



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS AMBIENTAIS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**CONTROLE DE MIGRAÇÃO DE MARGENS DO RIO TAQUARI UTILIZANDO
GEOTUBOS COMO ELEMENTO DE CONTENÇÃO**

FÁBIO VERÍSSIMO GONÇALVES

Dissertação de mestrado submetido ao Programa de Pós Graduação em Tecnologias Ambientais da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito final para obtenção do título de Mestre em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos.

ORIENTADOR: Prof. Dr. CARLOS NOBUYOSHI IDE.

Campo Grande, MS, Março de 2005.

APRESENTAÇÃO

Nesse trabalho são discutidas as análises hidrométricas e sedimentométricas coletadas na região em estudo, de tal forma que se possa determinar um projeto piloto de como se poderiam proteger as margens do Rio Taquari, na área de estudo, para que novos arrombados não aparecessem.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos aqueles que de forma direta ou indireta, com críticas e elogios, colaboraram para a realização deste trabalho e, em especial:

Ao CNPq e ao Fundo Setorial de Recursos Hídricos (CT-HIDRO) pela oportunidade de aperfeiçoamento e aprendizado concedida.

A FINEP pelos recursos destinados ao “Projeto Piloto de Controle de Migração das Margens do Rio e Sedimentação e na Bacia do Taquari - Projeto Arrombado”, que serviram de base para esse trabalho.

A UFMS que mostrou que um ensino forte se cria com pesquisas fortes, e deu todos os meios de se executar esse projeto.

Ao PGTA, por disponibilizar todo o ensino necessário para a conclusão do mestrado em tecnologias ambientais, em especial ao seu coordenador, o Dr. Robert Schiaveto de Souza.

Ao DHT - Departamento de Hidráulica e transportes, por toda a base e laboratórios para se concretizar essa empreitada.

Aos amigos do mestrado, que durante muitos anos puderam me ajudar de diversas maneiras na conclusão desse curso, que seja me ajudando nas análises nos laboratórios, nas aulas do mestrado, em conselhos quando passava por momentos de dificuldades, ou nos nossos adoráveis happy hours tomando uma cervejinha pra relaxar e causando mal estar (lembra Ênio?). Aos amigos, meus sinceros agradecimentos: Ênio, Armando, Amon, Cláudia, Luis, Joaquim e Pedroca.

Ao hidrotécnico Agrimal que não se resumiu em ser apenas um funcionário da UFMS, mas um amigo para todas as horas, mostrando que um funcionário exemplar se faz com várias qualidades, e o “Grêmo” é o cara, conhecido por todos, pelas suas qualidades de professor pardal.

Ao amigo Mitio, que nos salvou em vários momentos no campo, mostrando que um técnico em eletrônica, pode ser também um bom pescador.

A Polícia Militar Ambiental do Estado de Mato Grosso do Sul, que por diversas vezes ajudaram no apoio durante as viagens de campo, em especial ao soldado Feitosa, ao Capitão

Hadad e ao Tenente Queiroz.

Aos professores do DHT, que sempre fizeram uma força para fazer desse trabalho uma realidade, professores Manuel Rondon, Maria Lúcia, Mauro Polizer, Paula Paulo e em especial ao professor Luis Augusto Araújo doVal.

Ao meu co-orientador, Dr. Gilberto Ernesto Canali, que me iniciou no mundo das modelações do HEC-6 e HEC-RAS e que por diversas vezes tinha sempre uma palavra de ânimo para que eu não esmorecesse durante todo o projeto.

Ao Doutor Geraldo Wilson Jr., catedrático da COPPE - RJ, pelas dicas valorosas prestadas a esse trabalho.

A todos os funcionários, técnicos e secretárias do DHT, que de alguma forma ou outra ajudaram na conclusão desse trabalho.

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a todos aqueles que direta ou indiretamente me ajudaram na sua concretização. Em especial cito algumas pessoas que fizeram, desse sonho uma realidade:

- Meu orientador Dr. Carlos Nobuyoshi Ide, por acreditar em mim, um desconhecido, dando-me a chance de ser hoje mais que um aluno, um amigo, que lhe tem muito carinho, respeito e admiração por ser um homem que transforma a educação de qualidade e a pesquisa forte no Brasil em uma de suas maiores bandeiras.

- Meu avô, Antonio Pereira Veríssimo (*in memoriam*), que me ensinou que o homem será sempre responsável pelos seus atos e mostrou que podemos vencer a tudo e a todos quando queremos, além de acreditar cegamente que meu futuro sempre será brilhante e vitorioso.

- Meus pais - Fernando e Licínia, minha irmã Luciana , que sempre acreditaram em mim, mesmo quando eu não dava o devido valor aos seus ensinamentos.

- A Margaré e seus filhos, que souberam entender as ausências do esposo e pai, Dr. Carlos Nobuyoshi Ide, nos momentos em que ele dedicava seu tempo a mim e ao projeto, e aos diversos conselhos prestados pela Margaré durante todo esse período, que a transformaram em uma grande amiga.

EPÍGRAFE

“Taquari-Açú”

Taquari, rio notável, de belezas mil e segredos incontáveis;

Tu és o rio que envereda por planaltos e planícies, sem se preocupar por onde irás cortar;

Sendo nossos corações ou alma, mas sempre deixando a beleza vívida em tuas margens;

Mas, infelizmente o bicho homem resolve mudar teus pensamentos;

E em repúdio, resolves afogar tuas mágoas cortando novos caminhos em uma terra fraca;

Mostrando teu poder àqueles que se acham poderosos, mas te esquecendo daqueles que ainda o amam;

Criando arrombados aos montes, inunda terras que às vezes abrigam aqueles que te veneram, e deixa imaculadas as daqueles que te desprezam;

No final és tu quem sofres com os desmandos dos impuros, ficas mais fraco, sem vida, sem brilho;

Mas ainda assim, aqueles que ainda tem respeito por ti sempre batalharão para fazer-te brilhar novamente;

Transformá-te nesse rio majestoso que tens direito e fazes com que tua beleza volte a aparecer em todo o teu esplendor;

Que bom que ainda tens amigos, pois só assim, serás novamente o rio das belezas pantaneiras, que tanto recorde de minha infância.

Fábio Veríssimo Gonçalves

Março de 2005 - Rio de Janeiro

RESUMO

O assoreamento e conseqüente migração das margens do Rio Taquari representam um grande desequilíbrio ambiental, que afeta todo o ecossistema e economia da região.

Com o aumento descomedido do aporte de sedimentos, oriundos do planalto da Bacia do Rio Taquari, da aceleração do processo de migração de margens, principalmente na planície da Bacia do Rio Taquari, tornou-se um dos grandes problemas para o desenvolvimento da região.

O processo de migração das margens, associada ao aumento do aporte de sedimentos e elevação do leito do rio, desviando as linhas de corrente de maior velocidade, para as margens do rio, proporcionou o aparecimento de rompimentos de diques marginais (crevasse splay), que é conhecido na região como “arrombados”, que seria o extravasamento do rio para uma região de elevação menor que a margem que o contém, inundando uma grande área.

A migração das margens na área de estudo se mostrou dinâmica, tendo valores de perda de margem na ordem de 6 a 8 metros em determinados locais, em um espaço temporal de apenas um ano e meio, o que torna o problema peculiar e importante à ser mitigado.

Desenvolver estudos de engenharia e estudos de estruturas que visem diminuir ou evitar o aparecimento de arrombados, onde a perda de margem se torna excessiva, em locais críticos, onde a invasão do rio causaria uma grande perda econômica e ambiental, é a proposta deste trabalho.

O uso de programas de modelação matemática como o HEC-6 e o HEC-RAS, trouxeram inúmeras vantagens em velocidade de aquisição de dados e diminuição de custos, em relação aos modelos físicos, determinando que a capacidade de transporte do Rio Taquari, nas linhas de corrente de maior velocidade, é superior ao suprimento, dando base para a execução dos projetos dos geotêxteis.

Os projetos dos geotêxteis foram produzidos baseados em projetos de igual envergadura aplicados em rios como o Rio Jaíba e Rio Cotinguiba, na Bacia do Rio São Francisco, onde modelos físicos foram usados para a determinação da geometria e posicionamento dos geotubos.

Palavras-chave: assoreamento; Rio Taquari; migração de margens; “arrombado”, geotubo, modelação.

ABSTRACT

The sediment deposition and consequent migration of the margins of the Taquari River represents a great environmental unbalance that affects the whole ecosystem and economy of the area.

With the increase of the contribution of sediments, originating from of the plateau of Rio Taquari's Basin, of the acceleration of the process of migration of margins, mainly in the plain of Rio Taquari's Basin, became one of the great problems for the development of the area.

The process of migration of the margins, associated to the increase of the contribution of sediments and elevation of the bed of the river, deviating the lines of current of larger speed, for the margins of the river, provided of marginal dikes (crevasse splay) that is known in the area as "arombados", that would be the river spill for an area of smaller elevation than the margin that contains him, flooding a great area.

The migration of the margins in the study area dynamics was shown tends values of margin loss in the order of 6 to 8 meters in certain local, in a temporary space of just one and a half year, what turns the peculiar and important problem to be mitigated.

To develop engineering studies and studies of structures that seek to decrease or to avoid the appearing of crevasse splays, where the margin loss becomes excessive, in critical places, where the invasion of the river would cause a great economic and environmental loss, it is the proposal of this work.

The use of programs of mathematical modelation as the HEC-6 and HEC-RAS, brought enumerate advantages in speed of acquisition of data and decrease of costs, in relation to the physical models, determining that the capacity of transport of Rio Taquari, in the lines of current of larger speed, is superior to the supply, giving base for the execution of the projects of the geotextile.

The projects of the geotextile were produced based on projects of the same span applied in rivers as Rio Jaíba and Rio Cotinguiba, in the Basin of Rio San Francisco, where physical models were used for the determination of the geometry and positioning of the geotubes.

Key-words: sediment deposition, Taquari River, margin migration, crevasse splay, geotube, modeling.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	i
AGRADECIMENTOS	ii
DEDICATÓRIA	iv
EPÍGRAFE	v
RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
SUMÁRIO	viii
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE TABELAS	xiv
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xv
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	4
2.1. GERAL.....	4
2.2. ESPECÍFICO.....	4
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
3.1. HIDROSEDIMENTOLOGIA GERAL.....	5
Mapas e Cartas	8
Fotografias Aéreas e Outras	8
Hidrologia e Hidráulica	8
Geometria do Canal	9
Hidrografia	9
Granulometria dos sedimentos	9
Dados Ambientais	10
3.2. HIDROSEDIMENTOLOGIA NA BACIA DO RIO PARAGUAI.....	17
3.3. HIDROSEDIMENTOLOGIA NA BACIA DO RIO TAQUARI.....	22
3.4. GEOCONTÊINERS E GEOTÊXTEIS PARA CONTROLE DE EROSÃO.....	27
3.4.1. História.....	27
3.4.2. Material e Tecnologia.....	29
3.4.3. Usos.....	31
3.4.4. Custos.....	32

3.5. MODELOS MATEMÁTICOS	33
3.5.1. HEC-6.....	34
3.5.1.2. Geometria	35
3.5.1.3. Hidráulica e Hidrologia.....	36
3.5.1.4. Transporte de sedimentos.....	36
3.5.1.5. Função de transporte de sedimentos de Yang's	37
3.5.2. HEC-RAS.....	39
3.5.2.1. Filosofia geral do Modelo	39
3.5.2.2. Avaliação de Capacidades de Programa	40
3.5.2.3. Componentes de Análise hidráulicas	40
3.6. TESTE DE INFILTRAÇÃO (CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA - K).....	42
3.6.1. Método do poço acima do lençol freático (poço invertido).....	42
3.6.2. - Material.....	43
3.6.3. - Procedimento (acompanhar o roteiro através da figura 3.16).....	43
3.6.4.- Cálculos.....	44
3.7. MÉTODO MODIFICADO DE EINSTEIN	47
4. METODOLOGIA	49
4.1. QUANTO ÀS ATIVIDADES PREVISTAS NO PROJETO GERAL	49
4.2. QUANTO À REGIÃO EM ESTUDO	52
4.3. QUANTO ÀS VIAGENS DE CAMPO	55
4.4. QUANTO AOS GEOTUBOS	58
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
5.1. QUANTO ÀS ANÁLISES DAS AMOSTRAS DE SOLO.....	59
5.2. QUANTO A BATIMETRIA DA SEÇÃO DE ESTUDO.....	64
5.3. QUANTO À MIGRAÇÃO DA MARGEM	67
5.4. QUANTO ÀS VAZÕES E AOS PERFIS TRANSVERSAIS DAS SEÇÕES.....	68
5.5. QUANTO AOS NÍVEIS D'ÁGUA OBTIDOS NOS LINÍGRAFOS	72
5.6. QUANTO À COLETA DE DADOS SEDIMENTOMÉTRICOS.....	74
5.7. QUANTO À MODELAÇÃO.....	84
5.7.1. Modelo HEC-6.....	85
5.7.2. Modelo HEC-RAS.....	85
5.8. QUANTO À DISPOSIÇÃO E DIMENSIONAMENTO DOS GEOTUBOS	88
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	92
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94
ANEXOS.....	100

ANEXO A	A-1
ANEXO B	B-1
ANEXO C	C-1
ANEXO D	D-1
ANEXO E	E-1

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 3.1. SISTEMA FLUVIAL IDEALIZADO.	14
FIGURA 3.2. CLASSIFICAÇÃO DO CANAL BASEADO NA CONFIGURAÇÃO E TIPO DE CARGA DE SEDIMENTO, MOSTRANDO OS TIPOS DE CANAIS, SUA RELATIVA ESTABILIDADE E ALGUMAS VARIÁVEIS ASSOCIADAS.	15
FIGURA 3.3. TIPOS DE MUDANÇA DE CANAL.....	16
FIGURA 3.4. BACIA DO ALTO PARAGUAI.....	18
FIGURA 3.5. ÁREA OCUPADA POR SOJA E BOVINOS EM (HA).	19
FIGURA 3.6. VAZÕES EM COXIM NO RIO TAQUARI ENTRE 1969 E 1984.	20
FIGURA 3.7. ZONAS DE EROÇÃO E DEPÓSITO DE SEDIMENTOS NA BACIA DO ALTO PARAGUAI.	22
FIGURA 3.8. VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO EM FUNÇÃO DA VAZÃO. OS CÍRCULOS VAZIOS REPRESENTAM OS DADOS DE 1977 A 1982 E OS CHEIOS SÃO DADOS DE 1995 A 1997.....	25
FIGURA 3.9. DESENHO ESQUEMÁTICO DE UMA BALSA COM COMPORTA DE FUNDO EM DOIS MOMENTOS, ORA FECHADA DURANTE PREENCHIMENTO DO GEOTUBO E DEPOIS ABERTA PARA DISPOSIÇÃO DO MESMO NO LOCAL.	28
FIGURA 3.10. CORTE ESQUEMÁTICO DA DISPOSIÇÃO DOS GEOCONTÊINERS NO QUEBRA-MAR “KIRRA”, NA COSTA DOURADA DA AUSTRÁLIA.....	33
FIGURA 3.11. TELA INICIAL DO PROGRAMA HEC-6 (HEC-6 USER’S MANUAL, 1993).....	35
FIGURA 3.13 - APARELHO DE MEDIÇÃO.....	45
FIGURA 3.14 - FLUTUADOR.....	46
FIGURA 3.15 - TRADO.	46
FIGURA 3.16 - DIAGRAMA DO MÉTODO DE POÇO INVERTIDO.....	47
FIGURA 4.1. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	52
FIGURA 4.2. CONE ALUVIAL SOBRE O QUAL ENCONTRA-SE O RIO TAQUARI.....	53
FIGURA 4.3. BACIA DO TAQUARI, ENGLOBANDO O PLANALTO E A PLANÍCIE (POLÍTICO E IMAGEM SATÉLITE).....	54

FIGURA 4.4. ÁREA DE ESTUDO NO RIO TAQUARI (IMAGEM LANDSAT TM DE JUNHO DE 2001).....	55
FIGURA 4.5. GRÁFICO DE VALOR DE K COM O NÚMERO DO TESTE.....	57
FIGURA 4.6. MODELO REDUZIDO DE GEOTUBO CONFECCIONADO COM MANTA GEOTÊXTIL.....	58
FIGURA 5.2. ASPECTO VISUAL DA AMOSTRA A3 COLETADA EM FRENTE À FAZENDA, NA MARGEM DIREITA.....	60
FIGURA 5.3. CURVA GRANULOMÉTRICA CONJUNTA – AMOSTRA A4: PROFUNDIDADE DE 1,20 M DA SUPERFÍCIE. ..	61
FIGURA 5.4. ASPECTO VISUAL DA AMOSTRA A4 COLETADA EM FRENTE À FAZENDA, NA MARGEM DIREITA.....	61
FIGURA 5.5. CURVA DE ENSAIO DE PENEIRAMENTO – AMOSTRA 01: PROFUNDIDADE DE 0,50 M DA SUPERFÍCIE.....	62
FIGURA 5.6. ASPECTO VISUAL DA AMOSTRA 01 COLETADA NA MARGEM ESQUERDA, EM FRENTE À FAZENDA.	62
FIGURA 5.7. CURVA DE ENSAIO DE PENEIRAMENTO – AMOSTRA 02: PROFUNDIDADE DE 0,50 M DA SUPERFÍCIE.....	63
FIGURA 5.8. ASPECTO VISUAL DA AMOSTRA 02, COLETADA NO BANCO DE AREIA, EM FRENTE À FAZENDA.....	63
FIGURA 5.9. BATIMETRIA DA ÁREA DE ESTUDO E ENTORNO.	64
FIGURA 5.10. DADOS DAS CURVAS DE NÍVEL DO LEITO DO RIO, NO TRECHO EM PESQUISA.	65
FIGURA 5.11. IMAGEM TRIDIMENSIONAL RETIRADA DA BATIMETRIA.	66
FIGURA 5.12. PONTO DE POSSÍVEL APARECIMENTO DE ARROMBADO NA REGIÃO DE ESTUDO.....	66
FIGURA 5.13. GRID DE REFERÊNCIA DE EROSÃO DA MARGEM.	67
FIGURA 5.14. MALHA DE PIQUETES DO <i>GRID</i> DE REFERÊNCIA.....	67
FIGURA 5.15. CROQUI DAS REFERÊNCIAS DE NÍVEL INSTALADAS NA MARGEM DIREITA, PRÓXIMO À SEDE DA FAZENDA NASCENTE.	68
FIGURA 5.16. MARGEM EM PROCESSO DE DESBARRANCAMENTO.....	68
FIGURA 5.17 FOTO AÉREA DO LOCAL DE ESTUDO.....	63
FIGURA 5.18. CROQUI DA POSIÇÃO DA MALHA DAS ESTACAS (01 A 28), NA MARGEM DIREITA DA SEÇÃO DE ESTUDO.....	65
FIGURA 5.19. DETALHAMENTO DO CROQUI DA MALHA DAS ESTACAS (01 A 28), PERÍODO DE FEVEREIRO A SETEMBRO DE 2002.....	67

FIGURA 5.20. COMPARAÇÃO TEMPORAL DA PERDA DE MARGEM NO PERÍODO DE FEVEREIRO DE 2002 A JULHO DE 2003.	67
FIGURA 5.21. PERFIL DA SEÇÃO TRANSVERSAL DO POSTO DE CONTROLE S2 REALIZADO EM 10/09/2002.	69
FIGURA 5.22. CROQUI DE LOCALIZAÇÃO DAS SEÇÕES TRANSVERSAIS DE ESTUDO.	69
FIGURA 5.23. PERFIL DA SEÇÃO TRANSVERSAL DO POSTO DE CONTROLE S2 REALIZADO EM 07/11/2002.	70
FIGURA 5.24. PERFIS TRANSVERSAIS DA SEÇÃO S2, MOSTRANDO A VARIAÇÃO DO PERFIL DE FUNDO.	70
FIGURA 5.25. PERFIS ISOLÍNEAS DE VELOCIDADE DA SEÇÃO DE CONTROLE S2.	71
FIGURA 5.26. PERFIS DE VELOCIDADE DA SEÇÃO DE CONTROLE S2.	71
FIGURA 5.27. DADOS DE NÍVEIS D'ÁGUA COLETADOS NO LINÍGRAFO DA FAZENDA NASCENTE, NOS MESES DE SETEMBRO A NOVEMBRO.	72
FIGURA 5.29. DADOS DE NÍVEIS D'ÁGUA COLETADOS NO LINÍGRAFO DA FAZENDA GUANABARA, NOS MESES DE NOVEMBRO DE 2002 A FEVEREIRO DE 2003.	73
FIGURA 5.31. CURVA DE ÓDEN - JULHO DE 2003.	82
FIGURA 5.32. CURVA DE RELAÇÃO ENTRE VAZÃO E VAZÃO DE SEDIMENTO.	84
FIGURA 5.33. JANELA DE VISUALIZAÇÃO DOS DADOS GEOMÉTRICOS.	86
FIGURA 5.34. MENU DE DADOS DAS SEÇÕES TRANSVERSAIS.	87
FIGURA 5.35. FIGURA TRIDIMENSIONAL DA SEÇÃO DE ESTUDO GERADA PELO HEC-RAS.	87
FIGURA 5.36. ÁREA DE ESTUDO GEOREFERÊNCIADA.	90
FIGURA 5.37. POSIÇÃO DOS GEOTUBOS GEOREFERÊNCIADOS.	90
FIGURA 5.38. GEOTUBO EM DISPOSIÇÃO DE “PÉ DE GALINHA”.	91

LISTA DE TABELAS

TABELA 3.1. DADOS NECESSÁRIOS DA BACIA PARA A MODELAGEM DO CANAL.....	8
TABELA 3.2. SUMÁRIO DE MEDIÇÕES DE DESCARGA DE SEDIMENTOS NO ALTO PARAGUAI E SEUS TRIBUTÁRIOS. ¹	24
TABELA 3.3. APORTE DO PLANALTO PARA O PANTANAL. CONCENTRAÇÃO, VAZÃO E DESCARGA SÓLIDA TOTAL DO RIO TAQUARI. NÚMERO AMOSTRAL, VALORES MÁXIMOS, MÉDIOS, MÍNIMOS E DESVIO PADRÃO. DADOS DE 77-82 (DNOS) E 95-97 (CPAP).	25
TABELA 4.1. META FÍSICA 1: LEVANTAMENTO E INTEGRAÇÃO DE DADOS EM AMBIENTE SIG.....	50
TABELA 4.2. META FÍSICA 2: INSTALAÇÃO E OPERAÇÃO DE POSTOS DE MONITORAMENTO.....	50
TABELA 4.3. META FÍSICA 3: ESTUDOS DE MODELAÇÃO HIDROLÓGICA, HIDRÁULICA E SEDIMENTOLÓGICA.	50
TABELA 4.4. META FÍSICA 4: DESENVOLVIMENTO DO PROJETO EXECUTIVO DE ESPIGÕES SUBMERSOS.....	51
TABELA 4.5. RESULTADOS DO TESTE DE INFILTRAÇÃO.	57
TABELA 5.1. RESULTADOS DAS LEITURAS DE MIGRAÇÃO DE MARGENS, NO PERÍODO DE FEVEREIRO DE 2002 A JULHO DE 2003.....	64
TABELA 5.2. DADOS DE LOCAL DE MEDIÇÃO, DESCARGA, VELOCIDADE MÉDIA, ÁREA DA SEÇÃO, LARGURA E PROFUNDIDADE MÉDIA, COLETADOS NAS DATAS DE SETEMBRO E NOVEMBRO DE 2002 E MARÇO DE 2003.	68
TABELA 5.3. ENSAIO DE GRANULOMETRIA - MARÇO DE 2003.....	76
TABELA 5.4. ANÁLISE GRANULOMÉTRICA - MARÇO DE 2003.	77
TABELA 5.5. DESCARGA DE SEDIMENTOS - MARÇO DE 2003.....	79
TABELA 5.6. ENSAIO DE GRANULOMETRIA - JULHO DE 2003.....	80
TABELA 5.7. ANÁLISE GRANULOMÉTRICA - JULHO 2003.	81
TABELA 5.8. DESCARGA DE SEDIMENTOS - JULHO DE 2003.....	83
TABELA 5.9. POSIÇÕES DOS GEOTUBOS.	89

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas.
BAP	Bacia do Alto Paraguai.
BAT	Bacia do Alto Taquari.
CCET	Centro de Ciências Exatas e Tecnologia.
CPAP	Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal.
DHT	Departamento de Hidráulica e Transportes.
DNOS	Departamento Nacional de Obras e Saneamento.
GPS	Global Positioning System.
Lat	Latitude.
Long	Longitude.
SIG	Sistema de Informação Geográfica.
SSD	Sistema de Suporte a Decisão.
UFMS	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.
US\$	Dólares Americanos.
AUS\$ ou Aus\$	Dólares Australianos.
HEC	Hydrologic Engineering Center
HEC-RAS	Hydrologic Engineering Center - River Analysis System
USCORPS	US Army Corps of Engineering

1. INTRODUÇÃO

Há alguns anos vem sendo notado um aumento progressivo no transporte de sedimentos na bacia do Rio Taquari, ocasionados pelo mau uso do solo na agricultura e pecuária.

O aporte excessivo de sedimentos ao longo do Rio Taquari vêm trazendo prejuízos para o ecossistema da região, já que ao chegar na planície do Pantanal, o rio perde velocidade e o sedimento se deposita no leito do rio, causando um desvio para uma das margens do seu leito, deixando o ponto de maior velocidade da seção do rio próximo de uma de uma margem causando uma aceleração de sua erosão natural.

Quando uma margem, também podendo ser chamada de dique marginal, se encontra em uma cota acima do relevo ao seu redor, essa erosão excessiva poderá causar a formação de um problema bem atual na planície do Pantanal, no baixo Taquari, a formação de um rompimento do dique marginal e alagamento de toda região de cota igual ou inferior a linha d'água do rio.

Esses rompimentos, também conhecidos pelos habitantes do local, como arrombados, são bem comuns na região do baixo Taquari, sendo que há uma concentração desses arrombados conhecidos regionalmente como Caronal, ou arrombados dos Caronal.

Os arrombados representam um problema ambiental com conseqüências sócio-econômicas ao Pantanal, pois estudos (IDE, 2004) mostram a existência de aproximadamente 180 propriedades rurais abandonadas, devido à inundação decorrente desses fenômenos, totalizando mais de 1.000.000 ha. O desmatamento e as atividades agropastoris tem ocasionado o aumento substancial dos sedimentos, prejudicando a navegação e aumentando a erosão das margens. Afetam a fauna e a flora do Pantanal, em razão do aumento de material fino em suspensão e pela alteração do regime de inundação das várzeas.

Existem vários modos de se evitar que o leito deslocado para as margens possa causar um rompimento de dique marginal, sendo eles os enroncamentos de pedra, uso de placas de concreto como proteção das margens e o uso de geotubos ou espigões submersos de material geotêxtil.

Estruturalmente, a utilização de espigões submersos construídos com bolsas ou contêineres de geotêxtil, preenchidos com areia do próprio leito do rio, apresentam vantagens em relação à utilização de enroncamento convencional:

- Custo reduzido (provavelmente 10% do custo do uso do enrocamento de pedra);
- Impacto insignificante no comportamento hidráulico geral do rio;
- O material utilizado é do próprio rio, portanto, com impacto ambiental mínimo;
- Impacto ambiental nulo sobre a várzea (não há a necessidade de serem construídas vias de acesso);
- Caso haja necessidade, a estrutura pode ser removida com facilidade;
- O impacto paisagístico é nulo;
- Potenciais danos a embarcações são mínimos.

O uso de geotubos para a proteção de margens é inovador em nosso país e possui inúmeras vantagens ao modelo de enrocamento de pedra, comumente usadas, mas que em determinadas regiões, como o Pantanal, são financeiramente proibitivas, abrindo espaço para um modelo mais moderno e barato, além de ambientalmente inerte.

Os espigões submersos atuam em consonância com o rio. Pode ser entendido como a fixação de um banco de areia submerso, que orienta o fluxo do rio, inibindo a migração anual do talvegue.

No Pantanal, as jazidas de pedras disponíveis são distantes. Adicionalmente, o acesso requerido para o transporte de carga pesada, em grande parte do Pantanal, é praticamente impossível. Estas duas características fazem com que os custos de um enrocamento tradicional sejam proibitivos, na maior parte do Pantanal.

O desenvolvimento, a adaptação e o domínio desta tecnologia poderão se tornar uma opção técnica, para a proteção e a recuperação de margens de rios e regiões costeiras brasileiras.

Este trabalho procurou estudar e propor estudos hidráulicos, a fim de mitigar a erosão das margens do rio e a deposição de sedimento no leito da calha fluvial, dedicado ao ambiente pantaneiro. As estruturas hidráulicas serão compostas de espigões construídos com contêineres de geotêxtil, preenchidos com material extraído do leito do próprio Rio Taquari.

Para modelar a disposição das estruturas hidráulicas propostas, sem acarretar qualquer mudança hidrológica significativa do meio, foi usado dimensões e posicionamento similares ao usado em rios de igual magnitude e complexidade. Como o Rio Jaíba (BRASIL, 2000) usando o programa de modelação matemática da USCORPS of Engineers, o HEC-6 e HEC-RAS para se ter apenas a confirmação dos dados obtidos no Rio Taquari fossem próximos dos observados no Rio Jaíba. Era de suma importância que a hidrologia a jusante e a montante do local de pesquisa se mantivesse inalterado após a inserção dos geotubos.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Este estudo tem por finalidade avaliar as migrações da margem do Rio Taquari, para a execução de projeto piloto de controle desta migração e, também, a sedimentação em uma seção estabelecida em frente da Fazenda Nascente.

Tem como objetivo, ainda, propor um método economicamente viável de proteção de margens à região dos arrombados do Caronal, no Rio Taquari, na planície pantaneira.

2.2. Específico

- Levantamento e Integração de Dados em Ambiente SIG;
- Instalação e Operação de Postos de Monitoramento;
- Estudos de Modelação Hidrológica, Hidráulica e Sedimentológica;
- Desenvolvimento do Projeto dos Espigões Submersos.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Buscou-se, nesta revisão, abordar assuntos relacionados ao estudo hidrossedimentológico, de um modo geral. A seguir, mencionam-se os resultados em pesquisas já realizadas na Bacia do Paraguai que tratem da região em estudo. Por fim, reuniram-se resultados de estudos na Bacia do Rio Taquari, para ilustrar as mais recentes pesquisas efetuadas nesta área.

3.1. Hidrossedimentologia geral

O comportamento dos rios tem sido estudado por um longo período, por causa de sua importância em transportes, agricultura, geração de energia, recreação e muitas outras aplicações. As enchentes nas bacias dos rios Yellow e Yangtze, na China, estão entre os mais custosos desastres naturais, em termos de números de perdas de vidas humanas em um único evento. Nos Estados Unidos, a média anual de mortes e a média de perdas anuais de propriedades por enchentes são tão grandes quanto àquelas provocadas por furacões ou tornados (COSTA *et al.*, 1981 *apud* MEAKIN *et al.*, 1996).

O movimento incipiente dos grãos de sedimentos nos leitos dos cursos d'água ou em suas bacias hidrográficas, o seu transporte, a dispersão dos grãos e a sua deposição, caracterizam os processos sedimentológicos. Esses estão associados aos processos morfológicos, que resultam de alterações nas características geométricas em planta, em perfil ou através das seções transversais dos cursos d'água, em consequência de rupturas no equilíbrio dinâmico do movimento dos sedimentos (MOTTA, 1978; WILSON Jr, 1998 *apud* WILSON Jr; ANDRADE, 2000).

No estudo do ciclo hidrossedimentológico, compreende, conjuntamente, o ciclo hidrológico, do qual está relacionado e dependente. Envolve o deslocamento, o transporte e o depósito de partículas sólidas presentes na superfície da bacia (TUCCI, 1997).

Os processos responsáveis pela sedimentação são muito complexos, abrangendo erosão, deslocamento das partículas por enxurradas ou outros meios até os rios, transporte do sedimento nos cursos d'água, deposição do sedimento na calha dos rios, lagos e reservatórios e sua compactação. Todos esses fenômenos que envolvem o sedimento são processos naturais que sempre ocorreram através dos tempos geológicos, sendo responsáveis pela forma atual da superfície da Terra. Muitos dos fenômenos podem ser mesmo visualizados, ou presenciados,

mas são muito complexos (CARVALHO, 1994 *apud* GONÇALVES *et al.*, 2002).

Há relativamente pouco tempo, o acompanhamento dos diversos ciclos hidrossedimentológicos não ocorria com semelhante interesse despendido ao ciclo hidrológico. A região em que se encontra a Bacia do Rio Taquari, por se tratar de uma zona tropical, apresenta altos índices pluviométricos, em determinadas épocas do ano, o que agrava o fenômeno natural de aporte de sedimentos rumo à saída da bacia, ou seja, ao Pantanal.

Como parte do processo hidrossedimentológico, é possível distinguir os principais fenômenos que ocorrem, tais como desagregação, separação (ou erosão), transporte, decantação (ou sedimentação), depósito e consolidação (TUCCI, 1997).

WILSON Jr (2000) citando textos de EINSTEIN (1972) diz que os fenômenos relacionados aos sedimentos encontram-se reproduzidos na natureza, ao longo dos trechos dos rios e de outros escoamentos de superfície livre e, que cabe ao pesquisador comprová-los e percebê-los.

O transporte de sedimentos pelos rios é um fenômeno complexo que depende de processos erosivos que ocorrem nas vertentes da bacia e no leito e margens dos rios, e que fornecem material que, por sua vez, depende da energia do fluxo para ser transportado. A combinação dessas variáveis, fornecimento de material e energia do fluxo, resulta em um fenômeno com grande variação no tempo e no espaço. O transporte de sedimentos é um processo natural que envolve remoção, transporte e deposição de material e faz parte da evolução da paisagem originando as formas geomorfológicas (SANTOS *et al.*, 2001).

IKEDA e RAMOS (1995) relatam que erosão refere-se à parcela do solo que está sendo carregada da sua superfície para os cursos d'água. Ela se deve a dois processos: o primeiro associado à desagregação do solo devido ao impacto das gotas da chuva e o segundo devido ao escoamento superficial.

Uma parcela da carga detrítica dos cursos d'água é proveniente da ação erosiva que o movimento da água exerce sobre as margens e o fundo do leito (*bed load*). Entretanto, maior parte é fornecida pela remoção detrítica das vertentes (*wash load*). Assim, reconhece-se que o transporte de sedimentos é governado pelos fatores hidrológicos que controlam as características e o regime do escoamento superficial e pelas características das partículas que compõem a carga de sedimentos (SANTOS *et al.*, 2001).

A carga de sedimentos diz respeito ao tipo de material transportado, enquanto que o termo “descarga sólida” ou “descarga de sedimentos” é definido como a massa total de sedimentos que passa em uma seção transversal do rio por unidade de tempo, geralmente expressa em toneladas por dia (VANONI, 1977 *apud* SANTOS *et al.*, 2001).

Outra grandeza física importante no transporte de sedimentos é a concentração, expressa em mg/L e definida como a razão entre as descargas sólida e líquida multiplicada por um fator numérico de ajuste das unidades (SANTOS *et al.*, 2001).

A carga total de sedimentos é composta por materiais fornecidos pelos processos químicos, físicos e biológicos que governam a erosão e pelos mecanismos de transporte de massa no regolito. No processo de transporte fluvial de sedimentos pode-se distinguir três tipos de cargas: dissolvida, em suspensão e do leito (SANTOS *et al.*, 2001).

A análise hidrológica é o primeiro passo necessário para a maioria dos estudos de bacias hidrográficas e rios, isto é, a água é o mecanismo propulsor para erosão e transporte de sedimentos. O projeto de uma estrutura hidráulica, em um ambiente natural, é baseado na hidrologia do ambiente específico em que a estrutura irá ocupar (SIMONS *et al.*, 1982).

A avaliação da suficiência de dados disponíveis para dar suporte às várias fases do estudo do sistema fluvial é um elemento essencial da análise. Considerações devem ser dadas aos vazios nos dados disponíveis, na necessidade de coleta, e nas técnicas para síntese de dados e análise da sensibilidade dos dados. A necessidade de dados é, com certeza, dependente da complexidade tanto do sistema quanto do método de análise. A exigência de dados para o estudo de uma grande bacia, incluindo a modelagem do canal, de tributários e da bacia, estão descritos na tabela 3.1. Essa tabela está disposta em forma de matriz e inclui a descrição dos dados e a avaliação do grau de importância, para cada fase particular do estudo. É claro que para um projeto em particular, uma certa categoria de dados podem ser consideradas de primeira importância ao invés de secundária, e, possivelmente, vice-versa (SIMONS *et al.*, 1982).

Tabela 3.1. Dados necessários da bacia para a modelagem do canal.

Descrição dos Dados	Grau de Importância
Mapas e Cartas	
Mapa topográfico do ambiente do rio	Primário
Mapa geológico do ambiente do rio	Secundário
Cartas hidrológicas	Primário
Fotografias Aéreas e Outras	
Fotografias do rio em grande escala e de terrenos da redondeza	Secundário
Fotografias do rio em pequena escala e de terrenos da redondeza	Primário
Fotografias coloridas em infravermelho para as configurações de fluxo, zonas de erosão e vegetação	Secundário
Imagens de satélites (Ikonos, Landsat TM, outros)	Primário
Estruturas Hidráulicas (estruturas existentes e planejadas)	
Plantas e detalhes de projeto	Primário
Alterações e reparos	Secundário
Escavação	Primário
Procedimento de operação	Primário
Hidrologia e Hidráulica	
Registros de descarga	Primário
Registros de velocidade de fluxo	Primário

Registros de nível de água	Primário
Curvas de frequência de enchentes	Secundário
Registros de descarga de sedimentos (material do leito e carga de lavagem)	Primário
Resistência ao fluxo	Primário

Geometria do Canal

Seções transversais	Primário
Ilhas	Primário
Planície de inundação	Primário
Declividade do leito	Primário
Declividade da superfície da água	Primário
Banco de areia	Primário
Sinuosidade	Secundário
Controles (cachoeiras, corredeiras, estreitamento de rochas, afloramento do estreitamento de rochas, barragens, desvios)	Primário

Hidrografia

Hidrograma de água	Primário
Hidrograma de sedimento (material do leito e carga de lavagem)	Primário

Granulometria dos sedimentos

Distribuição granulométrica do material de leito	Primário
Distribuição granulométrica do material da margem	Primário

Dados Ambientais

Comunidade ribeirinha	Secundário
Salinidade	Secundário
Turbidez	Secundário
Temperatura da água	Secundário
Habitat dos peixes	Secundário
Qualidade química	Secundário
n	
Precipitação	Secundário
Ventos	Secundário
Temperatura do ar	Secundário

Adaptado de: SIMONS *et al.* (1982)

Compreender os mecanismos que controlam o transporte de sedimentos em rios é de fundamental importância para os campos da hidráulica, da hidrologia e dos recursos hídricos. Vazões em rios são geralmente tridimensionais, não-permanentes, em estado turbulento de fluxo, e envolve interações de fases diferentes. Desta forma, as análises precisas de fluxo e de transporte de sedimentos em rios com meandros é uma difícil tarefa. Enquanto numerosos livros e artigos sobre o assunto têm sido publicados, os detalhes da micro-mecânica de ressuspensão, transporte e deposição de sedimentos ainda não são completamente compreendidos (SHAMS *et al.*, 2002).

Segundo JIMÉNEZ-RUEDA (1998) e outros, no estudo da dinâmica evolutiva de uma paisagem é fundamental para estabelecer os critérios para a compreensão de seu comportamento. Os fatores determinantes no processo são a definição dos grandes domínios morfoestruturais, a morfologia do relevo, os condicionantes climáticos e bióticos, e os litotipos, definidores das coberturas de alteração intempérica e das unidades de alteração. A

caracterização detalhada e a compreensão de suas relações intrínsecas são mecanismos que definem a potencialidade do uso e ocupação do meio ambiente.

Aliado a isto, TUCCI e CLARKE (1997) consideram que o desenvolvimento econômico e a expansão das fronteiras agrícolas produziram alterações significativas na superfície e no uso do solo rural em países em desenvolvimento, como o Brasil. O impacto dessas alterações tem sido discutido muito mais dentro de uma avaliação qualitativa do que quantitativa, já que o número de combinações entre as diferentes condições de clima, cobertura, solo, geologia e outros fatores são numerosos para permitir uma real estimativa dos impactos sobre o escoamento, produção de sedimentos e qualidade de água. As estimativas dos modelos matemáticos disponíveis normalmente não são confiáveis, devido à incerteza e empirismo dos parâmetros desses modelos. Mesmo quando os modelos matemáticos são utilizados para estimar os efeitos de mudanças, é sempre necessário comparar e confirmar as previsões obtidas através desses modelos com observações no campo, sempre que possível.

Em uma bacia hidrográfica, a substituição da vegetação nativa por culturas e pastagens cultivadas sem a adoção de manejo adequado e práticas conservacionistas de solo, normalmente aumentam a compactação da superfície do solo, causam redução na infiltração da água, aumento no escoamento superficial, e, conseqüentemente, aumento no deflúvio da bacia (GALDINO *et al.*, 2002).

Entre outros fatores, o equilíbrio entre a erosão, transporte e deposição de sedimentos na bacia de um rio, está intimamente relacionado com o estado natural de sua cobertura vegetal (EINSTEIN, 1972 *apud* WILSON Jr, 2000).

É necessário definir alguns conceitos a respeito de tipos de escoamento para que se possa prosseguir no estudo. EINSTEIN (1950) *apud* WILSON Jr; ANDRADE (2000) afirma que quando o leito do escoamento com a superfície livre é constituído de partículas de características idênticas àquelas que estão em movimento, o leito denomina-se aluvional. A forma e o tamanho dos sedimentos são determinados por uma condição de equilíbrio entre a alimentação sólida a montante e a capacidade de transporte das vazões líquidas. Se o número de partículas sólidas que penetram num determinado trecho do curso d'água for igual ao número de partículas que o deixam, no mesmo período de tempo, diz-se que o equilíbrio sedimentológico foi alcançado.

Nos problemas de morfologia fluvial, o equilíbrio sedimentológico, também conhecido por equilíbrio de regime ou dinâmico, é regido pelo princípio do auto-ajustamento. Este princípio estabelece que, em rio em terreno aluvional, sujeito, principalmente, a escoamentos unidirecionais, existe relação unívoca entre as variáveis independentes: vazões líquida e sólida, e as variações dependentes: largura, profundidade e declividade médias do leito (MOTTA, 1978 *apud* WILSON Jr; ANDRADE, 2000).

O conceito de auto-ajustamento foi estabelecido para canais de irrigação, projetados para funcionar à vazão constante. Posteriormente, foi generalizado para rios sujeitos a vazões variáveis ao longo do ano e comportando um quarto grau de liberdade: o de formar meandros. Um curso d'água fluvial tem, portanto, quatro graus de liberdade: pode variar a largura, a profundidade, a declividade e formar meandros (MOTTA, 1978 *apud* WILSON Jr; ANDRADE, 2000).

WILSON Jr; ANDRADE (2000) afirmam que quando a quantidade de sedimentos introduzida na corrente líquida excede sua capacidade de transporte, o excesso de sedimentos deposita-se. Diz-se que o leito do rio, no trecho considerado, está se “agradando” ou se assoreando. Inversamente, se a taxa de introdução de sedimentos na corrente líquida é menor que sua capacidade de transporte, o leito do rio e/ou margens são erodidas. Nesse caso, o escoamento líquido provoca a erosão ou degradação do leito e margens, a fim de suprir a deficiência de sedimentos.

Sedimentos são materiais erodidos e susceptíveis de transporte e deposição. A sedimentometria é a parte da hidrometria que trata da medida da quantidade de sedimentos transportados pelos rios. A quantificação é feita por meio de medições de descarga sólida, estudada juntamente com a fluviometria (SANTOS *et al.*, 2001).

A geomorfologia fluvial tem sido objeto de estudo, não apenas de canais individuais, mas para o todo sistema de drenagem. Por exemplo, raramente é possível entender apenas um curto trecho de um canal aluvial isolado do controle dos trechos montante e jusante. No caso mais simples, o trecho de um rio é a integração da geologia, morfologia e hidrologia de montante (a hidrologia por si só pode ser fortemente influenciada pela morfologia da bacia de drenagem) (SIMONS *et al.*, 1982).

Três são os meios em que o conhecimento do geomorfologista sobre o terreno pode ser aplicado a problemas práticos. O primeiro é simplesmente na avaliação das condições

existentes. O segundo é uma tentativa para prever o que ocorrerá no futuro – no que se refere a condições ambientais constantes e variáveis. O terceiro é uma tentativa para interpretar o passado (retroação) (SIMONS *et al.*, 1982).

Segundo SCHUMM; LICHTY (1965) *apud* SIMONS *et al.* (1982), apresenta-se um breve resumo das variáveis que constituem um sistema de drenagem fluvial:

- Tempo;
- Relevo inicial;
- Geologia (litologia, estruturas);
- Clima;
- Vegetação;
- Relevo ou volume do sistema acima do nível da base;
- Hidrologia (produção de escoamento e sedimento por unidade de área dentro da zona 1);
- Morfologia da rede de drenagem;
- Morfologia da inclinação das montanhas;
- Hidrologia (descarga de água e sedimento para as zonas 2 e 3);
- Morfologia do canal e vale e características do sedimento (zona 2);
- Morfologia do sistema de deposição e características do sedimento (zona 3).

Na figura 3.1, mostra-se as zonas de produção (zona 1), transferência (zona 2) e deposição (zona 3), desde a área da bacia de produção de sedimentos (a montante) até a área da bacia de deposição de sedimentos (a jusante), em um sistema fluvial idealizado.

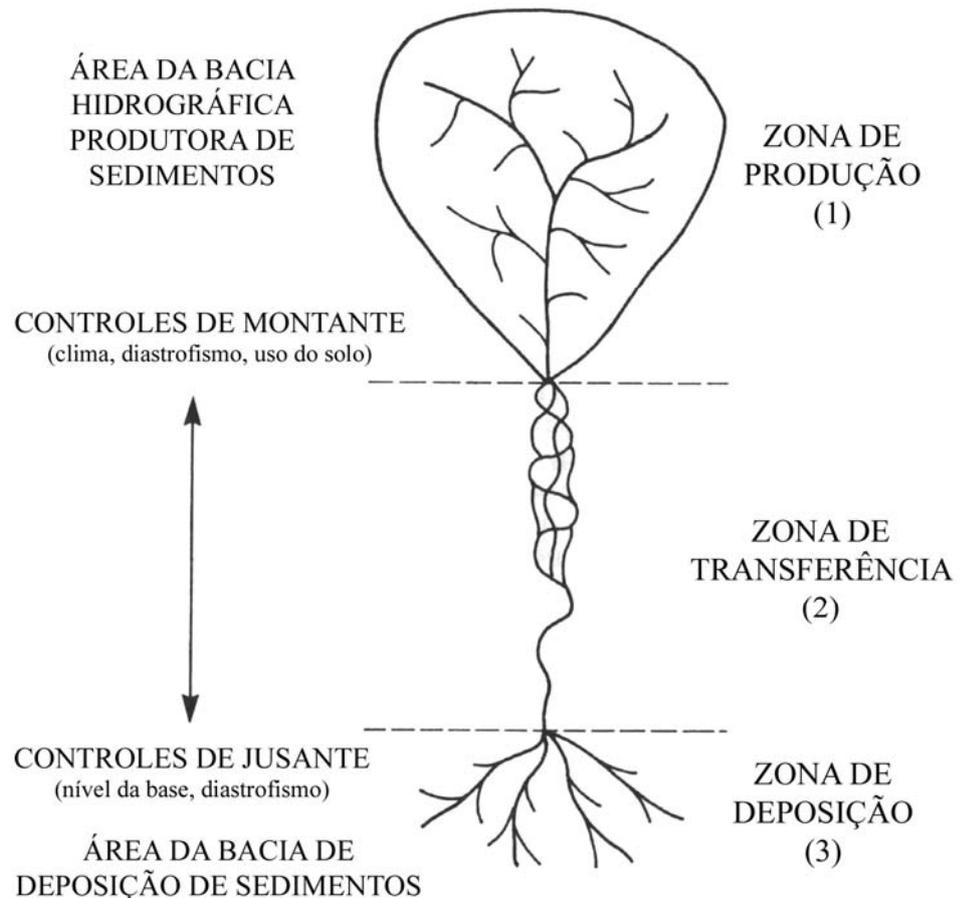


Figura 3.1. Sistema fluvial idealizado.

Fonte: SIMONS *et al.* (1982)

O movimento de água e sedimento através de canais aluvionais estáveis são variáveis independentes que determinam o tamanho, forma e configuração do canal. Numerosas relações empíricas têm sido desenvolvidas que relacionam a morfologia do canal à descarga de água e sedimentos (SIMONS *et al.*, 1982).

A figura 3.2 tenta resumir as informações disponíveis sobre as configurações do canal, tipos e variáveis, através dos exemplos apresentados (SIMONS *et al.*, 1982). Nesta figura, os números apresentados representam as possibilidades de configurações do canal. Faz-se uma breve explanação a respeito de cada exemplo (números de 1 a 5):

- Canal reto, talvegue reto (a parte mais profunda do canal). O canal é relativamente estável.
- Canal reto, talvegue sinuoso. O canal é geralmente estável, mas a mudança de talvegue e migração de bancos de areia ocorrem.

- Meandros
- Largura uniforme do canal, pequenos bancos de areia. O canal é estável mas cortes nas curvas ocorrem.
- Canal mais largo nas curvas, grandes bancos de areia. Cortes na calha e curvas, mudança de meandros produz um canal relativamente instável.
- Meandro. Transição trançada, grandes bancos de areia com freqüentes cortes nas curvas. Canal instável com talvegue sinuoso.
- Canal trançado. Canal instável com múltiplos talvegues e numerosos bancos de areia e ilhas.

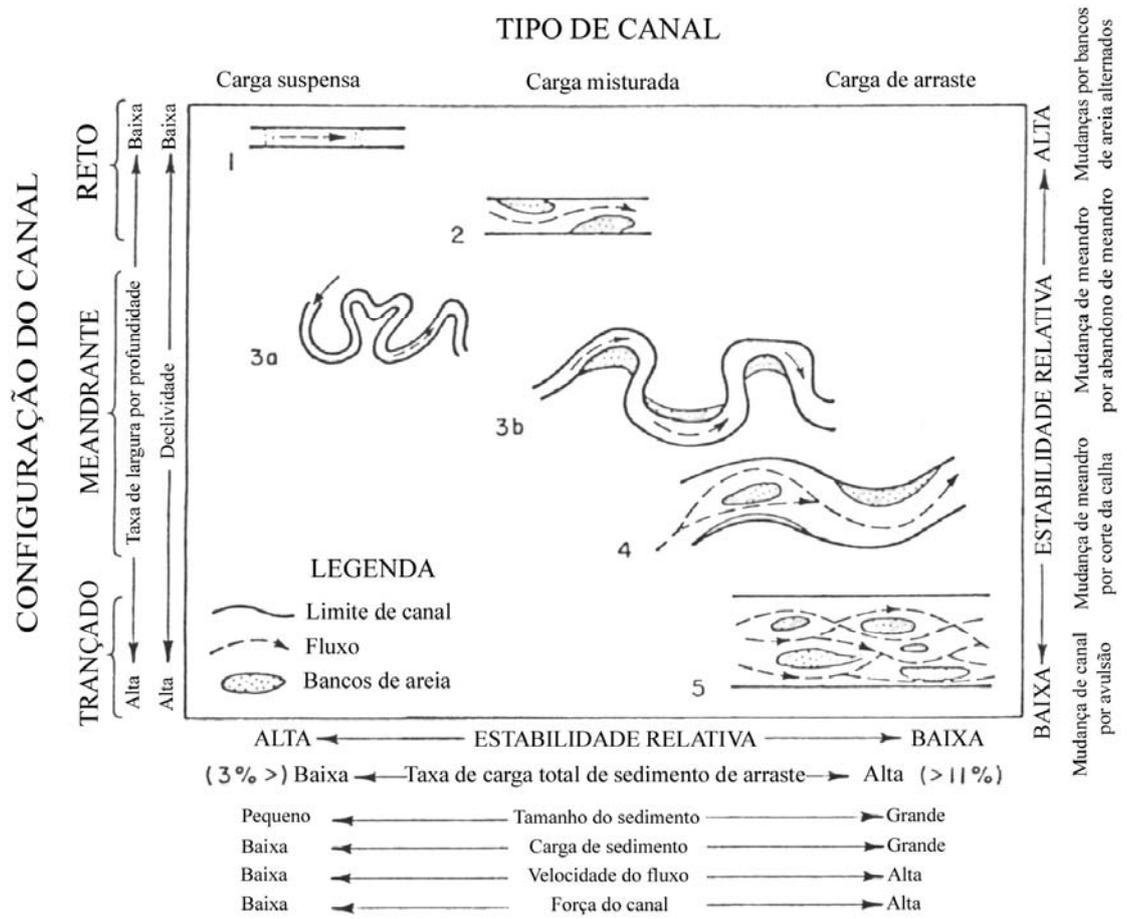


Figura 3.2. Classificação do canal baseado na configuração e tipo de carga de sedimento, mostrando os tipos de canais, sua relativa estabilidade e algumas variáveis associadas.

Fonte: SIMONS *et al.* (1982)

A figura 3.3 ilustra seis tipos de mudanças de canais naturais. Os exemplos *a* e *b* são alterações de bancos de areia e ilhas dentro do canal. No caso *b*, conforme os bancos de areia

alternados mudam lentamente a jusante, o talvegue muda de posição. Então, uma vez que a situação *a* for protegida por bancos de areia alternados, mesmo que algum tempo mais tarde os bancos de areia tenham mudado para jusante, a margem pode estar sujeita a erosão. Os exemplos *c*, *d*, *e*, e *f* mostram uma mudança na posição do canal e, também, gradualmente, uma mudança do meandro ou, relativamente rápida, por um corte da curva ou da calha, ou por avulsão. Em acréscimo à mudança de meandro (figura 3.3 *e*), os canais meandrantes podem também aumentar em amplitude. Isso é complementado pela erosão do corte da margem ou da parte externa da curva, enquanto os sedimentos são depositados na parte interna da margem ou bancos de areia (SIMONS *et al.*, 1982).

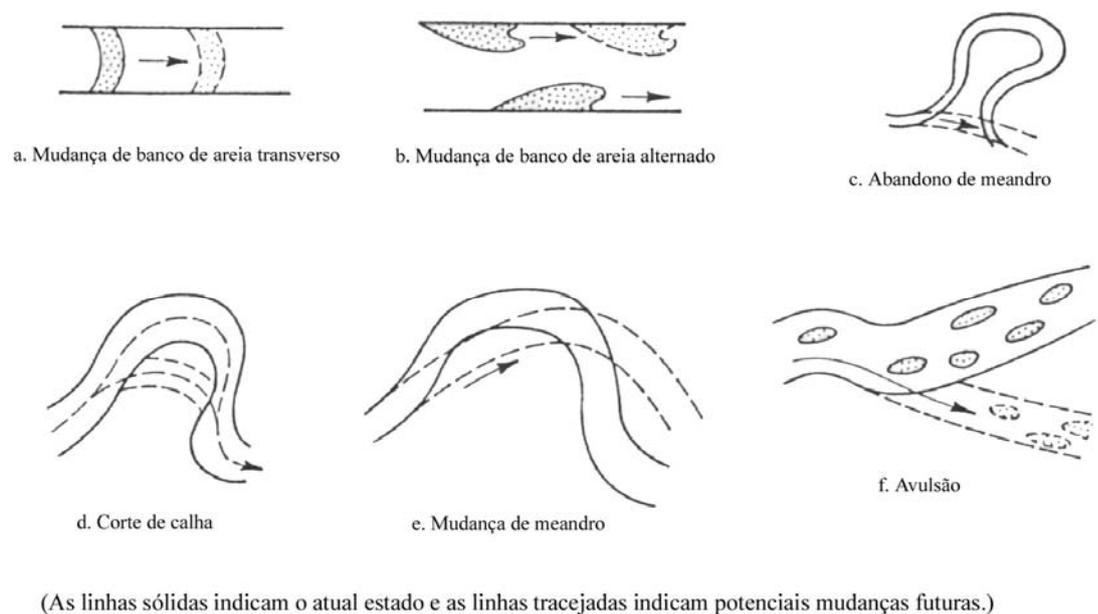


Figura 3.3. Tipos de mudança de canal.

Fonte: SIMONS *et al.* (1982)

Grandes planícies de inundação raramente apresentam um comportamento hidráulico e hidrológico uniforme, o que dificulta a adoção de um único modelo matemático para sua representação. MASCARENHAS e SILVA (1995) procuraram identificar, com auxílio do sensoriamento remoto, cartas topográficas e dados hidrológicos, trechos de uma mesma planície que possam ser simulados alternadamente por modelos hidrológicos simplificados ou modelos hidrodinâmicos, uni e bidimensionais.

As principais dificuldades que aparecem em previsões e estudos sobre transporte sólido concentram-se em função dos inúmeros parâmetros que são variáveis e instáveis no tempo e

no espaço, destacando-se os geológicos, geomorfológicos, hidrológicos e hidráulicos que normalmente dão origem aos fenômenos erosivos e a dinâmica do transporte sólido nas calhas fluviais. Em cada leito fluvial, o transporte sólido destaca-se com uma modalidade de transporte sólido predominante, a qual, normalmente, está diretamente relacionada com os diâmetros e as porcentagens das partículas de sedimentos em transporte (FIGUEIREDO; SUAREZ, 1995).

Após esta breve introdução teórica aos processos gerais envolvidos na hidrossedimentologia, apresentam-se aqueles processos encontrados na literatura especificamente aplicados às Bacias do Rio Paraguai (da qual a Bacia do Rio Taquari é uma sub-bacia) e do Rio Taquari.

3.2. Hidrossedimentologia na Bacia do Rio Paraguai

Na figura 3.4 apresenta-se a delimitação da Bacia do Alto Paraguai (BAP) bem como os limites do Pantanal Mato-grossense.

A Bacia do Alto Paraguai, no Brasil, foi delimitada e quantificada em 361.666 km² e o Pantanal, no Brasil, em 138.183 km², ocupando, portanto, 38,21% da área da bacia. Identificou-se a participação de 16 municípios na área definida pela planície pantaneira. Desses municípios, sete deles são localizados no Estado de Mato Grosso (Barão de Melgaço, Cáceres, Itiquira, Lambari D'Oeste, Nossa Senhora do Livramento, Poconé, Santo Antônio do Leverger) e nove municípios no Estado de Mato Grosso do Sul (Aquidauana, Bodoquena, Corumbá, Coxim, Ladário, Miranda, Sonora, Porto Murtinho, Rio Verde de Mato Grosso) (SILVA *et al.*, 1998a).

Os afluentes do Rio Paraguai apresentam maior dificuldade de transporte comercial de cargas, devido principalmente ao assoreamento e mudança de leito. No Rio Taquari era possível navegar entre os rios Paraguai e Coxim. Atualmente, até pequenas canoas têm dificuldades de navegar. O risco que existe na navegação da região é o transporte de produtos que, por acidente, possam contaminar o rio (ANA, 2001).

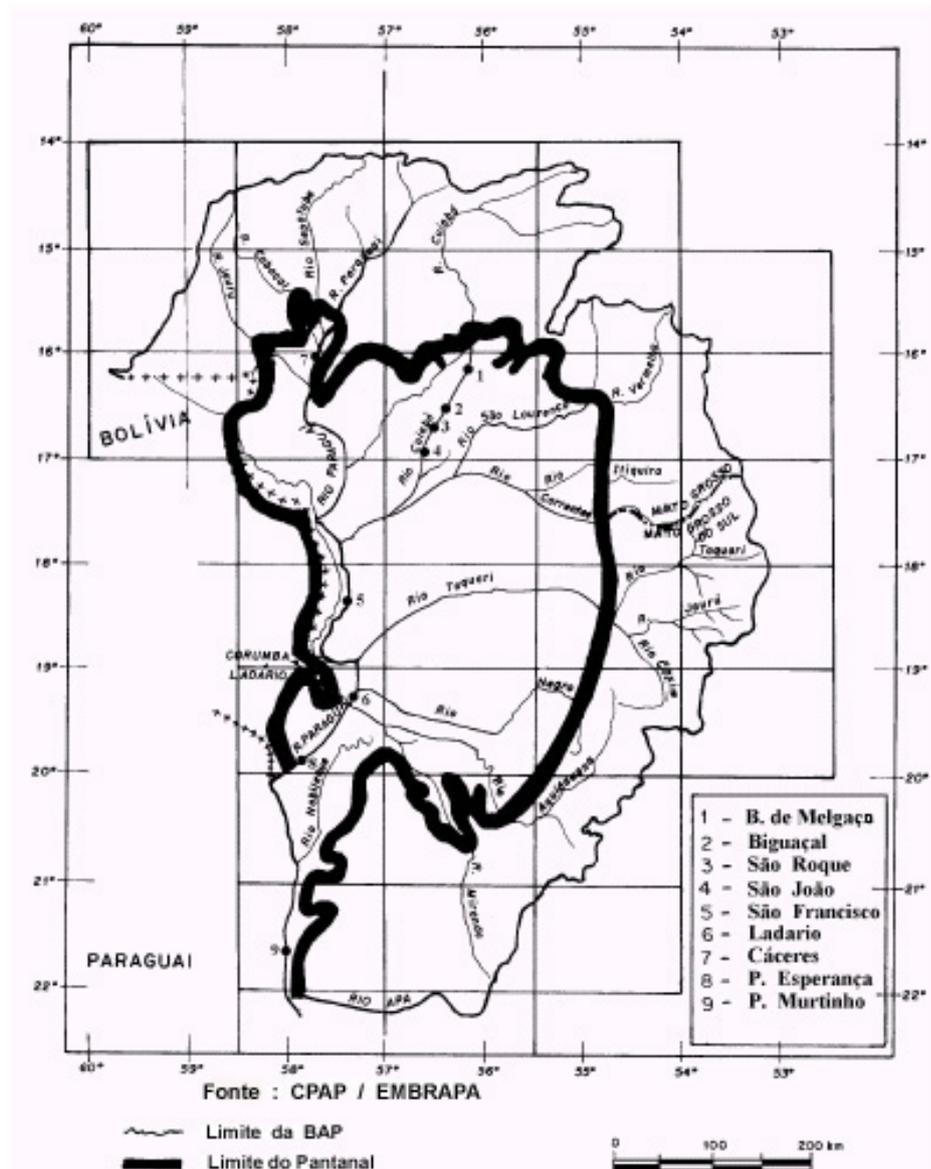


Figura 3.4. Bacia do Alto Paraguai.

Fonte: IPH (1994) *apud* ANA (2001)

A Bacia do Rio Paraguai mostrou, ao longo do século vinte, significativa variabilidade hidrológica. Na década de 70 ocorreram dois fatores importantes: o primeiro fator foi uma maior migração da população para o Planalto e a introdução do plantio de culturas anuais (como a soja) e aumento do rebanho de gado. As culturas anuais produzem dois efeitos fundamentais no ciclo hidrológico: aumento do escoamento médio pelo desmatamento e contínua alteração no solo e produção de sedimentos. O segundo fator é o fato de que o solo do Planalto é muito frágil e a expansão do gado gerou aumento significativo na produção de sedimentos (ANA, 2001).

O redirecionamento do sistema produtivo a partir da década de 70, na Bacia do Alto Paraguai (BAP), onde se insere o Pantanal, teve suas ações voltadas para a agropecuária, por meio de incentivos fiscais do Governo. Programas governamentais como o Polocentro e Polonordeste tiveram como objetivo incorporar terras ao processo produtivo. Dessa maneira, milhares de km² de áreas florestadas (savanas e florestas estacionais) têm sido desmatadas para implantação de pastagens cultivadas ou de culturas agrícolas (SILVA *et al.*, 1998b).

No entanto, a área ocupada pela soja é insignificante se comparada com a área de gado (figura 3.5). Além disso, o solo onde o gado ocupa é pouco produtivo e frágil. Esta fragilidade facilita a erosão principalmente nos caminhos formados pelo deslocamento dos rebanhos (TUCCI, 2002).

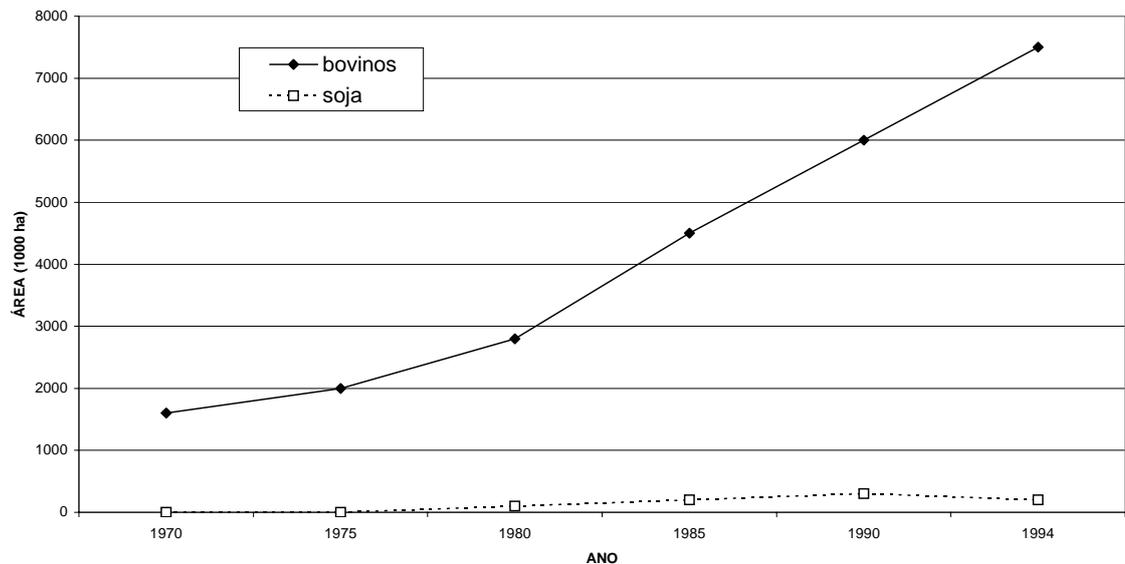


Figura 3.5. Área ocupada por soja e bovinos em (ha).

Fonte: COLLISCHONN (2001) *apud* TUCCI (2002)

O segundo fator importante foi o aumento da precipitação, que levou ao aumento da capacidade erosiva e da vazão média de enchente. Os resultados mostraram que na década de 60 as vazões estiveram abaixo da média de longo período, da ordem de 15% (na média do período), durante todos os anos (figura 3.6) (TUCCI, 2002).

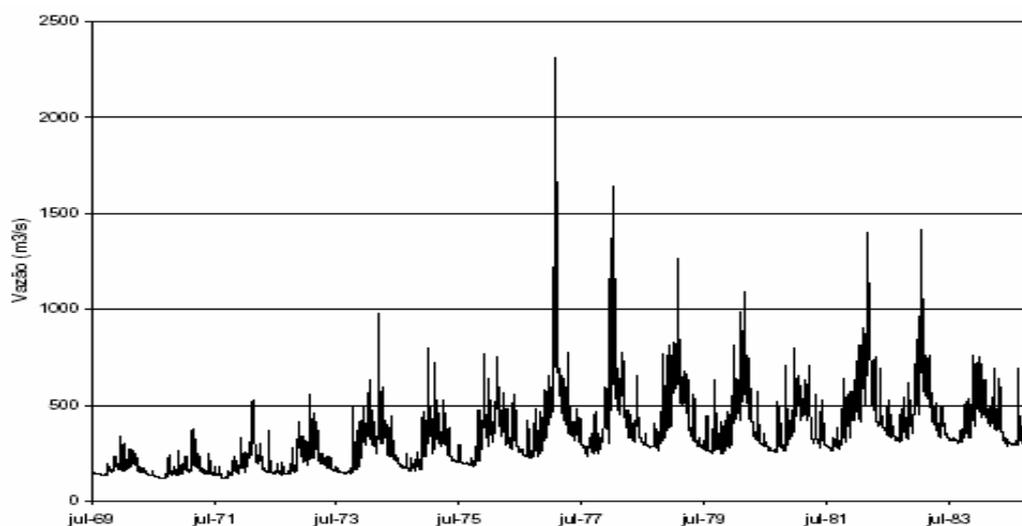


Figura 3.6. Vazões em Coxim no Rio Taquari entre 1969 e 1984.

Fonte: COLLISCHONN (2001) *apud* TUCCI (2002)

Neste período, algumas propriedades produtivas passaram a ficar grande parte do ano inundadas e os leitos de rios se alteraram, devido à pequena resistência natural dos mesmos e ao aumento da vazão, criando condições adversas para o transporte fluvial e a conservação ambiental nos tributários do Rio Paraguai. Uma consequência direta desse processo de alteração do leito ocorre no Rio Taquari onde a população utiliza a denominação de *arrombado*, para designar o corte de meandro produzido durante as cheias em rios de leito aluvional, como o Taquari. Com o corte do meandro, a propriedade é subdividida, dificultando as pastagens (ANA, 2001).

A reação usual dos proprietários das fazendas tem sido o de construir diques para obter uma área maior sem inundação e fechar os *arrombados*. No primeiro, ocorre uma alteração nas características da flora e fauna local e o rio tende em médio prazo inibir a ação dos diques. No segundo, a água retida é evaporada, os peixes morrem e o ambiente apresenta uma certa deteriorização, por algum tempo. A população tinha encontrado um meio de sobrevivência harmoniosa com o sistema através de inundações sazonais (alguns meses do ano), mas as condições climáticas têm inundado áreas por períodos longos, superiores a um ou dois anos, o que empobreceu a população de forma dramática, e parte se deslocou para as cidades, criando novos bolsões de pobreza (ANA, 2001).

Em relação aos rios da Bacia do Alto Paraguai, a avaliação da erosão concentrada nas vertentes, feita qualitativamente a partir da potência hidráulica do escoamento, mostra que os riscos são elevados nas bacias de cabeceiras com superfície máxima de 3.000 km². Assim, os

riscos de erosão concentrada são maiores nas cabeceiras dos rios Paraguai, Cuiabá, Manso, São Lourenço, Vermelho e Taquari (figura 3.7) (BRASIL, 1997).

Observa-se na figura 3.7, que na zona de 100 a 150 t/km²/ano de erosão, pertencente à Bacia do Rio Taquari, coincide com a parte alta da bacia. Já na parte baixa da bacia, corresponde a uma zona de depósito de até 100 t/km²/ano, devido à pequena declividade desta planície (PCBAP, 1997).

Segundo VENEZIANI *et al.* (1998), o estudo geológico é a base para compreender os fenômenos erosivos. Os fatores morfogenéticos, como o clima e a tectônica recente, funcionam praticamente como “agentes externos”, que modelam os estratos rochosos de forma destrutiva (erosão) e construtiva (acumulação). É necessário, portanto, o conhecimento do estrato rochoso, mais especificamente dos diferentes litotipos que o compõem. Este conhecimento é obtido pelo mapeamento geológico e a consequente avaliação das propriedades físico-químico-mecânicas dos referidos litotipos.

As feições geomorfológicas têm um papel relevante nos estudos do meio ambiente realizado através das técnicas de sensoriamento remoto porque, ao mesmo tempo em que tais feições refletem a interação entre os diferentes componentes da paisagem, podem ser identificadas, delimitadas, medidas e interpretadas, tanto no campo como por fotografias aéreas e, mais recentemente, por imagens obtidas por satélites. À medida que aumenta a resolução (espacial, espectral e temporal) e novos recursos tecnológicos, como a visão estereoscópica, tornam-se disponíveis, imagens orbitais obtidas por sensores, como o TM do satélite americano Landsat e o HRV do satélite francês SPOT, constituem-se em instrumentos poderosos para estudos geomorfológicos (FLORENZANO, 1998).

potencial da Bacia do Alto Paraguai. Suas vertentes são predominantemente compostas de solos arenosos, sendo o mais importante o grupo das areias quartzosas com uma constituição de 90% de areia, altamente susceptíveis à erosão e predominam nas vertentes da alta bacia (RISSO *et al.* 1997 *apud* PADOVANI *et al.* 1998a). Com a expansão da atividade agropecuária a partir do final da década de 70, sem o manejo adequado do solo, os processos erosivos se intensificaram, aumentando a produção de sedimentos e seu aporte para o Pantanal (OLIVEIRA *et al.*, 1997 *apud* PADOVANI *et al.*, 1998a).

O Rio Taquari é um afluente da margem esquerda do Rio Paraguai, no Estado de Mato Grosso do Sul, na região do Pantanal Mato-grossense. A Bacia do Rio Taquari apresenta duas regiões, bastantes distintas, antes e depois da entrada do rio na planície do Pantanal. Na região do planalto, a bacia tem como principais tributários os rios Taquari, Coxim e Jauru. Na região do Pantanal, o Rio Taquari não tem mais afluentes e, pelo contrário, a drenagem na região é divergente, o que significa que o rio está localizado sobre o divisor de águas. Esta configuração curiosa resulta da morfologia da região, que é um leque aluvial. A medida em que o Rio Taquari avança para o interior do Pantanal, as margens tornam-se mais baixas, e a água é parcialmente perdida para a planície durante as grandes cheias. Durante as cheias é que ocorre a maior perda de água, e a vazão de cheia é maior nos postos fluviométricos localizados mais a montante do que naqueles localizada mais a jusante (COLLISCHONN; MERTEN, 2000).

O Rio Taquari formou na planície pantaneira um imenso leque aluvial de aproximadamente 50.000 km², representando 36% da área do Pantanal. Caracteriza-se como zona de deposição de sedimentos provenientes de alta bacia, no planalto adjacente. O desenvolvimento dos processos erosivos na alta bacia decorrentes da remoção da cobertura vegetal nativa para a implantação de pastagens e de cultivos anuais a partir da década de 70, aumentou a taxa de assoreamento do rio (GODOY *et al.*, 1998). Isso provocou a formação de novos meandros e aumento da inundação no seu baixo curso, acarretando impactos negativos para a pecuária local. Apesar da importância do conhecimento da deposição de sedimento e da perda de água do Rio Taquari no Pantanal, os dados existentes restringem-se a amostragens isoladas, caracterizando demanda de pesquisa (BORGES, 1996 *apud* PADOVANI *et al.*, 1998b).

Desta forma, grande parte do volume do hidrograma de montante que extravasa para o leito maior fica retido pelas depressões, que não têm ligação superficial com o leito menor de drenagem principal dos rios do Pantanal (TUCCI e GENZ, 1995).

As planícies altamente dissecadas (planaltos) de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul têm, através dos milênios, contribuído com um farto suprimento de sedimentos para o vizinho e mais rebaixado Pantanal. A propósito, o Rio Taquari, carrega uma carga de sedimentos considerável, a qual, às vezes, pode ser tão alta quanto 2500 ppm em Coxim (tabela 3.2). Essa alta carga de sedimentos é responsável pelas grandes dimensões de seu cone aluvional, o qual cobre, começando no seu ápice perto de Porto Rolon, extensas áreas do Pantanal. De fato, o Rio Taquari, o qual era navegável por pequenas embarcações de sua embocadura para montante, até Coxim, não é mais navegável, presumivelmente devido a pressões antrópicas na alta bacia (mudanças no uso do solo, de floresta para agricultura intensiva), as quais tiveram o efeito de acelerar a erosão das terras altas (ALHO *et al.*, 1988 *apud* PONCE, 1995).

Tabela 3.2. Sumário de medições de descarga de sedimentos no Alto Paraguai e seus tributários.¹

Rio/ Tributário	Estação Fluviométrica	Número de pontos de dados	Concentração (ppm)			Desvio Padrão (ppm)
			Máxima	Média	Mínima	
Paraguai	Cáceres	55	507	147	28	122
Cuiabá	Cuiabá	51	985	235	23	211
Piquiri	Estrada BR-163	60	1224	362	60	239
Taquari	Coxim	60	2504	845	198	557
Aquidauana	Aquidauana	63	1792	620	97	411
Miranda	Estrada MT-738	60	2650	626	112	551
Paraguai	Porto Esperança	52	897	176	12	183

¹ Fonte: DNOS, DNAEE e Hidrologia S.A., dados não publicados.

Fonte: PONCE (1995)

Um dos principais problemas para se avaliar a hipótese de aumento do aporte de sedimento para o Pantanal, nos últimos anos, está na carência de dados atuais e antigos que permitam uma comparação. PADOVANI *et al.* (1998a) reuniram os dados disponíveis e fizeram uma comparação dos dados coletados no período de 1977 a 1982 pelo extinto DNOS, com os dados de 1995 a 1997 do CPAP, conforme a tabela 3.3.

Tabela 3.3. Aporte do planalto para o Pantanal. Concentração, vazão e descarga sólida total do Rio Taquari. Número amostral, valores máximos, médios, mínimos e desvio padrão. Dados de 77-82 (DNOS) e 95-97 (CPAP).

	Concentração (mg/L)		Vazão (m ³ /s)		Descarga Sólida Total (t/dia)	
	77-82	95-97	77-82	95-97	77-82	95-97
Número amostral	59	9	59	9	59	9
Máximo	2.369	1.374	879	769	129.512	120.643
Média	547	630	413	385	27.789	35.830
Mínimo	34	296	256	216	1.873	8.129
Desvio padrão	507	364	154	182	26.567	37.061

Fonte: PADOVANI *et al.* (1998a)

É conhecido que a relação entre as concentrações de sedimento e as vazões são influenciadas por fatores como: intensidade das precipitações e sua distribuição; taxa de escoamento superficial; distâncias percorridas; armazenamento/mobilização dos sedimentos disponíveis; e taxa de sedimentação. Isso explica a grande dispersão dos pontos na figura 3.8, em que foi realizada a comparação entre as relações de variação da concentração em função da vazão, permitindo verificar diferenças do regime hidrossedimentométrico entre dois períodos. A comparação dos valores médios de concentração e descarga sólida total, entre os períodos 77-82 com 95-97 indicou um aumento do aporte de sedimento para o Pantanal, embora um maior período de amostragem deva ser considerado, com uma frequência maior de coleta, principalmente na época chuvosa. A correlação entre vazão e concentração do período 95-97 foi maior que no período 77-82. O aumento da remoção da vegetação nativa deve estar explicando a diferença entre esses dois períodos (PADOVANI *et al.*, 1998a).

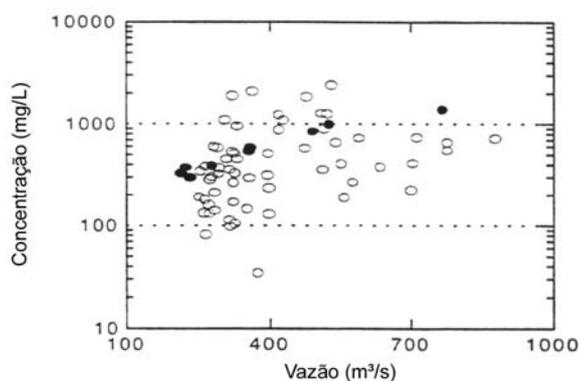


Figura 3.8. Variação da concentração em função da vazão. Os círculos vazios representam os dados de 1977 a 1982 e os cheios são dados de 1995 a 1997.

Fonte: PADOVANI *et al.* (1998a)

GALDINO *et al.* (1997) afirmam que houve mudança no regime hidrológico da planície do baixo curso do Rio Taquari, de um período seco no início da década de 60 até meados da década de 70, para um período de chuvas e cheias maiores a partir de 1973-74. Deste modo, o assoreamento do leito do Rio Taquari, não é o único responsável pelo aumento das inundações na planície do baixo curso do Rio Taquari.

O Rio Taquari no Pantanal sofre um intenso processo de perda de água e deposição de sedimento no canal principal e na planície, provocando o alagamento de extensas áreas. Esse fenômeno é mais intenso no baixo Taquari (PADOVANI *et al.*, 1998b). A gerência de pântanos, dentro do leque aluvial do Rio Taquari, necessita do entendimento da geomorfologia da planície de inundação do canal (SOUZA, 1998).

GODOY *et al.* (1998), ao analisarem a aplicabilidade da geocronologia de deposição de sedimento em lagos com ^{210}Pb na avaliação do assoreamento do Rio Taquari, concluíram que a metodologia adotada mostrou-se adequada aos fins propostos. Os sedimentos depositados em lagos geralmente refletem os processos erosivos da bacia de drenagem à montante (FLOWER *et al.*, 1984 *apud* GODOY *et al.*, 1998). O método da datação das camadas de sedimento, utilizando o radioisótopo natural ^{210}Pb , tem sido usado em estudos de história da sedimentação, ocorrida no intervalo de tempo dos últimos 100 anos. Devido à curta meia vida do ^{210}Pb (de 22 anos), é adequado para analisar os processos de influência humana nos ambientes recentes de sedimentação. GODOY *et al.* (2002) salientam que a taxa contemporânea da massa de sedimentos é maior que aquela existente antes da expansão das atividades agrícolas, nos planaltos adjacentes ao rio. Isto confirma, o que estudos anteriores já vem apontando, que a expansão de atividades agrárias na Bacia do Alto Taquari é a causa do acelerado assoreamento do rio.

As preocupações com a correta avaliação das descargas sólidas assumem relevância especial, já que a própria formação dos pantanais que caracterizam essa bacia e os impactos que os mesmos podem sofrer, são muito ligados ao comportamento hidrossedimentológico dos rios que os formam (BORDAS, 1995).

Em estudos recentes, ARAUJO e NEHME (2001) utilizaram-se de técnicas de Inteligência Artificial objetivando a solução de um problema de SSD – Sistema de Suporte a Decisão – aplicada ao controle de erosão na Bacia do Alto Taquari. O fato existe a mais de 20 anos e sua complexidade consiste na não existência de uma série histórica ou de dados confiáveis, ocasionando um alto grau de incerteza no processo de tomada de decisão por parte

dos técnicos e engenheiros. Dentre as técnicas de representação do conhecimento, pode-se citar as Redes de Crenças, Teoria da Evidência, Teoria da Plausibilidade, Redes Neurais e Lógica Nebulosa. Deve-se considerar esta possibilidade de aplicação ao Rio Taquari e até mesmo outros rios deste Estado, os quais têm escassez de dados históricos.

Nos últimos anos, devido à escassez de recursos financeiros disponíveis para operação e manutenção, houve reduções quantitativa e qualitativa dos postos sedimentométricos. Há a necessidade de desenvolver alternativas que venham a reduzir os custos operacionais dos postos sedimentométricos. Uma das maneiras é diminuir o número de pontos de coleta de amostras, e de medições em toda a seção transversal do rio, sem, no entanto, reduzir a qualidade dos dados (HENKLEIN; COIADO, 1999). Este tipo de estudo seria de grande valia se aplicado ao caso do Rio Taquari e demais rios nacionais.

3.4. Geocontêiners e Geotêxteis para Controle de Erosão

3.4.1. História

O primeiro uso de geotubos data da era Egípcia, quando o material era usado na proteção de enchentes do rio Nilo, sendo que os mesmos eram materiais temporários, e por isso, substituídos ou reparados constantemente. Esse processo foi mantido até a década de 1960, quando essas estruturas foram usadas em projetos permanentes de proteção costeira, sendo os materiais empregados de melhor qualidade e resistentes a intempérie (SEAY, 1998).

Diversos geocontêiners tem apresentado sucesso sendo preenchidos com material arenoso e colocados na água, em profundidades de até 20 metros, usando balsas com comporta de fundo na Europa, Tailândia, Japão e nos Estados Unidos (FOWLER, 1998).

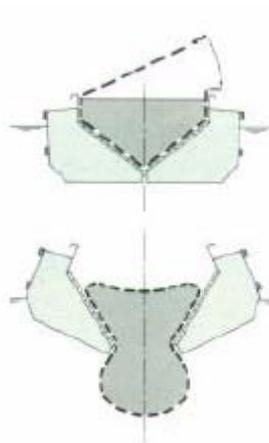


Figura 3.9. Desenho esquemático de uma balsa com comporta de fundo em dois momentos, ora fechada durante preenchimento do geotubo e depois aberta para disposição do mesmo no local.

Fonte: FOWLER (1998)

Geotubos foram usados ao longo da costa do Mar do Norte da Alemanha. O primeiro quebra-mar feito de geotubo, nesta área, foi construído em 1967, ao longo da costa oeste Friesiana. Esses tipos de tubos também foram usados para construção de diques de retenção, estabilização de praias e para fechar rupturas em diques já construídos (SEAY, 1998).

Geotubos foram usados como diques em Cubatão, São Paulo, Brasil. O projeto foi concluído no terço do tempo esperado se comparado com o modo convencional de construção de diques. Também descreveu testes similares no estuário de Siena na França em 1977 e em São Luiz do Maranhão, Brasil (SEAY, 1998).

Um projeto de controle de migração de margens e controle no transporte de sedimentos, usando geocontêiners, na Bacia do Rio São Francisco foi executado no Rio Jaíba em 2000, com a finalidade de se controlar e manter operacional um canal de irrigação importante na região (BRASIL

, 2000). Os geocontêiners foram usados para desviar a massa fluida com excesso de sedimentos da tomada de água das bombas de irrigação e manter as margens próximas à entrada de água do canal de irrigação. O projeto foi executado a fim de se evitar uma excessiva manutenção nas bombas ou possível quebra, o que inviabilizaria todo o projeto de irrigação da região que usa o canal para o seu abastecimento.

Geotubos estão sendo usados hoje em dia como barreiras infláveis nas comportas e represas de Jonesville, no distrito de Vicksburg, Mississippi, nos Estados Unidos da América

(PERRY e MYERS, 1993).

Internacionalmente, o método de construção foi aplicado para mais de 30 anos e durante aproximadamente os últimos 10 anos, foi em uso crescente. Porém, há uma falta de experiência por pouca utilização, especialmente em relação a desempenho em longo prazo. Particularmente, o dimensionamento de geotêxteis empilhado ainda encontra problemas para serem resolvidos (CANTRÉ, 2002).

3.4.2. Material e Tecnologia

O uso de geotubos vem crescendo nas últimas décadas, sendo que os tubos são confeccionados em diversos materiais, dentre eles o polipropileno e o poliéster, trançado ou não. A confecção dos tubos é feita através de colagem, soldagem ou costura, dependendo do uso e da empresa fabricante. Ultimamente, os geotubos vêm sendo cobertos com acrílico ou cloreto polivinílico, para dar mais durabilidade ao material protegendo do ataque dos raios ultravioletas (SEAY, 1998).

Considerando a durabilidade de geotêxteis não trançados permeáveis à água e filtros-estáveis, as experiências adquiridas de investigações científicas e testes durante as últimas cinco décadas, têm liderado a reconhecimento como sendo estado da arte para o uso como material de filtração e revestimento propostos na engenharia hidráulica. As durabilidades para estabilidade de longo período, correspondem à durabilidade planejada habitual nos projetos litorâneos (KOHLHASE, 1997).

O desempenho de geotubos não trançados em filtração, separação, drenagem e reforço conduziram à idéia de geotubos preenchidos com areia, ou geocontêiners de areia, onde geotubos tem a função de contêiner preenchido com material disponível no local. Estes geocontêiners provêm soluções suaves e flexíveis e têm impactos permanentes menores nos ambiente que é a vantagem em cima de elementos de construção volumosos e duros feito de concreto, aço ou pedras (LENZE *et al*, 2002).

O material contido não está sujeito à erosão, durante e depois de serem colocados e os geocontêiners podem ser preenchidos com uma variedade de materiais, sendo usados equipamentos simples ou complexos para sua colocação e preenchimento (LENZE *et al*, 2002).

Geotêxteis não trançados consistem em fibras curtas, micro-perfurado, por exemplo, fibras de poliéster estabilizado contra o ataque dos raios ultravioletas, com uma distribuição tridimensional de poros. Os poros estruturais de geotêxteis não trançados (aproximadamente 90% volume de poro) se comportam melhor que filtros granulares naturais (aproximadamente 50% volume de poro). Até mesmo, se a parte principal da estrutura de poro está cheia através de partículas de terra, durante a vida de uma estrutura de geocontêiner, a permeabilidade não é reduzida já que o gradiente de pressão da capa do filtro é aumentado (KOHLHASE, 1997).

Com uma reputação de prover alta robustez e resistência de abrasão, um recipiente de geotêxtil pode ser preenchido com material, (solo, areia, dentre outros), colhidos no local e usado em quase todo projeto de construção hidráulico, onde convencionalmente usa-se pedregulho, pedras ou rochas são usadas (LENZE, 2002).

Adicionalmente, usando-se geocontêiners possivelmente ajudaria a economizar recursos de pedregulho. Sem contar que o uso de rochas, pedras ou pedregulhos acarretam um gasto excessivo, já que as distâncias das fontes produtoras nem sempre são pequenas e não se necessita de um material classificado para o preenchimento dos geocontêiners (SAATHOFF & WITTE, 1994).

Os geotubos, na sua maioria, são materiais permeáveis à água e permitem sua passagem, sendo preenchidos para uso de três formas, com uma mistura de solo e água (normalmente dragado do fundo de rios, mares e lagoas, comumente chamado em inglês de “slurry”), com concreto ou alguma argamassa. Por serem feitos de material inerte não causam impactos ambientais, o que os torna de grande valia no uso em áreas de preservação ambiental (SEAY, 1998).

Existem várias vantagens no uso de geotubos em oposição aos métodos convencionais. Os geotubos são relativamente mais baratos, os materiais são prontamente mais disponíveis e existe a liberdade de se usar material para o enchimento normalmente não aceitos em outras tecnologias. O uso de maquinário pesado é dispensado nessa tecnologia além do uso de pessoal não especializado, sendo que o tempo de execução também é menor (SEAY, 1998).

Para modelar, calcular o preenchimento, o uso e disposição dos geotubos no local da obra são utilizados diversos modelos matemáticos e computacionais. A maioria usa o método de *Plaut e Suherman*, (1998) *apud* (CANTRÉ, 2002), programado em *MathCad*.

Ultimamente, vêm se utilizando programas de elementos finitos, como o *ABAQUS*, que mostra tendências e dependências entre diferentes magnitudes.

Para muitos a denominação entre geotubo, geosaco e geocontêiner ainda se confundem, mas as diferenças entre eles é explicada da seguinte forma:

- Geosaco: Sacos de geotêxtil com volumes de armazenamento para 20,00Kg de material a 100,00 Kg de material, preenchidos por completo e costurados, formando sacos individuais para contenção;
- Geocontêiner: Sacos de geotêxtil com volumes muito maiores, normalmente preenchidos dentro de balsas de fundo de comporta, onde o material é colocado e depois o geocontêiner é costurado e depositado no local;
- Geotubo: Tubos de geotêxtil costurados em forma de tubos com entradas em vários pontos, onde é injetado material, normalmente de dragagem, para o seu preenchimento gradativo, não havendo a necessidade de seu total preenchimento.

3.4.3. Usos

Geotubos preenchidos com uma mistura de solo-água (chamada de “slurry” nos Estados Unidos da América) vem sendo usada para diversas aplicações, como por exemplo, quebramar, recifes artificiais, diques, revestimento, anteparo, muro de sustentação, molhes, paredes de contenção de enchentes, dispositivo de proteção de trapiches e estruturas que aumentam as ondas de surfe (SEAY, 1998).

Ao longo de rios e canais, os geotubos provêm resistência às forças hidráulicas que causam erosão e queda de massas (JENNINGS, 1999).

O uso dos geotubos como mecanismos de controle de migração de margens e estabilizador de dique marginal em rios vem sendo estudado e testado há diversos anos, no Brasil e no mundo, tendo como exemplos o projeto de controle de sedimentação no canal de irrigação do Rio Jaíba em Minas Gerais (BRASIL, 2000), na bacia do Rio São Francisco e na passagem “Red Eye”, no Rio Mississipi, nos Estados Unidos da América (FOWLER, 1998).

3.4.4. Custos

Foi determinado em estudos nos Estados Unidos da América, que os custos de estruturas de geocontêiners variam de metade à dois terços dos custos de estruturas de pedras (FOWLER, 1998).

Outro importante fator é que os custos de manutenção na passagem “Red Eye” (local no Rio Mississippi onde fica um porto de carga e descarga de materiais transportado pelo rio, onde foi feita uma obra na qual o rio foi alargado para se poder atracar os navios sem prejudicar a passagem de outros navios que navegam no rio) no Rio Mississippi, baixaram tanto após a instalação dos geotubos que o preço de implantação dos mesmos, aproximadamente US\$ 6.000.000,00, foi recuperado em dois anos de operação da passagem, através da diminuição do número de manutenções necessárias no local (FOWLER, 1998).

O projeto “Red Eye” aplicou aproximadamente 29.053 m³ de geotubos (mais de 40.000 geotubos, ou como são também conhecidos, “geo-sacos”) e aproximadamente 138.155 m³ de geocontêiners (entre 700 geocontêiners). Essas estruturas foram aplicadas em uma distância de 2,13 km ao longo do Rio Mississippi, dispostas em forma de diques de controle de sedimentação a uma distância entre eles de 180 a 425 metros, com alturas de 9 metros, dentro das delimitações da passagem “Red Eye” e foram instaladas através de balsas dotadas com comportas de fundo (FOWLER, 1998). O local em questão possui uma profundidade de 18 metros e correntes de 1,2 m/s, sendo que os geotubos e geocontêiners foram aplicados sem falha na localização das seções dos diques (FOWLER, 1995).

Na Austrália, o quebra-mar norte de “*Kirra*” foi executado por Aus\$350.000,00, sendo que a alternativa feita de pedras não sairia por menos de Aus\$600.000,00 (RESTALL *et al*, 2002).

O quebra-mar “*Kirra*” foi executado com geocontêiners de 120 metros de comprimento por 1,2 metros de diâmetro empilhados até formar uma estrutura de 5 metros de altura, sendo preenchidos com areia do próprio local. A figura 3.10 mostra um corte esquemático da disposição dos geocontêiners no quebra-mar “*Kirra*” (RESTALL, 2002).

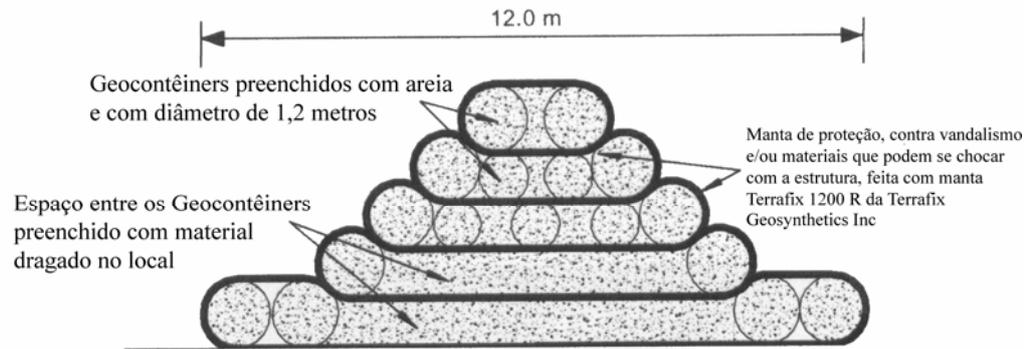


Figura 3.10. Corte esquemático da disposição dos geocontêineres no quebra-mar “Kirra”, na costa dourada da Austrália.

Fonte: (RESTALL *et al*, 2002)

Sabe-se então que o uso dos geocontêineres como material estrutural é mais barato do que seus equivalentes em pedra ou concreto, já que o uso de maquinário especializado e mão-de-obra qualificada não se fazem necessário na maioria das vezes.

3.5. Modelos Matemáticos

Para se determinar o comportamento de um rio ou trecho de um rio, várias técnicas são usadas, tais como modelos matemáticos e modelos físicos reduzidos. Os modelos físicos reduzidos foram, durante anos, usados como único meio para se determinar o uso em laboratório, de uma determinada técnica ensaiando todas as variáveis possíveis, para que no momento da implantação da técnica, se obtivesse resultados mais próximos possíveis do laboratório tendo antecipadamente uma idéia de custos e aproveitamento da técnica a ser utilizada no local do projeto.

Com o advento do computador e das melhorias computacionais a eles adicionadas no decorrer dos tempos, vários modelos matemáticos computacionais se fizeram viáveis a serem utilizados, sendo os resultados muito próximos dos obtidos em modelos físicos reduzidos, com a vantagem de se poder modelar diversas variáveis sem ter que modificar os modelos e diminuir enormemente os custos com a modelação. Há de se observar que o uso de modelos computacionais são válidos em avaliações preliminares, sendo necessário o uso de modelos físicos para implantação final de projetos de engenharia que usam geotubos como solução.

Com base nessas melhorias providas pelos modelos matemáticos, dois modelos foram utilizados para se obter os dados necessários, para a determinação dos equipamentos a serem aplicados bem como da sua modelação, para determinação da melhor opção para o trecho em estudo.

Os modelos utilizados foram o HEC-6 e o HEC-RAS do *Hydrologic Engineering Center (HEC)* do *U.S. Corps of Engineers*, centro de excelência do exército americano no estudo e na elaboração de programas e modelos aplicados à hidráulica e hidrologia. Os dois programas são aplicativos nos campos da hidrologia fluvial e destacam pela sua aceitação, confiabilidade, facilidade de acesso e utilização.

3.5.1. HEC-6

O HEC-6 é um modelo numérico unidimensional para canais abertos desenvolvido para simular e prever mudanças nos perfis dos rios resultantes de erosão e deposição do fluxo hidrossedimentológico, sendo possível a modelação em períodos de anos ou inundações únicas (eventos isolados).

O HEC-6 foi projetado para simular tendências a longo prazo de erosão e / ou deposição em um canal que poderia resultar na modificação da frequência e duração da descarga de água, ou modificar a geometria de canal (e.g., inundações nas planícies de inundação). O HEC-6 pode ser usado para avaliar deposição em reservatórios (o volume e localização de depósitos), contrações de canal, profundidades de navegação ou volume de manutenção a ser dragada, prever a influência da dragagem usando a taxa de deposição. Algumas aplicações do HEC-6 foram descritas por HEC (1992). (HEC-6 User's Manual, 1993) e mais recentemente alguns conselhos de aplicação foram descritos por Thomas e Prasuhn, (1997), *apud* (HEC-6 User's Manual, 1993).

A figura 3.11 mostra a tela inicial do programa HEC-6.

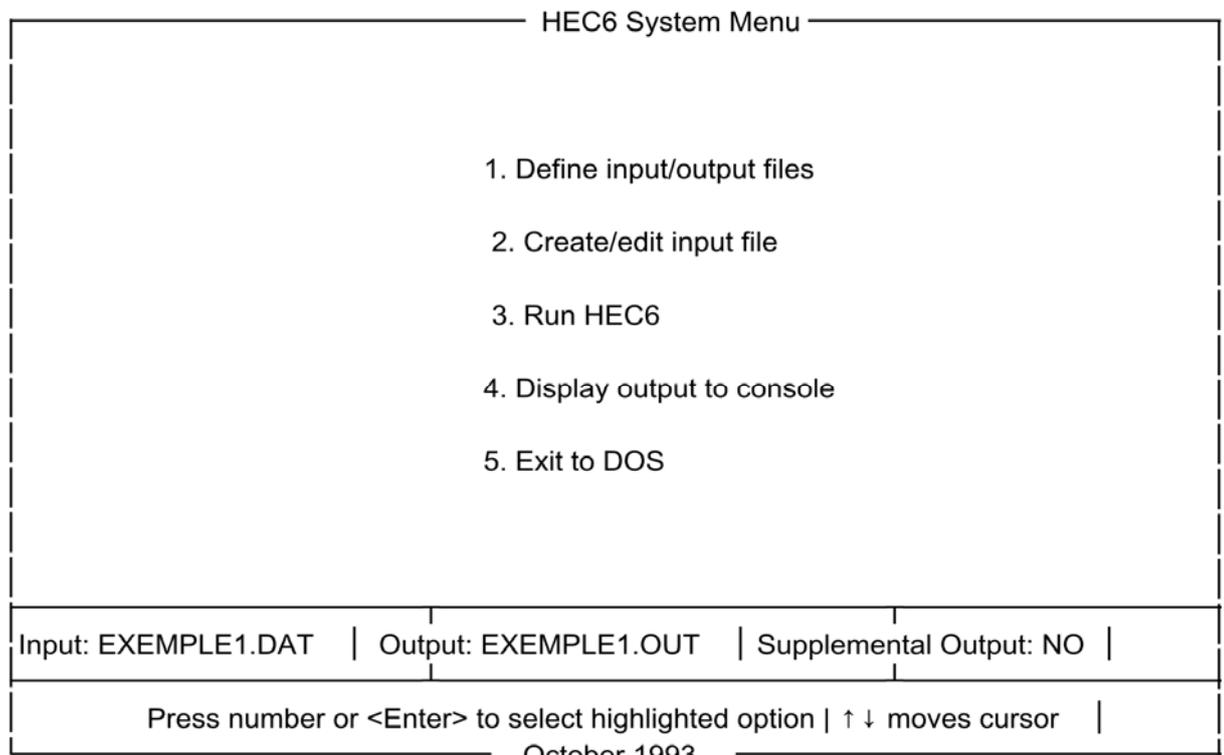


Figura 3.11. Tela inicial do programa HEC-6 (HEC-6 User's Manual, 1993)

HEC-6 processa um hidrográfico de descargas, como uma sucessão de fluxos fixos de durações variáveis. Usando continuidade de sedimento, são calculadas variações com respeito a tempo e distância ao longo do alcance de estudo para os seguintes: carga de sedimento total, volume e graduação de sedimento que é erodido ou é depositado na base do talvegue, e as elevações de seção transversais, além da vazão de saída de sedimento à jusante, que é calculada. Podem ser obtidas as localizações e quantidades de material a serem dragados se desejado.

3.5.1.2. Geometria

Geometria do sistema fluvial é representada por seções transversais que são especificadas através de pontos de coordenada (estações e elevações) e as distâncias entre seções transversais. O HEC-6 aumenta ou abaixa as elevações de seções transversais para refletir deposição ou erosão. As localizações horizontais dos bancos de canal são consideradas fixas e são consideradas as planícies de inundação em cada lado do canal como tendo fixado

localizações de solo; porém, eles serão movidos verticalmente se eles estão dentro dos limites de base móveis especificados pelo usuário.

3.5.1.3. Hidráulica e Hidrologia

O hidrográfico de descarga de água é aproximado por uma sucessão de descargas de fluxo fixas, cada das quais continuam por um período especificado de tempo. São calculados perfis de superfície de água para cada fluxo que usa o método padrão passo a passo para resolver as equações de energia e de continuidade. Perda por fricção é calculada pela equação de Manning e as perdas por expansão e contração são calculadas se os coeficientes de perda forem especificados. A rugosidade hidráulica é descrita pelo coeficiente “n” de Manning e pode variar de seção transversal para seção transversal. A cada seção transversal valores de “n” podem variar verticalmente ou com a descarga.

A elevação de superfície de água a jusante deve ser especificada para cálculos de perfil subcrítico da linha d’água de superfície. No caso de um reservatório pode ser utilizada a regra operacional, mas em condições de rios existem, curvas fases de descarga que são normalmente especificada como à jusante das condições de limite. Uma condição de limite, ou regra operacional, podem ser usadas em qualquer localização ao longo do canal principal ou tributário.

3.5.1.4. Transporte de sedimentos

As vazões de entrada de sedimento são relacionadas às descargas de vazão através de curvas de descarga de sedimento para o canal principal, tributário e pontos de entrada de vazões locais. Para computação realista do comportamento de fluxo, particularmente erosão e condições estáveis, as graduações do material que formam a base do talvegue devem ser medidas. O HEC-6 permite uma graduação diferente a cada seção transversal. Se só deposição é esperada, a graduação de material na base é menos importante (HEC-6 User Manual, 1993).

Graduações de sedimentos são classificadas por tamanho de grão que usa a balança de União Geofísica americana. O HEC-6 computará potencial de transporte para argila (partículas menores de 0,004 diâmetro de mm), quatro classes de lodo (0,004-0,0625 mm), cinco classes de areia (de areia muito fina, 0,0625 mm, para areia muito grossa, 2,0 mm), cinco classes de pedregulho (de pedregulho muito fino, 2,0 mm, para pedregulho muito grosso, 64 mm), dois classe de brita (de pequeno, 64mm, para britas grandes, 256mm) e três

classes de pedras (de pequeno, 256mm, para pedras grandes, 2048mm) (HEC-6 User Manual, 1993).

É calculado o potencial de transporte a cada seção transversal que usa informação hidráulica do cálculo do perfil de superfície da água (por exemplo, largura, profundidade, linha de energia, e velocidade de fluxo) e a graduação de material do fundo. Sedimento é depositado a jusante depois das computações de remanso que é constituída a cada descarga sucessiva (HEC-6 User Manual, 1993).

A função de transporte de sedimentos usada nesse projeto para se calcular a deposição e erosão do material de fundo, foi à função de Yang's, (1973) *apud* (HEC-6 User's Manual, 1993), para fluxo de areias, já que o Rio Taquari, possui na sua constituição do material de base, em sua grande maioria, areia fina a média.

3.5.1.5. Função de transporte de sedimentos de Yang's.

O cálculo exemplificado a seguir, mostra como o modelo é usado nos programas HEC-6 e HEC-RAS para transporte de sedimentos (HEC-6 User Manual, 1993).

O exemplo foi calculado para apenas um tipo de tamanho de partícula, mas nos modelos matemáticos os cálculos são feitos para todos os tamanhos de partículas inseridas no modelo.

Exemplo

Parâmetros de entrada (as unidades estão no sistema norte americano)

- Temperatura em °F (T=55)
- Viscosidade em ft^2/s (V=0,00001315)
- Raio hidráulico em ft (R=10,68)
- Declividade (S=0,0001)
- Diâmetro médio da partícula em ft ($d_{si}=0,00232$)
- gravidade específica do sedimento em ft/s^2 (g=32,2)
- Velocidade média em ft/s (V=5,46)

- Vazão em ft^3/s ($Q=5000$)
- Peso específico da água em lb/ft^3 ($\gamma_w=62,385$)

Constantes

- Aceleração da gravidade em ft/s^2 ($g=32,2$)

Solução

- Velocidade de cisalhamento em ft/s .

$$v_* = \sqrt{g \times R \times S}$$

$$v_* = 0,185$$
(3.1)

- Velocidade de queda da partícula em ft/s .

Usa-se a Equação de Rubey's.

$$F_1 = \sqrt{\frac{2}{3} + \frac{36 \times v^2}{g \times d_{sl}^3 \times (S-1)}} - \sqrt{\frac{36 \times v^2}{g \times d_{sl}^3 \times (S-1)}}$$

$$F_1 = 0,725$$
(3.2)

$$\omega = F_1 \times \sqrt{(S-1) \times g \times d_{sl}}$$

$$\omega = 0,255$$
(3.3)

- Número de Reynolds para cisalhamento.

$$R_s = \frac{v_* \times d_{sl}}{\nu}$$

$$R_s = 32,717$$
(3.4)

- Velocidade crítica em ft/s .

$$V_{CR} = \left(\omega \times \left(\frac{2,5}{\log\left(\frac{v_* \times d_{sl}}{\nu}\right) - 0,06} + 0,66 \right) \right) \Rightarrow \text{se } 0 < R_s < 70$$

$$V_{CR} = (\omega \times 2,05) \Rightarrow \text{se } R_s \geq 70$$

$$V_{CR} = 0,606$$
(3.5)

- log de concentração

$$\log C_T = \left[5,435 - 0,286 \times \log\left(\frac{\omega \times d_{SI}}{v}\right) - 0,457 \times \log\left(\frac{v_*}{\omega}\right) + \left(1,799 - 0,409 \times \log\left(\frac{v_*}{\omega}\right) \times \log\left(\frac{V \times S}{\omega} - \frac{V_{CR} \times S}{\omega}\right)\right) \right] \quad (3.6 a)$$

\Rightarrow se $d_{SI} < 0,00656$ (Areia)

$$\log C_T = \left[\begin{array}{l} 6,681 - 0,633 \times \log\left(\frac{\omega \times d_{SI}}{v}\right) - 4,816 \times \log\left(\frac{v_*}{\omega}\right) + \left(2,784 - 0,305 \times \log\left(\frac{\omega \times d_{SI}}{v}\right) \dots \right) \\ -0,282 \times \log\left(\frac{v_*}{\omega}\right) \times \log\left(\frac{V \times S}{\omega} - \frac{V_{CR} \times S}{\omega}\right) \end{array} \right] \quad (3.6 b)$$

\Rightarrow se $d_{SI} \geq 0,00656$ (pedregulho)
 $\log C_T = 1,853$

- Concentração em ppm

$$\begin{aligned} C_T &= 10^{\log C_T} \\ C_T &= 71,284 \end{aligned} \quad (3.7)$$

- Descarga de sedimento em lb/s.

$$\begin{aligned} G &= \frac{\gamma_W \times Q \times C_T}{10^6} \\ G &= 22,235 \end{aligned} \quad (3.8)$$

- Descarga de sedimento em tonelada/dia.

$$\begin{aligned} Gs &= \frac{86400}{2000} \times G \\ Gs &= 961 \end{aligned} \quad (3.9)$$

3.5.2. HEC-RAS

3.5.2.1. Filosofia geral do Modelo

O HEC-RAS é um sistema integrado de software, projetado para uso interativo em um ambiente de cadeia de multi-usuário. O sistema é dotado de uma interface de usuário gráfica e análise hidráulica separadas, armazenamento de dados e capacidades de administração.

O sistema HEC-RAS contém três componentes de análise hidráulicos unidimensionais em última instância para: (1) computação de fluxo permanente do perfil superficial da água; (2) simulação de fluxo não permanente; e (3) computações dos limites móveis do transporte

de sedimento. Um elemento chave é que todos os três componentes usarão uma representação de dados geométrica comum e rotinas de computação geométricas e hidráulicas. Além dos três componentes de análise hidráulicos, o sistema contém várias características de projetos hidráulicos que podem ser indicadas nos perfis de superfície de água. (HEC-RAS User's Manual, 2001)

3.5.2.2. Avaliação de Capacidades de Programa

HEC-RAS é projetado para executar cálculos hidráulicos unidimensionais para uma cheia natural em rios ou canais construídos. Segue abaixo uma descrição das capacidades principais de HEC-RAS.

Interface de usuário

O usuário interage com HEC-RAS por uma interface de usuário gráfica. O enfoque principal no projeto da interface era tornar o software fácil de usar, mantendo um nível alto de eficiência para o usuário. A interface provê as seguintes funções:

- Administração de arquivos
- Entrada de dados e edição
- Análises hidráulicas
- Tabulação e exibições gráficas dos dados introduzidos e produzidos

A figura 3.12 mostra a tela inicial do programa HEC-RAS.

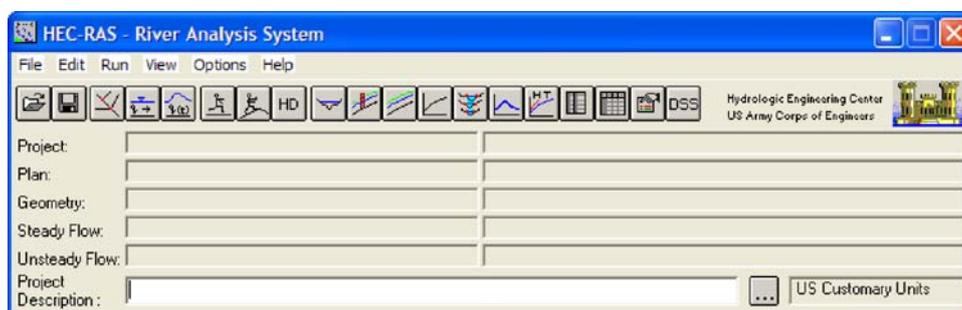


Figura 3.12. Tela inicial do programa HEC-RAS.

3.5.2.3. Componentes de Análise hidráulicas

O procedimento de computacional básico está fundamentado na solução da equação de energia unidimensional. Perdas de energia são avaliadas através de fricção e contração /

expansão (coeficiente multiplicado pela mudança de velocidade). A equação de quantidade de movimentos é utilizada em situações onde o perfil de superfície de água é permanente. Estas situações incluem cálculos de regime de fluxo misturados (i.e., saltos hidráulicos), hidráulica de pontes, e avaliar perfis em confluências de rio (junções de fluxo).

Este aplicativo também soluciona as equações em regime não-permanente. No caso de regime permanente, ele também utiliza o método passo a passo padrão. Ele permite modelar escoamentos subcríticos com uma simples execução do programa; introduzir pontes duplas em um mesmo cruzamento de estradas; simular redes de canais; fazer interpolação geométrica entre duas seções e a introdução de até 400 pontos para estabelecimento de uma seção transversal. As perdas de carga entre as duas seções são simuladas através da seguinte expressão:

$$h_e = \overline{S_f} \Delta x + C \times \left[\frac{\alpha_2 \times V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 \times V_1^2}{2g} \right] \quad (3.10)$$

Onde C é um coeficiente de expansão ou contração e o α é o coeficiente de energia cinética. No caso de seção composta, o trecho é esquematizado com uma calha central e duas laterais com comprimentos diferentes e o incremento Δx é dado por:

$$\Delta x = \frac{\Delta x_E \times \overline{Q_E} + \Delta x_D \times \overline{Q_D}}{\overline{Q_E} + \overline{Q_C} + \overline{Q_D}} \quad (3.11)$$

Os índices E, C, e D representam as seções parciais da margem esquerda, central e margem direita do canal. A perda de carga unitária é dada pela seguinte expressão: (SILVA, 2003)

$$\overline{S_f} = \left[\frac{Q_1 + Q_2}{K_1 + K_2} \right]^2 \quad (3.12)$$

Os efeitos de várias obstruções como pontes, bueiros, represas, e estruturas na planície de inundação podem ser consideradas nas computações. O sistema de fluxo fixo é projetado para aplicação em administração clara e segura de inundações. Também, estão disponíveis para avaliar a mudança em perfis de superfície de água devido a melhorias de canal.

Características especiais do componente de fluxo permanente incluem: análises de plano múltiplas; computações de perfil múltiplas; ponte múltipla e / ou bueiro.

Simulação de Fluxo instável; Este componente do HEC-RAS que modela o sistema é capaz de simular fluxo instável unidimensional para uma rede completa de canais. A equação de fluxo instável foi adaptada do modelo UNET do Dr. Robert L. O Barkau (HEC, 1997).

Este componente de fluxo instável foi desenvolvido, principalmente, para cálculos de regime de vazão subcrítica.

Os cálculos hidráulicos para cortes transversais, pontes, bueiros, e outras estruturas hidráulicas que foram desenvolvidas para o componente de fluxo fixo são incorporados no módulo de fluxo instável.

Computações do Transporte de Sedimento; Este componente do modelo é intencional para a simulação dos limites de transporte de sedimento unidimensionais, que resultam de erosão e depósito em cima de períodos de tempo moderados (tipicamente anos, embora aplicações para separar eventos de inundação são possíveis).

O potencial de transporte de sedimento é computado através de fração de tamanho de grão e permite a simulação de ordem hidráulica. Características principais incluirão a habilidade para modelar uma rede completa de fluxos, canal com dragagem e o uso de várias equações diferentes para a computação de transporte de sedimento.

O modelo será projetado para simular tendências a longo prazo de erosão e depósito em um canal de fluxo que pode resultar em modificações da frequência e duração da descarga de água e pode alterar a geometria de canal. Este sistema pode ser usado para avaliar depósitos em reservatórios, contrações de canal para se manter profundidades de navegação, prever a influência de dragar na mesma taxa de deposição, máximo de estimativa possível de erosão durante eventos de inundações grandes, e avaliação de sedimentação em canais construídos. (HEC-RAS User's Manual, 2001)

3.6. Teste de infiltração (condutividade hidráulica - K)

3.6.1. Método do poço acima do lençol freático (poço invertido)

Esse método é empregado em solos que não apresentam lençol freático, ou quando o lençol freático está situado a grande profundidade.

Como a camada de solo em estudo está acima do lençol freático (ou este não existe), o método consiste em abrir um poço, enchê-lo com água e medir a velocidade de

abaixamento de seu nível. É necessário repetir a operação de 1 a 3 vezes em solos argilosos, dependendo do conteúdo de umidade do solo e da condutividade hidráulica. Em solos arenosos, o ensaio deve ser repetido de 3 a 6 vezes.

Se o solo possuir camadas com diferentes valores de condutividade hidráulica, é possível, através deste método, medir a condutividade de cada camada separadamente. Para alcançar esse objetivo, o poço é aprofundado gradativamente, de camada em camada, medindo-se, assim, o respectivo valor de K. (CAUDURO, 1986)

3.6.2. - Material

- Aparelho para medir as mudanças de nível de água dentro do poço (ver figuras 3.13(-a, b, e, d, e) e 3.14).
- Trado tipo holandês de raio: $3 \text{ cm} < r < 7 \text{ cm}$ (ver figura 3.15).
- Cronômetro.
- Folha de dados.

3.6.3. - Procedimento (acompanhar o roteiro através da figura 3.16).

1. Com o trado, abrir um poço no solo. Registrar o valor do raio (r) da perfuração, na folha de dados.
2. Aberto o poço com o trado, instalar o aparelho medidor de níveis de água e determinar a profundidade (H) do poço (distância entre o índice do aparelho e o fundo do poço). Registrar o valor na folha de dados. A seguir, encher duas a três vezes com água a perfuração, a fim de umedecer previamente o solo.
3. Encher o poço com água e medir, imediatamente, a profundidade (hp) a que se encontra o nível de água no poço. Acionar o cronômetro no mesmo instante ($t_0 = 0$). Registrar o valor da profundidade (hb) na folha de dados.
4. Determinar a profundidade (hi) a que se encontra o nível de água no poço, em intervalos de tempo (segundos) escolhidos. Registrar os tempos (ti) (instantes da leitura) e os respectivos níveis de água (hi), na folha de dados.
5. Quando toda a água se tiver infiltrado no poço, repetir a operação de acordo com o exposto anteriormente, isto é, de 1 a 3 vezes em solos argilosos, dependendo do

conteúdo de umidade do solo e da condutividade hidráulica, e de 3 a 6 vezes, em solos arenosos.

6. O plano de referência para o cálculo da velocidade de percolação da água no solo é o fundo do poço. Em outras palavras, interessa conhecer a altura da coluna de água dentro do poço em cada instante de medição ($h_i = H - h$). Assim sendo, subtrair da profundidade do poço (obtida no item 2) as leituras de nível de água nos diversos tempos (item 4). Registrar os valores na folha de dados.
7. Aos valores obtidos no item 6, somar o valor $r/2$. Registrar os novos valores ($h_i + r/2$) na folha de dados.
8. Em papel monolog, plotar os valores de tempo (t_i) (obtidos no item 4), em abscissas (escala linear), e os valores de altura ($h_i + r/2$) (obtidos no item 7), em ordenadas (escala logarítmica).
9. Traçar a reta de melhor ajuste em relação aos pontos plotados segundo o item anterior.
10. Calcular a condutividade hidráulica pela expressão 3.13 e registrar o valor na folha de dados.
11. Determinar a classe de condutividade hidráulica do solo e registrar na folha de dados.

3.6.4.- Cálculos

$$K = 1,15 \times r \frac{\log\left(h_i(1) + \frac{r}{2}\right) - \log\left(h_i(2) + \frac{r}{2}\right)}{t_i(2) - t_i(1)} \quad (3.13)$$

onde;

K = condutividade hidráulica (m/dia); expressá-la, também, em centímetros por hora (cm/h);

r = raio do poço (cm);

$hi(1) + r/2$ = altura correspondente a um dado ponto da reta interpolatriz (cm); $hi(2) + r/2$ = altura correspondente a um segundo ponto da reta interpolatriz (cm);

$ti(1)$ = tempo (instante) correspondente à primeira leitura ($hi(1) + r/2$) na reta interpolatriz (s);

$t;(2)$ = tempo (instante) correspondente à segunda leitura ($hi(2) + r/2$) na reta interpolatriz (s).

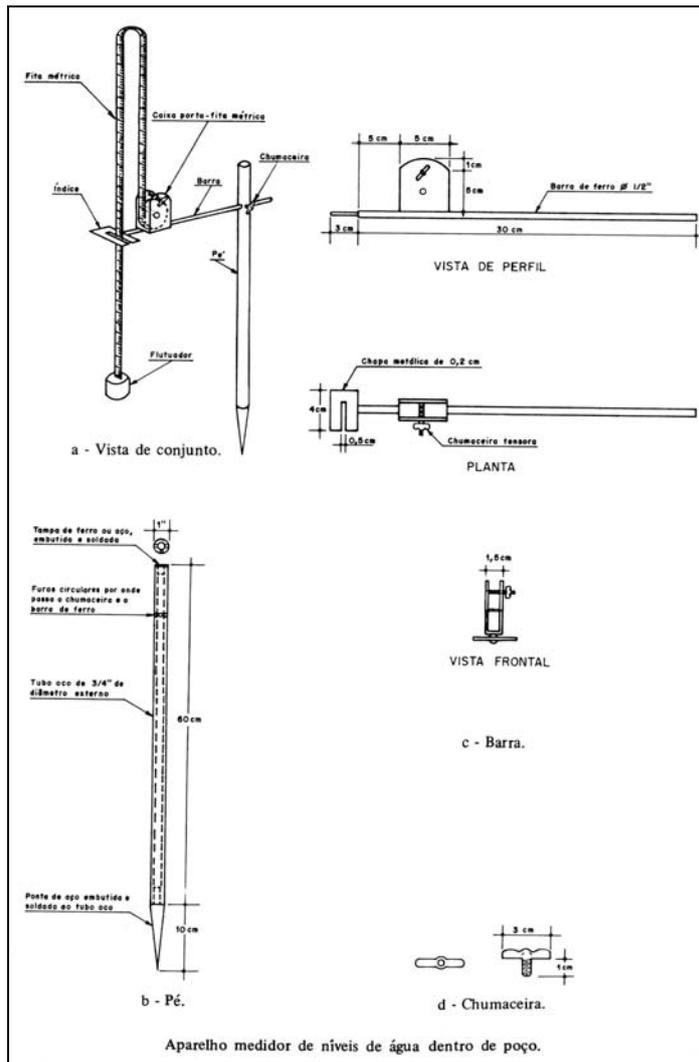


Figura 3.13 - Aparelho de medição

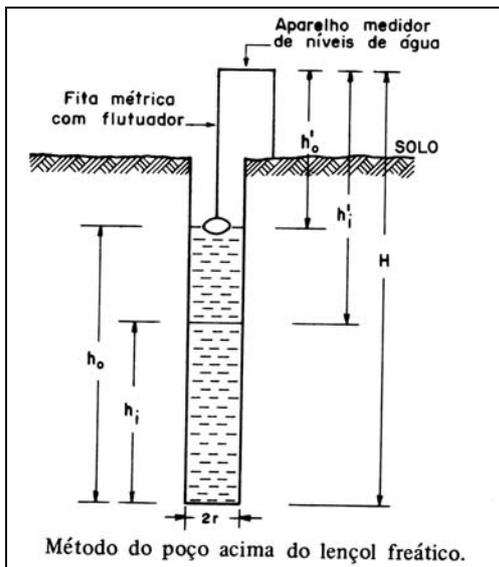


Figura 3.16 - Diagrama do método de poço invertido.

3.7. MÉTODO MODIFICADO DE EINSTEIN

Para os cálculos do transporte de sedimentos total, foram utilizados os resultados obtidos pelo método modificado de Einstein. A descarga sólida em suspensão foi obtida através da seguinte fórmula:

$$Q_{sm} = 0,0864 \times Q \times C \quad (3.14)$$

onde,

Q_{sm} : descarga sólida em suspensão (ton/dia)

Q : descarga líquida total (m³/s)

C : concentração média do sedimento em suspensão (mg/L)

Adotou-se, para a análise da descarga de fundo, a seguinte fórmula:

$$i_{st} \times g_{st} = i_s \times g_s \times (1 + P_E \times I_1 + I_2) \quad (3.15)$$

onde:

$i_{st} \times g_{st}$: descarga de sedimento através da camada de fundo, para partículas de determinada faixa granulométrica (ton/dia)

$i_s \times g_s$: descarga de sedimento, por unidade de tempo e unidade de largura do canal (ton/s m)

$$P_E = 2,303 \times \log\left(\frac{30,2 \times h}{\Delta}\right) \quad (3.16)$$

h : profundidade média (m)

Δ : diâmetro de rugosidade, considerando que 65% da massa do material de fundo possui menor tamanho.

$$I_1 = 0,216 \times \frac{A_E^{z-1}}{(1-A_E)^z} \int_{A_E}^1 \left(\frac{1-y}{y}\right)^z dy \quad (3.17)$$

$$I_2 = 0,216 \times \frac{A_E^{z-1}}{(1-A_E)^z} \int_{A_E}^1 \left(\frac{1-y}{y}\right)^z \ln y dy \quad (3.18)$$

A_E : razão entre a profundidade não amostrada e a profundidade média das verticais de amostragem

$$z = \frac{V_{SS}}{k \times u} \quad (3.19)$$

V_{SS} : velocidade de arraste das partículas de sedimento (m/s)

k : coeficiente de Von Karman

$$u = \left(\frac{\tau_0}{\rho}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (3.20)$$

τ_0 : unidade de força trativa

ρ : densidade da água

Para maior rapidez e confiabilidade nos cálculos, foi utilizado o programa de Anderson Braga, apresentado como monografia em final de curso de Engenharia Civil na UFRJ, em 2001.

4. METODOLOGIA

Este estudo tem por finalidade avaliar o uso de uma tecnologia de controle na migração de margens do Rio Taquari utilizando geotubos como elementos de contenção e também, quanto a sedimentação em uma seção localizada em frente à sede da Fazenda Nascente, antiga Fazenda São Gonçalo.

4.1. Quanto às atividades previstas no projeto geral

- Levantamento e integração de dados em ambiente SIG;
- Instalação e operação de postos de monitoramento;
- Estudos de modelação hidrológica, hidráulica e sedimentológica;
- Desenvolvimento do projeto executivo de espigões submersos.

Foi especificado o cumprimento de certas tarefas, ao longo do andamento da execução. Para facilitar a visualização destas metas físicas, montaram-se as tabelas 4.1, 4.2, 4.3 e 4.4, que consta das atividades, do indicador de execução e as durações inicialmente propostas.

Esse trabalho faz parte de um projeto financiado pela FINEP, intitulado “Projeto piloto de controle da migração das margens do rio e sedimentação na Bacia do Rio Taquari”.

Tabela 4.1. Meta Física 1: Levantamento e Integração de Dados em Ambiente SIG.

ATIVIDADES	INDICADOR FÍSICO DE EXECUÇÃO	Duração Prevista (Mês)	
		Início	Fim
Revisão bibliográfica.	Volume de compilação bibliográfica.	1	4
Inventário dos dados disponíveis: cartas topográficas, levantamentos de solos, geologia, vegetação, fotografias aéreas, imagens de satélite ou radar.	Banco de dados.	1	4
Levantamento da quantidade, localização e situação dos postos de medição hidrometeorológicos disponíveis, inclusive sedimentométricos.	Banco de dados.	1	4
Levantamento de curvas-chave.	Banco de dados.	1	4

Tabela 4.2. Meta Física 2: Instalação e Operação de Postos de Monitoramento.

ATIVIDADES	INDICADOR FÍSICO DE EXECUÇÃO	Duração Prevista (Mês)	
		Início	Fim
Medições de descarga líquida.	No mínimo 3 medições de descarga líquida.	2	7
Medições de descarga sólida.	No mínimo 3 medições de descarga sólida.	2	7
Análise do material do leito e margens do rio.	No mínimo 3 amostras por transecto em no mínimo 3 transectos.	2	7
Análise das amostras.	Análise de no mínimo 9 amostras, de qualidade de água e sedimento, em no mínimo 3 coletas.	2	7

Tabela 4.3. Meta Física 3: Estudos de Modelação Hidrológica, Hidráulica e Sedimentológica.

ATIVIDADES	INDICADOR FÍSICO DE EXECUÇÃO	Duração Prevista (Mês)	
		Início	Fim
Modelação hidrológica.	Série histórica de vazões.	4	8
Modelação hidráulica e sedimentológica.	Modelo de calibração e determinação das condições hidráulicas e de transporte de sedimentos.	4	8

Tabela 4.4. Meta Física 4: Desenvolvimento do Projeto Executivo de Espigões Submersos.

ATIVIDADES	INDICADOR FÍSICO DE EXECUÇÃO	Duração Prevista (Mês)	
		Início	Fim
Planejamento dos espigões submersos.	Projeto dos espigões submersos.	6	12
Definição da envergadura do contêiner de geotêxtil.	Projeto detalhado dos contêineres de geotêxtil.	6	12
Levantamento das especificações técnicas.	Especificações técnicas.	6	12
Levantamento dos equipamentos necessários e forma de controle de operação.	Especificação dos equipamentos necessários.	6	12
Estudo do controle ambiental durante a construção.	Manual operativo de controle ambiental durante a construção.	6	12
Estudo da operação e manutenção da estrutura.	Manual operativo de manutenção da estrutura.	6	12
Desenvolvimento de planilhas de custos unitários e globais para a aquisição, transporte, depósito e instalação dos contêineres de geotêxtil.	Elaboração do orçamento para a execução do projeto.	6	12

As células das atividades que estão em negrito da tabela 4.4 mostram as atividades que estão com 50% a 80% completadas, sendo completadas até junho de 2005 para o relatório do Projeto Piloto de Controle da Migração das Margens do Rio e Sedimentação na Bacia do Rio Taquari, junto a FINEP.

4.2. Quanto à região em estudo

A região escolhida para estudo, localiza-se no Rio Taquari, a 200 km (pelo rio) da cidade de Coxim, no Estado de Mato Grosso do Sul, em frente à sede da Fazenda Nascente. A sede da fazenda tem coordenadas geográficas de Lat 18°12'45" S e Long 55°45'18" W. A figura 4.1 mostra a inserção do local de estudo, dentro da Bacia do Taquari, na região fisiográfica dos Pantanaís, e, esta por sua vez, inserida na Bacia do Alto Paraguai.

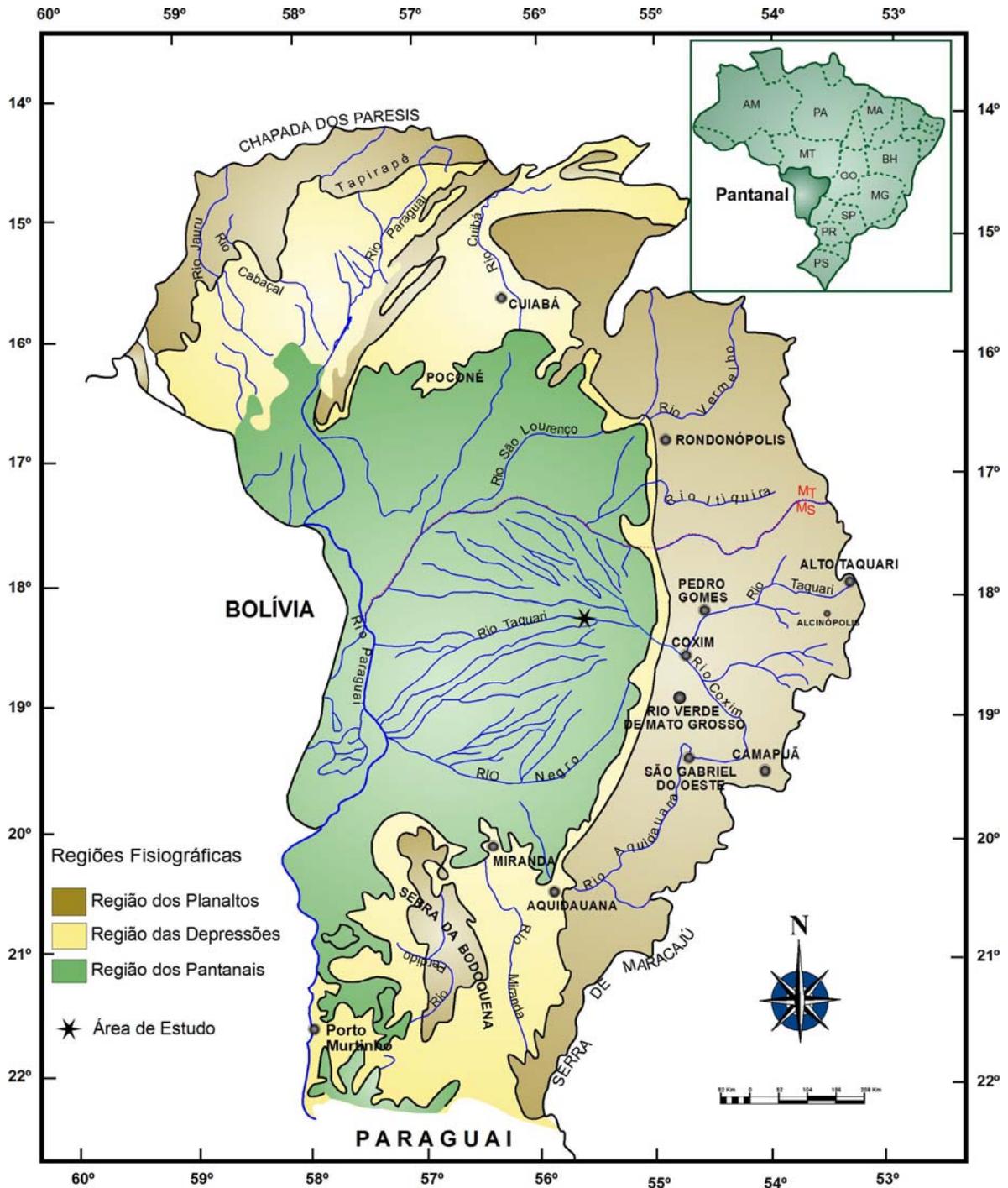


Figura 4.1. Localização da área de estudo.

Nas figuras 4.2, 4.3 e 4.4, pode-se observar o cone aluvial formado pelo Rio Taquari, a bacia do Taquari vista através de uma imagem de satélite e um trecho considerável do rio, através de imagens de satélites (imagens Ikonos e Landsat-TM).

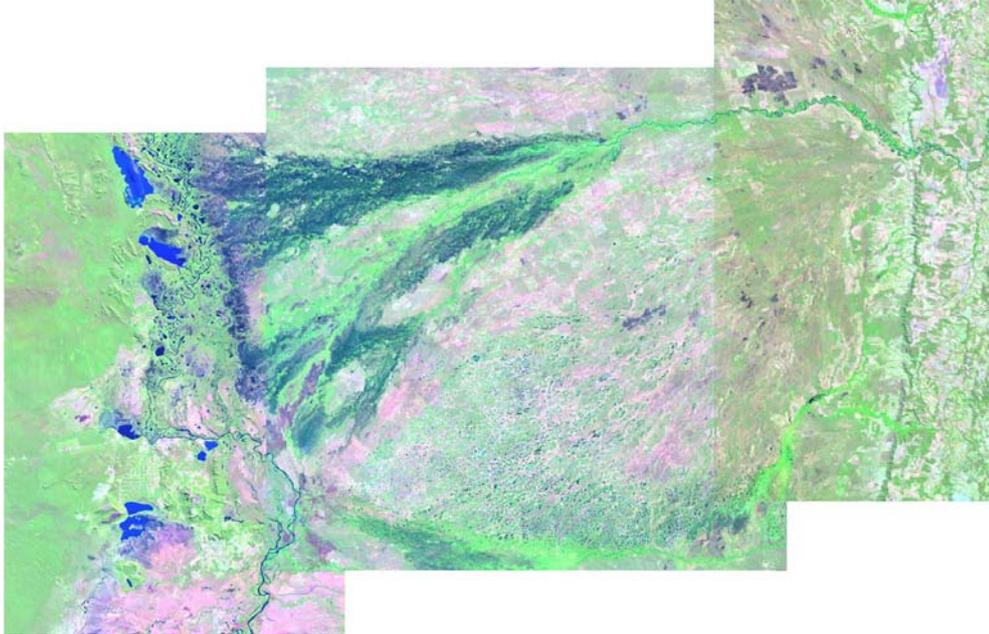


Figura 4.2. Cone aluvial sobre o qual encontra-se o Rio Taquari.

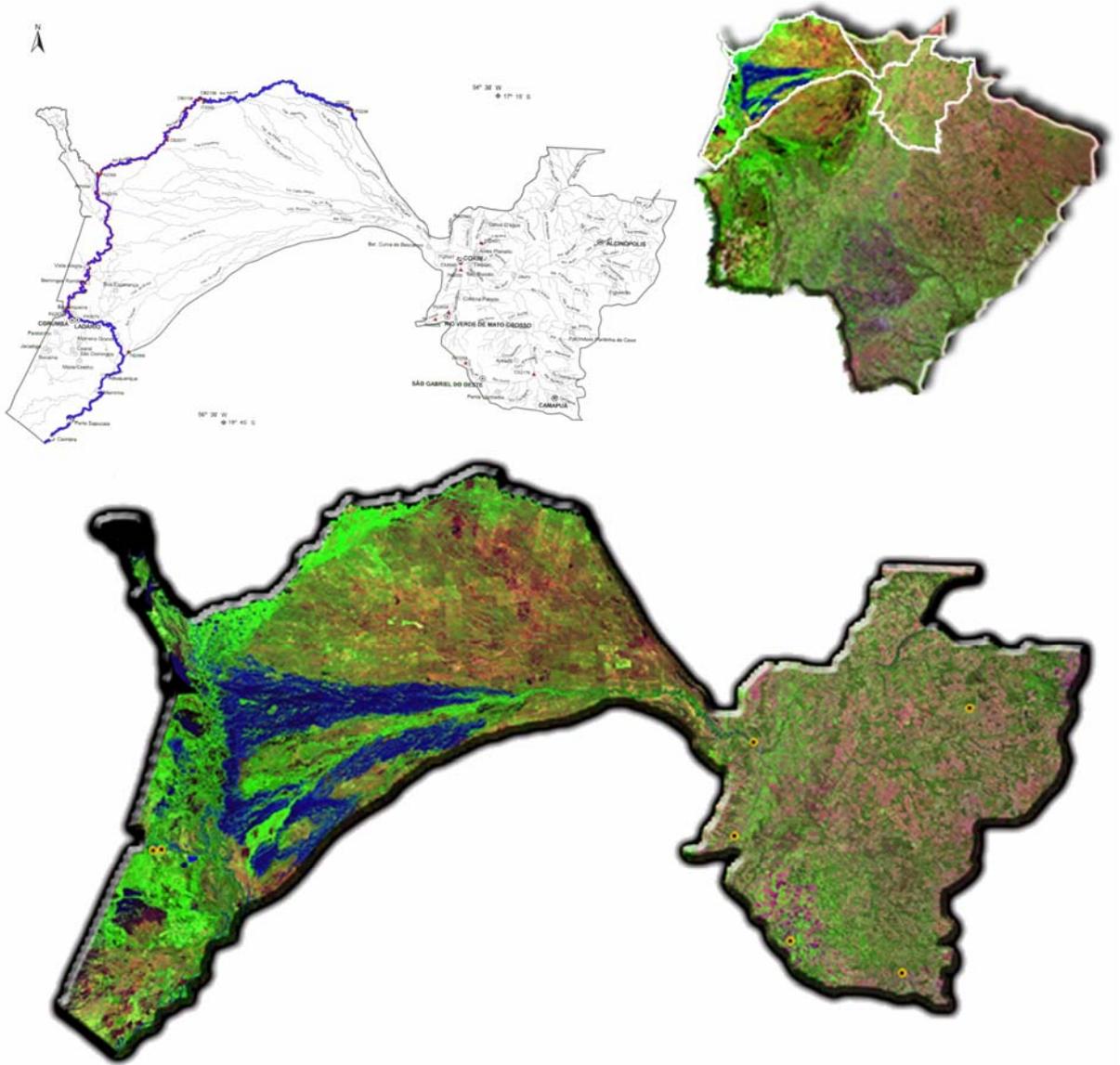


Figura 4.3. Bacia do Taquari, englobando o planalto e a planície (político e imagem satélite).

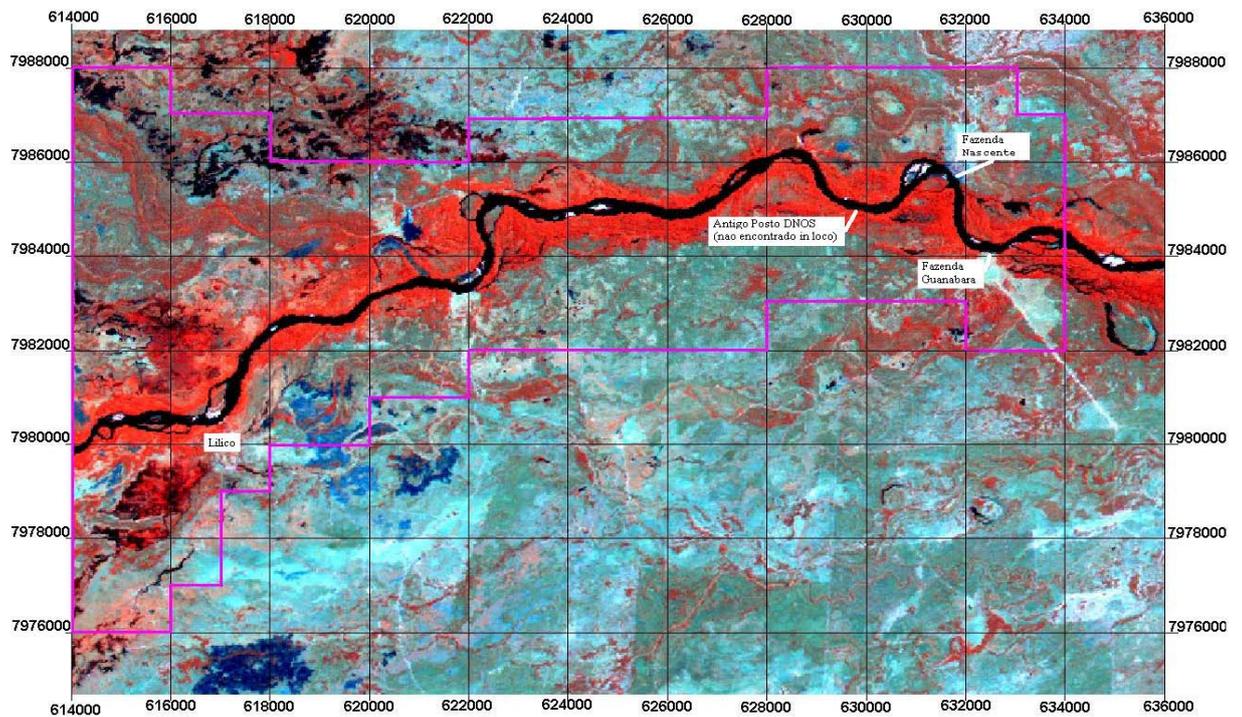


Figura 4.4. Área de estudo no Rio Taquari (Imagem Landsat TM de junho de 2001).

No início da pesquisa, foi efetuada uma coleta do máximo de informações já disponíveis a respeito da região do Rio Taquari e, em um segundo momento, toda informação teórica e prática necessária ao andamento do estudo. Nesse sentido, foi preparada uma revisão bibliográfica, abrangendo os temas que mais se relacionam aos objetivos iniciais, ou seja, conhecimentos sobre erodibilidade e migração de margens, processos hidrossedimentológicos e a hidrologia da Bacia do Rio Taquari, além de um estudo mais aprofundado na tecnologia proposta no projeto, os geotubos. Um inventário de dados disponíveis a respeito de solos (levantamentos pedológicos), cartas topográficas, geologia, vegetação, fotografias aéreas, imagens de satélite ou radar foi efetuado. Todavia, foram necessários o levantamento da quantidade, localização e situação dos postos de medição hidrometeorológicos existentes na região, inclusive sedimentométricos, e seu atual estado de funcionamento. Uma pesquisa mais detalhada das curvas-chave, existentes para o trecho em estudo foi de grande importância, principalmente no que tange a verificação de sua validade.

4.3. Quanto às viagens de campo

Foram realizadas diversas viagens a campo, no intuito de se obter dados importantes, para o monitoramento do local de estudo e se obter dados importantes para uma discretização mais detalhada do local e dos problemas inerentes a ele, além de base de dados para os projetos dos geocontêineres para proteção de dique marginal.

Nesta primeira fase, para o conhecimento e identificação de todos os problemas relevantes que vem ocorrendo na bacia, tais como erosões, assoreamentos e arrombados, foi definida uma campanha em que o reconhecimento foi executado por meio de barcos e de avião (ao longo curso do rio).

Após a escolha da seção de estudo, sendo que a mesma se localiza na margem mais propensa ao processo de erosão do Rio Taquari, uma malha de piquetes, espaçados de 10 em 10 metros foi criada com o intuito de se ter dados reais da perda de solo e seu processo evolutivo nas margens mais atingidas pela erosão acelerada.

Foram feitas, durante as primeiras viagens, a batimetria do local de estudo e a alocação de RN's nas margens da Fazenda Nascente, a fim de se ter um ponto de apoio para a instalação das réguas linimétricas e dos linígrafos automáticos com datalogger.

A instalação das réguas linimétricas e dos linígrafos, serviram de coletores de dados dos níveis do Rio Taquari, ao longo de um período hidrológico de 1 ano, para se ter noção de comportamento durante este tempo, servindo de dados confiáveis para o projeto executivo dos geotubos.

As leituras das réguas instaladas na Fazenda Nascente e Fazenda Guanabara, forneceram dados comparativos à aqueles obtidos nos linígrafos automáticos, para uma posterior calibração dos mesmos, já que as réguas foram instaladas através de uma estação total amarrada em um RN pré-determinado e de dados confiáveis.

Um teste de infiltração, mais conhecido como método do poço invertido, utilizado para a determinação da condutividade hidráulica saturada do solo (K), dado importante para se conhecer a capacidade de drenagem do solo, foi feito na margem mais suscetível ao ataque da erosão, tornando assim um dado importante para a determinação da capacidade que o solo tem de se saturar e perder coesão.

Neste teste foi verificado que o solo da região possui um grande coeficiente de saturação, o que demonstra que quanto mais saturado o solo fica, menor é o poder de infiltração do solo, evidenciando o que foi verificado no local que várias regiões ficam inundadas por grandes períodos. Todos os testes foram feitos no mesmo dia com solo seco.

A tabela 4.5 mostra os resultados deste teste e a figura 4.5 mostra o gráfico de valor de K com o número do teste.

Tabela 4.5. Resultados do teste de infiltração.

LOCAL: Fazenda São Gonçalo
 SOLO: Arenoso
 RAI0 (r) DO POÇO (cm): 7,5
 PROFUNDIDADE (H) DO POÇO (cm): 90,0
 ALTURA DO APARELHO (cm): 32,5

TESTE		1	2	3	4	Nº Teste	Valor de K (m/dia)
N	INSTANTE (ti) (seg)	LEITURA (h _i) (cm)	1	5,2235			
t ₀	0	38,00	38,00	38,00	38,00	2	4,8292
t ₁	15	43,00	44,00	44,00	41,50	3	2,9269
t ₂	30	47,60	49,00	48,60	44,60	4	2,1762
t ₃	45	51,50	53,90	52,60	47,40		
t ₄	60	55,00	57,60	55,70	49,60		
t ₅	90	61,00	64,20	61,40	53,60		
t ₆	120	65,70	69,40	65,50	56,60		
t ₇	150	69,50	73,80	68,90	59,40		
t ₈	180	73,00	77,30	71,90	61,50		
t ₉	240	77,80	82,90	76,00	65,20		
t ₁₀	300	82,80	87,40	79,50	68,00		
t ₁₁	360	86,70	90,70	82,30	70,30		
t ₁₂	420	90,30	93,70	84,50	72,30		
t ₁₃	480	94,00	96,00	86,40	74,10		
t ₁₄	540	96,60	98,40	88,00	75,60		
t ₁₅	600	99,00	100,40	89,10	77,00		

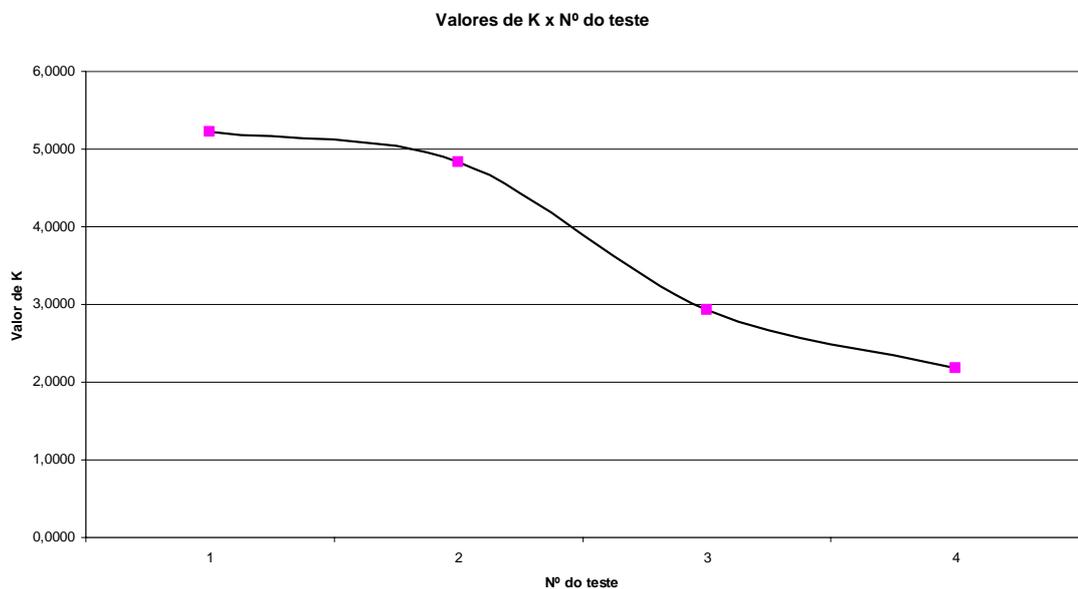


Figura 4.5. Gráfico de valor de K com o número do teste.

Foram determinadas no local de estudo, seções de controle de vazão, onde foram medidas as vazões do Rio Taquari antes da seção de controle adotada, na seção de controle adotada, e após a seção de controle adotada, para que se ter uma idéia de onde o canal se

encontra, onde as velocidades são maiores e onde poderiam ser instalados os geotubo de forma proteger as margens, além de saber como o rio se comporta após a seção de controle para que se possa manter as mesmas condições encontradas antes da instalação dos geotubos.

Foram feitas, também, coletas de amostra de sedimentos com amostrador de saca, para se ter uma noção do comportamento do transporte de sedimentos em suspensão, além de amostras de sedimento de fundo, procurando caracterizar o leito do rio e determinar o tipo de sedimento que se encontra depositado.

Com as amostras de fundo, determinaram-se, também, as jazidas mais prováveis, que servirão de matéria prima, para o preenchimento dos geotubos.

4.4. Quanto aos geotubos

Os tubos a serem modelados são todos lacrados nas pontas com algumas entradas no topo, para que bombas de dragagem encham os contêineres nos pontos determinados de alocação. A figura 4.6 mostra um modelo reduzido do contêiner, onde as partes em alaranjado representam os tubos por onde será introduzida a areia dragada do leito do próprio rio, evitando o transporte de material de outras áreas, mantendo a premissa de uso de um sistema economicamente viável.



Figura 4.6. Modelo reduzido de geotubo confeccionado com manta geotêxtil.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mesmo sabendo da complexidade que é o Pantanal e, especialmente, o Rio Taquari, espera-se dar a este problema tão singular, que é a desestabilização de diques marginais causada pelo poder erosivo de um rio assoreado.

Uma solução barata (em relação à comumente usada nessas situações, o enrocamento de pedra), tecnologicamente mais avançada e ambientalmente segura, para que num futuro breve venha a ser utilizado em outras regiões de nosso país que sofrem do mesmo problema.

O sucesso no emprego dos geotubos, possibilitará a abertura de novas portas tecnológicas para seu uso no Brasil alavancando um crescimento industrial na área de geotêxteis, já que a maioria desses produtos ainda é importada.

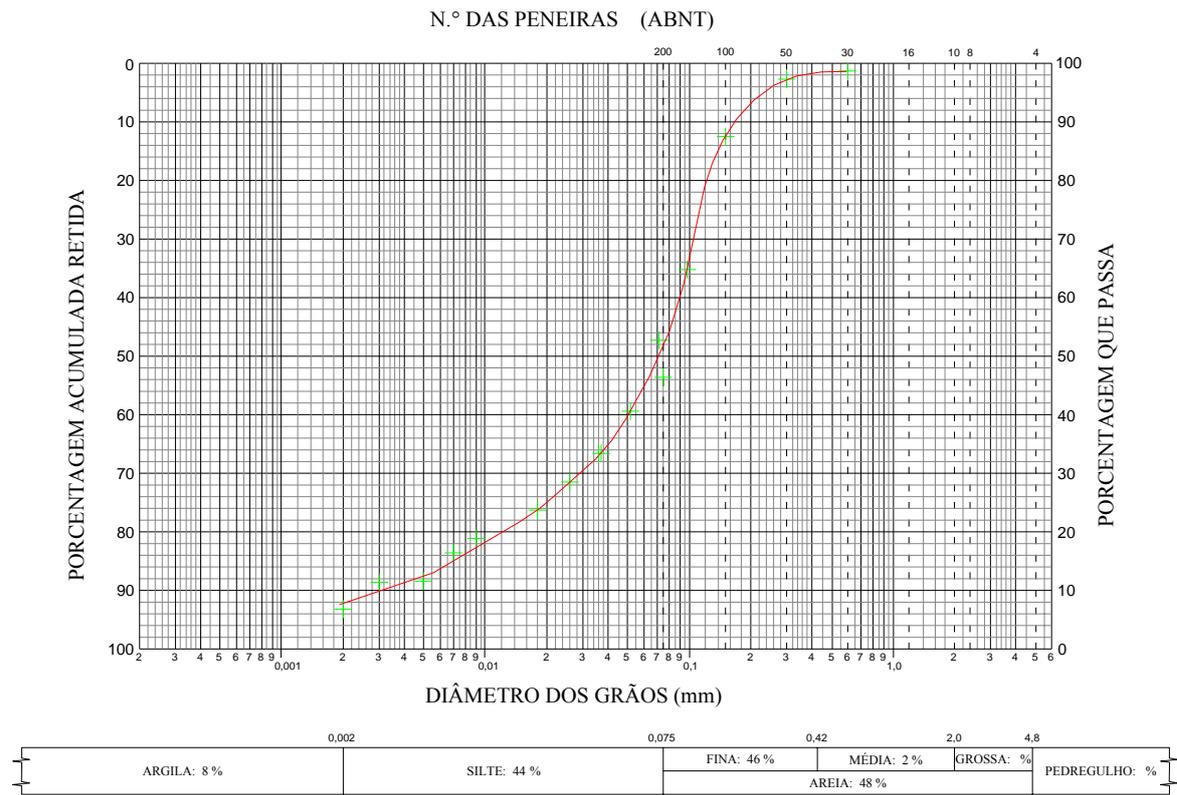
5.1. Quanto às análises das amostras de solo

Quanto às amostras de solo coletadas, foram feitos ensaios de granulometria conjunta e de peneiramento, ambos segundo as normas da ABNT (NBR-5734). O objetivo destes ensaios é caracterizar as frações dos tipos de solo existentes no local.

As amostras ensaiadas foram retiradas de locais próximos ao barranco do trecho de estudo e do banco de areia, em frente à fazenda.

Mediante os resultados das análises granulométricas e do aspecto visual das amostras de solo, conforme as figuras 5.1 à 5.8, observa-se que trata-se de um solo com predominância de areia fina siltosa para as amostras superficiais (até 50 cm de profundidade) e com a presença de silte argiloso nas camadas de profundidade em torno de 1,0 metro.

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA CONJUNTA



CLASSIFICAÇÃO DO SOLO: AREIA FINA SILTOSA

F

figura 5.1. Curva granulométrica conjunta – amostra A3: profundidade de 0,65 m da superfície.

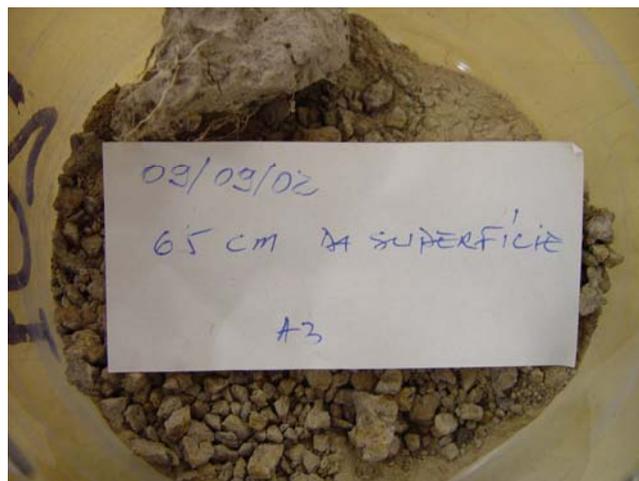


Figura 5.2. Aspecto visual da amostra A3 coletada em frente à fazenda, na margem direita.

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA CONJUNTA

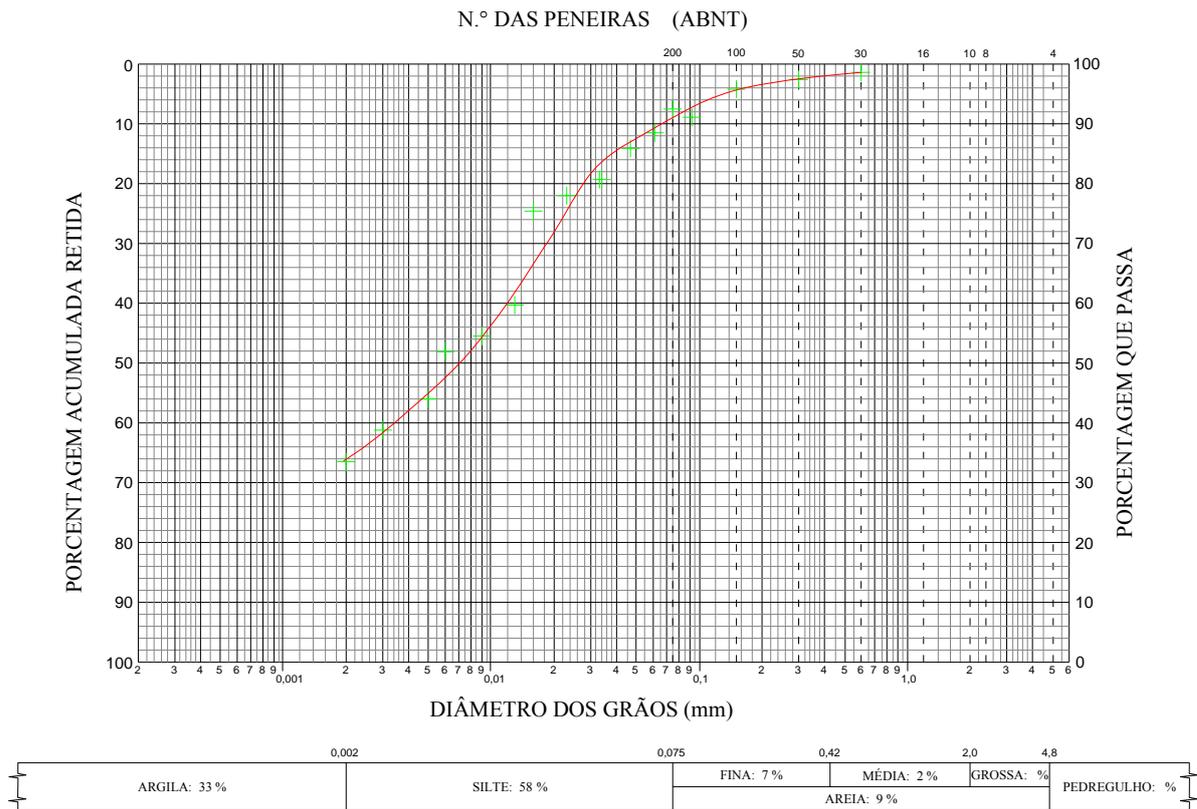


Figura 5.3. Curva granulométrica conjunta – amostra A4: profundidade de 1,20 m da superfície.

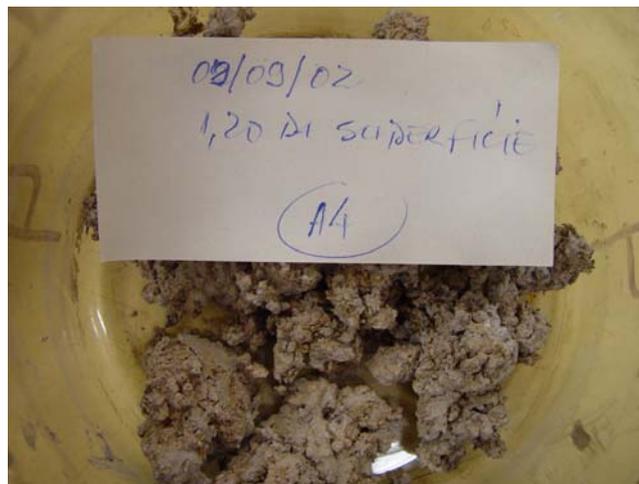


Figura 5.4. Aspecto visual da amostra A4 coletada em frente à fazenda, na margem direita.

ENSAIO DE PENEIRAMENTO

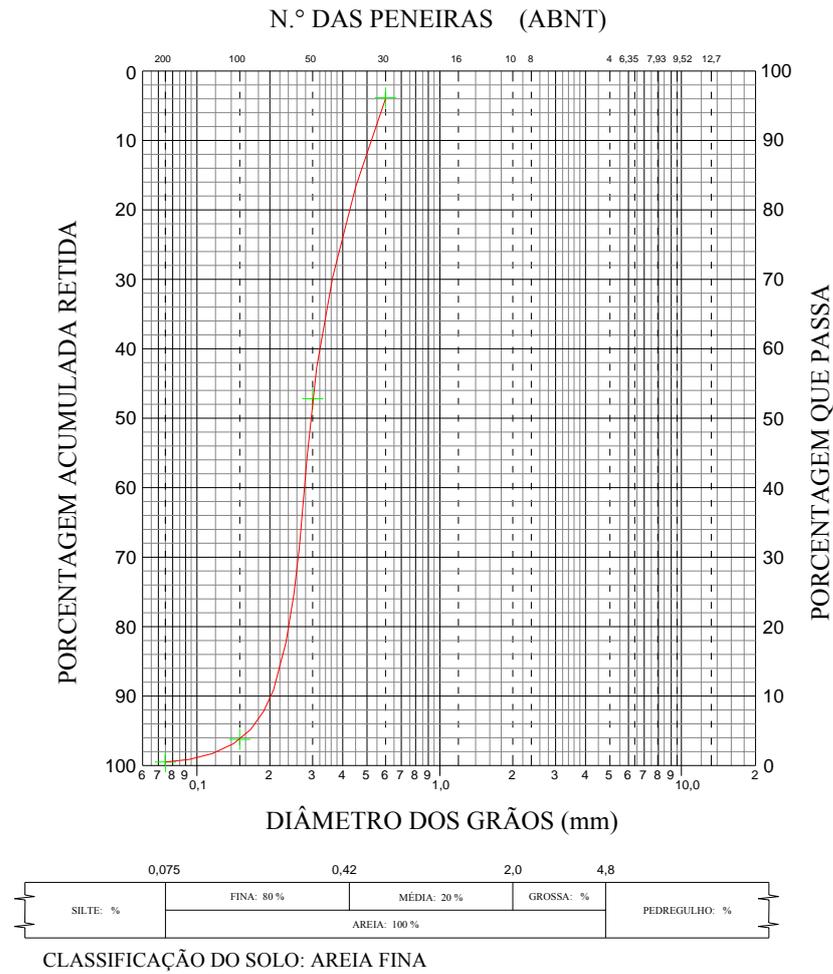
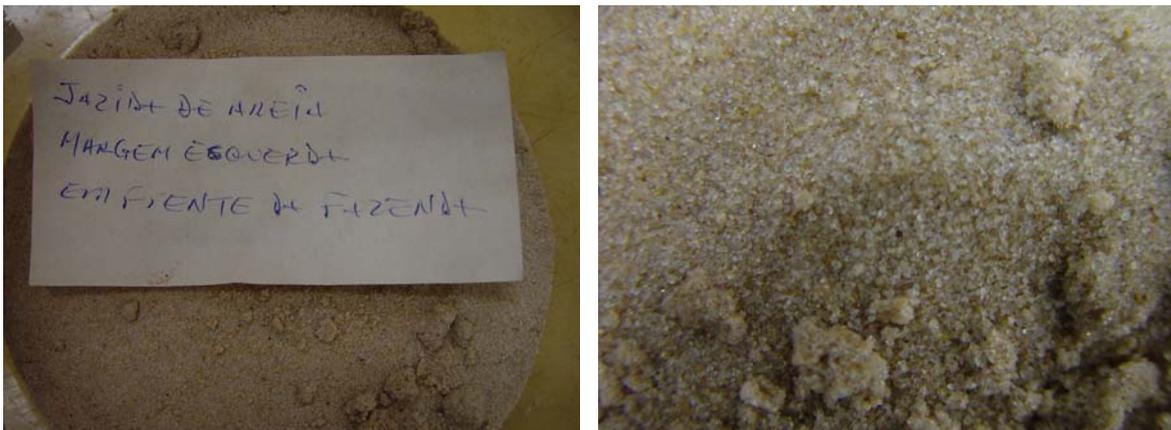


Figura 5.5. Curva de ensaio de peneiramento – amostra 01: profundidade de 0,50 m da superfície.



(a) Amostra 01 retirada na profundidade de 0,50 m.

(b) Amostra 01 coletada em frente à fazenda, na margem esquerda.

Figura 5.6. Aspecto visual da amostra 01 coletada na margem esquerda, em frente à fazenda.

ENSAIO DE PENEIRAMENTO

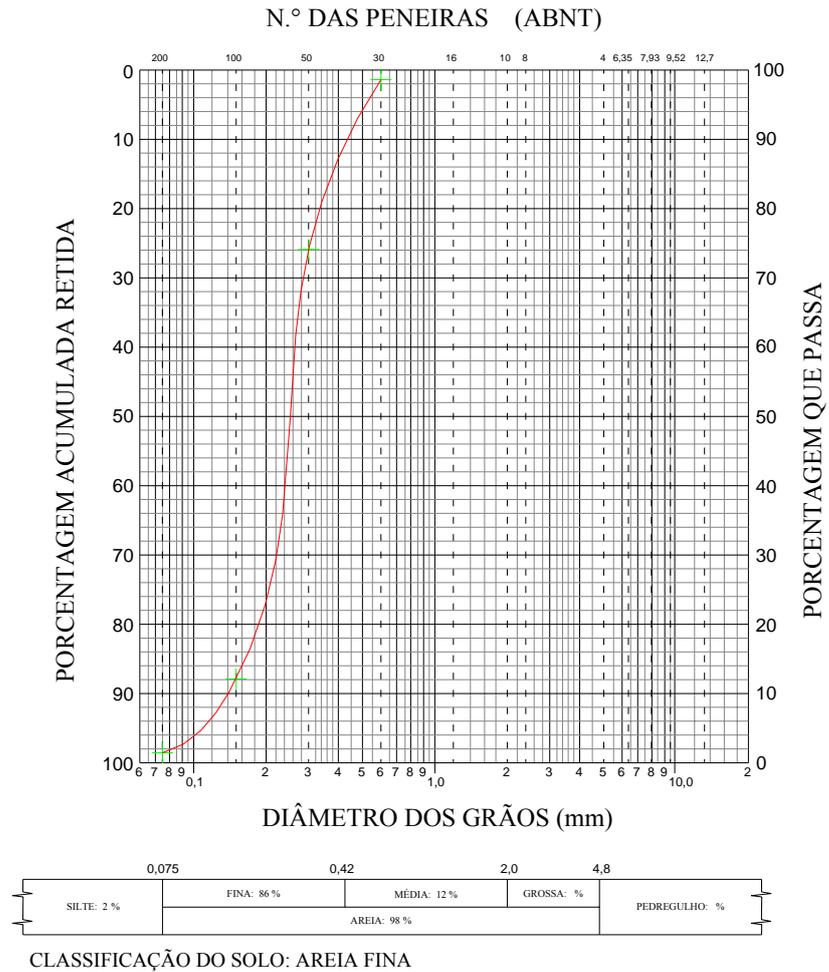
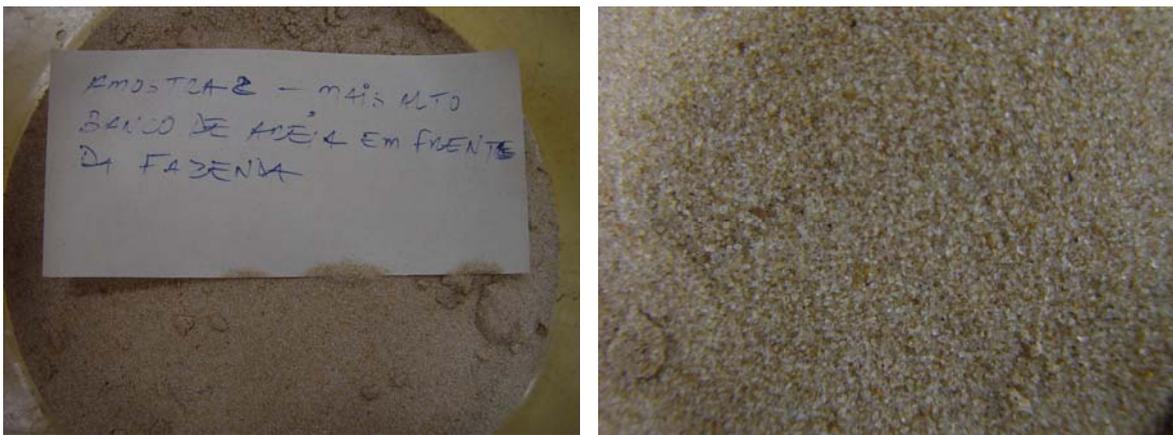


Figura 5.7. Curva de ensaio de peneiramento – amostra 02: profundidade de 0,50 m da superfície.



(a) Amostra 02: profundidade de 0,50 m da superfície.

(b) Amostra 02 coletada no banco de areia (ilha) em frente à fazenda.

Figura 5.8. Aspecto visual da amostra 02, coletada no banco de areia, em frente à fazenda.

5.2. Quanto a batimetria da seção de estudo

Na terceira viagem realizada, foi feita a batimetria com auxílio de uma estação total Topcom. Foram necessárias medições em barco e a vau, pois certas regiões da calha do rio apresentavam baixas profundidades. Estes dados resultaram nas figuras 5.9 e 5.10, onde é mostrado a topografia e desenho do leito do rio. Estes dados foram utilizados na modelagem hidráulica para desenvolvimento das dimensões dos espigões de geotêxtil.

Foi utilizado o programa Surfer, da Golden Software Inc, para se obter uma topografia tridimensional e poder visualizar o comportamento da seção em estudo (seção 13). Verificou-se que perto da posição da estaca 02, mostrada no item 5.3 das migrações de margem, a margem se encontra muito próxima do nível d'água do rio, o que poderá em um futuro próximo acarretar em um arrombado se nada for feito para mitigar a situação. A figura 5.11 mostra a imagem tridimensional da batimetria sem escala, apenas para visualização, e a figura 5.12 mostra o local onde foi verificado ser um possível ponto de aparecimento de arrombado, dentro de uma grade de vetores de escoamento, também sem escala, apenas para visualização.

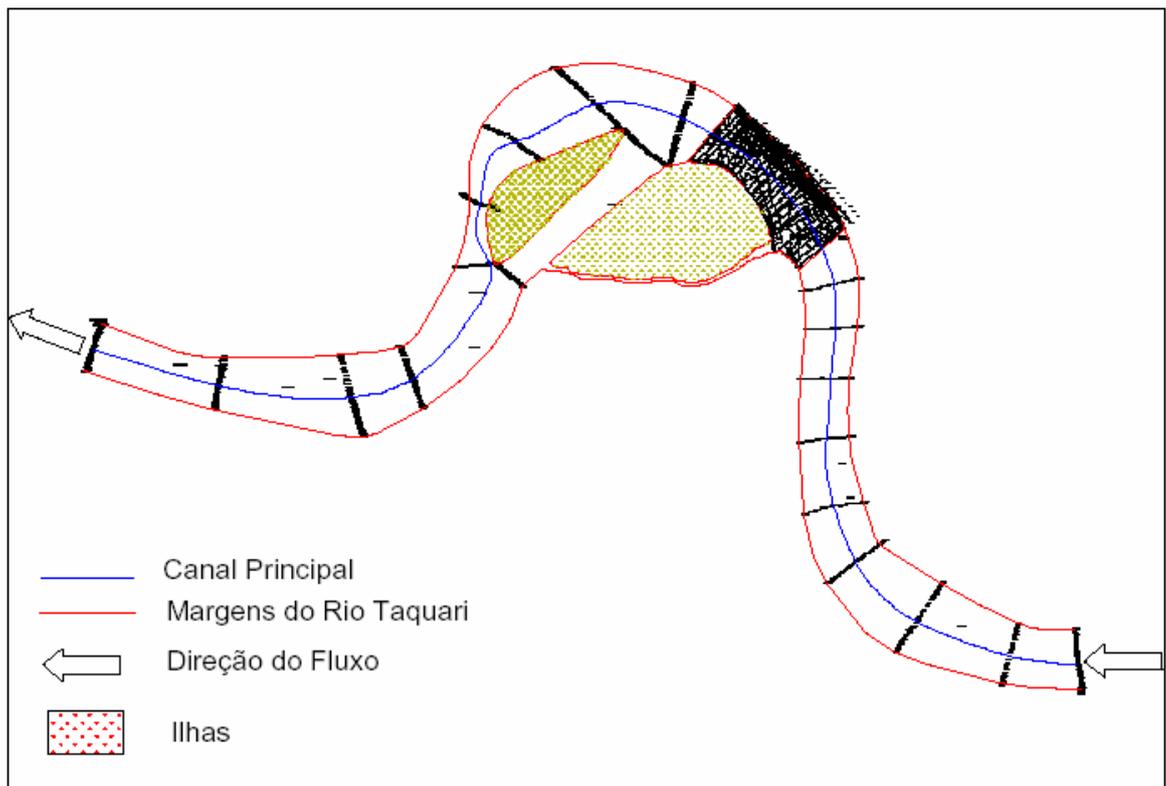


Figura 5.9. Batimetria da área de estudo e entorno.

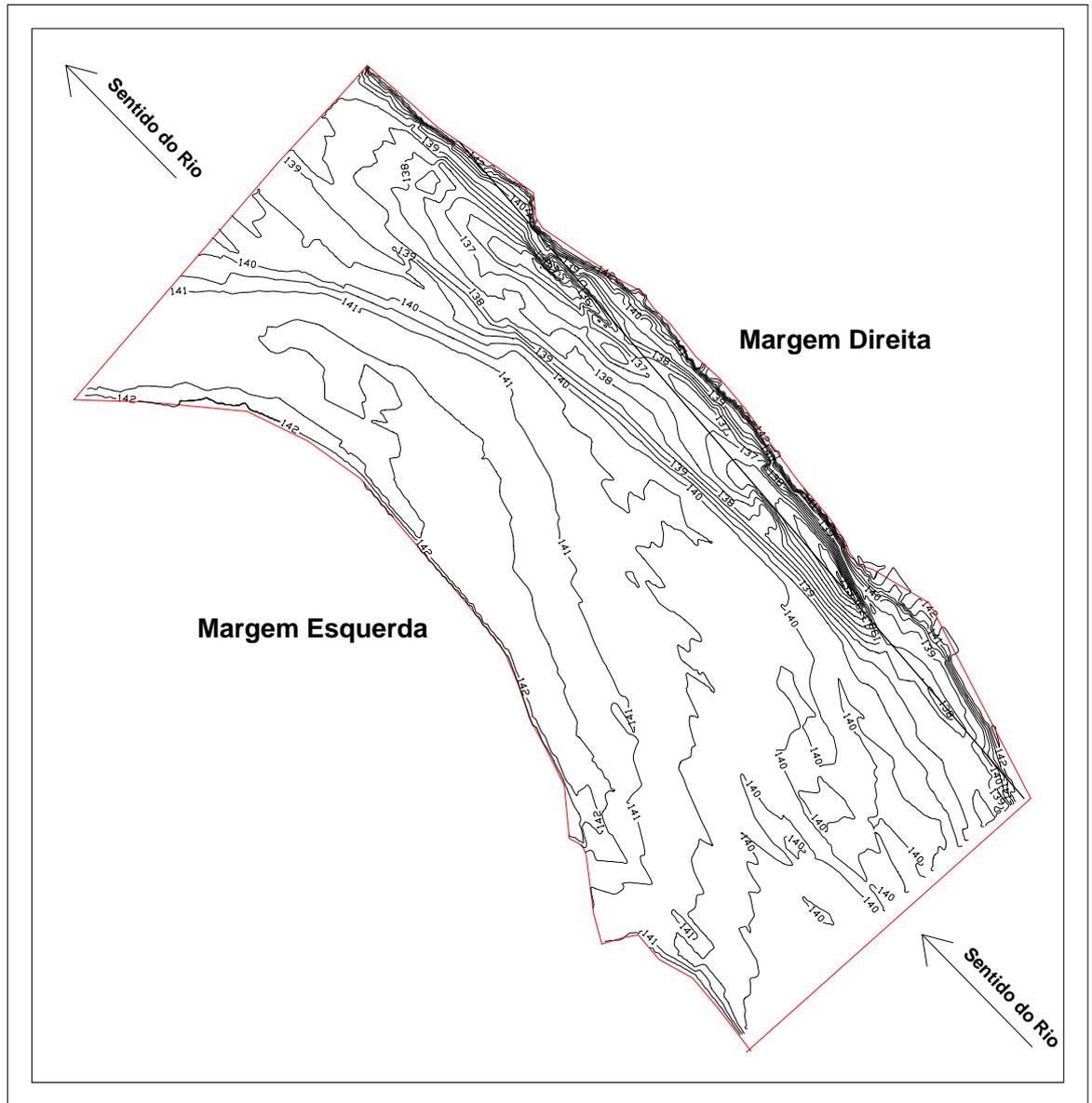


Figura 5.10. Dados das curvas de nível do leito do rio, no trecho em pesquisa.

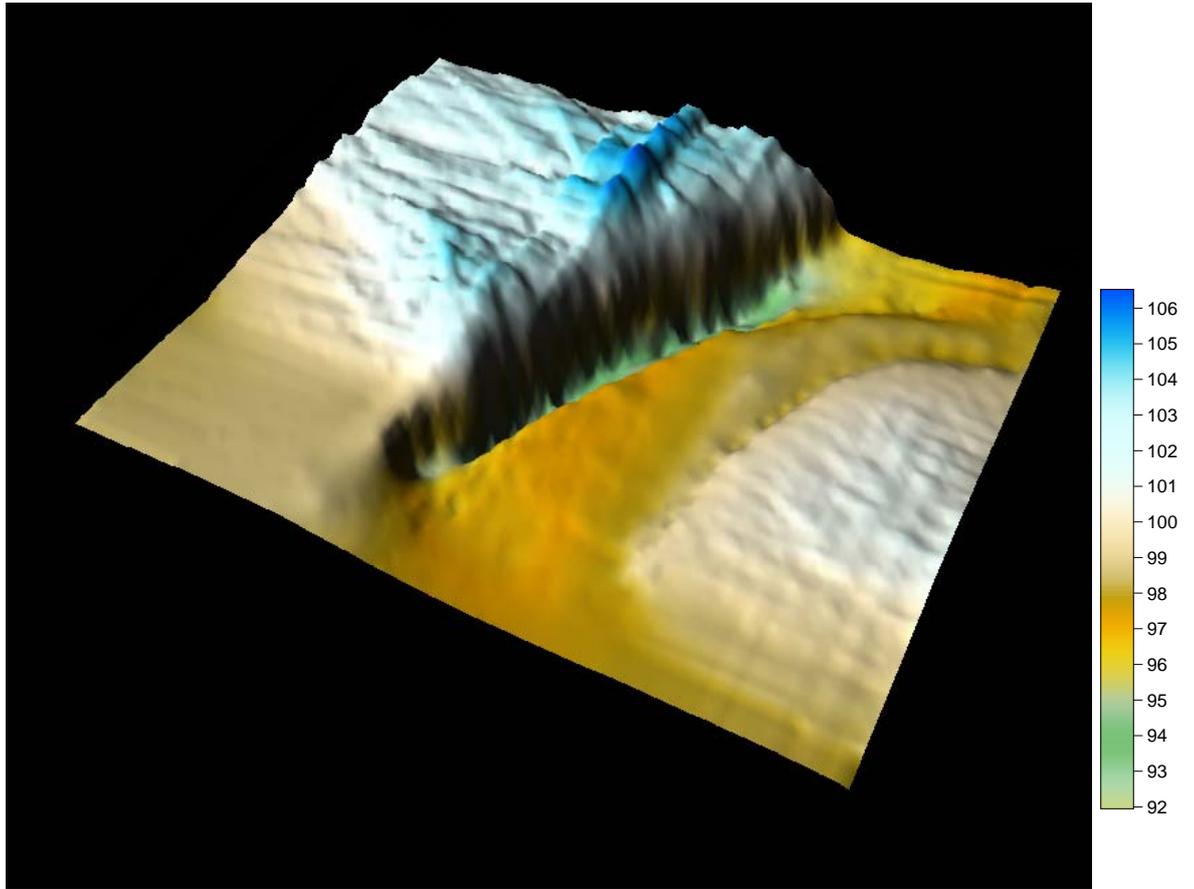


Figura 5.11. Imagem tridimensional retirada da batimetria.

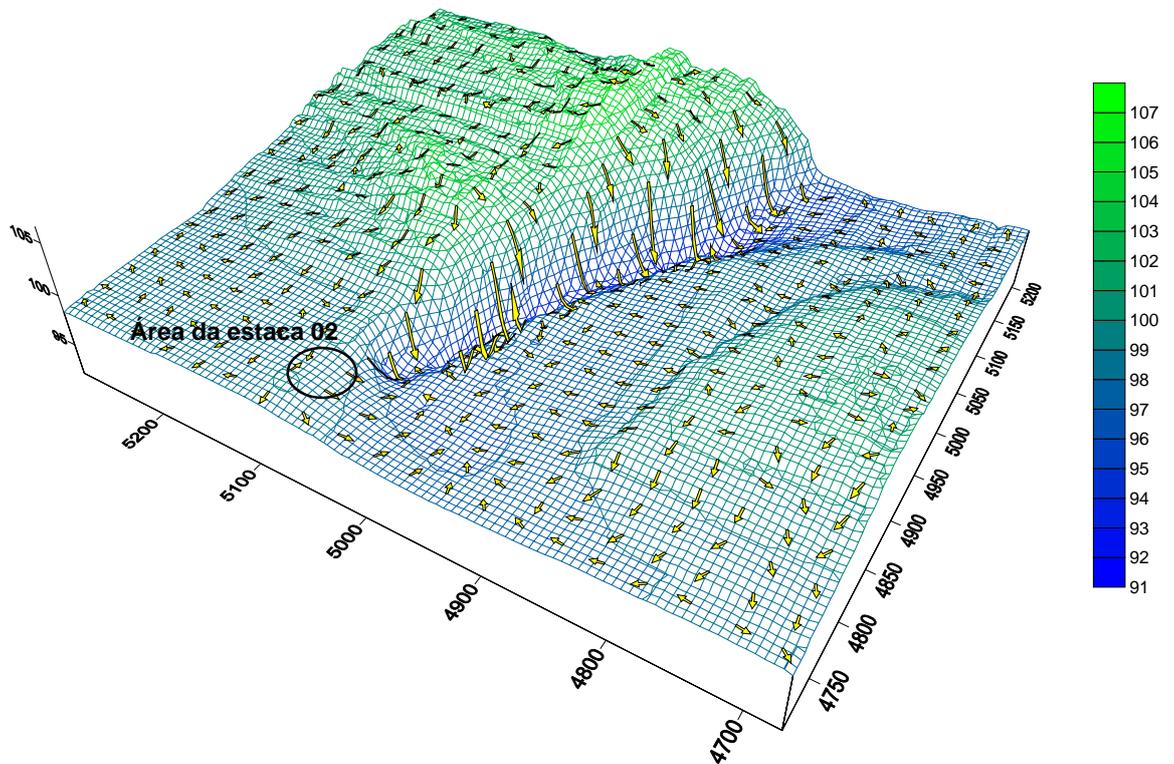


Figura 5.12. Ponto de possível aparecimento de arrombado na região de estudo.

5.3. Quanto à migração da margem

A seleção do trecho baseou-se na necessidade de realizar batimetria, medições de descarga líquida, medições de descarga sólida e análises do material do leito e margens do rio.

Escolhida a seção de estudo, providenciou-se a montagem de uma malha de piquetes, espaçados de 10 em 10 metros, localizada na margem direita do Rio Taquari. Esta malha tem a finalidade de permitir o acompanhamento do processo evolutivo de erosão da margem. Nas figuras 5.13 e 5.14, vê-se a referida malha, representada esquematicamente e no local de implantação.

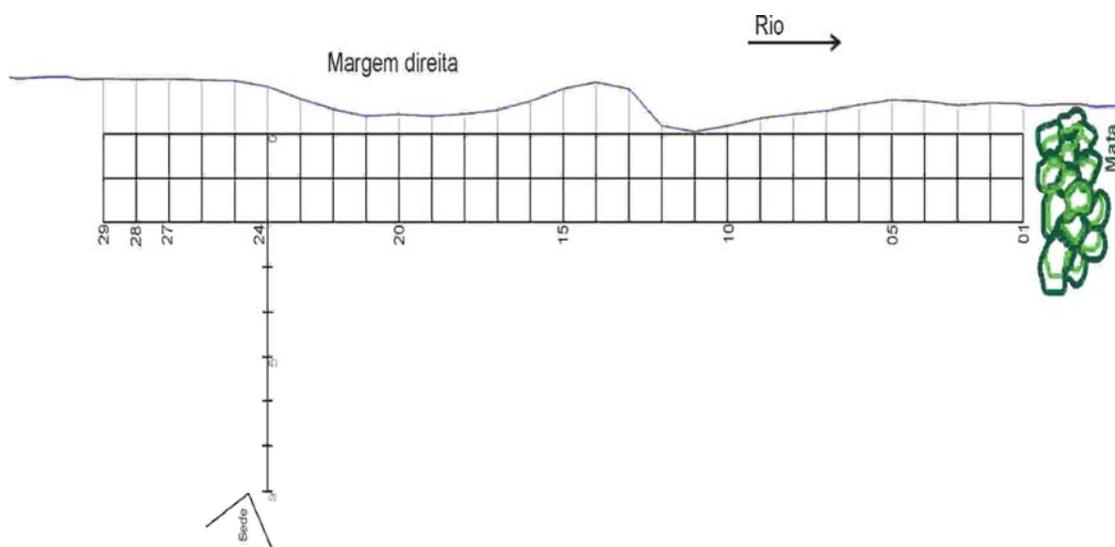


Figura 5.13. Grid de referência de erosão da margem.



Figura 5.14. Malha de piquetes do *grid* de referência.



Figura 5.15. Croqui das Referências de Nível instaladas na margem direita, próximo à sede da Fazenda Nascente.

Instalados os marcos topográficos de nível (RN) e as régua linimétrica, iniciou-se o acompanhamento da migração da margem (medições na malha de piquetes), que foi feito através da medição das distâncias das estacas ao barranco. Mensura-se as diferenças entre as medidas horizontais entre os piquetes e a margem direita do rio, obtendo-se os valores erodidos, no intervalo de tempo considerado.

Na figura 5.16, pode-se observar que, mesmo com uma vegetação rasteira junto à margem, esta sofre erosões e inicia-se o processo de desbarrancamento.

Durante o período de fevereiro a setembro de 2002, pôde-se acompanhar a migração da margem direita (trecho em frente à sede da fazenda), mensurando as diferenças das medidas horizontais efetuadas. Na tabela 5.1, vê-se as leituras em cada data e os totais da evolução da erosão desta margem.



(a) Vista da margem em processo inicial de desbarranco.

(b) Detalhe da fissura no solo.

Figura 5.16. Margem em processo de desbarrancamento.

A figura 5.17 apresenta uma vista aérea do local de estudo.



Figura 5.17 Foto aérea do local de estudo.

A partir dos dados entre fevereiro e setembro de 2002, foi feito um croqui (figura 5.18) em que é possível avaliar e visualizar as condições da migração da margem, no período considerado.

Os pontos que aparecem na figura 5.18 são as árvores que estão no local de estudo. No restante da área, encontra-se apenas gramínea e arbustos de pequeno porte.

Tabela 5.1. Resultados das leituras de migração de margens, no período de fevereiro de 2002 a julho de 2003.

Estacas	Período e leituras (m)						Totais das leituras nos períodos (m)					
	22/2/2002	14/4/2002	9/9/2002	10/11/2002	6/3/2003	1/7/2003	fev-abr	abr-set	fev-set	fev-nov	fev/02-mar/03	fev/02 - jul/03
1	7,60	7,45	7,11	6,61	6,27	6,05	0,15	0,34	0,49	0,99	1,33	1,55
2	6,60	6,55	6,52	6,43	6,39	6,35	0,05	0,03	0,08	0,17	0,21	0,25
3	6,30	6,30	6,30	6,16	6,00	5,92	0,00	0,00	0,00	0,14	0,30	0,38
4	7,20	7,20	7,05	7,02	6,70	6,61	0,00	0,15	0,15	0,18	0,50	0,59
5	7,80	7,70	7,70	7,60	7,55	6,48	0,10	0,00	0,10	0,20	0,25	1,32
6	6,60	6,50	6,45	6,34	5,90	4,49	0,10	0,05	0,15	0,26	0,70	2,11
7	5,70	5,50	5,37	5,05	5,00	3,39	0,20	0,13	0,33	0,65	0,70	2,31
8	4,80	4,65	4,55	4,24	3,83	2,07	0,15	0,10	0,25	0,56	0,97	2,73
9	3,90	3,60	3,49	3,49	3,35	1,68	0,30	0,11	0,41	0,41	0,55	2,22
10	2,80	2,50	2,26	1,90	1,60	0,47	0,30	0,24	0,54	0,90	1,20	2,33
11	0,50	0,20	0,20	0,10	-0,72	-2,77	0,30	0,00	0,30	0,40	1,22	3,27
12	2,80	2,40	1,63	0,97	-0,93	-1,17	0,40	0,77	1,17	1,83	3,73	3,97
13	11,00	10,70	10,46	10,43	6,82	3,14	0,30	0,24	0,54	0,57	4,18	7,86
14	11,50	10,90	10,71	10,03	9,90	7,39	0,60	0,19	0,79	1,47	1,60	4,11
15	10,40	10,30	10,22	9,90	9,87	3,48	0,10	0,08	0,18	0,50	0,53	6,92
16	8,20	7,95	7,89	7,87	7,65	1,97	0,25	0,06	0,31	0,33	0,55	6,23
17	5,30	5,25	5,20	4,80	4,70	1,07	0,05	0,05	0,10	0,50	0,60	4,23
18	4,50	3,45	3,44	3,29	2,15	0,50	1,05	0,01	1,06	1,21	2,35	4,00
19	4,00	3,60	3,10	2,32	1,30	-0,72	0,40	0,50	0,90	1,68	2,70	4,72
20	4,80	3,80	3,18	3,03	2,90	0,23	1,00	0,62	1,62	1,77	1,90	4,57
21	4,00	3,35	2,90	2,86	1,35	0,22	0,65	0,45	1,10	1,14	2,65	3,78
22	5,50	5,07	4,64	4,54	3,05	0,99	0,43	0,43	0,86	0,96	2,45	4,51
23	7,75	7,57	7,10	6,95	5,85	2,80	0,18	0,47	0,65	0,80	1,90	4,95
24	11,50	10,80	10,48	10,10	7,80	5,47	0,70	0,32	1,02	1,40	3,70	6,03
25	11,80	11,15	10,75	10,65	9,55	4,58	0,65	0,40	1,05	1,15	2,25	7,22
26	13,00	12,30	11,65	11,65	11,55	10,75	0,70	0,65	1,35	1,35	1,45	2,25
27	13,20	12,50	11,68	11,68	11,50	10,82	0,70	0,82	1,52	1,52	1,70	2,38
28	14,10	13,45	12,91	12,87	11,35	10,94	0,65	0,54	1,19	1,23	2,75	3,16

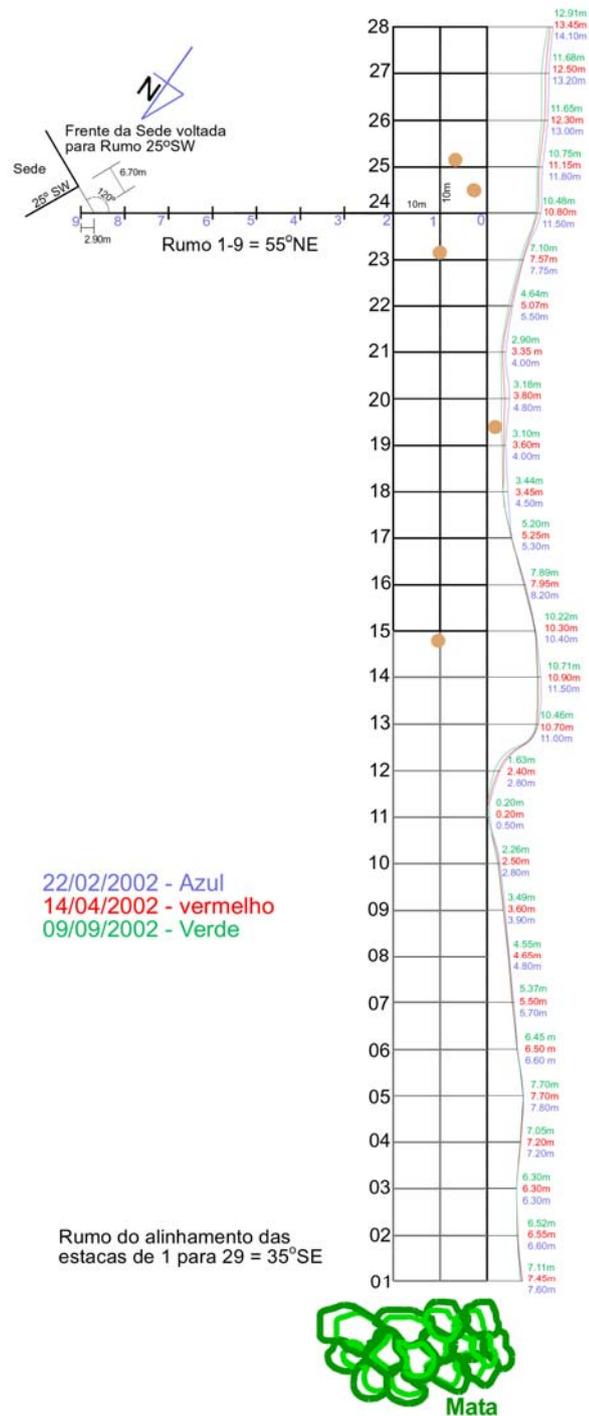
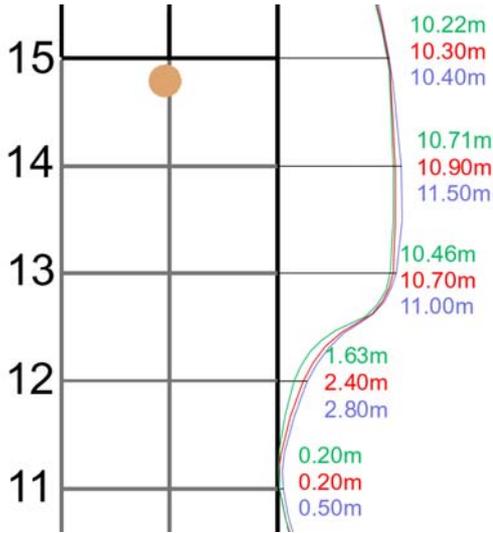
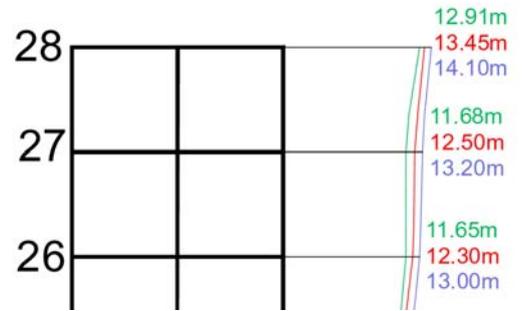


Figura 5.18. Croqui da posição da malha das estacas (01 a 28), na margem direita da seção de estudo.

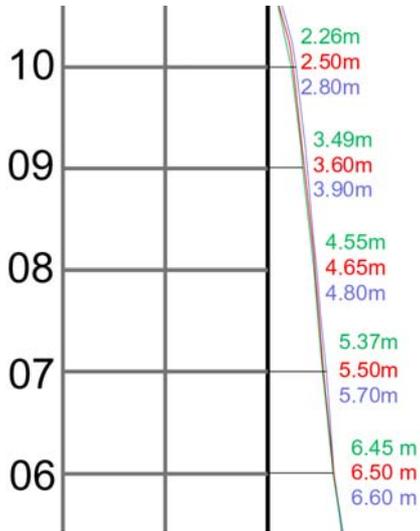
Para auxiliar na visualização da evolução da migração, fizeram-se os detalhes das estacas 01 a 28 (figura 5.19). Pode-se observar que na maioria das estacas entre 18 e 28, a margem foi erodida em valores acima de um metro, em um período de 200 dias (22/02/2002 até 09/09/2002). Isto demonstra quão rápido pode o fluxo de água erodir as margens e provocar o carreamento de grandes massas de solo, para o interior do rio.



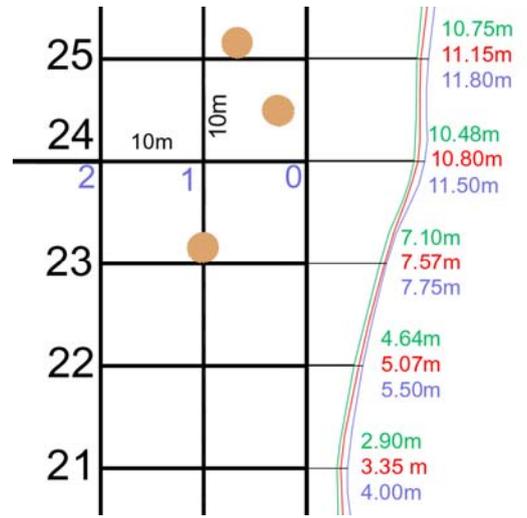
Estacas de 11 a 15.



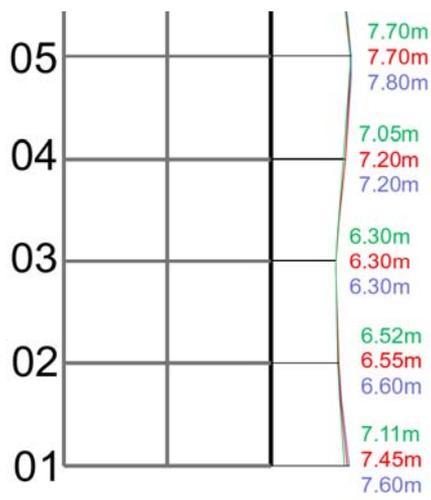
Estacas de 26 a 28.



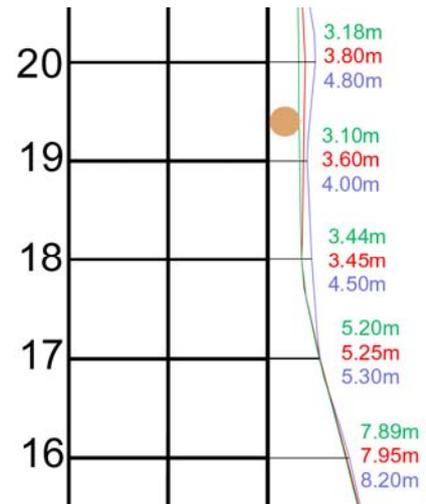
Estacas de 06 a 10.



Estacas de 21 a 25.



Estacas de 01 a 05.



Estacas de 16 a 20.

Figura 5.19. Detalhamento do croqui da malha das estacas (01 a 28), período de fevereiro a setembro de 2002.

Já com os dados completos da tabela 5.1 fez-se uma comparação temporal de perda de margem no período estudado, mostrado graficamente na figura 5.20.

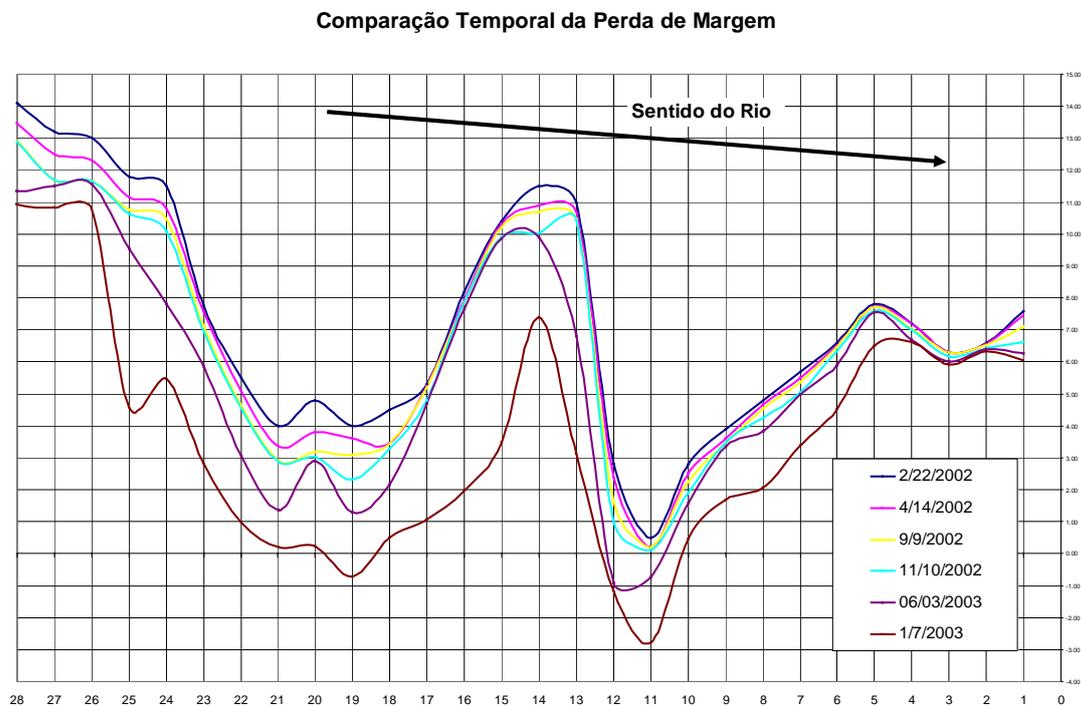


Figura 5.20. Comparação Temporal da Perda de Margem no período de fevereiro de 2002 a julho de 2003.

Como se pode observar na tabela 5.1, houve perdas significativas entre os períodos de fevereiro de 2002 a julho de 2003, onde as estacas 13 e 15 mostraram perdas consideráveis de margem, 7,86 m e 6,92 m, respectivamente.

Foi observado que no trecho em estudo, em um comprimento de 280,00 metros, durante os períodos de fevereiro de 2002 a julho de 2003, perdeu-se 929,12 m² de solo na margem.

5.4. Quanto às vazões e aos perfis transversais das seções

Obtiveram-se dados de descarga líquida, velocidade média e profundidade média no trecho em estudo, nas medições realizadas em setembro e novembro de 2002 e março de 2003, apresentados na tabela 5.2. Os níveis de régua foram obtidos da régua instalada a montante da seção de estudo.

Tabela 5.2. Dados de local de medição, descarga, velocidade média, área da seção, largura e profundidade média, coletados nas datas de setembro e novembro de 2002 e março de 2003.

Datas (D/M/A)	Local de medição	Descarga (m ³ /s)	Velocidade média (m/s)	Seção da Área (m ²)	Largura (m)	Profundidade e média (m)	Nível da régua (m)
10/9/2002	Seção de controle S2	245,51	0,76	324,00	171,40	1,89	0,85
7/11/2002	Seção de controle S2	309,30	1,06	327,08	164,05	1,99	1,17
5/3/2003	Seção de controle S2	419,97	1,05	438,98	163,80	2,69	2,15
22/7/2003	Seção de controle S2	265,21	0,97	256,62	171,56	1,50	0,91

Observa-se na figura 5.21, a área molhada do trecho de rio à montante da Fazenda Nascente. A seção transversal apresenta profundidade superior a três metros nas proximidades da margem direita.

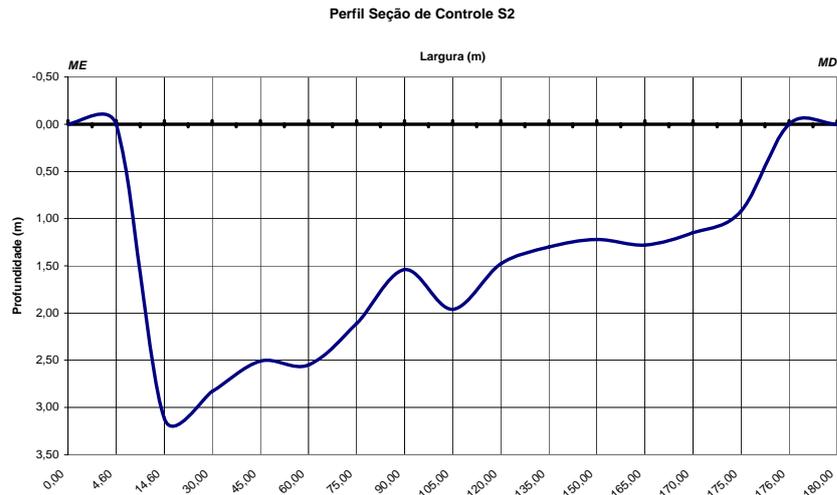


Figura 5.21. Perfil da seção transversal do posto de controle S2 realizado em 10/09/2002.

Na figura 5.22, tem-se a localização da seção do posto de controle S2. Desta seção, obteve-se o perfil transversal apresentado na figura 5.23. Nota-se que próximo à margem esquerda apresenta profundidades em torno de 2,80 m.

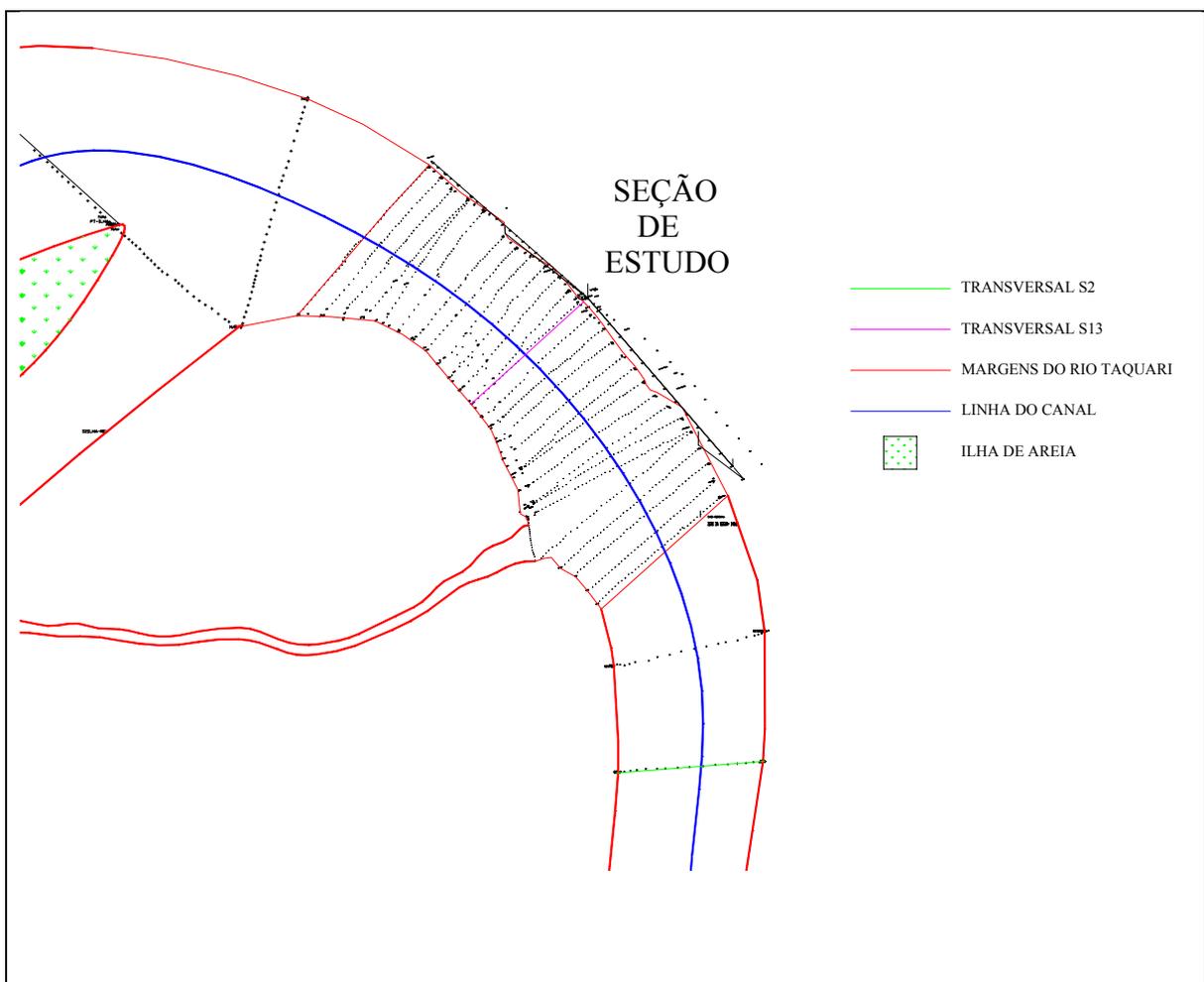


Figura 5.22. Croqui de localização das seções transversais de estudo.

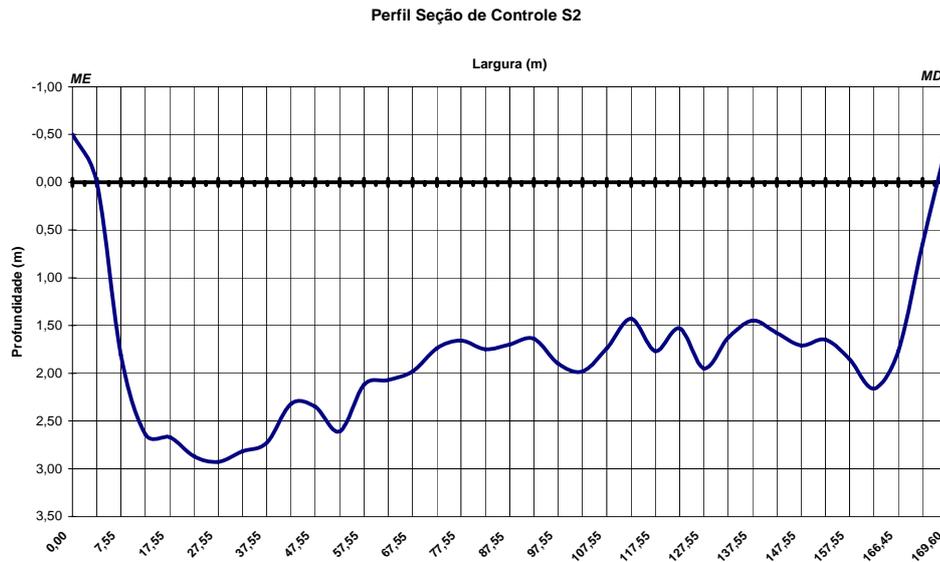


Figura 5.23. Perfil da seção transversal do posto de controle S2 realizado em 07/11/2002.

Quando se colocou o perfil da seção transversal do posto de controle S2, coletados em setembro e novembro de 2002 e março de 2003, verificou-se que o fundo da seção de pesquisa é extremamente móvel, o que dificulta obter a curva chave da região em estudo.

A figura 5.24 mostra como o fundo do rio se modifica em um intervalo de tempo razoavelmente curto.

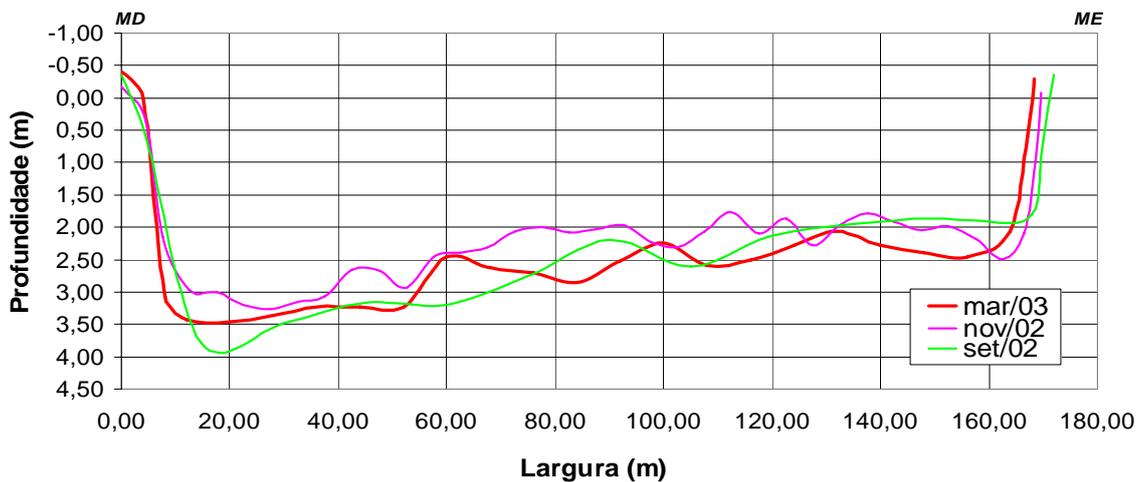


Figura 5.24. Perfis transversais da seção S2, mostrando a variação do perfil de fundo.

Foram feitas também as isoléneas de velocidade na seção de controle S2, as quais comprovaram que os fluxos de maior velocidade se apresentavam próximo à margem da região em estudo. Elas aparecem nas figuras 5.25 e 5.26.

Isolíneas de velocidade

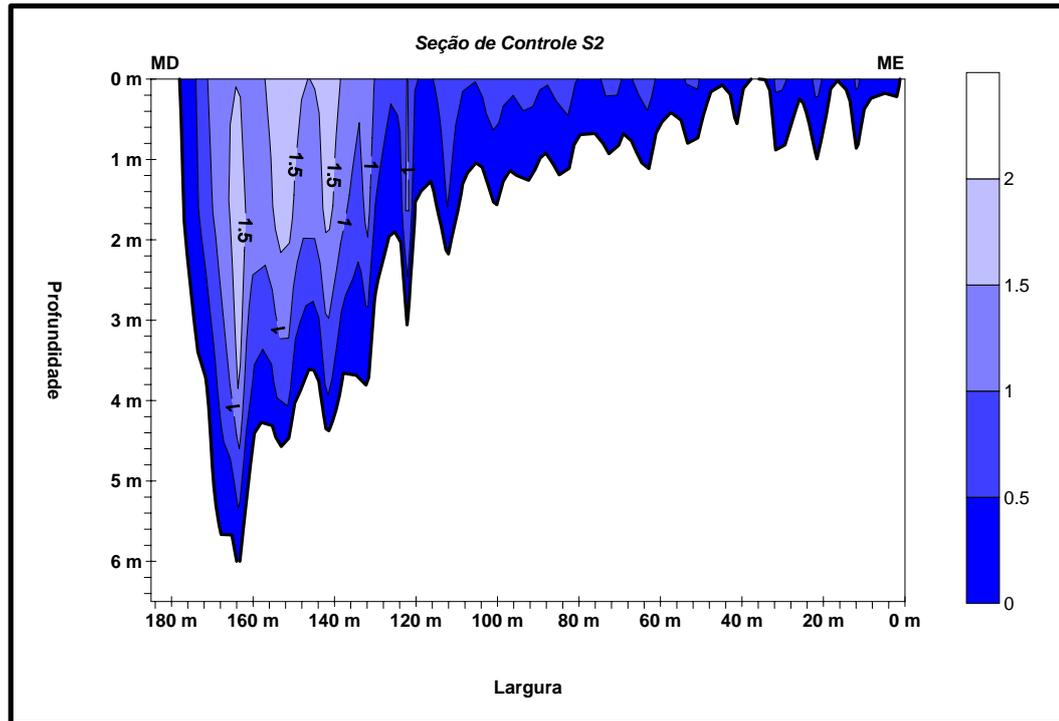


Figura 5.25. Perfis Isolíneas de velocidade da seção de controle S2.

Velocidades na seção de controle S2 (m3/s)

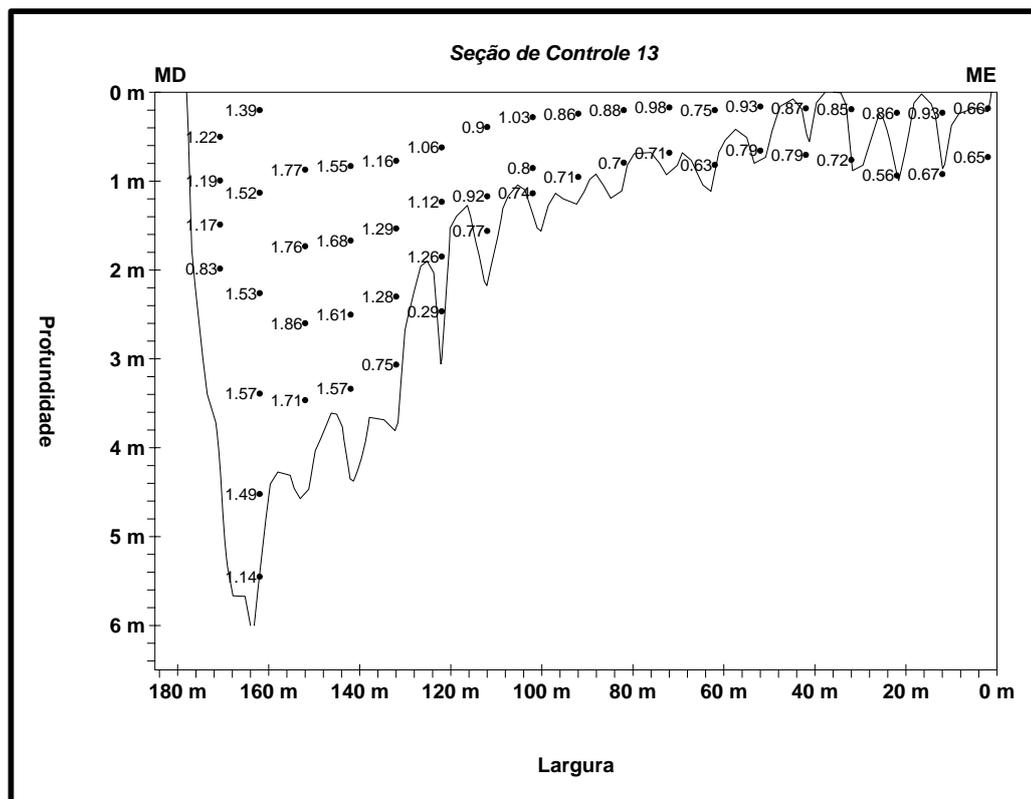


Figura 5.26. Perfis de velocidade da seção de controle S2.

5.5. Quanto aos níveis d'água obtidos nos linígrafos

Os dados de níveis de água coletados, nos dois linígrafos instalados e monitorados, estão dispostos nas figuras 5.27 e 5.28. Observa-se que, na figura 5.27 referente aos dados do linígrafo instalado na Fazenda Nascente, houve uma variação de nível em torno de 0,50 m. A leitura mínima, neste período, se deu no início de outubro e a máxima se deu no início de novembro. Na figura 5.28, referente aos dados do linígrafo instalado na Fazenda Guanabara, observa-se uma variação de nível também de 0,50 m. As leituras mínimas e máximas ocorrem, também, nos inícios de outubro e novembro. Nota-se ainda que as curvas de variações de níveis são semelhantes. Isto pode ser explicado pela proximidade da localização dos postos de monitoramento, com distância estimada, por dois aparelhos de GPS, um Magellan e um Furuno de navegação, em 1.800 metros. Na figura 5.29, referente aos dados do linígrafo instalado na Fazenda Guanabara, entre novembro de 2002 e fevereiro de 2003. Os dados do linígrafo foram utilizados para confirmar o que foi coletado nas campanhas de campo e observados nas régua instaladas na seção de estudo.

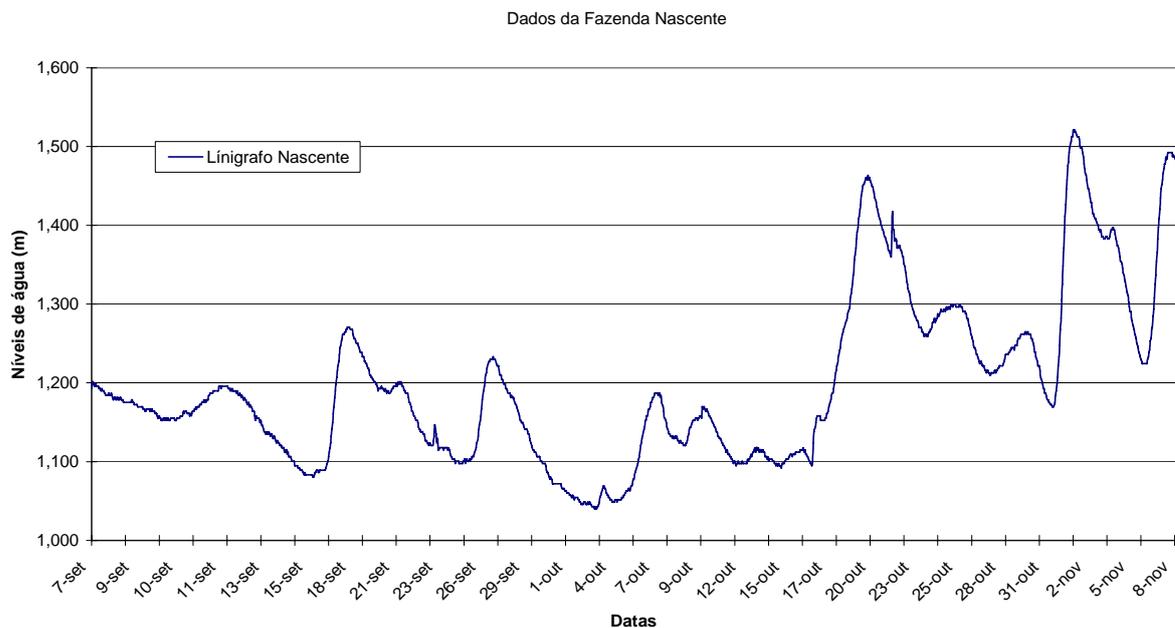


Figura 5.27. Dados de níveis d'água coletados no linígrafo da Fazenda Nascente, nos meses de setembro a novembro.

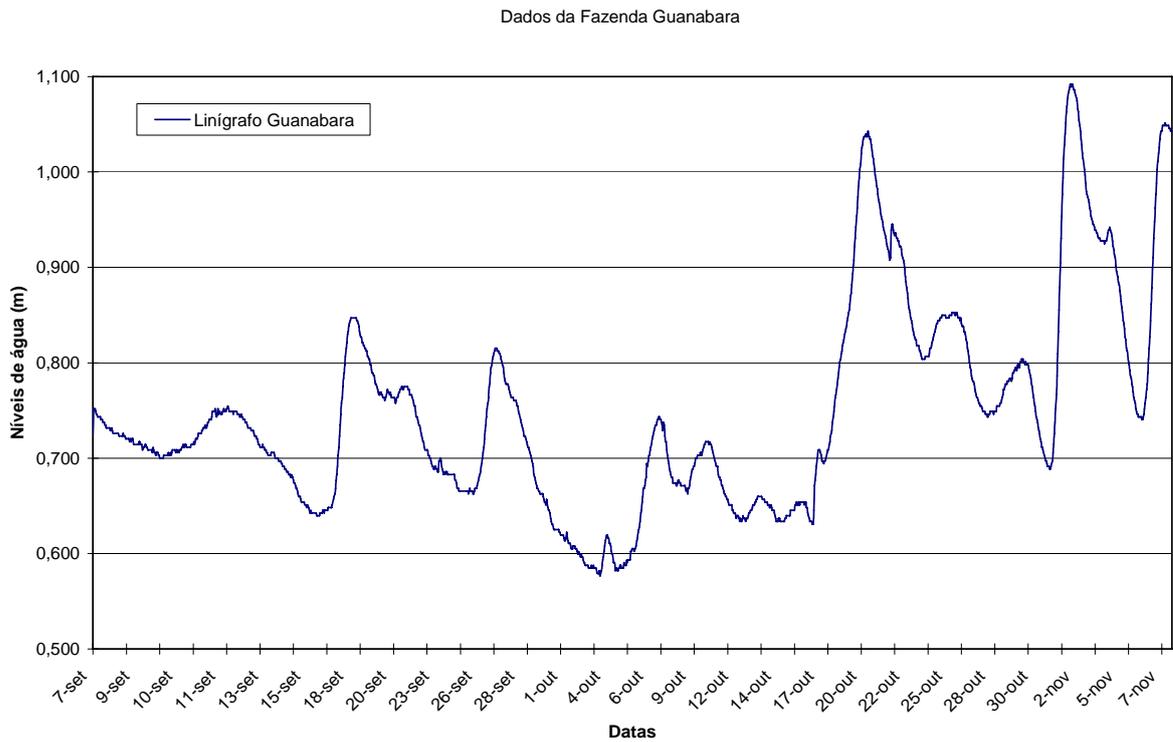


Figura 5.28. Dados de níveis d'água coletados no linígrafo da Fazenda Guanabara, nos meses de setembro a novembro.

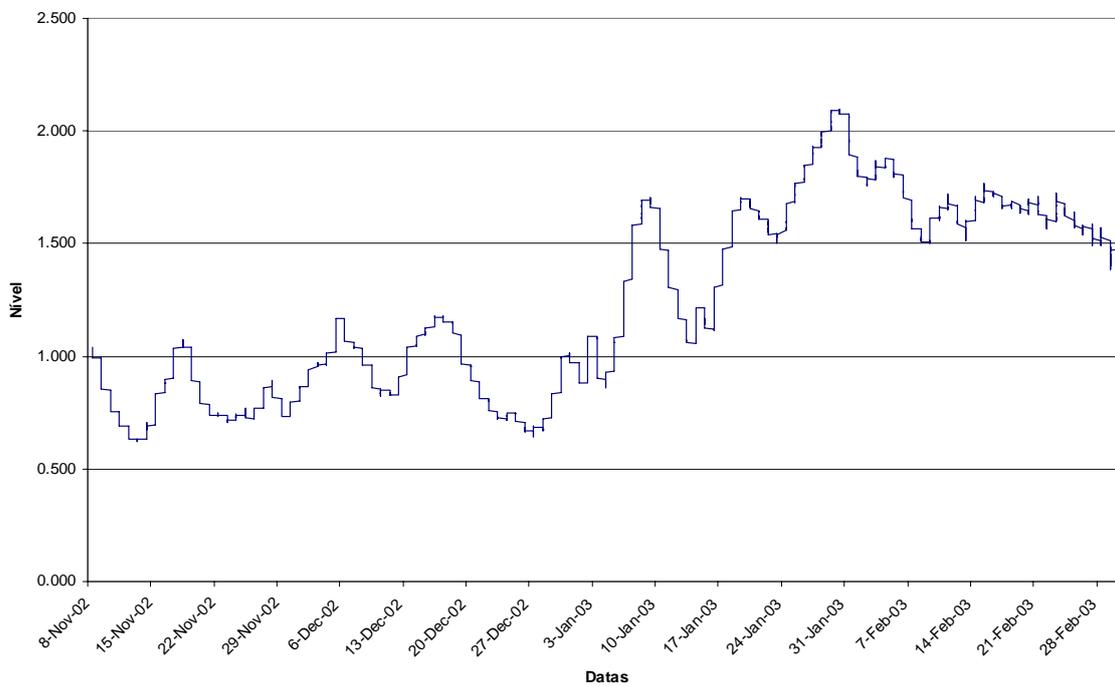


Figura 5.29. Dados de níveis d'água coletados no linígrafo da Fazenda Guanabara, nos meses de novembro de 2002 a fevereiro de 2003.

Apesar do pouco tempo de controle e observação de uma das margens, pode-se avaliar que a atual configuração dos limites das margens do rio não é estável, podendo em pouco

tempo, mudar sua calha principal de posição, através de erosão e solapamentos ocorridos, principalmente nas curvas. Isto pode ser explicado:

- pelas linhas principais de fluxo da água que, ao se chocarem contra a margem, causam sua erosão;
- pelas condições de cobertura vegetal das margens que, por estarem sofrendo desmatamentos para plantios de pastagens, estão facilitando e propiciando a erosão hídrica fluvial;
- pela fragilidade do solo que, por sua característica geológica, constitui-se de, principalmente, areia fina siltosa, areia média siltosa e, portanto, trata-se de material não-coesivo e de certo grau de erodibilidade.

5.6. Quanto à coleta de dados sedimentométricos.

Durante a pesquisa foram feitas algumas viagens a campo, para se coletar, também, dados de vazão de sedimentos na região de estudo, permitindo compreender como a morfologia do rio se comporta com o aporte de sedimentos, oriundos em sua maioria, do planalto da Bacia do Rio Taquari.

Foram coletadas duas amostras de sedimento e analisadas em laboratório, nas datas de março e julho de 2003.

Os resultados das descargas sólidas medidas foram apresentados pelo valor da descarga em suspensão, da descarga do leito, do material do leito e descarga sólida total. Essas medições foram calculadas pelo método modificado de Einstein, considerando os valores por faixas granulométricas até 16,00mm. Assim os materiais finos, como argila e silte, e materiais mais grossos, como areias até 2,0mm, foram considerados.

As amostras foram coletadas utilizando um amostrador de saca, da marca HIDROMEC, juntamente com as amostras de velocidade. Os resultados dos ensaios de granulometria, análise granulométrica, curva de Óden e descarga de sedimentos são apresentados nas tabelas de 5.3 a 5.8 e figuras 5.30 e 5.31. Com as amostras coletadas, foram feitas análises em laboratório para obtenção dos dados sedimentométricos, mostrados a seguir, que foram utilizados para se obter a curva de granulometria através da curva de Óden.

Com esses resultados foi criada a curva de vazão (Q) por vazão de sedimentos (Q_s), mostrado na figura 5.32, a qual foi utilizada nos modelos HEC para se determinar o comportamento hidrográfico do trecho em estudo.

Tabela 5.3. Ensaio de granulometria - Março de 2003.

ENSAIO DE GRANULOMETRIA COM O TUBO DE REMOÇÃO PELA BASE

Rio: Rio Taquari
 Local: Posto de controle S2 Faz. Nascente - Março 2003
 Data da coleta: 01/03/03
 Temperatura: 30°C

Temp. °C	Tempo		NA do Tubo (cm)	Nº becker	Pesos			Sedimento			Fator de Altura	Sedimento em Suspensão		Tempo para queda de 100cm (min)	
	leitura	decorrido (min.)			Total (g)	Tara (g)	Sedimentos (g)	Volume líquido (cm³)	Sólidos dissolvidos (g)	Sedimento Puro (g)		Acumulado ascendente (g)	(g)		% em Suspensão
25	10:03:12	0	100,0	-	-	-	-	-	-	7,8863	1,000	7,8863	100,0	0,0	
25	10:03	0,75	90,3	1	65,1530	62,3206	2,8324	59,73	0,0090	2,8234	5,0629	1,107	5,6067	71,1	0,8
25	10:04:42	1,5	80,1	2	61,8195	59,9366	1,8829	62,81	0,0094	1,8735	3,1894	1,248	3,9818	50,5	1,9
25	10:07	4	70,3	3	85,1275	83,5737	1,5538	60,34	0,0091	1,5447	1,6446	1,422	2,3395	29,7	5,7
25	10:11	8	59,9	4	63,3418	62,9219	0,4199	64,04	0,0096	0,4103	1,2343	1,669	2,0607	26,1	13,4
25	10:27	24	50,3	5	64,2711	63,8000	0,4711	59,11	0,0089	0,4622	0,7721	1,988	1,5350	19,5	47,7
25	10:52	49	40,3	6	80,9553	80,6718	0,2835	61,58	0,0092	0,2743	0,4978	2,481	1,2354	15,7	121,6
25	11:17	74	30,0	7	78,3694	78,1828	0,1866	63,42	0,0112	0,1754	0,3224	3,333	1,0748	13,6	246,7
25	11:42	99	20,2	8	62,3452	62,2071	0,1381	60,34	0,0107	0,1274	0,1950	4,950	0,9656	12,2	490,1
25	12:07	124	10,0	9	72,0527	71,9187	0,1340	62,81	0,0111	0,1229	0,0721	10,000	0,7213	9,1	1240,0
25	12:08	125	0,0	10	60,5210	60,4397	0,0813	50,00	0,0092	0,0721	-	-	-	-	-

Sólidos Dissolvidos (g/50mL)			
nº cadinho	tara (g)	total (g)	SD
A	39,5984	39,6027	0,0043
B	39,6770	39,6793	0,0023
C	39,2026	39,2071	0,0045
F	33,5338	33,5411	0,0073
B'	33,6409	33,6509	0,0100
C'	33,5118	33,5170	0,0052
Média =			0,0075

Analísados anteriormente

últimas análises

média da última análise

Massa Total (g):	7,8863
Volume Total (L):	19,074
Concentração (mg/L):	413,45

Observação: Foi utilizado filtro 0,45 micrômetros

Sólidos Dissolvidos Sem filtração(g/50mL)			
nº cadinho	tara (g)	total (g)	SD
E	33,8011	33,8073	0,0062
A	39,5969	39,6046	0,0077
C	39,1997	39,2058	0,0061
Média =			0,0067

0,00166667

Tabela 5.4. Análise granulométrica - Março de 2003.

Resultados das análises granulométricas

Rio: Taquari
Local: Fazenda Nascente
Data: 05/03/2003

Material em suspensão		Material do leito	
Diâmetro (mm)	% acumulada	Diâmetro (mm)	% acumulada
0,000		0,000	
0,0027		0,0014	
0,0039	3,56	0,0020	
0,0050		0,0039	
0,0055	6,60	0,0055	
0,0078	9,26	0,0110	
0,0110	13,01	0,0156	
0,0156	18,66	0,0312	
0,0221	22,96	0,0500	
0,0312	27,99	0,0550	
0,0442	28,04	0,0625	0
0,0500		0,078	0,5
0,0625	45,25	0,125	4,59
0,125	81,71	0,250	38,00
0,250	92,35	0,500	94,00
0,500	93,98	1,000	100,00
0,840		2,000	
1,000	96,05	4,000	
2,000	100,00		

Diâmetros característicos do material do leito (mm)	
D10	0,180
D35	0,225
D50	0,260
D65	0,265
D90	0,430

Interpretação das curvas granulométricas

Material em suspensão			Material do leito		
Diâmetro (mm)	Faixa granulométrica	%	Diâmetro (mm)	Faixa granulométrica	%
	0,000-0,0156	18,66		0,000-0,0156	
0,0156	0,0156-0,0625	26,59	0,0156	0,0156-0,0625	
0,0625	0,000-0,0625	45,25	0,0625	0,000-0,0625	
0,125	0,0625-0,125	36,46	0,125	0,0625-0,125	4,59
0,250	0,125-0,250	10,65	0,250	0,125-0,250	33,41
0,500	0,250-0,500	1,62	0,500	0,250-0,500	56,00
1,000	0,500-1,000	2,08	1,000	0,500-1,000	6,00
2,000	1,000-2,000	3,95	2,000	1,000-2,000	
4,000	2,000-4,000		4,000	2,000-4,000	
8,000	4,000-8,000		8,000	4,000-8,000	
			16,000	8,000-16,000	
			32,000	16,000-32,000	

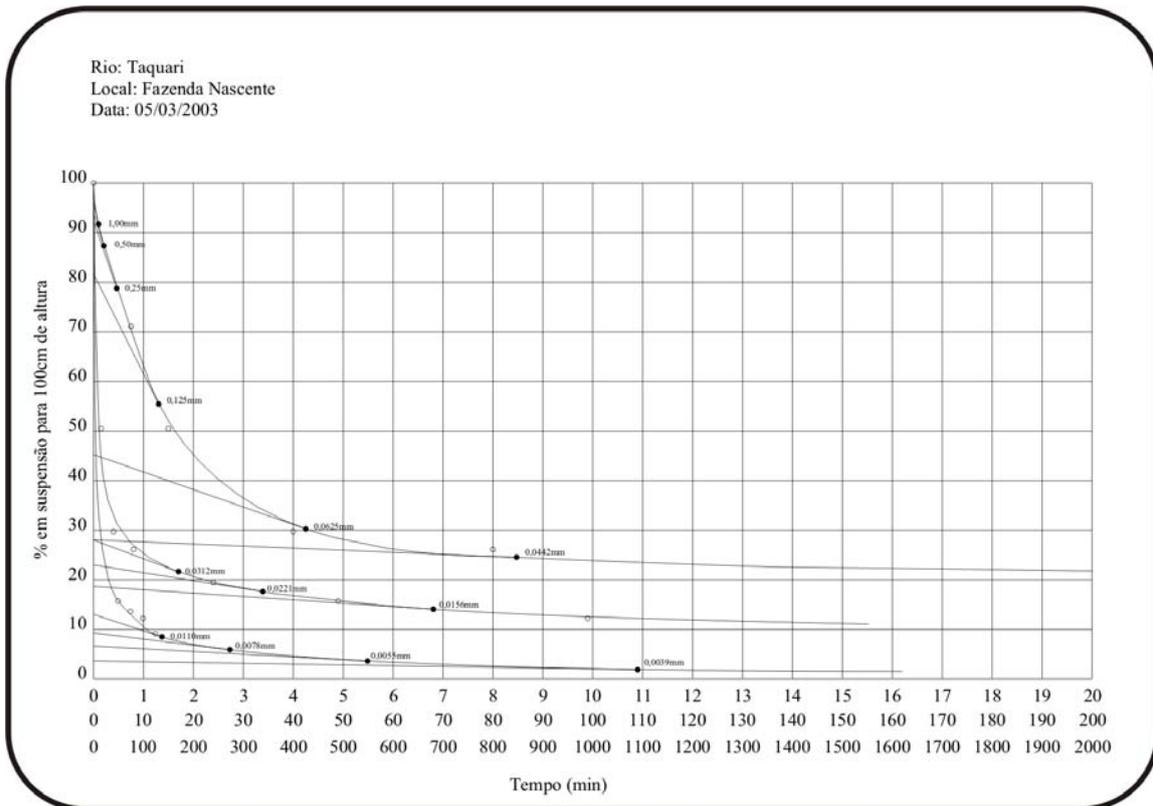


Figura 5.30. Curva de Óden. Março de 2003.

Tabela 5.5. Descarga de sedimentos - Março de 2003.

CÁLCULO DA DESCARGA TOTAL DE SEDIMENTOS - CÁLCULO DOS Z's SEGUNDO LARA																					
Rio: Taquari		Local: Faz. Nascente		Amostradores: AMS-8 e caçamba		Calculado por: Fábio Verissimo															
Data: 05/03/2003		Medição sólida no: 1		Molinete no: 0		Conferido por: 0															
Entidade: UFMS		Medição líquida no: 1				Data: 24/05/2004															
Código: 0																					
Dados:											Resultados das equações:										
Q: 419,970 m³/s		L: 163,000 m		Vk: 0,00000823 m/s²		(RS)1/2: 0,01100		P: 13,112		Zref.: - - -											
v: 1,050 m/s		A: 438,980 m²		D35: 0,225 mm		u'x: 0,03444		A': 0,112		p: 1,345											
p: 2,690 m		T: 30,00 °C		D65: 0,265 mm		delta: 0,00028		A'': 0,000263		86.400 w: 14083200											
ps: 2,690 m		pn: 0,300 m		Concentr.: 413,450 ppm		Ks/delta: 0,95604				Porcentagem de escoamento na zona amostrada: 92,6 %											
				Qsm: 15002,202 t/d		x: 1,611				Descarga em suspensão total na zona amostrada: 13890,308 t/d											
CÁLCULO DE IFQf											CÁLCULO DA DESCARGA SÓLIDA TOTAL										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Tamanho dos grãos (mm)	D (mm)	psi	fi	5.33xD3/2 x 10-6	if (%)	ifqf x 10-6 (kg/s.m)	ifQf (t/d)	is (%)	Q's	Vs (cm/s)	Z'	A" x 10-3	J'1	J'2	J"1	J"2	(PJ"1+J"2)/(PJ'1+J'2)	I"1	I"2	PI"1+I"2+1	Descarga sólida total (t/d)
0.000-0.0156	0,0056	0,000	0,000	0,0706	0,00	0,00	0,0	18,66	2591,9	0,004	0,041	0,004	0,874	-0,662	1,003	-1,073	1,118	3,1E+04	-3,4E+04	3,8E+05	2897,136
0.0156-0.0625	0,0312	0,000	0,000	0,9289	0,00	0,00	0,0	26,59	3693,4	0,150	0,200	0,023	0,854	-0,745	1,069	-1,483	1,199	1,2E+03	-1,6E+03	1,4E+04	4427,716
0.002-0.0625	0,0110	0,000	0,000	0,1945	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,012	0,069	0,008	0,867	-0,675	1,008	-1,129	1,130	1,2E+04	-1,3E+04	1,4E+05	0,000
0.0625-0.125	0,0884	3,071	1,747	4,4300	4,59	0,36	5,0	36,46	5064,4	0,790	0,405	0,066	0,883	-0,894	1,325	-2,577	1,385	8,8E+01	-1,7E+02	9,9E+02	7015,648
0.125-0.250	0,1770	3,071	1,747	12,551	33,41	7,33	103,2	10,65	1479,3	2,420	0,650	0,132	9,9E-01	-1,2E+00	2,2E+00	-6,3E+00	1,9E+00	10,705	-31,158	110,209	2760,975
0.250-0.500	0,3540	3,071	1,747	35,500	56,00	34,73	489,1	1,62	225,0	5,440	0,915	0,263	1,2E+00	-1,6E+00	5,1E+00	-2,1E+01	3,2E+00	2,201	-9,067	20,798	10171,655
0.500-1.000	0,7070	3,860	1,155	100,20	6,00	6,94	97,8	2,08	288,9	12,130	1,284	0,526	1,8E+00	-2,6E+00	2,5E+01	-1,3E+02	9,6E+00	0,630	-3,321	5,937	580,614
1.000-2.000	1,4100	0,000	0,000	282,20	0,00	0,00	0,0	3,94	547,3	24,880	1,740	1,048	3,1E+00	-5,0E+00	2,1E+02	-1,2E+03	4,4E+01	0,284	-1,595	3,125	0,000
2.000-4.000	2,8300	0,000	0,000	802,43	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	47,810	2,294	2,104	6,9E+00	-1,2E+01	2,2E+03	-1,2E+04	2,2E+02	0,165	-0,893	2,269	0,000
4.000-8.000	5,6600	0,000	0,000	2269,6	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	87,880	2,967	4,208	2,0E+01	-3,8E+01	2,3E+04	-1,2E+05	8,3E+02	0,108	-0,539	1,883	0,000
8.000-16.000	11,320	0,000	0,000	6419,4	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	156,890	3,791	8,416	8,4E+01	-1,6E+02	2,1E+05	-9,3E+05	2,0E+03	0,076	-0,337	1,660	0,000
TOTAL	-	-	-	-	100,00	49,35	695,0	100,00	13890,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27853,744

Tabela 5.6. Ensaio de granulometria - Julho de 2003.

ENSAIO DE GRANULOMETRIA COM O TUBO DE REMOÇÃO PELA BASE

Rio: Rio Taquari
Local: Posto de controle S2 Faz. Nascente - Julho 2003
Data da coleta: 01/07/03
Temperatura: 25°C

Temp. °C	Tempo		NA do Tubo (cm)	Nº becker	Pesos			Sedimento			Fator de Altura	Sedimento em Suspensão		Tempo para queda de 100cm (min)	
	leitura	decorrido (min.)			Total (g)	Tara (g)	Sedimentos (g)	Volume líquido (cm³)	Sólidos dissolvidos (g)	Sedimento Puro (g)		Acumulado ascendente (g)	Suspensão (g)		% em Suspensão
24	13:59:15	0	100,0	-	-	-	-	-	-	6,0239	1,000	6,0239	100,0	0,0	
24	14:00	0,75	90,6	1	65,6881	62,4024	3,2857	57,88	0,0060	3,2797	2,7441	1,104	3,0289	50,3	0,8
24	14:01:30	1,5	80,2	2	85,1556	83,6585	1,4971	64,04	0,0066	1,4905	1,2537	1,247	1,5632	25,9	1,9
24	14:04	4	70,0	3	57,9597	57,0895	0,8702	62,81	0,0065	0,8637	0,3900	1,429	0,5571	9,2	5,7
24	14:08	8	60,3	4	71,9865	71,8745	0,1120	59,73	0,0062	0,1058	0,2841	1,658	0,4712	7,8	13,3
24	14:24	24	50,0	5	93,1036	93,0162	0,0874	63,42	0,0066	0,0808	0,2033	2,000	0,4066	6,7	48,0
24	14:49	49	40,0	6	93,4294	93,3547	0,0747	61,58	0,0064	0,0683	0,1349	2,500	0,3374	5,6	122,5
24	15:14	74	29,9	7	57,5235	57,4701	0,0534	62,19	0,0064	0,0470	0,0880	3,344	0,2942	4,9	247,5
24	15:39	99	20,2	8	90,8358	90,7923	0,0435	59,73	0,0062	0,0373	0,0506	4,950	0,2507	4,2	490,1
24	16:04	124	10,5	9	92,5730	92,5389	0,0341	59,73	0,0062	0,0279	0,0227	9,524	0,2163	3,6	1181,0
24	16:29	125	0,0	10	91,3911	91,3629	0,0282	53,08	0,0055	0,0227	-	-	-	-	-

Sólidos Dissolvidos (g/50mL)			
nº cadinho	tara (g)	total (g)	SD
E	42,7684	42,7727	0,0043
F	44,1457	44,1518	0,0061
G	39,6806	39,6857	0,0051

Massa Total (g):	6,0239
Volume Total (L):	19,179
Concentração (mg/L):	314,08

Média = 0,0052

Observação: Foi utilizado filtro 0,45 micrômetros

Tabela 5.7. Análise granulométrica - Julho 2003.

Resultados das análises granulométricas

Rio: Taquari
Local: Fazenda Nascente
Data: 22/07/2003

Material em suspensão		Material do leito	
Diâmetro (mm)	% acumulada	Diâmetro (mm)	% acumulada
0,000		0,000	
0,0027		0,0014	
0,0039	2,36	0,0020	
0,0050		0,0039	
0,0055	2,62	0,0055	
0,0078	3,85	0,0110	
0,0110	4,50	0,0156	
0,0156	6,01	0,0312	
0,0221	7,23	0,0500	
0,0312	7,71	0,0550	
0,0442	7,92	0,0625	0
0,0500		0,078	0,5
0,0625	16,25	0,125	4,59
0,125	51,51	0,250	38,00
0,250	84,79	0,500	94,00
0,500	91,59	1,000	100,00
0,840		2,000	
1,000	95,96	4,000	
2,000	100,00		

Diâmetros característicos do material do leito (mm)	
D10	0,180
D35	0,225
D50	0,260
D65	0,265
D90	0,430

Interpretação das curvas granulométricas

Material em suspensão			Material do leito		
Diâmetro (mm)	Faixa granulométrica	%	Diâmetro (mm)	Faixa granulométrica	%
	0,000-0,0156	6,01		0,000-0,0156	
0,0156	0,0156-0,0625	10,24	0,0156	0,0156-0,0625	
0,0625	0,000-0,0625	16,25	0,0625	0,000-0,0625	
0,125	0,0625-0,125	35,27	0,125	0,0625-0,125	4,59
0,250	0,125-0,250	33,28	0,250	0,125-0,250	33,41
0,500	0,250-0,500	6,79	0,500	0,250-0,500	56,00
1,000	0,500-1,000	4,37	1,000	0,500-1,000	6,00
2,000	1,000-2,000	4,04	2,000	1,000-2,000	
4,000	2,000-4,000		4,000	2,000-4,000	
8,000	4,000-8,000		8,000	4,000-8,000	
			16,000	8,000-16,000	
			32,000	16,000-32,000	

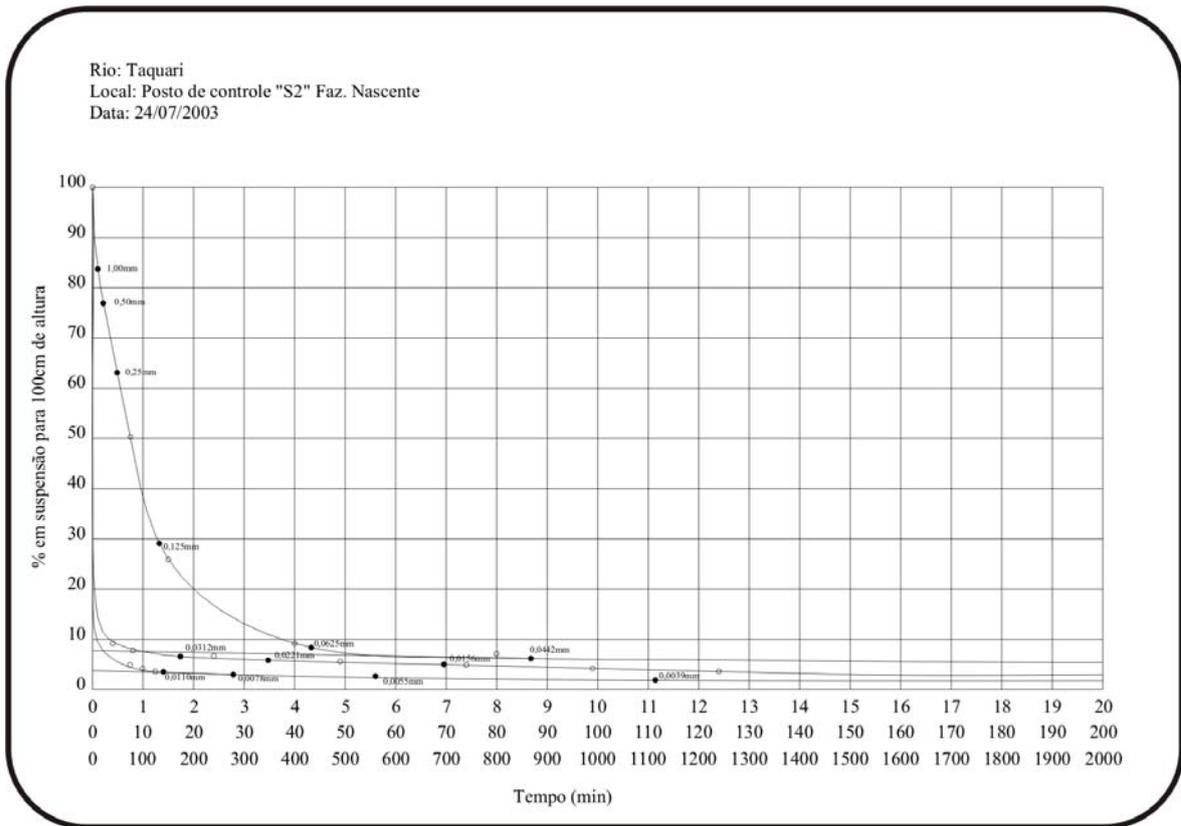


Figura 5.31. Curva de Óden - Julho de 2003.

Tabela 5.8. Descarga de sedimentos - Julho de 2003.

CÁLCULO DA DESCARGA TOTAL DE SEDIMENTOS - MÉTODO MODIFICADO DE EINSTEIN																					
Rio: Taquari		Local: Faz. Nascente		Amostradores: AMS-8 e caçamba		Calculado por: Fábio Veríssimo															
Data: 22/07/2003		Medição sólida no: 1		Molinete no: 0		Conferido por: 0															
Entidade: UFMS		Medição líquida no: 1				Data: 24/05/2004															
Código: 0																					
Dados:											Resultados das equações:										
Q: 266,210 m³/s		L: 171,560 m		Vk: 0,00001180 m/s²		(RS)1/2: 0,01072		P: 12,472		Zref.: 0,712											
v: 0,970 m/s		A: 256,620 m²		D35: 0,225 mm		u'x: 0,03357		A': 0,200		p': 1,500											
p: 1,500 m		T: 15,00 °C		D65: 0,265 mm		delta: 0,00041		A'': 0,000236		86.400 w: 14822784											
ps: 1,500 m		pn: 0,300 m		Concentr.: 314,080 ppm		Ks/delta: 0,65018		Porcentagem de escoamento na zona amostrada: 85,0 %		Descarga em suspensão total na zona amostrada: 6139,191 t/d											
				Qsm: 7224,011 t/d		x: 1,523															
CÁLCULO DE IfQf											CÁLCULO DA DESCARGA SÓLIDA TOTAL										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Tamanho dos grãos (mm)	D (mm)	psi	fi	5.33xD3/2 x 10-6	if (%)	ifqf x 10-6 (kg/s.m)	ifQf (t/d)	is (%)	Q's	Multiplificadores	Z	A" x 10-3	J'1	J'2	J''1	J''2	(PJ''1+J''2)/(PJ'1+J'2)	I''1	I''2	PI''1+I''2+1	Descarga sólida total (t/d)
0.000-0.0156	0,0056	0,000	0,000	0,0706	0,00	0,000	0,0	6,01	369,0	0,006	0,004	0,007	0,798	-0,479	1,000	-1,007	1,211	2,8E+04	-2,8E+04	3,2E+05	446,700
0.0156-0.0625	0,0312	0,000	0,000	0,9289	0,00	0,00	0,0	10,24	628,7	0,103	0,073	0,042	0,767	-0,488	1,009	-1,136	1,262	2,5E+03	-2,8E+03	2,8E+04	793,058
0.002-0.0625	0,0110	0,000	0,000	0,1945	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,021	0,015	0,015	0,792	-0,480	1,000	-1,025	1,219	1,2E+04	-1,3E+04	1,4E+05	0,000
0.0625-0.125	0,0884	3,231	1,627	4,4300	4,59	0,33	4,9	35,27	2165,3	0,428	0,305	0,118	0,713	-0,534	1,168	-1,911	1,514	1,4E+02	-2,2E+02	1,5E+03	3278,551
0.125-0.250	0,1770	3,231	1,627	12,551	33,41	6,82	101,1	33,28	2043,1	1,000	0,712	0,236	7,3E-01	-6,7E-01	2,5E+00	-7,9E+00	2,8E+00	6,056	-18,902	57,633	5726,297
0.250-0.500	0,3540	3,231	1,627	35,500	56,00	32,34	479,4	6,79	416,9	1,762	1,254	0,472	9,2E-01	-1,0E+00	2,2E+01	-1,2E+02	1,5E+01	0,681	-3,579	5,909	2832,754
0.500-1.000	0,7070	4,061	1,019	100,20	6,00	6,13	90,8	4,37	268,283	2,668	1,900	0,943	1,5E+00	-1,8E+00	5,8E+02	-3,4E+03	2,3E+02	0,236	-1,397	2,552	231,862
1.000-2.000	1,4100	0,000	0,000	282,20	0,00	0,00	0,0	4,04	248,023	3,484	2,481	1,880	2,4E+00	-3,1E+00	7,3E+03	-4,1E+04	1,8E+03	0,145	-0,812	1,991	0,000
2.000-4.000	2,8300	0,000	0,000	802,43	0,00	0,00	0,0	0,00	0,000	4,532	3,228	3,773	5,1E+00	-6,9E+00	1,1E+05	-5,6E+05	1,4E+04	0,096	-0,493	1,704	0,000
4.000-8.000	5,6600	0,000	0,000	2269,6	0,00	0,00	0,0	0,00	0,000	5,833	4,154	7,547	1,4E+01	-2,0E+01	1,5E+06	-6,8E+06	7,7E+04	0,068	-0,309	1,533	0,000
8.000-16.000	11,320	0,000	0,000	6419,4	0,00	0,00	0,0	0,00	0,000	7,426	5,288	15,093	5,1E+01	-7,4E+01	1,4E+07	-5,4E+07	2,0E+05	0,049	-0,195	1,418	0,000
TOTAL	-	-	-	-	100,00	45,62	676,2	100,00	6139,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13309,222

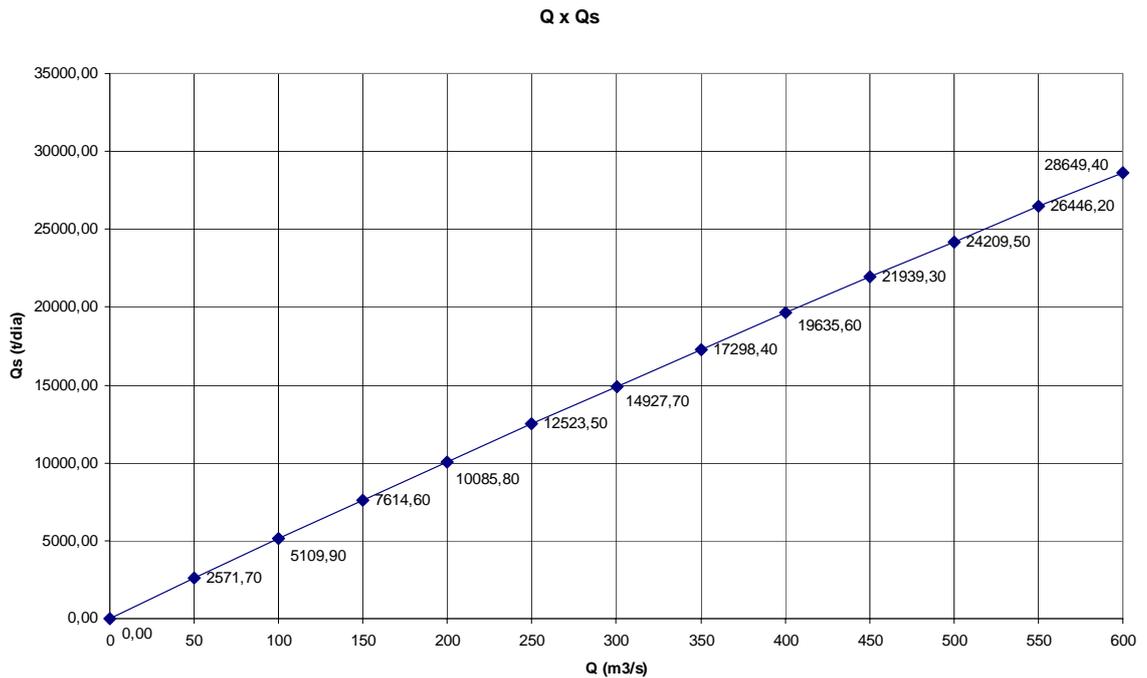


Figura 5.32. Curva de relação entre vazão e vazão de sedimento.

Não foram coletadas amostras anteriores ao período citado acima, por ocorrer a perda de uma peça do amostrador de saca, que impossibilitou uma análise coerente dos dados coletados.

5.7. Quanto à modelação.

Com todos os dados analisados e coletados, começou-se a modelação matemática para verificar como se comportaria o rio em diversas vazões, para se ter uma noção como o rio trabalha hidrológicamente com vazões entre 100 e 500 metros cúbicos por segundo. Através do comportamento analisado os geotubos poderão ser dimensionados de acordo com suas dimensões e posição. Todos os modelos foram calibrados, baseados nos dados coletados, de tal forma que as modelações de previsão sejam as mais próximas da realidade.

As modelações foram feitas primeiro no HEC-6 para que fosse modelado o comportamento sedimentométrico do rio e para que os dados fossem colocados posteriormente dentro do modelo HEC-RAS, onde foi feita a modelação hidro-sedimentológica do Rio Taquari, na área de estudo. Posteriormente com os dados da

modelação foram elaboradas as plantas referentes ao posicionamento e dimensões dos geotubos na área de estudo.

5.7.1. Modelo HEC-6.

Os dados inseridos no modelo HEC-6 encontram-se no anexo A. Verificou-se que o rio encontra-se em equilíbrio, ou seja, o volume de sedimentos que entra na área de estudo é semelhante ao volume de sedimentos que deixa o sistema, mostrando um leito liso com predominância de material fino.

A deposição que aparece provêm de fluxos secundários (desbarrancamentos ocorridos na região) que não comprometem em hipótese alguma o dimensionamento dos geotubos, pois a dinâmica do rio é extremamente forte e a maioria dos seus sedimentos são provenientes de material fino.

A capacidade de transporte do rio é superior ao suprimento e nada fica no leito principal, porém se deposita ao redor, formando novos leitos ou modificando o leito principal, sendo que os depósitos nos bancos laterais são provenientes de fluxos secundários.

O fundo não é erodível pois é formado de argila com alto poder de coesão e compactada, coibindo assim a sua erosão, sendo que a espessura de sedimento erodível é bastante fina, como mostrado no item 5.1. Os resultados da modelação encontram-se no anexo B.

5.7.2. Modelo HEC-RAS.

Os dados de inserção no modelo HEC-RAS encontram-se no anexo C e o resultado de saída no anexo D.

Com os dados inseridos foram feitas calibrações mudando-se os valores de Manning, no trecho em pesquisa, até que os resultados calculados se comportassem com idênticos aos dados coletados. O programa usa informações de velocidade para calcular vazões de dimensionamento.

A figura 5.33 mostra a janela de visualização dos dados geométricos inseridos no menu de dados das seções transversais, mostrado na figura 5.34. Após todas as inserções o programa gera uma imagem tridimensional da seção de controle, mostrada na figura 5.35.

Os resultados da modelação encontram-se no anexo D. Com esses resultados em mão determinaram-se as dimensões e posicionamento dos geotubos.

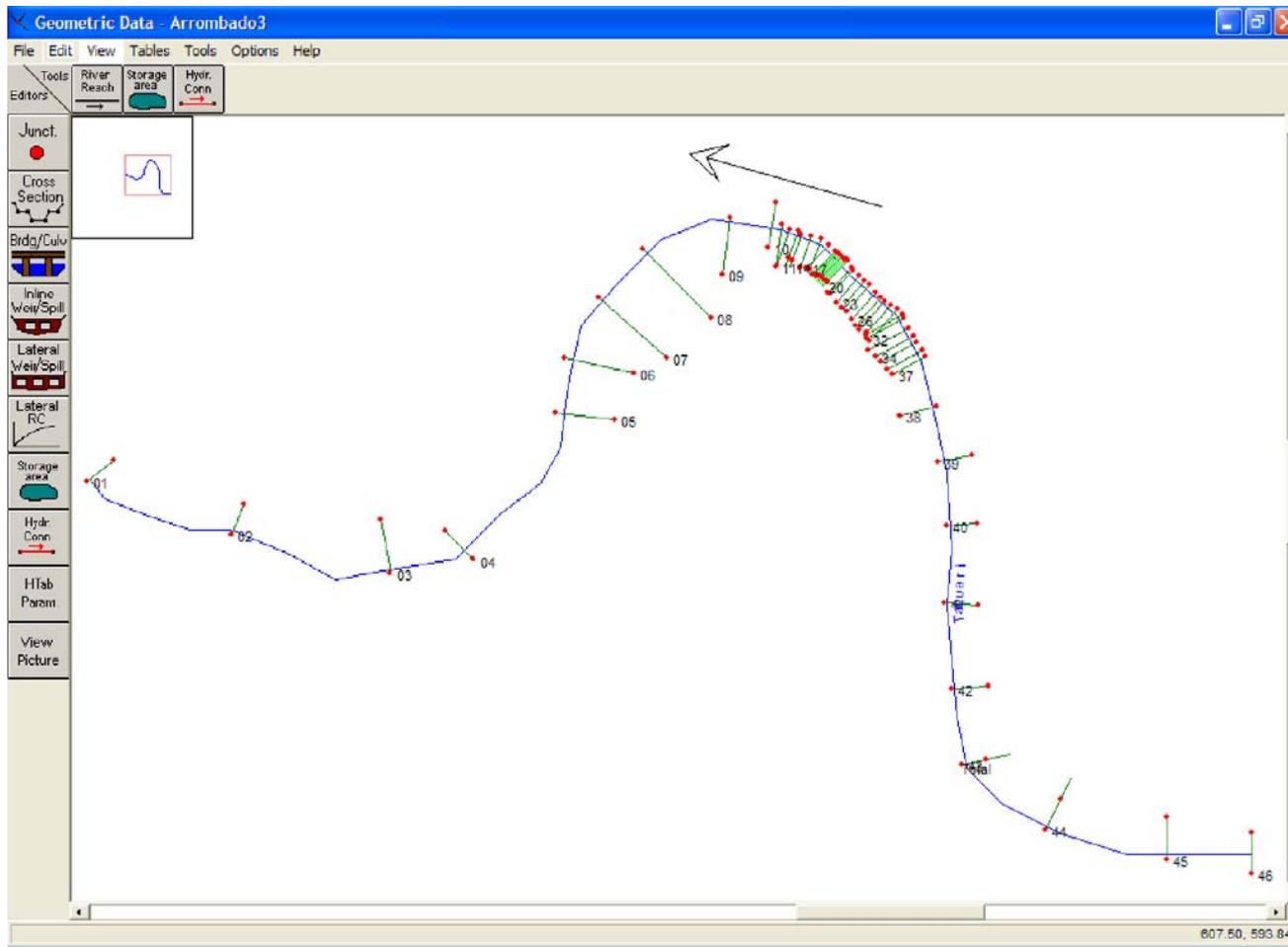


Figura 5.33. Janela de visualização dos dados geométricos.

Cross Section Data - Arrombado3

Exit Edit Options Plot Help

River: **Taquari** Apply Data

Reach: **Total** River Sta.: **46** ↓ ↑

Description ...

Cross Section X-Y Coordinates		Downstream Reach Lengths			
	Station	Elevation	LOB	Channel	ROB
1	0	142.38	250.94	216.84	185.48
2	8	141.91	Manning's n Values		
3	16	139.85	LOB	Channel	ROB
4	24	140.47	0.0209	0.0209	0.0209
5	32	141	Main Channel Bank Stations		
6	40	141.43	Left Bank	Right Bank	
7	48	141.58	0	204.86	
8	56	141.06	Cont\Exp Coefficients		
9	64	140.51	Contraction	Expansion	
10	72	139.97	0.1	0.3	

Select river for cross section editing

Figura 5.34. Menu de dados das seções transversais.

Arrombado3

Legend	
Ground	
Bank Sta	•
Ground	

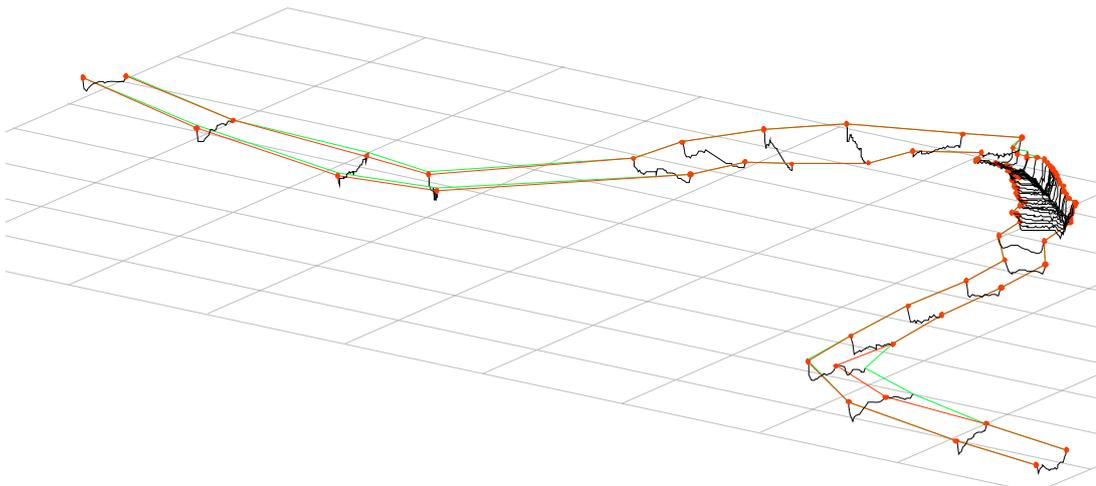


Figura 5.35. Figura tridimensional da seção de estudo gerada pelo HEC-RAS.

5.8. Quanto à disposição e dimensionamento dos Geotubos.

Todo dimensionamento desse porte, em uma área de estudo relativamente grande, necessita sempre de uma contra prova modelada em modelos físicos. Mas como o tempo e os recursos financeiros impossibilitaram tal modelação, baseou-se nos modelos matemáticos, que possuem alta confiabilidade, com modelos físicos executados em rios brasileiros e estrangeiros que possuem morfologia e comportamento hidrossedimentométrico semelhantes, como o Rio São Francisco, Rio Cotinguiba (Bacia do São Francisco) e Rio Mississipi. (BRASIL, 2000)

De acordo com a envergadura do Rio Taquari, as dimensões determinadas podem ser consideradas ideais, e como a morfologia e a hidrossedimentologia mostrou-se inalterada no local de estudo, modelações hidrossedimentológicas com os geotubos se fazem desnecessárias.

As posições dos geotubos foram georeferenciadas usando como base uma imagem IKONOS - PAN, com resolução de 1,0 metro, para que numa futura implantação, as posições possam ser determinadas em campo utilizando um GPS. As figuras 5.36 e 5.37 mostram a área de estudo e o local determinado para a inserção dos geotubos bem como a posição dos mesmos.

As recomendações para as dimensões a serem usadas nos geotubos foram:

- Espaçamento entre os espigões: 20 metros;
- Extensão de margem a ser utilizada: 450 metros;
- Disposição: os geotubos serão assentados sobre o talude que une a margem ao fundo do rio, numa inclinação determinada para cada geotubo, baseado no perfil da margem onde ele será depositado em relação ao talude da margem;
- Ângulo de alinhamento com a margem: perpendicular ao fluxo do rio, sendo que os geotubos aplicados no começo da área e no fim da área são dispostos em forma de “pé de galinha” como mostrado na figura 5.38, com o geotubo central perpendicular ao fluxo e os laterais colocados em ângulo de 40° ao geotubo central;

- Comprimento do geotubo enterrado na margem: 15 metros;
- Comprimento do geotubo dentro d'água a partir da margem: 15 metros;
- Diâmetro do geotubo: 2 metros;
- Cobertura do geotubo enterrado na margem: 1,0 metro;
- Quantidade de geotubos projetados: 19 geotubos, sendo 2 em forma de “pé de galinha”.

Foram recomendados essas dimensões baseando-se em trabalhos executados no Rio São Francisco, Rio Cotinguiba (Bacia do São Francisco) e Rio Mississipi. (BRASIL, 2000)

A tabela com as posições georeferenciadas dos geotubos está na tabela 5.9, onde as posições estão em UTM - Córrego Alegre.

Tabela 5.9. Posições dos Geotubos.

Geotubo	Referência	Posição UTM - Córrego Alegre	
		E	N
1	1	631864,6418	7985550,4081
	2	631835,3711	7985556,9831
	3	631837,9928	7985536,6300
	4	631853,0839	7985522,7239
2	1	631853,1460	7985578,1097
	2	631826,4971	7985564,3316
3	1	631841,6472	7985605,8185
	2	631814,9983	7985592,0404
4	1	631830,1557	7985633,5098
	2	631803,5068	7985619,7318
5	1	631808,4865	7985659,0994
	2	631785,8276	7985639,4379
6	1	631783,5239	7985679,7836
	2	631764,3706	7985656,6936
7	1	631765,3999	7985700,5161
	2	631742,7269	7985680,8709
8	1	631746,9874	7985723,4548
	2	631723,5635	7985704,7111
9	1	631729,6295	7985747,1400
	2	631705,4329	7985729,4053
10	1	631711,3161	7985771,2075
	2	631687,4096	7985753,0834
11	1	631689,3774	7985794,2703
	2	631667,8604	7985773,3653
12	1	631670,3453	7985816,2421
	2	631647,5719	7985796,7133
13	1	631644,9236	7985836,9523
	2	631602,2117	7985829,8003
14	1	631619,2995	7985854,4581
	2	631602,2117	7985829,8003
15	1	631608,3477	7985875,7895
	2	631582,9266	7985859,8594
16	1	631579,5125	7985897,5322
	2	631562,3660	7985872,9152
17	1	631554,5455	7985914,4516
	2	631537,6623	7985889,6532
18	1	631533,6771	7985933,1118
	2	631513,6308	7985910,7926
19	1	631509,1272	7985952,2189
	2	631479,8171	7985945,8223
	3	631490,7860	7985928,4786
	4	631510,3370	7985922,2433

Todas as plantas encontram-se no anexo E.

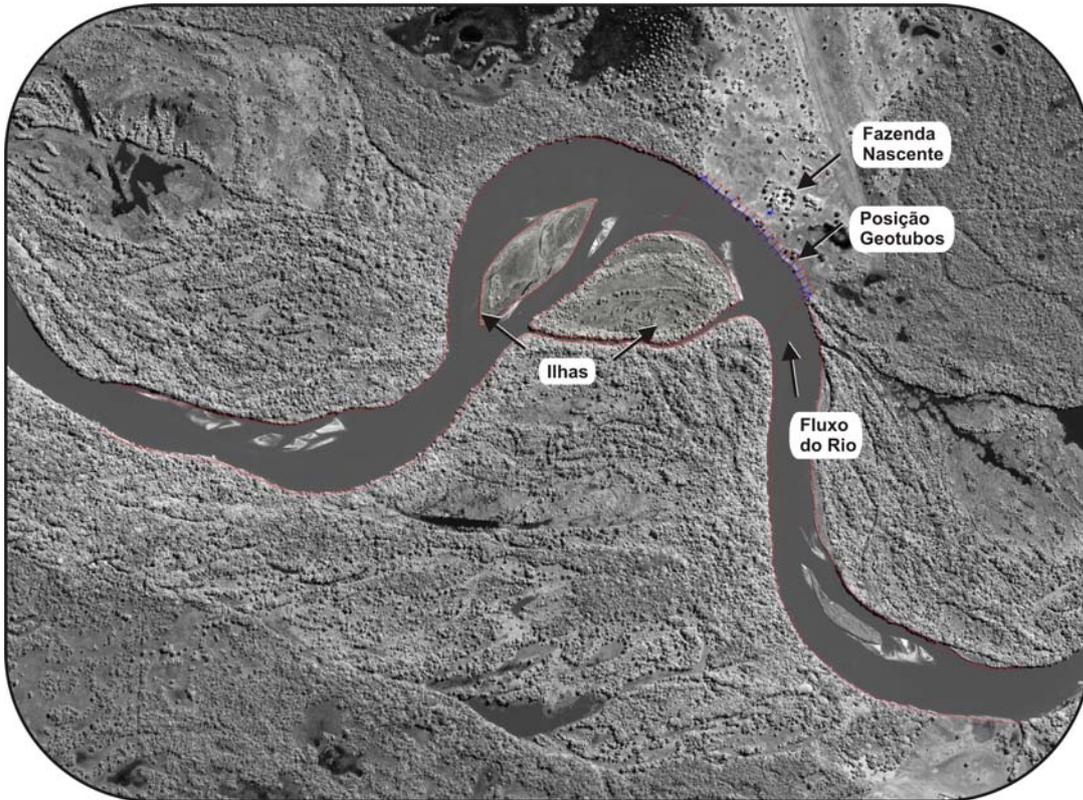


Figura 5.36. Área de estudo georeferenciada.

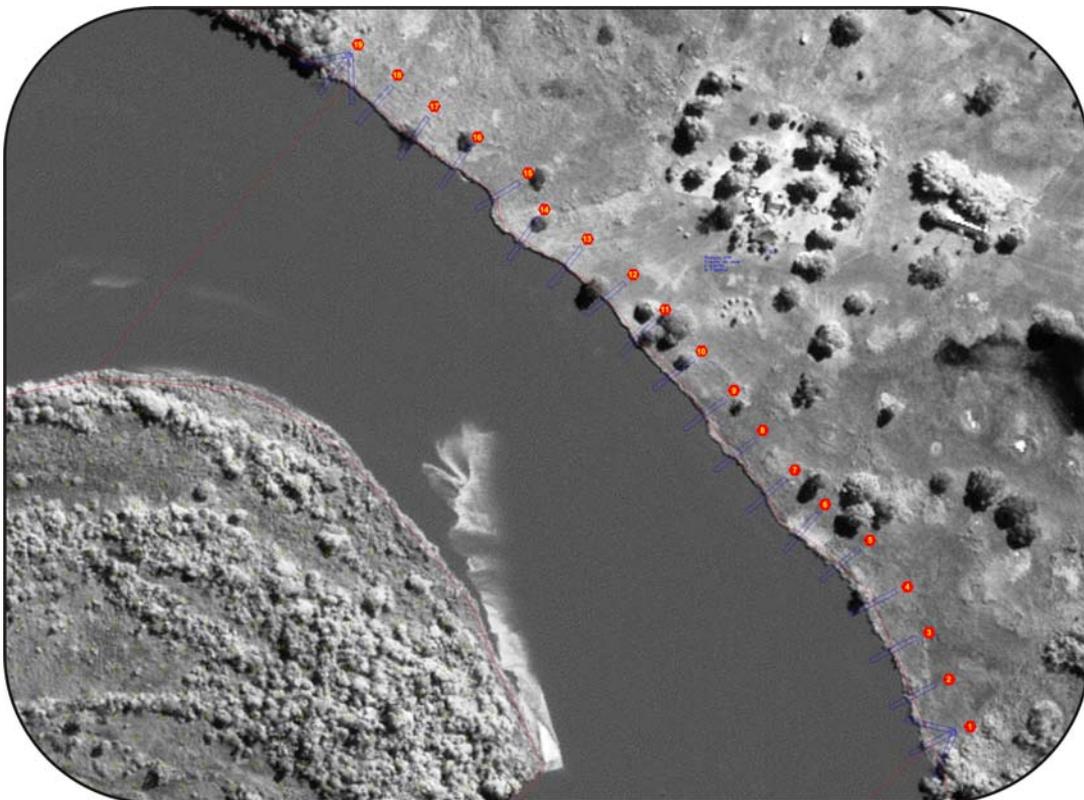


Figura 5.37. Posição dos geotubos georeferenciados.

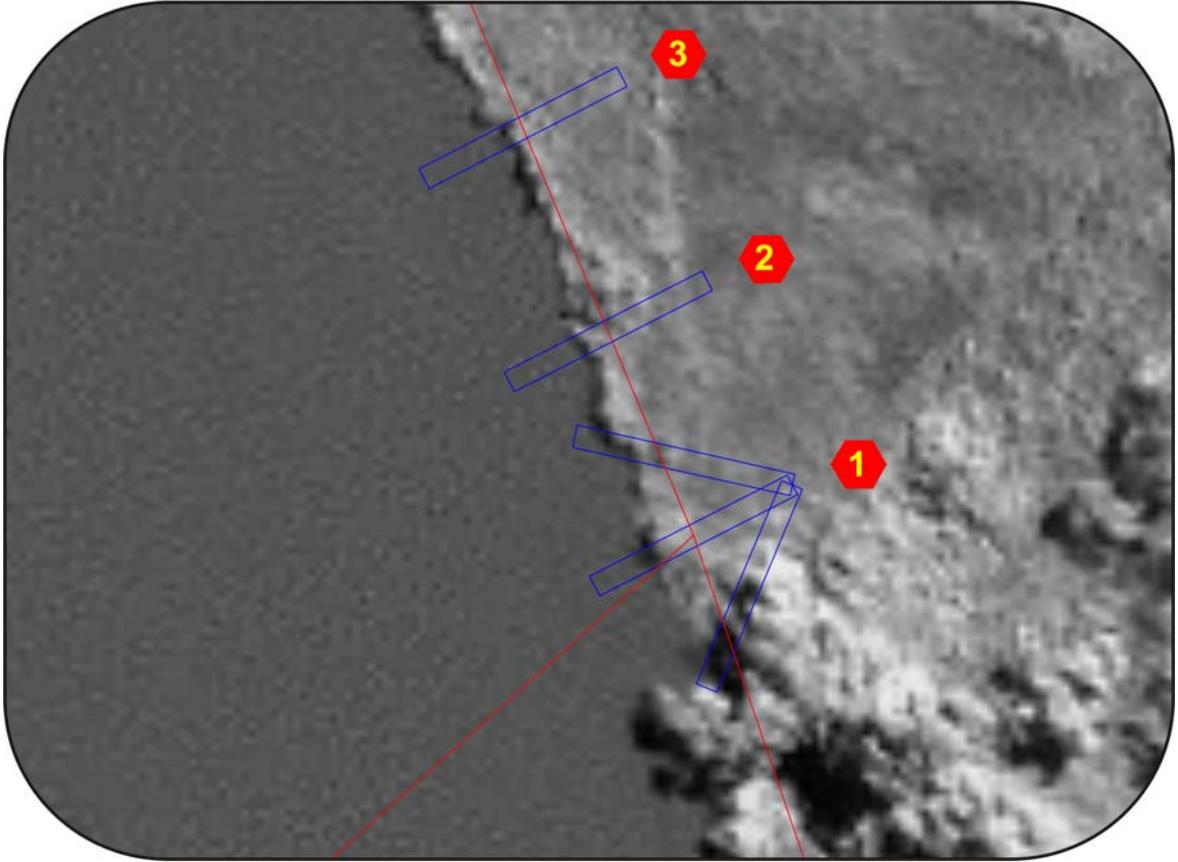


Figura 5.38. Geotubo em disposição de “pé de galinha”.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O Rio Taquari, como mostrado nesse trabalho, possui uma morfologia e uma hidrossedimentologia bastante frágil, que se não forem tomados os devidos cuidados poderá acarretar a formação de novos arrombados em regiões ainda produtivas da planície pantaneira.

O excesso de sedimentos carregados pelo Rio Taquari acarreta hoje em dia vários problemas, afetando significativamente a navegação e sua vazão no seu encontro com o Rio Paraguai.

Pode-se observar perdas significativas de solo nas margens, num total de 929,12 m², entre os períodos de fevereiro de 2002 a julho de 2003. Nas estacas 13 e 15 foram verificadas perdas de margem de 7,86 m e 6,92 m, respectivamente. Isso demonstra a força erosiva do rio em suas margens, bem como a grande fragilidade a que ele está suscetível.

Foi escolhido o uso dos geotubos por ser uma solução viável para áreas de risco, como a área de estudo mostrada nesse trabalho, e vem a ser uma alternativa viável para uma região tão distante como é a região do Caronal. Os geotubos são amigáveis ao Pantanal, já que o mesmo é inerte e pode ser retirado facilmente, tornando-se um material não definitivo.

Como se mostrou nas modelações, encontradas nos anexos, o regime hidrológico do Rio Taquari encontra-se estável, já que o volume erodido, na área de estudo, está equiparado com o volume de sedimentos depositados. Pode-se observar que baseado nos modelos, nos trabalhos no Rio São Francisco e Cotinguiba, que a aplicação dos geotubos não acarretará modificações significativas no regime hidrológico do Rio Taquari, já que o uso de modelos físicos se fez proibitivo financeiramente no projeto.

Destaca-se ainda que o solo predominante na região de estudo é na sua maioria arenoso.

Recomenda-se, para trabalhos futuros, quando da implantação dos geotubos especificados no trecho estudado, que uma modelação física seja feita, para que qualquer dúvida perante a modificação da morfologia e hidrossedimentologia do Rio Taquari seja inalterada, a montante e a jusante da área de estudo.

As jazidas de areias localizadas na ilha defronte à área de estudo, poderão ser usadas para preencher os geotubos, usando-se dragas para efetuar esse processo. O preenchimento e a

deposição dos geotubos deverá ser feita no local final, já que os mesmos manterão sua posição final através do peso próprio após completados com a areia das jazidas.

Várias outras aplicações para os geotubos na hidrologia deverão ser pesquisadas, para que num futuro próximo possamos ter outras opções aos métodos hoje aplicados.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, P. H. M.; NEHME, C. C. Uso de modelos de incerteza no controle ambiental do processo erosivo na bacia do Alto Taquari. In: Workshop Brasileiro de GeoInformática, 3, 2001, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: IME, 2001. 6 p.

BORDAS, M. P. Avaliação da qualidade de uma estação fluviosedimentométrica: Aplicação ao Pantanal. In: **Desenvolvimento sustentável dos recursos hídricos**. Recife: ABRH, 1995. v. 1. p. 397-402.

BRAGA, A. **Monografia de final de curso – Engenharia Civil**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2001.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Bacias brasileiras do rio da Prata: avaliações e propostas**. ANA, 2001. 102 p.

BRASIL, MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL – MI. Projeto de manutenção do canal de chamada da EB-1 do Projeto Jaíba. **Especificações Técnicas**. CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco, 2000, 62 p.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DA AMAZÔNIA LEGAL. **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai – PCBAP**. Brasília: PNMA, 1997. v. 3. p. 36-48.

CANTRÉ, S. Geotextile tubes—analytical design aspects. **Geotextiles and Geomembranes n° 20**. Ed. Elsevier, p 305-319, 2002.

CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia Prática**. Rio de Janeiro: CPRM, 1994. 372 p.

CAUDURO, F. A.; DORFMAN, R. **Manual de ensaios de laboratório e de campo para irrigação e drenagem**. Porto Alegre: PRONI-IPH-UFRGS, 1986. 216 p. il.

COLLISCHONN, W.; MERTEN, G. Análise de estabilidade de um rio no Pantanal utilizando um modelo matemático de transporte de sedimentos. In: **Caracterização qualitativa da produção de sedimentos**. Santa Maria: ABRH – UFSM, 2000. p. 131-154.

COLLISCHONN, W.; TUCCI, C. E. M.; CLARKE, R. T. Further evidence of changes in the hydrological regime of the River Paraguay: part of a wider phenomenon of climate change? **Journal of Hydrology**, v. 245, n. 1-4, p. 218-238, maio 2001.

FIGUEIREDO, A. G.; SUAREZ, J. M. Análise comparativa das curvas granulométricas representativas das partículas de sedimentos transportadas em suspensão nas calhas dos rios Aguapeí e Santo Anastácio, ambos localizados no oeste do Estado de São Paulo. In: **Desenvolvimento sustentável dos recursos hídricos**. Recife: ABRH, 1995. v. 4. p. 217-222.

FLORENZANO, T. G. Imagens TM-Landsat e HRV-SPOT na elaboração de cartas geomorfológicas de uma região do Rio Taquari, MS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. especial, p. 1721-1727, out. 1998.

FOWLER, J., TRAINER, E. Overview of Geotubo Projects in the United States. In Proceeding 15th World Dredging Congress – World Organization of Dredging Association, 28 de junho a 2 de julho. **Anais...** Las Vegas, Nevada, USA, 1998.

FOWLER, J., SPRAGUE, C. J., TOUPS, D., ENGLER, R. M. Environmental Effects of Dredging – Technical Notes. **U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station – Environmental Laboratory**. EEDP-05-01, 14 p, Maio, 1995

GALDINO, S.; VIEIRA, L. M.; OLIVEIRA, H.; CARDOSO, E. L. O mais longo e intenso ciclo de cheia do Pantanal. In: **Simpósio de Recursos Hídricos do Centro-Oeste**. 2. Campo Grande, 2002. CD-ROM. 9 p.

GALDINO, S.; CLARKE, R. T.; PADOVANI, C. R.; SORIANO, B. M. A.; VIEIRA, L. M. Evolução do regime hidrológico na planície do baixo curso do Rio Taquari – Pantanal. In: **Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, 12, 1997, Vitória. **Anais...** Vitória: ABRH, 1997. v. 3. p. 383-390.

GODOY, J. M.; PADOVANI, C. R.; GUIMARÃES, J. R. D.; PEREIRA, J. C. A.; VIEIRA, L. M.; CARVALHO, Z. L.; GALDINO, S. Evaluation of the siltation of River Taquari, Pantanal, Brazil, through ²¹⁰Pb geochronology of floodplain lake sediments. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 13, n. 1, p. 71-77, 2002.

GODOY, J. M.; PADOVANI, C. R.; PEREIRA, J. C. A.; VIEIRA, L. M. Aplicabilidade da geocronologia da deposição de sedimento com ^{210}Pb como ferramenta na avaliação do assoreamento do Rio Taquari, Pantanal, MS. **Revista Geochimica Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1-2, p. 113-121, 1998.

GONÇALVES, F. V.; IDE, C. N.; CANALI, G. E.; FREITAS-Jr, F. L.; ARAUJO, A. I.; FLORES, A. M. F.; FILHO, A. C. P.; BARBEDO, A. G. A.; VAL, L. A. A.; RONDON, M. A. C. Avaliações geomorfológicas e hidrológicas do Rio Taquari para determinação de projeto de controle de migração de margens – Dados preliminares. In: **Simpósio de Recursos Hídricos do Centro-Oeste**. 2. Campo Grande, 2002. CD-ROM. 13 p.

HENKLEIN, J. M.; COIADO, E. M. Correlações visando reduzir o número de medições fluvio-sedimentométricas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Porto Alegre, v. 4, n. 2, p. 49-59, abr/jun 1999.

IDE, C. N. et al., Diagnóstico Analítico da Bacia para Pantanal e Alto Paraguai – **Subprojeto 1.5. Distribuição e Transporte de Agroquímicos e Metais Pesados na Bacia do Alto Paraguai – MS**. ANA/GEF/PNUMA/OEA, 290 páginas, 2004.

IKEDA, L. E. S.; RAMOS, C. L. Erosão e ressuspensão de leitos com material de natureza coesiva: exemplo – rio Pinheiros. In: **Desenvolvimento sustentável dos recursos hídricos**. Recife: ABRH, 1995. v. 4. p. 179-184.

JENNINGS, S. Geotextile Tubes Provide Coastal Erosion Protection in Ecuador. **Port Technology International**, 10th edition, section 7, p. 223-227, 2000.

JIMÉNEZ-RUEDA, J. R.; PESSOTTI, J. E. S.; MATTOS, J. T. Modelo para o estudo da dinâmica evolutiva dos aspectos fisiográficos dos pantanais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. especial, p. 1763-1773, out. 1998.

KOHLHASE, S. Some aspects of the use of geotextiles in the field of coastal engineering, **Proc. Of the first German-Chinese joint seminar – Recent developments in coastal engineering**. Hasenwinkel, University of Rostock, Germany, 1997.

LENZE, B., HEERTEN, G., SAATHOFF, F., STELLJES, K. Geotextile Sand Containers - Successful Solutions Against Beach Erosion at Sandy Coasts & Scour Problems

under Hydrodynamic Loads. **LITTORAL 2002, The changing coast**, Ed EUROCOAST, p. 375-381, 2002.

LIU, W. T.; AYRES, F. M. **Previsão de cheias para o desenvolvimento sustentável regional da sub-bacia do Taquari**. In: Encontro Internacional de Integração Técnico-Científica para o Desenvolvimento Sustentável do Cerrado e Pantanal, 2, Corumbá e Ladário, 2002. Disponível em: <<http://www.pantanal2002.ucdb.br/eixos/eixo3.htm>>. Acesso em: 20 fevereiro 2003.

MASCARENHAS, F. C. B.; SILVA, R. C. V. Compartimentalização na modelação matemática da inundação do Pantanal Matogrossense. In: **Desenvolvimento sustentável dos recursos hídricos**. Recife: ABRH, 1995. v. 4. p. 223-228.

MEAKIN, P.; TAO, S.; JØSSANG, T.; SCHWARZ, K. A simulation model for meandering rivers and their associated sedimentary environments. **Physica A: Statistical and Theoretical Physics**, v. 233, n. 3-4, p. 606-618, dez. 1996.

PADOVANI, C. R.; CARVALHO, N. O.; GALDINO, S.; VIEIRA, L. M. Produção de sedimentos da alta bacia do Rio Taquari para o Pantanal. In: Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos, 3, 1998, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: ABRH, 1998a. p. 16-24.

PADOVANI, C. R.; CARVALHO, N. O.; GALDINO, S.; VIEIRA, L. M. Deposição de sedimentos e perda de água do Rio Taquari no Pantanal. In: Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos, 3, 1998, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: ABRH, 1998b. p. 127-134.

PERRY, E. B., and MYERS, M. Innovative methods for levee repair. **The REMR Bulletin**, U. S. Army Corps of Engineers Waterways Experiment Station, 10(3), 1-6, 1993.

PONCE, V. M. **Impacto hidrológico e ambiental da hidrovía Paraná-Paraguai no Pantanal Matogrossense**: um estudo de referência. San Diego, California, 1995. 134 p.

RESTALL, S. J., JACKSON, L. A., HEERTEN, G., HORNSEY, W. P. Case studies showing the growth and development of geotextile sand containers: an Australian perspective. **Geotextiles and Geomembranes n° 20**. Ed. Elsevier, p 321-342, 2002.

SAATHOFF, F., WITTE, J. Use of geotextile containers for stabilizing the scour embankments at the Eidersperrwek, **Geosynthetics world**. Part 1 September 1994, Part 2 October 1994.

SANTOS, I.; FILL, H. D.; SUGAI, M. R. B.; BUBA, H.; KISHI, R. T.; MARONE, E.; LAUTERT, L. F. C. **Hidrometria aplicada**. Curitiba: Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento, 2001. 372 p. il. color.

SEAY, P. A. Finite Element Analysis of Geotextile Tubes. **Master of Science in Civil Engineering Thesis**. Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia, USA. 76 p, 1998.

SHAMS, M.; AHMADI, G.; SMITH, D. H. Computational modeling of flow and sediment transport and deposition in meandering rivers. **Advances in Water Resources**, v. 25, n. 6, p. 689-699, jun. 2002.

SILVA, J. S. V.; ABDON, M. M. Delimitação do Pantanal Brasileiro e suas sub-regiões. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. especial, p. 1703-1711, out. 1998a.

SILVA, J. S. V.; ABDON, M. M.; SILVA, M. P.; ROMERO, H. R. Levantamento do desmatamento no Pantanal Brasileiro até 1990/91. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. especial, p. 1739-1745, out. 1998b.

SILVA, R. C. V. da.; MARCARENHAS, F. C. B.; MIGUEZ, M. G. **Hidráulica Fluvial**, 2003, p. 204-205, Editora COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro - RJ, 304 páginas.

SIMONS, L. & ASSOCIATES. **Engineering analysis of fluvial system**. Fort Collins: Simons, Li & Associates, 1982.

SOUZA, O. C. **Modern geomorphic processes along the Taquari river in the Pantanal**: a model for development of a humid tropical alluvial fan. 1998. 135 p. Tese (Doutorado em Ecologia, Evolução e Biologia Marinha) – University of California, Santa Barbara.

TUCCI, C. E. M. (org.) **Hidrologia**: ciência e aplicação. 2. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade – ABRH, 1997. 943 p.

TUCCI, C. E. M. **Impactos da variabilidade climática e do uso do solo sobre os recursos hídricos**. Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas: ANA, 2002. 150 p.

TUCCI, C. E. M.; CLARKE, R. T. Impacto das mudanças da cobertura vegetal no escoamento: revisão. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 2, n. 1, p. 135-152, jan/jun 1997.

TUCCI, C. E. M.; GENZ, F. Comportamento hidrológico do Pantanal. In: **Desenvolvimento sustentável dos recursos hídricos**. Recife: ABRH, 1995. v. 1. p. 81-86.

US ARMY CORPS OF ENGINEERS. **HEC-6 User Manual**. Houston, Texas - USA, 1993, 286 páginas.

US ARMY CORPS OF ENGINEERS. **HEC-RAS User Manual**. Houston, Texas - USA, 2001, 320 páginas.

US ARMY CORPS OF ENGINEERS. **HEC-6 User Manual**, Appendix E - Sediment transport functions - Sample Calculations. Houston, Texas - USA, 1993, p. E-17 a E-18.

VENEZIANI, P.; SANTOS, A. R.; CREPANI, E.; ANJOS, C. E.; OKIDA, R. Mapa de erodibilidade de parte da região do Rio Taquari baseado em imagens TM-Landsat. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. especial, p. 1747-1754, out. 1998.

WILSON Jr, G. Movimento de sedimentos em rios brasileiros segundo Einstein: um ensaio fotográfico. In: **Caracterização quali-quantitativa da produção de sedimentos**. Santa Maria: ABRH – UFSM, 2000a. p. 323-340.

WILSON Jr, G; ANDRADE, R. C. Variações morfológicas e sedimentológicas do trecho da ilha da Ferradura, no Rio Paraguai. In: **Caracterização quali-quantitativa da produção de sedimentos**. Santa Maria: ABRH – UFSM, 2000b. p. 341-361.

ANEXOS

ANEXO A

T1	Dados Arrombado Projeto Espigoes Submersos.								
T2	Rio Taquari - Fazenda Nascente - 2002.								
T3	Fabio Verissimo Goncalves.								
NC	0.025	0.025	0.025	0.1	0.3				
X1	1	24	1.25	552.29	0	0	0		
GR460.71		0	460.02	1.25	449.82	27.49	447.03	53.73	449.16
								79.97	
GR452.08	106.21	453.07	132.45	454.71	158.69		455	184.93	455.33
								211.17	
GR455.07	237.41	455.03	263.65	454.71	289.89	455.43		316.13	455.33
								342.37	
GR455.92	368.61	455.92	394.85	456.9	421.09	455.92		447.33	456.58
								473.57	
GR455.99	499.81	455.33	526.05	460.71	552.29	461.69		555.04	
H	1	10							
X1	2	23	1.12	552.16	1402.69	1306.86	1333.79		
GR 463.6		0	460.54	1.12	448.15	27.36	448.08	53.6	447.1
								79.84	
GR447.46	106.08	449.1	132.32	450.34	158.56	451.36		184.8	456.64
								211.04	
GR455.95	237.28	454.67	263.52	456.31	289.76	459.46		316	459.86
								342.24	
GR460.28	368.48	460.32	394.72	459.3	420.96	458.22		447.2	460.81
								473.44	
GR461.53	499.68	459.23	525.92	461.99	552.16				
H	2	10							
X1	3	35	4.92	897.08	1589.11	1215.98	1402.76		
GR464.22		0	461.63	4.92	455.13	31.16	451.59	57.4	457.13
								83.64	
GR456.18	109.88	457.2	136.12	457.86	162.36	454.87		188.6	456.25
								214.84	
GR456.18	241.08	456.22	267.32	456.54	293.56	457.49		319.8	456.87
								346.04	
GR457.17	372.28	456.18	398.52	455.79	424.76	456.74		451	452.87
								477.24	
GR455.72	503.48	454.87	529.72	454.18	555.96	453.23		582.2	455.23
								608.44	
GR455.85	634.68	457.13	687.16	456.81	739.64	459.89		765.88	460.58
								792.12	
GR460.61	818.36	460.61	844.6	457.43	870.84	461.5		897.08	464.64
								923.32	
H	3	10							
X1	4	25	26.24	682.42	682.19	638.62	663.19		
GR464.12		0	461.4	26.24	454.51	52.48	455.13	78.72	454.77
								104.96	
GR450.51	131.2	454.44	157.44	456.84	183.68	457.76		209.92	447.62
								236.16	
GR457.43	262.4	457.07	288.64	456.77	314.88	453.85		341.12	454.15
								367.36	
GR452.48	419.84	453.13	446.08	453.13	472.32	454.15		524.8	454.87
								577.28	
GR454.61	603.52	456.25	629.76	458.25		656	461.53	682.24	463.82
								708.48	
H	4	10							

H	42	10							
X1	43	32	6.89	405.7	757.05	470.77	622.15		
GR469.66		0	468.33	6.89	464.58	26.24	456.08	38.34	450.28
64.58									
GR452.15	90.82		453.49	117.06	453.92	143.3	456.02	169.54	456.58
195.78									
GR457.72	222.02		458.28	248.26	458.51	274.5	459.36	300.74	460.02
326.98									
GR 461.1	353.22		462.87	379.46	467.76	405.7	467.99	458.18	468.09
510.66									
GR462.32	536.9		460.58	563.14	461.04	589.38	464.91	615.62	467.07
641.86									
GR 467.6	668.1		467.66	694.34	467.4	720.58	467.14	746.82	466.15
762.73									
GR466.32	788.97		469.76	815.21					
H	43	10							
X1	44	34	0	555.07	1011.12	769.06	879.56		
GR468.48		0	464.94	4.03	455.85	30.27	449	56.51	451.95
82.75									
GR454.18	108.99		455.17	135.23	454.87	161.47	456.81	187.71	458.61
213.95									
GR461.69	240.19		462.78	266.43	464.81	292.67	464.78	318.91	464.64
345.15									
GR464.45	397.63		464.05	423.87	463.69	450.11	464.91	476.35	465.76
502.59									
GR465.99	528.83		466.88	555.07	465.83	607.55	465.6	660.03	465.37
712.51									
GR465.01	738.75		464.25	764.99	463.2	791.23	462.45	817.47	463.23
843.71									
GR462.87	869.95		462.48	896.19	464.81	922.43	466.61	948.67	
H	44	10							
X1	45	26	0	684.47	1167.98	889.11	1036.75		
GR466.91		0	465.33	26.24	452.48	52.48	451.82	78.72	454.12
104.96									
GR454.38	131.2		457.1	157.44	458.77	183.68	459.23	209.92	461.79
236.16									
GR462.78	288.64		463	314.88	462.71	341.12	463.66	367.36	463.99
393.6									
GR464.64	419.84		464.87	446.08	464.97	498.56	465.04	524.8	465.24
551.04									
GR464.97	577.28		464.35	603.52	464.61	629.76	464.09	656	467.33
682.24									
GR470.61	684.47								
H	45	10							
X1	46	27	0	671.94	823.29	608.53	711.42		
GR467.01		0	465.46	26.24	458.71	52.48	460.74	78.72	462.48
104.96									
GR463.89	131.2		464.38	157.44	462.68	183.68	460.87	209.92	459.1
236.16									
GR458.45	262.4		456.12	288.64	455.49	314.88	455.99	341.12	456.38
367.36									
GR456.71	393.6		457	419.84	455.76	446.08	456.15	472.32	457.46
498.56									
GR458.45	524.8		458.74	551.04	459.4	577.28	457.46	603.52	462.87
629.76									
GR465.24	656		468.19	671.94					
H	46	10							
EJ									
T4	Dados Arrombado Projeto Espigoes Submersos.								
T5	LOAD CURVE FROM GAGE DATA.								

```

T6      BED GRADATIONS FROM FIELD SAMPLES.
T7      Use Full Range of Sands and Gravels.
T8      SEDIMENT TRANSPORT BY Yang's STREAM POWER [ref ASCE JOURNAL (YANG
1971)].
I1      50      0      0      0      1
2
I2 CLAY      2
I2 CLAY      1      0.02      0.05      0.1      1.5      60
I2 CLAY      2      0.02      0.125      0.23      2      32
I3 SILT      2      1      4
I4 SAND      4      1      10      2.65      0.667      0.5      30      93
I5      0.5      0.5      0.25      0.5      0.25      0      1
LQ      1765.7      5297.2      8828.67      9365.8      12360.1      14831.1
LT TOTAL 2571.7      7614.6      12523.5      13309.2      17298.4      20566.1
LF CLAY      0.006      0.001      0.0179      0.02      0.026      0.096
LF SILT1     0.02      0.002      0.03      0.036      0.041      0.09
LF SILT2     0.012      0.003      0.051      0.012      0.081      0.042
LF SILT3     0.03      0.01      0.0151      0.09      0.1598      0.2234
LF SILT4     0.442      0.45      0.33      0.35      0.28      0.36
LF VFS       0.4      0.4      0.396      0.34      0.29      0.1065
LF FS        0.04      0.07      0.09      0.0679      0.0739      0.0219
LF MS        0.03      0.03      0.04      0.0437      0.0275      0.0208
LF CS        0.02      0.034      0.03      0.0404      0.0208      0.0394
LF VCS       0      0      0      0      0      0
LF VFG       0      0      0      0      0      0
LF FG        0      0      0      0      0      0
LF MG        0      0      0      0      0      0
LF CG        0      0      0      0      0      0
LF VCG       0      0      0      0      0      0
PF EXAMP     1      1.0      32      16      100      8      100      4
100
PFC 2.0      100      1      100      0.5      56      0.25      33      0.125
4.6
PFC.0625     0
$HYD
*      A      FLOW 1 = BASE FLOW OF 10594 CFS
Q      10594
R      458.17
T      82.
W      365.
$PRT
CP      1
PS      32.0
END
$$END

```

ANEXO B

```

*****
* SCOUR AND DEPOSITION IN RIVERS AND RESERVOIRS *
* Version: 4.1.00 - OCTOBER 1993 *
* INPUT FILE: ARRO2005.DAT *
* OUTPUT FILE: ARRO2005.OUT *
* RUN DATE: 03 MAR 05 RUN TIME: 10:01:08 *
*****
* U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS *
* HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER *
* 609 SECOND STREET *
* DAVIS, CALIFORNIA 95616-4687 *
* (916) 756-1104 *
*****

```

```

          X   X  XXXXXXX  XXXXX          XXXXX
          X   X  X        X   X          X   X
          X   X  X        X              X
          XXXXXXX  XXXX   X          XXXXX  XXXXXXX
          X   X  X        X              X   X
          X   X  X        X   X          X   X
          X   X  XXXXXXX  XXXXX          XXXXX

```

```

*****
* MAXIMUM LIMITS FOR THIS VERSION ARE: *
* 10 Stream Segments (Main Stem + Tributaries) *
* 150 Cross Sections *
* 100 Elevation/Station Points per Cross Section *
* 20 Grain Sizes *
* 10 Control Points *
*****

```

T1 Dados Arrombado Projeto Espigoes Submersos.
T2 Rio Taquari - Fazenda Nascente - 2002.
T3 Fabio Verissimo Goncalves.

N values...	Left	Channel	Right	Contraction	Expansion
	.0250	.0250	.0250	1.1000	.7000

SECTION NO. 1.000
...ELEVATION of Model Bottom = 10.000 ft.

SECTION NO. 2.000
...ELEVATION of Model Bottom = 10.000 ft.

SECTION NO. 3.000
...ELEVATION of Model Bottom = 10.000 ft.

SECTION NO. 4.000
...ELEVATION of Model Bottom = 10.000 ft.

SECTION NO. 5.000
...ELEVATION of Model Bottom = 10.000 ft.

SECTION NO. 6.000
...ELEVATION of Model Bottom = 10.000 ft.

SECTION NO. 7.000
...ELEVATION of Model Bottom = 10.000 ft.

SECTION NO. 8.000
...ELEVATION of Model Bottom = 10.000 ft.

SECTION NO. 9.000
...ELEVATION of Model Bottom = 10.000 ft.

SECTION NO. 10.000
...ELEVATION of Model Bottom = 10.000 ft.

SECTION NO. 13.000
...ELEVATION of Model Bottom = 10.000 ft.

SECTION NO. 16.000
...ELEVATION of Model Bottom = 10.000 ft.

SECTION NO. 20.000
 ...ELEVATION of Model Bottom = 10.000 ft.

SECTION NO. 25.000
 ...ELEVATION of Model Bottom = 10.000 ft.

SECTION NO. 28.000
 ...ELEVATION of Model Bottom = 10.000 ft.

SECTION NO. 31.000
 ...ELEVATION of Model Bottom = 10.000 ft.

SECTION NO. 34.000
 ...ELEVATION of Model Bottom = 10.000 ft.

SECTION NO. 37.000
 ...ELEVATION of Model Bottom = 10.000 ft.

SECTION NO. 38.000
 ...ELEVATION of Model Bottom = 10.000 ft.

SECTION NO. 39.000
 ...ELEVATION of Model Bottom = 10.000 ft.

SECTION NO. 40.000
 ...ELEVATION of Model Bottom = 10.000 ft.

SECTION NO. 41.000
 ...ELEVATION of Model Bottom = 10.000 ft.

SECTION NO. 42.000
 ...ELEVATION of Model Bottom = 10.000 ft.

SECTION NO. 43.000
 ...ELEVATION of Model Bottom = 10.000 ft.

SECTION NO. 44.000
 ...ELEVATION of Model Bottom = 10.000 ft.

SECTION NO. 45.000
 ...ELEVATION of Model Bottom = 10.000 ft.

SECTION NO. 46.000
 ...ELEVATION of Model Bottom = 10.000 ft.

NO. OF CROSS SECTIONS IN STREAM SEGMENT= 27
 NO. OF INPUT DATA MESSAGES = 0

TOTAL NO. OF CROSS SECTIONS IN THE NETWORK = 27
 TOTAL NO. OF STREAM SEGMENTS IN THE NETWORK= 1
 END OF GEOMETRIC DATA

=====
 =====

T4 Dados Arrombado Projeto Espigoes Submersos.
 T5 LOAD CURVE FROM GAGE DATA.
 T6 BED GRADATIONS FROM FIELD SAMPLES.
 T7 Use Full Range of Sands and Gravels.
 T8 SEDIMENT TRANSPORT BY Yang's STREAM POWER [ref ASCE JOURNAL (YANG 1971)]

Dados Arrombado Projeto Espigoes Submersos.
 Rio Taquari - Fazenda Nascente - 2002.
 Fabio Verissimo Goncalves.

 SEDIMENT PROPERTIES AND PARAMETERS

	SPI	IBG	MNQ	SPGF	ACGR	NFALL	IBSHER
I1	50.	0	1	1.000	32.174	1	2

CLAY IS PRESENT.

	MTCL	SPGC	PUCD	UWCL	CCCD
I2	2	2.650	78.000	30.000	16.000

DEPOSITION COEFFICIENTS BY LAYER
 DEPOSITION
 THRESHOLD
 SHEAR
 LAYER STRESS
 NO. lb/sq.ft

ACTIVE LAYER 1 .0200
 INACTIVE LAYER 2 .0200

EROSION COEFFICIENTS BY LAYER

LAYER NO	PARTICLE EROSION SHEAR STRESS lb/sq.ft	MASS EROSION SHEAR STRESS lb/sq.ft.	MASS EROSION RATE lb/sf/hr	SLOPE OF PARTICLE EROSION LINE=ER1 1/hr	SLOPE OF MASS EROSION LINE=ER2 1/hr
ACTIVE LAYER 1	.0500	.1000	1.5000	30.0000	60.0000
INACTIVE LAYER 2	.1250	.2300	2.0000	19.0476	32.0000

 SILT IS PRESENT

	MTCL	IASL	LASL	SGSL	PUSDLB	UWSDLB	CCSDLB
I3	2	1	4	2.650	82.000	65.000	5.700

DEPOSITION COEFFICIENTS BY LAYER
 DEPOSITION
 THRESHOLD
 SHEAR
 LAYER STRESS
 NO. lb/sq.ft

ACTIVE LAYER 1 .0200
 INACTIVE LAYER 2 .0200

EROSION COEFFICIENTS BY LAYER

LAYER NO	PARTICLE EROSION SHEAR STRESS lb/sq.ft	MASS EROSION SHEAR STRESS lb/sq.ft.	MASS EROSION RATE lb/sf/hr	SLOPE OF PARTICLE EROSION LINE=ER1 1/hr	SLOPE OF MASS EROSION LINE=ER2 1/hr
ACTIVE LAYER 1	.0500	.1000	1.5000	30.0000	60.0000
INACTIVE LAYER 2	.1250	.2300	2.0000	19.0476	32.0000

 SANDS - BOULDERS ARE PRESENT

	MTC	IASA	LASA	SPGS	GSF	BSAE	PSI	UWDLB
I4	4	1	10	2.650	.667	.500	30.000	93.000

USING TRANSPORT CAPACITY RELATIONSHIP # 4, YANG
 GRAIN SIZES UTILIZED (mean diameter - mm)

CLAY.....	.003	COARSE SAND.....	.707
VERY FINE SILT....	.006	VERY COARSE SAND..	1.414
FINE SILT.....	.011	VERY FINE GRAVEL..	2.828
MEDIUM SILT.....	.023	FINE GRAVEL.....	5.657
COARSE SILT.....	.045	MEDIUM GRAVEL.....	11.314
VERY FINE SAND....	.088	COARSE GRAVEL.....	22.627
FINE SAND.....	.177	VERY COARSE GRAVEL	45.255
MEDIUM SAND.....	.354		

 COEFFICIENTS FOR COMPUTATION SCHEME WERE SPECIFIED

	DBI	DBN	XID	XIN	XIU	UBI	UBN	JSL
I5	.500	.500	.250	.500	.250	.000	1.000	1

 SEDIMENT LOAD TABLE FOR STREAM SEGMENT # 1
 LOAD BY GRAIN SIZE CLASS (tons/day)

LQ	1765.70	5297.20	8828.67	9365.80	12360.1	14831.1
LF CLAY	15.4302	7.61460	224.171	266.184	449.758	1974.35

LF SILT1	51.4340	15.2292	375.705	479.131	709.234	1850.95
LF SILT2	30.8604	22.8438	638.698	159.710	1401.17	863.776
LF SILT3	77.1510	76.1460	189.105	1197.83	2764.28	4594.47
LF SILT4	1136.69	3426.57	4132.75	4658.22	4843.55	7403.80
LF VFS	1028.68	3045.84	4959.31	4525.13	5016.54	2190.29
LF FS	102.868	533.022	1127.12	903.695	1278.35	450.398
LF MS	77.1510	228.438	500.940	581.612	475.706	427.775
LF CS	51.4340	258.896	375.705	537.692	359.807	810.304
LF VCS	.100000E-19	.100000E-19	.100000E-19	.100000E-19	.100000E-19	.100000E-19
LF VFG	.100000E-19	.100000E-19	.100000E-19	.100000E-19	.100000E-19	.100000E-19
LF FG	.100000E-19	.100000E-19	.100000E-19	.100000E-19	.100000E-19	.100000E-19
LF MG	.100000E-19	.100000E-19	.100000E-19	.100000E-19	.100000E-19	.100000E-19
LF CG	.100000E-19	.100000E-19	.100000E-19	.100000E-19	.100000E-19	.100000E-19
LF VCG	.100000E-19	.100000E-19	.100000E-19	.100000E-19	.100000E-19	.100000E-19
TOTAL	2571.70	7614.60	12523.5	13309.2	17298.4	20566.1

REACH GEOMETRY FOR STREAM SEGMENT 1

CROSS DISTANCE SECTION NO.	REACH LENGTH (ft)	MOVABLE BED WIDTH	INITIAL BED-ELEVATIONS			ACCUMULATED CHANNEL	
			LEFT SIDE (ft)	THALWEG (ft)	RIGHT SIDE (ft)	FROM (ft)	DOWNSTREAM (miles)
	.000						
1.000	1333.790	555.040	460.710	447.030	461.690	.000	.000
2.000	1402.760	552.160	463.600	447.100	461.990	1333.790	.253
3.000	663.190	923.320	464.220	451.590	464.640	2736.550	.518
4.000	1641.350	708.480	464.120	447.620	463.820	3399.740	.644
5.000	449.410	979.870	464.420	452.770	465.100	5041.090	.955
6.000	565.060	1192.310	466.320	452.210	465.560	5490.500	1.040
7.000	538.550	1503.750	466.320	450.210	465.960	6055.560	1.147
8.000	767.650	1600.640	465.500	451.520	466.880	6594.110	1.249
9.000	353.610	944.640	465.500	455.130	466.580	7361.760	1.394
10.000	219.320	757.020	466.420	455.170	467.790	7715.370	1.461
13.000	201.580	616.710	466.550	451.030	468.320	7934.690	1.503
16.000	264.930	532.020	466.680	444.870	468.740	8136.270	1.541
20.000	274.480	586.170	467.040	446.470	465.760	8401.200	1.591
25.000	179.890	594.010	467.660	446.410	467.830	8675.680	1.643
28.000	163.260	628.020	468.350	442.370	467.990	8855.570	1.677
31.000	202.590	713.730	468.220	454.050	467.070	9018.830	1.708
34.000	195.440	716.520	465.330	451.690	467.730	9221.420	1.746
37.000	413.710	646.820	466.060	452.340	467.100	9416.860	1.783
38.000	449.770	622.410	468.120	455.360	466.880	9830.570	1.862
39.000	532.450	573.480	467.630	455.230	468.350	10280.340	1.947
40.000	638.090	516.830	468.550	454.210	468.380	10812.790	2.048
41.000	712.990	563.240	467.960	452.410	467.700	11450.880	2.169
42.000	622.150	624.540	467.630	450.670	467.370	12163.870	2.304
43.000	879.560	815.210	469.660	450.280	469.760	12786.020	2.422


```

.000 | VC GRVL .000 |
| F SILT .000 | F SAND .284 | VF GRVL
.000 |
| M SILT .000 | M SAND .230 | F GRVL
.000 |
44.000 1.000 .105 .105 1.000 1.000 | CLAY .000 | C SILT .000 | C SAND
.440 | M GRVL .000 |
| VF SILT .000 | VF SAND .046 | VC SAND
.000 | C GRVL .000 |
| F SILT .000 | F SAND .284 | VF GRVL
.000 | VC GRVL .000 |
| M SILT .000 | M SAND .230 | F GRVL
.000 |
45.000 1.000 .105 .105 1.000 1.000 | CLAY .000 | C SILT .000 | C SAND
.440 | M GRVL .000 |
| VF SILT .000 | VF SAND .046 | VC SAND
.000 | C GRVL .000 |
| F SILT .000 | F SAND .284 | VF GRVL
.000 | VC GRVL .000 |
| M SILT .000 | M SAND .230 | F GRVL
.000 |
46.000 1.000 .105 .105 1.000 1.000 | CLAY .000 | C SILT .000 | C SAND
.440 | M GRVL .000 |
| VF SILT .000 | VF SAND .046 | VC SAND
.000 | C GRVL .000 |
| F SILT .000 | F SAND .284 | VF GRVL
.000 | VC GRVL .000 |
| M SILT .000 | M SAND .230 | F GRVL
.000 |

```

BED SEDIMENT CONTROL VOLUMES

STREAM SEGMENT # 1: Dados Arrombado Projeto Espigoes Submersos.

SECTION NUMBER	LENGTH (ft)	WIDTH (ft)	DEPTH (ft)	V O L U M E (cu.ft) (cu.yd)	
1.000	666.895	554.080	437.030	.161488E+09	.598105E+07
2.000	1368.275	616.047	437.100	.368441E+09	.136460E+08
3.000	1032.975	816.327	441.590	.372369E+09	.137914E+08
4.000	1152.270	793.519	437.620	.400137E+09	.148199E+08
5.000	1045.380	924.073	442.770	.427719E+09	.158415E+08
6.000	507.235	1218.764	442.210	.273374E+09	.101250E+08
7.000	551.805	1466.357	440.210	.356193E+09	.131923E+08
8.000	653.100	1458.814	441.520	.420659E+09	.155800E+08
9.000	560.630	1074.623	445.130	.268176E+09	.993243E+07
10.000	286.465	777.716	445.170	.991787E+08	.367328E+07
13.000	210.450	627.561	441.030	.582469E+08	.215729E+07
16.000	233.255	554.469	434.870	.562429E+08	.208307E+07
20.000	269.705	578.635	436.470	.681158E+08	.252281E+07
25.000	227.185	596.920	436.410	.591821E+08	.219193E+07
28.000	171.575	635.670	432.370	.471564E+08	.174653E+07
31.000	182.925	701.496	444.050	.569810E+08	.211041E+07
34.000	199.015	704.639	441.690	.619398E+08	.229407E+07
37.000	304.575	648.748	442.340	.874030E+08	.323715E+07
38.000	431.740	617.813	445.360	.118793E+09	.439974E+07
39.000	491.110	570.712	445.230	.124790E+09	.462186E+07
40.000	585.270	533.853	444.210	.138792E+09	.514046E+07
41.000	675.540	566.717	442.410	.169372E+09	.627304E+07
42.000	667.570	643.244	440.670	.189228E+09	.700846E+07
43.000	750.855	814.935	440.280	.269406E+09	.997802E+07
44.000	958.155	880.606	439.000	.370409E+09	.137189E+08
45.000	874.085	734.998	441.820	.283848E+09	.105129E+08
46.000	355.710	676.117	445.490	.107141E+09	.396819E+07

NO. OF INPUT DATA MESSAGES= 0
END OF SEDIMENT DATA

=====

\$HYD
BEGIN COMPUTATIONS.

=====

TIME STEP # 1
 * B A FLOW 1 = BASE FLOW OF 10594 CFS

Dados Arrombado Projeto Espigoes Submersos.
 ACCUMULATED TIME (yrs).... 1.000
 FLOW DURATION (days)..... 365.000

UPSTREAM BOUNDARY CONDITIONS

Stream Segment # 1	DISCHARGE	SEDIMENT LOAD	TEMPERATURE
Section No. 46.000	(cfs)	(tons/day)	(deg F)
INFLOW	10594.00	14574.87	82.00

TABLE SA-1. TRAP EFFICIENCY ON STREAM SEGMENT # 1
 Dados Arrombado Projeto Espigoes Submersos.
 ACCUMULATED AC-FT ENTERING AND LEAVING THIS STREAM SEGMENT

TIME	ENTRY *	CLAY	*	SILT	*	SAND
DAYS	POINT *INFLOW	OUTFLOW	TRAP EFF*	INFLOW	OUTFLOW	TRAP EFF*INFLOW
365.00	46.000 *	187.71	*	1924.83	*	1220.51
TOTAL=	1.000 *	187.71	187.53 .00 *	1924.83	1886.72 .02 *	1220.51 6264.04 -
4.13 *						

TABLE SB-1: SEDIMENT LOAD PASSING THE BOUNDARIES OF STREAM SEGMENT # 1

SEDIMENT INFLOW at the Upstream Boundary:

GRAIN SIZE	LOAD (tons/day)	GRAIN SIZE	LOAD (tons/day)
CLAY.....	336.02	COARSE SAND.....	449.82
VERY FINE SILT....	570.32	VERY COARSE SAND..	.00
FINE SILT.....	419.06	VERY FINE GRAVEL..	.00
MEDIUM SILT.....	1736.68	FINE GRAVEL.....	.00
COARSE SILT.....	4739.65	MEDIUM GRAVEL.....	.00
VERY FINE SAND....	4737.17	COARSE GRAVEL.....	.00
FINE SAND.....	1054.22	VERY COARSE GRAVEL	.00
MEDIUM SAND.....	531.93		
		TOTAL =	14574.87

SEDIMENT OUTFLOW from the Downstream Boundary

GRAIN SIZE	LOAD (tons/day)	GRAIN SIZE	LOAD (tons/day)
CLAY.....	335.70	COARSE SAND.....	13449.90
VERY FINE SILT....	569.64	VERY COARSE SAND..	.00
FINE SILT.....	417.87	VERY FINE GRAVEL..	.00
MEDIUM SILT.....	1718.90	FINE GRAVEL.....	.00
COARSE SILT.....	4611.48	MEDIUM GRAVEL.....	.00
VERY FINE SAND....	3850.17	COARSE GRAVEL.....	.00
FINE SAND.....	10237.03	VERY COARSE GRAVEL	.00
MEDIUM SAND.....	7224.69		
		TOTAL =	42415.39

TABLE SB-2: STATUS OF THE BED PROFILE AT TIME = 365.000 DAYS

SECTION NUMBER	BED CHANGE (ft)	WS ELEV (ft)	THALWEG (ft)	Q (cfs)	CLAY	SILT	SAND
46.000	22.33	466.13	477.82	10594.	336.	7353.	6276.
45.000	-74.28	465.77	377.54	10594.	336.	7353.	11763.
44.000	-25.78	465.18	423.22	10594.	336.	7353.	13830.
43.000	86.75	464.94	537.03	10594.	336.	7353.	9435.
42.000	21.62	464.76	472.29	10594.	336.	7353.	8506.
41.000	1.59	464.55	454.00	10594.	336.	7353.	8443.
40.000	-.55	464.38	453.66	10594.	336.	7353.	8462.
39.000	-2.18	464.15	453.05	10594.	336.	7353.	8533.
38.000	42.09	464.10	497.45	10594.	336.	7340.	7185.

37.000	41.04	463.98	493.38	10594.	336.	7319.	6266.
34.000	-7.03	463.92	444.66	10594.	336.	7319.	6385.
31.000	-7.61	463.75	446.44	10594.	336.	7319.	6498.
28.000	-428.18	463.60	14.19	10594.	336.	7319.	11935.
25.000	-191.33	463.52	255.08	10594.	336.	7319.	14668.
20.000	139.15	463.39	585.62	10594.	336.	7319.	12614.
16.000	305.84	463.38	750.71	10594.	336.	7319.	9072.
13.000	137.08	463.36	588.11	10594.	336.	7319.	7301.
10.000	-12.01	463.25	443.16	10594.	336.	7319.	7588.
9.000	-2.57	463.15	452.56	10594.	336.	7318.	7762.
8.000	-74.90	462.73	376.62	10594.	336.	7318.	14830.
7.000	-164.21	462.15	286.00	10594.	336.	7318.	25452.
6.000	-185.90	461.17	266.31	10594.	336.	7318.	35139.
5.000	150.21	460.92	602.98	10594.	336.	7318.	20207.
4.000	123.89	460.40	571.51	10594.	336.	7318.	7799.
3.000	-.73	460.13	450.86	10594.	336.	7318.	7864.
2.000	-145.79	459.29	301.31	10594.	336.	7318.	19228.
1.000	-394.39	458.17	52.64	10594.	336.	7318.	34762.

\$PRT

...Selective Printout Option
 - Print at the following cross sections
 CP 1
 PS 32.0
 END

\$\$END

0 DATA ERRORS DETECTED.

TOTAL NO. OF TIME STEPS READ = 1
 TOTAL NO. OF WS PROFILES = 1
 ITERATIONS IN EXNER EQ = 1350

COMPUTATIONS COMPLETED
 RUN TIME = 0 HOURS, 0 MINUTES & 2.00 SECONDS

ANEXO C

Downstream Reach Lengths				
	River Sta	LOB	Channel	ROB
1	46	250,94	216,84	185,48
2	45	356	316	271
3	44	308,19	268,09	234,41
4	43	230,75	189,63	143,49
5	42	229,53	217,32	211,17
6	41	201,44	194,49	190,81
7	40	160,71	162,29	167,02
8	39	151,81	137,09	125,02
9	38	74,6	126,1	165,42
10	37	19,94	17,77	20,27
11	36	21,82	24,7	21,06
12	35	19,19	17,1	20,98
13	34	25,92	23,16	21,79
14	33	51	25,8	0
15	32	10,63	12,79	19,27
16	31	0	11,1	21,42
17	30	20,6	19,98	21,14
18	29	20,9	18,68	19,75
19	28	0	12,88	19,91
20	27	20,3	19,49	20,42
21	26	21,2	22,46	21,52
22	25	20,47	16,43	18,81
23	24	13,89	17,95	22,89
24	23	18,95	22,59	20,6
25	22	4,32	5,76	19,28
26	21	16,64	20,93	19,55
27	20	4,75	4,745	5,052
28	19.75*	4,75	4,745	5,052
29	19.5*	4,75	4,745	5,052
30	19.25*	4,75	4,745	5,052
31	19	4,182	4,174	4,374
32	18.8*	4,182	4,174	4,374
33	18.6*	4,182	4,174	4,374
34	18.4*	4,182	4,174	4,374
35	18.2*	4,182	4,174	4,374
36	18	20,12	20,81	19,13
37	17	19,68	20,09	21,79
38	16	19,08	25,76	37,46
39	15	20,49	24,88	22,94
40	14	24,25	10,8	0,2
41	13	23,43	21,82	24
42	12	25,24	21,25	18,27
43	11	27,32	23,78	20,24
44	10	74,85	107,78	160,74
45	9	0	233,98	435,02
46	8	155,06	164,15	290,74
47	7	221,07	172,23	229,47
48	6	200,15	136,98	234,73
49	5	500,9	445,42	310,52
50	4	207,93	202,14	194,65
51	3	484,36	427,56	370,63
52	2	427,54	406,54	398,33
53	1	0	0	0

Edit Manning's n or k Values							
	River Sta	Frctn (n/K)	n #1	n #2	n #3	n #4	n #5
1	46	n	0,0209	0,0209	0,0209		
2	45	n	0,0209	0,0209	0,0209		
3	44	n	0,0347	0,0556	0,0416		
4	43	n	0,0209	0,0347	0,0277	0,0347	0,0277
5	42	n	0,0209	0,0209	0,0209		
6	41	n	0,0209	0,0209	0,0209		
7	40	n	0,0209	0,0209	0,0209		
8	39	n	0,0209	0,0209	0,0209		
9	38	n	0,0209	0,0209	0,0209		
10	37	n	0,0209	0,0209	0,0209		
11	36	n	0,0209	0,0209	0,0209		
12	35	n	0,0209	0,0209	0,0209		
13	34	n	0,0209	0,0209	0,0209		
14	33	n	0,0209	0,0209	0,0209		
15	32	n	0,0209	0,0209	0,0209		
16	31	n	0,0209	0,0209	0,0209		
17	30	n	0,0209	0,0209	0,0209		
18	29	n	0,0209	0,0209	0,0209		
19	28	n	0,0209	0,0209	0,0209		
20	27	n	0,0209	0,0209	0,0209		
21	26	n	0,0209	0,0209	0,0209		
22	25	n	0,0209	0,0209	0,0209		
23	24	n	0,0209	0,0209	0,0209		
24	23	n	0,0209	0,0209	0,0209		
25	22	n	0,0209	0,0209	0,0209		
26	21	n	0,0209	0,0209	0,0209		
27	20	n	0,0209	0,0209	0,0209		
28	19.75*	n	0,0209	0,0209	0,0209		
29	19.5*	n	0,0209	0,0209	0,0209		
30	19.25*	n	0,0209	0,0209	0,0209		
31	19	n	0,0209	0,0209	0,0209		
32	18.8*	n	0,0209	0,0209	0,0209		
33	18.6*	n	0,0209	0,0209	0,0209		
34	18.4*	n	0,0209	0,0209	0,0209		
35	18.2*	n	0,0209	0,0209	0,0209		
36	18	n	0,0209	0,0209	0,0209		
37	17	n	0,0209	0,0209	0,0209		
38	16	n	0,0209	0,0209	0,0209		
39	15	n	0,0209	0,0209	0,0209		
40	14	n	0,0209	0,0209	0,0209		
41	13	n	0,0209	0,0209	0,0209		
42	12	n	0,0209	0,0209	0,0209		
43	11	n	0,0209	0,0209	0,0209		
44	10	n	0,0209	0,0209	0,0209		
45	9	n	0,0209	0,0209	0,0209		
46	8	n	0,0277	0,0209	0,0209		
47	7	n	0,0277	0,0209			
48	6	n	0,0277	0,0209			
49	5	n	0,0277	0,0209			
50	4	n	0,0209	0,0209	0,0209		
51	3	n	0,0209	0,0209	0,0209		
52	2	n	0,0209	0,0209	0,0209		
53	1	n	0,0209	0,0209	0,0209		

ANEXO D

Profile Output Table - Standard Table 1

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Taquari Reach: Total

Rivers = 1
 # Hydraulic Reaches = 1
 # River Stations = 53
 # Plans = 1
 # Profiles = 5

Reach	River Station	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Hydr Depth	LOB Elev	ROB Elev
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	(m)	(m)	(m)
<hr/>													
Total	46	100	138,87	140,83		140,84	0,000104	0,56	180,13	148,40	1,21	142,38	142,74
Total	46	200	138,87	141,51		141,53	0,00011	0,69	291,61	182,05	1,60	142,38	142,74
Total	46	300	138,87	142,05		142,08	0,000099	0,76	394,95	195,59	2,02	142,38	142,74
Total	46	400	138,87	142,38		142,42	0,000112	0,87	459,72	202,88	2,27	142,38	142,74
Total	46	500	138,87	142,64		142,69	0,000122	0,97	513,88	204,34	2,51	142,38	142,74
<hr/>													
Total	45	100	137,75	140,76		140,81	0,000203	0,96	104,09	61,47	1,69	142,35	143,48
Total	45	200	137,75	141,41		141,49	0,000421	1,27	157,78	106,67	1,48	142,35	143,48
Total	45	300	137,75	141,96		142,04	0,000522	1,25	240,96	197,22	1,22	142,35	143,48
Total	45	400	137,75	142,28		142,37	0,000439	1,31	306,46	205,27	1,49	142,35	143,48
Total	45	500	137,75	142,55		142,64	0,000405	1,38	361,03	208,04	1,74	142,35	143,48
<hr/>													
Total	44	100	136,89	140,70		140,73	0,000288	0,75	132,60	68,46	1,94	142,83	142,34
Total	44	200	136,89	141,26		141,33	0,000566	1,14	180,09	116,90	1,54	142,83	142,34

Total	44	300	136,89	141,71		141,80	0,001179	1,31	244,88	197,46	1,24	142,83	142,34
Total	44	400	136,89	142,07		142,16	0,0011	1,36	325,80	264,50	1,23	142,83	142,34
Total	44	500	136,89	142,36		142,45	0,000996	1,39	405,73	288,70	1,41	142,83	142,34
Total	43	100	137,28	140,66		140,68	0,000109	0,66	153,61	111,78	1,37	142,78	142,61
Total	43	200	137,28	141,20		141,25	0,000163	0,94	219,75	129,05	1,70	142,78	142,61
Total	43	300	137,28	141,62		141,69	0,000191	1,14	275,44	136,65	2,02	142,78	142,61
Total	43	400	137,28	141,97		142,05	0,000217	1,31	323,54	145,26	2,23	142,78	142,61
Total	43	500	137,28	142,23		142,33	0,000249	1,48	362,98	162,46	2,23	142,78	142,61
Total	42	100	137,40	140,63		140,66	0,000158	0,71	141,16	109,83	1,29	142,57	142,49
Total	42	200	137,40	141,16		141,21	0,000257	0,98	204,41	141,01	1,45	142,57	142,49
Total	42	300	137,40	141,58		141,65	0,000258	1,13	264,79	146,99	1,80	142,57	142,49
Total	42	400	137,40	141,92		142,00	0,000319	1,25	319,87	179,44	1,78	142,57	142,49
Total	42	500	137,40	142,18		142,27	0,000334	1,36	368,57	189,46	1,95	142,57	142,49
Total	41	100	137,93	140,61		140,63	0,000077	0,58	171,89	104,49	1,65	142,67	142,59
Total	41	200	137,93	141,13		141,17	0,000129	0,88	226,99	109,35	2,08	142,67	142,59
Total	41	300	137,93	141,53		141,60	0,000206	1,09	275,24	136,50	2,02	142,67	142,59
Total	41	400	137,93	141,86		141,94	0,000266	1,23	324,61	162,40	2,00	142,67	142,59
Total	41	500	137,93	142,11		142,21	0,000285	1,37	366,23	165,61	2,21	142,67	142,59
Total	40	100	138,48	140,59		140,61	0,000191	0,68	147,96	142,72	1,04	142,85	142,8
Total	40	200	138,48	141,10		141,14	0,000206	0,90	222,05	147,24	1,51	142,85	142,8
Total	40	300	138,48	141,50		141,55	0,000217	1,07	281,55	150,78	1,87	142,85	142,8
Total	40	400	138,48	141,81		141,89	0,000233	1,21	329,61	152,85	2,16	142,85	142,8
Total	40	500	138,48	142,06		142,15	0,000255	1,36	367,78	154,02	2,39	142,85	142,8

Total	39	100	138,79	140,50		140,55	0,000767	1,00	99,94	152,07	0,66	142,57	142,79
Total	39	200	138,79	141,03		141,09	0,000441	1,10	181,60	157,92	1,15	142,57	142,79
Total	39	300	138,79	141,43		141,51	0,000373	1,22	246,34	162,41	1,52	142,57	142,79
Total	39	400	138,79	141,75		141,84	0,000361	1,34	298,27	166,06	1,80	142,57	142,79
Total	39	500	138,79	141,99		142,10	0,000376	1,47	339,44	169,19	2,01	142,57	142,79
Total	38	100	138,83	140,48		140,50	0,000146	0,57	174,91	177,52	0,99	142,72	142,34
Total	38	200	138,83	141,02		141,05	0,000141	0,74	271,18	183,12	1,48	142,72	142,34
Total	38	300	138,83	141,43		141,46	0,000144	0,87	346,74	186,60	1,86	142,72	142,34
Total	38	400	138,83	141,75		141,80	0,000152	0,98	406,44	187,59	2,17	142,72	142,34
Total	38	500	138,83	141,99		142,06	0,000166	1,10	453,01	188,36	2,41	142,72	142,34
Total	37	100	137,91	140,45		140,48	0,000265	0,69	144,43	171,45	0,84	142,09	142,41
Total	37	200	137,91	140,99		141,02	0,000208	0,84	237,08	174,31	1,36	142,09	142,41
Total	37	300	137,91	141,39		141,44	0,000198	0,97	308,41	176,48	1,75	142,09	142,41
Total	37	400	137,91	141,71		141,77	0,000209	1,10	364,73	181,55	2,01	142,09	142,41
Total	37	500	137,91	141,95		142,03	0,000231	1,22	409,58	187,07	2,19	142,09	142,41
Total	36	100	138,51	140,42		140,47	0,000715	0,92	108,58	177,36	0,61	141,36	142,35
Total	36	200	138,51	140,97		141,02	0,000347	0,97	206,80	182,41	1,13	141,36	142,35
Total	36	300	138,51	141,38		141,44	0,000285	1,06	282,37	186,63	1,51	141,36	142,35
Total	36	400	138,51	141,70		141,77	0,000277	1,17	342,21	191,39	1,79	141,36	142,35
Total	36	500	138,51	141,94		142,02	0,00029	1,28	389,24	195,27	1,99	141,36	142,35
Total	35	100	138,66	140,41		140,45	0,000561	0,86	116,68	176,79	0,66	141,96	142,22
Total	35	200	138,66	140,97		141,01	0,000296	0,91	219,14	186,65	1,17	141,96	142,22

Total	35	300	138,66	141,38		141,43	0,000246	1,01	296,51	188,61	1,57	141,96	142,22
Total	35	400	138,66	141,70		141,76	0,00024	1,12	356,54	190,13	1,88	141,96	142,22
Total	35	500	138,66	141,94		142,02	0,000258	1,24	402,98	195,00	2,07	141,96	142,22
Total	34	100	137,71	140,40		140,44	0,000656	0,89	112,07	179,92	0,62	141,87	142,6
Total	34	200	137,71	140,96		141,00	0,000317	0,90	221,24	201,74	1,10	141,87	142,6
Total	34	300	137,71	141,38		141,43	0,000253	0,98	306,97	210,29	1,46	141,87	142,6
Total	34	400	137,71	141,70		141,75	0,000236	1,07	374,45	212,74	1,76	141,87	142,6
Total	34	500	137,71	141,94		142,01	0,000241	1,17	426,59	214,42	1,99	141,87	142,6
Total	33	100	137,99	140,38		140,42	0,000578	0,92	108,39	150,30	0,72	141,02	142,28
Total	33	200	137,99	140,95		140,99	0,000429	0,95	209,57	221,03	0,95	141,02	142,28
Total	33	300	137,99	141,37		141,42	0,000286	0,99	303,98	224,54	1,35	141,02	142,28
Total	33	400	137,99	141,69		141,75	0,000254	1,06	376,44	227,38	1,66	141,02	142,28
Total	33	500	137,99	141,94		142,00	0,000255	1,16	432,46	230,44	1,88	141,02	142,28
Total	32	100	138,23	140,34		140,40	0,000853	1,09	91,84	133,18	0,69	141,79	142,28
Total	32	200	138,23	140,92		140,98	0,0005	1,12	179,09	167,39	1,07	141,79	142,28
Total	32	300	138,23	141,34		141,41	0,000406	1,17	256,31	190,86	1,34	141,79	142,28
Total	32	400	138,23	141,66		141,74	0,000375	1,26	318,56	201,24	1,58	141,79	142,28
Total	32	500	138,23	141,90		141,99	0,000379	1,36	368,21	208,39	1,77	141,79	142,28
Total	31	100	138,43	140,32		140,39	0,001061	1,21	82,97	121,42	0,68	142,75	142,4
Total	31	200	138,43	140,90		140,97	0,000599	1,17	170,75	169,94	1,00	142,75	142,4
Total	31	300	138,43	141,33		141,40	0,000455	1,20	249,68	194,67	1,28	142,75	142,4
Total	31	400	138,43	141,65		141,73	0,000396	1,28	313,09	200,69	1,56	142,75	142,4
Total	31	500	138,43	141,89		141,99	0,000394	1,38	361,97	205,23	1,76	142,75	142,4

Total	30	100	136,51	140,31		140,38	0,000504	1,12	89,36	83,13	1,07	142,75	142,17
Total	30	200	136,51	140,88		140,96	0,000623	1,27	156,99	141,37	1,11	142,75	142,17
Total	30	300	136,51	141,31		141,39	0,000584	1,32	226,99	184,65	1,23	142,75	142,17
Total	30	400	136,51	141,63		141,73	0,000509	1,38	289,41	198,76	1,46	142,75	142,17
Total	30	500	136,51	141,87		141,98	0,000488	1,48	337,88	202,76	1,67	142,75	142,17
Total	29	100	134,29	140,31		140,37	0,000406	1,08	92,89	75,65	1,23	142,15	142,45
Total	29	200	134,29	140,87		140,95	0,000623	1,27	157,21	139,81	1,12	142,15	142,45
Total	29	300	134,29	141,29		141,38	0,000557	1,35	222,20	166,63	1,33	142,15	142,45
Total	29	400	134,29	141,61		141,71	0,000498	1,45	275,47	170,33	1,62	142,15	142,45
Total	29	500	134,29	141,84		141,97	0,000506	1,58	316,34	177,78	1,78	142,15	142,45
Total	28	100	134,87	140,31		140,36	0,00025	0,98	101,87	66,23	1,54	142,79	142,68
Total	28	200	134,87	140,86		140,94	0,000547	1,23	162,14	137,30	1,18	142,79	142,68
Total	28	300	134,87	141,28		141,37	0,000523	1,32	226,67	167,40	1,35	142,79	142,68
Total	28	400	134,87	141,60		141,70	0,000477	1,42	281,31	174,22	1,61	142,79	142,68
Total	28	500	134,87	141,84		141,96	0,000484	1,55	322,77	177,79	1,82	142,79	142,68
Total	27	100	135,18	140,31		140,36	0,000205	1,00	100,41	55,07	1,82	142,79	142,66
Total	27	200	135,18	140,84		140,93	0,000651	1,34	148,91	126,86	1,17	142,79	142,66
Total	27	300	135,18	141,26		141,36	0,000655	1,42	211,54	167,49	1,26	142,79	142,66
Total	27	400	135,18	141,58		141,70	0,000573	1,50	266,83	175,98	1,52	142,79	142,66
Total	27	500	135,18	141,82		141,95	0,000566	1,62	308,81	179,70	1,72	142,79	142,66
Total	26	100	135,75	140,29		140,35	0,000185	1,07	93,81	42,49	2,21	142,53	142,53
Total	26	200	135,75	140,81		140,92	0,00076	1,43	139,59	120,93	1,15	142,53	142,53

Total	26	300	135,75	141,23		141,35	0,000723	1,50	199,51	155,41	1,28	142,53	142,53
Total	26	400	135,75	141,55		141,68	0,000652	1,59	252,16	167,89	1,50	142,53	142,53
Total	26	500	135,75	141,79		141,94	0,000647	1,71	291,92	172,30	1,69	142,53	142,53
Total	25	100	136,10	140,31		140,34	0,00006	0,72	138,35	48,79	2,84	142,58	142,63
Total	25	200	136,10	140,83		140,89	0,000287	1,08	184,42	117,10	1,57	142,58	142,63
Total	25	300	136,10	141,25		141,32	0,000371	1,25	240,87	151,25	1,59	142,58	142,63
Total	25	400	136,10	141,57		141,66	0,000389	1,37	291,09	163,22	1,78	142,58	142,63
Total	25	500	136,10	141,80		141,92	0,000417	1,52	329,90	168,39	1,96	142,58	142,63
Total	24	100	136,69	140,28		140,34	0,000153	1,02	98,09	42,48	2,31	142,49	142,94
Total	24	200	136,69	140,74		140,88	0,000681	1,61	123,91	83,23	1,49	142,49	142,94
Total	24	300	136,69	141,15		141,31	0,001034	1,75	171,70	140,64	1,22	142,49	142,94
Total	24	400	136,69	141,47		141,64	0,00091	1,83	218,99	152,50	1,44	142,49	142,94
Total	24	500	136,69	141,70		141,90	0,000919	1,97	254,44	159,94	1,59	142,49	142,94
Total	23	100	136,48	140,30		140,33	0,000073	0,71	141,80	62,06	2,28	142,36	143,01
Total	23	200	136,48	140,79		140,85	0,000235	1,08	184,41	101,65	1,81	142,36	143,01
Total	23	300	136,48	141,19		141,28	0,000366	1,29	232,55	137,93	1,69	142,36	143,01
Total	23	400	136,48	141,51		141,61	0,000395	1,43	278,85	149,52	1,86	142,36	143,01
Total	23	500	136,48	141,74		141,87	0,000451	1,59	313,63	158,67	1,98	142,36	143,01
Total	22	100	136,48	140,29		140,32	0,000107	0,80	124,48	59,43	2,09	142,62	142,99
Total	22	200	136,48	140,76		140,84	0,000316	1,25	160,05	88,90	1,80	142,62	142,99
Total	22	300	136,48	141,15		141,26	0,00051	1,49	201,04	122,83	1,64	142,62	142,99
Total	22	400	136,48	141,46		141,60	0,000561	1,65	241,78	136,12	1,78	142,62	142,99
Total	22	500	136,48	141,68		141,85	0,000667	1,84	272,31	149,26	1,82	142,62	142,99

Total	21	100	137,15	140,28		140,32	0,000139	0,91	109,84	52,93	2,08	142,35	143,12
Total	21	200	137,15	140,73		140,84	0,000437	1,45	137,97	78,19	1,76	142,35	143,12
Total	21	300	137,15	141,10		141,25	0,000773	1,74	172,74	114,85	1,50	142,35	143,12
Total	21	400	137,15	141,41		141,59	0,000827	1,89	211,58	130,35	1,62	142,35	143,12
Total	21	500	137,15	141,61		141,84	0,000916	2,09	238,93	136,50	1,75	142,35	143,12
Total	20	100	136,12	140,29		140,31	0,000072	0,67	150,05	70,29	2,13	141,87	142
Total	20	200	136,12	140,76		140,81	0,000198	1,07	187,63	93,42	2,01	141,87	142
Total	20	300	136,12	141,14		141,22	0,000327	1,32	227,48	120,10	1,89	141,87	142
Total	20	400	136,12	141,44		141,56	0,000396	1,50	267,50	137,61	1,94	141,87	142
Total	20	500	136,12	141,66		141,80	0,000465	1,69	297,65	147,43	2,02	141,87	142
Total	19	100	136,19	140,29		140,31	0,000082	0,71	141,05	66,97	2,11	141,89	142,2
Total	19	200	136,19	140,75		140,81	0,000226	1,13	176,25	88,08	2,00	141,89	142,2
Total	19	300	136,19	141,12		141,22	0,000363	1,40	213,81	111,25	1,92	141,89	142,2
Total	19	400	136,19	141,43		141,55	0,000466	1,59	251,52	133,54	1,88	141,89	142,2
Total	19	500	136,19	141,63		141,80	0,000542	1,79	280,08	142,48	1,97	141,89	142,2
Total	19	100	136,26	140,28		140,31	0,000093	0,75	133,12	63,44	2,10	141,91	142,4
Total	19	200	136,26	140,74		140,81	0,000257	1,21	165,89	83,48	1,99	141,91	142,4
Total	19	300	136,26	141,10		141,22	0,000417	1,49	201,26	106,11	1,90	141,91	142,4
Total	19	400	136,26	141,40		141,55	0,000545	1,69	236,35	128,81	1,83	141,91	142,4
Total	19	500	136,26	141,61		141,79	0,000637	1,91	263,33	138,04	1,91	141,91	142,4
Total	19	100	136,33	140,28		140,31	0,000103	0,79	126,31	60,16	2,10	141,93	142,6
Total	19	200	136,33	140,72		140,81	0,000291	1,28	156,55	79,24	1,98	141,93	142,6

Total	19	300	136,33	141,09		141,21	0,00048	1,58	189,68	101,56	1,87	141,93	142,6
Total	19	400	136,33	141,38		141,54	0,000626	1,80	222,09	122,40	1,81	141,93	142,6
Total	19	500	136,33	141,57		141,78	0,000753	2,03	247,24	133,89	1,85	141,93	142,6
Total	19	100	136,40	140,27		140,31	0,000112	0,83	120,68	56,83	2,12	141,95	142,8
Total	19	200	136,40	140,71		140,80	0,000314	1,35	148,40	73,31	2,02	141,95	142,8
Total	19	300	136,40	141,07		141,21	0,000548	1,67	179,16	97,13	1,84	141,95	142,8
Total	19	400	136,40	141,35		141,54	0,000702	1,92	209,09	114,69	1,82	141,95	142,8
Total	19	500	136,40	141,54		141,78	0,000891	2,17	231,79	129,33	1,79	141,95	142,8
Total	18	100	136,10	140,28		140,31	0,000076	0,70	143,11	64,95	2,20	142,03	142,81
Total	18	200	136,10	140,73		140,80	0,000198	1,15	174,26	77,34	2,25	142,03	142,81
Total	18	300	136,10	141,09		141,20	0,00035	1,46	206,00	98,33	2,10	142,03	142,81
Total	18	400	136,10	141,38		141,52	0,000481	1,69	236,72	114,83	2,06	142,03	142,81
Total	18	500	136,10	141,57		141,76	0,00063	1,92	260,13	130,14	2,00	142,03	142,81
Total	18	100	135,80	140,28		140,30	0,000049	0,60	167,33	69,26	2,42	142,1	142,82
Total	18	200	135,80	140,74		140,79	0,00013	1,00	200,69	80,32	2,50	142,1	142,82
Total	18	300	135,80	141,10		141,19	0,000234	1,29	233,26	98,92	2,36	142,1	142,82
Total	18	400	135,80	141,40		141,51	0,000342	1,51	264,66	117,32	2,26	142,1	142,82
Total	18	500	135,80	141,59		141,75	0,000463	1,73	289,01	131,42	2,20	142,1	142,82
Total	18	100	135,49	140,29		140,30	0,000033	0,52	192,68	73,11	2,64	142,18	142,82
Total	18	200	135,49	140,75		140,79	0,000089	0,88	227,83	82,97	2,75	142,18	142,82
Total	18	300	135,49	141,11		141,18	0,00016	1,15	261,29	98,73	2,65	142,18	142,82
Total	18	400	135,49	141,41		141,51	0,000248	1,37	292,91	118,64	2,47	142,18	142,82
Total	18	500	135,49	141,61		141,73	0,000356	1,57	318,19	137,06	2,32	142,18	142,82

Total	18	100	135,19	140,29		140,30	0,000023	0,46	219,03	76,38	2,87	142,25	142,83
Total	18	200	135,19	140,75		140,78	0,000063	0,78	255,79	85,53	2,99	142,25	142,83
Total	18	300	135,19	141,12		141,18	0,000114	1,03	290,18	99,35	2,92	142,25	142,83
Total	18	400	135,19	141,42		141,50	0,000179	1,24	321,75	116,99	2,75	142,25	142,83
Total	18	500	135,19	141,62		141,73	0,000281	1,44	347,93	143,41	2,43	142,25	142,83
Total	18	100	134,89	140,29		140,30	0,000016	0,41	246,40	79,35	3,11	142,33	142,84
Total	18	200	134,89	140,76		140,78	0,000046	0,70	284,62	87,99	3,23	142,33	142,84
Total	18	300	134,89	141,13		141,17	0,000084	0,94	319,98	100,72	3,18	142,33	142,84
Total	18	400	134,89	141,43		141,49	0,000129	1,14	351,87	114,06	3,09	142,33	142,84
Total	18	500	134,89	141,63		141,72	0,000214	1,32	378,44	144,00	2,63	142,33	142,84
Total	17	100	135,00	140,29		140,30	0,000028	0,48	206,53	75,57	2,73	142,43	142,9
Total	17	200	135,00	140,74		140,78	0,000071	0,83	242,09	79,97	3,03	142,43	142,9
Total	17	300	135,00	141,11		141,17	0,00012	1,10	272,02	86,16	3,16	142,43	142,9
Total	17	400	135,00	141,40		141,49	0,000211	1,34	299,16	109,39	2,73	142,43	142,9
Total	17	500	135,00	141,59		141,71	0,00035	1,55	323,38	139,39	2,32	142,43	142,9
Total	16	100	135,63	140,28		140,30	0,000034	0,49	203,70	86,37	2,36	142,28	142,91
Total	16	200	135,63	140,74		140,78	0,000081	0,82	244,31	91,52	2,67	142,28	142,91
Total	16	300	135,63	141,11		141,17	0,000138	1,08	278,92	104,20	2,68	142,28	142,91
Total	16	400	135,63	141,40		141,48	0,000197	1,29	310,96	115,86	2,68	142,28	142,91
Total	16	500	135,63	141,59		141,70	0,00033	1,49	336,49	148,85	2,26	142,28	142,91
Total	15	100	136,80	140,28		140,30	0,000073	0,59	170,51	98,72	1,73	142,43	142,69
Total	15	200	136,80	140,73		140,77	0,00015	0,92	217,37	109,82	1,98	142,43	142,69

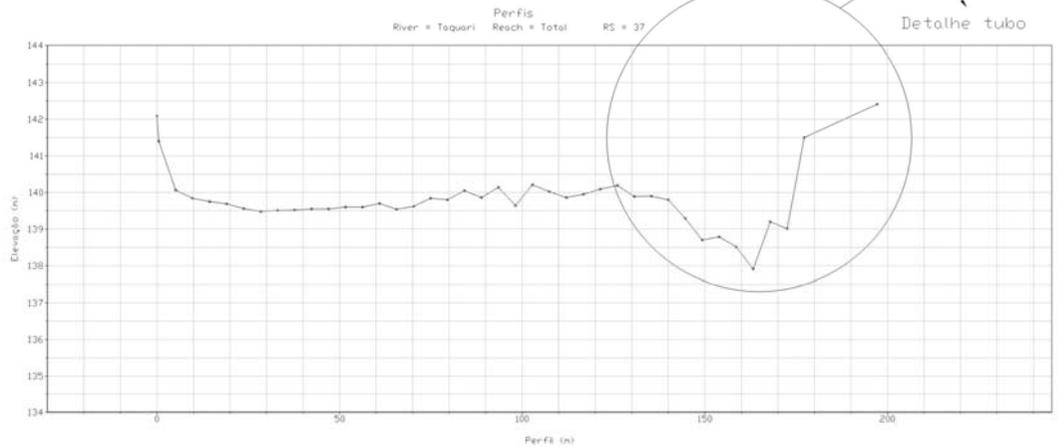
Total	15	300	136,80	141,09		141,16	0,000203	1,16	258,31	115,39	2,24	142,43	142,69
Total	15	400	136,80	141,38		141,48	0,000282	1,36	293,95	132,54	2,22	142,43	142,69
Total	15	500	136,80	141,57		141,69	0,000408	1,56	320,02	154,85	2,07	142,43	142,69
Total	14	100	137,31	140,28		140,29	0,000088	0,60	167,28	108,61	1,54	141,57	141,53
Total	14	200	137,31	140,73		140,77	0,000157	0,92	217,22	113,31	1,92	141,57	141,53
Total	14	300	137,31	141,09		141,16	0,000207	1,16	259,09	119,35	2,17	141,57	141,53
Total	14	400	137,31	141,37		141,47	0,000267	1,36	295,81	140,33	2,11	141,57	141,53
Total	14	500	137,31	141,56		141,68	0,000346	1,57	322,96	163,16	1,98	141,57	141,53
Total	13	100	137,51	140,28		140,29	0,000066	0,52	192,08	123,54	1,55	141,59	141,53
Total	13	200	137,51	140,73		140,76	0,000116	0,80	249,15	127,82	1,95	141,59	141,53
Total	13	300	137,51	141,10		141,15	0,000152	1,01	296,42	130,99	2,26	141,59	141,53
Total	13	400	137,51	141,39		141,46	0,000191	1,19	336,84	152,78	2,20	141,59	141,53
Total	13	500	137,51	141,57		141,67	0,000254	1,38	367,05	173,59	2,11	141,59	141,53
Total	12	100	138,30	140,27		140,29	0,000115	0,62	161,33	120,72	1,34	142,29	141,52
Total	12	200	138,30	140,72		140,76	0,000184	0,92	216,82	127,26	1,70	142,29	141,52
Total	12	300	138,30	141,08		141,14	0,000243	1,14	264,05	139,93	1,89	142,29	141,52
Total	12	400	138,30	141,37		141,45	0,00031	1,30	307,21	159,27	1,93	142,29	141,52
Total	12	500	138,30	141,55		141,66	0,000413	1,48	338,79	180,63	1,88	142,29	141,52
Total	11	100	138,69	140,26		140,29	0,000262	0,76	130,97	133,63	0,98	142,16	142,22
Total	11	200	138,69	140,70		140,75	0,000327	1,02	195,41	151,79	1,29	142,16	142,22
Total	11	300	138,69	141,06		141,14	0,00036	1,19	252,01	167,41	1,51	142,16	142,22
Total	11	400	138,69	141,36		141,44	0,000397	1,32	303,83	186,63	1,63	142,16	142,22
Total	11	500	138,69	141,54		141,65	0,000482	1,47	341,01	206,37	1,65	142,16	142,22

Total	10	100	138,77	140,24		140,28	0,000354	0,82	122,45	141,24	0,87	142,2	142,62
Total	10	200	138,77	140,69		140,75	0,000372	1,06	187,92	151,36	1,24	142,2	142,62
Total	10	300	138,77	141,05		141,13	0,000385	1,23	244,12	162,37	1,50	142,2	142,62
Total	10	400	138,77	141,34		141,43	0,000467	1,34	298,19	201,34	1,48	142,2	142,62
Total	10	500	138,77	141,53		141,64	0,000541	1,48	337,42	219,09	1,54	142,2	142,62
Total	9	100	138,76	140,09		140,19	0,003006	1,36	73,58	197,10	0,37	141,92	142,25
Total	9	200	138,76	140,64		140,70	0,000584	1,02	196,21	236,70	0,83	141,92	142,25
Total	9	300	138,76	141,02		141,08	0,000396	1,04	289,14	253,72	1,14	141,92	142,25
Total	9	400	138,76	141,32		141,38	0,000351	1,08	369,39	277,48	1,33	141,92	142,25
Total	9	500	138,76	141,51		141,58	0,000357	1,19	421,53	279,84	1,51	141,92	142,25
Total	8	100	137,66	139,92		139,99	0,000365	1,20	83,51	61,92	1,35	141,92	142,34
Total	8	200	137,66	140,47		140,56	0,000533	1,32	152,02	178,08	0,85	141,92	142,34
Total	8	300	137,66	140,85		140,94	0,000966	1,28	234,90	291,60	0,81	141,92	142,34
Total	8	400	137,66	141,20		141,26	0,00088	1,11	361,58	451,45	0,80	141,92	142,34
Total	8	500	137,66	141,41		141,47	0,000656	1,09	458,28	467,56	0,98	141,92	142,34
Total	7	100	137,26	139,81		139,91	0,000708	1,41	70,73	59,94	1,18	142,17	142,06
Total	7	200	137,26	140,30		140,44	0,000899	1,70	117,80	158,25	0,74	142,17	142,06
Total	7	300	137,26	140,66		140,78	0,000868	1,56	192,70	247,58	0,78	142,17	142,06
Total	7	400	137,26	141,00		141,09	0,001159	1,36	293,56	370,88	0,79	142,17	142,06
Total	7	500	137,26	141,26		141,34	0,000966	1,24	403,95	448,55	0,90	142,17	142,06
Total	6	100	137,87	139,65		139,76	0,001032	1,49	67,24	70,42	0,95	142,17	141,94
Total	6	200	137,87	140,03		140,24	0,001451	2,06	97,20	107,70	0,90	142,17	141,94

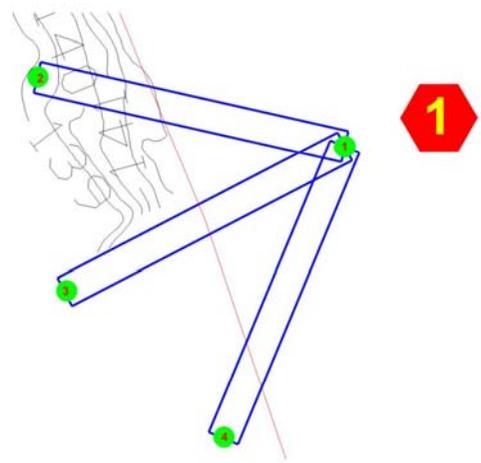
Total	6	300	137,87	140,38		140,59	0,001393	2,03	147,70	179,86	0,82	142,17	141,94
Total	6	400	137,87	140,71		140,88	0,001152	1,86	214,82	220,83	0,97	142,17	141,94
Total	6	500	137,87	141,00		141,15	0,001054	1,76	284,25	257,87	1,10	142,17	141,94
Total	5	100	138,04	139,58		139,63	0,000708	0,95	105,71	159,07	0,66	141,59	141,8
Total	5	200	138,04	140,02		140,08	0,000564	1,09	183,40	185,70	0,99	141,59	141,8
Total	5	300	138,04	140,36		140,44	0,000526	1,19	251,52	216,76	1,16	141,59	141,8
Total	5	400	138,04	140,68		140,76	0,000466	1,22	328,06	250,73	1,31	141,59	141,8
Total	5	500	138,04	140,95		141,03	0,000503	1,25	399,42	296,09	1,35	141,59	141,8
Total	4	100	136,47	139,46		139,48	0,000172	0,59	168,33	181,06	0,93	140,67	140,71
Total	4	200	136,47	139,90		139,93	0,000196	0,80	250,33	190,58	1,31	140,67	140,71
Total	4	300	136,47	140,24		140,29	0,000208	0,95	316,38	194,63	1,63	140,67	140,71
Total	4	400	136,47	140,56		140,62	0,000208	1,06	379,03	198,39	1,91	140,67	140,71
Total	4	500	136,47	140,82		140,89	0,000213	1,16	431,54	202,77	2,13	140,67	140,71
Total	3	100	137,68	139,26		139,38	0,003205	1,53	65,51	154,30	0,42	140,74	140,7
Total	3	200	137,68	139,79		139,86	0,000773	1,12	178,32	229,56	0,78	140,74	140,7
Total	3	300	137,68	140,16		140,22	0,000501	1,14	263,51	239,46	1,10	140,74	140,7
Total	3	400	137,68	140,49		140,56	0,000417	1,15	346,84	269,64	1,29	140,74	140,7
Total	3	500	137,68	140,76		140,84	0,000346	1,19	421,11	272,59	1,54	140,74	140,7
Total	2	100	136,31	139,16		139,19	0,000135	0,75	132,71	83,24	1,59	140,41	140,85
Total	2	200	136,31	139,62		139,68	0,000252	1,16	172,50	90,44	1,91	140,41	140,85
Total	2	300	136,31	139,92		140,03	0,000394	1,49	201,02	101,03	1,99	140,41	140,85
Total	2	400	136,31	140,19		140,34	0,000577	1,73	230,86	123,53	1,87	140,41	140,85
Total	2	500	136,31	140,43		140,62	0,000748	1,88	265,33	152,36	1,74	140,41	140,85

Total	1	100	136,29	139,00	138,15	139,07	0,001001	1,20	83,02	116,42	0,71	140,25	140,46
Total	1	200	136,29	139,40	138,95	139,50	0,001	1,40	143,14	160,64	0,89	140,25	140,46
Total	1	300	136,29	139,65	139,18	139,79	0,001002	1,64	183,34	162,50	1,13	140,25	140,46
Total	1	400	136,29	139,87	139,36	140,04	0,001	1,83	218,88	164,12	1,33	140,25	140,46
Total	1	500	136,29	140,06	139,50	140,26	0,001	1,99	251,14	165,57	1,52	140,25	140,46

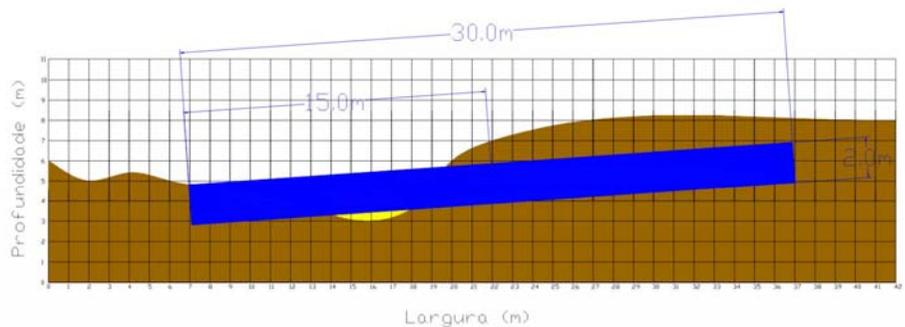
ANEXO E



Perfil Seção Transversal



Planta Baixa

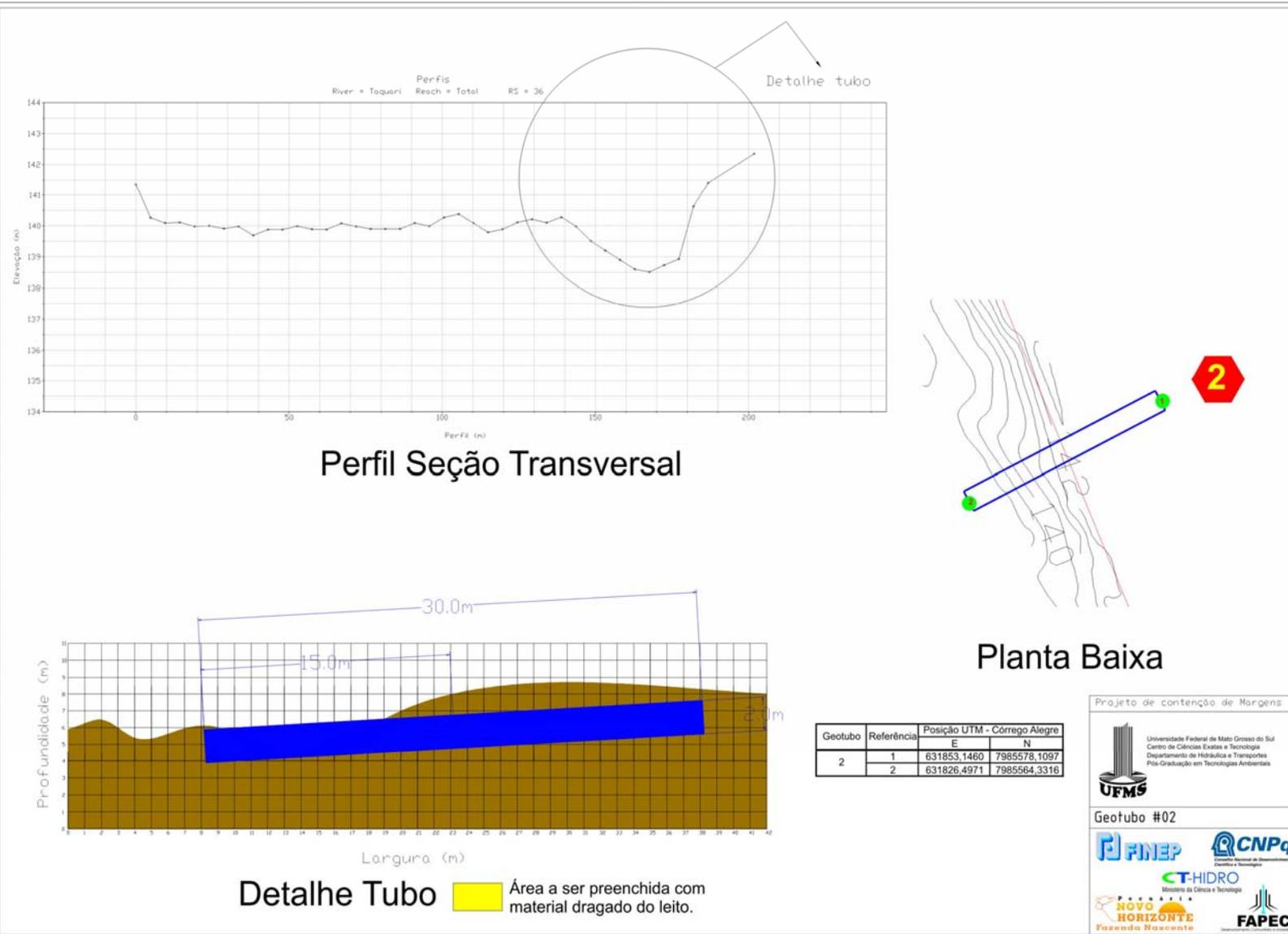


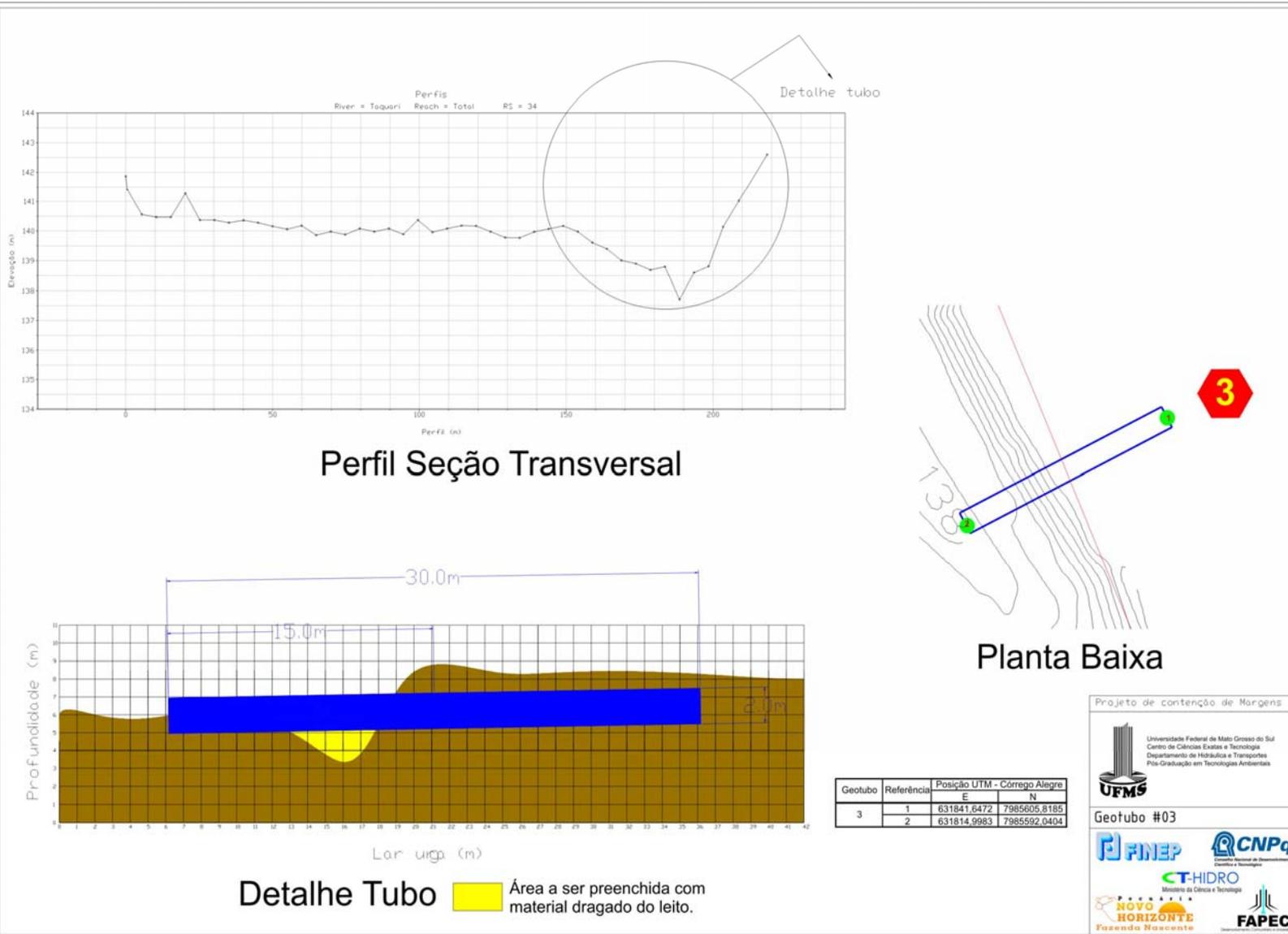
Detalhe Tubo Área a ser preenchida com material dragado do leito.

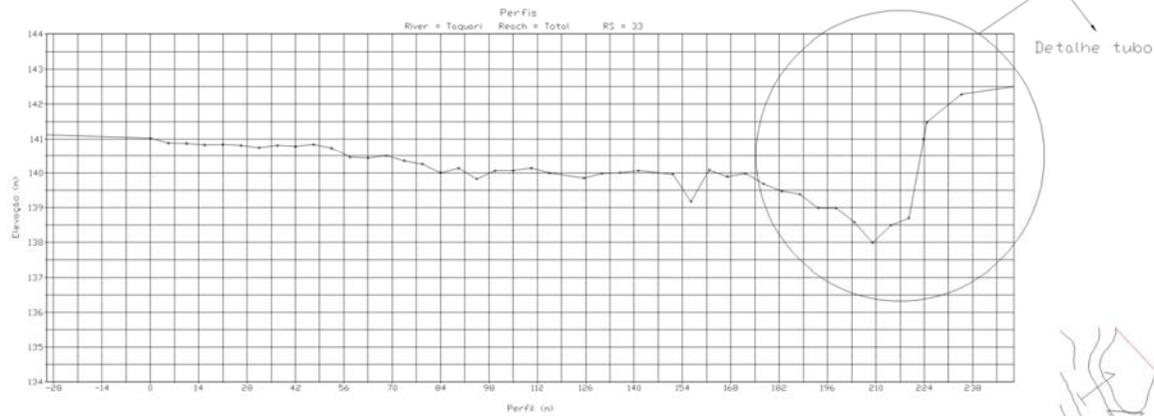
Geotubo	Referência	Posição UTM - Córrego Alegre	
		E	N
1	1	631864,6418	7985550,4081
	2	631835,3711	7985556,9831
	3	631837,9928	7985536,6300
	4	631853,0839	7985522,7239

Projeto de contenção de Margens

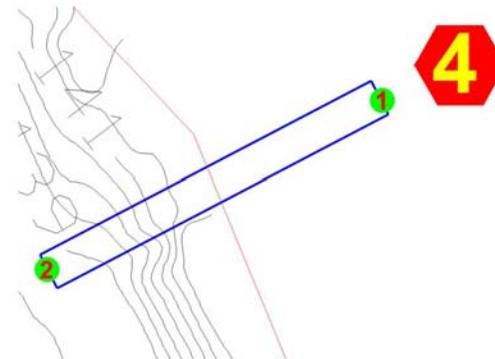
Geotubo #01



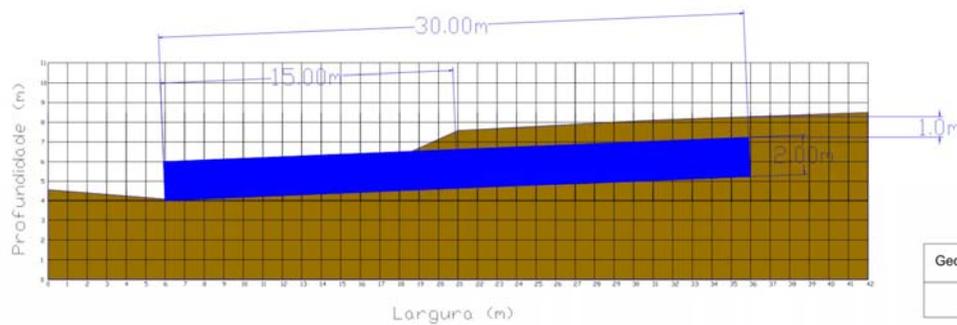




Perfil Seção Transversal



Planta Baixa



Detalhe Tubo Área a ser preenchida com material dragado do leito.

Geotubo	Referência	Posição UTM - Córrego Alegre	
		E	N
4	1	631830,1557	7985633,5098
	2	631803,5068	7985619,7318

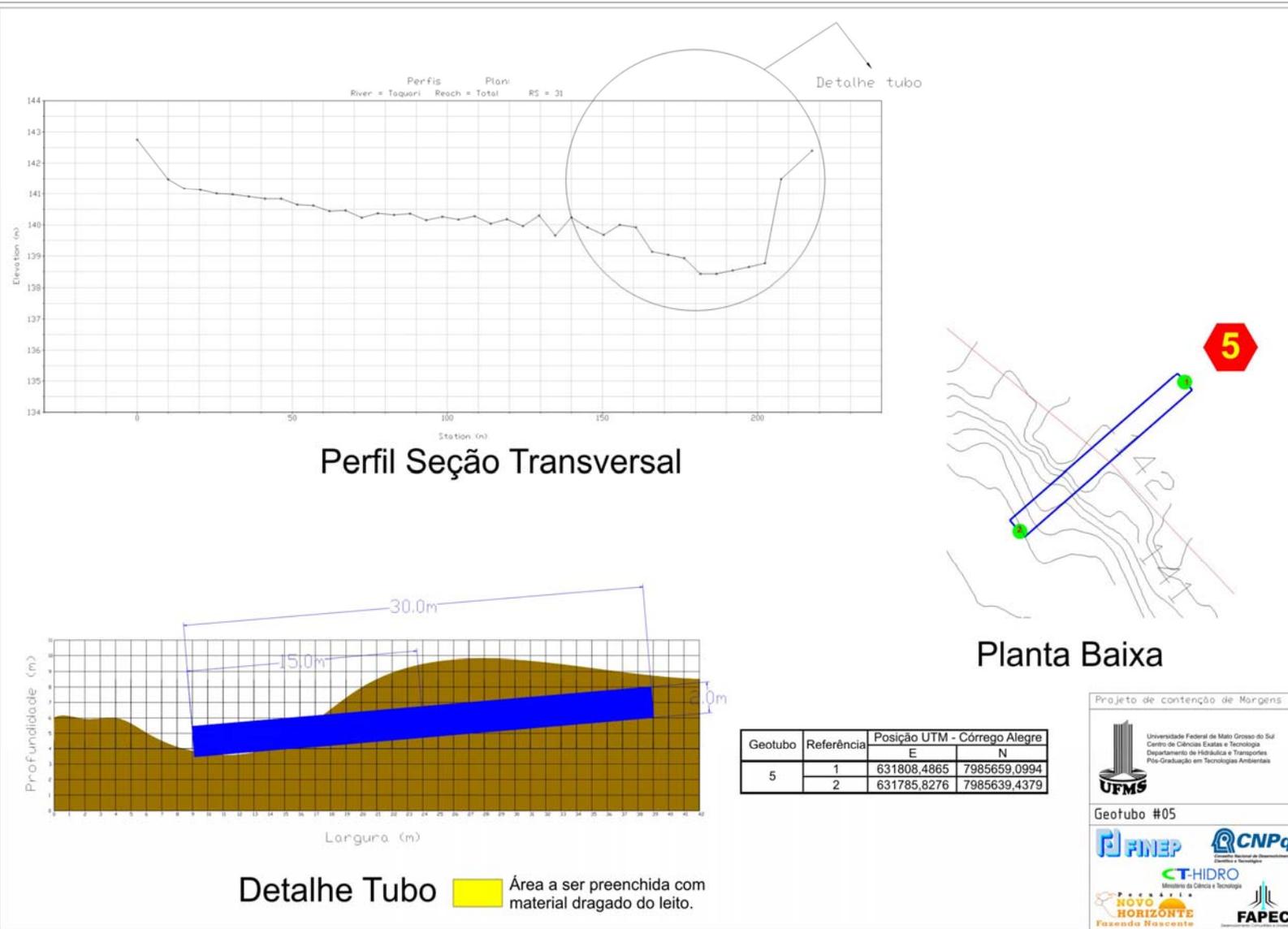
Projeto de contenção de Margens

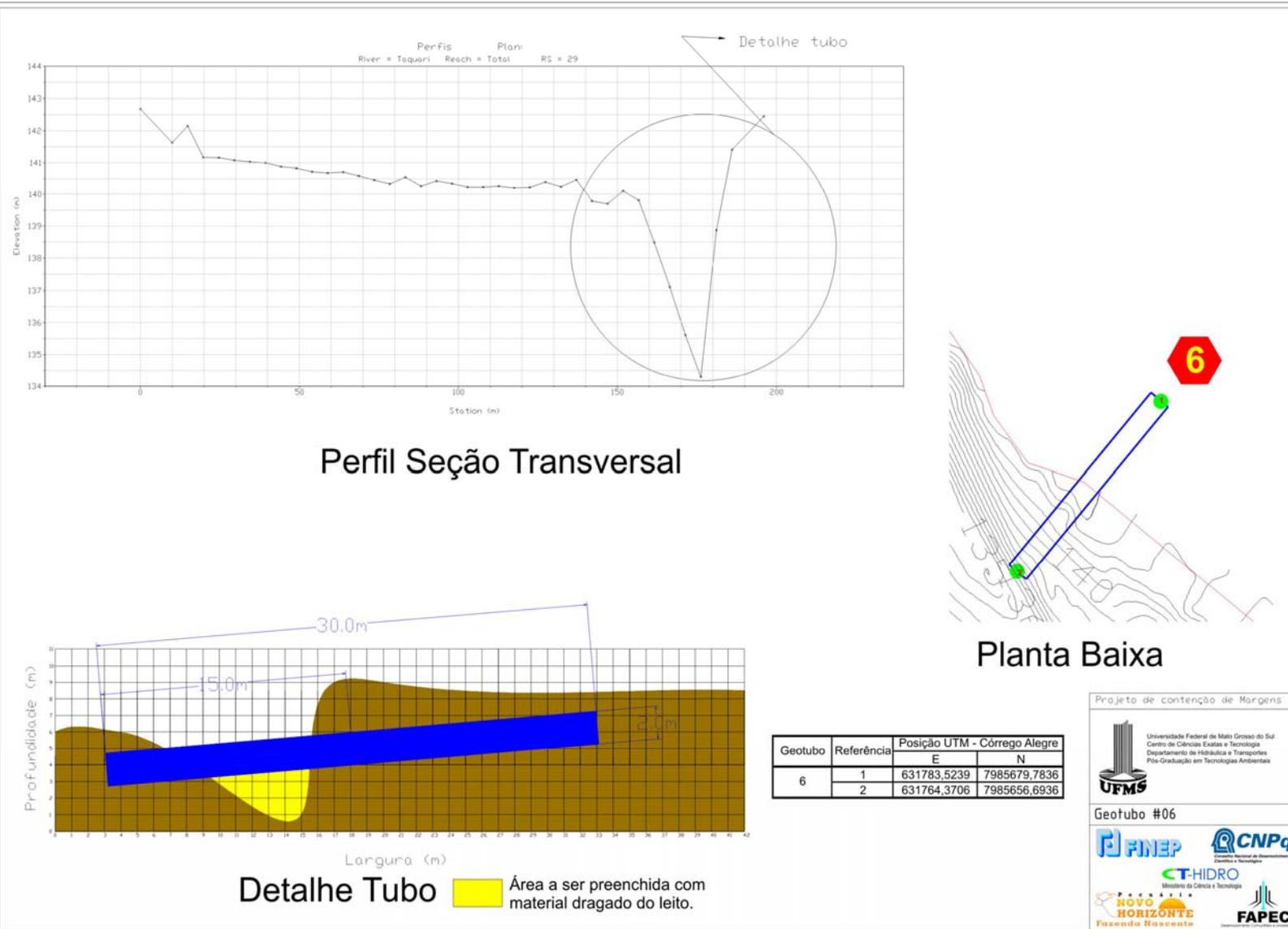


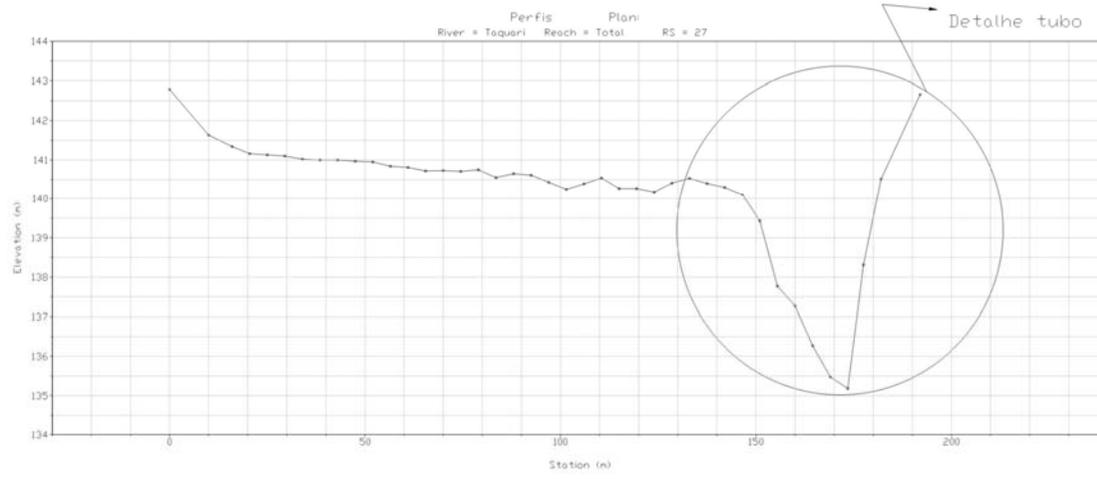
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Centro de Ciências Exatas e Tecnologia
Departamento de Hidráulica e Transportes
Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais

Geotubo #04

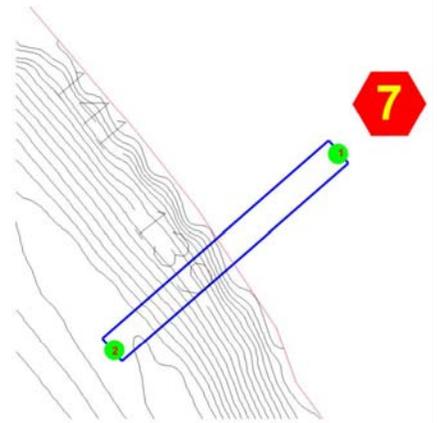




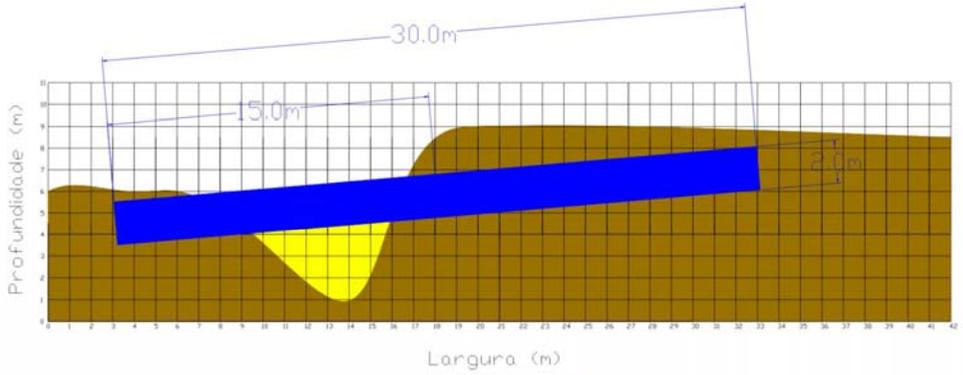




Perfil Seção Transversal



Planta Baixa



Detalhe Tubo Área a ser preenchida com material dragado do leito.

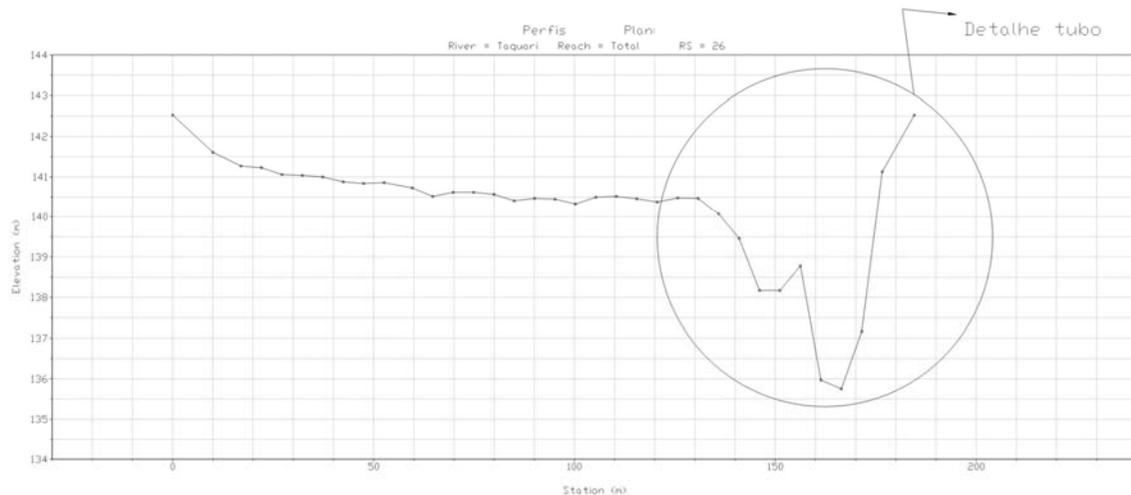
Geotubo	Referência	Posição UTM - Córrego Alegre	
		E	N
7	1	631765,3999	7985700,5161
	2	631742,7269	7985680,8709

Projeto de contenção de Margens

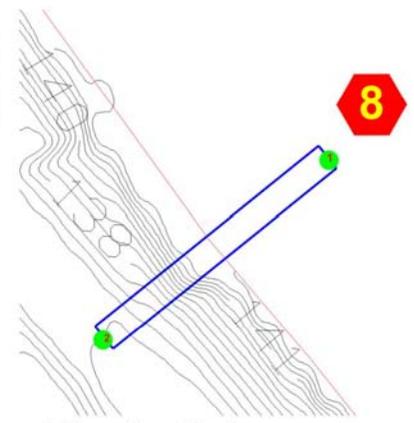
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
 Centro de Ciências Exatas e Tecnologia
 Departamento de Hidráulica e Transportes
 Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais

Geotubo #07

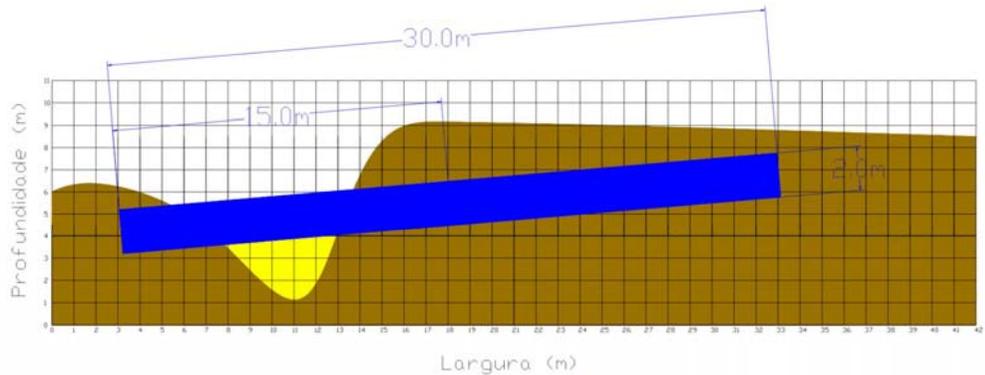
UFMS
FINEP
CNPq
CT-HIDRO
 Ministério da Ciência e Tecnologia
NOVO HORIZONTE
 Fazenda Nascente
FAPEC



Perfil Seção Transversal



Planta Baixa



Detalhe Tubo Área a ser preenchida com material dragado do leito.

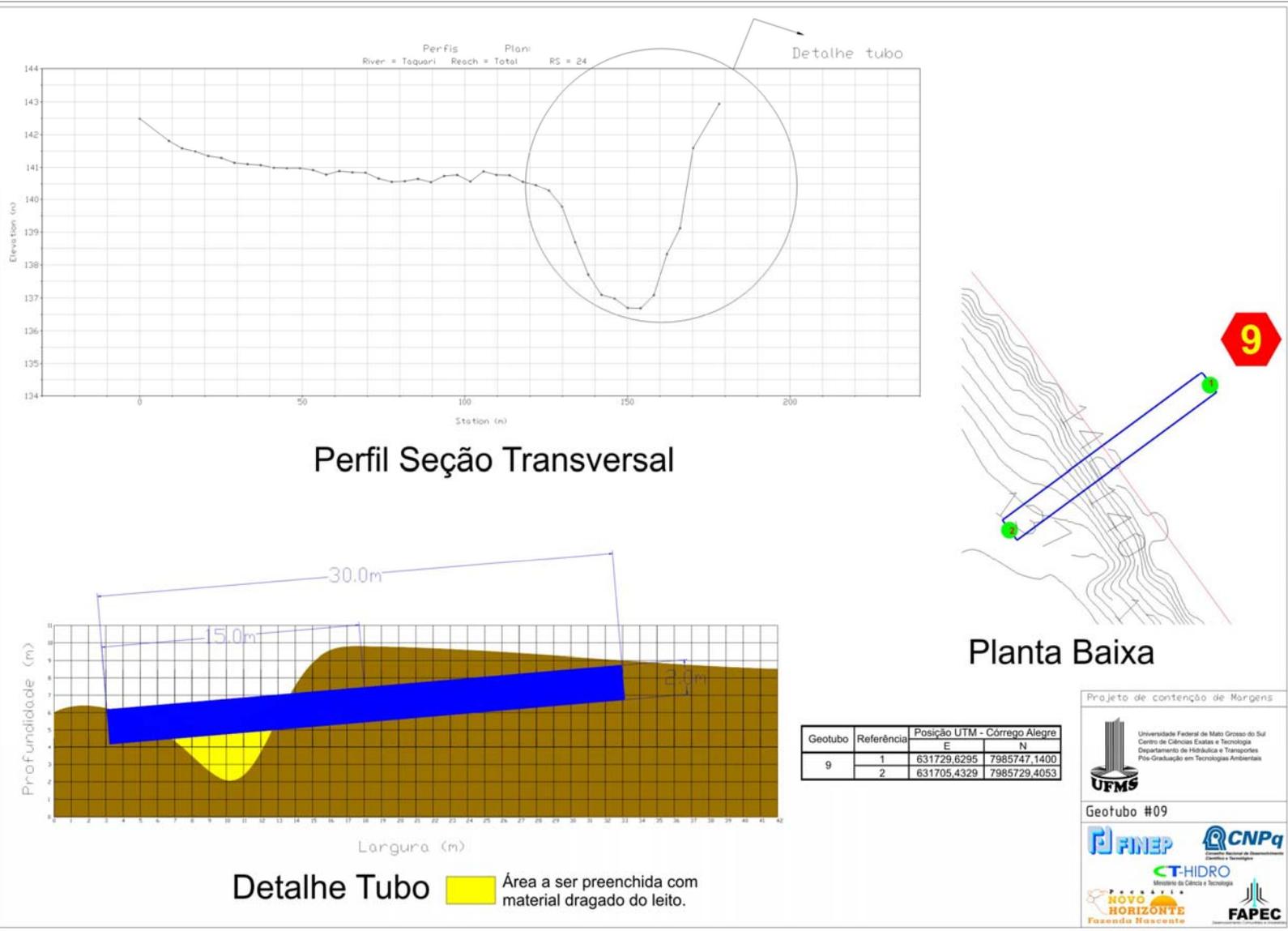
Geotubo	Referência	Posição UTM - Córrego Alegre	
		E	N
8	1	631746,9874	7985723,4548
	2	631723,5635	7985704,7111

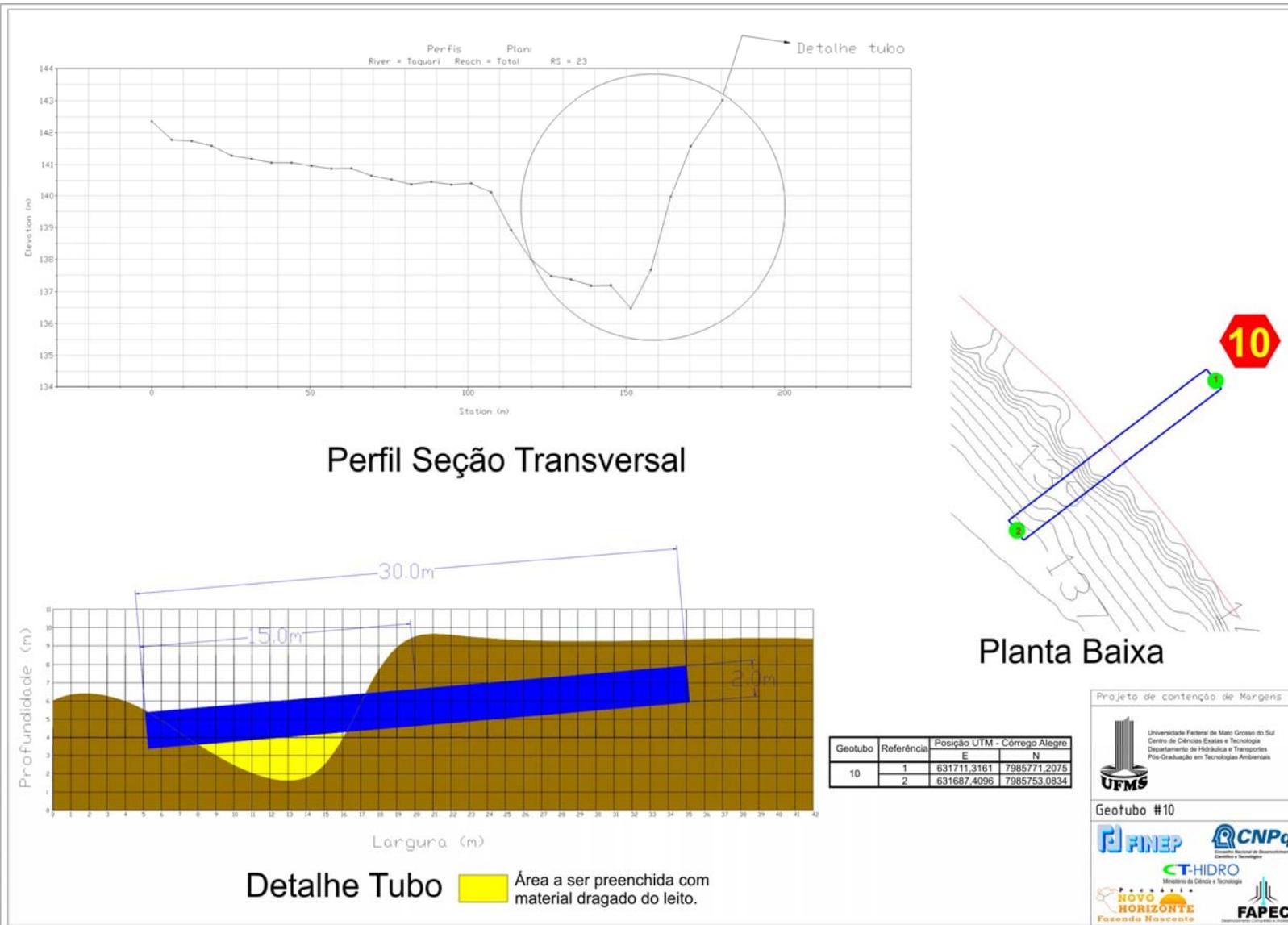
Projeto de contenção de Margens

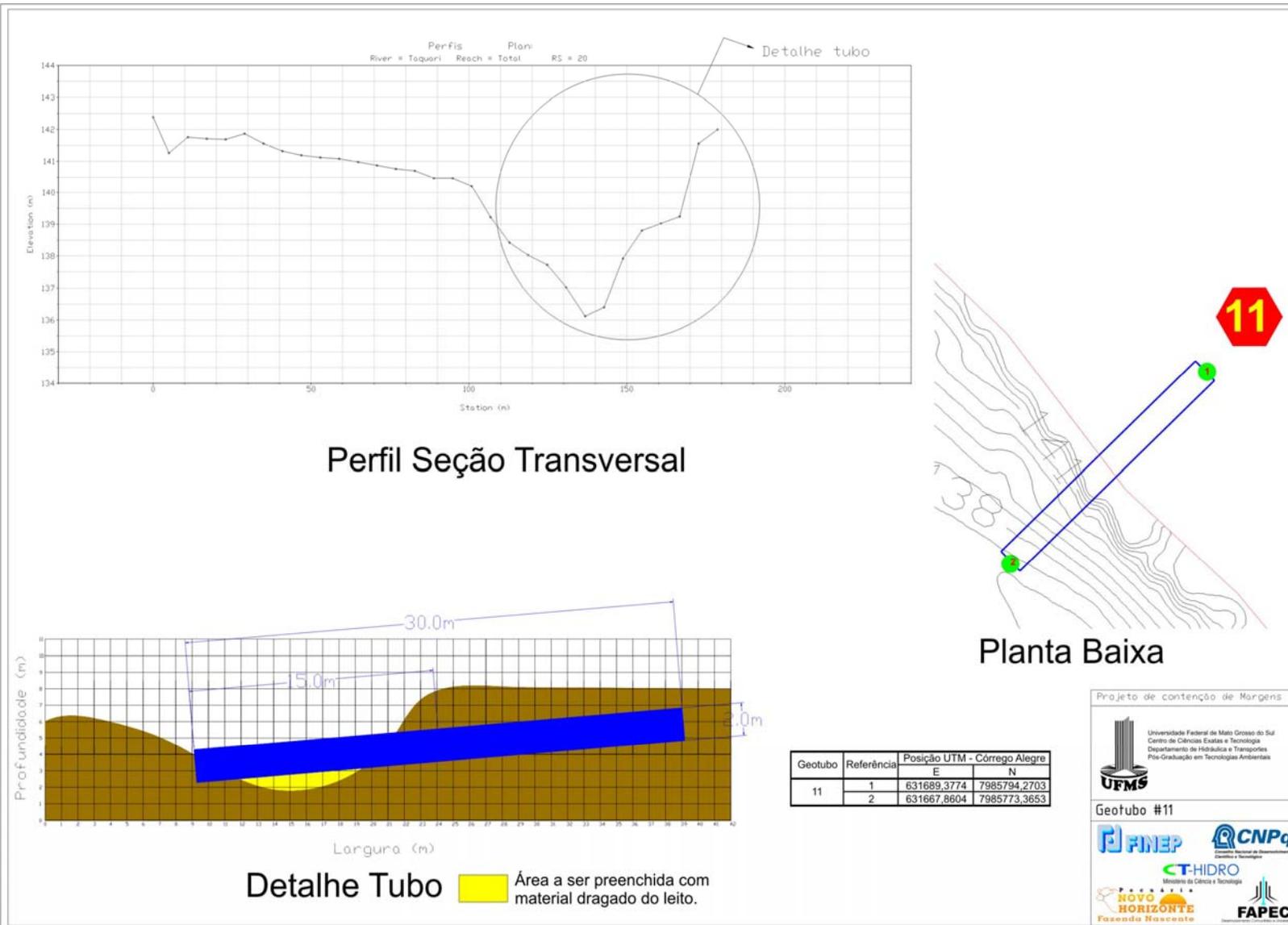
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
 Centro de Ciências Exatas e Tecnologia
 Departamento de Hidráulica e Transportes
 Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais

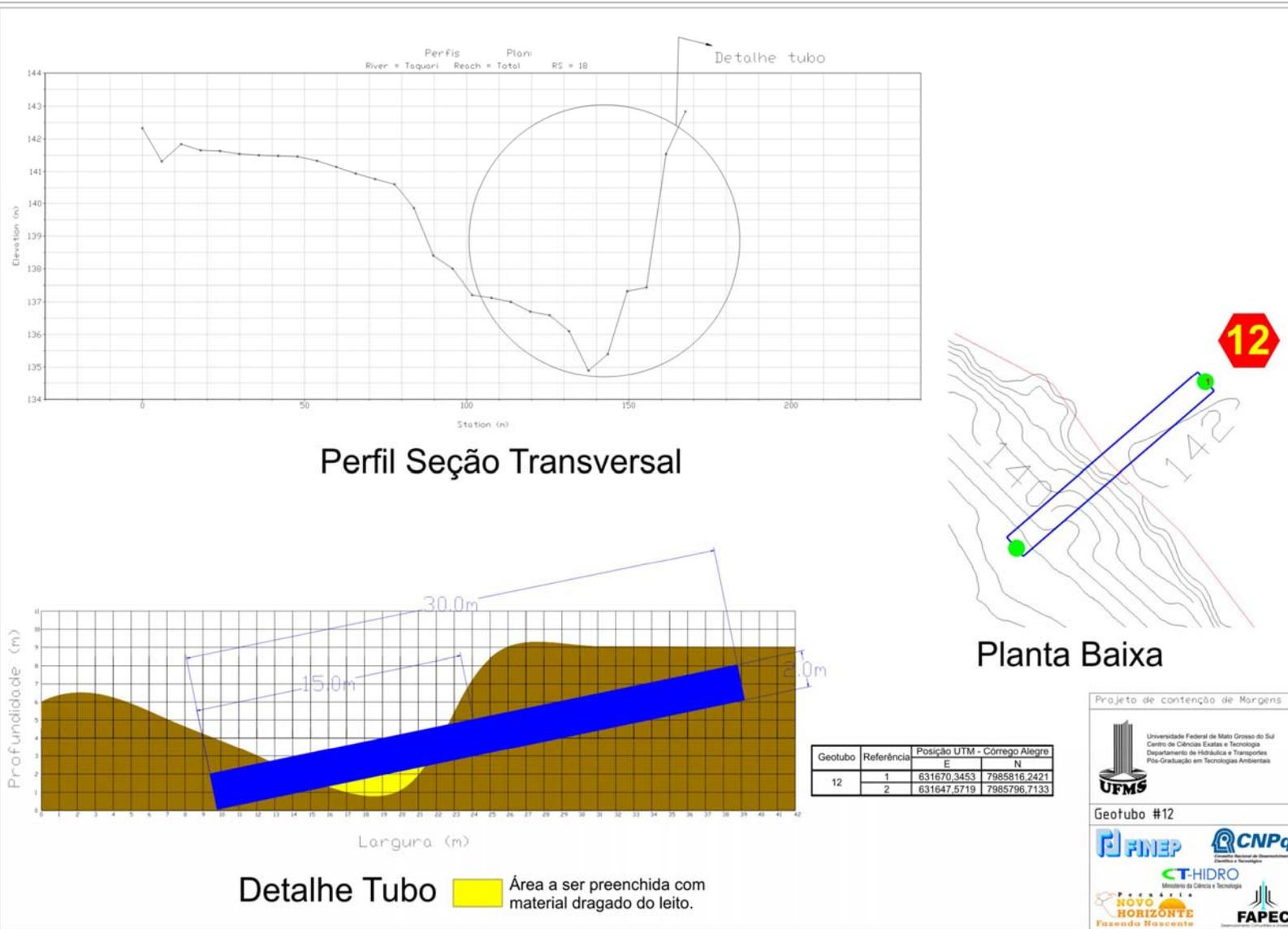
Geotubo #08

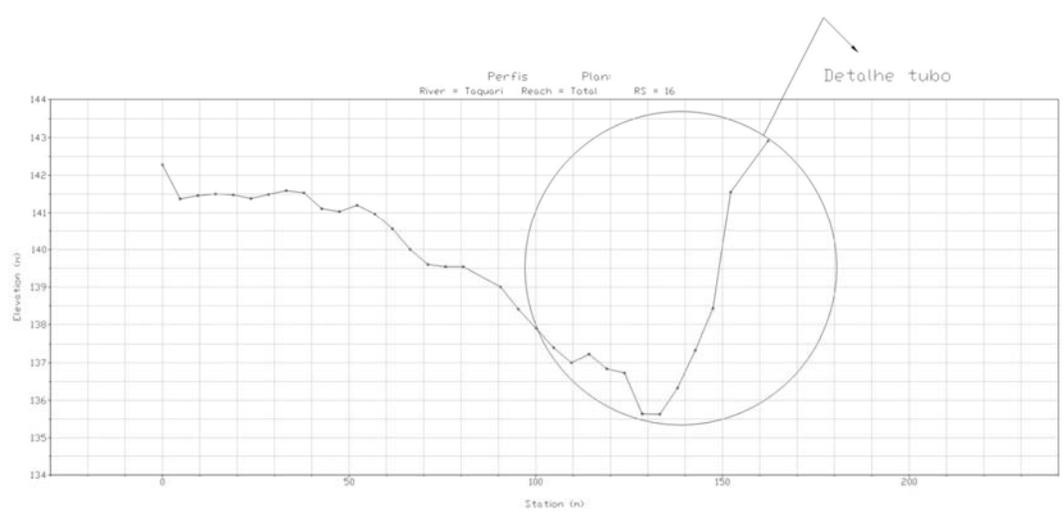
NOVO HORIZONTE
Fazenda Nascente



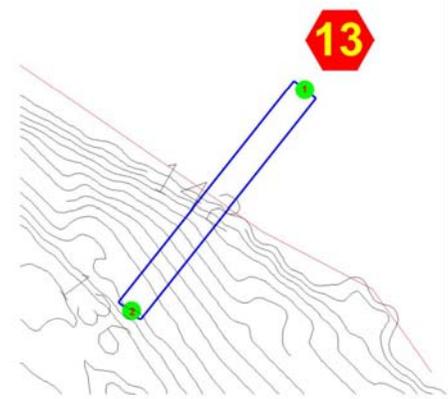




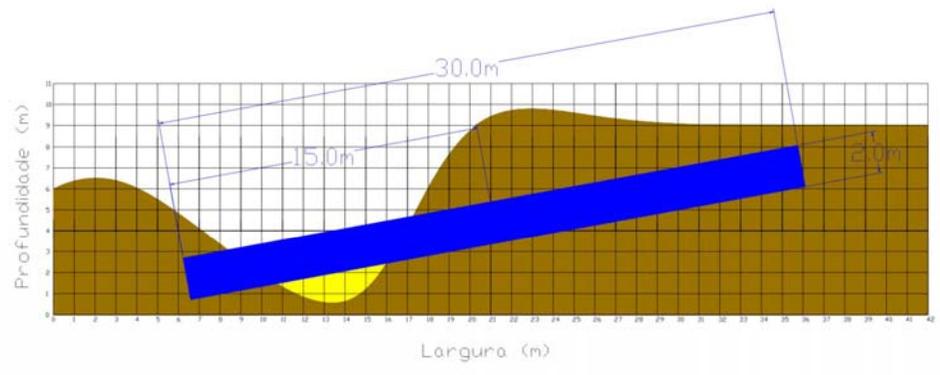




Perfil Seção Transversal



Planta Baixa



Detalhe Tubo Área a ser preenchida com material dragado do leito.

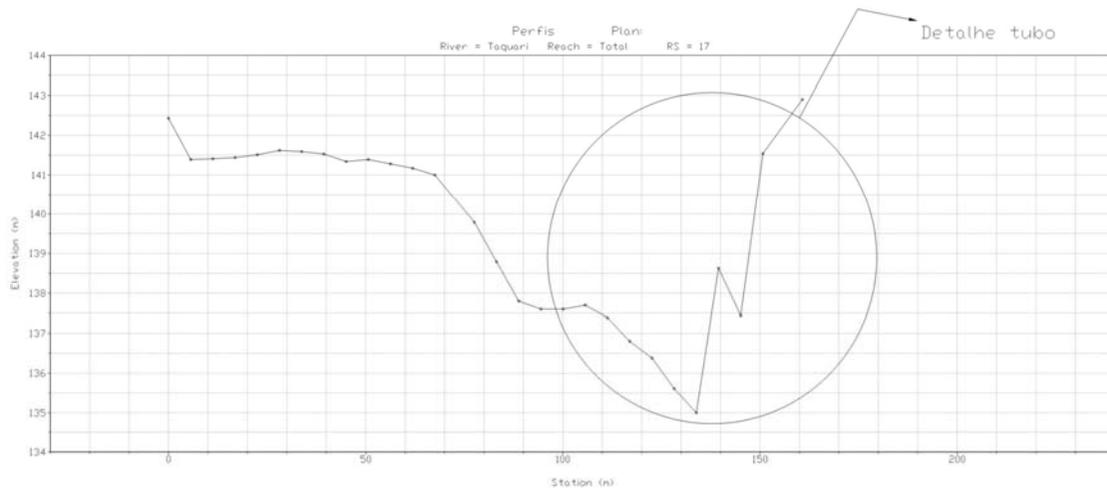
Geotubo	Referência	Posição UTM - Córrego Alegre	
		E	N
13	1	631644,9236	7985836,9523
	2	631602,2117	7985829,8003

Projeto de contenção de Margens

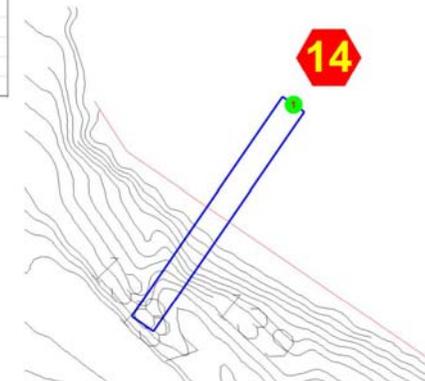
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
 Centro de Ciências Exatas e Tecnologia
 Departamento de Hidráulica e Transportes
 Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais

Geotubo #13

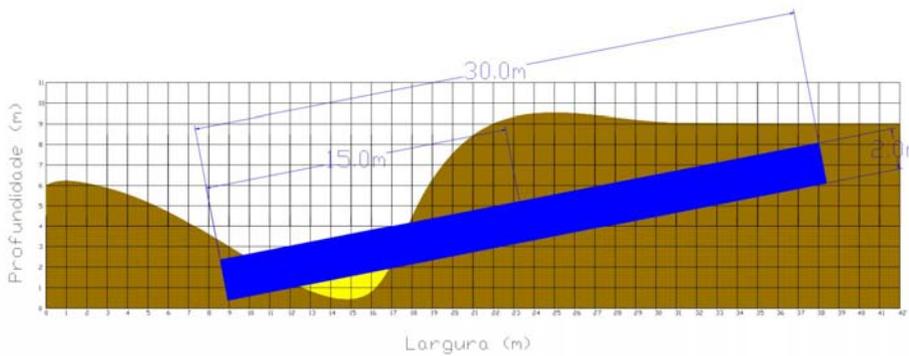
UFMS
FINEP
CNPq
CT-HIDRO
 Ministério da Ciência e Tecnologia
NOVO HORIZONTE
 Fazenda Nascente
FAPEC



Perfil Seção Transversal



Planta Baixa



Detalhe Tubo Área a ser preenchida com material dragado do leito.

Geotubo	Referência	Posição UTM - Córrego Alegre	
		E	N
14	1	631619,2995	7985854,4581
	2	631602,2117	7985829,8003

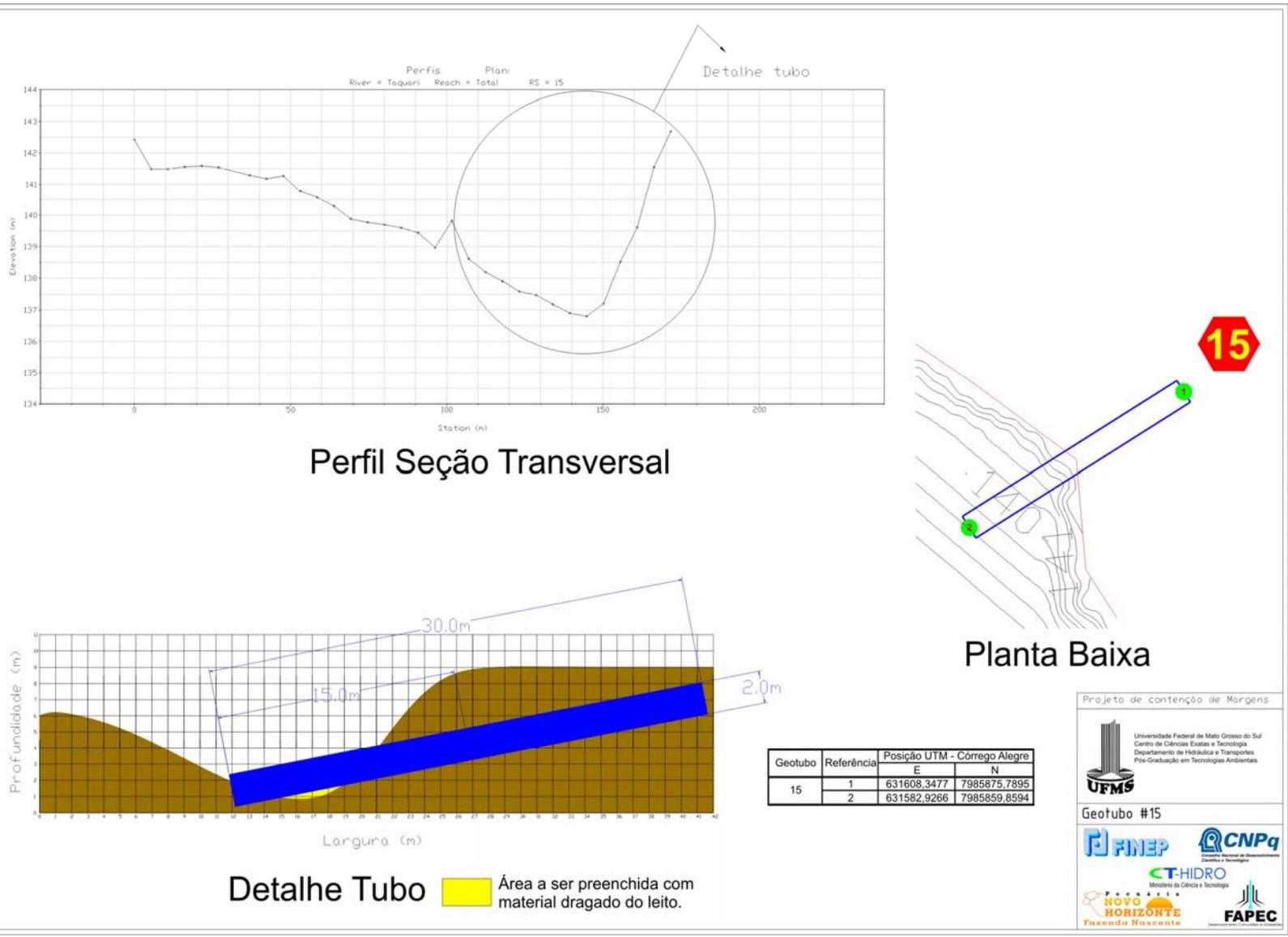
Projeto de contenção de Margens

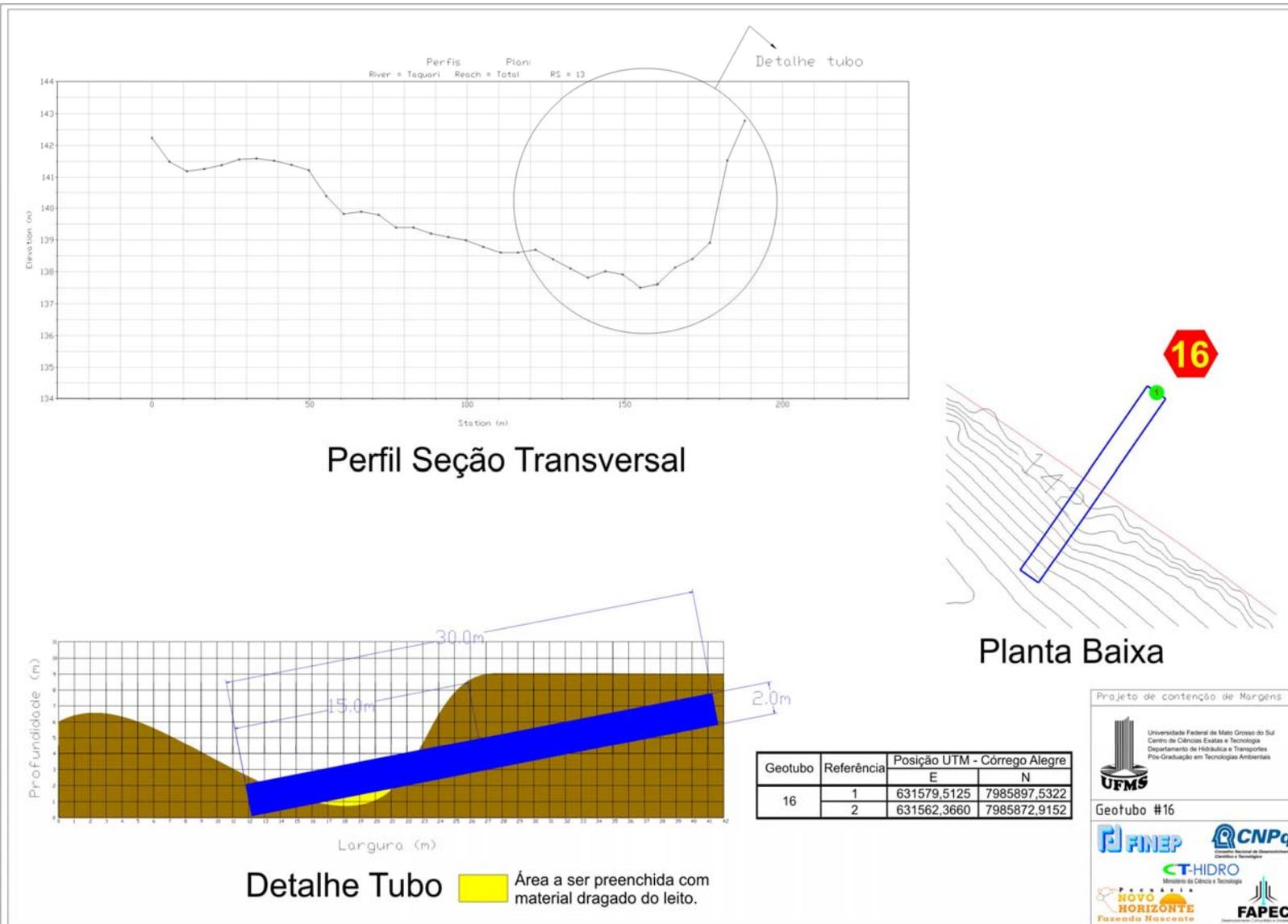


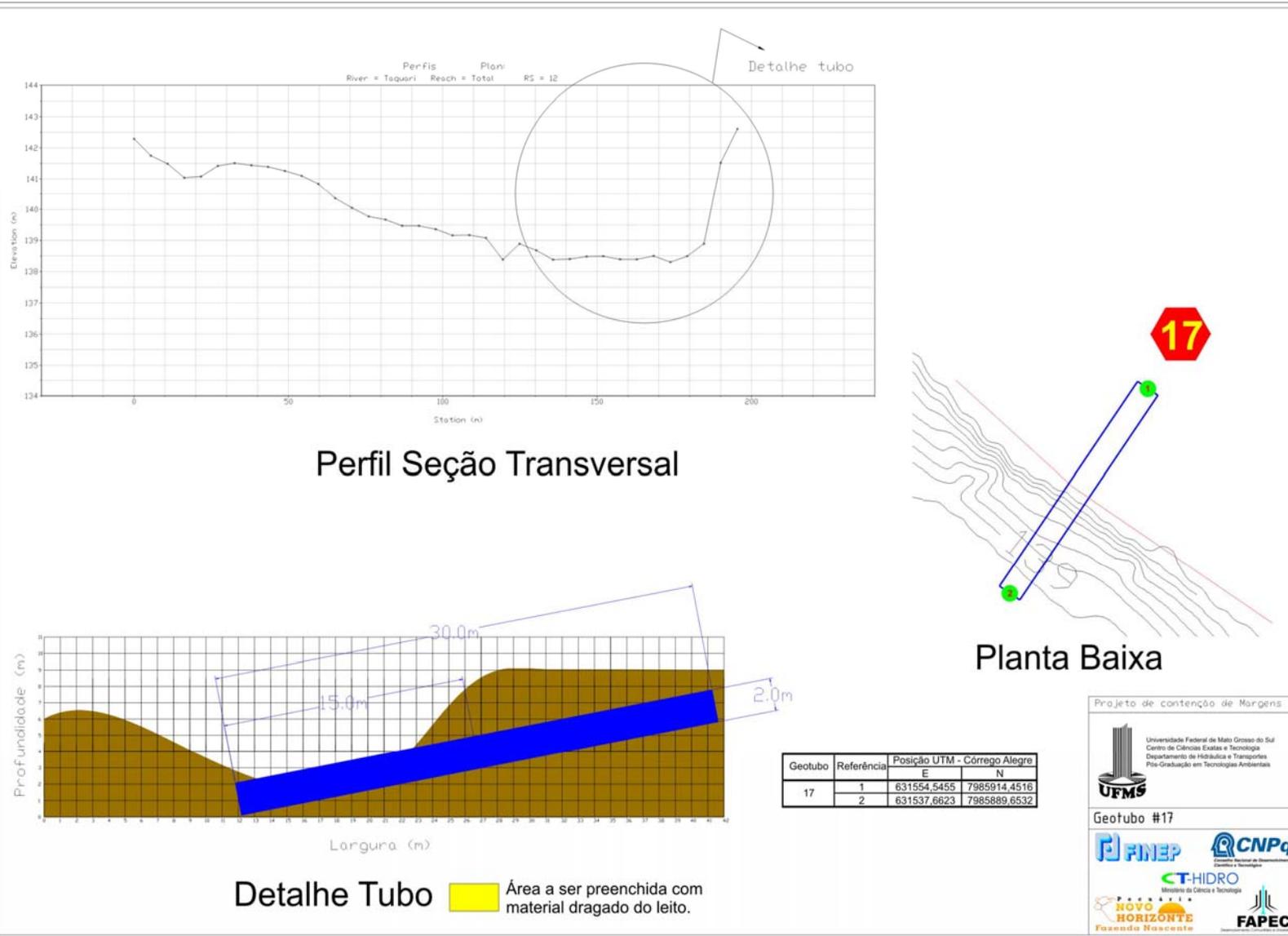
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Centro de Ciências Exatas e Tecnologia
Departamento de Hidráulica e Transportes
Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais

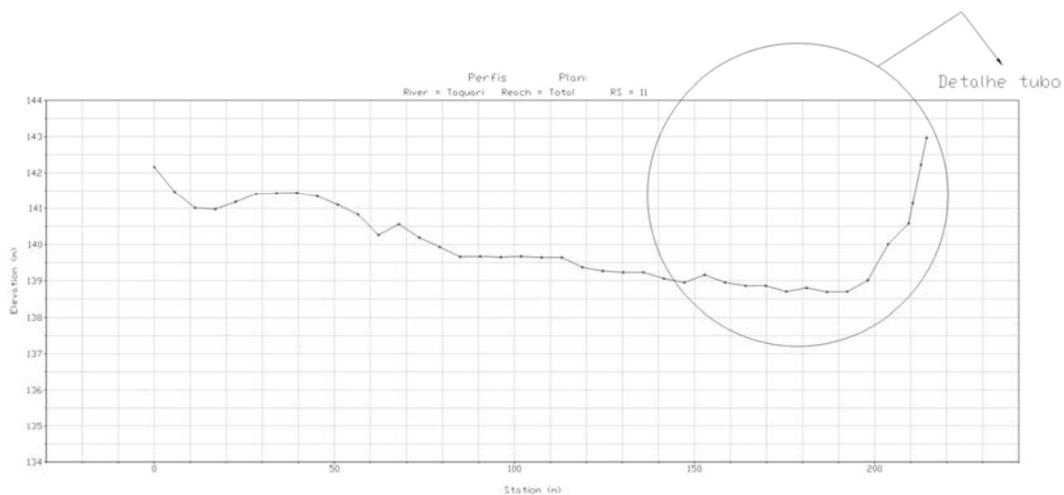
Geotubo #14



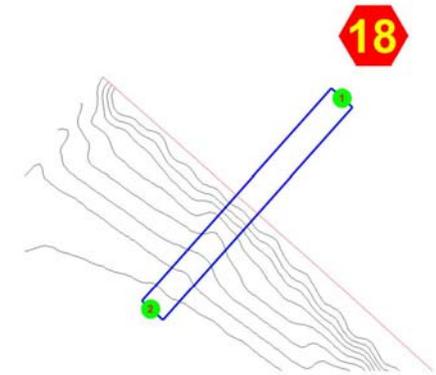




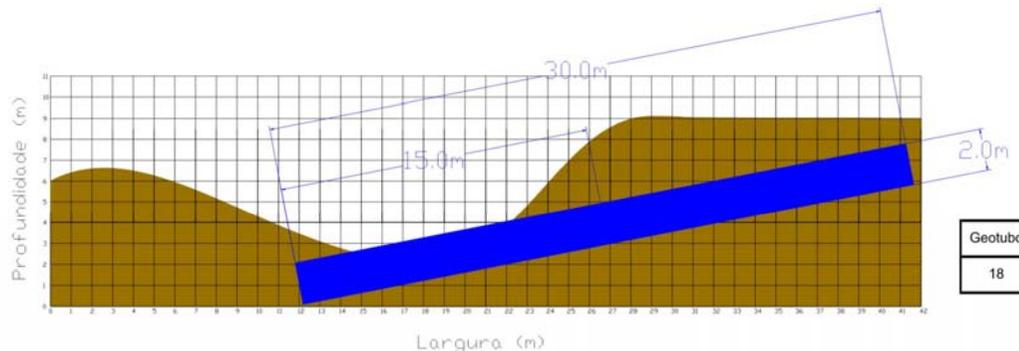




Perfil Seção Transversal



Planta Baixa



Detalhe Tubo Área a ser preenchida com material dragado do leito.

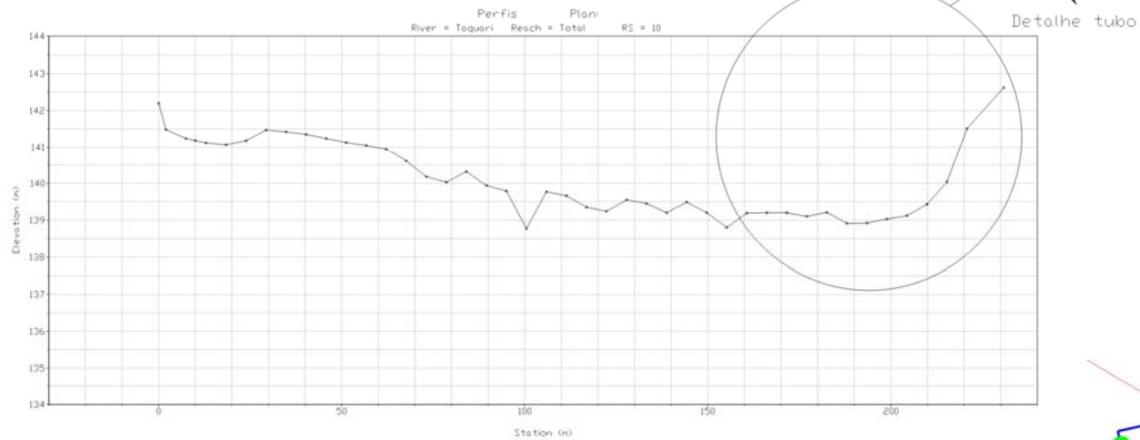
Geotubo	Referência	Posição UTM - Córrego Alegre	
		E	N
18	1	631533,6771	7985933,1118
	2	631513,6308	7985910,7926

Projeto de contenção de Margens

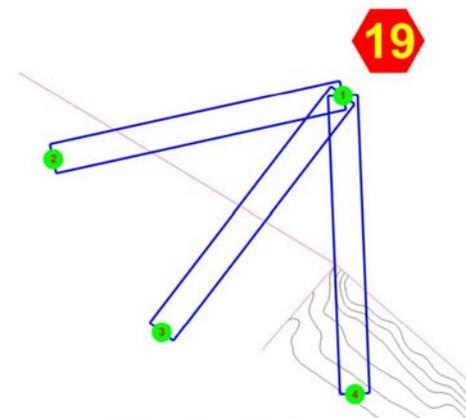
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
 Centro de Ciências Exatas e Tecnologia
 Departamento de Hidráulica e Transportes
 Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais

Geotubo #18

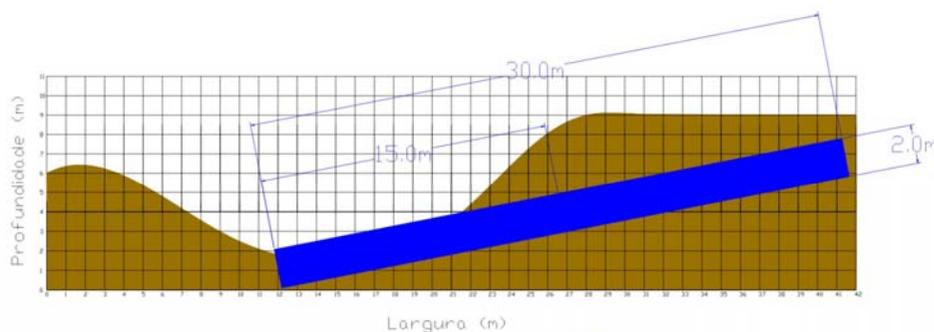
UFMS
FINEP
CNPq
CT-HIDRO
 Ministério da Ciência e Tecnologia
NOVO HORIZONTE
 Fazenda Nascente
FAPEC



Perfil Seção Transversal



Planta Baixa



Detalhe Tubo Área a ser preenchida com material dragado do leito.

Geotubo	Referência	Posição UTM - Córrego Alegre	
		E	N
19	1	631509,1272	7985952,2189
	2	631479,8171	7985945,8223
	3	631490,7860	7985928,4786
	4	631510,3370	7985922,2433

Projeto de contenção de Margens



Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Centro de Ciências Exatas e Tecnologia
Departamento de Hidráulica e Transportes
Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais

Geotubo #19



Ministério da Ciência e Tecnologia



Fazenda Nascente

