

Mapeamento de ecotipos - Rio Cuiabá / MT.

João Fernando Pezza Andrade, Marcelo Pellicano Falleiros, Kayque Bergamaschi Carneiro e Marco Ianniruberto.

Copyright 2016, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

Este texto foi preparado para a apresentação no VII Simpósio Brasileiro de Geofísica, Ouro Preto, 25 a 27 de outubro de 2016. Seu conteúdo foi revisado pelo Comitê Técnico do VII SimBGf, mas não necessariamente representa a opinião da SBGf ou de seus associados. É proibida a reprodução total ou parcial deste material para propósitos comerciais sem prévia autorização da SBGf.

Resumo

O Rio Cuiabá faz parte de uma hidrovia de grande importância no Brasil, a qual faz comunicação com cinco países da América do Sul. Porém entre porto de Jofre até Cuiabá o rio sofre de efeitos antrópicos impossibilitando sua navegabilidade. O presente trabalho tem como objetivo estudar as características sedimentares de três áreas do rio entre o Barão do Melgaço e Cuiabá através de sísmica de alta resolução. Na área foram observados 3 tipos de retorno do sinal caracterizando diferentes litotipos e ambientes sedimentares. Os apontamentos aqui apresentados possibilitam um maior entendimento do Rio Cuiabá e são úteis para futuras obras de engenharia voltadas a navegabilidade.

Introdução

O Brasil possui um dos maiores potenciais hidrográficos do mundo (Zanetti, 2015), sendo assim, dispõe de grande potencial para o transporte aquaviário, o qual é considerado o meio de transporte mais barato, o mais indicado para mover grandes volumes a grandes distâncias (Pompermayer et al., 2014) e de menor impacto ambiental (Saraiva, 2013).

Entre as bacias hidrográficas brasileiras a Bacia Paraguai apresenta grande importância econômica, abrangendo uma área de 1.095.000 km². O conjunto de rios que dão origem a Bacia Paraguai, proporciona a formação da Hidrovia Rio Paraguai, a qual percorre por cinco países em uma extensão de 3.442 km, sendo uma importante via de comunicação e transporte para os países Bolívia, Brasil, Paraguai, Argentina e Uruguai (Figura 1; ANTAC, 2013).



Figura 1: Mapa da localização da Hidrovia Rio Paraguai (Modificado de ANTAC, 2013).

O Rio Cuiabá, um dos principais formadores da Hidrovia do Rio Paraguai, é navegável desde sua confluência com o Rio Paraguai até Porto Jofre (MT). Porém, por efeito do assoreamento decorrente da urbanização, garimpo e outros processos de destruição da mata ciliar, de Porto Jofre à Cuiabá o rio perde navegabilidade (Brasil, 2013). Dessa forma, se faz necessários estudos sobre a sedimentação dessa região para que, futuramente, sejam realizadas obras que possam viabilizar a navegabilidade de todo o Rio Cuiabá, aumentando um trecho significativo de uma valorosa hidrovia brasileira.

Os métodos acústicos são geralmente os mais utilizados em estudos de ambientes submersos (Neto, 2001). Entre os métodos acústicos, a sísmica de alta resolução é o principal recurso empregado na investigação dos estratos de sedimentos recentes (Lafferty et al., 2006; Masuda and Iwabuchi, 2003). Principalmente em ambientes fluviais (Cserkés-Nagy et al., 2012; Trevethan et al., 2015), no qual é viável caracterizar faces sedimentares, tipos de deposição e ecotipos (Ianniruberto et al., 2012; Bernhard and Bjo, 2002). Porém, poucos estudos foram empreendidos no Rio Cuiabá, o qual carece de fontes

bibliográficas que qualifiquem sua navegabilidade e viabilidade de obras de engenharia (Brasil 2013). O presente trabalho apresenta os resultados de um levantamento sísmico de alta resolução realizado no Rio Cuiabá, visando estudar as características dos sedimentos no trecho entre a Capital e a cidade de Barão do Melgaço em três áreas de maior interesse devido o grande fluxo turístico (Figura 2).

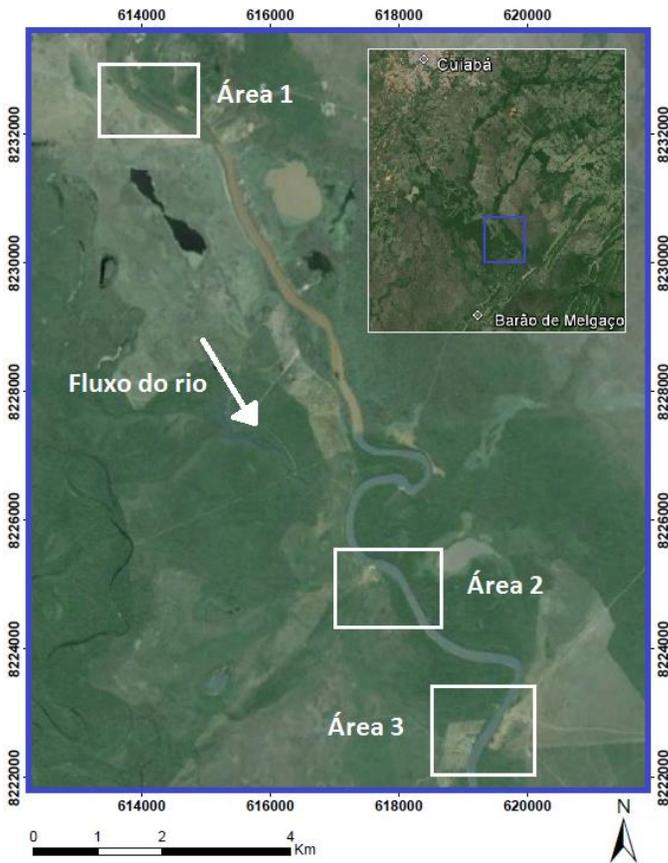


Figura 2: Mapa da localização das áreas estudadas.

Metodologia/ Problema Investigado

Para alcançar um mapeamento das características sedimentológicas do leito do rio com uma precisão adequada, foram adquiridas linhas longitudinais ao curso do rio com separação média de 20 metros entre elas. Linhas transversais foram realizadas com espaçamento de 50 metros objetivando a correlação das linhas longitudinais. A quantidade de linhas variou de uma área a outra devido a heterogeneidade do tamanho rio entre elas. Vale ressaltar que na época do levantamento, 13 a 17 de outubro 2014, o Rio Cuiabá possuía uma grande velocidade de fluxo hidráulico, impossibilitando assim a realização de linhas perfeitamente retilíneas (Figura 3).

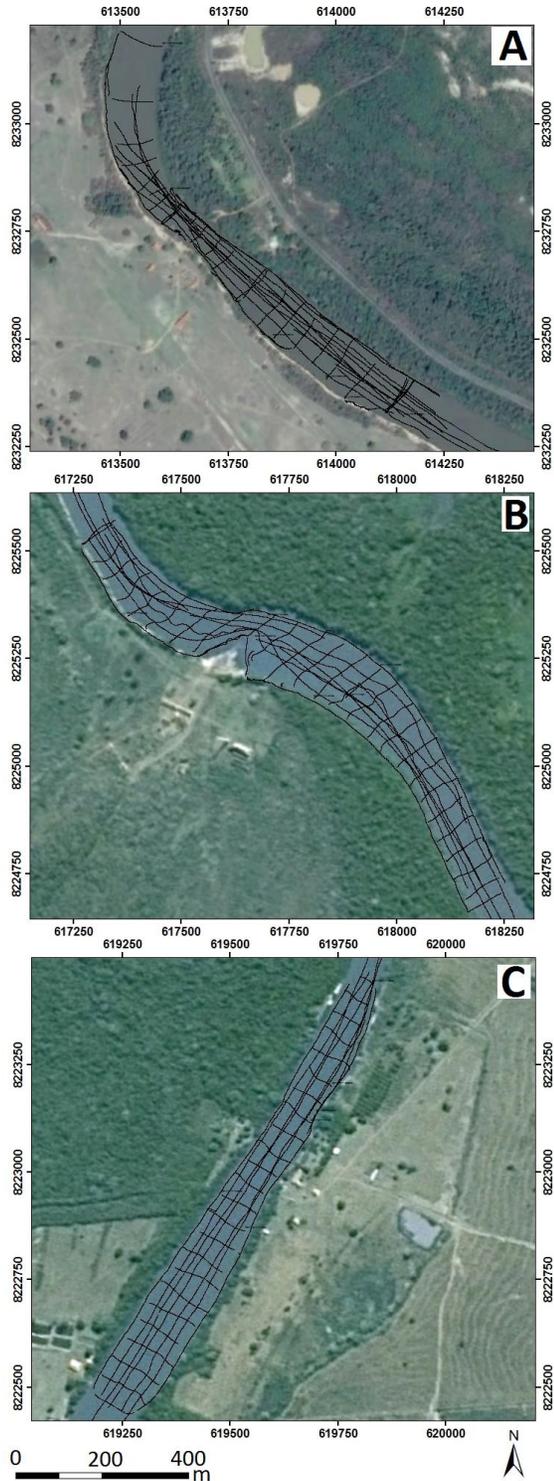


Figura 3: Mapa ilustrando as linhas de aquisição das áreas 1, 2 e 3 representadas por A, B e C respectivamente.

Os dados de sísmica de alta resolução foram adquiridos com o Perfilador de subfundo (SBP) da Edgetech 3100P,

com tecnologia “chirp”. Estes equipamentos operam em frequências elevadas com um range de 2 à 15 kHz, o que permite uma resolução submétrica dos refletores em subsuperfície em detrimento de uma maior penetração, que nas condições da área levantada ficou limitada a cerca de 5 metros. O geoposicionamento contou com o sistema da Trimble DSM 23, L1/L2, com 12 canais paralelos, saída serial NMEA, e acurácia aproximada de 2m.

Resultados

Os dados adquiridos evidenciam refletores relacionados às estruturas de deposição sedimentar e as características dos sedimentos ao longo do Rio Cuiabá. Os produtos gerados pelo processamento e interpretação das seções sísmicas representam os diferentes tipos de retorno do sinal observados, denominados ecotipos. A tabela 1 apresenta os 3 ecotipos analisados no Rio Cuiabá juntamente com a interpretação proposta.

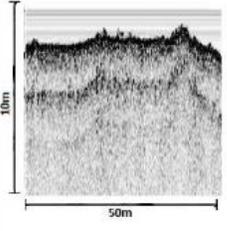
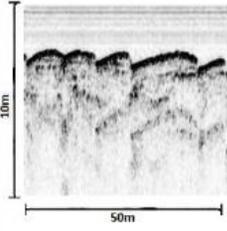
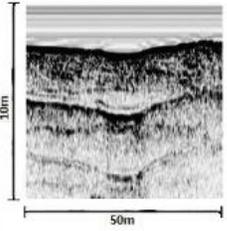
	Ecotipo	Descrição	Interpretação
Ecotipo 1		Ecotipo rugoso irregular sem penetração do sinal acústico.	Afloramento rochoso.
Ecotipo 2		Ecotipo ondulado com refletores internos.	Dunas de areias.
Ecotipo 3		Ecotipo caracterizado por refletor plano com refletores internos caóticos.	Deposito sedimentar de areia grossa a cascalho.

Tabela 01: Ecotipos encontrados no Rio Cuiabá.

Áreas com baixa penetração do SBP que tem uma impedância acústica mais elevada, ecotipo 1, são relacionadas a interfaces com elevado coeficiente de

reflexão, provavelmente o embasamento rochoso da região. Nesta área torna-se impossível a extração de areia ou engenharias de baixo custo para viabilizar a navegação.

A morfologia do leito apresentada nas áreas do ecotipo 2, indica a formação de dunas. Neste ecotipo ainda é possível localizar refletores internos, associados á migração das dunas e superfícies horizontais de reativação da sedimentação. Devido estas características o ecotipo 2 é interpretado como depósitos de areia, por conseguinte, as regiões que apresentam este ecotipo são as mais indicadas para extração de sedimento e viabilização de obras para a navegação. Porém devido ao baixo alcance do sinal acústico na areia, máximo de 5 metros, não foi possível observar o contato desta interface com o embasamento rochoso.

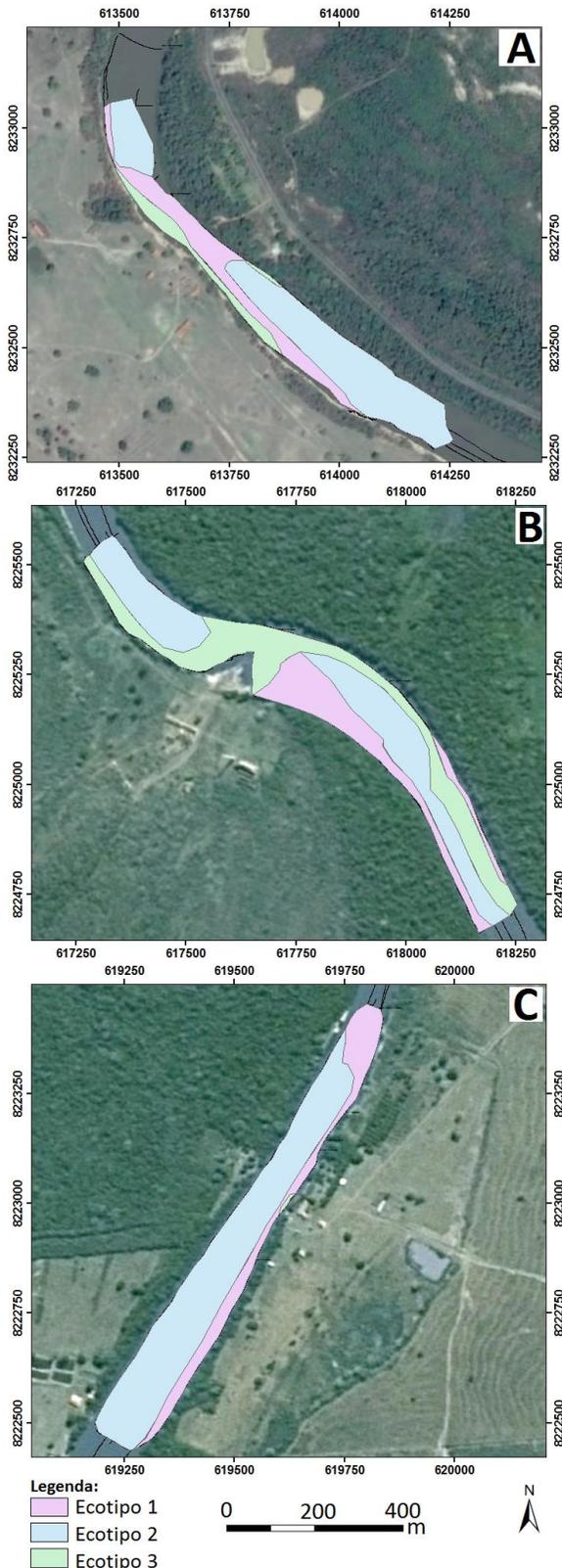
O terceiro tipo do sinal de retorno, ecotipo 3, se apresenta com impedância acústica relativamente maior que o caso do ecotipo 2 e menor rugosidade e impedância que o ecotipo 1. Tais características juntamente com a presença de refletores internos, indicam que não se trata de rocha. Porém, não foram localizadas feições morfológicas marcantes. Sendo assim este ecotipo pode ter interpretações ambíguas, podendo ser representado como depósitos de sedimentos mais grossos, como areia grossa ou cascalho, em locais de regime do fluxo mais intenso.

A análise da distribuição espacial dos tipos de retorno do sinal bem como a localização dos contatos destes tornou possível gerar um mapa ilustrando a posição dos ecotipos dentro das áreas estudadas (Figura 5). Nas três áreas de interesse a presença do embasamento rochoso é evidente (Figura 5). Na área 1 o rio faz uma leve curva na qual a deposição de sedimentos arenosos se dá somente na parte na parte externa da curva, o que difere (?) das bibliografias clássicas (Suguoio et al., 1979). Nessa área a presença do leito rochoso é justificado pelo afunilamento do rio, aumentando assim a energia do seu fluxo (figura 5A). Esse comportamento anômalo, deposição na parte convexa, acontece também na área 2. Nessa área existe um bico rochoso o qual supostamente é a razão de uma distribuição diferente dos ecotipos. Essa estrutura possivelmente é responsável por alterar o fluxo de forma turbulenta criando assim uma sedimentação distribuída de forma mais complexa (Figura 5B). Já na área 3, na qual o fluxo se apresenta de forma retilínea, o ecotipo 3 recobre praticamente todo o local levantado, com exceção de uma parte rochosa que se expande em toda a extensão transversal de um pequeno trecho do rio. Dessa forma, a área 3 é principalmente influenciada pela topografia do embasamento rochoso (Figura 5C).

O ecotipo 3 se encontra disposto em áreas próximas ao afloramento rochoso e em locais mais centrais dentro do rio, normalmente separando os ambientes de deposição, ecotipo 1, dos ambientes erosivos, ecotipo 2. Essas características indicam que se trata de um ambiente

transicional onde o fluxo é variável, o que não dispensa a necessidade de amostragens diretas.

Figura 5: Mapa ilustrando a disposição espacial dos ecotipos nas áreas 1, 2 e 3 representados por A, B e C respectivamente.



Discussão e Conclusões

Os resultados indicam os locais dos depósitos de areia onde é possível fazer extração para fins econômicos e ampliar a navegabilidade. Em locais como a área 1, o afunilamento do rio não permite ampla deposição, porém a erosão se faz de um meio natural de aumentar a profundidade permitindo a navegabilidade do trecho. Na área 2 o fluxo turbulento e diferenciado faz com que o trecho tenha deposições complexas, no entanto ainda é possível extrair areia e sedimentos aumentando a profundidade do trecho. Já na área 3 o afloramento rochoso dificulta obras de baixo custo para navegabilidade.

Os estudos apresentados aqui são limitados em pequenas áreas, porém mostram características importantes do Rio Cuiabá. Deste modo ainda se faz necessários a ampliação de estudos acústicos no rio Cuiabá, expandindo as áreas levantadas.

Agradecimentos

Agradecemos, primeiramente, a Companhia Mato-grossense de Mineração (METAMAT) por custear e viabilizar todo o projeto. A Universidade de Brasília (UnB) juntamente com a empresa Rural Tech pela disponibilidade dos equipamentos e apoio técnico.

Referências

Bernhard, N.; Bjo, S. Late Pleistocene – early Holocene fluvial facies and depositional processes in the Fehmarn Belt, between Germany and Denmark, revealed by high-resolution seismic and lithofacies analysis. **2002**, 451–465.

Brasil. Bacia Paraguai –Plano Nacional Integração Hidroviária. Relatório Técnico. Agencia Nacional de Transportes Aquaviarios - ANTAQ, Laboratório de transportes e logística – LABTRANS/UFSC. **2013**. 48.

Cserkés-Nagy, Ágnes; Thamá-Bozsó, E.; Tóth, T.; Sztanó, O. Reconstruction of a Pleistocene meandering river in East Hungary by VHR seismic images, and its climatic implications. *Geomorphology* **2012**, 153-154, 205–218.

Ianniruberto, M.; Campos, J. E.; Araújo, V. C. M. Application of shallow seismic profiling to study riverbed architectural facies: A case study of the tocantins river (Pará - Brazil). *An. Acad. Bras. Cienc.* **2012**, 84, 645–654.

Lafferty, B.; Quinn, R.; Breen, C. A side-scan sonar and high-resolution Chirp sub-bottom profile study of the natural and anthropogenic sedimentary record of Lower Lough Erne, northwestern Ireland. *J. Archaeol. Sci.* **2006**, 33, 756–766.

Masuda, F.; Iwabuchi, Y. High-accuracy synchronism for seismic reflectors and ^{14}C ages: Holocene prodelta succession of the Kiso River, central Japan. **2003**, 199, 7–12.

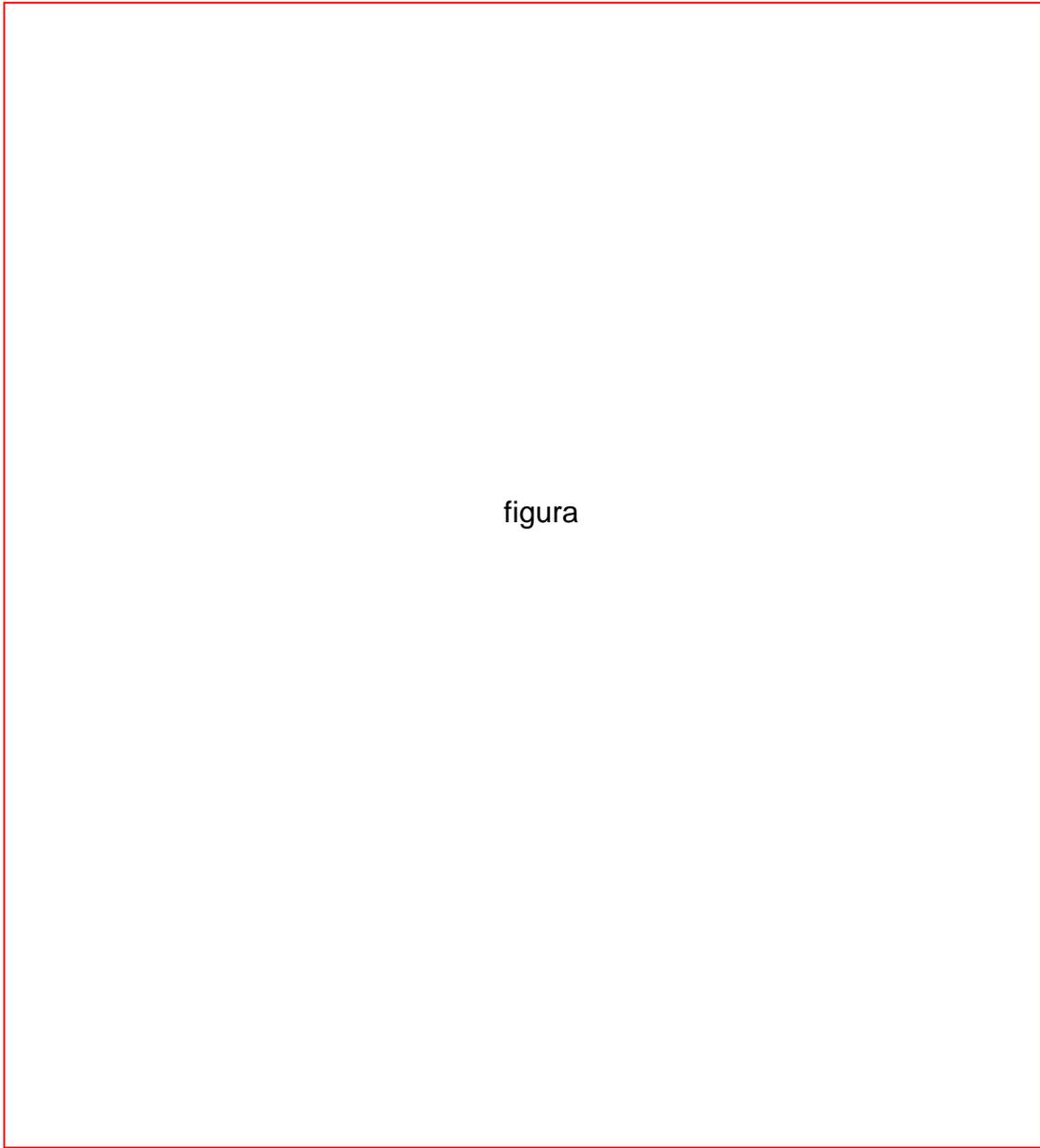
Neto, A. A. Uso da Sísmica de Alta Resolução e da Sonografia na Exploração Mineral e Submarina. **2001**, 18.

Pompermayer, F. M.; Neto, C. A. S. C.; Paula J. L. P. Hidrovias no Brasil: Perspectiva histórica, custos e institucionalidade. Relatório Técnico. Instituto de pesquisa econômica aplicada. **2014**.58.

Suguo K., Bigarella J.J. Ambientes fluviais. 2ª ed. Florianópolis Editora da UFSC: Editora da Universidade Federal do Paraná, **1979**, 183p

Trevethan, M.; Ianniruberto, M.; Oliveira, M.; Martinelli, A.; Filizola, N.; Gualtieri, C. Hydrodynamic and morphodynamic features observed about the confluence of the Negro and Solimões Rivers , Brazil. **2015**, 3–6.

Zanetti, E. L. Avaliação do potencial de uso da Hidrovia Paraguai pelos estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Dissertação de Especialização MBA. Centro de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade Federal do Paraná, Universidade do Paraná. **2015**. 22.



figura

Figura 4 - Qwertwertwertwertwertwertwertwertwertwertwertwertwertwertwertwert.