



MORFOLOGIA FLUVIAL COMO INDICADOR DE GEODIVERSIDADE: EXEMPLOS DE RIOS BRASILEIROS

Juliana de Paula Silva – Doutoranda do Programa de Geografia Física da Universidade de São Paulo.

Cleide Rodrigues – Professora Doutora do Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo

RESUMO: Os estudos a respeito da questão da geodiversidade que vêm sendo desenvolvidos a partir da década de 1990 trazem uma série de novas necessidades de pesquisa para as Ciências da Terra, particularmente para a Geomorfologia. O presente trabalho visa demonstrar o potencial de utilização de variáveis da geomorfologia fluvial como indicadores de geodiversidade. Considerando a subutilização deste tipo de indicador em estudos ambientais no Brasil (RODRIGUES, 1997) e no mundo (BERGER, 1996 entre outros), o presente estudo também demonstra como, a partir da diversidade morfológica fluvial é possível enriquecer avaliações de biodiversidade. São principalmente considerados parâmetros como padrões de canais, composição do leito e largura de canais. Toma-se como exemplos, o rio Paraná e o rio Xingu e trechos fluviais singulares e de excepcional beleza cênica, que foram ou poderão ser inundados e irreversivelmente perdidos a partir da construção de usinas hidrelétricas.

Palavras chave: Geodiversidade, Padrões de Canal Fluvial, Hidrelétricas.

ABSTRACT: The geodiversity studies that have been developed since 1990 decade can bring as its results several new needs to Earth Sciences researchers, mainly to geomorphologists. This study aims to demonstrate the usefulness of fluvial geomorphologic variables as indicators of geodiversity. Some scholars consider that the knowledge of Earth Sciences in general and its indicators have been underutilized as a whole (BERGER, 1996) and particularly the indicators that come from fluvial geomorphology (RODRIGUES, 1997 and others). The present paper aims to show how hydro-geomorphological variables such as, fluvial patterns, channel width, bed load composition, among others, would help to evaluate geodiversity and as a consequence, biodiversity. Some case studies in Brazil, in Xingu (Amazon Region) and Parana (Southwestern of Brazil) rivers were take in account as examples to demonstrate the



idea particularly through the elimination of the scenic values and singularity of its fluvial diversity under the hydroelectric dams construction and planning.

Key words: Geodiversity, Fluvial Patterns, hydroelectric dams

1 – INTRODUÇÃO

O Brasil é o país que contém a maior riqueza em recursos hídricos no planeta. Por este motivo sua matriz energética sempre foi baseada na hidroeletricidade. A primeira usina hidrelétrica foi construída ainda no século XIX (1883) no Ribeirão do Inferno, afluente do Rio Jequitinhonha no município de Diamantina. Porém, só em 1955 foi inaugurada a primeira grande hidrelétrica do país, a Usina Hidrelétrica Paulo Afonso.

Hoje a hidroeletricidade ainda é a maior fonte de energia elétrica do país. Dos 109.590.984 kW de potência para geração de energia no país, 75.471.427 são provenientes de Usinas Hidrelétricas (aproximadamente 70%). Há ainda 18 empreendimentos com potência de 10.326.500 kW em construção e 11 com potência de 2.190.00 kW cuja construção já foi outorgada entre os anos de 1998 e 2010, mas ainda não tiveram as obras iniciadas (ANEEL, 2010).

A energia hidrelétrica é considerada limpa e renovável, entretanto seus impactos sociais e ambientais são conhecidos e estudados e diversos empreendimentos são mal aceitos pela comunidade científica de modo geral, devido, principalmente à sua baixa produtividade e seus altos impactos ambientais.

Diferentemente das usinas hidrelétricas construídas anteriormente à Resolução CONAMA 01/86, quando não havia estudos aprofundados dos impactos ambientais e sociais causados pelas obras, atualmente todos os empreendimentos são liberados somente após aprovação do Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) pelo Ministério do Meio Ambiente ou órgão competente da esfera estadual. Esta obrigatoriedade foi um imenso ganho nas questões sócio ambientais, uma vez que exige estudos detalhados do meio físico, bem como análises sociais que contemplam audiências públicas para esclarecimentos e consulta às populações direta ou indiretamente afetadas pelas obras, entretanto verifica-se que a pressão pelo "desenvolvimento do país" nem sempre respeita os limites sócio-ambientais apontados pelos pesquisadores.



Pesquisadores vêm apontando que, mesmo diante desta importante ferramenta legal, os EIAs e RIMAs, os estudos e avaliações não vem considerando aspectos relevantes da geomorfologia fluvial, fato bastante curioso para um país como o Brasil, considerando suas dimensões territoriais e suas características de país predominantemente tropical úmido e semi-úmido, com alta densidade de drenagem e imensos e diversos sistemas de canais fluviais. (RODRIGUES, 1997; BERGER, 1996; GUPTA, 2007). Além dos impactos sobre as populações, a fauna e a flora, há outro impacto que, na grande maioria dos estudos, não é levado consideração. A perda da geodiversidade não vem sendo avaliada em vários empreendimentos onde patrimônios naturais são afogados e suprimidos por grandes lagos artificiais. Elementos da geomorfologia fluvial como padrões de canais e tipos de fluxo são importantes parâmetros de geodiversidade ainda que não devidamente explorados em pesquisas relacionadas ao tema.

Um dos exemplos aqui apresentados é o da UHE Belo Monte, no rio Xingu, Estado do Pará. Idealizada para aproveitar a amplitude topográfica de aproximadamente 100m na região da Volta Grande do Xingu, esta usina teve sua licença prévia concedida pelo Ministério do Meio Ambiente em de fevereiro/2010, apesar de diversas questões sociais e ambientais ainda não estarem plenamente resolvidas. Outros exemplos de hidrelétricas brasileiras cujos lagos afogaram e eliminaram áreas de grande geodiversidade, localizam-se na Bacia Hidrográfica do Rio Paraná. Estes últimos podem ter sua morfologia pretérita reconhecida, apenas por meio de documentos iconográficos e memórias.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

Para esta pesquisa foram consideradas recentes definições e discussões sobre o tema geodiversidade, bem como discutidos os parâmetros da geomorfologia fluvial relacionados a padrões de canais e tipos de fluxo como indicadores de dessa diversidade.

Apesar do termo geodiversidade já existir há mais de 10 anos o primeiro livro dedicado ao tema somente foi publicado em 2004 por Murray Gray “Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature”. Neste livro o autor define geodiversidade como “a variedade natural de aspectos geológicos (minerais, rochas e fósseis),



geomorfológicos (formas de relevo, processos) e do solo. Inclui coleções, relações, propriedades, interpretações e sistemas” (Nascimento et al. 2008, Pág.10-11).

No Brasil encontramos a definição apresentada em CPRM (2006) na qual geodiversidade é “estudo da natureza abiótica (meio físico) constituída por uma variedade de ambientes, composição, fenômenos e processos geológicos que dão origem às paisagens, rochas, minerais, águas, fósseis, solos, clima e outros depósitos superficiais que propiciam o desenvolvimento da vida na Terra, tendo como valores intrínsecos a cultura, o estético, o econômico, o científico, o educativo e o turístico”.

Nas definições e pesquisas acerca da geodiversidade não foram encontradas referências à geomorfologia fluvial, considerando padrões de canal (retilíneos, meândricos, entrelaçados e anastomosados) e tipos de fluxo (laminar, turbulento corrente, turbulento encachoeirado) como parâmetros, entretanto entende-se que através do seu estudo vários dos valores considerados como indicadores de geodiversidade podem ser mensurados.

A definição de parâmetros de canais fluviais é bastante controversa na literatura. Alguns autores utilizam a carga de sedimentos transportada como parâmetro mais importante, outros utilizam a forma do canal, presença e composição de barras e ilhas, outros ainda o poder de fluxo, de maneira que um mesmo trecho de canal pode ser classificado de forma diferente de acordo com o autor tomado como referência.

As modificações no padrão dos canais também ocorrem ao longo do perfil longitudinal de um rio de acordo com as mudanças em suas características como aumento da vazão, da carga sedimentar total, diminuição do tamanho médio das partículas e da quantidade de sedimentos transportados por unidade de volume e o conseqüente aumento da largura, da profundidade e do raio hidráulico, bem como a redução da resistência ao fluxo, da velocidade e da declividade. (Souza Filho 1993, p. 25). Alguns autores consideram que essas mudanças ocorrem através de um continuum e outros através de superação de limiares.

De acordo com Morisawa (1985) os rios são comumente chamados de retos, meândricos e entrelaçados, havendo também o padrão sinuoso, intermediário entre o reto e o meândrico. Os canais entrelaçados podem ser considerados anastomosados quando as ilhas que dividem os canais são estáveis (termo proposto por Schumm, 1968).

Esses padrões foram sumarizados pelo autor na tabela 1 a partir de modificações da nomenclatura proposta por Miall (1977).



Tabela 1: Padrões de canais e suas características. Fonte: Morisawa (1985 p. 91). Tradução de Juliana de Paula Silva.

| Tipo Type | Morfologia | Sinuosidade | Tipo de Carga | Razão Largura Profundidade | Comportamento Erosivo | Comportamento deposicional |
|----------------------------------|---|-----------------|----------------------------|----------------------------|--|--|
| Reto Straight | Canais simples com pools e riffles, talvegue meândrico | < 1.05 | Suspensa mista ou de fundo | < 40 | Canais menores ampliação e incisão | Bancos de areia oblíquos |
| Sinuoso Sinuous | Canais simples, pools and riffles, talvegue meândrico | < 1.05 > 1.5 | Mista | < 40 | Canais maiores ampliação e incisão | Bancos de areia oblíquos |
| Meândrico Meandering | Canais simples (podem ter bancos detriticos no interior do canal) | > 1.5 | Suspensa ou mista | < 40 | Canais incisivos, Meandramento Alargamento | Formação de bancos detriticos |
| Entrelaçado Braided | Dois ou mais canais com barras e pequenas ilhas | > 1.3 | De fundo | > 40 | Alargamento do canal | Agradação, formação de barras no meio dos canais |
| Anastomosado Anastomosing | Dois ou mais canais com ilhas largas e estáveis | > 2.0 | Suspensa | < 10 | Ampliação lenta dos meandros | Lenta acreção de bancos |

Em relação ao tipo de fluxo Christofolletti (1981) afirma que "o fluxo laminar ocorre quando a água escoar ao longo de canal reto, suave, a baixas velocidades, fluindo em camadas paralelas acomodadas umas sobre as outras", este tipo de fluxo praticamente não é encontrado na natureza. De acordo com o mesmo autor "o fluxo turbulento é caracterizado por uma variedade de movimentos caóticos, heterogêneos, com muitas correntes secundárias contrárias ao fluxo principal para a jusante. O fluxo turbulento pode ainda ser classificado como corrente e encachoeirado. "O fluxo turbulento corrente é comumente encontrado nos cursos fluviais, enquanto o fluxo turbulento encachoeirado ocorre nos trechos de velocidades mais elevadas, encontradas nas cachoeiras e nas corredeiras, implicando a possibilidade de aumento na intensidade da erosão" (Christofolletti 1981, Pág.5).

Nos primeiros casos apresentados (Bacia do Rio Paraná), onde corredeiras e cachoeiras desapareceram após o enchimento de lagos de reservatórios de grandes usinas hidrelétricas leva-se em conta o perfil longitudinal do rio, onde os *knick-points*, associados a trechos encachoeirados, apresentam, em muitos casos, importantes áreas de geodiversidade (valor estético/científico/turístico), e, por outro lado, grande energia potencial para empreendimentos hidrelétricos (valor econômico).

No caso da área prevista para a construção da Usina de Belo Monte (Volta Grande do Rio Xingu) encontra-se um expressivo trecho em canais rochosos, trechos de



canais anastomosados e trechos mistos (ocorrência dos dois padrões) cuja singularidade no território amazônico deveria ser explorada como importante área de geodiversidade.

Os canais em trechos rochosos são pouco citados na literatura, sendo encontrada sua referência em Tricart (1977) referindo-se ao Rio Madeira e Christofolletti (1981) que os define como “canais labirínticos em trechos rochosos” (Christofolletti 1981, Pág. 147).

Como método utilizou-se a pesquisa bibliográfica referente à geodiversidade e geomorfologia fluvial, aos trechos de rios atualmente alagados por lagos e hidrelétricas, e ao processo de licenciamento da Usina Belo Monte no Rio Xingu. Foram também levantados e analisados dados relativos a imagens de satélite, clima e hidrologia da região da Volta Grande do Xingu no município de Altamira, onde há o projeto de instalação da referida usina.

3 - RESULTADOS

Primeiramente serão apresentados os resultados relativos à pesquisa de áreas alagadas devido à construção de grandes Usinas Hidrelétricas na Bacia Hidrográfica do Paraná. Posteriormente serão apresentados dados sobre a área em estudo para a construção da Usina Belo Monte no estado do Pará, seguidos da discussão que esta obra vem gerando no Brasil e exterior desde a época dos primeiros estudos ainda na década de 1980.

A gênese das cachoeiras na Bacia Hidrográfica do Paraná é discutida por Bartorelli (2004) cujas pesquisas demonstram que o caráter tectono-estrutural da Bacia do Rio Paraná é responsável pelo controle da drenagem e pela implantação de grandes cachoeiras desse majestoso rio e seus afluentes. “A atividade neotectônica, manifestada por epirogêneses generalizadas e deslocamento diferencial de blocos tectônicos, foi a principal responsável pela fisiografia atual do Rio Paraná e corresponde a eventos do Plio-Pleistoceno” (Bartorelli 2004, Pág. 109).

Essas cachoeiras deram origem a um alto potencial hidrelétrico para as regiões sul e sudeste, este, entretanto encontra-se praticamente esgotado, sendo o exemplo mais conhecido de perda de geodiversidade o das sete quedas, "engolidas" pela construção da maior Hidrelétrica do mundo na época.

A Usina Hidrelétrica Itaipu Binacional (Brasil e Paraguai), atualmente maior do Brasil e segunda maior do mundo, foi construída no período militar. Suas obras foram



iniciadas em 1975, e a operação iniciou-se em 1984, sendo que o lago foi barrado em 1982, quando foi também dinamitada a área das cachoeiras (trecho de fluxo turbulento encachoeirado) para facilitar a navegação.

A perda das sete quedas, que na verdade eram 18 (Figura 1: Andrade - 1942 *apud* Aguiar - 2009) foi amplamente discutida no âmbito nacional e internacional devido à grandiosidade desta queda d'água, considerada uma das maiores do mundo. Este monumento natural serviu de inspiração ao escritor Carlos Drummond de Andrade para escrever o poema "Adeus a Sete Quedas", demonstrando o valor artístico/cultural da geodiversidade local. As figuras 2 e 3 são imagens da região anteriores ao barramento.

"Sete quedas por nós passaram,
E não soubemos, ah, não soubemos amá-las,
E todas sete foram mortas,
E todas sete somem no ar,
Sete fantasmas, sete crimes
Dos vivos golpeando a vida
Que nunca mais renascerá."



Quadro 1(esquerda): Trecho do Poema "Adeus a Sete Quedas" publicado originalmente no Jornal do Brasil, Caderno B 09/09/1982.

Fig. 1 (direita): Distribuição espacial das dezoito quedas dos "Saltos del Guaira". Fonte: Andrade (1942) *apud* Aguiar (2009).

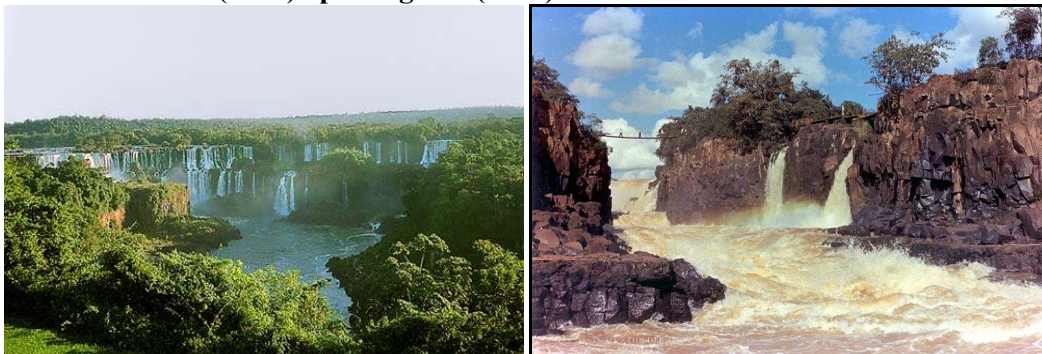


Fig. 2 (esquerda): Foto de trecho da cachoeira de sete quedas e 2. Fonte: esquerda: http://www.moderna.com.br/moderna/didaticos/projeto/2006/1/imagem/006_tema1bim.jpg.

Fig. 3 (direita): Cânion originado por falhamentos dos derrames rochosos. Fonte: Prefeitura Municipal de Guaira, PR *apud* Aguiar (2009).



Outros exemplos menos divulgados foram pesquisados no Instituto Geográfico Cartográfico do Estado de São Paulo, onde se encontra uma coleção de levantamentos exploratórios dos Rios do Estado de São Paulo realizados pela *Comissão Geographica e Geológica do Estado de São Paulo* no início do século passado, quando grande parte deste território ainda era considerado desabitado e inexplorado.

As explorações foram realizadas por equipes pioneiras que levantaram dados primários para minuciosas descrições físicas (clima, vegetação, hidrografia) e humanas (população branca e indígena). O material riquíssimo conta com várias fotografias, mapas planimétricos regionais nas escalas 1:1.000.000, 1:500.000 e 1:100.000, relatórios de exploração descritivos, plantas em escalas de 1:50.000 (figura 4), 1:10.000 e 1:6.000 com a hidrografia detalhada, curvas de nível e sessões transversais de trechos representativos dos rios.



Fig. 4 - Exemplo de produto cartográfico presente nos relatórios de exploração

Os volumes consultados e suas respectivas datas de edição foram sintetizados na Tabela 2:

Tabela 2 - Volumes consultados e suas respectivas datas de edição.

| Área da Exploração | Data | Edição Consultada | Data 1ª edição |
|---|------|-------------------|----------------|
| Rios Itapetininga e Paranapanema | 1889 | 1a | 1889 |
| Rio Feio – Aguapehi | 1905 | 1a | 1905 |
| Rio Paraná | 1911 | 2a | ? |
| Rio do Peixe | 1913 | 2a | |
| Rio Grande e de seus afluentes | 1913 | 1a | 1913 |
| Rio Ribeira de Iguape | 1914 | 2a | ? |
| Rio Juqueryquerê | 1919 | 2a | 1910 |
| Rio do Tietê (Barra do Rio Jacaré-Guassú ao Rio Paraná) | 1930 | 3a | 1905 |



| | | | |
|---|------|----|------|
| Rio da Região Compreendida pelas folhas topográficas Taubaté, Lorena, Bananal e Cunha | 1928 | 1a | 1928 |
|---|------|----|------|

Destes, foram considerados apenas três volumes para esta pesquisa: rios Grande, Tietê e Paraná. A escolha deu-se devido o rico material fotográfico encontrado em áreas hoje cobertas por lagos de hidrelétricas.

No rio Tietê destaca-se o salto de Itapura (fig. 5 e 6) cuja magnitude e beleza são relatados no trecho "*O Salto de Itapura é talvez o mais bello de todos os que temos no Estado e um dos maiores*" (Exploração do Rio do Tietê - Barra do Rio Jacaré-Guassú ao Rio Paraná 1930, Pág. I). Atualmente esta feição geomorfológica está alagada (juntamente com a antiga cidade de Itapura) pelas represas que abastecem as Usinas de Jupia e Ilha Solteira e Três Irmãos¹.



Fig. 5 - Visão Geral do Salto de Itapura.



Fig. 6 - Trecho do Salto de Itapura.

Neste mesmo complexo de hidrelétricas está também afogado o Salto do Urubupungá, no Rio Paraná (fig. 7 e 8). Apesar de tratar-se de um relatório técnico, a forma como este e outros trechos fluviais de alto valor estético são descritos demonstra a grandiosidade do impacto que sua visão gerou nestes exploradores pioneiros

¹ Os lagos destas três usinas mantêm o mesmo nível devido a interligação feita através do canal artificial Pereira Barreto



“O Rio, que na cabeceira da ilha dos Naufragos tem a largura de 850 metros, vae-se allargando successivamente até 2500 metros no começo do Salto, formando neste percurso a grande cachoeira a montante.

Ahi subdivide-se em diferentes massas, umas procurando o escoadouro no rio Tieté formando em caminho o Saltinho, outra formando dois canaes, que depois de reunidos desaguam no Paraná, 1 kilometro 500 metros abaixo do Salto e por ultimo o maior volume precipitando-se de uma altura de 9,20 metros pelas muitas fendas espalhadas n’uma extensão de 800 metros, formando uma serie de saltos, cujo conjuncto torna-se magestoso ao espectador que pela primeira vez admira essa grande obra secular da natureza...” (Exploração do Rio Paraná 1911, Pág.2).



Fig. 7 - Trecho do salto do Urubupungá.



Fig. 8 - Trecho do salto do Urubupungá.

No relatório do Rio Grande e seus Afluentes foram encontrados vários trechos de fluxo encachoeirado, também descritos pelos exploradores como paisagens excepcionais, mas, por outro lado, já foram indicadas como áreas de grande potencial para empreendimentos hidrelétricos (fig. 9 a13). Todos os saltos e cachoeiras estão hoje cobertos pelas represas das Usinas do Marimbondo, José Ermínio de Moraes e Salto Vermelho.



Fig. 9 - Trecho do Salto da Onça.

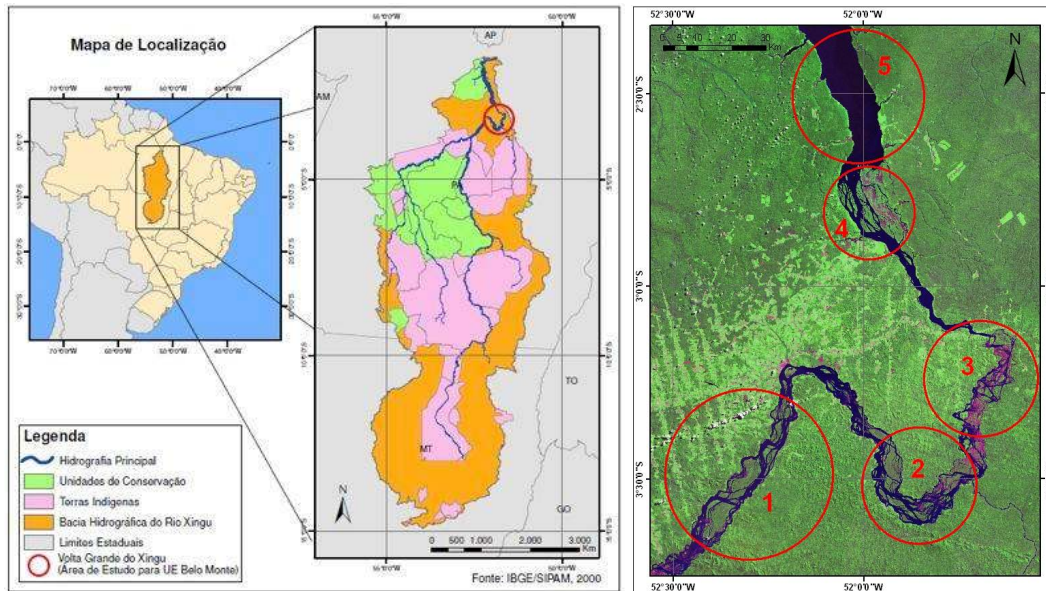


Figuras 10 a 13: Da esquerda para direita: Trecho do Salto dos Patos, Ferrador - Salto do Marimbondo, Trecho do Salto dos Dourados, Trecho do Salto do Marimbondo.

O Projeto da Usina Belo Monte (Rio Xingu) encontra-se em um trecho cujo padrão geral estaria enquadrado dentre tipos de canais rochosos pouco comuns na Amazônia (figuras 14 e 15). De acordo com Tricart (1977) este padrão ocorreria somente na periferia da Amazônia Central e Ocidental, onde os escudos metamórficos brasileiros e das guianas foram desnudados, mas seriam abundantes na África. O autor apresenta o exemplo dos rápidos encontrados no Rio Madeira a montante de Porto Velho, entretanto nesta região já se iniciaram (em 2008) as obras das Usinas Hidrelétricas de Jirau e Santo Antônio.

Este tipo de padrão é pouco estudado no Brasil, sendo a área prevista para a construção de Belo Monte uma região única na Amazônia. Além do trecho de leito rochoso, a área que será diretamente afetada caso a usina seja construída, contempla também trechos de canais anastomosados e mistos, com ocorrência dos dois padrões citados.

Há ainda, no trecho que será impactado por efeitos a jusante, outro tipo bastante diverso. Trata-se da ria, do Xingu, em leito sedimentar, com presença de delta fluvial interno, falésias fluviais e de importantes praias fluviais. Quando se comparam simples indicadores como os de composição predominante do leito, largura do canal e padrão morfológico do canal, há que se utilizar estas regiões como exemplos, ou seja, a região da ria do Xingu com a região dos canais rochosos. A primeira apresenta largura aproximada de 10 km e os rochosos de 0,5 km. Na ria, há comportamento de nível d'água que indica dinâmica diária de trecho em que tartarugas marinhas da espécie *Podocnemis Expansa* vem desovar num curto período no mês de outubro. O limite superior da ria com os canais rochosos indica uma importantíssima barreira biogeográfica, conforme RODRIGUES (1997).



Figuras 14 e 15: (esquerda) Localização do Rio Xingu e (direita) detalhe da Volta Grande, cujos padrões identificados são 1- padrão anastomosado, 2- área complexa, afloramentos rochosos e presença de ilhas sedimentares, 3- trecho em canais rochosos com fluxo turbulento encachoeirado, 4 - delta fluvial, 5- ria (Fonte: IBGE, 2000; RODRIGUES,1997; mosaico de imagens Landsat Geocover – NASA, 1990).

Por outro lado, todo o conjunto da Bacia Hidrográfica do Rio Xingu, que poderá ser afetado de forma indireta pela obra, também apresenta uma grande geodiversidade de formas fluviais, bem como alta biodiversidade. Engloba em seu território inúmeras terras indígenas e unidades de conservação. Todo este sistema apresenta atualmente baixo nível de perturbação antrópica, sendo os impactos mais significativos os causados pela agricultura intensiva em suas cabeceiras (especialmente cultivo de soja) e pela ocupação decorrente da abertura de estradas (transamazônica e BR 163), com decorrente exploração madeireira em suas imediações.

A obra da hidrelétrica Belo Monte seria a ruptura irreversível desse sistema geral, gerando inúmeros impactos previstos no EIA e outros não previstos e/ou subdimensionados.

4 - DISCUSSÃO

Em um painel resumo de relatórios de especialistas de várias instituições contrárias à construção da Usina Hidrelétrica Belo Monte, a volta do grande do Xingu é apresentada como “*um monumento da biodiversidade*” (Magalhães & Hernandes. 2009



p1), apesar de ser a própria forma do rio o maior diferencial da região. No mesmo documento o próprio rio é enaltecido posteriormente como “*exuberante palco da biodiversidade amazônica que evoluiu seguindo esta dinâmica flutuante das águas, um monumento fluvial de primeira grandeza*” (Magalhães & Hernandez. 2009 p.6). Nos dois trechos percebe-se que a geodiversidade *strito sensu* não é considerada sozinha como fato relevante para proteção, mas como “palco” da biodiversidade.

A usina de Belo Monte é a principal obra do Programa de Aceleração do crescimento (PAC) do governo Lula. Está prevista para começar a operar em 2015, quando seria a segunda maior hidrelétrica do país e a terceira maior do mundo.

Os estudos para sua construção iniciaram-se na década de 1980, mas o projeto da Usina que até então teria o nome de Kararaô foi abortado após importante repercussão, de nível internacional, pelo fato da indígena kayapó Tuíra ter ameaçado com um facão o presidente da Eletrobrás José Muniz Lopes, alegando que “*Kararaô vai afogar nossos filhos*” durante uma audiência pública no município de Altamira em 1989. Posteriormente o projeto foi revisado com a finalidade de ampliar a produtividade (mw/km² alagado) e diminuir os impactos ambientais do empreendimento. Sua licença prévia foi recentemente liberada pelo Ministério do Meio Ambiente, tendo sido realizado o leilão que foi vencido pelo consórcio Norte Energia, que tem participação da Companhia Hidroelétrica do São Francisco (Chesf), subsidiária da Eletrobrás, da Construtora Queiroz Galvão, da Galvão Engenharia e de outras seis empresas.

Em documento sobre a análise do EIA-RIMA de Belo Monte, o pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) Philip M. Fearnside discute a opção pela energia hidrelétrica e mais especificamente a necessidade de instalação da hidrelétrica de Belo Monte, uma vez que a necessidade de construção de tal empreendimento seria justificada pela demanda de energia para abastecer o consumidor doméstico, mas seria, na verdade, fonte para empresas exportadoras de alumínio, já que o custo de transmissão para os grandes centros consumidores ainda é muito alto, especialmente devido à ociosidade que ocorreria no período de seca (o rio Xingu apresenta grande variação de vazão anual), quando a geração de energia cairia bruscamente (Fig. 16).

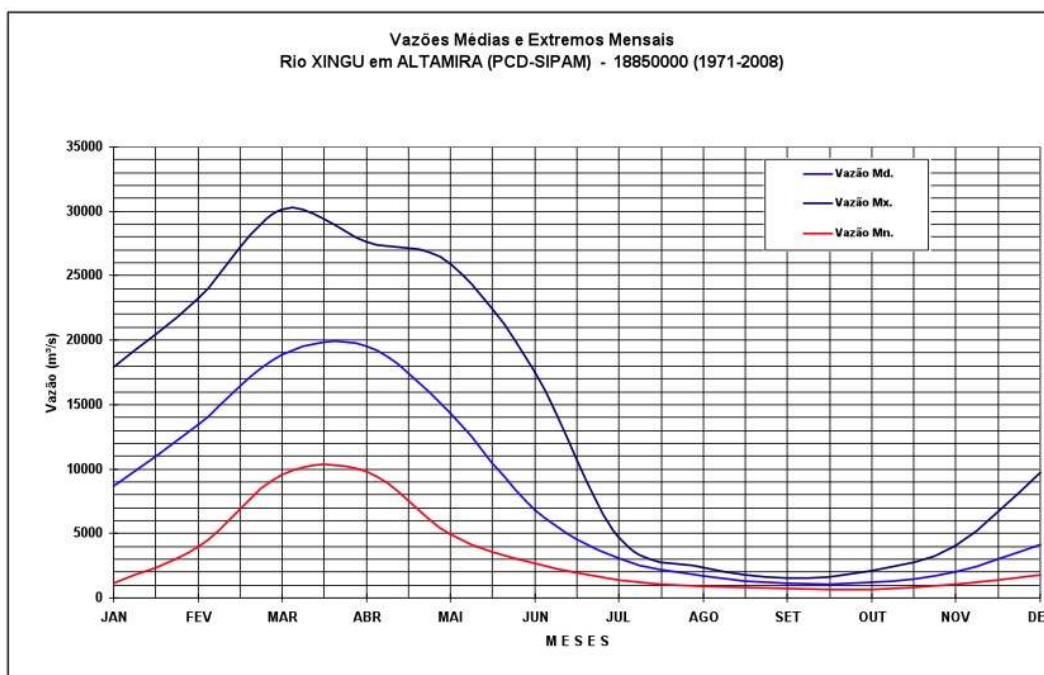


Fig. 16 - Comportamento hidrológico do Rio Xingu em Altamira-PA - fonte: ANA 2010.

5 – CONCLUSÃO

Nos estudos de caso apresentados nessa pesquisa verificou-se que os parâmetros da geomorfologia fluvial foram considerados apenas como indicativo de potencialidade hidrelétrica. Ou seja, rios com grandes desníveis altimétricos tendem a apresentar alto potencial hidrelétrico. Não se verificou, entretanto a preocupação relativa à perda dos valores que a diversidade de formas fluviais traz a esses ambientes. Todos os valores de geodiversidade apresentados na definição da CPRM (cultural, estético, econômico, científico, educativo e turístico) podem ser atribuídos às áreas destacadas nesse estudo.

A geodiversidade deve ser considerada também como indicativo de biodiversidade nos estudos de impacto ambiental. No caso do Rio Xingu, por exemplo, temos as áreas de leitos rochosos com espécies de peixes ornamentais (especialmente os acaris) e a área da ria com a presença das tartarugas marinhas da espécie *Podocnemis Expansa* na época de sua desova.

Os exemplos de geodiversidade perdida para geração de energia hidrelétrica no Brasil são muitos. Nem sempre as escolhas contabilizando as perdas sociais e ambientais e a energia gerada de fato foram as melhores possíveis. Isso ocorreu quando não havia obrigação dos estudos de impacto necessários no cenário atual, entretanto



mesmo com esta nova realidade, presenciamos os interesses econômicos se sobrepondo aos sócio-ambientais. Apesar de ainda gerar vários questionamentos de ambientalistas, da população local e de vários grupos indígenas da região, a Licença Prévia para construção da Usina Hidrelétrica Belo Monte foi aprovada em fevereiro de 2009. Comentando sobre o fato o ministro de minas e energia Edison Lobão fez a declaração de que “estava mendigando a licença para área ambiental”, tida como um empecilho para o crescimento do país.

A perda da geodiversidade das cachoeiras da Bacia do Paraná é irreversível e ocorreu em uma época onde a visão desenvolvimentista reinava no Brasil especialmente nos governos militares.

Hoje, entretanto o que deveria ser discutido é a ampliação da capacidade dos empreendimentos em operação, investimento em novas fontes de energia, como a solar, e principalmente políticas de diminuição do consumo, seja de materiais, seja de energia, levando-se em conta a questão: energia para quê e para quem? O valor construído é maior que o valor natural contido nos lugares? Precisamos de fato dessa energia para o bem estar da população brasileira?

Por fim verifica-se que os parâmetros atribuídos à geodiversidade devem ser considerados nos Estudos de Impacto Ambiental para que o balanço entre as perdas e ganhos com a realização de determinado empreendimento sejam contabilizadas de forma mais consciente. No caso de estudos relacionados à construção de usinas hidrelétricas os parâmetros da geomorfologia fluvial são indispensáveis para uma avaliação coerente que subsidie decisões mais acertadas.

6 - REFERÊNCIAS

Aguiar, A.M. Análises hidrogeomorfológicas e hidrossedimentológicas para comparação de duas bacias hidrográficas contribuintes do reservatório de Itaipu. Dissertação de Mestrado. Departamento de Geografia. Universidade de São Paulo, 2009.

Agência Nacional de Águas (ANA). Séries Históricas de Dados Hidrológicos. Disponível em <http://hidroweb.ana.gov.br>, 2010.

Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Banco de Informações de Geração. disponível em <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.asp>, 2010.



- Berger, A. R.; Iams, W. J. ed. *Geoindicators: assessing rapid environmental changes in Earth systems*. Rotterdam: Balkema, 1996.
- Bartorelli, A. *Origem da Grandes Cachoeiras do Planalto Basáltico da Bacia do Paraná: Evolução Quaternária e Geomorfologia*. I: *Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. Editora Beca. São Paulo, 2004.
- Christofolletti, A. *Geomorfologia Fluvial*. Editora Edigard Blücher, 1981.
- Dantas, M.E.; Armesto, R.C.G.; Adamy, A. *Origem das Paisagens*. In *Geodiversidade do Brasil – Conhecer o passado para entender o presente e prever o futuro*. CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Rio de Janeiro, 2008.
- IBGE Base da Amazônia Legal na escala 1:250.000, 2000.
- Gupta, A., Ed. *Large Rivers: Geomorphology and Management*, John Wiley & Sons, Chichester, 2007.
- Magalhães, S. B.; Hernandez, F. M. Painel de Especialistas examina viabilidade de Belo Monte. Disponível em: <http://www.internationalrivers.org/files/Resumo%20Executivo%20Painel%20de%20Especialistas_out2>, 2009.
- Moraes A. C. R. *Patrimônio Natural, Território e Soberania*. In *Meio Ambiente e Ciências Humanas*. Editora Hucitec. São Paulo, 1991
- Morisawa, M. *Rivers, form and process*. Longman Group Limited. New York, 1985.
- NASA Mosaico de imagens Landsat Geocover. Disponível em <http://www.landcover.org/index.shtml> 1990.
- Nascimento, M.A.L.; Ruchkys, U.A.; Mantesso Neto, V. *Geodiversidade, Geoconservação e Geoturismo, trinômio importante para a proteção do patrimônio geológico*. Sociedade Brasileira de Geologia (SBGeo). São Paulo. 1 ed. 2008
- Rodrigues, C. *Geomorfologia Aplicada: Avaliação de experiências e de instrumentos de planejamento físico-territorial e ambiental brasileiros*. DG/FFLCH-USP. Tese de Doutorado. São Paulo, 1997
- Schumm, S.A. *Evolution and response of the fluvial system, sedimentologic implications*. SEPM Spec. Publ. 31 pp. 19–29. 1981.
- Tricart, J. *Tipos de planícies aluviais e de leitos fluviais na Amazônia Brasileira*. *Revista Brasileira de Geografia*, 39 (2) p.3-40. 1977.