

## PESQUISAS NO PANTANAL E A IMPORTÂNCIA DA GEOMORFOLOGIA FLUVIAL: ENTREVISTA COM JOSÉ CÂNDIDO STEVAUX

Aguinaldo Silva\*  
Edson Rodrigo dos Santos da Silva\*\*

Pesquisador visitante da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Câmpus de Três Lagoas/MS, junto ao Programa de Pós-graduação em Geografia e do programa de Pós-graduação em Ambientes Aquáticos Continentais - UEM, Maringá/PR (CAPES 6). Possui graduação em Geologia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1976), mestrado (1986) e doutorado (1994) em Geociências pela Universidade de São Paulo (1986), pós-doutorado no CECO/ Universidade Federal do RS (1998), Krasnoyarsk State University, Rússia (1998) e na Universidad Nacional de La Plata, Argentina (2007-2008). Credenciado no curso de pós-graduação em Geografia da Faculte de Geographie, Histoire, Histoire de L'Art, Tourisme - Université Lumiere Lyon 2, França (2005-2008) e do Programa de pós-graduação em Geociências e Meio Ambiente UNESP/Rio Claro (2010-2017). Pesquisador 1A do CNPq. Coordenador do grupo de trabalho "Large Tropical Rivers" da International Geomorphological Association. Seus artigos em coautoria "Tropical Rivers" (*Geomorphology*, 70 (3-4):187 - 206, 2010) e "Damming the rivers of the Amazon Basin" (*Nature*, 546:363-369, 2017) estão entre os mais citados nos respectivos anos de publicação.

Esta entrevista realizou-se motivada pela edição do Dossiê temático *Democracia, Ambiente e Sociedade – DAS: Desafios à Sustentabilidade*. Foram convidados estudantes e professores de pós-graduação da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Universidade Estadual de Maringá e University of Kentucky;

\* Professor Associado do Curso de Geografia do Câmpus do Pantanal/UFMS. Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - PQ2. Formação: Graduação em Geografia (UNEMAT - 2002); Mestre em Geografia (UEM/PR - 2006) e Doutor em Geociências e Meio Ambiente (UNESP/Rio Claro-SP – 2010). E-mail: Aguinaldo.silva@ufms.br.

\*\* Formação: Graduação em Geografia (UFMS/CPAN-2018); Mestre em Geografia (UFMS/CPTL-2020) e Doutorando em Geografia (UFMS/CPTL). Titulação: Mestre em Geografia (UFMS/CPTL). Instituição: Programa de Pós-Graduação em Geografia-CPTL, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil. E-mail: edson.r.silva@ufms.br.

pesquisadores da Embrapa Pantanal e por ativistas ambientais da ONG ECOA. Foram selecionadas pessoas com experiência em estudos no Pantanal e organizadas numa lógica considerada coerente. Partiu-se de questões mais gerais sobre o Pantanal até as contribuições da Geomorfologia Fluvial para a gestão ambiental. As perguntas foram realizadas nos meses de maio e junho de 2021 e respondidas por e-mail aos organizadores desta Entrevista.

**ORGANIZADORES: Como verificado no ano de 2020, o Pantanal é um sistema complexo, mas de equilíbrio tênue e não plenamente compreendido. Contudo, nas últimas duas décadas um conjunto de amplos e importantes estudos acadêmicos, nas mais diversas esferas do conhecimento científico, têm sido executados com o intuito de permitir um maior entendimento deste sistema. Assim, em sua visão, qual a importância e a contribuição destes estudos recentes para o entendimento do Pantanal e para a sua gestão de forma integrada?**

STEVAUX: Um problema recorrente, não apenas no Brasil, é o da transferência dos aportes científicos para a esfera governamental. Falta nessa relação uma ligação que seria dada pela integração das informações das diversas disciplinas em um produto que permitisse seu entendimento pelo poder público. Esse produto além da visão integrada e contextualizada forneceria indicações e orientações, bem como medidas a serem tomadas. Assim acredito teríamos uma fluência mais efetiva da ciência para a política. O inverso ocorre com mais frequência. É relativamente comum chamadas do CNPq, FAPESP e outras agências financiadoras de pesquisa lançarem editais dirigidos a macroproblemas. Contudo, vemos que a resposta vem desarticulada em artigos científicos de periódicos especializados que acabam não servindo à intenção proposta. O RIMA e os EIA de certa forma têm esse objetivo: integrar os estudos e fornecer diretrizes. Talvez esse modelo possa ser aplicado nos editais das agências.

**ORGANIZADORES: Em sua visão, a legislação e as políticas públicas atuais fazem-se satisfatórias para a gestão do Pantanal ou é necessária a adoção de uma legislação nacional específica, como propõe o projeto de lei n. 9.950/2018 que tramita na Câmara dos Deputados do Brasil?**

STEVAUX: Legislações são, a priori, generalistas, ou seja, não preveem cada caso. Contudo, à medida que o conhecimento avança são descobertas peculiaridades que exigem uma maior especificidade da lei. Isso aplica-se ao caso da legislação ambiental. Por exemplo, há um limite de 500 m para preservação da “mata ciliar” em rios de grande porte. Sabe-se, contudo, que esse valor pode ser muito maior ou

menor a depender da morfologia funcional do sistema no trecho. Assim, o avanço no entendimento funcional do Pantanal deverá propiciar um embasamento aos nossos legisladores que permita o aprimoramento da legislação. Não conheço a fundo o PL 9.950/2018, vi que trata genericamente de vários temas, mas certamente é um avanço. O que fica claro no PL em seu artigo 15. I (“*licenciamento ambiental, condicionado à apresentação de Estudo Prévio de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) pelo empreendedor, e desde que demonstrada a inexistência de alternativa técnica e locacional ao empreendimento proposto*”) fica claro que os casos devem ser tratados especificamente.

### **ORGANIZADORES: Como explicar a variação espacial da densidade de sedimentos no Pantanal?**

STEVAUX: A quantidade, diversidade e distribuição dos sedimentos no Pantanal, e em qualquer outro sistema deposicional, depende: a) das características da área fonte, ou seja, de onde procede o material, e aqui incluem-se a disponibilidade, a susceptibilidade à erosão (por exemplo um solo arado e descoberto, uma mata, pastagens etc.); b) das características morfológicas do sistema (relevo, pendentes, distribuição da rede hidrográfica); c) do regime hidrológico que controla a erosão, o transporte e a distribuição de sedimento no sistema). O Pantanal, por sua característica funcional, possui uma dinâmica muito ativa na distribuição de sedimento. No prazo de algumas décadas ou mesmo anos, canais antes navegáveis, ou seja, locais de transporte de sedimento, são totalmente assoreados e transformados em áreas de deposição ativa. O contrário também ocorre, áreas secas passam gradativamente a receber água e ao cabo de alguns anos tornam-se imensas áreas alagadas. Nesse quadro fica claro que qualquer interferência em um ou mais desses elementos pode provocar a alteração na distribuição dos sedimentos no sistema. Sejam essas antrópicas ou naturais.

### **ORGANIZADORES: Onde há maior aceleração de terrestrialização dos corpos de água?**

STEVAUX: Quase como um jargão, a maioria dos trabalhos sobre a geomorfologia do Pantanal iniciam-se com a frase: “A bacia do Pantanal constitui em um “forebulge” andino...”, o que, em outras palavras, significa que a bacia do Pantanal é um grande “buraco” que provavelmente vem sendo preenchido de sedimento desde final do Terciário. Como esse “buraco” está condicionado à compressão andina, tem uma tendência de progressivo afundamento. Como resultado temos uma relação entre preenchimento e afundamento que vem funcionando nos últimos, quem sabe, 15 milhões de anos. No entanto, a paisagem pantaneira que vemos

hoje é muito mais recente, formada há alguns milhares de anos. Nessa escala temporal (de milhares de anos), a influência da subsidência (afundamento) pode ser descartada e assim ficamos com as características funcionais do sistema do Pantanal. O principal elemento geomorfológico funcional do Pantanal é o leque fluvial, ou seja, uma morfologia em forma de leque que vai sendo construído pela constante deriva dos rios e canais. Assim os sítios deposicionais e de trânsito de sedimento vão se alterando e mudando constantemente. O fato de tais mudanças ocorrerem em escala de décadas ou séculos pode levar a conclusões muitas vezes errôneas de suas causas. As porções terminais dos sistemas de drenagem distributárias (por onde transitam a maior parte do material transportado) são os locais de maior taxa de sedimentação. A aceleração da sedimentação pode ser causada, mais uma vez, por motivos naturais ou antrópicos.

### **ORGANIZADORES: Que estudos podem ser feitos para saber ao certo a idade da Bacia do Pantanal?**

STEVAUX: A datação de eventos geológicos, geomorfológicos e sedimentológicos pode ser feita de diferentes formas de acordo com a escala de atuação desses eventos. Assim existem eventos na escala de milhões de anos – como o tectonismo gerador da subsidência da bacia; em escala milenar – como desativação da drenagem principal de um leque; em escala secular – a mudança de lobo ativo; em décadas – a desativação de um lobo ativo parte terminal de um leque; ou mesmo anuais – formação de uma barra arenosa. Isso necessita de métodos diferentes para datação como a datação isotópica ou de luminescência estimulada para eventos de maior amplitude temporal e métodos relativos como fotografias aéreas, imagens de satélites ou mesmo mapas antigos para eventos mais jovens. A idade da bacia como um todo exige não apenas a datação dos depósitos e eventos, mas conhecimento global da bacia, este ainda muito incipiente no momento.

### **ORGANIZADORES: Quais seriam as maiores ameaças aos rios pantaneiros no Antropoceno na sua opinião?**

STEVAUX: Como foi dito o sistema do Pantanal funciona pela interação de uma quantidade imensa de variáveis cada uma delas com suas características próprias, mas que se interagem em um complexo. Primeiramente é necessário conhecer as características e o funcionamento de cada variável, bem como sua inter-relação (conectividade) com as outras variáveis. A seguir é necessário avaliar como as ações antrópicas estão interferindo nessas variáveis. As variáveis geomorfológicas normalmente oscilam dentro de um determinado limite. Por exemplo: uma seca extrema pode levar uma variável a uma situação crítica, mas, não tendo atingido

seu limite, ela voltará a funcionar normalmente na próxima cheia, e assim o sistema se mantém. O mesmo acontece com os impactos antrópicos sobre o sistema, há um limite para que este se mantenha estável, mesmo atingindo pontos críticos. Contudo, uma vez rompido o sistema reage como uma “bola de neve” desencadeando um processo de *feedback* positivo ou ciclo vicioso que levará à falência do sistema. Assim, todo empreendimento deve ser estudado dentro do contexto para se determinar sua “letalidade” para o sistema.

**ORGANIZADORES: Em relação as dinâmicas espaciais (ou avulsivas) dos rios do Pantanal, você acredita que seria possível criar ferramentas que promovam diferentes usos dos recursos, mas que, ao mesmo tempo, preservem essas dinâmicas?**

STEVAUX: O uso dos recursos do Pantanal, como de qualquer outro sistema geomorfológico, deve sempre considerar o funcionamento desse sistema. Isso remete a um exemplo da ocupação do norte do Paraná. Totalmente planejada a ocupação previa a criação de uma vila ou cidade acompanhando os divisores de água a cada 15 a 16 km. Contudo não se levou em conta que em determinado ponto o solo argiloso do tipo Terra-Roxa mudava para solo arenoso de alta erodibilidade. Após uma década um ativo processo de voçorocamento praticamente inviabilizou o funcionamento de várias cidades, que foram salvas após muito investimento. Deve-se encarar a exploração de recursos do Pantanal da mesma forma. Os métodos exploratórios devem ser desenvolvidos de acordo com a especificidade do ambiente. Veja-se o caso dos arrombamentos que mudam a dinâmica hídrica da rede de drenagem alagando áreas de pastagem ou “terrestrializando” locais antes navegáveis. Isso ocorre pela dinâmica natural do sistema, e se vamos explorar os recursos locais devemos saber como nos adaptar a essas condições.

**ORGANIZADORES: Pensando em mudanças climáticas e o aumento dos eventos climáticos extremos, existe algum estudo sobre como as possíveis dinâmicas avulsivas dos rios possam ser alteradas e como isso pode afetar a resiliência das populações locais?**

STEVAUX: O sistema fluvial seja qual for é movido pela energia solar. Eventual aquecimento aumentaria a dinâmica do sistema, não apenas das avulsões (arrombamentos e mudanças de canal), mas a magnitude, frequência e permanência das cheias e das vazantes. Todas as variáveis do sistema dependentes desses eventos (sejam, hidrológicas, biológicas ou socioeconômicas) seriam afetadas. Esse é um ponto bastante delicado, pois, independentemente da atividade antrópica, o aquecimento global é um fato incontestável. A elevação da temperatura iniciou-se por volta da metade do Século XIX e prossegue de maneira gradual, mas continua.

São louváveis os esforços para controle de emissão de CO<sub>2</sub> e outros gases do efeito estufa, mas ao meu entender, parte desses esforços deveriam ser dirigidos ao enfrentamento de um aquecimento inexorável.

**ORGANIZADORES: Sob os pontos de vista econômico e ambiental, qual sua visão sobre a dragagem e recanalização do rio Taquari em seu trecho inferior?**

STEVAUX: Novamente deve-se primeiramente diferenciar o que são processos endógenos, ou seja, processos do próprio sistema, ou mesmo induzidos por fatores exógenos (de fora), mas naturais, daqueles impostos pelo Homem. Há muito tempo estudei as desembocaduras de pequenos cursos d'água no rio Paraná e percebi que, havia leis para preservação da nascente, mas não para a foz, que no caso estudado era um ambiente mais complexo, mais sensível e ecologicamente mais importante, se é que se pode dizer isso, para o sistema. Trechos inferiores de leques fluviais são extremamente dinâmicos e sua ocupação pode tornar-se um verdadeiro trabalho de Sísifo. Além do mais, uma apropriação incorreta pode comprometer definitivamente a funcionalidade ecológica dessas áreas.

**ORGANIZADORES: Abrir o canal antigo do rio Taquari poderia resultar em sedimentos sendo jogados diretamente no rio Paraguai em função da carga de sedimentos que continuam descendo do planalto e da velocidade da água forçada a este canal reconstruído?**

STEVAUX: Novamente voltamos ao mesmo problema, principalmente no Pantanal, não devemos interferir no funcionamento geomorfológico do sistema. Ações que aparentemente "recuperam" antigas estruturas podem constituir em impactos irreversíveis.

**ORGANIZADORES: O debate entre a ciência e a sua aplicação na sociedade tem se tornado crucial no Brasil. Nesse cenário, como você avalia a contribuição, e também a utilização, da produção científica em Geomorfologia para a gestão dos recursos naturais do Pantanal?**

STEVAUX: A grande contribuição da Geomorfologia para a gestão dos recursos hídricos do Pantanal, em meu entender, seja o de fornecer o funcionamento estrutural do sistema. Um trabalho de botânica que não leve em consideração a morfologia, composição e grau de conectividade fluvial de um determinado mosaico de vegetação não contribuirá efetivamente para a gestão ambiental. O mesmo pode-se dizer a trabalhos de hidrologia, qualidade de água e outros. Sempre menciono um caso que considero um exemplo clássico da integração geomorfologia-biologia. Há

anos trabalhei com biólogos no estudo de organismos bentônicos no rio Paraná. As amostras eram tomadas mensalmente de acordo com um protocolo familiar aos biólogos: uma amostra em cada margem e uma no centro. Ao se analisar os dados percebeu-se que a distribuição anual dos organismos não apresentava um padrão perceptível. Apenas quando integramos os macrobentônicos com a variação mensal da morfologia do canal foi possível compreender o comportamento dos organismos no canal ao longo do ano. Poderia citar muitos exemplos de integração geomorfologia-ecologia, uma vez que tive a grande oportunidade de trabalhar com um grupo de ecólogos de água doce de primeira linha (NUPELIA da Universidade Estadual de Maringá). Outra contribuição da geomorfologia à gestão dos recursos hídricos é a escala temporal de atuação dos fenômenos geomorfológicos. Muitas estruturas importantes na dinâmica do sistema constituem morfologias herdadas de processos não mais atuantes. Ou seja, o funcionamento atual está controlado também pela sua história. Vimos isso por exemplo na planície do rio Paraguai próximo a Corumbá onde canais antigos do rio Paraguai (construídos durante o Holoceno) são reativados nas inundações e desempenham um papel importante na dissipação da onda de cheia.

**ORGANIZADORES: A Geomorfologia é impulsionada pelos avanços tecnológicos e ao longo da sua carreira você tem recorrido a diversas técnicas para o desenvolvimento de suas pesquisas. Quais técnicas você destaca como promissoras para estudos futuros no Pantanal?**

STEVAUX: Eu diria mais que avanço tecnológico, o avanço em conceitos gerais e específicos foram muito significativos. A partir dos trabalhos dos grupos da UFG, da UEM, UFAM, junto com pesquisadores da China e da Índia, que na verdade se integravam o Large Rivers Group da International Association of Geomorphologists, ficou reconhecido que grandes sistemas fluviais operam diferentemente dos sistemas comuns. Assim uma série de conceitos, equações e métodos de estudo já reconhecidos na literatura, especialmente, aqueles introduzidos pela escola americana de Leopold, Wolman, Schumm e outros, não funcionam em grandes sistemas, que operam em escalas temporais e espaciais totalmente diferentes. Acredito que essa perspectiva de encarar os grandes sistemas fluviais abriu um grande horizonte de pesquisa. Quanto aos avanços tecnológicos mais significativos para os estudos fluviais das últimas décadas eu incluiria: o ADCP, o Dual GPS System, o aprimoramento da datação por OSL, além de uma série de equipamentos de medidas diretas no campo de parâmetros hídricos (multi-sondas, etc.). O contínuo avanço na qualidade e disponibilidade de imagens de satélite e o fácil acesso a imagens por VANT trouxeram também grandes avanços nesse campo.

**ORGANIZADORES: Qual a importância da Geomorfologia fluvial na Gestão dos Recursos Hídricos?**

STEVAUX: A Geomorfologia Fluvial que tem suas raízes na Geologia, Geografia e na Engenharia (Hidrologia e hidráulica) e se relaciona com outros ramos da Ciência como Química Física, História, Sociologia, Biologia e Ecologia; é, portanto, uma disciplina de síntese. Em seu conceito atual aborda um rio nas dimensões laterais (conectividade), longitudinais (continuum), verticais (zonas hiporréicas e hidrogelgia) e temporais (hidrossistema). Esse modo de encarar o sistema fluvial é relativamente novo, foi introduzido nas últimas décadas do Século XX, na França e Inglaterra, para sistemas de médio e pequeno porte, e no Brasil (Maringá e Goiânia) e Argentina (Santa Fé, Corrientes) para mega-rios. É com essa visão integrada que se deve abordar a gestão de recursos hídricos e vejo como peça fundamental.

**ORGANIZADORES: É possível prever possíveis impactos no Pantanal em decorrência da implantação de hidrelétricas no Planalto e quais?**

STEVAUX: Embora extremamente complexo o sistema hidrológico do Pantanal é guiado por dois condutores principais: os processos de canal e os de planície, sendo estes últimos, embora mais importantes, os que comumente são renegados pelos estudos convencionais de impacto de barragens no sistema fluvial. Recentemente a ANA e a Fundação Eliseu Alves e uma equipe de mais de uma centena de pesquisadores, técnicos e estudantes de pós-graduação de várias especialidades produziram os “Estudos de avaliação dos efeitos da implantação de empreendimentos hidrelétricos” com a avaliação dos efeitos da implantação de empreendimentos hidrelétricos na Região Hidrográfica do Rio Paraguai, no âmbito do Plano de Recursos Hídricos da RH-Paraguai – PRH Paraguai (disponível no site <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/planos-e-estudos-sobre-rec-hidricos/plano-de-recursos-hidricos-rio-paraguai/estudos-de-avaliacao-dos-efeitos-da-implantacao-de-empreendimentos-hidreletricos>). Este trabalho avalia os impactos da instalação de hidrelétrica na bacia do alto Paraguai na: hidrologia; qualidade da água e sedimentologia; ictiofauna; e socioeconomia e energia. Nesse estudo é possível identificar os impactos sobre o sistema advindo da construção das hidrelétricas, mas deixa ver um caminho para uma solução que não destrua o sistema nem inviabilize o programa energético, também tão necessário para a região e o país. Podia comentar mais sobre o tema, mas acho que o relatório o faz de maneira mais profunda e acertada.

**ORGANIZADORES:** Observa-se que as lavouras de soja e milho estão ocupando terras cada vez mais próximas do Pantanal. Existe forte pressão do agronegócio para o afrouxamento da Legislação e permissão dessas cultivares nesse bioma. Haveriam impactos com a permissão para o avanço das lavouras de soja/milho e cana no Pantanal? Comente sobre o tema.

STEVAUX: É claro que o avanço agrícola, urbano, industrial acarreta impactos ambientais, mas são inexoráveis. Para isso o planejamento é indispensável e esse planejamento deve ser de âmbito local, regional e mundial. Só assim teremos como conviver no planeta. Acredito bastante na sustentabilidade dos sistemas geomorfológicos, seja qual for, desde que se conheça seu funcionamento e que esse conhecimento seja utilizado em políticas públicas. Essa pergunta, por exemplo, deve ser feita da seguinte forma: Haveria impactos com a permissão de uma determinada lavoura num determinado subambiente do Pantanal? Ou seja, incluir na questão o funcionamento tanto da lavoura como do subambiente pantaneiro.