



O CONCEITO DE 'TERRAS CAÍDAS' E A CARACTERIZAÇÃO MORFODINÂMICA FLUVIAL DO ALTO SOLIMÕES

THE "SLOPE EROSION" CONCEPT AND THE FLUVIAL MORPHODYNAMICS CHARACTERIZATION IN UPPER SOLIMÕES

EL CONCEPTO DE LAS "TIERRAS CAÍDAS" Y CARACTERIZACIÓN MORFODINÂMICA FLUVIAL EN EL ALTO SOLIMÕES

Francisco Gleison de S. Rodrigues
Prof. Msc do Curso de Geografia do
Centro de Estudos Superiores de Tabatinga
Universidade do Estado do Amazonas
Email: gleisongeo@yahoo.com.br

Resumo: As Terras Caídas são constituídas por variados movimentos de massa que ocorrem nas margens dos rios e suas origens têm causas diversas. Relacionam-se principalmente à dinâmica fluvial, mas também a fatores climáticos, neotectônicos e antrópicos. A ocorrência constante de movimentos de massa nas calhas dos rios amazônicos, particularmente no alto curso do rio Solimões, causa danos econômicos e sociais aos municípios assentados nas suas margens. Neste sentido, o presente trabalho tem por objetivo relacionar a dinâmica fluvial com os processos constituintes das Terras Caídas, ressaltando o papel dos fatores desencadeadores na ocorrência dos eventos de desbarrancamento de solos.

Palavras-chave: Movimentos de Massa; Rio Solimões; Terras Caídas; Morfologia Fluvial;

Abstract: Slope erosion happens because of various mass movements that occur along river banks and their origins have diverse causes. They are mainly related to fluvial dynamics, but also to climate, neotectonic and anthropogenic factors. The constant occurrence of mass movements in Amazonian rivers, particularly in the upper course of river Solimões, causes economic and social damage to the municipalities settled on their margins. In this sense, this study aims to relate the fluvial dynamics with the constituent processes of the Slope Erosion, emphasizing the role of triggering factors on the occurrence of the soil erosion events.

Keywords: Mass Movements; River Solimões; Slope Erosion; Fluvial Morphology

Resumen: Las Tierras Caídas son constituidas por variados movimientos de masa que ocurren en el margen de los ríos y sus orígenes tienen causas diversas. Se relacionan principalmente con la dinámica fluvial, pero también con factores climáticos, neotectónicos y antrópicos. La ocurrencia constante de movimientos de masa en los canales de los ríos amazónicos, particularmente en el alto curso del Río Solimões, causa daños económicos y sociales a los municipios asentados en sus márgenes. En este sentido el presente trabajo tiene como objetivo relacionar la dinámica fluvial con los procesos constituyentes de las Tierras Caídas, ressaltando el papel de los factores desencadenadores en la ocurrencia de los eventos de desbarrancamientos de suelos.

Palabras clave: Movimientos de Masa; Río Solimões; Tierras Caídas, Morfología Fluvial

1. Introdução

A sub-bacia do Alto Solimões, assim como toda a região amazônica, apresenta um mosaico variado de paisagens, pois apesar da aparente homogeneia da cobertura vegetal, diversas situações atuam, concomitantemente, no dinamismo estruturante da sua paisagem. Entre esses processos destacam-se as Terras Caídas, que são variados movimentos de massa que ocorrem nas margens dos rios e suas origens têm causas diversas. As Terras Caídas assim foram denominadas pela população local.

Os processos que compõem as Terras Caídas relacionam-se intimamente com a morfodinâmica regional e, atuam de forma incisiva e constante nas estruturas das paisagens fluviais no Alto Solimões. Sendo assim, busca-se estabelecer relações entre os aspectos relativos às Terras Caídas e à dinâmica evolutiva das paisagens fluviais, partindo do viés científico da Geografia. Tal análise se torna consistente, uma vez que é apoiada em uma base sólida de conceitos e definições pertinentes.

A paisagem como categoria investigativa da Geografia se aplica à pesquisa da presente temática, por se diferenciar das outras categorias geográficas pela sua condição de integrar em uma mesma análise elementos abióticos, bióticos e o homem. Sendo que o último se insere no contexto de forma distinta, em decorrência de sua atuação sobre o meio natural na perspectiva dos processos sociais, culturais e econômicos.

Neste sentido, no Alto Solimões, o homem também atua na conformação das paisagens locais, ainda que a sua condição como agente modificador não se iguale à dinâmica dos processos naturais, próprios de uma região tão grandiosa quanto a amazônica. Na atual situação, percebe-se o homem como elemento atuante que, ao mesmo tempo, sofre as consequências das reestruturações das paisagens nas quais ele se encontra. Logo, quando há ocorrência das Terras Caídas em áreas habitadas, o homem é atingido por seus efeitos.

As Terras Caídas são um fenômeno recorrente nos municípios que integram a Mesorregião do Alto Solimões (figura 01): Tabatinga, Benjamim Constant, Atalaia do Norte, Tonantins, São Paulo de Olivença, Santo Antônio do Içá, Jutai, Fonte Boa e Amaturá. Nesses municípios, as pessoas que residem às margens do Rio Solimões enfrentam, constantemente, o medo e a angústia da espera do “desbarrancamento das terras”, onde suas casas e pontos comerciais se encontram. Logo se percebe que a dinâmica das paisagens não se resume tão somente às suas questões fisionômicas, mas, também, refere-se aos aspectos humanos, na perspectiva da ação antrópica, do



contexto sociocultural quanto à historicidade de uso e ocupação do solo e às condições econômicas da população local.

Figura 01 – Mesorregião do Alto Solimões no Estado do Amazonas – BR.



Fonte: Almeida, 2013.

O presente artigo visa, então, apresentar os processos que configuram o termo popular “Terras Caídas” a partir da apreensão e leitura das relações que se estabelecem entre seus elementos e fatores condicionantes. Essa interpretação relaciona-se, ainda, ao termo “Paisagem”, como uma categoria de análise da Geografia na perspectiva do embasamento conceitual de diversos autores que o utilizam. Ademais, propõe-se pensar na sua evolução, condicionada aos elementos e fluxos que a compõem, quando se busca a sua compreensão a partir do entendimento dos processos fluviais associados ao uso e ocupação do território na região amazônica.

2. Paisagem

A paisagem, como categoria de análise da Geografia, é conceituada por Bertrand (1972, p.2), como: “o resultado da combinação dinâmica, portanto instável de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável em perpétua evolução”, a partir da perspectiva de um determinado recorte do espaço. Observa-se, dessa forma, que o estágio de equilíbrio da paisagem é o resultado de uma procura permanente, alimentada pela dinâmica evolutiva que se alicerça, fundamentalmente, nas interações dialéticas dos elementos constituintes da própria paisagem.

A dinâmica da paisagem é consequência da participação dos elementos que a integram, entre os quais o clima e o relevo assumem papel preponderante na delimitação dos aspectos fisionômicos.

A interação entre clima, relevo, substrato geológico e vegetação incide diretamente na genética dos tipos de solos em uma determinada região, bem como no volume de água na disposição dos rios nas bacias de drenagem. Já a presença de espécies vegetais em uma paisagem específica decorre da existência de determinado tipo de solo, associado à presença de água, morfologia e clima locais.

Os aspectos que diferenciam uma paisagem das demais estão ligados a uma evidente organização, na qual ocorrem complexas relações entre seus elementos constituintes. Dessa forma, a paisagem deve ser tomada como uma área espacial que apresenta uma estrutura fisionômica, na qual cada lugar, em particular, possui um arranjo próprio de elementos que dispõe, também, de características únicas (KELTING, 2002). A interação desses aspectos ressalta, concomitantemente, a expressão da sua homogeneidade e a sua individualização, se confrontada com outras paisagens em um contexto mais amplo.

Durante a sua evolução geológica, a Terra vivenciou diversas modificações em todos os aspectos fisionômicos. Logo, a natureza foi se alterando também, assim como as paisagens que representam a sua expressão fisionômica.

Oscilações climáticas pretéritas, assim como, subsidência e rebaixamento de áreas em função da tectônica associada à isostasia contribuíram na genética de vertentes e planícies fluviais, que atualmente atendem ao apelo social e econômico da construção civil por meio da mineração de areia, argila e cascalho.

Em um contexto passado, o surgimento de sítios urbanos na região Norte do Brasil esteve diretamente relacionado à presença dos rios, pois em decorrência da ausência e impossibilidade de se construir estradas, tais localidades serviram e servem como corredores por onde trafegam pessoas e mercadorias.

A expansão das áreas urbanas, atualmente, em muitas situações, não se associa às características do meio natural, mas se configura em decorrência de decisões políticas, visando à implantação de áreas de interesses diversos, como a simples necessidade que o homem tem de obter um local para fixar residência. Surgem, assim, as transformações nas paisagens, desencadeando novos estágios evolutivos que modificam as estruturas, nas quais o clima atua como condição para novos parâmetros relativos às ações de caráter antrópico.

Observa-se então, que a paisagem apresenta-se por uma constituição natural de seus elementos bióticos, abióticos e de uma constituição social a partir da inserção do homem como um dos seus elementos. A paisagem, também, encontra-se em complexa evolução graças a atuação desses elementos, pois eles são participantes de processos que envolvem a interação de massas e energias em uma busca constante de equilíbrio. Logo, o estudo da paisagem predispõe a análise



integrada da sua constituição natural e social. Por consequência, compreender a ocorrência das Terras Caídas pressupõe apreender as relações entre os processos naturais e sociais que as constituem.

Salienta-se, ainda, que a região do Alto Solimões apresenta-se como um território significativo no estudo da paisagem, por abrigar representações diversas de tipologias de paisagens associadas a constituições naturais promovidas pelo clima, relevo, hidrografia, vegetação e pela ação humana.

3. Morfologia e dinâmica fluvial

Os processos originários dos eventos de Terras Caídas mantêm uma relação de causalidade e efeito. Nesse sentido, há fatores recorrentes e promotores de determinadas ações que repercutem na paisagem pela dinâmica fluvial. Para a compreensão da ocorrência dos eventos denominados de Terras Caídas e sua relação com a constituição das paisagens faz-se necessário o entendimento do que seja um rio, assim como de suas particularidades morfológicas associadas à sua dinâmica hidrológica.

Entre os agentes de transporte de materiais resultantes dos processos de intemperismo, tais como as correntes de ar e a gravidade, os rios apresentam-se revestidos com importância ímpar, pois na perspectiva do carreamento de detritos das áreas mais elevadas para as mais rebaixadas, assim como, direcionando-os também do interior dos continentes para os oceanos, os rios atuam de forma incisiva nos processos morfogenéticos de esculturação do relevo (CHRISTOFOLETTI, 1980).

No entanto, observa-se que uma série de fatores e processos, presentes nas áreas correspondentes às bacias de drenagem, determinam o comportamento dos rios. Nota-se que o material detrítico está disponível para os rios em função do clima, já a disposição da vegetação e da estrutura morfológica em associação com a litologia local, o que determina, então, a ação da morfodinâmica nas vertentes e os tipos de sedimentos produzidos (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Sendo assim, os processos erosivos, de transporte e de deposição, representantes dos trabalhos que um rio realiza da sua nascente à foz e que, obviamente, ocorrem nos canais fluviais, relacionam-se intimamente com as condições ambientais. Não se esquecendo que, mais recentemente, as ações sociais e econômicas presentes na bacia de drenagem também têm repercutido nos rios.

Os canais fluviais apresentam aspectos morfológicos, determinados por uma diversidade de fatores oriundos da sua bacia de drenagem. Eles também são conhecidos como fatores autocíclicos,



que são: o volume e a velocidade do fluxo da água no rio, o quantitativo e os tipos de sedimentos que são transportados, a largura, a profundidade e a declividade do canal associada à diferença topográfica entre a nascente e a foz, as rugosidades que compõem a superfície do fundo do leito e, ainda, à cobertura vegetal presente nas margens e nas ilhas (RICCOMINI *et al*, 2009).

Há também que se averiguar a manifestação dos fatores que influenciam a bacia de drenagem e toda a região na qual ela se encontra. Tais elementos são denominados de fatores alocíclicos, sendo que eles terminam por condicionar os fatores autocíclicos. Os fatores alocíclicos são representados pelas variáveis climáticas, variação de temperatura e regime de precipitação, além de variáveis geológicas, como a neotectônica e o nível oceânico (RICCOMINI *et al*, 2009).

Alguns conceitos são pertinentes ao entendimento da dinâmica fluvial que se associa às Terras Caídas. É claro, que essas concepções adquirem uma dimensão mais grandiosa quando aplicadas ao rio Solimões. O nível de base está associado à sua capacidade de realizar erosão em seu trajeto em relação ao oceano ou outros corpos hídricos, pois a referência pode ser local, regional ou global (CHRISTOFOLETTI, 1980).

O escoamento fluvial configura-se pelo quantitativo de água que se direciona ao canal fluvial como resultado das precipitações, dos escoamentos superficial, subsuperficial e subterrâneo na bacia de drenagem. A variação desse quantitativo de água durante o ano, como decorrência da variação do regime de precipitações na bacia, é denominada de regime fluvial (CHRISTOFOLETTI, 1980).

É reconhecível que em seu trajeto um rio realiza os trabalhos de erosão, transporte e deposição de sedimentos. A ocorrência e intensidade desses processos apresentam-se em função da turbulência e da velocidade das águas presentes no canal fluvial que, por sua vez, estão intimamente relacionadas com a declividade da topografia e com: o quantitativo de água que escoar; a viscosidade da água gerada a partir do tipo e volume de sedimentos transportados; a profundidade e a forma do canal e; as rugosidades presentes no leito (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Dois movimentos fluidos da água nos rios merecem destaque: fluxo laminar e fluxo turbulento. Ambos demonstram características bem diversas por conta de fatores, por vezes adimensionais. No fluxo laminar, a água encontra-se acomodada em camadas que deslizam suavemente, sem que haja a mistura entre elas, pois cada partícula presente segue uma trajetória própria e com velocidade uniforme. As rugosidades presentes no leito do canal não interferem no percurso da água, porém ao se observar que, geralmente, ao longo dos rios, ocorre uma diversidade de situações que perturbam o fluxo da água, percebe-se que esse tipo de fluxo ocorre com certa raridade (SUGUIO, 2003).



No entanto, quando a velocidade da água, associada à profundidade da corrente, atinge valores críticos, tem origem o chamado fluxo turbulento. Ressalta-se que ocorrem variações de velocidade nas linhas de fluxo por conta das rugosidades presentes no fundo do leito, as quais funcionam como obstáculos a serem transpostos pela água. No processo de transposição são gerados redemoinhos que modificam a velocidade do fluido (SUGUIO, 2003). O fluxo turbulento facilita o transporte de material detrítico por saltação e influencia nos processos erosivos no fundo do leito e nas margens. Segundo Christofolletti (1980), o fluxo de um rio possui relação direta com:

- Largura do canal: corresponde à superfície da água disposta de uma margem à outra;
- Profundidade: relaciona-se à medida da coluna de água entre sua superfície e o fundo do leito fluvial;
- Velocidade do fluxo: representa a medida do comprimento da coluna de água em um determinado perfil do rio por unidade de tempo. Logo, o gradiente pode variar ao longo do percurso de um rio;
- Volume ou débito: proporção de água que escoar na perspectiva da escala temporal;
- Gradiente de energia: condiz ao grau de declive da superfície da água entre a nascente e a foz;
- Concentração de sedimentos: é o volume de detritos carregados pelo fluxo em função de uma determinada unidade de tempo;
- Área: dado o perfil transversal do corpo fluvial em um determinado ponto do seu perfil longitudinal, seria o espaço preenchido pelo fluxo condicionado à largura e à profundidade;
- Perímetro úmido: é a delimitação da área submersa nas águas do canal fluvial.

Quanto ao material detrítico, transportados e depositados pelo rio, deve-se atentar para o fato de que os fragmentos das rochas relacionam-se com:

- Granulometria: representada por classes de diâmetro do material sedimentar disposto no leito e nas margens;
- Rugosidades do leito: expressão da variação da topografia do leito, que se dispõe em função da relação entre os detritos carregados pelo rio e as formas que são modeladas nas rochas do leito (CHRISTOFOLLETTI, 1980).

A erosão fluvial é um componente indispensável no entendimento dos processos atuantes no leito e nas margens dos rios, pois promove uma intensa dinâmica morfológica em determinados pontos do perfil longitudinal. A erosão fluvial realiza, associada às correntezas que deslocam detritos do fundo do leito, o trabalho de desgaste lateral nas áreas submersas dos taludes,

desestabilizando toda a estrutura e promovendo processos diversos de deslocamentos de massas (TEIXEIRA, 2010).

No entendimento dos processos que constituem as Terras Caídas é importante diferenciar as três ações erosivas realizadas por um rio no seu próprio leito. Essa compreensão faz-se necessária, porque em determinadas situações pode terminar por contribuir com a ocorrência de um evento. Sendo assim, um rio realiza erosão em seu canal por meio da: *Cavitação*, *Corrasão* e *Corrosão*.

A erosão desencadeada pela *Cavitação* tende a ocorrer quando as rochas que compõem o canal fluvial tornam-se fragilizadas em função da pressão exercida pela correnteza, a partir de determinados níveis de velocidade atingidos pela água. As rochas fragilizadas se fragmentam concluindo o processo. Rios que apresentam forte gradiente por se encontrarem em regiões acidentadas são caracterizados pela erosão promovida por cavitação (GUERRA e GUERRA, 2010).

Guerra e Guerra (2010) denominam esse processo abrasão, afirmando que ele seja o resultado da ação erosiva na região costeira a partir das ondas geradas no oceano. Estas, ao atingirem as bases dos paredões rochosos, ocasionam o solapamento com desmoronamento das partes superiores. Esse processo, na atualidade, é reconhecido como resultado não somente das ondas oceânicas, mas também da ação de diversos agentes exógenos que modelam o relevo, sendo assim, a abrasão também é realizada por: gelo, correntes de ar, precipitação e rios.

Quando o rio transporta sedimentos mais grosseiros, esses entram em choque com o leito provocando erosão. Dessa forma, o atrito entre as partículas e o leito rochoso realiza o processo erosivo denominado *Corrasão* (CHRISTOFOLETTI, 1980).

O contato constante entre o leito fluvial rochoso e a água promove reações químicas nas rochas, gerando o desgaste destas. Esse processo, facilitado pelas propriedades químicas e físicas da água, denomina-se *Corrosão* (CHRISTOFOLETTI, 1980).

O transporte do material detrítico pode ser realizado de três formas diferentes. Quando ocorre a produção de sedimentos por meio do intemperismo químico, por processos de dissolução e estes sedimentos chegam ao canal fluvial em função de suas dimensões microscópicas, o material produzido é denominado de carga dissolvida e, sendo assim, o transporte realizado pelo rio é conhecido como transporte em solução. No entanto, quando as partículas apresentam granulometria maior, entenda-se silte e argila, essas são denominadas de carga suspensa e o transporte é chamado de suspensão, pois em função de suas dimensões as partículas são mantidas suspensas por conta do fluxo turbulento do rio. Por fim, quando as partículas apresentam granulometria estabelecida entre a areia, passando por seixos e até matacões recebem o nome de carga de leito e, o transporte ocorre por rastejamento, rolamento e/ou saltação (WICANDER e MONROE, 2009).



O processo de deposição pode ocorrer quando há redução na competência do rio, ou seja, quando ele reduz sua capacidade de transporte de sedimentos. Como há variação quanto à granulometria do material detrítico transportado pelo rio, infere-se que a deposição de sedimentos também irá variar, pois o tipo de sedimento a ser depositado ao longo do curso apresentará diversidade de tamanho. Isto é, variações de energia do fluxo relacionam-se com áreas de deposição e tipos de sedimentos a serem depositados ao longo do canal fluvial.

Grande parte dos sedimentos é depositada em locais nos quais o gradiente é reduzido, ou em áreas, nas quais: gradiente, profundidade do canal e velocidade de escoamento da água sofrem mudanças bruscas (NOVO, 2008).

4. Terras Caídas na região amazônica

O processo de ocupação da Amazônia brasileira ocorreu basicamente associado à grandiosa rede fluvial existente na região, bem como às áreas livres da ocorrência de inundações periódicas nas cheias. Nesse sentido, evitando os transtornos que seriam ocupar as planícies fluviais, em decorrência de suas características físicas, os assentamentos urbanos foram se constituindo nos terraços fluviais e tabuleiros adjacentes. No entanto, mesmo essas áreas que se encontram livres das inundações por estarem acima do nível das águas fluviais, apresentam riscos às populações que nelas habitam (DANTAS e MAIA, 2010).

Segundo Dantas e Maia (2010), diversas cidades se estabeleceram e se desenvolveram relacionadas à navegação fluvial e remontam suas origens a partir de antigos núcleos de povoamento nas margens de rios importantes, como o Solimões, no qual se encontram os municípios de Tefé, Fonte Boa, São Paulo de Olivença e Tabatinga. Tais cidades utilizaram-se das várzeas para implementar a agricultura dos terraços e tabuleiros para fixarem seus núcleos urbanos e do próprio rio Solimões para manter fluxos de pessoas e mercadorias em geral com outras cidades. No entanto, as áreas ocupadas por esses núcleos urbanos estão sujeitas aos processos erosivos que ocorrem na interface entre o rio e a terra firme. Esses processos, denominados pela população ribeirinha como Terras Caídas, apresentam origens diversas, o que implica supor que ocorrem de diferentes formas.

Segundo Teixeira (2010), ao longo dos últimos anos, vários municípios amazônicos têm apresentado problemas relacionados à expansão da erosão lateral promovida pelos rios em suas orlas, localizadas nos perímetros urbanos, ou seja, a erosão lateral fluvial desestabiliza a estrutura basal dos taludes, promovendo o deslocamento da área superior do pacote sedimentar. Contudo,

ressalta-se que essa situação é, tão somente, um dos vários tipos de processos erosivos que estão inseridos nas chamadas Terras Caídas.

Na região amazônica, é perceptível uma ação mais incisiva da erosão em diversos pontos dos cursos fluviais. A erosão recorrente nas margens dos rios amazônicos é denominada pela população local como Terras Caídas (TEIXEIRA, 2010), expressão associada à perspectiva de visão dos ribeirinhos, para os quais sempre ocorre o desmoronamento de barrancos. Guerra e Guerra (2010, p. 601) conceituam as Terras Caídas de forma mais simples e objetiva:

Denominação dada, na Região Amazônica, ao escavamento produzido pelas águas dos rios, fazendo com que os barrancos sejam solapados intensamente, assumindo por vezes aspecto assustador. Em alguns casos, podem-se ver pedaços grandes de terra sofrerem deslocamentos como se fossem ilhas flutuantes.

Na perspectiva de que as Terras Caídas constituem um fenômeno natural, Labadessa (2011, p.48) expõe que a população residente às margens dos rios na região amazônica usa o termo para nomear “[...] o processo natural de erosão fluvial que promove a ruptura, solapamento e o desmanche das margens fluviais por desmoronamentos e escorregamentos”.

Para a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM (2007), as Terras Caídas, que acontecem com frequência nas margens dos rios da grande planície fluvial amazônica, são consideradas um fenômeno relacionado às quedas de barrancos, presentes nas margens dos rios que possuem declives acentuados de até 80° por se tratarem de taludes e, que estão sob a ação constante dos processos erosivos fluviais. Carvalho *et al* (2009, p. 01) conceituam Terras Caídas como:

[...] uma terminologia usada na região amazônica para designar indiferenciadamente todo processo de erosão fluvial lateral como escorregamento, deslizamento, desmoronamento e desabamento. Está relacionada com a pressão hidráulica do rio, pressão hidrostática causada pela água retida na planície de inundação, composição do material das margens, fatores climático, controle estrutural e ação antrópica. Acontece com maior intensidade no curso médio e inferior do rio Amazonas e em seus afluentes de água branca, nos trechos em que os mesmos são margeados pela planície Holocênica, cuja composição é predominantemente de areia silte e argila.

Observa-se que o conceito de Carvalho *et al* (2009) demonstra ser mais completo e consistente, pois expõe o fenômeno através dos processos de ocorrência, dos fatores que o promovem e de sua territorialização. Apesar de ser evidente que as Terras Caídas também incidem com grande intensidade de frequência e ação no Alto Solimões, o que se comprova pelos casos no município de São Paulo de Olivença que é considerado, de acordo com informações do jornal eletrônico A Crítica (2012), o município que apresenta a orla fluvial mais instável do Amazonas por conta das Terras Caídas.



4.1 Fatores desencadeadores

Os processos constituintes das Terras Caídas ocorrem ao longo das margens dos rios de forma indiscriminada, quando se observa a constituição sedimentar das margens, ou seja, sedimentos transportados e depositados em períodos mais antigos ou recentes, que constituem as estruturas da morfologia fluvial, como diques mais antigos ou elementos mais recentes, são alvos da ação dos processos erosivos (IGREJA, CARVALHO e FRANZINELLI, 2010).

Pode-se considerar como Terras Caídas diversos tipos de movimentos que mobilizam parcelas de solos, com ou sem vegetação, além de outros materiais, como rochas e sedimentos variados sobre a perspectiva de vários processos que apresentam origem, constituição e tempo de ocorrências diferentes. Nesse sentido, há uma variabilidade de processos relacionados à erosão fluvial e à movimentação de massa que podem ser inclusos na expressão “Terras Caídas”. A configuração desse quadro de diferenciação entre eventos se deve, muito provavelmente, em decorrência da participação de fatores que originam os processos, pois um determinado fator que desencadeia um evento pode não participar ativamente de outro (IGREJA, CARVALHO e FRANZINELLI, 2010).

Entre os aspectos que desencadeiam os processos erosivos das Terras Caídas, estão: os hidrodinâmicos, relacionados às características hidrológicas dos rios; os litológicos, associados à estrutura geológica; os climáticos, decorrentes da constituição climática na região amazônica; os neotectônicos, relativos às movimentações tectônicas recentes e; os antropogênicos, originários da ação humana (IGREJA, CARVALHO e FRANZINELLI, 2010).

Como os movimentos de massa nas margens dos rios se sucedem a partir de diversos fatores, conclui-se que a frequência dos eventos está diretamente associada aos períodos nos quais esses fenômenos desencadeadores se apresentam, sendo assim, as Terras Caídas acontecem com frequências cíclicas e acíclicas.

Enchente e vazante são processos hidrodinâmicos e, nesses períodos, as ações consequentes dos dois processos são mais intensas. Ressalta-se que os fatores fluviais, litológicos, neotectônicos e antropogênicos são caracterizados com eventos acíclicos, mas isso não significa que eles não influenciem ou participem da ocorrência de eventos cíclicos. Separadamente, seguem abaixo os fatores desencadeadores das Terras Caídas.

Hidrodinâmicos: vários elementos da hidrodinâmica fluvial relacionam-se com fatores desencadeadores dos processos constituintes das Terras Caídas. A pressão hidrodinâmica relacionada à corrente fluvial é responsável pelo solapamento dos terraços, provocando desbarrancamentos (IGREJA, CARVALHO e FRANZINELLI, 2010). O intenso fluxo turbulento,

presente na corrente fluvial, associa-se à vazão excepcional do Solimões/Amazonas, que pode variar entre 90.000 e 250.000m³/s, exercendo forte pressão vertical e, muito provavelmente, lateral nas margens, no período de cheia, que seguida posteriormente de rápida descompressão no período de vazante, fragiliza os pacotes sedimentares (CARVALHO *et al*, p. 4, 2009). Outro fator a ser levado em consideração é a pressão hidrostática, existente no pacote sedimentar. A água retida nos poros, seja pelo transbordamento dos corpos hídricos que margeiam o rio (como pequenos lagos rasos, furos e brechas de extravasão), ou pela intensa precipitação no período chuvoso, exerce pressão na estrutura, provocando a fratura das margens (IGREJA, CARVALHO e FRANZINELLI, 2010) e, posteriormente, deslizamentos e/ou fluxos de sedimentos. A pressão hidrostática ainda pode provocar, também, queda de blocos, pois a água presente no pacote sedimentar dos terraços percola as camadas inferiores, com velocidade bem inferior àquela expressa no rebaixamento do volume de água, presente no canal fluvial durante a vazante, exercendo, assim, um peso adicional sobre o topo dos taludes promovendo sua desestabilização.

Figura 02 – Vertente e material sedimentar em contato com o Solimões na cheia de 2015.



Fonte: autor, maio de 2015.

Litológicos: a composição dos solos nas margens estruturadas em terraços é um fator de grande preponderância quanto à ocorrência de fenômenos erosivos nos rios amazônicos. Os processos erosivos ocorrem, predominantemente, nos rios de água branca e, esses apresentam margens constituídas por combinações de areia, silte e argila. Tal combinação, tendendo a um percentual mais elevado de areia ou silte que argila, promove ao corpo sedimentar pouca resistência à ação erosiva de origens diversas. A exposição natural, ou por ações antrópicas desses sedimentos ao contato com a água dos canais fluviais, ou através da precipitação, pode desencadear processos



erosivos diversos (IGREJA, CARVALHO e FRANZINELLI, 2010) como retrata a figura 02 no bairro da Comara, município de Tabatinga.

Figura 03 – Gretas de Contração em área de movimentação de massa.



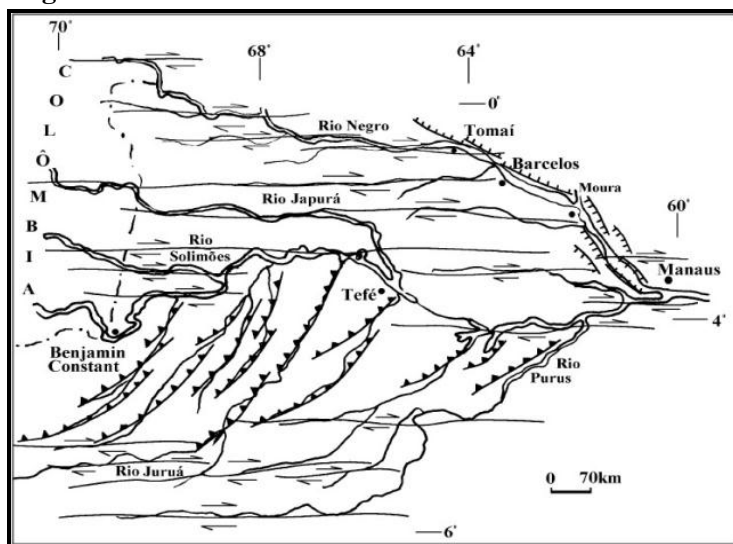
Fonte: CPRM, 2007.

Climáticos: observa-se que pacotes sedimentares expostos às precipitações intensas, duradouras e constantes estão sujeitos a acumular excessivamente água nos seus poros, principalmente, nas áreas que apresentam grande percentual de areia ou silte na sua composição. Áreas expostas a elevadas temperaturas tendem a sofrer desagregação de areias, bem como o ressecamento de argilas (IGREJA, CARVALHO e FRANZINELLI, 2010), o que causa o surgimento de fendilamentos, conhecidos como gretas de contração, que facilitam a infiltração em excesso, vinda da água proveniente das precipitações, fragilizando mais ainda o pacote sedimentar (figura 03). A ação das correntes de ar sobre a superfície da água gera a formação de banzeiros que se chocam contra as margens, produzindo o solapamento, seguido de desmoronamentos ou quedas de blocos (CARVALHO *et al*, 2009).

Neotectônicos: ressalta-se que a grande bacia amazônica está sujeita aos efeitos da neotectônica relacionada à estrutura do seu arcabouço geológico. Eventos nos quais os desbarrancamentos têm se expressado em grandes dimensões ao longo das margens dos rios, são associados à ação da neotectônica (IGREJA, CARVALHO e FRANZINELLI, 2010). Costa *et al* (1996), apresentam de uma forma geral o encaixe de trechos do Solimões/Amazonas, bem como de diversos afluentes em falhas presentes na região amazônica associados a um padrão de drenagem paralelo como pode ser observado na figura 04. Sendo assim, muitos rios estão com trechos dos seus canais fluviais assentados sobre “lineamentos secundários; falhas transtensionais e transtracionais; blocos subsidentes quaternários sintectônicos reativados; cruzamentos de falhas, fraturas e juntas

neotectônicas quaternárias e antigas reativadas.” (IGREJA, CARVALHO e FRANZINELLI, 2010, p.141).

Figura 04 – Rios encaixados em falhas no Amazonas.



Fonte: COSTA, 1996.

Antropogênicos: ressalta-se que, apesar de as Terras Caídas apresentarem processos de origem com predominância de causas naturais, não se deve negar a ação humana, pois as margens, principalmente os terraços, ao serem ocupados tornam-se suscetíveis a ação erosiva por consequência da retirada da vegetação, bem como através da capacidade de carga quanto à absorção de água que fica comprometida (LABADESSA, 2011). A ação humana pode ser indicada como um dos fatores desencadeadores dos processos constituintes das Terras Caídas. O grande volume de barcos que transitam pelos rios amazônicos, por exemplo, produz a movimentação da água na forma de ondas, conhecidas popularmente como banzeiros. Essas ondas direcionam-se às margens dos rios, chocando-se contra elas e, muitas vezes, intensificando o processo de erosão que existe naturalmente. Essa situação intensifica-se nos centros urbanos em decorrência do fluxo constante de embarcações com tamanhos e motores com potências variadas que atacam ou partem dos portos locais, sujeitando essas áreas a sofrerem de forma mais incisiva a ação dos banzeiros (LABADESSA, 2011).

Deve-se atentar para a situação provocada pela ação humana, no tocante ao desmatamento do topo dos terraços como ressalta a figura 05, no bairro da Comara no município de Tabatinga, que eleva o impacto erosivo das precipitações e, dependendo do tipo de solo, também pode intensificar o processo de infiltração de água, bem como promover um deslocamento mais intenso e concentrado dessa água no subsolo. Além disso, a precipitação pode contribuir, ainda que de forma incipiente, com a desagregação dos pacotes de solos já fragilizados (CPRM, 2007).



Figura 05 – Área na qual a cobertura vegetal foi retirada.



Fonte: Autor, 2014.

Figura 06 – Ocorrência de “Terras Caídas” em sedes municipais do Alto Solimões, AM.



Fonte: A - CPRM (2009); B - Autor (2015); C e D - Almeida (2013).

Outra questão que deve ser observada é a constituição das sedes dos municípios, que não apresentam núcleos urbanos planejados. Não há, muitas vezes, infraestrutura em saneamento básico e as pessoas constroem prédios comerciais e residenciais em áreas propícias aos eventos

relacionados às Terras Caídas. Na figura 06 ressalta-se a ocorrência de eventos nas sedes de três municípios do Alto Solimões: A – Jutai em 2008, B – Tabatinga em 2015; C e D – São Paulo de Olivença em 2013. Ressalta-se que no caso da figura B, a pista para pouso e decolagem no aeroporto Internacional de Tabatinga, está aproximadamente a menos de 1 km de distância da área que sofre intensos processos erosivos e de movimentação de massa.

Figura 07 – Esgoto direcionado à fenda gerada em abatimento de solo.



Fonte: Autor, 2014.

Casas construídas nos terraços, por vezes, apresentam dejetos fluindo sobre a superfície e mergulhando nas fendas já existentes, fragilizando o solo e, inclusive originando processos erosivos com ravinamentos, tornando o pacote sedimentar mais propício à ação de outros fatores desencadeadores dos movimentos de massa, como apresenta a figura 07.

4.2 Processos constituintes

Os processos constituintes das Terras Caídas relacionam diretamente os movimentos de massas com os fatores já comentados. Nesse sentido, entendem-se como movimentos de massas, diversos processos nos quais solo e rocha são deslocados em declives sob a influência da gravidade e, posteriormente, ocorre a mobilização por outros agentes (PRESS *et al*, 2006). Para que esses processos de mobilização de massas aconteçam, três características devem ser observadas: a constituição dos materiais da vertente; o grau de declividade e estabilidade da vertente e; o volume de água presente na estrutura. Às margens do Solimões/Amazonas e seus afluentes, nas quais ocorrem os processos erosivos dos terraços, geralmente, as combinações entre essas três



características estão associadas aos fatores desencadeadores. Muitas vezes, os sedimentos que constituem a área são compostos por areia, silte e argila, dispostos em estruturas pouco consolidadas e, sendo assim, suscetíveis a situações de desabamentos, desmoronamentos, fluxos de sedimentos, deslizamentos, escorregamentos e abatimentos.

A declividade acentuada das margens em talude, que em muitos locais ultrapassa 80°, provoca a desestabilidade do pacote sedimentar, tornando-o frágil ante aos fatores desencadeadores de erosão e, provocando processos de movimentos de massas, representados por desabamentos, desmoronamentos subaéreos e abatimentos. O volume de água que infiltra os solos durante os meses chuvosos e que se acumula em função das elevadas permeabilidade e porosidade, estando essas diretamente associadas à composição e ao grau de consolidação dos sedimentos, torna as estruturas dos terraços mais pesadas e as predispõe a movimentação, representadas por processos, como: desabamentos, desmoronamentos abatimentos e fluxos de detritos coesivos.

Quadro 01: Fatores e processos constituintes das Terras Caídas.

Processo	Definição	Fatores	Frequência	Período de ocorrência
Fluxo de sedimentos	Fluxo de detritos friccional ou de grãos.	Pressão dispersiva (choque entre grãos) e peneiramento cinético. Ação erosiva do fluxo fluvial na zona de contato do terraço com a água.	Acíclicos	Demais meses do ano.
	Fluxo de detritos coesivo ou de lama.	Tensão interna. (densidade/viscosidade) da matriz: empuxo e coesão. Infiltração e fluxo excepcional de água nos poros do pacote sedimentar.	Cíclicos	Período de chuvas. (Março/Abril)
Deslizamentos (movimento translacional)	Cisalhamento concentrado ao longo de superfícies planas de descontinuidade física.	Esses movimentos ocorrem durante chuvas intensas, quando é elevada a poro-pressão em uma superfície de descontinuidade.	Cíclicos	Período de chuvas. (Março/Abril)
Escorregamentos (movimento rotacional)	Cisalhamento concentrado ao longo de superfícies curvas de descontinuidade física.	Seu início, muitas vezes, vincula-se ao desgaste natural da base da encosta, devido ao contato com a água presente no canal fluvial.	Cíclicos	Período de vazante nos rios. (Outubro/Novembro)

Fonte: Christopherson, 2012; Fernandes e Amaral, 2010; Igreja, Carvalho e Franzinelli, 2010; Giannini e Melo, 2000; Guimarães *et al*, 2008.

Sendo assim, as Terras Caídas são constituídas por um conjunto de processos que exprimem movimentos de massas diferentes, como escorregamentos, deslizamentos, desmoronamentos e outros, com fatores desencadeadores diversos, o que torna necessário definir cada processo individualmente. Dessa forma, o quadro 01, apresenta uma primeira aproximação desta tentativa de diferenciação e, ainda, busca correlacionar esses movimentos de massas, definições, fatores, frequência e período de ocorrência das Terras Caídas na região amazônica.

Tendo por base diversos autores que abordam ambos os temas: - Terras Caídas e Movimentos de Massas, este quadro trata de uma aproximação, de forma a instigar demais pesquisadores a corrigi-lo, ampliá-lo ou aprofundá-lo.

Os processos que envolvem as Terras Caídas, por apresentarem características próprias e marcantes, logo, diferenciadas, são revestidos de complexidade, quando analisados com mais acuidade. Observa-se que fatores desencadeadores de um evento, muitas vezes, estão ausentes em outro (IGREJA, CARVALHO e FRANZINELLI, 2010). No entanto, ao ocorrer o deslocamento do pacote sedimentar, provavelmente mais de um fator estará envolvido. Ainda que aspectos hidrodinâmicos tenham agido, por exemplo, deve-se considerar que a composição dos sedimentos na estrutura dos taludes esteja associada, situação que provavelmente deva estar relacionada, se não com todos, mas com a maioria dos eventos erosivos componentes das Terras Caídas.

5. Considerações Sobre Terras Caídas e paisagens amazônicas

Pensar processos como desmoronamento e queda de blocos exige o reconhecimento de características particulares das paisagens que compõem o sistema fluvial amazônico, no tocante às margens em terraços, como também ao volume de água, aos fluxos de correntes e à estrutura morfológica do canal fluvial. Torna-se inconcebível pensar a evolução da paisagem associada aos processos constituintes das Terras Caídas sem o conhecimento e análise dos subprocessos e elementos inerentes à dinâmica morfológica fluvial.

A relação dialética entre os componentes da paisagem está presente na constituição do trabalho fluvial: erosão, transporte e deposição. Soma-se a esse: a atuação regional do sistema climático, o quadro da neotectônica local e regional, a presença (ou ausência?) da cobertura vegetal e os fatores antrópicos, configurados por processos de uso e ocupação do território.

A paisagem se caracteriza por uma dinâmica evolutiva e não há como ser diferente quando se estabelecem associações entre seus elementos através da entrada, da saída e de fluxos direcionados de energia na perspectiva de um sistema.



Sendo assim, mais que respostas, questionamentos se propõem. Os processos relativos às Terras Caídas tendem a ocorrer cada vez mais sujeitos a ação humana? O rio Solimões/Amazonas, por sua grandeza dimensional, seria capaz de se sobrepor a ação humana no tocante às suas dinâmicas hídrica e morfológica? Construções de barragens para a geração de hidrelétricas nos cursos fluviais amazônicos podem ampliar ou reduzir os processos erosivos e a movimentação de massas nas margens dos rios? A expansão urbana nas cidades às margens dos rios tende a ampliar os processos físicos relacionados aos desbarrancamentos? Ou será necessário, cada vez mais, rasgar a floresta em busca de terra firme para assentar as pessoas? As análises dos processos erosivos, sedimentares e de transporte fluvial exigem uma maior compartimentação territorial para serem reconhecidas as suas particularidades locais?

Observa-se que, quanto mais ocorre o aprofundamento teórico, o reconhecimento da caracterização dos processos físicos locais e a consolidação das ações humanas na região amazônica frente às necessidades impostas pelo sistema econômico vigente, novos desafios e questionamentos se configuram no limiar da ciência geográfica.

6. Referências Bibliográficas

- ACRITICA. **Deslizamento de terra atinge dezena de famílias no Amazonas**. 2012. Disponível em: <http://acritica.uol.com.br/amazonia/Interior-Cotidiano-deslizamento-Sao_Paulo_de_Olivenca_5_351614842.html> Acessado em: 15.02.2014.
- ALMEIDA, Paulo. **São Paulo de Olivença**. Disponível em: <<http://geopalmeida.blogspot.com>> Acessado em 02.06.15
- ALMEIDA, Paulo. **A Mesorregião do Alto Solimões**. Disponível em: <<http://geopalmeida.blogspot.com>> Acessado em 08.06.15
- BERTRAND, G. **Paisagem e Geografia Física global- Esboço Metodológico**13- Caderno de Ciências da Terra. São Paulo, Instituto de Geografia, USP, 1972.
- CARVALHO, J.A.L.; CUNHA, S. B.; IGREJA, H.L.S.; CARNEIRO, D. de S. Episódio de Terras Caídas no Rio Amazonas: caso Costa da Águia, Parintins–Am. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 18, 2009, Campo Grande. **Anais...** Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2009. Disponível em: <<http://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios>> Acessado em: 11.02.2014.
- CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.
- CHRISTOPHERSON, Robert W. **Geossistemas - Uma Introdução à Geografia Física**. 7ª Ed. Porto Alegre: BOOKMAN, 2012.
- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (2007). **Relatório de Vistoria do Evento Saracura/Costa da Águia Município de Parintins Estado do Amazonas**. Manaus, março de 2007.
- COSTA, J.B.S., BEMERGUY, R.L., HASUI, Y., BORGES, M.S., FERREIRA JÚNIOR, C.R.P., BEZERRA, P.E.L., COSTA, M.L. & FERNANDES, J.M.G. Neotectônica da região amazônica:

aspectos tectônicos, geomorfológicos e deposicionais. **GEONOMOS**, 1996, 4 (2): 23-44.

Disponível em <http://www.igc.ufmg.br/geonomos/PDFs/4_2_23_44_SenaCosta.pdf> Acessado em 11.02.14.

CUNHA, S. B. da, GUERRA, A. J. T. Degradação Ambiental. In: CUNHA, S. B. da, GUERRA, A. J. T. (Org.). **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 1996, p. 337-378.

DANTAS, Marcelo Eduardo, MAIA, Maria Adelaide Mansini. Compartimentação Geomorfológica. In: MAIA, Maria Adelaide Mansini, MARMOS, José Luiz. (orgs.) **Geodiversidade do estado do Amazonas**. Manaus: CPRM, 2010, p.115-124.

FERNANDES, Neslson Ferreira, AMARAL, Cláudio Pinheiro do. Movimentos de massa: uma abordagem Geológico-Geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T., CUNHA, S. B. da (Orgs.). **Geomorfologia e Meio-Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 1996. P.123-194.

GIANNINI, P. C. F., MELO, M. S. Do grão à rocha sedimentar: erosão, deposição e diagênese. TEIXEIRA W., Toledo, M. C. M de, Fairchild, T. R., Taioli, F. (orgs.). **Decifrando a Terra**. São Paulo: Ed. Oficina de Texto, 2000, p.240-277

GUIMARÃES, R. F., CARVALHO JÚNIOR, O. A.; GOMES, R. A. T.; FERNANDES, N. F. Movimentos de Massa. In: FLORENZANO, Tereza G. (org.). **Geomorfologia: conceitos e técnicas atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008, p.159-184.

GUERRA, Antonio Teixeira GUERRA, Antonio José Teixeira. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. 8ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

IGREJA, Hailton Luiz Siqueira da, CARVALHO, José Alberto Lima de, FRANZINELLI, Elena. Aspectos das Terras Caídas na Região Amazônica. In: RABELLO, Adoréa. **Contribuições Teórico-metodológicas da Geografia Física**. Manaus: Editora da Universidade Federal do Amazonas, 2010.

KELTING, Fátima Maria Soares. Paisagem e paisagens: uso e ocupação da terra na bacia do rio Curu/CE. **Mercator – Revista de geografia da UFC**. Fortaleza, ano 1, n.2. 2002.

KELTING, Fátima Maria Soares. **Unidades do Relevo como Proposta de Classificação das Paisagens da Bacia do Rio Curu - Estado do Ceará**. 2000. Tese (Doutorado em Geografia). Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.

LABADESSA, Aparecido Silvério. “**Terras Caídas**”, as causas naturais e antrópicas: uma ocorrência na comunidade de São Carlos – Médio Madeira/RO. Geoiingá: Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia Maringá, v. 3, n. 1 , p. 45-61, 2011, ISSN 2175-862X (on-line).

NOVO, Evlyn M. L. de M. Ambientes Fluviais. In: FLORENZANO, Tereza G. (org.). **Geomorfologia: conceitos e técnicas atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008, p. 219-246.

PRESS, F.; SIEVER, R.; GROTZINGER, J. e JORDAN, T. **Para entender a Terra**. Porto Alegre: Bookman, 2006.

RICCOMINI, C., ALMEIDA, R.P., GIANNINI, P. C. F., MANCINI, F. Processos fluviais e lacustres e seus registros. In: TEIXEIRA W., Toledo, M. C. M de, Fairchild, T. R., Taioli, F. **Decifrando a Terra**. São Paulo: Ed. Oficina de Texto, 2000, p.306-333.

SUGUIO, Kenitiro. **Geologia Sedimentar**. São Paulo: Edgard Blucher, 2003.

TEIXEIRA, Sheila Gatinho. Risco Geológico. In: MAIA, Maria Adelaide Mansini; MARMOS, José Luiz (orgs.). **Geodiversidade do estado do Amazonas**. Manaus: CPRM, 2010, p.87-100.



WICANDER, Reed; MONROE, James S. **Fundamentos de Geologia**. Colaboração: E. Kirsten. Tradução: Harue Ohara Avritcher. Revisão: Maurício Antônio Carneiro. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

Recebido em 24 de novembro de 2014

Aprovado em 30 de maio de 2015

