



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tese de Doutorado

*“Impacto das grandes enchentes na estrutura fundiária
da planície aluvial do Rio Paraná, na Argentina”*

MARIO RUBEN GARDIOL

Orientação: Prof. Ing. Jürgen W. Philips, Dr.

Co-Orientação: Prof. Geol. Martin H. Iriondo, Dr.

Florianópolis, SC.
Março de 2008

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PPGEC

**IMPACTO DAS GRANDES ENCHENTES NA
ESTRUTURA FUNDIÁRIA DA PLANÍCIE ALUVIAL
DO RIO PARANÁ, NA ARGENTINA**

Tese submetida à Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial exigido pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - PPGEC, para a obtenção do Título de DOUTOR em Engenharia Civil.

MARIO RUBEN GARDIOL

Florianópolis

2008

GARDIOL, Mario Ruben. *Impacto das grandes enchentes na estrutura fundiária da planície aluvial do rio Paraná, na Argentina*. Florianópolis, 2008. 260p. Dissertação (Doutorado em Engenharia Civil) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina.

Orientador: Jürgen W. Philips

Defesa: 03/2008

“Impacto das grandes enchentes na estrutura fundiária da planície aluvial do Rio Paraná, na Argentina”.

MARIO RUBEN GARDIOL

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - PPGEC da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, como requisito parcial para obtenção do título de **DOUTOR em Engenharia Civil.**

Prof. Dr. Glicério Thichês - Coordenador do PPGEC

Prof. Dr.-Ing. Jürgen W. Philips – Orientador

Prof. Dr. Martin Iriondo – Co-Orientador

Comissão Examinadora:

Prof. Dr.-Ing. Jürgen W. Philips – Moderador – ECV/UFSC

Prof. Dr. Martin Iriondo – UNL/ARGENTINA

Prof. Dr. Irineu da Silva – EESC/USP

Prof. Dr. Jucilei Cordini - ECV/UFSC

Prof. Dr. Norberto Hochheim - ECV/UFSC

Prof. Dr. Luiz Fernando Gonçalves Figueiredo - ECV/UFSC

Florianópolis, 28 de março de 2008.

À minha esposa Maria Teresa

Ao meu filho Franco

À minha filha Mariana

AGRADECIMENTOS

Aos Professores Jürgen Philips e Martin Iriondo, pelo apoio e orientação no desenvolvimento desta tese.

Aos diretores e funcionários do *Servicio de Catastro e Información Territorial do estado de Santa Fe*, pela autorização e disponibilidade do material e informação do Sistema de Informação Territorial para a execução desta pesquisa.

Aos funcionários da *Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas (FICH)*, por ter proporcionado os equipamentos e softwares empregados neste trabalho, além da cobertura econômica nos trabalhos de campo.

Às instituições: *Dirección Nacional de Vías Navegables, Subsecretaria de Recursos Hídricos de la Nación, Universidad Católica de Santa Fe, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Ministerio de Asuntos Hídricos e Ministerio de Agricultura, Industria y Comercio* do estado de Santa Fe, *Servicio de Catastro* dos estados de Entre Ríos, Buenos Aires, Corrientes, Chaco e Formosa, *Dirección de Hidráulica* do estado de Entre Ríos, *Instituto Correntino del Agua y del Ambiente, Instituto Nacional del Agua de Chaco, Defensa Civil* do estado de Santa Fe, Empresa PROIMSA, *Grupo Fotográfico* da cidade de Paraná, *Centro de Investigación Meteorológica* da *Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas*, pela disposição do material e informação utilizados nesta pesquisa.

Aos Colegas: Carlos Tonini, Hugo Zingaretti, Cláudio Carrión, Aldo Paira, Daniela Montagnini, Alberto Leonardi, Mario Amsler, Carlos Ramonell, Jose Huespe, Enrique Rodriguez, Viviana Rodriguez, Horacio Gaudin, Daniela Krohling, Maria Morresi, Raul Giorgi, Alberto Piriz, Carlos Paoli, Ignacio Cristina, Rodolfo Coggiola, Feliciano Marsó, Blanca Fritschy, Oscar Paulín, Carlos Ocampo, Esteban Gras, Oscar Orfeo, Jose Stevaux, Gabriel Cremona Parma, Norberto Garcia, Virginia Venturini, Raquel Tardivo, Silvio Graciani, Ani Romagnoni, Don Carmelo, Enrique Del Gesso, Alberto Sanchez Dalotto, José Caropresi, Ricardo Szupiany, Felipe Franco, Jose Villordo, Hugo Arrillaga, Eduardo Ceirano, Ana Pighini, pela ajuda e sugestões apresentadas no decorrer do trabalho.

Ao pessoal da Faculdade, Roberto Mir e Santiago Cañete, e aos alunos Pablo Del Barco, Ariel Verón, Gabriel Guimarães, Sonia Espindola, Nestor Moretti, Emiliano Tropini, Carlos Stelzer, Natalia Princich, e Jorge Muñoz, que colaboraram nos trabalhos de campo.

A minha esposa, filho e filha, como também, a minha família de Galvez e Santa Fe, pelo apoio e incentivo oferecido em todo este tempo.

SUMÁRIO

LISTAGEM DE FIGURAS	x
LISTAGEM DE QUADROS	xvi
LISTAGEM DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xvii
RESUMO	xviii
ABSTRACT	xix
RESUMEN	xx
1 – INTRODUÇÃO, PROBLEMA E OBJETIVOS	01
1.1 – INTRODUÇÃO	01
1.2 - PROBLEMA A SER PEQUISADO	02
1.2.1 – Justificativa	05
1.2.2 – Hipótese a ser avaliada	09
1.3 – OBJETIVO	09
1.3.1 – Objetivo geral	09
1.3.2 – Objetivo específico	09
2 – REVISÃO CONCEITUAL	10
2.1 - AS PLANÍCIES ALUVIAIS	10
2.1.1 – Características geológicas e geomorfológicas	12
2.1.2 – Características hidrológicas	14
2.2 – CARACTERÍSTICAS DO RIO PARANÁ	17
2.2.1 – Características geológicas e geomorfológicas do Paraná Meio	18
2.2.2 – Características hidrológicas do Paraná Meio	20
2.3 – O CADASTRO NAS PLANÍCIES ALUVIAIS	25
2.3.1 – O cadastro na planície aluvial do Paraná Meio	29
2.3.2 – Linha de ribeira	31
2.3.3 – Ilha, aluvião e aterrado	34
3 – ÁREA DE ESTUDO E ANTECEDENTES DE INFORMAÇÕES	37

4 – METODO	43
4.1 – LEVANTAMENTO DE DADOS DE CAMPO	43
4.2 – CARTOGRAFIA BÁSICA DA ÁREA DE ANÁLISE	45
4.3 – DEMARCAÇÃO DA LINHA DE RIBEIRA	47
4.4 - RELACIONAMENTO COM OS DADOS CADASTRAIS	50
4.5 – DEMARCAÇÃO DAS LINHAS ÁGUA-TERRA	53
4.6 – ZONEAMENTO DOS PROCESSOS DE EROÇÃO/SEDIMENTAÇÃO	54
4.7 – ZONEAMENTO DOS GRAUS DE AFETAÇÃO HÍDRICA	56
4.8 – DINÂMICA GEOMETRICA DOS PROCESSOS DE EROSÃO/SEDIMENTAÇÃO	57
5 – ANÁLISE DOS RESULTADOS	59
5.1 – LEVANTAMENTO DOS DADOS DE CAMPO	59
5.2 – DEMARCAÇÃO DA LINHA DE RIBEIRA	61
5.3 – RELACIONAMENTO DOS DADOS CADASTRAIS	63
5.4 – DEMARCAÇÃO DAS LINHAS ÁGUA-TERRA	65
5.5 – ZONEAMENTO DOS PROCESSOS DE EROÇÃO/SEDIMENTAÇÃO	66
5.6 – ZONEAMENTO DOS GRAUS DE AFETAÇÃO HIDRICA	75
5.7 – DINÂMICA GEOMETRICA DOS PROCESSOS DE EROSÃO/SEDIMENTAÇÃO	77
5.8 – RELAÇÃO DOS PROCESSOS DE EROÇÃO/SEDIMENTAÇÃO E AS ALTURAS HIDROMÉTRICAS	88
5.9 – O CADASTRO NAS ILHAS	93
5.10 – LINHA DE RIBEIRA	97
5.11 – CONTROLE DAS AFETAÇÕES HÍDRICAS E FÍSICAS	103
6 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	107
7 – APÊNDICE	114
7.1 – ANEXO A – Informação recopilada	115
7.1.1 – ANEXO A1 – Informação cadastral	116
7.1.2 – ANEXO A2 – Antecedentes cartográficos	135

7.1.3 – ANEXO A3 – Informação hidrológica.....	147
7.2 – ANEXO B – Informação recopilada no campo.....	166
7.2.1 – ANEXO B1 – Entrevistas.....	167
7.3 – ANEXO C – Informação gerada.....	177
7.3.1 – ANEXO C1 – Arquivos vetoriais.....	178
7.3.2 – ANEXO C2 – Linha de ribeira.....	194
7.3.3 – ANEXO C3 – Afetação hídrica nas áreas de estudo.....	203
7.3.4 – ANEXO C4 – Processos de erosão-sedimentação.....	215
7.3.5 – ANEXO C5 – Afetação hídrica areal nas áreas de estudo.....	224
7.3.6 – ANEXO C6 – Afetação hídrica em outras áreas.....	227
8 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	248
9 – BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	254

LISTAGEM DE FIGURAS

1	Modificações temporais produzidas nas ilhas do curso principal do rio Paraná.....	1
2	Modificações temporais produzidas em cursos secundários do rio Paraná.....	3
3	Situação cartográfica e legal das ilhas do rio Paraná.....	88
4	Planície de bancos, planície de meandros e planície de drenagem impedido.....	19
5	Alturas hidrométricas no hidrômetro da cidade de Paraná (1904-2007).....	22
6	Processos de erosão e sedimentação nos anos 1901-1966.....	24
7	Processos de erosão e sedimentação costeira em Trabzon, Turquia.....	26
8	Distribuição das propriedades antes e depois do programa de consolidação de terras.....	28
9	Área de análise.....	38
10	Geomorfologia na área de análise.....	42
11	Localização das áreas de estudo.....	42
12	Ponto altimétrico da rede federal e geodésico da rede estadual.....	44
13	Execução de perfis topográficos.....	45
14	Cartografia básica da área de análise.....	47
15	Diferentes condições de reflexão radiométrica em curso de águas e lagoas.....	49
16	Localização das parcelas digitalizadas.....	51
17	Parcelas cadastrais publicas, privadas e novas formações.....	52
18	Ilha Carabajal com altura hidrométrica de 4,54 e 5,89 m.....	54
19	Processos de erosão e sedimentação na ilha Soperez no período 1955-1968.....	56
20	Zoneamento da afetação hídrica na ilha La Posta Vieja.....	57
21	Tendência dos processos de erosão e sedimentação na ilha Soperez.....	58
22	Árvores caídas e banco de areia.....	59
23	Depósitos de areia e marca da água nas árvores produzidas pela enchente de 2007.....	60
24	Diferença nas linhas de ribeira de 08/03/01 e 15/04/03.....	63
25	Diferença nos limites cadastrais da ilha Vera ou El Francés.....	64
26	Situação cadastral das parcelas localizadas na área de análise.....	65
27	Classificação digital de nuvens e água.....	66
28	Depósitos de areia produzidos pela enchente de 1982-1983.....	67
29	Localização dos processos de erosão-sedimentação na ilha Carabajal (1983-1989).....	69
30	Processos de erosão acontecido em um setor da ilha Soperez no período 1998-2007.....	72

31	Sedimentação na parte interna da ilha La Posta Vieja.....	74
32	Afetação hídrica das ilhas Bergallo e Correntinas em uma altura hidrométrica de 5,89m	77
33	Frequência das alturas hidrométricas no hidrômetro da cidade de Paraná (1904-2007)...	77
34	Levantamento hidrográfico no rio Paraná em 1901.....	79
35	Levantamento hidrográfico no rio Paraná em 1966.....	80
36	Bancos de areia localizados entre a ilha Carabajal e ilha Fiscal 35.....	81
37	Tendência dos processos de erosão e sedimentação na ilha Carabajal.....	83
38	Localização do rio Colastiné e arroio La Fuente ou El Rincón em 1913.....	84
39	Evolução dos meandros no rio Colastiné e arroio La Fuente desde 1955 até 1998.....	85
40	Modificações temporais do rio Coronda na região da ilha La Posta Vieja.....	85
41	Queda de construções na localidade de Sauce Viejo.....	87
42	Tendência dos processos de erosão e sedimentação na ilha La Posta Vieja.....	87
43	Caudais médios diários no rio Paraná, na estação Túnel (1950-1998).....	89
44	Modificações na parte interna da ilha do Bellaco (1955-2001).....	92
45	Modificações sofridas pelas ilhas entre 1955 e 1994 em um setor do rio Paraná.....	93
46	Estrutura do solo nas ilhas.....	96
47	Localização dos hidrômetros empregados para o cálculo das pendentes.....	100
48	Diferenças nos limites das parcelas e linha de ribeira na Paragem Calchines.....	103
49	Caudais médios diários no rio Paraná, estação Túnel (1950-1968).....	148
50	Caudais médios diários no rio Paraná, estação Túnel (1968-1974).....	148
51	Caudais médios diários no rio Paraná, estação Túnel (1974-1983).....	149
52	Caudais médios diários no rio Paraná, estação Túnel (1983-1989).....	149
53	Caudais médios diários no rio Paraná, estação Túnel (1989-1992).....	150
54	Caudais médios diários no rio Paraná, estação Túnel (1992-1998).....	150
55	Alturas hidrométricas no hidrômetro da cidade de Paraná (1950-1954).....	151
56	Alturas hidrométricas no hidrômetro da cidade de Paraná (1955-1959).....	151
57	Alturas hidrométricas no hidrômetro da cidade de Paraná (1960-1964).....	152
58	Alturas hidrométricas no hidrômetro da cidade de Paraná (1965-1969).....	152
59	Alturas hidrométricas no hidrômetro da cidade de Paraná (1970-1974).....	153
60	Alturas hidrométricas no hidrômetro da cidade de Paraná (1975-1979).....	153
61	Alturas hidrométricas no hidrômetro da cidade de Paraná (1980-1984).....	154
62	Alturas hidrométricas no hidrômetro da cidade de Paraná (1985-1989).....	154
63	Alturas hidrométricas no hidrômetro da cidade de Paraná (1990-1994).....	155

64	Alturas hidrométricas no hidrômetro da cidade de Paraná (1995-1999).....	155
65	Alturas hidrométricas no hidrômetro da cidade de Paraná (2000-2004).....	156
66	Alturas hidrométricas no hidrômetro da cidade de Paraná (2005-2007).....	156
67	Frequência de alturas hidrométricas no hidrômetro da cidade de Paraná (1950-1968)...	157
68	Frequência de alturas hidrométricas no hidrômetro da cidade de Paraná (1968-1974)...	157
69	Frequência de alturas hidrométricas no hidrômetro da cidade de Paraná (1974-1983)...	158
70	Frequência de alturas hidrométricas no hidrômetro da cidade de Paraná (1983-1989)...	158
71	Frequência de alturas hidrométricas no hidrômetro da cidade de Paraná (1989-1992)...	159
72	Frequência de alturas hidrométricas no hidrômetro da cidade de Paraná (1992-1998)...	159
73	Alturas hidrométricas no hidrômetro da cidade de Santa Fe (1950-1954).....	160
74	Alturas hidrométricas no hidrômetro da cidade de Santa Fe (1955-1959).....	160
75	Alturas hidrométricas no hidrômetro da cidade de Santa Fe (1960-1964).....	161
76	Alturas hidrométricas no hidrômetro da cidade de Santa Fe (1965-1969).....	161
77	Alturas hidrométricas no hidrômetro da cidade de Santa Fe (1970-1974).....	162
78	Alturas hidrométricas no hidrômetro da cidade de Santa Fe (1975-1979).....	162
79	Alturas hidrométricas no hidrômetro da cidade de Santa Fe (1980-1984).....	163
80	Alturas hidrométricas no hidrômetro da cidade de Santa Fe (1985-1989).....	163
81	Alturas hidrométricas no hidrômetro da cidade de Santa Fe (1990-1994).....	164
82	Alturas hidrométricas no hidrômetro da cidade de Santa Fe (1995-1999).....	164
83	Alturas hidrométricas no hidrômetro da cidade de Santa Fe (2000-2004).....	165
84	Alturas hidrométricas no hidrômetro da cidade de Santa Fe (2005-2007).....	165
85	Comparação temporal da linha de ribeira na ilha Carabajal (1994-1997).....	195
86	Comparação temporal da linha de ribeira na ilha Carabajal (1997-1997).....	195
87	Comparação temporal da linha de ribeira na ilha Carabajal (1999-2001).....	196
88	Comparação temporal da linha de ribeira na ilha Carabajal (2001-2003).....	196
89	Comparação temporal da linha de ribeira na ilha Carabajal (2003-2005).....	197
90	Comparação temporal da linha de ribeira na ilha Soperez (1994-1997).....	197
91	Comparação temporal da linha de ribeira na ilha Soperez (1997-1999).....	198
92	Comparação temporal da linha de ribeira na ilha Soperez (1999-2001).....	198
93	Comparação temporal da linha de ribeira na ilha Soperez (2001-2003).....	199
94	Comparação temporal da linha de ribeira na ilha Soperez (2003-2005).....	199
95	Comparação temporal da linha de ribeira na ilha La Posta Vieja (1994-1997).....	200
96	Comparação temporal da linha de ribeira na ilha La Posta Vieja (1997-1999).....	200

97	Comparação temporal da linha de ribeira na ilha La Posta Vieja (1999-2001).....	201
98	Comparação temporal da linha de ribeira na ilha La Posta Vieja (2001-2003).....	201
99	Comparação temporal da linha de ribeira na ilha La Posta Vieja (2003-2005).....	202
100	Afetação hídrica de 3,05m na parcela da ilha Carabajal.....	204
101	Afetação hídrica de 3,53m na parcela da ilha Carabajal.....	204
102	Afetação hídrica de 4,14m na parcela da ilha Carabajal.....	205
103	Afetação hídrica de 4,54m na parcela da ilha Carabajal.....	205
104	Afetação hídrica de 5,29m na parcela da ilha Carabajal.....	206
105	Afetação hídrica de 5,89m na parcela da ilha Carabajal.....	206
106	Afetação hídrica de 6,58m na parcela da ilha Carabajal.....	207
107	Afetação hídrica de 3,05m em umas parcelas da ilha Soperez.....	207
108	Afetação hídrica de 3,53m em umas parcelas da ilha Soperez.....	208
109	Afetação hídrica de 4,14m em umas parcelas da ilha Soperez.....	208
110	Afetação hídrica de 4,54m em umas parcelas da ilha Soperez.....	209
111	Afetação hídrica de 5,29m em umas parcelas da ilha Soperez.....	209
112	Afetação hídrica de 5,89m em umas parcelas da ilha Soperez.....	210
113	Afetação hídrica de 6,58m em umas parcelas da ilha Soperez.....	210
114	Afetação hídrica de 3,05m em umas parcelas da ilha La Posta Vieja.....	211
115	Afetação hídrica de 3,35m em umas parcelas da ilha La Posta Vieja.....	211
116	Afetação hídrica de 4,14m em umas parcelas da ilha La Posta Vieja.....	212
117	Afetação hídrica de 4,54m em umas parcelas da ilha La Posta Vieja.....	212
118	Afetação hídrica de 5,29m em umas parcelas da ilha La Posta Vieja.....	213
119	Afetação hídrica de 5,89m em umas parcelas da ilha La Posta Vieja.....	213
120	Afetação hídrica de 6,58m em umas parcelas da ilha La Posta Vieja.....	214
121	Processos de erosão e sedimentação no entorno da ilha Carabajal (1955-1968).....	216
122	Processos de erosão e sedimentação no entorno da ilha Carabajal (1968-1974).....	216
123	Processos de erosão e sedimentação no entorno da ilha Carabajal (1974-1983).....	217
124	Processos de erosão e sedimentação no entorno da ilha Carabajal (1983-1989).....	217
125	Processos de erosão e sedimentação no entorno da ilha Carabajal (1989-1992).....	218
126	Processos de erosão e sedimentação no entorno da ilha Carabajal (1992-1998).....	218
127	Processos de erosão e sedimentação no entorno da ilha Soperez (1955-1968).....	219
128	Processos de erosão e sedimentação no entorno da ilha Soperez (1968-1974).....	219
129	Processos de erosão e sedimentação no entorno da ilha Soperez (1974-1983).....	220

130	Processos de erosão e sedimentação no entorno da ilha Soperez (1983-1988).....	220
131	Processos de erosão e sedimentação no entorno da ilha Soperez (1988-1992).....	221
132	Processos de erosão e sedimentação no entorno da ilha Soperez (1992-1998).....	221
133	Processos de erosão e sedimentação no entorno da ilha La Posta Vieja (1955-1974).....	222
134	Processos de erosão e sedimentação no entorno da ilha La Posta Vieja (1974-1983).....	222
135	Processos de erosão e sedimentação no entorno da ilha La Posta Vieja (1983-1992).....	223
136	Processos de erosão e sedimentação no entorno da ilha La Posta Vieja (1992-1997).....	223
137	Afetação hídrica areal na ilha Carabajal.....	225
138	Afetação hídrica areal na ilha Soperez.....	225
139	Afetação hídrica areal na ilha La Posta Vieja.....	226
140	Localização da ilha Bergallo na área de análise.....	228
141	Afetação hídrica de 3,05m em umas parcelas na ilha Bergallo.....	228
142	Afetação hídrica de 3,53m em umas parcelas na ilha Bergallo.....	229
143	Afetação hídrica de 4,14m em umas parcelas na ilha Bergallo.....	229
144	Afetação hídrica de 4,54m em umas parcelas na ilha Bergallo.....	230
145	Afetação hídrica de 5,29m em umas parcelas na ilha Bergallo.....	230
146	Afetação hídrica de 5,89m em umas parcelas na ilha Bergallo.....	231
147	Afetação hídrica de 6,58m em umas parcelas na ilha Bergallo.....	231
148	Localização das ilhas próximas à Paragem Calchines na área de análise.....	232
149	Afetação hídrica de 3,05m numas parcelas nas ilhas próxima à Paragem Calchines.....	232
150	Afetação hídrica de 3,53m numas parcelas nas ilhas próxima à Paragem Calchines.....	233
151	Afetação hídrica de 4,14m numas parcelas nas ilhas próxima à Paragem Calchines.....	233
152	Afetação hídrica de 4,54m numas parcelas nas ilhas próxima à Paragem Calchines.....	234
153	Afetação hídrica de 5,29m numas parcelas nas ilhas próxima à Paragem Calchines.....	234
154	Afetação hídrica de 5,89m numas parcelas nas ilhas próxima à Paragem Calchines.....	235
155	Afetação hídrica de 6,58m numas parcelas nas ilhas próxima à Paragem Calchines.....	235
156	Localização da ilha Correntinas na área de análise.....	236
157	Afetação hídrica de 3,05m em umas parcelas na ilha Correntinas.....	236
158	Afetação hídrica de 3,53m em umas parcelas na ilha Correntinas.....	237
159	Afetação hídrica de 4,14m em umas parcelas na ilha Correntinas.....	237
160	Afetação hídrica de 4,54m em umas parcelas na ilha Correntinas.....	238
161	Afetação hídrica de 5,29m em umas parcelas na ilha Correntinas.....	238
162	Afetação hídrica de 5,89m em umas parcelas na ilha Correntinas.....	239

163	Afetação hídrica de 6,58m em umas parcelas na ilha Correntinas.....	239
164	Localização da ilha El Vado na área de análise.....	240
165	Afetação hídrica de 3,05m na parcela da ilha El Vado.....	240
166	Afetação hídrica de 3,53m na parcela da ilha El Vado.....	241
167	Afetação hídrica de 4,14m na parcela da ilha El Vado.....	241
168	Afetação hídrica de 4,54m na parcela da ilha El Vado.....	242
169	Afetação hídrica de 5,29m na parcela da ilha El Vado.....	242
170	Afetação hídrica de 5,89m na parcela da ilha El Vado.....	243
171	Afetação hídrica de 6,58m na parcela da ilha El Vado.....	243
172	Localização da ilha Bellaco na área de análise.....	244
173	Afetação hídrica de 3,05m em umas parcelas da ilha El Bellaco.....	244
174	Afetação hídrica de 3,53m em umas parcelas da ilha El Bellaco.....	245
175	Afetação hídrica de 4,14m em umas parcelas da ilha El Bellaco.....	245
176	Afetação hídrica de 4,54m em umas parcelas da ilha El Bellaco.....	246
177	Afetação hídrica de 5,29m em umas parcelas da ilha El Bellaco.....	246
178	Afetação hídrica de 5,89m em umas parcelas da ilha El Bellaco.....	247
179	Afetação hídrica de 6,58m em umas parcelas da ilha El Bellaco.....	247

LISTAGEM DE QUADROS

1	Características hidrológicas dos maiores rios aluviais.....	14
2	Produtos cartográficos produzidos pela <i>Dirección Nacional de Vías Navegables</i> que cobrem à área de análise.....	39
3	Registros digitais das imagens LANDSAT (227-82) na área de análise.....	40
4	Registros fotográficos na área de análise.....	41
5	Informação técnica dos hidrômetros registrados na <i>Dirección Nacional de Vías Navegables</i>	48
6	Imagens de satélite e registros de alturas hidrométricas próximos à linha de ribeira.....	49
7	Imagens de satélite com diferentes registros de alturas hidrométricas.....	53
8	Alturas hidrométricas nos registros fotográficos das áreas de estudo.....	55
9	Magnitude dos processos de erosão-sedimentação na região da ilha Carabajal.....	68
10	Magnitude dos processos de erosão-sedimentação na ilha Soperez.....	70
11	Magnitude dos processos de erosão-sedimentação na ilha La Posta Vieja.....	73
12	Magnitude da afetação hídrica na ilha Carabajal.....	75
13	Magnitude da afetação hídrica na ilha Soperez.....	75
14	Magnitude da afetação hídrica na ilha La Posta Vieja.....	75
15	Alturas hidrométricas, tempo de ascensão e permanência das enchentes.....	88
16	Relação dos caudais máximo das enchentes e o caudal médio num período de 5 anos....	90
17	Celeridade dos picos de enchentes acontecidos desde 1950 até 1998.....	91
18	Informação técnica dos hidrômetros registrados na Subsecretaria de Recursos Hídricos da Nação.....	98
19	Pendente da cota da linha de ribeira e hidrológica entre Brugo, Paraná e Diamante.....	99
20	Dados cadastrais das parcelas localizadas na área de análise.....	117
21	Inconsistências cadastrais nas parcelas do Distrito Santa Rosa de Calchines.....	179
22	Inconsistências cadastrais nas parcelas do Distrito Arroyo Leyes.....	181
23	Inconsistências cadastrais nas parcelas do Distrito San José del Rincón.....	183
24	Inconsistências cadastrais nas parcelas do Distrito Santa Fe.....	183
25	Inconsistências cadastrais nas parcelas do Distrito Sauce Viejo.....	188

LISTAGEM DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAD	Desenho Assistido pelo Computador
DNVN	<i>Dirección Nacional de Vias Navegables</i>
FICH	<i>Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas</i>
FIG	Federação Internacional de Geômetras
GFP	Grupo Fotográfico da cidade de Paraná
GPS	Sistema de Posicionamento Global
IGM	<i>Instituto Geográfico Militar</i>
INA	<i>Instituto Nacional del Agua</i>
INALI	<i>Instituto Nacional de Limnologia</i>
INTA	<i>Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria</i>
MAH	<i>Ministerio de Asuntos Hídricos</i>
MOP	<i>Ministerio de Obras Públicas</i>
SCIT	<i>Servicio de Catastro e Información Territorial</i>
UCSF	<i>Universidad Católica de Santa Fe</i>
UNL	<i>Universidad Nacional del Litoral</i>

RESUMO

GARDIOL, M. R. *Impacto das grandes enchentes na estrutura fundiária da planície aluvial do rio Paraná, na Argentina*. Florianópolis, 2008, 254 p. – UFSC, Santa Catarina.

Nesta pesquisa se propõe mostrar o impacto das grandes enchentes na estrutura fundiária das ilhas que compõem a planície aluvial do rio Paraná (Argentina). Estabeleceram-se procedimentos cartográficos para dimensionar os processos de erosão e sedimentação acontecidos em diferentes datas temporais, estimar a superfície de afetação e tempo de permanência de diferentes níveis hidrométricos e caracterizar a dinâmica geométrica dos processos de erosão e sedimentação. Dos resultados obtidos se pode especificar que as grandes enchentes afetam em diferente grau e forma à estrutura fundiária (nas margens e parte internas das ilhas), porém, em determinadas situações os períodos de caudais baixos podem produzir grandes modificações. A superfície das ilhas é afetada em diferente percentagem (muito variável) segundo a altura dos níveis hidrométricos. Uma maior ou menor capacidade hidrosedimentológica dos cursos determina uma maior ou menor dinâmica e evolução nas planícies aluviais, que influem na informação disponível na base de dados gráfica e numérica cadastrais.

Palavras chaves: enchentes – afetação - estrutura fundiária - planície aluvial - rio Paraná.

ABSTRACT

GARDIOL, M. R. *Impacto das grandes enchentes na estrutura fundiária da planície aluvial do rio Paraná, na Argentina*. Florianópolis, 2008, 254 p. – UFSC, Santa Catarina.

The purpose of this research project is to show the impact major floods have on the plat parcels located in the islands forming the Paraná River alluvial plain. Cartographic procedures were set in order to ascertain the erosion and sedimentation processes produced during different periods of time, estimate the affected area and the time of persistence for various hydrometric levels, and characterize the geometric dynamics of the erosion and sedimentation processes. After results had been reached, we were able to determine that the major floodings affect the plat parcels at different levels and in several ways (along the river banks and the inner portions of the islands), and we also confirmed that under certain conditions, during low river flow seasons, important modifications may occur. At the same time, the land of the islands is affected at different, very variable rates, according to the height of hydrometric levels. The higher or lower levels of the hydrosedimentologic capacity of the rivers determine higher or lower alluvial plain dynamics and evolution which impact on the information available in the graphic and numeric plats database.

Keywords: flood – affectation – plat parcels – alluvial plain – Paraná river

RESUMEN

GARDIOL, M. R. *Impacto das grandes enchentes na estrutura fundiária da planície aluvial do rio Paraná, na Argentina*. Florianópolis, 2008, 254 p. – UFSC, Santa Catarina.

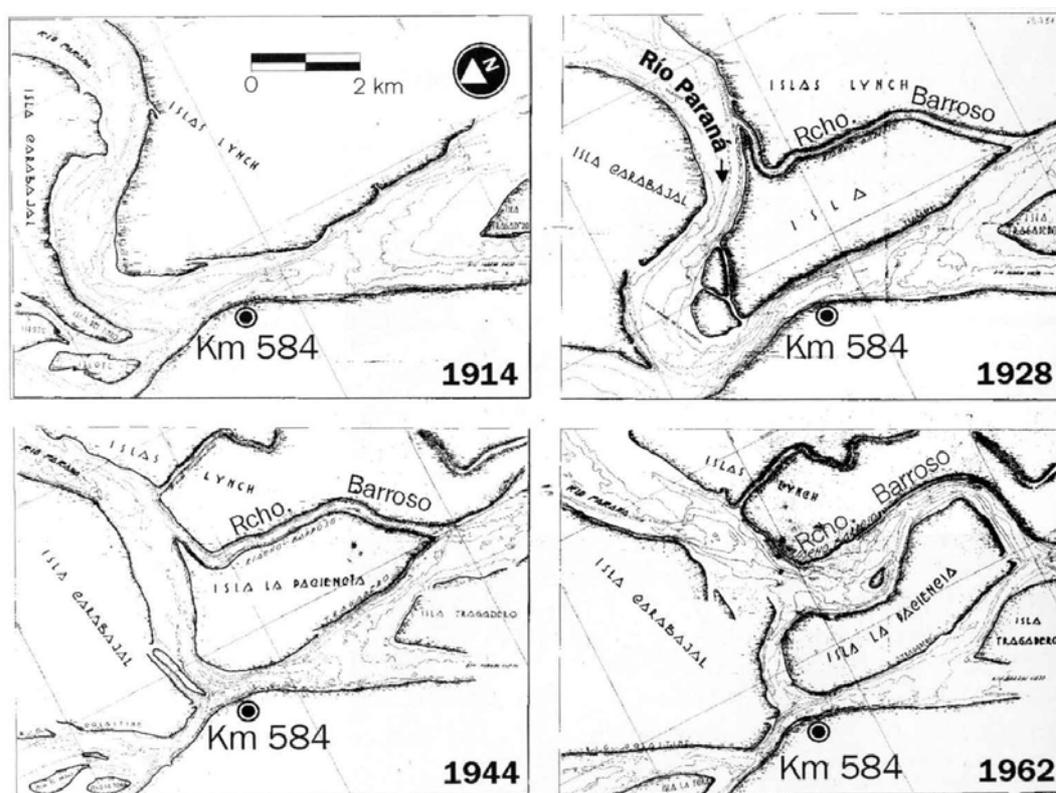
En esta investigación se propone demostrar el impacto de las grandes inundaciones en las parcelas catastrales ubicadas en las islas que componen la planicie aluvial del río Paraná (Argentina). Se establecieron procedimientos cartográficos para dimensionar los procesos de erosión y sedimentación producidos en diferentes períodos de tiempo, estimar la superficie de afectación y tiempo de permanencia de diferentes niveles hidrométricos y caracterizar la dinámica geométrica de los procesos de erosión y sedimentación. De los resultados obtenidos se pudo especificar que las grandes inundaciones afectan en diferente grado y forma a las parcelas catastrales (en las márgenes y partes internas de las islas), sin embargo, ante determinadas circunstancias en los períodos de caudales bajos se pueden producir grandes modificaciones. También la superficie de las islas es afectada en diferentes porcentajes (muy variables) según la altura de los niveles hidrométricos. La mayor o menor capacidad hidrosedimentológica de los cursos determina una mayor o menor dinámica y evolución en las planicies aluviales que influyen en la información disponible en la base de datos gráfica e numérica catastrales.

Palabras claves: inundación – afectación – parcelas catastrales- planicie aluvial - río Paraná.

1 – INTRODUÇÃO, PROBLEMA E OBJETIVOS

1.1 - INTRODUÇÃO

O rio Paraná, de acordo com a sua descarga de caudal é o terceiro em importância na América do Sul e o sexto a nível mundial. Tal capacidade de descarga e de transporte de sedimentos origina processos de erosão e sedimentação que produzem modificações nas ilhas da planície aluvial do próprio rio. (Figura 1).



Fonte: RAMONELL et al. (2000).

FIGURA 1: Modificações temporais produzidas nas ilhas do curso principal do rio Paraná.

Sua capacidade de modificação é maior nas épocas das enchentes. E especificamente, o rio Paraná sofreu nos últimos 30 anos, três grandes enchentes (1982-1983, 1992 e 1998) que alcançaram ou superaram os $50.000 \text{ m}^3/\text{s}$. Outra enchente que alcançara quase esses valores no século foi à de 1905.

Como conseqüência, a estrutura fundiária localizada nessa planície aluvial deveria haver sofrido maiores transformações. No entanto é preciso conhecer o grau e distribuição de tais

afetações, para desta forma, ter informação que contribuiria na definição das políticas de gestão territorial e de avaliação cadastral.

Por conseguinte, a presente proposta de pesquisa tem como fim zonear os processos de erosão e sedimentação produzidos pelas grandes enchentes acontecidas nos últimos 30 anos para estimar seus efeitos na estrutura fundiária das ilhas que compõem a planície aluvial do rio Paraná. Propõe-se como área de estudo a região próxima às cidades de Santa Fe e Paraná.

Além de analisar os graus de afetação hídrica sofrida pelas ilhas, a dinâmica geométrica dos processos de erosão e sedimentação, a relação dos processos de erosão e sedimentação com as alturas hidrométricas e o cadastro e linha de ribeira nas ilhas da planície aluvial do rio Paraná.

As planícies aluviais foram pormenorizadas desde diferentes ciências, como ser: geologia, geomorfologia, hidrologia, química, ecológica, biologia, limnologia, entre outras. Não obstante, até a atualidade não foram desenvolvidas pesquisas relacionadas ao cadastro e especificamente nas afetações que produz as enchentes na estrutura fundiária.

1.2 - PROBLEMA A SER PESQUISADO

As planícies aluviais estão conformadas por materiais desagregados que o mesmo rio previamente transportou e depositou. Como esse material não se encontra consolidado é facilmente afetado pela ação da própria água do rio.

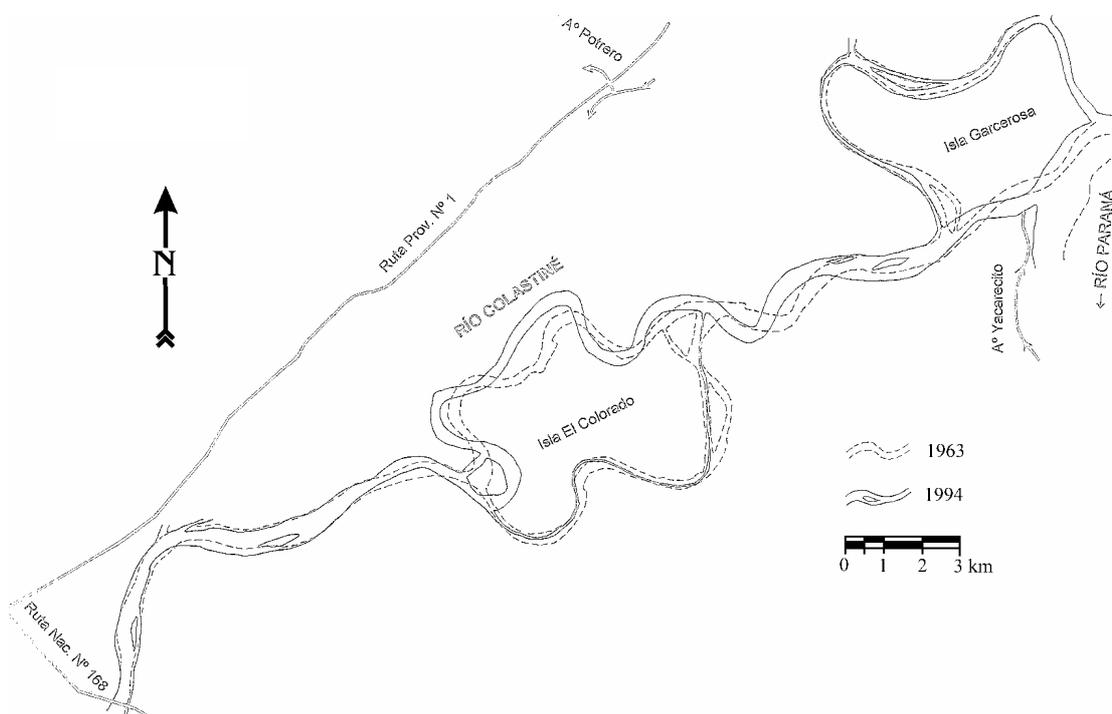
Neste ponto, SCHMUDDE (1968), especifica que “as planícies aluviais se encontram entre as superfícies topográficas mais dinâmicas. Esta qualidade se deve às inter-relações entre a dinâmica de uma série de processos que constituem um sistema fluvial e os ajustes que o mesmo faz sobre os caudais sólidos e líquidos que derivam de sua bacia imbrífera”.

A magnitude e frequência dos caudais líquidos e sólidos determinam que existam períodos com uma descarga efetiva do rio elevada ou baixa. E segundo as particularidades dessa descarga, ela produz processos de erosão e sedimentação em diferentes graus e forma que influem na formação da superfície topográfica da planície.

Como conseqüência, as geformas geradas na planície apresentam diferentes percentagens de sedimentos (areia, argila e lama), as quais vão evoluindo de acordo com o grau de relação entre os cursos hidrográficos principais, secundários ou terciários.

Especificamente, quando as águas se mantêm dentro das próprias margens do curso acontecem modificações nas ilhas que compõem as margens do curso, nas ilhas internas ao curso, na geração de ilhas novas, na largura dos cursos principais e secundários, etc. (Figura 2).

Quando o nível hidrométrico atingido pelo rio supera a altitude das próprias margens começa a inundação das ilhas, onde aumenta a intercomunicação entre as partes baixas, lagoas e cursos internos temporários ou permanentes, a dimensão dos corpos de água e o efeito sobre a biótica existente na ilha. Além disso, produz modificações na altitude e relevo da ilha que, principalmente, são originadas pela sedimentação do material transportado pela própria água.



Fonte: RAMONELL e AMSLER (2003).

FIGURA 2: Modificações temporais produzidas em cursos secundários do rio Paraná.

BONETTO e WAIS (1990), manifestam que “na enchente anual, na sua fase de ascenso e descenso, as águas vão lavrando as planícies aluviais”.

Porém, se o nível hidrométrico corresponder a uma enchente extraordinária, as modificações podem ser maiores na biótica, nas lagoas e nos cursos internos, nas ilhas e nos cursos principais e secundários da planície aluvial.

Analisando as conseqüências que produzem as magnitudes e permanência dos níveis hidrométricos, e especialmente nas enchentes, podemos enunciar o seguinte:

- Os hábitat mudam horizontalmente e verticalmente acorde aos níveis de água (JUNK et al., 1989).
- Os hábitat modificam suas condições físicas (concentração de sólidos suspensos, permeabilidade lumínica, térmica, densidade da água) e químicas (concentração de nutrientes, de gases dissolvidos, salinidade total, etc.) (NEIFF, 1990).
- As comunidades vegetais são afetadas na distribuição, estrutura e dinâmica (FRITSCHY, 2000).
- Os graus e tipos de conexão dos ambientes lenticos ou leníticos e como assim também o intercâmbio de materiais entre o rio e as lagoas, constituem um fator importante não somente na dinâmica evolutiva, mas também no comportamento físico, químico, biológico dos corpos de água lenticas ou leníticas (DRAGO, 1981).
- As águas estacionárias permanentes e semi permanentes localizadas nos meandros abandonados, depressões de velhos meandros, pântanos e cursos residuais do curso do rio se acrescentam e reduzem ao ritmo do ciclo anual das enchentes (WELCOME, 1992).
- A bioprodutividade dos rios, nos tempos de diminuição dos níveis do rio, a água leva grande quantidade de matéria orgânica, vegetação flutuante, importante quantidade de plâncton e peixes desde a lhanura aluvial ao rio (BONETTO et al., 1989).
- Embora a altura da planície aluvial raramente seja maior que um 10 % da altura, pode ser significativa na formação de micro relevo que dá personalidade à superfície da planície aluvial (SCHMUDDE, 1968).

Porém, tais modificações também podem encontrar-se condicionadas ou influenciadas pelas características tectônicas e litológicas das rochas preexistentes na bacia, pelo ciclo hidrológico do próprio rio (que pode ser úmido ou seco, e ter na média níveis hidrométricos altos ou baixos) e pelas ações direta ou indireta que os homens executam no curso e na bacia hidrográfica.

A respeito do rio Paraná, segundo FRISTCHY (2000), as enchentes compõem o fenômeno modelador do vale atual por excelência e a maior atividade se manifesta durante as enchentes, especialmente nas excepcionais. Também DRAGO (1976), especifica que a morfologia original da planície resulta modificada por uma ou várias enchentes produzindo às vezes alterações importantes, sobretudo no curso e nas áreas adjacentes.

Resumindo, os rios apresentam um regime hidrológico anual e uma capacidade de transporte que vão definindo a dinâmica e evolução das planícies aluviais por meio de processos de erosão e sedimentação. Quando acontece uma enchente extraordinária, onde os níveis hidrométricos e o transporte dos materiais são elevados, tais processos possuem uma maior capacidade de modificação.

Conseqüentemente, esta situação obriga que ao estabelecer políticas de gestão territorial, seja preciso conhecer de que forma e em que proporção é afetada a estrutura fundiária que se encontra localizada na planície aluvial. Tais políticas devem dar resposta às perguntas a seguir:

- Quais parcelas foram afetadas? Aquelas que se encontram mais perto do curso principal ou não?
- Foram afetadas mais pela erosão ou pela sedimentação?
- Em que percentagem?
- Foram afetadas mais na superfície areal ou na altitude?
- Quanta superfície é afetada nos diferentes níveis hidrométricos?
- Quanto tempo tais superfícies são afetadas?

1.2.1 - Justificativa

Os grandes rios aluviais têm sempre representado um importante papel na vida dos homens. Todas as grandes e antigas civilizações eram erguidas nas margens dos grandes rios aluviais, tais como: o Nilo, o Indo, o Amarelo e o Eufrates.

Os homens têm se esforçado constantemente para dominar os regimes hidrológicos em benefício da agricultura. Essa tendência se acentua a tal ponto que as obras de represamentos e canalizações, como assim também o desmatamento da floresta e degradação das terras da bacia, têm deixado poucos cursos de rios e planícies inalteradas.

Especificamente na planície aluvial do rio Paraná, CEIRANO et al. (2000), destacam que desde o ano de 1886 até 1952 foi se fazendo uma progressiva ocupação do vale aluvial, mediante obras de rodovias, ferrovias e terraplenagens artificiais. Também, RAMONELL et al. (2000), especificam que nos últimos anos o rio esteve submetido a uma crescente pressão do homem e que no futuro vai ser maior.

Como conseqüência, ao definir políticas de gestão e administração nesta planície (que apresenta uma superfície de 33.000 km²) obriga-se a possuir informação detalhada e precisa dos elementos que se encontram e das possíveis afetações ou riscos, que podem se apresentar nesse território, a fim de definir as características produtivas e a potencialidade da planície.

Neste momento, as atividades econômicas que se desenvolvem no vale atual do rio Paraná são de tipo primária e extrativa, com destaque das seguintes:

- A pecuária de recria e engorde, é feita sobre as pastagens naturais das ilhas e com uma atividade estacional segundo os períodos hidrológicos.
- A exploração apícola, atualmente em alguns estados, permitiu duplicar a produção mediante a combinação na localização das colméias em terra firme-zona de ilha.
- A exploração de madeiras mole-semidura, os bosques nativos localizados nos albardões do leito maior exibem na cobertura densa uns 700-1.500 indivíduos/hectare e representam um 15 % (numa superfície de 131.000 hectares).
- O turismo rural, ecológico e de caça e pesca, permite o desenvolvimento das economias locais tanto dos produtores agropecuários como das empresas turísticas, gerando emprego e fomentando a permanência no ambiente rural.
- A pesca comercial é fonte de ingressos para muitas famílias que residem nas proximidades ou na própria planície aluvial.

Porém, não se dispõe de informação detalhada sobre a potencialidade das diferentes atividades; por exemplo: a quantidade ótima de gado bovino por hectare a ingressar na ilha, a distribuição de colméias, a localização de setores específicos para a implementação de infraestrutura para o desenvolvimento das atividades relacionadas ao turismo rural ou ecológico, entre outras.

Além disso, o acréscimo das atividades econômicas do Mercosul tem influenciado no aumento do tráfego nas atuais rodovias que atravessam a planície aluvial. Por conseqüência, estão se fazendo remodelações transformando as rodovias a em auto-estradas (por exemplo, na rodovia federal que comunica as capitais dos estados de Santa Fe e Entre Rios) ou se esta projetando novas rodovias que comuniquem diferentes cidades localizadas nas margens da planície aluvial (este é o caso das cidades de Reconquista no estado de Santa Fe e de Goya no estado de Corrientes).

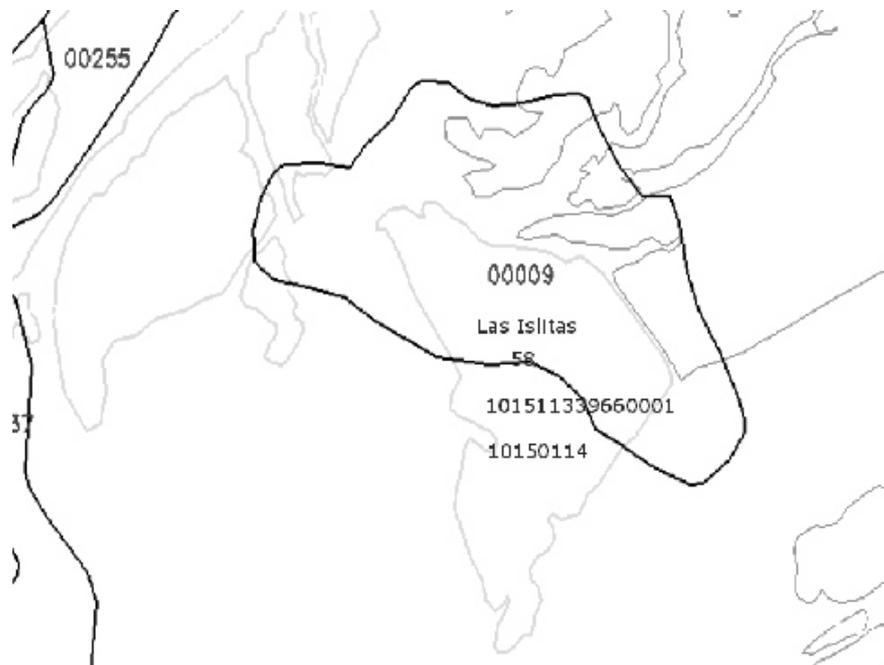
Da mesma maneira, essa situação se apresenta na própria via navegável do rio Paraná, onde os governos estaduais que limitam com a planície aluvial estão fomentando o desenvolvimento da Hidrovia. Nesse ponto, o governo do estado de Santa Fe, já começou os trâmites administrativos para a expropriação das terras localizadas na planície aluvial, para o posterior deslocamento do porto da cidade de Santa Fe à margem direita do rio Paraná.

Por outro lado, os cadastros estaduais precisam dispor de uma base cartográfica atualizada e de um ordenamento na situação legal e impositiva das ilhas que compõem a planície aluvial. Este ordenamento é mais complexo nos setores que apresentam um maior dinamismo devido aos processos de erosão e sedimentação produzidos na própria planície.

Na Figura 3, pode se apreciar que ao comparar uma cartografia atual dos limites das ilhas (de cor cinzento) que compõem a planície aluvial não concordam com o limite legal das mesmas (de cor preto).

Conseqüentemente, o ordenamento dos registros gráficos e legais da planície permitiria implementar políticas nas ilhas fiscais e nas que se encontrassem em processo de formação (banco-ilha), para sua posterior venda, arrendamento ou fideicomisso.

Respeito às afetações ou riscos que apresenta o território destacado, os mesmos estão relacionados às atividades hidro sedimentológicas do próprio rio Paraná e, fundamentalmente, às enchentes extraordinárias. Por isso, ao localizar e dimensionar os processos de erosão e sedimentação produzidos na planície e, estabelecer a afetação e permanência dos diferentes níveis hidrométricos, permitiria delimitar “áreas de afetação hídrica”.



Fonte: SCIT (2003).

FIGURA 3: Situação cartográfica e legal das ilhas do rio Paraná.

Elas contribuiriam na ordenação territorial, já que ao conhecer o grau de afetação hídrica na estrutura fundiária se determinariam medidas preventivas ou paliativas, como ser: setores mais favoráveis para localizar novas rodovias e portos, planejamento de novos assentamentos de população, planejamento e proteção de áreas ou locais arqueológicos e de reservas naturais ou áreas protegidas, definição de áreas ótimas segundo o uso produtivo (pecuária, apícola, florestal, ictícola, áreas silvestre e turística) ou uso criativo, entre outras.

Toda essa situação, não somente forneceria informação aos diferentes setores dos governos federais, estaduais e municipais encarregados de determinar políticas de ordenação territorial, de administração de terras, de recursos naturais, de políticas impositivas e tributárias e de ocupação ou domínio, como assim também contribuiria as empresas nacionais e internacionais interessadas no desenvolvimento de empreendimentos produtivos, cooperativas, associações de produtores e particulares em geral.

1.2.2 – Hipótese a ser avaliada

- a) Se as grandes enchentes produzidas no rio Paraná geram processos de erosão/sedimentação nas ilhas da planície aluvial, então se espera que a estrutura fundiária tenha sofrido modificações em diferente grau e forma.

1.3 - OBJETIVOS

1.3.1 - Objetivo geral

Zonear os processos de erosão/sedimentação acontecidos nos últimos 30 anos em lugares representativos do rio Paraná, para estabelecer a influência das grandes enchentes na estrutura fundiária das ilhas que compõem a planície aluvial.

1.3.2 – Objetivo específico

- Zonear os processos de erosão/sedimentação nas margens e setores internos das ilhas para identificar as modificações nas áreas e altitude produzidas na estrutura fundiária.
- Estimar a superfície de afetação e tempo de permanência dos diferentes níveis hidrométricos para estabelecer relações que contribuiriam nos processos de avaliação cadastral.
- Caracterizar a dinâmica geométrica dos processos de erosão/sedimentação segundo os níveis hidrométricos para comparar o efeito produzido em cada um dos diferentes níveis hidrométricos.

2 - REVISÃO CONCEITUAL

2.1 - AS PLANÍCIES ALUVIAIS

Para expressar o significado das planícies aluviais, os diferentes profissionais geralmente fazem uma descrição onde acentuam o próprio perfil profissional (como ser: geomorfológico, hidrológico, ambiental ou topográfico). Mas, no desenvolvimento das planícies aluviais todas estas ciências interagem conjuntamente, por tanto, a definição deveria ser abrangente.

Neste ponto, DRAGO (1976), define a uma planície aluvial como “uma faixa de terreno que acompanha o rio, com uma superfície topograficamente uniforme, e que é coberta total ou parcialmente pelas águas durante os períodos de enchente”.

LEOPOLD et al. (1964), estabelecem que em uma típica planície aluvial se encontram as seguintes características:

- O curso do rio.
- Lagoas com forma de ferraduras, as quais representam a porção do corte na curva dos meandros.
- Bancos de ponta, local de deposição no lado convexo da curva do rio.
- Espiras de meandros, depressões e elevações no lado convexo de curvas formadas na migração lateral do curso vale abaixo e em direção à margem côncava.
- Lamaçal, áreas de águas mortas, formada entre as depressões das espiras de meandros e a parede do vale, que os fluxos das enchentes movem diretamente vale abaixo.
- Albardões, curvas elevadas ou crista acima da superfície na planície aluvial adjacente ao curso, usualmente contem materiais grossos depositados dos fluxos das enchentes em cima das margens dos cursos. São freqüentemente construídas na margem côncava. Onde a maioria da carga em transito é de grão fino, os albardões podem estar ausentes ou quase imperceptíveis.
- Depósitos nos pântanos de atrás, depósitos de desborde de sedimentos finos depositados na diminuição das águas entre os albardões e as paredes do vale ou terraço elevado.
- Areias de derrame, depósitos de escombros da enchente usualmente de partículas de areia grossa em forma de derrames ou escombros espalhados.

Porém, a distribuição, a densidade, a extensão, o predomínio ou carência dos elementos ou características morfológicas previamente expostas estão relacionadas à capacidade de modificação (erosão, deposição e transporte) do próprio rio nos materiais depositados na planície aluvial.

Mas essa capacidade de modelagem dos rios nas planícies aluviais tem diferentes limitantes ou condições. Como ser: as mudanças geodinâmicas da superfície da bacia (DUMONT, 1994), afetação do afloramento de argila, pedregulho, tributários e deformação tectônica (SCHUMM et al., 1994), as relações existentes entre a pendente, o tamanho de grão dos sedimentos presentes e a hidrologia da bacia (IRIONDO, 1985), o caudal da matéria que transporta o rio (NEIFF, 1990), o material de composição das ilhas (SCHMUDDE, 1968), a atividade dos homens, tais como a construção de barragem e sistemas de irrigação (BUCHANAN, 1994), entre outras.

No caso da migração dos cursos dos rios Ganges e Brahmaputra (no Bangladesh), WINKLEY et al. (1994), detalham que os movimentos tectônicos, as enchentes catastróficas, a alta carga de sedimentos e as modificações dos homens têm contribuído significativamente na rapidez e magnitude da atividade nos cursos.

Resumindo, a tectônica e a litologia das rochas produz um encaminhamento dos cursos da bacia e o clima produz diferentes percentagens e concentrações de chuvas na extensão da bacia. O escorregamento da água sobre a superfície do solo gera um maior ou menor transporte dos sedimentos ao curso principal e, posteriormente ao chegar a um relevo plano começa a deposição do material, que dá origem às planícies aluviais.

E no transcorrer do ano, as percentagens e concentrações de chuvas podem mudar, originando maiores ou menores caudais de água que transportam os sedimentos. O próprio rio ajusta a profundidade, largura e comprimento a fim de estabelecer seu equilíbrio e produz novas erosões e deposições que transforma a paisagem das planícies aluviais.

Por tanto, podemos concluir que as modificações nas planícies aluviais estão diretamente relacionadas ao clima/hidrologia e a sua geologia/litologia.

2.1.1 - Características geológicas e geomorfológicas

A geologia e a litologia das rochas que compõem a base da bacia hidrográfica tem influência no comportamento do rio e na planície aluvial. Como exemplo, podemos citar:

- No baixo Mississipi (USA), os controles geométricos e geológicos que influem na hidrologia local e atividade dos sedimentos, não promovem um bom fluxo para o transporte e uma adequada profundidade de navegação (WINKLEY, 1994).
- No rio Sacramento (USA), o controle estrutural exerce uma deformação do fundo do vale e mudanças na pendente do vale, e os controles litológicos influem fortemente na dinâmica local do rio e proporcionam um ajustamento da plataforma (FISCHER, 1994).
- O rio Magdalena (Colômbia), tem a bacia de drenagem numa área extremamente tectônica e vulcânica ativa; por tanto, os gradientes do canal, a hidráulica, o carregamento de sedimentos e a geometria local têm iniciado muitos problemas na navegação (WINKLEY et al., 1994).
- O rio Indo (Paquistão), tem um caráter e comportamento temporal condicionado pela segmentação tectônica que controla a pendente do vale e a proporção de sedimentação (JORGENSEN et al., 1994).
- No rio Amazona (Brasil), as deformações tectônicas (na forma de estruturas de arco e vale inclinado) têm influenciado no desenvolvimento do sistema da planície aluvial (MERTES et al., 1996).
- O rio Murray (Austrália), tem uma variabilidade morfológica muito alta, que origina modificações importantes nas dimensões do canal, plataforma e característica da planície aluvial (RUTHERFURD, 1994).

STEVENS (1994), destaca que “além dos eventos naturais (sobrecarga de sedimentos liberados pela erupção do vulcão Galunggung) do rio Citanduy (na Indonésia) e das ações artificiais (23 cortes de meandros para o lineamento do curso e diversas barragens) permanece estável, e ficará assim, já que possui um leito e bancos de argila dura”.

Respeito à formação da superfície nas planícies aluviais, LEOPOLD et al. (1964) e SCHMUDDE (1968), especificam que são produzidas por duas classes de depósitos: a) de bancos, no curso do rio e b) de enchente, nas margens do rio e no interior da planície aluvial.

Esses depósitos estão relacionados à ação de erosão, deposição e transporte, produzido na evolução do próprio curso e que originaram diferentes geofórmulas ou geofácies (albardões, espiras de meandros, áreas deprimidas, lagoas, etc.) que podem agrupar-se em diferentes unidades geomorfológicas.

Na comparação que fez IRIONDO (1988), entre os sistemas fluviais da Amazona e o Paraná, estabeleceu o seguinte:

- A geologia e o clima das bacias são claramente diferentes.
- Alguns dos produtos nos sistemas fluviais apresentam diferenças perfeitas como a descarga de água e sedimentos e a mineralogia da argila.
- A concentração nos sais e sedimentos suspensos são muito semelhantes.
- A granulométrica no fundo dos cursos é muito similar.
- As duas planícies aluviais, em uma forma notável, são semelhantes nas unidades geomorfológicas.

Analisando o apresentado por IRIONDO, podemos destacar que os rios Amazona e Paraná apesar da geologia, do clima, do caudal e do transporte de sedimentos entre os dois rios serem diferentes, as unidades geomorfológicas geradas são similares; porém, as geofórmulas ou geofácies apresentadas terão diferentes características morfológicas.

DRAGO (1990), fez a comparação do Baixo Paraguai e do Paraná Meio e estabeleceu que “existem maiores diferenças entre a pendente, a descarga de água, a carga de sedimentos de fundo e suspenso nos dois hidro sistemas, que produzem diversas formas nos padrões do canal e da planície aluvial. Na planície aluvial do Baixo Paraguai as formas da planície de meandros cobrem 92 % e a planície de albardões 1,7 %. Ao invés, na planície aluvial do Paraná Meio as formas da planície de albardões cobrem 25 % e a planície de meandro 20 %”.

Neste caso, os dois rios que pertencem à mesma bacia possuem uma mesma geologia e clima, mas a diferença de caudal e transporte de sedimentos produz diferentes percentagens nas geofórmulas e evolução nas unidades geomorfológicas. Isto destaca a estreita relação existente entre a evolução das planícies aluviais e a dinâmica fluvial.

2.1.2 - Características hidrológicas

O clima influi diretamente no regime hidrológico dos rios, modificando os valores dos caudais ou descargas do próprio rio (Quadro 1). Apesar disso, a capacidade de modificação do rio se encontra relacionada à magnitude e frequência dos caudais líquidos e sólidos que acontecem no próprio rio.

QUADRO 1 – Características hidrológicas dos maiores rios aluviais.

Rio / País	Descarga média (x 1.000) m ³ /s	Comprimento km	Área drenagem (x 1.000) km ²	Sedimentos milhão tn/ano
1. Amazona / Brasil	180,00	6.450	6.900	900
2. Zaire / Zaire	42,00	4.667	3.700	70
3. Padma / Bangladesh	38,96	2.900	2.049	1927
4. Orinoco / Venezuela	36,00	2.062	899	352
5. Yangtze / China	34,00	5.987	1.943	970
6. Paraná / Argentina	22,00	3.943	2.305	88
7. Brahmaputra / Bangladesh	20,00	2.897	935	726
8. Amarelo / China	19,82	5.462	751	1.600
9. Yenisey / Rússia	19,00	4.129	2.699	
10. Ganges / Índia	19,00	2.506	1.114	1.451
11. Mississippi-Missouri / USA	18,01	6.260	3.212	330
12. Mahanadi / Índia	17,26	900		99
13. Zambezi / Moçambique	16,01	3.540	1.329	100
14. Lena / Rússia	15,49	4.828	3.028	80
15. Mekong / China-Vietnam	15,01	4.184	704	187

Fonte: SCHUMM e WINKLEY (1994). (no original se apresentam 50 rios)

Neste ponto, AMSLER e RAMONELL (2002), destacam que a característica que integra o regime hidrológico e sedimentológico em um período de escala média é denominada como “descarga dominante” (Q_d) ou “descarga efetiva” de uma corrente fluvial, a qual produz diferentes modificações na morfologia do próprio curso, como são: a sinuosidade do talvegue, a largura média do curso, a percentagem de erosão/sedimentação nas margens, etc.

Também, WELCOME (1992), detalha que “a matéria de suspensão transportada por um rio em relação com o caudal é um índice de estabilidade do sistema. Os rios que transportam uma grande quantidade de sedimento respeito a seu caudal tendem a ser instáveis com leitos cambiantes e com rápidas evoluções nas zonas de alagamentos”.

Com relação ao fornecimento de sedimentos ao curso principal, AMSLER e PRENDES (2000), determinam que “está relacionado à erosão laminar e em sulcos que acontece na bacia, e que depende de uma série de fatores e processos físicos, como ser:

- Pendente da superfície da bacia.
- Cobertura vegetal.
- Tipo de solo.
- Intensidade e distribuição das precipitações.
- Tamanho da gota de chuva, etc”.

Geralmente, os rios apresentam no regime hidrológico anual um só pico de caudal. Mas existem outros casos, como o rio Zaire que tem dois picos de caudal no ano (JUNK et al., 1989) e o rio Brahmaputra que normalmente tem três altos caudais por ano (WINKLEY et al., 1994).

Quando o caudal do rio se mantém dentro das próprias margens do curso as principais modificações acontecem no fundo do leito, nas margens do curso, e nas ilhas internas ao curso e nos setores onde diminui a velocidade da água.

MERTES et al. (1996) especificam que “os canais internos da planície aluvial trabalham a superfície dos depósitos da planície aluvial e produzem geoformas a uma escala espacial menor que o curso principal”.

As partículas como os pedregulhos, as pedras menores e a areia grossa e média que vão saltitando e rodando no fundo do leito do curso podem ser transportadas; ou como as areias finas e muito finas, a argila e a lama que vão em suspensão. Ao aumentar o caudal, aumenta a velocidade e a capacidade de transporte (no tamanho e no volume dos materiais transportados).

Quando o nível hidrométrico do caudal supera as margens do rio, e inicia-se o processo de inundação dos diferentes ambientes que compõem a planície aluvial. Nesse processo, continuam acontecendo modificações no próprio curso do rio, como também na planície aluvial.

Os materiais mais pesados, geralmente, são depositados nas proximidades das margens do próprio curso e ao se reduzir a velocidade da água pela ação da vegetação e do próprio relevo da planície origina a sedimentação dos materiais mais ligeiros. Dita deposição vai produzindo

modificações na altitude do relevo e reduzindo a profundidade das lagoas e canais internos, que afetarão no futuro o escorregamento das águas de enchentes. Também, acontecem processos de erosão localizados, que se acentuam quando as águas da enchente retornam às próprias margens do curso.

Além disso, as precipitações locais e regionais ocorridas na planície podem produzir alagamentos locais que saturam o solo, recheiam as depressões e os depósitos de água subterrânea; que influem no escorregamento das próprias águas das enchentes. DRAGO (1981), confirma que as lagoas, banhados e pântanos ficam sujeitos à ação de certos fatores meteorológicos que influem significativamente sobre os mesmos.

Da mesma forma, os ambientes que se desenvolvem na planície são afetados em maior ou menor proporção segundo a sua localização mais próxima ou mais afastada aos cursos e à ordem da magnitude e duração do caudal da enchente. Desta forma os ambientes nas planícies aluviais podem ser efêmeros ou estáveis durante décadas ou centúrias.

Neste ponto, DRAGO et al. (2003), estabelecem que as áreas da planície aluvial adjacente ao curso principal são as mais ativas no vale, com alta percentagem de erosão e deposição que modelam a planície aluvial, onde algumas vezes produzem a rápida incorporação de bancos de areia e ilhas do curso, a limpeza de cursos abandonados ou rejuvenescimento de lagoas.

Resumindo, podemos destacar que a magnitude dos processos de erosão e sedimentação estão relacionados aos valores de caudal e de transporte dos sedimentos que acontecem no próprio rio. Como consequência, quando as águas escorregam no próprio curso, os processos acontecem nele e quando as águas correspondem a uma enchente que supera a altura das margens do próprio curso, produzem-se modificações no curso e nas ilhas que compõem a planície aluvial.

2.2 - CARACTERÍSTICAS DO RIO PARANÁ

O sistema fluvial do rio da Prata tem uma superfície de 3.100.000 km² e se espalha nos territórios da Argentina, Brasil, Bolívia, Paraguai e Uruguai. Tendo como limite as seguintes coordenadas geográficas no sentido Leste-Oeste 43° 00' e 76° 00' e no sentido Norte-Sul 14° 05' e 37° 37'.

Dentro do sistema se encontram os três maiores rios: o Paraguai, o Paraná e o Uruguai; os dois últimos conformam o rio da Prata. O rio Paraná tem uma bacia que abrange 1.510.000 km² (não levando em conta a bacia do rio Paraguai) e na qual se identificam três setores: o Paraná Superior (da nascente à confluência com o rio Paraguai), o Paraná Meio (da confluência até o ápice do delta) e o Paraná Inferior (correspondente ao próprio delta).

Segundo PAOLI et al. (2000), os padrões de precipitação na bacia do rio da Prata são complexos devido à localização geográfica, extensão e topografia, e por tanto originam diversos regimes de precipitações dentro e ao redor da bacia. A precipitação média anual (no período 1961-1990) foi maior a 1.200 mm, tendo um máximo absoluto de 2.250 mm e um mínimo absoluto de 500 mm e sendo a precipitação média no verão (Dez-Jan-Fev) de 480 mm e no inverno (Jun-Jul-Ago) de 130 mm.

A planície aluvial tem início na confluência dos rios Paraná e Paraguai até a desembocadura no rio da Prata, apresentando uma extensão de 900 km e cobrindo uma superfície de 33.000 km². A largura da mesma varia de 13 km em frente da cidade de Corrientes até de 56 km na cidade de Rosario.

Segundo BONETTO et al. (1989), a lhanura aluvial apresenta uma diversidade de ambientes caracterizados pela alta complexidade e influência na evolução biótica, a qual é importante para a bioprodutividade dos rios, especialmente no Paraná Meio e Inferior.

A respeito das características do rio, DRAGO (1977), detalha que “o rio Paraná Meio se caracteriza por apresentar um extenso curso, pouco profundo e de desenho anastomosado, onde a natureza complexa do regime de transporte dos sedimentos causa constantes modificações na

morfologia do curso e nos bancos e ilhas presentes no mesmo. Assim, em períodos relativamente breves, o talvegue pode deslocar-se lateralmente até 350 m/ano”.

Também IRIONDO (1972), detalha que o fluxo exibe um caráter turbulento, com considerável capacidade de transporte, erosão e modelação, transportando sempre materiais em suspensão e arraste, especialmente nos períodos das enchentes.

2.2.1 - Características geológicas e geomorfológicas do Paraná Meio

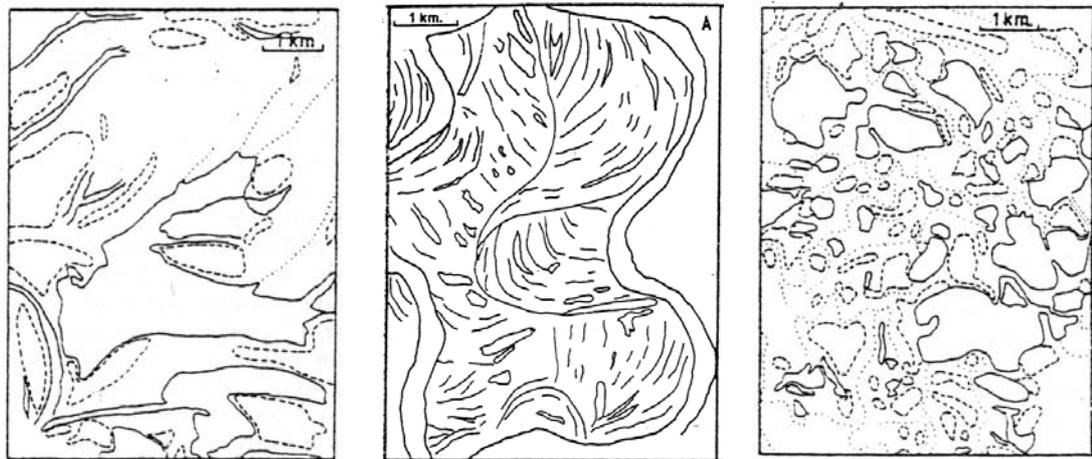
IRIONDO (1991), manifesta que o rio Paraná traspassa vários blocos tectônicos em forma perpendicular ou diagonal que apresentam diferentes orientações e pendentes locais. Esses blocos oferecem diferenças nas altitudes, que variam entre 2 e 5 metros nos diferentes setores, originadas pelas atividades tectônicas do holoceno e também provavelmente da atualidade.

Este conceito pode ser confirmado com a observação de RAMONELL et al. (2000), onde especificam que quando começa a inundar-se um setor compreendido entre os quilômetros 640 até 590 (acima da altura hidrométrica de 4 m no porto da cidade de Paraná) já foram inundadas outros setores da planície em diferentes graus para esse mesmo nível de água.

Respeito à evolução do sistema na planície aluvial do Paraná Meio, conforme a IRIONDO (1972), a primeira etapa é “o aparecimento de bancos no curso principal, que são fixados pela vegetação, e que por sucessivos adóçamentos formam à planície de bancos. Estas áreas vão ficando paulatinamente isoladas do curso pelo crescimento do albardão do rio. Quando uma zona é atravessada por um curso secundário permanente e de suficiente caudal, vai formando uma planície de meandros. A fase final é a representada pelos depósitos de planície com drenagem impedida, nesta área os albardões compridos e bem desenvolvidos deixam isolados aos cursos ativos, com lagoas e pântanos alimentados unicamente pelas águas das enchentes. Os depósitos de derrame podem formar-se nas planícies de meandros ou com drenagem impedida, mas sendo freqüente o último”.

O mesmo autor fez uma classificação das unidades geomorfológicas que constituem a planície aluvial do rio Paraná (numa superfície de 7.800 km²), as quais possuem as seguintes características (Figura 4) e origem:

- Planícies de bancos: são originadas pelo adoçamento irregular dos bancos do curso, baixos e de forma elipsoidal, freqüentemente inundado e que às vezes estão ramificados por numerosos braços do rio principal. Tendo em seu interior lagoas irregulares. Formam 21 % do total da região mapeada.
- Depósitos de derrame: é um subtipo da unidade anterior, já que possuem diferentes características geométricas e se desenvolvem nos corpos de água interna à planície. O depósito é gerado quando um curso relativamente caudaloso deposita sua carga transportada em alguma depressão maior ou penetra por ruptura do albardão na área baixa adjacente. Formam 9 %.
- Planícies de meandros: são originadas pela migração lateral dos cursos que produzem uma série interrompida de espiras formadas por sucessivos bancos de meandros separados entre si por depressões superficiais e lagoas semilunares que ocupam meandros abandonados. Freqüentemente se observam espiras novas cortando as outras mais antigas. Formam 17 %.
- Planícies de drenagem impedida: estão caracterizadas por uma maior quantidade de lagoas superficiais, banhados e pântanos que são sulcadas por cursos adventícios, ativos somente durante o começo e final das enchentes. Formam um 30 %.



Fonte: IRIONDO (1972).

FIGURA 4: Planície de bancos, planície de meandros e planície de drenagem impedida.

Por outro lado, IRIONDO e DRAGO (1972), fizeram uma comparação dos elementos integrantes de duas unidades geomorfológicas (planície de meandros e planície com drenagem impedida) e estabeleceram que a evolução das lagoas, banhados, pântanos e cursos temporários são independentes.

Do exposto previamente por IRIONDO, permite-se destacar com clareza que a evolução da planície aluvial se encontra relacionada à dinâmica fluvial que apresenta o rio. Mas a comparação de IRIONDO e DRAGO, determina que essa dinâmica afeta em diferente grau e forma segundo seja a localização e características próprias das unidades geomorfológicas.

Com relação aos cursos de segundo ordem (menores ao curso principal) e as modificações internas nas ilhas, RAMONELL et al. (2000), estabelecem que entre os quilômetros 850 e 480 da via navegável pode-se observar que:

- Os rios San Javier, Colastiné e Coronda têm uma dinâmica e morfologia própria em relação ao curso principal.
- Os riachos Espinillo e Correntoso, os rios Paraná Viejo, Paracao e Los Reyes (cursos de fluxo semelhante aos anteriores), mantiveram as características morfológicas desde o começo do século.
- Nas enchentes, os montículos de areia depositados podem ter uma altura aproximada de 1 m e que depois são diminuídos pela lavagem pluvial ou em sucessivos desbordes do rio.

Resumindo podemos analisar que a tectônica teve influência nas altitudes e pendentes dos blocos que integram a planície aluvial do rio Paraná Meio e junto à hidrologia foram gerando no passo do tempo diferentes unidades geomorfológicas que apresentam geoformas ou geofáceis características. As flutuações do regime hidrológico e dos níveis atingidos influíram na evolução dos elementos das diferentes unidades geomorfológicas, na altitude da própria ilha e na dinâmica e morfologia dos cursos secundários.

2.2.2 - Características hidrológicas do Paraná Meio

No transcurso do século, o curso principal do rio Paraná sofreu modificações, como ser: os estreitamentos e afastamentos foram transformados em afastamentos e estreitamentos respectivamente, alguns setores afastados aparecem mudados águas abaixo, e outros setores se mantêm estáveis nos últimos 150 anos (RAMONELL et al., 2000).

Os mesmos autores especificam que ditas modificações são originadas pelos fatores hidráulicos-sedimentológicos da corrente que no curto prazo produzem efeitos transitórios ou reversíveis e de influência local, como a divagação normal de meandros no talvegue, a

retificação do talvegue, retrocesso de margens, etc. E no mediano prazo (entre 10 e 100 anos) se produzem modificações regionais, como ser a evolução de comboio ou cadeias de vários meandros no talvegue.

Isto determina que os processos de transformação morfológica (erosão e sedimentação nas margens e leito) não apresentam as mesmas características através do tempo. Esses câmbios morfológicos estão vinculados às variações dos caudais líquidos e sólidos, à separação/concentração dos caudais, ao direcionamento ou reflexo da corrente de água sobre a outra margem exercida pelas margens resistentes e ao grau de erosão das margens aluviais.

Com relação à descarga dominante no rio Paraná, AMSLER e RAMONELL (2002), estabelecem que “num período de 40 anos entre 1930 e 1970 com uma descarga dominante baixa, registrou-se uma sinuosidade mínima do talvegue, redução na largura média do canal e uma alta percentagem de sedimentação nas margens. Mas na importante descarga dominante (maior nos últimos 100 anos) que ocorreu de 1970 até a atualidade, o canal esta sofrendo um processo de ajustamento que produz processos de erosão nas margens”.

No informe técnico da *Facultad de Ingenieria y Ciencias Hídricas* (FICH, 1997) se detalha que as dimensões atuais do curso não alcançaram ainda, os valores acordes com os que impõem à descarga dominante calculada para as ultimas décadas. Portanto, isto é um sinal que o rio Paraná não se encontra em equilíbrio com a condição presente de descarga dominante e ainda continuará produzindo ajustamentos através de modificações.

Em referência às variações na distribuição das enchentes no século XX, PAOLI e CACIK (2000), especificam que se podem estabelecer três períodos:

- 1904-05 a 1935-36: período com enchentes importantes (13 acima de 30.000 m³/s).
- 1936-37 a 1973-74: período onde se produz a estiagem mais pronunciada e com menor quantidade de enchentes importantes (acima de 30.000 m³/s).
- 1974-75 a 1997-98: período onde novamente aumenta a quantidade e magnitude das enchentes (17 acima de 30.000 m³/s).

A Figura 5 apresenta as alturas hidrométricas no hidrômetro da cidade de Paraná no período de 1904 até 2007 e as médias nos períodos: 1904-1935, 1936-1973, 1974-1998 e 1999-

2007 do rio Paraná. Pode-se apreciar que no período 1974-1998 os valores foram maiores concordando com o período ou ciclo hidrológico úmido detalhado por diferentes autores e na atualidade se encontra num período de águas médias.

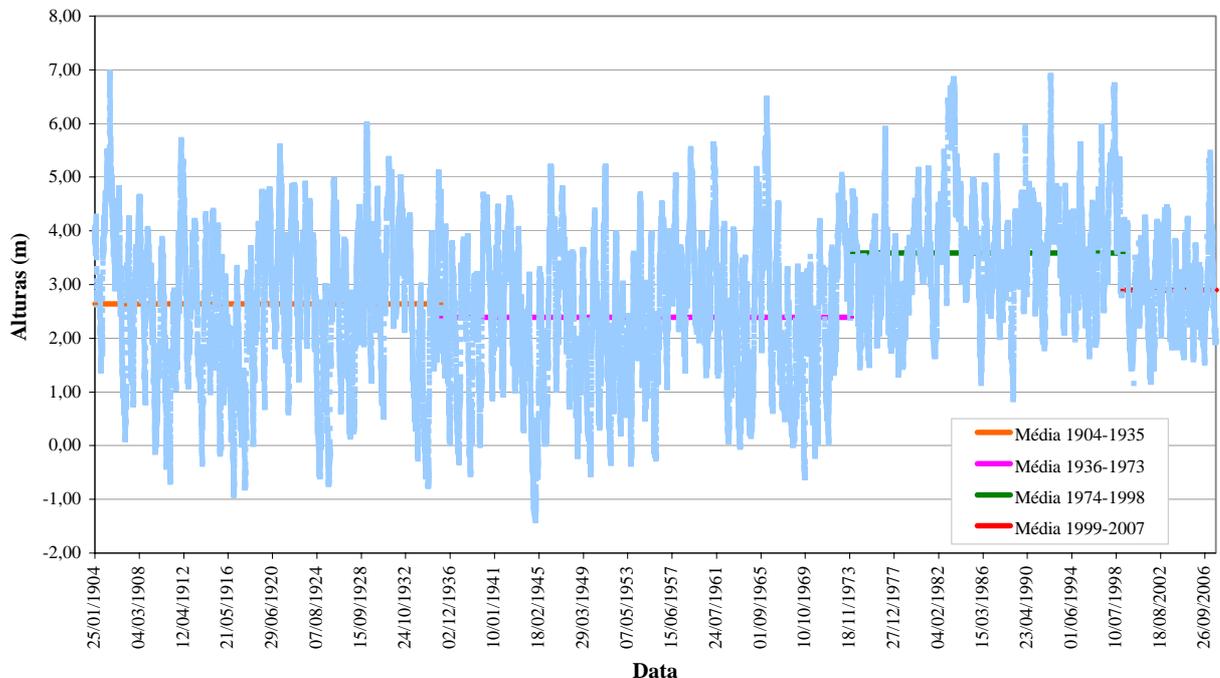


FIGURA 5: Alturas hidrométricas no hidrômetro da cidade de Paraná (1904-2007).

Por conseguinte, podemos determinar que os períodos de maiores descargas dominantes coincidem com os períodos ou ciclos hidrológicos úmidos, que apresentam uma maior frequência e magnitude nas enchentes e uma maior capacidade de transporte de sedimentos.

Também na Figura 5 se pode observar que as maiores enchentes acontecidas no período 1904-2007 correspondem às de 1905, 1966, 1982-1983, 1992 e 1998. Da mesma forma, se tem informação sobre o acontecimento de outras enchentes ou níveis extraordinários, nos anos: 1878, 1858, 1812, 1748 e 1612 (AISIKIS, 1984).

Em relação ao caudal do rio Paraná, GIACOSA et al. (2000), especificam que no começo do setor do Paraná Meio se tem um ingresso de $17.000 \text{ m}^3/\text{s}$ (serie 1904-1997) resultante da soma dos caudais do próprio Paraná Superior ($12.400 \text{ m}^3/\text{s}$ na estação Posadas) e Paraguai ($3.800 \text{ m}^3/\text{s}$ no Porto Bermejo). Sendo estimado, que no próprio tramo meio, os aportes das duas margens é de $1.000 \text{ m}^3/\text{s}$.

Na capacidade de transporte de sedimento no tramo meio do Paraná, conforme a AMSLER e PRENDES (2000), o rio transporta nas águas médias numa relação de 10 kg / 1" / metro. RAMONEL e MONTAGNINI (1999), definem que as areias transportadas apresentam uma excepcional homogeneidade granulométrica e mineralógica: com graus esféricos/subesféricos de quartzo, bem redondo e de tamanho correspondente às areias médias (diâmetro de 0,250 mm a 0,380 mm).

A subministração de materiais em suspensão, conforme a DRAGO e AMSLER (1988), apresenta partículas dentro da categoria de fino a muito fino de lama e argila ($< 16 \mu\text{m}$), que são aportadas em mais do 60 % pelo rio Paraguai através do Baixo Paraguai e sendo no total do ano não menor a 100×10^6 tn. Também, PRENDES et al. (1996), especificam que a concentração de sedimentos em suspensão no Bermejo é 20 vezes maior que a aportada pelo próprio rio Paraná, dando valores de 1.150 mg/l no rio Paraguai e de 50 mg/l no rio Paraná.

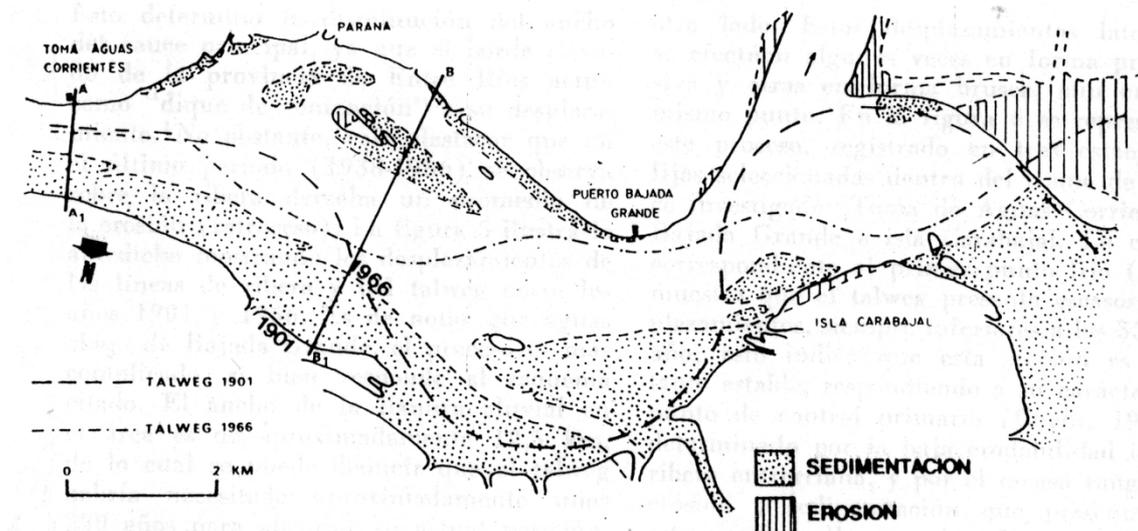
É necessário destacar que da grande quantidade de material em suspensão transportado pelo rio, uma percentagem é depositada na planície aluvial. Que segundo ALARCON et al. (2003), o material depositado na planície aluvial (no setor de Corrientes–Paraná) entre os anos 1991 e 1998 correspondeu a $6,5 \times 10^6$ tn/ano.

Os dados previamente apresentados permitem analisar que no setor meio, o curso do rio Paraná aporta uma maior percentagem do caudal e o rio Paraguai aporta uma maior percentagem de sedimentos.

Com relação à capacidade de modificação do rio Paraná, DRAGO (1977), fez um estudo temporal entre os anos 1901 e 1966 para avaliar a magnitude dos processos de erosão e sedimentação acontecidos num tramo de 15 km no rio Paraná Meio (Figura 6), no qual obteve os seguintes resultados:

- O maior avanço da linha de margem alcançou os 222 m/ano e o maior retrocesso foi de 90 m/ano.
- A planície aluvial avançou na direção do curso num valor médio de 45 m/ano.
- O deslocamento do talvegue chegou a valores de 350 m/ano.

- Os deslocamentos dos bancos e ilhas do curso na direção de águas abaixo e lateralmente podem alcançar na média 60 e 36 m/ano respectivamente.
- A sedimentação média anual foi de 2×10^6 tn/ano e a sedimentação maior anual foi de 9×10^6 tn/ano.
- A carga atribuível ao transporte do leito não superaria as 10×10^6 tn/ano.



Fonte: DRAGO (1977).

FIGURA 6: Processos de erosão e sedimentação nos anos 1901-1966.

Se analisarmos as modificações acontecidas no período estudado por DRAGO (1977) e comparamos com a distribuição das enchentes no século poderemos observar que dito estudo incluiu um período de descarga dominante alta e baixa. Porém, as enchentes acontecidas no último período de 30 anos (que correspondem a uma descarga dominante alta) foram de maior magnitude que as de começo do século.

Neste ponto, CEIRANO et al. (2000), determinam que na enchente registrada no período dos anos 1982-1983 os valores médios de caudal foram de $60.000 \text{ m}^3/\text{s}$, sendo que os desbordes do curso acontecem aos $20.000 \text{ m}^3/\text{s}$.

Essa situação permite determinar que a morfologia dos leitos principais e secundários, das margens e na parte interna das ilhas da planície aluvial do rio Paraná foram submetidas a modificações importantes nos últimos 30 anos.

2.3 – O CADASTRO NAS PLANÍCIES ALUVIAIS

A Federação Internacional de Geômetras (FIG, 2006) confirma que as áreas costeiras são complexas com ecossistemas delicadamente balanceados contidos dentro de uma estreita faixa de terra e mar, onde tais áreas são economicamente, politicamente e socialmente críticas em muitas nações.

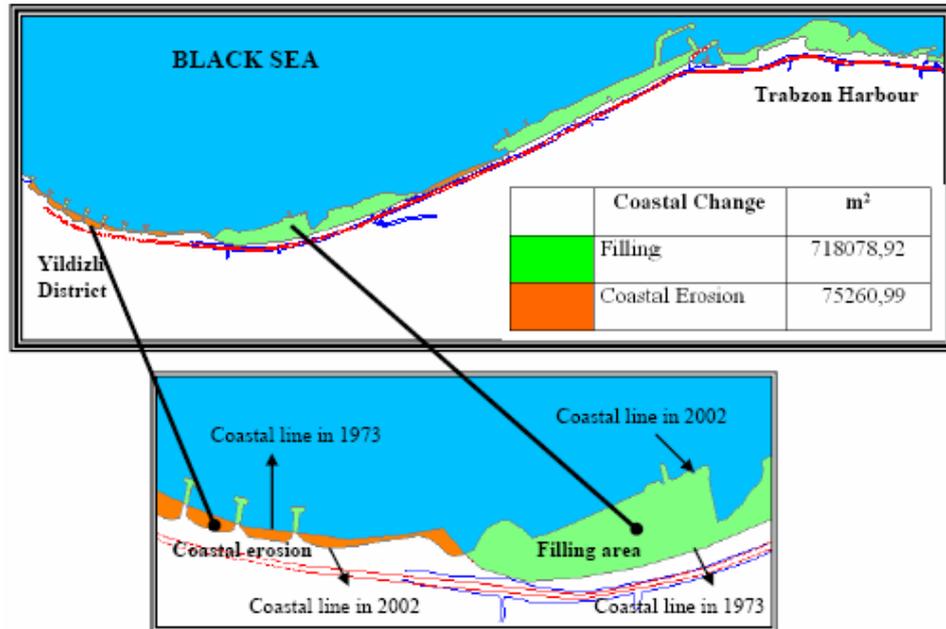
Assim a citada Federação formou em 2002 um grupo de trabalho (WG4.3) integrada por membros das Comissões 4 (hidrologia) e 7 (cadastramento e administração de terras), os quais tratariam assuntos relacionados ao cadastramento marinho, administração de áreas costeiras e controle do oceano.

Segundo IHL et al. (2006), a expressão de “administração de áreas costeiras” começou a empregar-se nos Estados Unidos de América em 1972; e atualmente a expressão mais empregada é “administração costeira integrada”, a quem corresponde a toma de decisões para o uso sustentável, desenvolvimento e proteção das áreas e recursos marinhos e costeiros.

A Organização de Cooperação Econômica e Desenvolvimento (in BOATENG, 2006), estabelece que “as áreas costeiras são sistemas dinâmicos relacionados à interação dos processos atmosféricos e da operação dos processos costeiros em diversos ecossistemas”.

AMLALO (2006), especifica que sete assuntos ambientais principais são identificados nos ambientes marinho e costeiro; como por exemplo: saneamento doméstico, degradação pesqueira, degradação de mangue e áreas úmidas, poluição industrial nos recursos de água na área costeira, erosão costeira, perda da biodiversidade e intromissão de plantas aquáticas.

Com relação aos estudos realizados em diferentes países e relacionados à erosão costeira podemos citar aos seguintes: no México (IHL et al., 2006), na Nova Zelândia (STRACK, 2004), na Hungria (MENTES, 2006), no Camerão (ASANGWE, 2007), na Trinidad e Tobago (NEALE, 2004), na Grécia (DOUKAKIS, 2004), na Turquia (SESLI et al., 2006) (Figura 7) e na Nigéria (ETUONOVBE, 2006).



Fonte: SESLI et al. (1977).

FIGURA 7: Processos de erosão e sedimentação costeira em Trabzon, Turquia.

Dos estudos citados previamente, somente o trabalho de MENTES realiza uma análise sobre a erosão sofrida em um setor do rio Danúbio, pois os restantes estudos expõem exemplos de processos de erosão acontecidos pela ação do mar.

Em relação à ação das enchentes nas planícies aluviais, segundo FRIESECKE (2004), o incremento da magnitude e freqüência das enchentes acontecidas pelo mundo inteiro, tem influenciado nos governos e instituições para a execução de projetos e atividades que apresentam como objetivo principal a predição, mitigação e prevenção de enchentes. Como assim também, na geração de novos regulamentos legais a nível federal e estadual e normas de procedimentos, para estabelecer diferentes estratégias na diminuição do risco e dano provocados pelas enchentes.

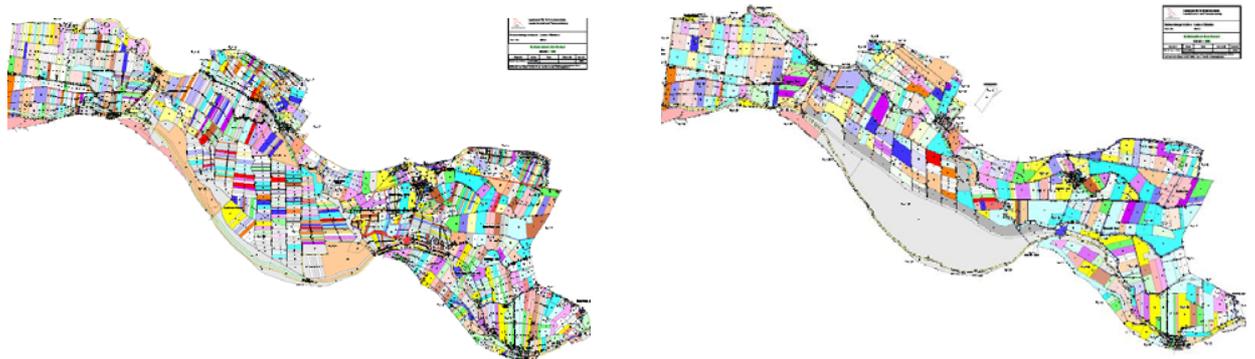
Neste ponto, podemos citar como exemplo:

- O governo do estado de Columbia Britânica, no Canadá, quem estabeleceu um programa de mapeamento de planícies aluviais que fornece informação sobre áreas que são suscetíveis a enchentes. Conseqüentemente, tais áreas são sujeitas a restrições no desenvolvimento como por exemplo na edificação, no uso da terra, na assistência financeira, entre outras (MINISTÉRIO de PROTEÇÃO de ÁGUA, TERRA e AR, 2007).

- A Agência Nacional de Administração de Emergências do Estados Unidos da América implementou um programa Nacional de segurança em enchentes, no qual 20.000 localidades aprovam e executam os regulamentos estabelecidos no programa para reduzir os danos daquelas (AGENCIA NACIONAL de ADMINISTRAÇÃO de EMERGÊNCIAS, 2007).
- O governo estadual de *New South Wales*, na Austrália, através do Departamento de Recursos Naturais estabelece condições nos ambientes costeiros para minimizar os danos causados pelas enchentes e pela erosão costeira (DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURAIS, 2007).
- O governo de Nigéria, esta executando uma estrutura de metadados com o fim de estabelecer políticas de geoinformação federal que poderiam ser empregadas no mapeamento de áreas de risco, monitoramento de erosão e enchentes, degradação de terra, avaliação de impactos ambientais, etc. (ONABAJO et al. 2005).
- O governo de Bangladesh gerou um sistema de informação que tem como objetivo dar sustento na manutenção da proteção das margens e fornecer dados espaciais na erosão e sedimentação de bancos, no desenvolvimento de bancos e migração do canal do rio que gerem projetos de infra-estrutura e de controle de enchentes ao longo do comprimento dos rios Brahmaputra e Padma (HUQUE, 2000).

Contudo, a implementação de projetos para reduzir o risco das enchentes tem obrigado aos governos a estabelecer programas de consolidação de terra onde as terras dos proprietários são reorganizadas. Segundo DREES e SÜNDERHAUF (2006), o Estado alemão de *Brandenburg* reajustou 520 propriedades por meio da construção de valas e caminhos para estabelecer áreas de retenção das enchentes nos rios Oder e Elbe (Figura 8). No caso do Estado de *North Rhine-Westphalia* (também na Alemanha), trocaram com os proprietários das parcelas localizadas na planície aluvial do rio Lippe, por 1.070 hectares de terras aráveis, a fim de gerar áreas de retenção com habitats naturais (HELLE, 2006).

Devido às conseqüências que produzem as enchentes nas planícies aluviais podemos observar que os governos e instituições executam diferentes estratégias para diminuir o risco e danos que elas ocasionam. Inicialmente, determinam os limites daquelas regiões que apresentam uma maior probabilidade de afetação e, posteriormente, estabelecem regulamentações para o desenvolvimento ou uso das terras, como assim também para a modificação dos limites das propriedades que se encontram nessas áreas.



Fonte: DREES e SÜNDERHAUF (2006).

FIGURA 8: Distribuição das propriedades antes e depois do programa de consolidação de terras.

Apesar disso, as diferentes ações executadas pelo homem na planície aluvial, podem produzir diferentes graus de alterações, tais como:

- Nas planícies inundáveis dos rios Senegal, Oueme e Pongolo (na África) a prática intensiva da agricultura durante a estação seca produz que a maior parte das águas estacionárias e especialmente dos pântanos tende a desaparecer pelas obras de drenagem e recheio, mas não acontece o mesmo nas planícies dos rios Niger, Lualaba e Kafue que têm cria de gado (WELCOME, 1992).
- Na bacia baixa do rio Amarelo (na China), foram executados trabalhos de regulação e construídas barragens no seu comprimento de 640 km nas duas margens. Isto produziu a deposição do material transportado e a elevação do leito do curso de 3 a 10 m por cima das terras do lado de fora das barragens e tendo como consequência o potencial perigo de abrir brecha nas barragens como aconteceu antes de 1949 (ZHOU e PAN, 1994).
- No rio Mississipi (USA), no período de 1877 a 1924, os sedimentos do setor baixo do rio cresceu um 90 % devido às modificações humanas executadas tais como o: revestimento das margens, as barragens, os diques, os reservatórios e cortes de meandros (KESEL et al., 1992).

Resumindo, as ações desenvolvidas nas planícies aluviais e áreas costeiras estão relacionadas à importância que as mesmas têm para o desenvolvimento da própria comunidade, região ou país. Porém, aqueles países que apresentam grandes atividades econômicas nas áreas costeiras procuram dimensionar as modificações naturais e antrópicas que ocorrem nelas. Como assim também nos países que possuem planícies aluviais com riscos de enchentes, estabelecem-se regulamentos ou limitações no desenvolvimento das atividades a fim de reduzir o dano e prejuízo econômico que as enchentes produzem.

É necessário destacar que não se puderam encontrar artigos relacionados a trabalhos cadastrais em planícies aluviais ou que analisaram processos de erosão e sedimentação em planícies aluviais.

2.3.1 - O cadastro na planície aluvial do Paraná Meio

Especificamente na Argentina, a organização e manutenção do cadastro é responsabilidade dos governos estaduais, como também dos registros das propriedades dos imóveis.

Segundo HAAR (2004), o estado de Buenos Aires criou em 1826 o primeiro Departamento Topográfico e nos estados restantes começaram a formar-se a partir de 1853. Posteriormente ao ano 1940, a maioria dos Departamentos Topográficos foram denominados Direções de Cadastro.

A Lei Nacional de Cadastro nº 26.209 (promulgada no dia 15 de janeiro de 2007) estabelece que “os cadastros estaduais são os organismos administradores dos dados correspondentes aos objetos territoriais e aos registros públicos dos dados concernentes aos objetos territoriais legais de direito publico e privado de sua jurisdição”.

Com relação ao cadastro na planície aluvial do rio Paraná se encontra administrado pelos estados de Chaco, Corrientes, Santa Fe, Entre Rios e Buenos Aires. Cada estado possui uma Direção de Cadastro que define a situação legal e fiscal das parcelas cadastrais localizadas nas ilhas e, geralmente, a administração das terras fiscais nos setores das ilhas, é executada por outra direção específica.

Os registros gráficos ou digitais das parcelas cadastrais estão atualizados, mas não abrangem a totalidade da planície aluvial, e estão vinculados a uma base cartográfica desatualizada. Por outro lado, os títulos das propriedades apresentam diferentes inconsistências.

Na avaliação das terras, os estados de Buenos Aires, Corrientes, Entre Rios e Chaco classificam as ilhas segundo os critérios estabelecidos para as áreas rurais, ou seja, segundo as

características próprias do solo (altitude, relevo, cores, grossura, aptidão e capacidade do solo) e à acessibilidade (distância ao local de embarque, população mais próxima ou rodovia). Além de relacionar tais critérios aos valores básicos que possuem as unidades administrativas (Distrito ou Departamento).

No caso do estado de Santa Fe a avaliação é relacionada à altitude das ilhas e à acessibilidade. No estado de Buenos Aires também é considerado as melhoras das parcelas cadastrais na ilha (presença de escolas e hospitais, tráfego de embarcações de transporte, barragem, canais, proteção nas margens, etc.).

Apesar disso, nos critérios de avaliação não são considerados outros fatores que tem influência direta no uso dos imóveis, tais como:

- Tempo de permanência e percentagem de superfície afetada com diferentes níveis hidrométricos.
- Características do relevo.
- Percentagem de superfície que cobrem os corpos de água.
- Distribuição e densidade dos corpos de água.
- Distribuição e percentagem da cobertura vegetal.

Em relação à documentação cartográfica na extensão total da planície aluvial do rio Paraná, os produtos cartográficos realizados pelo *Instituto Geográfico Militar* (IGM) em escalas menores (1:250.000 e 1:500.000) apresentam uma cobertura total e em escalas maiores (1:50.000 e 1:100.000) a documentação é parcial. As cartas topográficas (em escala 1:50.000) representam informação planialtimétrica correspondente aos anos 1910 a 1960, sendo os dados altimétricos na ilha, pontuais e de caráter expeditivo, já que se encontram distribuídos de 1 a 5 pontos cada 16 km². As cartas imagens (em escala 1:100.000) apresentam uma cobertura total da planície com imagens do satélite LANDSAT correspondente ao ano de 1994.

Ao mesmo tempo, a documentação adquirida pelos sensores remotos no mencionado setor corresponde a fotografias aéreas, que na sua maioria, foram obtidas entre os anos de 1960 e 1976 (que abrangem quase a totalidade da extensão da planície aluvial) e fotografias mais atuais de setores específicos. Em imagens de satélites, a planície esta coberta na totalidade pelas

imagens do satélite LANDSAT (em diferentes anos) e parcialmente (no território do estado de Santa Fe) pelas imagens do satélite SPOT.

Essa situação permite analisar que ao dispor de uma base cartográfica desatualizada, com inconsistência nos títulos das propriedades, poucos registros gráficos (mensuras) dos imóveis como também de uma dinâmica hidro sedimentológica importante nas ilhas que compõem a planície aluvial, fazem com que os governos não possuam um conhecimento real e atual das superfícies correspondentes aos imóveis privados, públicos e das novas ilhas. E como consequência se restringe as ações de planificação e administração do potencial que possuem as planícies aluviais do rio Paraná.

2.3.2 – Linha de ribeira

O rio pertence ao domínio público (artigo 2.340, inciso 3º, do Código Civil da Argentina), mas ao terminar o rio, termina o domínio público e começa o domínio privado. O limite entre o domínio público e privado é denominado como linha de ribeira.

No artigo 2.340, inciso 4º, se estabelece que o limite do rio é a ribeira interna do próprio rio, a qual se identifica pelas “crescidas médias ordinárias” das águas. Porém, no artigo 2.577, se estabelece que o limite do leito do rio se encontra determinado pelas “mais águas altas no estado normal”.

Segundo BELAGA e VICIOSO (2001), essa situação determina que se apresente uma dicotomia jurídica, ao sentar dos critérios técnicos incompatíveis entre os artigos 2.340, inciso 4º, e 2.577 do Código Civil. Também VIDAL (2004), detalha que não foram revogados alguns dos dois artigos já que a modificação da altura da linha de ribeira produziria litígios legais com os proprietários privados.

Em relação à determinação da linha de ribeira, o artigo 2.750 do Código Civil, estabelece que a mesma é competência da administração pública.

Apesar disso se apresentam diferentes critérios:

- PIGRETTI (2000), define que nos rios navegáveis a determinação é competência da administração federal, mas também pode ser determinada pela administração estadual se a administração federal não a definiu, e nos rios não navegáveis deve ser feito exclusivamente pela administração estadual.
- MARIENHOFF (1996), estabelece que nos rios navegáveis interestaduais é competência da administração federal e os rios navegáveis estaduais e não navegáveis estaduais e interestaduais são competência da administração estadual.
- ALLENDE (1971), opina que a determinação é competência da administração estadual apesar que o rio seja navegável ou não, já que os mesmos são propriedade estadual.

Nesse ponto, os diferentes estados sancionaram diferentes leis a fim de destacar que a determinação e demarcação da linha de ribeira é potestade dos próprios estados. O estado de Corrientes sancionou a lei 5.588/04, o estado de Entre Rios a lei 9.008/96, o estado de Buenos Aires promulgou o decreto 10.391/87 e o estado de Santa Fe inclui esse assunto na proposta do Código de Águas (ANEXO A1 em CD do Apêndice).

Nas leis previamente enunciadas se encontram estabelecidos os objetos e alcances da lei na determinação e demarcação da linha de ribeira e na demarcação de áreas inundáveis, mas somente a lei 11.964/96 do estado de Buenos Aires se encontra regulamentada.

Na regulamentação (Resolução 49/03 em ANEXO A1 no CD do Apêndice) da lei 11.964/96 do estado de Buenos Aires é aprovada a metodologia de procedimento para o visado dos planos de mensura e para a definição e demarcação da linha de ribeira. Como pontos principais a serem destacados nessa regulamentação são:

- É necessário ampliar e aumentar a densidade da rede hidrométrica estadual.
- Tendo cinco (5) anos de registros de alturas hidrométricas se calculará a linha de ribeira definitiva, caso contrário a linha de ribeira será provisória.
- A demarcação da linha de ribeira estará relacionada à rede altimétrica federal ou estadual.
- Os vértices da poligonal definitiva da linha de ribeira serão materializados e identificados.
- Assinará-se uma ata de demarcação na qual deverá haver presença de vizinhos, proprietários, vizinhos da margem oposta, para posteriormente ser entregue às autoridades.

- Nos registros gráficos das mensuras se escreverão anotações esclarecedoras sobre a situação da linha de ribeira.

Com relação à determinação do valor da linha de ribeira os estados empregam diferentes critérios. Os estados de Corrientes e Chaco como as mais altas águas em estado normal, o estado de Buenos Aires a crecida média ordinária (em 5 anos) e o estado de Santa Fe a média das máximas crescidas de cada ano.

Especificamente na planície aluvial do rio Paraná se apresenta vários hidrômetros distribuídos nos cursos principais, secundários e terciários. Apesar disso, no momento atual, não todos os hidrômetros se encontram em funcionamento e apresentam medições hidrométricas diárias.

Os hidrômetros existentes no curso principal são mantidos pela *Dirección Nacional de Vías Navegables* (DNVN), já que os mesmos se empregam para a navegação. A maioria dos hidrômetros apresentam registros de alturas hidrométricas de várias décadas e os principais têm definido a cota da linha de ribeira. Outro grupo de hidrômetros na planície aluvial é mantido pela Subsecretaria de Recursos Hídricos da Nação e proporcionam registros de alturas hidrométricas de entre uma a várias décadas.

Quando é preciso fazer a demarcação da linha de ribeira em ilhas que limitam com o curso principal é possível obter a cota da linha de ribeira da ilha, fazendo uma interpolação lineal entre os hidrômetros que apresentam definida essa cota e os pelos de água nos dois hidrômetros.

Mas nas ilhas que se encontram na parte interna da planície aluvial a demarcação é muito complexa, já que na parte interna da planície não se encontram muitos hidrômetros, quase nenhum hidrômetro apresenta cota da linha de ribeira e a pente hidráulica da água dos cursos se encontra afetada em diferente grau segundo seja a sua distância respeito ao curso principal e à quantidade de ilhas existente na planície.

Sintetizando, podemos destacar que o Código Civil define o limite da linha de ribeira com diferentes critérios técnicos e, como conseqüência, os estados optaram por diferentes critérios. Todos os estados defendem a autonomia na determinação e demarcação da linha de

ribeira nos próprios territórios, a quantidade de hidrômetros na planície aluvial não é suficiente, apresentam registros de dados variáveis no tempo e poucos têm definida a cota da linha de ribeira.

Essas circunstâncias permitem enfatizar que a temática da linha de ribeira na planície aluvial do rio Paraná é complexa, já que principalmente não se possui uma boa quantidade de hidrômetros e cada estado tem diferentes critérios sobre o valor do limite da linha de ribeira.

Por conseqüência se mantém a situação que o Eng. Geógrafo Victor Nicoli enunciou em 1949, no informe pericial para a Direção de Obras Publicas do estado de Santa Fe, no qual analisa a situação da temática da linha de ribeira desde a época colonial. Nesse informe destacava que “o imenso litoral marítimo e fluvial de nosso país, a reduzida quantidade de população, a necessidade de observações sistemáticas por longo tempo das marés e das flutuações das águas fluviais, e sobretudo o reduzido valor das terras, postergou até nossos dias o problema de estabelecer a linha separativa entre o domínio público e o privado, salvo nos poucos casos em que a execução de obras portuárias ou o incremento do valor das terras obrigou a resolver situações de fato” (COLÉGIO de PROFISSIONAIS de AGRIMENSURA, 2005).

2.3.3 – Ilha, aluvião e aterrado

O artigo 2.340 do Código Civil estabelece como bens públicos as ilhas formadas no mar territorial, em toda classe de rios e nos lagos navegáveis, quando elas não pertencerem aos proprietários privados.

Para considerar legalmente uma ilha, de acordo a MARIENHOFF (1996), se devem ter presente as seguintes indicações:

- A altitude da ilha deve ser maior às mais altas águas em estado normal (linha de ribeira).
- A ilha deve estar fixa.
- A extensão superficial da ilha não tem transcendência.
- A altitude para o cultivo não tem transcendência.
- A vegetação existente no terreno pode servir de guia para determinar efetivamente se é ilha ou banco de areia.

O Código Civil estabelece que quando uma coisa é aderida à outra o proprietário pode adquirir o domínio dessa coisa. E os procedimentos podem ser por aluvião ou aterrado.

Respeito ao aluvião, o artigo 2.572 do Código Civil, estabelece que são acrescentamentos de terra que recebem os terrenos na margem do curso em forma paulatina e insensivelmente por efeito da corrente das águas, e pertencem ao dono das propriedades que limitam com a margem do curso.

Segundo BORDA (2003), para a aquisição do domínio sobre as terras de aluvião são necessárias as seguintes condições:

- Deve tratar-se de águas correntes por cursos naturais.
- É necessário que as terras estejam aderidas à margem.
- Que o aluvião esteja definitivamente formado.

Caso as obras de um proprietário que limita com a margem do curso originem um processo de aluvião e que sejam prejudiciais para outro proprietário, este último poderá pedir o restabelecimento das águas à posição original ou demandar a destruição dessas obras (artigo 2.579 do Código Civil).

Na situação em que as águas do curso mudarem insensivelmente de uma margem a outra e deixarem terra descoberta aderida à margem, a mesma pertencerá aos proprietários que delimitarem com a margem do curso (artigo 2.573). Esta situação também é conhecida como curso abandonado.

Conforme a MARIENHOFF (1996) as condições para que um curso seja considerado legalmente abandonado é quando:

- A grande massa de água que integram o respectivo curso escorra por um novo curso.
- Que a água que escorra pelo antigo curso seja tão insignificante para considerar que não seja um braço do curso principal e não permita fazer uso habitual de um curso de água.

Em relação ao aterrado, o artigo 2.583 do Código Civil, estabelece que é quando as águas correntes levam por força súbita parte das terras localizada nas margens do próprio curso. E o

dono da propriedade que sofreu o aterrado tem direito de reclamar e levar a terra a sua propriedade num período de seis meses.

MARIENHOFF (1996) estabelece que para que seja aterrado é necessário que:

- Seja obra da força das águas do curso.
- Não importa o tamanho da extensão da terra avulsa.
- A terra avulsa pode ser unificada a uma propriedade da mesma margem ou oposta.
- A terra avulsa pode unificar-se a outra propriedade por adjunção.

Na situação do aluvião e curso abandonado, considero que é mais adequado incorporar como critério para estabelecer se as terras de aluvião e curso abandonado podem ser consideradas como aderidas a uma propriedade da margem do curso quando as mesmas tem uma altitude maior à linha de ribeira. E no caso do aterrado, considero um pouco complexo a determinação de quais são as terras a reclamar pelo proprietário que sofreu os processos de aterrados, já que a capacidade de transporte é muito variável nos cursos da planície do rio Paraná.

3 – ÁREA DE ESTUDO E ANTECEDENTES DE INFORMAÇÕES

A área de análise proposta corresponde à planície aluvial do rio Paraná entre os paralelos S 31° 25' a S 31° 50' (Figura 9), que apresenta uma superfície aproximada aos 800 km². Estabelecidos os limites da área de análise se realizou a recopilação de antecedentes cartográficos, cadastrais, registros de imagens obtidas por sensores remotos, dados hidrométricos e pluviométricos existente nos diferentes órgãos e instituições públicas e privadas da região (Quadro 2, 3 e 4).

Antecedentes cartográficos com informação topográfica:

- Em escala 1:50.000 as cartas de Recreo (3160-26-2), Santa Fe (3160-26-4), Santa Rosa (3160-27-1), Pueblo Brugo (3160-27-2), Villa Urquiza (3160-27-3), Gobernador Racedo (3160-27-4), Sauce Viejo (3160-32-1), Paraná (3160-32-2), Coronda (3160-32-3), Villa Maria (3160-32-4) e San Benito (3160-33-1).
- Em escala 1:100.000 as cartas de Santa Fe (3160-26) e Paraná (3160-32).

Antecedentes cartográficos e hidrográficos foram obtidos na *Dirección Nacional de Vías Navegables* (DNVN), no *Ministerio de Obras Públicas* (MOP) da Nação e Direção de Obras Públicas e Geodesia do estado de Santa Fe (ANEXO A2 em CD do Apêndice).

O *Servicio de Catastro e Información Territorial* (SCIT) do estado de Santa Fe permitiu o ingresso à base de dados e arquivos vetoriais do Sistema de Informação Territorial, registros gráficos das mensuras, cartografia do setor de ilhas, registros de imagens obtidas por sensores remotos, documentos microfilmados, informação alfanumérica cadastral, listado de ilhas fiscais e documentos com informação dos limites Distritais, Departamentais e Estaduais.

Em antecedentes hidrográficos se pôde dispor de alturas hidrométricas dos hidrômetros de Paraná (1904-2007), Santa Fe (1905-2007), Helvécia (1909-2006), Colastiné (1903-2003), Diamante (1970-2007), Hernandarias (1990-2007), Porto Gaboto (1984-2006), Batallón 601 (1992-2004, próximo à cidade de Santo Tomé) e caudais dos hidrômetros de Túnel (1950-2005, enfrente da cidade de Paraná) e Colastiné (1903-2005). Tais antecedentes foram obtidos no Centro de Pesquisa Meteorológica da *Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas* e da Subsecretaria de Recursos Hídricos da Nação (ANEXO A3 em CD do Apêndice).

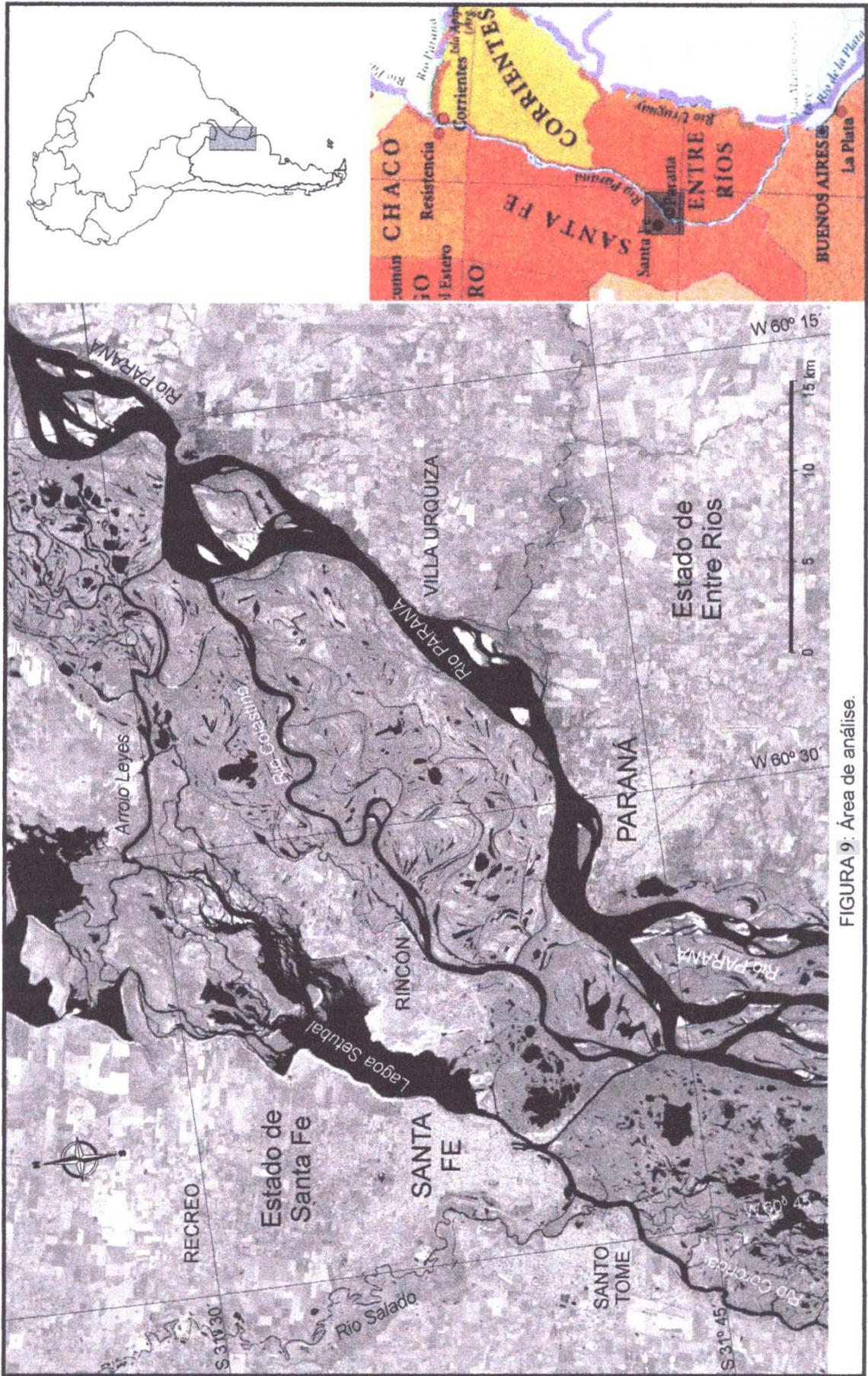


FIGURA 9: Área de análisis.

QUADRO 2 – Produtos cartográficos produzidos pela *Dirección Nacional de Vías Navegables* que abrangem à área de análise.

Data de registro	Quilometragem na via navegável do rio Paraná							
	570	580	590	600	610	620	630	640
1881								
1894								
1900								
1901								
1902								
1903								
1904								
1905								
1906								
1907								
1908								
1909								
1910								
1911								
1912								
1913								
1914								
1915								
1916								
1917								
1918								
1919								
1920								
1921								
1922								
1923								
1924								
1925								
1926								
1927								
1928								
1929								
1930								
1931								
1932								
1933								
1934								
1935								
1936								
1937								
1938								
1939								
1940								
1941								
1942								
1943								
1944								
1945								
1946								
1947								
1948								
1949								
1950								
1950								
1951								
1952								
1953								
1954								
1955								
1956								
1957								
1958								
1959								
1960								
1961								
1962								
1963								
1964								
1965								
1966								
1967								
1968								
1969								
1970								
1971								
1972								
1973								
1974								
1975								
1976								
1977								
1978								
1979								
1980								
1981								
1982								
1983								
1984								
1985								
1986								
1987								
1988								
1989								
1990								
1991								
1992								
1993								
1994								
1995								
1996								
1997								
1998								
1999								
2000								
2001								
2002								
2003								

Fonte: DIRECCIÓN NACIONAL de VÍAS NAVEGÁBLES (DNVN), 2005.

QUADRO 3 – Registros digitais das imagens LANDSAT (227-82) na área de análise.

Data de registro	Instituição que dispõe do material	Altura no hidrômetro	
		Paraná (m)	Santa Fe (m)
25/02/1994	UNL	4,16	4,58
08/05/1997	UNL	2,63	3,08
12/08/1997	UNL	3,83	4,26
28/08/1997	UNL	3,96	4,42
02/12/1997	UNL - MAH	5,08	5,57
19/01/1998	UNL - MAH	5,25	5,89
02/02/1998	MAH	5,17	5,85
09/04/1998	SCIT - MAH	5,38	6,03
27/05/1998	UNL	6,12	6,58
28/06/1998	MAH	5,03	5,46
06/01/1999	INTA	2,83	3,09
02/08/1999	INTA	3,89	4,27
06/11/1999	INTA	1,74	2,13
25/01/2000	SCIT - UNL	1,90	2,17
29/03/2000	INTA	2,74	3,04
22/04/2000	SCIT - INTA	3,05	3,47
25/06/2000	UNL	2,96	3,25
29/09/2000	SCIT - INTA	3,30	3,47
19/02/2001	SCIT	3,83	4,13
20/02/2001	SCIT - INTA	3,86	4,14
08/03/2001	UNL	4,14	4,40
14/07/2001	UNL	2,08	2,39
08/09/2001	SCIT - INTA	1,32	1,73
03/11/2001	SCIT - INTA	2,60	3,05
19/11/2001	SCIT - INTA	1,89	2,30
30/01/2002	SCIT - INTA	1,89	2,12
15/06/2002	SCIT	3,96	4,32
21/10/2002	SCIT - INTA	3,30	3,53
06/11/2002	SCIT - INTA	3,14	3,41
25/01/2003	SCIT - INTA	3,43	3,95
26/02/2003	SCIT - INTA	3,61	3,95
15/04/2003	SCIT	4,00	4,54
01/05/2003	SCIT	4,37	5,29
21/02/2004	SCIT	2,28	2,56
03/03/2005	SCIT	3,81	4,28
11/03/2005	SCIT	3,05	3,50
04/04/2005	SCIT	2,33	2,83

Fonte: SCIT = *SERVICIO DE CATASTRO E INFORMACIÓN TERRITORIAL*, UNL = *UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL*, INTA = *INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUÁRIA*, MAH = *MINISTÉRIO DE ASUNTOS HÍDRICOS*.

QUADRO 4 – Registros fotográficos na área de análise.

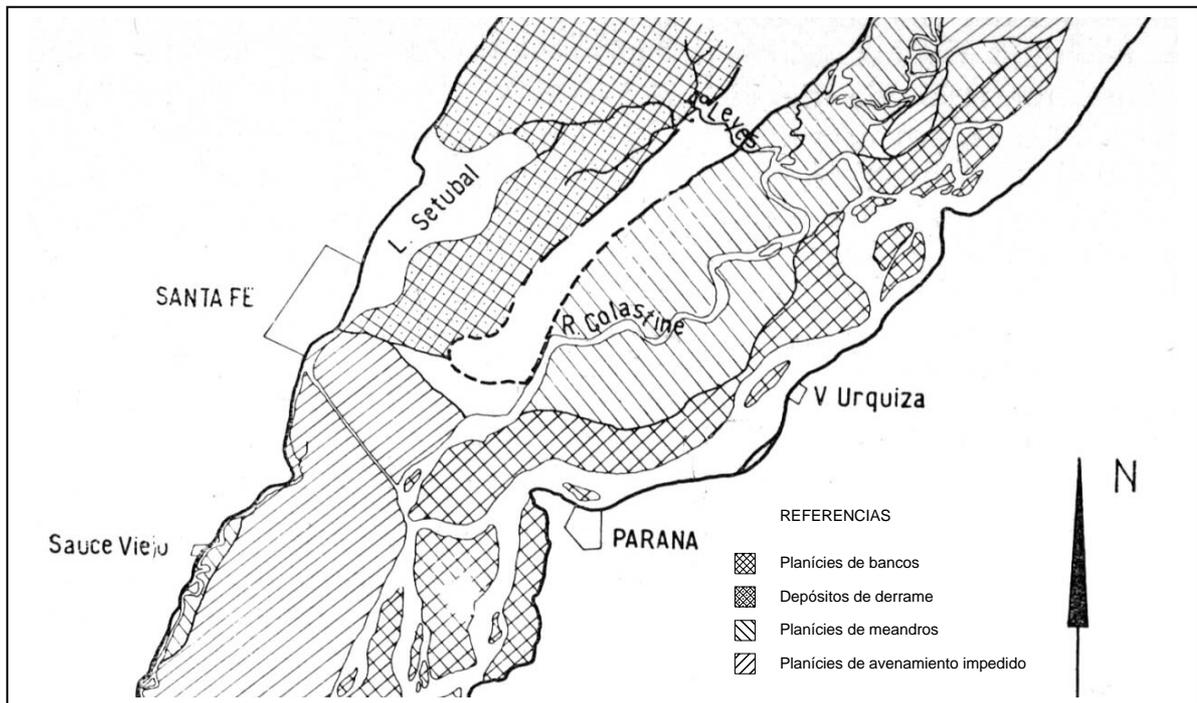
Data de registro	Escala	Instituição que dispõe do material	Cobertura na área de análise	Característica
55	1:45.000	INALI - SCIT	parcial	
67	1:20.000	GFP	parcial	
Oct-68	1:20.000	MAH - INALI	parcial	
69	1:20.000	SCIT	parcial	mosaico sem controle
71	1:20.000	SCIT	parcial	mosaico controlado
Nov-74	1:10.000	UCSF	parcial	
Nov-74	1:20.000	PROIMSA	parcial	
Nov-74	1:20.000	UNL - INALI	parcial	mosaico
Nov-74	1:20.000	UNL	parcial	retificadas
75-76	1:20.000	GFP	total	
May-83	1:40.000	GFP	total	
Abr-87	1:25.000	UNL	parcial	
Jun-88	1:20.000	UNL	parcial	
Ene-89	1:20.000	INA - UCSF	parcial	
Jul-92	1:20.000	MAH	total	
Dic-97	1:25.000	UNL	parcial	
Ago-98	1:100.000	GFP	total	

Fonte: INA = INSTITUTO NACIONAL DEL AGUA, INALI = INSTITUTO NACIONAL DE LIMNOLOGIA
 UNL = UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL, UCSF = UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA FE
 MAH = MINISTERIO DE ASUNTOS HÍDRICOS, GFP = GRUPO FOTOGRÁFICO da cidade de Paraná
 SCIT = SERVICIO DE CATASTRO E INFORMACIÓN TERRITORIAL, Empresa PROIMSA

Os dados pluviométricos correspondiam a uma estação meteorológica localizada na cidade universitária, onde os dados vêm sendo registrados desde o ano de 1989 até a atualidade pelo Centro de Pesquisa Meteorológica da *Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas*.

Posteriormente, analisando a localização dos registros gráficos cadastrais das propriedades no setor das ilhas, da cobertura dos registros fotográficos aéreos, da distribuição das unidades geomorfológicas (classificadas por IRIONDO, 1972, Figura 10) e a importância dos principais cursos hidrográficos (primário, secundário e terciário) localizados na área de análise se estabeleceram três áreas de estudos.

A área de estudo 1 (Ilha Carabajal) limita com os rios Paraná e Colastiné, a área de estudo 2 (Ilha Soperez) limita com o rio Colastiné e a área de estudo 3 (parte da ilha La Posta Vieja) limita com o rio Coronda. (Figura 11).



Fonte: IRIONDO (1972).

FIGURA 10: Geomorfologia na área de análise.



FIGURA 11: Localização das áreas de estudo.

4 - MÉTODO

A continuação são desenvolvidas cada uma das etapas proposta neste método, as quais correspondem a: levantamento de dados de campo, cartografia básica da área de análise, demarcação da linha de ribeira, relacionamento com os dados cadastrais, demarcação das linhas água-terra, zoneamento dos processo de erosão/sedimentação, zoneamento dos graus de afetação hídrica e dinâmica dos processos de erosão/sedimentação.

4.1 – LEVANTAMENTO DE DADOS DE CAMPO

Nessa etapa a finalidade foi localizar as margens atuais das ilhas que compõem as áreas de estudo e conhecer valores altimétricos em setores das mesmas, além de realizar entrevistas não estruturadas às pessoas que moram ou conhecem tais ilhas.

Para realizar os trabalhos de campo se empregou equipamento disponível na *Facultad de Ingenieria y Ciencias Hídricas* da *Universidad Nacional del Litoral*, tais como: embarcação hidrográfica de casco rígido (5,80m de comprimento), embarcação inflável, sistema de posicionamento global (GPS) geodésico LEICA System 1200, nível óptico TOPCON AT-G7 e acessórios.

Inicialmente, se fez uma análise nas cartas topográficas em escala 1:50.000 (confeccionadas pelo IGM) e nos registros dos pontos da rede geodésica estadual a fim de localizar pontos trigonométricos e altimétricos pertencentes às redes federal e estadual próximos às áreas de estudo os quais seriam empregados como base fixa do GPS geodésico. Identificados tais pontos se fez um reconhecimento no campo a fim de localizá-los.

Para as áreas de estudo 1 e 3 se decidiu utilizar um ponto da rede geodésica estadual localizada na parte superior do deposito de água do edificio da *Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas*. Para a área de estudo 2, se identificaram dois pontos altimétricos da rede federal (ponto fixo N° 5 y N° 6 da linha de nivelamento N° 55), mas como os mesmos estavam um pouco

afastado da área de estudo, foi materializado um novo ponto (mais próximo a essa área) e relacionado altimetricamente à rede federal. (Figura 12).



FIGURA 12: Ponto altimétrico da rede federal e geodésico da rede estadual.

Feita a instalação do GPS base se realizou o traslado (terrestre e aquático) do GPS móvel até a área de estudo. Logo, mantendo uma velocidade estável da embarcação e uma distância constante da mesma, respeito à margem, foram-se fazendo registros com o GPS móvel. A distância com relação à margem podia mudar segundo a presença de bancos de areia ou obstáculos (árvores derrubadas) no percurso da embarcação.

Também foram realizados perfis topográficos na parte internas das ilhas a fim de estabelecer as diferenças de altitude nas geoformas (albardões, espiras de meandros, áreas deprimidas, lagoas, etc.) que compõem o relevo da planície. E nos setores onde apresentavam registros altimétricos expeditivos (obtidos nas cartas topográficas) foram realizados nivelamentos geométricos. (Figura 13).

Finalmente os dados obtidos em campo foram processados a fim de obter uma planilha de coordenadas planialtimétricas, para posteriormente representar graficamente a localização

atual das margens das ilhas. Neste caso as coordenadas planimétricas se encontram relacionadas ao sistema de coordenadas Gauss Krugger e a coordenada altimétrica ao nível meio do mar.



FIGURA 13: Execução de perfis topográficos.

Respeito às entrevistas não estruturadas a observadores qualificados inicialmente, foi elaborado um questionário com o fim de recopilar informação hidrológica, dos processos de erosão e sedimentação, das lagoas, do vento, da ação do homem e toponímia das ilhas e dos elementos hidrográficos que integram as áreas de estudo. Posteriormente foram feitas as entrevistas com pessoas que moram e moravam nas ilhas das áreas de estudo (ANEXO B1 em CD do Apêndice).

4.2 - CARTOGRÁFICA BÁSICA DA ÁREA DE ANALISE

A finalidade dessa etapa era obter uma cartografia básica da área de análise. Como conseqüência empregou-se principalmente a informação disponível no Sistema de Informação Territorial do *Servicio de Catastro e Información Territorial* (SCIT) do estado de Santa Fe.

Especificamente tal Sistema, apresenta para a totalidade da superfície do estado, informação vetorial (limites de administração, vias de comunicação, limite das propriedades),

imagens de satélites (SPOT) georeferenciadas e bases de dados cadastrais; relacionadas ao sistema de projeção cartográfico Gauss-Krügger (tangente no meridiano de -60°).

Inicialmente se selecionaram as imagens digitais do satélite SPOT (disponíveis no SCIT) correspondente à área de análise. Tais imagens pancromáticas foram obtidas nas datas 24/12/93 e 19/01/94 (com alturas hidrométricas de 3,38 m e 2,58 m respectivamente no hidrômetro da cidade de Paraná).

As imagens selecionadas foram inseridas em um software CAD e se estabeleceu qual era a melhor escala de visualização (na tela do computador) das correspondentes imagens de forma tal que permita uma correta interpretação dos elementos registrados nelas.

Posteriormente se procedeu a interpretar e digitalizar os principais elementos, tais como: limite dos cursos permanentes, limites de lagoas permanentes e limites das localidades presentes na área de análise.

Perante dúvidas, eram verificados os elementos identificados visualmente com a informação obtida nos trabalhos de campo, com os registros fotográficos recopilados e com a cartografia de delimitação das áreas de risco hídrico em Santa Fe (em escala 1:10.000) realizada pelo Conselho Nacional de Inversões e o *Instituto Nacional del Agua*.

Logo depois, foram incorporados os arquivos vetoriais dos limites administrativos (a nível estadual, departamental e distrital) e vias de comunicação (auto-estrada, rodovia e ferrovia) disponível no Sistema de Informação Territorial do SCIT. E também foram incorporados os topônimos dos cursos hidrográficos e lagoas identificadas nas cartas topográficas (em escala 1:50.000) elaboradas pelo *Instituto Geográfico Militar* e nas cartas da zona de ilha (em escala 1:100.000) obtidas pelo SCIT.

Finalmente foi criada uma cartografia básica da área de análise em escala 1:50.000. (Figura 14, ANEXO C1 em CD do Apêndice). E os dados obtidos em campo foram inseridos à cartografia básica, e considerando a distancia de cada ponto registrado pelo GPS à margem das ilhas, se demarcou a localização atual das mesmas em cada área de estudo.

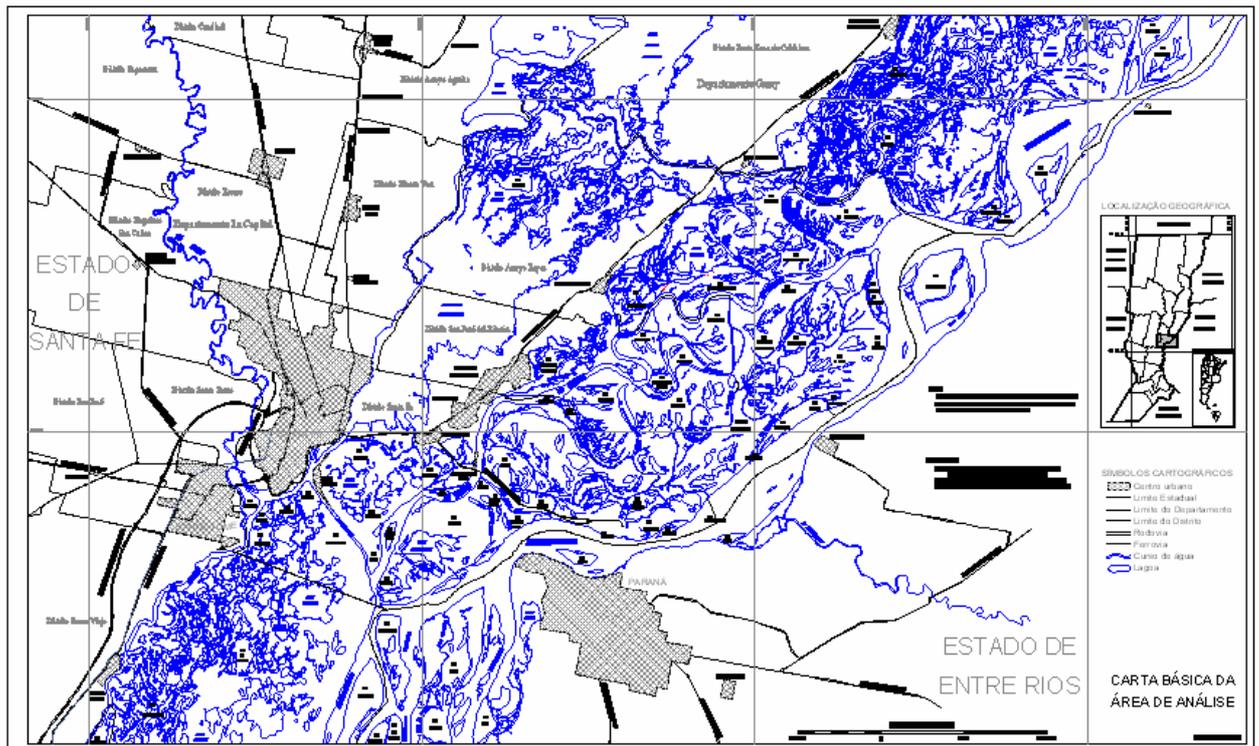


FIGURA 14: Cartografia básica da área de análise.

4.3 – DEMARCAÇÃO DA LINHA DE RIBEIRA

A intenção nessa etapa era determinar por meio de imagens de satélites uma linha de ribeira provisória nas diferentes ilhas, de forma que a mesma delimite aquelas propriedades que no Sistema de Informação Territorial do SCIT não apresentam limites gráficos definidos.

Primeiramente, se identificaram aqueles hidrômetros que apresentam definida a cota da linha de ribeira e que se encontraram na área de análise, para posteriormente indagar os registros de alturas hidrométricas disponível dos mesmos.

Segundo, a informação da *Dirección Nacional de Vías Navegables* (DNVN), os hidrômetros correspondentes às localidades de Brugo, Paraná, Santa Fe, Diamante e Coronda são s que apresentam definida a cota da linha de ribeira. Os mesmos apresentam diferentes períodos de registros de alturas hidrométricas e estão relacionadas à rede altimétrica do *Ministério de Obras Publicas* (MOP) da Nação (Quadro 5).

QUADRO 5 – Informação técnica dos hidrômetros registrados na *Dirección Nacional de Vías Navegables*.

Río ou curso	Lugar ou estação	Período registro de altura hidrométrica	Cota MOP no zero do hidrômetro (m)	Cota IGM no zero do hidrômetro (m)	Cota MOP da linha ribeira (m)
Paraná	La Paz	05/1903 - atualidade	16,4620	15,9040	4,95
Paraná	Hernandarias	09/1903 - atualidade	13,5480	12,9900	
Paraná	Brugo	06/1909 - 1997	12,4930	11,9350	4,90
Paraná	Paraná	01/1904 - atualidade	10,1560	9,5980	4,30
Paraná	Santa Fe	01/1905 - atualidade	8,9524	8,3944	4,65
Paraná	Diamante	01/1902 - atualidade	7,3010	6,7430	4,70
San Javier	San Javier	03/1908 - 1997	14,9169	14,3589	
San Javier	Saladero Cabal	03/1908 - 1996	14,0233	13,4653	
San Javier	Helvecia	03/1908 - 1996	13,8677	13,3097	
San Javier	Cayasta	03/1908 - 1997	13,5036	12,9456	
San Javier	Santa Rosa	03/1906 - 1996	11,6000	11,0420	
Colastine	San Jose del Rincón	1912 - 1980	9,8108	9,2528	
Colastine	Colastine Sud (km 13)	1904 - 1990	9,7114	9,1534	
Salado/Coronda	Cuatro Bocas	1908 - 1972	8,9010	8,3430	
Coronda	Coronda (km 96)	1908 - 1990	6,7873	6,2293	4,84

Fonte: DIRECCIÓN NACIONAL de VÍAS NAVEGABLES, 2007.

Atualmente, as alturas hidrométricas do hidrômetro de Brugo, são estabelecidas pela DNVN por interpolação das alturas hidrométricas dos hidrômetros das localidades de Hernandarias e Paraná. E as alturas do hidrômetro da localidade de Coronda, desde o ano de 2000 até a atualidade, são recopiladas pela Policia da própria localidade.

Procurando estabelecer qual imagem de satélite apresenta um registro da altura hidrométrica concordante com a cota da linha de ribeira nos diferentes hidrômetros, se fez uma comparação das datas de registro das imagens de satélite LANDSAT com as alturas hidrométricas registradas nos correspondentes hidrômetros. O Quadro 6 apresenta as imagens que registram os valores mais próximos à linha de ribeira.

As imagens de satélite das datas de 15/04/03 e 01/05/03 são as que apresentam alturas hidrométricas mais próximas à cota da linha de ribeira. Portanto, definiu-se estabelecer a imagem registrada na data do dia 15/04/03 como a imagem base para extrair a linha de ribeira provisória.

QUADRO 6 – Imagens de satélite e registros de alturas hidrométricas próximos à linha de ribeira.

Data de registro	Santa Fe Linha de ribeira = 4,65 (m)	Paraná Linha de ribeira = 4,30 (m)	Diamante Linha de ribeira = 4,70 (m)
02/08/1999	4,27	3,89	4,36
08/03/2001	4,40	4,14	4,52
15/06/2002	4,32	3,96	4,47
15/04/2003	4,54	4,00	4,60
01/05/2003	5,29	4,37	4,93
03/03/2005	4,28	3,81	4,42

Tomando as bandas originais da imagem registrada na data do dia 15/04/03 foram processadas digitalmente com o software IDRISI 32 ao fim de obter uma imagem de cor composto (banda 3, banda 4 e banda 5). E considerando que o objetivo do processamento digital da imagem era delimitar a linha de água-terra (ou pêlo de água), logo foram estabelecidas áreas de treinamento localizadas em diferentes setores (rio, arroios, lagoas, setores urbanos, semi-urbano, solo trabalhado, vegetação das ilhas) e que apresentavam diferentes condições de reflexão radiométrica. (Figura 15).

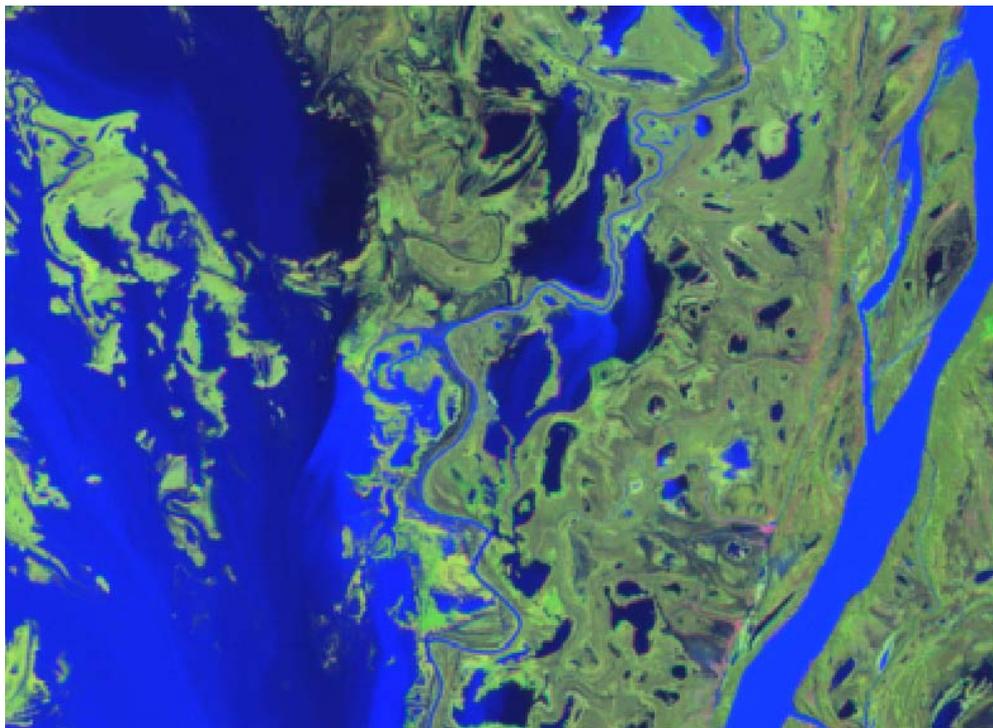


FIGURA 15: Diferentes condições de reflexão radiométrica em curso de águas e lagoas.

Depois, a imagem composta foi classificada segundo as áreas de treinamento estabelecidas (empregando um classificador de análise de discriminação lineal) e a imagem obtida foi posteriormente exportada.

Logo a imagem classificada foi inserida em um software CAD e georeferenciada com as imagens do satélite SPOT. A seguir foi estabelecida qual era a melhor escala de visualização (na tela do computador) de forma que permita uma correta interpretação dos elementos registrados nelas.

E finalmente se procedeu a interpretar e digitalizar a linha de água-terra que representava a linha de ribeira provisória.

Os passos detalhados previamente foram também empregados naquelas imagens que apresentaram um registro de altura hidrométrica próximo à linha de ribeira do hidrômetro da cidade de Santa Fe. A data de registro de tais imagens foram as seguintes: 25/02/94, 28/08/97, 02/08/99, 08/03/01 e 03/03/05. (ANEXO C2 em CD do Apêndice).

4.4 - RELACIONAMENTO COM OS DADOS CADASTRAIS

Nessa etapa o fim foi estabelecer a situação cadastral das parcelas localizadas na área de análise por intermédio do análises da informação existente no *Servicio de Catastro e Información Territorial* do estado de Santa Fe.

Inicialmente foi solicitada à base de dados do Sistema de Informação Territorial a informação correspondente às parcelas localizadas no setor de ilha e que se encontravam identificadas nos Distritos da área de análise (Santa Rosa de Calchines, Arroyo Leyes, San José del Rincón, Santa Fe e Sauce Viejo) (ANEXO A1 em CD do Apêndice). Essa informação ofereceu dados específicos e técnicos das parcelas, tal como: número da partida de imposto predial ou imobiliário, número da parcela cadastral, nome do proprietário, endereço fiscal, nome da ilha, número do registro gráfico da mensura, superfície e limites da propriedade, histórico dos trâmites legais, etc.

É necessário especificar que cada parcela cadastral no estado de Santa Fe apresenta um código numérico relacionado à partida do imposto imobiliário, onde cada número representa a localização da parcela (por exemplo; o número 1016011339400002 representa: 10 = Departamento Capital, 16 = Distrito San José del Rincón, 01 = sub-distrito ilha, 133940 = numero parcela, 0002 = sub-parcela).

Logo se compararam os registros gráficos de mensura correspondentes às parcelas cadastrais identificadas na área de análise com os arquivos vetoriais das parcelas no Sistema de Informação Territorial, a fim de identificar inconsistências nos limites das parcelas e registros gráficos ainda não incorporados ao Sistema.

A seguir os registros gráficos de mensuras não incorporados foram digitalizados (empregando os dados angulares e de comprimento detalhados na própria mensura). Porém, ao analisar novamente a cobertura dos arquivos vetoriais das parcelas cadastrais digitalizadas e existentes no Sistema de Informação Territorial se identificaram setores em branco onde não existiam limites de parcelas. Na Figura 16 (ANEXO C1 em CD do Apêndice) se observa de cor vermelha as mensuras disponíveis no Sistema de Informação Territorial e de cor azul as parcelas digitalizadas.

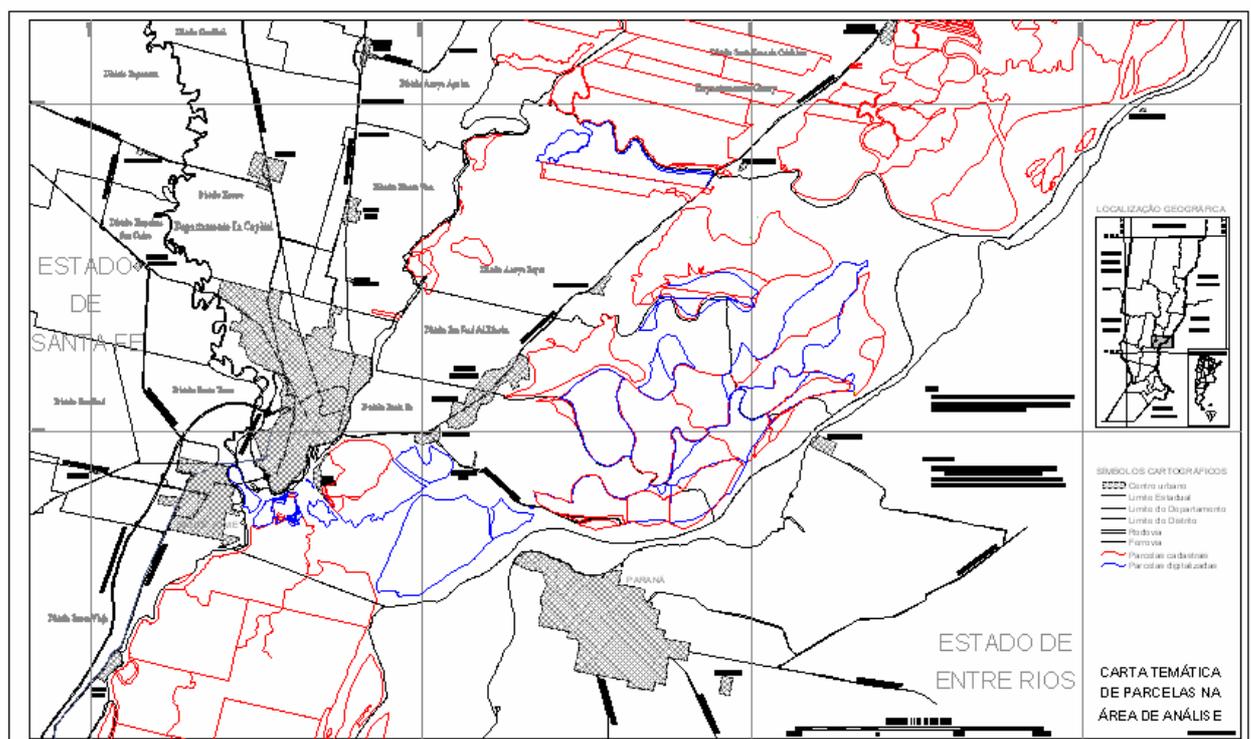


FIGURA 16: Localização das parcelas digitalizadas.

Examinando a informação obtida na base de dados e os registros gráficos das mensuras se identificaram parcelas que não tinham uma representação gráfica. Portanto, teve-se que recorrer aos documentos microfilmados com o fim de extrair informação e dados (mensuras duplicadas, croquis de localização, dimensão das mensuras ou nome de cursos hidrográficos) que permitiram localizar geograficamente as parcelas cadastrais. Obtida essa informação foram digitalizados os limites de tais parcelas. As mensuras das áreas de estudo se encontram no ANEXO A1 (em CD do Apêndice).

Posteriormente, naqueles setores de ilha que ainda não apresentavam um limite gráfico definido se empregou o arquivo vetorial da linha água-terra (que representava a linha de ribeira provisória) de forma a estabelecer um limite provisório nas restantes parcelas cadastrais.

Finalmente cada parcela cadastral foi identificada como parcela privada, pública ou nova formação e se incorporou o código numérico da partida de imposto predial ou imobiliário (por exemplo: PII-1016011339230002), o número do registro gráfico de mensura (por exemplo: 60.110) e o número de ilha fiscal (por exemplo: 84). Na Figura 17 (ANEXO C1 em CD do Apêndice) se apresenta de cor preta a parcelas privadas, de cor laranja as parcelas públicas e de cor verde as novas formações.

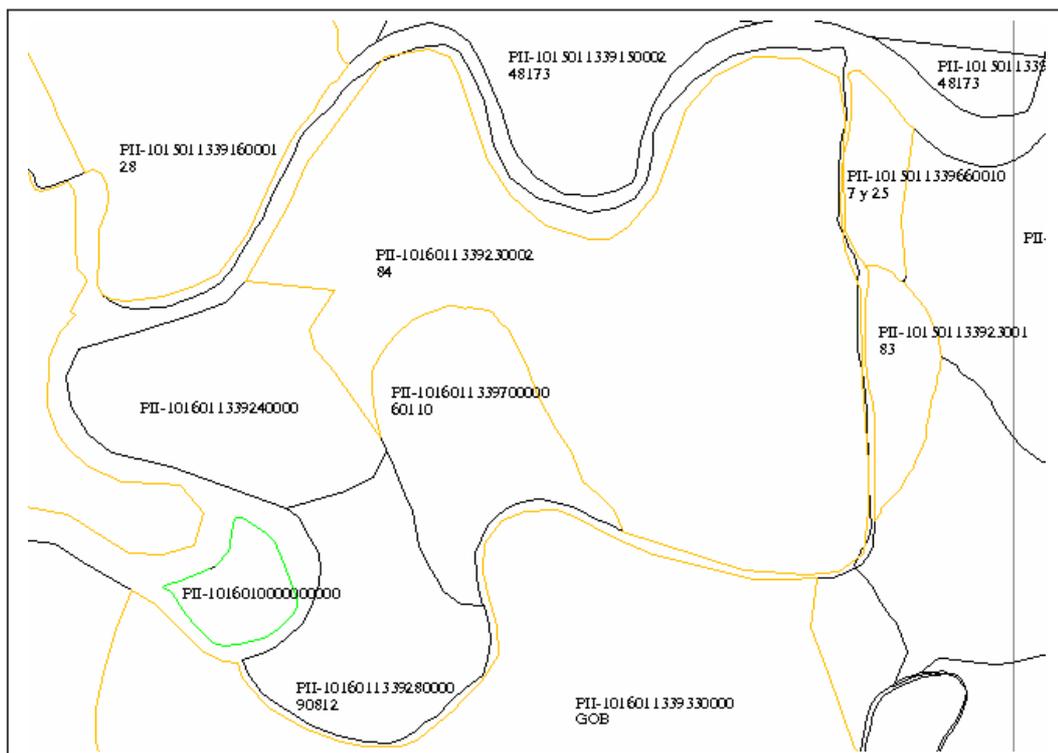


FIGURA 17: Parcelas cadastrais públicas, privadas e novas formações.

4.5 - DEMARCAÇÃO DAS LINHAS ÁGUA-TERRA

A intenção nesta etapa é demarcar as linhas de água-terra (ou pêlo de água) que apresentam as áreas de estudo em diferentes situações de alturas hidrométricas. Definiu-se que as linhas de água-terra estariam relacionadas às alturas hidrométricas registradas no hidrômetro da cidade de Santa Fe.

Inicialmente, se identificaram aquelas imagens do satélite LANDSAT que apresentaram uma altura hidrométrica maior a 3,00m e que entre as mesmas tiveram uma equidistância de aproximadamente 0,50m na altura hidrométrica. (Quadro 7).

QUADRO 7 – Imagens de satélite com diferentes registros de alturas hidrométricas.

Data de registro	Altura hidrométrica na cidade de Santa Fe (m)
03/11/2001	3,05
21/10/2002	3,53
20/02/2001	4,14
15/04/2003	4,54
01/05/2003	5,29
19/01/1998	5,89
27/05/1998	6,58

Tomando as bandas originais de cada imagem selecionada foram processadas digitalmente com o software IDRISI 32 a fim de obter uma imagem de cor composta (banda 3, banda 4 e banda 5).

Logo, a imagem composta foi classificada (utilizando um classificador de análise de discriminação lineal) segundo as áreas de treinamento estabelecidas para a etapa da demarcação da linha de ribeira; e assim, a imagem obtida foi posteriormente exportada.

Depois a imagem classificada foi inserida em um software CAD e georeferenciada com as imagens do satélite SPOT. A seguir foi estabelecida qual era a melhor escala de visualização

(na tela do computador) de forma tal que permitisse uma correta interpretação da linha de água-terra, e finalmente se procedeu à digitalização da mesma.

Dessa forma se prosseguiu com cada uma das imagens que apresentavam aproximadamente alturas hidrométricas equidistantes a 0,50m (Figura 18 e ANEXO C3 em CD do Apêndice). Naquelas imagens que apresentavam nuvens ou erro nos sensores de registros da própria imagem, também foram digitalizados.

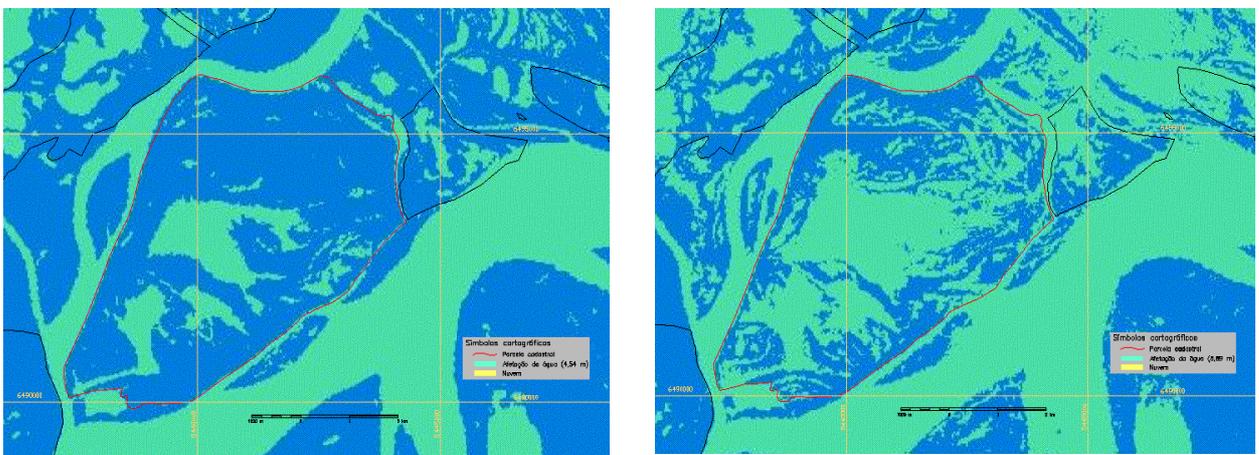


FIGURA 18: Ilha Carabajal com altura hidrométrica de 4,54 e 5,89 m.

4.6 - ZONEAMENTO DOS PROCESSOS DE EROÇÃO/SEDIMENTAÇÃO

A finalidade dessa etapa foi obter uma representação gráfica temporal dos processos de erosão/sedimentação acontecidos nas áreas de estudo.

No início se procedeu a identificar quais fotografias aéreas cobriam as áreas de estudo nos diferentes registros fotográficos recopilados (Quadro 8). Logo tais fotografias foram digitalizadas em um escâner de formato A3 a uma resolução de 1.000 dpi.

A seguir cada fotografia digitalizada de cada área de estudo foi inserida num software CAD e georeferenciada com as imagens do satélite SPOT. Logo foi estabelecida qual era a melhor escala de visualização (na tela do computador) de forma tal que permita uma correta interpretação e digitalização das margens dos cursos permanentes, lagoas permanentes, bancos de areia e setores de sedimentação na parte interna das ilhas.

QUADRO 8 – Alturas hidrométricas nos registros fotográficos das áreas de estudo.

Data de registro	Área de estudo			Hidrômetro Santa Fe (m)	Hidrômetro Paraná (m)
	Ilha Carabajal	Ilha Soperez	Ilha La Posta Vieja		
1955	X	X	X		
13/10/1968		X		1,04	0,66
18/10/1968	X	X		1,20	0,81
20/10/1974			X	2,20	1,83
21/10/1974	X			2,20	1,80
01/11/1974	X			1,85	1,49
07/11/1974	X	X		2,22	2,02
21/03/1983		X		7,02	6,63
05/10/1983	X		X	4,93	4,52
05/06/1988		X		4,07	3,58
21/01/1989	X			2,24	1,68
05/07/1992			X	6,70	6,07
10/07/1992	X	X		6,35	5,75
01/12/1997			X	5,56	5,07
06/05/1998	X	X		7,15	6,64

Posteriormente, ao comparar as margens digitalizadas de um mesmo setor de estudo em diferentes datas consecutivas se identificaram e digitalizaram aqueles setores que sofreram processos de erosão ou sedimentação. Da mesma forma se procedeu com as datas seguintes e com as restantes áreas de estudo (ANEXO C4 em CD do Apêndice). Na Figura 19, se pode observar de cor vermelho os processos de erosão e de cor azul os processos de sedimentação acontecidos na região da ilha Soperez entre o período 1955-1968.

Depois, foram medidas as superfícies dos setores em cada área de estudo que sofreram os processos de erosão e sedimentação nas diferentes datas.

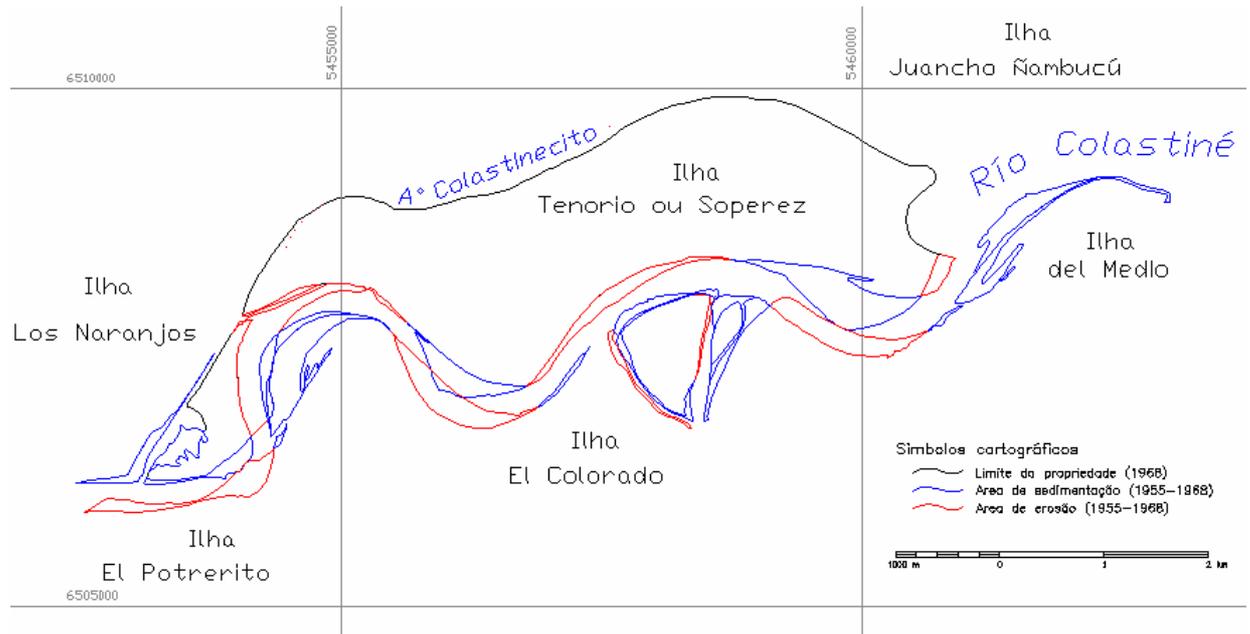


FIGURA 19: Processos de erosão e sedimentação na ilha Soperez no período 1955-1968.

4.7 – ZONEAMENTO DOS GRAUS DE AFETAÇÃO HÍDRICA

Nessa etapa o fim foi determinar zonas que apresentam diferentes graus de afetação hídrica nas áreas de estudo.

Segundo a revisão bibliográfica os desbordes na planície aluvial acontecem aos 20.000 m³/s, portanto, analisaram-se dados de caudais do rio Paraná na estação Túnel (próximo ao hidrômetro da cidade de Paraná) e se estabeleceu que tal caudal corresponde aproximadamente à altura hidrométrica de 4m no hidrômetro da cidade de Paraná (ANEXO A3 em CD do Apêndice).

Identificada à altura hidrométrica na qual acontecem os desbordes, se definiram que as imagens de satélite que registravam as alturas hidrométricas de 4,54m, 5,29m e 6,58m (no hidrômetro de Santa Fe, Quadro 3) seriam as empregadas para estabelecer as zonas de afetação hídrica.

Tomando as bandas originais de cada imagem selecionada foram processadas digitalmente com o software IDRISI 32 a fim de gerar uma imagem de cor composta (banda 3, banda 4 e banda 5). Logo, a imagem composta foi classificada (utilizando um classificador de

análise de discriminação lineal) segundo as áreas de amostras estabelecidas para a etapa da demarcação da linha de ribeira e, posteriormente, a imagem obtida foi exportada.

Depois, a imagem classificada foi inserida em um software CAD e georeferenciada com as imagens do satélite SPOT. A seguir foi estabelecida qual era a melhor escala de visualização (na tela do computador) de forma que permita uma correta interpretação da linha de água-terra e finalmente se procedeu à digitalização da mesma. (Figura 20).

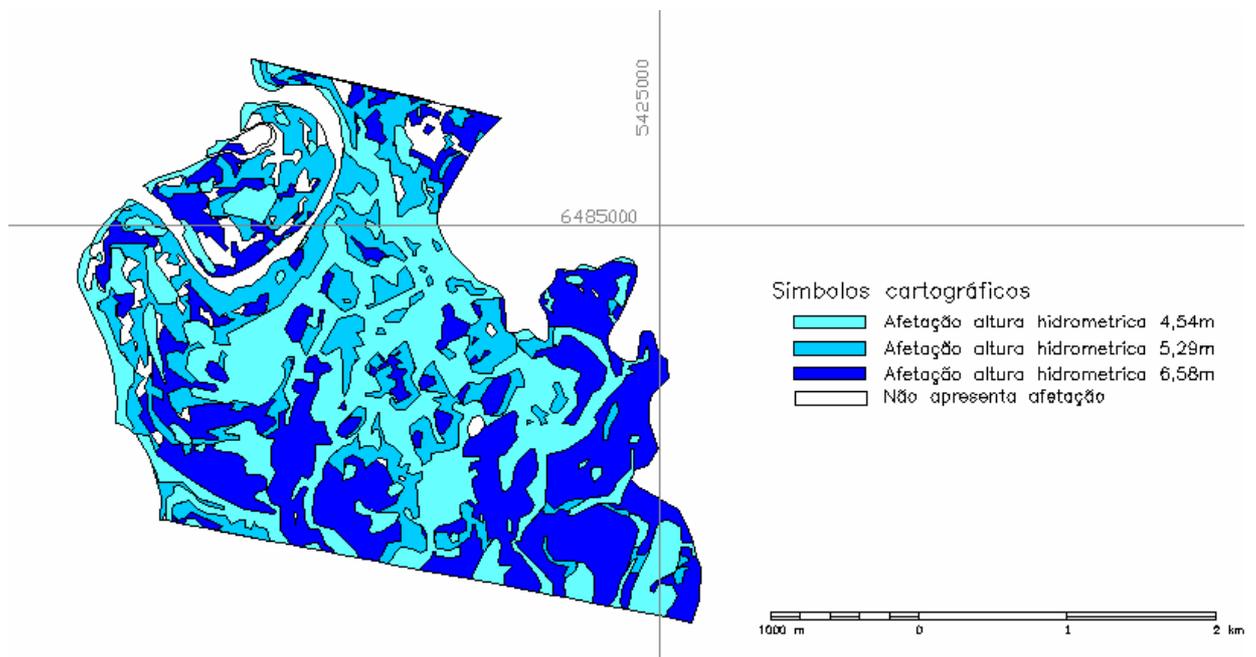


FIGURA 20: Zoneamento da afetação hídrica na ilha La Posta Vieja.

Logo, foram medidas as superfícies dos setores de cada área de estudo que apresentavam diferentes graus de afetação hídrica (ANEXO C5 em CD do Apêndice).

4.8 – DINÂMICA GEOMÉTRICA DOS PROCESSOS DE EROSÃO/SEDIMENTAÇÃO

A intenção nessa etapa era representar as possíveis modificações futuras que poderiam acontecer nas margens das ilhas que compõem as áreas de estudo.

Inicialmente se analisaram em forma conjunta os zoneamentos dos processos de erosão/sedimentação acontecidos a nível temporal nas áreas de estudo com os registros de levantamentos hidrográficos históricos, cartas de navegação, registros cadastrais históricos, os

dados medidos no campo e a informação obtida nas entrevistas realizadas às pessoas que moravam nas ilhas.

Logo, ao observar a tendência dos processos de erosão e sedimentação acontecidos em cada setor das áreas de estudo, estabeleceram-se duas linhas que representam as possíveis modificações que poderiam acontecer nas próximas décadas (cor azul) e em um período maior de tempo (cor magenta) (Figura 21).

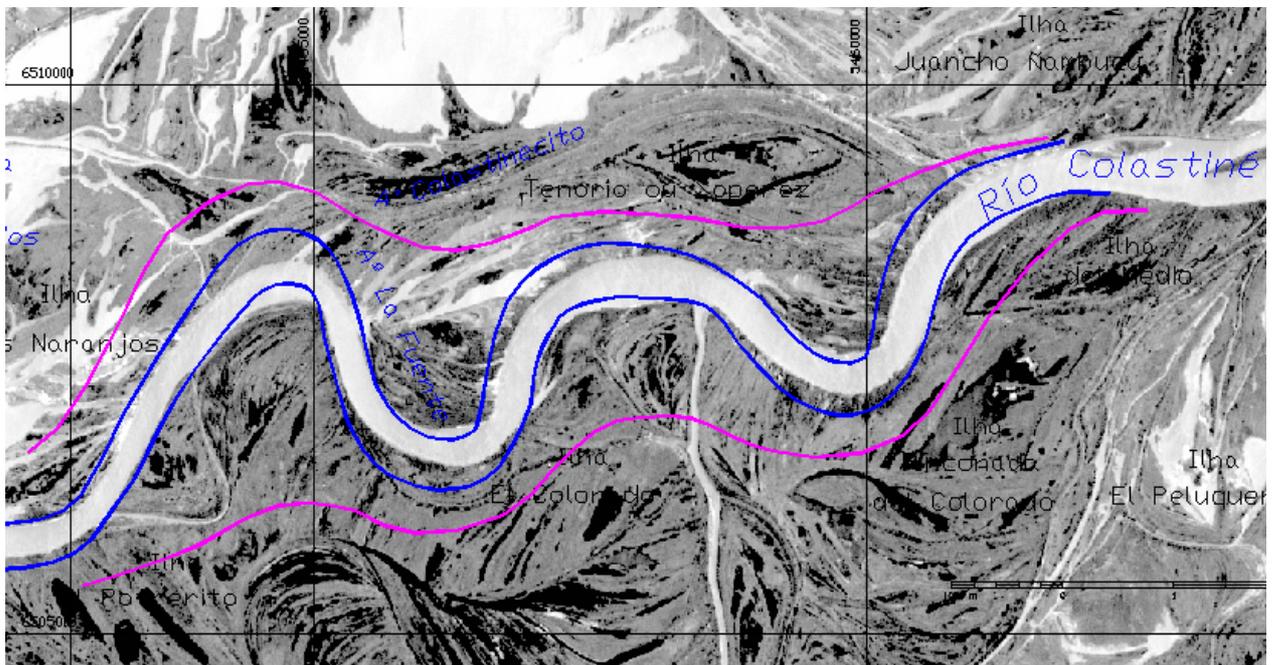


FIGURA 21: Tendência dos processos de erosão e sedimentação na ilha Soperez.

5 – ANÁLISE DOS RESULTADOS

A seguir são analisadas cada uma das etapas desenvolvidas no método, como também são examinadas a relação dos processos de erosão/sedimentação com as alturas hidrométricas, o cadastro nas ilhas e a linha de ribeira. Ademais é proposto um procedimento para controlar as afetações hídricas e físicas das ilhas e conceitos sobre avaliação cadastral das mesmas afetações.

5.1 – LEVANTAMENTO DOS DADOS DE CAMPO

Ao adotar o critério que a localização das margens dos cursos nas áreas de estudos seja levantada com um GPS desde uma embarcação e a localização da mesma embarcação em relação à margem seja estimada a vista, produziu que em determinadas situações a embarcação esteja localizada a uma distancia maior aos 20m, o qual originava imprecisão na localização das margens. As causas do afastamento da embarcação das margens foram originadas pela presença de árvores caídas pelos processos erosivos nas próprias margens, bancos de areia e incorreta recepção do GPS pela presença de árvores de grandes alturas nas margens. (Figura 22).



FIGURA 22: Árvores caídas e banco de areia.

Os trabalhos de campo foram realizados com alturas hidrométricas médias a baixas (entre 1,90 e 3,60m no hidrômetro da cidade de Paraná). As medições realizadas pelos perfis topográficos na parte interna das ilhas permitiram estabelecer que na ilha Carabajal os albardões apresentam valores que variam entre 19m a e 13m, e as lagoas oferecem valores menores a 11m; na ilha Soperez os albardões variam entre 16m e 14m, e as lagoas em valores menores a 13m, e na ilha La Posta Vieja os albardões variam entre 14m e 12m, e as lagoas em valores menores a

11m. As medições nas lagoas foram feitas a partir da altura da água no momento dos trabalhos de campo.

Ao analisar a localização atual dos setores onde apresentavam registros altimétricos expeditivos pontuais (obtidos das cartas topográficas que expressam dados de 1950) vários deles se encontravam no curso atual do rio ou pelos processos de sedimentação se encontravam muito afastados da margem atual. Por tanto, aqueles setores onde se puderam realizar os nivelamentos geométricos se obtiveram valores de cota próximos aos registrados nas cartas topográficas ou um pouco mais elevados (0,50m).

As primeiras medições no campo foram realizadas entre setembro e novembro do ano 2006, mas ao acontecer uma enchente em março e abril do ano 2007 (com alturas hidrométricas de 5,40m no hidrômetro da cidade de Paraná) se realizaram novas medições nas áreas de estudo. Destas medições se pôde estabelecer que as águas da enchente tiveram na parte interna das ilhas valores de 1,70 a 2,30m acima da altura geral das mesmas e os depósitos de areia realizados nas margens dos cursos chegaram como valores máximos a 1,80m e na parte interna da ilha a 0,20m. (Figura 23).



FIGURA 23: Depósitos de areia e marca da água nas árvores produzidas pela enchente de 2007.

A enchente de 2007 não teve uma altura hidrométrica muito alta, não obstante, produziu processos de sedimentação. Se analisarmos a possível causa desse processo, temos que considerar que desde o ano de 1998 até o ano de 2007 se mantiveram alturas hidrométricas baixas no rio Paraná (não superaram os 4,50m, ANEXO A3 em CD do Apêndice) por tanto, nesse tempo o curso foi acumulando areia e ao acontecer o primeiro pico de enchente importante tinha a disposição material para transportar.

As entrevistas realizadas aos observadores qualificados permitiram recopilar informação histórica (desde 1920) até a atualidade, dos processos hidrológicos e das ações que produzem os mesmos. Ditos observadores concordam que os grandes processos de modificações são originados nas grandes enchentes, produzindo modificações na profundidade, forma e quantidade de lagoas, na largura dos cursos e desenvolvimento da vegetação. Especificamente na ilha Carabajal as águas da enchente de 2007 chegaram a uma altura de 13,70m (IGM) e na enchente de 1982-1983 a 15,60m.

Também especificam que o vento tem influência em alguns setores dos cursos onde produz o marulho da água e nas margens das lagoas não produz afetação já que apresentam vegetação. Em alguns cursos, as margens das ilhas são afetadas pelas ondas geradas pelas embarcações.

Em relação à ação do homem na ilha os mesmos observadores especificam que alguns cursos de água pequenos são fechados para não permitir o ingresso de embarcações que roubam o gado; ou foram geradas pequenas valas com uma pá para facilitar o traslado das embarcações e que no futuro se transformaram em cursos de maior caudal.

5.2 – DEMARCAÇÃO DA LINHA DE RIBEIRA

Ao analisar a imagem selecionada para realizar a classificação digital com o fim de demarcar a linha de ribeira provisória, observou-se que as refletâncias radiométricas dos cursos e lagoas eram diferentes na imagem. Portanto, estabeleceu-se que as áreas de amostras foram realizadas em setores específicos dos cursos e lagoas.

Na classificação digital da imagem se empregaram dois classificadores automáticos do

software IDRISI (máxima verosimilitude e análise de discriminação lineal), mas se considerou que os resultados do classificador de análise de discriminação lineal representava melhor à realidade.

A intenção ao processar diferentes imagens de satélite que apresentaram registros próximos à linha de ribeira era fazer uma comparação temporal dessa linha nas áreas de estudo. Se examinamos as linhas obtidas das imagens registradas em 25/02/94, em 28/08/97 e em 02/08/99 se observa que existem em alguns setores grandes diferenças, nas linhas obtidas das imagens de 08/03/01 e 15/04/03 apresentam poucas diferenças e na linha da imagem do 03/03/05 novamente apresentam grandes diferenças. (ANEXO C2 em CD do Apêndice).

Se analisamos em forma conjunta essas linhas com os registros das alturas hidrométricas no hidrômetro da cidade de Paraná (ANEXO A3 em CD do Apêndice) podemos observar que 4 meses antes do registro do 25/02/94 aconteceu uma elevação das alturas hidrométricas até quase 5,00m, 6 meses antes do registro do 28/08/97 até 6,00m e no registro do 02/08/99 14 meses antes 6,60m, 8 meses antes 5,40m e 4 meses antes 4,30m. Portanto, pode-se estabelecer que as linhas da ribeira identificadas nessas imagens se achavam influenciadas pelas águas que se encontram no interior da ilha e continuavam saindo.

No caso das linhas da ribeira nos registros realizados o 08/03/01, 15/04/03 e 03/03/05 apresentam nos meses anteriores ao registro alturas hidrométricas normais. Por isso, o observado nas margens das duas primeiras imagens são variações concordantes com setores que sofrem processos de erosão e sedimentação (Figura 24). E no caso da linha da ribeira da ultima imagem aparentemente não esteve bem referenciada.

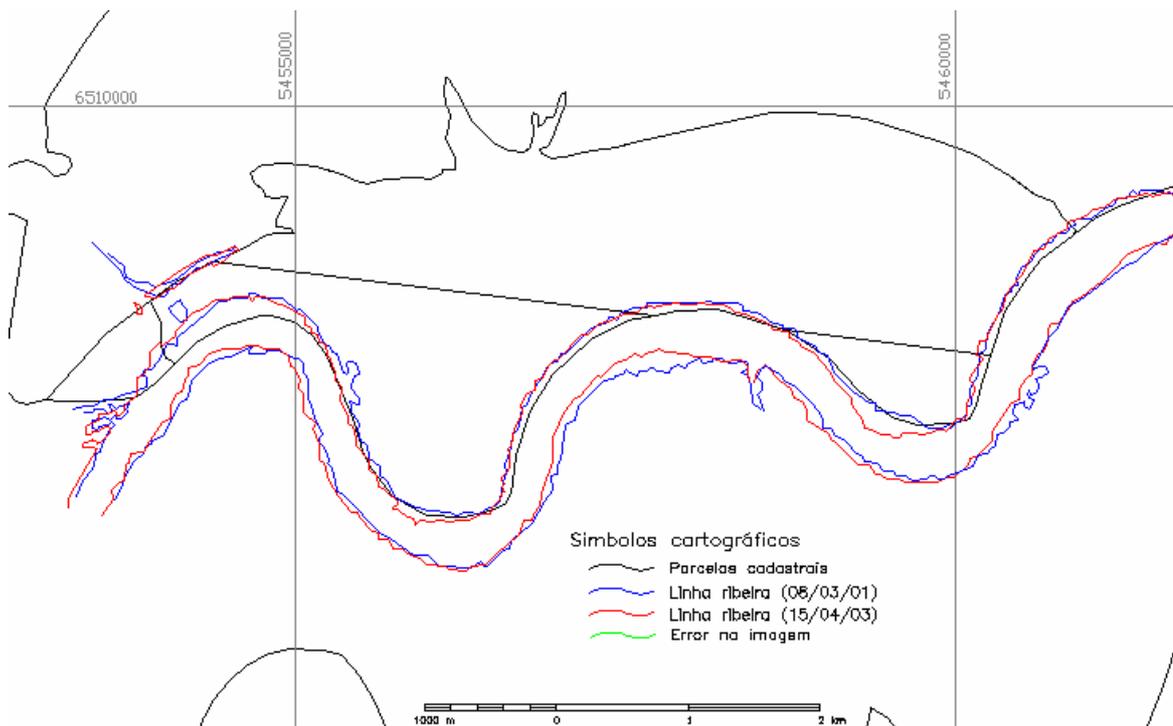


FIGURA 24: Diferença nas linhas de ribeira da 08/03/01 e 15/04/03.

5.3 – RELACIONAMENTO DOS DADOS CADASTRAIS

Ao comparar os limites das parcelas cadastrais existentes no Sistema de Informação Territorial do *Servicio de Catastro e Información Territorial* do estado de Santa Fe com os registros gráficos das parcelas (mensuras) se encontraram diferenças. Na Figura 25, observa-se de cor vermelho o limite cadastral da ilha Vera ou El Francés no Sistema de Informação Territorial e de cor azul o limite da parcela segundo a mensura da mesma ilha.

Encontraram-se também dificuldades ao digitalizar alguns dos registros gráficos das parcelas já que empregando os dados angulares e de comprimento detalhados na própria mensura não produzia um correto fechamento da poligonal base na parcela.

Depois de ter controlado os limites das parcelas existentes no Sistema de Informação Territorial e de ter incorporado os registros gráficos das parcelas faltantes e da informação obtida nos documentos microfilmados, analisaram-se os limites políticos da área de análise com os documentos que contenham a informação dos limites distritais, departamentais e estaduais. Dessa análise se observou que alguns dos limites de Distrito não se encontravam bem

localizados espacialmente no Sistema, já que não concordavam com a localização dos mesmos nos registros das mensuras e com os topônimos recopilados. Também se observou que no Sistema os limites do estado de Santa Fe não concordavam com os especificados nos documentos (ANEXO C1 em CD do Apêndice).

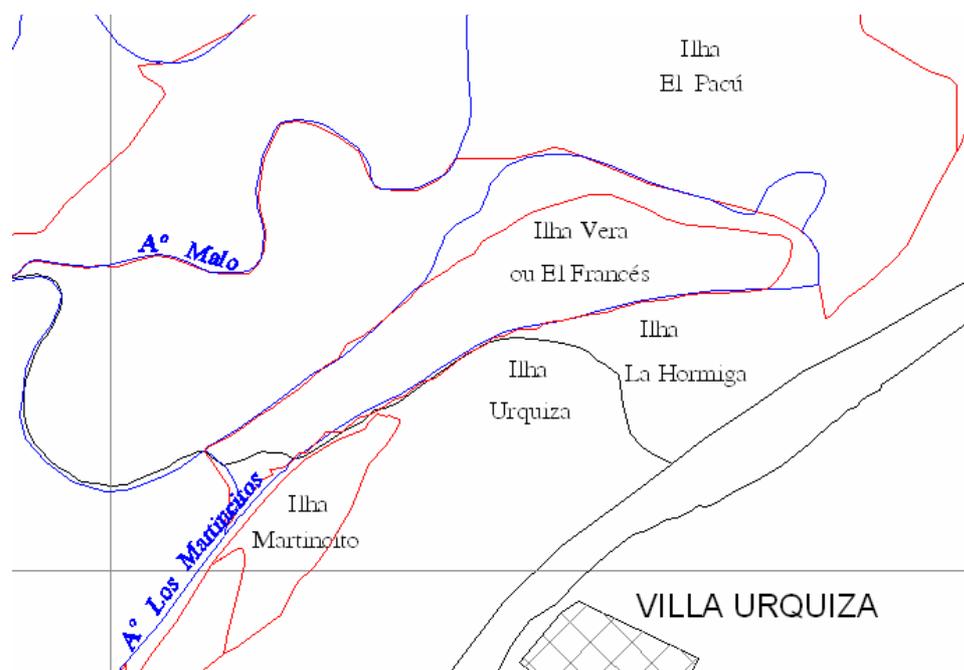


FIGURA 25: Diferença nos limites cadastrais da ilha Vera ou El Francés.

Ao identificar cada parcela cadastral em parcela privada, pública ou nova formação e ao relacioná-la com os códigos numéricos da partida de imposto predial ou imobiliário se encontraram diferentes inconsistências, como ser: parcelas que não tinham código, parcelas que tinham códigos de outros Distritos, código de parcelas que não pertencem ao setor de ilha e superposição de limites nas parcelas. Nas parcelas das novas formações se estabeleceu um código provisório. (ANEXO C1 em CD do Apêndice).

Na Figura 26 se apresentam as diferentes situações cadastrais das parcelas localizadas na área de análise (ANEXO C1 em CD do Apêndice). As parcelas de cor preta correspondem às parcelas privadas, de cor laranja às parcelas públicas, de cor verde às novas formações, de cor magenta às parcelas que não tem um código numérico da partida de imposto imobiliário, de cor azul às parcelas com código de outro Distrito, de cor cianico às parcelas que não tem código numérico do setor de ilha, de cor vermelho aqueles setores de parcelas que apresentam superposição no limites.

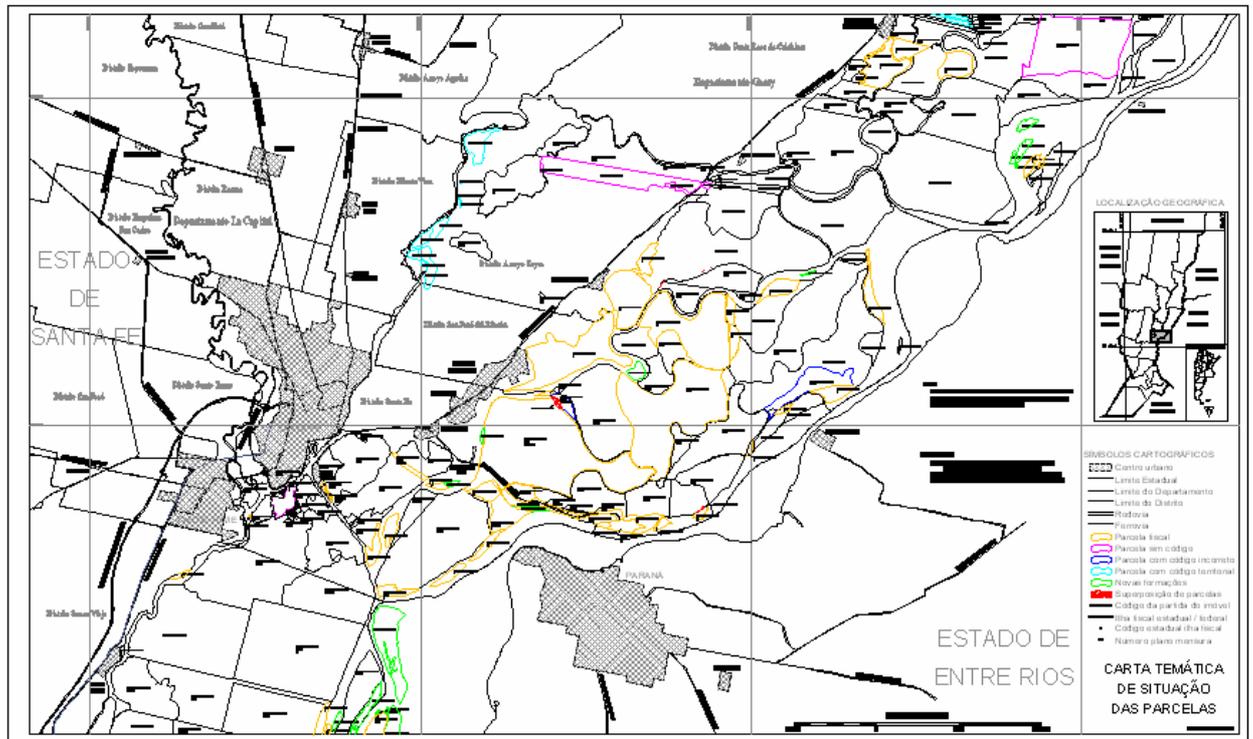


FIGURA 26: Situação cadastral das parcelas localizadas na área de análise.

5.4 – DEMARCAÇÃO DAS LINHAS ÁGUA-TERRA

Na classificação digital das imagens se empregou o mesmo classificador que na etapa da demarcação da linha da ribeira. Não obstante, as variações na concentração de sedimentos e da vegetação aquática originaram variações nas refletâncias radiométricas dos cursos e lagoas, por isso se incorporaram novas áreas de amostras.

No caso das imagens registradas em 27/05/98, em 21/10/02 e em 01/05/03 apresentavam nuvens e ao serem classificadas digitalmente tiveram influência na determinação das linhas água-terra, já que as sombras e bandas das nuvens exibiam refletâncias radiométricas do mesmo valor que às dos cursos de águas e lagoas. (Figura 27).

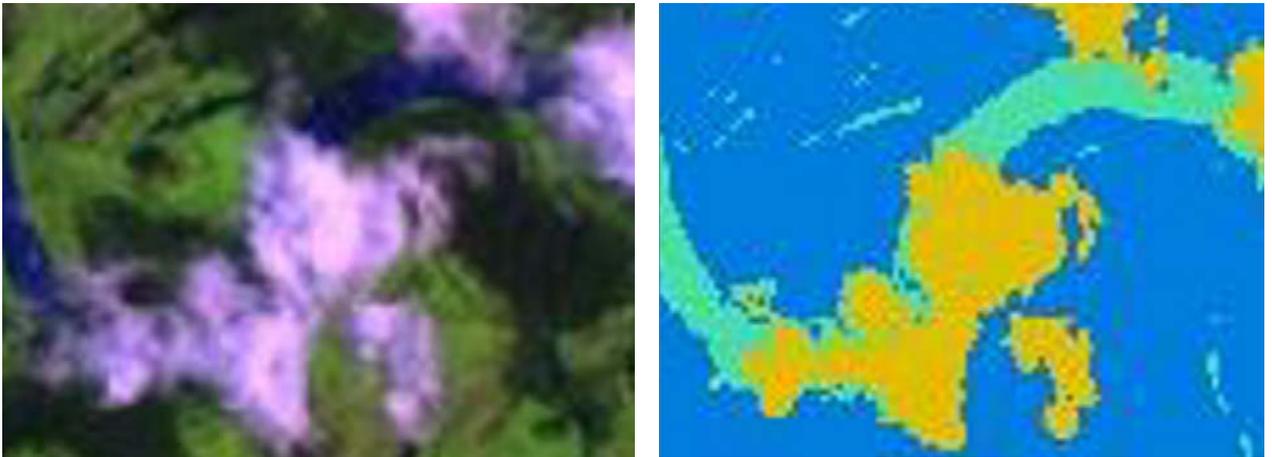


FIGURA 27: Classificação digital de nuvens e água.

5.5 – ZONEAMENTO DOS PROCESSOS DE EROÇÃO/SEDIMENTAÇÃO

No ANEXO C4 (em CD do Apêndice) podemos apreciar os processos de erosão e sedimentação acontecidos a nível temporal nas três áreas de estudos.

É necessário especificar que as fotografias registradas nos anos de 1983, 1992, 1997 e 1998 apresentam alturas hidrométricas elevadas (veja Quadro 8) que superavam a altitude das margens e portanto o limite das mesmas foi estabelecido segundo os limites da vegetação. Ao não dispor de fotografias aéreas obtidas antes e depois de cada enchente não foi possível analisar especificamente os processos de erosão e sedimentação produzidos por elas. No caso da enchente dos anos de 1982-1983, estabeleceu-se na parte interna das ilhas Carabajal e La Posta Vieja os setores onde aconteceram os processos de sedimentação (verificado pelos observadores qualificados) já que os registros fotográficos foram realizados com posterioridade às máximas alturas hidrométricas da própria enchente. (Figura 28).

Especificamente, como a área de estudo 1 (ilha Carabajal) limita com os rios Paraná e Colastiné, os quais apresentam diferentes condições hidro sedimentológicas, os processos de erosão e sedimentação exibem diferentes magnitudes para a própria ilha Carabajal como também para às ilhas vizinhas. O Quadro 9 apresenta a magnitude dos processos acontecidos a nível temporal nas ilhas Carabajal, Fiscal 56, Fiscal 59, Fiscal 60 (Banco Largo) e Fiscal 35.



FIGURA 28: Depósitos de areia produzidos pela enchente de 1982-1983.

No período 1955-1968 se observam grandes processos de erosão (500 m) e sedimentação (400m) na ilha Carabajal, e de sedimentação na ilha Fiscal 59 (ao sul da ilha Carabajal). Também os processos de sedimentação originaram a ilha Fiscal 56 (na união do riacho Tiradero Nuevo com o rio Paraná, com uma largura de 700m e 2.000m de comprimento) e sobre o rio Colastiné a ilha Banco Largo (Fiscal 60). Além disso, produzem-se depósitos de material na ilha Tiradero Viejo (transportado pelo rio Paraná), mudanças nos bancos de areia, diminuição na largura do riacho Tiradero Viejo, como também a união da ilha Tona à ilha Pesquerías e depósitos na ilha Finito (no rio Colastiné).

Na temporada 1968-1974 acontecem principalmente processos de erosão em todas as ilhas e os mais importantes ocorrem nas ilhas Lynch, La Paciencia (300m) e nos bancos de areia. Entre 1974-1983 ocorrem processos de erosão maiores que no período anterior e foram os mais

importantes nas ilhas Carabajal (200m), Lynch, Fiscal 59, nos depósitos da ilha Tiradero Viejo e nos bancos de areia.

QUADRO 9: Magnitude dos processos de erosão-sedimentação nas região da ilha Carabajal.

Data	Ilha Carabajal			Ilha Fiscal 56		
	Processos de		Superfície (hectare)	Processos de		Superfície (hectare)
	Erosão (hectare)	Sedimentação (hectare)		Erosão (hectare)	Sedimentação (hectare)	
1955			2.899,68			não existe
1968	152,57	88,93	2.836,04		119,18	119,18
1974	55,76	5,91	2.786,19	3,31	3,67	119,54
1983	90,11	2,72	2.698,80	10,79		108,75
1989	11,34	38,69	2.726,15	7,92	4,51	105,34
1992	27,65	20,02	2.718,52	8,06		97,28
1998	7,95	8,00	2.718,57	14,96		82,32

Data	Ilha Fiscal 59			Ilha Fiscal 60		
	Processos de		Superfície (hectare)	Processos de		Superfície (hectare)
	Erosão (hectare)	Sedimentação (hectare)		Erosão (hectare)	Sedimentação (hectare)	
1955			10,42			não existe
1968		89,74	100,16		42,86	42,86
1974	24,76	9,89	85,29	5,81	5,53	42,58
1983	30,29	2,09	57,09	7,99	2,85	37,44
1989	3,57	35,10	88,62		33,04	70,48
1992	21,09	0,32	67,85	16,95	5,41	58,94
1998	12,16	5,58	61,27	2,27	18,71	75,38

Data	Ilha Fiscal 35		
	Processos de		Superfície (hectare)
	Erosão (hectare)	Sedimentação (hectare)	
1955			
1968			
1974			
1983			não existe
1989		72,53	72,53
1992	24,84	9,90	57,59
1998	1,53	25,34	81,40

No período 1983-1989 sucedem maiores processos de sedimentação nas ilhas Lynch, Fiscal 59, Finito (350m) e Banco Largo, que originam também à ilha Fiscal 35 (em frente da margem da ilha Carabajal com uma largura de 400m e 2.000m de comprimento). Os processos de erosão foram localizados nos depósitos da ilha Tiradero Viejo (70m) e na ilha Fiscal 56. (Figura 29).

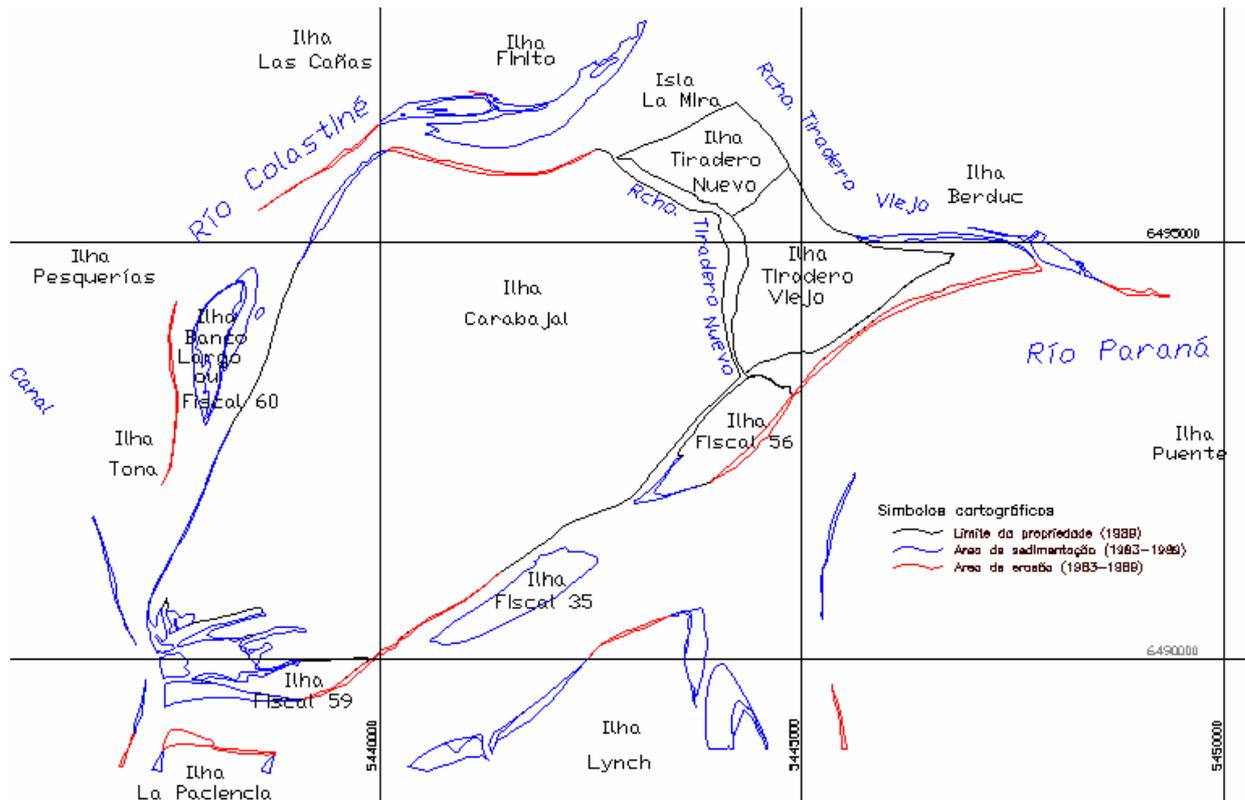


FIGURA 29: Localização dos processos de erosão-sedimentação na ilha Carabajal (1983-1989).

Entre 1989-1992 aconteceu uma maior quantidade de processos de erosão em todas as ilhas, porém de menor magnitude (50m) que os períodos prévios. E na temporada 1992-1998 ocorreram processos de sedimentação nas ilhas Fiscal 35, Banco Largo e La Paciencia (60m) e processos de erosão nos depósitos da ilha Tiradero Viejo (90m), Fiscal 56, Lynch e Fiscal 59.

Se analisamos os valores de mudanças na superfície da ilha Carabajal, podemos observar que no período 1955-1983 a ilha sofreu a máxima redução na superfície (200 hectares) que representou aproximadamente o 10 % da ilha. As restantes ilhas sofreram aumentos e reduções na superfície em diferentes percentagens.

Dos trabalhos realizados em campo, observou que os processos de erosão prosseguem principalmente na margem das ilhas Tiradero Viejo, Lynch, Fiscal 56, Fiscal 59, e também em setores pontuais da ilha Fiscal 35. Respeito aos processos de sedimentação se podem identificar três bancos de areias que apresentam diferentes graus de evolução localizados entre as margens da ilha Fiscal 56 e da cidade de Paraná (Bajada Grande), entre as margens da ilha Fiscal 59 e ilha La Paciencia e entre a ilha Carabajal e a ilha Fiscal 35. No setor do rio Colastiné, foi possível observar pequenos processos de erosão no setor norte da ilha Carabajal e a formação de um banco de areia na margem da ilha Carabajal depois da curva do curso de 120 graus que foi originado pela enchente do ano 2007, além de uns depósitos de areia menores nas margens.

A área de estudo 2 (ilha Soperez) esteve influenciada diretamente pelos processos produzidos pelo rio Colastiné e o arroio La Fuente ou Luciano. O Quadro 10 apresenta a magnitude dos processos acontecidos a nível temporal na ilha Soperez e de uma fração da própria ilha que em 1955 estava integrada.

QUADRO 10: Magnitude dos processos de erosão-sedimentação na ilha Soperez.

Data	Ilha Soperez			Fração da Ilha Soperez		
	Processos de		Superfície (hectare)	Processos de		Superfície (hectare)
	Erosão (hectare)	Sedimentação (hectare)		Erosão (hectare)	Sedimentação (hectare)	
1955			994,03			
1968	70,85	62,87	934,65		17,35	69,83
1974	27,47	8,33	915,51	12,10	7,49	65,22
1983	32,60	11,12	894,03	5,07	5,78	65,93
1988	37,50	42,68	899,21	1,62	11,21	75,52
1992	19,13	8,07	888,15	2,15	1,70	75,07
1998	15,29	4,43	877,29	5,46	0,37	69,98

Se observamos no ANEXO C4 (em CD do Apêndice) os processos de erosão e sedimentação produzidos entre 1950-1968 podemos apreciar que aconteceram processos de grandes magnitudes e que afetaram tanto à ilha Soperez (300m de erosão e 400m de sedimentação) como às ilhas del Medio, Colorado, El Potrerito e Los Naranjos. Esses processos também produziram uma diminuição na largura do rio Colastiné e a separação de uma fração da ilha Soperez.

No período 1968-1974 aconteceram maiores processos de erosão que afetaram as ilhas Soperez (70m), del Médico, Colorado (130m) e a fração da ilha Soperez. Na temporada 1974-1983 se continuam produzindo maiores processos de erosão que afetam as mesmas ilhas anunciadas no período prévio, além disso, pode-se observar uma maior diminuição na largura do rio Colastiné e uma maior largura no braço do arroio La Fuente ou Luciano localizado entre a ilha Los Naranjos e a fração da ilha Soperez (mudou de 60m a 160m).

Entre os anos 1983-1988 ocorreram processos de sedimentação um pouco maior aos de erosão, sendo os principais processos de sedimentação e erosão nas ilhas Soperez (de 180m nos dois processos) e Colorado. Desses processos se pode destacar o depósito realizado em frente das margens da ilha Colorado e de quase o fechamento do braço do arroio La Fuente ou Luciano (de 250m a 50m de largura) entre as ilhas El Potrerito e a fração da ilha Soperez.

Nos períodos 1988-1992 e 1992-1998 aconteceram maiores processos de erosão que de sedimentação, não obstante de menor magnitude que os períodos prévios. Por exemplo, a ilha Soperez sofreu processos de erosão de 50m a 35m e de sedimentação de 35m a 25m, respectivamente.

Analisando as modificações na superfície da ilha se pode destacar que desde 1955 até 1998 a superfície diminuiu em um 12 %. A fração da ilha Soperez sofreu pequenas modificações na superfície apesar de haver sido deslocada.

Dos trabalhos realizados no campo se observou que nas curvas dos meandros continuam os processos de erosão e na margem oposta às curvas continuam acontecendo os processos de sedimentação. A enchente de 2007 produziu depósitos de areia nas margens que apresentavam processos de sedimentação.

Na Figura 30 se pode observar a mudança da margem entre 1998 e 2007. De cor azul está representada a localização da margem em 1998, de cor vermelha a margem obtida no levantamento de campo no ano 2007 e de cor preta os pontos medidos com GPS.

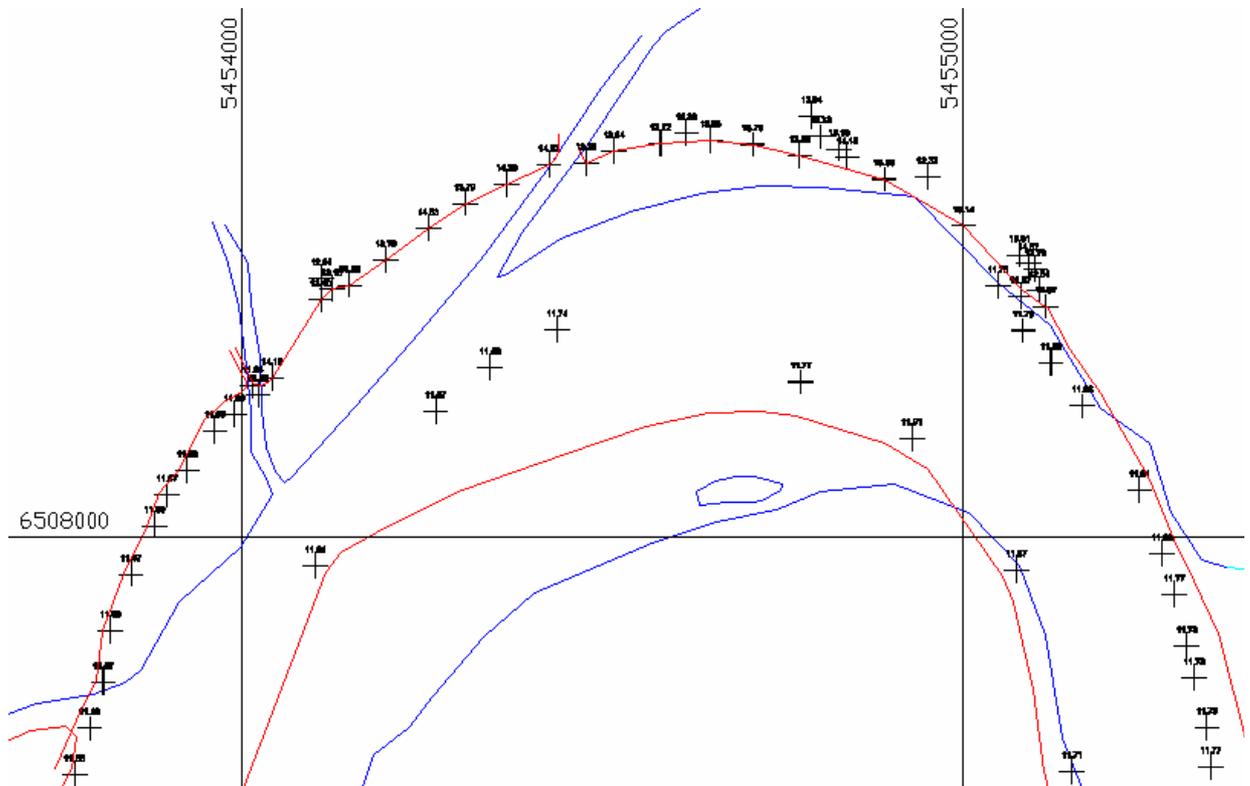


FIGURA 30: Processos de erosão acontecidos num setor da ilha Sopenez no período 1998-2007.

Com relação à área de estudo 3 (parte da ilha La Posta Vieja) se encontra afetada pela ação do rio Coronda. O Quadro 11 apresenta a magnitude dos processos acontecidos a nível temporal na ilha La Posta Vieja e nas ilhas menores (ilha 2, 3 e 4) que integram os limites legais da propriedade. A ilha 2 é a que apresenta uma maior superfície, a ilha 3 tem um valor de superfície intermédia e a ilha 4 oferece a menor magnitude na superfície.

Se analisamos os gráficos correspondentes ao período 1955-1974 no ANEXO C4 (em CD do Apêndice), os processos de erosão e sedimentação acontecidos tiveram iguais magnitudes, não obstante os processos de erosão mais importantes estiveram no setor da ilha localizados águas por cima do limite da propriedade e nas margens das ilhas 2, 3 e 4 (entre 50 a 100m) situadas sobre o braço do rio Coronda entre as próprias ilhas e a cidade de Sauce Viejo. Os processos de sedimentação se produziram nas margens da ilha La Posta Vieja (30m) e na ilha 2 que limitam com o curso principal do rio Coronda.

QUADRO 11: Magnitude dos processos de erosão-sedimentação na ilha La Posta Vieja.

Data	Ilha Principal			Ilha 2		
	Processos de		Superfície	Processos de		Superfície
	Erosão (hectare)	Sedimentação (hectare)		Erosão (hectare)	Sedimentação (hectare)	
1955			851,93			71,17
1974	5,31	5,48	852,10	5,32	4,05	69,90
1983	7,64	0,68	845,14	3,60	3,71	70,01
1992	11,49	3,45	837,10	0,54	8,49	77,96
1997	0,23	10,91	847,78	0,95	4,55	81,56

Data	Ilha 3			Ilha 4		
	Processos de		Superfície	Processos de		Superfície
	Erosão (hectare)	Sedimentação (hectare)		Erosão (hectare)	Sedimentação (hectare)	
1955			5,38			2,84
1974	1,44	0,84	4,78	1,48	0,97	2,33
1983	0,62	0,32	4,48	1,54	0,56	1,35
1992	0,42		4,06	1,27		0,08
1997	0,19	0,52	4,39	0,08		desaparece

Entre 1974-1983 os processos tiveram quase as mesmas magnitudes dos processos do período prévio. Os mais importantes processos de sedimentação se produziram no setor da ilha localizados águas por cima do limite da propriedade e nas margens da ilha 2 (30m) no curso principal do rio Coronda. E os processos de erosão aconteceram nas margens das ilhas 2, 3 e 4 (situadas sobre o braço do rio Coronda entre as próprias ilhas e a cidade de Sauce Viejo) e na ilha La Posta Vieja (35m).

Na temporada 1983-1992 ocorreram processos de grandes magnitudes, sendo os mais considerados os processos de erosão na margem da ilha La Posta Vieja (50m) e os processos de sedimentação na margem da ilha 2 (70m) no curso principal do rio Coronda. Como detalhe, a ilha 4 foi afetada fortemente pelos processos de erosão.

No período 1992-1997 aconteceram processos de sedimentação de maior magnitude, principalmente nas margens da ilha La Posta Vieja e da ilha 2 localizada no curso principal do

rio Coronda, dessa forma esses processos diminuíram a largura do curso à metade (60m). Neste período desaparece a ilha 4 e adquire importância um novo curso que comunica o curso principal do rio Coronda com o arroio Mojaculo.

Se analisamos as modificações na superfície das ilhas podemos observar que a ilha La Posta Vieja quase não sofreu modificações, a ilha 2 aumentou um 15 % desde 1955 até 1997, a ilha 3 se reduziu no período 1955-1992 um 25 % e a ilha 4 desapareceu.

Dos trabalhos realizados no campo se observou que o curso principal do rio Coronda (localizado entre as ilhas La Posta Vieja e a ilha 2) se encontra fechado o ingresso e saída do próprio curso e portanto o braço do rio Coronda localizado entre a ilha 2 e a cidade de Sauce Viejo é atualmente o curso principal. Como consequência as ilhas 2 e 3 estão sofrendo processos de erosão e o curso que comunica com o arroio Mojaculo continua aumentando na largura. A enchente de 2007 produziu processos de sedimentação nas margens e na parte interna da ilha. (Figura 31).



FIGURA 31: Sedimentação na parte interna da ilha La Posta Vieja.

5.6 – ZONEAMENTO DOS GRAUS DE AFETAÇÃO HÍDRICA

Se observamos os valores de afetação hídrica em cada área de estudo nas diferentes alturas hidrométricas, podemos apreciar que a altura hidrométrica de 4,54m a ilha La Posta Vieja é a mais afetada (36,92 %), a ilha Carabajal apresenta um valor do 21,61 % que corresponde principalmente às lagoas permanentes e a ilha Soperez um valor de 6,48 % (Quadro 12, 13 e 14 e ANEXO C5 em CD do Apêndice).

QUADRO 12: Magnitude da afetação hídrica na ilha Carabajal.

Altura hidrométrica na cidade de Paraná (m)	Superfície		Porcentagem Afetação
	Afetação (hectare)	Propriedade (hectare)	
4,54	586,30	2712,81	21,61
5,29	695,71		25,64
6,58	1791,10		66,02

QUADRO 13: Magnitude da afetação hídrica na ilha Soperez.

Altura hidrométrica na cidade de Paraná (m)	Superfície		Porcentagem Afetação
	Afetação (hectare)	Propriedade (hectare)	
4,54	57,89	892,73	6,48
5,29	90,71		10,16
6,58	560,57		62,79

QUADRO 14: Magnitude da afetação hídrica na ilha La Posta Vieja.

Altura hidrométrica na cidade de Paraná (m)	Superfície		Porcentagem Afetação
	Afetação (hectare)	Propriedade (hectare)	
4,54	344,91	934,02	36,92
5,29	563,64		60,34
6,58	887,88		95,06

Na altura hidrométrica de 5,29m a ilha La Posta Vieja aumentou na afetação a um 23,42 % e as ilhas Carabajal e Soperez apresentam quase um mesmo valor no grau de afetação (4,03 % e 3,68 %, respectivamente). E na altura hidrométrica de 6,58m a ilha La Posta Vieja é afetada

num 95,06 % da superfície total da parcela e as ilhas Carabajal e Soperez são afetadas quase na mesma percentagem (66,02 % e 62,79 %).

Esses dados permitem destacar que a ilha La Posta Vieja apresenta valores de afetação hídrica muito elevados em relação às ilhas Carabajal e Soperez. Em tanto as ilhas Carabajal e Soperez apresentam quase as mesmas percentagens de afetação com algumas diferenças. Como verificação do processo digital empregado, os valores topográficos obtidos nos trabalhos de campo concordam com os limites estabelecidos na afetação hídrica.

Se examinamos o ANEXO C6 (em CD do Apêndice) podemos observar como são afetadas outras parcelas localizadas na área de análise, onde com diferentes alturas hidrométricas a afetação hídrica pode ter grandes variações.

A ilha Bergallo e as ilhas próximas à Paragem Calchines, que se localizam ao norte do rio Colastiné/Arroyo Leyes, com uma altura hidrométrica no hidrômetro de Santa Fe de 4,54m se encontram afetadas aproximadamente em um 30 % e 50 % respectivamente e à altura de 5,89m em um 100 %. As ilhas Correntinas, localizadas no delta do arroio Leyes, apresentam a 4,54m um valor aproximado de 20 % e a 5,89m uns 40 % de afetação.

A ilha El Vado, que se encontra localizada na confluência dos rios Salado e Coronda, a 4,54m é afetada em forma aproximada em um 15 % e a 5,89m em um 40 %. E a ilha do Bellaco, que se localiza na parte interna da planície no setor do rio Paraná Viejo-cidade de Sauce Viejo, apresenta a 4,54m um valor de afetação aproximado aos 40 % e a 5,89m de 60 %.

As características geomorfológicas (presença de lagoas, grau de conexão com cursos, etc.), geológicas e pendentes transversais e longitudinais das ilhas produzem diferentes percentagens de afetação hídrica com um mesmo nível hidrométrico. Na Figura 32 se apresentam a ilha Bergallo e a ilha Correntinas numa mesma situação hidrológica.

Se analisamos as frequências das alturas hidrométricas no hidrômetro da cidade de Paraná no período de 1904-2007 (Figura 33 e ANEXO A3 em CD do Apêndice) podemos observar que a altura hidrométrica de 4,54m tem uma frequência aproximada aos 9 % (32 dias

por ano), a altura hidrométrica de 5,29m uma frequência aproximada aos 2 % (7 dias) e a altura hidrométrica de 6,58m uma frequência aproximada aos 0,4 % (1 dia).

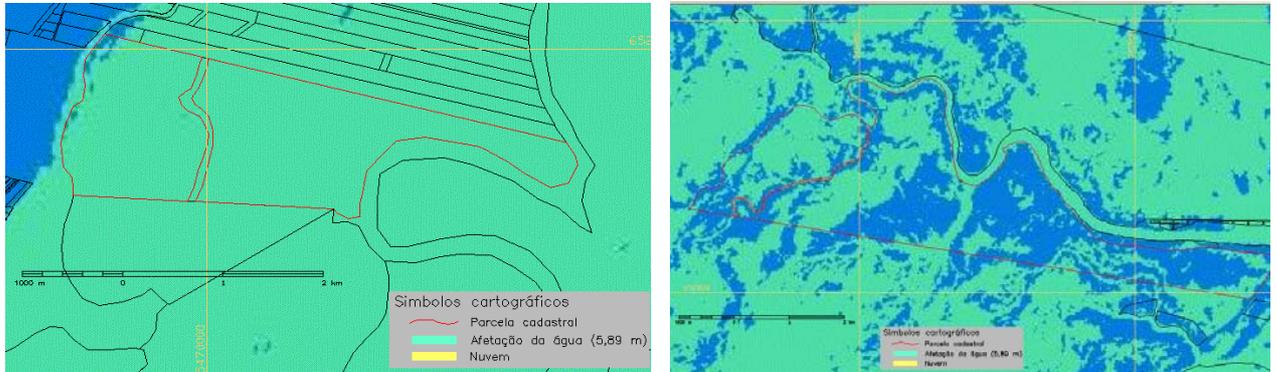


FIGURA 32: Afetação hídrica das ilhas Bergallo e Correntinas em uma altura hidrométrica de 5,89m.

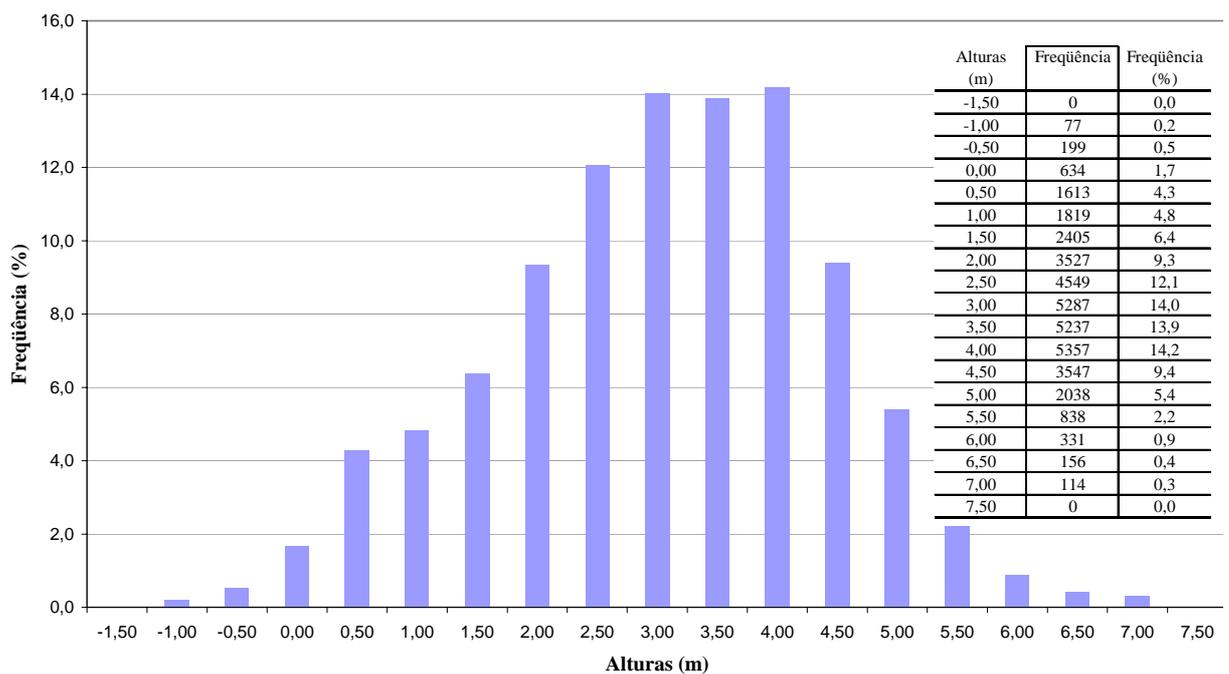


FIGURA 33: Frequência das alturas hidrométricas no hidrômetro da cidade de Paraná (1904-2007).

5.7 – DINÂMICA GEOMÉTRICA DOS PROCESSOS DE EROSÃO/SEDIMENTAÇÃO

É necessário especificar que a dinâmica geométrica dos processos de erosão e sedimentação nos cursos de águas é mais compreensível se são analisados em forma conjunta

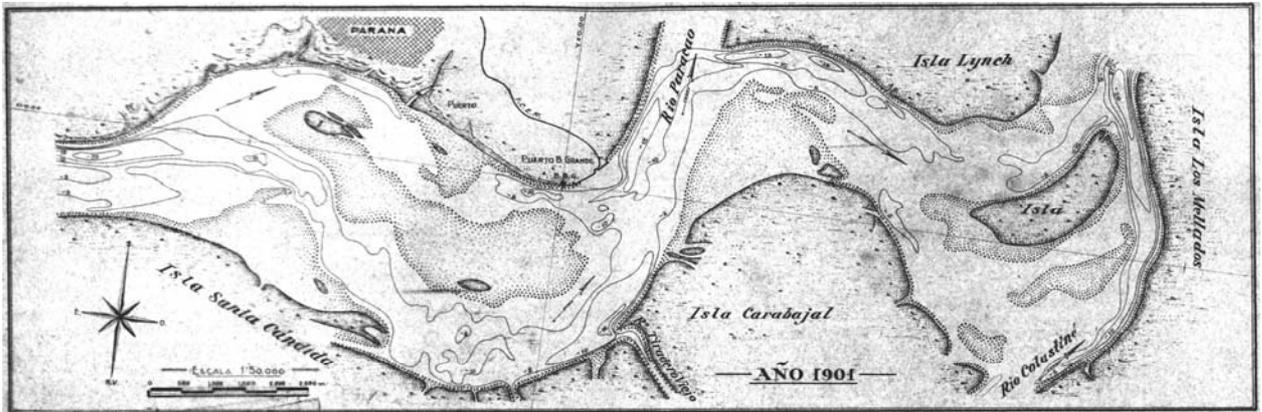
com cartografia que representam as margens ou talvegue dos cursos em diferentes datas.

Na região da ilha Carabajal (área de estudo 1) se encontram muitos documentos cartográficos de levantamentos hidrográficos já que neste setor a via de navegação do rio Paraná sofreu muitas modificações no passar do tempo. O plano 10.820 (no ANEXO A2 em CD do Apêndice), realizado pela *Dirección Nacional de Vias Navegables* (DNVN), representa um estudo comparativo temporal de levantamentos hidrográficos realizados desde 1901 até 1990 na área de Paraná a Santa Fe.

No rio Colastiné (na ilha Carabajal) existem vários planos de levantamentos hidrográficos no setor em que o rio Colastiné se unifica com o canal de ingresso ao porto da cidade de Santa Fe, já que nessa confluência o canal sofre processos de sedimentação que limitam o passo das embarcações. No resto do curso do rio Colastiné existem alguns levantamentos parciais de setores que apresentam um interesse especial (setor de toma para provisão de água, defesa de margens, etc.), porém no resto do curso (ilha Soperez, área de estudo 2) somente se tem como registro o plano 13.349 da DNVN realizado em 1969 (ANEXO A2 em CD do Apêndice). O curso do rio Coronda também apresenta levantamentos hidrográficos pontuais (setor de toma para provisão de água, setor de defesa da margem, setor de descarga de afluentes, etc.) mas não específicos à ilha La Posta Vieja (área de estudo 3). A DNVN tem realizado somente o plano 15.052 onde relevou o eixo do talvegue do rio Coronda no ano de 2000 (ANEXO A2 em CD do Apêndice).

Se analisamos especificamente a ilha Carabajal no rio Paraná podemos apreciar que no ano de 1901 (veja plano 10.820), tinha uma superfície reduzida e o talvegue do rio Paraná estava recostado sobre a ilha Santa Candida e águas abaixo sobre a Ilha Lynch (Figura 34). Em 1913 a ilha já apresenta uma maior superfície, o talvegue do rio Paraná mudou a um braço do curso próximo a Bajada Grande e os bancos de areia presentes em 1901 são consolidados em algumas ilhas.

Em 1918 começam a produzir-se processos de sedimentação que diminuem a largura do rio Paraná no setor da ilha Santa Candida e a ilha localizada em frente de Bajada Grande é trasladada em direção à ilha Carabajal e incorporada à mesma em 1932, e, posteriormente, fica sendo conhecida como Ilha Tiradero Viejo.



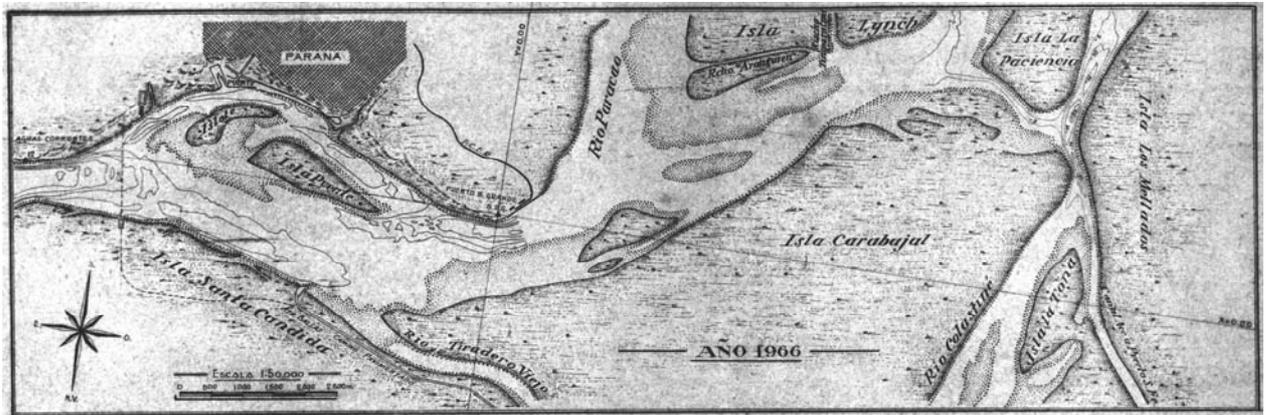
Fonte: DIRECCIÓN NACIONAL de VIAS NAVEGÁBLES (199?).

FIGURA 34: Levantamento hidrográfico no rio Paraná em 1901.

No ano de 1928 aparece o rio Barroso na ilha Lynch, em 1932 uma parte da ilha Lynch é separada e em 1938 essa parte de ilha se acrescenta à ilha Carabajal. Em 1946 o talvegue do curso estava próximo à margem da cidade de Paraná (setor do porto Bajada Grande). E, posteriormente, no ano de 1951 começa a aumentar de magnitude um banco de areia localizado em frente da margem da ilha Tiradero Viejo. Essa situação produziu, no ano de 1957, um direcionamento do fluxo das águas sobre a margem da ilha Carabajal que ocasionaram processos de erosão na própria ilha e na ilha La Paciencia além de processos de sedimentação na ilha Lynch e no sul da ilha Carabajal, como assim também, o aumento da largura do riacho Barroso.

No ano de 1966, se mantêm o banco de areia em frente da ilha Tiradero Viejo e se consolida a ilha Fiscal 59, aumenta os depósitos de areia na ilha Lynch e a largura do riacho Barroso (Figura 35). A enchente do ano de 1966 ocasiona principalmente processos de sedimentação.

Depois o talvegue do rio Paraná começa a divagar para a margem da ilha Tiradero Viejo produzindo processos de erosão no banco de areia localizado em frente da ilha Tiradero Viejo e na ilha Fiscal 59. A enchente dos anos 1982-1983 gerou principalmente processos de erosão em todas as margens das ilhas.



Fonte: DIRECCION NACIONAL de VIAS NAVEGÁBLES (199?).

FIGURA 35: Levantamento hidrográfico no rio Paraná em 1966.

No ano 1988, já se encontra consolidada a ilha Fiscal 35 e continuam os processos de erosão no banco de areia localizado em frente da Tiradero Viejo e na ilha Fiscal 59. Nos próximos anos a migração do talvegue continua originando processos de erosão na margem das ilhas Tiradero Viejo, Lynch e Fiscal 59. Também as enchentes dos anos 1992 e 1998 produzem principalmente processos de erosão.

No plano 15.155 da DNVN realizado em outubro de 2007 se observa que as maiores profundidades se mantêm próximas às margens em Bajada Grande (25m ao zero do hidrômetro da cidade de Paraná) e na ilha Lynch (18m). Em frente da ilha Tiradero Viejo se encontram profundidades de 11m, no rio Barroso de 9m e na ilha La Paciencia de 8m.

Dos trabalhos realizados em campo se pode especificar que o talvegue do rio Paraná continua divagando sobre as margens das ilhas Tiradero Viejo, Fiscal 59 e Lynch. Se a ilhota formada entre as margens da ilha Fiscal 56 e da cidade de Paraná (Bajada Grande) no futuro próximo aumenta na consolidação, poderia influir nos processos de erosão nas ilhas Tiradero Viejo e Fiscal 59. Além disso, o estado de evolução de outros bancos de areia localizados no braço do rio entre a ilha Fiscal 35 e ilha Carabajal permitem deduzir que no futuro o mesmo braço ficará fechado (Figura 36).



FIGURA 36: Bancos de areia localizados entre a ilha Carabajal e ilha Fiscal 35.

Em relação ao rio Colastiné, na região da ilha Carabajal e próximo à união com o rio Paraná, podemos observar no plano N° 10.820 da DNVN (ANEXO A2 em CD do Apêndice) que em 1901 o talvegue do curso estava localizado sobre as margens das ilhas Los Mellados e Pesquerías, entanto que a ilha Carabajal sofria grandes transformações. Logo depois, em 1926, o talvegue está localizado na margem da ilha Carabajal e aparece um banco de areia, que em 1943, se encontra consolidado e, em 1951, é identificado como ilha La Tona.

Segundo os processos de erosão e sedimentação representados neste trabalho, em 1955, no setor norte de ilha Carabajal o talvegue começa a divagar produzindo processos de erosão na própria ilha e de sedimentação na ilha Finito. Depois desse setor o curso apresenta uma curva de 120 graus e, portanto, o talvegue se localiza próximo à margem da ilha Las Cañas produzindo processos de erosão na própria ilha e de sedimentação na margem da ilha Carabajal.

Em 1966 (plano N° 12.886 da DNVN - ANEXO A2 em CD do Apêndice), se observa um banco de areia que posteriormente será consolidado e identificado como ilhote Las Gallinetas (e

no SCIT como Banco Largo ou Fiscal 60), e o talvegue do curso se encontra entre as ilhas Banco Largo e La Tona. No mesmo plano se pode apreciar que o processo de sedimentação na margem da ilha Finito é maior, e que o talvegue na curva de 120 graus apresenta grandes profundidades, o que determina que a margem da ilha Las Cañas seja mais consistente.

Desde 1970 até 1983, principalmente continua a divagação do talvegue no setor norte da ilha Carabajal (produzindo processos de erosão) e, a ilha Banco Largo, vai sofrendo um deslocamento em direção águas abaixo. Depois de 1983, o banco de areia na margem da ilha Finito se consolida, a ilha Banco Largo aumenta suas dimensões e os processos de erosão no setor norte de ilha Carabajal diminuem na sua magnitude. Depois de 1992 continuam o aumento da extensão da ilha Banco Largo, a diminuição dos processos de erosão no setor norte da ilha Carabajal e o aumento da largura do braço localizado entre as ilhas Banco Largo e La Tona.

Dos trabalhos realizados no campo, foi possível observar que o talvegue continua migrando em direção ao setor norte da ilha Carabajal e apareceu um banco de areia (produzido pela enchente de 2007) na margem da ilha Carabajal depois da curva do curso de 120 graus. Segundo o parecer de pessoas que moram na ilha Carabajal o banco de areia está afetando na diminuição das profundidades no braço do curso localizado entre a ilha Carabajal e ilha Banco Largo ou Fiscal 60.

Considerando toda a informação previamente enunciada e a tendência dos processos de erosão e sedimentação acontecidos na ilha Carabajal se estabeleceram por extrapolação uma linha (de cor azul) que representa as possíveis modificações que poderiam acontecer nas próximas décadas e outra linha (de cor magenta) que representam as máximas modificações produzidas na ilha. (Figura 37).

Se observamos o plano de navegação do rio Paraná entre Esquina e a desembocadura do rio Paraná realizado em 1913 pelo *Ministerio de Obras Públicas* da Nação (ANEXO A2 em CD do Apêndice) se poderá apreciar que o rio Colastiné ingressava à planície aluvial em frente da ilha do Chapetón, rodeando na esquerda a ilha Garcerosa e posteriormente à direita às ilhas Juancho Ñambucú e Soperez. Até que o curso principal do rio Colastiné sofre uma bifurcação onde o próprio rio começa a escorrer entre as ilhas El Colorado e Rinconada del Colorado e o riacho El Rincón (ou também conhecido como La Fuente ou Luciano) escorrega entre as ilhas

Soperez e El Colorado apresentando uma largura muito menor ao curso principal do rio Colastiné. Águas abaixo o rio Colastiné e o riacho El Rincón novamente se encontram. (Figura 38).

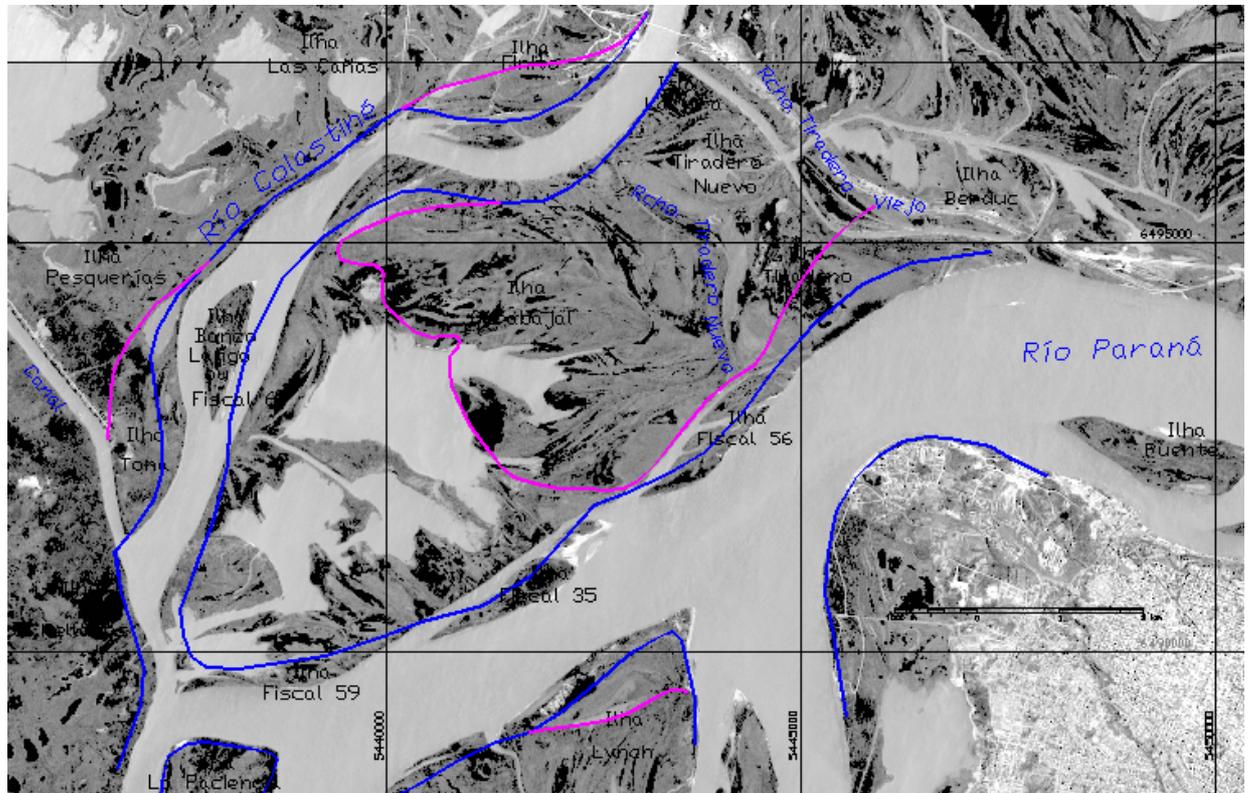
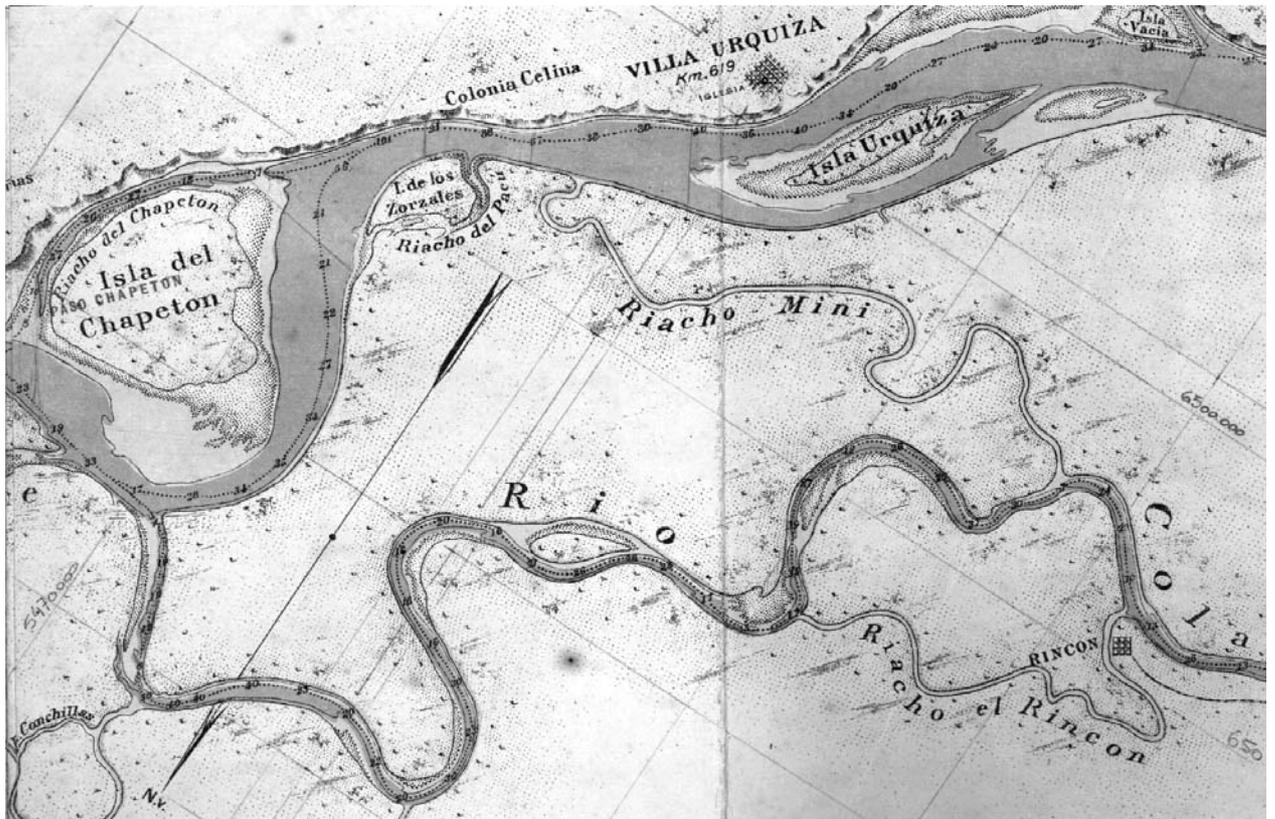


FIGURA 37: Tendência dos processos de erosão e sedimentação na ilha Carabajal.

Analisando a área de estudo, podemos observar que no ano de 1955, o arroio La Fuente ou Luciano apresentava aproximadamente a mesma largura que o tramo do rio Colastiné que escorrega entre as ilhas El Colorado e Rinconada del Colorado. Nos anos seguintes a embocadura do rio Colastiné começa a sofrer processos de sedimentação de forma tal que no ano de 1968 o ingresso das águas ao tramo do rio Colastiné estava muito limitado. Essa situação produz que as maiorias das águas escorregaram pelo arroio La Fuente ou Luciano e causaram o aumento da largura no curso e a separação de uma fração da ilha Soperez.

Segundo o plano 13.349 da DNVN (ANEXO A2 em CD do Apêndice) realizado em 1972 as máximas profundidades acontecem nas curvas dos meandros. Também nessa época o braço do arroio La Fuente ou Luciano localizado entre a ilha Los Naranjos e a fração da ilha Soperez começa a ter uma maior largura produzindo o deslocamento da fração da ilha Soperez na direção da ilha El Potrerito.



Fonte: MINISTERIO de OBRAS PUBLICAS, (1913).

FIGURA 38: Localização do rio Colastiné e do arroio La Fuente ou El Rincón em 1913.

Na Figura 39 se observa a evolução dos meandros do rio Colastiné e do arroio La Fuente, onde de cor azul esta representada a margem de 1955 e de cor vermelho a margem de 1998. Analisando essa Figura, podemos apreciar que o comprimento da onda dos meandros não sofreu grandes mudanças e a amplitude dos meandros aumentou desde 1955 até 1998. Também se destaca nessa Figura o deslocamento que vão sofrendo os meandros na direção de águas abaixo.

Portanto, ao considerar toda essa informação disponível e as tendências dos processos de erosão e sedimentação acontecidos na região da ilha Soperez se estabeleceu por extrapolação uma linha (de cor azul) que representam as possíveis modificações que poderiam acontecer nas próximas décadas e outra linha (de cor magenta) que representam um período maior de tempo (veja Figura 21).

Segundo as referências do observador qualificado na área de estudo da ilha La Posta Vieja, aproximadamente em 1900, o rio Coronda e um curso secundário tinham um percurso (linha de cor vermelho e cor magenta respectivamente) diferente do atual. Portanto, a ilha

Cafaratti estava unida ao território e às ilhotas de Marsó, El Tata e ilha El Anegadizo Grande estavam unidas entre si. (Figura 40).

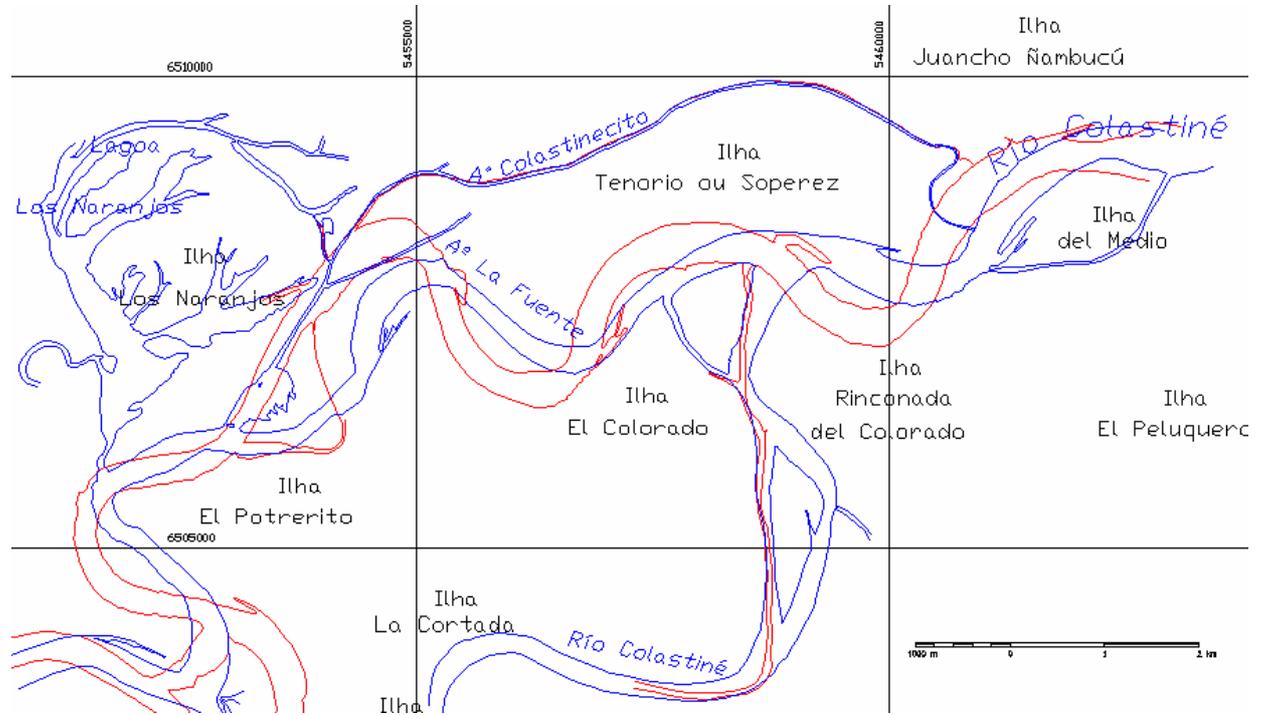


FIGURA 39: Evolução dos meandros no rio Colastiné e arroio La Fuente desde 1955 até 1998.

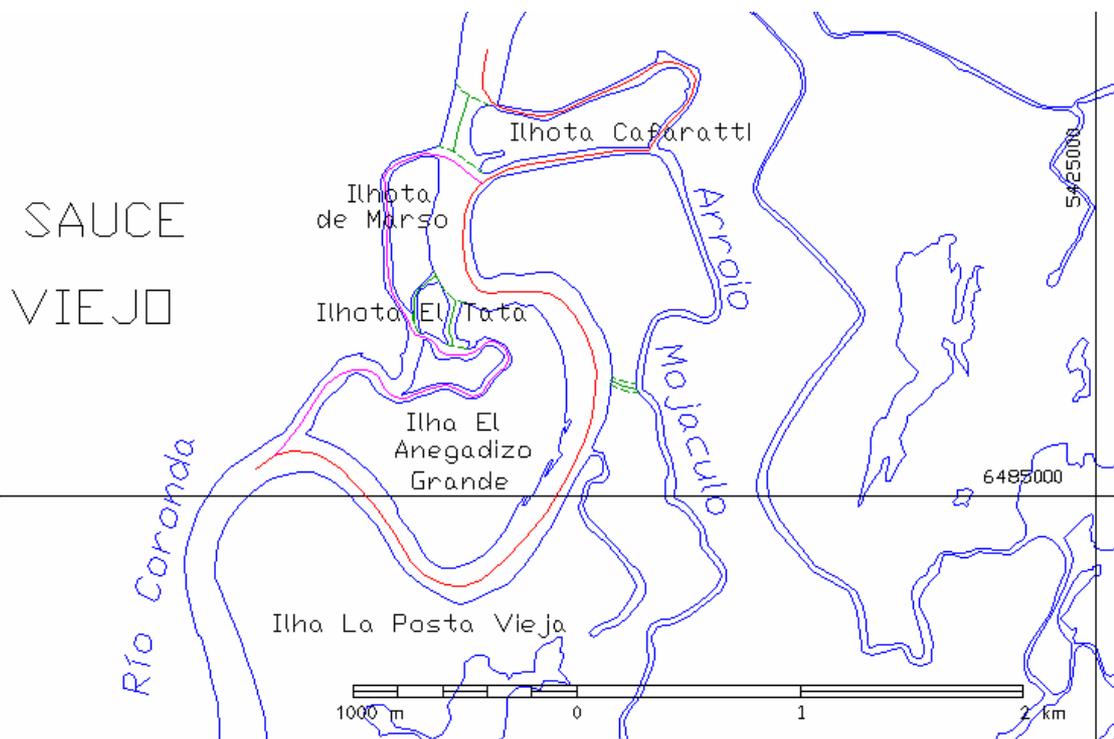


FIGURA 40: Modificações temporais do rio Coronda na região da ilha La Posta Vieja.

Posteriormente a ação do homem gerou pequenas valas (linha de cor verde) para reduzir o traslado das embarcações até a localidade de Sauce Viejo. Ao acontecer à enchente do rio Paraná em 1905 produz que as valas tenham uma maior largura e ao produzir-se a enchente do rio Salado em 1913 aumentou ainda mais a largura e profundidade dessas valas.

A vala localizada entre as ilhotas de Marsó e El Tata foi reconhecida como La Nena e como El Conscripto a localizada entre a ilhota El Tata e a ilha El Anegadizo Grande. Nos anos seguintes o escorregamento das águas nas valas El Conscripto e La Nena aumentou e como conseqüência a largura e profundidade das mesmas.

Em 1955, as valas El Conscripto e La Nena começam a ter maiores processos de erosão e a ilha El Anegadizo Grande vai se mudando na direção da ilha La Posta Vieja. Essas ações continuam até que o fluxo da água na enchente do ano de 1983 se prioriza nas valas El Conscripto e La Nena, se sedimenta um setor do meandro do rio Coronda (entre as ilhas El Anegadizo Grande e La Posta Vieja) e surge um novo curso que comunica o rio Coronda com o arroio Mojaculo.

Ao diminuir o fluxo de água pelo meandro do rio Coronda também diminuem os processos de erosão na margem da localidade de Sauce Viejo (localizada em frente da saída do meandro). Mas neste momento, os processos de erosão continuam águas abaixo (na próxima curva do rio Coronda) produzindo grandes afetações nas propriedades (queda de construções, árvores, perda de superfície, etc.) (Figura 41).

As enchentes de 1992 e 1998 produziram a erosão total da ilhota El Tata, o aumento da largura do rio Coronda entre a ilha El Anegadizo Grande e a localidade de Sauce Viejo, o aumento da largura do curso que comunica o rio Coronda com o arroio Mojaculo e a sedimentação do meandro do rio Coronda. No ano de 2000, a DNVN fez um levantamento batimétrico do eixo do rio Coronda (plano 15.052 - ANEXO A2 em CD do Apêndice).

Considerando essa informação disponível e a tendência dos processos de erosão e sedimentação acontecidos na região da ilha La Posta Vieja se estabeleceu por extrapolação uma linha (de cor azul) que representa as possíveis modificações que poderiam acontecer nas próximas décadas. (Figura 42).



FIGURA 41: Queda de construções na localidade de Sauce Viejo.

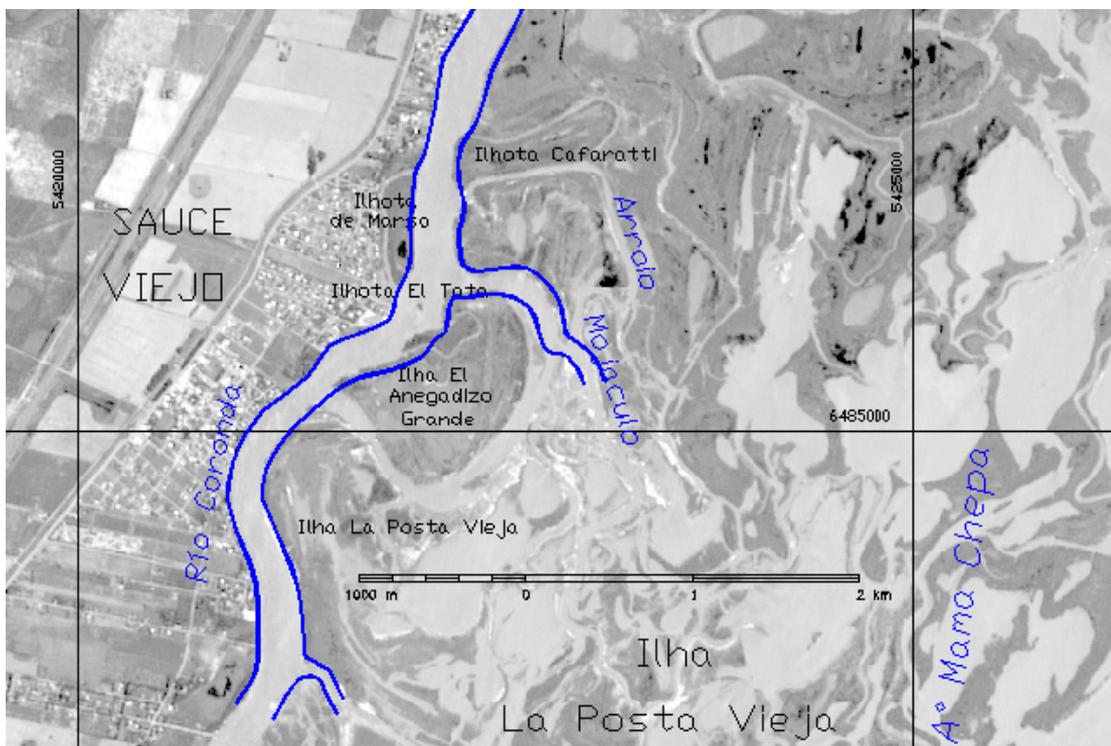


FIGURA 42: Tendência dos processos de erosão e sedimentação na ilha La Posta Vieja.

5.8 – RELAÇÃO DOS PROCESSOS DE EROÇÃO/SEDIMENTAÇÃO E AS ALTURAS HIDROMÉTRICAS

Se analisamos as alturas hidrométricas das enchentes e os períodos de tempo da ascensão e permanência das águas (Quadro 15) podemos apreciar que a enchente de 1992 alcançou as maiores alturas hidrométricas (6,89m), seguidas pelas de 1982-1983 (6,83m), 1998 (6,72m) e 1966 (6,47m). No tempo de ascensão (da altura hidrométrica mais baixa até à altura de ingresso à planície aluvial) as enchentes de 1998 e 1982-1983 foram as mais rápidas, logo segue a enchente de 1966 e, finalmente, a enchente de 1992. Na continuidade do tempo de ascensão, desde o ingresso à planície até o pico da enchente, as mais rápidas foram às enchentes de 1966 e 1992, logo a enchente de 1998 e finalmente a enchente de 1982-1983. No tempo de permanência das águas na planície aluvial, a enchente de 1982-1983 foi a que permaneceu maior tempo (450 dias), logo a enchente de 1998 e, finalmente, as enchentes de 1992 e 1966.

QUADRO 15: Alturas hidrométricas, tempo de ascensão e permanência das enchentes.

Enchente (ano)	Começo ascensão (data)	Ingresso à planície (data)	Pico da enchente (data)	Saída da planície (data)	Tempo de ascensão (dias)	Tempo do ingresso/pico (dias)	Tempo na planície (dias)
1966	06/10/1965	08/01/1966	17/03/1966	23/05/1966	94	68	135
1982-1983	04/11/1982	09/12/1982	05/07/1983	04/03/1984	34	208	450
1992	29/11/1991	18/04/1992	21/06/1992	18/08/1992	141	69	122
1998	01/10/1997	28/10/1997	15/05/1998	18/07/1998	27	199	263

Resumindo, a enchente de 1982-1983 apresentou quase o mesmo tempo de ascensão até o pico da enchente que à produzida em 1998, mas o tempo de permanência na planície foi muito maior. A enchente de 1992 teve uma ascensão das águas até a altura da planície muito mais vagarosa que a produzida em 1966, porém, a ascensão das águas até o pico da enchente e o tempo de permanência na planície foi quase igual entre si.

Se observamos os Quadros 9 e 10 e o ANEXO C4 (em CD do Apêndice) se aprecia que as magnitudes dos processos de erosão e sedimentação acontecidos no período de 1955-1968 foram bastantes grandes em comparação com os outros períodos.

Por exemplo, na ilha Carabjal no período 1974-1983 os processos foram 2,5 vezes menores que os da temporada 1955-1968, nos períodos 1968-1974, 1983-1989 e 1989-1992

entre 4 e 5 vezes menor e no período 1992-1998 foram 15 vezes menor. Na ilha Sopez no período 1983-1988 os processos foram 1,8 vezes menor, nos períodos 1968-1974 e 1974-1983 foram entre 3 e 4 vezes menor, no período 1988-1992 foi de 5 vezes menor e no período 1992-1998 foi de 7 vezes menor. É necessário destacar que as fotografias empregadas na ilha Sopez para fazer o comparativo dos processos de erosão e sedimentação no ano de 1983 foram registradas com anterioridade à altura hidrométrica máxima atingida pela enchente, portanto as magnitudes dos processos se destacam no período 1983-1988.

Dessa situação surgiu a pergunta: por que se produziram grandes processos de erosão e sedimentação no período de 1955-1968 se os caudais médios no período foram baixos (Figura 43) e somente aconteceu uma enchente (1966) que teve pouco tempo na ascensão das águas (94 dias) e de permanência na planície (135 dias)?.

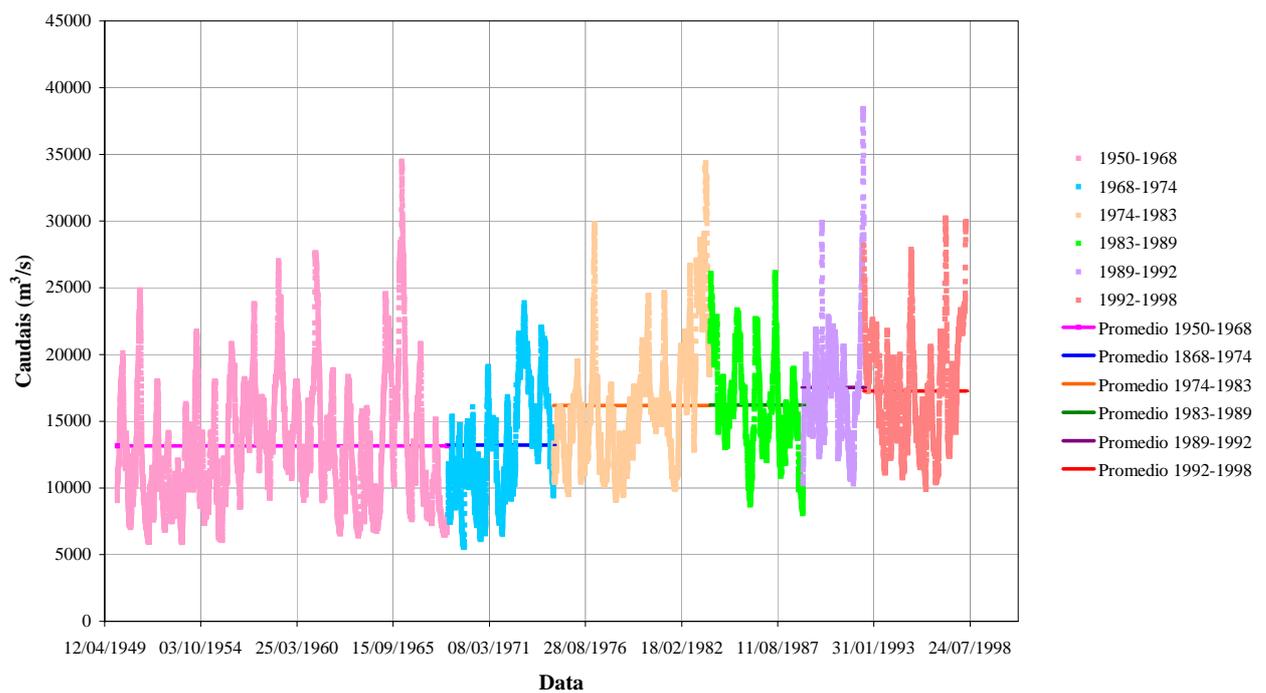


FIGURA 43: Caudais médios diários no rio Paraná, na estação Túnel (1950-1998).

Inicialmente se estabeleceu a importância do caudal máximo das enchentes no rio Paraná em relação ao caudal médio diários nos anteriores 5 anos à própria enchente. Além de considerar as principais enchentes dos anos de 1966, 1982-1983, 1992 e 1998 também se analisaram os picos das enchentes de 1977 e 1989 (Quadro 16). Por conseguinte se tirou essa informação dos

caudais registrados na estação Túnel (localizada na margem oposta da cidade de Paraná). (ANEXO A3 em CD do Apêndice).

QUADRO 16: Relação dos caudais máximo das enchentes e o caudal médio em um período de 5 anos.

Enchente	Caudal máximo		Período de caudais		Relação caudais
	Data	m ³ /s	Data	m ³ /s	
1966	17/03/1966	34.484	08/10/1960 - 8/10/1965	13.219	2,60
1977	05/03/1977	29.829	26/10/1971 - 26/1/1976	14.782	2,01
1982-1983	06/07/1983	34.366	06/11/1977 - 06/11/1982	15.611	2,20
1989	18/02/1990	29.906	26/12/1984 - 26/12/1989	15.880	1,88
1992	22/06/1992	38.446	05/04/1990 - 22/03/1992	16.617	2,31
1998	14/05/1998	30.384	04/10/1992 - 02/10/1997	16.536	1,83

Se analisamos esses valores observaremos que a enchente de 1966 (2,60) foi a que apresentou um maior valor em relação às enchentes de 1992 (2,31) e 1982-1983 (2,20).

Logo se determinou a celeridade dos picos das enchentes acontecidos nos períodos dos registros fotográficos empregados no zoneamento dos processos de erosão/sedimentação (Quadro 9, 10 e 11). A celeridade da enchente é a relação entre a diferença dos caudais máximo e mínimo da enchente sobre o tempo que ocorreu entre esses caudais máximo e mínimo.

Considerando que, segundo CEIRANO et al. (2000), os caudais de 20.000 m³/s são os que superam as margens das ilhas (4,30m no hidrômetro da cidade de Paraná), se adotou, como critério para o análise de celeridade, identificar aqueles picos de enchentes que superaram os caudais de 20.000 m³/s. Esse critério se fundamenta já que tais caudais são os que estiveram atuando diretamente sobre a altura total das margens nas ilhas.

Depois se obtiveram os caudais máximo e mínimo de cada pico de enchente e o tempo transcorridos entre esses caudais para estabelecer a relação da celeridade dos picos (Quadro 17).

Se analisamos a celeridade dos picos podemos apreciar que os maiores valores ocorreram nos picos do 18/02/1990 (celeridade = 323), 31/12/1982 (257), 17/11/1996 (256), 05/11/1993

(252), 22/06/1992 (234) e 12/05/1991 (195). Porém, o período de tempo nos quais aconteceram essas celeridades foi menor aos 55 dias, somente o pico de 22/06/1992 durou 92 dias.

QUADRO 17: Celeridade dos picos de enchentes acontecidos desde 1950 até 1998.

Período de registros	Caudal máximo		Caudal mínimo		Período dias	Celeridade enchente
	Data	m ³ /s	Data	m ³ /s		
1950 - 1968	19/04/1951	24.691	18/01/1951	10.263	91	158
	10/07/1954	21.636	05/05/1954	9.975	66	176
	09/07/1956	20.651	07/03/1956	8.970	124	94
	22/10/1957	23.689	08/07/1957	13.058	106	100
	08/03/1959	26.894	15/09/1958	9.422	174	100
	18/04/1961	27.528	03/01/1961	11.532	105	152
	16/04/1965	24.373	05/11/1964	7.068	162	106
	17/03/1966	34.484	07/10/1965	10.263	161	150
	15/04/1967	20.651	31/12/1966	10.670	133	75
1968 - 1974	18/02/1971	19.107	15/12/1970	6.817	65	189
	03/03/1974	21.918	17/12/1973	12.082	76	129
1974 - 1983	05/03/1977	29.829	26/10/1976	12.399	130	134
	01/01/1978	16.614	19/11/1977	10.837	43	134
	03/04/1980	24.310	05/02/1980	17.182	58	123
	28/02/1981	24.563	31/12/1980	15.018	59	162
	04/02/1982	20.491	05/12/1981	11.237	61	151
	14/08/1982	26.548	09/06/1982	15.816	66	162
	31/12/1982	26.881	06/11/1982	12.990	54	257
	06/07/1983	34.366	06/11/1982	12.990	241	88
1983 - 1989	12/05/1986	22.552	18/01/1986	8.855	113	121
	18/06/1987	26.071	18/04/1987	15.816	61	168
1989 - 1992	27/03/1989	19.916	10/01/1989	8.278	76	153
	18/02/1990	29.906	26/12/1989	12.463	54	323
	12/05/1991	20.597	08/04/1991	13.967	34	195
	22/06/1992	38.446	22/03/1992	16.918	92	234
1992 - 1998	05/11/1993	21.692	25/09/1993	11.324	41	252
	10/03/1994	19.608	23/01/1994	12.335	46	158
	27/07/1994	19.916	03/06/1994	13.646	54	116
	21/03/1995	27.887	08/01/1995	12.724	103	147
	17/11/1996	21.692	07/10/1996	11,179	41	256
	04/03/1997	30.062	23/12/1996	17.272	71	180
	08/01/1998	22.867	02/10/1997	14.297	98	87

Se observamos os maiores períodos de tempo entre os caudais mínimos e máximo nas enchentes podemos destacar os picos de 06/07/1983 (241 dias), 08/03/1959 (174 dias), 16/04/1965 (162 dias), 17/03/1966 (161 dias), 15/04/1967 (133 dias), 05/03/1977 (130 dias), 09/07/1956 (124 dias), 12/05/1986 (113 dias), 22/10/1957 (106 dias), 18/04/1961 (105 dias) e 21/03/1995 (103 dias). Especificamente, o período de tempo do pico produzido o 06/07/1983

teve uma celeridade de 88, e nos restantes períodos de tempo (especificados neste parágrafo) os valores de celeridade variaram entre 75 e 152.

Comparando os picos das enchentes acontecidos no período de 1950–1968 com os picos dos restantes períodos, é possível destacar que a celeridade dos picos apresentam valores médios (entre 100 a 150) e os períodos de tempo foram grandes (entre 106 a 174 dias). Os caudais mínimos nesse período variaram entre 7.000 a 10.500 m³/s, onde corresponderam aproximadamente a valores de 0,40 a 1,90 m no hidrômetro da cidade de Paraná.

Por conseguinte, se consideramos que os caudais no período de 1955-1968 começaram a “trabalhar” nas margens das ilhas e no próprio curso desde uma altura baixa nas águas, com uma celeridade de valores médios, por um tempo prolongado e repetindo as características desses picos em 6 oportunidades, além de uma enchente que apresentou um valor de caudal máximo muito grande em relação aos caudais médio num período de 5 anos, pôde ser que nesse contexto se originaram grandes processos de erosão e sedimentação.

Em relação á identificação de processos de erosão e sedimentação na parte interna da planície aluvial não se detectou mudanças importantes nas áreas de estudo analisadas. Porem, se identificaram modificações na forma das lagoas localizadas na ilha do Bellaco (próxima à ilha La Posta Vieja) e que foram confirmadas pelos observadores qualificados (Figura 44).

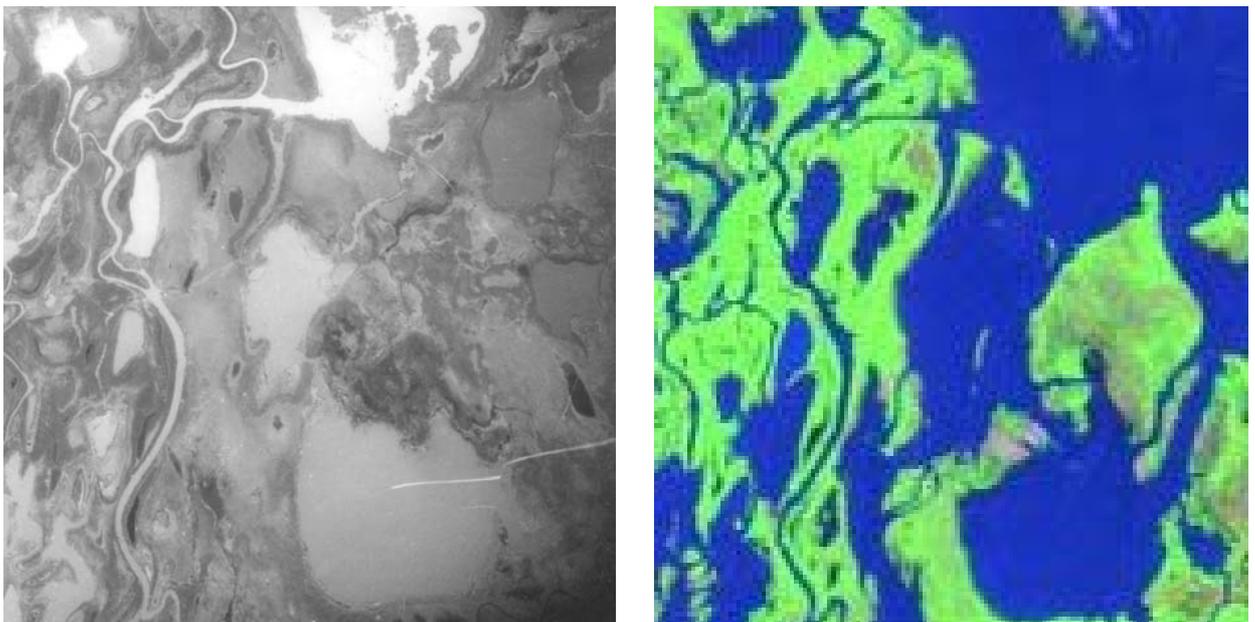


FIGURA 44: Modificações na parte interna da ilha do Bellaco (1955-2001).

Segundo PAIRA e DRAGO (2006), a evolução das lagoas na planície aluvial do rio Paraná depende da maior ou menor distância ao curso principal ou aos cursos da planície e da localização transversal ou longitudinal das lagoas em relação aos cursos ativos.

Apesar de que as lagoas identificadas na ilha do Bellaco se encontram a 8 km do rio Paraná e a 5 km do rio Coronda as mesmas sofreram modificações. Nesse caso, segundo os observadores qualificados, a enchente de 1982-1983 foi a que produz essas modificações.

Se analisamos o tempo de permanência das águas da enchente 1982-1983 na planície aluvial foi de 450 dias (Quadro 15). Essa grande quantidade de tempo causou a morte e putrefação da maioria da vegetação (incluindo a arbórea) e dessa forma, a água não teve uma maneira de reduzir a velocidade e como consequência se produziram processos de erosão e sedimentação.

5.9 – O CADASTRO NAS ILHAS

Fisicamente as ilhas podem sofrer processos de erosão e sedimentação que vão mudando os limites e as formas das mesmas, produzem o desaparecimento das ilhas ou também originam o aparecimento de novas ilhas (Figura 45). Essas mudanças obrigam aos proprietários a realizar diferentes trâmites cadastrais com o fim de solucionar os problemas originados na parte legal e impositiva das ilhas.

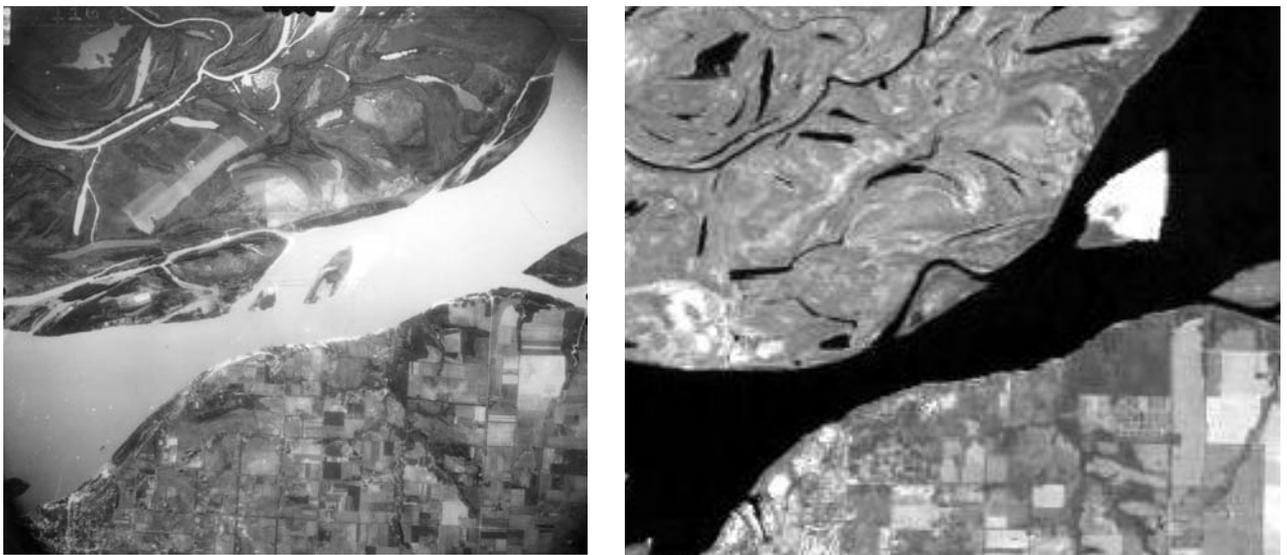


FIGURA 45: Modificações sofridas pelas ilhas entre 1955 e 1994 em um setor do rio Paraná.

No caso que a ilha sofra processos de erosão/sedimentação que modificam a forma e dimensões da ilha pode acontecer o seguinte:

- O proprietário privado pode não declarar que a parcela sofreu mudanças na área da mesma, por conseguinte, continua retribuindo os impostos relacionados à superfície registrada nas bases de dados cadastrais. Contudo, para realizar qualquer trâmite de transferência da propriedade, a nova lei de cadastro, obriga aos proprietários a obter uma certidão cadastral (registro gráfico da localização, dimensões e superfície) atual da propriedade para constatar o estado das parcelas.
- O proprietário também pode solicitar ao Estado que realize as medições correspondentes para estabelecer a superfície atual da parcela e modificar a informação nas bases de dados cadastrais.
- O Estado, como polícia cadastral, pode controlar a superfície das parcelas privadas e públicas para verificar a informação disponível nas bases de dados.

Na situação que a ilha sofra processos de erosão que causam o desaparecimento da ilha se pode realizar:

- Na parte impositiva, o proprietário tem que declarar que a ilha não existe, para que o cadastro modifique a informação da ilha nas bases de dados.
- O proprietário, na parte legal, tem que fazer uma escritura de renúncia à propriedade.
- O Estado ao identificar o desaparecimento de uma ilha fiscal modifica a informação nas bases de dados cadastrais.

No aparecimento de novas ilhas o Código Civil estabelece que essas novas formações pertençam ao Estado, portanto pode acontecer:

- O Estado deve ter uma atitude de posse na ilha, que geralmente é feito por meio da designação de uma pessoa para o cuidado da ilha. Além de incorporar informação da ilha nas bases de dados.
- Se o Estado não tem uma atitude de posse, uma pessoa particular pode adquirir o domínio da ilha por usucapião. A pessoa deve ter atitude de posse (mensura da ilha, pagamento dos impostos tributários, dispor de uma construção, ter um cerco para animais, etc.) em um período de 20 anos e realizar um trâmite administrativo para que um juiz dite sentença e emita um título de propriedade da ilha, que posteriormente é incorporado nas bases de dados cadastrais.

As mudanças que sofrem as ilhas pelo passo do tempo podem ser importantes e afetam a informação existente nas bases de dados cadastrais. Segundo o informe realizado pela *Universidad Nacional del Litoral* (UNL, 2005) ao Conselho Federal de Inversões, no qual se analisou a situação cartográfica e cadastral das ilhas localizadas na planície aluvial do rio Paraná no estado de Santa Fe, se determinou que da quantidade de parcelas incorporadas ao Sistema de Informação Territorial (1.032 parcelas) se identificaram na atualidade 1.614 parcelas das quais 354 parcelas haviam mudado sua superfície, 15 ilhas desapareceram e 274 ilhas correspondiam a novas formações.

Em relação ao valor das terras no setor de ilhas, conforme a informação oferecida pelo pessoal técnico do *Servicio de Catastro e Información Territorial* do estado de Santa Fe, a melhor terra dedicada à atividade pecuária tem um valor no mercado de imóveis entre um 40 % e até um 50 % da melhor terra empregada nas atividades agrícolas; a terra na ilha tem um valor entre um 5 % e até um 15 % da terra utilizada na atividade pecuária da região à qual pertence.

O estado de Santa Fe definiu que o valor das terras nas ilhas estivesse relacionado à altura topográfica (principalmente) e à acessibilidade das mesmas. Se comparamos a classificação realizada pelo *Servicio de Catastro e Información Territorial* nas ilhas adotadas como áreas de estudo e os resultados obtido nesta pesquisa nos graus de afetação hídrica, podemos observar que não concordam. O *Servicio* considera que a ilha La Posta Vieja tem o mesmo valor que da ilha Carabajal e que a ilha Soperez é menor.

Na Figura 46 se observa a estrutura dos solos na ilha (depósitos de areia e limo) os quais limitam o desenvolvimento de algumas atividades.

Atualmente, a principal atividade desenvolvida na ilha é a pecuária. Para compreender a magnitude da atividade, segundo a informação apresentada pelo pessoal de Defesa Civil, no pico da enchente acontecida em março e abril de 2007 se evacuaram no setor de ilhas no estado de Santa Fe aproximadamente dois milhões de gado bovinos. Essa quantidade quadruplica a quantidade de gado bovino evacuado no pico da enchente de 1998, a pesar de que a altura hidrométrica da enchente de 2007 é 1,32m menor que a enchente de 1998.



FIGURA 46: Estrutura do solo das ilhas.

Conforme a informação recopilada das pessoas que realizam a atividade pecuária no setor de ilha se considera que a relação na quantidade de gado bovino por superfície da ilha é de um gado em dois hectares. Desde o ano de 2000, diferentes proprietários das ilhas efetuam os trâmites correspondentes para que o gado bovino engordado na ilha seja comercializado na União Européia.

O mesmo pessoal, especificou que as características físicas das ilhas têm influência na atividade pecuária. Nos albardões (setores altos) o gado utiliza a sombra das árvores ao meio-dia e, à noite, o gado dorme, já que o vento não permite a presença de insetos. No setor de lagoas, o gado se alimenta da vegetação que cresce nelas, já que são mais moles. Se as lagoas apresentam maior profundidade o desenvolvimento da vegetação é menor, e se as lagoas se encontram interconectadas a outros cursos que se comunicam com os cursos principais, o gado pode ser afetado pelos peixes.

Outras das atividades que se realizam na ilha, segundo a informação oferecida pelo *Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuaria* (INTA) e dos observadores que moram na ilha, são:

- A exploração de madeiras mole, onde se extraem grandes quantidades (em algumas ilhas a extração chega de 10.000 a 15.000 toneladas) principalmente para construir caixas.
- A extração de peixe dos rios e das lagoas internas da ilha (de algumas lagoas se obtém entre 10.000 a 15.000 peixes).

- Na exploração apícola se pode obter por temporada em cada colméia entre 40 a 80 quilogramas.
- Turismo rural e ecológico.
- A fruticultura (cítricos, nozes) e a agricultura (cana de açúcar, soja) são realizadas em determinados setores da planície aluvial (delta e setores altos da planície).
- A caça da capivara, pela carne e pele.
- A caça da lontra e iguana, pela pele.
- A extração da palha.

Resumindo, os cadastros devem manter as bases de dados numéricas e de registros gráficos atualizadas, já que no setor de ilhas os processos de erosão/sedimentação que se produzem nos rios podem produzir, no passar do tempo, grandes diferenças entre os dados cadastrais registrados e a informação real das propriedades. Por outro lado, devem também se avaliar as atividades econômicas realizadas nas ilhas, as condições físicas e afetações que sofrem as ilhas a fim de estabelecer o valor delas, mais acorde à realidade.

5.10 – LINHA DE RIBEIRA

Quando os profissionais devem realizar a delimitação das propriedades localizadas na planície aluvial do rio Paraná se encontram com diferentes problemas para estabelecer a linha de ribeira.

Uns dos problemas é a existência de poucos hidrômetros que apresentam a cota da linha de ribeira definida. Especificamente, a *Dirección Nacional de Vias Navegables*, tem definido a linha de ribeira para 25 hidrômetros distribuídos no curso principal e a Secretaria de Recursos Hídricos da Nação mantém 17 hidrômetros (que não apresentam definida a cota da linha de ribeira) e que se encontram principalmente localizados na planície aluvial do estado de Santa Fe. (Quadro 18).

Ainda que se pudesse dispor de 38 hidrômetros com a cota da linha de ribeira definida, essa quantidade de hidrômetros não é suficiente para os 900 km de comprimento do curso principal e 33.000 km² de extensão na planície aluvial.

Os hidrômetros devem ser localizados em setores dos cursos que apresentam um tramo direto com margens estáveis. Dessa forma a pendente da água e o fundo do curso são uniformes e as alturas hidrométricas não se encontram afetadas pela morfologia do curso.

QUADRO 18 – Informação técnica dos hidrômetros registrados na Subsecretaria de Recursos Hídricos da Nação.

Río ou curso	Lugar ou estação	Período registro de altura hidrométrica	Cota MOP no zero do hidrômetro (m)	Cota IGM no zero do hidrômetro (m)
Paraná	Chapetón	09/1975 - 09/2006	12,42	11,87
Paraná	Paraná (tunel)	01/1904 - 02/2003	10,13	9,57
San Javier	Romang	05/1984 - 09/2006	21,73	21,17
San Javier	Alejandra	03/1984 - 09/2006	19,45	18,89
San Javier	San Javier	02/1912 - 09/2006	14,62	14,06
San Javier	Saladero Cabal	01/1960 - 09/2006	14,03	13,47
San Javier	Helvecia	05/1909 - 09/2006	13,68	13,12
San Javier	Cayastá	02/1964 - 09/2006	13,27	12,71
San Javier	Santa Rosa	09/1975 - 09/2006	11,49	10,93
Cierre Leyes	Rodovia Estadual Nº 1	10/1977 - 10/2002	8,17	7,61
Leyes	Rodovia Estadual Nº 1	09/1977 - 09/2006	8,17	7,61
Santa Rita	Rodovia Estadual Nº 1	10/1977 - 10/2002	8,17	7,61
Potrero	Rodovia Estadual Nº 1	10/1977 - 10/2002	8,17	7,61
Colastiné	Rodovia Federal Nº 168	08/1903 - 09/2006	9,39	8,83
Sistema Setubal	Santa Fe - La Guardia	03/1992 - 09/2006	8,84	8,28
Coronda	Batallón 601	03/1992 - 09/2006	8,472	7,914
Coronda	Porto Gaboto	06/1984 - 09/2006	5,49	4,93

Fonte: SUBSECRETARIA de RECURSOS HÍDRICOS, 2007.

Para poder estabelecer a cota da linha de ribeira no hidrômetro, segundo informação oferecida pelo pessoal técnico da *Dirección Nacional de Vias Navegables*, se deve dispor de 25 anos de registros de alturas hidrométricas. Por conseguinte somente 13 hidrômetros da Subsecretaria dispõem da suficiente quantidade de dados para calcular o valor dessa cota.

O período de registros das alturas hidrométricas influi na determinação do valor da linha de ribeira. Essa é a situação dos hidrômetros nas cidades de Santa Fe e Paraná, onde a cota da linha de ribeira foram determinados no ano 1904 com diferentes períodos de registros.

Por isso, se comparamos as altitudes da linha de ribeira nos hidrômetros das cidades de Santa Fe e Paraná (13,044m e 13,898m respectivamente), a diferença entre eles é de 0,854m. A distância entre os hidrômetros é de aproximadamente 10 km e nesse setor do rio (conforme a

GAUDIN e VIONNET, 2002) as pendentes hidrológicas são de 5,3 cm/km (no período 1970-1991) logo a diferença entre os dois hidrômetros é de 0,53m.

Para demarcar a linha de ribeira numa propriedade que se encontra localizada entre dois hidrômetros que apresentam definida a cota da linha de ribeira, os profissionais obtêm a cota da linha de ribeira e a altura hidrométrica nos dois hidrômetros. Fazendo uma interpolação lineal entre a propriedade e os hidrômetros são possíveis obter a altura hidrométrica e a cota da linha de ribeira na propriedade, e ao conhecer a diferença entre a altura hidrométrica e a linha se demarca a mesma. No caso que se dispõe de somente um hidrômetro com a cota de linha de ribeira se faz uma nivelção até a propriedade a fim de determinar e demarcar a linha de ribeira.

A pendente das águas no curso se encontra relacionada à configuração morfológica do próprio curso. A presença de estreitamento ou afastamento das margens, ilhas, margens e fundo consolidados ou de obras civis influem nas pendentes hidrológicas locais.

Diferentes autores especificam que a pendente hidrológica do rio Paraná varia entre 2 a 5 cm/km. Na área de análise, segundo a informação oferecida pela *Dirección Nacional de Vias Navegables*, no rio Colastiné a pendente hidrométrica no período 1921-1980 é de 2,6 cm/km e entre os hidrômetros das cidades de Brugo-Paraná e Paraná-Diamante é quase a mesma que a pendente na cota da linha de ribeira (Quadro 19). Especificamente no rio Coronda, não se encontraram estudos específicos que determinaram a pendente do rio.

QUADRO 19 – Pendente da cota da linha de ribeira e hidrológica entre Brugo, Paraná e Diamante.

Linha de ribeira				Alturas hidrométricas	
Hidrômetro	Cota (MOP) (m)	Distancia (km)	Pendente (m/km)	Período	Pendente media (m/km)
Brugo	17,393				
Paraná	14,454	65	0,045	1970-1994	0,044
Diamante	12,001	68	0,036	1905-2006	0,037

Fonte: DIRECCIÓN NACIONAL de VÍAS NAVEGABLES, 2007.

Em 1970, o Laboratório de Hidráulica Aplicada de Ezeiza (Buenos Aires) realizou um estudo para interpretar as características hidrodinâmicas e sedimentológicas do complexo fluvial Paraná-Santa Fe e obter dados para a execução de vários modelos físicos. Nesses informes,

ZAND e MILLI (1974) apresentam as pendentes hidrológicas de um setor do rio Paraná, do rio Colastiné, do arroio Leyes e da lagoa Setúbal. Na Figura 47 se observa de vermelho a distribuição dos hidrômetros empregados no estudo (hidrômetro na cidade de Curtiembre = (1)), de magenta os hidrômetros registrados pela *Dirección Nacional de Vias Navegables* e de verde os hidrômetros registrados pela Subsecretaria de Recursos Hídricos da Nação.

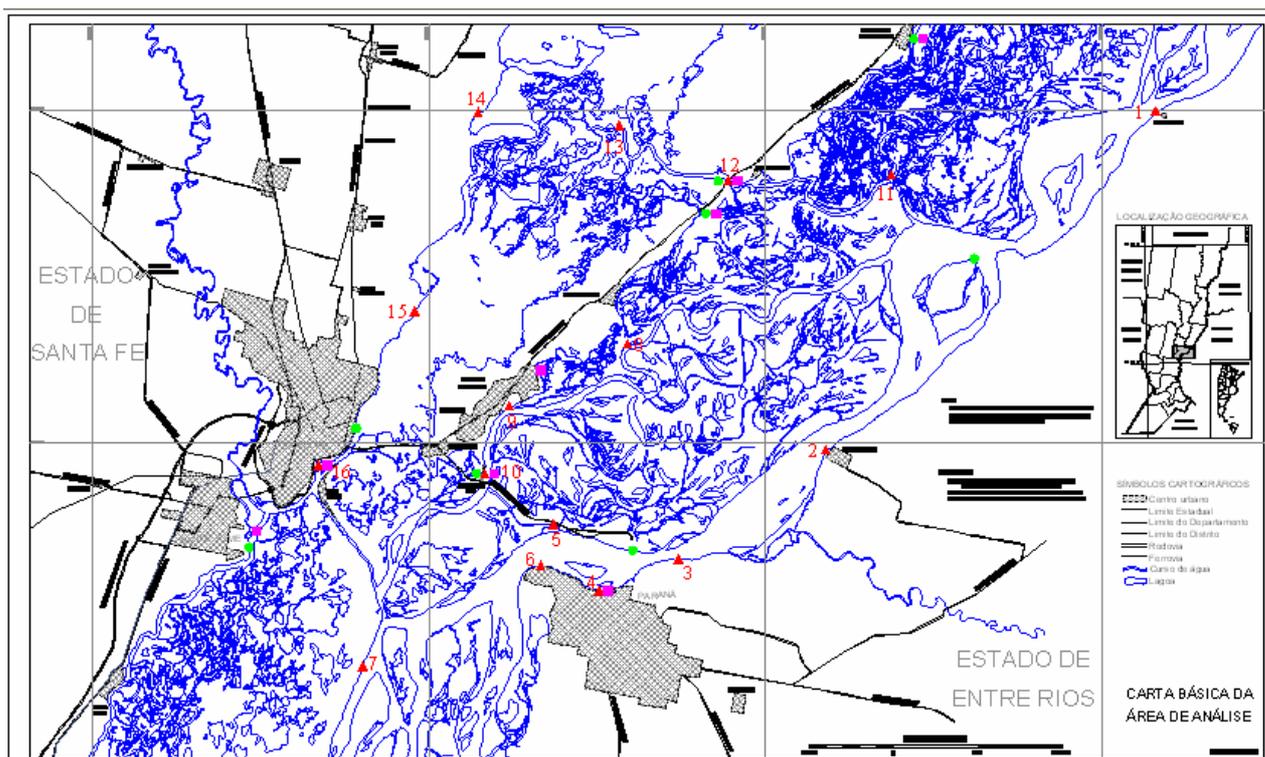


FIGURA 47: Localização dos hidrômetros empregados para o cálculo das pendentes.

As pendentes no rio Paraná, segundo as medições realizadas o 18 de junho de 1971, são as seguir: entre Curtiembre (1)-Villa Urquiza (2) = 4,9cm/km, entre Villa Urquiza (2) e Águas Corrientes (3) = 7cm/km, entre Águas Corrientes (3) e Paraná (4) = 0,5cm/km, entre Paraná (4) e embocadura do arroio Tiradero Viejo (5) = 2,5cm/km, entre a embocadura do arroio Tiradero Viejo (5) e Bajada Grande (6) = 8cm/km e entre Bajada Grande (6) e Paraná Viejo (7) = 3cm/km.

No rio Colastiné, as pendentes são entre o arroio Ubajay (8) e San José del Rincón (9) = 2cm/km, entre San José del Rincón (9) e Colastiné Sur (10) = 4,5cm/km e entre Colastiné Sur (10) e Paraná Viejo (7) = 3,3cm/km. No arroio Leyes e lagoa Setúbal são as seguir: entre rio San Javier (11) e a ponte sobre o arroio Leyes (12) = 3,2cm/km, entre a ponte sobre o arroio Leyes

(12) e o arroio El Ramblón (13) = 4,3cm/km, entre o arroio El Ramblón (13) e a lagoa Leyes (14) = 8cm/km, entre a lagoa Leyes (14) e a lagoa Setúbal (15) = 1cm/km e entre a lagoa Setúbal (15) e o porto da cidade de Santa Fe (16) = 1cm/km.

Também as pendentes das águas mudam segundo os estados das águas (em águas baixas, médias e altas) e no sentido transversal do curso. Essas mudanças não permitem que os profissionais determinem com uma maior precisão a cota da linha de ribeira ao demarcar os limites das propriedades.

Em 1988, o Conselho Federal de Inversões contratou um estudo sobre a temática da linha de ribeira, no qual os autores propuseram normas legais e instrumentos técnicos para demarcar a linha de ribeira em todos os estados da Argentina. Nesse informe, CANO (1988) especifica que o Estado Nacional é responsável pela delimitação da linha de ribeira marítima e fluvial (em rios navegáveis) para os efeitos da navegação e os estados podem demarcar outras linhas de ribeira que apresentarem diferentes fins (emprego recreativo de praias, deslinde do domínio público e privado, impostos, etc.).

Relacionado a esse ponto, o estado de Corrientes por médio da resolução N°159 do ano de 2005, mudaram o valor da cota da linha de ribeira no hidrômetro da cidade de Corrientes de +5,30m (determinada pela DNVN em 1911) para + 6,65m. Essa situação provocou diferentes conflitos legais entre o governo e os donos das propriedades que limitam com o rio Paraná.

Pessoalmente considero que é possível gerar diferentes linhas que possam ser empregadas com outros fins, mas as cotas da linha de ribeira devem ser mantidas no passo do tempo para não produzir inconsistências legais nos limites da propriedade pública e privada.

Na presença dos diferentes problemas expostos previamente, a seguir se exhibe uma proposta sobre a demarcação e controle da linha de ribeira na planície aluvial do rio Paraná.

- Recopilar registros históricos de alturas hidrométricas na planície aluvial e identificar a localização dos hidrômetros e das instituições responsáveis pelos mesmos.
- Realizar trabalhos de campo a fim de estabelecer as condições dos hidrômetros (se existe, destruído em forma parcial ou não existe).
- Recompôr aqueles hidrômetros danados em forma parcial.

- Determinar a localização de novos hidrômetros empregando critérios hidrológicos, hidráulicos e geomorfológicos e materializar os mesmos.
- Analisar os registros de alturas hidrométricas naqueles hidrômetros que existem ou se podem restabelecer a fim de determinar se os dados são consistentes (se os dados foram registrados em forma completa, se foram obtidos num período do ciclo hidrológico úmido, normal ou seco, se apresentam afetação pelas atividades das represas, etc.).
- Determinar a cota da linha de ribeira em forma definitiva, naqueles hidrômetros que apresentam registros com mais de 25 anos e em forma provisória, naqueles que têm uma menor quantidade de anos registrados.
- Determinar as pendentes hidrológicas segundo a distribuição dos hidrômetros e estabelecer o caráter da pendente (definitiva ou provisória). A pendente se considera definitiva no caso que entre os dois hidrômetros que definem essa pendente não seja construído um novo hidrômetro.
- Considerando a distribuição atual de pontos planialtimétricos e altimétricos da rede federal e estadual, determinar a localização de novos pontos na parte interna e externa da planície aluvial.
- Materializar e estabelecer as coordenadas planialtimétricas de cada ponto novo (relacionado ao sistema de coordenadas Gauss Krugger e valores altimétricos ao nível meio do mar). Esses pontos se empregaram para georeferenciar cada parcela cadastral.
- Recopilar informação topográfica, cartográfica e de imagens remotas para avaliar a demarcação da linha de ribeira.
- No caso de surgir diferenças entre a linha de ribeira demarcada e os antecedentes cadastrais ou informação recopilada, realizarão-se trabalhos de campo ao fim de obter dados topográficos, edafológicos e geomorfológicos para analisar os mesmos e determinar a correta localização da linha.
- Ao estabelecer a cota da linha de ribeira em um novo hidrômetro se analisarão as pendentes hidrológicas determinadas previamente com o fim de avaliar se as mesmas são modificadas.
- No caso de acontecer uma enchente que tenha capacidade para produzir modificações morfológicas nos cursos se deverão avaliar todas as pendentes hidrológicas.

Na Figura 48, se pode observar as diferenças nos limites das parcelas incorporadas no Sistema de Informação Territorial do estado de Santa Fe e o limite da água que representa à linha de ribeira no hidrômetro da cidade de Santa Fe.

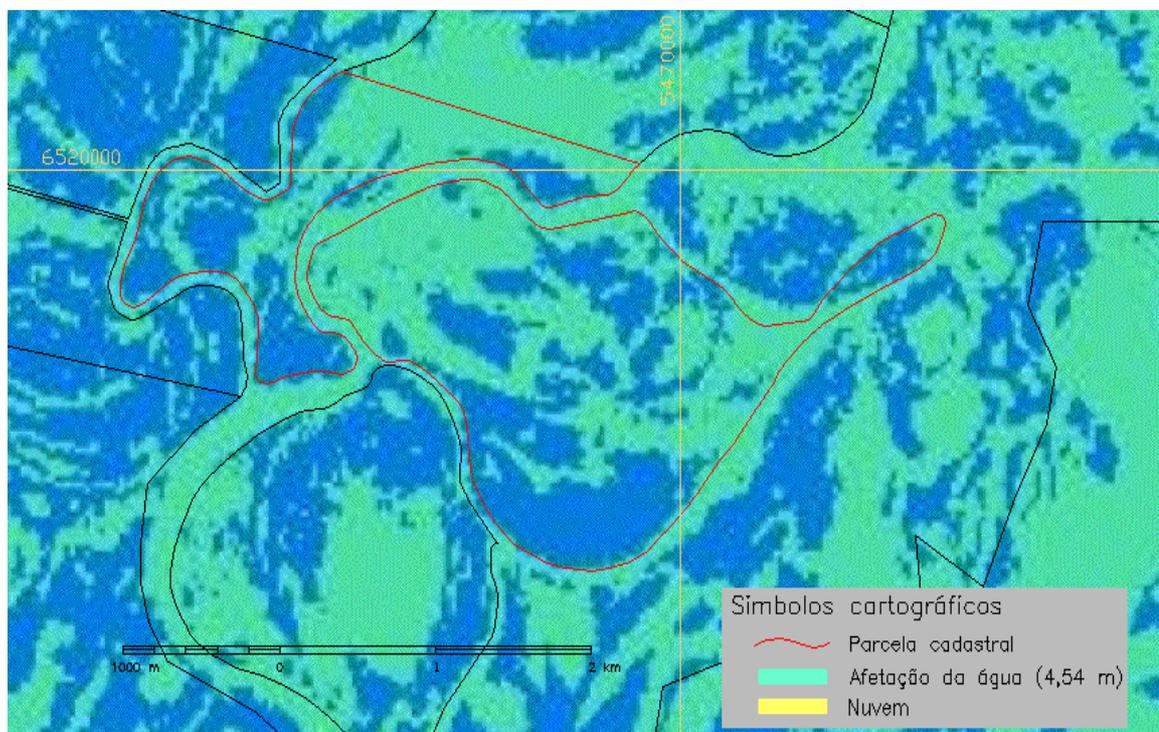


FIGURA 48: Diferenças nos limites das parcelas e linha de ribeira na Paraje Calchines.

5.11 – CONTROLE DAS AFETAÇÕES HIDRICAS E FÍSICAS

Considerando os diferentes problemas expostos nesta pesquisa, a seguir se exhibe uma proposta para localizar e dimensionar as afetações hídricas e físicas produzidas pelas enchentes nas ilhas da planície aluvial e conceitos sobre a avaliação cadastral das mesmas afetações, no fim de contribuir às instituições publicas que devem manter atualizada a informação da estrutura fundiária nas planícies aluviais.

Para localizar e dimensionar as afetações físicas nas ilhas da planície aluvial se propõe o procedimento seguinte:

- Recopilar informação cartográfica, imagens remotas, dados históricos e de campo da planície aluvial na finalidade de avaliar a atualidade, cobertura e qualidade da informação (escala, origem dos dados, etc.).
- Com a informação recopilada gerar uma cartografia básica que registre a localização atual das ilhas na planície aluvial. A cartografia deverá, apresentar uma cobertura total da planície.

- No caso que se empregue uma imagem remota para gerar a cartografia básica, se aconselha que a imagem registre uma altura hidrométrica baixa e esteja em cor composto, no fim de localizar corretamente as margens das ilhas e lagoas internas permanentes. Também se deverá considerar a escala ou resolução espacial da imagem remota no propósito de identificar adequadamente as características físicas da própria planície.
- Identificar, referenciar e digitalizar os produtos cartográficos ou fotografias aéreas que registrem a situação mais antiga possível da planície aluvial, para dessa forma, localizar historicamente as margens das ilhas e lagoas internas permanentes.
- Comparar a localização histórica e atual das margens das ilhas e lagoas internas permanentes no propósito de identificar setores que apresentam processos de erosão/sedimentação que afetam a parte física das ilhas.
- Delimitar e dimensionar os setores que apresentam processos de erosão/sedimentação.
- Classificar os setores delimitados em diferentes graus de magnitude na intenção de obter uma cartografia de afetação dos processos de erosão/sedimentação.
- No caso de quer compreender melhor os processos de erosão/sedimentação acontecidos a nível temporal em um setor da planície aluvial, empregar fotografias aéreas entre as escalas de 1:20.000 e 1:50.000, já que as mesmas apresentam uma melhor qualidade da informação. As fotografias deveram ser digitalizadas e referenciadas à cartografia básica para finalmente localizar as margens das ilhas nas diferentes datas recopiladas.
- No caso de não dispor de material fotográfico do setor da planície, selecionar material cartográfico realizado em diferentes datas ou levantamentos hidrográficos no fim de localizar as margens das ilhas e comparar a evolução das mesmas em relação à cartografia básica. Considerar que os levantamentos hidrográficos realizados pela *Dirección Nacional de Vias Navegables* no rio Paraná correspondem geralmente ao curso principal e aos setores que são passos críticos para a navegação.
- No caso de não dispor de material cartográfico realizado em diferentes datas ou levantamentos hidrográficos selecionar cartas de navegação, ainda que as mesmas representem as margens das ilhas em escala 1:100.000 e em uma forma generalizada.
- No caso de não dispor de cartas de navegação será necessário obter informação de pessoas que moram o conhecem o setor da planície aluvial. Com essa informação se poderá estabelecer a magnitude dos processos de erosão/sedimentação a nível temporal ou confirmar a magnitude dos processos obtidos nos processamentos anteriormente especificados.

Para localizar e dimensionar as afetações hídricas nas ilhas da planície aluvial se propõe o procedimento seguinte:

- Localizar os hidrômetros distribuídos na planície aluvial e estabelecer os períodos de registros hidrográficos dos mesmos.
- Identificar ou determinar a cota da linha de ribeira para cada hidrômetro.
- Analisar a cobertura das imagens de satélite em relação à localização dos hidrômetros que apresentem a cota da linha de ribeira definida na intenção de conhecer si as imagens de satélite registram um ou vários hidrômetros.
- Analisar os registros de alturas hidrométricas nos hidrômetros e as datas de registros das imagens de satélite recopiladas para determinar quais imagens apresenta uma altura hidrométrica o mais próxima possível à cota da linha de ribeira.
- Determinar valores de alturas hidrométricas que representem diferentes graus de afetação hídrica. Essas alturas se puderam estabelecer analisando a frequência das alturas hidrométricas.
- Selecionar as imagens de satélite que apresentam um registro próximo às alturas hidrométricas estabelecidas no parágrafo anterior.
- Processar digitalmente cada uma das imagens selecionadas de forma de localizar as regiões das ilhas que se encontram afetadas hidricamente. Analisar com precaução os resultados obtidos no fim de confirmar o processamento digital realizado.
- Comparar as diferentes regiões das ilhas que apresentam diferentes graus de afetação hídrica na intenção de produzir uma cartografia de afetação hídrica da planície aluvial que permita dimensionar os graus de afetação.
- Neste caso específico, da planície aluvial do rio Paraná, se considera que as imagens de satélite são a material mais adequado para o análise de afetação hídrica já que as mesmas apresentam uma cobertura total na largura e comprimento da própria planície e se encontram a disposição uma grande quantidade de imagens com diferentes registros de alturas hidrométricas.

Para considerar as afetações hídricas e físicas na avaliação cadastral das ilhas se propõe o procedimento seguinte:

- Recopilar informação geológica, geomorfológica e dados de alturas topográficas na parte interna da ilha para estabelecer as pendentes dos blocos tectônicos e características topográficas do relevo nas diferentes unidades geomorfológicas.
- Verificar si a cartografia de afetação hídrica da planície concorda com as características topográficas do relevo e pendentes estabelecidas no ponto anterior.

- Superpor ao limite da estrutura fundiária, o limite das lagoas permanentes, no propósito de identificar quais parcelas e dimensionar em que percentagem areal se encontram afetadas hidricamente em forma permanente.
- Superpor ao limite da estrutura fundiária, a cartografia de afetação hídrica e a cartografia de afetação dos processos de erosão/sedimentação, na intenção de identificar e dimensionar quais parcelas cadastrais se encontram afetadas na parte física e hídrica.
- Determinar uma formula de avaliação tributaria que considere os critérios de afetação física e hídrica (temporária e permanente), já que os mesmos têm influência no desenvolvimento das principais atividades econômicas na planície aluvial.
- Se aconselha empregar imagens de satélite para o controle temporal dos processos de erosão/sedimentação na totalidade da planície.
- No caso que a parcela cadastral afetada tenha importância na implementação de políticas territoriais fazer controle de processos de erosão/sedimentação por meio de trabalhos de campo ou fotografias aéreas (em escala 1:20.000 ou maiores).
- No caso de enchentes extraordinárias fazer controle na parte interna das ilhas para estabelecer si o relevo ou limite das lagoas permanentes mudou. Si se identificaram modificações na parte interna das ilhas se deveram analisar si as áreas de afetação hídrica mudaram também.

6 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os assuntos abordados nesta pesquisa procuraram determinar o impacto das grandes enchentes na estrutura fundiária das ilhas que compõem a planície aluvial do rio Paraná, dimensionando os processos de erosão e sedimentação acontecidos em diferentes datas temporais. Ao mesmo tempo, estimar a superfície de afetação e tempo de permanência de diferentes níveis hidrométricos e caracterizar a dinâmica geométrica dos processos de erosão e sedimentação.

Da hipótese estabelecida nesta pesquisa, se pode afirmar que as grandes enchentes geram processos de erosão e sedimentação que afetam a estrutura fundiária em diferentes magnitude e distribuição.

Cada etapa do método e temas relacionados à pesquisa foram analisados previamente. Como conclusões mais importantes, podem especificar-se as seguintes:

- Os processos de erosão e sedimentação são contínuos no tempo e a magnitude dos processos está relacionada diretamente à capacidade hidro sedimentológica dos próprios cursos. O rio Paraná apresenta processos de maior magnitude em relação ao rio Colastiné e o rio Colastiné em referência ao rio Coronda. Como exemplo, os maiores processos de erosão e sedimentação produzidos em cada área de estudo dimensionados em diferentes datas foram as seguintes: na ilha Carabajal: erosão = 152 hectares e sedimentação = 119 hectares; na ilha Soperez: erosão = 70 hectares e sedimentação = 62 hectares e na ilha La Posta Vieja: erosão = 11 hectares e sedimentação = 11 hectares.
- Nos períodos de caudais baixos também se podem originar grandes processos de erosão e sedimentação que afetam a estrutura fundiária. Nesses períodos o que se produz é: um aumento dos caudais começando desde alturas hidrométricas baixas, tais caudais “trabalham” por bastante tempo em uma ascensão das águas que supera as margens do curso, e essa situação deve abranger vários anos. Especificamente, no período 1955-1968, os caudais mínimos foram entre 7.000 m³/s a 15.000 m³/s, os mesmos representam alturas hidrométricas entre 0,40 e 1,90m, o tempo de ascensão das águas até o ingresso à planície aluvial foram de 106 a 174 dias e essa situação aconteceu em 7 anos diferentes.

- Nas áreas de estudos definidas, não se identificaram setores internos nas ilhas que sofreram modificações (somente aqueles processos de sedimentação identificados nos registros fotográficos da enchente de 1982-1983 na ilha Carabajal e La Posta Vieja). Ao dispor de registros fotográficos com diferentes alturas hidrométricas provocava dúvidas se as modificações observadas nas formas das lagoas foram produzidas pelos processos de erosão e sedimentação ou pelas modificações na altura hidrométrica das águas. Porém, identificaram-se diferenças importantes nas lagoas da ilha do Bellaco.
- Na parte interna das ilhas as modificações na altitude verificadas no campo foram de pequena magnitude. Em alguns dos pontos altimétricos identificados nas cartografias topográficas (realizadas em 1950) e dos dados obtidos no campo, obtiveram-se diferenças menores a 0,50m. É necessário destacar que essas diferenças correspondem a pontos localizados em albardões da planície aluvial.
- A magnitude da superfície afetada por diferentes níveis hidrométricos pode variar muito na mesma ilha e também de uma ilha para outra. Como exemplo, a ilha La Posta Vieja é afetada em um 36% da superfície a uma altura hidrométrica de 4,54m e a 5,29m em um 60%, e a ilha Soperez a 5,29m se encontra afetada em um 10%. Aquelas ilhas que apresentam margens de valores altimétricos concordantes com a cota da linha de ribeira deveriam estar afetadas por um tempo aproximado a 32 dias por ano.
- Analisando a informação recopilada (cartográfica, imagens remotas, dados de campo, dados históricos e referências de observadores qualificados) e, a evolução e magnitude dos processos de erosão e sedimentação produzidos nas áreas de estudo, estabeleceu-se à dinâmica geométrica dos processos para demarcar duas linhas que representam a tendência dos processos de erosão e sedimentação no futuro. Os resultados obtidos deverão ser avaliados por outros profissionais relacionados a essa temática.
- Devido à capacidade de modificação dos cursos na planície aluvial do rio Paraná é necessário manter atualizadas as bases de dados gráficas e numéricas cadastrais. Segundo um estudo realizado pela *Universidad Nacional del Litoral* (UNL) em 2005, citado com posterioridade, encontrou-se diferença entre a informação disponível na base de dados cadastrais no estado de

Santa Fe e a atualidade: 354 parcelas haviam mudado sua superfície, 15 ilhas desapareceram e 274 ilhas correspondiam a novas formações.

- Os graus de afetação dos processos de erosão e sedimentação, os grau de afetação hídrica, as características geomorfológicas e geológicas deveriam ser tidos em conta nos processos de avaliação das propriedades localizadas nas planícies aluviais. Como se determinou nesta pesquisa os valores de afetação são muitos variáveis na mesma ilha e de uma ilha a outra, e além das características geomorfológicas e geológicas, condicionam as atividades que se podem realizar nas próprias ilhas.

Como recomendações e sugestões para outros trabalhos relacionados aos procedimentos empregados em cada uma das etapas desenvolvidas nesta pesquisa e das análises realizadas na mesma, podem ser observados os seguintes aspectos:

Levantamento de dados no campo:

- O equipamento de GPS pode ser empregado como instrumento para localizar e dimensionar os processos de erosão e sedimentação produzidos nas margens das ilhas, como foi constatado nesta pesquisa.
- Para estimar a vista a localização das margens das ilhas desde uma embarcação com equipamento de GPS, manter uma distância menor aos 20m, para apreciá-las melhor. No caso de dispor de trena laser, realizar experiências no fim de avaliar a utilização da mesma como ferramenta na localização das margens em relação à embarcação.
- Realizar os trabalhos de campo em condições que as alturas hidrométricas sejam elevadas, mas que não ingressem na planície aluvial, para dessa forma evitar que os bancos de areia e algumas árvores afastem à embarcação das margens das ilhas.
- Para localizar e dimensionar os processos de sedimentação empregar equipamentos batimétricos. Essa informação permitirá conhecer a localização do talvegue, profundidades e depósitos de areia.
- Depois de uma enchente, localizar as marcas das águas produzidas na vegetação na intenção de dimensionar o grau de afetação hídrica sofrida pela ilha, para verificar os graus de afetação hídrica estabelecidos no método.
- Depois de uma enchente, dimensionar os depósitos de areia produzidos nas margens e na parte interna da ilha, de forma de estabelecer a dinâmica hídrica e capacidade de transporte das

enchentes nos cursos e interior da ilha. O conhecimento da dinâmica hídrica e da capacidade de transporte das enchentes permitirá considerar essas variáveis nas políticas de gestão territorial.

- Realizar entrevistas aos observadores qualificados para obter informação histórica e atual dos processos produzidos no setor de ilha.

Demarcação da linha de ribeira e linha de água-terra:

- Realizar experiências com outros procedimentos de classificação digital, a fim de estabelecer de forma mais precisa a demarcação da linha água-terra nos ambientes de planície aluvial. Quando começa o ingresso das águas nas áreas deprimidas é complexo delimitar a linha água-terra já que a resposta espectral da água nas imagens de satélite se encontra afetada pela resposta espectral dos diferentes tipos de vegetação existentes nas áreas deprimidas.
- Analisar as condições hidrométricas prévias ao registro da imagem de satélite, no caso que se empregue a mesma para demarcar ou controlar a linha de ribeira ou outras linhas, já que o nível hidrométrico da imagem pode estar afetado por um pico de enchente produzido com anterioridade.
- Realizar experiências com outro tipo de imagens (radar) ao fim de analisar a identificação de elementos físicos e condições hidrológicas em ambientes de planície aluvial.

Relacionamento dos dados cadastrais:

- Manter atualizado os registros gráficos e numéricos das bases de dados no setor de ilha para, dessa forma, dispor de informação consistente no fim de planejar e programar políticas territoriais.
- Realizar análise da localização de topônimos no setor de ilha, com o propósito de localizar corretamente os cursos e ilhas que determinam os limites políticos do Distrito, Departamento e estado.
- Realizar controles geométricos nos registros gráficos (mensuras) com o fim de verificar a existência de superposição das propriedades.

Zoneamentos dos processos de erosão/sedimentação e de afetação hídrica:

- Empregar fotografias aéreas obtidas em alturas hidrométricas menores à altitude das margens nas ilhas para determinar uma correta localização das margens.
- Empregar fotografias aéreas obtidas antes e depois de uma enchente para dimensionar os processos de erosão e sedimentação produzidos pela própria enchente nos cursos e partes

internas das ilhas. No caso de não dispor de material fotográfico se poderá empregar imagens de satélite ou fotografias aéreas de pequeno formato.

- Identificar aqueles setores dos cursos que apresentam maiores modificações nas margens com o fim de fazer um maior controle da magnitude dos processos de erosão e sedimentação produzidos e das variações sofridas na superfície das ilhas.
- Realizar trabalhos de campo para obter informação altimétrica que permitam controlar os procedimentos de classificação digital empregados para definir as áreas de afetação hídrica.
- Analisar em forma conjunta as áreas de afetação hídrica com as unidades geomorfológicas e os dados topográficos das ilhas a fim de estabelecer o grau de relação existente entre eles.

Dinâmica geométrica dos processos de erosão/sedimentação:

- Recopilar a maior quantidade de informação cartográfica, imagens remotas, dados de campo, dados históricos e referências de observadores qualificados a fim de realizar uma correta interpretação da dinâmica dos processos de erosão e sedimentação. Ao compreender melhor a dinâmica dos processos de erosão e sedimentação permitirá considerar essa variável nas políticas de gestão territorial.
- Criar bancos de dados com informação sobre as planícies aluviais para de essa forma facilitar o acesso a dados que são escassos e se encontram muito espalhados.
- Manter os levantamentos hidrográficos nos cursos com o fim de seguir documentando os processos acontecidos neles e fomentar os levantamentos em outros cursos que apresentam pouca ou nenhuma documentação.

Relação dos processos de erosão/sedimentação e as alturas hidrométricas:

- Realizar análises mais detalhadas da relação que existe entre os processos de erosão e sedimentação com as alturas hidrométricas, produzidas em cursos que apresentam diferentes capacidades hidro sedimentológica, em diferentes situações hidrológicas (águas baixas, médias e altas) e datas temporais (ciclo úmido ou seco). Para de essa forma estimar os futuros processos de erosão e sedimentação em diferentes condições hidrológicas nos diferentes cursos hidrográficos espalhados na planície aluvial.

O cadastro nas ilhas:

- Manter atualizados os registros gráficos e numéricos nas bases de dados cadastrais no setor de ilhas para ter um melhor controle sobre as propriedades localizadas na planície aluvial.

- Empregar as imagens de satélite e fotografias aéreas como ferramentas de controle temporal com o fim de dimensionar os processos de erosão e sedimentação produzidos nas ilhas e que afetam à estrutura fundiária.
- Reconsiderar os critérios de avaliação empregados neste momento na planície aluvial, já que não incluem características que limitam as atividades a desenvolver na ilha (afetação dos processos de erosão e sedimentação, afetação hídrica, características geomorfológicas e geológicas, etc.).
- Fazer uma nova mensura diante de cada transferência das propriedades localizadas no setor da planície aluvial, para dessa forma registrar as dimensões atuais da ilha e assim dar-lhes garantias jurídicas.
- Controlar as atividades realizadas nas ilhas (pescaria, extração de madeira, etc.) que afetam aos frágeis ambientes desenvolvidos nas planícies aluviais.

Linha de ribeira:

- Os governos estaduais devem produzir ações mais comprometidas na temática da linha de ribeira, já que a indefinição na demarcação da mesma não oferece garantias jurídicas à estrutura fundiária desenvolvida na planície aluvial.
- Organizar e executar um programa que permita o aumento de pontos que representam a cota da linha de ribeira na planície aluvial de maneira tal que facilite a demarcação da mesma pelos profissionais responsáveis.
- Regulamentar os procedimentos a empregar na demarcação da linha de ribeira e a informação a incorporar nas mensuras (localização, cota e altura da água dos hidrômetros empregados, cota da linha de ribeira definida na propriedade, data de execução na demarcação, etc.) das propriedades localizadas na planície aluvial para dessa forma documentar a situação técnica no momento da demarcação.

Em relação às principais recomendações e sugestões a executar no futuro na planície aluvial do rio Paraná, se pode destacar o seguinte:

- Realizar um saneamento cadastral (gráfico e numérico) das parcelas que integram a estrutura fundiária na planície aluvial, para conhecer a realidade e situação atual da estrutura fundiária.
- Gerar uma cartografia que represente e dimensione os diferentes graus de afetação dos processos de erosão e sedimentação.

- Relacionar os graus de afetação dos processos de erosão e sedimentação com o tempo, no propósito de estabelecer controles temporais cada 3, 5, 10 o 20 anos, segundo seja o caso.
- Gerar uma cartografia que represente os diferentes graus de afetação hídrica e relacionar os graus de afetação à frequência das alturas hidrométricas nos hidrômetros da região.
- Determinar as pendentes e altitude dos blocos tectônicos que integram a planície aluvial.
- Gerar uma cartografia que represente as diferentes unidades geomorfológicas.
- Relacionar a cartografia de afetação dos processos de erosão e sedimentação com a cartografia de afetação hídrica, a cartografia das unidades geomorfológicas, a pendente e altitude dos blocos tectônicos e as alturas hidrométricas nos diferentes hidrômetros na intenção de incorporar essas variáveis nos critérios de avaliação cadastral.
- Executar um programa que facilite a demarcação da linha de ribeira. Estabelecendo uma nova rede de hidrômetros distribuídos na planície aluvial, que apresentem definida a cota da linha de ribeira e regulamentando os procedimentos na demarcação da linha de ribeira.

Da recopilação bibliográfica internacional e nacional realizada se pode destacar que não se encontraram trabalhos que analisassem os pontos desenvolvidos nesta pesquisa. Conseqüentemente, desejo que os resultados desta estimulem outros profissionais para seguir avançando na temática das planícies aluviais.

7 – APÊNDICE

Veja o CD incorporado nesta folha.

8 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA FEDERAL de ADMINISTRAÇÃO de EMERGENCIAS.

<http://www.fema.gov/about/programs/nfip/index.shtm>, 2007.

AISIKIS, E. *La gran crecida del río Paraná de 1983*. Buenos Aires: TECHINT, Boletín informativo N° 232, 1984.

ALARCON, J.; SZUPIANY, R.; MONTAGNINI, D.; GAUDIN, H.; PRENDES, H.; AMSLER, M. *Evaluación del transporte de sedimentos en el tramo medio del río Paraná*. In: Primer Simposio Regional sobre Hidráulica de Rios (1 : 2003 : Buenos Aires) Anais. Buenos Aires, Argentina, 2003.

ALLENDE, R. *Derecho de aguas con acotaciones hidrológicas*. Buenos Aires: Editorial Universitaria de Buenos Aires, 1971.

AMLALO, D. “The Protection, Management and Development of the Marine and Coastal Environment of Ghana”. *FIG publication*: International Federation of Surveyors, 36, 2006.

AMSLER, M.; PRENDES, H. *Transporte de sedimentos y procesos fluviales asociados*. In: *El río Paraná en su tramo medio*. Santa Fe: Editores Paoli C. e Schreider M., Centro de publicaciones de la Universidad Nacional del Litoral, 2000.

AMSLER, M.; RAMONELL, C. “Paraná river channel adjustments to dominant discharge”. *River flow 2002*: p. 921-930, 2002.

ASANGWE, C. *The Implications of Rising Sea Level on the Coastal Lowlands of Cameroon*. In: FIG Working Week (2007 : Hong Kong) Anais, China, 2007.

BELAGA, J.; VICIOSO, B. “La determinación efectiva de la línea de ribera en los cursos de agua no navegables”. Boletín COPA, N° 40, 2001.

BOATENG, I. *Marine cadastre: A possible tool for effective marine and shoreline management in Ghana*. In: FIG CONGRESS (23 : 2006 : Munich) Anais. Alemanha, 2006.

BONETTO, A.; WAIS, I. “El concepto de pulso de inundación en relación a las planicies aluviales del sistema fluvial Paraná-Paraguay”. *Ecosur*, Argentina: 27, p. 85-98, 1990.

BONETTO, A.; WAIS, J.; CASTELLO, H. “The increasing damming of the Paraná basin and its effects on the lower reaches”. *Regulated Rivers: Research & Management*: 4, p. 333-346, 1989.

- BORDA, G. *Manual de derechos reales*. Buenos Aires: Editorial Abelede Perrot, Buenos Aires, 2003.
- BUCHANAN, J. *River channel changes through time: Red, Canadian and Niobrara rivers on the great plains*. In: *The variability of large alluvial rivers*. Washington: Editores Schumm S. e Winkley B., American Society of Civil Engineers, USA, 1994.
- CANO, G. *Estúdio sobre línea de ribera, informe final*. Buenos Aires: Consejo Federal de Inversiones, Buenos Aires, 1988.
- CEIRANO, E.; PAOLI, C.; SCHREIDER, M. *Las inundaciones en el área de Santa Fe. Interpretación de sus efectos y simulación de los subsistemas Leyes-Setubal y Ruta Nacional 168-Alto Verde*. In: *El río Paraná en su tramo medio*. Santa Fe: Editores Paoli C. y Schreider M., Centro de publicaciones de la Universidad Nacional del Litoral, 2000.
- COLEGIO de PROFESIONAIS da AGRIMENSURA. *Línea de ribera*. Santa Fe: Boletim Informativo, Nº 51, Ano XI, Janeiro-Junho 2005. <http://www.copa.org.ar/boletines.htm>
- DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURAIS. <http://www.waterwise.nsw.gov.au/nr/index.shtml>, 2007.
- DOUKAKIS, E. *The Dilemma of the Illegibility of State Visions: The Greek Coastal Legislation*. In: FIG Working Week (2004 : Atena) Anais. Grécia, 2004.
- DRAGO, E.; DRAGO, I.; OLIVEROS, O.; PAIRA, A. "Aquatic habitats, fish and invertebrate assemblages of the Middle Paraná River". *Amazoniana*, Manaus: 17 (3/4), p. 291-341, 2003.
- DRAGO, E. "Geomorphology of large alluvial rivers: lower Paraguay and middle Paraná". *Interciencia*: 15 (6), p. 378-387, 1990.
- DRAGO, E.; AMSLER, M. "Suspended sediment at a cross section of the middle Paraná river: concentration, granulometry and influence of the main tributaries". *Sediment Budgets* (Proceedings of the Porto Alegre Symposium): IAHS publ. Nº 174, 1988.
- DRAGO, E. "Grados de conexión y fases hidrológicas en ambientes leníticos de la llanura aluvial del río Paraná (Argentina)". *Ecología*, Argentina: 6, p. 27-33, 1981.
- DRAGO, E. "Erosión y sedimentación en un tramo de cauce del río Paraná medio (República Argentina)". *Revista Asociación Geológica Argentina*, Buenos Aires: 32 (4), p. 277-290, 1977.

- DRAGO, E. “Origen y clasificación de ambientes leníticos en llanuras aluviales”. *Revista Asociación Ciencias Naturales Litoral*: 7, p. 123-137, 1976.
- DRESS, A.; SÜNDERHAUF, R. *Land Consolidation as a Tool for Flood Prevention*. In: FIG CONGRESS (23 : 2006 : Munich) Anais. Alemanha, 2006.
- DUMONT, J. *Neotectonics and rivers of the Amazon headwaters*. In: *The variability of large alluvial rivers*. Washington: Editores Schumm S. e Winkley B., American Society of Civil Engineers, USA, 1994.
- ETUNOVBE, A. *Administering Marine Spaces: The Problem of Coastal Erosion in Nigeria, a Case Study of Forcados South Point, Delta State*. In: FIG CONGRESS (23 : 2006 : Munich) Anais. Alemanha, 2006.
- FICH. *Análisis de la evolución de los principales parámetros hidráulico-morfológicos que podrían influir sobre el comportamiento futuro de la obra de protección del Túnel Subfluvial Hernandaría, Informe Final T.1-4*. Santa Fe: Facultad de Ingeniería en Ciencias Hídricas, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, 1997.
- FIG. “Administering Marine Spaces: International Issues”. *FIG publication*: International Federation of Surveyors, 36, 2006.
- FISCHER, K. *Fluvial geomorphology and flood control strategies: Sacramento rivers, California*. In: *The variability of large alluvial rivers*. Washington: Editores Schumm S. e Winkley B., American Society of Civil Engineers, USA, 1994.
- FRIESECKE, F. *Precautionary and Sustainable Flood Protection in Germany – Strategies and Instruments of Spatial Planning*. In: FIG Regional Conference (3 : 2004 : Jakarta) Anais. Indonesia, 2004.
- FRITSCHY, B. *Comunidades vegetales y formas aluviales en el Valle actual del río Paraná*. In: III Jornadas Nacionales de Geografía Física (3 : 2000 : Santa Fe) Anais. Santa Fe, Argentina, 2000.
- GAUDIN, H.; VIONNET, C. *Estudios de pendientes superficiales en un tramo medio del río Paraná*. Santa Fe: Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, 2002.
- GIACOSA, R.; PAOLI, C.; CACIK, P. *Conocimiento del régimen hidrológico*. In: *El río Paraná en su tramo medio*. Santa Fe: Editores Paoli C. y Schreider M., Centro de publicaciones de la Universidad Nacional del Litoral, 2000.
- HAAR, V. *Principales características del catastro Argentina hasta fines de la década de 1980*. In: *El catastro en Argentina en los últimos 50 años y una visión del catastro en Brasil*. EEUU: Fundação Grant, 2004.

- HELLE, R. *Land Consolidation –An Instrument to Provide Areas for Water Retention by Mutual Consent*. In: FIG CONGRESS (23 : 2006 : Munich) Anais. Alemanha, 2006.
- HUQUE, I. *National report of Bangladesh*. In: XIX Congress International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (19 : 2000 : Amsterdam) Anais. Amsterdam, Holanda, 2000.
- IHL, T.; FRAUSTO, O.; ROJAS, J.; BAUTISTA, B.; BOCCO, G. *A Coastal Classification: A First Step for a Better Coastal Management System in Yucatan?*. In: FIG Congress (23 : 2006 : Munich) Anais. Alemanha, 2006.
- IRIONDO, M. *El holoceno en el litoral*. Santa Fe: Museo Provincial de Ciencias Naturales, Santa Fe, 1991.
- IRIONDO, M. “A comparison between the Amazon and Paraná river systems”. *Mitteilungen Geologische-Palaontologisches Institut*, Hamburgo: Universitat Hamburg, SCOPE-UNEP Sonderband, p. 77-92, 1988.
- IRIONDO, M. *Introducción a la geología*. Paraná: Ediciones El Río, 1985.
- IRIONDO, M. “Mapa geomorfológico de la llanura aluvial del río Paraná desde Helvecia hasta San Nicolás, República Argentina”. *Revista Asociación Geológica Argentina*, Buenos Aires: 27 (2), p. 155-160, 1972.
- IRIONDO, M.; DRAGO, E. “Descripción cuantitativa de dos unidades geomorfológicas de la llanura aluvial del Paraná medio, República Argentina”. *Revista Asociación Geológica Argentina*, Buenos Aires: 27(2), p. 143-160, 1972.
- JORGENSEN, D.; SCHUMM, S.; HARVEY, M. *Tectonic control of the Indus river in Sindh, Pakistan*. In: *The variability of large alluvial rivers*. Washington: Editores Schumm S. e Winkley B., American Society of Civil Engineers, USA, 1994.
- JUNK, W.; BAYLEY, P.; SPARKS, R. “The flood pulse concept in river-floodplain systems” In: *Proceedings of the International Large River Symposium (LARS)*. D.P. Dodge (editor), Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences 106, 1989.
- KESEL, R.; YODIS, E.; MCCRAW, D. “An approximation of the sediment budget of the lower Mississippi river prior to major human modification”. *Earth Surface Processes and Landforms*: 17, p. 711-722, 1992.
- LEOPOLD, L.; WOLMAN, M.; MILLER, J. *Fluvial processes in geomorphology*. San Francisco: Freeman W. and Company, California, 1964.
- MARIENHOFF, M. “Delimitación de los cursos de agua”. *Tratado de derecho administrativo*. Buenos Aires: Abeledo-Perrot, Tomo VI, 3º ed., 1996.

- MENTES, G. *Investigation of the connection between recent tectonic movements and landslides at the high loess wall on the bank of river Danube*. In: FIG SYMPOSIUM (12 : 2006 : Baden) Anais. Baden, 2006.
- MERTES, L. ; DUNNE, T. ; MARTINELLI, L. "Channel-floodplain geomorphology along the Solimoes-Amazon river, Brazil". *Geological Society of America Bulletin*: 108 (9), p. 1089-1107, 1996.
- MINISTÉRIO de PROTEÇÃO de AGUA, TERRA e AR. <http://srmwww.gov.br/aib/fpm/index.html#Use>, 2007.
- NEALE, D. *Hydrographic Data as Indicators of Physical Development on the Trinidad West Coast*. In: FIG Working Week (2004, Atena) Anais. Grécia, 2004
- NEIFF, J. "Ideas para la interpretación ecológica del Paraná" *Interciencia*: 15 (6), p. 424-448, 1990.
- ONABAJA, O.; AKERELE, O.; OLUKOTUN, S. *Development and Implementation of Metadata Structure in Nigeria – A Case Study of Federal Survey Department*. In: FIG Working Week (2005 : Cairo) Anais. Egipto, 2005.
- PAIRA, A.; DRAGO, E. "Genetical, morphological and evolutional relationships of the floodplain lakes in the Middle Parana river hydrosystem". *Geomorphology*, Stuttgart: 145, p. 207-228, 2006.
- PAOLI, C.; CACIK, P. *Régimen de crecidas y análisis de caudales máximos*. In: *El río Paraná en su tramo medio*. Santa Fe: Editores Paoli C. y Schreider M., Centro de publicaciones de la Universidad Nacional del Litoral, 2000.
- PAOLI, C.; IRIONDO, M.; GARCIA, N. *Características de las cuencas de aporte*. In: *El río Paraná en su tramo medio*. Santa Fe: Editores Paoli C. y Schreider M., Centro de publicaciones de la Universidad Nacional del Litoral, 2000.
- PIGRETTI, E. "Régimen del agua". *Derecho ambiental*. Buenos Aires: Ediciones Depalma, 2000.
- PRENDES, H.; TORRES, G.; ZAPATA, C. *Aspectos sedimentológicos del riacho Barranqueras*. In: XIV Congreso Nacional del Agua (14 : 1996 : Neuquen) Anais. Neuquen, Argentina, 1996.
- RAMONELL, C; AMSLER, M. *Avulsión y rectificación de meandros: consideraciones para su predicción*. In: Primer Simpósio Regional sobre Hidrología de Ríos (1: 2003 : Buenos Aires) Anais. Buenos Aires, Argentina, 2003.

- RAMONELL, C.; AMSLER, M.; TONIOLO, H. *Geomorfología del cauce principal*. In: ***El río Paraná en su tramo medio***. Santa Fe: Editores Paoli C. y Schreider M., Centro de publicaciones de la Universidad Nacional del Litoral, 2000.
- RAMONELL, C; MONTAGNINI, D. *Particularidades del sedimento del lecho en rios de origen andino y extra-andino de Argentina*. Santa Fe: Taller Regional sobre Tópicos Básicos y Aplicados de la Hidráulica Fluvial, memorías, 1999.
- RUTHERFURD, I. *Inherited controls on the form of a large, low energy river: the Murray river, Australia*. In: ***The variability of large alluvial rivers***. Washington: Editores Schumm S. e Winkley B., American Society of Civil Engineers, USA, 1994.
- SAND, B.; MILLI, H. *Estudio del sistema fluvial Paraná-Santa Fe, trabajos de campaña y análisis preliminar de datos*. Buenos Aires: Laboratorio de Hidraulica, Vol I e II, Buenos Aires, 1974.
- SCHMUDDE, T. *Flood Plain*. In: ***The encyclopedia of geomorphology***. New York: Encyclopedia of Earth Sciences Series, Volume III, editor Fairbridge, R., Dowden, Hutchinson and Ross, New York, 1968.
- SCHUMM, S.; WINKLEY, B. *The character of large alluvial rivers*. In: ***The variability of large alluvial rivers***. Washington: Editores Schumm S. e Winkley B., American Society of Civil Engineers, USA, 1994.
- SCHUMM, S.; RUTHERFURD, I.; BROOKS, J. *Pré-cutoff morphology of the lower Mississippi river*. In: ***The variability of large alluvial rivers***. Washington: Editores Schumm S. e Winkley B., American Society of Civil Engineers, USA, 1994.
- SCIT. *Análisis de la situación catastral en los Distritos de San José del Rincón y Santa Rosa de Calchines – Informe Técnico*. Santa Fe: Servicio de Catastro e Información Territorial, Ministerio de Finanzas, Gobierno de la provincia de Santa Fe Santa Fe, 2003.
- SESLI, F.; KARSLI, F.; AKYOL, N. *Monitoring Coastal Land Use Changes Using Digital Photogrammetry: Case Study of Black Sea Coast of Trabzon, Turkey*. In: FIG CONGRESS (23 : 2006 : Munich) Anais. Alemanha, 2006.
- STRACK, M. *Rethinking Property Rights in New Zealand*. In: FIG Working Week (2004 : Atenas) Anais. Grécia, 2004.
- STEVENS, M. *The Citanduy, Indonésia – One tough river*. In: ***The variability of large alluvial rivers***. Washington: Editores Schumm S. e Winkley B., American Society of Civil Engineers, USA, 1994.

- UNL. *Producción de la cartografía digital georeferenciada de las islas de Santa Fe, informe final*. Santa Fe: Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, Santa Fe, 2005.
- VIDAL, M. *Derechos reales*. Buenos Aires: Zavalia, 7ª edición, Buenos Aires, 2004.
- WELCOME, R. *Pesca Fluvial*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO documento técnico de pesca 262, Italia, 1992.
- WINKLEY, B. *Response of the lower Mississippi river to flood control and navigation improvements*. In: *The variability of large alluvial rivers*. Washington: Editores Schumm S. e Winkley B., American Society of Civil Engineers, USA, 1994.
- WINKLEY, B.; ORDONEZ, J.; SAENZ, J.; DUQUE, R. *The Magdalena river, Colombia*. In: *The variability of large alluvial rivers*. Washington: Editores Schumm S. e Winkley B., American Society of Civil Engineers, USA, 1994.
- ZHOU, Z.; PAN, X. *Lower Yellow river*. In: *The variability of large alluvial rivers*. Washington: Editores Schumm S. e Winkley B., American Society of Civil Engineers, USA, 1994.

9 – BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- ABDULLA, S. *Institutional developments in land administration in Zanzibar*. In: FIG CONGRESS (23 : 2006 : Munich) Anais. Alemanha, 2006.
- ABDULMUTTALIB, H. *Total quality measures for environmental coastal monitoring using remote sensing, lidar bathymetry, radar*. In: FIG CONGRESS (XXIII : 2006 : Munich) Anais. Alemanha, 2006.
- ALKEMA, D.; GENELETTI, D.; CAVALLIN, A.; VAN ASCH, T; FABBRI, A.; ZANCHI, A.; DE AMICIS, M.; BONOMI, T.; DE FRANCESCH, F.; MOLTRER, A.; TOMASI, L. *Integrated datasets, GIS and 3-D system analysis for environmental impact assessment in a large alpine valley north of Trento (Italy)*. In: XIX Congress International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (19 : 2000 : Amsterdam) Anais. Amsterdam, Holanda, 2000.
- ALVAREZ, A. *Líneas de riberas, fundamento legal y método para su determinación*. San Juan: Colegio de Agrimensores de San Juan, Publicação técnica N° 2, 1963.
- BOATENG, I. *Shoreline management planning: Can it benefit Ghana? A case study of UK SMPs and their potential relevance in Ghana*. In: FIG Regional Conference (5 : 2006 : Accra) Anais. Ghana, 2006.

- BUCHER, E.; BONETTO, A.; BOYLE, T.; CANEVARI, P.; CASTRO, G.; HUSZAR, P.; STONE, T. *Hidrovia, un examen ambiental inicial de la vía fluvial Paraguay-Paraná*. Massachussets: Wetlands for the Americas, 10, p. 74, 1993.
- CABRAL, S. *La creciente anual 1965-1966, interpretación de sus efectos*. Informe técnico a Secretaria de Estado de Obras Públicas, Buenos Aires, 1967.
- CANOBA, C.; POPOLIZIO, E. “Estudio aerofotográfico de paleopotamología en un sector ribereño del río Paraná – Chaco”. Rosario: Instituto de Fisiografía y Geología, Notas Nro. 2, UNL, 14 p., 7 fig., 9 fotografías, 1968.
- CARREL, W.; OCKENFELS, R.; WENNERLUND, J.; DEVOS, J. “Topographic mapping, Loran-C an GPS accuracy for aerial telemetry locations”. *J. Wildl. Manage*: 61 (4), p. 1406-1412.
- CAVAZZINI, A. *Study of flood hazard in the Castelfranco Emilia area (Modena province, northern Italy)*. In: XIX Congress International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (19 : 2000 : Amsterdam) Anais. Amsterdam, Holanda, 2000.
- CHEZO, E. “La línea de ribera como deslinde legal del dominio público ribereño y sus consecuencias técnico-jurídicas”. 1975.
- CHOUBEY, V. “Monitoring Turbidity with IRS-1 A Data”. *Hydrological Processes*: 11, p. 1907-1915, 1997.
- CITEAU, J. *A new flood control concept in the oise catchment area: definition and assessment of flood compatible agricultural activities*. In: FIG Working Week (2003 : Paris) Anais. França, 2003.
- CODIGO CIVIL DA ARGENTINA.
<http://www.redetel.gov.ar/Normativa/Archivos%20de%20Normas/CodigoCivil.htm>
- DE LA PEÑA, M. *Nueva guía de flora y fauna del río Paraná*. Santa Fe: Imprenta Lux SRL, 1991.
- DRAGO, E. “Aspectos limnológicos de ambiente próximos a la ciudad de Santa Fé (Paraná medio): comportamiento hidrológico y sólidos suspendidos”. *Ecología*: 5, p. 31-48, 1980.
- DRAGO, E. “Mapa geomorfológico de la llanura aluvial del río Paraguay Inferior”. *Revista Asociación Geológica Argentina*, Buenos Aires: 30 (3), p. 217-222, 1975.

- DEPETRIS, C.; ROHRMANN, H.; RUBERTO, A.; MELNECHUK, M. *Propuesta metodológica para la demarcación y actualización cartográfica de la línea de ribera fluvial*. In: CONGRESO NACIONAL DEL AGUA (17 : 1998 : Santa Fe) Anais. Argentina, 1998.
- EGBERONGBE, F.; NWILO, P.; BADEJO, O. *Oil spill disaster monitoring along nigerian coastline*. In: FIG CONGRESS (23 : 2006 : Munich) Anais. Alemanha, 2006.
- ELLIS, T; WOITOWICH, W. *An Overview of the Use of remote Sensing for the Study of Rivers and River Systems*. In: *Proceedings of the International Large River Symposium*. Canadá: Editor Dodge, D., Canadian Special Publication of Fisheries an Aquatic Sciences 106, p: 98-109, 1989.
- ENGMAN, E.; GURNEY, R. *Remote sensing in hydrology*. London: Chapman and Hall, Inglaterra, 1991.
- ESPINOLLA, A. *Línea de ribera*. In: Jornada sobre línea de ribera. (2003 : Corrientes). Anais. Corriente, 2003.
- ETUONOVBE, A. *Coastal settlement and climate changes – the effects of climatic change / sea level rise on the people of awoye in ondo state Nigeria*. In: FIG Working Week (2007 : Hong Kong) Anais. China, 2007.
- FERGUSON, J.; FOWLER, R. *Using LIDAR for flood mapping*. In: ASPRS 2000 Annual Conference Proceedings (2000 : Washington) Anais. Washington, USA, 2000.
- FIG. *Statement on the cadastre*. Canberra: International Federation of Surveyors, FIG Bureau, Australia, 1995.
- FRITSCHY, B. *Geosistema Valle Actual del Río Paraná en un sector de su curso Medio. Santa Fe, República Argentina*. Buenos Aires, 2003. Tesis Doutoral. Tomo 1, p: 199, Tomo 2, p.378. Universidad del Salvador.
- GARCIA, N.; VARGAS, W. “The temporal climatic variability in the rio de la Plata basin displayed by the river discharges”. *Climatic change*, Holanda: 38, p- 359-379, 1998.
- GOVERNO do ESTADO de ENTRE RIOS. *Plan de revaluación parcelaria rural*. Entre Ríos: Governo do Estado de Entre Ríos, Paraná, 1992.
- HADLEY, W. *Airborne laser remote sensing technology: providing essential hydrologic information in the 21st century*. In: FIG Regional Conference (5 : 2006 : Accra) Anais. Ghana, 2006.
- HAMILTON, S.; SLIPPEL, S.; MELACK, J. “Inundation patterns in the Pantanal Wetland of South América determined from passive microwave remote sensing”. *Hidro*, Stuttgart: 321, p. 1-23, 1996.
- HAMILTON, S.; LEWIS, W. “Physical characteristics of the fringing floodplain of the Orinoco River floodplain”. *Interciencia* : 15 (6), p. 491-500, 1990.

- HAWKINS, C.; BARTZ, K.; NEALE, C. “Vulnerability of riparian vegetation to catastrophic flooding: implications for riparian restoration”. *Restoration Ecology*: 5-4s, p. 75-84, 1997.
- HEINE, E.; MAYR, P. *Hydrographic surveying of small alpine rivers*. In: FIG CONGRESS (XXIII : 2006 : Munich) Anais. Alemanha, 2006.
- HESS, L.; MELACK, J.; FILOSO, S.; WANG, Y. “Delineation of inundated área and vegetation along the amazon floodplain with the SIR-C synthetic aperture radar” *IEEE Transactions on geoscience and remote sensing*, 33 (4), p. 896-904, 1995.
- IRIONDO, M.. “Morfología y sedimentología del rio Colastiné”. *Revista Asociación Geológica Argentina*, Buenos Aires: 30 (4), p. 349-359, 1975.
- KESEL, R.; YODIS, E.; MCCRAW, D. “An approximation of the sediment budget of the lower Mississippi river prior to major human modification”. *Earth surface processes and landforms*: 17, p. 711-722, 1992.
- KOBLINSKY, C.; CLARKE, R.; BRENNER, A.; FREY, H. “Measurement of River Level Variations With Satellite Altimetry”. *Water Resources Research*: 29 (6), p. 1839-1848, 1993.
- KOCK, T. *Floodplain mapping modernization planned*. Wisconsin: Mapping Bulletin, vol. 28, Nº 3, 2002.
- LEI – Decreto 1240: Márgenes diferenciales o de tolerancia técnicamente admisibles en al ejecución de mensuras del territorio provincial, Estado de Santa Fe, Argentina, 1981.
- LEI 9008: Definición y demarcación de la línea de ribera y mapas de zona de riesgo hídrico, Estado de Entre Rios, Argentina, 1996.
- LEI – Decreto 872: Vinculación de mensuras a puntos de la red geodésica provincial, Estado de Santa Fe, Argentina, 2001.
- LEI – Resolución 115: Tolerancias para la georeferenciación de levantamientos territoriales, Estado de Santa Fe, Argentina, 2002.
- LEI - Decreto 10391: Metodologías y procedimientos de fijación de la línea de ribera, Estado de Buenos Aires, Argentina, 1987. (Regulamentação na resolução 49/2003).
- LEI 5588: Determinación de la línea de ribera y regimen de uso de los bienes inmuebles en áreas inundables, Estado de Corrientes, Argentina, 2004.

LEI 26209: Ley nacional de catastro. Argentina, 2007.

LEWIN, J. "Floodplain geomorphology". *Progress in Physical Geography*: 2 (3), p. 408-437, 1978.

MERTES, L. "Documentation and significance of the perirheic zone on inundated floodplains". *Water Resources Research*: 33 (7), p. 1749-1762, 1997.

MELACK, J.; HESS, L.; SIPPEL, S. "Remote sensing of lakes and floodplains in the Amazon basin". *Remote sensing review*: 10, p. 127-142, 1994.

MINISTÉRIO DE ECONOMIA. *Anuário hidrográfico – años 1971-72-73-74-75*. Buenos Aires: Soldini y Cia SAICE, Buenos Aires, 1976.

MOLL, B.; DOWNEY, I.; LEEUWEN, H.; STEPHENSON, J.; STEPHENSON, R. *Factors that influence local area access and processing of satellite remote sensing data*. In: XIX Congress International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (19 : 2000 : Amsterdam) Anais. Amsterdam, Holanda, 2000.

MONTAGNINI, D.; BASUALDO, M.; ALARCON, J.; FRUTOS, C.; PERTOVT, L.; RAMONELL, C.; AMSLER, M. *Evolución morfológica de la embocadura de los rios Colastiné y Leyes, planicie aluvial del Paraná Medio*. In: Simposio regional sobre hidráulica de ríos. (2 : 2005 : Neuquén) Anais. Argentina, 2005.

NANSON, G.; CROKE, J. "A genetic classification of floodplains". *Geomorphology*, Amsterdam: 4, p. 459-486, 1992.

NEIFF, J.; ORELLANA, J. "Diferenciación de ambientes en una cuenca isleña del Paraná medio, sobre la base de las unidades de vegetación y suelos asociados". *Revista Asociación Ciencias Naturales Litoral*, Argentina: 3, p. 3-17, 1972.

NEIFF, J. "Ideas para la interpretación ecológica del Paraná". *Interciencia*: 6 (15), p. 424-441, 1990.

NICOLI, V. *El catastro durante el período colonial*. Santa Fe: Boletim Informativo, N° 52, Ano XI, Julho-Dezembro 2005. <http://www.copa.org.ar/boletines.htm>

OGBA, C.; UTANG, P. *Vulnerability and adaptations of niger's niger delta coast settlements to sea level rise*. In: FIG Working Week (2007 : Hong Kong) Anais. China, 2007.

ORELLANA, J.; BERTOLDI, H. *Introducción al estudio de los suelos isleños del Paraná Medio*. In: Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo (5 : 1969 : Santa Fe) Anais. Argentina, 1969.

- ORELLANA, J. "Suelos subacuáticos". *Revista Asociación Ciencias Naturales del Litoral*, Santo Tomé: 3, p. 63-74, 1972.
- ORFEO, O. *Geomorfología del sistema fluvial Paraná-Paraguay en el área de su confluencia*. In: Congreso Geológico Argentino (13: 1996 : Buenos Aires) Anais. Argentina, 1996.
- ÖSTERBERG, T. *The importance of cadastral procedures for sustainable development*. In: FIG XXII International Congress (22 : 2002 : Washington) Anais. Washington, USA, 2002.
- PAIRA, A. *Características morfométricas de lagunas de la llanura de inundación del río Paraná Medio*. Santa Fe, 2003. Tesina, curso de grado Licenciatura en Cartografía, Universidad Nacional del Litoral.
- PONIMAN, A.; NURWADJEDI; LUMBAN-TOBING, P. *Developing the national land resource database for supporting spatial land use planning*. In: FIG Regional Conference (3 : 2004 : Jakarta) Anais. Indonesia, 2004.
- PUHAKKA, M.; KALLIOLA, R.; RAJASILTA, M.; SALO, J. "River types, site evolution and successional vegetation patterns in Peruvian Amazonia". *Journal of Biogeography*: 19, p. 651-665, 1992.
- RAJAMANICKAM, M.; CHANDRASEKAR, N.; LOVESON, J.; SARAVANAN, S.; RAJAMANICKAM, G. *Coastal placer mineral evaluation using gis approach: a case study atkallar vembar coast*. In: FIG CONGRESS (23 : 2006 : Munich) Anais. Alemanha, 2006.
- RAMONELL, C. *Pendientes de las planicies aluviales del río Paraná en su tramo medio*. Santa Fe: Facultad de Ingeniería en Ciencias Hídricas, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, 1999.
- RUSSELL, G. HAWKINS, C.; O'NEILL, M. "The role of GIS in selecting sites for riparian restoration based on hydrology and land use". *Restoration Ecology*: 5 (4), p. 56-68, 1997.
- SAYCE, S.; VICKERS, T.; MORAD, M.; CONNELLAN, O. *Value maps: the next utility?*. In: FIG CONGRESS (23 : 2006 : Munich) Anais. Alemanha, 2006.
- SCIT. *Conclusiones de taller sobre problemática agrimensuril e islas y línea de ribera*. Santa Fe: Servicio de Catastro e Información Territorial, Ministério de Finanzas, Gobierno de la provincia de Santa Fe Santa Fe, 2006.
- SIPPEL, S.; HAMILTON, S.; MELACK, J. "Inundation area and morphometry of lakes on the Amazon river floodplain, Brazil". *Archiv. Hydrobiologie*, Stuttgart: 123 (4), p. 385-400, 1992.

TAMTOMO, J. *Methods to assess the financial value of the sea parcel and the economic of the coastal and marine area within a marine cadastre framework*. In: FIG CONGRESS (23 : 2006 : Munich) Anais. Alemanha, 2006.

TUCCI, C. *Environmental issues in the Plata river*. Porto Alegre: Federal University of Rio Grande do Sul, Brasil, 1997.

TUR, N.; ORELLANA, J. *Relación suelo-vegetación en la zona isleña del Paraná Medio*. In: Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo (5 : 1969 : Santa Fe) Anais. Argentina, 1969.

WIDODO, S. *The needs for marine cadastre and supports of spatial data infrastructures in marine environment – a case study*. In: FIG Working Week (2003 : Paris) Anais. França, 2003.