

FISIOGRAFIA DO RIO MADEIRA: uma análise sobre a formação, estrutura e processos fluviais¹

Andréa Sanches Bessani²
Elizangela Araújo de Souza²
Emias Sales da Rocha²
Gabrielly Beatriz da Silva de Araújo²
Ruan Lucas Sombra da Silva²
Taicilene de Souza Silva²
Talita Verusca Alves Ramires²
Valderli de Souza de Amorim²

Orientador: Prof^o Dr. Waldemir Lima dos Santos

Resumo

O Rio Madeira é um dos grandes afluentes do Amazonas, recebendo este nome devido às toras de madeira que foram derrubadas pela ação de suas águas. Neste rio ocorrem processos erosivos, de transporte e deposição, sendo muitos importantes para a realização de estudos dentro da disciplina de Geomorfologia Fluvial. A partir da ação antrópica, com a construção de hidrelétricas e a destruição da mata ciliar, o rio vem sendo afetado, alterando o seu comportamento. O objetivo da pesquisa foi entender os processos que ocorrem no Rio Madeira, identificando as diferentes características da bacia estudada. A metodologia utilizada foi um levantamento bibliográfico e o método de observação a partir da atividade de campo realizada durante a disciplina de Geomorfologia Fluvial. Os resultados revelam que o trecho estudado é um canal anastomosado, onde se pode identificar a erosão do tipo corrosão e corrasão, além das faixas de deposição de terraço e planície de inundação. Por fim, estes processos continuaram ocorrendo, remodelando o relevo a partir de suas águas.

Palavras chave: Rio Madeira, bacia hidrográfica, erosão, transporte, deposição.

Introdução

O Rio Madeira é o maior do afluente do Rio Amazonas. Possui uma extensão de 3.330 km, sendo o 17º maior rio do planeta em extensão (MUNIZ, 2013). O Rio Beni nasce na Bolívia, nos Andes. Após a confluência com o Rio Mamoré recebe o nome de Madeira. Ele se difere da maioria dos rios amazônicos por percorrer diferentes formas de relevo. Ele foi nomeado de Madeira, pois no período de verão ele inunda grandes áreas de planície vegetal, carreando troncos e restos de madeira em seu leito. A bacia deste rio possui cerca de 1,4

1 Trabalho construído a partir da atividade de campo realizada pelo Dr. Waldemir Lima dos Santos, entre os dias 22 e 26 de fevereiro de 2018, nas margens do Rio Madeira, nos municípios de Guajará-Mirim (RO) e Porto Velho (RO) referente à disciplina de Geomorfologia Fluvial. E-mail: waldemir_geo@yahoo.com.br

2 Graduandos do Curso de Licenciatura Plena em Geografia da Universidade Federal do Acre, Rio Branco-AC. E-mail: gbsa.geobio@gmail.com.

milhão de Km², sendo comparada a área total do Peru (MUNIZ, 2013). O Rio Madeira é considerado geologicamente jovem, com o curso em formação. Ele é caudaloso, carregando grande quantidade de sedimentos, provocado pela erosão de suas margens e de áreas ao longo de sua bacia. O rio contém a 3º maior do mundo, sendo responsável pela metade dos sedimentos transportados pelo Rio Amazonas (ADAMY, 2016).

A partir da atividade de campo realizada na disciplina de Geomorfologia Fluvial pode-se entender na prática sobre como funciona uma bacia hidrográfica e como o rio tem poder de causar modificações na superfície, de como ele é formado e as implicações que ele origina no decorrer de seu curso. O objetivo deste trabalho foi visualizar através da prática, tudo aquilo que estudamos no decorrer da disciplina de Geomorfologia Fluvial durante o semestre, analisando as características da bacia hidrográfica do Madeira e os processos que ocorrem no decorrer de sua extensão.

1. Materiais e métodos

Entre os dias 22 a 26 de fevereiro de 2017, os alunos do curso de Licenciatura em Geografia da Universidade Federal do Acre, do 6º período, se deslocaram de Rio Branco-Acre em direção as cidades de Guajará-Mirim e Porto Velho, no estado de Rondônia, para a realização de uma atividade de campo da disciplina de Geomorfologia Fluvial. Com o objetivo de discutir os processos fluviais, foram utilizados alguns textos em cima desta temática a fim de se ter um embasamento teórico para atividade de campo. Os materiais utilizados foram o GPS, celular, fotos, o aplicativo Google Earth, caneta, papel e o martelo pedológico. Neste trabalho foi utilizado o método de observação dos processos que condicionaram a formação atual da bacia do Madeira. Também foi utilizado o cálculo de índice de sinuosidade do rio: $IS. = \frac{CC}{CE}$. (Christofolletti, 1980). As áreas de estudo foram: o trecho da Balsa sob o Rio Madeira até Guajará Mirim/RO, a Serra dos Pacaás e a cidade de Porto Velho/RO, conforme a figura 1.

Figura 1: Mapa da área de estudo – Rio Madeira (trecho entre Porto Velho e Guajará-mirim)



Fonte: Google Earth, 2018.

Produzido por: ARAÚJO, 2018.

2. Referencial teórico

A geomorfologia fluvial tem como foco a análise das bacias hidrográficas e das principais características que condicionam o ciclo hidrológico. A bacia hidrográfica é uma área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e matérias dissolvidos, para uma saída comum, num determinado ponto do canal fluvial. O limite de uma bacia de drenagem é o divisor de águas. As bacias de drenagem a partir dos divisores de águas drenam em direção a um canal, tronco ou coletor principal.

2.1. Aspectos da Fisiografia Fluvial

Segundo Guerra & Guerra (1997) “rio é uma corrente líquida que resulta da concentração do lençol de água no vale”. O rio corresponde a qualquer fluxo canalizado, que pode ser empregado a canais destituídos de água. Ao longo de sua extensão, o rio é dividido em curso superior, curso médio e curso inferior.

A velocidade do fluxo das águas dos rios depende de alguns fatores: declividade, volume, viscosidade, largura, profundidade, forma e rugosidade do leito. O trajeto de um rio pode ser delimitado como perfil transversal ou perfil longitudinal. O rio pode apresentar fluxo laminar ou fluxo turbulento.

Os rios podem ser classificados como perenes, intermitentes e efêmeros. Os rios perenes são definidos como os que existem fluxo o ano todo, em canal bem definido. Os rios

intermitentes são os que só existe fluxo durante a estação chuvosa. Os rios efêmeros são definidos quando existe fluxo durante as chuvas, sendo que os canais não são bem definidos.

O leito fluvial corresponde ao espaço ocupado pelo escoamento das águas. O leito varia devido à descarga e a topografia dos canais. O leito do rio pode ser classificado como: leito vazante, leito normal, leito maior e leito maior excepcional. O leito menor equivale à parte do canal ocupada durante a estação seca. Suas águas divagam dentro do leito normal, seguindo o talvegue. O leito normal corresponde à parte do canal ocupada pelas águas, cuja frequência impede a vegetação. Este leito é bem delimitado, encaixado entre margens bem definidas. O leito maior é ocupado pelas águas durante as cheias. O leito maior excepcional é a área ocupada pelas águas do rio durante as cheias mais elevadas, as enchentes. É submerso em intervalos irregulares, não sendo ocupado pelas águas todos os anos (CHRISTOFOLETTI, 1980; PENTEADO, 1983; GUERRA e CUNHA, 2001).

Os canais podem ser classificados segundo a sua fisionomia em retilíneos, anastomosados, meandantes e entrelaçados (CHRISTOFOLETTI, 1980). Como estamos trabalhando com rios de áreas tropicais, o canal entrelaçado não será abordado neste trabalho. Os canais retilíneos correspondem a canais retos, que são pouco frequentes, representando trechos de canais, a exceção daqueles tectonicamente controlados e dos canais encontrados em planícies de restingas.

A existência de um canal retilíneo está associada à presença de um leito rochoso homogêneo que oferece resistência à atuação das águas. Os canais anastomosados apresentam grande quantidade de carga de fundo, que conjugados com as flutuações das descargas ocasionam várias ramificações que se subdividem e se reencontram, separados por ilhas assimétricas e barras arenosas. O perfil dos canais anastomosados é largo, raso, e simétrico, com pontos altos e baixos, com contínuas migrações laterais.

O padrão anastomosado apresenta disponibilidade de carga de leito, variabilidade do regime fluvial e a existência de contraste topográfico acentuado. Os canais meandantes apresentam curvas no traçado dos rios, que são largas, semelhantes, resultantes da escavação da parte côncava e da deposição da parte convexa. O canal é classificado como meandrante quando o seu índice de sinuosidade é maior que 1,5 (GUERRA e CUNHA, 2001; TORRES *et al.*, 2012).

2.2. Tipos de erosão e faixas de deposição

A erosão fluvial é quando acontece um desgaste das paredes dos rios, promovendo o movimento de porções dos solos que estão nas margens dos rios. Essa erosão provoca o deslizamento de terra. A erosão pode ser classificada com corrosão, corrasão e cavitação (CHRISTOFOLETTI, 1980; PENTEADO, 1983).

A corrosão engloba o processo que se realiza com a reação entre a água e as rochas superficiais. A corrasão é o desgaste por atrito mecânico, através de partículas carregadas pela água. A cavitação ocorre sob grande velocidade das águas, onde a pressão realizada nas paredes facilita a fragmentação das rochas. O transporte do material erodido poderá ser por suspensão (pelo fluxo turbulento: silte e argila), arrastamento (pelo fundo: seixos e areia) ou saltação (por correntes ascendentes: areia e pequenos seixos). A deposição do material erodido poderá ser feita em planícies de inundação, diques marginais terraços e points bars (CHRISTOFOLETTI, 1980; PENTEADO, 1983).

O terraço é uma superfície constituída por depósito sedimentar ou superfície topográfica modelada pela erosão fluvial, marinha ou lacustre e limitada por dois declives do mesmo sentido (GUERRA e GUERRA; 1997). Os terraços correspondem a antigas planícies de inundação que foram abandonadas. A planície de inundação são as regiões as margens dos rios que frequentemente são inundadas durante as cheias. Os diques são depósitos acumulados às margens dos rios. Segundo Guerra & Guerra (1997) “os points bars correspondem às áreas convexas de um meandro, onde encontramos sedimentos arenosos e cascalhos”. Os bancos de areia são acumulações de aluviões e seixos nas margens dos rios.

Os canais transportam matérias a partir de sua profundidade e sua largura. Os canais mais profundos são aptos a transportar materiais mais finos. Os canais mais alargados são aptos a transportar cargas detríticas. Os rios são classificados pelo volume de carga que carregam. A carga em suspensão é constituída de partículas finas (silte e argila) que ficam suspensas na água até a velocidade do fluxo decrescer. A carga de fundo é formada por partículas maiores (areia, cascalho e fragmentos de rochas), que saltam ou deslizam no leito do rio. A carga dissolvida constitui de material dissolvido na água (CHRISTOFOLETTI, 1980; PENTEADO, 1983).

O Rio Madeira apresenta características peculiares em relação à maioria dos rios amazônicos. Este carrega uma grande quantidade de sedimentos em suas águas, fruto da erosão que ocorre em suas margens e ao longo da bacia. É o maior afluente do rio Amazonas sendo responsável por 50% dos sedimentos suspensos transportados por este rio (MUNIZ,

2013). Ele corre por três diferentes formas de relevo (planície amazônica, Cordilheira dos Andes e escudo brasileiro). A pesquisa buscará investigar o Rio Madeira a partir dos conceitos estudados identificando as características físicas do rio, os tipos de erosão e as faixas de deposição encontradas durante o decorrer de seu curso.

3. Resultados e discussões

Analisando o canal predominante do Rio Madeira a partir da Balsa, localizada na confluência do Rio Abunã com o Madeira, na cidade de Porto Velho/RO até a cidade de Guajará Mirim//RO, onde pode-se constatar através de imagens do Google Earth que o trecho estudado tem característica de um canal anastomosado, separados por ilhas ou elevações.

No intuito de verificar o tipo de canal que corresponde à área da pesquisa, calculou-se o índice de sinuosidade, utilizando-se do cálculo $IS = \frac{CC}{CE}$, onde IS (Índice de Sinuosidade); CC = Comprimento do Canal e CE = Comprimento do Eixo). Obteve-se o resultado de 1,8 afirmando-se que esse trecho do Rio Madeira possui sinuosidade suficiente para ser considerando meandrante, pois apresenta o índice de sinuosidade maior que 1,5 conforme (Christofolletti, 1980).

Por estarmos num período onde os índices de precipitação se elevam nos meses de outubro até a primeira quinzena de abril, o Rio Madeira está ocupando seu leito maior. A carga de sedimento predominante no Rio Madeira é: a carga de fundo e a carga dissolvida. A carga de fundo é formada por partículas de tamanhos maiores, areia, cascalho ou fragmento de rocha, que salta ou deslizam no seu leito fluvial. A carga dissolvida é constituída de material dissolvido na água e determinada a partir de análise química e não afeta as propriedades físicas da corrente.

As variáveis que estão interferindo no perfil longitudinal do Rio Madeira são a declividade, o volume de água, a largura, a profundidade, a viscosidade, a forma e a rugosidade do leito. O rio corre por superfícies mais elevadas desde sua nascente e apresenta grande volume d'água, uma largura maior e pouca profundidade nos trechos anastomosados. Ele é rugoso devido à presença de rochas no fundo. O fluxo predominante do rio Madeira é turbulento, pois as suas águas apresentam grande velocidade devido à alta rugosidade do leito (presença de rochas no fundo do rio – granito). O Rio Madeira é considerado um rio capaz e competente, pois ao mesmo tempo em que ele causa a retirada de sedimentos nas suas margens, ele transporta estes sedimentos pelo interior do seu leito (TORRES *et al*, 2012).

Foram detectadas algumas faixas de deposição de sedimentos ao longo do Madeira. A primeira foi as planícies de inundação, encontradas próximo as margens do rio. A segunda foram os terraços, encontrados nas proximidades das margens do rio. Alguns terraços estão mais afastados do rio, sendo áreas que em outros períodos já foram inundadas pelas águas do Madeira.

Figura 2: Área periférica a região da Serra dos Pacaás Novos (Guajará-mirim-RO)



Fonte: AMORIM, 2018.

O tipo de erosão fluvial ocorrente ao longo do Rio Madeira foi à corrosão e a corrasão, sendo que a primeiro tipo é devido à reação entre a água e as rochas superficiais que provocam o enfraquecimento dos solos e das rochas superficiais e o segundo é devido ao desgaste mecânico realizado pelos materiais carreados pelo rio sobre suas paredes (ADAMY, 2016).

O Rio Madeira é o nível de base da bacia, onde toda água e sedimentos da bacia tendem a ser deslocadas para este rio. A estrutura geológica influencia no modelado do rio, devido à presença de rochas graníticas e do rio drenar água e sedimentos de regiões mais altas. Ele nasce na região das Cordilheiras, diferente dos demais rios da bacia, possuindo características diferentes dos demais. O Rio Madeira é classificado como um rio perene, por apresentar fluxo e água em seu leito o ano todo, independente se for uma estação chuvosa ou seca.

Figura 3: Área com ocorrência de erosão (Porto Velho-RO)

Fonte: AMORIM, 2018.

Foram encontrados alguns depósitos de sedimentos ao longo do Rio Madeira. Estes depósitos foram predominantes devido às enchentes do rio. Novas camadas de material se sobrepondo às antigas camadas as quais se apresentam de coloração escura.

Figura 4: Área de deposição do Rio Madeira (Porto Velho-RO)

Fonte: ARAÚJO, 2018.

Dos estudos realizados às margens do Rio Madeira, foi possível observar com bastante clareza os deslizamentos, as chamadas “terras caídas” (TOCANTINS, 2000). Trata-se da margem direita do rio em questão, no trecho entre a ponte que liga Porto Velho ao município de Humaitá/AM, e a hidrelétrica de Santo Antônio. Esse fenômeno é provocado pelo processo de solapamento das águas do rio com os materiais originários principalmente do período holocênico, depositados nas planícies aluviais, e que ao serem carreados pelas águas acabam contribuindo para uma característica bastante peculiar, que é a cor amarelada (barrenta) de suas águas, provocada pela grande quantidade de sedimentos transportados em

suspensão (silte e argila), e que no período de vazante irão ser depositados às margens convexas ao solapamento formando-se assim os point bars.

Este trecho do Rio Madeira vem ao longo dos anos ocorrendo tal fenômeno de forma acelerada. O Rio Madeira é o nível de base, e que, portanto, grande parte do sedimento originado a partir da degradação ambiental nas áreas da bacia, será carregada até o seu talvegue. Partindo desse princípio, é possível afirmar que é bem provável que esteja ocorrendo o processo de assoreamento do canal, por conta dos impactos ambientais que essa região tem sofrido nos últimos anos principalmente com a construção das usinas hidrelétricas de Jirau e Santo Antônio, além de grandes áreas de desmatamento que circundam a bacia do rio Madeira (ADAMY, 2016).

Constatou-se alguns impactos ambientais nas margens do Rio Madeira provocados pela expansão urbana ao longo do rio, que foram: provável poluição das águas pelo despejo de esgoto residencial, pelo lixo descartado e pelo desmatamento da mata ciliar. Com a construção das hidrelétricas, grandes extensões de terras foram inundadas, ocasionando o deslocamento das populações para outras áreas. Essas construções causaram também o aumento das enchentes, tanto no estado de Rondônia, como no território boliviano.

Considerações finais

A partir da pesquisa realizada podem-se identificar os processos que ocorrem dentro da bacia estudada. Foram encontrados pontos de deslizamento, tipos de erosão fluvial, transporte e depósitos de sedimentos. Também podem-se identificar os impactos das atividades econômicas e do processo de urbanização, que alteram o comportamento do rio e provocam uma maior intensificação dos processos atuantes no rio. O objetivo da pesquisa foi analisar os processos que ocorrem no Rio Madeira, buscando identificar as características da área estudada. A pesquisa se desenvolveu a partir da atividade de campo, realizada a partir da disciplina de Geomorfologia Fluvial, sendo de fundamental importância para a construção de conhecimento sobre a área estudada e para vê na prática tudo aquilo que foi estudado na teoria. A pesquisa realizada é apenas o início para posteriores pesquisas como tema o Rio Madeira e a bacia a qual este rio abrange. As atividades econômicas devem buscar um modo de utilizar os recursos da bacia, mas diminuindo os impactos sobre esta.

Referências

ADAMY, A. Dinâmica Fluvial do Rio Madeira. In: SILVA, R. G. C (Org). **Porto Velho, cultura, natureza e território**. 1º ed. Temática: Porto Velho, 2016. p. 120-147.

- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.
- GUERRA, A.J.T. & CUNHA, S.B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.
- GUERRA, A. T & GUERRA A. J. T. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997.
- LATRUBESSE, Edgardo M. (Coord.). **Paleo e Neoclimas da Amazônia Sul-Occidental. Southwestern Amazonia Paleo-And Neoclimates. Paleo y Neo Climas da Amazônia Sudoccidental**. Rio Branco: UFAC/Laboratório de Geomorfologia e Sedimentologia, 1996. 89p. (Conferência de Campo).
- MUNIZ, L. S. **Análise dos Padrões Fluviométricos da Bacia do Rio Madeira - Brasil**. 2013. 146 f. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal do Amazonas - UFAM, Manaus.
- PENTEADO, M. M. **Fundamentos de Geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1983.
- TORRES, F. T. P; MARQUES NETO, R. & MENEZES, S. O. **Introdução à Geomorfologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.
- TOCANTINS, L. **O rio comanda a vida – uma interpretação da Amazônia**. 9° ed. Manaus: Editora Valer/ Edições Governo do Estado, 2000.

Submetido em: agosto de 2018

Aceito em: setembro de 2018