

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Câmpus de Rio Claro

DANIEL NERY DOS SANTOS

ANÁLISE DA EXTRAÇÃO DE AREIA NO TRECHO LIVRE DO CANAL DO ALTO
CURSO DO RIO PARANÁ, ENTRE OS MUNICÍPIOS DE GUAÍRA E MARILENA
(PR): IMPACTOS AMBIENTAIS E APLICABILIDADE.

Tese de Doutorado apresentada ao
Instituto de Geociências e Ciências
Exatas do Campus de Rio Claro, da
Universidade Estadual Paulista Júlio de
Mesquita Filho, como parte dos requisitos
para obtenção do título de Doutor em
Geociências e Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Roberto Saad

Rio Claro - SP
2013

COMISSÃO EXAMINADORA

01.Prof. Dr. Antonio Roberto Saad (Orientador)

IGCE/UNESP/Rio Claro (SP)

02.Profa. Dra. Ana Olívia Barufi Franco de Magalhães

Universidade Federal de Alfenas/Poços de Caldas (MG)

03.Prof. Dr. José Cândido Stevaux

Universidade Estadual de Maringá/Maringá (PR)

04.Prof. Dr. Márcio Roberto Magalhães de Andrade

CEPPE/Universidade Guarulhos/Guarulhos (SP)

05.Prof. Dr. Hélio Shimada

CGMA/SMA/São Paulo (SP)

Rio Claro, 09 de Maio de 2013

OFEREÇO,

A minha mãe Josefa, que me educou e me fez ser o que sou.

A minha família, em especial a minha esposa Sônia que sempre me incentivou e esteve ao meu lado.

A minha filha Raquel, parte da minha vida.

DEDICO,

Aos meus pais **Josefa** e **Oristódio** (em memória).

AGRADECIMENTOS

Primeiro agradeço a **DEUS** pelo presente maior que é a *vida*, e por todas as oportunidades neste caminhar.

Ao meu orientador Professor Dr. Antonio Roberto Saad pelo interesse, sugestões e apoio em todo o desenvolvimento da pesquisa e elaboração desta tese, grande incentivador, transformando as reuniões de trabalho em agradáveis encontros, um Homem de grande sabedoria, um Professor de enorme conhecimento.

Ao meu co-orientador Professor Dr. José Cândido Stevaux, grande responsável pela criação deste projeto de pesquisa, e também pela colaboração e atencioso apoio, que muito contribuíram para a ampliação de meus conhecimentos.

Aos Professores Dr. José Eduardo Zaine e Prof. Dr. Sebastião Gomes Carvalho pelas sugestões apresentadas no Exame de Qualificação.

Ao Prof. Dr. Leandro Eugênio da Silva Cerri, grande mestre e amigo.

Ao Prof. Dr. Márcio Roberto Magalhães de Andrade, que de maneira brilhante participou da minha banca de defesa, onde mostrou através do seu grande conhecimento como eu poderia melhorar o este trabalho.

A Profa. Dra. Ana Olívia Barufi Franco de Magalhães, antes de uma grande Professora/Pesquisadora uma pessoa de bom coração, que mostrou sua grandeza através de suas sábias palavras em minha banca de defesa.

Ao Prof. Dr. Hélio Shimada, com sua grande contribuição na minha banca de defesa, através da sua larga experiência na mineração de areia.

Ao Prof. Dr. José Alexandre de Jesus Perinotto, um Professor atencioso e de grande conhecimento acadêmico.

Por fim, a Profa. Dra. Paulina Setti Riedel, Coordenadora do Programa de Geociências e Meio Ambiente da Unesp/Rio Claro.

A Srta. Rosângela Vacello, secretária da Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, uma pessoa da qual nunca ouvi não, mostrando o quanto é grande o seu coração.

A Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Unesp – Rio Claro, Instituição de grandes profissionais e, onde aprimorei a pesquisa científica, e conquistei amigos para a vida toda.

A Srta. Darlene de Cássia Armbrust, pela colaboração na formatação deste trabalho.

Aos meus companheiros do Departamento de Geociências e Meio Ambiente da Unesp, e não podendo deixar de mencionar a Srta. Rosângela Vecello, secretária do Departamento, que sempre se mostrou atenciosa e pronta para ajudar.

A Universidade Estadual de Maringá, por fornecer apoio de sua base avançada do Nupélia na cidade de Porto Rico (PR).

Ao amigo e companheiro Valdecir Galvão (*Branco*) de tantos campos, sempre colaborativo e pronto para auxiliar no que era preciso. Não podendo deixar de mencionar que foi o grande incentivador para fazer este Doutorado. São muitas lembranças de nossas viagens para Rio Claro e de nossos campos no Paraná, além da apresentação dos nossos trabalhos na Universidade de Coimbra. Ainda, ao companheiro Ivan Guedes, que sempre nos mostrava qual a disciplina que não devíamos fazer, era só observar a sua matrícula e fazer o contrário.

Ao amigo José Ricardo (sombra), pela valiosa contribuição no último trabalho de campo.

A amiga Harumi, uma pessoa sempre atenciosa e que me acolheu em sua casa Marechal Rondon, quando estávamos começando um extenso trabalho de campo no alto curso do rio Paraná.

Em especial ao Sr. Nelson Zupano, que abriu as portas de sua casa em Rio Claro, ao longo destes quatro anos, fazendo nos sentir em nossas próprias casas, e em muitos momentos suas atitudes era de verdadeiro pai.

RESUMO

Este estudo analisou o processo de extração de areia no canal do alto curso do rio Paraná, entre os municípios de Guaíra e Marilena no estado do Paraná, e avaliou as consequências dessa atividade econômica para o sistema fluvial, como o seu comportamento e resposta ao processo. Foram feitas visitas técnicas aos pontos de extração de areia no canal do rio, onde foi observado a técnica adotada e equipamentos utilizados nessa atividade, além do volume de extração de areia no canal e sua granulometria. Para uma avaliação mais detalhada, foram selecionadas duas dragas para acompanhar todo o processo de extração de areia ao longo do canal. Ainda, foram realizadas batimetrias ao longo dos pontos minerados e também aqueles que não sofrem extração de areia, para comparar com o perfil de profundidade de 1957, que foi levantado pela Marinha do Brasil. De forma geral, a extração de areia no canal do alto curso do rio Paraná, vem cumprindo com o papel de redução dos impactos ambientais negativos na área minerada, através de ações mitigadoras.

Palavras-chave: Rio Paraná; Extração de Areia; Impacto Ambiental; Sistemas Fluviais; Balanço Sedimentar.

ABSTRACT

This study examined the process of extraction of sand in the channel of the upper course of the Paraná river, between the cities of Marilena and Guaíra in the state of Paraná, and assessed the consequences of this economic activity to the river system, as their behavior and response to process. Visits were made to the technical points of sand mining in the river channel, where it was observed the technique adopted and equipment used in this activity, in addition to the volume of sand extraction in the channel and its particle size. For a more detailed evaluation, we selected two dredges to monitor the whole process of extraction of sand along the canal. Still, there were points along the bathymetries mined and also those who do not suffer from sand extraction, to compare with the depth profile of 1957, which was raised by the Navy of Brazil. In general, the extraction of sand in the channel of the upper course of the Paraná river, has been fulfilling the role of reducing negative environmental impacts in the mining area, through mitigating actions.

Key words: Paraná River; Extraction of Sand; Environmental Impact; Fluvial Systems; Sedimentary balance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Areia no Cais, Port Marly. Óleo sobre a tela de Alfred Sisley. França, 1875.	26
Figura 2: a) Um mapa de Leonardo da Vinci, do leito do rio Arno, a leste de Florença, a partir do Africo ao Mensola, mostrando um método para conduzir a água, de Leonardo da Vinci; b) Mapa de 1503, com proposta de desvio e canalização do rio Arno, Itália, de Leonardo da Vinci. Obs.: Área tracejada no mapa, indica a proposta de alteração no traçado original do canal fluvial.....	28
Figura 3: Representação esquemática de tipos de canais fluviais.	28
Figura 4: Planície de inundação na região de Porto Rico (PR).	30
Figura 5: Velocidade da corrente e distribuição de diferentes materiais de acordo com a granulação.....	32
Figura 6: Gradientes de concentração de areias grossa, fina e silte fino.	33
Figura 7: Esquema ilustrativo de desgaste das partículas pelo transporte fluvial ao longo do canal.	34
Figura 8: Variação nos padrões de canais fluviais em função do tipo de carga.	34
Figura 9: Ocupação da APP.....	65
Figura 10: Demanda de Água na Bacia Hidrográfica do Rio Paraná.	75
Figura 11: Localização da área de estudo no Estado do Paraná (Mapa 1).....	77
Figura 12: Mapa Geológico da Bacia do Alto Paraná.....	79
Figura 13: Distribuição de Depósitos Sedimentares no Alto Paraná.	81
Figura 14: Barra arenosa no alto Paraná, na região de Porto Rico (PR).	82
Figura 15: Mapa de Localização dos portos de extração de areia (Mapa 2).	84
Figura 16: Esquema ilustrativo dos tipos de barcaças: dragagem hidráulica em canal fluvial	86
Figura 17: a) e b) são exemplos de estruturas (flutuadores) para conexão da draga com a tubulação de transferência da produção mineral na margem do rio; c) modelo de transferência direta para o pátio de secagem/estoque; d) modelo de conjunto de silos com peneiras para efetuar a separação do material dragado.	87
Figura 18: Draga extraíndo areia do canal do rio Paraná.	88

Figura 19: a) Esquema de Dragagem; b) pluma de turbidez após extração de areia	89
Figura 20: a) Água de residual do pátio de secagem/estoque; b) Canal de escoamento da água residual para o tanque de decantação; c) e d) Vista da escadaria de clarificação; e) Tanque de decantação.	90
Figura 21: Portos de areia com produção sustentável (Mapa 3).	92
Figura 22: a) Vista panorâmica do pátio de estocagem/secagem; b) vista da estrutura de apoio do duto que transporta a areia; c) duto em funcionamento; d) vista geral do pátio de estocagem/secagem. Estrutura do Porto Maringá.	94
Figura 23: a) Vista geral da água que escorre com a secagem da areia no pátio; b) rede coletora d'água; c) vista de cima da rede coletora; d) escadaria de clareamento; e) tanques de decantação; f) tubulação de concreto que devolve a água ao sistema fluvial. Estrutura do Porto Maringá.	95
Figura 24: Foto Sequencial da produção mineral. a) Duto conectado ao flutuador; b) estrutura metálica de sustentação do duto; c) casa da 1ª bomba; d) vista do duto e casa da 1ª bomba na margem do rio; e) vista de contato do duto com a 1ª bomba; f) bomba com saída do duto; g) vista do percurso do duto enterrado até o pátio de estocagem; h) válvula de descompressão do duto; i) casa da 2ª bomba; j) vista panorâmica da estrutura metálica sustentando o duto e pátio de estocagem. Estrutura do Porto Paraná.	97
Figura 25: a) tanque de decantação; b) escadaria de clareamento e tanque de decantação. Estrutura do Porto Paraná.	99
Figura 26: Portal de Entrada do Porto de Extração de Areia de Porto São José. ...	101
Figura 27: Flutuador para conexão da draga com o duto de escoamento	103
Figura 28: Vista do primeiro conjunto de silos na margem do rio Paraná.	103
Figura 29: a) Vista panorâmica do duto de escoamento da produção conectado ao primeiro conjunto de silos desaguador com a margem vegetada; b) Vista da esteira elétrica. Estrutura do Porto de Areia de Porto São José.	104
Figura 30: a) Vista panorâmica da área ocupada pela esteira; b) Vista do segundo conjunto de silos (ao fundo o estoque regulador). Estrutura do Porto de Areia de Porto São José.	105
Figura 31: Vista panorâmica do pátio de secagem/estoque regulador, 500 metros distante da margem do rio Paraná. Estrutura do Porto de Areia de Porto São José.	106
Figura 32: a) vista duto que conecta a draga ao pátio de estocagem; b) vista geral do pátio de estocagem com o canal do rio ao fundo; c) pátio de estocagem; d) vista da	

caixa coletora d'água no pátio de estocagem. Estrutura do porto de extração de areia Mineral Extração de Areia e Cascalho.	108
Figura 33: Vista da margem degradada pelo porto de areia. Estrutura do porto de extração de areia Mineração do Paraná.	111
Figura 34: a) Vista panorâmica da área com a bomba sobre um flutuador e a tubulação para escoar a produção até o pátio de secagem/estoque. b) Pátio de secagem/estoque a poucos metros da margem do rio. Estrutura do porto de extração de areia Mineração do Paraná.	112
Figura 35: a) Portaria com faixa de interdição por decisão Judicial; b) via de acesso a margem do rio; c) e d) vista da margem degradada; e) e f) pátio de estocagem/secagem. Estrutura do porto de extração de areia Mineração do Paraná.	113
Figura 36: a) vista do muro do pátio de secagem/estocagem e da caixa coletora d'água; b) caixa coletora d'água; c) pátio de secagem/estocagem. Estrutura do porto de extração de areia Mineração D'Agostini.	115
Figura 37: Primeiro conjunto de silos, em Porto São José distrito de Porto Rico (PR).	119
Figura 38: Vista da margem vegetada.	119
Figura 39: Vista Panorâmica da Margem do Rio: duto sobre flutuador acoplado ao primeiro conjunto de silos que serve de conexão à draga. Estrutura do porto de extração de areia Porto São José.	120
Figura 40: a) e b) Vista panorâmica da esteira elétrica; c) vista do interior da esteira.	121
Figura 41: Mapa de Localização dos Portos de Areia. Ocupação da APP.	122
Figura 42: O conceito de equilíbrio hidrossedimentológico.	131
Figura 43: a) Representação esquemática do barco; b) Perfilador Doppler Acústico mapeando as formas de leito no fundo do rio Paraná; c) Representação das seções de mapeamento das formas do fundo do rio.	133
Figura 44: Draga utilizada para extração de areia e prospecção mineral no canal fluvial.	133
Figura 45: Mapa com atuais pontos de extração de areia no canal do rio Paraná.	135
Figura 46: Mapa de localização dos perfis – Análise comparativa entre os anos de 1957 e 2008.	136

Figura 47: Análise comparativa de 1957 e 2008 entre <i>Incisão X Agradação</i> : Perfis de AA a DD.	138
Figura 48: Análise comparativa de 1957 e 2008 entre <i>Incisão X Agradação</i> : Perfis de EE a HH.	139
Figura 49: Análise comparativa de 1957 e 2008 entre <i>Incisão X Agradação</i> : Perfis de ii a MM.....	140
Figura 50: Balanço Sedimentar: <i>Agradação X Incisão</i>	141
Figura 51: Mapa de localização dos pontos de incisão x agradação: volume.	147
Figura 52: Localização da área de estudo. Composição Colorida.	150
Figura 53: Mapa de localização dos pontos de sondagem.	151
Figura 54: Mapa com Estimativa do Pacote de Sedimentos	152
Figura 55: Curva granulométrica do alto rio Paraná na seção de Porto São José (PR).....	156
Figura 56: Mapa de localização dos pontos de coleta da carga de fundo.	157

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Escala de Wentworth.....	35
Tabela 2: Distribuição setorial do consumo de areia (produto bruto) no Brasil.	39
Tabela 3: Produção de Areia no Brasil – em milhões de toneladas.	40
Tabela 4: Relação da proporção na produção (em toneladas/ano) de areia das minas.....	44
Tabela 5: Produção Anual de Areia no Brasil – em milhões de toneladas.	46
Tabela 6: Variação da Produção Anual.....	47
Tabela 7: Porte e número de minas de areia no Brasil (2009).	47
Tabela 8: Percentual de participação por empresa e UF no comércio de areia em 2009.	48
Tabela 9: Mercado consumidor para a areia em estado bruto.	49
Tabela 10: Consumo per capita (toneladas) e previsão para o Brasil até 2030 (agregados para construção civil).	52
Tabela 11: Principais Bens Minerais Produzidos no Estado de São Paulo – em milhões de toneladas.	54
Tabela 12: Mercado Consumidor Setorial de Areia no Brasil em 2005.	54
Tabela 13: Mercado consumidor brasileiro de areia por Estado.	55
Tabela 14: Mercado consumidor brasileiro de areias industriais por Estado.	55
Tabela 15: Dados comparativos dos perfis de <i>incisão X agradação</i> entre os anos de 1957 e 2008. Região de Porto São José (PR), no alto rio Paraná. Os cálculos estão apresentados detalhadamente em <i>Anexo 2</i>	148
Tabela 16: Descrição dos Pontos de Sondagens I.....	153
Tabela 17: Descrição dos Pontos de Sondagens II.....	154
Tabela 18: Descrição dos Pontos de Sondagens III.....	155
Tabela 19: Espessura Média dos Pontos Sondados I, II e III.....	155
Tabela 20: Análises Granulométricas das Areias do Alto Rio Paraná.(Valores em %)	158

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Principais Pólos de Extração de Areia (para todas as finalidades) no Brasil.	36
Gráfico 2: Brasil – consumo per capita anual de areia (para todas as finalidades) entre 1997 e 2004 (<i>em toneladas</i>).	38
Gráfico 3: Produção Brasileira de Areia (para todas as finalidades), (<i>em milhões/m³</i>) <i>Série Histórica de 1988 a 2000</i>	39
Gráfico 4: Mercado consumidor da produção de areia paranaense.	42
Gráfico 5: Distribuição de mão de obra por regiões no Brasil (<i>em %</i>).	45
Gráfico 6: Preço Médio da Tonelada de Areia Fina Por Região Jan-Jul/ 2009.	50
Gráfico 7: Preço Médio da Tonelada de Areia Média Por Região Jan-Jul/2009.	51
Gráfico 8: Preço Médio da Tonelada de Areia Média Por Região Jan-Jul/ 2009.	51
Gráfico 9: Imposto sobre a produção de areia em alguns países da América do Sul (<i>em %</i>).	57
Gráfico 10: Diagrama de Hulstrøm.	83
Gráfico 11: Produção de Areia em m ³ /dia.	146
Gráfico 12: Distribuição Granulométrica da Seção Porto Rico.	159

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Cenários para o futuro da mineração de areia baseados em estimativas de crescimento do PIB da mineração de não-metálicos.	40
Quadro 2: Mão de obra utilizada na mineração de areia por categoria profissional no Brasil.	46
Quadro 3: Taxação da Mineração na América do Sul: componentes da taxa da mineração por país.....	58
Quadro 4: Conceitos e definições de impacto ambiental.	60
Quadro 5: Impactos ambientais relacionados à mineração de areia.....	66
Quadro 6: Distribuição dos Portos de Extração Areia nos Municípios no Alto Rio Paraná.....	85
Quadro 7: Quesitos Analisados – Desempenho Ambiental.....	124
Quadro 8: Análise de Desempenho Ambiental Mineral.....	126
Quadro 9: Classificação de Desempenho Ambiental Mineral.....	127
Quadro 10: Proposta de Manejo Mineral Para Extração de Areia em Canais Fluviais	128
Quadro 11: Carga de Fundo X Extração de Areia.....	149

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	18
1.1 OBJETIVOS.....	21
1.2 HIPÓTESE	21
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	22
3 GEOMORFOLOGIA FLUVIAL DE GRANDES RIOS TROPICAIS	25
3.1 Introdução	25
3.2 Dinâmica Fluvial.....	27
3.3 Planície de Inundação - Fluvial	29
3.4 Transporte de Areia no Canal	31
4 ECONOMIA MINERAL – EXTRAÇÃO DE AREIA.....	35
4.1 Introdução - Bem Mineral	35
4.2 Mineração de Areia no Brasil	36
4.3 Mineração de Areia no Estado do Paraná.....	41
4.4 Geração de Empregos	43
4.5 Produção e Consumo	46
4.6 Imposto Sobre a Mineração de Areia	57
4.6.1 Na América Latina	57
4.6.2 No Brasil	58
4.6.3 Meio Ambiente	59
5 ANÁLISE DA EXTRAÇÃO DE AREIA NO TRECHO DO CANAL	73
5.1 Introdução - Área de Estudo	73
5.2 Aspectos Geológicos	78
5.3 As Barras Arenosas	81
5.4 Formas de Ocorrência dos Depósitos	82
5.5 Os Pontos de Extração de Areia.....	83
5.6 Modo de Operação	85
5.7 Os Portos com Extração de Areia Sustentável - “Ecologicamente Corretos”	91
5.7.1 Introdução.....	91

5.7.2 Os Portos de Extração de Areia do Município de Marilena.....	93
5.7.3 O Porto de Extração de Areia de Porto São José.....	100
5.8 Os Portos de Areia Sem Produção Sustentável.....	107
5.8.1 Os Portos de Extração de Areia do Município de Icaraíma	107
5.8.2 Os Portos de Extração de Areia do Município de Guaíra	109
5.8.3 Valores da Extração.....	116
5.8.4 Viabilidade Econômica.....	116
5.9 Impactos Ambientais da Mineração de Areia – Área de Estudo	117
5.10 Manejo Mineral e Desempenho Ambiental dos Portos de Areia.....	123
6. BALANÇO SEDIMENTAR	130
6.1 Introdução	130
6.2 Métodos e Técnicas – Trabalhos de Campo.....	132
6.2.1 Levantamento Batimétrico e Prospecção	132
6.2.3 Visitas aos Portos de Areia.....	134
6.3 Dinâmica do Balanço Sedimentar Local	134
6.3.1 Extração de Areia e Potencial da Jazida	144
6.4 Granulometria de Carga de Fundo do Alto Rio Paraná	156
7. CONCLUSÕES	160
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	163

1. INTRODUÇÃO

Diferentes sociedades humanas, ao longo de sua história, têm nos rios o registro de seu florescimento, e foram os grandes responsáveis pela sua fixação no lugar¹. Na antiguidade, os rios constituíram um meio de penetração do homem em direção ao interior dos continentes e, até hoje, muitos rios continuam exercendo esta função.

O Rio Nilo para os egípcios, os rios Tigre e Eufrates para os sumérios, o rio Ganges para os harappans e os rios Amarelos e Yang-tsé para os chineses foram elementos fundamentais para o estabelecimento de um paradigma sinérgico de uma sociedade com um rio “que estrutura o seu território, através do aproveitamento e a regularização do ciclo de suas cheias e dos sedimentos transportados” (SARAIVA, 1999, p. 58). Ainda hoje, grandes cidades estão estabelecidas e desenvolvem-se nas margens de rios, aos quais estão intimamente relacionadas, já que desempenham importante papel ecológico, econômico e social de grande relevância para o desenvolvimento da vida humana.

Contudo, o papel mais importante dos rios está relacionado: a) ao abastecimento urbano da água, b) para irrigação agrícola, c) uso industrial, d) na produção de energia elétrica, e) lazer, f) alimentação. Além disso, exerce-se a mineração no seu leito e margens, voltada à extração de areia.

A humanidade, nas últimas décadas, tem esboçado uma preocupação com certos eventos naturais da Terra produzindo um clima de severa insegurança quanto ao futuro do planeta.

A chamada “crise ambiental”, na verdade uma crise da sociedade de consumo e do individualismo, tem conduzido ao fracasso praticamente todas as tentativas de se conceber uma forma menos predatória da relação Sociedade-Natureza num sentido amplo.

¹ “O Egito é uma dádiva do Nilo”, relata Heródoto – *Geógrafo e Historiador grego*. Na Antiguidade, a economia dos recursos hídricos representa já a segunda fase de desenvolvimento cultural dos seres humanos, depois que a evolução, provavelmente, começara com os caçadores, passando pelos nômades, até chegar aos criadores de gado e aos camponeses que possuíam suas lavouras nas encostas das montanhas ou seus pastos nas estepes. Mais tarde, quando os camponeses das montanhas emigraram para os vales dos rios Eufrates, Tigre, Nilo, Indo, Hoang, tornou-se imperioso, primeiro, por drenar as águas dos vales alagadiços e, a seguir, por irrigar as plantações feitas.

A relação dos cursos fluviais com a vida humana constitui um objeto de grande preocupação, pois interfere no seu perfeito funcionamento. Deste modo, a exploração de areia, por exemplo, deve ser conduzida com o mínimo de impacto ambiental negativo ao sistema.

Mesmo com uma crescente quantidade e qualidade do conhecimento produzido nas questões ambientais, especificamente no que se refere a extração de areia em canais fluviais ainda são insuficientes esta produção do conhecimento no Brasil e no mundo².

Em todo o mundo, os rios transportam, anualmente, cerca de 16 bilhões de toneladas de sedimentos clásticos, além disso, 2 a 4 bilhões de material dissolvido, sendo as atividades humanas grandes responsáveis por grande parte da carga atual dos rios (PRESS et al., 2006).

De acordo com estes autores, certas estimativas, o transporte de sedimentos, antes do surgimento do homem, era algo em torno de 9 bilhões de toneladas por ano, menos da metade da quantidade atual.

As atividades mineradoras desenvolvidas em sistemas fluviais são de grande importância, embora possam originar impactos ambientais, por vezes irreversíveis (BRANDT, 1998). O crescimento acelerado de grandes centros urbanos, geralmente de maneira desordenada, aumenta a necessidade desta matéria-prima e pode produzir a degradação ambiental (POPP, 1992).

No Brasil, 90% da areia é produzida de extração em leito de rios, segundo relatório do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM, 2010).

Alguns estudos científicos no mundo tentam mostrar a relação entre a extração de areia em canal de rio e suas consequências ambientais para o perfeito funcionamento dos sistemas fluviais. McLean; Mossa (1997) estudaram essa relação no canal do rio Luisiana (SW dos EUA) e suas consequências para aquele sistema fluvial. Estes estudos mostraram que esta mineração afetou a forma do canal, criando gradientes temporários mais acentuados e provocou migrações de dunas subaquáticas. A mudança principal verificada pelos autores, através da comparação

² É necessário enfatizar o fato de que não se pretende desvalorizar tais pesquisas. Ao contrário, todos são de grande contribuição para o entendimento maior da dinâmica geoambiental dos sistemas fluviais que sofrem interferência da mineração de areia em seu canal.

dos mapas de 1848 com os de 1940, é que ela coincide com o aumento da quantidade de extração de areia.

Atualmente, uma das principais preocupações é a de desenvolver técnicas que sejam capazes de reduzir os impactos ambientais negativos para o meio ambiente, sem que essas reduzam, ao mesmo tempo, o poder de produção. Porém, nem sempre as técnicas que são consideradas as melhores, encontram-se disponíveis, ou ao alcance de todos, pois o seu custo é, em alguns casos, muito elevado tornando os projetos mineiros economicamente inviáveis. Contudo, se faz necessário entender qual o grau de impactos ambientais advindo dessa atividade, e quais são as modificações provocadas no sistema fluvial pela atividade mineradora em seu canal, para mantê-la em um nível de sustentabilidade.

Diante desses questionamentos, definiu-se como objetivo principal desta tese de Doutorado *analisar o atual modelo de extração de areia no canal do alto curso do rio Paraná entre os municípios de Guaíra e Marilena (PR), sua aplicabilidade e impactos ambientais resultantes dessa atividade.*

Ressalta-se que a definição de *Impacto Ambiental* adotado nesta tese, é aquela expressa na Resolução nº 001/86 do CONAMA. Assim descrita:

Considera impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

- I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II - as atividades sociais e econômicas;
- III - a biota;
- IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- V - a qualidade dos recursos ambientais.

O CONAMA reformulou a definição de meio ambiente através da Resolução nº 306/02:

“Conjunto de condições, leis, influência e interações de ordem física, química, biológica, social, cultural e urbanística, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas”.

1.1 Objetivos

A presente Tese de Doutorado tem como **objetivo principal** analisar o atual modelo de extração de areia no canal do alto curso do rio Paraná entre os municípios de Guaíra e Marilena (PR), sua aplicabilidade, os impactos ambientais resultantes dessa atividade e a dinâmica hidrossedimentar fluvial. Os **objetivos específicos** são:

- Analisar os modelos instalados para extração de areia no canal do alto curso do rio Paraná, entre os municípios de Guaíra e Marilena no estado do Paraná.
- Verificar o volume de extração de areia do canal do alto rio Paraná entre os municípios de Guaíra e Marilena (PR) nas últimas décadas e que tipo de material está sendo extraído.
- Compreender se o volume mineral extraído é compatível com a atual reposição pelo sistema, nos pontos ao longo do canal fluvial onde se desenvolve extração de areia.
- Identificar a distribuição espacial dos diversos materiais extraídos.
- Analisar as possíveis alterações que estão sendo constatadas na morfologia do canal quando comparadas aos registros da década de 1950.
- Entender a dinâmica e a história cumulativa dessa intervenção e perturbações ambientais existentes podem ser relacionados à atividade mineral.
- Delimitar os locais – apenas na região de Porto São José (PR), onde ocorreram os processos de *incisão* e *agradiação* no canal fluvial.
- Investigar a viabilidade dos “*portos ecológicos*” de extração de areia, do ponto de vista ambiental e econômico.

1.2 Hipótese

Esta Tese de Doutorado busca a validade das seguintes **hipóteses**:

Verificar a viabilidade da extração de areia tanto na disposição de material existente e o baixo impacto ambiental para o sistema fluvial.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização desta tese, procurou-se seguir as seguintes **etapas de trabalho**, descritas a abaixo:

- a) **Revisão Bibliográfica:** realizou-se amplo levantamento bibliográfico e seguiu-se a sua revisão, para a avaliação dos principais referenciais teóricos desta tese:
- os estudos sobre a extração de areia em alguns países, como Estados Unidos e Portugal. No Brasil, particularmente no canal do alto curso do rio Paraná entre os municípios de Guaíra e Marilena no Estado do Paraná ao longo de sua história;
 - foram visitados alguns sítios da internet³, como as bibliotecas digitais da USP, UNICAMP, IPT, IG-SMA, UFRJ, UFOP, UFRGS, UEM, entre outras universidades. Ainda, pesquisaram-se os arquivos da Mineropar, do DNPM, SINDAREIA, ANEPAC e MMA.
 - foi realizada uma visita à biblioteca da Universidade de Coimbra/Departamento de Geociências.
 - Visitou-se o escritório administrativo da Associação de Produtores de Areia do Noroeste do Paraná, no município de Marilena (PR).
 - os referenciais metodológicos sobre os possíveis impactos ambientais negativos com a atividade de mineração de areia em canais fluviais;
- b) **Trabalho de Campo:** foram realizadas cinco campanhas, cada uma delas em diferentes períodos do ano no alto rio Paraná, para coleta de dados. Estes trabalhos tiveram como base de apoio o NUPELIA – Núcleo de Pesquisa em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura da Universidade de Maringá, que incluíram:

³ Entenda-se como sítios da internet um conjunto de páginas.

- levantamento batimétrico e prospecção: foi realizado um mapeamento batimétrico dos atuais pontos de extração de areia na região de Porto São José (PR), para comparar com as profundidades de 1957, que foram obtidas pela Marinha do Brasil. Ainda, foram coletadas informações de prospecções junto à Associação de Produtores de Areia do Noroeste do Paraná. Tais procedimentos estão apresentados com maior detalhamento no Capítulo 8.

- foram realizadas visitas técnicas à Associação de Mineradores de Areia do Noroeste do Paraná, onde se coletou dados sobre prospecção e estimativa mineral na região de Porto São José (PR), área requerida junto ao DNPM para extração de areia;

- foram visitados os portos de extração de areia nos seguintes municípios: Marilena, Porto São José, Querência do Norte, Icaraíma, Vila Alta, São Jorge do Patrocínio, Querência do Norte, Altônia e Guaíra, todos localizados no Estado do Paraná e banhados pelo rio Paraná. A distância entre Marilena e Guaíra é de aproximadamente 210 km. Nos portos visitados foram observados os métodos e técnicas de extração, manuseio e estocagem de areia, assim como a infraestrutura instalada. Ainda, foi realizada uma coleta de fontes orais com areeiros para fazer um levantamento histórico desta atividade econômica ao longo dos últimos 50 anos, e maior compreensão na disponibilidade dos diferentes tipos granulométricos deste bem mineral, principalmente após o forte represamento à montante de Porto São José (PR), com os reservatórios de Porto Primavera e Rosana.

- c) **Análises Laboratoriais:** as amostras de sedimentos foram processadas no Laboratório de Geociências da Universidade de Guarulhos - UnG. Para tanto, utilizaram-se os métodos tradicionais de filtragem para determinação da carga suspensa, e de peneiramento para a carga de fundo, gerando gráficos, tabelas e mapas. A coleta de sedimentos foi realizada na região de Porto São José (PR).

- d) **Outras Atividades:** Para a sistematização dos procedimentos teórico-metodológicos e análise de modelos de extração de areia em grandes rios, a visita a Universidade de Coimbra, foi relevante, por haver naquela Universidade o Departamento de Geociências com larga experiência acadêmica (*mais de 240 anos*)⁴, onde um grupo de estudo desenvolve pesquisas sobre sistemas fluviais naquele país. A troca de experiências com os pesquisadores dessa instituição, Professores Doutores Pedro Cunha e Fernando Lopes, propiciou importante conhecimento de outras técnicas utilizadas na extração de areia em canais fluviais, ao longo dos rios D'ouro e Mondego, ambos em Portugal.

⁴ O Departamento de Geociências da Universidade de Coimbra (Portugal) tem 240 anos de investigação e ensino nas Geociências, que tiveram origem na criação da Faculdade de Filosofia em 1772.

3 GEOMORFOLOGIA FLUVIAL DE GRANDES RIOS TROPICAIS

3.1 Introdução

O que é um rio, e quantas histórias e fases vividas contaria se pudesse falar e qual sua herança? São alguns questionamentos que se faz necessário no início deste capítulo para efeito de reflexão, e que serão tratados ao longo do texto. Etimologicamente, o rio (do latim *rivu*) é grande curso de água natural, quase sempre oriunda das montanhas, que recebe no trajeto águas de regatos e ribeiros, e deságua em outro curso de água, num lago ou no mar. Também, pode-se encontrar outra definição: “Todos os rios correm para o mar e, contudo, o mar nunca se enche. Embora chegando ao fim do seu percurso, os rios não param de correr. [...]”⁵

As civilizações antigas criaram os mitos porque não podiam explicar nem prever os fenômenos naturais da Terra. Assim, para os rios desenvolveram uma relação de adoração e “*respeito*”⁶ para atender aos seus interesses e à suas necessidades, como irrigação, construção de canais, e ainda associações de cunho religioso e crença, como purificações e batismos.

As margens dos rios são o espaço no qual a água retoma seus direitos, no dizer de Bethemont, Rossiaud (2003). Esse espaço está situado entre o leito menor e o leito maior excepcional ou aquele leito normalmente ocupado pelas grandes cheias, fortemente ocupado de maneira irregular e desordenada nos trechos urbanos, e por muitas vezes pela estrutura para mineração de areia em seu leito.

O ambiente das margens pode apresentar uma grande variação vegetal, essas zonas úmidas, chamadas também de ripárias, possuem uma função na regulação dos débitos e na filtragem das águas. No que concerne à Ecologia é um espaço notável. No plano paisagístico e em estado mínimo de conservação, lembra um pouco uma natureza original do que poderia ser o jardim do Éden (BETHEMONT; ROSSIAUD, 2003). Contudo, geralmente, percebe-se que a

⁵ Definição de rio encontrada na Bíblia Cristã em ECLESIASTES 1:7,9.

⁶ O termo respeito, aqui utilizado é no sentido da não compreensão dos processos naturais e de sua dinâmica, e que pode ser entendido como medo de tais fenômenos da natureza.

ocupação de suas margens ao longo da história foi, e é, marcada de sucessivas agressões, no Brasil, e em diferentes países do mundo (Figura 1)⁷.



Figura 1: Areia no Cais, Port Marly. Óleo sobre a tela de Alfred Sisley. França, 1875.
Fonte: ABC Gallery (2012)

Um rio é caracterizado pela sua hidrologia, forma de canal, capacidade de transporte de água e sedimentos, pela biodiversidade, e pelas maneiras de apropriação antrópicas para atender aos diferentes interesses e necessidades⁸.

Assim, são inúmeras as formas de conceituar um *rio*. Pode ser definido como um corrente d'água confinada em um canal, por exemplo (BIGARELLA; SUGUIO, 1979).

Os rios tropicais drenam por todo o planeta uma variedade de províncias geológico-geomorfológicas como os cinturões orogenéticos, os platôs/plataformas

⁷ Gravura apresentada na figura 1, exemplo de impacto ambiental negativo por depósito de areia na margem do rio Sena, França.

⁸ A pretensão desta tese é de ir além dos conceitos e definições que os rios podem sofrer, mas sim analisar os diferentes modelos de mineração de areia em canal fluvial, seus impactos ambientais e aplicabilidade de um modelo de baixo impacto.

sedimentares e basálticas, as áreas cratônicas, as planícies em bacias sedimentares, e os terrenos mistos. Ainda, oito entre os dez maiores rios do mundo são rios tropicais, sendo que dentre estes, o Negro, o Madeira e o Japura são afluentes do rio Amazonas. (LATRUBESSE; STEVAUX; SINHA, 2005).

Devido à grande complexidade do clima tropical e a imensa extensão das bacias de rios tropicais, é impossível estabelecer um único regime para esses rios tropicais. Muitos autores propuseram diferentes classificações para regimes de rios tropicais com base na distribuição da precipitação (de verão e de outono) rios pluviais, glaciais e de regime misto (BALEK, 1983).

Muitos dos grandes rios e dos mega-leques do mundo estão situados em áreas tropicais. Grandes bacias como as dos rios Amazonas, Orinoco e Congo incluem tributários que estão entre os maiores rios do mundo. Estes sistemas de tributários imensos e complexos necessitam ser analisados individualmente, uma vez que a grande variedade de estilos dos processos sedimentares e geomorfológicos neles atuantes são praticamente desconhecidos. O papel importante dos sistemas tropicais na transferência de sedimentos e nutrientes para os oceanos e áreas costeiras, no estoque de sedimentos nas bacias continentais e no ciclo hidrológico global, mostra que a geomorfologia de rios tropicais não recebeu a atenção necessária quando comparada aos avanços atingidos por outras disciplinas tropicais (LATRUBESSE; STEVAUX; SINHA, 2005).

Assim, não existe uma dimensão real no potencial de informações úteis que a geomorfologia pode fornecer no tocante ao gerenciamento e planejamento ambiental de bacias fluviais (LATRUBESSE; STEVAUX; SINHA, 2005).

3.2 Dinâmica Fluvial

A dinâmica fluvial é resultado de um conjunto de fatores: capacidade de infiltração, volume de precipitação, evapotranspiração, influência geológica e a forma da bacia, como foi determinado por (BIGARELLA; SUGUIO, 1979). A soma desses fatores dará uma característica à bacia hidrográfica, cada um dos fatores citados pode ter uma influência, num determinado tempo, sobre a bacia.

A dinâmica fluvial sempre despertou o interesse de estudiosos, como é caso do rio Arno na Itália, estudado por Leonardo da Vinci no ano de 1503, que produziu uma série de mapas do rio, que relatam os danos do aterro onde a água passa através de um açude (Figura 2).



Figura 2: a) Um mapa de Leonardo da Vinci, do leito do rio Arno, a leste de Florença, a partir do Africo ao Mensola, mostrando um método para conduzir a água, de Leonardo da Vinci; b) Mapa de 1503, com proposta de desvio e canalização do rio Arno, Itália, de Leonardo da Vinci. *Obs.:* Área tracejada no mapa indica a proposta de alteração no traçado original do canal fluvial.
Fonte: Modificado de Royal Collection (2012).

Os padrões de drenagem dão origem à configuração dos rios (Figura 3), que é geralmente descrita como retilínea, anastomosada, meandrante e entrelaçado.

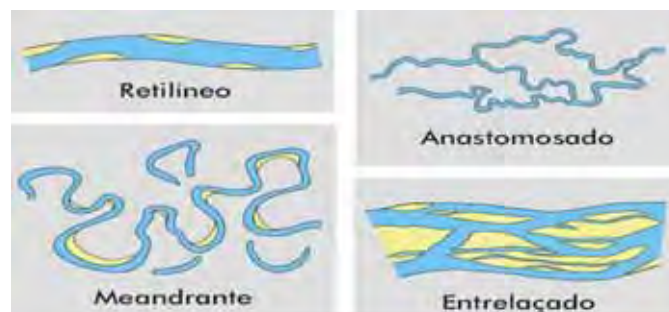


Figura 3: Representação esquemática de tipos de canais fluviais.
Fonte: Modificado de Bigarella; Suguio (1979).

3.3 Planície de Inundação - Fluvial

A planície de inundação é uma feição deposicional do vale do rio associada com um regime climático ou hidrológico particular da bacia de drenagem. Os sedimentos são temporariamente estocados na planície de inundação ao longo do vale e, sob condição de equilíbrio, sem aumento ou diminuição por um longo tempo (*anos*), a taxa de entrada de sedimentos é igual à de saída. Porém, uma alteração das condicionantes do equilíbrio, através de processos tectônicos ou por mudanças no regime hidrológico, incluindo mudanças no aporte de sedimentos e de água, poderá resultar na alteração da planície de inundação e levar a degradação e formação de terraço, ou por outro lado levar à nova aggradação (LEOPOLD et al., 1957).

A planície de inundação do rio Paraná (Figura 4) constitui uma superfície plana, onde a cobertura vegetal é a principal forma de realce das formas relevo uma que as áreas altas possuem vegetação arbórea, as médias são cobertas por arbustos, as baixas por campos, e os baixios por formas higrófilas. As partes mais rebaixadas constituem corpos d'água, na forma de canais ativos e lagoas (STEVAUX, 1994).

A Planície Fluvial, unidade rio Paraná, de acordo com Stevaux (1994), encontra-se presente ao longo de toda a planície do rio Paraná. Embora seja relativamente plana, tem diferentes níveis topográficos, distintos entre si em termos altimétricos e morfológicos. As áreas altas são representadas por diques marginais, por leques de “*crevasse*” e formas de paleobarras, inundáveis em cheias com períodos de retorno maior que três anos. Um nível intermediário é ocupado pelas bacias de inundação, inundadas anualmente. As partes baixas compreendem as áreas inundadas e as barras de canal.

Ao longo da sua faixa de ocorrência, a planície fluvial apresenta características distintas. No compartimento lagoa São Paulo, dispõe-se em paleocanais de 200m de largura arranjados em um complexo padrão, ramificado e interligado, onde dominam as formas de bacia de inundação. Esses paleocanais representam uma fase de remoção do Terraço Baixo, e ocupam parte dos antigos canais que já haviam realizado o rebaixamento do Terraço Médio (STEVAUX, 1993).

A planície fluvial é bem caracterizada nos compartimentos rio Baía e ilha Grande. Ela se desenvolve a partir de alguns quilômetros a jusante do paredão das

Araras, até próximo da cidade Guaíra. No compartimento rio Baía apresenta todas as formas mencionadas anteriormente, enquanto que no conjunto de diques marginais com menor abrangência em área. Apenas nesse último conjunto há ocorrência de leques aluviais sobre ela.

O intervalo de recorrência de inundações das diferentes vazões varia de um rio para outro. O intervalo depende de três fatores:

- O clima da região;
- A largura da planície de inundação;
- O tamanho do canal.

No alto rio Paraná, as áreas inundadas compreendem canais ativos e semi-ativos, lagoas e baixios alongados associados a paleocanais, e baixios associados à bacia de inundação. Em quase todas as cheias essas áreas recebem água do rio Paraná, ou do lençol freático, formando lagos alongados com linhas emersas nos diques marginais, ou, no caso da bacia de inundação, com formas arredondadas, sem áreas emersas, ou margem definida (STEVAUX; MARTINS, 2008).



Figura 4: Planície de inundação na região de Porto Rico (PR).
Fonte: Modificado de Stevaux (2007).

Na área de estudo, o relevo apresenta maior variabilidade em secções transversais, ao longo das quais todas as formas podem ser encontradas. A análise

de diversos perfis topográficos levantados pela ELETROSUL demonstrou que a amplitude altimétrica em sua secção não ultrapassa 10m, e que as partes altas encontram-se até 4m acima da média da planície, e o fundo dos canais até 6m abaixo dela. A variação altimétrica longitudinal é menor, pois as áreas altas apresentam uma variação de 5m ao longo de 66 km, no trecho entre Porto Primavera e a primeira foz do rio Ivinhema. O segmento apresenta, portanto, um gradiente médio de pouco mais de 7cm/km, embora haja significativas variações locais.

A superfície da planície fluvial é resultado da evolução de um sistema anastomosado que esteve ativo antes da implantação do atual padrão de canal. As feições nela existentes são resultantes daquele sistema, embora haja relíquias de outro padrão anterior, além das formas associadas aos canais atuais (SOUZA FILHO, 1993).

3.4 Transporte de Areia no Canal

O transporte de areia em canal fluvial depende da energia disponível, pois este trabalho aumenta quando a fricção diminui, seja pela suavização do curso ou pela redução do perímetro molhado (BIGARELLA; SUGUIO, 1979). Na corrente são encontradas partículas que se deslocam em suspensão, por saltação ou rolamento (Figura 5). Nos rios brasileiros a carga em suspensão é bem maior que a carga dissolvida, principalmente nos períodos mais chuvosos.

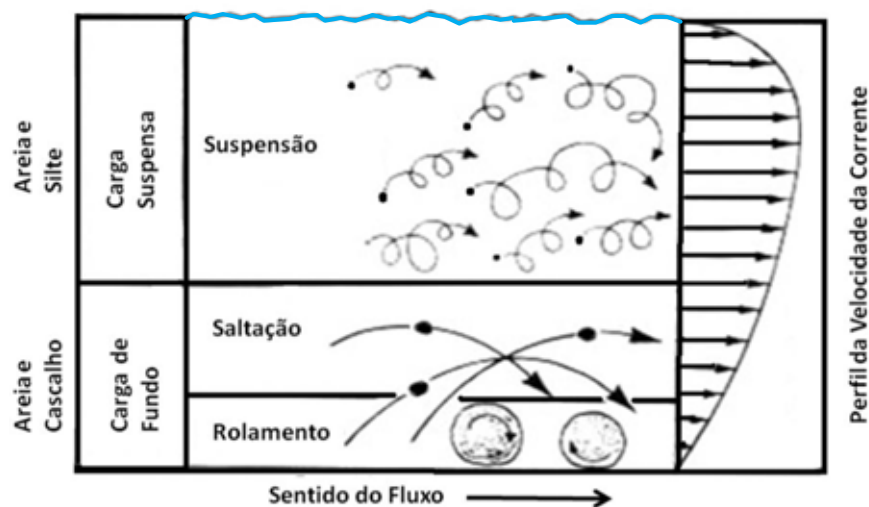


Figura 5: Velocidade da corrente e distribuição de diferentes materiais de acordo com a granulação.
 Fonte: Simplificado de Bigarella; Suguio (1979).

A propriedade fundamental de extrema importância durante o transporte e deposição de uma partícula em meio fluido é a sua velocidade de decantação. Ela depende de fatores inerentes à partícula em decantação, tais como tamanho, forma e peso específico. Além disso, ela depende também de fatores ligados ao mesmo fluido como, por exemplo, viscosidade, peso específico, etc.

O conhecimento do comportamento em meios fluidos e a compreensão das leis que regem o transporte e a deposição progrediram muito graças aos estudos experimentais realizados em modelos de laboratório.

As leis da mecânica dos fluidos e velocidade de decantação constituem aspectos fundamentais que intervêm no transporte dos sedimentos (Figura 6). Durante a decantação em meio fluido, as partículas obedecem basicamente às leis de Stokes e do Impacto.

A apreciação dos problemas relativos à velocidade de decantação mostrou que para uma determinada granulação, as esferas decantam mais rapidamente do que os discos, bem como os minerais pesados assentam-se antes dos minerais leves. A medida que o transporte por suspensão progride, os grãos mais pesados e mais esféricos são os primeiros a atingirem o fundo, e como resultado, as partículas mais achatadas e mais leves são favorecidas pelo processo de transporte em suspensão.

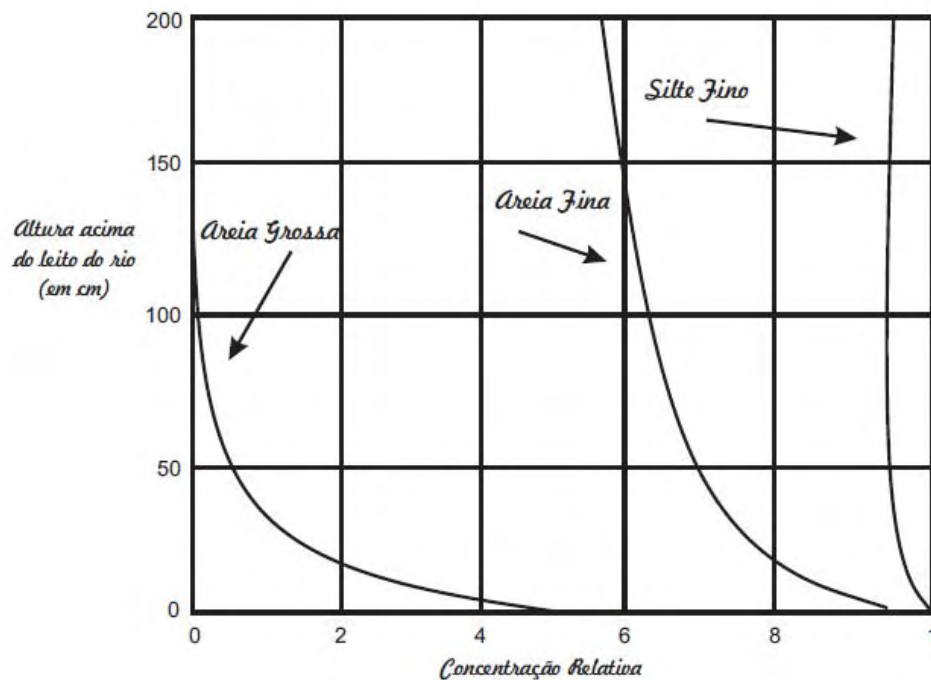


Figura 6: Gradientes de concentração de areias grossa, fina e silte fino.
 Fonte: Modificado de Bigarella; Suguio (1979).

A água percorrendo o sistema fluvial das cabeceiras à foz transforma energia potencial em cinética, que é aplicada para vencer a resistência do fluído com o fundo do canal e entre as próprias lâminas de água. Essa atividade e a troca de calor dela decorrente consomem cerca de 90 a 95% da energia do rio. Com os 5% restantes o rio promove erosão, transporte e modela seu canal. Como visto entre o material transportado e depositado pelo rio está o material particulado formado por cascalho, areia e lama. Os dois primeiros são transportados por tração, ou seja, por arraste, rolamento e saltação. O material do último tipo é transportado por suspensão.

Os depósitos de areia são resultados da concentração de grãos de quartzo pelos agentes naturais de intemperismo, transporte e deposição a partir de rochas preexistentes.

O transporte reduz o tamanho e a angularidade (Figura 7) das partículas clásticas. Os grãos tornam-se arredondados e um pouco menores à medida que são transportados, embora sua forma geral possa não mudar significativamente. À

medida que vão sendo transportadas, as partículas tombam e chocam-se umas com as outras ou friccionam-se contra o substrato rochoso (PRESS et al., 2006).



Figura 7: Esquema ilustrativo de desgaste das partículas pelo transporte fluvial ao longo do canal.
Fonte: Simplificado de PRESS et al., (2006).

A areia (e cascalho), utilizada na construção civil e minerada nos canais e depósitos fluviais, é portanto, transportada por tração. A interação entre o fluxo da água e o fundo móvel do canal produz uma perturbação no fluxo, que consiste na formação do leito. A depender do tamanho e densidade das partículas e das características do fluxo (velocidade, densidade do fluído e profundidade) são geradas uma série de formas de leito que viriam na forma, altura, comprimento e velocidade de migração (Figura 8).

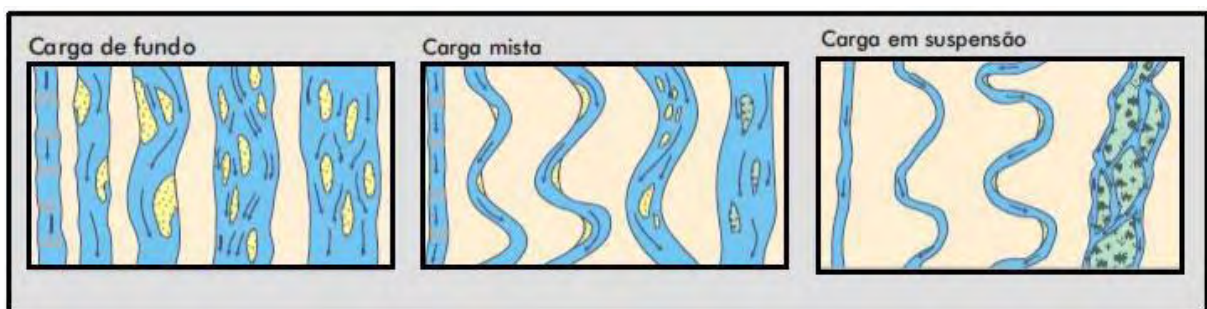


Figura 8: Variação nos padrões de canais fluviais em função do tipo de carga.
Fonte: Modificado de PRESS et al., 2006.

4 ECONOMIA MINERAL – EXTRAÇÃO DE AREIA

4.1 Introdução - Bem Mineral

Bens minerais destinados ao segmento da construção civil são as areias de diferentes granulometrias (Tabela 1), sem forma e volume definidos, de dimensões e propriedades estabelecidas para o uso em obras de engenharia civil, tais como, a pedra britada, o cascalho e as areias naturais ou obtidas por moagem de rocha, além das argilas e dos substitutivos como resíduos de inertes reciclados, entre outros (DNPM, 2009).

Tabela 1: Escala de Wentworth.

Areia Grossa	1,00 mm a 0,5 mm
Areia Média	0,49 a 0,25 mm
Areia Fina	0,24 a 0,62 mm

Fonte: Bigarella; Suguio, (1979).

A produção de areia sofre forte preconceito no Brasil, assim como todos os agregados para a construção civil, pois é entendida apenas como grande geradora de impactos ambientais negativos, esquecendo-se de sua valiosa contribuição de cunho social, como por exemplo, de impacto ambiental positivo, é a organização da vida moderna nos grandes centros urbanos, que cada vez mais depende dos recursos minerais.

Paradoxalmente, no entanto, apesar de seus benefícios e contribuição, não têm o reconhecimento imediato e explícito da própria sociedade que delas usufrui. Para diminuir tal falta de compreensão poderíamos propor uma reflexão: qual a importância dos sistemas viários para as cidades, certamente a resposta imediata seria a movimentação de pessoas e mercadorias. Contudo, da maneira implícita a mineração encontra-se nesta contribuição, pois é através de seus recursos que a implantação do sistema viário torna-se possível.

Estudos do American Mining Congress (IBRAM, 1994), chegam a afirmar que, para ter acesso ao conforto propiciado pela tecnologia atual, cada indivíduo precisa de cerca de 10 t/ano de bens minerais, sendo distribuídos da seguinte maneira:

areia e cascalho (3,9 t), brita (4,2 t), cimento (363 kg), argila (222 kg), sal (200 kg), rocha fosfática (140 kg) outros não-metálicos (486 kg), ferro e aço (547 kg).

4.2 Mineração de Areia no Brasil

Cerca de 2.000 empresas dedicam-se à extração de areia no país, essa produção é destinada tanto para a construção civil como à indústria (DNPM, 2010). Destacam-se entre os principais pólos de produção de areia o do Vale do Rio Paraíba do Sul, no estado de São Paulo. Outras regiões produtoras são Sorocaba, Piracicaba e Vale do Rio Ribeira de Iguape, também no estado de São Paulo; e Seropédica, Itaguaí, Barra de São João e Silva Jardim, no estado do Rio de Janeiro; rios Guaíba, Caí e Jacuí, no estado do Rio Grande do Sul; Vale do Rio Itajaí, em Santa Catarina; Várzea do Rio Iguaçu na Região Metropolitana de Curitiba; Vale do Rio Tibagi no município de Ponta Grossa(PR) e o Rio Paraná na Região de Guaíra(PR). A maior produção de areia no Brasil é do estado de São Paulo, que também é o maior centro consumidor desse bem natural; o estado do Paraná produz 7 % da produção nacional (Gráfico 1). A produção nacional bruta de areia em 2009 foi de 266.085.517 toneladas (DNPM, 2010).

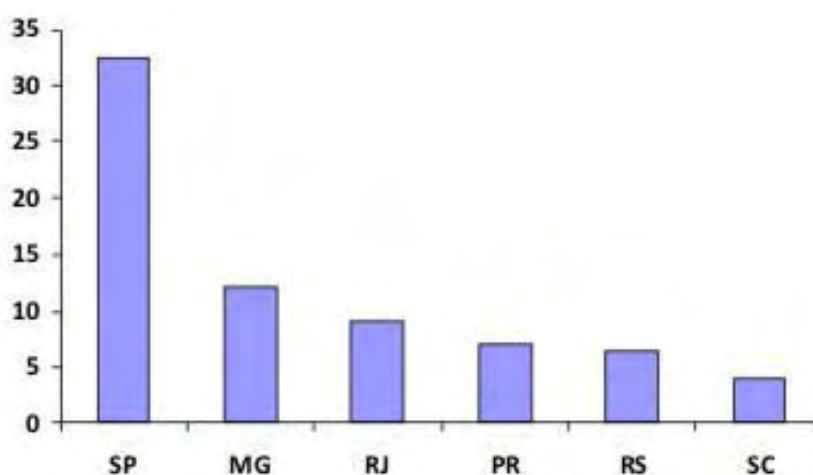


Gráfico 1: Principais Pólos de Extração de Areia (todas as finalidades) no Brasil (em %).
Fonte: DNPM (2011).

A importância deste bem mineral pode-se ressaltar nos seus diferentes usos, tais como:

- agregados para construção civil;
- moldes de fundição;
- indústrias de transformação (vidros, abrasivos, química, cerâmica, siderurgia, filtros, jateamento, defensivos agrícolas, ferro-ligas, cimento, refratários);
- tratamento de águas e esgotos;
- minério portador de minerais de interesse econômico, como: monazita (cério e terras-raras), ilmenita (titânio), ouro, cassiterita e outros.

Um levantamento da FIPE (2001) para o projeto Diretrizes para a Mineração de Areia na Região Metropolitana de São Paulo constatou que, em autoconstrução, uma unidade básica de 35m² consome 21t de concreto, (4,8t de areia), em habitações populares; com 50m² consome 68t de concreto (27,2t de areia); um edifício público de 1.000m² consome 1.360t de concreto (544t de areia); uma escola padrão de 1.120m² consome 1.675t de concreto (670t de areia); em pavimentação urbana, 1 km de via pública de 10 m de largura consome entre 2.000t e 3.250t de concreto (entre 800t e 1.300t de areia) e uma estrada pavimentada normal, cerca de 9.500t/km de concreto (3.800t de areia).

Segundo o sumário mineral do DNPM (2011), em 2010 nenhum Estado brasileiro decresceu sua produção/consumo relativamente ao ano anterior. Os Estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Paraná são os maiores produtores e consumidores de rocha britada. Na região Norte o Pará teve uma produção 50% maior do que Rondônia que se tornou o segundo produtor da Região Norte, superando o Amazonas. Nacionalmente, Rondônia também é o que mais evoluiu a sua produção nos últimos 5 anos (188%), bem como no último ano (93%). Esse crescimento foi impulsionado pelas obras das usinas hidrelétricas de Santo Antônio e de Jirau. Entretanto foram os estados do Nordeste e não da região Norte que mais elevaram sua produção em termos percentuais nos últimos 5 anos.

Todos os estados nordestinos tiveram crescimentos superiores à média nacional de 55% nos últimos 5 anos. A Bahia é o maior produtor regional, e nacionalmente foi o 5º maior produtor de brita em 2010. Na região Centro-oeste, GO é o maior produtor, mas os estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul foram os que apresentaram maiores evoluções nos últimos 5 anos. Na região Sul e Sudeste,

onde se encontram as maiores taxas de urbanização nacionais, estão os maiores mercados e a maior produção nacional.

No Brasil o consumo *per capita* anual de areia é pouco mais de 1t (Gráfico 2); enquanto que nos EUA chega a 7,5t ; na Europa 5t, o estado de São Paulo, o mais desenvolvido do país, é de 4,5t, ou seja, se aproxima do consumo europeu (DNPM, 2005). O consumo médio per capita de areia no Brasil entre os anos de 1997 e 2004 foi de 1,25 toneladas, muito abaixo da média mundial de 6 toneladas/ano, nos países desenvolvidos.

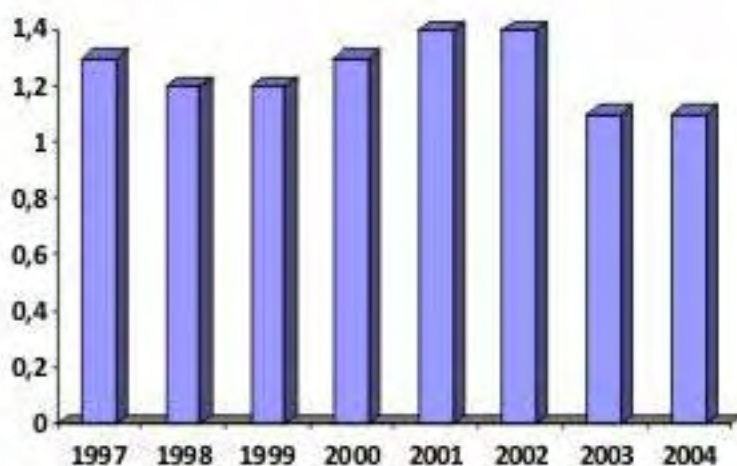


Gráfico 2: Brasil – consumo per capita anual de areia (todas as finalidades) entre 1997 e 2004 (em toneladas).

Fonte: DNPM (2010).

Para que possamos comparar o atual cenário nacional de consumo per capita de areia, utilizaremos o padrão de consumo da França, que apresenta uma superfície de 547.030 km², e uma população de 63 milhões de habitantes, que tem um território bem menor quando comparado ao do Brasil, assim como a sua população. Ainda assim, apresenta um consumo per capita de 6,5 t/ano de areia (para todos os fins). Esses números mostram como são baixas a produção e o consumo de areia no Brasil em relação aos países desenvolvidos e de menor dimensão territorial. A produção de areia brasileira entre os anos de 1988 e 2000 (Gráfico 3) se desenvolveu num quadro de evolução a partir de 1997. Esse quadro relata a recuperação dessa atividade mineral, onde conheceu o seu pior desempenho na série histórica dos anos de 1990 e 1991.

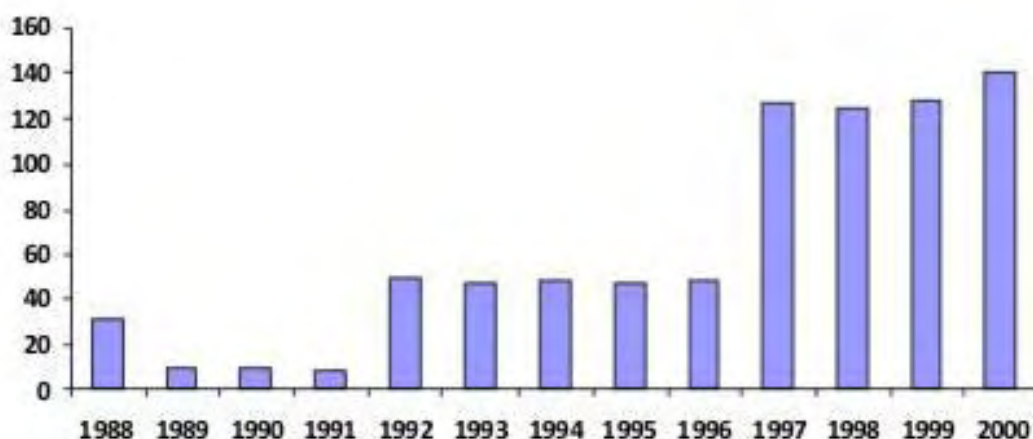


Gráfico 3: Produção Brasileira de Areia (para todas as finalidades), (em milhões/m³) Série Histórica de 1988 a 2000.

Fonte: DNPM (2008).

Quanto à distribuição setorial da quantidade consumida de areia (Tabela 2) verifica-se a importância deste bem mineral para a construção civil, que absorve amplamente a produção e quando comparado com os demais setores percebe-se a grande distância, já que sozinho é responsável por quase 70% da demanda.

Tabela 2: Distribuição setorial do consumo de areia (produto bruto) no Brasil.

Setores de Consumo / Uso - Em (%)	
Construção Civil	69.16
Aterro	3.88
Comércio de Materiais de Construção	2.86
Construção/Manutenção de Estradas	2.32
Artefatos de Cimento	1.42
Cerâmica Vermelha	0.18
Siderurgia	0.11
Pavimentação Asfáltica	0.11
Argamassa para Construção	0.10
Artefatos de Concreto	0.08
Extração e Beneficiamento de Minerais	0.06
Cimento	0.06
Concreto para Construção	0.02
Não Informado	19.64

Fonte: DNPM (2011).

A produção de areia no Brasil em 2010 cresceu cerca de 7,5% (DNPM, 2011), o principal fator responsável por este crescimento foi o super aquecimento da construção civil, e conseqüentemente o grande consumo de agregados para a construção civil (Tabela 3).

Tabela 3: Produção de Areia no Brasil – em milhões de toneladas.

Produção de Areia			
2007	2008	2009	2010
229,4	272,4	266,9	286,8

Fonte: Anuário Mineral Brasileiro. DNPM (2011).

Os cenários para as projeções de investimentos na mineração de areia entre 2010 e 2030 (Quadro 1), classificados em frágil, vigoroso e inovador, foram baseados respectivamente em perspectivas de instabilidade e retrocesso; estabilidade e reformas; estabilidade, reforma e inovação para a economia nacional, atrelados a estimativas de crescimento anual do PIB da mineração de não metálicos. Para o cenário frágil adotou-se como índice de projeção do crescimento futuro, a partir de 2010 até 2030, o valor mínimo de índice de crescimento do PIB (8,2%). Para o cenário vigoroso adotou-se o índice de 9,1% e para o inovador o de 10,0%.

Quadro 1: Cenários para o futuro da mineração de areia baseados em estimativas de crescimento do PIB da mineração de não-metálicos.

Cenário	Caracterização	Projeção do Crescimento do PIB Mineração de não Metálicos (% a.a.).
1 Frágil	<u>Instabilidade e Retrocesso:</u> Considera uma possível reversão dos atuais condicionamentos sócio-políticos e a desestabilização do atual contexto fiscal e monetário. O país deverá regredir no processo de estabilização de sua economia, concomitantemente a retrocessos no plano externo, com deterioração do atual contexto de integração competitiva à economia internacional.	Médio - Período 2010 a 2030 8,2

Cenário	<u>Caracterização</u>	Projeção do Crescimento do PIB Mineração de não Metálicos (% a.a.).
2 Vigoroso	<u>Estabilidade e Reformas:</u> Pressupõe a manutenção e o aperfeiçoamento das atuais condições de estabilidade e de aprofundamento das reformas políticas-institucionais, especialmente nos campo da gestão pública (reforma administrativa), fiscal (reforma tributária), e da previdência social (reforma previdenciária), além das concessões de serviços de infraestrutura (saneamento, energia, portos e transporte rodoviário, fluvial e marítimo).	Médio - Período 2010 a 2030 9,1
3 Inovador	<u>Estabilidade, Reformas e Inovação</u> Admite um condicionamento ainda mais virtuoso, no qual – além do aperfeiçoamento da estabilização e do aprofundamento das reformas institucionais - o país empreende uma vigorosa mobilização nacional pela inovação, contando com uma ampla participação de instituições públicas, entidades não governamentais, empresas e da sociedade como um todo. Admite-se que tal processo de mobilização seja focado em planos e programas direcionados para uma ampla geração e difusão de informação, conhecimento e aprendizado, como estímulo a projetos específicos de pesquisa, desenvolvimento e inovação.	Médio - Período 2010 a 2030 10,0

Fonte: Adaptado de Mendes (2010).

4.3 Mineração de Areia no Estado do Paraná

O Paraná foi um dos primeiros Estados brasileiros a ser explorado, sendo pioneiro no desbravamento do interior do Brasil meridional. O início das investigações geológicas no estado data do século XVI, em 1531, quando um grupo liderado por Pero Lobo atravessou a Serra do Mar até a região de Curitiba em busca de ouro e pedras preciosas. O Paraná, provavelmente, foi pioneiro na mineração de ouro, com a exploração regular das minas de Paranaguá a partir de 1578 (MINEROPAR, 2010).

Os principais recursos minerais explorados no Paraná são as rochas calcárias, areia, brita, argila, talco, folhelho piro betuminoso, carvão e água mineral.

A produção de areia no Paraná provém de 255 empresas que atuam em 85 municípios, principalmente nas planícies de inundação do rio Iguaçu e seus afluentes, além dos rios Paraná, Tibagi e Paranapanema. As reservas medidas no estado são da ordem de 5 milhões de metros cúbicos.

A distribuição regional da quantidade consumida por UF da produção de areia do estado do Paraná tem como principal mercado consumidor o próprio estado absorvendo mais de 50% de toda produção de areia, sendo o estado de Santa Catarina o segundo consumidor com cerca de 16% de toda a produção (Gráfico 4).

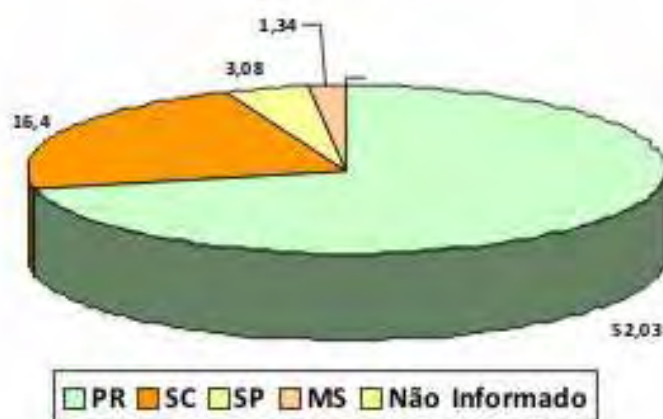


Gráfico 4: Mercado consumidor paranaense da produção de areia.
Fonte: MINEROPAR (2010).

Estudos da MINEROPAR (2012) estimam que dos cerca de 50 milhões de toneladas de bens minerais produzidos no Paraná em 2009, 54% foram de agregados para a construção civil (areia e brita) e 20% de bens minerais utilizados para a produção de cimento.

No Paraná, as substâncias minerais que mais contribuíram para a arrecadação da CFEM - Contribuição Financeira pela Exploração Mineral, no período de 2004 a 2010 foram as rochas carbonáticas, que responderam por 34,6% da arrecadação e destinadas principalmente para a produção de cimento, corretivo

agrícola e cal, seguidas de rochas para a produção de brita (23,0%), areia (13,7%), ouro (6,7%) e água mineral (4,3%) MINEROPAR (2012). Estas cinco substâncias responderam por 82,3% da arrecadação da CFEM estadual de 2004 a 2010.

A exploração de areia na várzea do rio Iguaçu se processa desde a década de 40, estando quase esgotado o minério em muitos locais na região de Curitiba. As áreas de produção vão migrando ao longo do tempo, do leste de Curitiba em direção ao sul (Umbará, Cachimba, Mandirituba), a sudoeste (Araucária) e mais recente para oeste (Balsa Nova, Contenda e Lapa). O vale do rio Tibagi é muito encaixado, sendo boa parte da areia extraída do leito ativo do rio. No médio Tibagi, na região de Ponta Grossa, existem grandes extrações em aluviões e terraços e a formação de depósitos de areia no baixo Tibagi depende do regime de cheias do rio.

O rio Paraná, a montante de Guaíra, é uma importante fonte de areia para a construção civil. A areia é extraída por dragagem direta do leito ativo, através de dragas com apoio de rebocadores e chatas para armazenamento e transporte.

4.4 Geração de Empregos

A produção de areia é um setor básico na cadeia da indústria da construção civil, tem faturamento importante e gera muitos empregos, principalmente indiretos. A atividade econômica de produção de areia caracteriza-se por grandes volumes produzidos. O transporte responde por cerca de 2/3 do preço final dos produtos, o que impõe a necessidade de produzi-la o mais próximo possível do mercado, que são os aglomerados urbanos.

As restrições ambientais à utilização de várzeas e leitos de rios para extração de areia criam sérios problemas para as lavras em operação. Em consequência, novas áreas de extração estão cada vez mais distantes dos locais de consumo, encarecendo o preço final dos produtos. A região metropolitana de São Paulo, por exemplo, “importa” grande parte da areia consumida, sendo que boa parte de locais que ficam a mais de 100 km, o que encarece o produto e onera o consumidor (ANEPAC, 2011). As empresas produtoras de areia (Tabela 4) em sua grande maioria produzem acima de 50.000t/ano.

Tabela 4: Relação da proporção na produção (em toneladas/ano) de areia das minas.

Características das Empresas (742 minas)	Produção Total
1	Mais de 3.000.000 t
6	Entre 500.000 t e 1.000.000 t
13	Entre 300.000 t e 500.000 t
41	Entre 150.000 t e 300.000 t
37	Entre 100.000 t e 150.000 t
131	Entre 50.000 t e 100.000 t
276	Entre 20.000 t e 50.000 t
237	Entre 10.000 t e 20.000 t

Fonte: DNPM (2010).

As maiores empresas produtoras de areia são: Itaquareia, Mineração Paraíba do Sul, Amavales (Associação de Produtores de Areia), Porto de Areia Tubarão e Viterbo Machado Luz, em São Paulo; Smarja e Somar, no Rio Grande do Sul; APA, no Paraná; e TCL, em Minas Gerais. Com restrições maiores para obtenção de novas áreas de produção e pressão maior dos órgãos ambientais, haverá a tendência de sobreviverem somente as empresas mais estruturadas.

A mineração desempenha um papel social e econômico muito importante no país. Sob o aspecto de economia, a atividade de extração é responsável por 3% do PIB brasileiro.

Analisando a produção específica de agregados para a construção civil, esta vem aumentando consideravelmente a partir da década de 60, exceto no período entre 1997 a 2003, devido à crise que se abateu na construção civil. Entretanto, atualmente, vê-se um aquecimento neste setor, principalmente nas grandes metrópoles. Destaca-se a Região Metropolitana de São Paulo como o maior mercado consumidor de agregados do país.

A maior produção de areia no Brasil é do estado de São Paulo, que também é o maior centro consumidor desse bem natural; o estado do Paraná produz 7% da produção nacional (Gráfico 5).

A produção de areia nacional assim como a mundial, movimenta vários seguimentos da economia do país, principalmente o da construção civil. Com um destaque para as áreas de maior urbanização e desenvolvimento industrial e econômico, como o Sudeste e Sul. O estado de São Paulo é a grande mola propulsora e termômetro para essa atividade econômica, os números abaixo

mostram o desenvolvimento e o desempenho de alguns estados da federação. Quanto a mão-de-obra há uma grande concentração, com quase a metade, na Região Sudeste (Gráfico 5).

Na extração de areia existem cerca de 2.500 unidades que geram 50 mil empregos diretos e 150 mil indiretos. O setor movimentou em 2010 cerca de R\$ 12 bilhões. Eventos como a Copa do Mundo, Olimpíadas, obras do Trem de Alta Velocidade, programa Minha Casa, Minha Vida têm impactos evidentes no setor.

Estudo do Departamento da Indústria de Construção da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (Fiesp), que a ANEPAC integra, mostra um déficit habitacional de 23,5 milhões de novas moradias. Para zerar esse déficit, serão necessários investimentos de R\$ 3 trilhões ou R\$ 255 milhões, em média, por ano. Isso equivale a 5,7% do PIB. Atualmente, o investimento em habitação é de cerca de 4% do PIB nacional (ANEPAC, 2011).

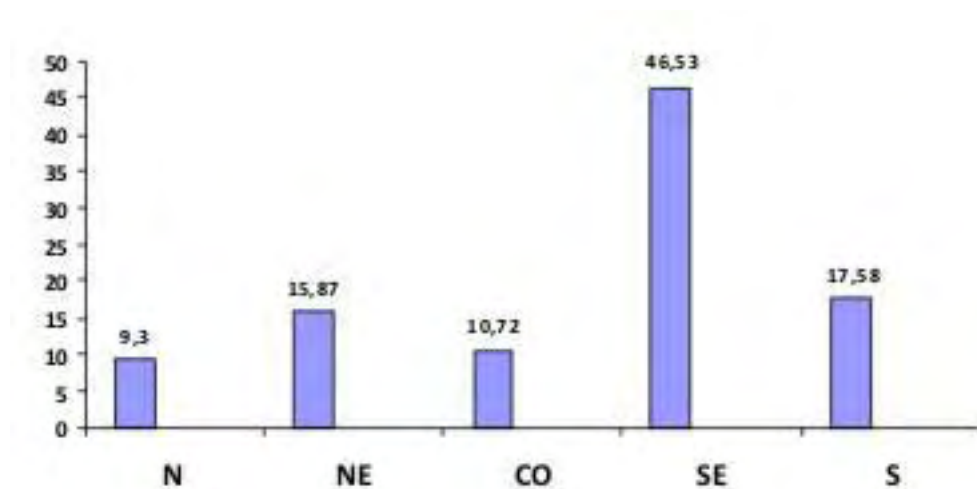


Gráfico 5: Distribuição de mão de obra por regiões no Brasil (em %).
Fonte: DNPM (2010).

Poucas empresas têm corpo técnico completo com engenheiros, geólogos, técnicos, administradores, contadores, etc. (Quadro 2). Em geral, buscam escritórios de consultoria para se suprir de pessoal técnico para as atividades burocráticas, como buscam de licenças, concessões e autorizações e serviços técnicos de

controle ambiental e de recuperação de áreas degradadas. Praticamente, não existe terceirização das operações de produção (SOUZA, 2009).

Quadro 2: Mão de obra utilizada na mineração de areia por categoria profissional no Brasil.

PESSOAL OCUPADO					
NÍVEL SUPERIOR			OUTROS		
Eng. Minas	Geólogos	Outros	Técnico N.M.	Operários	Administrativo
771	684	147	169	8.446	2.192

Fonte: DNPM (2010).

4.5 Produção e Consumo

A produção de areia no Brasil em 2009 foi de 254.925.728 toneladas (DNPM, 2010).

A produção de areia no Brasil numa avaliação da série histórica entre 2001 e 2007 houve uma redução considerável nos anos de 2003 e 2004 com retomada aos padrões de produção em 2005, e crescente produção nos anos seguintes bem acima da media total (Tabela 5).

Segundo relatório do DNPM (2009), no período 2001 a 2007 as minas de areia representaram 28% do total de minas a céu aberto e acima de 10.000 t operando no país. As minas de areia representam 34% do total de minas de pequeno porte (abaixo de 100 mil e acima de 10 mil t).

Tabela 5: Produção Anual de Areia no Brasil – em milhões de toneladas.

Bem Mineral	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Areia	244,40	240,80	214,10	201,00	238,00	255,00	279,00

Fonte: DNPM (2009).

A variação nos preços da produção nacional de areia foi de crescimento negativo entre 2001 e 2003, com retomada em 2004, para o período analisado entre 2001 e 2007 (Tabela 6).

Tabela 6: Variação da Produção Anual.

Ano Corrente	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Ano Base	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2001
Areia	-1,47%	-1,09%	-6,12%	18,41%	7,14%	9,41%	14,16%

Fonte: DNPM (2010).

Na produção nacional, predominam as minas de pequeno porte, um fato em parte explicado pela existência de micromercados regionalizados (Tabela 7). Como os custos de transporte inviabilizam o comércio entre grandes distâncias, os mercados onde cada mina pode destinar sua produção ficam limitados. Nesse caso, a escala de produção fica restrita aos volumes compatíveis com o que cada mercado regional pode absorver (DNPM, 2011).

Tabela 7: Porte e número de minas de areia no Brasil (2009).

Bem Mineral	Grandes	Médias	Pequenas	Total
Areia	2	89	573	664

Fonte: DNPM (2010).

As empresas mais importantes de produção de areia em 2007 foram a Itaquareia Indústria Extrativa de Minérios e a Pirâmide Extração e Comércio de Areia Ltda., em São Paulo; e, no Rio Grande do Sul, SOMAR-Sociedade Mineradora Ltda. e SMARJA Sociedade dos Mineradores de Areia do Rio Jacuí (Tabela 8). Embora a produção gaúcha de areia esteja entre as maiores do país, várias áreas do Rio Grande do Sul não apresentam condições geológicas para a produção de areia, o que eleva significativamente o preço do insumo em locais como a Serra Gaúcha.

Para o mesmo período de análise, no Paraná a empresa Irmãos Hobi Ltda. também tem tido uma presença marcante no mercado de areia. A produção brasileira alcançou um total de 279 milhões de toneladas de Areia ao fim de 2007 (DNPM, 2010).

Tabela 8: Percentual de participação por empresa e UF no comércio de areia em 2009.

Empresas	Local da Comercialização	Participação Nacional 2009
Itaquareia Ind. Extrativa de Minérios Ltda.	SP	7,88%
Soc. dos Mineradores. de Areia do Rio Jacuí Ltda.	RS	3,45%
Somar – Sociedade Mineradora Ltda.	RS	2,34%
Pirâmide Extração e Comércio de Areia Ltda	SP	2,03%
Mineração de Areia Paraíba do Sul Ltda.	SP	1,70%
Hobi & Cia. Ltda.	PR, SC	1,45%
Extrabase Extração Comércio e Transporte Ltda.	SP	1,25%
Pecuária Serramar Ltda.	SP	1,12%
Darcy R.O. e Silva & Cia. Ltda.	SP	1,09%
Ottomar Mineração Ltda.	BA	1,08%

Fonte: DNPM (2010).

A distribuição regional da quantidade consumida de areia aponta como maior mercado consumidor de areia no país a região metropolitana da Grande São Paulo, seguido pelos estados do Rio Grande do Sul e Rio de Janeiro (Tabela 9).

Tabela 9: Mercado consumidor para a areia em estado bruto.

Unidades da Federal	(%)
São Paulo	22,80
Rio Grande do Sul	19,27
Rio de Janeiro	13,32
Santa Catarina	6,55
Minas Gerais	4,87
Paraná	3,66
Distrito Federal	2,68
Ceara	1,78
Pernambuco	1,48
Espírito Santo	1,33
Goiás	1,17
Mato Grosso	1,08
Bahia	1,06
Mato Grosso do Sul	1,02
Maranhão	0,97
Pará	0,59
Roraima	0,57
Amazônia	0,40
Paraíba	0,38
Sergipe	0,33
Piauí	0,31
Amapá	0,25
Rio Grande do Norte	0,23
Acre	0,19
Alagoas	0,15
Tocantins	0,14
Roraima	0,03
Mercado Externo	0,25
Não Informado	13,14

Fonte: DNPM (2010).

Para maior compreensão do comportamento dos preços na comercialização de areia no Brasil, aqui são apresentados os dados das séries históricas do SINAPI - IBGE (após conversão para a escala R\$ / tonelada). Foi selecionado o período de jan-2001 a jun-2009, como forma de elucidação da evolução recente. Removeu-se a inflação do período pelo INCC-M (Índice Nacional da Construção Civil), tendo como base o mês de junho de 2009.

A média nacional do preço da areia fina foi de R\$ 25,05 (em valores constantes). O Distrito Federal teve o maior preço médio (R\$42,59) e baixa variância. O menor valor nacional foi em Roraima (R\$ 12,98). Com relação à variância dos preços do período, Rondônia tem o maior valor nacional, e Mato Grosso do Sul o menor (Gráfico 6).

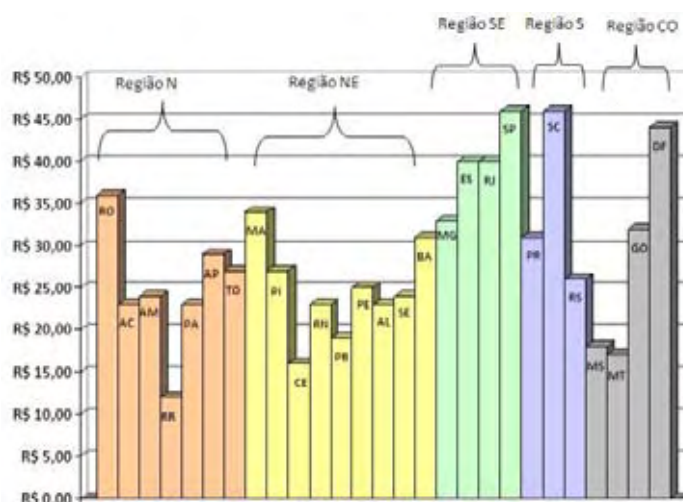


Gráfico 6: Preço Médio da Tonelada de Areia Fina Por Região Jan-Jul/ 2009.
Fonte: DNPM (2010).

A média nacional do preço da areia média foi de R\$ 24,79 (valores constantes 20). O Distrito Federal teve o maior preço médio (R\$ 43,43) e variância abaixo da média nacional. O Estado com o menor preço médio foi Roraima (R\$ 11,30). Nos estados da região norte os preços são menores que a média nacional, excetuando o Amapá e Tocantins (Gráfico 7).

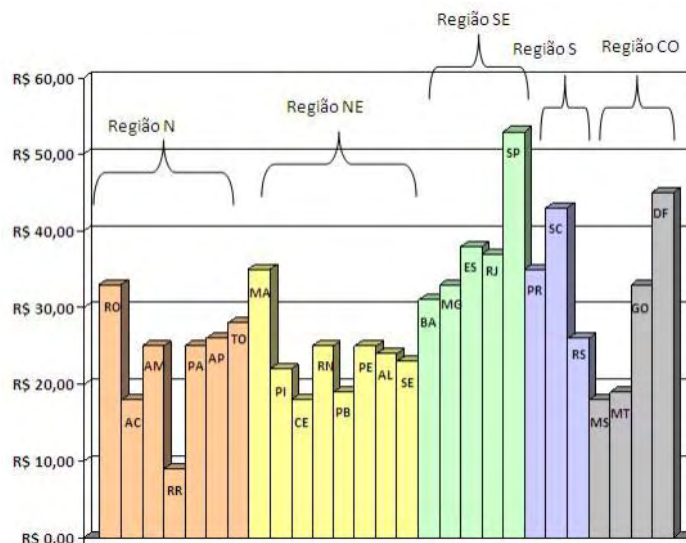


Gráfico 7: Preço Médio da Tonelada de Areia Média Por Região Jan-Jul/2009.
Fonte: DNPM (2009).

A média nacional de preços da areia grossa foi de R\$ 24,91 (valores constantes). No DF e SP foram registrados os maiores preços médios nacionais (R\$ 42,30 e R\$ 34,21); Acre e Roraima tiveram os menores preços (R\$ 17,56 e R\$ 11,27). As maiores variâncias foram em Rondônia e São Paulo. E as menores no Ceará e Mato Grosso do Sul (Gráfico 8).

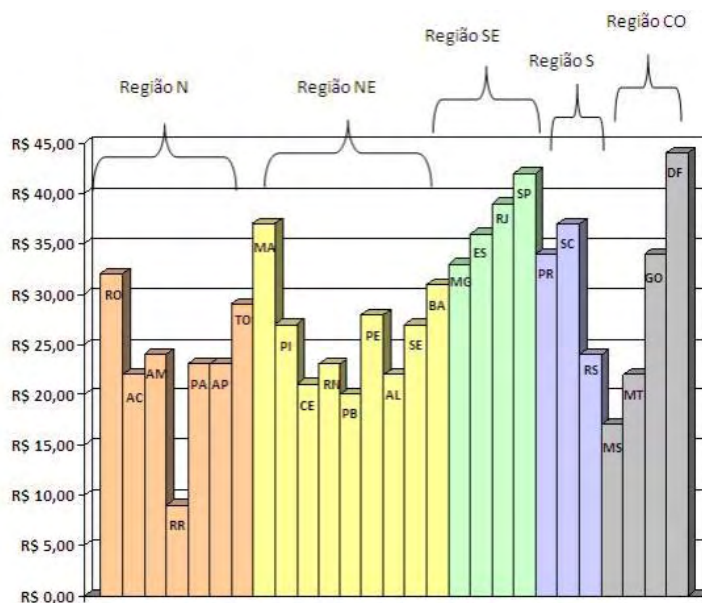


Gráfico 8: Preço Médio da Tonelada de Areia Média Por Região Jan-Jul/ 2009.
Fonte: DNPM (2010).

O levantamento estatístico da produção de areia no Brasil é falho. Para fazer as séries históricas de produção e consumo, é usada a relação que existe entre o consumo de areia e o consumo do cimento, e mais as informações parciais obtidas de outras fontes.

Na projeção para 2030, prevê-se que o consumo atinja 524 milhões de toneladas no “cenário frágil”, 827 milhões de toneladas no “cenário vigoroso” e 1.276 milhões de toneladas no “cenário inovador”. Na projeção da produção para 2030, estima-se que a produção de areia estaria em 545 milhões de toneladas, 827 milhões de toneladas e 1.328 milhões de toneladas para os mesmos cenários (ANEPAC, 2011). Para o Brasil a projeção do consumo per capita do Plano Nacional Mineral 2030 – PNM-2030 é de 7 toneladas (Tabela 10).

Tabela 10: Consumo per capita (toneladas) e previsão para o Brasil até 2030 (agregados para construção civil).

Europa	EUA	Mundo	Brasil			
2008			2008	2015	2022	2030
6,0	9,0	3,5	2,5	3,6	5,1	7,0

Fonte: PNM – 2030 (2011).

Os objetivos estratégicos e as ações deste PNM-2030 mostram sua necessidade e relevância diante das previsões de produção, investimentos e geração de empregos durante o período de sua vigência. O objetivo central do Plano Nacional de Mineração 2030 – PNM 2030 é orientar a formulação de políticas de médio e longo prazos que possam contribuir para que o setor mineral seja um alicerce para o desenvolvimento sustentável. Nessa construção, três diretrizes formam os pilares do Plano:

- governança pública eficaz para promover e ampliar o uso dos bens minerais extraídos no País no interesse nacional e criar as condições para atração de investimentos produtivos;
- agregação de valor e adensamento de conhecimento por todas as etapas do setor mineral, desde a geologia, pela contribuição à descoberta de jazidas e ao ordenamento territorial, até a mineração e a transformação mineral, pelo estímulo à

expansão de cadeias produtivas minerais no País, convergindo na multiplicação de renda, emprego e P, D & I; e

- sustentabilidade como premissa, pelo incentivo a uma atividade mineral que propicie ganho líquido à geração presente, pela criação de novas oportunidades, e por um legado positivo às gerações futuras, pela manutenção da qualidade ambiental do território tanto durante a extração quanto no pós-fechamento das minas, inclusive propiciando a diversificação produtiva que as rendas mineiras possibilitam.

Para a construção do Plano é fundamental entender muito bem o momento presente, pois o que está ocorrendo na atualidade indica o caminho rumo ao futuro, mas sem esquecer que o presente resulta de decisões tomadas no passado.

A privatização da malha rodoviária nacional tem impulsionado o consumo de agregados para a construção civil, especialmente nos estados de São Paulo, Paraná e Rio de Janeiro, pois os concessionários são obrigados, além de melhorar as condições das estradas, a estendê-las ou duplicá-las. A malha rodoviária, ainda em poder do governo federal também está sendo beneficiada. Exemplo disso é a duplicação da BR-116 e da BR-101 na Região Sul para atender às necessidades do MERCOSUL. No estado de São Paulo, a construção do anel rodoviário que vai circundar a Região Metropolitana de São Paulo, ligando as principais rodovias, demandará alto consumo de agregados nos próximos sete anos, é o que projeta o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM, 2007). Na produção mineral total do estado de São Paulo, a extração de areia ocupa um lugar de destaque pelo volume das vendas, pois situa-se em segundo lugar; após a pedra britada (Tabela 11).

Esse fato mostra a importância da areia na economia mineral do maior e mais importante estado do país. No Brasil, a construção civil é o principal setor consumidor para a areia e cascalho, sendo a areia industrial utilizada na fundição, vidro, cerâmica, tintas, vernizes, siderurgia, abrasivos, perfumes, sabões e velas.

Tabela 11: Principais Bens Minerais Produzidos no Estado de São Paulo – em milhões de toneladas.

Substâncias Minerais	Mil (R\$)
Pedras Britadas	443
Areia e Cascalho	337

Fonte: DNPM (2010). Produção ano-base 2008.

O seguimento do mercado consumido para areia tem na construção civil o seu grande sumidouro com uma participação de 61,94% de toda a produção deste bem mineral. Outros setores da sociedade o consumo encontra-se bem fragmentado com destaque para a construção e manutenção de estradas que representa um consumo de 3,66%, seguido de artefatos de cimento com 1,25%. Os demais setores têm uma média de participação abaixo de 1% (Tabela 12).

Tabela 12: Mercado Consumidor Setorial de Areia no Brasil em 2005.

Setores	Valores em (%)
Construção Civil	61,94
Construção e Manutenção de Estradas	3,66
Artefatos de Cimento	1,25
Aterro	0,96
Comércio de Materiais de Construção	0,91
Argamassa Para a Construção	0,28
Pavimentação Asfáltica	0,11
Artefatos de Comércio	0,08
Cerâmica Vermelha	0,08
Metalurgia dos Não-ferrosos	0,07
Fundição	0,06
Siderurgia	0,04
Ferro-liga	0,04
Cimento	0,03
Extração de Petróleo e Gás	0,03
Extração e Beneficiamento de Minerais	0,01
Aterro Sanitário e Jateamento	0,00
<i>Não Informado</i>	30,45

Fonte: DNPM (2010).

A produção de areia nacional assim como a mundial, movimenta vários seguimentos da economia do país (Tabelas 13 e 14), principalmente o da construção civil. Com um destaque para as áreas de maior urbanização e desenvolvimento industrial e econômico, como o Sudeste e Sul. O estado de São Paulo é a grande mola propulsora e termômetro para essa atividade econômica, os números abaixo mostram o desenvolvimento e o desempenho de alguns estados da federação.

Tabela 13: Mercado consumidor brasileiro de areia por Estado.

Areia	Estado (%)
São Paulo	70,83
Minas Gerais	6,31
Mato Grosso do Sul	3,55
Paraná	3,50
Distrito Federal	1,66
Santa Catarina	1,19
Goiás	0,99
Rio de Janeiro	0,99
Tocantins	0,24
Acre	0,20
Mato Grosso	0,05
Pará	0,05
<i>Não Informado</i>	<i>10,69</i>

Fonte: Anuário Estatístico de 2010 - DNPM (2010).

Tabela 14: Mercado consumidor brasileiro de areias industriais por Estado.

Areias Industriais	Estados (%)
São Paulo	51,09
Santa Catarina	13,71
Minas Gerais	12,81
Rio de Janeiro	6,15
Pernambuco	1,79
Rio Grande do Sul	1,07
Pará	1,04
Ceara	0,33
Paraná	0,07
<i>Não Informado</i>	<i>11,94</i>

Fonte: DNPM (2010).

5.6 As Reservas

Geograficamente, o Brasil, parte integrante da América do Sul, exerce soberania político-geográfica sobre uma extensão territorial de 8.514.876 km², cerca de 47% do continente sulamericano. Em área contínua é o 4º maior país do mundo, concorrendo com: Rússia (17,075 Mkm²), Canadá (9,976 Mkm²), China e (9,597 Mkm²). Incorporando o domínio da plataforma continental – área denominada pela Marinha do Brasil de '*Amazônia Azul*' – adicionam-se 4,5 Mkm², conformando-se uma nova área de 13.014.876 km². O posicionamento geopolítico do País oferece as melhores condições estratégica e logística para entrada no Bloco MERCOSUL, na medida em que tem o privilégio de uma extensa faixa litorânea Atlântica (7.367 km) e, por outro ângulo, fazer fronteira com dez repúblicas sulamericanas (15.719 km): Argentina, Bolívia, Colômbia, Guiana, Paraguai, Peru, Suriname, Uruguai, Venezuela e Guiana Francesa (DNPM, 2010).

As areias e rochas de emprego na construção civil são abundantes na natureza. Entretanto, fatores exógenos à geologia influenciam a relação entre o quantitativo de reservas existentes e aquelas realmente disponíveis para o uso. Primeiramente há uma restrição de ordem econômica para o aproveitamento das jazidas, referente ao baixo valor unitário dos agregados para construção. O que torna necessário reduzir ao máximo possível a distância entre o lugar de extração e o mercado consumidor.

Considera-se que, para a maior parte das regiões, as jazidas de areia localizadas fora de um raio de 100 km do mercado consumidor, não são viáveis economicamente. A mineração de agregados, como também o seu beneficiamento e atividades geram impactos ambientais como poluição sonora e do ar. Quando a cidade se aproxima muito dos locais de produção, as populações atingidas mobilizam-se no sentido de afastar a mineração de seus locais de moradia (DNPM, 2010).

4.6 Imposto Sobre a Mineração de Areia

4.6.1 Na América Latina

O nível, estrutura e composição comparativa dos sistemas fiscais na mineração são indubitavelmente determinantes chaves dos investimentos das corporações e no desenvolvimento na exploração das atividades mineradoras, como a de extração de areia em canal de rios. A compreensão da composição da riqueza potencial dos depósitos minerais é essencial para uma análise realista das consequências econômicas da taxa mineral. A ligação vital entre riqueza mineral potencial e sua realização na prática, frequentemente ignorada e raramente bem compreendida, é ilustrada com o quadro de taxa nos países da América do Sul, onde o Brasil apresenta a menor cobrança entre os países apresentados (Gráfico 9).

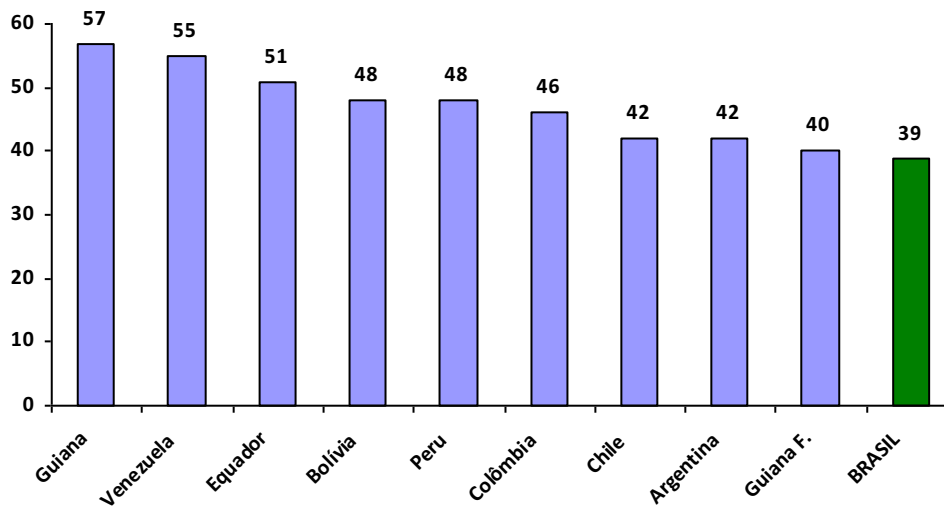


Gráfico 9: Imposto sobre a produção de areia em alguns países da América do Sul (em %).
Fonte: Mod. Mackenzie (1988).

Os componentes do imposto de renda e da parte do lucro do governo, que são cargas fiscais incidentes sobre o lucro, são os mais progressivos já que não existem exemplos de taxaço baseada na lucratividade da mineraço na América do Sul. O imposto sobre capital, existente em quatro países, é o mais regressivo.

O Chile tem um sistema fiscal unificado com um único componente de imposto de renda. Existem dois ou três tipos de impostos nas outras jurisdições, exceto na Venezuela, onde os quatro tipos estão em vigor (Quadro 3).

Quadro 3: Taxação da Mineração na América do Sul: componentes da taxaço da mineraço por país.

País/Tipo de Imposto	Imposto de renda	Royalty governamental	Imposto sobre capital	Participação no lucro
Argentina	X	X	X	
Bolívia	X	X		X
Brasil	X	X		X
Chile	X			
Colômbia	X	X	X	
Equador	X	X		X
Guiana Francesa	X	X		
Guyana	X	X		X
Peru	X		X	X
Venezuela	X	X	X	X

Fonte: Mackenzie (1988).

4.6.2 No Brasil

Entre os assuntos que mais têm despertado interesse dos diversos segmentos da sociedade está a reforma do sistema tributário nacional.

Argumenta-se que o sistema de cobrança sobre a produção em vigor é complexo, em virtude da multiplicidade de tributos, e que a carga tributária é elevada. Questiona-se a existência de tributos com incidência em cascata (tributos incidindo sobre tributos). Aponta-se para as deficiências legais que permitem elevada evasão das obrigações fiscais e protelação no seu cumprimento. Propõe-se

que seja ampliado o universo de contribuintes, de modo que o ônus individual possa ser reduzido sem que ocorra redução da arrecadação total (DNPM, 2010).

Os fundamentos do sistema tributário em vigor no Brasil estão definidos na Constituição de 1988, com suas emendas posteriores, e no Código Tributário Nacional (Lei nº 5.172, de 25 de outubro de 1966).

A carga tributária do Brasil para o setor de mineração com dados da Receita Federal para um período de 10 anos tem-se que a carga tributária passou de 25,19% do Produto Interno Bruto (PIB) em 1996 para 34,23% do PIB em 2006 (IBRAM, 2011).

No mesmo período, a arrecadação tributária também cresceu: de cerca de 10% para 35% do PIB, o que indica que poderia haver uma política menos penalizadora sobre o setor produtivo, como a mineração (IBRAM, 2011).

4.6.3 Meio Ambiente

A mineração de areia ocorre em locais onde houve a deposição de material sedimentar erodido ao longo das eras geológicas, normalmente próximos à fundo de vales e aos rios, coincidindo muitas vezes com as matas ciliares, consideradas áreas de preservação permanente (APP). Para maior conformidade com a legislação se faz necessário a observação dos princípios abaixo descritos:

- 1) Princípio da Função Social da Propriedade Mineral: quando ela atende aos preceitos constitucionais e ao artigo 47 do Código de Mineração;
- 2) Legalidade: previsto para controlar as atividades humanas como forma de prevenir conflitos e otimizar a interação social. Embora dirigido a todas as situações, é voltada às transações econômicas, com o intuito de proteger o elo mais fraco dessa relação;
- 3) Princípio da Supremacia do Interesse Público sobre o Privado: ainda que regular. O artigo 176, § 1º da Constituição ao dispor, que “a pesquisa e a lavra de recursos minerais só poderão ser efetuados mediante autorização e concessão da União, no interesse nacional”, explicitou esse princípio.

- 4) Princípio do Resultado Global: estabelece que os projetos de engenharia devam ser avaliados conjuntamente com os projetos ambiental, econômico e social, visando uma avaliação consistente do projeto mineiro;
- 5) Princípio da Recuperação da Área Degradada; é um princípio que se aplica também ao Direito Ambiental. Ele está a dizer que, se na mineração a recuperação é uma exigência, a modificação do status ambiental é uma necessidade. Não se minera sem modificar a paisagem.
- 6) Princípio do Conteúdo Ético: toma como base as características da mineração, que se fundamenta em três pressupostos básicos: os recursos minerais pertencem à coletividade; não são renováveis e não podem ser desperdiçados. Isso impõe ao minerador a obrigação de fazer o melhor aproveitamento técnico-econômico do bem mineral a ser extraído;
- 7) Princípio da Destinação do Bem ao Uso Geral: a atividade mineira tem duplo escopo: aproveitar economicamente o bem mineral e, sobretudo, colocá-lo à disposição da comunidade.

Consideramos, ainda, como princípio do Direito Mineral, ainda que não previsto na Constituição Federal, o direito de prioridade, pois ele assegura o acesso democrático aos bens minerais. Os requisitos para sua manutenção podem e devem ser alterados sempre que as condições assim o exigirem.

Poderemos encontrar, ainda, na literatura pertinente uma variedade de conceitos e definições de impacto ambiental (Quadro 4). Os rios podem ser grandes refletores das diferentes formas de uso e ocupação de suas terras em suas respectivas bacias de drenagem.

Quadro 4: Conceitos e definições de impacto ambiental.

Autor	Definição
DIAS (2011)	Pode ser definido como a modificação no meio ambiente causada pela ação do homem. Nesse sentido, há impactos ambientais de todo tipo, desde os menores, que não modificam substancialmente o meio ambiente natural, até aqueles que afetam profundamente a natureza.
HOGAN (2000)	Definido como um produto da população, que provoca estresse no meio ambiente.
TORRES (2000)	Processos de transformação do espaço físico que são determinados pela influência ou ação simultânea de vários agentes.
IAIA (1996)	Processo de identificar, prever, avaliar e mitigar os efeitos relevantes de ordem biofísica, social ou de outros projetos

	ou atividades antes que decisões importantes sejam tomadas.
GLASSON et al., (1994)	Um processo sistemático que examina antecipadamente as consequências ambientais de ações humanas.
MOREIRA (1992)	Instrumento de política ambiental, formado por um conjunto de procedimentos capaz de assegurar, desde o início do processo, que se faça um exame sistemático dos impactos ambientais de uma ação proposta (projeto, programa, plano ou política) e de suas alternativas, e que os resultados sejam apresentados de forma adequada ao público e aos responsáveis pela tomada de decisão, e por eles sejam considerados.
CLARK; HERINGTON (1988)	Uma abordagem estruturada e um conjunto formal de procedimentos para assegurar que os fatores ambientais sejam levados em conta em todos os níveis do processo decisório.
MUNN (1979)	Atividade que visa identificar, prever, interpretar e comunicar informações sobre as consequências de uma determinada ação sobre a saúde e o bem-estar humano.
JAIN et al., (1977)	Um estudo das mudanças prováveis nas várias características socioeconômica e biofísica do meio ambiente que podem resultar de uma ação proposta ou iminente.

Fonte: Modificado de Dias (2001).

Ainda, a Resolução do CONAMA nº **357/2005**, determina que os padrões de qualidade da água que deve ser atingidos para que se possa fazer determinado uso dos recursos hídricos. Segundo a legislação citada, as águas doces podem se enquadrar em cinco diferentes classes.

Art. 2º. Para efeito desta Resolução são adotadas as seguintes definições:

I - águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰;

II - águas salobras: águas com salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰;

III - águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30 ‰;

IV - ambiente lântico: ambiente que se refere à água parada, com movimento lento ou estagnado;

V - ambiente lótico: ambiente relativo a águas continentais moventes;

VI - aquíicultura: o cultivo ou a criação de organismos cujo ciclo de vida, em condições naturais, ocorre total ou parcialmente em meio aquático;

VII - carga poluidora: quantidade de determinado poluente transportado ou lançado em um corpo de água receptor, expressa em unidade de massa por tempo;

VIII - cianobactérias: microorganismos procarióticos autotróficos, também denominados como cianofíceas (algas azuis) capazes de ocorrer em qualquer manancial superficial especialmente naqueles com elevados níveis de nutrientes (nitrogênio e fósforo), podendo produzir toxinas com efeitos adversos a saúde;

IX - classe de qualidade: conjunto de condições e padrões de qualidade de água necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais ou futuros;

X - classificação: qualificação das águas doces, salobras e salinas em função dos usos preponderantes (sistema de classes de qualidade) atuais e futuros;

XI - coliformes termotolerantes: bactérias gram-negativas, em forma de bacilos, oxidase-negativas, caracterizadas pela atividade da enzima β -galactosidase. Podem crescer em meios contendo agentes tenso-ativos e fermentar a lactose nas temperaturas de 44° - 45°C, com produção de ácido, gás e aldeído.

Além de estarem presentes em fezes humanas e de animais homeotérmicos, ocorrem em solos, plantas ou outras matrizes ambientais que não tenham sido contaminados por material fecal;

XII - condição de qualidade: qualidade apresentada por um segmento de corpo d'água, num determinado momento, em termos dos usos possíveis com segurança adequada, frente às Classes de Qualidade;

XIII - condições de lançamento: condições e padrões de emissão adotados para o controle de lançamentos de efluentes no corpo receptor;

XIV - controle de qualidade da água: conjunto de medidas operacionais que visa avaliar a melhoria e a conservação da qualidade da água estabelecida para o corpo de água;

XV - corpo receptor: corpo hídrico superficial que recebe o lançamento de um efluente;

XVI - desinfecção: remoção ou inativação de organismos potencialmente patogênicos;

XVII - efeito tóxico agudo: efeito deletério aos organismos vivos causado por agentes físicos ou químicos, usualmente letalidade ou alguma outra manifestação que a antecede, em um curto período de exposição;

XVIII - efeito tóxico crônico: efeito deletério aos organismos vivos causado por agentes físicos ou químicos que afetam uma ou várias funções biológicas dos organismos, tais como a reprodução, o crescimento e o comportamento, em um

período de exposição que pode abranger a totalidade de seu ciclo de vida ou parte dele;

XIX - efetivação do enquadramento: alcance da meta final do enquadramento;

XX - enquadramento: estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um segmento de corpo de água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo;

XXI - ensaios ecotoxicológicos: ensaios realizados para determinar o efeito deletério de agentes físicos ou químicos a diversos organismos aquáticos;

XXII - ensaios toxicológicos: ensaios realizados para determinar o efeito deletério de agentes físicos ou químicos a diversos organismos visando avaliar o potencial de risco à saúde humana;

XXIII - *Escherichia coli* (E.Coli): bactéria pertencente à família Enterobacteriaceae caracterizada pela atividade da enzima β -glicuronidase. Produz indol a partir do aminoácido triptofano. É a única espécie do 2º grupo dos coliformes termotolerantes cujo habitat exclusivo é o intestino humano e de animais homeotérmicos, onde ocorre em densidades elevadas;

XXIV - metas: é o desdobramento do objeto em realizações físicas e atividades de gestão, de acordo com unidades de medida e cronograma preestabelecidos, de caráter obrigatório;

XXV - monitoramento: medição ou verificação de parâmetros de qualidade e quantidade de água, que pode ser contínua ou periódica, utilizada para acompanhamento da condição e controle da qualidade do corpo de água;

XXVI - padrão: valor limite adotado como requisito normativo de um parâmetro de qualidade de água ou efluente;

XXVII - parâmetro de qualidade da água: substâncias ou outros indicadores representativos da qualidade da água;

XXVIII - pesca amadora: exploração de recursos pesqueiros com fins de lazer ou desporto;

XXIX - programa para efetivação do enquadramento: conjunto de medidas ou ações progressivas e obrigatórias, necessárias ao atendimento das metas intermediárias e final de qualidade de água estabelecidas para o enquadramento do corpo hídrico;

XXX - recreação de contato primário: contato direto e prolongado com a água (tais como natação, mergulho, esqui-aquático) na qual a possibilidade do banhista ingerir água é elevada;

XXXI - recreação de contato secundário: refere-se àquela associada a atividades em que o contato com a água é esporádico ou acidental e a possibilidade de ingerir água é pequena, como na pesca e na navegação (tais como iatismo);

XXXII - tratamento avançado: técnicas de remoção e/ou inativação de constituintes refratários aos processos convencionais de tratamento, os quais podem conferir à água características, tais como: cor, odor, sabor, atividade tóxica ou patogênica;

XXXIII - tratamento convencional: clarificação com utilização de coagulação e floculação, seguida de desinfecção e correção de pH;

XXXIV - tratamento simplificado: clarificação por meio de filtração e desinfecção e correção de pH quando necessário;

XXXV - tributário (ou curso de água afluente): corpo de água que flui para um rio maior ou para um lago ou reservatório;

XXXVI - vazão de referência: vazão do corpo hídrico utilizada como base para o processo de gestão, tendo em vista o uso múltiplo das águas e a necessária articulação das instâncias do Sistema Nacional de Meio Ambiente-SISNAMA e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos-SINGRH;

XXXVII - virtualmente ausentes: que não é perceptível pela visão, olfato ou paladar.

Para a ocupação de APP – Área de Preservação Permanente (Figura 9), a mineração de areia em canal fluvial precisa seguir o que determina a Lei Federal nº **12.651/12**, do novo Código Florestal que delimita em seu **Art. 4º** Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, em (Anexo 1):

I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

- a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
- b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
- c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
- d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
- e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros (Figura 9).

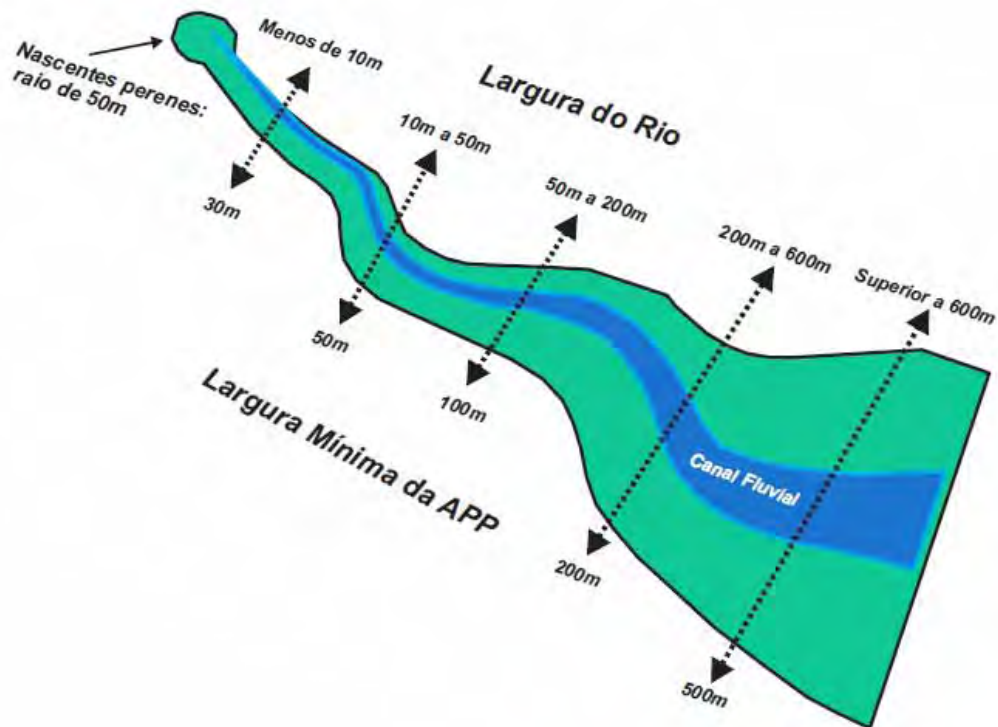


Figura 9: Ocupação da APP.

Alguns autores estudaram os impactos ambientais relacionados à mineração de areia (Quadro 5).

Quadro 5: Impactos ambientais relacionados à mineração de areia.

Autor	Impactos Associados						Resumo
	Ar	Solo	Vegetação	Águas Superficiais	Ruído	Ambientes de Canal	
MECHI, Andréa; SANCHES Djalma Luiz. (2010).	X	X	X	X			De modo geral, a mineração causa impacto significativo ao meio ambiente, pois quase sempre o desenvolvimento dessa atividade implica supressão de vegetação, exposição do solo aos processos erosivos com alterações na quantidade e qualidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, além de causar poluição do ar, entre outros aspectos negativos.

Continuação Quadro 5

Autor	Impactos Associados						Resumo
	Ar	Solo	Vegetação	Águas Superficiais	Ruído	Ambientes de Canal	
SILVA, Gustavo Bayma Siqueira da; SIMI, Romero; RUDORFF, Bernardo Friedrich Theodor (2011).				X			A extração mineral de baixo custo pode ser considerada um problema ambiental dado que sua tração é considerada potencialmente poluidora.
ARBEX, Marco Aurélio. (2010).		X		X			Os principais danos e benefícios que a atividade de extração de areia pode causar, considerando as fases de implantação, operação e desativação do empreendimento da área mineral. Sendo os principais impactos a remoção da vegetação e compactação do solo.

Continuação Quadro 5

Autor	Impactos Associados						Resumo
	Ar	Solo	Vegetação	Águas Superficiais	Ruído	Ambientes de Canal	
CABRAL JUNIOR, M. (2008).	X	X	X	X	X		Provoca desconforto e riscos às comunidades circunvizinhas. Aliado a isso, as deficiências de controle e a não recuperação ambiental satisfatória das áreas mineradas têm causado uma série de outros impactos indesejáveis ao meio ambiente, como alteração da paisagem, desmatamentos, deflagração de processos de erosão e assoreamento, ruídos e vibrações, e poluição do ar e da água.

Continuação Quadro 5

Autor	Impactos Associados						Resumo
	Ar	Solo	Vegetação	Águas Superficiais	Ruído	Ambientes de Canal	
CABRAL JUNIOR, M. et al. (2008).	X	X	X	X	X		Provoca desconforto e riscos às comunidades circunvizinhas. Aliado a isso, as deficiências de controle e a não recuperação ambiental satisfatória das áreas mineradas têm causado uma série de outros impactos indesejáveis ao meio ambiente, como alteração da paisagem, desmatamentos, deflagração de processos de erosão e assoreamento, ruídos e vibrações, e poluição do ar e da água.
RUFINO, Aurelúbia C. S. et al. (2008)	X	X	X	X	X		Os impactos afetam a fauna, flora, a fertilidade do solo, a qualidade do ar, também provoca poluição sonora e águas de superfície e o lençol freático.

Continuação Quadro 5

Autor	Impactos Associados						Resumo
	Ar	Solo	Vegetação	Águas Superficiais	Ruído	Ambientes de Canal	
LUZ, Adão B. da. et al. (2007).		X		X			Planejamento e gestão ambiental na indústria de mineração integram um campo em rápida evolução. Há certamente avanços importantes em temas como: recuperação de áreas degradadas, manejo de águas em minas, monitoramento ambiental e relações com a comunidade. Porém, estes avanços são distribuídos de forma desigual, um reflexo da grande diversidade do setor mineral. Esta diversidade ocorre em escala mundial e se repete no Brasil, país onde a desigualdade é um traço marcante.

Continuação Quadro 5

Autor	Impactos Associados						Resumo
	Ar	Solo	Vegetação	Águas Superficiais	Ruído	Ambientes de Canal	
PAIVA, Cibele Teixeira; CANÇADO, Raul Zanoni Lopes (2008).						X	Uma alternativa mais viável do ponto de vista ambiental é a extração de areia diretamente dos leitos fluviais por dragagem. embarcada, pois não acarreta impactos de grande magnitude nas planícies aluvionares, assim como não elimina vastos trechos de matas ciliares.
LELLES, Leandro Camillo de; GRIFFITH, James JACKSON; MARTINS, Sebastião Venâncio (2006).	X	X	X	X	X		As atividades de extração de areia são de grande importância para o desenvolvimento social, mas igualmente responsáveis por impactos ambientais negativos, alguns inclusive irreversíveis.
VIEIRA, Elisa Hardt Alves (2005).		X	X	X		X	Os projetos de reflorestamentos não são satisfatoriamente cumpridos pelos empreendedores dos portos de areia.

ESTUDO DE CASO 1

- *Regional* -

5 ANÁLISE DA EXTRAÇÃO DE AREIA NO TRECHO DO CANAL

5.1 Introdução - Área de Estudo

A Bacia Hidrográfica do Paraná apresenta o maior desenvolvimento econômico do País. Com uma área de 879.860 Km², a região abrange os estados de São Paulo (25% da região), Paraná (21%), Mato Grosso do Sul (20%), Minas Gerais (18%), Goiás (14%), Santa Catarina (1,5%) e Distrito Federal (0,5%) (ANA, 2012). Cerca de 54,6 milhões de pessoas vivem na região (32% da população do País), sendo 90% em áreas urbanas, com uma densidade populacional de 62,1 habitantes/km², a maior do país (Tabela 15). A região possui a cidade mais populosa da América do Sul, São Paulo, com 11,2 milhões de habitantes (IBGE, 2010). Outros importantes centros populacionais são: Brasília, Curitiba, Goiânia, Campinas, Campo Grande e Uberlândia. A maior parte de população se concentra nas unidades hidrográficas dos rios Tietê e Grande, que, juntas, correspondem a 62% da população total (ANA, 2012).

Tabela 15: Distribuição da População na Bacia do Rio Paraná.

Unidade Hidrológica	Superfície (km²)	População (hab.)	Densidade populacional (hab/km²)
Paranaíba	223.524	7.194.876	32,18
Grande	143.656	7.700.570	53,60
Tietê	73.509	26.014.566	353,89
Paranapanema	106.544	4.040.628	37,92
Iguaçu	65.638	4.180.409	63,68
Paraná	266.989	5.508.537	20,63

Fonte: IBGE (2000); MMA (2003); *apud* MARTINS (2008).

O alto rio Paraná, com uma declividade média de 0,18m/km apresenta, a partir de Três Lagoas, (MS), uma ampla planície alagável que pode chegar a 20 km de largura, estendendo-se por cerca de 480 km, especialmente em sua margem direita. Esse trecho representa o único remanescente livre de barragem do rio Paraná em território brasileiro, excluindo-se cerca de 30 km a jusante do reservatório de Itaipu, já comprometido com o projeto argentino-paraguaio da hidrelétrica de

Corpus. Cerca da metade dele, entretanto, está sendo subtraída do sistema pelo reservatório da Usina Hidrelétrica de Porto Primavera. A construção de Hidrelétrica de Ilha Grande, atualmente suspensa, o eliminaria como ambiente lótico (AGOSTINHO et al., 1995)

Souza Filho, Stevaux (2007) descrevem as principais unidades geomorfológicas presentes na área, destacando o Pediplano Pd1, os Terraços Alto, Médio, e Baixo, e a Planície Fluvial. Ressaltam a clara assimetria entre as duas margens do rio. A margem esquerda é marcada por colinas de topos convexos, às vezes planos, que descem da altitude de 500 m no divisor de águas (Loanda) até 250 m nas proximidades do rio, a uma distância de apenas 25 km. Os afluentes de pequena ordem são curtos (5 a 30 km) e com declividade alta (10 m km⁻¹), enquanto as margens do rio são marcadas por paredões com rocha exposta e eventuais faixas estreitas de planície fluvial. A margem direita apresenta-se desdobrada em diversos patamares, com menor densidade de drenagem. Os afluentes de pequena ordem são longos (20 a 80 km) e com declividade menor (2 a 3 m km⁻¹). O patamar mais elevado (Pediplano Pd1) tem colinas de topo plano, com altitude entre 300 e 450 m, e encontra-se a uma distância de 15 a 25 km do rio.

O crescimento de grandes centros urbanos, como São Paulo, Curitiba e Campinas, em rios de cabeceira, tem gerado uma grande pressão sobre os recursos hídricos. Isso ocorre porque, ao mesmo tempo em que aumentam as demandas, diminui a disponibilidade de água devido à contaminação por efluentes domésticos, industriais e drenagem urbana.

Originalmente, a Região Hidrográfica do Paraná apresentava os biomas de Mata Atlântica e Cerrado e cinco tipos de cobertura vegetal: Cerrado, Mata Atlântica, Mata de Araucária, Floresta Estacional Decídua e Floresta Estacional Semidecídua. O uso do solo na região passou por grandes transformações ao longo dos ciclos econômicos do País, o que ocasionou um grande desmatamento.

A região sul-brasileira apresenta predomínio do clima temperado, distinto do resto do país, sendo que apenas na porção norte do Paraná o clima ainda é tropical (NIMER, 1977). Seguindo a classificação de Köppen *appud* Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR, 1978), o clima predominante é o Cfa⁹, subtropical úmido

⁹ Cfa - Clima subtropical, com verão quente. As temperaturas são superiores a 22°C no verão e com mais de 30 mm de chuva no mês mais seco. Esse tipo de clima predomina no litoral e sul do Rio Grande do Sul, litoral de

mesotérmico, que se estende entre as margens dos rios Paranapanema e Paraná até encontrar regiões com altitudes entre 600 e 800 metros.

Uma importante característica da bacia hidrográfica do rio Paraná é a construção de grandes reservatórios para produção de hidroeletricidade, cujos usos múltiplos têm igualmente se intensificado nos últimos anos para ampliar atividades de recreação, de turismo, pesca, aquacultura e navegação para transporte de cargas a longa distância. As hidrovias do Tietê-Paraná e do Paraná-Paraguai encontram-se nesta bacia hidrográfica.

Na bacia hidrográfica do rio Paraná a demanda total de água do rio Paraná é cerca de 590 m³/s, compartilhado por usos urbanos, industriais e rurais (Figura 10).

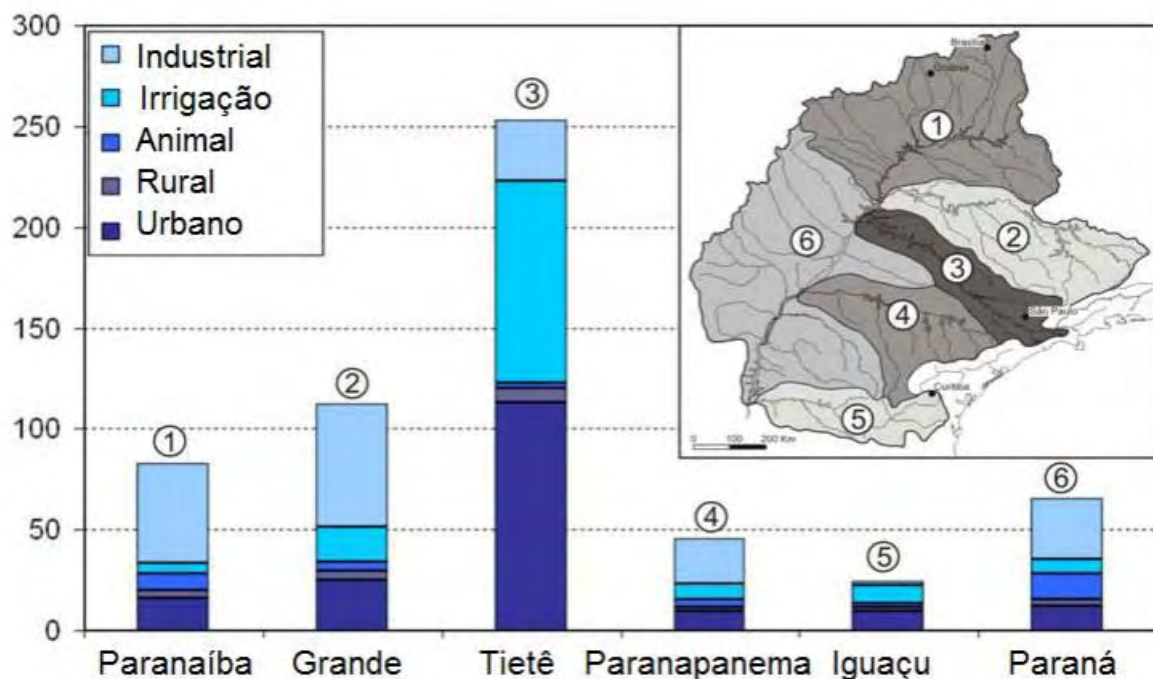


Figura 10: Demanda de Água na Bacia Hidrográfica do Rio Paraná.
Fonte: ANA (2009). Modificado de Martins (2008).

O Estado do Paraná produziu em 2009 cerca de 14.898.320 toneladas de areia, segundo o Anuário Mineral Brasileiro (DNPM, 2010). A produção de areia no alto rio Paraná, no estado do Paraná está concentrada nos municípios de Marilena, São Pedro do Paraná e Guaíra, que representa uma distância (*em linha reta*) de cerca de 210 km, entre os municípios de Marilena (PR) e Guaíra (PR). Nesse trecho, o rio Paraná apresenta multicanal com braços separados, com classificação de anastomosado, caracterizado por sucessivas ramificações e posteriores reencontros de seu curso, separando ilhas assimétricas e barras arenosas centrais e laterais. Ainda, se faz necessário ressaltar que esse trecho é considerado como o único trecho livre da influência dos reservatórios (Figura 11).

Os reservatórios constituem uma importante alteração física que produz impactos ambientais negativos no sistema de rios, e podem ser considerados como focos no processo de planejamento e no gerenciamento da bacia do Prata. Além do aproveitamento múltiplo deve-se considerar a preservação destes ecossistemas como uma base fundamental no desenvolvimento sustentável.

Não são muito precisos os registros históricos acerca do início da extração de areia na região, segundo relatos de areeiros mais antigos as atividades de mineração começaram por volta dos anos de 1960.

A pesquisa constatou que não há estudos voltados para a extração de areia no alto rio Paraná, sendo assim, fez-se necessário considerar os relatos de fontes orais, feito por alguns mineradores locais, com destaque para o Sr. Edson Semprebom, que diz:

“temos tradição familiar no ramo, pois o meu pai trabalhou durante muitos anos na extração de areia no canal do rio Paraná, na seção da cidade de Porto São José (PR), e o meu tio o Sr. Josalino Semprebom extrai areia no município de Marilena (PR) desde 1968”.

Assim, de acordo com estes relatos, percebe-se que o processo de extração de areia na região do alto curso do rio Paraná começou por volta dos anos de 1960, e continua sendo explorado por poucas famílias, principalmente aquelas que iniciaram as atividades mineradoras de areia em seu canal.

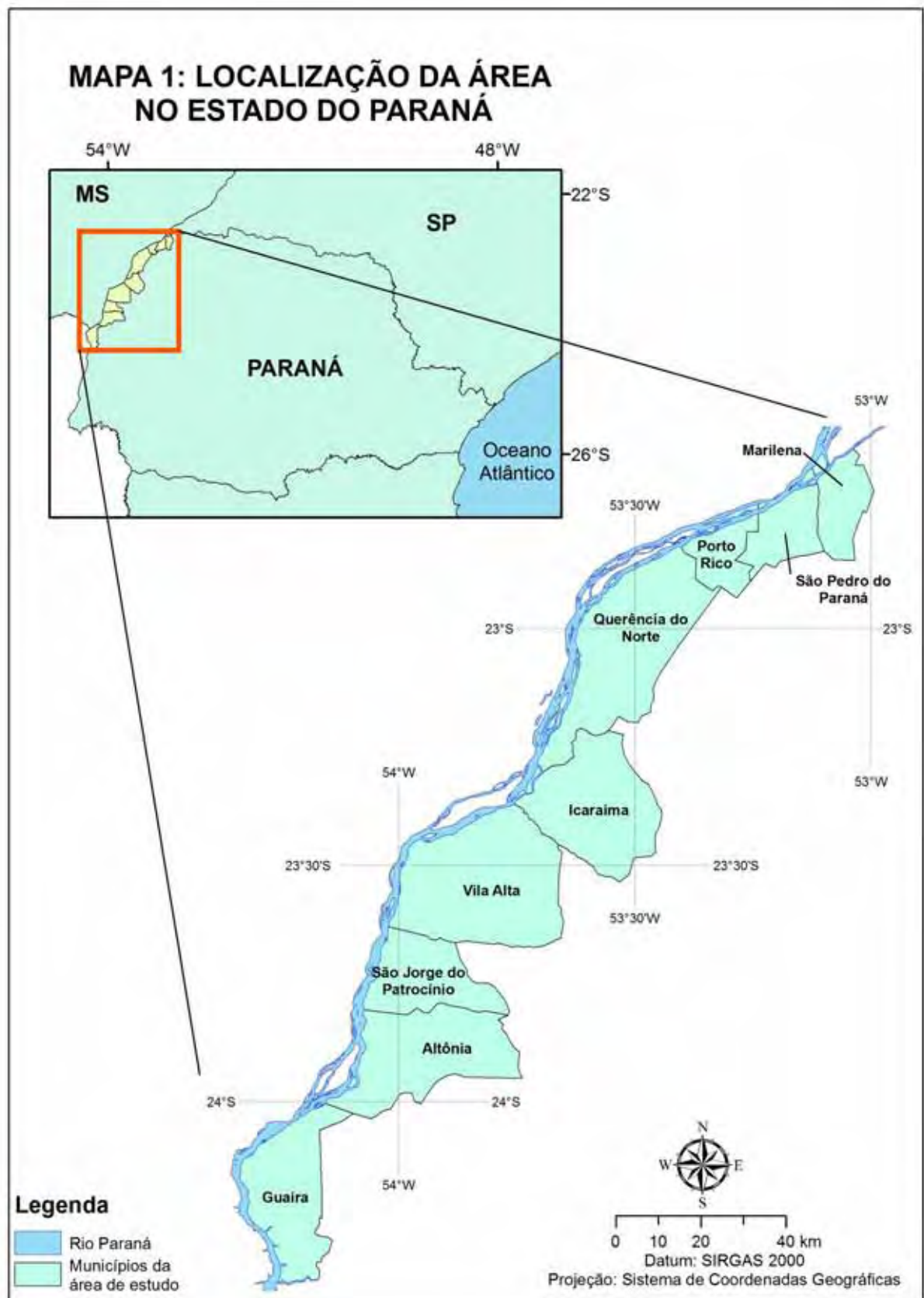


Figura 11: Localização da área de estudo no Estado do Paraná (Mapa 1).

5.2 Aspectos Geológicos

As características geológicas são um dos principais fatores que influenciam no comportamento de uma bacia hidrográfica. Os tipos de rochas e do manto de intemperismo afetam a capacidade de infiltração. Os solos ou as rochas permeáveis favorecem a rápida percolação da água para o lençol subterrâneo, o qual é lentamente descarregado nas correntes fluviais. Em consequência o escoamento superficial direto é diminuído (BIGARELLA; SUGUIO, 1979).

A bacia Sedimentar do Paraná compreende o Segundo e o Terceiro Planalto Paranaense, recobrendo a maior porção do Estado. É uma bacia sedimentar, intracratônica ou sinéclise, que evoluiu sobre a Plataforma Sul-Americana. Sua formação teve início no Período Devoniano, há cerca de 400 milhões de anos, terminando no Cretáceo (MINEROPAR, 2010).

A persistente subsidência na área de formação da bacia, embora de caráter oscilatório, possibilitou a acumulação de grande espessura de sedimentos, lavas basálticas e sills de diabásio, ultrapassando 5.000 metros na porção mais profunda. Sua forma é aproximadamente elíptica, aberta para sudoeste, e cobre uma área da ordem de 1,5 milhão de km². Apresenta inclinação homoclinal em direção ao oeste, porção mais deprimida. Sua forma superficial côncava deve-se ao soerguimento flexural, denominado Arqueamento de Ponta Grossa. As extensas deformações estruturais, tais como arcos, flexuras, sinclinais e depressões, posicionadas ao longo das margens da bacia, são classificadas como arqueamentos marginais, arqueamentos interiores e embaciamentos. A consolidação e evolução final do embasamento da Bacia do Paraná se deu no Ciclo Tectono-magmático Brasileiro, entre o Pré-Cambriano Superior e o Eo-Paleozóico. Sua evolução ocorreu por fases de subsidência e soerguimento com erosão associada, no transcorrer das quais a sedimentação se processou em sub-bacias.

O Escudo constitui as porções mais antigas e elevadas do Estado. Formado por rochas cristalinas, ígneas e metamórficas, da Plataforma Sul-Americana, é recoberto a oeste pelas rochas sedimentares paleozóicas da bacia.

Na área de estudo, encontram-se sedimentos do Mesozóico e Cenozóico e derrames basálticos. A região é caracterizada geologicamente por aluviões e sedimentos inconsolidados, com ocorrência de argilas, areia grossa, média e fina, seixos, cascalho, arenitos, siltitos, lamititos marrons e derrames e sills de basalto.

O substrato geológico da calha do alto rio Paraná, é constituído por basaltos da formação Serra Geral (JK) e por arenitos das formações Santo Anastácio e Caiuá, do Grupo Bauru (K) (SOARES, 1991), (Figura 12). Os basaltos ocorrem a montante, até a região de Três Lagoas, e a jusante, a partir de Guaíra para o sul. A área de menor taxa soerguimento é responsável pela preservação dos arenitos do Grupo Bauru, sobre os quais o rio corre por mais de 450km, até Guaíra (FERNANDEZ, 1990).

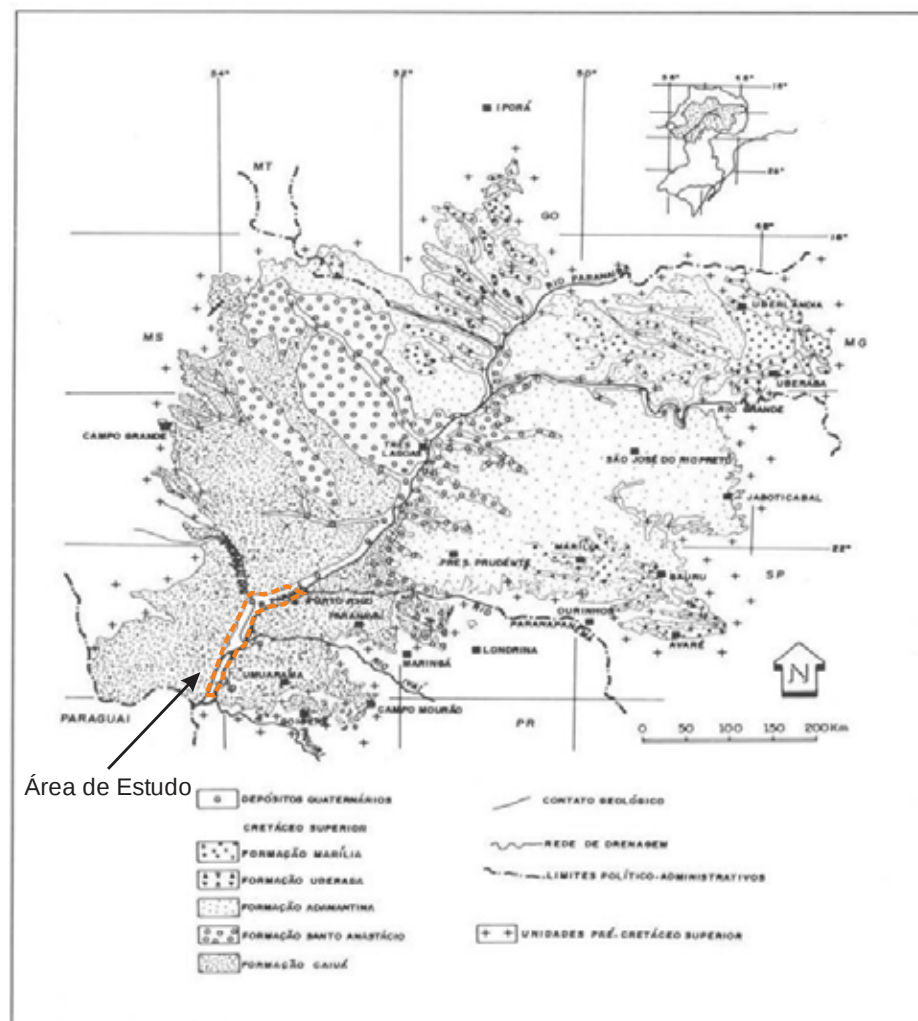


Figura 12: Mapa Geológico da Bacia do Alto Paraná.
Fonte: Modificado de Fernandez (1990).

Os diferentes substratos rochosos impõem características distintas a partes diversas do rio. Nas áreas de ocorrência de basaltos o vale é mais fechado, com corredeiras e saltos, como os de Urubupungá e de Sete Quedas, Hoje encobertos pelos reservatórios de Jupiá e de Itaipu. Na área de ocorrência dos arenitos do

Grupo Bauru o quadro é bastante distinto, pois não há corredeiras, e o vale é bastante aberto. Em alguns locais as águas do rio tornam-se mais rápidas, graças à modificação do gradiente imposta por movimentos tectônicos recentes ao longo de estruturas transversais ao curso do rio (FERNANDEZ, 1990).

As estruturas geológicas também exercem importante papel no controle da distribuição dos depósitos aluvionares.

Apesar de tais depósitos ocorrerem no trecho entre Lagoas e Guaíra, controlados pelas rochas do Grupo Bauru e pelo posicionamento do nível de base proporcionado pelo salto de Sete Quedas, sua disposição ao longo da calha é fruto dos movimentos recentes sofridos pelos blocos compartimentados pelos alinhamentos estruturais. De acordo com Souza Filho (1996), o alinhamento de Guapiara, que controla o rio Feio (Aguapei), limita um conjunto a norte, denominado “compartimento lagoa São Paulo”, que ocorre a norte de Presidente Epitácio, e as falhas do rio Ivaí e do rio Amambaí separam um compartimento central, chamado de “rio Baía”, de outro colocado a sul, cujo nome é “Ilha Grande” (Figura 13).

O “compartimento lagoa São Paulo” estende-se de Três Lagoas até Presidente Epitácio e é constituído principalmente por depósitos em terraço baixo, cortados por canais ativos e semi-ativos da planície de inundação.

Esse compartimento tem cerca de 100 km de extensão, com largura de 9km a montante, e de 17km a jusante. Na parte norte está assentado sobre basaltos de formação Serra Geral, e a sul sobre arenitos da formação Santo Anastácio. Dispõe-se em ambas as margens da calha fluvial, com exceção do trecho final, onde ocorre apenas na margem esquerda (na lagoa Feia e paredão das Araras) graças à influência do Alinhamento de Guapiara.

O “compartimento rio Baía” estende-se por pelo menos 250 km, de Presidente Epitácio até a foz do rio Ivaí, próximo da cidade de Icaraíma. Sua largura varia de 9 km a montante e 25 km a jusante, com estreitamento para 6km na região da cidade de Anaurilândia e alargamento para até 30km na área do rio Ivinhema; dispõe-se sempre na margem direita, exceto no trecho mais a jusante, onde ocorre também na margem esquerda (STEVAUX, 1997). Nesse conjunto são bem definidos três grupos de depósitos: os de terraço médio, os de terraço baixo e os de planície fluvial.

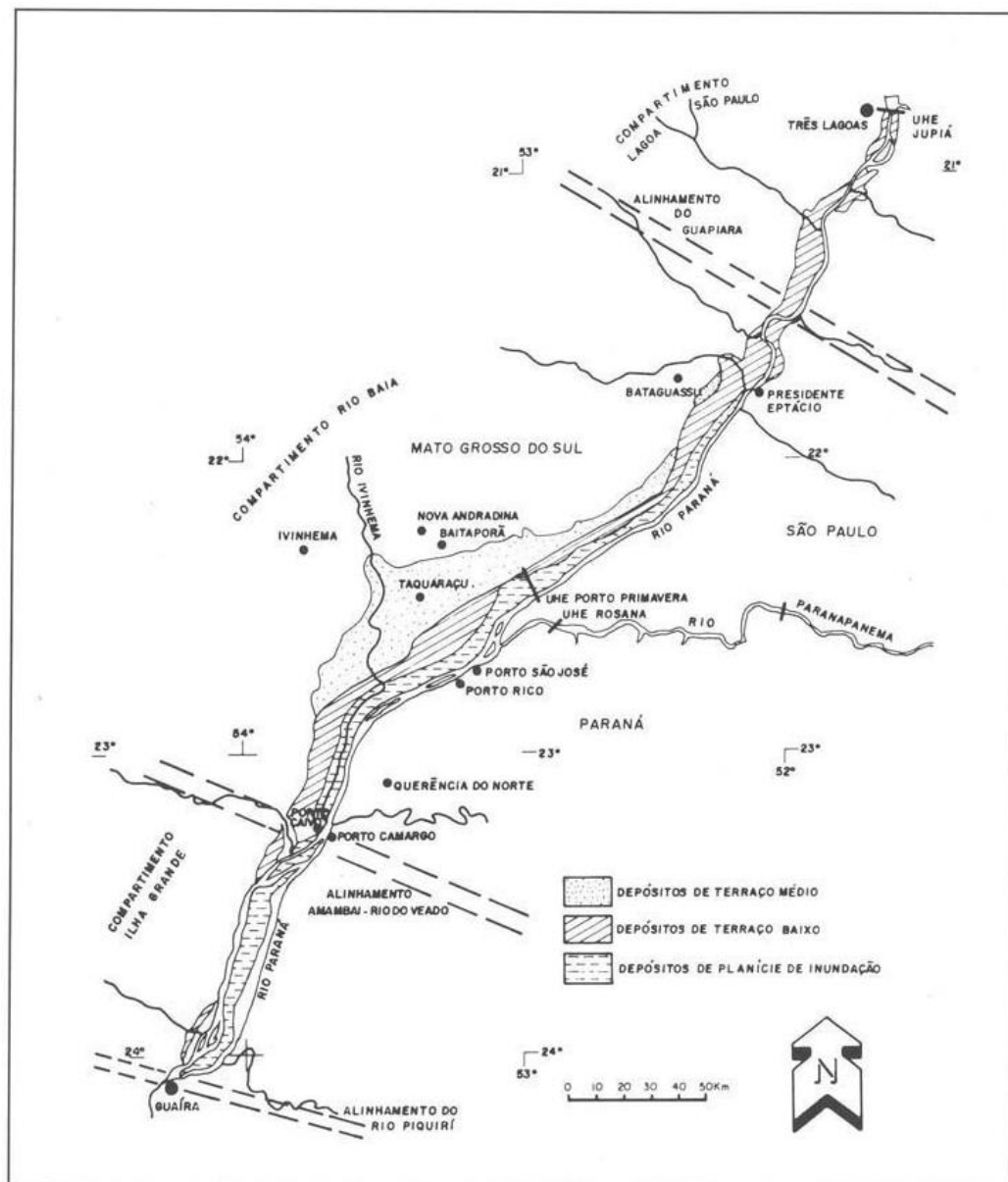


Figura 13: Distribuição de Depósitos Sedimentares no Alto Paraná.
Fonte: Stevaux (1997).

5.3 As Barras Arenosas

Ao longo do canal fluvial ocorrem depósitos sedimentares de barras arenosas nas margens e na parte central (Figura 14), esse material é predominantemente formado por areias fina, média e grossa, que resultam da falta de capacidade de transporte momentânea ou permanente do sistema em transportar tais sedimentos. Essas barras são temporárias ou podem se fixar com o acréscimo do material e pela

instalação de vegetação. Contudo, esse material pode ser transportado à jusante numa próxima cheia, quando rio terá maior capacidade de transporte dos sedimentos.



Figura 14: Barra arenosa no alto Paraná, na região de Porto Rico (PR).
Fonte: Santos (2008).

5.4 Formas de Ocorrência dos Depósitos

Nos processos sedimentares aluviais que atuam dentro e fora de um canal fluvial são fundamentais, tanto na caracterização das fácies fluviais, bem como dos tipos básicos de sistemas deposicionais fluviais. Portanto, da compreensão dos processos sedimentares, depende o reconhecimento das fácies específicas e, em consequência, do tipo particular de canal ou de qualquer feição pertinente (BIGARELLA; SUGUIO, 1979).

A capacidade de transporte de um rio depende da velocidade da corrente e da granulometria da carga erodida. As relações entre capacidade de transporte, velocidade da corrente e granulometria foram determinadas empiricamente para canais aluviais por Hulstrøm (HUGGET, 2003). Por meio de um diagrama conhecido como diagrama de Hulstrøm (Gráfico 10).

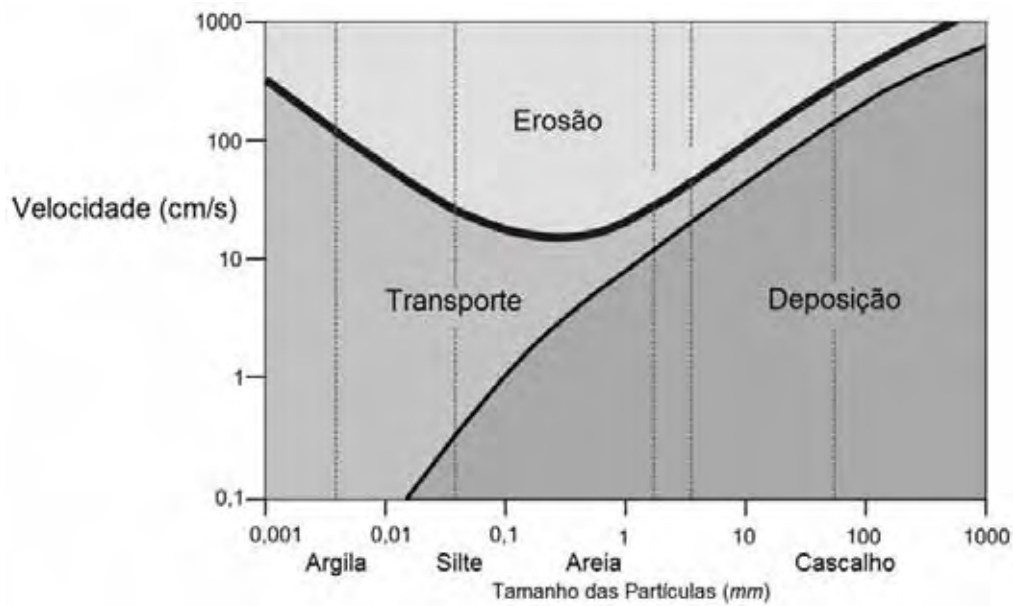


Gráfico 10: Diagrama de Hulstrøm.
Fonte: Modificado de Hugget (2003).

5.5 Os Pontos de Extração de Areia

As empresas mineradoras de areia estão localizadas em quatro municípios no alto curso do rio Paraná, entre os municípios de Marilena e Guaíra no estado do Paraná (Figura 15). A distância em linha reta entre os municípios ao longo do canal fluvial é de aproximadamente 210 km.

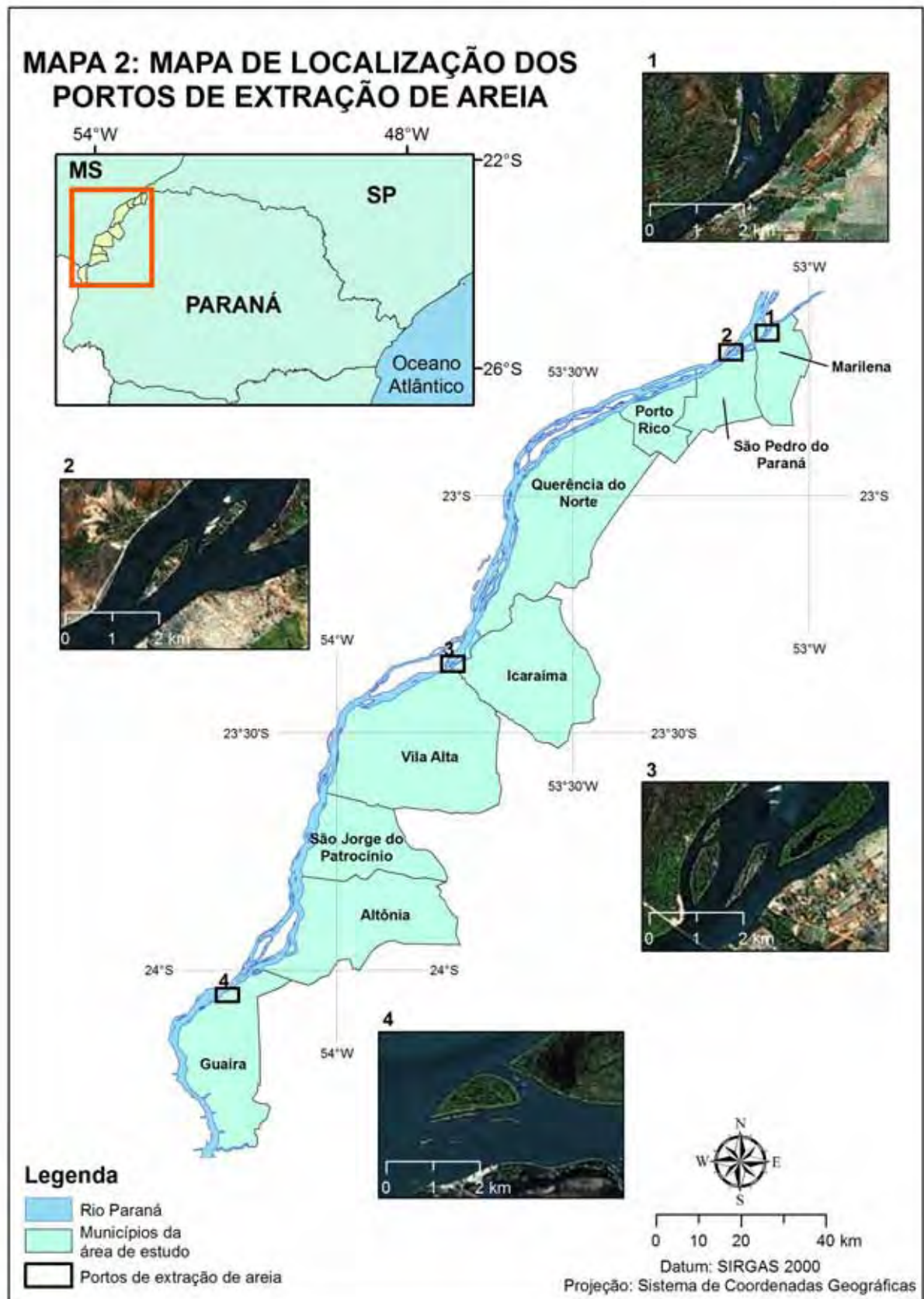


Figura 15: Mapa de Localização dos portos de extração de areia (Mapa 2).

Todos os portos desenvolvem a extração de areia no canal do rio. Assim, não há ocorrência de mineração de areia em cavas, e a sua distribuição pode ser observada no Quadro 6.

Quadro 6: Distribuição dos Portos de Extração Areia nos Municípios no Alto Rio Paraná no Estado do Paraná.

Municípios	Quantidade de Portos (em operação)
Marilena	02
Porto São José	01
Icaraíma	01
Guaíra	02

5.6 Modo de Operação

O termo dragagem é empregado de maneira ampla para qualquer tipo de mineração ou obra em que o material é retirado sob um leito d'água, incluindo tanto máquinas que operam por simples escavação mecânica, quanto as que utilizam a força da água (no caso, força de sucção). Ambas são aplicadas para retirada das camadas dos sedimentos arenosos submersos no fundo dos rios, lagoas, represas, etc. A draga bombeia a areia e outros sedimentos que estão depositados no fundo do rio, utilizando a água como veículo (Figura 16). A mistura de areia e água bombeada, denominada de polpa, contém normalmente uma proporção de 60% de água e 40% de areia (IPT, 2005). No ponto de bombeamento há grande revolvimento de material, levando a alterações na concentração de sólidos em suspensão no local da dragagem.

A areia bombeada fica depositada na draga e a água retorna ao rio juntamente com os sedimentos finos. O volume de água bombeado pela draga é praticamente todo devolvido ao rio, com exceção de uma pequena parcela que fica agregada à areia (IPT, 2003).

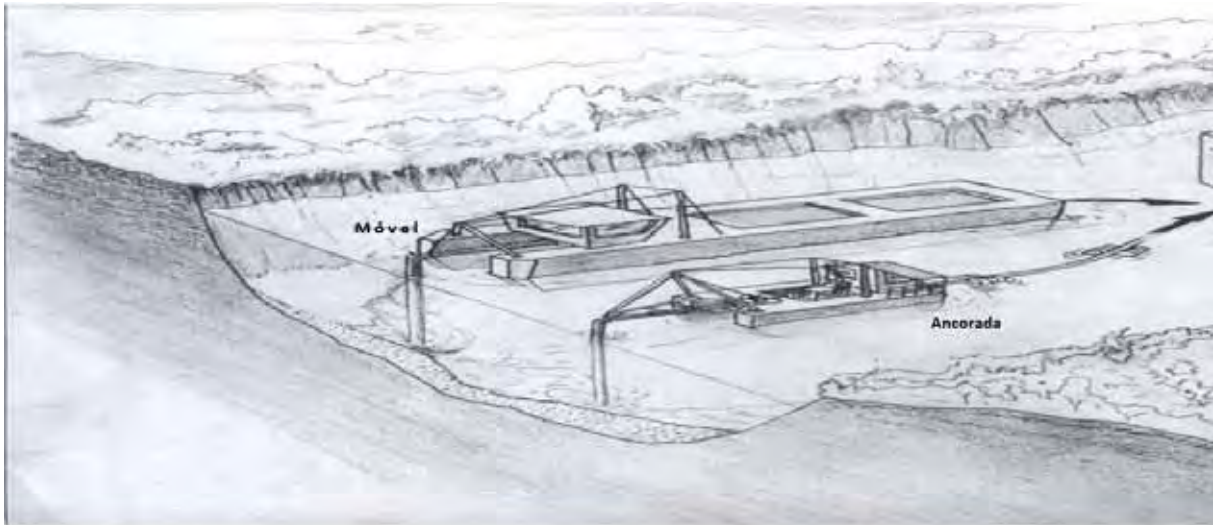


Figura 16: Esquema ilustrativo dos tipos de barçaças: dragagem hidráulica em canal fluvial
Fonte: IPT (2003).

A transferência da produção da draga para o primeiro conjunto de silos ou diretamente para o pátio de secagem/estoque ocorre por tubulação instalada sobre flutuadores na margem do rio, esse material é transportado em forma de polpa (mistura de material arenoso e água) até as peneiras de separação do minério dos outros materiais – quando há silos, na ausência dos mesmos, o material é transportado diretamente para o pátio de secagem/estoque (Figura 17).

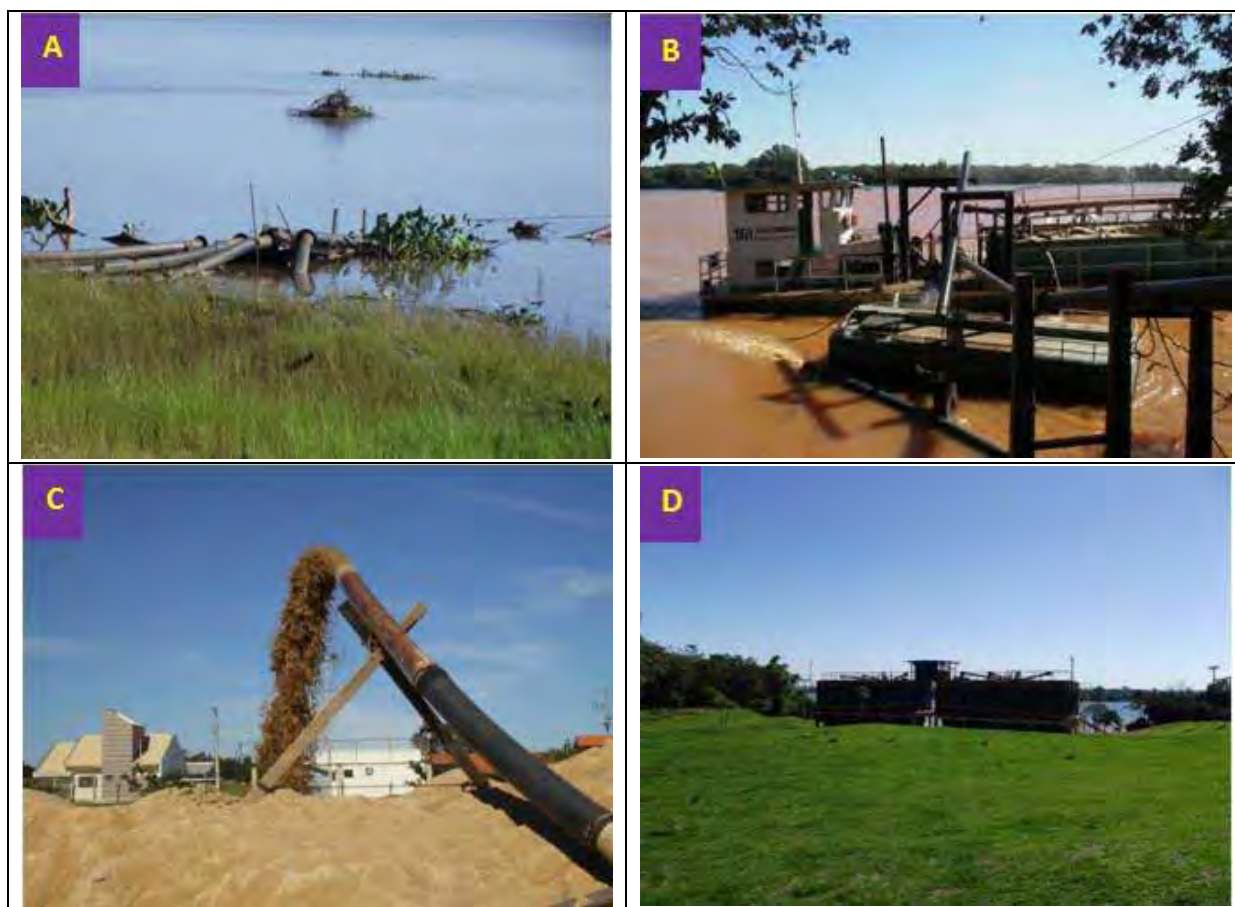


Figura 17: a) e b) são exemplos de estruturas (flutuadores) para conexão da draga com a tubulação de transferência da produção mineral na margem do rio; c) modelo de transferência direta para o pátio de secagem/estoque; d) modelo de conjunto de silos com peneiras para efetuar a separação do material dragado.

Durante a atividade mineradora no canal do rio Paraná, parte do sedimento arenoso extraído do leito submerso retorna ao sistema, causando turbidez no local onde a draga permanece parada cerca de 11 minutos, até o final da extração; o processo de reabilitação é rapidamente observado e o sistema fluvial volta as condições normais.

A extração de areia no canal fluvial, é feita através da dragagem de sedimentos ativos na corrente depositado a pequenas profundidades - no alto curso do Paraná numa média de 5 a 8 metros. Nestes sedimentos, a areia encontra-se inconsolidada, não havendo necessidade de desmonte (Figuras 18 e 19).



Figura 18: Dragagem extraíndo areia do canal do rio Paraná, região de Porto São José (PR).

A extração de areia em sistemas fluviais provoca o aumento total de sólidos suspensos (sedimentos), a dragagem no canal do alto rio Paraná observou-se que parte dos sedimentos extraídos retorna ao sistema provocando uma pluma de turbidez (Figura 19), com aproximadamente 10 metros de comprimento por 2 metros de largura. Essa pluma é ligeiramente dissolvida pelo sistema, não causando impactos ambientais negativos relevantes que possam comprometer ou mudar o ecossistema fluvial. A preocupação ambiental maior deve ser com o contato da água do rio com a graxa, os lubrificantes, óleo e combustível da draga, esses materiais quando em grande quantidade lançados no rio, são mais nocivos ao sistema que os sedimentos que retornam.

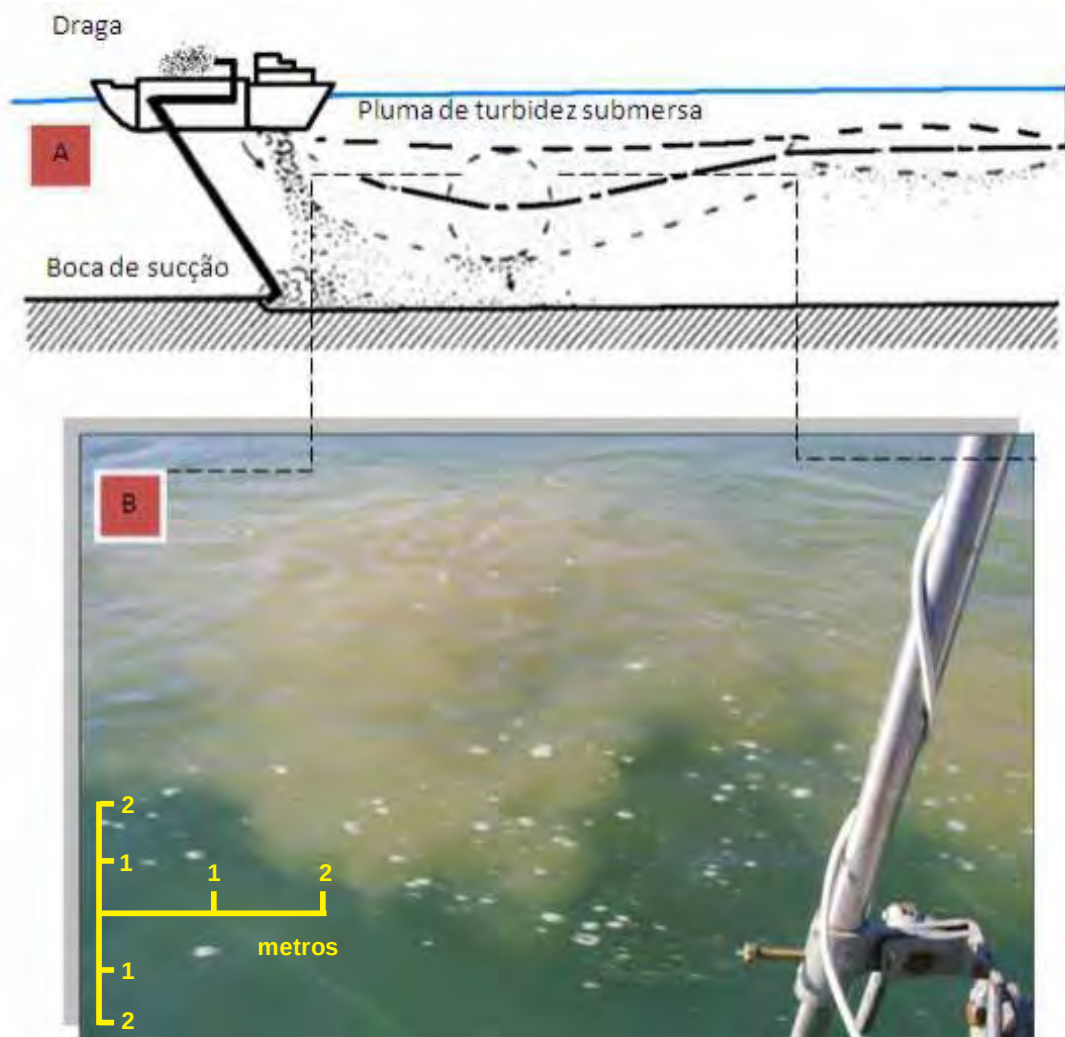


Figura 19: a) Esquema de Dragagem; b) pluma de turbidez após extração de areia no canal fluvial.

No processo de lavagem e peneiramento das areias são liberadas, como rejeito, as frações finas (argilosa) que costumam ser dispostas em tanques de decantação, nos quais sofrem um processo de clarificação natural e retornam ao sistema fluvial (Figura 20).



Figura 20: a) Água de residual do pátio de secagem/estoque; b) Canal de escoamento da água residual para o tanque de decantação; c) e d) Vista da escadaria de clarificação; e) Tanque de decantação.

5.7 Os Portos com Extração de Areia Sustentável - “Ecologicamente Corretos”

5.7.1 Introdução

A areia, matéria-prima essencial à sociedade moderna por seu uso em grande escala, principalmente na indústria da construção civil, é extraída há cerca de 60 anos no canal do alto curso do rio Paraná, entre os municípios de Marilena e Guaíra no estado do Paraná.

A atividade de mineração é vista pela sociedade em geral como uma das atividades antrópicas mais impactantes e de grandes alterações nas paisagens, no caso da extração de areia em canal fluvial não é diferente. Decerto, quando o empreendimento minerário não coloca em práticas as ações mitigadoras, os presentes impactos ambientais poderão acarretar em danos ao sistema fluvial.

O Noroeste do Estado Paraná, entre os municípios de Marilena e Porto Rico, compreende uma região que vem se caracterizando como um modelo de extração de areia em canais fluviais a ser seguido, pois o pioneirismo do porto de areia localizado em Porto São José, distrito do município de Porto Rico, considerado o primeiro porto de areia ecologicamente correto do Brasil, tem influenciado os demais empreendimentos minerários para a extração de areia de toda a região entre os municípios de Marilena e Guaíra, todos localizados no Estado do Paraná e banhados pelo rio Paraná (Figura 21).

Os portos de areia localizados a jusante do município de Porto Rico até o município de Guaíra não oferecem estrutura sustentável para a produção de areia no canal do rio Paraná. Contudo, os órgãos fiscalizadores estão pressionando estes empreendimentos para que alterem o seu modo operacional, e citam como exemplo o porto de areia de Porto São José, que passou a ser um modelo não só para a região do alto rio Paraná, mas também para o Brasil.

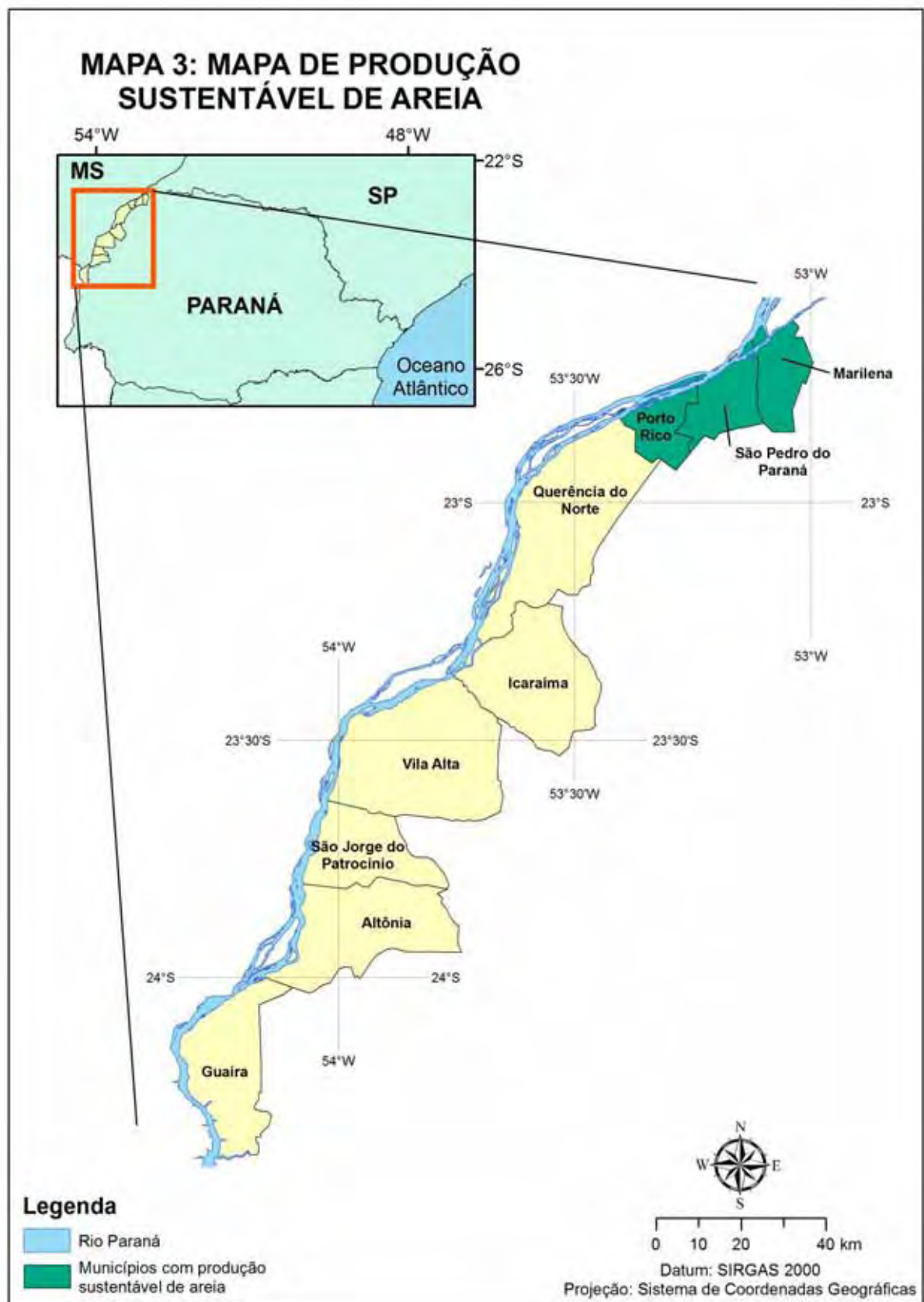


Figura 21: Portos de areia com produção sustentável (Mapa 3).

5.7.2 Os Portos de Extração de Areia do Município de Marilena

O município de Marilena localizado no estado do Paraná tem uma população absoluta de 6.858 habitantes (IBGE, 2010).

A atividade mineral de extração de areia no canal do rio Paraná no município de Marilena data desde 1976, como narra o *Sr. Rosalino Semprebom*, que diz: “*naquela época a extração era de 30m³/dia*”. Atualmente, no município de Marilena encontram-se 2 empresas desenvolvendo a mineração de areia, são elas: Porto Maringá e Porto Paraná.

- O Porto Maringá

A empresa de mineração Porto Maringá iniciou suas atividades em 2002, e conta com 1 draga com capacidade de extração de 100m³, sendo a produção média de extração de areia de 700m³/dia, com a produção mineral concentrada em 100% para areia média. O destino principal da produção é o mercado consumidor de Maringá e região. A infraestrutura instalada para a produção de areia é de baixo impacto ambiental, podendo ser listado abaixo e vista na sequência de fotos (Figuras 22, 23).

- Recuo de 600 metros da mata ciliar para instalação do pátio de estocagem;
- Pátio de estocagem com rede de drenagem, tanque de decantação e escadaria para clarificação da água que retorna ao sistema fluvial através duto de polietileno;
- Ausência de caminhões e tratores na margem do rio;
- Redução na emissão de GEE – Gases de Efeito Estufa;
- Redução de impacto ambiental na alteração da paisagem;
- Redução do risco de contaminação da água do rio por lubrificantes, graxas e combustíveis;
- Redução de ruídos na margem do rio;

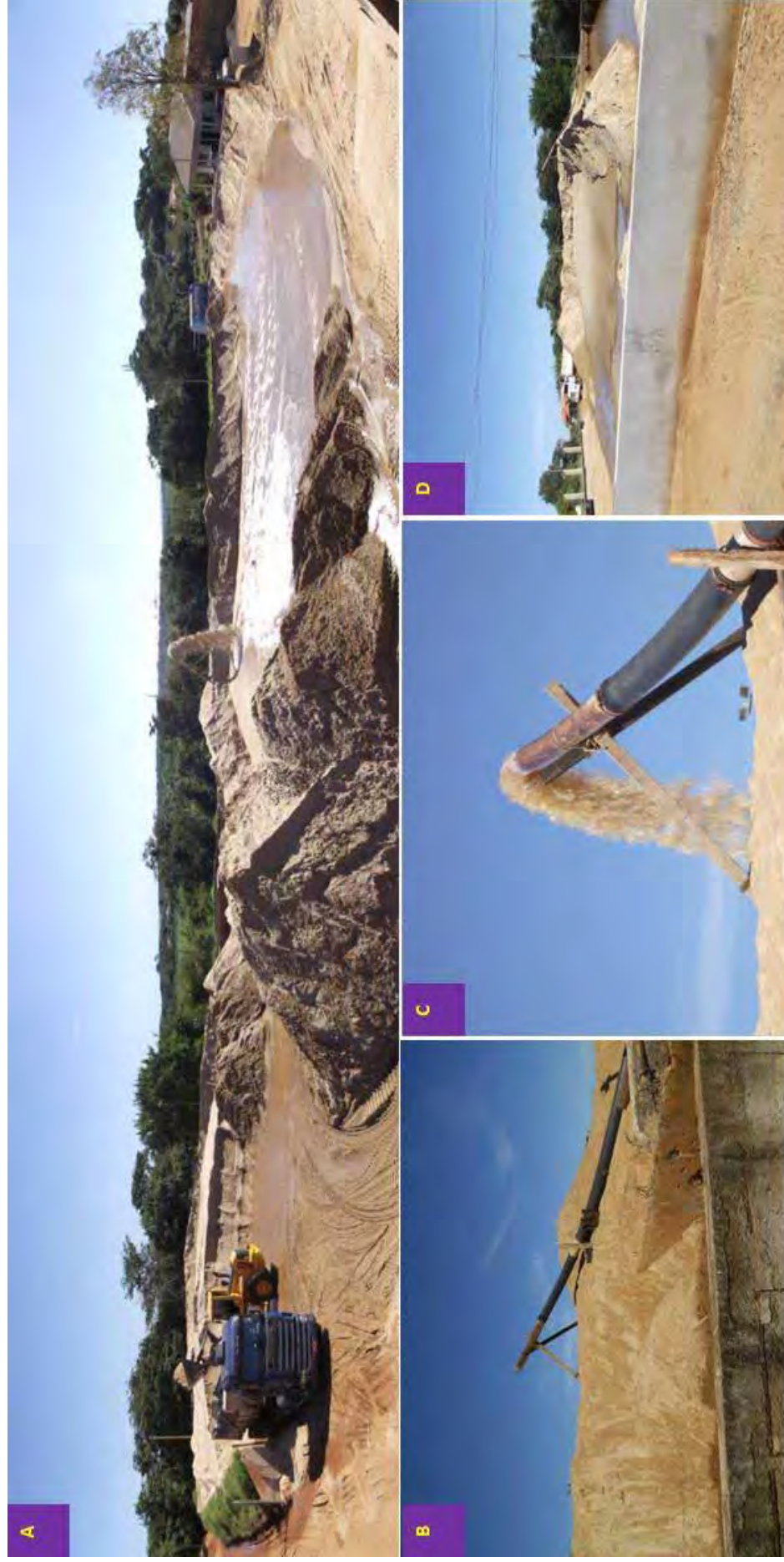


Figura 22: *a)* Vista panorâmica do pátio de estocagem/secagem; *b)* vista da estrutura de apoio do duto que transporta a areia; *c)* duto em funcionamento; *d)* vista geral do pátio de estocagem/secagem. Estrutura do Porto Maringá.

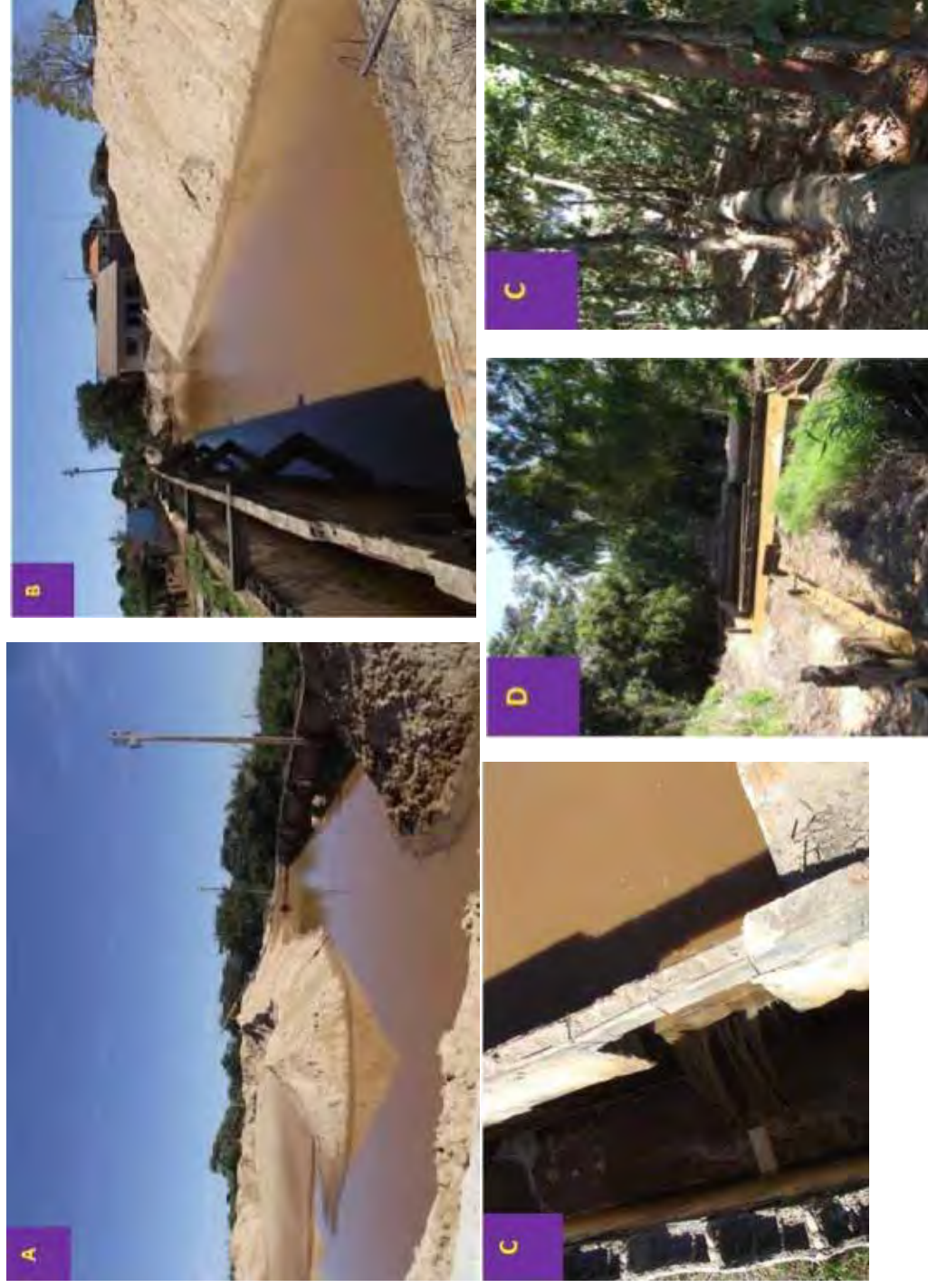


Figura 23: a) Vista geral da água que escorre com a secagem da areia no pátio; b) rede coletora d'água; c) vista de cima da rede coletora; d) escadaria de clareamento; e) tanques de decantação; f) tubulação de concreto que devolve a água ao sistema fluvial. Estrutura do Porto Maringá.

- *Porto Paraná*

A mineração de areia desenvolvida pela empresa Porto Paraná começou por volta de 1976 com um dos membros da família Semprebom (Sr. *Rosalino Semprebom*) que é uma das mais tradicionais famílias na atividade de mineração de areia do alto rio Paraná.

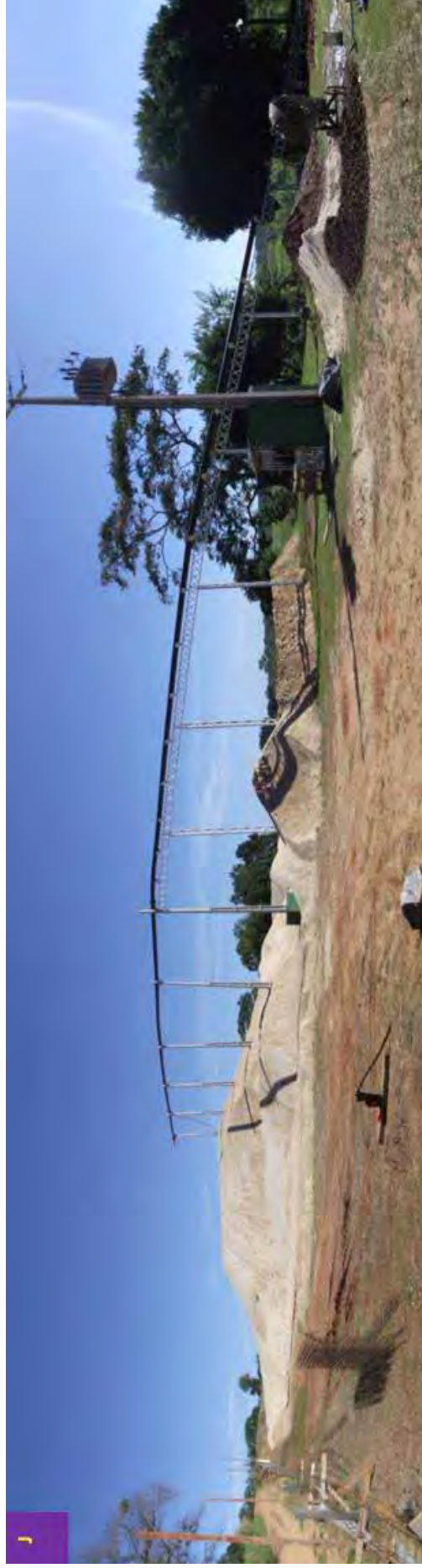
A produção, quando iniciada, terá uma capacidade de estocagem no pátio de até 10.000m³.

O Porto de areia Porto Paraná tem uma instalação moderna no município de Marilena, e que contempla ações mitigadoras de baixo impacto ambiental. Atualmente, encontra-se em fase de implantação com as obras em estado avançado e próximo de conclusão. Quando em funcionamento será o segundo porto de areia com maior investimento e mais um “ecologicamente correto” do alto rio Paraná, sendo que primeiro está instalado em Porto São José, que adiante será apresentado. Entre os pontos ambientais de baixo impacto e modelo a ser seguido estão listados abaixo e apresentados na sequência de fotos (Figuras 24 e 25):

- Mata ciliar preservada;
- Ausência de caminhões e tratores na margem do rio;
- Estrutura de estocagem distante 700 metros da margem;
- Pátio de estocagem com rede de drenagem instalada;
- Rede coletora para o excedente d’água;
- Clareamento da água com tanque de decantação que retornará ao sistema fluvial com baixa turbidez;
- Transporte da produção por duto de polietileno;
- Duto suspenso por uma estrutura metálica que propicia um corredor ecológico;
- Maior conforto ambiental na alteração da paisagem;
- Redução de GEE;
- Menor pressão sobre a mata ciliar;
- Menor risco de contaminação da água do rio por graxa, lubrificantes e combustíveis;
- Menor emissão de ruídos.



Figura 24: Foto Sequencial da produção mineral. a) Duto conectado ao flutuador; b) estrutura metálica de sustentação do duto; c) casa da 1ª bomba; d) vista do duto e casa da 1ª bomba na margem do rio; e) vista de contato do duto com a 1ª bomba; f) bomba com saída do duto enterrado até o pátio de estocagem; h) válvula de descompressão do duto; i) casa da 2ª bomba; j) vista panorâmica da estrutura metálica sustentando o duto e pátio de estocagem. Estrutura do Porto Paraná.



Continuação da Figura 24. Estrutura do Porto Paraná.



Figura 25: a) tanque de decantação; b) escadaria de clareamento e tanque de decantação. Estrutura do Porto Paraná.

5.7.3 O Porto de Extração de Areia de Porto São José

Porto São José é uma vila do município de São Pedro do Paraná, no Estado do Paraná e, tem uma população de 2.530 habitantes (IBGE, 2010).

A extração de areia no canal do rio Paraná, na região de Porto São José começou por volta dos anos de 1960, em pequena escala. Não há dados disponíveis sobre o montante desta extração, nem estudos que relatem essa atividade mineradora na área. Alguns mineradores da região como o Sr. Edson Semprebom (sócio da Associação dos Portos de Areia do Noroeste do Paraná, que fica em Porto São José), explica: *“o meu pai trabalhou muito tempo tirando areia, principalmente grossa, próximo a foz do rio Paranapanema”*.

A expansão da atividade areeira no alto rio Paraná, foi avançando de montante para jusante, instalando-se inicialmente na região de Porto Rico (PR), e posteriormente passando rapidamente para os municípios ao longo do curso do rio, como Querência do Norte e chegando até Guaíra. Atualmente, a extração de areia no canal do alto rio Paraná no trecho de Porto São José (PR), na frente das ilhas fluviais Mineira e do Cruzeiro na margem esquerda do lado do estado do Paraná, é onde se concentra a maior parte da extração de areia, com 50% do total. Entre as ilhas Mineira e Óleo Cru a extração é de granulometria fina, e na ponta da ilha do Cruzeiro a jusante a extração de granulometria muito grossa, o cascalho. Quanto à areia de granulometria grossa a maior concentração na extração é na margem direita do lado do Estado do Mato Grosso do Sul.

A extração de areia no alto curso do rio Paraná, na região do município de Porto Rico (PR), é intensa e feita durante 16 horas/dia, de segunda a sábado. Esse porto de areia passou a ser classificado como o primeiro porto de areia ecologicamente correto do Brasil, já que atende a todas as exigências do CONAMA para o funcionamento, protegendo e respeitando o meio ambiente de acordo com a legislação pertinente, inclusive contemplando a Resolução nº 303/02 do Órgão Legislador, quando atende a recomendação de menor impacto urbanístico, já que na entrada do empreendimento foi construído um portal moderno de baixo impacto visual, tornando até um atrativo turístico para o município, gerando renda e emprego com mais uma atividade econômica, a do turismo, assim gerando impacto positivo (Figura 26).



Figura 26: Portal de Entrada do Porto de Extração de Areia de Porto São José.

A mineração de areia na região do município de Porto Rico foi inicialmente desenvolvida por nove empresas. Em 1996 o IAP – Instituto Ambiental do Paraná exigiu o reflorestamento da margem ocupada por estas empresas, obrigando os mineradores a cumprirem uma série de itens que estivessem em consonância com as normas de controle ambiental. Assim, a continuidade da atividade de extração de areia na região dependia da instalação de um terminal de descarga e armazenagem que atendesse todas as mineradoras que subscrevem o TAC (Termo de Ajustamento de Compromisso).

Diante dessa situação os empreendedores da região buscaram na união de forças o caminho para solucionar a questão, tendo sido criado a APA – Associação das Indústrias Extrativas de Areia do Noroeste do Paraná.

A sequência de fotos (Figuras 27 a 29) apresentada demonstra todo o trabalho feito e denota que, qualquer atividade econômica consegue resolver

problemas até mesmo aparentemente mais complexos. Contudo, se faz necessário ressaltar, que a instalação desta megaestrutura para a mineração de areia no alto curso do rio Paraná, na região de Porto Rico, no estado do Paraná, e que é a primeira do Brasil, não foi uma iniciativa espontânea pensada inicialmente na preservação ambiental, mas sim para atender a legislação. Mesmo assim, é inegável o ganho ambiental do empreendimento mineral.

Decorridos 16 anos da assinatura do TAC, as empresas instalaram o terminal de areia, e encontra-se em operação devidamente licenciadas. Todo esse trabalho promoveu a otimização da relação custo/benefício da cadeia produtiva do bem mineral na região, em concordância com a conservação do meio ambiente ecologicamente equilibrado. Grande parte do sucesso da atividade mineradora no canal do rio Paraná na região é devida à postura positiva do IAP e dos empreendedores, que assumindo um ajuste de conduta voltada para a minimização dos impactos ambientais negativos para o sistema fluvial como um todo. Com a construção deste porto de areia, foram vários os impactos ambientais negativos reduzidos na atividade mineradora, podendo ser elencados da seguinte forma:

- Proteção das margens contra erosão com a reposição da cobertura vegetal e o recuo dos depósitos (silos) mais para o interior (Figura 27), afastando assim o contato com uma área de maior fragilidade.
- Substituição de máquinas carregadeiras e caminhões nas margens do rio, por um sistema tubular de transporte conectado a draga e ao depósito primário, o primeiro conjunto de silos (Figuras 28, 29).
- Redução de nove áreas para um único ponto de recebimento da produção, reduzindo a liberação de dióxido de carbono na atmosfera, já que havia um consumo de 120 mil litros de óleo diesel mensalmente.
- O segundo conjunto de silos (silos finais), encontra-se a uma distância de 500 metros da margem do rio, atendendo a legislação e reduzindo a pressão sobre a margem do rio (Figura 30).
- Recuperação das áreas degradadas, com reflorestamento com espécies nativas, restabelecendo o ecossistema primitivo e sequestrando carbono

Implantação de tanques de decantação para a água residual retorna ao sistema fluvial com o mínimo de sedimentos.

- Sistema de clareamento da água antes do seu retorno ao sistema.
- O transporte de arei do primeiro conjunto de silos para os silos finais é feito através de uma esteira elétrica (Figuras 30a).



Figura 27: Flutuador para conexão da draga com o duto de escoamento da produção. Estrutura do Porto de Areia de Porto São José



Figura 28: Vista do primeiro conjunto de silos na margem do rio Paraná. Estrutura do Porto de Areia de Porto São José



Figura 29: a) Vista panorâmica do duto de escoamento da produção conectado ao primeiro conjunto de silos desaguador com a margem vegetada; b) Vista da esteira elétrica. Estrutura do Porto de Areia de Porto São José.



Figura 30: a) Vista panorâmica da área ocupada pela esteira; b) Vista do segundo conjunto de silos (ao fundo o estoque regulador). Estrutura do Porto de Areia de Porto São José.



Figura 31: Vista panorâmica do pátio de secagem/estoque regulador, 500 metros distante da margem do rio Paraná. Estrutura do Porto de Areia de Porto São José.

5.8 Os Portos de Areia Sem Produção Sustentável

A produção de areia no canal do rio Paraná entre os municípios de Marilena e Guaíra no estado do Paraná está dividida em sustentável e um modelo de extração de areia com pouca ou nenhuma preocupação ambiental, como foi apresentada no Mapa 3 (Figura 21).

5.8.1 Os Portos de Extração de Areia do Município de Icaraíma

A mineração de areia no canal do rio Paraná no município de Icaraíma (PR) começou na década de 1970 com a finalidade de atender a demanda local. Atualmente, uma empresa desenvolve a mineração de areia no canal do rio Paraná, que é: Mineral Extração de Areia e Cascalho, as demais fecharam pela forte pressão dos órgãos de fiscalização.

- Mineral Extração de Areia e Cascalho

A empresa começou suas operações em 2002 e conta 2 dragas com capacidade de 400m³ cada. A produção mineral diária é de 800m³, com exclusividade para areia média. O destino da produção é o mercado consumidor de Maringá e Campo Morão, sendo o primeiro responsável em absorver cerca de 80%. Quanto à infraestrutura instalada para a extração de areia é precária, sendo os principais impactos ambientais negativos listados abaixo e apresentados na sequência de fotos da Figura 32:

- Ocupação indevida da APP;
- Pátio de estocagem próximo da margem (cerca de 40m da margem);
- Risco de contaminação do rio pelos lubrificantes, combustíveis e graxas dos veículos que manipulam a areia no pátio de estocagem;
- Ausência de um tanque de decantação;
- Emissão de GEE e fortes ruídos pelos veículos (caminhões e tratores);
- Desmatamento nas proximidades do canal fluvial.



Figura 32: *a)* vista duto que conecta a draga ao pátio de estocagem; *b)* vista geral do pátio de estocagem com o canal do rio ao fundo; *c)* pátio de estocagem; *d)* vista da caixa coletora d'água no pátio de estocagem. Estrutura do porto de extração de areia Mineral Extração de Areia e Cascalho.

Contudo, verifica-se um esforço na direção das ações mitigadoras que possam reduzir os impactos ambientais negativos como a instalação de uma rede de drenagem através de caixas coletoras d'água dentro do pátio de estocagem/secagem, e que essa rede de drenagem possa diminuir o excesso de turbidez da água que retorna ao sistema fluvial. Ainda, como ponto positivo é a manutenção da mata ciliar.

5.8.2 Os Portos de Extração de Areia do Município de Guaíra

A extração de areia no município de Guaíra (PR) começou por volta de 1948, com o uso de ferramentas rudes e simples: par, enxadas e transportes por tração animal. A produção mineral era destinada ao mercado consumidor local. Atualmente, duas empresas exercem a extração de areia no município, que são: Mineração do Paraná e Mineração D'Agostini.

- Mineração do Paraná

A empresa Mineração do Paraná começou suas atividades de extração de areia no canal do rio Paraná a cerca de 30 anos. A infraestrutura apresenta pouca preocupação ambiental, e que não atende o mínimo daquilo que determina a legislação para mineração em APP. Sendo os principais impactos ambientais negativos listados abaixo e apresentados posteriormente na sequência de fotos (Figuras 33 a 35):

- Retirada da mata ciliar;
- Solo exposto na margem;
- Ocupação irregular da infraestrutura montada para secagem/estocagem;
- Contato de veículos com a margem;
- Falta de muro de contenção no pátio de estocagem;
- Possível contaminação do rio por graxas, lubrificantes e combustíveis pela proximidade e acesso dos veículos à margem;
- Retorno do excedente d'água e da própria areia do pátio de estocagem para o sistema fluvial sem os devidos cuidados.

A produção de areia é feita com uma draga que tem capacidade para 170m³, e que representa uma extração de 1.530m³/dia. Ao longo do mês a produção (dragagem) é distribuída da seguinte maneira:

- Areia fina: 3 dias = 4.590m³/mês
- Areia Média: 23 dias = 35.190m³/mês
- Areia Grossa: 4 dias = 6.120m³/mês
- Total da produção mineral = 45.900m³/mês

O volume de extração de areia média representa cerca 77% do volume total da produção mineral, isso se deve pela grande demanda do mercado da construção civil, e sua produção tem como principal destino o mercado consumidor de Maringá e região, que absorve mais de 80% de todo o bem mineral, os 20% restante fica em Guaíra e municípios vizinhos.

Uma observação aqui merece ser ressaltada, que no dia da minha visita ao porto de areia o Poder Judicial havia baixado um decreto proibindo a extração de areia para todos os portos de areia de Guaíra até Querência do Norte. A justificativa da proibição foi à ocupação irregular da margem (Figuras 34, 35).



Figura 33: Vista da margem degradada pelo porto de areia. Estrutura do porto de extração de areia Mineração do Paraná.



Figura 34: a) Vista panorâmica da área com a bomba sobre um flutuador e a tubulação para escoar a produção até o pátio de secagem/estoque. b) Pátio de secagem/estoque a poucos metros da margem do rio. Estrutura do porto de extração de areia Mineração do Paraná.



Figura 35: a) Portaria com faixa de interdição por decisão Judicial; b) via de acesso a margem do rio; c) e d) vista da margem degradada; e) e f) pátio de estocagem/secagem. Estrutura do porto de extração de areia Mineração do Paraná.

- *Mineração D'Agostini*

A empresa começou a extração de areia no município de Guaíra em 1948, e é uma das empresas pioneiras na produção deste mineral no alto rio Paraná. Sua operação conta com 3 dragas que somadas têm uma capacidade extração de areia de 4.000m³/dia.

O porto de areia da Mineração D'Agostini é o único do município com licenciamento ambiental e parecer favorável do Instituto Chico Mendes. Contudo, não obedece ao que determina o Código Florestal para ocupação da margem de rios com mais de 500 metros (Figura 36), como é caso do trecho local do rio Paraná. O seu pátio de estocagem tem uma capacidade para 10.000m³. Assim como a produção do porto Mineração do Paraná, o D'Agostini também tem como grande mercado consumidor para a sua produção o município de Maringá, que representa mais de 80%. Apesar de serem insuficientes, podemos citar alguns pontos positivos ou ações mitigadoras:

- Muro de contenção no pátio de estocagem;
- Caixas conectadas a tubulação para retorno do excedente d'água do pátio de estocagem;

A estocagem e secagem da areia são feitas a cerca de 40 metros da margem do rio, que fere a legislação ambiental, assim como, a retirada da mata ciliar é outro impacto ambiental negativo.



Figura 36: a) vista do muro do pátio de secagem/estocagem e da caixa coletora d'água; b) caixa coletora d'água; c) pátio de secagem/estocagem. Estrutura do porto de extração de areia Mineração D'Agostini.

5.8.3 Valores da Extração

A extração de areia na área de estudo no alto curso do rio Paraná representa valores da ordem de 8.300 m³/dia, com um volume mensal de 249.000, m³, que correspondendo a 2.988.000 m³/ano.

O município de Guaíra se destaque como o maior produtor de areia do alto curso do rio Paraná, na região de estudo, seguido de Icaraíma, Porto São José e Marilena. Essa produção mineral é em quase sua totalidade destinada ao município de Maringá e região.

5.8.4 Viabilidade Econômica

O Código da Mineração, em seu Art. nº 14, estabelece como parte do Plano de Aproveitamento Econômico a análise da viabilidade econômica da exploração mineração.

A análise de viabilidade econômica de um empreendimento mineiro leva em consideração os custos para a exploração da jazida. Contudo, quando há um empreendimento que contempla ações mitigadoras, tais custos são amortecidos, pois a exploração mineral é feita com o mínimo de impactos ambientais negativos, e que a reboque traz benefícios ambientais e socioeconômicos reduzindo assim o risco de uma possível penalização perante o órgão fiscalizador competente, proporcionando uma salvaguarda para a atividade, e oferecendo uma série de vantagens que outros portos de extração de areia não têm por falta de instalação de uma estrutura para mineração de areia em canal fluvial nos mesmo moldes do porto de areia “ecologicamente correto”.

5.9 Impactos Ambientais da Mineração de Areia – Área de Estudo

O conceito de impacto ambiental definido pelo CONAMA na Resolução nº 001/86 reformulado/aprimorado pela Resolução nº 206/02, onde define também o que é meio ambiente, deixa explícito o interesse em propor uma observação mais ampla do meio ambiente e possível impacto ambiental, já que acrescenta termos inovadores na discussão como o impacto paisagístico, cultural e social.

A mineração de areia no alto curso do rio Paraná está dividida numa mineração de pouco interesse de preservação ambiental, onde pode-se observar a prática de poucas ações mitigadoras, e outra mineração com alto valor de preservação ambiental e desenvolvimento sustentável. A mineração sustentável é desenvolvida a montante do município de Porto Rico, até o município de Marilena no estado do Paraná. Entendemos por desenvolvimento sustentável “aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer as possibilidades de as gerações futuras atenderem suas próprias necessidades” Comissão Brundland, 1992.

O impacto ambiental mais perceptível da mineração de areia em leito fluvial é a retirada da mata ciliar em que estes empreendimentos estão inseridos, fato este que não ocorre nos portos de areia com produção sustentável nos municípios entre Marilena e Porto Rico no estado do Paraná, no alto curso do rio Paraná.

Para Camargo, Biudes (2003) é preciso destacar a importância ecológica e biológica das várzeas, dada à alta diversidade de abrigos e alimentos que propiciam, e por consequência, uma grande diversidade biológica. A importância das várzeas vai além da questão ecológica, ela passa pela manutenção e preservação dos recursos hídricos, que são indispensáveis para o desenvolvimento da vida humana. Embora as várzeas sejam mais comumente lembradas pela degradação ambiental causada pela extração de areia, o canal, na verdade, é extremamente afetado. Por encontrarem-se submersos, e sem condição visual de detecção, os impactos no canal acabam sendo negligenciados quando comparados com os sofridos pelas várzeas. No entanto, impactos como, mudança na textura do material de fundo, na morfologia e na dinâmica das formas, e mesmo na pendente do leito são de grande importância à ecologia local, principalmente na comunidade zoobêntica que é a base da teia alimentar do sistema (STEVAUX, 1995).

Nos municípios de Marilena e Porto São José, onde a extração de areia é sustentável, são muitas as medidas adotadas para redução de impactos ambientais como, por exemplo, a proteção das margens através de ações mitigadoras com a proteção da mata ciliar e revegetação para não permitir solo que solo fique exposto.

No município de Porto São José (PR), um exemplo positivo de intervenção é o primeiro conjunto de silos (Figura 37), que apresenta vários aspectos positivos que reduzem a pressão sobre o ambiente marginal do canal fluvial, entre eles podemos destacar:

- Ações Mitigadoras – Impactos Ambientais Positivos:

- Ausência de veículos nas margens (caminhões e tratores), que anulam a possibilidade de contaminação da margem o solo e da água do rio por graxa, combustível, óleo lubrificante, redução de geração de ruídos na margem, e emissão de poluentes e GEE - gases de efeito estufa;
- Retirada mínima da mata ciliar;
- Dutos aéreos que proporciona a formação de um corredor ecológico (Figuras 38 e 39), principalmente para animais que estão presos ao solo;
- Ausência de solo exposto, proporcionando um conforto ambiental para pouso de aves e reduzindo o impacto visual, inclusive contemplando o que determina o CONAMA em sua Resolução nº 306/02, onde em um dos pontos afirma que deva oferecer condições de interações de ordem física e biológica (entre outros pontos), que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas;
- Proteção do talude, onde é instalada a estrutura mineral na margem do canal;
- Ausência de compactação do solo, por não utilizar veículos (caminhões e tratores) na margem do rio;
- Menor impacto ambiental na paisagem e
- Ocupação da APP de acordo com o Novo Código Florestal (Figura 41).



Figura 37: Primeiro conjunto de silos, em Porto São José distrito de Porto Rico (PR).

O transporte de areia do primeiro conjunto de silos para o conjunto final é feito através de uma esteira elétrica (Figura 40c), que contribui na redução de impactos ambientais da extração de areia, pois não há emissão de GEE e produz baixo ruído. Outro ponto positivo do transporte de areia pela esteira é fato de sua instalação ser aérea, oferecendo assim um corredor ecológico dentro da mata ciliar.



Figura 38: Vista da margem vegetada.



Figura 39: Vista Panorâmica da Margem do Rio: duto sobre flutuador acoplado ao primeiro conjunto de silos que serve de conexão à draga. Estrutura do porto de extração de areia Porto São José.



Figura 40: a) e b) Vista panorâmica da esteira elétrica; c) vista do interior da esteira. Estrutura do porto de extração de areia Mineração do Paraná.

5.10 Manejo Mineral e Desempenho Ambiental dos Portos de Areia

O Manejo Mineral ou Ordenamento Territorial Geomineiro, é uma proposta para extração de areia em canais fluviais, que pode-se tornar uma ferramenta fundamental para permitir a existência da mineração em convivência harmônica com as outras formas de uso e ocupação do solo e respeito ao meio ambiente, que deveria ser parte integrante dos Planos Diretores Municipais.

O Estado do Paraná tem uma ferramenta de gestão pública que estimula a implantação e desenvolvimento de projetos de preservação ambiental, intitulado de IPTU VERDE, onde cada município tem a sua disposição um valor para ser investido em área de proteção ambiental ou para recuperação.

Ao longo do alto rio Paraná existem municípios com área abandonadas de extração de areia, que poderiam ter outras finalidades, como por exemplo de lazer e recreação. Convém considerar ainda que os limites de jazimentos não devem obedecerem os limites políticos dos municípios, recomendando-se que os zoneamentos minerários sejam regionalmente integrados.

Com a análise realizada na infraestrutura instalada para extração de areia ao longo do canal fluvial no alto curso do rio Paraná, entre os municípios de Marilena e Guaíra, localizados no Estado Paraná, percebeu-se uma necessidade de reestruturação da produção mineral para os portos de areia que não praticam uma extração sustentável. Portanto, alguns parâmetros ambientais e logísticos na extração mineral foram observados para determinar a classificação de desempenho sustentável, onde os *Quesitos* foram pontuados individualmente, como por exemplo:

- Legislação: Se **não aplicada** recebe a nota 0;
Se **parcialmente aplicada** terá nota entre 1 a 4;
Se **plenamente aplicada** terá nota entre 5 e 6 (Quadro 7).

Assim, os portos foram classificados em: *Ruim*, *Bom* e *Excelente*, que tais empreendimentos necessitam contemplar, que poderão ser observados no Quadro 8.

Quadro 7: Quesitos Analisados – Desempenho Ambiental.

Pontos	Quesitos Observados	Avaliação		
		Não Atende	Atende Parcialmente	Atende Plenamente
		0	1 a 3	3,1 a 6
Legislação	Novo Código Florestal			
	Código Mineral			
	Permissão de Lavra do DNPM			
Proteção do Sistema	Ocupação Mínima da Margem do Rio: equipamentos, maquinários, dutos e esteira para escoamento da produção.			
	Máxima Proteção da Mata Ciliar			
	Redução de Poluentes: contato com graxa, lubrificantes, ruídos, gases de efeito estufa, etc.			
	Extração de Areia em diferentes pontos do Canal fluvial. Afastamento das margens durante o processo de extração de areia. Quando a largura do canal for: - No mínimo de 10 a 30m deve se afastar 4m; - Acima de 30m deve se afastar 2m.			
Múltiplos Usos da Água	Protege o sistema e propicia condições para o desenvolvimento de outras atividades econômicas e ou de lazer, como por exemplo o Turismo, Pesca comercial e esportiva, Educação Ambiental, Lazer e recreação, entre outras.			

Ruim		Bom		Excelente	
	0 a 3		3,1 a 4		4,1 a 6

Para a aplicação da classificação dos portos de extração de areia de acordo com o seu desempenho ambiental foi utilizada a seguinte equação:

Equação (1)

$$i.da = \frac{\sum pq}{P_{max}}$$

Onde:

i.da: Índice de Desempenho Ambiental

$\sum pq$: Somatório dos Pontos Quesitos

Pmax: Total de Pontos Possíveis

Quadro 8: Análise de Desempenho Ambiental Mineral

ÍNDICE		CARACTERÍSTICAS – PREOCUPAÇÃO AMBIENTAL Desempenho Mineral Ambiental
Ruim		• Não atende a legislação mineral e ambiental; • A infraestrutura mineral instalada é extremamente precária; • Não protege as bases da produção mineral, ou seja, o sistema fluvial (leito, margens e mata ciliar).
Bom		• Atende parcialmente a legislação mineral e ambiental; • Tem uma boa infraestrutura mineral instalada, mas que deve ser melhorada; • Protege as bases da produção mineral, ou seja, o sistema fluvial (leito, margens e mata ciliar).
Excelente		• Atende plenamente a legislação mineral e ambiental; • Apresenta uma moderna infraestrutura mineral instalada, que não somente protege o sistema fluvial (leito, margens e mata ciliar), mas como também propicia menor pressão sobre os recursos naturais, através de ações mitigadoras; • Contém viveiros com produção de mudas da flora local; • Mantém uma equipe de profissionais multidisciplinares, como Geógrafos, Geólogos, Gestores Ambientais, etc. Esses profissionais monitoram o desempenho ambiental do empreendimento mineral. • Contempla os múltiplos usos do sistema fluvial, oferecendo condições para o desenvolvimento de outras atividades econômicas, educacionais e de lazer, como o turismo, a pesca, educação ambiental e outras.

Com os parâmetros de desempenho ambientais minerais estabelecidos foi realizada a classificação dos portos de extração de areia (Quadro 9). Onde observou-se dois tipos de práticas minerárias: a) a primeira são dos portos de areia localizados nos municípios de Marilena e Porto São José, que busca uma produção de areia com baixo impacto ambiental negativo, através de um planejamento mineral sustentável; b) a segunda são os portos de extração de areia localizados a jusante de Porto São José, onde apresentam uma mineração de areia imprópria, com grandes impactos ambientais negativos, que chegam a colocar em risco a continuidade de suas atividades, como por exemplo com um fechamento pelo Poder Legislativo, fato que já ocorreu.

Quadro 9: Classificação de Desempenho Ambiental Mineral.

CIDADES	MINERADORAS	DESEMPENHO - Preocupação Ambiental -		
		RUIM	BOM	EXCELENTE
Marilena	Porto Maringá			
	Porto Paraná			
Porto São José	APA Associação de Produtores de Areia “Primeiro Porto de Areia Ecologicamente Correto do Brasil”			
Icaraíma	Mineração Extração de Areia e Cascalho			
Guaíra	Mineração do Paraná			
	Mineração D’Agostini			

Para tanto, foi desenvolvido um plano de trabalho com os dados de reposição sedimentar de Porto São José, que representa 2.825t/dia (Quadro 10).

Quadro 10: Proposta de Manejo Mineral Para Extração de Areia em Canais Fluviais

Dias	Extração/Operação (em horas)	Janela de Reposição (em horas)	Reposição de Sedimentos/Mineral (em toneladas)
Seg	11 às 17	18	2.106
	Horas Trabalhadas = 6		
Ter	11 às 17	18	2.106
	Horas Trabalhadas = 6		
Qua	8 às 18	14	1.638
	Horas Trabalhadas = 10		
Qui	8 às 18	14	1.638
	Horas Trabalhadas = 10		
Sex	8 às 18	14	1.638
	Horas Trabalhadas = 10		
Sab	8 às 13	19	2.223
	Horas Trabalhadas = 5		
Dom	Sem Extração	24	2.825

Valor Total Para Reposição = 13.634 toneladas/Semana

ESTUDO DE CASO 2

- Local -

6. BALANÇO SEDIMENTAR

6.1 Introdução

O sistema fluvial é uma evolução natural, que é condicionada pela interação de uma série de componentes no tempo e no espaço. Em condições naturais, tendem a estabelecer uma combinação estável e dinâmica entre as variáveis de controle e as variáveis de resposta.

As duas variáveis críticas de controles são a do fluxo líquido (Q) e a do fluxo de sólidos (Qs). Elas também são chamadas de variáveis externas ou variáveis independentes. Existem também variáveis secundárias de controle, que são a inclinação do vale, o tamanho de partícula da carga de fundo e a vegetação ripária. Variáveis de resposta ou variáveis internas são dependentes, e também são chamadas de "graus de liberdade", elas são ajustadas em resposta às variações dos componentes de forma independente. As variáveis de resposta são sete: a largura do canal, a profundidade média, inclinação, comprimento da onda dos meandros, sinuosidade, velocidade do fluxo, e profundidade máxima (MARTINS, 2008).

Segundo Slight et al. (2008), estudos de produção de sedimentos são importantes para o planejamento de vários processos de conservação do solo e água, análises de sedimentação em reservatório, estudos de mudança na morfologia de rios, deposição em fundos de rios e planejamentos de projetos agrícolas. Ainda segundo o autor, a produção de sedimentos de uma bacia hidrográfica é a forma de saída de um processo de erosão, e é difícil de ser calculado porque é resultado de uma complexa interação de vários processos hidrogeológicos.

O processo de desagregação do solo e de transferência de sedimentos na bacia irá depender de fatores como distribuição anual das chuvas, uso e manejo do solo, condições geomorfológicas do terreno e umidade antecedente (MERTEN; POLETO, 2006).

O processo de entrada e saída de água e descarga de sedimentos determina o estado estacionário dos fluxos dinâmicos de equilíbrio. Lane (1955) exprime a relação entre o fluxo líquido e o transporte de sedimentos é responsável pelos estado estacionário do sistema fluvial.

Esta relação é um princípio de autorregulação dos fluxos: se uma ou mais variáveis são alteradas, irá produzir alterações em qualquer uma, ou todas as outras variáveis, a fim de restaurar o equilíbrio entre os processos de transporte, erosão e sedimentação, como apresentado na Figura 42 (LEOPOLD et al., 1964; SCHUMM, 1971; JANSEN et al., 1979; SIMONS, SENTÜRK; KNIGHTON 1992, 1984; MALAVOI et al., 1998).

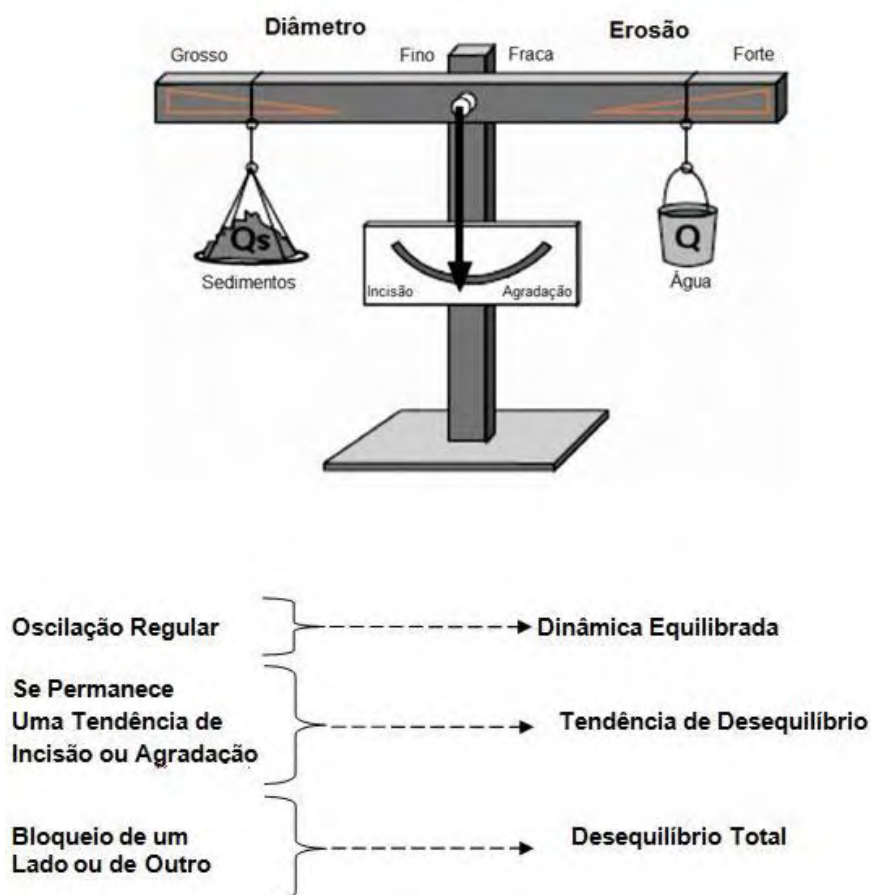


Figura 42: O conceito de equilíbrio hidrossedimentológico.

Fonte: Modificado de Lane (1995).

O balanço sedimentar de rios é um importante parâmetro para se entender a dinâmica dos canais, migrações de barras arenosas e formações de ilhas. Este parâmetro fluvial é a relação entre a taxa de erosão e sedimentação. Para melhor caracterizar o balanço sedimentar de um rio é preciso realizar amostragens em vários locais, de forma a permitir com que os trechos analisados possam ser

comparados entre si e com estudos entre rios, como por exemplo, os relatos de sedimentos registrados no médio e baixo rio Paraná (STEVAUX, 1994; STEVAUX et al., 1995, STEVAUX et al., 2004; AMSLER, 1994, 2000, 2003; MARTINS, 2004).

6.2 Métodos e Técnicas – Trabalhos de Campo.

Os procedimentos metodológicos seguiram as seguintes etapas:

6.2.1 Levantamento Batimétrico e Prospecção

Para a realização do levantamento batimétrico utilizou-se eco-sonda (FURUNO) acoplada a GPS. Foram efetuadas cerca de 10 seções transversais (Figura 43) na região de Porto São José (PR). A escolha desta região se deu pelo fato de ser a de maior concentração de extração de areia. Tal levantamento possibilitou um maior entendimento da atual profundidade do canal fluvial. Os dados de profundidades referentes ao ano de 1957 foram obtidos junto a Marinha do Brasil, que posteriormente foram comparados com as profundidades das batimetrias realizadas em 2008. Para corrigir o nível do rio em relação a 1957 - quando não havia estação fluviométrica em Porto São José (PR), foi transferido o nível fluviométrico de Guaíra (PR) por uma correlação feita com os valores atuais. A carga de sedimentos no alto curso rio Paraná, na região de Porto São José (PR) foi determinada por Martins; Stevaux (2005), que também estudaram em detalhe a morfologia e a dinâmica das formas de leito. Para determinar a carga de sedimentos, os autores supracitados utilizaram o método do deslocamento de dunas, desenvolvido primeiramente por Stuckrath (1969) e aprimorado por Amsler; Gaudin (1994), que permite medir indiretamente a carga de fundo em rios aluviais com o fundo coberto por dunas. Neste método o cálculo da carga de fundo de um canal, em última análise, é obtido pela determinação do tamanho das dunas e de sua velocidade de deslocamento ao longo do canal do rio, obtidas pela comparação de dois levantamentos consecutivos de perfis longitudinais.

Para a realização das medições de espessuras dos pacotes de sedimentos foi utilizada na prospecção a tubulação da própria draga (Figura 44), através do método

de teste contínuo de dragagem ao longo do leito do rio. Para as medições em lâminas d'água mais profunda e pacote de sedimentos mais espessos, utilizou-se tubulações acopladas, estendendo assim o seu comprimento e maior capacidade de contato com o substrato rochoso. Os dados de prospecção foram obtidos junto a Associação de Produtores de Areia do Noroeste do Paraná. Os dados de prospecção são restritos à região de Porto São José (PR). Para tal escolha, foi levado em consideração a intensa atividade de extração de areia da região, e que é de longa data.



Figura 43: a) Representação esquemática do barco; b) Perfilador Doppler Acústico mapeando as formas de leito no fundo do rio Paraná; c) Representação das seções de mapeamento das formas do fundo do rio.



Figura 44: Dragagem utilizada para extração de areia e prospecção mineral no canal fluvial.

6.2.3 Visitas aos Portos de Areia

Foram visitados os portos de extração de areia nos seguintes municípios: Marilena, Porto São José, Querência do Norte, Icaraíma, Vila Alta, São Jorge do Patrocínio, Querência do Norte, Altônia e Guaíra, todos localizados no Estado do Paraná e banhados pelo rio Paraná. A distância entre Marilena e Guaíra é de aproximadamente 210 km. Nos portos visitados foram observados os métodos e técnicas de extração, manuseio e estocagem de areia, assim como a infraestrutura instalada. Ainda, foi realizada uma coleta de fontes orais com areeiros para fazer um levantamento histórico desta atividade econômica ao longo dos últimos 50 anos, e maior compreensão na disponibilidade dos diferentes tipos granulométricos deste bem mineral, principalmente após o forte represamento à montante de Porto São José (PR), com os reservatórios de Porto Primavera e Rosana.

6.3 Dinâmica do Balanço Sedimentar Local

Atualmente a extração de areia no alto curso do rio Paraná, na região de Porto Rico (PR) é feita em diferentes pontos ao longo do canal, sendo o trecho a jusante da Ilha Óleo Cru de maior intensidade, chegando a representar 50% do volume total minerado (Figura 45).

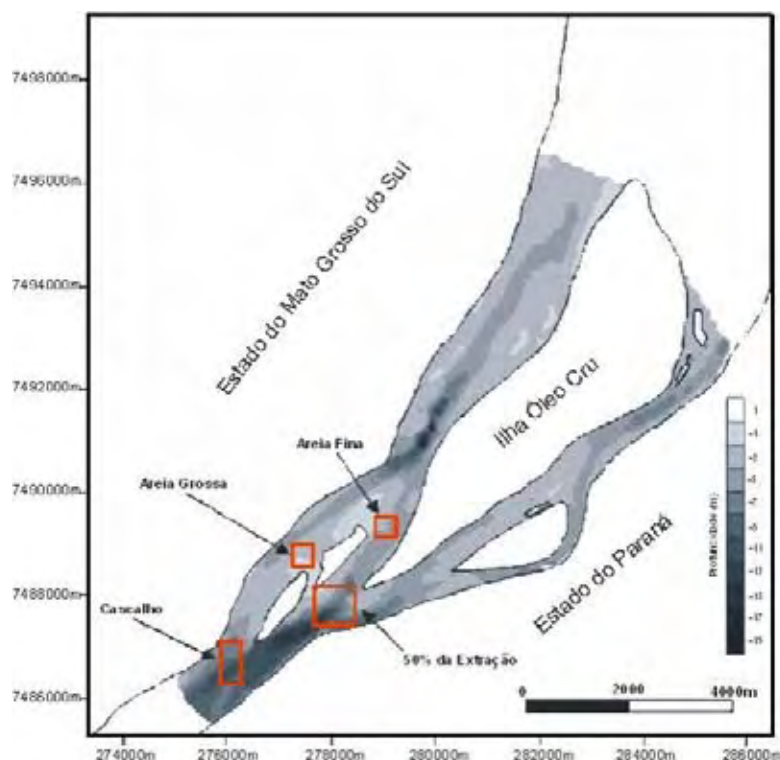


Figura 45: Mapa com atuais pontos de extração de areia no canal do rio Paraná.
Fonte: Santos (2008).

Segundo Allen (1997), o transporte de sedimentos e materiais solúveis corresponde ao transporte fluvial de massa da bacia hidrográfica. Geralmente é o fator dominante no balanço de massa de uma bacia hidrográfica, onde a maior parte será obtida por meio do intemperismo. O total de materiais depositados pelo rio pode ser determinado de maneira satisfatória por meio da medição da concentração de materiais depositados no leito do canal, ou seja, suspenso em função do fluxo turbulento da água.

Foram realizados levantamentos batimétricos e de sondagens (Figura 46) ao longo do canal na área minerada. A profundidade nas seções estudadas varia de 0,5 a 2 metros nas margens e 5 a 14 metros no centro do canal.

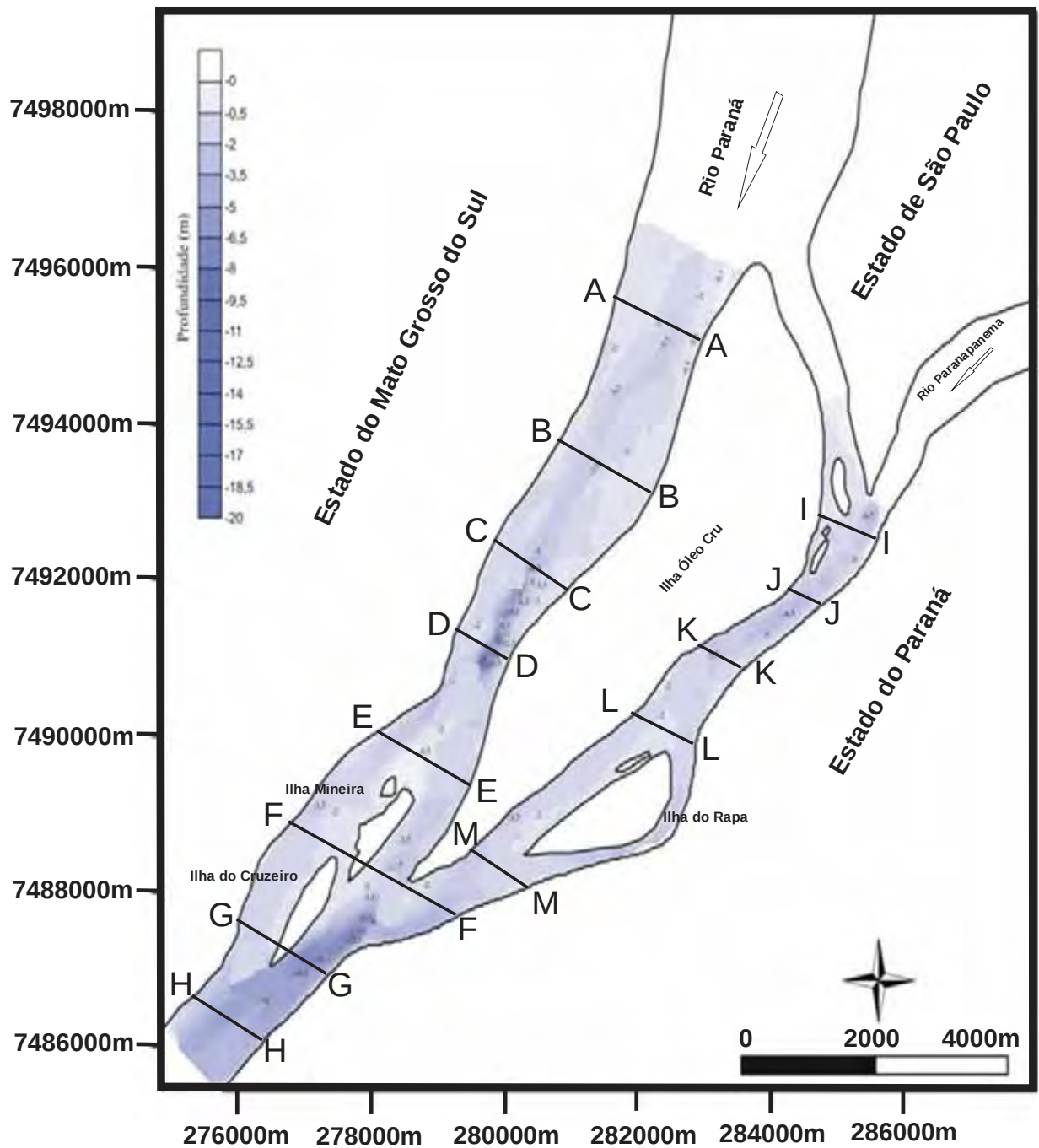


Figura 46: Mapa de localização dos perfis – Análise comparativa entre os anos de 1957 e 2008.

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS PERFIS
DE PROFUNDIDADE DE 1957 DA MARINHA DO BRASIL
E OS PERFIS OBTIDOS EM 2008.

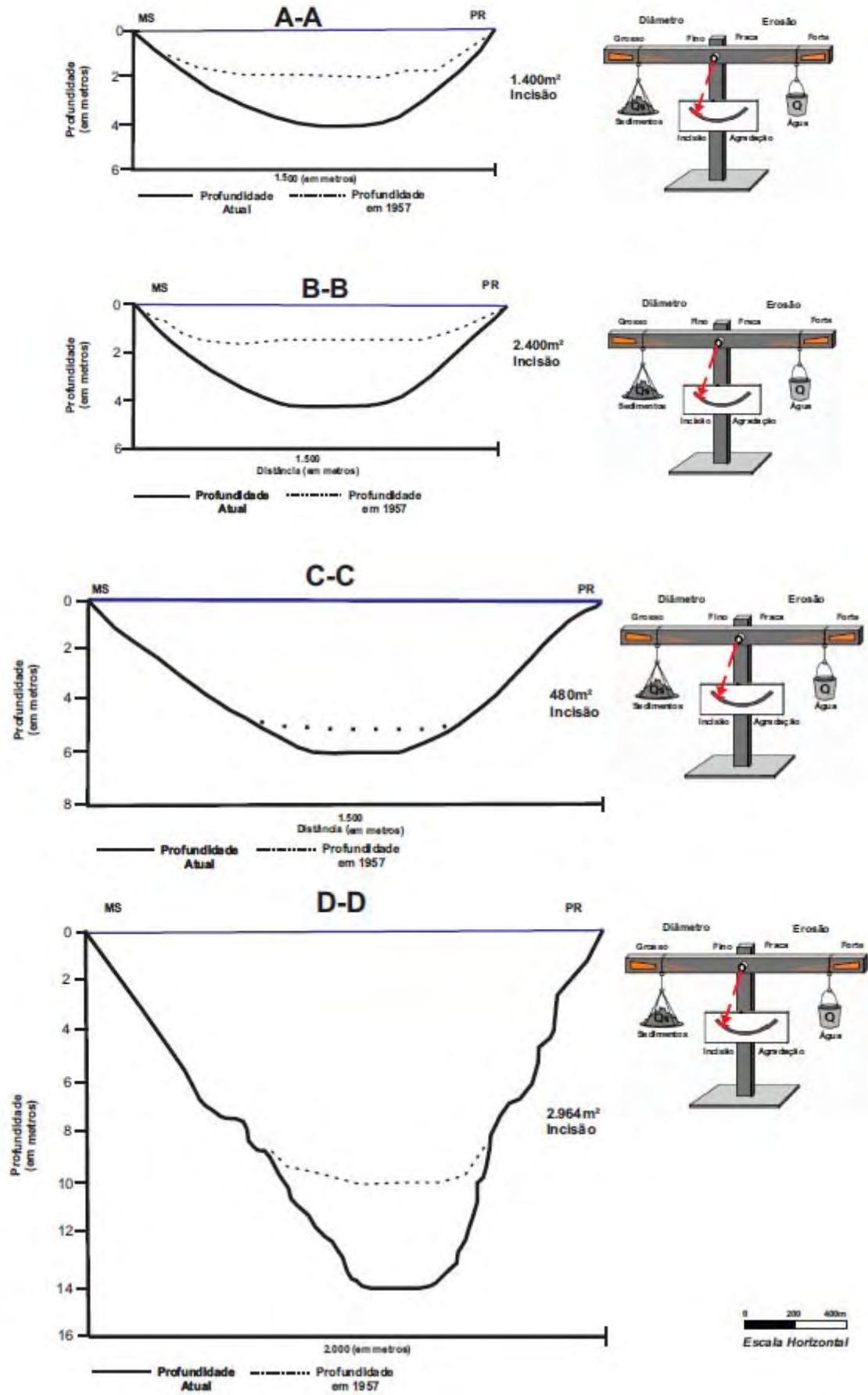


Figura 47: Análise comparativa de 1957 e 2008 entre *Incisão X Agradação*: Perfis de AA a DD.

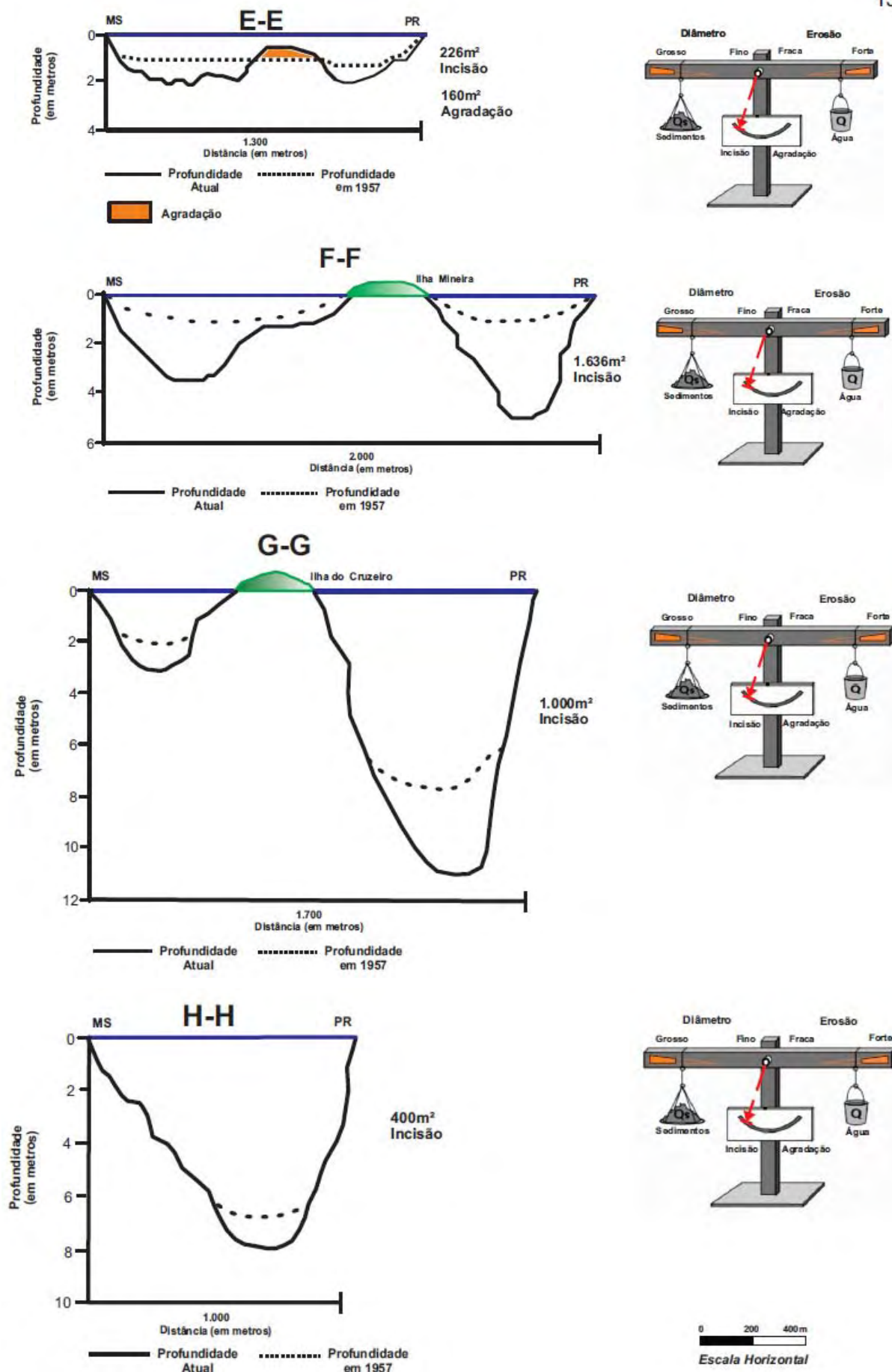


Figura 48: Análise comparativa de 1957 e 2008 entre *Incisão X Agradação*: Perfis de EE a HH.

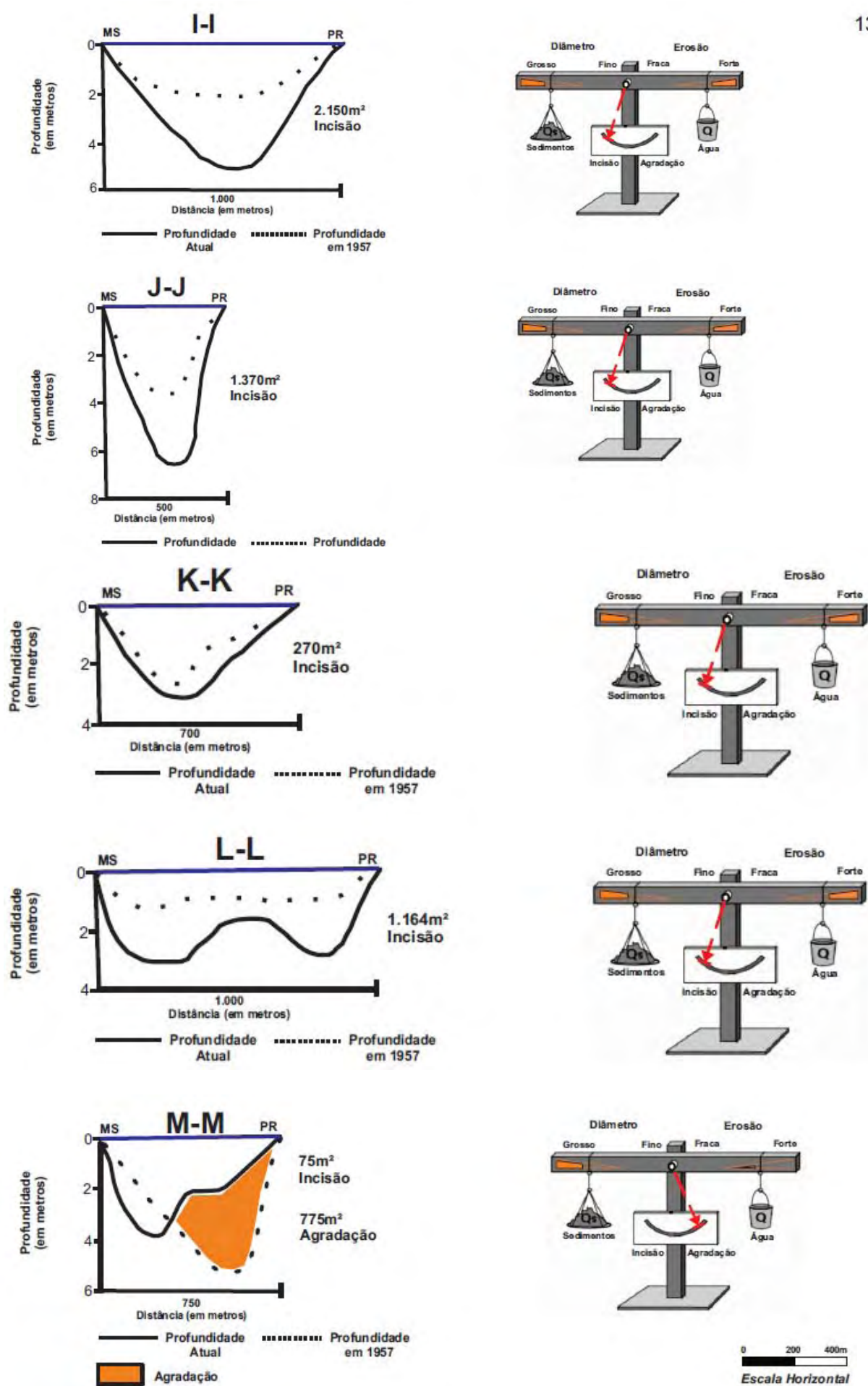


Figura 49: Análise comparativa de 1957 e 2008 entre Incisão X Agradação: Perfis de II a MM.

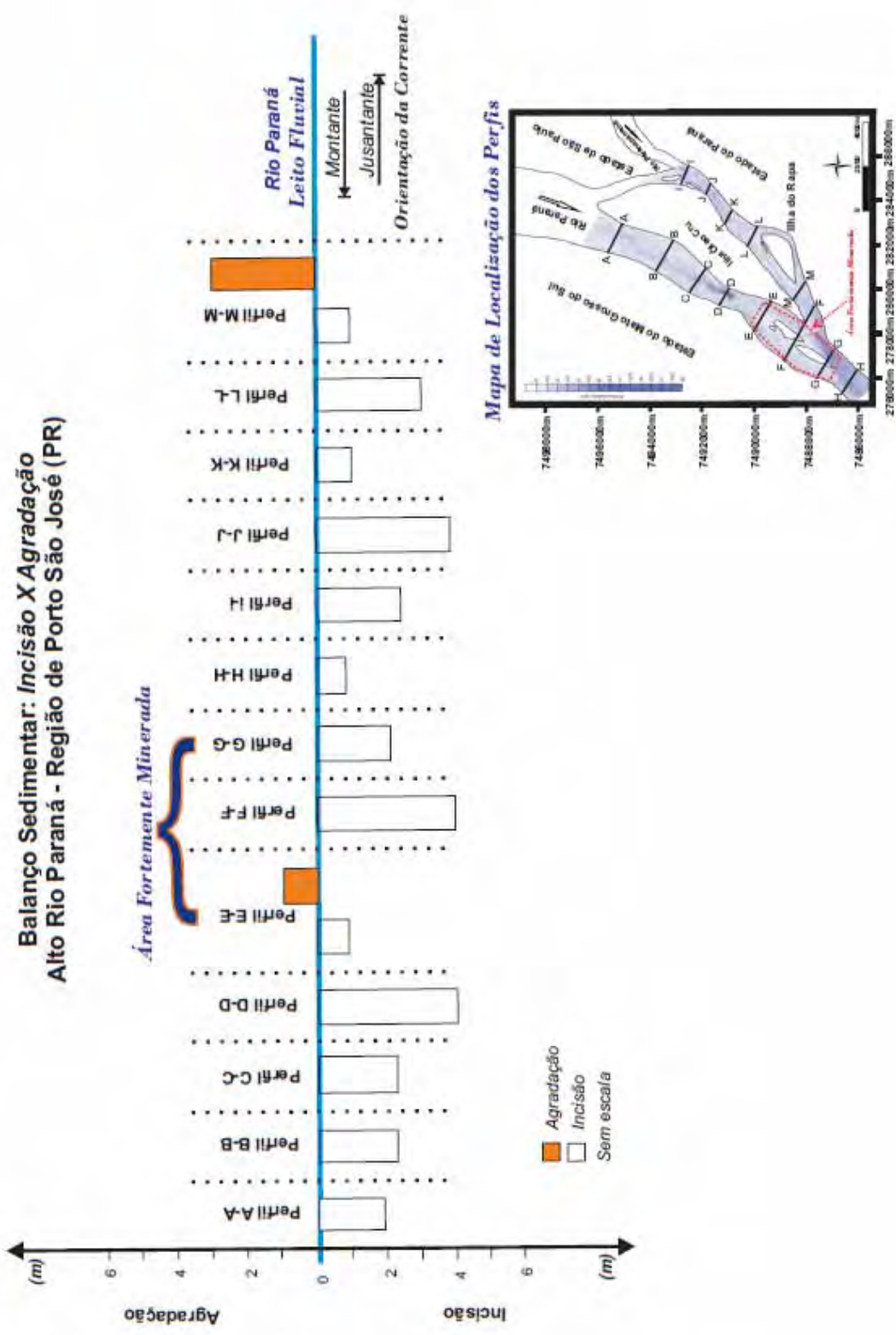


Figura 50: Balanço Sedimentar: Agradação X Incisão

- **Perfil A:** demonstra a ocorrência do processo de incisão no canal atual. A profundidade mínima é de 0,5 metros nas proximidades das margens, chegando à máxima de 3,5 metros. Enquanto a profundidade máxima em 1957 não passava de 1 metro. Quando comparamos as profundidades do ano de 1957 com a de 2008, notamos um comportamento atual de tendência de aprofundamento do canal, com um valor para incisão de aproximadamente 1.400m^2 , ou seja, erosão vertical com aprofundamento do talvegue na seção analisada.

- **Perfil B:** demonstra repetição do *Perfil A*, com incisão do canal, onde o processo de erosão vertical é predominante frente ao de agradiação. A profundidade varia entre 0,5 e 4 metros, enquanto a profundidade máxima em 1957 não ultrapassava 2 metros. Sendo assim, o atual momento revela uma profundidade a mais de 2 metros em relação ao padrão de 1957, com um valor de incisão de aproximadamente 2.400m^2 .

- **Perfil C:** a atual profundidade varia entre 0,5 metros para a mínima e 6 metros para a máxima. Quando comparado com os dados de profundidade de 1957 percebe-se uma pequena incisão, que representa um valor de cerca de 480m^2 . Sendo assim, se mantém a tendência de erosão vertical.

- **Perfil D:** demonstra uma profundidade máxima de 14 metros. Nesta seção quando comparada com a anterior, o processo de erosão vertical se repete com maior intensidade. O valor de incisão é de aproximadamente 2.964m^2 .

- **Perfil E:** a atual profundidade não ultrapassa os 2 metros. Enquanto a profundidade de 1957 era de 1 metro. Nesta seção ocorrem os processos de incisão e agradiação, sendo o primeiro mais acentuado. A incisão representa um valor de cerca de 226m^2 , já o processo de agradiação foi de 160m^2 .

- **Perfil F:** demonstra uma profundidade atual de 4 metros para a margem voltada para o Estado do Mato Grosso do Sul, já a margem do Estado do Paraná é de 5,5 metros. Enquanto a profundidade do canal em 1957 era de 1,5 metros. O processo de erosão vertical está mais intenso na margem do Estado do Paraná. Contudo, a atividade de extração de areia é intensa nos dois pontos do canal. O valor de incisão é de aproximadamente 1.636m^2 .

- **Perfil G:** demonstra a repetição do *Perfil F*, com maior tendência para erosão vertical na margem voltada para o Estado do Paraná. Os valores de profundidade do atual canal é de 3,5 metros na margem do Estado do Mato Grosso do Sul e, de 11,5 metros para a margem do estado do Paraná. O valor de incisão é de aproximadamente 1.000m².
- **Perfil H:** demonstra uma profundidade atual do canal de 8 metros, já em 1957 essa profundidade era de 7 metros. A tendência de erosão vertical se mantém para este perfil, inclusive com o aprofundamento do canal para a margem do Estado do Paraná. O valor de incisão é de aproximadamente 400m².
- **Perfil I:** demonstra a atual profundidade do canal igual a 5,5 metros, já a profundidade em 1957 era de 2,2 metros. O processo de erosão vertical se manteve igualmente aos perfis anteriormente analisados. O valor de incisão é de cerca de 2.150m².
- **Perfil J:** demonstra uma profundidade atual do canal de 7 metros, enquanto a profundidade em 1957 era de 3,8 metros. A tendência de erosão vertical neste perfil se manteve e, o valor de incisão é de 1.370m².
- **Perfil K:** o valor de aprofundamento do canal neste perfil não foi tão intenso, onde a atual profundidade é de 3 metros e, em 1957 era um pouco menor, com cerca de 2,8 metros. Contudo, o processo de erosão vertical se manteve, com um valor de aproximadamente de incisão de 270m².
- **Perfil L:** o valor da profundidade atual é de 3,5 metros, enquanto em 1957 era de cerca de 1,5 metros. Assim como no perfil anterior, neste também ocorre o processo de erosão vertical. O valor de incisão é 1.164m².
- **Perfil M:** demonstra uma profundidade atual do canal de 4 metros, já em 1957 essa profundidade era de 6,8 metros. Assim como no *Perfil E*, os processos de incisão e agração se repetiram. Sendo o segundo, mais intenso. O valor de incisão foi de 75m² e, a agração de 775m². Apenas neste perfil a tendência de incisão não se confirmou.

A análise efetuada com o levantamento batimétrico de 2008 e comparada com os dados históricos do mapa de 1957 da Marinha do Brasil, demonstra uma acentuada incisão ao longo do canal fluvial. Assim, o atual balanço sedimentar tem característica de equilíbrio negativo. Contudo, não se pode afirmar que há uma ligação direta com a atividade mineral de extração de areia em seu canal, pois se notou a ocorrência dos processos de incisão, também, em áreas não mineradas. Assim, a forte tendência de incisão no canal poderá ou não se confirmar, pois os fatores que controlam os processos de incisão e aggradação - como velocidade da corrente, carga e dimensão dos sedimentos, descarga de sedimentos, estão comprometido pelo represamento a montante do reservatório Porto Primavera, distante aproximadamente 30 quilômetros.

6.3.1 Extração de Areia e Potencial da Jazida

Para análise da espessura das camadas de areia e do potencial da jazida utilizou-se a fórmula abaixo apresentada, e para determinar o peso real do volume específico de areia da área, foi feita a subtração do percentual de 40% da porosidade da areia, valor sugerido para este tipo de sedimento por muitos autores na literatura pertinente, onde:

Equação (2)

$$Va = \left\{ \frac{A1+A2}{2} \right\} \times d$$

Onde:

Va = volume da área

A = área

d = distância

Os primeiros indícios de mudanças na dinâmica de deposição e erosão no alto rio Paraná na seção de Porto São José (PR) foram estabelecidos por Crispim (2001), Martins (2004), Martins, Stevaux (2004), Stevaux (2008), e recentemente Santos (2008), Santos; Stevaux; Saad (2010), observando os efeitos da falta de sedimentos sobre a distribuição e tamanho das partículas de sedimentos e forma de fundo. Em seus trabalhos os autores compararam os dados antes e após o fechamento da barragem Engenheiro Sérgio Motta, conhecida popularmente como Porto Primavera, e as alterações encontradas no comportamento de quase todas as variáveis analisadas. Contudo, na seção do alto rio Paraná, na região de Porto São José (PR) ainda oferece grande potencial para a mineração de areia, nesta área desenvolve-se intensa atividade de extração de areia ao longo do canal.

O modelo de extração de areia na área com a infraestrutura e equipamentos instalados, reduzem os possíveis impactos ambientais negativos provocados pela mineração de areia no canal do rio, haja vista que a dinâmica natural do rio Paraná em seu alto curso, na região estudada não revela alterações significativas que possam modificar ou determinar alterações nas atuais características do sistema fluvial, muito menos poder relacioná-las a extração de areia. Contudo, o sistema sofre forte represamento à montante, aproximadamente cerca de 30km, pelo reservatório Engenheiro Sérgio Motta.

Estudos ainda não desenvolvidos podem confirmar esta hipótese, pois é sabido que represamentos em cursos d'água alteram a dinâmica do transporte de sedimentos no sistema fluvial.

A produção de areia representa em média cerca de 2.000 m³/dia (Gráfico 11). Dessa produção, o destaque é a areia de granulometria tipo grossa, que representa 1.500 m³, equivalente a 75% do total da produção mineral diária. A maior parte dessa produção é destinada à cidade de Maringá (PR) e região, que se encontra a uma distância de aproximadamente de 180 km do porto de areia da cidade de Porto São José (PR), essa produção é escoada através de caminhões.

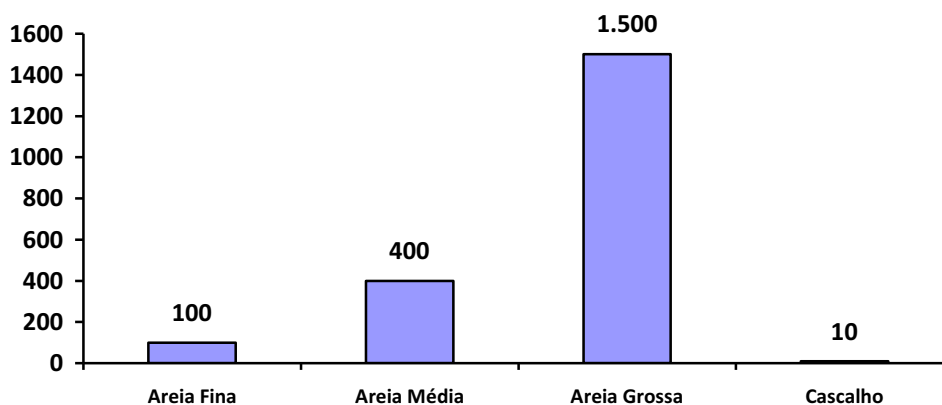


Gráfico 11: Produção de Areia em m³/dia.

Para maior compreensão da relação de extração de areia e os possíveis impactos ambientais negativos no sistema fluvial, foram realizadas batimetrias numa área ao longo do canal fluvial, que tem sofrido forte mineração ao longo dos últimos 50 anos (Figura 51).

Os dados apresentados mostram o comportamento nos processos de agradação e incisão, revelando uma forte tendência para a ocorrência de erosão vertical no leito do rio.

O volume mineral total de incisão representou 1.83.438.900m³ de sedimentos, enquanto o processo de agradação do canal foi da ordem de 1.140.650m³ (Tabela 15, ver também Anexo 2).

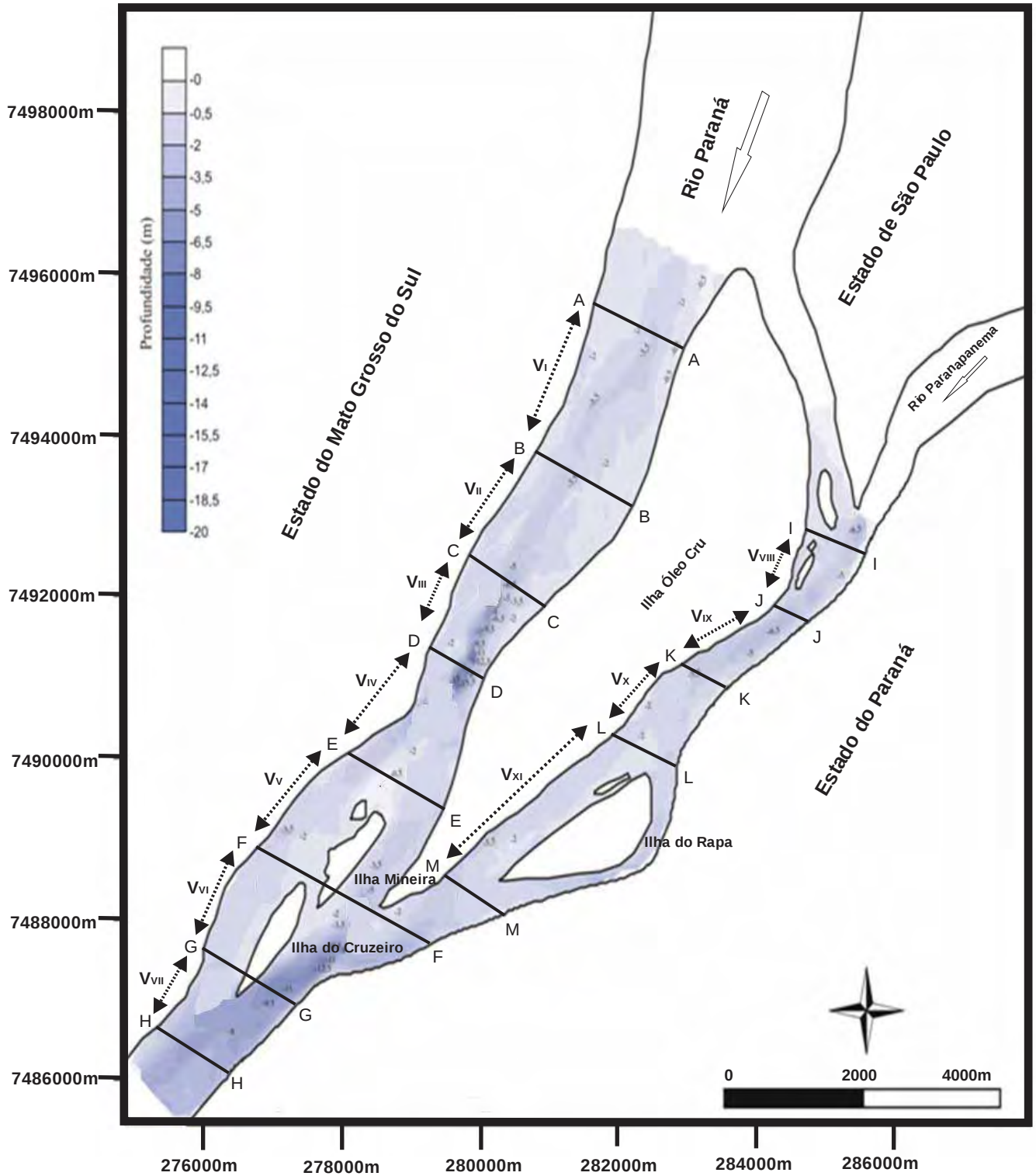


Figura 51: Mapa de localização dos pontos de incisão x agradação: volume.

Tabela 15: Dados comparativos dos perfis de *incisão X agradação* entre os anos de 1957 e 2008. Região de Porto São José (PR), no alto rio Paraná. Os cálculos estão apresentados detalhadamente em Anexo 2.

ÁREA	PROCESSOS				VOLUME DE SEDIMENTOS (em m³ e toneladas)
	Incisão (em m³)		Agradação (em m³)		
I A+B	A 1.400	B 2.400	Sem ocorrência		3.800.000m³ 6.619.600t
II B+C	B 2.400	C 480	Sem ocorrência		2.880.000m³ 5.016.960t
III C+D	C 480	D 2.964	Sem ocorrência		1.722.000m³ 2.999.724 t
IV D+E	D 2.964	E 226	Sem ocorrência		3.190.000m³ 5.556.980 t
V E+F	E 226	F 1.636	E 160	F 0	Incisão: 1.629.250m³ 2.838.153t Agradação: 1.400m³ 2.438.800t
VI F+G	F 1.636	G 1.000	Sem ocorrência		2.003.360m³ 3.489.853t
VII G+H	G 1.000	H 400	Sem ocorrência		850m³ 1.480.700t
VIII i+J	i 2.150	J 1.350	Sem ocorrência		1.487.500m³ 2.591.225t
IX J+K	J 1.350	K 270	Sem ocorrência		688.500m³ 1.199.367t
X K+L	K 270	L 1.164	Sem ocorrência		609.450m³ 1.061.661t
XI L+M	L 1.164	M 75	L 775	M 0	Incisão: 1.821.330m³ 3.172.756t Agradação: 1.139.250m³ 1.984.573t

VOLUME TOTAL DE INCISÃO X AGRADAÇÃO

Incisão = 183.438.900m³ ou 36.026.979 toneladas

Agradação = 1.140.650m³ ou 4.423.373 toneladas

A carga sedimentar transportada no alto rio Paraná foi determinada por Martins; Stevaux (2008), que representa 2.870t/dia (Quadro 11).

O método de extração de areia nos municípios de Marilena e Porto São José, localizados no Estado do Paraná, contempla ações mitigadoras, onde a pressão sobre o sistema é reduzida com a infraestrutura instalada e medidas adotadas para a produção mineral, como:

- I. Revegetação das margens.
- II. Distanciamento entre o conjunto de silos e margem do rio.
- III. Tanque de decantação e clareamento da água que retorna ao sistema.
- IV. Reflorestamento da área.
- V. Ausência de máquinas para carregamento e caminhões nas margens.
- VI. Redução na emissão de GEE – Gases de Efeito Estufa.
- VII. Redução de ruídos.
- VIII. Prevenção contra erosão das margens.
- IX. Conforto ambiental para pouso de aves.
- X. Não utilização de produtos químicos no processo.

Quadro 11: Carga de Fundo X Extração de Areia.

Carga de Fundo – Extração de Areia = Excedente Mineral	
Carga de Fundo:	2.820 ton/dia X 30 dias = 84.600 ton/mês
Extração de Areia:	2.700 ton/dia X 30 dias = 81.000 ton/mês
	- 84.600 ton/mês
	<u>81.000 ton/mês</u>
	3.600 ton/mês
Excedente Mineral = 3.600 ton/mês	

A extração de areia costuma ocupar extensas áreas, quando é feita fora dos cursos d'água, pois normalmente o depósito sedimentar não é muito espesso. Por ocupar grandes áreas, há muita oposição à sua instalação e à liberação de novas áreas.

Diferentemente a extração de areia realizada no canal do alto rio Paraná, na região de Porto São José (PR), utiliza pouca área que consequentemente reduz a pressão negativa sobre os ambientes naturais, buscando equilíbrio entre a atividade econômica de mineração de areia e o meio ambiente. A área lavrada é de aproximadamente 6km de extensão ao longo do canal (Figura 52).



Figura 52: Localização da área de estudo. Composição Colorida. Modificado do INPE. Obtida a partir das imagens CCD/CBERS 2. Cena 161/125, de 23/02/2007. Fonte: o Autor (2013).

As espessuras dos pacotes de sedimentos varia de 7 a 13,80 metros, com uma média de 9,13 metros, que demonstra um estoque mineral considerável para os padrões de extração de areia desenvolvida no local, não colocando em risco o seu esgotamento total, ou seja, a falta do bem mineral (Tabelas 16 a 20).

Os pontos prospectados (Figura 53) encontra-se em uma lâmina d'água rasa, que não ultrapassa os 15 metros de profundidade. A maior concentração de extração de areia ocorre na região de Porto São José (PR), mais precisamente na ponta da ilha Óleo Cru e entre as ilhas Mineira e Cruzeiro (Pontos de sondagens II e III). Nesta área do canal fluvial encontra-se uma maior concentração de extração de areia é do tipo de granulometria grossa.

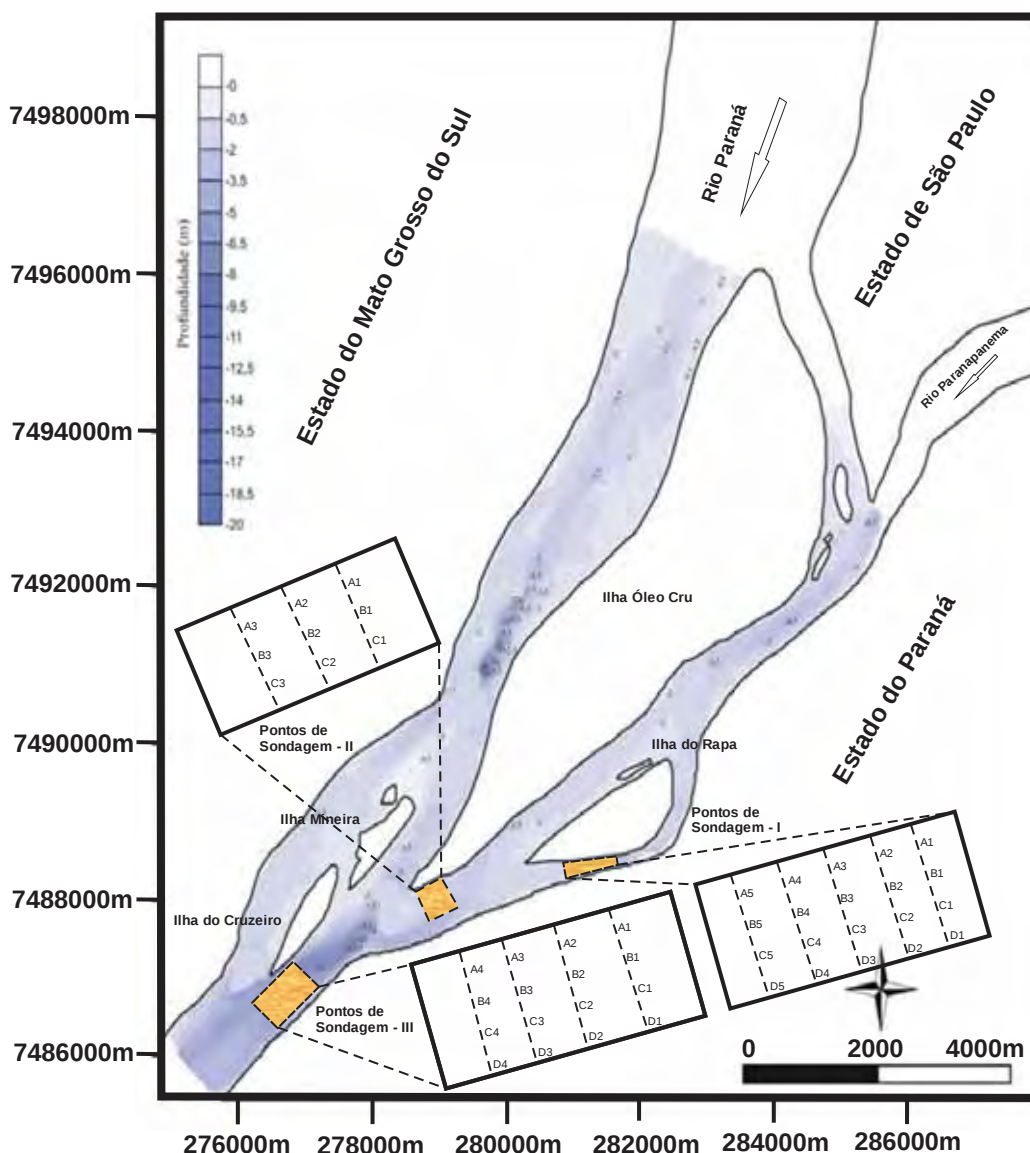


Figura 53: Mapa de localização dos pontos de sondagem.

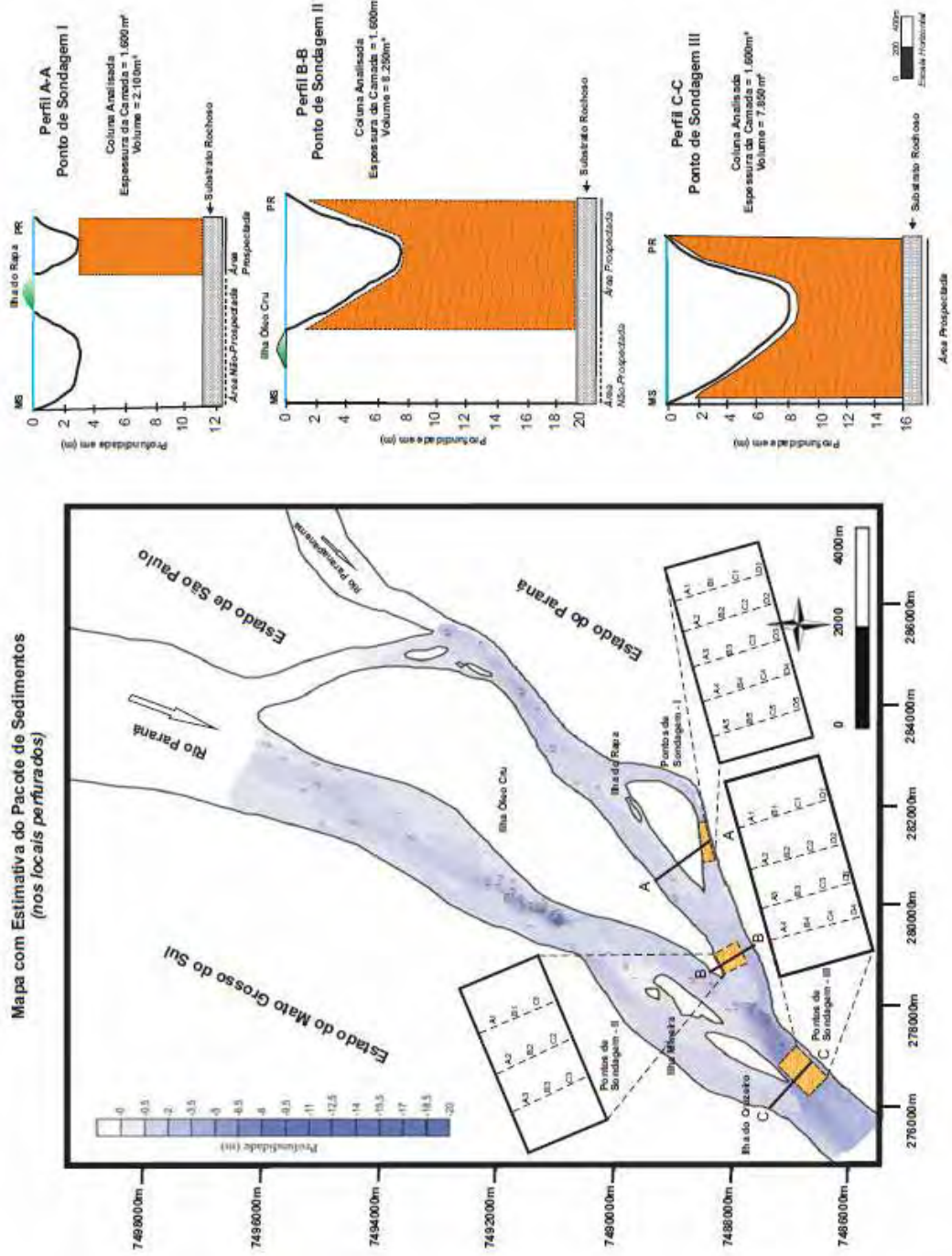


Figura 54: Mapa com Estimativa do Pacote de Sedimentos.

Tabela 16: Descrição dos Pontos de Sondagens I

Tabela da Seção	
A	
Pontos Sondados	Espessura das camadas (m)
A1	9,50
A2	8,90
A3	8,30
A4	7,00

Tabela da Seção	
B	
Pontos Sondados	Espessura das camadas (m)
B1	9,50
B2	8,90
B3	8,30
B4	7,00

Tabela da Seção	
C	
Pontos Sondados	Espessura das camadas (m)
C1	8,30
C2	8,10
C3	7,70
C4	7,40

Tabela da Seção	
D	
Pontos Sondados	Espessura das camadas (m)
D1	9,20
D2	8,70
D3	8,50
D4	7,30

Tabela 17: Descrição dos Pontos de Sondagens II

Tabela da Seção	
A	
Pontos Sondados	Espessura das camadas (m)
A1	13,80
A2	13,60
A3	13,30

Tabela da Seção	
B	
Pontos Sondados	Espessura das camadas (m)
B1	10,50
B2	9,90
B3	9,30

Tabela da Seção	
C	
Pontos Sondados	Espessura das camadas (m)
C1	9,10
C2	8,90
C3	8,30

Tabela 18: Descrição dos Pontos de Sondagens III

Tabela da Seção	
A	
Pontos Sondados	Espessura das camadas (m)
A1	7,80
A2	7,30
A3	7,10
A4	7,00

Tabela da Seção	
B	
Pontos Sondados	Espessura das camadas (m)
B1	8,80
B2	8,50
B3	8,30
B4	8,20

Tabela da Seção	
C	
Pontos Sondados	Espessura das camadas (m)
C1	8,80
C2	8,60
C3	8,30
C4	8,10

Tabela da Seção	
D	
Pontos Sondados	Espessura das camadas (m)
D1	9,80
D2	9,60
D3	9,30
D4	9,10

Tabela 19: Espessura Média dos Pontos Sondados I, II e III

Pontos Sondados	Espessura Média das Camadas (em metros)
Ponto I	8,28
Ponto II	10,71
Ponto III	8,41
Média Total	9,13

6.4 Granulometria de Carga de Fundo do Alto Rio Paraná

Estudos apresentados por Martins (2008), mostraram que a textura do sedimento no alto rio Paraná na região de Porto São José está mudando por causa da presença de hidrelétricas na bacia, particularmente desde o represamento total de Porto Primavera. Esta barragem cortou completamente a carga suspensa, provocando alterações significativas no material transportado.

Análise comparativa de medições feitas em Porto São José (PR) por Stevaux (1994), Crispim (2001) e Stevaux et al. (2008), indica variações líquidas na curva granulométrica dos sedimentos de fundo, com um aumento das frações mais grosseiras ao longo do tempo. Novas amostras feitas em 2006 confirmaram esse comportamento (Figura 55). Assim, estima-se que a redução da velocidade média do fluxo e do corte do sólido causados por barragens, está agora contribuindo para o transporte seletivo de frações melhores, responsável por um aumento na textura de grão médio.

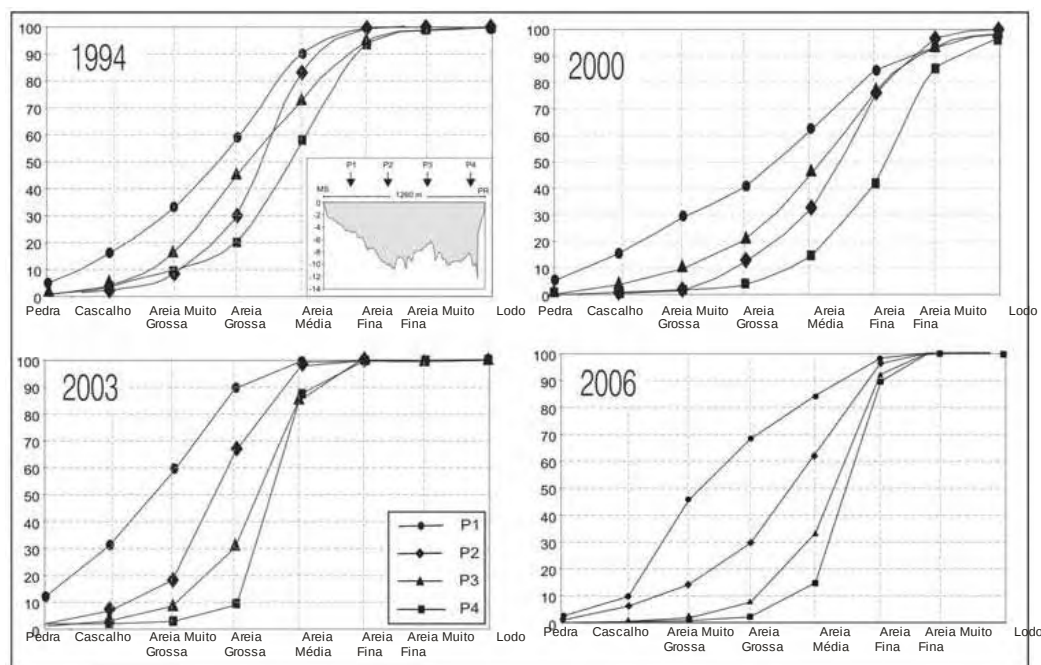


Figura 55: Curva granulométrica do alto rio Paraná na seção de Porto São José (PR).

Fonte: Martins (2008).

Para determinação da granulometria das areias da carga de fundo na área de estudo, os sedimentos passaram pelo processo de peneiramento. Onze peneiras de malhas padronizadas segundo escala de Wentworth (2,0 mm a 0,062 mm). Os grãos de uma areia são classificados por dois critérios: arredondamento, esfericidade e tamanho.

Foram coletadas amostras de areia do fundo do leito em 9 pontos diferentes ao longo do canal e processadas em laboratório na área de estudo (Figura 56).

Em Porto São José (PR), o material é composto por uma mistura de sedimentos de diferentes tamanhos, variando de cascalho e seixos a areias fina, média e grossa.

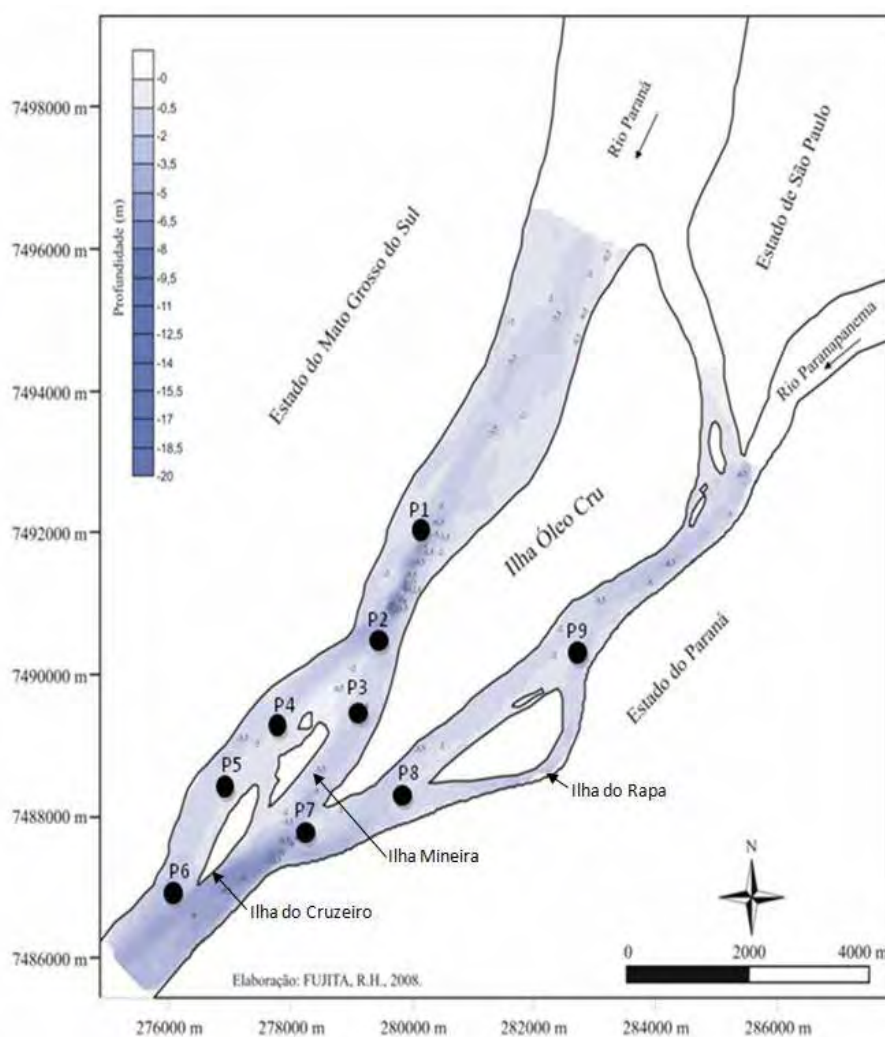


Figura 56: Mapa de localização dos pontos de coleta da carga de fundo.

Análise das nove amostras coletadas (Tabela 20) no leito do alto rio Paraná apenas uma (*Ponto 1*) são seixos rolados com granulometria acima de 2,00 mm. No *Ponto 2* as amostras coletadas apresentam 48,6% e classificam-se como areia fina, e 13,1% areia média e 38,3% areia grossa. No *Ponto 3* as amostras predomina areia média com 51% e 25% para areia grossa e 24 areia fina. No *Ponto 4* há grande predomínio de areia média com 82% e 12% para areai grossa e apenas 04% de areia fina. No *Ponto 5* também predomina a areia média com 82% seguida de 15% para areia fina e percentagem de 03 para areia grossa. No *Ponto 6* a distribuição das areia tem grande percentagem para areia média com 91% e 06%, 03% areias fina e grossa respectivamente. No Ponto 7 repete-se a grande concentração de areia média com uma representação de 81% e 16% para grossa e apenas 03% para fina. No Ponto 8 a areia grossa ocupa maior percentagem com 69, seguida de 27 e 04 para areais média e fina respectivamente. Finalmente, no Ponto 9 a areia média representa 72%, a grossa 23% e a fina 05%.

Tabela 20: Análises Granulométricas das Areias do Alto Rio Paraná.(Valores em %)

AMOSTRAS	AREIA GROSSA	AREIA MÉDIA	AREIA FINA
P1	-X-	-X-	-X-
P2	79	17	04
P3	25	51	24
P4	12	82	06
P5	03	82	15
P6	03	91	06
P7	16	81	03
P8	69	27	04
P9	23	72	05

Foram coletadas 9 amostras em diferentes pontos ao longo do canal fluvial no alto Paraná, na região de Porto São José (PR). Os valores tratados e obtidos em laboratório com o peneiramento das amostras estão representados no gráfico 12, e de maneira detalhada em anexos VI. A análise na granulometria dos pontos amostrados demonstram uma grande concentração de material médio, principalmente nos pontos 4 a 7, e para os pontos 2 e 8 uma concentração de material grosseiro. Finalmente, o material de granulometria fino representa o menor percentual dentro da área analisa, com leve destaque para os pontos 3 e 5, onde o primeiro obteve o mesmo valor do material grosso.

O comportamento granulométrico nos pontos amostrados indica uma grande concentração de areias média seguida de grossa. Enquanto a areia fina é de baixa ocorrência.

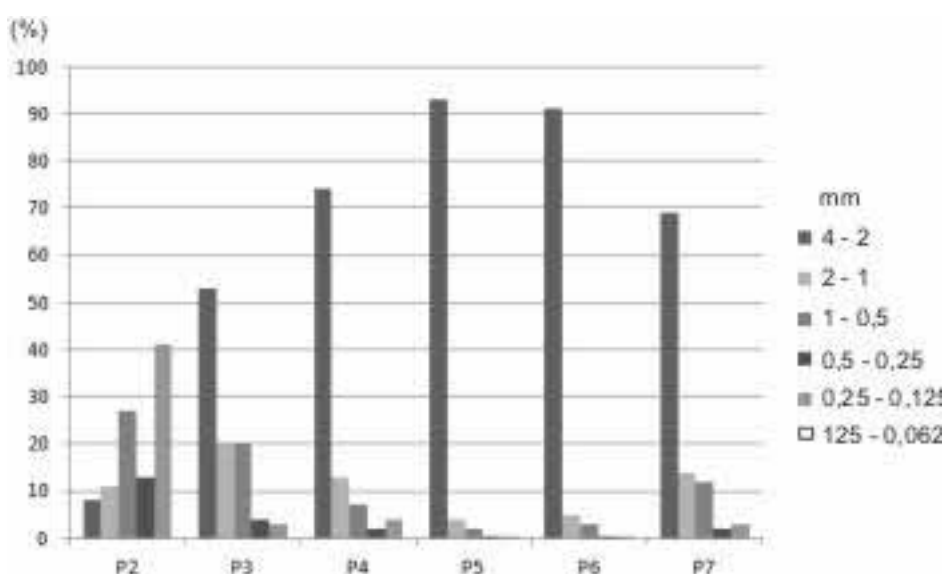


Gráfico 12: Distribuição Granulométrica da Seção Porto Rico.

7. CONCLUSÕES

Como conclusões gerais, pode-se afirmar que através da análise geoambiental do sistema fluvial – rio Paraná, na região entre os municípios de Marilena e Guaíra, no Estado do Paraná, e da infraestrutura instalada nos portos de areia visitados, foi possível entender os impactos ambientais relacionados à mineração de areia no canal fluvial.

As conclusões específicas foram:

- A extração de areia realizada no canal do alto curso do rio Paraná não está influenciando no transporte de sedimentos dentro do sistema fluvial, e nem tão pouco em sua morfologia – *agradiação ou incisão*. Somando todos os valores de extração de areia ao longo do alto rio Paraná, entre os municípios de Marilena e Guaíra no Estado do Paraná, é de aproximadamente 7.720m³/dia. Quando levamos em consideração os levantamentos realizados de carga de fundo na região de Porto São José (PR), e a extração de areia na mesma área, percebemos que há um excedente mineral, ou seja, a taxa de reposição é superior a de extração. Contudo, é importante observar que não foram realizadas batimetrias fora de Porto São José (PR), mas poderemos entender esses dados como uma amostra para toda a área investigada.
- Foi possível analisar a atual característica de balanço sedimentar na área estudada, onde o sistema fluvial apresenta uma tendência de incisão do seu canal, tanto nas áreas fortemente mineradas e, também aquelas que não sofrem a extração de areia. Esta hipótese foi possível ser confirmada na região de Porto São José (PR), onde foram realizadas recentemente levantamentos batimétricos e comparados com os dados da Marinha do Brasil de 1957. Assim, foi possível traçar um perfil do comportamento do leito do rio – incisão e agradiação. Contudo, não poderemos afirmar que a incisão no canal se confirmará, pois os fatores que controlam os processos de incisão e agradiação, como velocidade da corrente, carga e dimensão dos sedimentos, descarga de sedimentos, poderá está sendo influenciada pelo represamento

do canal a montante da área de estudo por série de barramento, e desta forma fica difícil de precisar um diagnóstico.

- As formações de bancos arenosos nas margens e no centro do canal se mantiveram, mesmo após o início das atividades de mineração de areia em seu canal;
- Os projetos de portos de areia ecologicamente corretos se mostraram com maior viabilidade, já que protegem suas bases – o ambiente de canal que é sua fonte para a atividade de extração de areia, e ao mesmo tempo criam um salvaguarda de uma possível punição do órgão legislador; quando comparados com os empreendimentos de pouca preocupação ambiental;
- Constatou-se ainda, que a partir da instalação do porto de areia em Porto São José (PR), todos os outros empreendimentos minerário de extração de areia no canal do rio foram pressionados a adotarem medidas de baixo impacto ambiental, e até mesmo forçando o poder público a agir com maior vigor e severidade. O exemplo que pode ilustrar esta nova fase nos empreendimentos foi à interdição e proibição das atividades de extração mineral do ministério público em todos os portos de areia entre os municípios de Querência do Norte a Guaíra, no estado do Paraná.
- As visitas aos portos de areia possibilitaram o mapeamento dos atuais pontos de extração de areia, fato este que constitui uma atualização nas informações da exploração de areia no alto curso do rio Paraná.

Por fim, os resultados obtidos com o presente estudo podem servir como ponto de partida para um monitoramento extensivo do alto curso do rio Paraná, entre os municípios de Marilena e Guaíra, localizados no estado do Paraná.

A partir das análises realizadas, consideram-se pertinentes as seguintes recomendações:

- Como sugestão, poderemos estimular a criação de um Manejo Mineral para a extração de areia em todo o alto rio Paraná, lembrando que já existe um projeto nestes moldes em funcionamento no rio Paraíba do Sul, no estado de São Paulo, que foi elaborado em 1997 pelo Instituto

Geológico da Secretaria do Meio Ambiente do estado de São Paulo, já que a degradação ambiental em atividades de mineração tem sofrido grandes ataques da mídia e da sociedade civil organizada, esquecendo-se que a extração de areia em uma atividade econômica de cunho social, principalmente para os modelos de organização e vida das diferentes sociedades humanas que têm se concentrados em médias e grandes cidades em todo o mundo;

- Que estudos futuros de sondagens a jusante de Porto São José, possam estimar a potencialidade mineral para a extração de areia, de maneira que não comprometa esta atividade econômica, já que esta caracterização poderá ser um forte subsídio para a definição das áreas próprias ao longo do canal para a prática da atividade de extração mineral;
- Que o DNPM possa utilizar destas informações para orientar e disciplinar futuras áreas requeridas para a exploração mineral, proporcionando um gerenciamento na extração de areia de baixo impacto ambiental para o sistema fluvial, e até mesmo para as comunidades no entorno do empreendimento;
- Oferecer condições de múltiplos usos das águas, como já ocorre no porto de areia de Porto São José, considerado o primeiro porto ecologicamente correto do Brasil, onde além da extração de areia, ocorrem as práticas de turismo e educação ambiental, o primeiro porque a estrutura instalada acabou virando um atrativo turístico e a segunda pelo fato de muitas escolas de ensino fundamental 1 e 2 levarem seus alunos para conhecerem uma atividade de baixo impacto ambiental;
- Por se tratar de um estudo pioneiro, as estimativas aqui apresentadas - *quantitativas e qualitativas*, podem servir como referencial para estudos futuros, e assim um maior entendimento do comportamento do rio.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABC GALLERY. Olga's Gallery. **Areia no Cais, Port Marly**. Óleo sobre a tela de Alfred Sisley. França, 1875. Disponível em: www.abcgallery.org. Acessado em: 21 de Nov. 2012.

AGOSTINHO, A. A. Impactos sócios ambientais das grandes barragens na bacia do rio Paraná. In. **REUNIÃO ESPECIAL PARA SBPC**. 6, 1998, Maringá. **Anais...** Maringá, p. 102-105, 1998.

AGOSTINHO, A. A.; JÚLIO JR, H. F.; BORGHETTI, J. R. Considerações sobre os impactos dos represamentos na ictiofauna e medidas para sua atenuação. Um estudo de caso: reservatório de Itaipu. **Revista Unimar**, v. 14 n., p. 89-107, supl. 1992.

AGOSTINHO A. A.; VAZZOLER, A. E. A. M; THOMAZ, S. M. The high river Paraná basin: limnological and ichthyological aspcts. In: TUNDISI, J. G.; BICUDO, C. E. M.; MATSUMURA-TUNDISI, T. (Eds.). **Limnological in Brasil**. Rio de Janeiro: Brazilian Academy of Sciences Brazilian Limnological Society, p. 59-103,1995.

AGOSTINHO, A. et al. Biodiversity in the high Paraná River floodplain. **Biodiversity in Wetlands: Assessment, Function and Conservation**. In: AGOSTINHO, A. A.; THOMAZ, S.M.; HAHNS, N.S. (Eds).. **The upper Paraná River and its floodplain: physical aspects, ecology and conservation**. Backhuys, Leiden, The Netherlands, p. 89-118, 2000.

AGOSTINHO, A. A. et al. Migratory fishes of the upper Paraná River basin, Brazil. **Migratory fishes of South America**. World Fisheries Trust, IDRC/The World Bank, Ottawa, p. 19-98, 2004.

AGOSTINHO, A. A. et al. The upper Paraná River and its Floodplain: physical aspects, ecology and conservation. **Leiden: Bachuys Publishers**, Netherlands. p.103-124, 2004.

AGOSTINHO, A. et al. Composição, abundância e distribuição espaço-temporal da ictiofauna. **A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos**, p. 179-208, 2007.

ALLEN, P. A. **Earth surface processes**. Blackwell Science Oxford, UK. 1997.

ALMEIDA, R.O.P.O. **Revegetação de áreas mineradas: estudo dos procedimentos aplicados em mineração de areia**. 2002, 160f., Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Departamento de Engenharia de Minas de Petróleo, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

AMSLER, M; GAUDIN, H. E. **La superposición de dunas y el transport de la carga de fondo en el rio Paraná**. Memórias XV Congresso Nacional del Agua, La Plata, v.3:1-10. 1994.

AMSLER, M.L; RAMONELL, C.G.; TONIOLO, H. A. Morphologic changes in the Paraná River channel (Argentina) in the light of the climate variability during the 20th century. **Geomorphology** 70: 257–278, 2005

AMSLER, M.L; RAMONELL, C.G. **Paraná river channel adjustments to dominant discharge changes**. River Flow 2002 - Intern. Conf. on Fluvial Hydraulics. A.A. Balkema Publ. Louvan-La-Neuve, Bélgica. v. 2, 921-930, 2002.

AMSLER, M.L; SCHREIDER, M.I. **Dunes height prediction at floods in the Parana river, Argentina. River sedimentation – Theory and Applications**. In: Proceedings of VII International Symposium on River Sedimentation. Jayawardena. Balkema. Rotterdam. 615-620, 1999

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Bacias brasileiras do Rio da Prata: avaliações e propostas**. Brasília, 102 p. 2001.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. 2009. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: bacia do rio Paraná**. Disponível em: <http://www.ana.gov.br>. Acesso em: 20 de Ago de 2011.

ANEPAC – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PRODUTORES DE AGREGADOS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL. Anuário 2012. Disponível em: www.anepac.org.br. Acesso em: 20 de Fev. de 2013.

IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Área de Proteção Ambiental (APA) das ilhas e várzeas do rio Paraná**. Disponível em:

<<http://www.ibama.gov.br/siucweb/mostraUc.php?seqUc=817>>. Acesso em: 10 de Out. 2011.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS ENTIDADES DE PRODUTORES DE AGREGADOS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL – **ANEPAC**. **Anuário Mineral**. 2011. Disponível em: <http://www.anepac.org.br>. Acesso em 21 de Mar de 2012.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE ENTIDADES DE PRODUTORES DE AGREGADOS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL - ANEPAC. **Revista Areia & Brita**, São Paulo, SP. Volume 31, Jul/Agos/Set, 2006.

BACKER, V. R. Paleohydrology sciences. In: BENITO, G.; BACKER,V. R.; GREGORY, K. J. (Eds.). Paleohydrology and environmental changes. New York: **John Wiley & Sons**, p. 1-10. 1998.

BALEK, J. **Hydrology and water resources in tropical regions**. 1983, 271 p.

BERNARDINO, F. R. et al. Exposição humana à contaminação por chumbo e arsênio no Vale do Ribeira. In: ENCONTRO DA ANPPAS, 2, **Anais...** Campinas, 2004.

BETHEMONT, J; ROSSIAUD, J. **Les dangers passes et presents des bords de l'eau**. Lyon: Café Géographique. 2003. Disponível em: <http://cafegeo.net/article>. Acesso em: 12 de Nov. 2011.

BIGARELLA, J. J; SUGUIO, K; BECKER, R. Ambiente fluvial. **Curitiba: Universidade Federal do Paraná/UFPR**. P, 183 1979.

BITAR, O. Y. **Avaliação da recuperação de áreas degradadas por mineração na Região Metropolitana de São Paulo**. São Paulo,1997, 185f., Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1997.

BRANDT, W; LE, D; MELLO, J. Avaliação de cenários em planos de fechamento de minas. **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa, MG: **UFV/DPS/Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas**, p. 131-134. 1998.

BRASÍLIA: MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE / SRH – Secretaria de Recursos Hídricos / ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 373 p., 2003. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/>. Acesso em: 02 de Mar. 2012.

BUBENA, M. R. **Lagoas da planície de inundação do alto rio Paraná: sistema Baía**. 2006. 54 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006.

CABRAL JUNIOR, M. et al. A mineração no Estado de São Paulo: situação atual, perspectivas e desafios para o aproveitamento dos recursos minerais. **Geociências (São Paulo)**, v. 27, n. 2, p. 171-192. 2008.

CABRAL JUNIOR, M. **Caracterização dos arranjos produtivos (APLs) de base mineral no Estado de São Paulo: subsídios à mineração paulista**. Campinas, 2008. 283p. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, 2008.

CAMARGO, A; BIUDES, J. Mineração de Areia por Cava em São José dos Campos, 2003. **Departamento de Ecologia, Instituto de Biociências de Rio Claro-UNESP. Parecer emitido por solicitação da Associação de Engenheiros e Arquitetos de São José dos Campos (AEA-SJC)**. 2003.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE - **CONAMA**. 2005. Resolução 001 de 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama>>. Acesso em: 05 de Abr. 2012.

CRISPIM, J.Q., **Alterações na hidrologia do canal após a construção do reservatório a montante: O caso da Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta (Represa de Porto Primavera) rio Paraná**. Diss. master : Ecologie des milieux aquatiques. Maringá: 22 p, 2001.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL – DNPM: **Sumário Mineral** – Edições- 2001 a 2008. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/>>. Acesso em: 07 fev. 2012.

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL - DNPM. **Anuário Mineral Brasileiro 2007**. Brasília: Departamento Nacional da Produção Mineral, 2005, Disponível em: <<http://www.dnpm.bov.br>>. Acesso em: 07 fev. 2012.

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL - DNPM. **Anuário Mineral Brasileiro 2008**. Brasília: Departamento Nacional da Produção Mineral, 2007, Disponível em: <<http://www.dnpm.bov.br>>. Acesso em: 07 fev. 2012.

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL - DNPM. **Anuário Mineral Brasileiro 2009**. Brasília: Departamento Nacional da Produção Mineral, 2009, Disponível em: <<http://www.dnpm.bov.br>>. Acesso em: 07 de Dez. 2011.

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL - DNPM. **Anuário Mineral Brasileiro 2010**. Brasília: Departamento Nacional da Produção Mineral, 2011, Disponível em: <<http://www.dnpm.bov.br>>. Acesso em: 05 de Nov. 2012.

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL - DNPM. **Sumário Mineral Brasileiro 2011**. Brasília: Departamento Nacional da Produção Mineral, 2011, Disponível em: <<http://www.dnpm.bov.br>>. Acesso em: 17 de Nov. 2012.

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL - DNPM. **Sumário Mineral Brasileiro 2013**. Brasília: Departamento Nacional da Produção Mineral, 2013, Disponível em: <<http://www.dnpm.bov.br>>. Acesso em: 05 de Abril. 2013.

DIAS, E. G. C. S., **Avaliação de Impacto Ambiental de Projetos de Mineração no Estado de São Paulo: A etapa de acompanhamento**. 2001, 283 f, Tese (Doutorado) – USP, 2001.

FERNANDEZ, O. V. Q. **Mudanças no canal do rio Paraná e processos de erosão nas margens: região de Porto Rico (PR)**. 1990. 96 f. Dissertação (Mestrado em Geologia e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas - IGCE, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1990.

FERREIRA, J. B. **Dicionário de Geociências**. Ouro Preto (MG), Fundação Gorceix. 1980.

FIPE – FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICAS. Índice de Preços Regionais. 2010. Disponível em: www.fipe.org.br. Acesso em: 13 de Out. de 2012.

FOLHA, R. M. R. Q., **Impactes naturais e antrópicos no Estuário do rio Mondego e litoral adjacente**. 2011, 103f., Dissertação (Mestrado): Departamento de Geociências. Universidade de Coimbra. Coimbra, Portugal, 2011.

FORTES, E. et al. **Anomalias de drenagem e controles morfotectônicos da evolução dos terraços do baixo curso do rio Ivinhema – MS.** , 2004

GASPARETTO, N. V. L. **As formações superficiais do noroeste do Paraná e sua relação com o Arenito Caiuá**. São Paulo, 1999, 185 f., Tese (Doutorado em Geociências), Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 1999.

GASPARETTO, N. V. L.; SANTOS, M. L. O Emprego de minerais pesados como indicador da proveniência da cobertura pedológica do arenito Caiuá na região Noroeste do Paraná. **Revista de Geociências, Porto Alegre**, v. 32, n. 1, p. 63-67. 2005.

GASPARETTO, N.V.L; NÓBREGA, M.T. e CARVALHO, A. A reorganização da cobertura pedológica no noroeste do Paraná e as suas relações com o Arenito Caiuá. In: ENCUESTRO DE GEOGRAFOS DE AMERICA LATINA, 8., 2001, **CDRom**, Santiago, EGAL. p. 164 -169, 2001.

HARDI P; ZDAN T., (Ed.). **Assessing sustainable development: principles in practice (online)**. São Paulo, SP. International Institute for Sustainable Development, 1997. Disponível em: <<http://www.iisd.ca/about/prodcat/principlesinpractice.pdf-2001>>. Acesso em: 4 de Ago. 2012.

HUGGET, R.J., Fundamentals of geomorphology. New York: **Taylor & Francis**, 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO – IBRAM. **Proposta de zoneamento ecológico-econômico e planejamento ambiental de municípios integrantes da APA Sul RMBH**. 1994. Disponível em: www.ibram.org.br. Acesso em: 10 de Set de 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO – IBRAM. **Informações e Análises da Economia Mineral Brasileira**. 6ª Edição. 2011. Disponível em: www.ibram.org.br. Acesso em: 10 de Set. 2012.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ – IAPAR. **Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná**. Londrina, PR, Instituto Agrônômico do Paraná. 38p., 1978. Disponível em: <http://www.pr.gov.br/iapar>. Acesso em: 10 de Jan. 2011.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ - IAPAR: **Mapa de temperatura do Paraná. Curitiba, Paraná**. Disponível em: <http://www.pr.gov.br/iapar>. Acesso em: 17 de Jul. 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo demográfico 2010**. Brasília. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/calendario.shtm>. Acesso em: 23 de Nov. 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Classificação da vegetação da área ribeirinha à calha do Rio Paraná**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/sistematizacao/ex3.htm>. Acesso em: 11 de Maio 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Classificação da vegetação da área ribeirinha à calha do Rio Paraná**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/sistematizacao/ex3.htm>. Acesso em: 13 abril 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Juruá: **Carta internacional do mundo ao milionésimo**. Rio de Janeiro, 1 Mapa: color. 70 cm X 50 cm. Escala 1:250.000. 1982.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT. Avaliação preliminar dos problemas causados pela mineração no meio ambiente no Estado de São Paulo. São Paulo: **Relatório** n°.14684.IPT; 1980.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT. **Mineração & Município: bases para planejamento e gestão de recursos minerais**. Coord. Luiz Carlos Tanno, Ayrton Sintoni. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2005.

INSTITUTO GEOLÓGICO - IG. SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE DE SÃO PAULO. **Projeto Paraíba do Sul: potencialidade de areia**. Disponível em: <<http://www.igeologico.sp.gov.br>>. Acesso em: 7 fev. 2010.

JANSEN, P.P, et al., 1979. **Principles of River Engineering – The non-tidal alluvial river**. Pitman Publishing Limited. London, 509p.

JUNK, V. M. S. Mudanças climáticas na região de Taquaruçu (MS) durante o holoceno e seus recursos. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS BRASILEIROS, 4., 1998. **Anais... Vitória**, p. 1-24, 1998.

JUNK, W. K; BAYLEY, P. B; SPARKS, R. E. The flood pulse concept in river-floodplain system. Canadian Association of Fisheries and Aquatic Sciences. In: DODGE, D. P. (Ed.), **Proceedings of the International Large River Symposium**. p. 110-127, 1989.

KALE, V. S; GUPTA, A. Introduction to geomorphology. **Orient Longman Ltda**. 274p., 2001.

KRAMER, V. M. S. **Mudanças climáticas na região de Taquaruçu (MS) durante o Holoceno**. 1998. 34 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais) - Departamento de Biologia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 1998.

KRAMER, V. M. S. **Unidades morfológicas e corpos d'água da planície de inundação do Rio Paraná**. 2004. 75 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2004.

LANE, E.W., 1955. **The importance of fluvial morphology in hydraulic engineering**. Proceedings of the American Society of Civil Engineers, 81(745): 1-17.

LATRUBESSE, E. M; STEVAUX, J. C; SINHA, R. Tropical Rivers. **Geomorphology**, n. 70, p. 187-206. 2005.

LATRUBESSE, E. M; STEVAUX, J.C; SINHA, R. **Grandes sistemas fluviais tropicais: uma visão geral**. 2002

LELLES, L. C; GRIFFITH, J. J; MARTINS, S. V. Perfil ambiental qualitativo da extração de areia em cursos d'água. **Revista Árvore**, v. 29, n. 3. 2006.

LEOPOLD, L. B; et al. River channel patterns: braided, meandering and straight. **U.S. Geological Survey Professional Paper**, 282-B. 1957.

LEOPOLD, L.B., et al. **Fluvial Processes in Geomorphology**. Freeman, San Francisco, 522 p. 1964.

LUZ, A. B., et al. CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL. **Tendências Tecnológicas Brasil 2015**. Geociências e Tecnologia Mineral. Ed. Francisco R. C. Fernandes. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 380p. il. 2007.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Curitiba, CODEPAR, UFPR, IBPT. 350p., 1968.

MALAVOI J.R. et al. **Détermination de l'espace de liberté des cours d'eau**. Guide technique n° 2. Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, Lyon, 39 p. 1998.

MAPA-MÚNDI: POLÍTICO, DIDÁTICO. São Paulo: Michalany, 1 **Mapa**: color., 120 cm. Escala 1:100.000., 1982

MARTINS, D. P. **Dinâmicas das formas de leito e transporte de carga de fundo no alto rio Paraná**. 2004, 80f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2004.

MARTINS, D. P. **Dinâmicas das formas de leito e transporte de carga de fundo no alto rio Paraná**. 2008, 360f., Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual de Lyon, França, 2008.

MARTINS, D. P; STEVAUX, J. C; MEURER, M. Changes in large regulated tropical rivers: the example of the Parana River downstream of the Porto Primavera Hydroelectric Power Plant, Brazil. **Geomorphology**. No prelo.

MECHI, A; SANCHES D. L. Impactos ambientais da mineração no Estado **GESTÃO E ESTUDOS AMBIENTAIS. Estudos avançados**. vol.24 no.68 de São Paulo. São Paulo 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142010000100016>. Acesso em: 21 de Fev. 2011.

MENDO, J. **Desenvolvimento de estudos para Elaboração do plano duodecenal (2010 - 2030) de geologia, Mineração e transformação mineral**. 2009. Disponível em: <http://www.mme.gov.br>. Acesso em: 18 de Abr. 2011.

MERTEN, G. H., POLETO, C. **Qualidade dos Sedimentos**. Porto Alegre: ABRH. 397p, 2006.

MINEROPAR – MINERAIS DO PARANÁ. **Economia mineral no Paraná**. 2010. Disponível em: <http://www.mineropar.pr.org.br>. Acesso em: 12 de Set. 2011.

MINEROPAR – MINERAIS DO PARANÁ. **Economia mineral no Paraná**. 2012. Disponível em: <http://www.mineropar.pr.org.br>. Acesso em: 02 de Jan. 2013.

MITCHUM Jr RM, VAIL PR; SANGREE JB.; Seismic stratigraphy and global changes of sea level, part 6: stratigraphic interpretation of seismic reflection patterns in depositional sequences. In: PAYTON CE (Ed.). Seismic Stratigraphy – applications to hydrocarbon exploration. Tulsa, **Am. Assoc. Petrol. Geol.**, Memoir 26: 117–133, 1977.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano Nacional de Recursos Hídricos**., 2003.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Resolução 001 de 23 de Janeiro de 1986**. Disponível em <http://www.mma.gov.br>. Acessado em 10 de Agosto de 2012.

McLEAN, M; MOSSA, J. **Channel Planform and Land Cover Changes on a Mined River Floodplain**. Estados Unidos: Department of Geography, University of Florida, 7. p. 43-54, 1997.

NEIFF, J. J. Ideas para interpretación ecológicas del río Paraná. **Interciencia**, v., n. 15, p. 424-441, 1990.

NEWSON, M. Land, water and development. River basin systems and their sustainable management. **Routledge, New York, NY(USA), 1992, 351.** 1992.

NIMER, E. Clima. *In*: M.V. Galvão (Coord.). Geografia do Brasil: região sul. Rio de Janeiro, **Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. p.35-79, 1977.

ORFEO, O; STEVAUX, J. Hydraulic and morphological characteristics of middle and upper reaches of the Paraná River (Argentina and Brazil). **Geomorphology**, v. 44, n. 3, p. 309-322. 2002.

PAIVA, C. T; CANÇADO, R. Z. L. C. Melhoria da qualidade da água em bacias de decantação localizadas em áreas de extração de areia Rem: **Rev. Esc. Minas** vol.61 no.3 Ouro Preto. July/Sept. 2008

PAIVA, M.P. Grandes Represas do Brasil. Brasília-DF. **Editerra.**, 1982.

PAOLI, C; IRIONDO, M; GARCÍA, N.; Características de las cuencas de aporte, *In*: PAOLI, C., SCHREIDER, M. **El río Paraná en su Tramo Medio: Contribución al conocimiento y prácticas ingenieriles en un gran río de llanura**. Tomo I, Santa Fé: 27 - 68., 2002.

PAROLIN, M; VOLKMER-RIBEIRO, C; STEVAUX, J. C. Sponge spicules in peaty sediments as paleoenvironmental indicators of the Holocene in the upper Paraná river, Brazil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 10, n. 1. P. 17-26, 2007.

PLANO NACIONAL DE MINERAÇÃO 2030 – PNM 2030: **Geologia, Mineração e Transformação Mineral**. Ministério de Minas e Energia, 2011.

POPP, J. H. Mineração e proteção ambiental: o único caminho possível. *In*: SEMINÁRIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 1., 1992, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR/FUPEF, p. 467-470, 1992.

PRESS, F. et al. Para entender a Terra. Trad. R. Menegat, PCD Fernandes, LAD Fernandes, CC Porcher: Porto Alegre, **Bookman**, 656p, 2006.

REBOUÇAS, A.C. Água no mundo e no Brasil. In: REBOUÇAS, B.; TUNDISI, J.G. (Orgs.) Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. 2. Ed. São Paulo: **Escrituras**, p. 1-37, 2002.

REIS, B. et al. Desenvolvimento de um banco de dados georreferenciados para a avaliação de atividades minerárias da planície aluvial do rio Paraíba do Sul. **Revista de Biociências, Taubaté**, v. 12, n. 1-2, p. 34-42. 2006.

REIS, B. J. Revisão do zoneamento ambiental minerário do município de Tremembé - SP com a utilização de imagem de alta resolução espacial. In: SEMINÁRIO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PARAÍBA DO SUL: RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, SERVIÇOS AMBIENTAIS E SUSTENTABILIDADE, 2, 2009, Taubaté, Brasil, **Anais...** São Paulo: IPABHi, 9-11 dez., p.273-8, 2009.

REPRESAS DO BRASIL, G. **Editerra Editorial Ltda**: Brasília 1982.

ROCHA, P.C; SOUZA FILHO, E.E. **Interações entre os materiais do leito de um canal secundário com o canal principal no trecho multicanal do Alto Rio Paraná, Brasil**. 2005.

ROYALL COLLECTION. **Mapa do leito do rio Arno**. Leonardo da Vinci. 1503. Disponível em: <http://www.royalcollection.org.uk>. Acessado em: 21 de Nov. 2012.

RUST, B.R. A classification of alluvial river systems. In: MALL, A. D. (Ed.). Fluvial sedimentology, Calgary, **Canadian Society of Petroleum Geologists**. v.5, p. 745-755., 1977

SALLUN, A.E.M; SUGUIO, K; STEVAUX, J.C. Proposição formal do alogrupa do Alto Rio Paraná (SP, PR e MS). São Paulo: **Geologia (Série Científica)**.USP, p. 49-70, 2007.

SANTOS, D.N. **Extração de Areia e a Dinâmica Sedimentar no Alto Curso do Rio Paraná na Região de Porto Rico, PR**. 87 f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) - Departamento de Geociências - Universidade Guarulhos, Guarulhos, 87 p. 2008.

SANTOS, G. F; PINHEIRO, A. Transformações Geomorfológicas e Fluviais Decorrentes da Canalização do Rio Itajaí-Açu na Divisa dos Municípios de Blumenau e Gaspar (SC). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Ano 3, Nº 1, p 1-9., 2002

SANTOS, M. L; STEVAUX, J. C. **Facies and architectural analysis of channel sandy macroforms in the upper Parana river.** 2007.

SANTOS, M. L. **Ficiologia e evolução de barras de canal do rio Paraná na região de Porto Rico (PR).** 1991, 125 f., Dissertação (Mestrado em Geologia e meio ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas – IGCE, Universidade Estadual Paulista, Rio claro, 1991.

SÃO PAULO (Estado). SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE. **Avaliação da recuperação ambiental da mineração de areia para aperfeiçoar os instrumentos de gestão: várzea do Paraíba do Sul** - trecho Jacareí Pindamonhangaba. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Coordenadoria de Planejamento Ambiental; coordenação Lina Maria Aché, Sônia Aparecida Abissi Nogueira e Neide Araújo; equipe técnica executora Antônio José Dias et al. São Paulo: SMA, 2008.

SARAIVA, M.G.A.N. **O rio como paisagem** – gestão de corredores fluviais no quadro do ordenado do território. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1999.

SCHUMM, S.A. 1971. **Fluvial geomorphology : channel adjustment and river metamorphosis.** In: SHEM, H.W., *River mechanics*. Colorado, 5(1), 5-22.

SILVA, G. B. S.; Simi, R.; Rudorff, B. F. Monitoramento da extração de areia nos municípios não pertencentes ao Zoneamento Ambiental Minerário do trecho paulista da várzea do rio Paraíba do Sul. **Anais...** XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio 2011, INPE p.6465, 2011.

SIMON, A., 1989, **A model of channel response in disturbed alluvial channels.** Earth surface process and landforms, v. 14, pp. 11-26.

SIGHT, P. et al. A sediment graph model based on SCS-CN method. **Journal of hydrology**, v. 349, n. 1, p. 244-255. 2008.

SIGHT, P. K; BHUNYA, P. K; MISHRA, S. K; CHAUBE, U. C. A sediment graph model based on SCS-CN method. **Journal of Hydrology** v.349, pp. 244-255, 2008.

SOARES, P. C. Tectônica sinsedimentar cíclica na Bacia do Paraná: controles. 1991. 131 p. Tese para provimento de vaga de Professor Titular, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1991.

STUCKRATH, T. Movimento de las ondulaciones del lecho de rio Paraná. Mitteilungen das Frazius Institute. Universitat Hannover, v1:20p., 1969. (tard. espanhol por Ing. M.H. Balderiote).

SOUZA FILHO, E. E; STEVAUX, J. C. **Relatório PELD** (2007).

SOUZA FILHO, E. E. **Aspectos da geologia e estratigrafia dos depósitos do rio Paraná entre Porto Primavera (MS) e Guaíra (PR)**. 1993, 223f., Tese (Doutorado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

SOUZA FILHO, E. E. et al., Geologia e geomorfologia do complexo rio Baía, Curutuba, Ivinheima. **VAZZOLER, AEAM; AGOSTINHO, AA; HAHN, NS A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos**. Maringá: EDUEM, p. 3-46. 1996.

SOUZA FILHO, E.E. et al., **Mudanças no Canal do Rio Paraná, após o fechamento da UHE Porto Primavera**. In: *III Seminário Latinoamericano de Geografia Física*, Puerto Vallarta. 10 p. 2004.

STEVAUX, J. C. **O rio Paraná: geomofogênese, sedimentologia e evolução quaternária de seu curso superior**. São Paulo, 1993, 242 f., Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1993.

STEVAUX, J. C. The upper Paraná river (Brazil): geomorphology, sedimentology and paleoclimatology. **Quaternary International**, v. 21, p. 143-161. 1994.

STEVAUX, J. C. **Climatic events during the Late Pleistocene and Holocene in the Upper Parana River:** correlation with NE Argentina and South-Central Brazil.1995.

STEVAUX, J.C. TAKEDA, A.M. **Geomorphological processes related to density and variety of zoobenthic community of the upper Paraná river (Brazil).** *Geomorphology*, v. 129 pp 109-129, 2002.

STEVAUX, J.C; SOUZA, I. A. Floosplan formation in anastomosed rivers. **Quaternary International**, 2002.

STEVAUX, J.C; ETCHEBEHERE, M.L., 2005. Propagação da “onda impactante” na dinâmica de fluxo e na carga de fundo do rio Paraná : Modelo para gerenciamento de grandes rios aluviais¹ sob impacto de barragem, hidrovia e mineração. **Relatório final do Projeto**, FAPESP 04/14057-5.

STEVAUX, J.C; MARTINS, D. P. A dinâmica do fluxo e da carga de fundo no Paraná e nas desembocaduras de seus principais tributários: modelo para gerenciamento de grandes rios aluviais impactados por barragem, mineração e hidrovia. **Relatório final de projeto**, CNPq 470148/2004-7/ FAPESP 014057-5., 2007.

STEVAUX, J. C; MARTINS, D. P; MEURER, M. Changes in a large regulated tropical river: The Paraná River downstream from the Porto Primavera Dam, Brazil. **Geomorphology**, v. 113, n. 3, p. 230-238. 2009.

TANNÚS et al. **Agregados para a construção civil no Brasil.** Contribuição para a formulação de políticas públicas. MG: MME/SGM/CETEC, 2007.

THOMAZ, S. et al. Dinâmica temporal dos principais fatores limnológicos do rio Baía-planície de inundação do alto rio Paraná-MS, Brasil. **Revista Unimar**, v. 13, n. 2, p. 273-298. 1991.

THOMAZ, S. M; AGOSTINHO, A. A; HAHN, N. S. **The Upper Paraná River and its floodplain: physical aspects, ecology and conservation.** Backhuys Publishers. 2004.

THOMAZ, S. M; BINI, L. M; BOZELLI, R. L. Floods increase similarity among aquatic habitats in river-floodplain systems. **Hydrobiologia**, v. 579, n. 1, p. 1-13. 2007.

TRAIN, S; RODRIGUES, L.C; **Phytoplanktonic assemblages**. In: THOMAZ, S.M., 2004.

VIEIRA, H. A. V. **O licenciamento Ambiental de Portos de Areia da Bacia do Rio Corumbataí como instrumento para a recuperação de áreas de preservação permanente**. 2005. 186f. Dissertação (Mestrado). ESALQ, 2005.

ANEXOS

SUMÁRIO

Anexo 1 – Lei das Áreas de Preservação Permanente.....	179
Anexo 2 – Dados comparativos entre os perfis de 1957 e 2008: incisão X agradiação.....	180

ANEXO 1

LEI Nº 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012.

CAPÍTULO II

DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

Seção I

Da Delimitação das Áreas de Preservação Permanente

Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:

I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

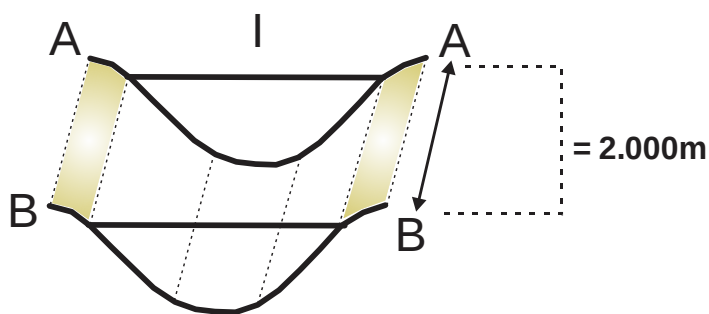
- a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
- b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
- c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
- d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
- e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:

- a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;
- b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas.

ANEXO 2

Dados comparativos dos perfis de *incisão X agração* entre os anos de 1957 e 2008. Região de Porto São José (PR), no alto rio Paraná.



$$VI = \frac{Aa + Ab \times d}{2}$$

$$VI = \frac{1.400 + 2.400 \times d}{2}$$

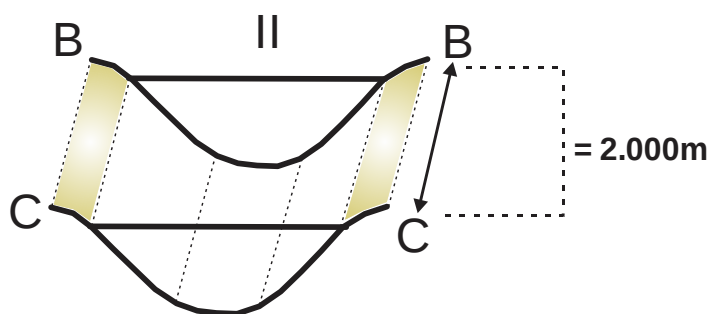
$$VI = \frac{3.800}{2} = 1.900 \times d$$

$$VI = 1.900 \times 2.000 = 3.800.000m^3$$

$$VI = 3.800.000m^3$$

ou

$$6.042.000.000kg$$



$$VII = \frac{Ab + Ac \times d}{2}$$

$$VII = \frac{2.400 + 480 \times d}{2}$$

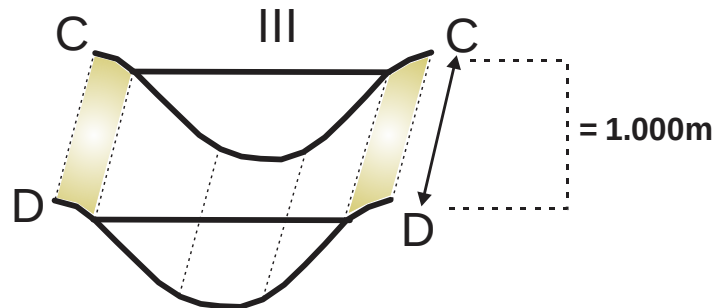
$$VII = \frac{2.880}{2} = 1.440 \times d$$

$$VII = 1.440 \times 2.000 = 2.880.000m^3$$

$$VII = 2.880.000m^3$$

ou

$$4.579.200.000kg$$



$$V_{III} = \frac{A_c + A_d \times d}{2}$$

$$V_{III} = \frac{480 + 2.964 \times d}{2}$$

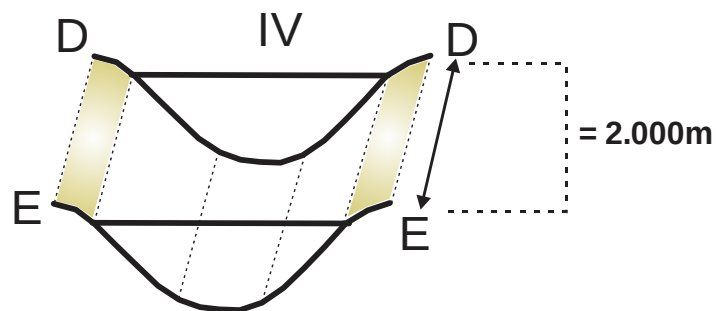
$$V_{III} = \frac{3.444}{2} = 1.722 \times d$$

$$V_{III} = 1.722 \times 1.000 = 1.722.000\text{m}^3$$

$$V_{III} = 1.722.000\text{m}^3$$

ou

$$2.737.980.000\text{kg}$$



$$V_{IV} = \frac{A_d + A_e \times d}{2}$$

$$V_{IV} = \frac{2.964 + 226 \times d}{2}$$

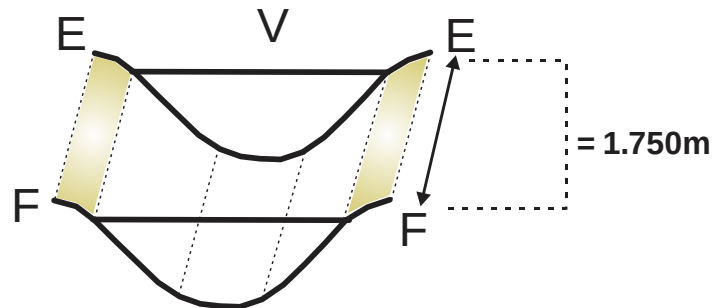
$$V_{IV} = \frac{3.190}{2} = 1.595 \times d$$

$$V_{IV} = 1.595 \times 2.000 = 3.190.000\text{m}^3$$

$$V_{IV} = 3.190.000\text{m}^3$$

ou

$$5.072.100.000\text{kg}$$



$$V_v = \frac{A_e + A_f}{2} \times d$$

$$V_v = \frac{226 + 1.636}{2} \times d$$

Valor de Incisão = 1.629.250m

$$V_v = \frac{1.862}{2} = 931 \times 1.750$$

ou
2.590.507.500kg

$$V_v = 931 \times 1.750 = 1.629.250m^3$$

$$V_v = 1.629.250m^3$$

$$V_v = \frac{A_e + A_f}{2} \times d$$

$$V_v = \frac{226 + 0}{2} \times d$$

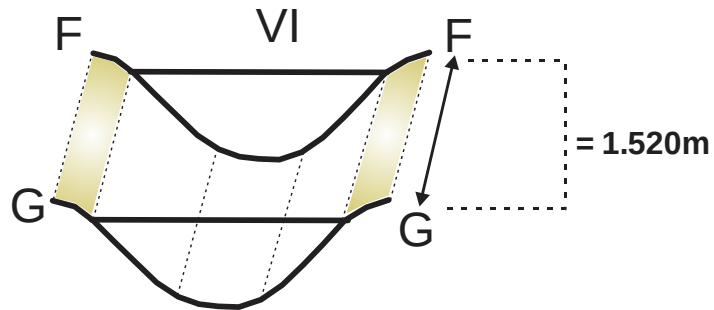
Valor de Agradação = 197.750m

$$V_v = \frac{226}{2} = 113 \times 1.750$$

ou
314.422.500kg

$$V_v = 113 \times 1.750 = 197.750m^3$$

$$V_v = 197.750m^3$$



$$V_{VI} = \frac{A_f + A_g}{2} \times d$$

$$V_{VI} = \frac{1.636 + 1.000}{2} \times d$$

$$V_{VI} = \frac{2.636}{2} = 1.318 \times d$$

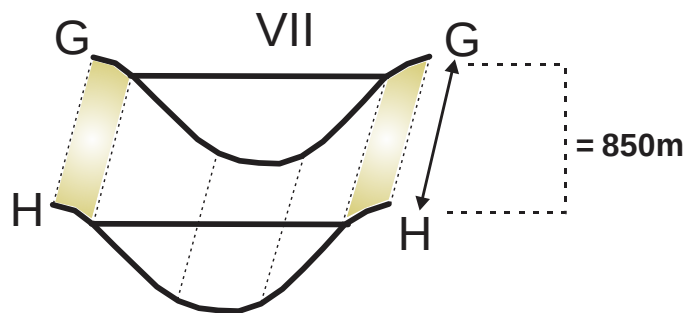
$$V_{VI} = 1.318 \times 1.520 = 2.003.360\text{m}^3$$

$$V_{VI} = 2.003.360\text{m}^3$$

$$V_{VI} = 2.003.360\text{m}^3$$

ou

$$3.185.342.400\text{kg}$$



$$V_{VII} = \frac{A_g + A_h}{2} \times d$$

$$V_{VII} = \frac{1.000 + 400}{2} \times d$$

$$V_{VII} = \frac{1.400}{2} = 700 \times d$$

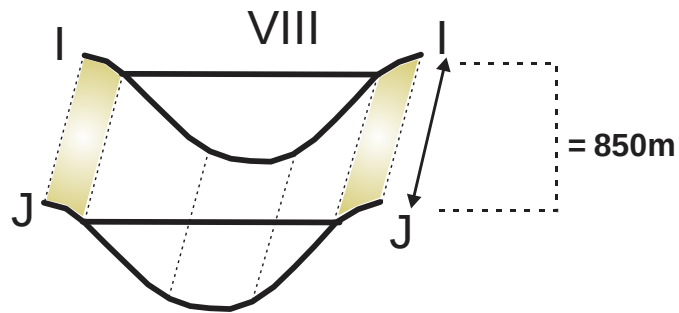
$$V_{VII} = 700 \times 850 = 595.000\text{m}^3$$

$$V_{VII} = 595.000\text{m}^3$$

$$V_{VII} = 595.000\text{m}^3$$

ou

$$946.050.000\text{kg}$$



$$V_{VIII} = \frac{A_i + A_j}{2} \times d$$

$$V_{VIII} = \frac{2.150 + 1.350}{2} \times d$$

$$V_{VIII} = \frac{3.500}{2} = 1.750 \times d$$

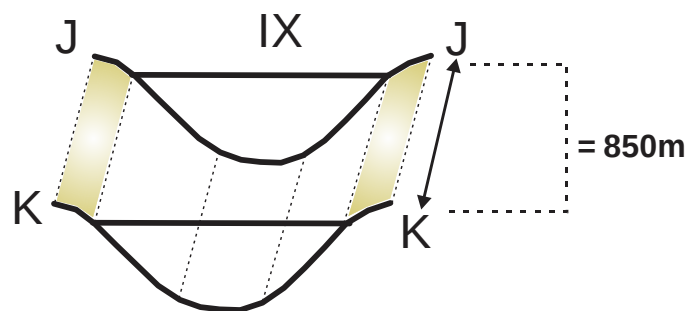
$$V_{VIII} = 1.750 \times 850 = 1.487.500\text{m}^3$$

$$V_{VIII} = 1.487.500\text{m}^3$$

$$V_{VIII} = 1.487.500\text{m}^3$$

ou

$$2.365.125.000\text{kg}$$



$$V_{IX} = \frac{A_j + A_k}{2} \times d$$

$$V_{IX} = \frac{1.350 + 270}{2} \times d$$

$$V_{IX} = \frac{1.620}{2} = 810 \times d$$

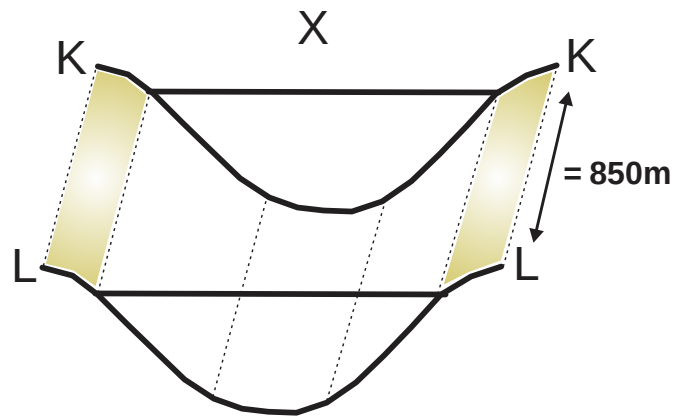
$$V_{IX} = 810 \times 850 = 688.500\text{m}^3$$

$$V_{IX} = 688.500\text{m}^3$$

$$V_{IX} = 688.500\text{m}^3$$

ou

$$1.094.715.000\text{kg}$$



$$V_X = \frac{A_k + A_l}{2} \times d$$

$$V_X = \frac{270 + 1.164}{2} \times d$$

$$V_X = \frac{1.434}{2} = 717 \times d$$

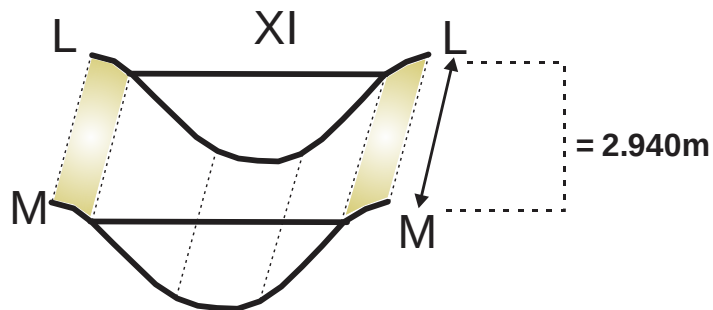
$$V_X = 717 \times 850 = 609.450\text{m}^3$$

$$V_X = 609.450\text{m}^3$$

$$V_X = 609.450\text{m}^3$$

ou

$$969.025.500\text{kg}$$



$$V_{XI} = \frac{A_l + A_m}{2} \times d$$

$$V_{XI} = \frac{1.164 + 75}{2} \times d$$

$$V_{XI} = \frac{1.239}{2} = 619,5 \times d$$

$$V_{XI} = 619,5 \times 2.940 = 1.821.330m^3$$

$$V_{XI} = 1.821.330m^3$$

Valor de Incisão = 1.821.330m³
ou
2.895.914.700kg

$$V_{XI} = \frac{A_l + A_m}{2} \times d$$

$$V_{XI} = \frac{775 + 0}{2} \times d$$

$$V_{XI} = \frac{775}{2} = 387,5 \times d$$

$$V_{XI} = 387,5 \times 2.940 = 1.139.250m^3$$

$$V_{XI} = 1.139.250m^3$$

Valor de Agradação = 1.139.250m³
ou
1.811.407.500kg