
PKS

PUBLIC
KNOWLEDGE
PROJECT

**REVISTA DE GEOGRAFIA
(RECIFE)**

<http://www.revista.ufpe.br/revistageografia>

OJS

OPEN
JOURNAL
SYSTEMS

PROPOSTA DE PADRONIZAÇÃO DOS CONCEITOS DE EROSÃO EM AMBIENTES ÚMIDOS DE ENCOSTA

Felipe Gomes Rubira¹, Georgea do Vale de Melo², Filipe Kallás Suhadolnik de Oliveira³

1. Doutorando em Geografia pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Departamento de Geografia, Campinas, SP, Brasil, email: feliperubira@ige.unicamp.br

2. Graduada em Geografia pela Universidade Estadual de Maringá (UEM), Departamento de Geografia, Maringá, PR, Brasil, email: georgea.melo@hotmail.com

3. Graduado em Geografia pela Universidade Estadual de Maringá (UEM), Departamento de Geografia, Maringá, PR, Brasil, email: filipekallas@hotmail.com

Artigo recebido em 25/02/2016 e aceito em 20/04/2016

RESUMO

Este artigo baseou-se em reflexões teóricas sobre os processos erosivos e feições erosivas: os tipos, os fatores condicionantes e as causas de formação. A metodologia utilizada foi a pesquisa bibliográfica (congressos, periódicos, livros, dissertações e teses). Objetivou-se apresentar uma proposta de padronização quanto à conceituação das diversas formas de erosão presenciadas em ambientes úmidos de encostas com base em Conciani (2008). Quanto as conceituações dos tipos de erosões, verificou-se que se apresentam de forma ampla e às vezes generalizada, necessitam rapidamente que se crie um consenso destes termos entre a comunidade científica, uma padronização dos grupos. Esta pesquisa propõe que os tipos de erosões mais atuantes em climas úmidos sejam conceituados de acordo com a especificidade dos processos de formação, sendo definidos como: erosão pluvial por arrastamento; fluvial; interna; linear e laminar.

Palavras chave: Processos erosivos; feições erosivas; fatores condicionantes; formas das erosões, causas de formação.

PROPOSAL FOR STANDARDIZATION OF EROSION CONCEPTS IN DAMP HILLSIDE ENVIRONMENTS

ABSTRACT

This article is based on theoretical reflections on the erosion and erosional features: types, the conditioning factors and causes of formation. The methodology used was literature (conferences, journals, books, dissertations and theses). The objective was to present a proposal for standardization as the concept of the various forms of erosion witnessed in damp hillside environments based on Conciani (2008). As the concepts of types of erosions, it was found that present themselves broadly and sometimes widespread, quickly require you to create a consensus of these terms between the scientific community, a standardization group. This research suggests that the types of most active erosion in humid climates are respected in accordance with the specificity of the training processes being defined as: rain erosion entrainment; fluvial; internal; linear and laminar.

Keywords: Erosion processes; erosional features; conditioning factors; forms of erosion, formation of causes.

INTRODUÇÃO

Os problemas ocasionados pelos processos erosivos são preocupantes e cada vez mais acelerados no Brasil, na maioria das vezes resultam de práticas agrícolas e instalações urbanas, da interação entre natureza e sociedade.

Do ponto de vista econômico a erosão destrói a infraestrutura urbana: galerias pluviais, redes elétricas, praças, lagoas de tratamentos de efluentes, linhas de esgotos, vias asfálticas, entre outras estruturas de construções civis.

Do ponto de vista ambiental a erosão promove como consequência o assoreamento de lagos e canais fluviais, altera o fluxo subsuperficial em alguns casos, empobrece o solo devido à perda de nutrientes, entre outros problemas.

Além dos problemas ambientais e econômicos, existem também os sociais, como os sanitários. Nas regiões urbanas as áreas escavadas pela erosão tendem a tornar-se foco de vetores patogênicos devido ao acúmulo de lixo e esgoto, diminuindo a qualidade de vida da população limítrofe.

Sabe-se, por meio da clássica literatura geomorfológica, Bigarella et al. (1965), Bigarella e Mousinho (1965) e Penteado (1978), bem como por pesquisas geomorfológicas atuais, como a de Dias e Perez Filho (2015) e Storani e Perez Filho (2015), que os processos morfoclimáticos apresentam-se como notórios agentes responsáveis pela esculturação do relevo.

Nesta linha de raciocínio, os autores (op. cit.), destacam o papel que as oscilações/mudanças/pulsos climáticos exerceram na modificação da intensidade de atuação dos processos morfogenéticos e pedogenéticos verificados na superfície terrestre ao longo do tempo geológico. Salientam simultaneamente, a predominância de intemperismo físico ou químico em conformidade com determinadas fases climáticas secas ou úmidas, o que induziu na formação de diferentes dinâmicas processuais da paisagem ao longo do tempo (DIAS, PEREZ FILHO, 2015).

Alguns pontos merecem destaque para a discussão teórica desta pesquisa. Os pesquisadores destacados verificaram por meio de técnicas de datações absolutas e relativas que ao longo do tempo da natureza ocorreram alternâncias entre períodos glaciais e interglaciais. Estas oscilações climáticas promoveram uma série de modificações na dinâmica e espacialização dos componentes bióticos e abióticos dos Geossistemas (SOTCHAVA, 1977).

Sob esta perspectiva paleoclimática, durante os períodos interglaciais, como o atual, observa-se, o predomínio de maior umidade devido às temperaturas mais elevadas nas médias

e baixas latitudes, esta característica climática favorece a ocorrência de precipitações regulares, responsáveis por aumentar o volume da água dos rios. Por meio da precipitação regular de climas úmidos, verifica-se maior entalhamento dos canais fluviais por meio da incisão do talvegue, conjuntamente observa-se maior ocorrência de erosões hídricas, mais especificamente do tipo lineares, que se originam em função do escoamento superficial concentrado. Em ambientes antropizados, nos quais a vegetação é ausente, a tendência de ocorrência de feições erosivas do tipo linear (sulcos, ravinas e voçorocas) é maior ainda (BIGARELLA et al., 1965).

Diferentemente, em climas secos (particularmente no caso da América do Sul), ocasionados por períodos glaciais, de acordo com a literatura geomorfológica, se observa o predomínio do intemperismo físico e a consequente pedimentação da superfície terrestre por meio do recuo paralelo das vertentes. As chuvas tornam-se pouco frequentes e consequentemente os processos morfogenéticos e pedogenéticos se alteram, o espesso manto de alteração elaborado em clima úmido submetido à dissecação por erosões lineares, durante a fase seca, já não existe mais, observa-se então outros tipos de erosões, que em conjunto com os demais processos morfoclimáticos imprimem nova dinâmica morfoescultural na superfície terrestre (PENTEADO, 1978).

Dentro desta perspectiva, por se tratar de um período climático atual, presenciado na maior parte do Brasil, esta pesquisa busca evidenciar em especial os tipos de erosões comumente presenciados em ambientes úmidos de encosta, objetivando ao mesmo tempo a padronização dos conceitos relativos.

Sabe-se que no Brasil, a partir da colonização, o processo do cultivo de terra tornou-se intenso, com o aumento da população houve o êxodo rural e a urbanização concretizou-se, estes fatores favoreceram a multiplicação na ocorrência de erosões no país. Em tempos pretéritos, em que a agricultura ainda não havia se modernizado, as pessoas mudavam de lugar quando o solo apresentava problemas. Com o aumento da população e consequente urbanização isso já não era mais possível, a maioria das matas virgens já tinham sido desmatadas e os solos já se apresentavam desgastados.

De início tentou-se enfrentar o problema de erosão no Brasil por meio de um programa de obras reparadoras nas áreas urbanas mais afetadas. O agravamento da erosão no país acompanhou o caminho percorrido pelo homem no desbravamento e conquista de terras, os processos erosivos foram se intensificando a partir do momento que os colonizadores começaram a desmatar as matas nativas para a execução da prática da agricultura e para a construção dos centros urbanos.

O avanço da erosão em alguns lugares foi mais lento e em outros mais rápido, isso ocorreu por causa da maior ou menor coesão do solo, já que o desmatamento controlado, a legislação ambiental e as medidas de prevenção e controle não faziam parte das preocupações dos pioneiros que desbravaram o país.

Por este histórico erosivo presenciado no território brasileiro, surgiu à ideia desta pesquisa, mostrou-se necessário então realizar uma discussão sobre os tipos de erosões em áreas úmidas. Entretanto, durante as revisões literárias foram constatados impasses relativos à conceituação dos termos que por vezes se apresentaram de maneira generalizada, o que pode acarretar em confusões conceituais, principalmente aos iniciantes de pesquisas científicas.

Dentro desta perspectiva, se insere o objetivo desta pesquisa, que consiste em apresentar uma proposta de padronização quanto à conceituação das diversas formas de erosão comumente verificadas em ambientes úmidos de encosta, com base em Conciani (2008).

Esta revisão e ao mesmo tempo reflexão teórica justifica-se então por esclarecer diversos termos relacionados às feições erosivas em ambientes úmidos de encosta, conceitos que muitas vezes são iguais, mas que recebem denominações diferentes por parte do meio acadêmico e que necessitam rapidamente da criação de um consenso entre a comunidade científica, uma padronização dos grupos.

Desta maneira a pesquisa torna-se importante, pois, se alicerça em uma perspectiva interdisciplinar por meio de análise sistêmica, envolvendo os elementos físicos da paisagem e suas influências para a formação de feições erosivas conjuntamente com as interferências antrópicas, determinantes para a intensificação dos processos erosivos.

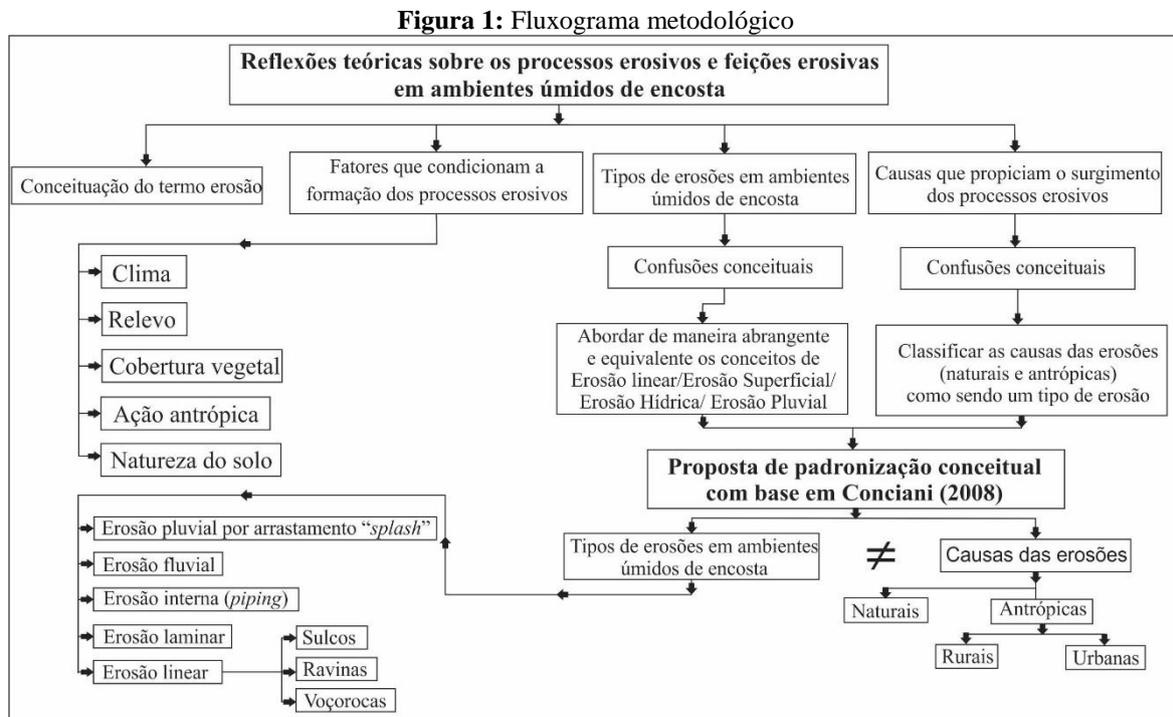
METODOLOGIA

Este artigo baseou-se em reflexões teóricas sobre os processos erosivos e feições erosivas em ambientes úmidos de encosta. O procedimento metodológico utilizado foi a pesquisa bibliográfica, por meio de trabalhos publicados em congressos nacionais de controle de erosão, periódicos, livros, dissertações e teses.

Ao longo das revisões teóricas sobre a temática proposta pela pesquisa foram realizadas reflexões teóricas sobre a conceituação do termo erosão, fatores que condicionam a formação dos processos erosivos, tipos de erosões em ambientes úmidos de encosta e as causas que propiciam o surgimento de feições erosivas.

Durante a abordagem teórica realizada por meio de literatura nacional e internacional nos deparamos com divergências conceituais que envolvem discussões referentes aos tipos de

processos erosivos em ambientes úmidos de encosta, assim como conflitos de entendimento entre tipos e causas das erosões, além de outras generalizações prejudiciais a pesquisas científicas. Para elucidar melhor as etapas metodológicas foi elaborado um fluxograma (Figura 1).



Desta maneira, com base em Conciani (2008) determinamos uma proposta conceitual relativa aos tipos de erosão em ambientes úmidos baseado na especificidade dos processos de formação.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conceituação do termo erosão

Os conceitos acerca do termo erosão foram explanados com base em diferentes autores que abordam discussões sobre o processo erosivo. Galetti (1982), Bertoni e Lombardi (1985), Conciani (2008) e Fernandes (2011) delimitam que o termo erosão provém do latim “erode-erodere” que significa corroer e tem várias definições na literatura. Fernandes (2011) nos aponta que:

De uma forma geral, erosão é um termo que representa um conjunto de ações, incluindo o desprendimento (desagregação), o arraste (transporte) e a deposição das partículas de solo causada por agentes erosivos, tais como o gelo, o vento, a gravidade e a água. Em particular, a erosão onde o agente erosivo é a água é chamada de erosão hídrica (FERNANDES, 2011, p.17).

Segundo Conciani (2008) existem várias formas de conceituar a erosão, para o autor a erosão é um processo de desprendimento e arraste das partículas do solo causado pelas intempéries. Para Almeida Filho (1998), a erosão constitui-se como um processo natural no desenvolvimento da paisagem. Os processos erosivos podem modificar a forma do relevo, com a interferência do homem, esse processo natural pode se intensificar ao longo do tempo, sendo denominado de erosão acelerada ou antrópica.

Conciani (2008), na mesma linha de pensamento de Almeida Filho (1998), afirma que a erosão é um fenômeno natural que pode ser acelerado pelo homem, mas nos atenta para que os processos erosivos também podem ser minimizados pela ação antrópica. Pode-se citar como exemplo obras mitigadoras e de recuperações de áreas degradadas.

Seixas (1984) descreve a erosão do solo como sendo um processo de desagregação e arrastamento acelerado de componentes do mesmo, causado pela ação da água e dos ventos, constatando a interveniência de forças ativas como a chuva, o vento, a topografia e as propriedades físico-químicas do solo.

Para Costa et al. (2005) a erosão resulta no empobrecimento do solo e origina terras improdutivas, que em muitos casos são de difícil recuperação, causando uma série de prejuízos aos recursos hídricos e a sociedade, que pode necessitar dos mesmos para abastecimento de água nos centros urbanos.

Fatores que condicionam os processos erosivos

O processo erosivo possui diversos condicionantes que o deflagram, como clima, a topografia, os tipos de solo, a cobertura vegetal e as atividades antrópicas. Estes fatores tornam a erosão um sistema complexo e que dependendo do seu grau de evolução pode ser de difícil entendimento.

Vários fatores contribuem para o desenvolvimento das feições erosivas, dentre eles podemos citar as trilhas de gado, as estradas vicinais, a concentração de águas pluviais e os locais submetidos ao manejo agrícola impróprio devido à remoção de cobertura vegetal, principalmente em áreas de fundos de vale.

A água se constitui como fator natural e contribui com vários efeitos dinâmicos como: a destacabilidade das partículas do solo pelo impacto das gotas de água provenientes da chuva (efeito “splash”); a desagregação superficial pelo deflúvio; a desagregação do subsolo pelo escoamento e infiltração subterrânea; pelo transporte do solo destacado ou desagregado; pelo

deslizamento e queda de maciços arenosos e pelo processo de solapamento e posterior desmoronamento em canais fluviais de cursos d'água.

O homem constitui-se como fator antrópico e contribui com vários efeitos dinâmicos que potencializam o desenvolvimento dos processos erosivos por meio do desmatamento das coberturas vegetais, do manuseio inadequado do solo na agricultura, da criação intensiva de animais, da abertura de valetas na contenção de estradas e loteamentos, entre outros fatores.

Autores como Galeti (1982), Bertoni e Lombardi Neto (1985), Guerra e Mendonça (2004) e Fernandes (2011) apontam os seguintes fatores como condicionantes da erosão: (a) clima, (b) relevo, (c) cobertura vegetal, (d) ação antrópica, (e) natureza do solo. Costa et al. (2005) nos relata que:

Os fatores que influenciam os processos erosivos são: a erosividade, medida pela intensidade e energia cinética da chuva; a erodibilidade, determinada pelas características físicas, químicas e morfológicas do solo; a cobertura vegetal, pela sua maior ou menor proteção do solo; os declives e comprimentos das encostas, as práticas de conservação e o manejo do solo (COSTA et al. 2005, p. 11).

Segundo Guerra e Cunha (1998), a erosão do solo é condicionada não só pelas águas da chuva, mas também por uma série de fatores controladores que determinam as variações nos índices de erosão, tais como: precipitação (intensidade e duração); solos (textura, estrutura, permeabilidade e as características químicas e mineralógicas); cobertura vegetal; relevo (declividade e comprimento da encosta) e uso do solo.

Beserra Neta e Tavares Junior (2012) com base nos estudos de Hasui et al. (1995) e Bacellar et al. (2001), apontam a importância de levar em consideração fatores geológicos, destacando a litologia (características mineralógicas e texturais das rochas) e a estrutura (falhas, fraturas e contatos litológicos), como agentes condicionantes no processo erosivo, estes podem atuar na origem e formação de feições erosivas lineares.

Para Yamanouth (2003), a erosão é resultado da combinação entre os agentes deflagrador/transportador e predisponente, com as características do solo, do relevo, da água, da cobertura vegetal e das atividades antrópicas. Fendrich et al. (1991) delimita que os locais de climas úmidos, tropical quente são mais propícios de serem afetados pelos processos erosivos de natureza hídrica.

De maneira geral, para os autores mencionados até aqui, a precipitação pluviométrica (intensidade e duração) é o fator climático de maior importância no desenvolvimento dos processos erosivos.

Segundo Bertoni e Lombardi Neto (1985), o volume e a velocidade da enxurrada dependem da duração, frequência e intensidade da chuva, sendo esta, o fator pluviométrico mais importante na erosão, ou seja, chuvas com maior duração e alta frequência vão ocasionar enxurradas mais volumosas e como consequência gerar maiores perdas de solo.

Guerra e Mendonça (2004) assim como Bertoni e Lombardi Neto (1985) também destacam fatores como a intensidade, duração, frequência da chuva e adicionam outros fatores como as particularidades das gotas de chuva (velocidade de queda e diâmetro da gota) e a energia cinética da chuva natural, as quais influenciam diretamente na formação de processos erosivos. Para os autores, as precipitações de maior intensidade e frequência possuem uma grande energia cinética durante a queda o que proporciona maior poder erosivo.

Compreende-se então com base na literatura mencionada até o momento que, para compreender os processos erosivos é necessário entender três eventos importantes: o impacto da gota da chuva, o escoamento superficial e o escoamento subsuperficial.

Segundo Selby (1993), a erosão pelo impacto da gota da chuva é responsável por quatro efeitos: desagregação das partículas do solo, pequeno deslocamento lateral (rastejamento), saltação de partículas juntamente com as gotas de chuva “splash” e distribuição das partículas. Já Kinell (2008) sugere três tipos de destacamento e transporte de partículas na geração dos processos erosivos, são eles: destacamento pelo impacto da gota da chuva e transporte por fluxo induzido por esta; destacamento pelo impacto da gota de chuva e transporte por fluxo natural; destacamento e transporte por fluxo natural de escoamento.

Na concepção de Guerra e Cunha (1996), a água da chuva ao atingir o solo pode ser armazenada em pequenas depressões ou se infiltrar, aumentando a umidade do solo, ou abastecendo o lençol freático. Quando o solo não consegue mais absorver a água, o excesso começa a se mover em superfície ou subsuperfície, podendo provocar erosão através do escoamento das águas. A água do escoamento superficial configura-se então como o agente de transporte mais importante quando a erosão é originada pela água da chuva. Guimarães (2008) explica que o processo do escoamento superficial ocorre:

quando a capacidade precipitada é superior a capacidade de infiltração do solo, o excedente de água que não infiltra forma uma lamina de água que é denominado de escoamento superficial, podendo ser escoamento laminar ou concentrado. (GUIMARÃES, 2008, p. 21)

Bigarella e Mazuchowski (1985) afirmam que o escoamento superficial no terreno desempenha papel importante no mecanismo erosivo e que a intensidade do fenômeno depende

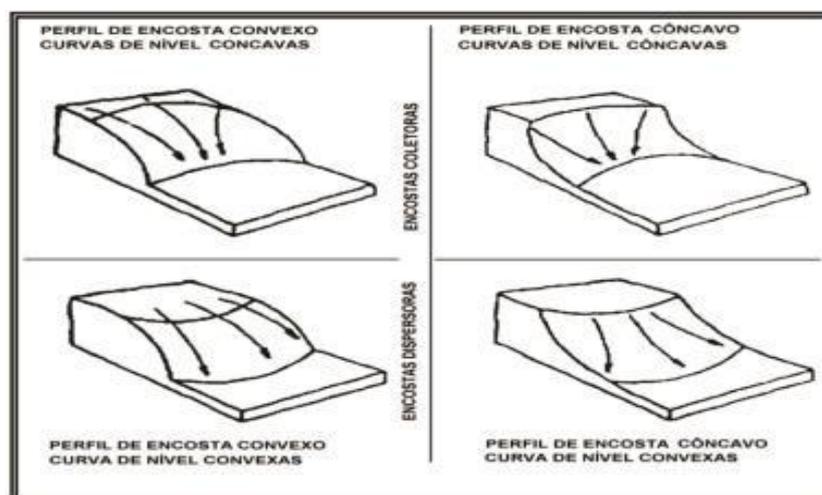
da velocidade do escoamento. Pode-se dizer então, que a ação da gravidade em terrenos com maiores declividades acentua o processo erosivo, com isso, a erosão acelerada afeta principalmente as vertentes mais íngremes e arenosas, aquelas que estão desnudas de cobertura vegetal e que não possuem bom uso do solo.

Quanto ao relevo como condicionante para a formação de processos erosivos, fatores como o comprimento da rampa, declividade e o tipo de vertente, entre outros aspectos, influenciam no caminho percorrido pela água.

Para Bertoni e Lombardi Neto (1985) e Bastos (1999), na medida em que o comprimento da rampa e a declividade aumentam o caminho e a velocidade do escoamento superficial também aumenta, e conseqüentemente eleva seu poder de destacamento e transporte das partículas de solo. Assim sendo, Galeti (1982) afirma que a erosão é diretamente proporcional à declividade e ao comprimento de rampa, que influenciam na velocidade da água, sendo menor nos terrenos com baixa declividade e maior nos terrenos com elevada declividade.

Dentro da mesma linha de pensamento de Galeti (1982) e de Bertoni e Lombardi Neto (1985), Rodrigues (1982) atribuiu três componentes do relevo que condicionam a erosão do solo: formas da encosta, extensão e grau de declividade. O autor ainda associa diferentes tipos de erosão à forma das encostas, cita que as encostas côncavas são coletoras de água, e as encostas convexas são dispersoras, onde se desenvolvem voçorocas. A encosta côncava coletora é a menos propensa a erosão por esta feição. Com base em Troeh (1965) podemos analisar a classificação das formas de encostas (Figura 2), as quais foram mencionadas por Rodrigues (1982).

Figura 2: Tipos de encostas.



Fonte: Troeh (1965)

A cobertura vegetal, assim como as formas de relevo, também se constitui como fator condicionante para a formação de processos erosivos.

Guimarães (2008) afirma que a remoção da vegetação provoca uma série de mudanças, como por exemplo: interrupção brusca do efeito estabilizador das florestas expondo o terreno a novas condições; interrupções de todas as funções exercidas pela cobertura vegetal (interceptação, retenção, evapotranspiração, etc.); desaparecimento do horizonte húmico aumentando assim o grau de saturação do maciço e diminuição da resistência mecânica do solo pela deterioração das raízes. Guimarães (2008) também destaca a importância da densidade e dos tipos de vegetação que se configuram como fatores essenciais para minimizar a ação dos processos erosivos do solo.

Fernandes (2011) salienta que a cobertura vegetal é a defesa natural de um terreno contra a erosão, pois amortece o impacto das gotas de chuva, a autora, influenciada por Bertoni e Lombardi (1985), e Infanti Junior e Fornasari Filho (1998) destaca cinco efeitos positivos promovidos pela vegetação:

(a) proteção direta contra o impacto das gotas de chuva; (b) dispersão da água, interceptando-a e evaporando-a antes que atinja o solo; (c) decomposição das raízes das plantas que, formando canais no solo, aumentam a infiltração da água; (d) melhoramento da estrutura do solo pela adição de matéria orgânica e húmus (através da decomposição da vegetação) aumentando sua porosidade e a capacidade de retenção de água; e (e) diminuição da velocidade de escoamento da enxurrada pelo aumento do atrito na superfície (FERNANDES, 2011, p. 28).

As formas de uso e manejo do solo representam o fator decisivo na aceleração dos processos erosivos. De acordo com Galeti (1982), Fendrich et al. (1991) e Nunes e Cassol (2008), em áreas rurais, os solos são mais vulneráveis a erosão hídrica quando a cobertura vegetal é retirada e a agricultura é praticada de maneira inadequada.

Diante do exposto, conclui-se que a vegetação exerce influência direta sobre o escoamento superficial e infiltração da água no solo, da mesma maneira considera-se que o desmatamento promovido pelo homem constitui-se como a principal causa de formação dos processos erosivos nos dias atuais.

A natureza do solo também se constitui como condicionante para a formação de processos erosivos. As propriedades mecânicas granulométricas do material também executam um trabalho importante na formação dos processos erosivos. A natureza do solo ou da rocha determina a susceptibilidade dos terrenos à erosão, processo denominado de erodibilidade. Autores como Fendrich et al. (1991) são específicos ao delimitarem a descrição das

características do solo como condicionantes do processo erosivo devido sua textura, estrutura, estratificação, permeabilidade, teor de umidade, e sua composição.

Portanto, como nos dispõe Guimarães (2008), as propriedades físicas do solo sendo elas, textura, estrutura, permeabilidade, densidade e matéria orgânica vão exercer diferentes influências na erosão, dependendo da sua resistência à ação das águas (Quadro 1). Desta maneira, Guimarães (2008) determina que:

O solo é considerado um fator intrínseco, pois além de comandar a erosão o mesmo, também é afetado por ela. O tipo de solo é um fator que determina a susceptibilidade a erosão, a erodibilidade, ou seja, maior ou menor facilidade dos solos serem erodidos. (GUIMARÃES, 2008, p. 19).

Segundo Guerra (1999), para entendermos melhor os processos erosivos devemos considerar os fatores controladores que determinam as variações nas taxas de erosão como: erosividade da chuva (total pluviométrico, intensidade e energia cinética), as propriedades do solo, cobertura vegetal, características das encostas (declividade, comprimento e forma), uso e manejo do solo (atuação do homem de forma inadequada) e também o reconhecimento das várias formas erosivas como a erosão em lençol, ravinas, voçorocas e o papel dos escoamentos superficial e subsuperficial.

Quadro 1: Propriedades do solo

Propriedade do solo	Características
Textura	Textura, ou seja, o tamanho das partículas influi na capacidade de infiltração e de absorção da água de chuva, interferindo no potencial de escoamento superficial e quantidade de solo arrastado pela erosão, pois solos de textura arenosa são mais porosos, rápida infiltração. Solos de textura argilosas, que atuam como uma ligação entre as partículas maiores, apresenta maior facilidade para a remoção das partículas, como se verifica mesmo em pequenas enxurradas;
Estrutura	Modo como se arranjam as partículas do solo igualmente a textura, influi na capacidade de infiltração e absorção da água de chuva, e na capacidade de arraste da partícula do solo.
Permeabilidade	Esta determina a maior ou menor capacidade de infiltração das águas de chuva, estando diretamente relacionada com a porosidade do solo.
Densidade	É a relação entre a sua massa total e volume, é inversamente proporcional à porosidade e permeabilidade. A compactação do solo favorece um aumento da densidade, com a diminuição dos macroporos, tornando o solo mais erodível.
Matéria orgânica	A matéria orgânica incorporada no solo permite maior agregação e coesão entre as partículas, tornando o solo mais estável em presença de água, mais poroso e com maior poder de retenção de água. A matéria orgânica aumenta a capacidade de infiltração do solo.

Fonte: Guimarães (2008, p. 20)

A ação antrópica, assim como o clima (precipitações mais regulares e intensas em zonas tropicais), o relevo, a cobertura vegetal e a própria natureza do solo, também se apresenta como condicionante para a formação de processos erosivos.

Verifica-se, com base na literatura científica, que o homem é um dos principais agentes modificadores do meio físico, atuando na aceleração dos processos erosivos, fazendo com que a erosão natural acelere, desencadeando o desequilíbrio do meio e ocasionando problemas socioeconômicos na área afetada da ocorrência dos processos erosivos.

Habitualmente, no território brasileiro, nota-se, por meio dos trabalhos apresentados nos simpósios nacionais de controle de erosão, loteamentos sendo construídos nas áreas limítrofes de processos erosivos. Essas ações impactantes do ponto de vista ambiental fazem com que as feições erosivas aumentem em largura e profundidade, tornando-se um grave problema a ser solucionado (RUBIRA, 2016).

Com base em Rubira (2016), constata-se que em áreas urbanas, a aceleração da erosão se dá pela intervenção humana, principalmente relacionada às obras de engenharia:

- exposição de taludes de corte em rodovias e barragens não protegidas;
- obras de retificação de canais e de rios (aterros, linhas de esgoto, tubulações);
- criação de loteamentos sem tomar medidas de precaução com a rede de drenagem;
- deposição de resíduos sólidos

Para Rodrigues (1982) a implantação de núcleos urbanos, preferencialmente no topo das colinas, altera completamente o meio físico, pois a pavimentação diminui a infiltração levando a um aumento de escoamento superficial, inclusive concentrando-o, sendo assim, responsável pelo desenvolvimento de erosões periurbanas, que se localizam na transição entre o rural e o urbano, onde normalmente se intensificam as voçorocas, a maioria, não coincidentemente, se localizam em áreas de fundos de vale.

A impermeabilização do solo faz com que a água adquira volume e velocidade maior, chegando com grande força nos canais fluviais que se localizam nos fundos de vale, desestruturando o solo, destacando e transportando suas partículas, resultando em processos erosivos marginais, resultando em um canal fluvial todo alterado, o que pode ocasionar por efeito de consequência, o assoreamento do curso d'água.

A ação antrópica também influencia na formação de processos erosivos em áreas rurais, causando uma série de feições erosivas em áreas de plantações e de pasto, fator esse relacionado principalmente com a retirada das massas vegetais que protegiam o solo em tempos pretéritos.

Tipos de erosões em ambientes úmidos de encostas e propostas conceituais

Durante a pesquisa de levantamento bibliográfico dos tipos de erosões em ambientes úmidos, nos deparamos com confusões conceituais acerca dos mesmos termos, muitos autores coincidem suas ideias ao explicar a evolução dos processos assim como seus fatores condicionantes de formação, mas ao mesmo tempo divergem quanto à conceituação dos diversos tipos de erosão.

Por exemplo, constatou-se que muitos autores compartilham da mesma ideia de erosão em sulcos, ravinas e voçorocas, as explicações e definições mantêm um padrão, mas alguns autores classificam a mesma forma de erosão com nomenclaturas diferentes.

Alguns classificam a erosão de sulcos, ravinas e voçorocas como sendo erosão hídrica, outros atribuem o nome de erosão superficial, alguns já preferem ser mais específicos nomeando de erosão linear, ou seja, verificam-se denominações diferentes sobre um mesmo processo, que acabam tendo o mesmo significado explicativo, o que pode gerar principalmente aos iniciantes na pesquisa científica, que abordam estudos sobre feições erosivas, algumas confusões acerca dos conceitos.

Esta pesquisa propõe que a erosão em sulco, ravina e voçoroca seja denominada de erosão linear, visto que erosão hídrica remete a generalização de termos de qualquer erosão que envolva a ação da água, assim como a denominação de erosão superficial que também remete a generalizações que podem gerar confusões, já que a mesma pode ocorrer de maneira concentrada (linear) ou de maneira difusa (laminar).

Como mencionado, outro problema de confusão conceitual verificado refere-se à amplitude do termo erosão hídrica, é necessário ter cuidado ao utilizar o termo de maneira generalizada, é preciso ter cautela e esclarecer ao leitor qual o tipo de erosão hídrica que a pesquisa analisa, as dinâmicas processuais de formação alteram-se de caso a caso.

Toma-se como exemplo a pesquisa de Cogo et al. (2003), os autores realizaram um experimento de erosão em Latossolo Vermelho distroférico no município de Santo Ângelo (RS) objetivando quantificar as perdas de solo causadas por erosão hídrica. Salienta-se aqui que os resultados da pesquisa foram satisfatórios, expressaram por meio da quantificação, as perdas de solo depois da ocorrência de chuvas.

Entretanto, ao mesmo tempo em que o leitor obtém dados empíricos precisos, provenientes da pesquisa de Cogo et al. (2003), sobre as taxas de erosões e dos métodos

utilizados para alcançar os resultados, não consegue confirmar com exatidão a qual tipo de erosão hídrica estão se referindo, justamente pelo efeito que a generalização do termo exerce.

Por mais que os autores enfoquem como fator principal a erosividade das chuvas, não fica claro se estariam se referindo a erosões do tipo linear, laminar ou de arrastamento pluvial, já que ambas são proporcionadas por consequentes precipitações. Talvez, com a especificação do termo, estes questionamentos não seriam levantados. Portanto, é preciso especificar a dinâmica do processo, que será responsável pela definição do conceito em questão.

Desta maneira, entende-se nesta pesquisa que o conceito de erosão hídrica assim como o de erosão superficial é abrangente, isto porque se refere ao destacamento e transporte de materiais na forma de partículas do solo sobre a ação da chuva e do escoamento, verifica-se a generalização acerca do termo.

Assim sendo, esta pesquisa propõe que o conceito de erosão hídrica seja evitado, visto sua ampla aplicação, que pode generalizar situações que na maioria dos casos são específicas, seja por seus agentes condicionantes ou pelas especificidades dos processos de atuação, já que a ação da água no solo ocorre sob diferentes maneiras, dependendo da disposição dos agentes condicionantes dos processos erosivos.

Deste modo, recomenda-se a conceituação dos tipos de erosões em ambientes úmidos de encosta de acordo com suas especificidades. Erosões originadas por ações hídricas superficiais concentradas devem ser classificadas como erosão lineares (sulcos, ravinas e voçorocas). Erosões originadas por ações hídricas superficiais difusas devem ser classificadas como erosão laminares. Erosões originadas por ações hídricas subsuperficiais devem ser classificadas como erosão interna (*piping*). Erosões originadas por ações hídricas provenientes do impacto da gota de água da chuva sobre o solo devem ser classificadas como erosão pluvial por arrastamento.

O mesmo ocorre com a conceituação de boçorocas e voçorocas, também não se tem uma definição padrão, nos livros utilizados para esta pesquisa bibliográfica constatou-se o uso dos dois termos, nos mais antigos foi comumente verificado o termo boçoroca, pode-se apontar: Rodrigues (1982), Hasui et al. (1995) entre outros. Nos mais novos o termo voçoroca, pode-se apontar: Bacellar et al. (2001), Augustin e Aranha (2006), Conciani (2008) entre outros.

Mas em ambos os casos constatou-se exceções, alguns exemplos podem ser citados, como Guimarães (2008), que recentemente abordou o último estágio de erosão linear como boçoroca e o estudo promovido Ministério do Interior, Brasil (1972), que antigamente já conceituava o fenômeno como voçoroca. Esta pesquisa sugere que o termo voçoroca seja

adotado já que na maioria das recentes produções científicas e dos atuais eventos nacionais sobre controle de erosão observa-se tal nomenclatura para o último estágio da erosão linear.

Portanto, para seguir um padrão, esta pesquisa propõe e ao mesmo tempo baseia-se na utilização dos termos definidos por Conciani (2008), esta escolha justifica-se, pois o autor mencionado não se utiliza de termos gerais para caracterizar a erosão hídrica, indo ao encontro com as concepções adotadas por esta pesquisa. Ao mesmo tempo em que delimita vários tipos de erosões as diferencia de acordo com as especificidades de seus processos de formação. A escolha também justifica-se por ser uma obra científica recente, bem estruturada e embasada do ponto de vista teórico metodológico.

Conciani (2008) propõe e ao mesmo tempo estabelece uma divisão de 8 tipos de formas de erosões existentes: 1º erosão pluvial por arrastamento; 2º erosão eólica; 3º erosão fluvial; 4º erosão marinha; 5º erosão glacial; 6º erosão interna (*piping*); 7º erosão laminar; 8º erosão linear (sulcos, ravinas e voçorocas). Neste momento adicionamos mais um tipo, o qual Conciani (2008) não mencionou: a erosão cárstica. No caso desta pesquisa, serão destacados, de acordo com os objetivos propostos, somente os tipos comumente visualizados em ambientes úmidos de encosta: erosão pluvial por arrastamento; erosão fluvial; erosão interna (*piping*); erosão laminar; erosão linear.

Segundo Conciani (2008) a erosão pluvial por arrastamento “splash” é caracterizada pelo deslocamento de partículas por meio da energia cinética da água da chuva, que vai retirando a camada fértil do solo, tornando-o cada vez mais improdutivo. Seixas (1984), na mesma linha de raciocínio define este tipo de erosão pelo impacto ocasionado pela água da chuva, o qual as partículas de solo ficam soltas e desagregadas, sendo facilmente transportadas, fato de comum ocorrência em áreas desmatadas.

Outro tipo de erosão verificada regularmente em ambientes úmidos refere-se à erosão fluvial, para Conciani (2008), consiste em um processo de escavação contínuo, que ocorre durante o ano todo. A força das águas de superfícies e as águas dos rios retiram solos de suas margens, em épocas de débito essa forma de erosão é mais acentuada, aumentando o volume e velocidade das águas dos rios, em regiões mais acidentadas esta forma de erosão também é mais acentuada.

O processo de erosão fluvial se configura então como um dos maiores responsáveis pelo reajustamento da morfologia do canal em busca de um novo equilíbrio dinâmico e das alterações na dinâmica do sistema fluvial, despontando, segundo Rocha e Souza Filho (2008)

como um dos processos geomórficos mais dinâmicos na mudança da trajetória de um canal fluvial.

Quanto à erosão interna (piping), verifica-se que a mesma “ocorre internamente ao maciço de solo. Isto é, esta forma de erosão só é percebida na superfície quando existem subsidências (recalques) de grande magnitude devidas ao afundamento dos “canais” formados no solo” (CONCIANI, 2008, p. 21). O autor ainda completa que estes dutos denominados de pipes são visíveis apenas em taludes de canais ou barragens ou em taludes de voçorocas, pois este tipo de feição erosiva atinge o fluxo subsuperficial, evidenciando o processo.

Bull e Kirkby (1997) atribuem a existência dos pipes à ocorrência de fissuras e às chuvas intensas e irregulares que reativam percolações concentradas subsuperficiais. Augustin e Aranha (2006, p. 10) afirmam que “O transporte desse material se faz através do transporte de sólidos e de componentes dissolvidos em rotas preferenciais [...] o que pode levar à formação de uma verdadeira rede interligada de fluxos”.

Quanto à erosão laminar, Seixas (1984) afirma que a mesma causa muitos prejuízos para a agricultura, tem um elevado poder erosivo, pois essa forma de erosão arrasta as camadas mais rasas de solo, carregando o horizonte mais fértil e as partículas mais finas do solo, pode ser definida como a remoção homogênea de uma capa de solos.

Este tipo de erosão se constitui como a mais perigosa para os proprietários de terra, isso se deve a difícil detecção do processo, pois é uma forma de erosão menos perceptível. Por ela não apresentar escavações, passa despercebida aos olhos dos produtores rurais, quando é notada já causou grandes estragos com perdas de solos significativas. A erosão laminar ao retirar a camada superficial do solo, provoca, ao mesmo tempo, a perda da sua fertilidade natural.

Em relação à erosão linear, é o processo que daremos mais atenção nesta pesquisa em função da mesma ser a mais comum em encostas inseridas em ambientes úmidos localizados em regiões tropicais.

Segundo Infanti Junior e Fornasari Filho (1998) essa erosão é causada pelo fluxo da água do escoamento superficial concentrado, que resulta em cortes nas superfícies do terreno em forma de sulcos, que ao se aprofundar podem evoluir para ravinas e posteriormente para voçorocas.

Salomão e Antunes (1998) definem sulcos como sendo pequenas incisões na superfície do solo, causadas pela concentração de linhas de fluxo d'água de escoamento superficial e que

futuramente pode evoluir formando uma ravina. Esse tipo de erosão é avaliado pela profundidade dos sulcos e a pequena distância entre eles.

De acordo com Conciani (2008), os sulcos derivam de pequenas irregularidades na declividade do terreno, resultando da enxurrada, sendo concentrada em alguns pontos do mesmo, atingindo volume para formar riscos mais ou menos profundos. Os sulcos segundo o autor podem ser reparados com operações normais de preparo do solo para agricultura e/ou obras de engenharia.

Como dito anteriormente, as ravinas se originam da evolução dos sulcos. Para Conciani (2008) quando há um aumento nas dimensões dos recortes no solo, causados pela concentração das águas da chuva, a erosão é denominada de ravina.

Guerra (1999) descreve que grande parte das ravinas se localizam a certa distância crítica do topo da encosta, onde o escoamento das águas se torna canalizado. Quando as ravinas são formadas próximo à base das encostas, as pequenas incisões aumentam em direção ao topo das mesmas. A ravina em um estágio avançado de desenvolvimento alcança o lençol freático e evolui para uma voçoroca.

O termo voçoroca se refere ao último estágio do processo erosivo, tem origem do Tupi-guarani e significa “monstro que come terra”. Bastos (1999) nos indica que o termo voçoroca significa romper ou rasgar, definindo-a assim como uma ravina de grandes dimensões que é originada da concentração de fluxo superficial como consequência da ação antrópica junto à ação do fluxo subsuperficial e subterrâneo.

Segundo o estudo de Magalhães (2001) alguns termos devem ser conhecidos para o estudo das voçorocas, como erosão geológica ou normal, erosão acelerada e erosão bruta. Erosão geológica tem sua ocorrência na superfície terrestre atuando sob condições naturais. Erosão acelerada é o resultado do desequilíbrio ambiental que tem o homem como agente principal. Erosão bruta é todo o material que foi desagregado e removido pelos agentes erosivos, em uma determinada área e em certo tempo.

A taxa de erosão é a unidade de volume ou peso do material quantificado que foi erodido de uma determinada área e o sedimento é o material que foi desagregado, transportado e depositado a partir de uma erosão, ou seja, é o produto da erosão, sendo a quantidade total de sedimento.

Do ponto de vista de Oliveira (1999) o conceito de voçoroca está relacionado com as dimensões desta incisão. Na mesma linha de pensamento de Oliveira (1999), Bigarella (2003),

de acordo com a profundidade, adota a seguinte terminologia: ranhura (até 5cm), sulco (5 a 30cm), vala (30 a 100cm) e ravina (maior 100cm).

Para Frenrich (1991), as voçorocas são consideradas pequenas quando elas têm profundidade do canal abaixo de um metro correspondendo a área da bacia menor que 2 ha, são médias quando a profundidade do canal é de um a cinco metros e a área da bacia é de 2 a 20 ha e são definidas como grandes ou profundas quando são maiores que cinco metros, com área da bacia maior que 20 há (Tabela 1).

Tabela 1: Classificação de voçorocas

Classificação	Profundidade do Canal	Área da Bacia
Pequenas	<1m	<2há
Médias	1 a 5m	2ª 20 há
Profundas/Grandes	>5m	>20há

Fonte: Frenrich et al. (1991).

Conciani (2008) acrescenta que a voçoroca pode chegar a dimensões de alguns metros de largura e profundidade, até quilômetros de comprimento. Ao se expandir pode atingir edifícios, estradas e obras públicas. A erosão não se limita a cercas, muros, áreas urbanas ou rurais.

Os aprofundamentos dos sulcos e sucessivos desmoronamentos dos taludes e cabeceiras aumentam o tamanho das voçorocas. O primeiro estágio de aprofundamento dos sulcos é em forma de “V” resultado da ação erosiva da água de escoamento superficial e depois se alargam em forma de “U”, como consequência dos sucessivos desmoronamentos de suas paredes que são provocados pelas águas de infiltração.

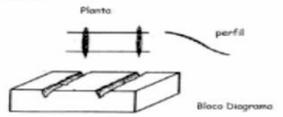
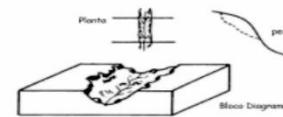
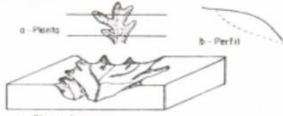
O estudo promovido Ministério do Interior em 1972 determina que ao mesmo tempo em que acontece o encrostamento e trincamento superficial do solo ocorre à destruição da camada superficial, fator inicial de todo processo:

Com destruição da camada superficial, o desenvolvimento da erosão é rápido, progredindo em direção oposta ao fluxo da água e aprofundando até encontrar as camadas mais resistentes em maior profundidade. Esta é a primeira fase erosiva resultando a formação das “voçorocas” estreitas com taludes quase verticais instáveis. O deslizamento desses taludes provoca o entupimento do fundo, desvio ou acumulação de fluxo de água que depois, com pressão e a velocidade maior ainda, erode o material deslizado, fofo. A instabilidade do fundo e dos taludes nesta fase cria problemas de fundação para a construção de barreiras contra erosão. Atingindo a profundidade aproximada do lençol freático e o arenito mais resistente, o vale,

antigamente em forma de “V”, se transformam em vale mais largo, com os taludes e o fundo mais estável, dando as condições mais favoráveis para o crescimento da vegetação. (BRASIL, 1972, p. 24).

Segundo Guidicini e Nieble (1984), as voçorocas em forma de “V” se originam ao longo das linhas de drenagem superficiais. Conciani (2008) completa dizendo que os solos coluviais e porosos, com baixa coesão a ação das águas pluviais e do lençol, intensificam o processo erosivo, fazendo com que a voçoroca tenha um formato de “U”, portanto, em um determinado momento a voçoroca evolui mais lateralmente do que remontantemente. Os tipos de voçorocas formadas, em “U” ou em “V” (Figura 3) são abordados por Guimarães (2008).

Figura 3: Desenvolvimento de voçorocas com seções transversais em forma de “U” e “V”

Estágio das Boçorocas	Características
<p>Inicial</p> 	<p>O leito apresenta-se com perfil irregular, acompanhando a encosta; Seção transversal em V, com paredes retilíneas; Não tem ramificações e os limites apresentam-se regulares; A base do sulco está elevada em relação a base da encosta.</p>
<p>Juvenil</p> 	<p>Perfil de leito irregular, com forma similar a encosta, porém com gradiente independente; Seção transversal em V aberto, com paredes côncavas para o vale; Linha de contorno irregular, porém sem ramificações; A base da voçoroca está elevada em relação a base da encosta.</p>
<p>Maturo</p> 	<p>O perfil do leito é regular, independente do perfil da encosta côncava; A base da voçoroca atingiu o nível de base da encosta; A voçoroca apresenta ramificações com linhas de contorno irregulares, estas ramificações podem apresentar as características do estágio juvenil; Seção transversal em U; fundo chato e paredes côncavas.</p>
<p>Senil</p> 	<p>Perfil do leito apresenta-se como estágio maduro; Linha de contorno pouco irregular; Ramificação com as mesmas características do leito principal; Paredes com inclinação suave e relevo arredondado; Cobertura vegetal em toda parte; leito maior coberto com depósitos aluviais.</p>

Fonte: Guimarães (2008, p. 25).

3.4 Causas das erosões

Com base na revisão bibliográfica realizada para o desenvolvimento da pesquisa, observou-se outra confusão conceitual, muitos autores definem as causas das erosões (naturais e antrópicas) como sendo um tipo de erosão.

É preciso deixar claro que as erosões naturais e antrópicas (rurais e urbanas) se constituem como causas do surgimento de feições erosivas, os tipos/formas foram evidenciados no item anterior desta pesquisa.

Inicialmente em um estudo de feições erosivas devemos investigar e tentar efetivamente descobrir o real motivo da origem do processo erosivo para de fato reconstruir a paisagem e compreender a evolução da mesma com base nas informações obtidas. A partir desse momento inicial, com a causa da erosão já delimitada, que ela poderá ser classificada em um tipo/forma de erosão a partir de suas características e de seu estágio de desenvolvimento.

Portanto, devemos distinguir para que não se crie confusões, o que motivou o processo erosivo (causa) das características da feição erosiva (tipos/formas). Com base nestas delimitações cabe neste momento da pesquisa caracterizar as principais causas responsáveis pela formação dos processos erosivos. Primeiramente a causa de formação natural, Pejon (1992) define a erosão natural quando há somente processos erosivos naturais, ou seja, quando o equilíbrio é controlado por fatores naturais, ocorrendo ao longo do tempo geológico, quando não sofre nenhuma ação antrópica.

Segundo Fernandes (2011) a erosão natural é considerada um agente geológico que provoca a modificação das paisagens terrestres, um mecanismo lento e medido pelo tempo geológico. A interferência humana altera esse processo natural, geralmente, acelera sua ação e aumenta sua intensidade.

Já a causa de formação antrópica pode ser dividida basicamente em duas vertentes, a rural e a urbana. A erosão com causas antrópicas rurais, segundo Guimarães (2008), se desenvolvem nas culturas e pastagens com má cobertura vegetal, com manejo inadequado, podem também se desenvolver em função de ravinamentos iniciados com demarcações, trilhas e linhas de plantio.

Dessa forma, verifica-se que o fenômeno da voçoroca nas áreas rurais está relacionado com o uso e manejo inadequado do solo, aliado ao desmatamento e ao uso intensivo da agricultura. A intensa mecanização, o uso inadequado da terra e a monocultura podem tranquilamente resultar em erosões do tipo laminar e linear.

Segundo Guimarães (2008) a concentração das chuvas, os elevados teores de silte e areia fina, os baixos teores de matéria orgânica e a elevada densidade aparente contribuem para o aumento da degradação nessas áreas.

Quanto à erosão com causas antrópicas urbanas, segundo Guerra e Cunha (1996), é o resultado do desequilíbrio solo-água-vegetação-declividade proporcionada pela ocupação humana desordenada, aliada às condições naturais de risco, podem provocar desastres que envolvem muitas vezes, prejuízos materiais e perdas humanas. A erosão urbana também está

associada à falta de planejamento adequado, que respeite as particularidades do meio físico, as condições socioeconômicas e as tendências de desenvolvimento da área urbana.

De acordo com Almeida Filho (1998), a urbanização aumenta o volume e a velocidade dos escoamentos porque ampliam as áreas construídas e pavimentadas, isso faz com que haja uma concentração do escoamento, acelerando os processos de desenvolvimento de ravinas e voçorocas e conseqüentemente causando prejuízos a população e ao poder público.

Verifica-se por meio da literatura analisada nesta pesquisa que o problema da erosão está ligado diretamente ao rápido crescimento da população e urbanização espontânea, com isso seu controle e prevenção dependem de um devido planejamento de desenvolvimento urbano.

O planejamento adequado da urbanização não depende só do conhecimento técnico, mas também a conciliação deste conhecimento com a administração financeira para que possa investir nos trabalhos de controle à erosão.

De acordo com Brasil (1972) uma maneira de conseguir esse investimento é estabelecer uma estrutura institucional e necessária legislação. Vale ressaltar que o programa de combate à erosão não é permanente, necessita de manutenção constante e um manejo adequado das terras.

Segundo Guimarães (2008) a erosão configura-se como um fator limitante da expansão urbana, gera altos custos de correção, desenvolvimento de focos de doenças (aterro com lixo urbano e despejo de esgoto) e assoreamento de galerias e fundos de vale, podendo acarretar graves problemas de inundações e perda da capacidade de armazenamento d'água dos reservatórios de abastecimento público.

O resultado dessas construções de edifícios e a pavimentação de ruas nestas terras de solos arenosos e suscetíveis a erosão, antigamente protegidas por florestas, foi um decréscimo na infiltração da água da chuva, fazendo com que a água se concentre ao longo do caminho e talvegues. Isso resulta em sérios problemas de erosão, como o surgimento de voçorocas pela conseqüente perda de solo.

Com o desequilíbrio de água, solo e declividade do terreno, a velocidade das águas superficiais (chuvas), adquire energia (movimento) suficiente para desagregar partículas em suspensão e com o desmatamento e a urbanização, não existe uma retenção natural das águas da chuva.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluiu-se, ao final das reflexões teóricas abordadas nesta pesquisa, que a erosão pode ser conceituada como um processo de desprendimento e arraste das partículas do solo causado pelas intempéries.

Quanto às conceituações dos tipos de erosões em ambientes úmidos, verificou-se que se apresentam de uma forma ampla e às vezes generalizada, necessita rapidamente que se crie um consenso destes termos entre a comunidade científica, uma padronização dos grupos, que se encontram hoje em dia muitas vezes de maneira inadequada.

Verificou-se que muitos autores classificam a erosão de sulcos, ravinas e voçorocas como sendo erosão hídrica, outros atribuem o nome de erosão superficial, alguns já preferem ser mais específicos nomeando de erosão linear, observam-se denominações diferentes sobre um mesmo processo que possui significados explicativos igualitários.

Outro problema de confusão conceitual verificado refere-se à amplitude do termo erosão hídrica, é necessário ter cuidado ao utilizar o termo de maneira generalizada, é preciso ter cautela e esclarecer ao leitor qual o tipo de erosão hídrica que a pesquisa analisa, as dinâmicas processuais de formação alteram-se de caso a caso.

Da mesma maneira nota-se outra confusão conceitual quanto ao termo erosão superficial, comumente verifica-se que este termo é utilizado para se referir somente as erosões do tipo linear, observa-se nova generalização que pode apresentar-se prejudicial em pesquisas científicas já que a erosão superficial pode ocorrer de maneira difusa (erosão laminar) ou de maneira concentrada (erosão linear), deve-se também especificar as particularidades do fenômeno analisado.

O mesmo ocorre com a conceituação de boçorocas e voçorocas, também não se tem uma definição padrão, nos livros utilizados para esta pesquisa bibliográfica constatou-se o uso dos dois termos, nos mais antigos foi comumente verificado o termo boçoroca, nos mais novos o termo voçoroca, mas em ambos os casos constataram-se exceções. Esta pesquisa sugere que o termo voçoroca seja adotado já que na maioria das recentes produções científicas e dos atuais eventos nacionais sobre controle de erosão observa-se tal nomenclatura para o último estágio da erosão linear.

Outra confusão conceitual constatada em alguns trabalhos se refere às causas das erosões (naturais e antrópicas) como sendo um tipo de erosão. É válido ressaltar que devemos distinguir, para que não se crie confusões, o que motivou o processo erosivo (causa – natural

ou antrópica) das características da feição erosiva (tipos/formas - erosão fluvial, erosão linear, erosão laminar, erosão interna, erosão por arrastamento pluvial).

Para que as confusões conceituais sejam sanadas mostra-se necessário classificar os termos de acordo com suas especificidades processuais, é necessário que haja uma padronização dos grupos. A partir dessas constatações esta pesquisa propõe que o conceito de erosão hídrica seja evitado, visto sua ampla aplicação que pode generalizar situações que na maioria dos casos são específicas já que a ação da água no solo ocorre sob diferentes maneiras.

Deste modo, recomenda-se a conceituação dos tipos de erosões em ambientes úmidos de encosta de acordo com suas especificidades processuais:

- Erosões originadas por ações hídricas superficiais concentradas devem ser classificadas como erosão linear (sulcos, ravinas e voçorocas);

- Erosões originadas por ações hídricas superficiais difusas devem ser classificadas como erosão laminar;

- Erosões originadas por ações hídricas subsuperficiais devem ser classificadas como erosão interna (*piping*);

- Erosões originadas por ações hídricas provenientes do impacto da gota de água da chuva sobre o solo devem ser classificadas como erosão pluvial por arrastamento.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA FILHO, G. S. Prevenção de erosões em áreas urbanas. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO, 6., 1998, Presidente Prudente. Anais... Presidente Prudente: CD-ROM.

AUGUSTIN; C. H. R. R.; ARANHA, P. R. A. Piping em área de voçorocamento, noroeste de Minas Gerais. Revista Brasileira de Geomorfologia. São Paulo, v. 7, nº 1, p. 9-18, 2006.

BACELLAR, L. A. P.; COELHO NETTO, A. L.; ACERDA, W. Fatores condicionantes do voçorocamento na bacia hidrográfica do rio Maracujá, Ouro Preto – MG. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO, 7., 2001, Goiânia. Anais... Goiânia: ABGE, 2001. p. 120-121.

BASTOS, C. A. B. Estudo geotécnico sobre a erodibilidade de solos residuais não saturados. 1999. 251f. Tese de Doutorado em Engenharia Civil apresentada a Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. 1. ed. Piracicaba: Livroceres, 1985. 392p.

BESERRA NETA, L. C.; TAVARES JÚNIOR, S. S. Fatores condicionantes na formação de voçorocas no topo da serra do Tepequém – Roraima. *Revista Geonorte*, Amazonas, Edição Especial, v. 2, n. 4, p. 456 – 463, 2012.

BIGARELLA, J. J.; MOUSINHO, M. M.; SILVA, J. X. Processes and environments of the Brazilian Quaternary. Curitiba: Imprensa Universitária do Paraná, Universidade Federal Paraná, 1965, 69p.

BIGARELLA, J. J.; MOUSINHO, M. R. Considerações a respeito dos terraços fluviais, rampas de colúvio e várzeas. In: Comissão da carta geológica do Paraná. *Boletim paranaense de geografia*. Centro de Documentação e Informações do Instituto de Geologia da Universidade do Paraná, 1965. p. 153 - 197.

BIGARELLA, J. J.; MAZUCHOWSKI, J. Z. Visão Integrada da problemática da erosão. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO, 3., 1985, Maringá. *Anais... Maringá*, ABGE, ADEA, 1985. 322p.

BIGARELLA, J. J. Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais. Florianópolis: Ed. da UFSC, v. 3, 2003, p. 877-1436.

BRASIL, Ministério do Interior; ORGANIZAÇÃO DOS ESTADOS AMERICANOS. Relatório do Estudo para o Controle da Erosão no Noroeste do Estado do Paraná. Curitiba, 1972.

BULL, L. J.; KIRKBY, M. J. Gully processes and modelling. *Progress in Physical Geography*. v. 21 n.3, p. 354-374, 1997.

COGO, N. P.; LEVIEN, R.; SCHWARZ, R. A. Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, Viçosa, v.27, n.4, p. 743-753, 2003.

CONCIANI, W. Processos erosivos: conceitos e ações de controle. 1 ed. Cuiabá: CEFET - MT, 2008, 148p.

COSTA, T. C. C; LUMBRERAS, J. F; ZARONI, M. J; NAIME, U. J; GUIMARÃES, S. P; UZÊDA, M. C. Estimativas de perdas de solo para microbacias hidrográficas do estado do Rio de Janeiro. 1 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2005. 42p. (*Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, 78).

DIAS R. L., PEREZ FILHO, A. Geocronologia de terraços fluviais na bacia hidrográfica do rio Corumbataí-SP a partir de luminescência opticamente estimulada (LOE). *Revista Brasileira de Geomorfologia*, São Paulo, v.16, n.2, p.341-349, 2015.

FENDRICH, R.; OBLADEN, N. L.; AISSE, M. M.; GARCIAS, C. M. Drenagem e controle da erosão urbana. 3. ed. São Paulo: IBRASA. 1991. 442p.

FERNANDES, J. A. Estudo da erodibilidade de solos e rochas de uma voçoroca em São Valentim, RS. 2011. 127f. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil apresentada ao Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Santa Maria, 2011.

GALETI, P. A. Conservação do solo, reflorestamento, clima. 2. ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1982. 286p.

- GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. Geomorfologia e Meio Ambiente. 1ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. 394p.
- GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. Geomorfologia: Uma atualização de bases de conceitos, 3ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. 458p.
- GUERRA, A. J. T. O início do processo erosivo. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da; BOTELHO, R. G. M. (orgs.). Erosão e Conservação dos Solos conceitos, temas e aplicações. 2ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p. 17-55.
- GUERRA, A. J. T.; MENDONÇA, J. K. S. Erosão dos solos e a questão ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (Org.). Reflexões sobre a geografia física do Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004, p. 255-280.
- GUIDICINI, G.; NIEBLE, C. M. Estabilidade de Taludes Naturais e de Escavação. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1984, 192p.
- GUIMARÃES, C. N. Mapeamento geotécnico da bacia do córrego da Barra, aplicação de penetrômetro de impacto em estudos de processos erosivos São Pedro – SP – Escala 1:10.000. 2008. 104f. Dissertação de Mestrado em Geotecnia apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo – USP. São Carlos, 2008.
- HASUI, Y.; FACINCANI, E. M.; SANTOS, M.; JIMÉNES RUEDA, J. R. A. Aspectos estruturais e neotectônicos na formação de boçorocas na região de São Pedro, SP. Geociências, São Paulo, v.14, n.2, p. 59-76. 1995.
- INFANTI JUNIOR, N.; FORNASARI FILHO, N. Processos de Dinâmica Superficial. In: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. (Org). Geologia de engenharia. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998. p.131-152.
- KINNELL, P. I. A. The effect of Slope Length on Sediment Concentrations Associated with Slide-Slope Erosion. Soil Science Society of American journal. v. 64. 2008, p. 1004 – 1008.
- MAGALHÃES, R. A. Erosão: Definições, tipos e formas de controle. In: Simpósio Nacional de Controle de Erosão, 7., 2001. Goiânia. Anais... Goiânia: Sn, 2001. p. 1 – 11.
- NUNES, M. C. M.; CASSOL, E. A. Estimativa da erodibilidade em entressulcos de Latossolos do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Ciência do Solo. v. 32, 2008, p 2839-2845.
- OLIVEIRA, M. A. T. Processos erosivos e preservação de áreas de risco de erosão por voçorocas. In: GUERRA, A. J. T. SILVA, A. S., BOTELHO R. G. M. (orgs.). Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 1999, p. 57-100.
- PEJON, O. J. Mapeamento geotécnico da Folha Piracicaba - SP (escala 1:100.000): Estudo de aspectos metodológicos, de caracterização e de apresentação dos atributos. 1992. 224f. Tese de Doutorado em Geotecnia apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.
- PENTEADO, M. M. Fundamentos de Geomorfologia. 2ª ed., Rio de Janeiro: IBGE, 1978, 180p.

ROCHA, P. C.; SOUZA FILHO, E. E. Erosão marginal e evolução hidrodinâmica no sistema rio-planície fluvial do Alto Paraná-centro sul do Brasil. In: NUNES, J. O. R.; ROCHA, P. C. Geomorfologia: Aplicação e metodologias. 1. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2008. v. 1500. Cap. 7, p. 133 – 151.

RODRIGUES, J. E. Estudo de fenômenos erosivos acelerados: boçorocas. 1982. 162f. Tese de Doutorado em Engenharia Civil apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 1982.

RUBIRA, F. G. Monitoramento das feições erosivas do parque municipal do cinquentenário e de suas áreas limítrofes. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.09, n. 02, p. 470-497, 2016.

SALOMÃO, F. X. T.; ANTUNES, F. S. Solos. In: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. (Orgs) Geologia de Engenharia. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998, p. 87 – 99.

SEIXAS, B. L. S. Fundamentos do manejo e da conservação do solo. Salvador: Centro Editorial e Didático da UFBA, 1984. 304p.

SELBY, M. J. *Hillslope Materials and Processes*. 2ª ed. Oxford: Oxford University Press, 1993, 451p.

SOTCHAVA, V. B. O estudo de geossistemas. Métodos em questão. 1ª ed. São Paulo: IG-USP, n.16, 1977, p.1-52.

STORANI, D. L.; PEREZ FILHO, A. Novas informações sobre geocronologia em níveis de baixo terraço fluvial do rio Mogi Guaçu, SP, Brasil. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, São Paulo, v.16, n.2, p.191-199, 2015.

TROEH, F. R. Landform equations fitted to contour maps. *Soil Science Society American Journal*. New York, v. 263, n. 07, p. 616-27, 1965.

YAMANOUTH, G. R. B. Avaliação dos processos erosivos e das técnicas de controle e reabilitação – Bacia do Córrego do espraído (São Pedro – SP). 2003. 176f. Dissertação de Mestrado em Geotecnia apresentada ao Departamento de Geotecnia da Universidade Federal de São Carlos, 2003.