciência) mostrando duas mudas de mata nativa plantadas pela SOMAR para recuperação da mata ciliar.

Essa recuperação da mata ciliar ao longo de arroios ou rios deve ser feita mediante uma avaliação do comportamento do curso e do fluxo hídrico local e dos processos de migração lateral. Na maioria dos casos o empreendimento e o investimento feitos, geralmente não surtiram o efeito desejado (FENSTERSEIFER, 2008),

Com certeza a presença de uma mata ciliar pode auxiliar, por meio das suas raízes, a manutenção das margens, particularmente onde o rio tem um percurso mais retilíneo. No entanto, a sinuosidade ou meandramento, a composição da margem (argilosa ou rochosa), a forma da calha, as características de fundo e a intensidade do fluxo (cheias) são as principais condições que definem a estabilidade ou instabilidade da margem.



Com relação ao fluxo dos rios, FENSTERSEIFER (op cit.) afirma que a “própria extração de areia e cascalho de rios, por mineradoras, pode constituir um processo e uma ferramenta para redirecionar o fluxo hídrico de certos trechos de rios, onde se manifestam os problemas geotécnicos mencionados”. Por que não determinar às mineradoras, como medida ambiental compensatória, que zelem pela estabilização de certos trechos específicos dos rios em vez de exigir o plantio indiscriminado de mudas numa área qualquer? Assim procedendo, pode-se harmonizar a mineração, geralmente agressiva ao ambiente, com a necessidade de matéria-prima, e corrigir ou mitigar eventuais danos que a natureza também, às vezes, inflige ao homem.

### **3.1 Manutenção das áreas ribeirinhas e ilhas fluviais**

A manutenção das áreas ribeirinhas e das ilhas fluviais é de vital importância tanto para a diversidade biológica das florestas ripárias, quanto para inúmeras espécies de peixes que fazem uso das zonas de ecótonos entre o rio e as ilhas para local de reprodução ou para o desenvolvimento de seus alevinos, assim como uma série de outras espécies que estão nas camadas inferiores do sistema trófico.

Na região foco uma Lei específica Municipal Regulamenta como área de preservação Municipal a *Ilha Dona Antônia*, conhecida como “Areal”. Ela representa ecologicamente bem este tipo de ecossistema, que, no entanto ainda necessita de atenção especial, estando inteiramente desprovido de um sistema eficiente para o controle do acesso, uso dos recursos naturais, e extração de areia nas suas proximidades.

O local é muito usado (Fig. 17), nos períodos de veraneio, como balneário pelos munícipes, que de modo geral também contribuem para a degradação local, visto que sempre é deixada uma quantidade significativa de resíduos, além de uma certa depredação pelo uso de recursos naturais (Nunes & Machado, 2008).

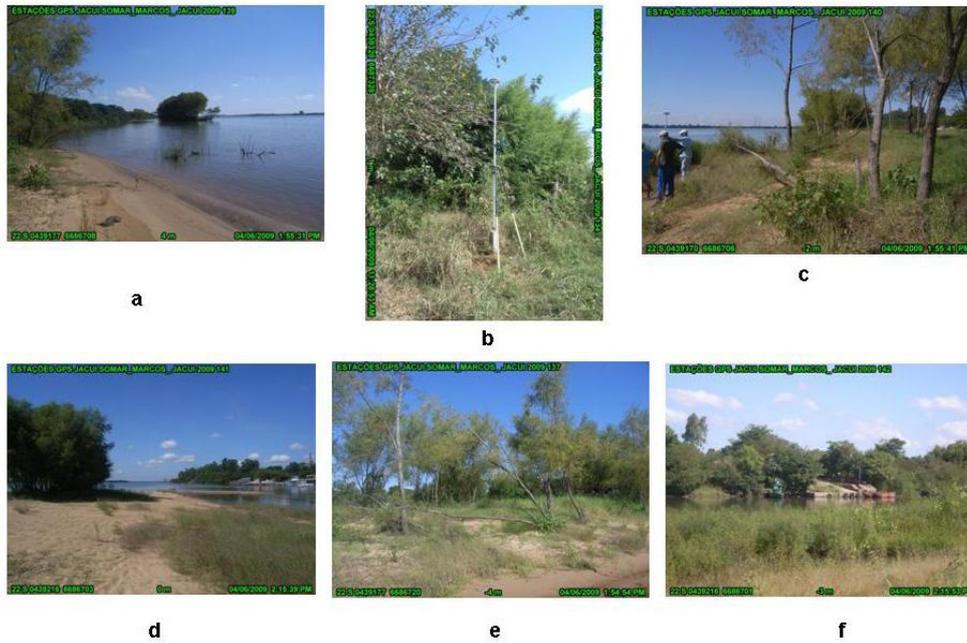


Figura 17. Ilha Dna Antonia. Fotos obtidas em março de 2009, em período normal com nível do rio em 1,0 m.

Esta mesma área é mostrada nas fotos obtidas no dia 26 de setembro de 2009, após a enchente quando a cota máxima atingiu 6,4 m, no caso o nível da água estava em 2,20 m, (Fig. 18).

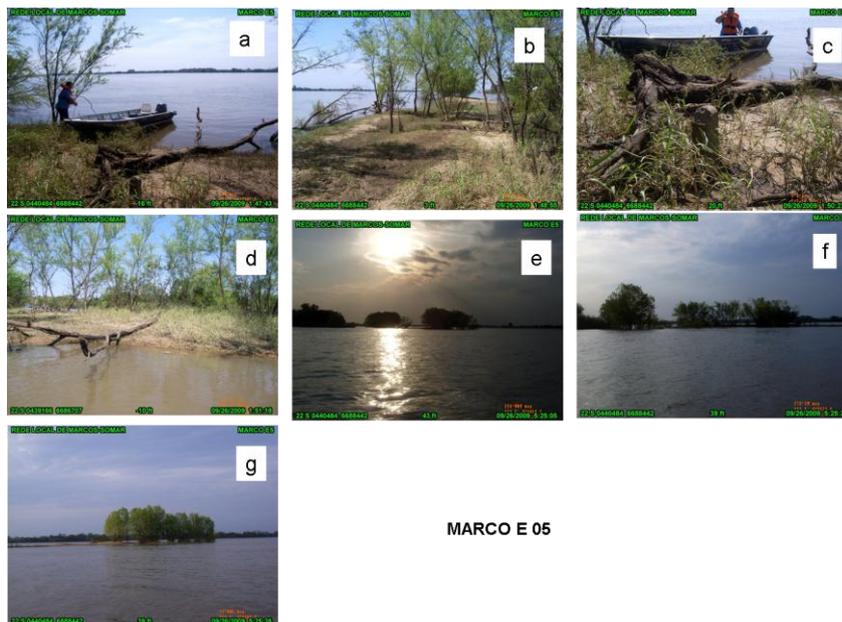


Figura 18. Ilha Dna Antonia em 26 de setembro 2009 com nível do rio em 2,20 m.



Sobre a Legislação das margens dos rios a “*resolução 302 e 303 do CONAMA, considera que a faixa marginal de 100 metros são consideradas áreas de preservação permanente para cursos d’água com 50 a 200 metros de largura*”. No caso da região do baixo rio Jacuí esta legislação deve ser aplicada, entretanto se constata que a legislação não é considerada em parte de sua área.

#### **4. AMBIENTES TECTOGENICOS**

As primeiras pesquisas em temas geológicos que tem o homem como agente geológico foi desenvolvida no Brasil durante a década de 1990. Essa abordagem considera que aos agentes geológicos naturais (vento, gelo, água, etc.) podem ser associados os novos ambientes criados pelo homem, os ambientes Tectogênicos, que compreendem os ambientes transformados pela agricultura, urbanização, **mineração** e as mais diversas obras, como estradas, **barragens e reservatórios**, portos, etc.

Podemos dizer que a ação geológica do homem, ocorre pela comparação entre os processos naturais e os processos antrópicos na transformação da terra. Uma questão importante é o tempo geológico. Apesar do período de existência do homem sobre a terra ser insignificante em relação à história geológica, o determinante é a sua relação com os **processos contemporâneos**. Neste sentido, a intensidade dos processos contemporâneos é muito superior aos equivalentes naturais. Estudos sobre a transformação da terra pelo homem tem sido objeto de pesquisas em todo o mundo (SOUZA, et. al., 2005).

O Tectógeno gerou uma série de Geoindicadores que são as medidas (magnitudes, frequências, taxas, tendências, etc.) de processos ou fenômenos geológicos que ocorrem na superfície da Terra, sujeitos há alterações significativas para a avaliação e compreensão das mudanças ambientais em períodos de 100 anos ou menos. Alguns exemplos de Geoindicadores são mostrados no Quadro 7.



### QUADRO 7

Exemplo de geoindicadores: influencias naturais x influencias humanas  
(FONTE: Berger, 1996. IN: Souza et al, 2005).

Geoindicador	Influencia	
	Natural	Humana
Nível relativo do mar	#	+
Qualidade da água superficial	#	#
Nível da água subterrânea	+	#
Qualidade da água subterrânea	+	#
Morfologia dos canais fluviais	#	#
Colapso das vertentes (escorregamentos)	#	#
Erosão de solos e sedimentos	#	#
Acumulação de carga de sedimento nos rios	#	#

Nota: # = muito influenciado; + = pode ser influenciado

## 5. CAUSAS DE INSTABILIDADE DAS MARGENS

A estabilidade das margens passa necessariamente pelo conhecimento dos fatores que afetam sua estabilidade tais como: causas, tipos de erosões, desbarrancamento, etc.

Estas causas são classificadas como:

- 1 – ação fluvial, devido ao escoamento
- 2 – instabilidade geotécnica, resultados da saturação e infiltração de água.

As causas da instabilidade devido à ação do escoamento dividem-se em:

### a) - Ação erosiva das correntes

Neste caso se consideram as forças erosivas críticas sobre o material constituinte do leito e das margens. Se a força erosiva atuante for superior à força erosiva crítica ou limite do material, ocorrerá à erosão. O recuo da margem ocorre quando à erosão do pé do talude, provocando o solapamento dos mesmos, (Fig. 19).



MARCO E 02

Figura 19. Seqüência de fotos georreferenciadas da margem esquerda do rio Jacuí, Ilha da Paciência, (26/09/2009) onde se constata o solapamento da margem (d, e, f).  
FONTE: HARTMANN, 2009.

### b) - Ação das ondas



A onda causa erosão pelo seu movimento contra as margens e podem ocorrer devido à diferentes agentes como: o vento, embarcações ou a operação de estruturas hidráulicas do tipo comportas, usina hidrelétrica e estações elevatórias.

### **c) - Irregularidades localizadas no escoamento**

Neste caso a presença de extremidades de espigões, pilares de pontes, afloramentos rochosos e outros, podem gerar turbilhões na corrente líquida que causam o solapamento da parte inferior das margens.

A causa da EROSÃO devido à instabilidade GEOTÉCNICA dos taludes da margem é identificada por:

#### **1 – Diminuição do ângulo natural de equilíbrio.**

Neste caso a saturação do terreno tem por consequência uma redução do ângulo natural de equilíbrio relativo ao material, diminuindo sua resistência;

#### **2 – Rompimento generalizado da margem**

A descida ou subida rápida do nível da água ou a elevação do lençol freático podem provocar o escorregamento do talude da margem.

#### **3 – Retro erosão ou *piping***

Fenômeno causado pela existência de escoamento de caminhos preferenciais, em pontos fracos do terreno, permitindo que as partículas do talude sejam transportadas pelo fluxo provocando a erosão progressiva retrógrada (EPR).

Os rios de baixo curso (rios de planície), são os mais favoráveis à navegação, caracterizados por uma declividade suave e regular. Estes são geralmente razoavelmente largos e apresentam pequeno gradiente de nível. No caso do rio Jacuí, na área foco, este gradiente é de ~ 6 cm por quilômetro. A navegação é relativamente fácil, podendo existir obstáculos, como bancos que costumam formar-se na boca dos



tributários (afluentes) e nas partes convexas das curvas. É comum a formação de ilhas fluviais e as margens baixas, facilmente alagáveis, é a regra geral.

O tipo de margem mais comum encontrada, é a formada por um talude normalmente abrupto, e o solo representado por material siltico-arenoso. A classificação morfológica dos solos das margens do rio foi elaborada por ROVEDDER (2008), infelizmente todos estão fora da área de estudo. Este autor observou que foi possível observar a suscetibilidade dos solos descritos aos processos de solapamento e deposição, característica relacionada diretamente com a composição mineralógica.

Os principais solos relacionados ao movimento de transporte e sedimentação por atividade dos rios são os chamados solos aluvionais e os solos de planícies inundáveis, principalmente, neossolos flúvicos, planossolos e gleissolos. No presente caso, a retirada da cobertura vegetal original, bem como o uso intensivo, podem ter contribuído para o solapamento da margem, expondo as classes de solos típicas da parte mais interna da topo seqüência.

Todos os solos descritos possuem como material de origem sedimentos aluviais e rochas sedimentares, gerando solos arenosos. Entre os Neossolos Flúvicos, a grande maioria dos perfis descritos era formada por deposição de material arenoso.

Solos aluvionais são geralmente de baixa fertilidade natural devido ao predomínio de sedimentos arenosos. Contudo, a própria movimentação do leito do rio pode trazer sedimentos orgânicos que fertilizam as margens, aliando assim uma relativa qualidade química a boas condições de permeabilidade, aeração e resistência à penetração.

O esquema da Figura 20 tem por objetivo mostrar o solapamento deste tipo de margem (Fig. 19), por ocasião das enchentes, causado pela instabilidade geotécnica do barranco, apontadas anteriormente.

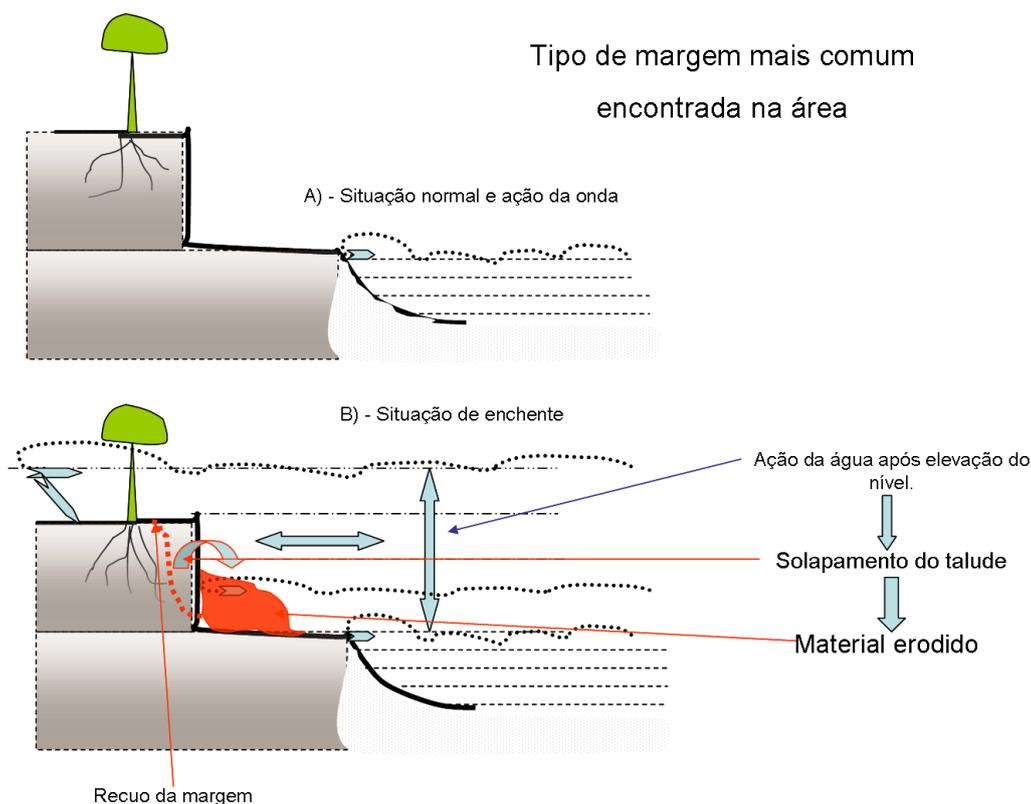


Figura 20. Diagrama de perfil da linha de costa com solapamento do talude em período normal e de enchente.

## 6. DECLIVIDADE DAS MARGENS

No mês de julho de 2009 e em fevereiro de 2010 (02/05 a 16/02/2010) foram realizadas sondagens batimétricas cobrindo toda a área de responsabilidade da SOMAR, utilizando uma embarcação cedida pela Empresa e utilizado um ecobatímetro da marca *Hydrotrac* com 10 cm de precisão e navegação por GPS. Todos os dados estão localizados ao Datum SAD 69 e as cotas referenciadas ao Datum vertical de Imbituba – SC. As curvas de nível plotadas de 0,5 x 0,5 m numa escala de 1:5.000 foram gravadas no formato *sheep file*.

Todas as informações obtidas durante a sondagem, foram zeradas na régua instalada pela SOMAR em dezembro de 2009 localizada no cais de sua propriedade. O marco geodésico (Fig. 21) foi transferido e instalado conforme o esquema do IBGE utilizando equipamento de última geração, o dado sendo transferido de Imbituba/SC.



Figura 21. Marco geodésico instalado no terreno da SOMAR.

A declividade da margem foi calculada para cada perfil distanciados de aproximadamente 100 metros um do outro, considerando as seções batimétricas obtidas da sondagem de fevereiro de 2010, a partir do limite da margem definida pela imagem (carta base) e o início e final da seção.

### 6.1 Escalas em perfis

Um mapa representa um terreno tal como o vemos de cima. Dizemos que um mapa é bidimensional, e as duas dimensões situam-se sobre um mesmo plano horizontal. Quando queremos representar alguma feição onde uma está na horizontal e outra na vertical, como é o caso dos perfis, precisamos de duas escalas, uma horizontal e outra vertical. Estas duas escalas são independentes e qual escala usar fica a critério do autor. Contudo é importante levar em conta que se as duas escalas não forem iguais estaremos introduzindo diferenças que vão se refletir no aspecto ou forma do perfil. Quando a escala vertical é maior do que a horizontal estamos diante do



que se chama de um exagero vertical, o que faz o relevo parecer maior ou mais inclinado do que realmente é. Se a escala maior for a horizontal, teremos o efeito contrário, o relevo parece ser menos íngreme do que na realidade. Neste caso ocorre um achatamento vertical. O uso deste tipo de deformação podem ser úteis na hora de se fazer um perfil.

- Exagero vertical - quando o relevo é muito suave, o exagero realçará o que na escala natural não seria visível
- Achatamento vertical - útil quando o terreno é muito acidentado, com grandes diferenças de altitudes.

Perfis onde se usou exagero ou achatamento vertical, devem ser usados com cautela para fins de cálculos, pois podem induzir à erros.

**Perfil** é o mesmo que corte. Trata-se de uma representação em papel e em [escala](#), da visão horizontal de um terreno. Todo perfil tem duas escalas: uma é a escala ao longo da linha horizontal (escala horizontal) a outra é a escala perpendicularmente à horizontal, ou escala vertical. Quando ambas [escalas](#) são iguais, temos um perfil sem exagero ou achatamento vertical. Assim, Perfil topográfico é a representação de um corte do terreno com a única preocupação de mostrar o comportamento altimétrico da superfície.

No caso de [perfil geológico](#), as diferenças de escalas produzirão modificações que, além de afetarem o relevo, afetarão os ângulos de mergulho de camadas e estruturas e as espessuras reais e aparentes dos corpos rochosos, portanto, é a representação gráfica em um plano vertical, das estruturas geológicas do terreno. Através de um perfil geológico procura-se mostrar os dados estruturais da área mapeada, de forma que o usuário consiga ter uma mais rápida e correta visão da geologia estrutural do terreno em pauta.

O uso de **exagero ou achatamento vertical** deve ser cuidadoso pois pode implicar em deformações que levam o observador desatento a subestimar ou

superestimar as espessuras e ângulos de mergulho das camadas ou outras estruturas planares.

## 6.2 Instabilidade das margens

A declividade das margens está diretamente relacionada com a sua estabilidade. LENCASTRE (1972), estabeleceu como sendo o ângulo máximo de  $18,43^\circ$  para que uma margem seja estável. Assim, a partir dos perfis batimétricos localizados ao longo da área, distanciados de 100 em 100 metros (Fig. 22), foi realizado o cálculo da declividade para cada perfil em ambas as margens.

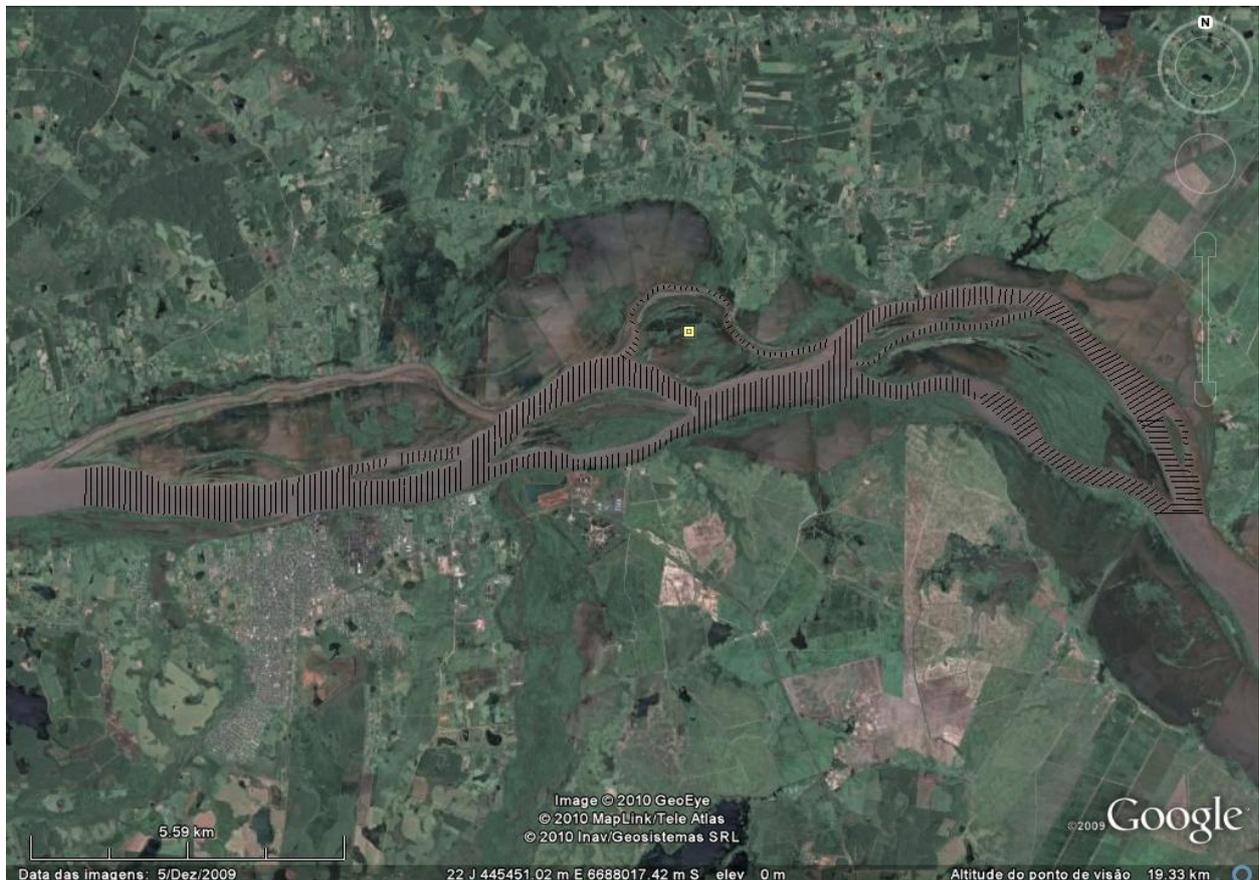


Figura 22. Mapa de localização dos perfis batimétricos distanciados de 100 m.

A declividade da margem ou declividade do talude é calculada em graus e leva em consideração a profundidade, portanto o nível da água no momento da execução da sondagem corrigida e a distancia do início do perfil à margem (Eq. 1).

$$\tan^{-1} = PL \text{ (m)}/DM \text{ (m)} \quad \text{(Eq. 1)}$$

onde: PL = profundidade local em metros; DM = distancia da margem em metros

De forma geral podemos caracterizar as margens da área como altas, intermediárias e baixas, considerando respectivamente a existência de uma falésia alta, de uma falésia intermediária e de regiões praticamente sem falésia.

Na sua grande maioria a linha de costa da área tem como perfil o desenho esquemático da Figura 25. Nesta Figura apresentamos as diferentes situações do nível da água que afeta o calculo da sua declividade.

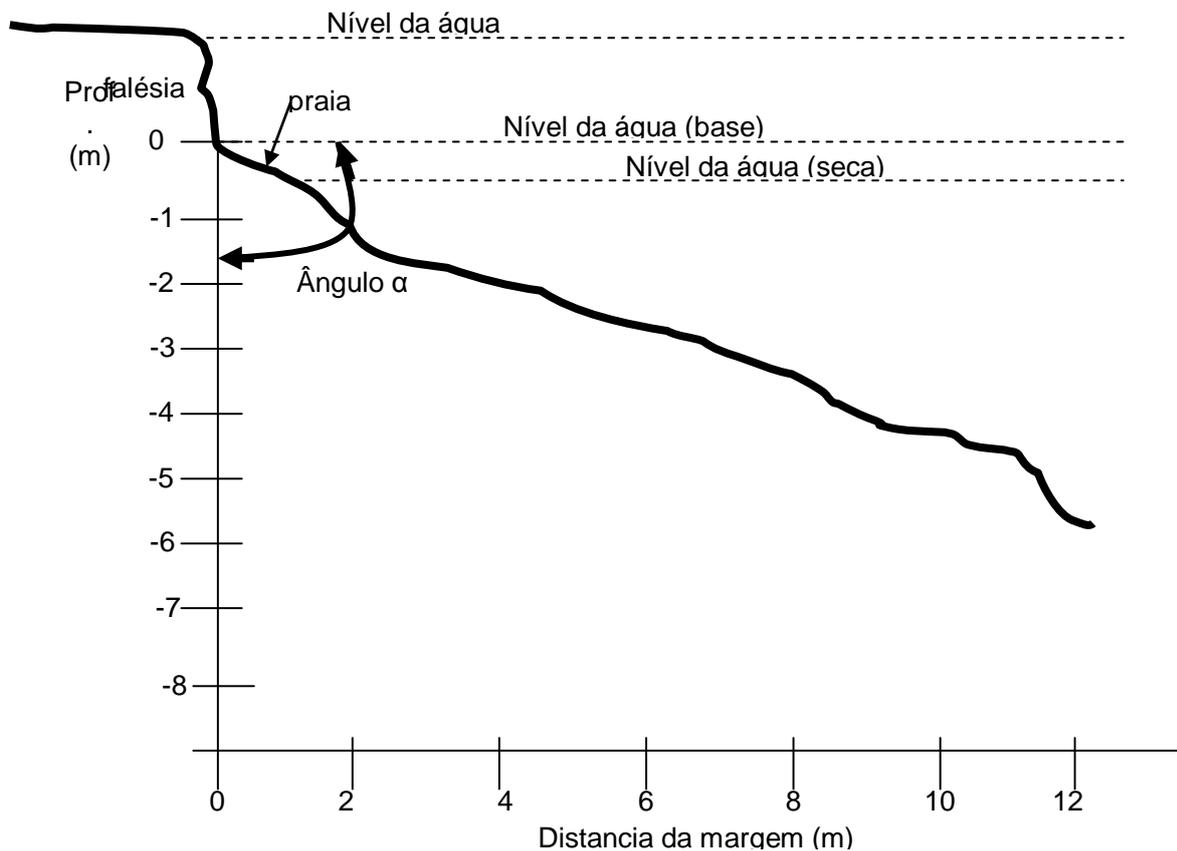


Figura 23. Desenho esquemático com as diferentes situações do nível da água com relação ao ângulo ( $\alpha$ ) de estabilidade das margens.



Para fins de ilustração a Figura 24 representa o primeiro perfil da série e os demais serão disponibilizados somente na forma digital.

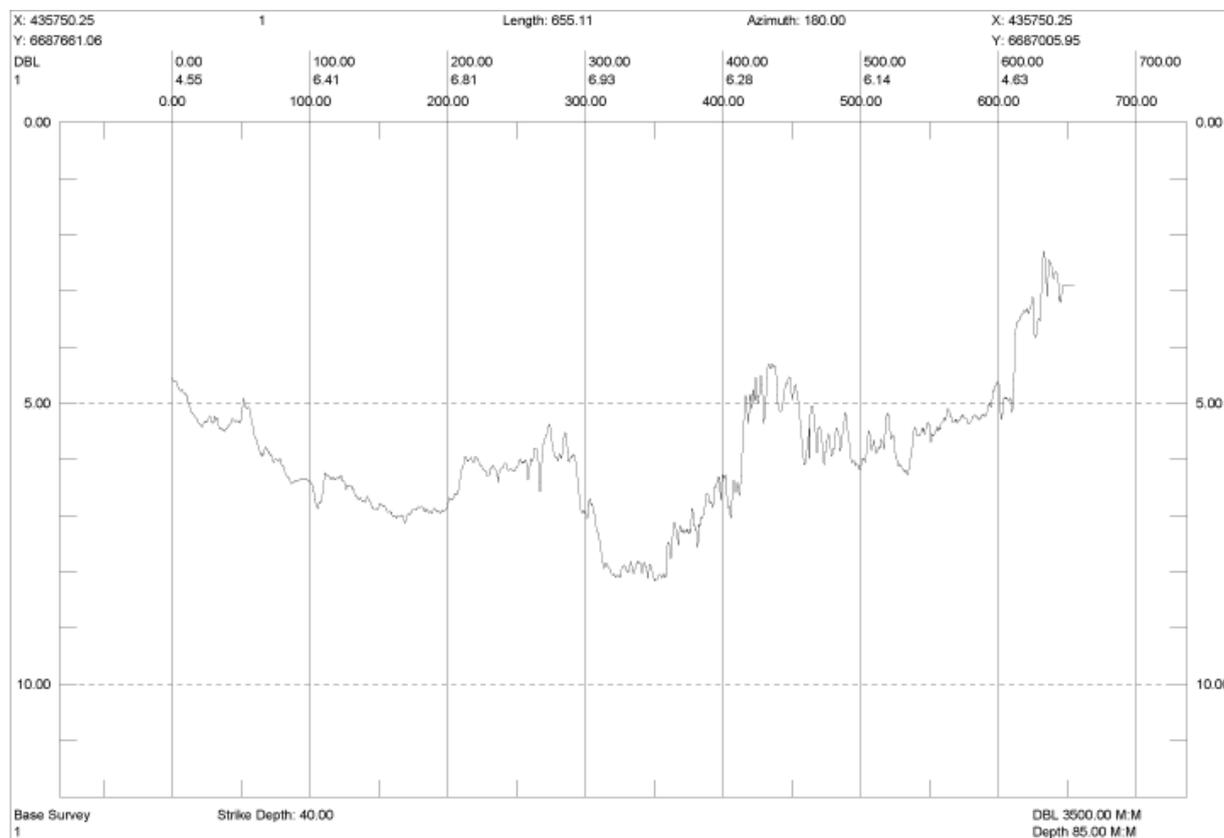


Figura 24. Perfil 1 ou seção batimétrica transversal ao rio Jacui localizada no limite da área a montante.



No cálculo foi considerado o nível da água no momento da sondagem, lido na régua da SOMAR, e relacionado no Quadro 8.

### QUADRO 8

Nível da água diário lido na régua localizada na sede da SOMAR,  
três horários, em fevereiro de 2010.

Data Sondagem	hora	Nível régua SOMAR (m)	Média (m)
05/02/2010	07:00	1,50	1,50
	15:00	1,50	
	23:00	1,50	
06/02/2010	07:00	1,50	1,50
	15:00	1,50	
	23:00	1,50	
07/02/2010	07:00	1,50	1,50
	15:00	1,50	
	23:00	1,50	
08/02/2010	07:00	1,50	1,55
	15:00	1,50	
	23:00	1,65	
09/02/2010	07:00	1,60	1,53
	15:00	1,50	
	23:00	1,50	
10/02/2010	07:00	1,50	1,50
	15:00	1,50	
	23:00	1,50	
11/02/2010	07:00	1,50	1,50
	15:00	1,50	
	23:00	1,50	
12/02/2010	07:00	1,50	1,47
	15:00	1,50	
	23:00	1,42	
13/02/2010	07:00	1,40	1,39
	15:00	1,40	
	23:00	1,38	
14/02/2010	07:00	1,38	1,40
	15:00	1,38	
	23:00	1,45	
15/02/2010	07:00	1,50	1,56
	15:00	1,50	
	23:00	1,67	
16/02/2010	07:00	1,90	1,95
	15:00	1,90	
	23:00	2,05	

Para cada um dos perfis da sondagem obtidos em fevereiro de 2010, foi realizado o cálculo da declividade utilizando a Equação 1 e os resultados são listados no Anexo 1.



## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Seria muito importante o reflorestamento das margens com espécies nativas de crescimento rápido na parte superior do talude e não na base do mesmo e distancia do uso do solo pelos agricultores de no mínimo 50 metros, seguindo a legislação para cursos d'água. Não permitir que o gado tenha acesso a água descendo pela margem, o que ocorre nas regiões com drenagem, porque o grande número de animais desagrega o solo facilitando a erosão. A ação de pescadores que ao arrumarem lugar para pernoite e posteriormente para obter melhor lugar para pescar depredam o ambiente com a quebra e retirada de galhos e arbustos e constroem acessos no talude também auxiliando no processo erosivo.

De todos os perfis analisados 32 na margem direita e 5 da margem esquerda tem um ângulo superior ou igual ao sugerido por LENCASTRE (1972). Na sua grande maioria são inferiores a 5°, consideramos assim, que a margem do rio de modo geral encontra-se estável. Por último sugerimos que para todos os locais onde o ângulo for acima do sugerido por LENCASTRE op. cit., a margem deve ser monitorada com relação aos elementos ambientais existentes, bem como da ação antrópica.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, G. H. S.; Almeida, J. R.; Guerra, A. J. T. *Gestão Ambiental de Áreas Degradadas*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2 ed., 2007. 320p.

<http://www.proguaiba.rs.gov.br/bacias.htm>), Bacias que compõe a região hidrográfica do Guaíba. Acessado em setembro 2009.

GARCIA, L. E. 2009. Mapa das principais hidrovias do Sul e os principais barramentos. SFAT/DEFIT/MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES.

OLIVEIRA, A. M. S.; BRANNSTROM, C. NOLAASCO, M. C. PELOGGIA, A. U. G.; PEIXOTO, M. N. O. & COLTRINARI, L. 2005. Tecnógeno: registros da ação geológica do homem, p363 a 378, IN: SOUZA, C. R. G.; SUGUIU, K.; OLIVEIRA, A. M. S. & OLIVEIRA, P. E. 2005. Quaternário do Brasil, Associação Brasileira dos estudos do Quaternário Holos Ed., Ribeirão Preto, SP, Brasil, p376.

LENCASTRE, A. 1972. Manual de hidráulica geral, Ed. Edgard Blucher, SP, p 411.



- NUNES, F. A. & MACHADO, P. H. D. 2008. Plano ambiental municipal, atmosfera e clima, geologia, geomorfologia, recursos hídricos, flora e fauna, volume 2. Prefeitura municipal de Charqueadas, Secretaria Municipal de Qualidade Ambiental
- FENSTERSEIFER, H. C. 2008. Meio ambiente. Mestre em Geociências e professor de Geologia Ambiental da Univates, *Lajeado, setembro de 2008 meio ambiente.*
- HARTMANN, C. 2009. Relatório Técnico. Instalação de Rede local de estações Geodésicas, Rio Jacui, SOMAR – Sociedade Mineradora Ltda. p.46 (não publicado).
- ROOS DA SILVA, J. & ANTONIAZZI DE MORAES, J. P. 2008.
- ROVEDDER, A. P. M. 2008. Descrição morfológica dos solos das margens. IN: Relatório monitoramento ambiental do rio Jacui, Fase II, Gente & Terra, DTEC, Julho 2008.
- TRACTBEL, 2009. Dados de direção e velocidade do vento dos anos de 2005, 2006 e 2007. Não publicado.

## **9. ANEXOS**



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE  
**INSTITUTO DE OCEANOGRAFIA**  
**LABORATÓRIO DE OCEANOGRAFIA GEOLÓGICA**  
Av. Itália km 8 – Caixa Postal 474 – 96201-900 – Rio Grande – RS.



## ANEXOS



## ANEXO 1

### Quadro 9

Ângulo de declividade da margem do rio Jacuí na área da SOMAR, calculados para cada um dos perfis distanciados de 100 em 100 metros, tendo como base a sondagem batimétrica realizada em fevereiro de 2010.



Perfil	Comprimento perfil metros	Distancia MD metros	Prof. (m)	Declividade MD (°)	Distancia ME metros	Prof. (m)	Declividade ME (°)
1	655	45	-4,65	5,87	50	-4,55	5,19
2	688	13	3,7	15,88	51	4,72	5,28
3	708	24	2,2	5,23	60	4,35	4,15
4	738	21	2,5	6,78	60	3,38	3,22
5	764	40	4	5,71	57	2,97	2,98
6	783	16	2,5	8,88	63	2,42	2,19
7	778	18	0,8	2,54	67	1,93	1,65
8	753	36	1	1,59	59	5,07	4,91
9	752	11	2,2	11,3	48	4,22	5,02
10	784	28	3,3	6,72	47	2,7	3,28
11	790	24	2,5	5,94	40	0,96	1,37
12	775	38	2,2	3,31	43	2,2	2,92
13	755	24	2,15	5,11	46	2,1	2,61
14	687	31	5	9,16	36	4,8	7,59
15	607	29	4,2	8,24	25	5	11,3
16	583	21	5	13,39	24	5,4	12,68
17	580	13	4,6	19,48	44	4	5,19
18	594	24	4,5	10,61	43	4,2	5,57
19	601	17	4,5	14,57	38	3,8	5,7
20	624	13	4,8	20,26	32	2,5	4,46
21	634	24	5	11,76	48	3,96	4,71
22	667	16	4,1	14,37	39	3,5	5,12
23	696	16	2,5	8,88	36	4,5	7,12
24	731	16	2,5	8,88	45	4	5,07
25	772	20	2,8	7,96	51	3	3,36
26	785	19	2,5	7,49	29	3,6	7,07
27	665	62	2	1,9	51	3	3,36
28	638	16	3,8	13,36	42	3,2	4,35
29	630	12	4	18,43	41	3,3	4,6
30	631	16	2,8	8,38	29	3,38	6,65
31	605	14	3,3	13,26	25	4,5	10,2
32	562	44	3,2	4,16	32	6	10,61
33	545	11	3,3	16,69	43	5,5	7,29
34	546	12	4,4	20,13	50	3,9	4,46
35	553	30	4,8	9,09	44	3,7	4,81
36	581	52	4,7	5,16	24	4	9,46
37	606	12	0,4	1,91	45	3,9	4,95
38	170	445	?	?	157	?	?
39	683	51	1,5	1,68	30	4,5	8,53
40	692	31	1,5	2,68	27	4	9,87
41	673	32	3	4,64	22	2,5	6,48
42	653	30	4	7,85	37	3	4,09
43	677	19	3,5	10,44	35	3	4,89
44	676	41	4,3	5,99	42	2	2,73



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE  
**INSTITUTO DE OCEANOGRAFIA**  
**LABORATÓRIO DE OCEANOGRAFIA GEOLÓGICA**  
Av. Itália km 8 – Caixa Postal 474 – 96201-900 – Rio Grande – RS.



45	689	46	1	1,25	49	2	2,34
46	718	40	3,8	5,43	46	2	2,49
47	696	80	4,2	3	44	3	3,9
48	744	54	4	4,24	33	3,4	5,88
49	445	30	3,9	7,41	39	5,5	8,03
50	443	28	4	8,13	39	7,6	11,03
51	420	42	4,6	6,25	26	4,3	9,39
52	424	35	3	4,9	25	4	9,09
53	418	31	3,3	6,08	31	5	9,16
54	410	27	4	8,43	29	5,4	10,55
55	420	34	2	3,37	25	6	13,5
56	380	51	2,2	2,47	34	6,2	10,33
57	405	41	3	4,18	32	5,5	9,75
58	436	29	2,4	4,73	32	5,5	9,75
59	464	40	2,9	4,15	28	4,95	10,03
60	466	40	2	2,86	46	5,1	6,33
61	514	37	1,2	1,86	28	4,3	8,73
62	524	35	1,5	2,45	34	4,9	8,2
63	531	30	5,3	10,02	28	3	6,12
64	519	40	3	4,29	30	5,6	10,57
65	504	44	1	1,3	45	5,6	7,09
66	478	43	2,3	3,06	58	5,4	5,32
67	442	34	2,5	4,21	90	6	3,81
68	540	34	3	5,04	28	4	8,13
69	x	x	x	x	x	x	x
70	824	66	4	3,47	72	2	1,59
71	847	68	4	3,37	80	1	0,72
72	869	49	3,9	4,55	69	1,3	1,08
73	248	51	3,5	3,93	91	2,5	1,57
74	198	49	3,8	4,43	41	4,1	5,71
75	202	36	2	3,18	25	3,8	8,64
76	200	34	1	1,68	37	4,5	6,93
77	232	38	3,1	4,66	37	3,5	5,4
78	235	14	3,6	14,42	36	3,8	6,03
79	211	30	4,3	8,16	50	4	4,57
80	256	15	3,6	13,5	30	4	7,59
81	254	45	2,2	2,8	32	3,4	6,06
82	294	32	1,2	2,15	38	3,3	4,96
83	309	28	0,6	1,23	47	3,3	4,02
84	320	47	0,9	1,1	29	3	5,91
85	x	x	x	x	x	x	x
86	279	34	2,3	3,87	38	3,1	4,66
87	240	20	1,5	4,29	48	4	4,76
88	ao	138	problemas				
139	341	23	5,5	13,45	28	1,5	3,07
140	309	14	4,5	17,82	36	1	1,59
141	260	32	6,2	10,97	29	7	13,57
142	259	34	5,4	9,02	34	6,8	11,31



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE  
**INSTITUTO DE OCEANOGRAFIA**  
**LABORATÓRIO DE OCEANOGRAFIA GEOLÓGICA**  
Av. Itália km 8 – Caixa Postal 474 – 96201-900 – Rio Grande – RS.



143	277	46	5,2	6,45	23	5,1	12,5
144	250	52	5,5	6,04	41	5,1	7,09
145	256	5,4	27	11,31	21	5,8	15,44
146	261	47	4,5	5,47	18	5,2	16,11
147	256	11	3,4	17,18	21	5,1	13,65
148	233	17	5	16,39	21	5,6	14,93
149	232	18	5,5	16,99	24	6,3	14,71
150	239	17	5,5	17,93	28	5,3	10,72
151	245	16	4,4	15,38	21	5,4	14,42
152	230	24	5,5	12,91	37	6,2	9,51
153	233	24	5,7	13,36	22	6	15,26
154	232	15	5,6	20,47	29	6,4	12,45
155	269	12	3,8	15,57	23	6,3	15,32
156	254	40	6,3	8,95	45	4,8	6,09
157	274	51	4	4,48	52	6,5	7,13
158	305	91	3,4	2,14	27	3,8	8,01
159	x	x	x	x	x	x	x
160	x	x	x	x	x	x	x
161	392	162	2,3	0,81	71	2,2	1,77
162	383	174	1,3	0,43	82	2,2	1,54
163	426	183	1,5	0,47	50	2,3	2,63
164	429	189	1,3	1,2	42	4,6	6,25
165	337	192	1,8	0,54	116	3,2	1,58
166	420	176	2,3	1,07	36	3,9	6,18
167	370	175	2	0,65	38	4	6,01
168	393	116	2,2	1,2	34	3	5,04
169	392	73	3,3	2,59	29	6,5	12,63
170	390	18	3,3	10,38	54	6,6	6,97
171	x	x	x	x	x	x	x
172	309	28	2,7	5,51	25	7	15,64
173	277	14	4,8	18,92	22	8,8	21,8
174	273	24	5	11,77	19	6,3	18,3
175	258	23	5,6	13,68	34	6	10,01
176	286	26	6,2	13,41	24	5,7	13,36
177	304	16	6,7	22,72	29	5,7	11,12
178	314	24	6,8	15,82	33	5	8,62
179	316	28	6,3	12,68	37	4,9	7,54
180	351	37	7	10,71	31	4	7,35
181	399	30	6,5	12,23	31	2,4	4,43
182	434	32	6,2	10,97	38	3,3	4,96
183	390	31	9	16,19	74	3,3	2,55
184	460	29	8	15,42	33	2,8	4,85
185	423	34	7	11,63	33	5	8,62
186	354	30	8	14,93	33	6,6	11,31
187	294	29	8,5	16,34	36	7	11
188	282	28	7,8	15,57	45	7	8,84
189	316	15	3,1	11,68	40	6,7	9,51
190	280	45	5,1	6,47	35	9	14,42
191	302	35	5,7	9,25	15	7,6	26,87
192	297	24	3	7,13	47	9	10,84



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE  
**INSTITUTO DE OCEANOGRAFIA**  
**LABORATÓRIO DE OCEANOGRAFIA GEOLÓGICA**  
Av. Itália km 8 – Caixa Postal 474 – 96201-900 – Rio Grande – RS.



193	296	29	3,3	6,49	47	8,7	10,49
194	271	84	4	2,73	43	6,5	8,6
195	373	30	2,4	4,57	49	2,4	2,8
196	876	45	2,5	3,18	70	2,5	2,05
197	465	405	7,1	1	137	8	3,34
198	529	423	6,5	0,88	89	4,1	2,64
199	462	40	1	1,43	81	3,5	2,47
200	400	77	2,2	1,64	116	4,7	2,32
201	442	106	3,3	1,78	68	4,2	3,53
202	507	55	2,3	2,39	87	4,2	3,53
203	502	58	0,5	0,49	121	2,6	1,23
204	441	46	2,2	2,74	239	5,7	1,37
205	253	56	2,6	2,66	60	5,5	5,24
206	301	37	2,2	3,4	26	5,3	11,52
207	312	34	2	3,37	33	5,2	8,95
208	316	25	1,8	4,12	38	6,2	9,27
209	350	21	1,4	3,81	32	6	10,62
210	354	40	1,5	2,15	38	5	7,5
211	397	40	1,3	1,86	32	4	7,13
212	417	56	1	1,02	37	3,6	5,56
213	476	42	1	1,36	34	4	6,71
214	149	60	0,7	0,67	159	2,5	0,9
215	144	19	3,2	9,56	142	2,1	0,85
216	135	15	3,4	12,77	147	0,5	0,19
217	93	21	3,2	8,66	178	0,9	0,29
218	78	13	2,7	11,73	172	2,6	0,87
219	105	11	2,5	12,8	139	3,7	1,53
220	106	10	4	21,8	154	1	0,37
221	146	16	4,6	16,04	151	2,8	1,06
222	425	29	1,2	2,37	23	3,4	8,41
223	735	34	1	1,68	55	2,5	2,6
224	730	56	1	1,02	45	1,8	2,29
225	715	55	0,5	0,52	57	1,8	1,81
226	692	60	0,3	0,29	57	2	2
227	660	73	0,5	0,39	62	2,3	2,12
228	609	62	0,3	0,28	61	2,7	2,53
229	560	55	0,4	0,42	82	2,4	1,68
230	551	69	1,2	1	51	3	3,37
231	542	52	1,2	1,32	36	3	4,76
232	510	49	1,2	1,4	58	3	2,96
233	440	58	2,3	2,27	66	4,8	4,16
234	428	34	2	3,37	73	6	4,7
235	448	27	2	4,24	39	1,5	2,2
236	428	37	2,3	3,56	39	3,8	5,57
237	397	24	2,2	5,24	37	5	7,7
238	348	32	3	5,36	43	5	6,63
239	329	32	3,8	6,77	29	5,5	10,74
240	308	33	3	5,2	22	4	10,3
241	296	16	3,2	11,31	27	6	12,53
242	270	26	5,3	11,52	18	3,8	11,92



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE  
**INSTITUTO DE OCEANOGRAFIA**  
**LABORATÓRIO DE OCEANOGRAFIA GEOLÓGICA**  
Av. Itália km 8 – Caixa Postal 474 – 96201-900 – Rio Grande – RS.



243	258	48	2,8	3,34	26	10,2	32,51
244	252	22	3,5	9,04	28	4,8	9,73
245	262	36	2,5	3,97	45	4	5,08
246	334	22	2	5,19	35	0,3	0,49
247	374	10	1,5	4,29	46	7,3	9,02
248	404	65	2,1	1,85	53	6,1	6,57
249	471	75	3	2,29	66	6,2	5,37
250	424	53	4	4,32	47	2,9	3,53
251	345	14	3,4	13,65	55	3	3,12
252	337	26	4,3	9,39	69	4	3,32
253	272	58	4,8	4,73	45	5,5	6,97
254	268	14	3	12,09	30	5,5	10,39
255	269	21	3	8,13	31	5,2	9,52
256	272	13	3	12,99	32	7,9	13,87
257	319	18	3	9,46	38	4	6,01
258	317	42	2,5	3,41	62	4,8	4,43
259	319	42	1,6	2,18	63	5,5	4,99
260	320	63	1,5	1,36	51	5,6	6,27
261	309	50	1	1,15	81	6,7	4,73
262	253	30	4,8	9,09	30	5,1	9,65
263	346	56	0,8	7,59	39	4,2	6,15
264	256	42	1	1,36	28	4,8	9,73
265	320	47	1,6	1,95	46	5,6	6,94
266	313	40	2	2,86	30	1,8	3,43
267	275	40	3,2	4,57	32	3	5,36
268	268	27	3,3	6,97	23	3,5	8,65
269	229	36	5,1	8,06	23	5,6	13,68
270	230	19	5	14,74	12	4	18,43
271	211	20	5,2	14,57	23	6,4	15,55
272	143	23	4,8	11,79	68	7	5,88
273	190	18	5,8	17,86	45	4,4	5,58
274	203	18	4	12,53	32	6,2	10,97
275	198	26	5,2	11,31	41	3,5	4,88
276	207	22	4,5	11,56	52	3,2	3,52
277	224	30	4,8	9,09	47	3,5	4,26
278	247	31	4	7,35	46	5	6,2
279	302	30	4	7,59	31	6,5	11,84
280	375	42	4,5	6,12	20	6,5	18
281	481	25	3,6	8,19	24	6	14,04
282	509	25	5,8	13,06	28	6	12,09
283	633	40	0,3	0,43	30	4	7,59
284	514	130	5,2	2,29	36	3	4,76
285	76	30	1,2	2,29	66	4,2	3,64
286	87	29	1,5	2,96	34	3,8	6,38
287	100	22	2,9	7,51	18	3,3	10,39
288	106	21	2,9	7,86	30	2,3	4,38
289	110	21	2,3	6,25	50	1	1,15
290	155	9	2,5	15,52	28	0,9	1,84
291	146	13	3,8	12,96	37	0,4	0,62
292	113	16	3,5	12,34	60	1,3	1,24



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE  
**INSTITUTO DE OCEANOGRAFIA**  
**LABORATÓRIO DE OCEANOGRAFIA GEOLÓGICA**  
Av. Itália km 8 – Caixa Postal 474 – 96201-900 – Rio Grande – RS.



293	113	15	2,9	10,94	28	1,8	3,68
294	101	8	2	14,04	36	2,4	3,81
295	108	16	1	3,58	24	3	7,17
296	94	21	0,8	2,18	37	3,2	4,94
297	102	40	0,9	1,29	23	3,5	8,65
298	119	23	1,6	3,98	24	3,3	7,83
299	126	15	1,5	5,71	28	3,4	6,92
300	139	20	2	5,71	20	4,4	12,41
301	143	20	1,7	4,86	26	3,8	8,32
302	148	32	1,4	2,51	26	2,3	5,06
303	135	50	2,1	2,41	33	1,3	2,26
304	129	40	0,6	0,86	47	0,3	0,37
305	103	20	1	2,86	77	1,4	1,04
306	122	25	1	2,29	61	1,5	1,41
307	100	13	0,9	3,96	26	1,7	3,74
308	89	16	1,2	4,29	21	2,3	6,25
309	89	6	0,8	7,59	28	3	6,12
310	92	6	0,5	4,76	20	3,8	10,76
311	86	5	2,1	22,78	29	4,5	8,82
312	116	5	2,5	26,57	18	3,2	10,09
313	96	10	2,4	13,5	19	3,4	10,15
314	75	12	2	9,46	19	5,2	15,31
315	74	11	1,6	8,28	24	3,5	8,3
316	74	10	0,7	4	26	6	13
317	75	4	2	26,57	40	2,5	3,58
318	x	x	x	x	x	x	x
319	142	6	3,2	28,07	20	1,8	5,14
320	112	20	4,3	12,13	26	1,5	3,3
321	110	12	5	22,62	27	1,9	4,03
322	100	12	5,2	23,43	26	2,3	5,06
323	103	13	4,9	20,65	18	2,3	7,28
324	89	17	3,9	12,92	28	1,8	3,68
325	86	14	4,8	18,92	36	1,6	2,54
326	85	7	5,3	37,13	33	1,3	2,26
327	79	13	5,6	16,42	30	0,8	1,53
328	67	30	5,2	9,83	35	0,5	0,82
329	87	15	5,8	21,14	41	1,2	1,68
330	90	7	5,6	38,66	33	1,6	2,78
331	82	8	5,2	33,02	41	2,9	4,05
332	67	41	4,3	5,99	20	2,3	6,56
333	96	15	3,3	12,41	20	2,5	7,13
334	98	15	4,4	16,35	25	1,9	4,35
335	73	12	5	22,62	48	2,4	2,86
336	106	10	5,5	28,81	15	2	7,59
337	97	9	4	23,96	27	2,8	5,92
338	103	7	2,1	16,7	24	3,9	9,23
339	69	12	2,6	12,23	51	8,3	9,24
340	73	10	3	16,7	36	10	15,52
341	72	9	2,8	17,28	27	5,5	11,51
342	77	8	2,5	17,35	26	7,4	15,89



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE  
**INSTITUTO DE OCEANOGRAFIA**  
**LABORATÓRIO DE OCEANOGRAFIA GEOLÓGICA**  
Av. Itália km 8 – Caixa Postal 474 – 96201-900 – Rio Grande – RS.



343	55	22	3,8	9,8	13	5,4	22,55
344	70	10	4,7	25,18	19	6,5	18,89
345	49	10	4,4	23,75	29	5,3	10,36
346	x	x	x	x	x	x	x
347	59	11	4	19,98	22	4,1	10,56
348	60	18	4,2	13,13	22	2,8	7,25
349	70	12	3,6	16,7	20	3,4	9,65
350	63	13	3,5	15,07	22	2,2	5,71
351	55	12	5,5	24,62	25	2,2	5,03
352	59	10	6,5	33,02	22	1,4	3,64
353	69	13	5,1	21,42	24	1,6	3,81
354	79	12	4,5	20,56	19	2,2	6,6
355	89	11	3,1	15,74	13	4,7	19,88
356	87	11	2,2	11,31	24	3,5	8,3
357	a	378					
379	77	31	5	9,16	18	1,1	3,5
380	64	24	6,3	14,71	17	0,3	1,01
381	68	27	6,2	12,93	23	0,3	0,75
382	62	27	4,3	9,05	36	4,5	7,13
383	129	33	3,8	6,57	48	0,3	0,36
384	85	30	2,2	4,19	64	0,8	0,72
385	80	29	2,6	5,12	82	0,3	0,21
386	101	27	2,2	4,66	77	0,3	0,22
387	119	35	2	3,27	67	1	0,86
388	150	18	0,9	2,86	47	0,3	0,37
389	142	75	0,5	0,38	43	3	3,99
390	260	118	5,5	2,67	57	7	7
391	295	54	5,2	5,5	30	7,5	14,04
392	340	34	3,5	5,88	38	7,7	11,45
393	363	81	1,2	0,85	34	7,2	11,96
394	359	179	3	0,96	48	6,2	7,36
395	375	59	3	2,91	36	4	6,34
396	372	39	2	2,94	41	6	8,33
397	406	46	4,2	5,22	48	3,7	4,41
398	424	24	3,4	8,06	44	3	3,9
399	403	38	4	6,01	53	3,4	3,67
400	424	28	2,3	4,7	35	5	8,13
401	435	25	1,4	3,21	38	5	7,5
402	462	41	2	2,79	32	5	7,5
403	559	20	2	5,71	84	3	2,05
404	518	41	14	1,96	59	4	3,88
405	481	112	2,9	1,48	30	4,4	8,34
406	527	78	1,3	0,95	32	4,2	7,48
407	551	66	0,3	0,26	30	4,9	9,28
408	539	66	2,1	1,82	24	3,5	8,3
409	581	32	1,2	2,15	25	3,4	7,75
410	552	54	2,7	2,86	23	3,5	8,65
411	570	31	2,9	5,34	37	4,4	6,78



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE  
**INSTITUTO DE OCEANOGRAFIA**  
**LABORATÓRIO DE OCEANOGRAFIA GEOLÓGICA**  
Av. Itália km 8 – Caixa Postal 474 – 96201-900 – Rio Grande – RS.



412	614	50	0,7	0,8	32	3,4	6,06
413	538	106	2	1,08	49	4	4,67
414	545	68	2,5	17,35	40	4,4	6,28
415	524	39	2,5	3,67	40	4	5,71
416	465	48	4,5	5,36	31	5	9,16
417	442	26	4,7	10,25	28	5,7	11,51
418	422	25	5,2	11,75	26	6,6	14,24
419	407	32	5	8,88	28	7,3	14,61
420	444	30	5,1	9,65	25	6,8	15,22
421	459	24	4,4	9,26	27	7	14,53
422	550	24	4	9,46	31	4,2	7,72
423	556	25	2,2	5,03	49	4,8	5,59
424	573	38	4	6,01	46	1,5	1,87
425	605	62	3,5	3,23	50	1,8	2,06
426	533	57	3,5	3,51	26	2,5	5,49
427	582	93	3,5	2,16	38	2	3,01
428	170	56	2	2,05	73	4,9	3,84
429	220	44	2	2,6	41	1,7	2,37
430	200	42	2,5	3,41	46	3,2	3,98
431	204	26	2,6	5,71	43	1,8	2,4
432	212	30	1,2	2,29	24	2	4,76
433	198	32	1,3	2,33	41	2,5	3,49
434	207	38	4,7	7,05	32	3	5,36
435	183	43	6	7,94	46	4,3	5,34
436	203	24	3,8	9	36	3,8	6,03
437	187	27	3,2	6,76	36	2,4	3,81
438	200	11	1,5	7,77	26	2	4,4
439	x	x	x	x	x	x	x
440	154	29	2	3,95	28	3	6,12
441	137	27	3	6,34	40	4	5,71
442	149	30	2	3,81	32	4,6	8,18
443	155	34	1,3	2,19	38	4,3	4,46
444	170	23	1,8	4,47	30	4,8	9,09
445	181	20	3,8	10,76	30	2,8	5,33
446	183	25	4,8	10,87	30	4,3	8,16