



# Retrato da Navegação no Alto Rio Paraguai

RELATÓRIO DA EXPEDIÇÃO  
TÉCNICA REALIZADA ENTRE  
OS DIAS 3 E 14 DE NOVEMBRO  
DE 1999 NO RIO PARAGUAI  
ENTRE CÁCERES (MT)  
E PORTO MURTINHO (MS)

## APRESENTAÇÃO

Este documento é uma contribuição para o debate sobre a navegação no rio Paraguai no trecho que liga Cárceres, em Mato Grosso, a Porto Murtinho, no Mato Grosso do Sul.

O trecho em questão corresponde a cerca de 1.200 quilômetros de extensão, onde o rio Paraguai corta o Pantanal Mato-Grossense. Trata-se de uma área de grande fragilidade ambiental e a mais polêmica quanto ao tipo e intensidade da navegação de carga a ser desenvolvida devido à sua sinuosidade, à existência de bancos de areia, ao estreitamento do rio e à vulnerabilidade de suas margens.

Realizado pela Fundação Centro Brasileiro de Referência e Apoio Cultural – CEBRAC e pelo Instituto Centro de Vida – ICV à pedido do WWF, o presente estudo é o resultado do levantamento realizado por uma equipe de pesquisadores, entre os dias 3 e 14 de novembro de 1999, que percorreu o rio Paraguai, no trecho acima citado, registrando e analisando os impactos da navegação.

Os profissionais contratados para realizar a pesquisa descrita nas páginas seguintes estão vinculados a diferentes centros de pesquisa e possuem sólida experiência, com formação técnica e científica nas áreas de engenharia naval, geomorfologia, limnologia e sedimentologia. A equipe contou com o apoio de um técnico especializado em ecobatimetria e de um repórter-fotográfico que registrou a viagem.

Os resultados e conclusões relatados no documento evidenciam a necessidade urgente de medidas de controle e do estabelecimento de parâmetros para a navegação no rio Paraguai. Constatou-se que uma grande área de mata ciliar está devastada pelo embate das chatas contra as margens, inclusive nos sítios arqueológicos existentes ao longo do rio.

Com a divulgação deste documento o WWF busca subsidiar tecnicamente o debate entre as autoridades responsáveis e os diferentes setores da sociedade civil. O WWF acredita que o desenvolvimento sustentável do Pantanal acontecerá a partir do debate aberto com a participação dos diversos segmentos da sociedade e do respeito às condições naturais da região.

**Garo Batmanian**  
Secretário Geral do WWF



**SUMÁRIO**

Apresentação	3
Sumário	5
Equipe técnica	7
1. Resumo Executivo	9
2. Introdução: antecedentes	15
3. A Bacia do Alto Paraguai	19
4. Breve histórico da navegação no rio Paraguai	23
5. Descrição e metodologia do trabalho realizado	25
6. Situação atual resultante da navegação industrial no Alto rio Paraguai	35
6.1. Introdução e descrição do transporte fluvial industrial	35
6.2. Principais impactos constatados no ambiente natural	36
6.3. Impactos sobre o patrimônio arqueológico	41
6.4. Pontos com graves restrições de manobra	42
6.5. Avaliação dos impactos nas margens e meandros do rio	44
6.6. As marcas permanecem	51
7. Impactos constatados resultantes de outras ações antrópicas	53
7.1. Ocupação territorial inadequada	53
7.2. Ações ligadas à atividade turística	54
7.3. Instalações portuárias existentes e projetadas	54
8. Conclusões e recomendações	55
9. Referência Bibliográfica	57
10. Sobre os autores	61



## EQUIPE TÉCNICA

### Os membros da equipe de campo foram:

- **Célio Apolinário de Oliveira**, repórter fotográfico, registro fotográfico;
- Débora Fernandes Calheiros, bióloga, EMBRAPA/CPAP, Mestre em Limnologia, doutoranda na USP, área de concentração Limnologia/ Ecotoxicologia, coordenadora da equipe na viagem;
- **Fernando Ximenes de Tavares Salomão**, geomorfólogo, UFMT, DSc. Geomorfologia, área de concentração análise da relação entre solos e os processos de erosão e sedimentação (trecho Cáceres – Corumbá);
- **Geraldo Wilson Júnior**, engenheiro químico, hidrólogo, UFRJ/COPPE, Docteur d’Etat en Sciences Physiques”, Université Paris VI, França, área de concentração em “transporte e dispersão de sedimentos”;
- **Kurt João Albrecht**, geomorfólogo, UFMT, DSc. Geologia de Engenharia, análise da relação entre solos e os processos de erosão e sedimentação (trecho Corumbá – Porto Murtinho);
- **Marcelo de Almeida Santos Neves**, engenheiro naval, UFRJ/COPPE, PhD in Naval Architecture, Universidade de Londres, 1981, área de concentração engenharia naval,;
- **Paulo Pereira**, técnico de Furnas Centrais Elétricas S.A., operador especializado do Ecobatímetro.

Além dos profissionais acima relacionados, o presente Relatório contou com a contribuição especial da antropóloga Maria Clara Miggiaci, do IPHAN e do biólogo Alcides Faria, da ECOA, no apoio logístico e na reunião de avaliação em Campo Grande. A expedição teve o apoio do guia e piloto Arildo J. Faria e da tripulação do barco Baía das Pombas I que ajudaram com sua experiência de trabalho e vida no rio Paraguai. No apoio técnico, logístico e administrativo atuaram pelo CEBRAC Roseli Chaves da Silva, pelo ICV Walter José Pereira dos Santos e André Luís Alves, pela ECOA Rose Mary Araújo e pela Associação Binacional de Defesa do Pantanal Fábio Miranda e Simone Mamede. Deve-se registrar, ainda, agradecimentos a Everton Martins Zveiter e José Newton Carmo de Furnas Centrais Elétricas S.A., que gentilmente cederam um ecobatímetro computadorizado e o apoio do operador especializado no equipamento.

Com base no relatório técnico entregue, o WWF produziu o documento aqui apresentado. O estudo foi promovido com o apoio financeiro do WWF-Alemanha e WWF-Holanda.



## 1. RESUMO EXECUTIVO

Ao longo de 12 dias, entre 3 e 14 de novembro de 1999, uma equipe de oito pesquisadores percorreu o trecho superior do rio Paraguai a bordo do barco Baía das Pombas I, registrando e analisando os impactos visíveis da navegação de carga entre Cáceres, Mato Grosso, e Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul.

A prolongada estiagem ocorrida nesta região entre outubro e novembro de 1999 – o nível das águas em alguns locais encontrava-se abaixo das réguas fluviométricas – contribuiu para deixar à vista os impactos causados sobre os barrancos, o leito do rio e as matas ciliares pela navegação praticada pelos comboios de carga.

Devido ao reduzido volume de água, o tráfego chegou a ser interrompido, o que impediu a observação da passagem de barcas em trechos críticos. Com isso, os integrantes da expedição registraram os comboios empurrador-chatas somente após chegarem ao seu destino final, Porto Murtinho. É importante ressaltar que um desses comboios estava com uma formação (5 x 4, um total de 20 barcas) acima do padrão máximo (4 x 4, 16 barcas) estabelecido pelo acordo de navegação assinado entre os países que utilizam essa via fluvial.

Os membros da equipe realizaram avaliações “in loco” da situação dos barrancos do rio, estudos do leito com base na coleta de amostras e no uso de ecobatímetro computadorizado. Isso permitiu a averiguação do transporte de sedimentos e de possíveis intervenções antrópicas. Amostras de água foram analisadas durante a viagem, proporcionando indicadores de condutividade e PH, entre outros. Durante toda a viagem houve reuniões interdisciplinares para uma contínua troca de informações e avaliações entre os membros da equipe, ocorrendo ainda uma reunião final em Campo Grande, no dia 15 de novembro.

O resultado final do trabalho indica que:

- existem mais de 100 quilômetros de matas ciliares ao longo do rio Paraguai destruídas por ação de comboios de empurra, principalmente nas curvas situadas no trecho Bracinho (90%), na área da Estação Ecológica de Taiamã (do IBAMA), até a lagoa Guaíba;
- o trecho à montante de Descalvado (km 2.063), entre Cáceres e Barra Norte do Bracinho, é claramente o mais crítico para fins de navegação. Historicamente, Descalvado era o limite de navegação em águas baixas quando as dragagens não aconteciam nas porções superiores;
- no trecho do Bracinho as margens estão afetadas em praticamente todas as curvas. Os outros trechos, sempre muito sinuosos, encontram-se gravemente danificados;
- os diques marginais entre o rio e as lagoas Uberaba e Guaíba estão muito danificados, o que implica no comprometimento das inter-relações ecológicas desses sistemas aquáticos de forma imprevisível. Constatou-se, também a existência de uma área de dragagem ativa (16° 32' 78" S – 57° 49' 93" W) e outras duas demarcadas para provável dragagem: uma próxima e à jusante da área de dragagem ativa e outra ao lado da Baía Guaíba (17°42'88" S – 57°41'17" W);
- o trecho Barra Norte do Bracinho-foz do rio São Lourenço, entre os quilômetros 2.042 e 1.790 (total de 252 km) é o mais crítico do rio Paraguai do ponto de vista de engenharia naval e navegabilidade. Em praticamente todo o trecho só podem navegar comboios com no máximo 24 m de boca e, mesmo assim, estes terão que ser desmembrados nas partes que só admitem barcas com no máximo 12 m de largura, ou seja, em mais de um terço do percurso.
- nas imediações do Refúgio das Três Bocas e trecho à jusante da foz do rio Cuiabá/São Lourenço, numa extensão de aproximadamente 10 km, as margens com barrancos de mais de dois



metros de altura encontram-se muito desmatadas pela ocupação ribeirinha. O desmoronamento de taludes marginais nesses casos é visível;

- no trecho abaixo de Corumbá, entre o rio Negro e a cidade de Porto Murtinho, há um intenso processo erosivo das margens devido à vários fatores: alta suscetibilidade à erosão, posição no canal de navegação (margem côncava), arraste de partículas em períodos de cheias e embate das ondas provocadas pela navegação. Também associam-se aos constantes desbarrancamentos a umidificação destes sedimentos, que apresentam baixa coesão entre



FOTOGRAFIA 1.1:  
DANOS ÀS MARGENS  
PRODUZIDOS  
POR COMBOIOS

FOTOGRAFIA 1.2:  
DANOS ÀS MARGENS  
PRODUZIDOS  
POR COMBOIOS



FOTOGRAFIA 1.3:  
DANOS ÀS MARGENS  
PRODUZIDOS  
POR COMBOIOS

FOTOGRAFIA 1.4:  
DANOS ÀS MARGENS  
PRODUZIDOS  
POR COMBOIOS



FOTOGRAFIA 1.5:  
DANOS ÀS MARGENS  
PRODUZIDOS  
POR COMBOIOS

FOTOGRAFIA 1.6:  
DANOS ÀS MARGENS  
PRODUZIDOS  
POR COMBOIOS



- as partículas desagregando-se facilmente;
- aos efeitos provocados pelos barcos tipo “voadeiras” somam-se àqueles causados pelas embarcações de carga (comboios), tornando as margens côncavas ainda mais suscetíveis à erosão, com conseqüente assoreamento do rio Paraguai. As “voadeiras” são embarcações pequenas e rápidas que provocam ondas de alta freqüência e energia junto às margens, acabando por favorecer a desagregação das partículas nos limites da lâmina de água com os barrancos.
- mesmo em pontos com aumento significativo da largura do rio, observam-se locais degrada-

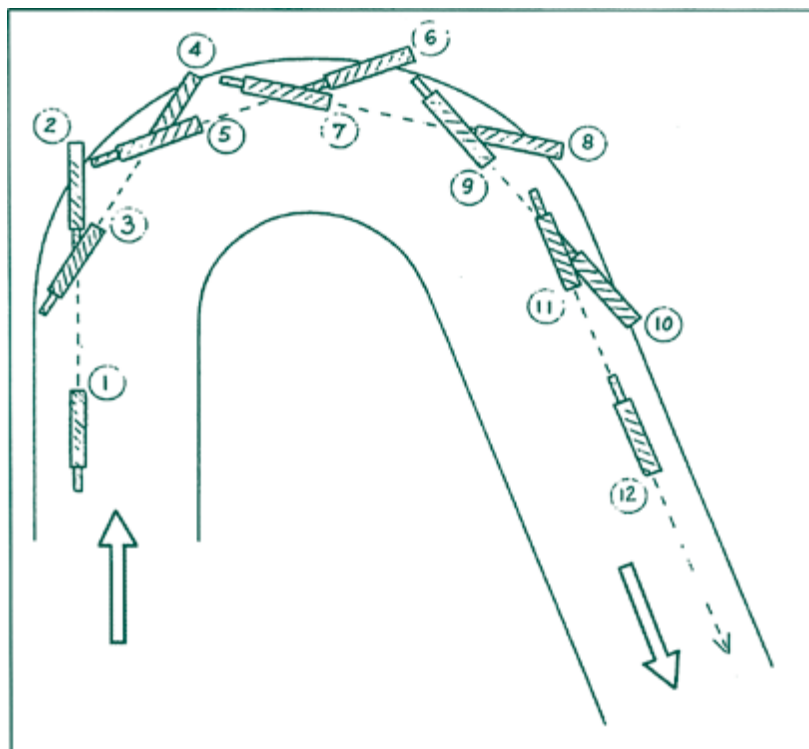


FIGURA 6.5: COMBOIO MANOBRANDO SOBRE A MARGEM DO RIO

Fonte: Neves, M. A. S., Avaliação Preliminar dos Efeitos Produzidos por Barcaças no Leito e Margens do rio Paraguai, COPPETEC, Rio de Janeiro, dez 1999.

dos pelo embate das embarcações. Essas áreas são mais freqüentes nas curvas, o que pode indicar o uso das margens côncavas como elemento auxiliar de manobras dos comboios. A navegação no Alto Paraguai vem sendo praticada desde tempos pré-coloniais mas, até recentemente, isso ocorria em uma dimensão compatível com as condições do rio, jamais utilizando barcos com as dimensões dos atuais;

- a exposição dos solos nos taludes marginais, somadas aos processos de degradação por erosão e desmoronamento, deve-se em grande parte ao embate das embarcações. O que se observa não são danos esparsos, que poderiam ser acidentais. São, de fato, marcas de impactos em todas as curvas mais restritas, indicando que a navegação neste trecho está sendo feita sobre as margens. Isto é, os comboios estão utilizando as margens como “guia” para realizarem suas manobras. A seqüência é a seguinte:
- o comboio não desmembrado procura entrar na curva do rio o mais aberto possível. O piloto arremete o comboio contra a margem que é mais baixa que a parte inclinada do corpo de vante da chata;
- A estrutura arenosa – argilosa não danifica a proa das chatas, mas a parte da frente sobe no barranco arrancando a vegetação ciliar (muitas vezes árvores, vide fotos);
- Em seguida ao primeiro arremesso, o piloto dá marcha à ré para logo em seguida arremeter novamente contra a margem em um ponto mais adiante na curva;
- Segue nova marcha a ré, repetindo a seqüência anteriormente descrita, até completar a “manobra”, utilizando a margem do rio como guia.
- na Estação Ecológica de Taiamã registra-se a degradação das margens pelas embarcações: o solo é argiloso (solo hidromórtico) e os barrancos apresentam-se desfeitos, com alturas que dificilmente ultrapassam 50 cm. Em função da baixa altura dos barrancos, as embarcações chegam a invadir parte das margens, destruindo a vegetação e, às vezes, sulcando a superfície do

terreno da planície, permitindo empoçamentos com águas do lençol freático pouco profundo.

Naturalmente, esses danos podem ser evitados se houver um adequado dimensionamento e bom desempenho da embarcação. Os locais totalmente preservados, com densa cobertura vegetal, de porte baixo e alto, protegendo os taludes marginais, são aqueles onde não se observam agressões por parte das embarcações.

De fato, a preservação dessas margens depende da presença de vegetação, que tem duplo papel: retenção do solo orgânico pelo poder agregador das raízes e manutenção da umidade natural do solo pelo sombreamento, garantindo a não destruição da camada inferior argilosa em consequência do fissuramento. Este fenômeno resulta da expansão e contração do solo devido ao umedecimento e secagem, repetidamente.

Assim, chama-se a atenção para a necessidade premente de preservar a cobertura vegetal da planície de inundação do rio Paraguai, especialmente a vegetação que ocupa as suas margens.

Nos últimos anos, levantamentos de campo realizados no âmbito de pesquisas arqueológicas no Pantanal registraram a presença de centenas de sítios arqueológicos que corroboram a diversidade cultural já apontada pelos dados etno-históricos disponíveis.

A destruição de estruturas arqueológicas ou de material arqueológico, ou mesmo a descontextualização dos mesmos, representa perda de informação que, uma vez ocorrida, não há forma de recuperação ou resgate.

O fato é que tais sítios vêm sendo afetados pelo tipo de navegação fluvial praticada no trecho superior do rio Paraguai. Sob a perspectiva arqueológica, observam-se impactos negativos especialmente entre a cidade de Cáceres, no Mato Grosso, e o Parque Nacional do Pantanal, localizado no limite com o Estado de Mato Grosso do Sul, na foz do rio São Lourenço (Cuiabá).

Além da erosão fluvial a que alguns deles estão submetidos, as recorrentes colisões das barcaças utilizadas no transporte de carga e que são tracionadas em comboio por um empurrador, desmontam os barrancos e removem trechos de mata ciliar, destruindo tais sítios.

Não se pode ignorar que os sítios arqueológicos são protegidos pela legislação brasileira e que a lei proíbe a destruição total ou parcial dos mesmos antes de serem devidamente pesquisados. Portanto, o que vem acontecendo na região pode ser considerado crime contra o Patrimônio Nacional.

Foi observado durante a expedição científica impactos de grande proporção, mais aparentes pela clara exposição das margens na seca pronunciada desse período. Pela sua frequência e magnitude levam a crer em uma estratégia para favorecer a navegação em dimensão desproporcional às características do rio.

As atividades econômicas principais no Pantanal são a pecuária de corte, a pesca profissional e o turismo (principalmente ligado à pesca esportiva), com grande potencial para o turismo ecológico graças às suas belezas cênicas e rica fauna. Todas essas atividades são dependentes do bom funcionamento e da qualidade ambiental do sistema de áreas inundáveis/alagáveis da planície pantaneira e do rio Paraguai, seu principal canal de drenagem. Há, entretanto, pelas observações realizadas nesta expedição, ações em andamento que representam ameaças concretas a esse bom funcionamento.

Os custos ambientais e econômicos da negligência e dos erros na utilização de um recurso natural são imensuráveis. Normalmente, poucos se beneficiam, como exemplos os rios Mississipi e Illinois (nos Estados Unidos), Danúbio e Reno (na Europa) e a região dos Everglades (também nos Estados Unidos).

A partir dos fatos observados, as principais recomendações são:

- eliminar a prática que vem sendo aplicada pelos comboios de chatas de usar as margens do rio Paraguai como elemento de apoio à manobra;
- implementar o monitoramento dos comboios que devem ser limitados quanto à quantidade, velocidade, tamanho de embarcações e cuidados com a carga transportada, principalmente em períodos de seca e princípio de enchente – que coincidem com a maior dificuldade de navegação devido à baixa profundidade do rio – e com as épocas de formação de cardumes (piracema) e de desova dos peixes;
- os pilotos das barcaças devem cumprir uma programação de viagem que os permita realizar manobras na velocidade adequada e com a perícia e competência requeridas para não agredir as margens;
- definir os limites de comprimento, boca e calado compatíveis com cada trecho da via fluvial com base em análise técnica detalhada. Recomenda-se o emprego de propulsores azimutais nos empurradores e elementos de produção de empuxo lateral à vante do comboio como alternativa para melhorar as possibilidades de manobra das embarcações. Dadas as características de difícil navegação, especialmente no trecho de Cáceres até a lagoa Guaíba, esses recursos técnicos adicionais podem desempenhar relevante função de evitar impactos nas margens. As limitações referidas no Acordo de navegação da Hidrovia Paraguai-Paraná define, para as chatas típicas empregadas atualmente, comboios adequados para trechos de interesse comum dos diferentes países signatários do referido acordo;
- o governo brasileiro precisa assumir a responsabilidade e fiscalizar o dimensionamento adequado e *modus operandi* das embarcações no trecho estritamente brasileiro da via: o que demanda mais cuidados e apresenta maiores dificuldades à navegação;
- o engajamento de órgãos governamentais (Ministérios do Meio Ambiente, Marinha, Transportes, Cultura, Secretarias Estaduais de Meio Ambiente e Ministério Público Federal e dos Estados) e organizações não-governamentais que atuam na região;
- a adoção de medidas de caráter urgente que impeçam a ocorrência de danos mais graves ainda, bem como ações de recuperação em algumas áreas como, por exemplo, os diques marginais das baías Uberaba e Guaíba;
- responsabilizar as empresas de navegação que estão provocando danos ambientais em pontos geomorfolologicamente frágeis e também as autoridades que não cumpriram com o seu dever de fiscalizar pelo custo de recuperação dos danos causados.

## 2. INTRODUÇÃO: ANTECEDENTES

A preocupação com a conservação do Pantanal Mato-grossense e o seu uso sustentável, de forma a gerar riqueza e crescente bem estar para população que vive na região, tem sido um dos referenciais de atuação de diversas organizações governamentais e não-governamentais.

Em 1990, o Governo brasileiro apresentou o primeiro projeto de implantação de uma hidrovia industrial no rio Paraguai, preparado pela empresa de consultoria Internave (1990). O projeto propunha intervenções – dragagens, retirada de afloramentos rochosos e retificação de curvas -no leito do rio de forma a garantir um calado mínimo de três metros desde Cáceres (MT), passando por todo Pantanal brasileiro. Aprovado pelo então recém-criado Comitê Intergovernamental da Hidrovia (CIH), o projeto foi apresentado ao Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) com o objetivo de conseguir recursos para o seu financiamento.

Em 1994 uma análise dessa proposta (hidrovia Paraguai-Paraná: Quem Paga a Conta?, CEBRAC/ICV/WWF, 1994) demonstrou que a implantação do projeto de hidrovia industrial seria economicamente inviável e não beneficiaria a população local. Além disso, levaria a impactos ambientais tão fortes que os resultados sociais também seriam desastrosos.

Devido às críticas que surgiram à referida proposta, o Governo brasileiro e dos outros países interessados no projeto acabaram por abandonar a idéia e, com o apoio financeiro do BID, apresentaram um novo projeto acompanhado dos estudos de impacto ambiental (que não haviam sido feitos anteriormente). Os gastos para a contratação das empresas de consultoria para a realização desses trabalhos foram de quase US\$ 7 milhões, a maior parte doada pelo BID a título de “assistência técnica”.

O projeto do CIH previa que para o trecho do rio entre Cáceres e Corumbá, considerando as suas características, os comboios seriam limitados à formações máximas de 2 x 2 (quatro barcaças) em um canal com 50 metros de largura e entre 2,1 e 2,4 metros de profundidade. Nesse trecho seriam dragadas 141 áreas e várias curvas teriam os seus raios de curvatura “ampliados”. Mas o consórcio das empresas Hidroservice/Luis Berger/EIH (HLBE), encarregado dos estudos de engenharia e viabilidade econômica, recomendou formalmente a não implantação da hidrovia nesse trecho. Com isso, o grupo de empresas do consórcio Taylor/Golder/Consular/Connal (TGCC), encarregado da análise do impacto ambiental da obra, não executou esse mesmo estudo na parte superior do rio. Mesmo assim, eles afirmam (sem base científica) que se o projeto da hidrovia for ali implantado “os impactos seriam de baixa magnitude” (op.cit., pág. 40).

Uma primeira análise desses trabalhos oficiais realizada por 11 especialistas independentes, coordenado pelo CEBRAC e EDF (Environment Defense Fund) divulgada em agosto de 1997 (CEBRAC/EDF, 1997), demonstrou as falhas metodológicas que minimizavam os impactos sociais, ambientais e econômicos que o projeto proposto pelo CIH traria, particularmente em relação ao Pantanal e à população da região. Após Audiência Pública realizada em 20 de agosto de 1997, em Brasília, na Comissão de Meio Ambiente da Câmara dos Deputados, o Governo brasileiro anunciou que o projeto do CIH não atendia aos interesses do país e, portanto, não seria implementado. O Ministério dos Transportes ficou responsável por coordenar novos estudos, de forma a propor outro projeto de navegação para a região do Pantanal.

Logo após o CIH difundir os seus trabalhos, o WWF divulgou o estudo denominado Realidade ou Ficção: Uma Revisão dos Estudos Oficiais da Hidrovia Paraguai-Paraná (WWF, 1999). O trabalho reitera, com novas e consistentes observações sobre o projeto do CIH, as análises realizadas no

estudo citado anteriormente.

Desde o anúncio do Governo brasileiro, em 1997, de que faria outro estudo específico para o trecho brasileiro que atravessa o Pantanal, a navegação industrial do alto rio Paraguai foi incrementada em volume e dimensão das embarcações e comboios. Mas o Ministério dos Transportes não apresentou o seu projeto e solicitou ao IBAMA autorização para dragagens que iam além das historicamente realizadas no trecho superior do rio, alegando tratar-se de manutenção.

Essas dragagens foram autorizadas pelo IBAMA sem que fossem realizados os estudos de impacto ambiental e sem dar acesso público ao processo antes de emitida a licença de operação<sup>1</sup>.

Como cresciam os indícios e informações veiculadas pela imprensa sobre os impactos negativos da navegação praticada em nova escala no alto Paraguai, duas inspeções rápidas foram realizadas em trechos próximos à cidade de Cáceres, no Mato Grosso: a primeira, em outubro de 1998, pelo Instituto Centro de Vida – ICV, e a segunda, em novembro do mesmo ano, por professores da Universidade Federal do Mato Grosso, liderados pela professora Dra. Carolina Joana da Silva. Os relatórios das inspeções, com material fotográfico demonstrativo dos estragos provocados, foram encaminhados às autoridades competentes, inclusive ao Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama.

O Ministério Público Federal e o Ministério Público Estadual de Mato Grosso tentaram, no início de 1999, verificar e regulamentar a questão por meio de um Grupo de Trabalho composto pelas partes interessadas. Mas até o terceiro trimestre de 1999 o Grupo não obteve qualquer resposta. Posteriormente foi divulgada a realização de uma viagem de inspeção e o encaminhamento de um relatório ao Ministério Público. Em fevereiro de 1999 o licenciamento foi cassado por decisão do Ministro do Meio Ambiente, José Sarney Filho.

Nesta época o WWF comunicou ao CEBRAC, ICV e ECOA a sua intenção de efetuar uma vistoria no rio Paraguai com a finalidade de observar os danos imediatos causados em suas margens, seu leito e seu curso pela navegação. O CEBRAC foi contratado para coordenar a vistoria, sob a supervisão do próprio WWF.

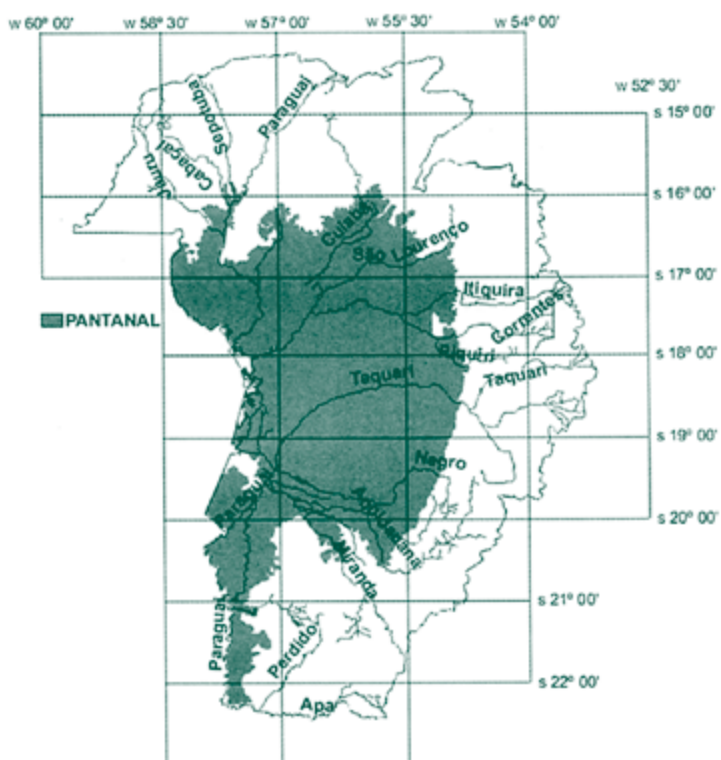
Organizou-se, então, uma expedição de duas semanas entre Cáceres, em Mato Grosso, e Porto Murtinho, em Mato Grosso do Sul, o trecho mais sensível situado dentro do Pantanal brasileiro (excluindo-se apenas a parte à jusante de Porto Murtinho até a foz do rio Apa). Composta por pesquisadores independentes e um repórter fotográfico, a expedição teve como objetivo analisar e registrar a efetiva situação do rio Paraguai.

O trabalho realizado pelo grupo pretende oferecer à sociedade e às autoridades competentes informações isentas e objetivas sobre a situação resultante da recente navegação no rio Paraguai. O relatório apresenta também sugestões de medidas a serem adotadas a curto e médio prazos.

É preciso regulamentar e exercer uma efetiva fiscalização na operação dos comboios, de forma a limitar a navegação industrial aos padrões de dimensionamento compatíveis com as características naturais e à importância da região, protegida e declarada como Patrimônio Nacional na Constituição vigente no país.

---

<sup>1</sup> Em 05/06/98 a Fundação CEBRAC enviou fax ao IBAMA solicitando acesso ao processo de licenciamento, mas só em agosto de 1999, após reunião com o presidente do órgão recebeu a notícia de que os trabalhos haviam sido autorizados em 17/07/98.



MAPA 3.1:  
MAPA DA BACIA DO ALTO PARAGUAI





### 3 – A BACIA DO ALTO PARAGUAI

A Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai, com área de 361.666 Km<sup>2</sup>, abrange parte dos estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. A Bacia abriga a maior planície inundável do mundo: o Pantanal Mato-grossense, com 138.183Km<sup>2</sup>, ou seja, 38,21% da área da Bacia (PCBAP, 1997).

O rio Paraguai constitui o principal canal de drenagem da bacia. Seus tributários mais importantes na margem direita são os rios Jauru, Cabaçal e Sepotuba ao norte e o rio Negro ao sul, na divisa entre Bolívia e Paraguai. Na margem esquerda os afluentes principais são os rios Cuiabá (com seus afluentes São Lourenço e Piquiri), Taquari, Miranda (com seu afluente Aquidauana) e Apa, este constituindo-se no limite sul do Pantanal brasileiro e a fronteira territorial do país com o Paraguai.

Além dos afluentes há no rio Paraguai, em sua margem direita e conectadas a ele, uma série de lagoas (“baías”) extensas e cercadas por áreas mais altas (“morrarias”) denominadas Uberaba, Guaíba, Mandioré, Vermelha, Castelo, Jacadigo e Cáceres. Estas baías funcionam hidrológicamente como grandes reservatórios que têm sua água liberada lentamente durante os períodos de vazante e seca. Na verdade, pouco se sabe sobre elas e sobre o papel ecológico que esses grandes ambientes exercem no funcionamento e na produtividade do sistema (Calheiros & Ferreira, 1997; Calheiros & Hamilton, 1998).

Com altitudes que variam entre 80 e 150 metros, o relevo do Pantanal é praticamente plano. As declividades variam apenas entre 0,07 e 0,5 m/km no sentido leste-oeste e entre 0,05 e 0,007 m/km no sentido norte-sul (Brasil, 1979).

As características geológicas, geomorfológicas e climáticas, em conjunto com as variações hidrológicas sazonais, formam planícies distintas quanto à duração e altura das inundações (Hamilton *et al.*, 1996), resultando em um mosaico de habitats, com diferentes fitofisionomias. Além disso, por sua posição geográfica peculiar, o Pantanal é o elo de ligação entre biomas como Amazônia, Cerrado e os Chacos boliviano e paraguaio. Todos esses fatores associados são responsáveis pela alta biodiversidade característica do Pantanal (Britski *et al.* 1999; Brown, 1984; Lourival *et al.*, 1999; PCBAP, 1997; Pott & Pott, 1996; Prance & Schaller, 1982).

#### A Planície de Inundação

O ciclo anual de cheia e seca (denominado “pulso” do rio) é o fenômeno ecológico mais importante da planície de inundação de um rio: controla sua estrutura e funcionamento, desempenhando papel preponderante na ciclagem de nutrientes e disponibilidade de água. Além disso proporciona um ambiente altamente produtivo para macrófitas aquáticas, algas, bactérias, protozoários, invertebrados (como zooplâncton e bentos) e peixes (Alho *et al.*, 1988; Bayley, 1989; Bonetto *et al.*, 1969). A área de abrangência da inundação e o tempo de permanência das águas nos campos ditam a disponibilidade de habitats e alimentação para peixes, crustáceos, aves, répteis, mamíferos, plantas aquáticas e semi-aquáticas, condicionando sua abundância e seu comportamento reprodutivo (Bonetto *et al.*, 1981; Catella, 1992; Cordiviola de Yuan, 1992; Junk *et al.*, 1989; Campos, 1991; Mauro, 1993).

O Pantanal possui alta diversidade biológica e abundância de vida silvestre. Mais de 656 espécies de aves já foram identificadas. É área de reprodução e ponto de parada de muitas aves migratórias e provavelmente a área mais importante para aves paludícolas (que vivem em charcos e

lagoas) na América do Sul (PCBAP, 1997). Mais de 264 espécies de peixes já foram identificadas (Britski *et al.*, 1999), das quais 10 apresentam importância econômica. Há ainda cerca de 122 espécies de mamíferos (Fonseca *et al.*, 1996, apud Da Silva, 1998), 93 de répteis (PCBAP, 1997) e mais de 1.000 espécies de borboletas (Brown, 1984).

Algumas espécies ameaçadas em outras regiões apresentam populações vigorosas no Pantanal (Lourival *et al.*, 1999): jacaré (*Caiman crocodilus yacare*), cervo-do-pantanal (*Blastocerus dichotomus*), bugio (*Alouatta caraya*), arara-azul-grande (*Anodorhynchus hyacinthinus*), tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*), ariranha (*Pteronura brasiliensis*), lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*), veado-campeiro (*Ozotoceus bezoarticus*), lontra (*Lutra longicaudis*), anta (*Tapirus terrestris*), onça-parda (*Felis concolor*), onça-pintada (*Panthera onca palustris*), tuiuiú (*Jabiru mycteria*) e cabeça-seca (*Mycteria americana*).

O pulso de inundação é um dos fatores que rege a biodiversidade do Pantanal, uma vez que ora favorece às espécies animais e vegetais relacionadas à fase de seca, ora beneficia as espécies relacionadas à fase de cheia. Além disso, um ciclo contribui para o outro à medida que, por exemplo, as espécies vegetais que cresceram no ciclo da seca e morreram na inundação fornecerão nutrientes e sais à água por meio de sua decomposição que, por sua vez, servirão para o desenvolvimento das espécies vegetais do ciclo aquático e vice-versa. Segue-se a esta entrada expressiva de matéria e energia, uma grande produtividade de macrófitas que promovem uma auto-depuração do sistema através da filtração e incorporação de nutrientes (Calheiros & Ferreira, 1997).

### Considerações Gerais do Trecho Cáceres – Porto Murtinho

O trecho do rio Paraguai percorrido entre Cáceres (MT) e Porto Murtinho (MS) tem direção geral aproximada Norte-Sul. O leito principal do rio Paraguai no trecho analisado (vide Mapa 3.1) tem seu percurso definido nas cabeceiras do Alto Paraguai, Barra do Bugres, Jauru, Cabaçal-Sepotuba e Província Serrana, até algumas dezenas de quilômetros à jusante de Cáceres. A partir daí percorre a região conhecida como Pantanal de Cáceres até as proximidades da Estação Ecológica de Taiamã, quando suas águas fluem sobre a região denominada Pantanal do Paraguai, passando por Corumbá/Ladário até a foz do rio Miranda. Neste trecho adentra no Pantanal do Nabileque até a desembocadura do rio Aquidabã, percorrendo a partir daí a região do Pantanal de Porto Murtinho até a foz do rio Apa (PCBAP, 1997).

Essa grande planície fluvial se estende ao longo das margens do rio Paraguai. Em trechos específicos, onde o rio se aproxima de morrarias constituídas por rochas de formação muito antiga, a planície é estrangulada em uma ou em ambas as margens do leito do rio, fazendo com que este reduza-se substancialmente. Quando nessas margens ocorrem afloramentos rochosos, estabelecem-se taludes mais íngremes e, por vezes, verticalizados, tais como nas localidades denominadas Morrinhos, Porto Coimbra, Fuerte Olimpo e Fecho dos Morros, entre outras.

Diques marginais são observados em trechos de baixa declividade do rio, especialmente à jusante do quilômetro 2.020, sendo mais freqüentes a partir do porto de Ladário e com ocorrências comuns a partir da foz do rio Taquari até a região de Porto Murtinho. Esses diques são estreitos, apresentam pequenas larguras – dificilmente ultrapassando 100 metros – e têm alturas pouco superiores ao nível da planície, sendo perceptíveis pela mudança da cobertura vegetal. Sobre esses diques predominam espécies arbóreas de médio e alto porte, compondo matas fechadas que contrastam com espécies de pequeno porte e gramíneas ocupando a planície, normalmente com solos de textura predominantemente arenosa.

A baixa declividade do rio, domínio de terrenos muito planos em seu leito maior e predominância de sedimentos da formação Pantanal, com afloramentos rochosos mais antigos (normalmente associados a rochas carbonáticas pertencentes à Faixa de Dobramentos Paraguai – Grupo Alto Paraguai) e mais resistentes, são os principais fatores naturais que favorecem ao desenvolvimento das feições morfológicas específicas de rios de planície relativamente homogênea.

A fraca declividade do rio Paraguai é o principal condicionante para o domínio de sedimentos finos da fração silte e argila, constituintes dos taludes expostos nas suas margens. Sedimentos arenosos também são observados nas margens, mais destacadamente no trecho inicial da viagem até aproximadamente 100 km à jusante de Cáceres, diminuindo gradualmente até o domínio total de sedimentos argilosos observados a partir do Porto Conceição, nas proximidades de Corumbá. Nesta área volta a dominar a ocorrência de sedimentos arenosos.

A fraca declividade e a ocorrência de extensa planície marginal resulta em um funcionamento hídrico baixo, com inundação em determinados períodos do ano, extravasando as águas correntes. Pequenas variações topográficas dos terrenos marginais, da ordem de centímetros, podem provocar variações nas relações entre os componentes ambientais do meio físico e da biota, "... a inundação na maior parte da região é sazonal e exibe uma variabilidade inter-anual considerável. Os caminhos dos fluxos das águas através do Pantanal não são bem definidos e os movimentos da água geralmente são lentos e sinuosos..." (Mellack, 1997, pág. 153). Esse comportamento é mais característico em trechos do rio situados à jusante do local conhecido por Barra Norte do Bracinho, aproximadamente no quilômetro 2.042 do rio Paraguai, mas pode ser também verificado em determinados locais à montante, como nas proximidades da confluência do rio Jauru, onde os solos hidromórficos argilosos passam a ocupar as margens do Paraguai, contrastando com as ocorrências de sedimentos arenosos verificados acima da foz do Jauru.

A partir de Corumbá, atravessando a área denominada Pantanal do Paraguai em direção ao Pantanal de Porto Murtinho, a paisagem torna-se mais homogênea, principalmente no chamado Pantanal do Nabileque.

Nesse trecho há ocorrências de ilhas estáveis ou em franco processo de degradação. No segmento inicial essas ilhas caracterizam-se por estreitas faixas alongadas que aumentam de largura gradativamente até Porto Murtinho. O atual leito menor do rio Paraguai pode, em algumas margens côncavas, encontrar-se condicionado a depósitos de sedimentos arenosos provindos de deposição anterior. Tais depósitos deram origem a essas ilhas e/ou banco de sedimentos. Isso significa que o curso do rio está buscando um novo equilíbrio em sua geometria.

Nas áreas com ocorrências de depósitos arenosos pode acontecer um processo de anastomose do rio Paraguai, embora ainda incipiente. Em outros casos, à jusante destes braços (boca de baías) está ocorrendo o estrangulamento por assoreamento.

De uma maneira geral, nas margens desse trecho predominam sedimentos arenosos dispostos em ilhas e barras que intercalam-se com trechos constituídos por barrancos argilosos.

### **Degradação das Margens por Erosão e Desmoronamentos**

Em condições naturais, rios de conformação meândrica, como o Paraguai, apresentam dinâmica muito particular, com possibilidade de ocorrência de processos erosivos nas margens côncavas

e sedimentação nas margens convexas (figura 3.1 abaixo). Essas tendências naturais são claramente observadas ao longo de todo o rio Paraguai, constituindo-se em processos fundamentais para o desenvolvimento das feições morológicas marginais.

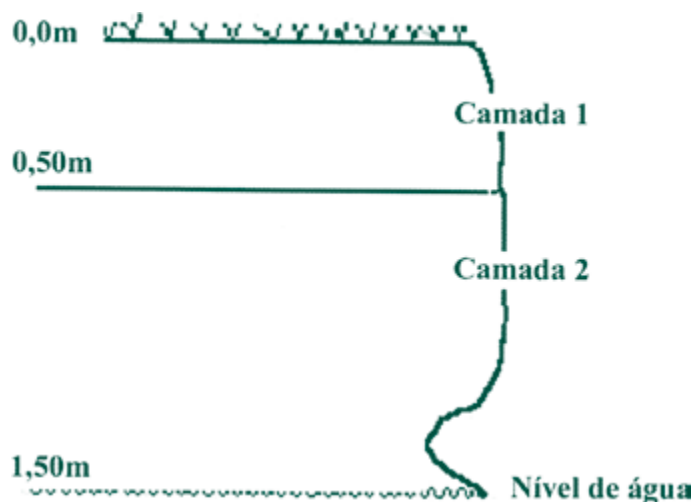


FIGURA 3.1: PROCESSOS EROSIVOS NAS MARGENS CÔNCAVAS

Fonte: Albrecht, K.J. & Tavares, F.X.S., 1999, Processos de Degradação das Margens do rio Paraguai, Relatório da Expedição Científica, 3-14/11/99, CEBRAC, Cuiabá-Brasília;

Nessas condições, esses processos manifestam-se em equilíbrio dinâmico permitindo a convivência harmônica com espécies vegetais adaptadas que recobrem amplamente as margens do rio (fotografia 3.1 abaixo). Esse equilíbrio natural pode ser rompido em momentos de cheias excepcionais, quando processos erosivos acelerados se manifestam acompanhados por intenso assoreamento. Nesses eventos o rio Paraguai cria novas condições de equilíbrio, muitas vezes com rompimentos do canal e formação de novos ramos laterais, conhecidos na região por “arrombados”. Os “arrombados” por vezes desaguam em lagoas preexistentes ou dão origem a novas lagoas ou baías.

A ocupação humana na bacia hidrográfica, especialmente a que ocorre ao longo do rio Paraguai, é a causa dos desequilíbrios da dinâmica fluvial, principalmente quando leva à degradação e ambientes mais sensíveis como, por exemplo, a destruição da cobertura vegetal de margens côncavas, naturalmente mais suscetíveis a processos de erosão e esbarrancamentos.



FOTOGRAFIA 3.1: VEGETAÇÃO RECOBRINDO E PROTEGENDO AS MARGENS DO RIO

#### 4. BREVE HISTÓRICO DA NAVEGAÇÃO NO RIO PARAGUAI

Em tempos pré-coloniais, ou seja, anteriores à chegada dos europeus à América no século XVI, o rio Paraguai representou uma fronteira cultural para povos de extensas regiões (Susnik 1978, Meireles 1989, Carvalho 1992). Foi utilizado por populações da Bacia do Prata, do Chaco Boliviano e Paraguaio e ainda da borda meridional do Planalto Central Brasileiro e de sub-bacias da Amazônia, tais como a sub-bacia do Guaporé e a sub-bacia do Juruena. A ocupação da região por todos esses povos é amplamente conhecida pela etnografia e descrita em muitos estudos como Nordenskiöld (1924), Métraux (1942), Susnik (1971, 1978, 1982 e 1994). Para uma síntese dos povos que ocuparam a região do Alto Paraguai ver Maldi (1997).

Esses povos desenvolveram sistemas de subsistência altamente adaptados aos ecossistemas pantaneiros, com manejo que incluía o amplo aproveitamento do arroz silvestre e de outras fontes de carboidratos existentes no ambiente. Além disso, a farta disponibilidade de proteína animal permitiu a ocupação da região por grupos com ou sem prática agrícola. A utilização do arroz silvestre pantaneiro (*Oriza latifolia*) pelos grupos indígenas do Alto Paraguai foi registrada desde o início da colonização europeia. Ver, por exemplo, Pires de Campos (1862, 1732), Labrador (1910) e Susnik (1971 e 1982).

Os sistemas de subsistência dos povos indígenas que ocupavam o Alto Paraguai foram registrados nas crônicas das primeiras expedições espanholas que subiram o rio, a partir de 1534. Os espanhóis dedicavam muita atenção à disponibilidade de alimentos já que dependiam deles para conseguir víveres durante as expedições. Para conhecer os primeiros registros dos anos de 1500 consultar Schmidl (1950 [1554] e Cabeza de Vaca (1984 [1541-1545]). Para uma síntese ver Steward e Faron (1959), Meireles (1989) e Maldi (1997).

Os dados etnográficos disponíveis sobre a região documentam uma ocupação da Bacia do Paraguai por populações canoeiras que utilizavam pequenas embarcações movidas a remo para se locomoverem e buscarem o seu sustento.

Este foi o quadro de ocupação e navegação do rio Paraguai até o século XVI, quando então os europeus chegaram à América iniciando o processo de colonização. Motivados pela presença de objetos de ouro e prata usados pelos indígenas daquela área, os espanhóis passaram a subir os rios Paraná e Paraguai, a partir do estuário do Prata, no intuito de encontrar um caminho de acesso à região Inca. Durante os séculos XVI e XVII o Alto Paraguai foi freqüentado e navegado por algumas expedições espanholas, com embarcações maiores do que as canoas dos índios, mas movidas ainda por energia humana e eólica.

A partir do século XVIII, com a descoberta do ouro em Cuiabá, a implantação dos Arraiais de Mineração junto à Serra da Borda e a fundação de Vila Bela e Vila Maria (hoje Cáceres) pelos portugueses, o rio Paraguai passou a ser também freqüentado pelos lusitanos, que disputavam o domínio da região com os espanhóis. Os portugueses passaram a navegar pelo rio Paraguai, que tornou-se o principal acesso a Cuiabá e às fronteiras mais ocidentais que vieram a conquistar.

Para chegar a Cuiabá, subiam o rio Paraguai até o São Lourenço e por este até o rio Cuiabá. Para alcançar Vila Bela<sup>1</sup> e os Arraiais de Mineração, eles subiam o rio Paraguai até um de seus tribu-

<sup>1</sup> Vila Bela da Santíssima Trindade, fundada em 1752 às margens do rio Guaporé, foi a primeira capital da Capitania de Matto-Grosso.

tários mais ao norte, o rio Jauru, já bem próximo à cidade de Cáceres. A partir daí seguiam pelo Jauru em direção às suas nascentes até onde fosse possível a navegação. Atravessavam por terra algumas poucas léguas até o rio Guaporé e desciam por este rio até Vila Bela.

O trânsito dos portugueses pelo rio Paraguai no século XVIII foi combatido pelos Payaguá<sup>2</sup>, grupo indígena canoeiro que resistiu à invasão de suas águas até a completa extinção do seu povo. Até esta época registra-se para o Alto Paraguai uma navegação com embarcações de madeira movidas por um conjunto de remadores. São pequenas as diferenças entre as embarcações usadas pelos portugueses e aquelas usadas pelas populações locais. As embarcações dos portugueses, voltadas para o transporte de mercadorias, caracterizavam-se por terem uma pequena cobertura feita geralmente de palha e serem um pouco mais extensas do que as canoas indígenas.

Até o final do século passado e início do século atual, embarcações como essas ainda eram amplamente utilizadas no rio Paraguai, tendo sido registradas pela Expedição Langsdorf e usadas pelo etnólogo brasileiro Roquette-Pinto nas expedições que empreendeu no Alto Paraguai em 1910 (conforme Roquette-Pinto, 1975).

Nesta mesma época, a navegação do rio Paraguai intensificou-se com o escoamento de produtos extrativistas de Mato Grosso<sup>3</sup> e do charque produzidos pelas fazendas de gado estabelecidas ao longo do rio. Corumbá configurou-se, então, como o seu mais importante porto fluvial.

A ligação de Corumbá com áreas mais altas da bacia, como Cuiabá e Cáceres, passou a ser feita com embarcações movidas a vapor (mais modestas, de menor porte) conhecidas como “chalanas”, sendo que uma delas, preparada com melhorias para conforto dos passageiros, tornou-se símbolo da navegação no trecho mais alto do rio Paraguai – o vapor *Etrúria*<sup>4</sup>, comparado em porte a algumas lanchas de empresas turísticas que hoje atuam em Cáceres. A partir de meados do século, com a decadência daquelas economias, até mesmo esta navegação desapareceu.

Vê-se, portanto, que no trecho mato-grossense do Alto Paraguai a navegação parece ter-se mantido em escala de pouco impacto sobre o meio ambiente.

Apenas recentemente, com a implantação da monocultura da soja no Planalto dos Parecis<sup>5</sup> e a criação de instalações portuárias, estabeleceu-se no rio Paraguai e especialmente na região de Cáceres a navegação voltada para o escoamento de produtos em larga escala (em volume e tonelagem). Esta navegação utiliza embarcações de grande porte que encontra dificuldades em superar as características do rio.

É fato, portanto, que a navegação no Alto Paraguai vem sendo praticada desde tempos pré-coloniais. Porém, até recentemente, numa dimensão adequada às condições do rio, jamais utilizando embarcações com as dimensões das atuais e tampouco na intensidade indicada no projeto da hidrovia Paraguai-Paraná proposto pelo CIH.

2 São inúmeros os registros de época que descrevem as batalhas entre as monções portuguesas que transitavam pelos rios Paraguai e os Payaguá. Os Payaguá eram conhecidos pela sua destreza na canoagem e pela postura bélica que mantinham frente aos portugueses.

3 Nesta época os principais produtos extrativistas de Mato Grosso eram o cacau e a borracha das matas do Guaporé e a poaia da região do Alto Paraguai.

4 O *Etrúria*, barco construído em Gênova (Itália) em 1890, era movido a vapor, possuía acomodações para 20 passageiros e rebocava duas chatas de 100 toneladas, cada.

5 O Planalto dos Parecis é o extremo norte do Pantanal onde estão localizadas as nascentes do rio Paraguai.

## 5. ASPECTOS METODOLÓGICOS E TEÓRICOS DO TRABALHO REALIZADO

A equipe que realizou a expedição científica, organizada pelo CEBRAC à pedido do WWF, foi composta por um engenheiro naval, dois geomorfólogos (um para o trecho Cáceres-Corumbá, outro para Corumbá-Porto Murtinho), um especialista em sedimentologia, uma ecóloga e um repórter-fotográfico, todos com experiência profissional e sólida formação teórica.

A equipe viajou no rio Paraguai a bordo do barco Baía das Pombas I, de 3 a 14 de novembro de 1999, registrando e analisando os impactos visíveis da navegação no trecho superior do rio Paraguai. O percurso da viagem pode ser visto no Mapa 5.1 (página 26).

A interrupção do tráfego ocorrida neste período no trecho paraguaio do rio, na época da expedição, impediu o registro da passagem de comboios de barcas em pontos críticos. Contudo, a prolongada estiagem ocorrida na parte superior do Pantanal contribuiu para deixar bem à vista os impactos que a navegação praticada vem causando sobre os barrancos e matas ciliares. Convém salientar que o nível das águas do rio Paraguai, no trecho percorrido, encontrava-se bastante reduzido e, em alguns locais, atingindo cotas abaixo das réguas fluviométricas.

Após chegar ao destino final, Porto Murtinho, os membros da expedição tiveram a oportunidade de ver a passagem de dois comboios. Porém, isso ocorreu em uma situação totalmente distinta da que seria observada no trecho superior do rio Paraguai.

Com o objetivo de obter informações científicas mais consistentes, os pesquisadores utilizaram materiais e equipamentos para coleta de amostras de sedimentos e de medição de velocidade de fluxo na realização do trabalho:

- Ecobatímetro com registrador contínuo;
- GPS para posicionamento das coordenadas de todos os pontos amostrados;
- Garrafa de Van Dom para coleta de água;
- Oxímetro para análise direta do oxigênio da água;
- Redes de fito e zooplâncton;
- Ecobatímetro para medição da profundidade local e em trechos transversais e longitudinais ao rio, para realizar-se a batimetria do fundo;
- Fluxômetro para medição do fluxo a 20% e a 80% da profundidade local (com necessidade de acoplamento do sensor do aparelho à uma barra de metal de três metros de profundidade, especialmente confeccionada);
- Ecobatímetro com a mesma finalidade acima descrita, porém de qualidade técnica superior para trechos longos, computadorizado e com registro contínuo em papel, específico para estudos sedimentológicos (disponibilizado apenas no trecho Corumbá-Porto Murtinho<sup>1</sup>);
- Dragas para coletas de sedimento superficial;
- Peneira de 62 t para separação do sedimento fino do grosso;
- pHmetro para medidas de pH;
- Condutímetro para medidas de condutividade da água;
- Disco de Secchi para estimativa da transparência da água;
- Grande quantidade de frascos de vidro, plástico e sacos plásticos para acondicionar as amostras;

<sup>1</sup> Aparelho gentilmente cedido, juntamente com o técnico que o opera, pela empresa Furnas S/A. Todos os demais equipamentos foram emprestados pela Embrapa Pantanal, com exceção de uma das dragas, trazida pessoalmente pelo Prof. Geraldo Wilson Jr. (COPPE-RJ).





- Vários reagentes para análise e preservação das amostras de água, bem como grande quantidade de água destilada;
- Cartas náuticas e croquis de navegação da Marinha do Brasil de todo o trecho percorrido para localização, orientação e planejamento dos locais de coleta e observação.

Além do trabalho dos profissionais envolvidos na pesquisa de campo, o presente Relatório beneficia-se, também, de uma contribuição especial da antropóloga Maria Clara Migliaci, do IPHAN.

## Metodologia

As considerações aqui apresentadas resultam de observações realizadas durante a viagem ao longo do rio Paraguai, partindo-se de Cáceres (MT) até Porto Murtinho (MS), ou seja, do quilômetro 2.190 ao quilômetro 995 do rio, totalizando um percurso de 1.195 quilômetros.

Tratam-se de observações técnicas sob vários aspectos, com base nas especialidades de cada um dos membros da expedição. Do ponto de vista da engenharia naval, buscou-se analisar questões relativas à navegação e às condições de manobra dos comboios. Com esse objetivo foram focalizados:

- Levantamento de campo das características principais da via fluvial e das embarcações;
- Verificação da existência e avaliação dos efeitos/impactos das barcaças e empurradores nas margens e meandros do rio;
- Contribuição para a análise interdisciplinar dos impactos ambientais observados na viagem e proposição de diretrizes para futuros estudos.

As informações e os dados relativos às observações de campo e à bibliografia consultada mostraram-se suficientes para o cumprimento do objetivo principal deste trabalho de diagnosticar os efeitos ambientais visíveis produzidos pela atual navegação no rio Paraguai, sugerindo medidas imediatas e de médio prazo que permitam evitar e/ou minimizar os prejuízos ambientais, bem como linhas prioritárias de pesquisa.

Coletas de amostras de água foram feitas em 22 locais e deverão ser analisadas dentro de um estudo limnológico completo da bacia do Alto Paraguai. Durante a viagem realizaram-se algumas análises químicas, a bordo do Baía das Pombas I, como a verificação de concentração de oxigênio, pH e condutividade, além do preparo de amostras para filtração em filtros especiais (1,0 µm de diâmetro) e preservação para as análises laboratoriais de nutrientes (carbono, fósforo e nitrogênio), íons (sódio, potássio, ferro, manganês, cálcio, magnésio, sílica e cloreto), material em suspensão fino/grosso e alcalinidade. Foram coletadas amostras de fitoplâncton, zooplâncton e bacterioplâncton para se determinar a biodiversidade e abundância desses grupos.

Coletas de amostras de solo das margens e do leito do rio foram realizadas para complementar os relatórios de geomorfologia e sedimentologia, respectivamente, em pontos considerados de interesse dos pesquisadores. As análises, que serão realizadas pela Embrapa Pantanal, são: granulometria (% de areia, silte e argila), conteúdo de matéria orgânica e outras específicas para a sedimentologia.

Os procedimentos a bordo do barco Baía das Pombas I compreenderam observações envolvendo a geometria do rio, os materiais de deposição fluvial, os materiais ocorrentes nas margens e os comportamentos erosivo, de desmoronamento e de deposicionamento, procurando-se identificar trechos característicos, de comportamento relativamente homogêneo e sua caracterização no que se refere, em especial, à suscetibilidade e instalação dos processos erosivos marginais.

Para cada trecho de comportamento relativamente homogêneo procurou-se caracterizar as margens do rio e os processos erosivos e deposicionais atuantes. Essa caracterização foi realizada em locais determinados das margens do rio, como os taludes expostos (barrancos), destacando-se as diferentes camadas morfologicamente distintas e descrevendo-se seus materiais constituintes e o comportamento dos processos erosivos e de deposicionamento. Em alguns casos, amostras de cada camada foram coletadas para análises de laboratório, de forma a verificar suas características granulométricas.

Tendo em vista o objetivo principal deste relatório, é importante distinguir ao longo do rio os trechos de comportamento relativamente homogêneo com base nos seguintes critérios:

- geometria do traçado fluvial, considerando a sinuosidade do rio e sua largura média;
- materiais de ocorrência das margens do rio, tanto no aspecto pedológico, como geológico (materiais inconsolidados e rochosos);
- altura média destes leitos marginais (barrancos) e sua conformação;
- comportamento erosivo dos materiais das margens e dos depósitos de sedimentação e/ou assoreamento, formando praias, novos barrancos marginais ou ilhas.

Estes trechos foram caracterizados quanto aos aspectos gerais da paisagem e de morfologia fluvial e quanto às características específicas dos materiais marginais e seu comportamento erosivo e de desbarrancamentos, analisando-se as causas e conseqüências passíveis de previsão.

### Geometria Fluvial

As observações ao longo de todo o trecho, em relação à geometria fluvial, foram baseadas na configuração das margens considerando a declividade e a altura dos barrancos e a presença de diques marginais.

As Cartas Náuticas elaboradas pela Marinha do Brasil em 1974, algumas corrigidas até 1994, serviram de referência para a quilometragem do rio, que tem o ponto zero na sua foz, no rio Paraná, na Argentina. Os tipos de meandros identificados foram classificados conforme a sinuosidade, geometria do canal fluvial (comprimento do meandro, raio de curvatura e largura do rio) e evolução. Foram relatadas a freqüência e a geometria das ilhas, bem como seu estágio de equilíbrio. Deve-se salientar que a mudança de um trecho para outro não ocorre de maneira brusca, mas de forma gradual.

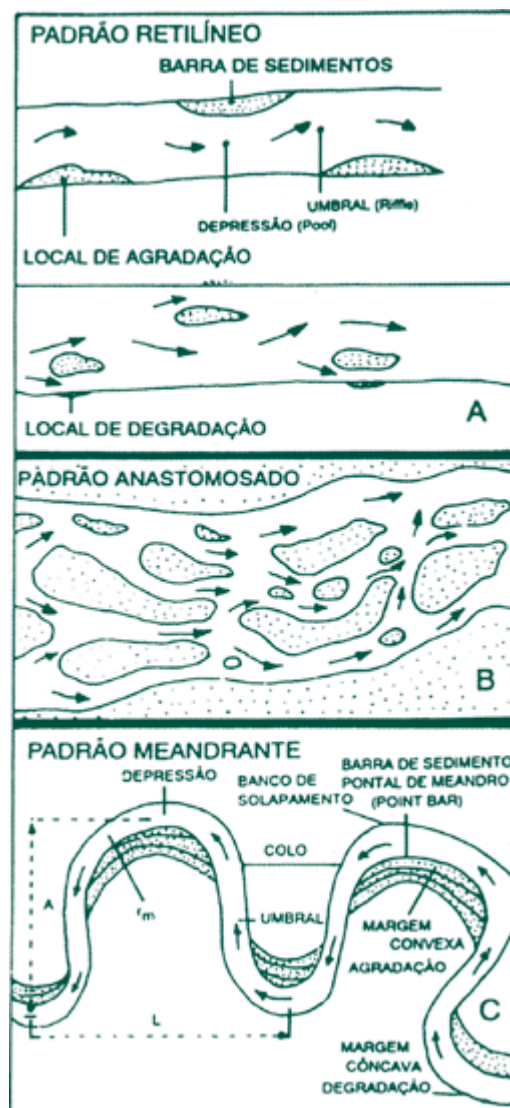


FIGURA 5.1: TIPOS DE PADRÕES DE CANAIS

(A) PADRÃO RETILÍNEO; (B) PADRÃO ANASTOMOSADO; (C) PADRÃO MEANDRANTE; (L) COMPRIMENTO DO MEANDRO; (A) AMPLITUDE; (RC) RAIOS MÉDIO DA CURVATURA DO MEANDRO.

Fonte: Bigarella et al., 1979. apud Fonte: Aibrecht, K.J. & Iavares, F.X.S., 1999, Processos de Degradação das Margens do rio Paraguai, Relatório da Expedição Científica, 3 14/11/99, CEBRAC, Cuiabá Brasília;

## Comportamentos Erosivo e de Desmoronamento

Estes comportamentos foram caracterizados quanto aos aspectos gerais da paisagem e morfologia fluvial e quanto às características específicas dos materiais marginais em relação aos processos erosivos e de desbarrancamentos. Analisou-se as causas e conseqüências passíveis de previsão, bem como a dinâmica de funcionamento desses processos ao longo dos trechos de comportamentos homogêneos.

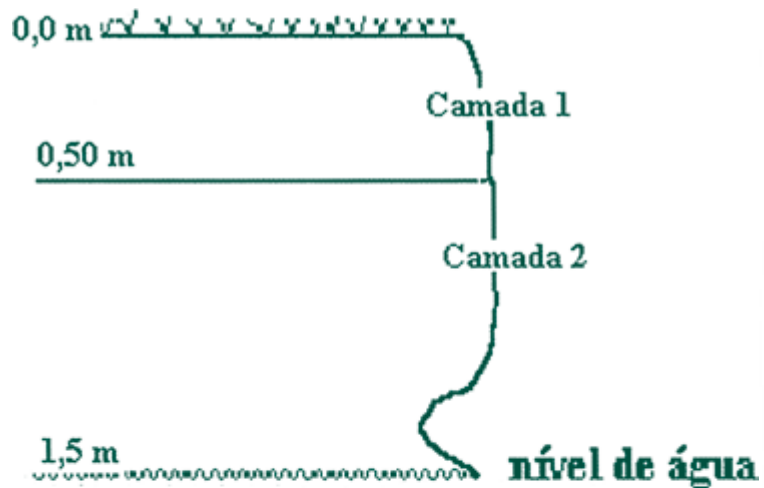
Além das observações sobre as margens, a equipe contou com o apoio de um especialista em sedimentologia que realizou batimetrias no trecho da viagem entre Cáceres e Porto Murinho. Já entre Cáceres e Corumbá, foram realizadas batimetrias em locais determinados pelo especialista, desta vez com um equipamento menos preciso. Foi realizado, ainda, um levantamento especial no local conhecido como “Morrinho” (16°41’83”S -57°48’90”W) onde há proposição de instalar um terminal granelero.

A dinâmica dos sedimentos e escoamentos com superfície livre deveria ser, também, objeto de pesquisa específica no trecho inspecionado. Só através de um estudo desse tipo será possível avaliar os impactos diretos e indiretos da possível implantação do projeto hidrovía.

As intervenções decorrentes da implementação informal da hidrovía já envolvem freqüentes operações de dragagem. Para discutir os impactos prováveis dessas operações foram produzidas duas matrizes de Causas e Conseqüências, interdependentes, de ações de origem externa ao meio natural que alteram as condições originais e, assim sendo, são potencialmente poluidoras [Gruat, 1977]:

- Devido à Dragagem do Leito do rio e
- Devido à Navegação Fluvial.

Essas matrizes são apresentadas a seguir e têm o objetivo de facilitar a análise dos resultados dessas intervenções.



FIGURAS 5.2 E 5.3: CONFIGURAÇÕES DOS DIQUES MARGINAIS, ESTABILIDADE E DESMORONAMENTO

## As conseqüências se tornam novas causas

As variações morfológicas dos trechos de rios resultam de variações isoladas e/ou simultâneas das variáveis dependentes e independentes. Variáveis independentes são as vazões líquida e sólida. Variáveis dependentes são largura, profundidade, declividades médias do trecho e capacidade do escoamento em formar meandros.

Quando uma variável dependente sofre uma alteração, com as variáveis independentes permanecendo constantes, a grandeza alterada tende a reencontrar o seu valor original de equilíbrio. Mas, contrariamente, se a alteração for em uma das variáveis independentes, as grandezas dependentes tenderão a se ajustar às novas imposições, buscando outra situação de equilíbrio.

Somente com uma análise desse tipo é possível tecer considerações sobre os Prognósticos Sedimentológicos e Morfológicos dos trechos dos escoamentos sujeitos às interferências naturais e antrópicas.

Cabe observar que a dragagem do leito do rio modifica as variáveis dependentes dos processos morfológicos, provocando alterações temporárias no equilíbrio sedimentológico. O escoamento tende, em seguida, a restaurar os valores destas variáveis, o que torna a operação de dragagem repetitiva e sem fim, não se podendo conceber a hidrovía no rio Paraguai sem dragagens periódicas e/ou contínuas.

O trecho do rio Paraguai de Cáceres a Porto Murtinho é caracterizado por valores baixos de declividade, por um solo sedimentar em quase sua totalidade e pelo equilíbrio interdependente entre as inundações, com seus suprimentos de sedimentos à bacia hidrográfica, a flora exuberante que daí decorre e que contribui para a sustentação do solo, a fauna, em particular, a ictiofauna, valores turísticos internacionais do Pantanal. Por isto, essa região é extremamente sensível às intervenções antrópicas, entre elas, a dragagem do material do leito.

A dragagem do leito do rio tem três conseqüências imediatas:

- criação de uma macroturbulência localizada;
- aprofundamento do leito do rio;
- entrada em suspensão de sedimentos finos.

Tais conseqüências se tornam rapidamente causas de novas situações, onde se destacam os seguintes impactos:

- surgimento de suspensões residuais;
- opacidade da água;
- depósitos sobre o fundo e margens;
- colmatagem do leito;
- ressuspensão dos depósitos;
- modificações morfológicas do trecho do rio;
- modificações nas trocas lençol freático-rio;
- modificações do regime hidráulico;
- problemas relacionados com a flora e a fauna.

Causas →	Dragagem do Leito	Macroturbulência Localizada	Aprofundamento do Leito	Suspensão de Sedimentos Finos	Suspensões Residuais	Opacidade da Água	Depósitos no Fundo	Colmatação do Leito	Ressuspensão dos Depósitos	Morfologia do Leito	Trocas entre Lençol-Rio	Regime Hidráulico	Problemas Flora-Fauna
Conseqüências ↓													
Macroturbulência Localizada	◆												
Aprofundamento do Leito	◆												
Suspensão de Sedimentos Finos	◆												
Suspensões Residuais		◆							◆	◆		◆	◆
Opacidade da Água					◆								
Depósitos no Fundo		◆		◆					◆	◆		◆	◆
Colmatação do Leito										◆			
Ressuspensão dos Depósitos		◆					◆	◆				◆	
Morfologia do Leito			◆				◆		◆			◆	
Trocas entre o Lençol-Rio			◆					◆		◆			
Regime Hidráulico			◆				◆	◆		◆	◆		
Problemas Fauna-Flora			◆		◆	◆	◆	◆	◆	◆		◆	

TABELA 5.1: MATRIZ DE CAUSAS E CONSEQÜÊNCIAS DA DRAGAGEM DO LEITO DO RIO

Fonte: [Wilson-Jr, 1996]

Nota: o símbolo “◆” indica a primeira relação entre causas e conseqüências e as setas partem destas últimas, agora como causas, para novas conseqüências provocadas.

### Navegação Fluvial e o Meio Físico

A Navegação Fluvial pode ser considerada como uma ação exterior que provoca modificações nos meios físico, biótico e socioeconômico. Todavia, o trabalho aqui relatado focaliza particularmente as conseqüências da navegação sobre o meio físico. As três conseqüências imediatas e analisadas abaixo são:

- modificações dos processos sedimentológicos;
- modificações dos processos morfológicos; e
- modificações dos recursos hídricos.

### Modificações dos Processos Sedimentológicos

As causas de alterações do equilíbrio sedimentar e da produção de sedimentos nas regiões marginais e calhas do rio observadas durante a viagem de estudos foram:

- o desenvolvimento na região de cidades e infra-estruturas turísticas, com construções de hotéis, pousadas, rodovias, pontes e outras obras civis;
- o lançamento de esgotos domésticos e detritos diretamente nos escoamentos fluviais;
- a extração e transporte de minérios nas sub-bacias principal e secundárias;
- as dragagens para extração de material para a construção civil e para a criação e manutenção de canais de navegação;
- a destruição das paredes laterais naturais da calha principal e do fundo do leito devido à navegação inadequada.

Uma ocupação territorial desordenada leva, muitas vezes, à degradação da flora e da fauna e ao conseqüente aumento na produção de sedimentos. Com isso, devido à ampliação das áreas suscetíveis de serem erodidas, todas as fases do processo sedimentológico são afetadas, destacando-se:

- o carreamento do material sólido da bacia hidrográfica para os cursos d'água;
- a concentração de sedimentos em suspensão nos rios;
- os transportes em suspensão;
- a deposição de sedimentos nas depressões e vales da bacia hidrográfica; e
- o assoreamento dos cursos d'água, reservatórios e lagoas, entre outros.

### **Modificações dos Processos Morfológicos**

Essas modificações, que decorrem diretamente das interferências nos processos sedimentológicos, são graves por causa da fragilidade do equilíbrio sedimentar vigente na bacia do rio Paraguai e na região do Pantanal. As modificações dos processos sedimentológicos afetarão tanto as variáveis dependentes, quanto as variáveis independentes.

Caso fossem alteradas somente as variáveis dependentes, como ocorre, por exemplo, nas operações de dragagem de estabelecimento de canais de navegação, haveria uma tendência dos escoamentos recuperarem os valores básicos dessas variáveis, ou seja, uma tendência contrária aos interesses da obra e da própria hidrovía. Surgiria, então, a necessidade de novas operações de manutenção, tais como as operações de dragagens intermitentes e contínuas, para a manutenção das dimensões dos canais de navegação e acostagem, e obras de fixação das margens e dos cursos retificados.

Entretanto, se houver remoção das soleiras rochosas do rio Paraguai, pode ocorrer um aumento da drenagem diminuindo a inundação sazonal de extensas áreas do Pantanal (Gomes, 1998).

Se as variáveis independentes – vazões líquida e sólida – forem alteradas, os padrões dinâmicos dos meandros e de suas deformações naturais serão alterados e, como os efeitos das deformações dos meandros são progressivos, qualquer mudança na forma ou outras dimensões de um meandro, ou somente da declividade do fundo, irá refletir nas formas dos meandros seguintes.

### **Modificações dos Recursos Hídricos**

Os próprios atrativos comerciais da hidrovía devem acelerar a ocupação da Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai, gerando alterações no solo e, também, nas variáveis independentes que caracterizam os processos sedimentológicos e morfológicos.

O Sistema Hidrográfico será também modificado a partir dos novos valores dessas variáveis geradoras dos processos morfológicos.

Para fazer um prognóstico do impacto dessas modificações é necessário que se conheça as condições hidráulicas e sedimentológicas naturais da Bacia Hidrográfica do rio Paraguai e que se acompanhe suas modificações (espacial e temporal) *in-situ*.

Os resultados diretos da navegação fluvial sobre o meio físico provocam novos impactos sobre o meio natural, gerando uma matriz qualitativa complexa, onde os seguintes efeitos aparecem ora como causa, ora como consequência:

- erosão das margens;
- ocupação das faixas marginais de proteção;
- assoreamento dos cursos d'água e reservatórios;
- suspensão de sedimentos finos;
- ressuspensão dos depósitos de sedimentos;
- opacidade da água;
- modificações nas trocas lençol frático – rio;
- aprofundamento da calha fluvial;
- retificação dos meandros;
- corte dos laços dos meandros;
- impacto das embarcações nos barrancos e no fundo do rio e lagos (baías);
- modificações do regime hidráulico;
- deterioração da qualidade das águas;
- problemas relacionados com a flora e a fauna.



Causas Conseqüências	Causas												
	Hidrovia Fluvial	Modificação Proc. Sedimentométricos Localizada	Modificação Proc. Morfológicos	Modificação dos Rec. Hídricos	Concentração de Sed. Suspensão	Assoreamento Cursos de Água	Aumento Produção de Sedimentos	Trocas entre Lençol-Rio	Dinâmica dos Meandros	Drenagem do Pantanal	Qualidade das Águas	Regime Hidráulico	Problemas Flora-Fauna
Modificação Proc Sedimentométric.													
Modificação Proc Morfológicos													
Modificação dos Rec. Hídricos													
Concentração Sed. Suspensão		◆											
Assoreamento Cursos d'água													
Aumento Prod. Sedimentos													
Trocas entre o Lençol-Rio													
Dinâmica dos Meandros													
Drenagem do Pantanal													
Qualidade das Águas													
Regime Hidráulico													
Problemas Fauna-Flora													

TABELA 5.2: MATRIZ QUALITATIVA SIMPLIFICADA DAS CAUSAS E CONSEQÜÊNCIAS SOBRE O MOVIMENTO SEDIMENTAR DA IMPLANTAÇÃO DE HIDROVIA NO RIO PARAGUAI.

Fonte: [Wilson-Jr,1 996]

Nota: o símbolo “◆” indica a primeira relação entre causas e conseqüências e as setas partem destas últimas, agora como causas, para novas conseqüências provocadas.

## 6. SITUAÇÃO ATUAL RESULTANTE DA NAVEGAÇÃO INDUSTRIAL NO ALTO RIO PARAGUAI

### 6.1. INTRODUÇÃO E DESCRIÇÃO DO TRANSPORTE FLUVIAL INDUSTRIAL

#### Características dos Comboios:

Os comboios atualmente navegando no rio Paraguai têm sua formação máxima permitida definida pela Capitania Fluvial do Pantanal. De acordo com as “Normas e Procedimentos da Capitania Fluvial do Pantanal” (1999), as restrições quanto à formação dos comboios aplicam-se de forma genérica. Os itens 2 e 3 abaixo são transcrições dessas Normas:

2. Na área de Porto Esperança – Km 1.390 do rio Paraguai, sob a ponte ferroviária Eurico Gaspar Dutra, os empurradores somente poderão trafegar com, no máximo, 4 barcaças empurradas;
3. Os comboios deverão cumprir o que determina o Acordo da Hidrovia Paraguai-Paraná a respeito das dimensões máximas permitidas para os mesmos (290m x 50m constituindo-se, em média, no máximo de 16 barcaças mais o empurrador);”

Segundo informações levantadas junto às autoridades da Capitania Fluvial do Pantanal, não existem outras restrições aplicadas aos comboios. Ainda de acordo com estas autoridades, há um estudo realizado por um Grupo de Trabalho Interministerial para avaliar a navegação de comboios no rio Paraguai. No entanto, a equipe da expedição não teve acesso a esse trabalho.

Há a necessidade, portanto, de definirem-se padrões mais restritos para as formações máximas, especialmente para os trechos de maior dificuldade para a navegação que ocorre nos trechos de Cáceres a Barra Norte do Bracinho e de Barra Norte do Bracinho a foz do rio São Lourenço.

Conforme informações fornecidas por pescadores e residentes, até o início de novembro comboios de chatas trafegavam regularmente até Cáceres usando a formação 3x3, ainda que à época o nível do rio estivesse muito baixo. É importante ressaltar que a formação máxima recomendada pelo consórcio liderado pela Hidroservice, no projeto de engenharia realizado para o CIH, foi de 2 x 2.

Durante todo o percurso da viagem, até a chegada a Porto Murtinho em 13 de novembro de 1999,



FOTOGRAFIA 6.1: COMBOIO COM 20 (5 X 4) BARCAÇAS PASSANDO EM PORTO MURTINHO, DIA 14.11.99



FOTOGRAFIA 6.2: COMBOIO COM 20 (5 X 4) BARCAÇAS PASSANDO EM PORTO MURTINHO, DIA 14.11.99

nenhum comboio foi visto pela expedição no trecho visitado. No dia 14 (Domingo), ao final da jornada, o tráfego foi retomado. Foi possível observar, então, dois comboios subindo em direção à Corumbá: um com formação 5x4 (total de 20 barcaças, acima da formação máxima determinada no Acordo da HPP, (fotografias 6.1 na página 35 e 6.2 acima) e outro menor com formação 3x4.

Além dos comboios acima mencionados, foram vistas barcaças estacionadas em Cáceres e Corumbá. Do que foi possível observar, não há elementos completamente padronizados, seja no que diz respeito às chatas, seja quanto às dimensões e características dos empurradores.

De acordo com as informações preliminares obtidas junto à Capitania Fluvial do Pantanal, três empresas operam na área com chatas de dimensões variadas. Uma delas possui comprimento entre 40 e 60 metros, boca variando entre 11 e 12 metros e calado máximo entre 1,8 e 3,0 metros. Ainda de acordo com o relato pessoal das autoridades, os empurradores que atuam na região são dotados de propulsão e sistema de governo convencionais.

As dimensões principais exatas desses elementos navegando na via não estão disponíveis no momento. Um conhecimento mais detalhado dessas informações, no entanto, deverá contribuir para um estudo complementar de engenharia visando otimizar e aprimorar a navegação de comboios na região.

## 6.2 - PRINCIPAIS IMPACTOS CONSTATADOS NO AMBIENTE NATURAL

A degradação das margens do rio Paraguai por impactos de embarcações foi verificada já no perímetro urbano de Cáceres: grande parte das margens côncavas encontram-se com barrancos rompidos pelo embate das embarcações, às vezes em trechos de dezenas de metros.

Foram observados impactos de grande magnitude nos diques marginais do rio, o que resultou em derrubada da vegetação ciliar devido aos evidentes choques de comboios com as margens, principalmente na região entre Cáceres e a lagoa Guaíba, com maior destruição no trecho Bracinho (90%) – na área da Estação Ecológica de Taiamã – até a lagoa Guaíba.

Além do desmoronamento das margens – numa aparente tentativa de forçar o alargamento do canal e/ou corte de meandros com a provável utilização de comboios com dimensões desproporcionais à calha do rio – observou-se a quase total destruição dos diques marginais entre o rio e as lagoas Uberaba e Guaíba. Foi registrada, ainda, uma área de dragagem ativa (16°32'78" S -

57°49'93" W) e outras duas demarcadas para provável dragagem: uma próxima e à jusante da área de dragagem ativa e outra ao lado da baía Guaíba (17°42'88" S – 57°41'17"W).

Ao longo do trecho superior do rio Paraguai observa-se, em quase todas as curvas, o efeito da dinâmica erosiva marginal, isto é, erosão das margens côncavas e sedimentação nas margens convexas.

A preservação dessas margens depende da presença de vegetação, que tem duplo papel protetor: retenção do solo orgânico pelo poder agregador das raízes e manutenção da umidade natural do solo, pelo sombreamento, garantindo a não destruição da camada inferior argilosa em consequência do fissuramento. Este fenômeno é o resultado da expansão e contração do solo, devido ao umedecimento e secagem repetidamente.

A erosão de agregados da camada inferior conduz ao deslocamento da camada superior orgânica e, portanto, ao seu desmoronamento. Com a intensificação desse fenômeno, os taludes marginais tendem a desmoronar, com recuo remontante. Na zona de percolação da lâmina de água (zona de contato da água do rio com o barranco) o avanço erosivo é mais intenso, descalçando as porções superiores da camada argilosa, normalmente fissurada e frágil, e conduzindo ao seu desprendimento.

Salienta-se a rápida destruição da matéria orgânica quando desprotegida da cobertura vegetal, favorecendo o seu carreamento que, nesse caso, poderia ser levado para as águas do rio. A retirada da matéria orgânica da superfície da terra facilita ainda mais a ação erosiva, tanto pelas águas do rio quanto pelas águas da chuva. Assim, mais uma vez vale ressaltar a necessidade de preservar a cobertura vegetal da planície de inundação do rio Paraguai, especialmente a que ocupa as suas margens.

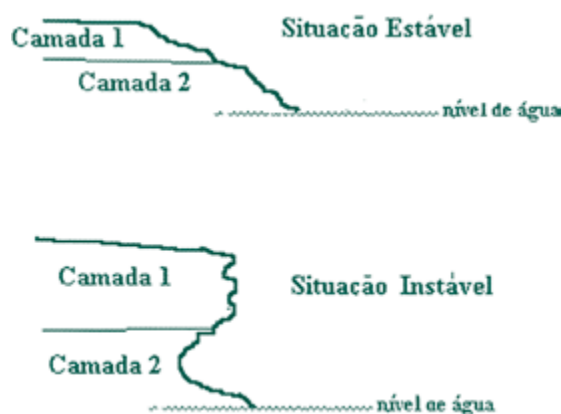


FIGURA 6.1: ESTABILIDADE E INSTABILIDADE DE TALUDES

Fonte: Albrecht, K.J. & Tavares, EX.S., 1999, Processos de Degradação das Margens do rio Paraguai, Relatório da Expedição científica, 3-14/11/99, CEBRAC, Cuiabá-Brasília;

Na área da Estação Ecológica de Taiamã presencia-se, também, a degradação das margens pelas embarcações: o solo é argiloso (Solo Hidromórfico) e os barrancos, com alturas que dificilmente ultrapassam 50 centímetros, apresentam-se desfeitos. Em função dessa baixa altura dos barrancos, as embarcações chegam a invadir parte das margens destruindo a vegetação e, às vezes, sulcando a superfície do terreno da planície, provocando empoçamento de água do lençol freático pouco profundo.

Nessa região nota-se a ocorrência comum de braços e corixos que acompanham as margens do rio Paraguai, resultado da forte sinuosidade com reduzidas distâncias, às vezes da ordem de

alguns metros. Nesses casos, os riscos de rompimentos da faixa marginal do terreno que separa os canais fluviais são grandes, podendo provocar desequilíbrios com intensificação dos processos erosivos e de assoreamento.



FIGURA 6.2: EROSIÃO NA CAMADA INFERIOR LEVA AO DESMORONAMENTO DA SUPERIOR

Fonte: Albrecht, K.J. & Tavares, F.X.S., 1999, Processos de Degradação das Margens do rio Paraguai, Relatório da Expedição científica, 3-14/11/99, cEBRAC, Cuiabá-Brasília;

Logo após a jusante da Estação de Taiamã, na embocadura do rio Bracinho (Jacaré), o rio Paraguai se alarga mas mantém-se profundo. Suas margens passam a despontar taludes mais altos que podem atingir dois metros, constituídos por solos hidromórficos argilosos. A cobertura vegetal que era de campo modifica-se para matas com alta densidade de cobertura.

Nos taludes, quando preservados, nota-se a ocorrência de vegetação rasteira com grande quantidade de aguapés junto à lâmina de água. Nesses casos, faixas de diques marginais marcam a mudança da paisagem. A cobertura vegetal sobre os diques marginais dá boa proteção contra a erosão.



FOTOGRAFIA 6.3: DIQUES MARGINAIS SÃO BEM PROTEGIDOS CONTRA A EROSIÃO POR VEGETAÇÃO RASTEIRA E AGUAPÉS (ENTRE KM 2.101 E KM 2.063)

Entretanto, o embate das embarcações nas margens côncavas leva a processos erosivos acelerados, como os que foram observados.

Pode-se afirmar, com base nas observações, que a exposição dos solos nos taludes marginais acompanhados do desenvolvimento de processos de degradação por erosão e desmoronamento deve-se, em grande parte, ao embate das embarcações. O que se observa não são danos esparsos, possivelmente acidentais. São registros de impactos em quase todas as curvas mais restritas, deixando claro que a



FOTOGRAFIA 6.4: MARGENS SEM PROTEÇÃO DA VEGETAÇÃO, POR EMBATE DE EMBARCAÇÕES, E SUJEITAS A PROCESSOS EROSIVOS ACENTUADOS (ENTRE KM 2.100 E KM 2.063, ACIMA DE DESCALVADOS)

navegação no trecho está sendo feita sobre as margens. Isso, naturalmente, não aconteceria se houvesse um adequado dimensionamento e perfeito desempenho da embarcação. Locais onde não se observam as agressões por parte das embarcações encontram-se totalmente preservados, com densa cobertura vegetal, de porte baixo e alto, protegendo os taludes marginais (fotografias 6.5 e 6.6 a seguir).



FOTOGRAFIAS 6.5 E 6.6: LOCAIS TOTALMENTE PRESERVADOS SEM AS AGRESSÕES DAS EMBARCAÇÕES COM A DENSA COBERTURA VEGETAL NATURAL PROTEGENDO OS TALUDES MARGINAIS (APÓS KM 49,4 DO BRACINHO)

Mesmo com o aumento significativo da largura do rio, observam-se locais degradados pelo embate das embarcações, geralmente nas curvas, (em suas margens côncavas).

Passando pela entrada das baías Uberaba e Guaíba, o rio Paraguai perde muita água tornando-se mais estreito. As margens côncavas do rio aproximam-se muito das margens das próprias baías, aumentando o risco de rompimento da estreita faixa marginal de terreno que os separa.



FOTOGRAFIA 6.7: FAIXA MARGINAL ESTREITA SEPARANDO A BAÍA GUAÍVA DO RIO PARAGUAI (ENTRE KM 1.790 E KM 1.740)

A preservação de margens com envolvimento dos taludes marginais pela vegetação natural passa a dominar a partir de aproximadamente dez quilômetros à jusante da desembocadura do rio Cuiabá/São Lourenço. Essa constatação é uma evidência de que a degradação de taludes marginais se deve, exclusivamente, à ação antrópica e não à natureza da dinâmica fluvial. Nessas diferentes situações de taludes marginais, os processos erosivos e de desmoronamentos somente foram observados em margens desprovidas da cobertura vegetal e/ou rompidas pelo embate das embarcações. Nas margens com cobertura vegetal é notório a proteção do talude. Parte desses taludes encobertos pela vegetação apresentam inclinação favorável à estabilidade, o que garante ainda mais a sua preservação.

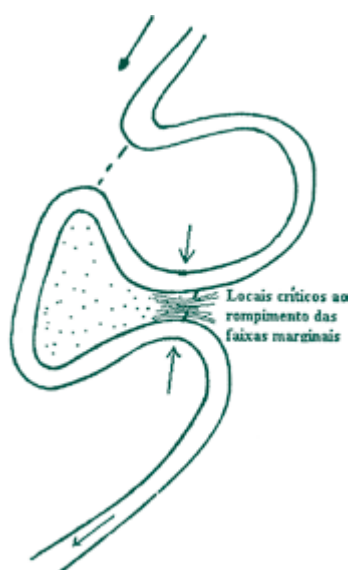


FIGURA 6.3: LOCAIS CRÍTICOS DE ROMPIMENTO DE FAIXAS MARGINAIS

Fonte: Albrecht, K.J. & Tavares, FX.S., 1999, Processos de Degradação das Margens do rio Paraguai, Relatório da Expedição Científica, 3-14/11/99, CEBRAC, Cuiabá-Brasília;

### 6.3 – IMPACTO DA NAVEGAÇÃO SOBRE O PATRIMÔNIO ARQUEOLÓGICO

O Pantanal possui um rico patrimônio arqueológico, representado pelos materiais relacionados a diversos povos indígenas que ocuparam a região e desenvolveram estratégias de adaptação específicas para um meio sazonalmente inundado. Tais povos apresentaram distintos sistemas de subsistência como respostas culturais ao meio pantaneiro, uns baseados na caça-pesca-coleta e outros incluindo manejo de espécies vegetais ou mesmo prática agrícola.

Os sítios arqueológicos são referências e registros existentes sobre populações extintas ou sobre o passado remoto de grupos étnicos presentes até momento. Por outro lado, guardam informações sobre aspectos da colonização que não constam dos registros históricos escritos. Por meio da pesquisa arqueológica é possível resgatar informações e referências sobre as populações que produziram os vestígios encontrados, sejam estas extintas ou não.

Em função disso, os sítios arqueológicos são protegidos pela legislação brasileira que proíbe a destruição total ou parcial dos mesmos antes de serem devidamente pesquisados (Artigo 3º da lei federal nº 3924/61). Interferências que levem à sua degradação são consideradas crime contra o Patrimônio Nacional (Artigo 5º da lei federal nº 3924/61).

Afinal, o potencial para pesquisa dos sítios arqueológicos depende, em grande parte, de seu estado de conservação. A destruição de estruturas ou de material arqueológicos, ou mesmo a descontextualização dos mesmos, representa perda de informação. Uma vez alterados ou perdidos, não há forma de recomposição ou resgate da informação.

Nos últimos anos, levantamentos de campo realizados no Pantanal<sup>1</sup> registraram a presença de centenas de sítios arqueológicos que corroboram a diversidade cultural já apontada pelos dados etno-históricos disponíveis.

Com base nos levantamentos efetuados em campo, também foi possível identificar os principais fatores que influem no estado de conservação dos sítios. Observou-se que há uma relação direta entre diferentes graus de destruição dos sítios, a sua implantação em diversos setores da paisagem geográfica pantaneira e as alterações do meio físico decorrentes de processos naturais e antrópicos. Para informações sobre os sítios arqueológicos do Alto Paraguai e dos impactos a que estão submetidos consultar Migliácio (1997). Os impactos causados por processos naturais em geral têm se mostrado mais lentos, gradativos e menos destrutivos do que aqueles decorrentes da interferência humana atual no meio.

Os sítios mais impactados são aqueles localizados ao longo do rio Paraguai onde as atividades antrópicas são mais concentradas. Com isso, tem-se perdido preciosas referências sobre as populações pré-coloniais ribeirinhas, especialmente na região de Cáceres, onde ocorrem vestígios arqueológicos de populações ceramistas que se estabeleceram em grandes aldeias e apresentam características ainda não encontradas em nenhuma outra região do território brasileiro.

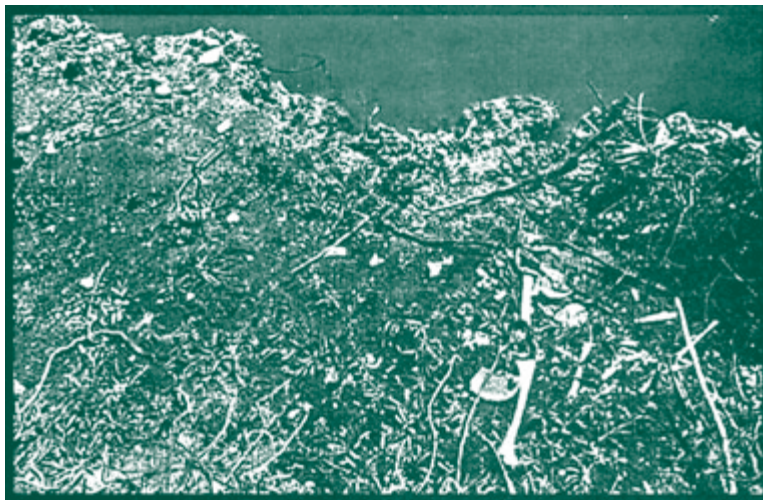
Um dos fatores de maior pressão sobre esses sítios é o tipo de navegação fluvial que está sendo

---

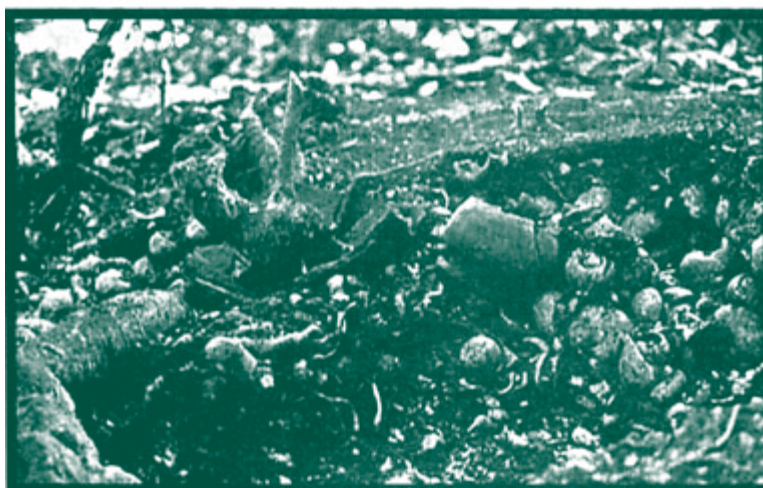
<sup>1</sup> Trata-se das pesquisas realizadas pelo *Programa Arqueológico do Mato Grosso do Sul – Projeto Corumbá*, sob a coordenação do Prof. Dr. Pedro Ignácio Schmitz (ver Schmitz, 1993), pelo *Projeto Pantanal Arqueológico* – Instituto Centro de Vida – ICV, sob a coordenação da Mestranda em Arqueologia Maria Clara Migliácio (ver Migliácio, 1997) e o projeto de salvamento arqueológico desenvolvido no âmbito das obras do Gasoduto Brasil-Bolívia pelos arqueólogos brasileiros Jorge Eremites de Oliveira e José Luis Peixoto.



praticada no trecho superior do rio Paraguai. Sob a perspectiva arqueológica, os maiores impactos ocorrem especialmente entre a cidade de Cáceres, no Estado de Mato Grosso, e o Parque Nacional do Pantanal, localizado no limite com o Estado de Mato Grosso do Sul, na foz do rio São Lourenço (Cuiabá).



FOTOGRAFIA 6.8: SINO ARQUEOLÓGICO DESTRUÍDO, ÀS MARGENS DO RIO PARAGUAI (GUIMARÃES, S. E SWITKES, G., OUT 1998)



FOTOGRAFIA 6.9: SÍTIO ARQUEOLÓGICO DESTRUÍDO, ÀS MARGENS DO RIO PARAGUAI (GUIMARÃES, S. E SWITKES, G., OIJT 1998)

Embora o projeto de construção da hidrovía (TGCC, 1996) tenha sido aparentemente abandonado, a navegação com embarcações de grande porte está efetivamente ocorrendo.

À despeito da exigência feita no início de 1999 pelo Ministério Público do Mato Grosso, para que o Ministério dos Transportes e a Marinha definissem limites e criassem normas de navegação no trecho mato-grossense do rio Paraguai, neste mesmo ano foram utilizadas embarcações de porte ainda maiores e também composições de comboios de chatas incompatíveis com as características do rio. Além dos prejuízos causados às margens, registrou-se a colisão de uma grande embarcação com as estruturas da Ponte Marechal Rondon, que atravessa o rio Paraguai na altura da cidade de Cáceres.

#### **6.4 – PONTOS COM GRAVES RESTRIÇÕES DE MANOBRA**

Sob o ponto de vista da engenharia naval e do transporte fluvial, as condições de navegabilidade variam consideravelmente ao longo do trajeto realizado no rio Paraguai. Com base nisso, a equipe da expedição analisou o percurso, dividindo-o em três trechos distintos:

**Trecho 1: Cáceres-Barra Norte do Bracinho**

Trecho que vai do km 2.202 ao km 2.042, perfazendo um total de 160 km, registra-se no canal de navegação 66 curvas de raio inferior a 500 m – das quais 10 com raios abaixo de 300 m. A curva mais crítica é a do km 2.194, bem próximo a Cáceres, com raio de curvatura de 200 m e largura do canal da ordem de 50 m, seguida da curva da entrada do Furado do Tuiuiú (km 2.144), com 310 m de raio e também 50 m de largura.

Outros pontos críticos são as curvas dos quilômetros 2.186, 2.176, 2.158 e 2.004, onde os raios da ordem de 200 m ocorrem em pontos com larguras em torno de 70 m implicando (por qualquer critério de dimensionamento) em limitações no comprimento dos comboios próximos a 110 m de comprimento.

A parte à montante de Descalvado (km 2.063) é claramente a mais crítica para fins de navegação. Historicamente, Descalvado era o limite de navegação em águas baixas quando as dragagens não eram realizadas nos passos superiores.

A formação máxima aceitável (convencional) para o trecho seria de 2x2, sendo que em pelo menos dois trechos é necessário o desmembramento para 1x2. A formação 2x2 também é a indicada como limite máximo para o trecho entre Cáceres e Corumbá no estudo do consórcio liderado pela Hidroservice para o CIH, caso se decidisse implementar a hidrovía nesse tramo.

É claro que em um trecho com 66 curvas com raios inferiores a 500 m, a formação legal do Acordo da Hidrovía Paraguai-Paraná (de 290 m por 50 m) é impraticável. Na realidade, mesmo a formação 3x3, que segundo informações de pescadores e residentes tem sido comum, é inadequada e provoca danos ao rio.

**Trecho 2: Barra Norte do Bracinho-foz do rio São Lourenço**

Trecho entre os quilômetros 2.042 e 1.790, com um total de 252 km. Do ponto de vista de navegabilidade, este é o trecho mais crítico em toda a via fluvial Paraguai-Paraná. A expedição iniciou seu percurso descendo pela via alternativa de tráfego no chamado Bracinho e rio Sararé (68 km), ambos estreitos e com algumas curvas muito fechadas. Ao final do trecho as condições de navegabilidade não são melhores. Nas regiões de travessia das lagoas Uberaba e Gaíva, observou-se que as larguras são reduzidas (da ordem de 40 m) e as curvas têm raios muito pequenos.

Entre esses limites, o rio Paraguai corre em terrenos baixos e alagáveis, sendo extremamente sinuoso e com muitas curvas críticas. Entre Barra Sul do Bracinho (km 1.999) e Refúgio Três Bocas (km 1.750), pouco abaixo da Ponta do Morro, o percurso pela hidrovía é de 24 vezes a distância em linha reta. A maior sinuosidade ocorre entre os quilômetros 1.980 e 1.830 (50 km), que distam, em linha reta, 13 km. É, porém, relativamente fundo.

Verifica-se que em praticamente todo o trecho considerado, de 252 km, só podem navegar comboios com (no máximo) 24 m de boca e, mesmo assim, com muitas restrições de cruzamento. Na realidade, em poucos tramos do trecho os comboios podem navegar com formação de chatas em paralelo. Formações em paralelo (aproximadamente 24 m de boca) terão que ser obrigatoriamente desmembradas entre o km 1.852 e o km 1.838 (14 km) e do km 2.058 ao km 1.975, um percurso de cerca de 83 km, devido à pouca largura do canal e a curvas de raios pequenos.

Há nesse trecho cerca de 160 curvas com raio inferior a 500 m (uma a cada 1,5 km em média). Destas, cerca de 134 têm menos de 300 m de raio (84 %) e 6 têm menos de 100 m de raio. A largura do canal, ao longo de grandes extensões, mantém-se com dimensões variando entre 40

e 50 m, sendo essas larguras reduzidas associadas a curvas com raios da ordem de 100 m.

No trecho à jusante da foz do rio Sararé, em pelo menos nove curvas há necessidade de desmembrar o comboio chata a chata. Esses nove pontos críticos são as curvas dos km 1.835, 1.826, 1.812, 1.809, 1.806, 1.805, 1.804, 1.801 e 1.800.

Há referências bibliográficas e informações de pescadores sobre restrições à navegação em certas ocasiões e em alguns locais da via, neste trecho, devido ao acúmulo de vegetação flutuante: regionalmente denominados *balseiros*. Balseiros são tufos isolados ou grandes aglomerados flutuantes que formam verdadeiras ilhas podendo ultrapassar 1.000 m<sup>2</sup> de área e mais de 1,5 m de espessura. Dadas as características da via nesse trecho, muito estreito e meandrado, a navegação noturna de comboios será praticada com altíssimo grau de risco, devendo ser restringida

### **Trecho 3: foz do rio São Lourenço-Porto Murtinho**

Esse trecho, do km 1.792 ao km 995, com um total de 797 km, apresenta leito único de grande largura com um canal amplo e pouco sinuoso, mas com algumas curvas críticas. O maior problema parece ser a passagem sob a ponte Presidente Eurico Dutra (km 1.390).

As larguras do canal de navegação ultrapassam 100 m, com exceção do extremo superior do trecho (10 km) e algumas curvas com 70 m ou mesmo 60 m de largura. O trecho à montante de Ladário tem 24 curvas com menos de 500 m de raio, das quais 11 com menos de 300 m e nenhuma com menos de 150 m.

À jusante de Ladário as larguras quase sempre são maiores que 160 m e há 17 curvas com menos de 1.000 m e apenas uma curva com menos de 500 m de raio. Assim sendo, pode-se admitir o tráfego neste trecho de comboios com até 50 m de boca.

Comboios com 36 m de boca não podem ultrapassar o km 1.753 sem desmembramentos, por insuficiência de largura. Acima de Ladário porém, podem trafegar comboios com mais de 200 m de comprimento apenas com três desmembramentos devido a curvas e com até 150 m de comprimento, sem nenhum desmembramento, até o km 1.753.

De Ladário a Porto Murtinho há condições de tráfego para comboios com 290 m de comprimento, desmembrando apenas nas curvas dos quilômetros 1.184 e 1.097 e com até 240 m de comprimento.

Considera-se que neste trecho há a possibilidade de se praticar a navegação noturna de comboios sem restrições.

## **6.5. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS NAS MARGENS E MEANDROS DO RIO**

Conforme constatado durante a expedição, listam-se abaixo observações consideradas relevantes:

- O trecho superior referido na seção anterior como trecho 1 – está profundamente danificado, indicando que as formações de comboios e os desmembramentos requeridos para navegação normal (sem impacto nas margens) não estão sendo observados. A maioria das curvas do trecho está danificada. São, de fato, centenas de quilômetros de margens e vegetação ciliar destruídos. A grande extensão de danos observada neste trecho deixa patente a inadequabilidade da formação 3x3 que vem sendo empregada pelos comboios.

- No trecho do Bracinho foram observadas regiões de destruição de margens produzidas pelos comboios em praticamente todas as curvas. Os outros trechos do rio Paraguai, até a lagoa Guaíba, sempre muito meandrados, estão também completamente danificados.
- Os danos às margens são impressionantes. As fotografias apresentadas a seguir não deixam dúvidas quanto ao tipo e extensão dos danos que estão sendo provocados às margens da hidrovia nos trechos entre Cáceres e a foz do rio São Lourenço.
- Deve-se observar, especialmente, as marcas em rampa claramente perceptíveis, resultado do arremesso da chata contra a margem como mostram, em particular, as fotografias 6.15, 6.17, 6.18 e 6.21. Esse mesmo tipo de marca foi encontrado freqüentemente ao longo da viagem realizada.



FOTOGRAFIA 6.10: DANOS  
ÀS MARGENS PRODUZIDOS  
POR EMBATE DOS COMBOIOS

FOTOGRAFIA 6.11: DANOS  
ÀS MARGENS PRODUZIDOS  
POR EMBATE DOS COMBOIOS



FOTOGRAFIA 6.12: DANOS  
ÀS MARGENS PRODUZIDOS  
POR EMBATE DOS COMBOIOS

FOTOGRAFIA 6.13: DANOS  
AS MARGENS PRODUZIDOS  
POR EMBATE DOS COMBOIOS



FOTOGRAFIA 6.14: DANOS  
ÀS MARGENS PRODUZIDOS  
POR EMBATE DOS COMBOIOS

FOTOGRAFIA 6.15: DANOS  
ÀS MARGENS PRODUZIDOS  
POR EMBATE DOS COMBOIOS

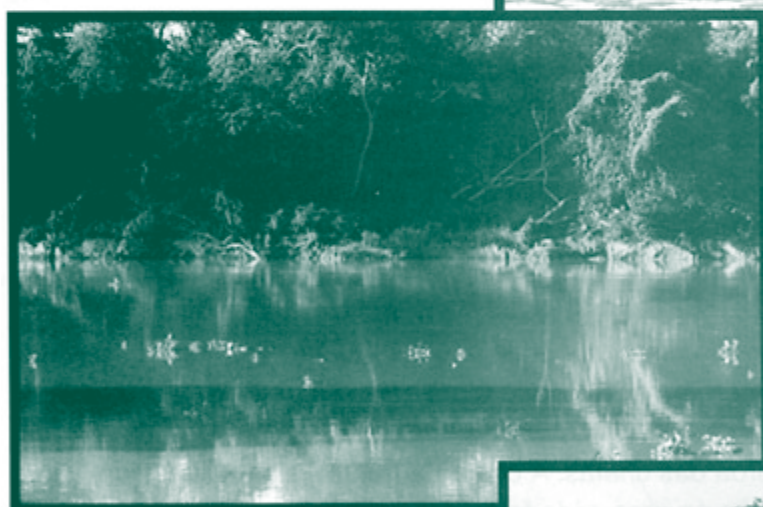


FOTOGRAFIA 6.16: DANOS  
ÀS MARGENS PRODUZIDOS  
POR EMBATE DOS COMBOIOS



FOTOGRAFIA 6.17: DANOS  
AS MARGENS PRODUZIDOS  
POR EMBATE DOS COMBOIOS

FOTOGRAFIA 6.18: DANOS  
ÀS MARGENS PRODUZIDOS  
POR EMBATE DOS COMBOIOS



FOTOGRAFIA 6.19: DANOS  
ÀS MARGENS PRODUZIDOS  
POR EMBATE DOS COMBOIOS

FOTOGRAFIA 6.20: DANOS  
ÀS MARGENS PRODUZIDOS  
POR EMBATE DOS COMBOIOS





FOTOGRAFIA 6.21: DANOS ÀS MARGENS PRODUZIDOS POR EMBATE DOS COMBOIOS

### Danos as margens produzidos por comboios.

- Já o trecho 3, da foz do rio São Lourenço até o Porto Murtinho, pode ser considerado como de navegação bem mais fácil. Coerente com essa percepção, verifica-se que a transposição desse trecho tem-se realizado com danos às margens apenas em alguns pontos restritos.

Com relação a aspectos específicos, foram observadas *in loco* várias centenas de curvas com marcas evidentes de batida dos comboios contra as margens do rio, sendo o trecho mais grave entre Cáceres e a foz do rio São Lourenço. A partir de informações da população local, torna-se evidente que desmembramentos de comboios são feitos sempre que existem riscos de encalhe das barcaças em trechos retos. No entanto, tendo-se em conta os danos quase que contínuos às margens, fica claro que isso não acontece quando se trata da transposição de curvas fechadas. O resultado é o impacto freqüente dos comboios com as margens. O que se observa não são danos esparsos, que poderiam ser argumentados como acidentais. São registros de impactos em todas as curvas mais restritas, deixando claro que a navegação no trecho está sendo feita sobre as margens. Isso, naturalmente, não pode ocorrer quando presume-se que há um adequado dimensionamento e perfeito desempenho da embarcação. A seqüência é a seguinte:

- o comboio não desmembrado procura entrar na curva de raio restrito o mais aberto possível. O piloto arremete o comboio contra a margem do rio, que é mais baixa que a parte inclinada do corpo de vante da chata;
- a estrutura arenosa não danifica a proa das chatas. A chata da frente galga o barranco, arrancando a vegetação ciliar (muitas vezes árvores, vide fotos);
- em seguida ao primeiro arremesso, o piloto dá a ré para logo em seguida arremeter novamente contra a margem em um ponto mais adiante na curva.
- segue nova marcha a ré, repetindo a seqüência anteriormente descrita, até completar a “manobra”, utilizando a margem do rio como “guia”.

O adequado dimensionamento e perfeito desempenho da embarcação permitem a transposição de trechos curvos sem interferência com as margens. A manobra de curvatura de uma embarcação envolve uma largura (referida tecnicamente como sobrelargura) maior que a própria boca da embarcação, devido ao ângulo de deriva que a mesma assume no processo de girar em velocidade.

- A figura 6.4 (página 49) ilustra a seqüência de uma manobra de giro de um comboio corretamente realizada, indicando a sobrelargura necessária no trecho curvo. No entanto, em

- contraposição a essa seqüência bem realizada, as manobras estão sendo praticadas sobre as margens.
- A figura 6.5 (abaixo) ilustra o processo de fazer a curva bem aberta sobre as margens. Na seqüência dessa figura, nas posições identificadas por números pares, o comboio – tendo previamente arremetido – galga as margens. A cada impacto contra a margem, segue-se uma manobra de marcha a ré e nova investida contra a margem logo adiante. O número de arremetidas, aqui exemplificado com cinco posições, poderá variar em conformidade com as dimensões relativas comboio/ curva. Presumivelmente, em algumas curvas mais desfavoráveis, o atrito entre a embarcação e a margem poderá ser quase contínuo sempre que houver limitação de manobras de marcha a ré.

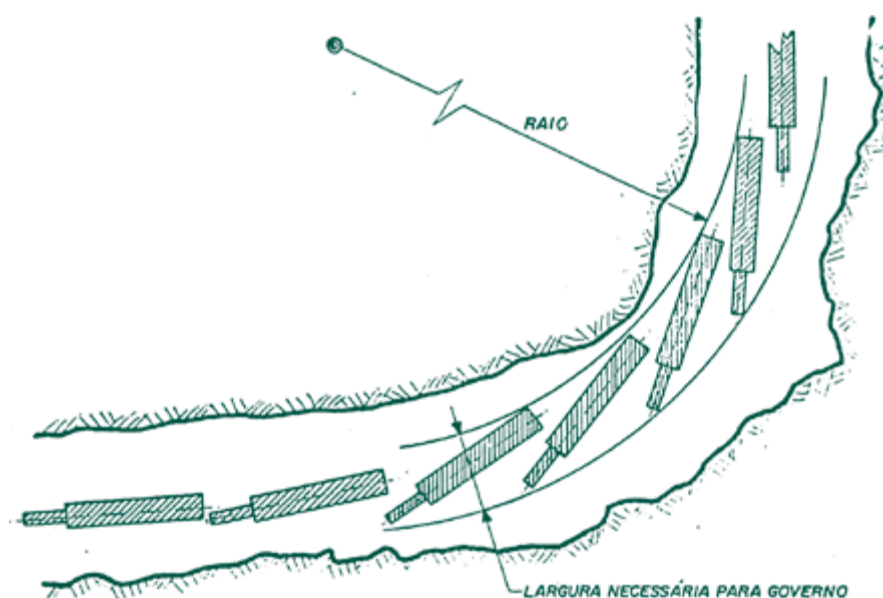


FIGURA 6.4: CURVATURA DE COMBOIO FEITA DE MODO CORRETO

Fonte: Neves, M. A. S., Avaliação Preliminar dos Efeitos Produzidos por Barcaças no Leito e Margens do rio Paraguai, Coppetec, Rio de Janeiro, dez 1999.

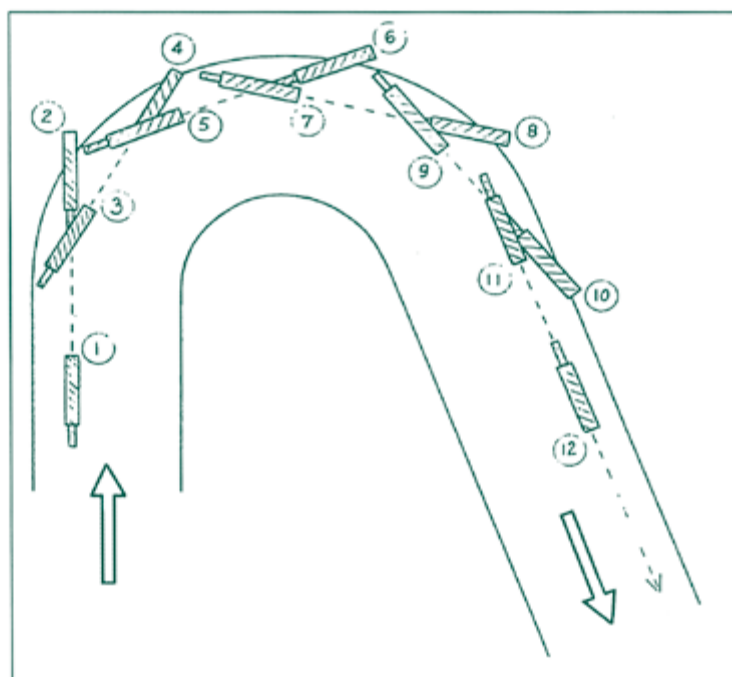


FIGURA 6.5: COMBOIO MANOBRANDO SOBRE A MARGEM DO RIO

Fonte: Neves, M. A. S., Avaliação Preliminar dos Efeitos Produzidos por Barcaças no Leito e Margens do rio Paraguai, COPPETEC, Rio de Janeiro, dez 1999.



Na seqüência de arremessos e reversões, o comboio consegue fazer a curva em raio restrito, minimizando o risco de encalhe na parte interna da curva e sem realizar o devido desmembramento. Como resultado, grande parte da mata ciliar é arrancada.

Em muitas curvas fechadas, há trechos de mais de 200 metros de vegetação ciliar arrancados. Em algumas curvas mais críticas, observou-se que trechos de mais de 1.000 metros foram arrancados.

Essas curvas evidentemente exigem a realização de desmembramento dos comboios. Para evitar esse desmembramento e, assim, reduzir o tempo de viagem<sup>1</sup>, as margens do rio estão sendo utilizadas como elemento de suporte às manobras de curvatura. De acordo com os levantamentos realizados nesta inspeção, o trecho Cáceres-Barra Norte do Bracinho-foz do Jauru tem que ser navegado com formação máxima 2x2 sendo que em pelo menos alguns trechos é necessário o desmembramento 1x2. Esse tipo de observação já constava nos relatórios de Taylor e Hidroservice (1996), obviamente de conhecimento dos armadores.

Muito provavelmente esses impactos estão causando um aumento no material em suspensão, embora ainda de difícil constatação devido à falta de um sistema de medições hidrosedimentológicas contínuas no rio Paraguai.

### Ondas

Os comboios, que navegam com baixa velocidade, produzem ondas com níveis energéticos baixos, potencialmente pouco impactantes para as margens do rio. Na região de Cáceres-foz do Jauru foram observados, no entanto, efeitos de ondas produzidas por lanchas voadeiras. Essas ondas agredem as margens previamente desnudadas de cobertura ciliar pela ação dos comboios atuando, portanto, sobre um meio alterado e fragilizado pela ação antrópica.

Existem informes locais de que os empurradores, quando isolados, produzem ondas altas. Não houve oportunidade de observar empurradores nessas condições pela equipe da expedição.

Relatos colhidos pelos integrantes da equipe indicam, ainda, que cardumes com grandes quantidades de peixes são atingidos pelos propulsores dos empurradores quando estes utilizam sua potência máxima durante a operação de curvar o comboio atritando-se com as margens. Nesse momento de rotação máxima, a sucção do propulsor puxa cardumes inteiros.

Por outro lado, considerando-se que venha a ocorrer uma real e efetiva redução da dimensão e número de comboios nos trechos Cáceres-foz do rio São Lourenço, empurradores de elevada potência deixarão de ser necessários, o que contribuirá para restringir os efeitos de sucção de cardumes e produção de ondas. O efeito das ondas deve ser, também, objeto de maiores estudos.

Os diques marginais são arenosos e argilosos-arenosos em quase toda a extensão da Bacia do Alto Paraguai (BAP) (Amaral Filho, 1986), texturas estas vulneráveis à erosão. Além das ondas há a ação das chuvas que atingem o solo quando os diques estão mais expostos. A chuva aumenta a ação erosiva via escoamento superficial, ainda mais em áreas em que houve queda ou desmatamento da vegetação ciliar por impacto das barcaças.

A quase total destruição dos diques marginais entre o rio e as lagoas Uberaba e Guaíba repre

<sup>1</sup> Um desmembramento em um trecho como o do km 2.058 ao km 1.975, de 83 km de extensão, significa atrasar em pelo menos 16 horas a viagem de um comboio.

senta um impacto grave, que implica em comprometimento – de forma imprevisível – das inter-relações ecológicas desses sistemas aquáticos.

Esta inter-relação é complexa. No período de águas baixas, na área de inundação dos rios, lagos, lagoas e meandros abandonados tornam-se independentes. Mas observa-se que algumas vezes canais abandonados, recobertos por vegetação herbácea e auxiliados pela permeabilidade do solo, predominantemente arenoso, mantêm esta conexão. Nas grandes “baías” a direção do fluxo de água depende da fase hidrológica: dirige-se para o rio na fase de vazante/seca e se inverte na fase de enchente, podendo voltar novamente a correr para o rio, já em plena cheia, após a coalescência com todo o sistema (Calheiros & Ferreira, 1997; Calheiros & Hamilton, 1998). O funcionamento desses ambientes são modulados pelas condições geomorfológicas do entorno, que condicionam as características (onde e como) de entrada/saída de água conforme a fase e as características (volume e fluxo) hidrológicas de cada ano, além das mudanças na direção do fluxo.

#### 6.6 – AS MARCAS PERMANECEM

Um retorno a Cáceres foi necessário para complementar algumas informações. Foi possível registrar, nessa ocasião, as condições das proas de chatas de transporte que estavam atracadas junto à essa cidade.

Embora tiradas de forma precária-já que estas não são fotografias feitas por profissional e foram realizadas com câmera amadora – são perfeitamente visíveis as marcas e amassados provocados pelos embates contra as margens do rio:



FOTOGRAFIAS 6.22 E 6.23: CHATAS COM CASCOS AMASSADOS PELO EMBATE COM AS MARGENS DO RIO PARAGUAI (MARÇO 2000)



FOTOGRAFIAS 6.24, 6.25 E 6.26: CHATAS COM CASCOS AMASSADOS PELO EMBATE COM AS MARGENS DO RIO PARAGUAI (MARÇO 2000)

## 7. IMPACTOS RESULTANTES DE OUTRAS AÇÕES ANTRÓPICAS

### 7.1. OCUPAÇÃO TERRITORIAL INADEQUADA

A ocupação humana da bacia hidrográfica verificada ao longo do rio Paraguai é, evidentemente, causa de desequilíbrios da dinâmica fluvio-sedimentológica principalmente quando leva à degradação de ambientes mais sensíveis. Provoca, por exemplo, a destruição da cobertura vegetal de margens côncavas que são, naturalmente, mais suscetíveis a processos de erosão e desbarrancamentos.

Embora este tipo de ocupação represente situações localizadas ao longo de portos e pequenas comunidades, são evidentes os seus impactos sobre o ambiente natural.

Nas imediações do Refúgio das Três Bocas e no trecho à jusante da foz do rio Cuiabá/São Lourenço, numa extensão de aproximadamente 10 km, as margens – com barrancos de mais de dois metros de altura – encontram-se muito desmatadas pela ocupação ribeirinha.



FOTOGRAFIA 7.1: DESTRUIÇÃO DE MARGENS POR OCUPAÇÃO ANTRÓPICA

O desmoronamento de taludes marginais nesses casos é visível. Mais à jusante, observa-se taludes preservados com densa cobertura vegetal (especialmente sarã), mas continua a ser notada a presença comum de ilhas e praias de areia, resultado de assoreamento.



FOTOGRAFIA 7.2 CASAS NA MARGEM DO RIO PARAGUAI, EXPONDO MARGENS À EROSIÃO PLUVIAL



FOTOGRAFIA 7.3: CASAS NA MARGEM DO RIO PARAGUAI, EXPONDO MARGENS À EROSIÃO PLUVIAL

## 7.2. AÇÕES LIGADAS À ATIVIDADE TURÍSTICA

O acesso a pousadas e hotéis é, muitas vezes, realizado por lanchas (chalanas). Para chegar aos pontos preferenciais de pesca, o transporte dos turistas é realizado pelas “voadeiras”. Estas embarcações geram ondas de alta frequência e energia junto às margens e provocam a desagregação das partículas nos limites da lâmina de água com os barrancos. Em relação aos processos erosivos e de desbarrancamentos, essa situação é mais crítica que o embate das ondas provocado pelos comboios pois produzem um efeito imediato.

Associando-se os efeitos provocados pelas “voadeiras” àqueles causados pelas embarcações de carga (comboios), as margens côncavas tornam-se ainda mais suscetíveis à erosão, com consequente quebra do equilíbrio sedimentológico ao longo do rio Paraguai, além de alterar o comportamento dinâmico dos meandros e zonas de deposições sedimentares.

## 7.3. INSTALAÇÕES PORTUÁRIAS EXISTENTES E PROJETADAS

No local denominado Morro Pelado prevê-se – segundo informações extra-oficiais – a instalação de um porto. Os terrenos marginais nessa localidade são constituídos por solos hidromórficos argilosos, com horizonte superficial húmico. Embora suas profundidades não pudessem ser estimadas, deve-se exigir cuidados especiais de estabilização para as fundações, uma vez que se trata de material de baixa resistência mecânica, estando sujeito a recalques e apresentando baixa capacidade de carga e de suporte.

Dentre as alternativas de estabilização do terreno para a fundação de obras a serem implantadas no local, a remoção do material mole com baixa capacidade de suporte (solo hidromórfico) não é recomendável, por alterar significativamente as condições ambientais. Nesse caso, a alternativa menos impactante seria a utilização de estaqueamento ou outros sistemas de fundações profundas.

Outro problema ambiental a ser gerado pela possível construção do porto nesse local é a necessidade da construção de estrada de acesso sobre a planície alagável. A execução de aterros poderá afetar as condições de circulação das águas nos períodos de cheia, alterando as condições naturais de funcionamento hídrico. É fundamental garantir a drenagem das águas de escoamento sobre estes terrenos e a preservação de ambientes naturais mais sensíveis.

## 8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os pesquisadores da expedição que percorreram o rio Paraguai ao longo do trecho Cáceres -Porto Murinho, após as considerações apresentadas nos capítulos anteriores, concluem que a situação de agressão contínua às matas ciliares, barrancos, meandros e leito do rio exigem uma imediata tomada de decisão das autoridades brasileiras de forma a coibir a destruição ambiental verificada e iniciar um processo de recuperação das áreas impactadas. Para isso é preciso uma ação corretamente articulada e planejada, envolvendo representantes da sociedade civil.

Assim, propõe-se que:

- Seja abolida a prática adotada pelos comboios de chatas de usar as margens do rio Paraguai como elemento de apoio à manobra;
- Seja implementado o monitoramento dos comboios que devem ser limitados quanto à quantidade, velocidade, tamanho de embarcações e cuidados com a carga transportada, principalmente em períodos de seca, princípio de enchentes (que coincidem com a maior dificuldade de navegação), épocas de formação de cardumes (piracema), de desova dos peixes e baixas profundidades;
- Os pilotos tenham a garantia de realizar a viagem na velocidade adequada e com a perícia e competência requeridas para não agredir as margens do rio;
- A definição dos limites de comprimento, boca e calado das embarcações sejam compatíveis com cada trecho da via e reflitam o resultado de análise técnica detalhada, como a aqui iniciada. O emprego de propulsores azimutais nos empurradores e elementos de produção de empuxo lateral à vante do comboio poderão melhorar sensivelmente as possibilidades de manobra das embarcações. Dadas as características de difícil navegação, especialmente no trecho de Cáceres à lagoa Gaíva, esses recursos técnicos adicionais podem desempenhar relevante função de evitar os impactos nas margens;
- As embarcações, o sistema de navegação e as composições dos comboios sejam adaptados às características hidrodinâmicas e morfológicas naturais da via fluvial. Por essa razão, devem ser analisados, através de minuciosos estudos de impactos ambientais, todos os projetos e interferências antrópicas na bacia do rio Paraguai que visem adequar o meio natural às características industriais da hidrovia. Projetos de dragagens que visem a retificação dos meandros e o aprofundamento dos canais de navegação provocam interferências que afetam diretamente o sistema de drenagem do Pantanal Mato-grossense. Como essas intervenções são nocivas à preservação do equilíbrio hidrológico e sedimentológico do leito do rio e da bacia hidrográfica, elas devem ser abolidas;
- O governo brasileiro avoque a sua responsabilidade sobre o dimensionamento adequado e *modus operandi* das embarcações que nele transitam;
- Órgãos governamentais e organizações não-governamentais que atuam na região devem estar, de forma coordenada, engajados no esforço de garantir o melhor uso da via fluvial;
- Medidas de caráter urgente sejam adotadas para impedir a ocorrência de danos mais graves ao rio e para recuperar algumas áreas como, por exemplo, os diques marginais das baías Uberaba e Guaíva;
- As empresas de navegação que provocaram graves danos ambientais em pontos geomorfologicamente frágeis (trecho Baía Gaíva-Cáceres, por exemplo) sejam responsabilizadas coletivamente, assim com os órgãos governamentais que não cumpriram com o seu dever de fiscalizar, pelo custo de recuperação dos mesmos.



## 9. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ALHO, C.J.R.; LACHER JR., TE.; GONÇALVES, H.C. Environmental degradation in the Pantanal Ecosystem. *Bioscience*, v.38, n.3, p. 164-171, 1988.
- BAYLEY, P:B. Aquatic Environments in the Amazon Basin, with an analysis of carbon sources, fish production, and yield. In: DODGE, D.P. (ed.) *Proceedings of the International Large River Symposium. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Science. 106. p. 399-408, 1989.*
- BIGARELLA, J.J.; SUGUIO, K. e BECKER, R.D. (1979). Ambiente Fluvial: Ambientes de sedimentação, sua interpretação e importância. Ed. UFPR. Associação de Defesa e Educação ambiental. 183p.
- BONETTO, A.A.; CANON VERON, M.; ROLDAN, D. Nuevos aportes ai conocimiento de las migraciones de peces en ei rio Paraná. *ECOSUR*, v.8, n.16, p.29-40, 1981.
- BONETTO, A.A.; CORDI VIOLA DE YUAN, E.; PIGNALBERI, C.; OLIVEROS, O. Ciclos hidrológicos del rio Paraná y las poblaciones de peces contenidas en las cuencas temporarias de su vaile de inundacion. *Physis*, v.29, n.78, p.213-223, 1969.
- BRANDÃO, J.S. História da Navegação em Mato Grosso, s.d, 161p;
- BRITSKI, H.A.; SILIMON, K.Z.S.; LOVES, B.S. *Manual de identificação dos peixes do Pantanal*. EMBRAPA. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1999.
- BRITSKI, H.A.; SILIMON, K.Z.S.; LOVES, B.S. *Manual de identificação dos peixes do Pantanal*. EMBRAPA. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1999.
- BROWN, Jr, K. S. Zoogeografia da região do Pantanal Mato-grossense. In: Simpósio sobre recursos naturais e socioeconômicos do Pantanal, I., Corumbá, MS, 1984. EMBRAPA, Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal/Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasília, EMBRAPA- DDT, (EMBRAPA-CPAP. Documentos, 5):137-178. *Anais*. 1986.
- BROWN, Jr, K. S. Zoogeografia da região do Pantanal Mato-grossense. In: Simpósio sobre recursos naturais e socioeconômicos do Pantanal, I., Corumbá, MS, 1984. EMBRAPA, Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal/Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasília, EMBRAPA- DDT, (EMBRAPA-CPAP. Documentos, 5):137-178. *Anais*.1 986.
- BUCHER, E.H.; A. BONETTO; T. P. BOYLE; P. CANEVARI; G. CASTRO; P. HUSZAR & T. STONE. *Hidrovia: An initial environmental examination of the Paraguay-Parana waterway*. Wetlands for the Americas. Manomet, Massachusetts, USA and Buenos Ayres, Argentina. 72p, 1993.
- CABEZA DE VACA, A. N. Naufragios y comentarios. Edición, introducción y notas de Roberto Fernando. 2 ed. Madrid: Raycar, 1984. 318 p. (Selección Historia, 16 Serie Cronicas de America 3).
- CALHEIROS, D. E & OLIVEIRA, M. D. Pesquisa limnológica no Pantanal: uma revisão. In: Simpósio Sobre Recursos Naturais e Socioeconômicos do Pantanal (Manejo e Conservação). 2, 1996. Corumbá. Anais. Brasília: Embrapa-SPI, 1999.



- CALHEIROS, D.F & FERREIRA, C.J.A. Alterações limnológicas do rio Paraguai (“adequada”) e o fenômeno natural de mortandade de peixes no Pantanal Mato-grossense (Brasil). *Boletim de Pesquisa*, 7. EMBRAPA-CPAP, Corumbá. 49 p, 1997.
- CAMPOS, Z. M. da S. *Fecundidade das fêmeas, sobrevivência dos ovos e razão sexual de filhotes recém-eclodidos de Caiman crocodilus yacare (Crocodylia, Alligatoridae) no Pantanal, Brasil*. Manaus: AM: FUA-INPA. Manaus – AM, 1991. 61p. Dissertação Mestrado.
- CARVALHO, N.O. Hidrologia da Bacia do Alto Paraguai. In: Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio Econômicos do Pantanal. 1, 1984, Corumbá. Anais. Brasília: EMBRAPA-DDT, 1986, p.43-49. (EMBRAPA-CPAP. Série Documentos, 5).
- CARVALHO, S.M.S. Chaco: encruzilhada de povos e melting pot cultural, suas relações com a bacia do Paraná e sul mato-grossense. In: CUNHA, M.C.da. História dos índios do Brasil São Paulo: Schwarcz Ltda., 1992. p. 457-474.
- CATELLA, A.C. *Estrutura da comunidade e alimentação dos peixes da Baía da Onça, uma lagoa do Pantanal do rio Aquidauana*. Campinas, SP: Universidade Estadual de Campinas, 1992. 215p. Dissertação Mestrado.
- CHRISTOFOLETTI, A (1976). Geomorfologia hidráulica. *Notícia Geomorfológica*, São Paulo, 16 (32):3-37.
- Da SILVA, C.J. *Bases ecológicas para a discussão dos impactos potenciais do Projeto Hidrovia Paraguai-Paraná*. In: Gestión participativa de la Cuenca Hidrográfica Paraguay-Paraná. Tomo li. IRDC/CIID/ICV. Montevideu, 1998.
- GALINKIN, M. (coord.), Hidrovia Paraguai-Paraná: Quem Paga a Conta?, CEBRAC/ ICV/WWF, Brasília, set 1994;
- GUERRA, J.A T. & CUNHA, S.B. (1994). Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 457p.
- HAMILTON, S.K. Potential effects of a major navigation project (Paraguay- Parana Hidrovia) on inundation in the Pantanal floodplains. *Regulated rivers: Research & Management*, no prelo.
- HAMILTON, S.K.; SIPPEL, S.J.; MELACK, J.M. Inundation patterns in the Pantanal wetland of South America determined from passive microwave remote sensing. *Archiv. für Hydrobiologie*, v.137, n.1, p.1-23, 1996.
- INTERNAVE Engenharia, “Hidrovia Paraguai-Paraná: Estudo de Viabilidade Econômica”. Relatório Final, Vol. I, li, III, São Paulo, fevereiro, 1990.
- JUNK, W.P.; BAYLEY, P.B; SPARKS, R.E. The flood pulse concept in river-floodplain systems. In: DODGE, D.P., ed. *Proceedings of the International Large River Symposium. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Science*. V.106, p.110- 127, 1989.
- LABRADOR, J. S. El Paraguay catolico. Buenos Aires: Coni Hermanos, 1910. 2 t.

- LOURIVAL, R.F.F.; Da SILVA, C.J.; CALHEIROS, D.E *et al.* Os impactos da Hidrovia Paraguai-Paraná sobre a biodiversidade do Pantanal – Uma discussão multidisciplinar. In: Simpósio Sobre Recursos Naturais e Socioeconômicos do Pantanal (Manejo e Conservação), 2., Corumbá. Anais. Brasília: Embrapa-SPI, no prelo, 1996.
- MALDI, D. Culturas Indígenas – Socioeconomia de Mato Grosso – Plano de Conservação da Bacia do Alto-Paraguai. Brasília: PNMNMMMA, 1997. V.11, t. VI, cap. 6, p. 385-476.
- MARINHA DO BRASIL – Capitania Fluvial do Pantanal, “Normas e Procedimentos da Capitania Fluvial do Pantanal” – 1999.
- \_\_\_\_\_ - Capitania Fluvial do Pantanal, “Normas e Procedimentos da Capitania Fluvial do Pantanal” – 1999.
- \_\_\_\_\_ Diretoria de Hidrografia e Navegação, “rio Paraguai: Croquis de Navegação”.
- MAURO, R. de A. *Abundância e padrão de distribuição de cervo-do-pantanal *Blastocerus dichotomus* (Illiger, 1815), no Pantanal Mato-grossense.* Belo Horizonte, MG: Universidade Federal de Minas Gerais, 1993. Dissertação Mestrado.
- MEIRELES, D. M. Guardiães da Fronteira – rio Guaporé, século XVIII. Petrópolis: Vozes, 1989. 213 p.
- MÉTRAUX, A. The native tribes of eastern Bolivia and western Mato Grosso. Washington: Smithsonian Institution, 1942. 182 p. (Bureau of American Ethnology, 134).
- MIGLIÁCIO, M.C. Relatório técnico ao Fundo Nacional de Meio Ambiente/MMN ICy; Projeto Pantanal Arqueológico. (não publicado) 76 p. Cuiabá, 1997.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DA AMAZÔNIA LEGAL. 1997. Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (Pantanal)/PCBAP. Análise integrada e prognóstico da Bacia do Alto Paraguai.
- \_\_\_\_\_ 1997. PCBAP. Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Vol. 2. Tomo 2a..
- \_\_\_\_\_ .1997. Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (Pantanal)/PCBAP. Análise integrada e prognóstico da Bacia do Alto Paraguai.
- MOORE, D. e GALINKIN, M. (coordenadores), O Projeto de Navegação da hidrovia Paraguai-Paraná, Relatório de uma Análise Independente, Environmental Defense Fund/ Fundação Centro Brasileiro de Referência e Apoio Cultural-CEBRAC, Brasília/Washington, jul 1997;
- NORDENSKIÖLD, E. The ethnography of South-America seen from Mojos in Bolivia. Göteborg: Elanders Boktryckeri Aktiebolag, 1924. (Comparative ethnographical studies, n° 3).
- PEITS, G.E. Regulation of large rivers: Problems and possibilities for environmentally-sound river development in South America. *Interciencia*, 05, n.6, p.388-395, 1990.

- PIRES DE CAMPOS, A. Breve notícia que dá o capitão Antonio Pires de Campos do gentio bar-  
baro que ha na derrota da viagem das Minas do Cuyabá e seu recôncavo, ... Rio de Janeiro:  
RIHGB, t. 25, p. 437-449, 1862.
- PONCE, V. M. Impacto Hidrológico e ambiental da Hidrovia Paraná-Paraguai no Pantanal Ma-  
to-grossense – um estudo de referência. San Diego, Califórnia: San Diego State University,  
1995. 134 p.
- PONCE, V.M. Hydrologic and Environmental Impact of the Paraná -Paraguay Waterway on the Pan-  
tanal of Mato Grosso, Brazil: A Reference Study. San Diego State University. 124 p. 1995.
- POTT, A. & POTT V.J. Plantas do Pantanal. EMBRAPA. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1996.
- PRANCE, G.T. & SCHALLER, G.B. Preliminary study of some vegetation types of the Pantanal,  
Mato Grosso, Brazil. Brittonia, 34: 228-251, 1982.
- RESENDE, E.K. de; CATELLA, A.C.; NASCIMENTO, EL.; PALMEIRA, S. da S.; PEREIRA, R.A.C.;  
LIMA, M. de S.; ALMEIDA, V.L.L. de. Biologia do Curimatá (*Prochodus lineatus*), Pintado  
(*Pseudoplatistoma corruscans*) e Cachara (*Pseudoplatistoma fasciatum*) na bacia hidrográfi-  
ca do rio Miranda, Pantanal do Mato Grosso do Sul, Brasil. Corumbá, MS: EMBRAPA-CPAP,  
1996. 75p. (EMBRAPA-CPAP. Boletim de Pesquisa, 2).
- ROQUETTE-PINTO, E. Rondônia. 6 ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1975. (Coleção  
Brasileira, 39).
- SCHIMDL, U. Derrotero y viaje a España y las Indias. Traducción y comentario dei manuscrito  
alemão de 1554 por Edmundo Wernicke. Santa Fe: Ministerio de Educación de la Nación/  
universidad Nacional dei Litoral, 1950. 105 p.
- SCHIMTZ, P.1. Programa arqueológico do Mato Grosso do Sul – Projeto Corumbá – TRABALHOS  
APRESENTADOS NO VI SIMPÓSIO SUL-RIOGRANDENSE DE ARQUEOLOGIA: NOVAS  
PERSPECTIVAS. São Leopoldo: Instituto Anchieta de Pesquisas, 1993. p. 40-47.
- STEWART, J. H., FARON, L. C., Native people of South America. New York: McGraw-Hill, 1959.
- SUSNIK, B . Interpretacion etnocultural de la complejidad sudamericana antigua – formacion y  
dispersion etnica. Asunción: Museo Etnografico Andres Barbero, 1994). 199 p.
- SUSNIK, B Los aborígenes dei Paraguai – etnologia dei Chaco boreal y su periferia (siglos XVI y  
XVIII). Asunción: Museo Etnografico Andres Barbero, 1978.
- SUSNIK, B. El indio colonial dei Paraguay – El Chaqueno. v. III-i. 1971
- SUSNIK, B. Los aborígenes dei Paraguay IV. Cultura material. Asunción: Museo Etnografico An-  
dres Barbero, 1982.
- Wantzen, k.m.; da silva, c.j.; figueiredo, d.m.; migliácio, m.c. Recent impacts of navigation on the  
Upper Paraguay River. Revista Boliviana de Ecologia, no prelo.

## 10. INFORMAÇÕES SOBRE OS AUTORES

**Célio Apolinário de Oliveira**, jornalista, especializado em fotojornalismo, trabalhou nos jornais Correio de Minas e Binômio, de Belo Horizonte, na Manchete e Fatos e Fotos, da Editora Bloch, e durante 14 anos na Editora Abril (revistas Veja, Placar, Quatro Rodas, entre outras). Integrou também a Assessoria de Imprensa da Secretaria do Trabalho e Ação Social do Estado de Minas Gerais. Publicou trabalhos nos jornais última Hora, Jornal do Brasil, O Estado de São Paulo, Folha de São Paulo, El Tiempo, Clarín e na revista Nesweek.

Prêmios: cinco vezes premiado no concurso anual de fotografias esportivas do Mineirão, Belo Horizonte; quatro vezes premiado no concurso anual de fotojornalismo da Editora Abril, e 1º prêmio no concurso anual de propaganda do jornal O Globo. Atualmente presta serviços de fotojornalismo, como free-lancer, para várias publicações, entre as quais as revistas da Editora Globo Época, Globo Rural, Globo Ciência.

**Débora Fernandes Calheiros**, bióloga formada no Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (1983), com mestrado em Engenharia Civil, Departamento de Hidráulica e Saneamento, na área de concentração de Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais Limnologia/Ecotoxicologia, na Escola de Engenharia de São Carlos – USP (1993).

É pesquisadora há 11 anos e desde 1999 trabalha na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, no Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal, em Corumbá (MS), atuando na área de Limnologia/Ecotoxicologia dos sistemas aquáticos do Pantanal Mato-grossense.

Coordenou projetos de pesquisa nos rios Paraguai, Miranda e Taquari e elaborou projeto aprovado dentro do Programa Ecológico de Longa Duração (PELD) do CNPq para monitoramento da qualidade de água e do funcionamento da Bacia do Alto Paraguai por 10 anos. Atualmente, encontra-se em programa de pós-graduação (CENA-USP) na área de fluxo de carbono na cadeia trófica aquática do Pantanal do rio Paraguai (MS).

**Fernando Ximenes de Tavares Salomão**, geólogo, doutor em geografia física pela Universidade de São Paulo/USP (1994). Geólogo pesquisador e de direção e desenvolvimento no Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo/IPT. Atualmente é professor adjunto do Departamento de Geologia Geral da Universidade Federal de Mato Grosso, em Cuiabá-MT. Atua nas áreas de Geomorfologia, Pedologia e Geoecologia.

**Geraldo Wilson Júnior** é engenheiro químico (Escola de Engenharia, UFMG, 1967). Possui mestrados em Ciências e Técnicas Nucleares na UFMG (1972), sobre o Movimento de Sedimentos em Escoamentos com Superfície Livre, da COPPE/UFRJ (1969), em Aplicações de Traçadores do Curso de Ciências e Técnicas Nucleares da UFMG (1970) e no Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS (1971). Possui diploma de “Docteur d’Etat” em Ciências Físicas, 1987, pela Universidade Paris VI, “Pierre et Marie Curie”, onde desenvolveu o tema: *Estudo do Transporte e da Dispersão de Sedimentos como Processos Aleatórios*. Obteve Menção Máxima: “Très Honorable avec les Compliments du Jury” pelas originalidade teórica e experimental do trabalho. Pesquisador no Instituto de Pesquisas Radioativas da CNEN e NUCLEBRÁS (1968-87) onde desenvolveu uma *Metodologia de Descrição do Movimento Sedimentar com Utilização de Traçadores e Métodos Clássicos Hidrossedimentométricos*. Como coordenador de Projeto Multinacional da Organização dos Estados Americanos, consolidou essa metodologia (1973-78) no *Estudo Simultâneo da Erosão e Transporte de Sedimentos na Bacia do rio Ivai, no Noroeste do Paraná, e em Quatro*

de suas Sub-bacias, caracterizando diferentes tipos e usos do solo.

Como pesquisador do Comissariado de Energia Atômica da França, trabalhou durante seis anos no Centro de Estudos Nucleares de Saclay (1976-82) em pesquisa e aplicações de engenharia relacionadas com a dinâmica de sedimentos. Em 1982 representou o Brasil em Mol, na Bélgica, durante o *Primeiro Encontro de Coordenação de Pesquisas sobre a Importância do Sedimento na Acumulação e Transporte de Radionuclídeos em Cursos d'Água*, organizado pela Agência Internacional de Energia Atômica, AIEA.

Tem-se dedicado aos Processos Sedimentológicos e Morfológicos, com aplicações em mais de dez Bacias Hidrográficas e cerca de seis regiões portuárias brasileiras, nos rios Loire, Gironda, Sena e Porto de Nantes, na França e Porto de Zeebrugge, na Bélgica. De 1993 a 1995 desenvolveu trabalho de pós-doutorado na COPPE/UFRJ, intitulado *Sedimentos Coesivos em Ambientes Marinho, Estuarino e Fluvial*. Desde 1996 é professor adjunto do Programa de Engenharia Oceânica da COPPE/UFRJ. É consultor pela Fundação COPPETEC, orientador de teses de mestrado e doutorado, coordenador de projetos de pesquisas. Possui 98 publicações sobre Processos Sedimentológicos e Morfológicos. É consultor “ad-hoc” do CNPq e membro da comissão editorial da Revista Brasileira de Recursos Hídricos da ABRH. Em meados de 1999 foi convidado pelo “Bureau of Reclamation of the U. S. Department of the Interior”, sediado em Denver, Colorado, USA, para fazer parte do “Manager of the Sedimentation and River Hydraulics Group”, propondo, entre outros, a abordagem do tema: *Evolução dos Processos Morfológicos do rio Paraguai*.

**Kurt João Albrecht Geólogo**, Doutor em Geotecnia pela Escola de Engenharia de São Carlos/ Universidade de São Paulo/USP (1998). Professor Adjunto do Departamento de Geologia Geral da Universidade Federal de Mato Grosso, em Cuiabá-MT. Atua nas áreas de Cartografia Geotécnica, Geotecnia, Hidrogeologia, Geologia de Engenharia.

**Marcelo de Almeida Santos Neves**, 53 anos, engenheiro naval, Escola de Engenharia, UFRJ, 1971; mestre em engenharia naval, COPPE/UFRJ, 1974; Diploma in Ocean Engineering, University College London, 1977; M. Sc. in Naval Architecture, University of London, 1978; Ph. D. (Naval Architecture), University of London, 1981.

Professor adjunto do Programa de Engenharia Oceânica (PEO/COPPE) e Departamento de Engenharia Naval e Oceânica (Escola de Engenharia), Universidade Federal do Rio de Janeiro. Consultor e especialista em Hidrodinâmica de sistemas oceânicos, Resistência ao avanço e propulsão de embarcações, Segurança de embarcações, Estabilidade dinâmica de embarcações, Manobrabilidade e governo de navios e submarinos, Comportamento de navios no mar, Sistemas Absorvedores de Energia das Ondas do Mar com trabalhos realizados para a Marinha do Brasil (Departamento de Engenharia Naval e Centro de Simuladores da Marinha), Petrobras e Eletrobras (Cepel).

Membro da Sociedade Brasileira de Engenharia Naval (SOBENA); membro e presidente da Comissão Técnica de Segurança no Mar da SOBENA, de 05/89 a 11/95; membro do Instituto Pan-Americano de Engenharia Naval (IPEN); membro do International Scientific Committee of the International Conference on Stability of Ships and Ocean Vehicles, STAB'94 (Flórida), STAB'97 (Bulgária) e STAB2000 (Austrália); membro do International Scientific Advisory Board of the International Conference on Marine Industry, 1996, 1998; editor associado da revista Ocean Engineering, Elsevier Science Ltd., Oxford, UK; 47 artigos científicos publicados em revistas e anais de congressos, nacionais e internacionais.

**Maurício Galinkin**, jornalista (desde 1963) e engenheiro (desde 1966), com pós-graduação em Engenharia Econômica na Universidade Católica de Minas Gerais e Mestrado em Estudos Regionais (América Latina), com concentração em Política Econômica Brasileira Contemporânea pela Universidade de Londres (Inglaterra).

Há cerca de 30 anos vem trabalhando com análise de projetos, políticas públicas e questões de desenvolvimento econômico, social e qualidade de vida da população. Fundador do CEBRAC e atualmente seu Diretor Técnico. Técnico de Planejamento e Pesquisa no Instituto de Pesquisa Econômica e Social (IPEA) do Ministério do Planejamento, de 1974 a 1992, e engenheiro por quatro anos no Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais.

Coordenador da Assessoria Especial do Secretário Geral do Ministério de Planejamento, de 1974 a 1976, e assessor do Ministro da Indústria e do Comércio para assuntos do Conselho Monetário Nacional, em 1972-73. Secretário Municipal de Coordenação e Planejamento em 1993, na cidade de Macaé, RJ, base da produção brasileira de petróleo na plataforma marítima. Secretário Executivo do Programa de Desenvolvimento Comunitário (PRODECOM) do Estado de Minas Gerais, no Governo Tancredo Neves (1983/4), que realizava urbanização de favelas em Belo Horizonte com metodologia de planejamento e execução participativos; Coordenador da Comissão Técnica da Rios Vivos – Coalizão Paraguai-Paraná-Prata, que articula cerca de 300 organizações não governamentais da América do Sul e do Hemisfério Norte.

**Sérgio Henrique Guimarães**, engenheiro civil com especialização em engenharia dos transportes urbanos. Trabalhou na Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes – GEIPOT e na Empresa Brasileira de Transportes Urbanos – EBTU, onde coordenou diversos estudos e programas de investimentos na área dos transportes urbanos. Foi coordenador geral do Núcleo de Gerenciamento de Transportes de Cuiabá.

Foi Secretário de Meio Ambiente do Estado de Mato Grosso, onde desenvolveu programas e ações para área ambiental do Estado. Participa do movimento ecológico do estado desde 1984, tendo sido fundador e presidente da Associação Mato-grossense de Ecologia – AME/MT. É Coordenador do Instituto Centro de Vida – ICV desde 1991, onde vem desenvolvendo e coordenando diversos projetos e campanhas, principalmente na área de acompanhamento de políticas públicas e conscientização e difusão de informações ambientais.

É representante eleito das entidades ambientalistas da Região Centro-Oeste para o CONAMA para o período 1998-2000. Foi também representante das ONGs da região no FNMA; é membro do Fórum Brasileiro de ONGs e Movimentos Populares e do Fórum Mato-grossense de Meio Ambiente e Desenvolvimento – FORMAD; faz parte da coordenação da Rede de ONGs do Cerrado e da Coalizão RIOS VIVOS.

Como consultor, desenvolve trabalhos nas áreas dos transportes urbanos e meio ambiente, principalmente voltados para desenvolvimento de políticas públicas e elaboração programas de meio ambiente e desenvolvimento. Em 1998 elaborou estudo sobre as hidrovias do Centro-Oeste para o CEBRAP e foi consultor junto ao Projeto de Desenvolvimento Sustentável do Pantanal, um programa de investimento para a região do Pantanal nos Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, com recursos do BID.

1ª edição: janeiro de 2001  
Tiragem: 1000 exemplares  
Foto capa: Denise Greco  
Diagramação e arte: André Ramos

**O WWF-Brasil é uma organização não-governamental autônoma dedicada à conservação da natureza, atuando em nível nacional com o objetivo de harmonizar a atividade humana, a preservação da biodiversidade e o uso racional dos recursos naturais renováveis em benefício dos brasileiros de hoje e das próximas gerações. O WWF realiza 60 programas e projetos no Brasil e integra a maior rede mundial independente de conservação da natureza com atuação em 96 países e 4,7 milhões de afiliados em todo o mundo.**

**Para maiores informações consulte:**



**WWF-Brasil  
SHIS QL 6 conjunto E 2° andar  
71620-430 Brasília DF  
panda@wwf.org.br  
<http://www.wwf.org.br>**