

Relação entre a intensificação do uso do solo e o aumento das dragagens na hidrovia do rio Paraguai

Carlos Antonio de Novais Lima¹

Ivar Gomes de Oliveira¹

¹Monã Consultoria Ambiental

SQS 410 Bl S Ap 102 - 70276-190 - Brasília - DF, Brasil

novaislima@uol.com.br

Abstract. The waterway of the Paraguay river is one of the most extensive and important continental axes of integration political, social and economical of South America. In the Brazilian territory it presents an extension of 1.300 km, and only 110 km close to Cáceres/MT need to be dredge. This paper try to relate the increase of those maintenance dredges with the intensification of the use of the soil in the flood plain.

Palavras-chave: remote sensing, image processing, Paraguai, watherway, dredge, sediment, sensoriamento remoto, processamento de imagens, hidrovia do Paraguai, dragagem, sedimento.

1. Introdução

A hidrovia do rio Paraguai é um dos mais extensos e importantes eixos continentais de integração política, social e econômica. Na parte brasileira, liga Cáceres (PK 2184) a Corumbá (PK 1520) e daí até a foz do rio Apa, quando então passa integralmente para o território paraguaio. No tramo entre Cáceres e Corumbá, com 664 km de extensão, a maior parte da carga embarcada é constituída de sojas e seus derivados enquanto os derivados de petróleo constituem a principal carga desembarcada. Esse trecho apresenta uma série de obstáculos à navegação, tais como, mudanças freqüentes do canal de navegação, banco de areia e meandros com raios de curvatura muito reduzidos. (AHIPAR, 2006).

A área do estudo (**figura 1**) está localizada nos primeiros 124 km a jusante de Cáceres e totalmente inserida no Estado do Mato Grosso. O rio ali é meandroso e corre entre serras baixas com vale e planície de inundação bem definidos. Neste trecho são encontrados os locais mais críticos à navegação, notadamente nos meses de águas baixas (julho a novembro), os denominados “passos”, pontos onde a profundidade do rio é reduzida devido à presença de depósitos naturais de areia no leito. Assim, a navegação é mantida por meio de dragagens de manutenção que garantem um canal de 60 m de largura, profundidade de 1,8 m para comboios-tipo 2X3.

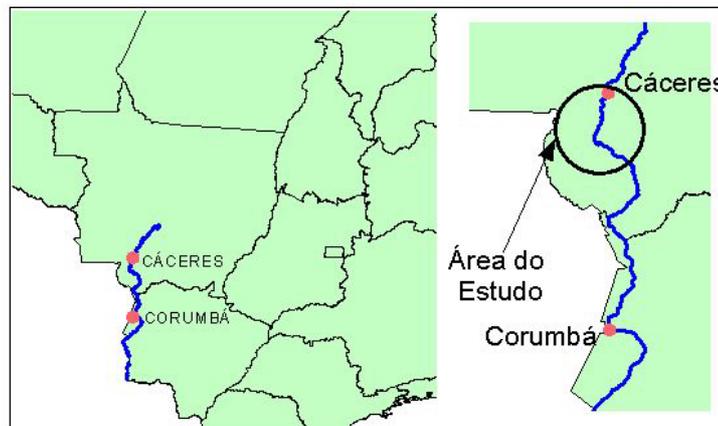


Figura 1: Localização da Área de Estudo

Essas dragagens de manutenção se caracterizam por serviços sazonais, de curta duração (cerca de 3 meses), buscando desobstruir o canal de navegação que, devido ao uso cada vez mais intenso do solo de sua bacia de contribuição, é freqüentemente assoreado durante a estação chuvosa. O IBAMA procedeu ao licenciamento ambiental das dragagens emitindo a primeira licença de operação (LO nº018/98) em 17/07/1998. Essa licença sofreu 4 renovações até expirar em 06/07/2006. Mo entanto a licenças e suas renovações só abarcavam uma parte do trecho, entre o PK 2164 (Passo Passagem Velha e PK 2079 (Passo Presidente), quando as dragagens se fazem rotineiras em um o segmento um pouco maior que vai do PK 2168 (Passo Piúvas – 16 quilômetros à jusante de Cáceres) e PK 2060 (Passo Paratudal – 460 quilômetros a montante de Corumbá) perfazendo 19 passos críticos.

2. Objetivos

Os objetivos do presente trabalho são, portanto:

- obter uma série temporal de imagens imagens LandSat e CBERS do trecho estudado da Hidrovia do Paraguai;
- georreferenciar as imagens e criar um mosaico de imagens da planície de inundação;
- realizar uma classificações supervisionadas do uso do solo e cobertura vegetal e construir plantas desta classificação bem como das margens do rio, do canal de navegação, da localização dos trechos dragados e da sinalização da hidrovia;
- avaliar a evolução temporal das áreas antropizadas;
- verificar a relação entre a antropização da planície de inundação e os volumes de dragagens anuais;
- organizar os dados e informações obtidas num sistema de informação geográficas que auxilie o gerenciamento da hidrovia.

Dessa forma, pretende-se entender os processos hidrossedimentológicos e socioambientais tendo em vista o aprofundamento do conhecimento técnico da hidrovia em questão que possibilitem antever e minimizar as necessidades de intervenção na via. Além disso, espera-se formar uma nova base cartográfica com margens, paranás e furados em sua conformação mais recentes que auxilie a navegação.

3. Material e Método

Para verificar a evolução temporal do uso do solo e cobertura vegetal da planície de evolução foram utilizadas imagens de disponíveis. No ano de 1989, obteve-se junto a Administração da Hidrovia do Paraguai – AHIPAR as imagens LandSat 4 - 227/071 de 10 de maio na composição de bandas 342 e LandSat 5 - 227/072 de 19 de agosto na composição de bandas 342. Para o ano de 1998 utilizou-se imagens LandSat 5 227/071 de 30/07 e 227/072 de 19/11 na composição de bandas 345 que compõe o Atlas de Cartas Imagens Batimétricas (Hidrocart, 1999) e, finalmente, para o ano de 2005 as imagens foram obtidas baixando do catálogo de imagens do INPE disponível no site <http://www.obt.inpe.br/catalogo> as imagens CBERS2 167/117 e 167/118 de 13/07, na composição de bandas 342.

Utilizou-se o software ENVI 3.5 para montar as 3 bandas num mesmo arquivo, para fazer o mosaico de cada ano, para recortar as áreas de interesse bem como para georreferenciar as cenas. A base cartográfica empregada para o georreferenciamento foi Atlas de Cartas Imagens Batimétricas (Hidrocart, 1999). Esses Atlas utiliza o sistema UTM referenciado ao datum WGS-84 e meridiano central 57°W. Para cada cena foram selecionados cerca de 40 pontos de controle e aplicado o método RST para gerar a imagem georreferenciada.

A classificação proposta contempla basicamente: Mata – correspondendo à mata ciliar, de galeria, mesofítica, vegetação de várzea e cerrado; Corpos d'Água Secundários – rios, lagoas, lagos, represas e alagados; Corpo d'Água Principal – o canal principal, seus furados e

paraná; Solo Exposto – bancos de areia, praias, leitos secos; Áreas Antropizadas – área agrícola, pastagem e núcleo urbano consolidado ou não. Isso porque, pretende-se apenas mapear e quantificar a expansão do uso antrópico do solo. Utilizou-se o software ENVI 3.5 para fazer a classificação supervisionada, utilizando o método das mínimas distâncias, sendo o resultado depois revisto e ajustado manualmente devido a imperfeições geradas, principalmente, devido a balseiros e alagados.

A Planície de Inundação na área de estudo foi construída utilizando-se o software ArcView 3.2 para vetorizar a margem do rio, seus furados e paranás e gerar um buffer de 4 km (PETCON, 2000) em relação a esse corpo d'água definindo-se assim a área de estudo com 886 km².

Para construir as plantas de uso do solo e cobertura vegetal, traçar as margens dos rios e corpos d'água, assinalar os pontos críticos e a sinalização de margem bem como calcular a área ocupada por cada classe de uso na planície de inundação foi utilizado o software ArcView 3.2. As plantas foram elaboradas em escala 1:20.000 conforme exigências da navegação e precisão das base cartográfica utilizada.

Todas as plantas e tabelas geradas bem como a sinalização da hidrovia e canal navegável, obtida junto a AHIPAR (Hidrocart, 2004), e os dados e informações sobre as dragagens anuais de manutenção obtidas em Lima (2005) foram inseridas num SIG para facilitar análise, a organização, o acompanhamento e implantação das recomendações e planos futuros.

4. Conhecimento do Problema

O principal problema enfrentado por vias navegáveis como a que estamos lidando é a intensificação do uso do solo na bacia de contribuição e o conseqüente assoreamento do canal de navegação. Cabe ressaltar então a importância da mata ciliar na proteção ao corpo d'água. Estudo da CESP, Marcondes (2001), mostra que ela retém 41 kg/ha/ano de material particulado. O estudo também mostrou que com a recomposição com mata ciliar de 10% da área, onde antes havia solo exposto, acarretou uma redução de 70% na perda de solo e quando foram substituídas as gramíneas, que ocupavam outros 40% da área, reduziu-se em 20% a carga difusa, principalmente de nitrogênio e fósforo.

Prado, 2003 nos ensina que o assoreamento é causado pela drenagem da bacia hidrográfica que, nos períodos de precipitação pluviométrica entre outubro e março, carrega o material sólido para dentro do leito do rio. Parte desse material caminha diluído no seio da corrente. São partículas finas, normalmente siltes, que permanecem em suspensão e são levadas em direção ao mar e depositados em estuário dos rios que aí deságuam ou mesmo em áreas marítimas. São os chamados detritos de superfície.

Um segundo tipo de transporte se caracteriza pela carga em suspensão que consiste de siltes mais grossos e partículas finas de areia, cujos deslocamentos suspensos na corrente se dão em função da turbulência da água em movimento, turbulência que é mais intensa quanto maior for o volume de água, em especial nas cheias. Quando essa turbulência decresce na vazante, e em trechos do rio onde a declividade é menor, essas partículas afundam e se depositam. O terceiro tipo de transporte de material sólido é a carga de leito, que se constitui de partículas grossas de areia e até seixos ambos sem coesão, e devido a seu peso, seu movimento ocorre em zona próxima ao fundo, rolando e saltando. É este o principal fato determinante do funcionamento do leito do rio, principalmente quando este é aluvionar, ou seja, quando escoar sobre seu próprio sedimento. É o caso do rio Paraguai, em sua extensão a partir da cidade de Cáceres quando alcança a planície pantaneira.

O Pantanal Matogrossense, dentro do qual a área de estudo se insere, funciona como um imenso reservatório de superfície/subsuperfície, armazenando as águas anualmente e multianualmente, em um fenômeno que poderíamos chamar de "efeito esponja". Em um

esquema anual, o Pantanal armazena água durante a estação úmida (outubro a abril) a qual escoar para o canal principal durante a estação seca subsequente (maio a setembro). Quanto à perspectiva multianual, o Pantanal armazena água em um ano úmido, a qual escoar para o canal em um ano seco. A lentidão é exacerbada pelo relevo anormalmente suave (PETCON, 2000).

Para entender as condições em que se dá o armazenamento, deve ser levado em conta que o escoamento ocorre do Planalto (nível cerca de 200 m) para uma região muito plana, o Pantanal (nível de 100 m) o que acarreta o extravasamento da calha do rio Paraguai e contribuintes, com a inundação das terras baixas. Esses rios, ao entrarem no Pantanal, sofrem uma drástica redução de velocidade decorrente da brusca mudança de declividade da linha de água e pelo grande estrangulamento (diminuição da largura) no Rio Paraguai a jusante da área do estudo (PK 2030) em relação ao trecho a montante. Assim, durante as enchentes, parte importante do volume escoado extravasa para a planície ocupando as depressões, e formando uma paisagem de pequenos lagos. Associados a este fenômeno, ocorrem à deposição de sedimentos, o assoreamento no leito e uma perda de poder erosivo que se traduzem por uma menor seção de escoamento. (PETCON, 2000).

5. Resultados e Discussões

A **figura 2** mostra as margens da calha principal do rio, seus furados e paranás bem como a sinalização de margem proposta, o canal navegável e a localização dos 19 passos de dragagem. Observa-se que o trecho em estudos quanto a sua morfologia pode ser dividido em dois sub-trechos:

- O primeiro, entre Cáceres (km 2184) e o Passo Jauru Velho (PK 2112), o padrão de drenagem do tipo meandrante, característica de rios que atravessam regiões com declividades muito reduzidas, com muitas curvas; dezenas de baías formadas pelo abandono de meandros, e diversos “furados” em diferentes graus de evolução. O rio na vazão baixa tem largura média de 160 m, com um mínimo de 80m e um máximo de 280m. Nesse sub-trecho ocorrem inúmeras baías na planície fluvial, que comportam grande parte das águas que fluem pelo Rio Paraguai.
- O segundo, entre Passo Jauru Velho e Passo Paratudal (PK 2060), mais retilinizado é caracterizado pela presença de diversas ilhas fluviais que se originam através da fixação de grandes barras arenosas trazidas durante as grandes enchentes e que, no período de estiagem, o rio não possui mais capacidade para transportá-las ou através do isolamento de parte da planície de inundação. A maior parte dos passos de dragagem do trecho em estudo está associada à presença dessas ilhas fluviais onde a profundidade média do rio é menor e a planície de inundação é mais elevada e estreita. A largura média do rio neste sub-trecho é de 200 m, com largura mínima de 100 m e máxima de até 500 m.

A proposta de sinalização de margem inclui 136 placas, sendo 74 de Bombordo (margem esquerda) e 62 de Boreste (margem direita) para que se demarcasse com os cuidados necessários e seguindo as normas da NORMAM 17 da Marinha do Brasil os 124 km de canal do trecho em estudo (entre a Ponte Marechal Rondon em Cáceres e Jusante do Passo Paratudal).

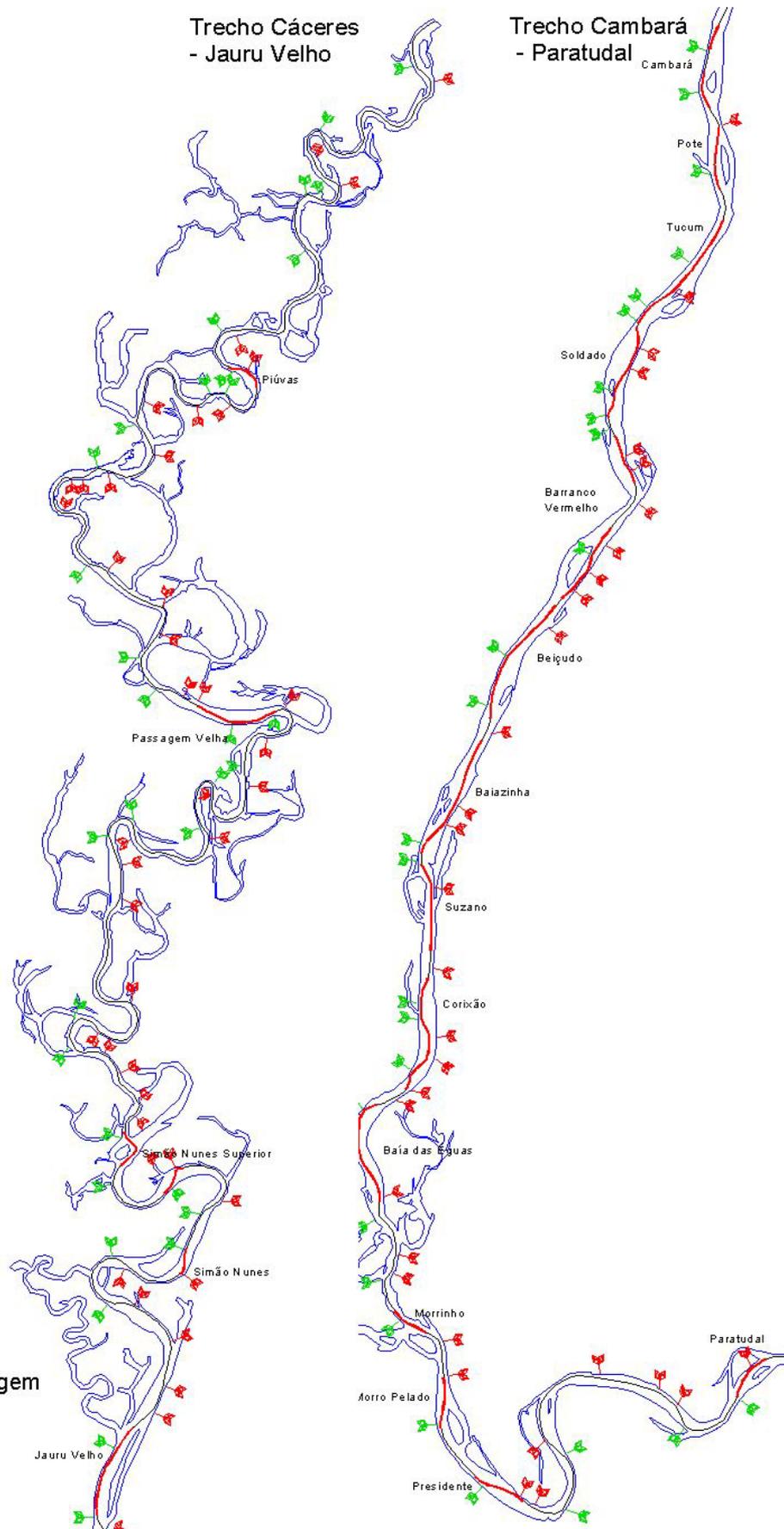


Figura 2: Sinalização de margem e localização dos passos de dragagem

A **tabela 1** apresenta o volume anual de material dragado nos 19 passos da hidrovia onde as intervenções são rotineiras. Observa-se que as dragagens que eram esporádicas até 1996 passaram a ser anuais, e o volume dragado teve um significativo aumento a partir de 1997. Cabe ressaltar que não se realizaram durante as dragagens nem nos monitoramentos ambientais efetuados análise para a caracterização granulométrica dos sedimentos dragados. No entanto, todo material recolhido por LIMA (2005) indica se tratar de areia.

Tabela 1: Volume anual de material dragado

Ano / Volume (m3)													
Passos	1990	1991	1993	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Piúvas											14.882	4.187	
P. Velha			4.050		9.840		16.254	17.333	35.102	22.518	16.668	22.402	11.622
Jatobá									3.337		2.068		
S. Nunes									9.512	6.888	5.768		
Jauru Velho							8.010	14.929	31.659	12.362	19.249	27.889	14.376
Cambará				7.300	13.170		19.597	15.174	16.287	13.490	10.372	5.613	
Pote				1.270	4.554		1.775	5.275	6.937	8.398	9.636	12.784	24.412
Tucum			1.870	2.400	5.014	8.255	0	10.805	10.610	9.059	14.271	10.304	14.458
Soldado			4.800	6.800	8.000	16.445	18.125	7.258	8.094	5.190	9.310	10.641	14.896
B. Vermelho					9.500	17.663	11.245	27.115	22.748	17.177	24.632	34.241	43.520
Beijudo							32.798	11.450	14.896	7.333	10.878	12.421	20.298
Baiazinha	4.830	5.400	3.120	12.100	23.000	55.917	7.991	17.429	19.009	10.233	22.073	54.315	15.120
Suzano					1.750			19.809			6.689		13.936
Corixão					22.300	2.967	29.297	43.599	6.599	19.586	26.439	23.205	16.612
B. das Éguas					6.500	5.336	11.101	34.345	9.409	24.001	27.124	22.224	18.868
Morrinhos											4.581		
Morro Pelado							7.629	32.609	14.176	17.438	11.844	9.051	42.842
Presidente					9.400	6.090	13.194	21.879	8.659	15.430	10.811	17.519	13.800
Paratudal						3.750	10.829	19.411	20.951		6.459	11.792	12.128
Total	4.830	5.400	13.840	29.870	268.028	116.423	187.845	298.420	237.984	210.633	297.270	308.587	276.888

A **figura 3** apresenta o resultado da análise do uso do solo e cobertura vegetal na área de estudo nos três momentos propostos: 1989, 1998 e 2005, esse resultado é quantificado na **tabela 2**. Verifica-se um aumento significativo da área antropizada com uma taxa de crescimento constante para os períodos considerados. Observa-se também que esse crescimento, num primeiro momento se deu com o uso de áreas alagadas e mata, para num segundo momento acontecer de maneira preferencial pela incorporação de áreas classificadas como matas. Outro aspecto relevante é fato de antropização ter ocorrido em sua maior parte no trecho meandrante do rio(Cáceres - Jauru Velho).

Tabela 2: Áreas por classe de uso do solo e cobertura vegetal

Áreas (km ²) de uso do solo e cobertura vegetal			
Classes	1989	1998	2005
Áreas Antropizadas	116,70	172,12	215,43
Bancos de Areia, Solo Exposto e Leito Seco	3,36	2,16	3,66
Corpos d'Águas Secundários	91,18	75,89	68,52
Corpo d'Água Principal	39,48	38,46	36,07
Várzea, Mata Ciliar e Mata	635,20	589,57	562,24
Não Classificado	0,00	7,72	0,00

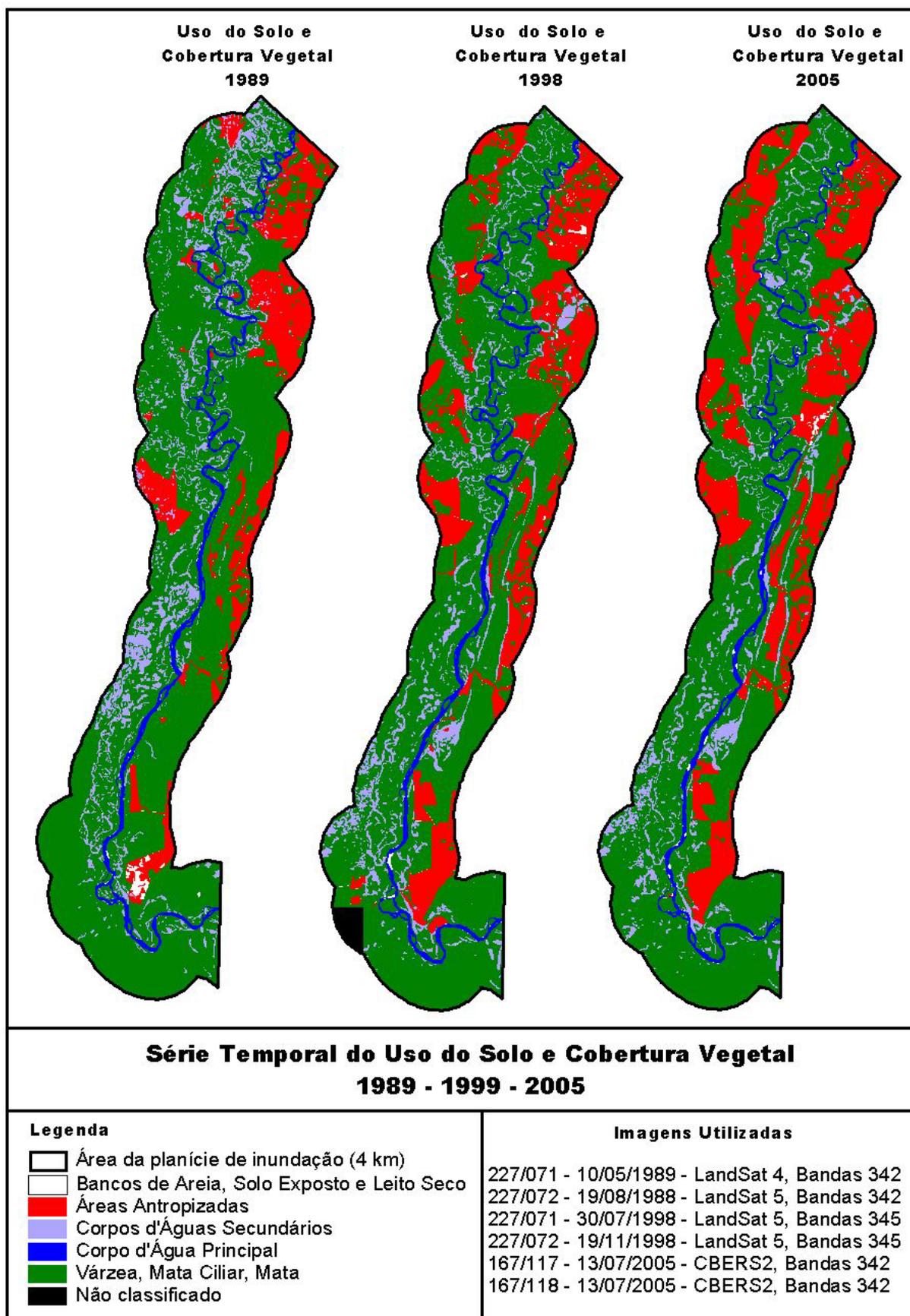


Figura 3: Série temporal do uso do solo e cobertura vegetal: 1989 - 1998 – 2005

6. Conclusões e Recomendações

Os passos críticos se estendem por um trecho de cerca de 110 km do passo Piuvas (PK 2170) até o passo Paratudal (PK 2060). Neste tramo há uma série de locais onde a profundidade do rio é bastante reduzida, tornando a navegação extremamente problemática durante o período de águas baixas. Este problema vem sendo agravado ano após ano devido ao assoreamento do leito do Rio Paraguai.

A antropização tem ocorrido principalmente na parte meandrante do rio, responsável pelo efeito “esponja”, são terras planas de fácil uso agrícola. Com a remoção da vegetação, a impermeabilização e a construção de infra-estrutura hídrica, o solo fica desprotegido e suas características físicas, principalmente a estrutura, vão-se degradando e tornando mais difícil a infiltração isso tudo provoca acréscimo no escoamento superficial. A erosão aumenta no período chuvoso, aumentando também a produção de sedimentos. Espera-se então que na estiagem a lâmina d’água seja menor, assim como a capacidade do rio de abrir canais nos sedimentos depositados levando ao conseqüente aumento do volume de dragagem para se manter a profundidade mínima da hidrovia, o que de fato ocorreu no período estudado.

Em função da importância da hidrovia faz-se necessário o monitoramento contínuo do uso do solo perante a necessidade de se dispor de quadros de referência que imponham critérios para uma resolução harmônica dos conflitos socioambientais existentes. Além disso, em face dos custos da recuperação, o gerenciamento e o planejamento de bacias hidrográficas devem dar ênfase à prevenção e conservação de águas. Só a ampliação do conhecimento dos principais processos e mecanismos poderá dar a fundamentação necessária para a proteção dos recursos hídricos ainda não definitivamente impactados pela deterioração da qualidade e da disponibilidade.

Referências

Tese:

Prado, F.C.; Campos, R. T. G. **Hidrovias Interiores – Por que não devem ser ambientalmente licenciadas.** 2003. 44 p.. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental no Setor de Transportes) – Universidade de Brasília, Brasília. 2003.

Relatórios Técnicos:

Hidrocart Cartografia LTDA. **Atlas de Cartas Imagem Batimétricas do Rio Paraguai Trecho Cáceres-Corumbá.** Corumbá: Administração da Hidrovia do Paraguai, 1999. 21 p.

Hidrocart Cartografia LTDA. **Atlas de Croquis de Navegação de Cáceres a Corumbá.** Corumbá: Administração da Hidrovia do Paraguai, 2005. 108 p.

Lima, C. A. N. **Informações sobre as dragagens de manutenção do rio Paraguai.** Brasília: Departamento Nacional de Infra-Estrutura de transportes, 2005. 41 p. (NT 46/2005/CGMAB/DPP).

Marcondes, D. A. S. **Mata Ciliar e a Qualidade da Água.** São Paulo: Companhia Energética de São Paulo, 2001. CD-ROM.

PETCON - Planejamento em Transporte e Consultoria LTDA. **Proposta Técnica para o desenvolvimento de modelo de simulação matemática para a previsão de níveis d’água ao longo da hidrovia do Paraguai.** Brasília: Ministério dos Transportes, 2000. 333 p.

Referências de Internet:

AHIPAR - Administração da Hidrovia do Paraguai . Disponível em: <<http://www.ahipar.gov.br>>. Acesso em: 29 out. 2006.