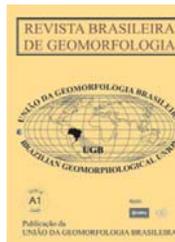




www.ugb.org.br
ISSN 2236-5664

Revista Brasileira de Geomorfologia

v. 16, nº 2 (2015)



VULNERABILIDADE NATURAL À EROÇÃO NO SUDOESTE DA AMAZÔNIA ASSOCIADA AOS SEUS MODOS DE OCUPAÇÃO – O CASO DO ENTORNO DA TERRA INDÍGENA URU EU WAU WAU

NATURAL VULNERABILITY TO EROSION IN THE SOUTHWEST AMAZON ASSOCIATED WITH ITS OCCUPATION MODES – THE SURROUNDING URU EU WAU WAU INDIGENOUS RESERVATION CASE

Alexis de Sousa Bastos

Centro de Estudos Rioterra

Rua Padre Chiquinho, 1651, Porto Velho, Rondônia, CEP 76803-786, Brasil

E-mail: alexis@rioterra.org.br

Vanderlei Maniesi

Departamento de Geografia, Universidade Federal de Rondônia

BR 364, km 9,5, Porto Velho, Rondônia, CEP: 76801-059, Brasil

E-mail: maniesi@unir.br

Fabiana Barbosa Gomes

Centro de Estudos Rioterra

Rua Padre Chiquinho, 1651, Porto Velho, Rondônia, CEP 76803-786, Brasil

E-mail: fabiana@rioterra.org.br

Informações sobre o Artigo

Data de Recebimento:

20/02/2015

Data de Aprovação:

29/05/2015

Palavras-chave:

Terra Indígena; Processos Erosivos; Vulnerabilidade Natural à Erosão.

Keywords:

Indigenous Reservation; Erosive Processes; Natural Vulnerability to Erosion.

Resumo:

Este trabalho teve como objetivo compreender a dinâmica de vulnerabilidade natural à erosão e suas associações com os modos de ocupação do entorno da Terra Indígena Uru Eu Wau Wau. Foram utilizadas técnicas de geoprocessamento para elaboração de um mapa de vulnerabilidade natural à erosão baseado em modelo numérico de terreno e atividades de campo para caracterização de processos erosivos induzidos face os modos de ocupação atual, coleta e análise de amostras de solos e sedimentos. Posteriormente, houve validação do mapa em campo. Há presença de solos ricos em grãos na fração areia que apresentam mineralogia predominando o quartzo com índices entre 43 e 99%. As encostas com vertentes mais acentuadas apresentam-se estáveis sob a cobertura florestal. As características estruturais e mineralógicas dos solos mostram limitações marcantes para uso agrícola em função do reduzido volume de material intemperizado disponível para o suporte físico dos cultivares e para a retenção de umidade. Embora não tenham sido registrados processos erosivos induzidos em estágios avançados, há sinais de degradação não apenas do solo, mas do ambiente em função da bovinocultura, única atividade econômica verificada na região. Foram constatados aspectos que favorecem a alteração dos índices de vulnerabilidade natural à erosão mensurados, tornando-os mais vulneráveis, relacionados ao modo de ocupação do entorno da

Terra Indígena Uru Eu Wau Wau, como atividades de desmatamento em topos de morros, matas ciliares e áreas de nascentes próximos a divisores das águas das sub-bacias.

Abstract:

The objective of this research was to understand the natural erosion processes, dynamics and their association with land occupation around the Uru Eu Wau Wau Indigenous Reservation. In order to carry out this research geoprocessing technics were employed to elaborate a natural vulnerability to erosion map based on the numerical terrain model method. Field activities were undertaken to characterize the erosion processes caused by land occupation from the 1970's until the present day. Rocks, soils and sediments were collected to analysis. Posteriorly there was a field activity to verify the numerical terrain natural erosion vulnerability map. Soils rich in sand fraction grains and quartz mineralogy ranging from 43 to 99% were detected. The slopes with a steeper gradient are stable under forest cover. The structural and mineralogical characteristics of the soils show marked limitations for agricultural use due to a reduced volume of weathered material available in order to support the cultivation of crops and soil humidity retention. Induced erosional processes were not registered in advanced stages. However, there are signs of degradation, not just in soils, but in the whole area due to cattle ranching, the only economic activity observed in the region. Aspects such as deforestation activities on the tops of hills and riparian areas that favor the class change indices related to natural vulnerability to erosion were found making them more vulnerable according to the occupation mode around the Uru Eu Wau Wau Indigenous Reservation.

Introdução

Com a intensa ocupação da Amazônia, principalmente a partir da década de 1970 (FEARNSIDE, 1989; KOHLHEPP, 2002; BECKER, 2005; THERY, 2005; QUINTSLR *et al.*, 2011) problemas ligados a processos erosivos acelerados passaram a ser tratados não apenas pelos estudos voltados para a compreensão dos processos físicos, mas também sob um enfoque socioeconômico tendo em vista os impactos causados pelos arranjos produtivos no entorno de áreas protegidas.

Os problemas socioambientais decorrentes de danos causados por atividades antrópicas suscitam a necessidade de se pensar o ordenamento territorial a partir da capacidade de suporte dos ambientes a fim de se evitar problemas como erosão em terras agricultáveis (LI & YEH, 2001). Os gastos atuais do Brasil no enfrentamento de problemas relacionados à erosão são da ordem R\$ 9,3 bilhões anuais (SBPC, 2011), que poderiam ser revertidos pelo uso de tecnologias conservacionistas e pelo planejamento de uso da paisagem, gerando benefícios ambientais. A erosão acelerada é apontada como um dos principais motivos para migrações no mundo atualmente (WRIGHT, 2012).

Há hoje na sociedade uma preocupação com o chamado desenvolvimento sustentável (SACHS, 2008) cuja premissa baseia-se na necessidade de conservação da qualidade ambiental como forma de garantir o aproveitamento máximo e duradouro de recursos naturais com

mínimo de impactos negativos (SILVA, 2000), inclusive como fator de reprodução social (ROSS, 2009).

No Brasil destacam-se trabalhos como o projeto RADAMBRASIL (1978), importante na fase inicial de uso e ocupação dos solos na Amazônia, incluindo a proposta de classificação geomorfológica feita por Ross (2009). Ainda no tocante aos trabalhos voltados para planejamento na Amazônia, os métodos de análise geomorfológicos desenvolvidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/INPE em parceria com a Universidade Federal do Rio de Janeiro/UFRJ (CREPANI *et al.*, 2001), serviram de base para o Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de Rondônia (BECKER & EGLER, 1996).

Estudos geomorfológicos ligados a estabilidade de ambientes têm sido realizados em Rondônia por Silva & Maniesi (2005); Chelly & Maniesi (2008); Gomes (2009); Gomes *et al.* (2011); Bastos *et al.* (2014).

A ocupação no entorno da Terra Indígena (TI) Uru Eu Wau Wau, centro de Rondônia, representa um exemplo destes estudos e da problemática envolvendo ocupação no entorno de áreas protegidas e suas relações de vulnerabilidade natural à erosão. Tal situação somada às características ambientalmente frágeis da região implicaram em danos ambientais no entorno da TI.

A carência de ações voltadas ao planejamento que visem a proteção dos recursos e seus serviços ambientais resultou em uma ocupação incompatível com as caracte-

rísticas físicas regionais da Amazônia. O presente artigo tem como objetivo discutir o problema de uso e ocupação dos solos do entorno Terra Indígena Uru Eu Wau Wau, a partir da compreensão da dinâmica e consequências dos processos erosivos naturais e induzidos. Buscou-se identificar as áreas críticas e de risco potencial à erosão que demandem diferentes medidas de planejamento e ordenamento territorial.

1. Localização da Área e Pontos de Coletas

A área de estudo compreende a Terra Indígena Uru Eu Wau Wau e uma faixa de 50 quilômetros em seu entorno, contados a partir da linha demarcatória oficial decretada pelo governo federal. A Terra Indígena possui área de 1.867.117,80 hectares localizada no centro do estado de

Rondônia, a 285 km da capital Porto Velho, envolvendo parte de 14 municípios rondonienses, entre as seguintes coordenadas: ao Norte - $10^{\circ}23'43,04''$ S e $63^{\circ}15'30,77''$ W; ao Sul - $11^{\circ}50'16,06''$ S e $63^{\circ}16'42,04''$ W; a Leste - $11^{\circ}29'16,72''$ S e $62^{\circ}27'57,58''$ W e a Oeste - $11^{\circ}01'21,80''$ S e $64^{\circ}27'57''$ W (Figura 1). Os acessos principais podem ser realizados utilizando-se as rodovias BR-364, BR-425, RO-470 e BR-429, como também por via fluvial através do rio Pacaás Novos, afluente do rio Mamoré.

Foram georreferenciados e descritos 41 pontos com 35 amostras coletadas de solos, sedimentos e rochas para posteriores estudos petrográficos, granulométricos e mineralógicos (Figura 1). Os pontos estão distribuídos nos perfis BR-421 (porção nordeste), RO-470 e RO-010 (porção central), RO-010 e BR-429 (porção sudeste) e BR-429 (porção sul), totalizando 1050 km percorridos.

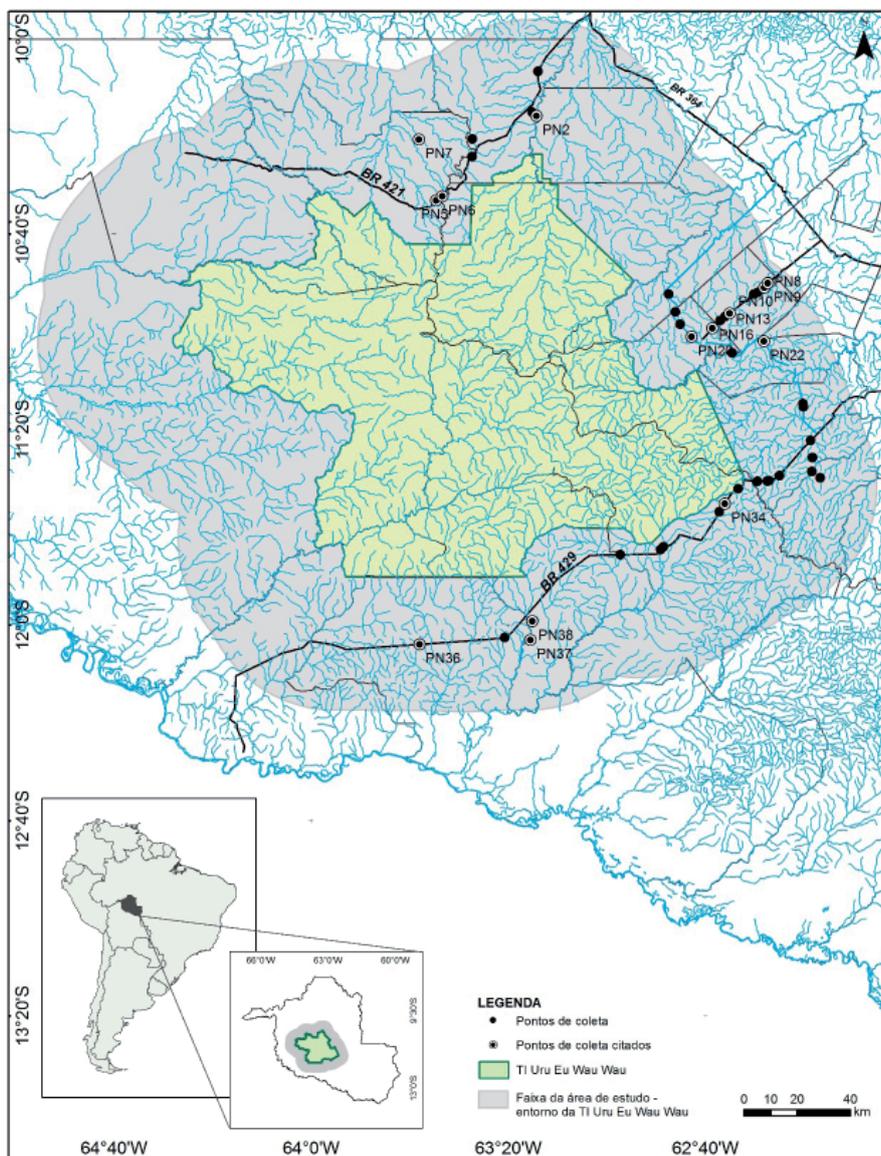


Figura 1 - Mapa de localização da área e dos pontos de coleta de solos e sedimentos.

2. Meio Físico da Terra Indígena Uru Eu Wau Wau e seu Contexto Regional

2.1. Geologia

A Terra Indígena Uru Eu Wau Wau está inserida na unidade estrutural cratônica Sul-Amazônica da Plataforma Sul Americana, em região estabilizada geotectonicamente no Neoproterozóico. A morfologia exprime, em virtude dessa idade, o retrabalhamento das rochas pré-existentes, com uma configuração marcada por eventos morfoclimáticos. Dados geológicos de Scandola *et al.* (1999) evidenciam que a Terra Indígena e seu entorno possuem rochas gnáissicas granulíticas paleoproterozóicas do Complexo Jamari; arenitos e conglomerados neoproterozóicos da Formação Palmeiral; rochas granitóides mesoproterozóicas das Suítes Intrusivas Alto Candeias e Rio Pardo; e rochas metavulcano-sedimentar do Grupo Nova Brasilândia; além de sedimentos cenozoicos indiferenciados.

2.2. Geomorfologia

Na Terra Indígena são identificados três ambientes geomorfológicos que apresentam abrangência regional e descritos em Adamy (2002): (a) áreas de domínio de superfícies regionais de aplanamento, caracterizado por áreas de arrasamento em rochas antigas e cobertas por estruturas sedimentares do Terciário-Quaternário. Nestas superfícies ocorre grande quantidade de inselbergs, indicando forte ação de intemperismo, após um tempo geológico considerável; (b) serras constituídas por rochas sedimentares antigas na forma de superfícies tabulares, formadas por rochas sedimentares, com formação no Mesoproterozóico; (c) domínio do sistema fluvial do rio Madeira, caracterizado por uma grande complexidade geomorfológica, formado por planícies aluviais, terraços aluviais, áreas alagadas, lagos, leques inativos, áreas de escoamento superficial impedido.

São identificadas altitudes superiores a 1000 metros, sendo os desníveis topográficos mais expressivos encontrados em Rondônia, proporcionando o berçário das nascentes de centenas de rios de primeira ordem. Estes formam 12 sub-bacias que vertem do lado oeste para o Guaporé - Mamoré e do lado leste para o Madeira (NASCIMENTO, 2002). Destes destacam os principais rios que contribuem para a Bacia do Madeira, como é o caso, por exemplo, do Jamari, Jaci-Paraná, Candeias, Jaru, Ouro Preto e Pacaás Novos, Cautário e São Miguel.

2.3. Clima

A abrangência regional do clima (GAMA, 2002), e que envolve a Terra Indígena Uru Eu Wau Wau, apresenta-se com temperatura média anual variando entre 24°C e 26°C, caracterizando-se por proporcionar homogeneidade espacial e sazonal da temperatura. Em Rondônia, há períodos de maior abundância de chuvas, entre os meses de novembro e maio, com picos nos meses de janeiro e fevereiro, podendo chegar a mais de 2.500 mm/ ano. Os decréscimos dos índices pluviométricos acontecem no final de maio, com menor intensidade registrada nos meses de junho, julho e agosto, podendo chegar a menos de 20 mm/ mês. Os índices voltam a subir no mês de novembro.

Na Terra Indígena Uru Eu Wau Wau, os índices médios anuais variam de 1.400 mm/ ano, na parte a sul da área a 2.000 mm/ ano em sua porção norte. Por essas características é definido como sendo Tropical Chuvoso, do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen.

2.4. Solos

Há predominância regional dos Latossolos amarelos e vermelhos, com ocorrência no norte da área de Argissolos distróficos e eutróficos (SANTOS *et al.*, 2013). Na porção leste e ao sul ocorrem Gleissolos principalmente nas proximidades de leitos de drenagens.

No topo das serras, onde o solo se apresenta litólico, é comum a formação de campos e cerrados e outras formações endêmicas, enquanto que no rebordo encontramos floresta tropical aberta a fechada, sobre solos de maior profundidade (NASCIMENTO, 2002).

Por ser uma área acidentada, com vertentes de elevada declividade, os efeitos gravitacionais influenciam na não fixação de nutrientes, gerando baixa fertilidade das encostas e, conseqüentemente, baixa aptidão agrícola. Nas terras altas, os solos são considerados de escassa fertilidade devido à deficiência de nutrientes tais como fósforo, potássio e cálcio (FORTUNA, 1988).

2.5. Vegetação

A Terra Indígena Uru Eu Wau Wau está situada entre os domínios morfoclimáticos da Amazônia e do Cerrado, além de representar o segmento sudoeste Amazônico do maior sistema de rios e florestas tropicais do mundo (BARTHEM & GOULDING, 1997).

Dentre os fatores que poderiam contribuir para explicação da biodiversidade regional estão: o posicionamento geográfico, pois se constitui um ecótono, sua localização na porção tropical do globo, seu passado geológico, a geomorfologia e a abundância atual de água, destacando-se aí, a Serra dos Pacaás Novos.

A fitofisionomia mais representativa na região é a Floresta Ombrófila Aberta Submontana (SILVA & VINHA, 2002).

Também merecem destaque as vegetações de savana ou cerrado. Essa formação está adaptada e diretamente ligada a solos com características quartzosas formados no Quaternário e as florestas de transição ou contato caracterizadas, principalmente, por ser a vegetação de transição entre o cerrado e a floresta, apresentando peculiaridades dessas duas formações (RONDÔNIA, 2002a). Esse contato entre duas fitofisionomias caracteriza uma “zona de hibridação”, onde há fluxo genético sendo diretamente intercambiado pelos dois sistemas, contribuindo assim para explicar a diversidade, as altas taxas de endemismo, o aparecimento de novas espécies e, também, a extinção de outras.

3. Materiais e Métodos

Para o estudo da vulnerabilidade natural à erosão foi utilizado o método proposto por Crepani *et al.* (2001) que recentemente tem sido aplicado em outras áreas de Rondônia (SILVA & MANIESI, 2005; GOMES, 2009;

GOMES *et al.*, 2011; BASTOS *et al.*, 2014) e no Acre (CHELLY & MANIESI, 2008). Desta forma, as unidades de paisagens são analisadas e geoprocessadas a partir de informações temáticas de Geologia (QUADROS & RIZZOTTO, 2007), Geomorfologia, Pedologia, Precipitação e Vegetação (RONDÔNIA, 2002b), todos na escala de 1:250.000. É realizada uma classificação do grau de vulnerabilidade de cada unidade territorial baseada nos princípios de ecodinâmica de Tricart (1977), referente aos processos de pedogênese e morfogênese. A vulnerabilidade natural à erosão é expressa por uma pontuação que varia de 1 a 3, sendo que quanto mais próximo a 1 será maior estabilidade do sistema e quanto mais próximo a 3 maior será a vulnerabilidade natural à erosão.

Os critérios para atribuição de valores de vulnerabilidade natural à erosão, de acordo com Crepani *et al.* (1996, 2001), baseiam-se, principalmente, na coesão das rochas no tema Geologia, dissecação de relevo para Geomorfologia, grau de desenvolvimento dos solos em Pedologia, densidade da cobertura vegetal para definição da pontuação em Vegetação, observando-se inclusive áreas de cobertura secundária e pluviosidade e distribuição sazonal para o tema Clima.

A partir dos valores de pesos atribuídos as unidades de cada tema Geologia (g), Geomorfologia (r), Pedologia (s), Vegetação (v) e Clima (c) foi possível determinar valores de vulnerabilidade, conforme Tabela 1, para a área através de álgebra de mapas.

Tabela 1: Valores de vulnerabilidade natural à erosão apresentados para os temas Clima, Geologia, Geomorfologia, Pedologia e Vegetação na TI Uru Eu Wau Wau e seu entorno.

Vegetação	EV	Geomorfologia	EV	Solos	EV	Geologia	EV	Clima Precipitação mm/ano	EV
Floresta Ombrófila Aberta	1.0	Superfícies de Aplainamento	1.6	Latossolos	1.6	Sedimentos Inconsolidados	3.0	1500	1.75
Floresta Ombrófila Densa	1.3	Superfícies Tabulares	1.6	Podzólico	1.7	Laterita	2.1	1600	1.80
Contato	2.0	Agrupamento de Morros e Colinas	2.4	Planossolos	1.7	Arenitos	2.4	1700	1.85
Formações Pioneiras	2.0	Planícies Inundáveis	3.0	Solos Litólicos	2.4	Basalto	1.5	1800	1.90
Savanas	2.4	Terraços Fluviais	1.2	Cambissolos	2.65	Granitos e granitóides	1.1	1900	1.95
Vegetação secundária	3.0			Regossolos	2.9	Anfibolitos	1.8	2000	2.0
				Solos Glei	3.0	Xistos	1.7	2100	2.05
				Areias Quartzosas	3.0	Gnaisses	1.3	2200	2.10

*EV – Escala de vulnerabilidade.

O mapa de vulnerabilidade natural à erosão da terra indígena e seu entorno foi classificado em 21 categorias de análise para fins de determinação de sua vulnerabilidade natural à erosão, conforme modelo proposto por Crepani *et al.* (1996, 2001) e depois reclassificado em 5 categorias para fins de análise visual, sendo: estável, moderadamente estável, medianamente estável/vulnerável, moderadamente vulnerável e vulnerável.

O sistema de processamento utilizado foi o SPRING - Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas, por permitir desde a visualização de dados até a aplicação de técnicas para criação do modelo numérico de terreno da área.

Posteriormente realizaram-se duas campanhas de campo com o enfoque principal na validação do mapa geoprocessado de vulnerabilidade natural à erosão. Uma preliminar para a caracterização de processos erosivos induzidos face os modos de ocupação atual e coleta de solos para análises granulométricas e mineralógicas e outra após a obtenção dos dados para validação final do mapa.

3.1. Estudos Granulométricos e Mineralógicos

A caracterização granulométrica foi realizada de modo preliminar nos trabalhos de campo e detalhada posteriormente em laboratório com a utilização de lupa binocular. Levou-se em conta as análises de populações de partículas dentro de intervalos de tamanhos.

O método empregado foi o de peneiramento úmido, utilizando-se séries padronizadas de peneiras, com diâmetros conhecidos de abertura de suas malhas compreendidos nas classes de areia de 2 mm a 0,062 mm e silte+argila (< 0,062 mm) da escala granulométrica segundo a classificação de Wentworth (1922).

As peneiras selecionadas foram colocadas uma sobre a outra, em ordem decrescente de abertura da tela, com uma tampa e um fundo, possuindo um encaixe, de modo que não houvesse perda de material. O material coletado em campo foi suficiente para fornecer massas significativas em cada tela. O conjunto foi levado a um dispositivo vibrador e deixado vibrar por um tempo necessário para que houvesse a separação das partículas de diferentes tamanhos.

Os estudos mineralógicos foram realizados nos intervalos granulométricos da fração areia em seis amostras selecionadas para análises granulométricas,

representantes de processos de alterações intempéricas de sedimentos aluvionais (PN-2, PN-37 e PN-38), gnaisses do Complexo Jamari (PN-10), arenitos da Formação Palmeiral (PN-16) e xistos do Grupo Nova Brasilândia (PN-22).

Para cada classe granulométrica, desde areia muito grossa a areia muito fina, foram observadas as frações na lupa binocular, levando-se em conta as características dos grãos e o grau de arredondamento, bem como para determinação mineral partir de suas propriedades como: cor, brilho, clivagem, magnetismo, traço, dureza e transparência.

4. Resultados e Discussões

4.1. O Meio Físico e suas Relações com os Modos de Ocupação no Entorno da Terra Indígena Uru Eu Wau Wau

As amostras coletadas no campo de sedimentos e solos possibilitaram a obtenção de dados granulométricos e mineralógicos para o melhor entendimento da natureza desses materiais e relacioná-los com o modo de ocupação do entorno da Terra Indígena Uru Eu Wau Wau e com o mapa de vulnerabilidade natural à erosão.

O material coletado revela uma significativa presença de grãos na fração areia em relação as frações argila+silte (Tabela 2). Destaca-se a amostra PN-2 representante de material aluvionar do rio Jamari, como de melhor grau de seleção entre seus grãos, pois além de apresentar 100% da fração areia, ocorre também a concentração de seus grãos predominantemente na fração areia muito grossa (91%). As amostras PN-10, PN-22 e PN-37, por outro lado, exibem seus grãos mal selecionados considerando-se a distribuição entre os grãos nas frações de areia.

Os dados mineralógicos estão listados na Tabela 3 com suas porcentagens minerais em volume na fração areia. Em uma primeira avaliação dos dados, verifica-se uma predominância de grãos de quartzo em todas as amostras analisadas, variando de 43% a 99%. Fragmentos líticos presentes nas amostras PN-10 (33%) e PN-22 (57%) revelam a evolução incipiente dos solos destes pontos visitados.

Os dados de campo e as características granulométricas e mineralógicas dos solos no entorno da Terra Indígena Uru Eu Wau Wau mostram limitações marcantes para seu uso agrícola em função do reduzido volume de material alterado disponível para o suporte físico das

Tabela 2: Distribuição granulométrica das frações areia e silte+argila nas amostras de sedimentos aluvionais (PN-2, PN-37 e PN-38), amostras derivadas de gnaiss do Complexo Jamari (PN-10), arenito da Formação Palmeiral (PN-16) e xisto do Grupo Nova Brasilândia (PN-22).

CLASSIFICAÇÃO DO SEDIMENTO	AMOSTRAS (% em peso)					
	PN-2	PN-10	PN-16	PN-22	PN-37	PN-38
AREIA	100	48,8	74,6	62,5	61,6	100
SILTE + ARGILA	0	51,2	25,4	37,5	38,4	0

Tabela 3: Distribuição dos minerais (porcentagem em volume) na fração areia das amostras de sedimentos aluvionais (PN-2, PN-37 e PN-38), solos derivados de gnaiss do Complexo Jamari (PN-10), de arenito da Formação Palmeiral (PN-16) e de xisto do Grupo Nova Brasilândia (PN-22).

AMOSTRA	MINERAIS (% em volume)						
	Quartzo		Mica	Opacos	Zircão	Fragmentos líticos	Óxido/Hidróxido de Fe
PN- 2	91	5	< 1	2	< 1	-	2
PN-10	51	2	< 1	4	< 1	33	10
PN-16	80	1	-	14	1	-	4
PN-22	43	-	-	Tr	< 1	57	-
PN-37	93	< 1	-	2	< 1	-	5
PN-38	99	-	-	1	< 1	-	-

plantações e para a retenção de umidade.

Ocorrem solos eluvionares imaturos (neossolos) com horizonte B ausente ou em início de formação em função do conteúdo de partículas na fração silte+argila (37,5%) junto com fragmentos líticos gnáissicos (60%), por exemplo, do Complexo Jamari (PN-1, PN-10 e PN-20). Na evolução da pedogênese desses solos sua fração areia gradativamente se enriqueceu em quartzo (46 a 86%) e se empobreceram em minerais primários facilmente intemperizáveis (PN-10 e PN-20). Outros exemplos são solos também pedogeneticamente imaturos (neossolos) com fragmentos líticos de arenitos arcossianos da Formação Palmeiral (PN-13 e PN-16), xistos do Grupo Nova Brasilândia (PN-22), granitóides mesoproterozóicos (PN-5, PN-6 e PN-7) e lateritos cenozóicos (PN-34 e PN-36).

Além desses solos eluvionares também ocorrem solos coluvionares sobre os gnaisses do Complexo Jamari com seixos preservados de rochas do próprio Complexo Jamari (PN-8 e PN-9). São solos também de pedogênese pouco evoluída evidenciada pelo desenvolvimento da estrutura do solo com horizonte B ausente ou incipiente e ausência da estrutura da rocha original.

Locais onde ocorrem solos com 100% de grãos na fração areia em relação à fração silte+argila e conteúdos superiores a 90% de quartzo (PN-2 e PN-38), representantes de áreas mais propensas à erosão natural (vulneráveis), estão localizados principalmente na porção sul da área de estudo. A sua elevada porosidade e permeabilidade, alta friabilidade e baixa capacidade de retenção de água, somando-se a cobertura florestal substituída por pastagem, tendem a potencializar o risco do surgimento de processos erosivos acelerados.

Com exceção do ponto PN-5, localizado ao norte da área, nenhum outro processo associado a gênese de voçoroca foi encontrado, mesmo em regiões de alta inclinação de rampas em cortes de estrada (PN-6), ou com alto índice de material arenoso (PN-2, PN-13, PN-16, PN-37 e PN-38). No ponto PN-5 ocorreu da mudança da dinâmica do escoamento de águas na rampa convexa no corte de estrada potencializando capacidade erosiva linear acelerada. Sendo, no caso, a direção do corte da estrada coincide com direção de um feixe de fraturas em sua margem sul, que propiciou a geração do voçorocamento com controle estrutural.

A bovinocultura foi a única atividade econômica

registrada em todo trabalho. Foram constados diversos aspectos negativos associados ao modo de ocupação do entorno da Terra Indígena Uru Eu Wau Wau, como atividades de desmatamento em topos de morros e em mata ciliares nos quatro perfis percorridos, bem como em áreas de nascentes próximos a divisores das águas das sub-bacias do Alto Jamari e Urupá (PN-13, PN-14, PN-15, PN18). Além de ser uma prática ilegal, afeta não apenas os moradores locais, mas toda sociedade como beneficiários dos serviços ambientais que tais recursos prestam. Tais formas de uso dos solos empobrecem uma região já sem muitas opções para implementação de atividades agropecuárias.

4.2. A Vulnerabilidade Natural à Erosão da Ti Uru Eu Wau Wau e seu Entorno

Como pode ser observado no mapa da Terra Indígena Uru Eu Wau Wau e seu entorno (Figura 2), a maior parte das áreas possuem vulnerabilidade medianamente estável quanto à erosão.

Há a identificação de poucas áreas estáveis, principalmente ao norte e a oeste. O restante dos lugares constitui-se de espaços moderadamente vulneráveis e vulneráveis à erosão. O quadrante norte, com predominância de rochas granitóides e cobertura de floresta ombrófila aberta submontana, apresenta locais com maior estabilidade e solos mais coesos texturalmente. Nos quadrantes leste e sul ocorrem rochas granitóides e rochas sedimentares e coberturas sedimentares. Observa-se que valores referentes a suscetibilidade natural à erosão variam nestes locais, indicando aumento dos riscos relacionados ao surgimento de processos erosivos. Esse fato pode estar associado com a diminuição da coesão do solo, devido à ocorrência de sedimentos indiferenciados com características marcantemente arenosas e quartzosas, conforme mostram as Tabelas 2 e 3, pontos PN-37 e PN-38, associadas às formas de uso e ocupação do solo, com predominância de atividades de bovinocultura. Tais atividades requerem desmate de extensas áreas para formação de pastos que possam alimentar os rebanhos. As áreas de maior vulnerabilidade observadas no mapa estão associadas a depósitos aluvionares desprovidos de vegetação por ação antrópica, associados a estradas e remoção de matas ciliares dos rios naquela região (Figura 2).

O quadrante leste possui extensas áreas classifi-

cadas como moderadamente vulneráveis. Parte destas situam-se no eixo da BR-429, que teve sua vegetação e corpos d'água alterados, provável motivo do aumento da instabilidade. As formas de uso e ocupação do solo sem a manutenção da vegetação ciliar e em topos de morros poderão alterar a classificação para vulnerável caso a legislação não seja respeitada, inclusive porque na região há ocorrência de vegetação tipo savana, mais suscetíveis a processos erosivos e morfogenéticos.

No quadrante sul, há a maior ocorrência de polígonos vulneráveis sempre associados a locais onde houve abertura de estradas e alteração das zonas ripárias (LIMA & ZAIKA, 2000). Além dos polígonos vulneráveis nesses locais há ocorrência de outros extensos polígonos classificados como moderadamente vulneráveis. Os dados relacionados às amostras de campo corroboram o mapa numérico de terreno, demonstrando a significativa presença de material arenoso e quartzoso (PN-38), ambos ligados a áreas potencialmente instáveis.

Alterações para abertura de estradas e/ou retirada de cobertura florestal para conversão em pastagens poderão alterar a classificação dos polígonos de moderadamente vulneráveis para vulneráveis, requerendo, portanto, maiores cuidados em seu manejo. As atividades pecuárias e a supressão das matas ciliares, topos de morros e processos associados ao movimento de massas levaram ao assoreamento de rios verificado em toda faixa de entorno estudado.

4.3. Causas e Consequências dos Processos Antrópicos

O início dos problemas do desmatamento no entorno da Terra Indígena Uru Eu Wau Wau pode ser claramente notado como resultado das políticas implementadas pelo governo federal, acentuados através de programas distributivistas como o POLONOROESTE e o PLANAFLORO. De acordo com Fearnside (1983, 1989) o desmatamento ocorrido na década de 1980 aumentou a uma taxa de 24,8% ao ano. Ainda segundo o autor, esse aumento vertiginoso das taxas de desmatamento era fruto da migração potencializada pelo asfaltamento da BR-364. Diversos assentamentos projetados pelo INCRA situavam-se às margens da Terra Indígena (MELLO, 2006) e até mesmo dentro desta, como é o caso do projeto de colonização Burareiro, na parte norte desta Terra. Os projetos de colonização

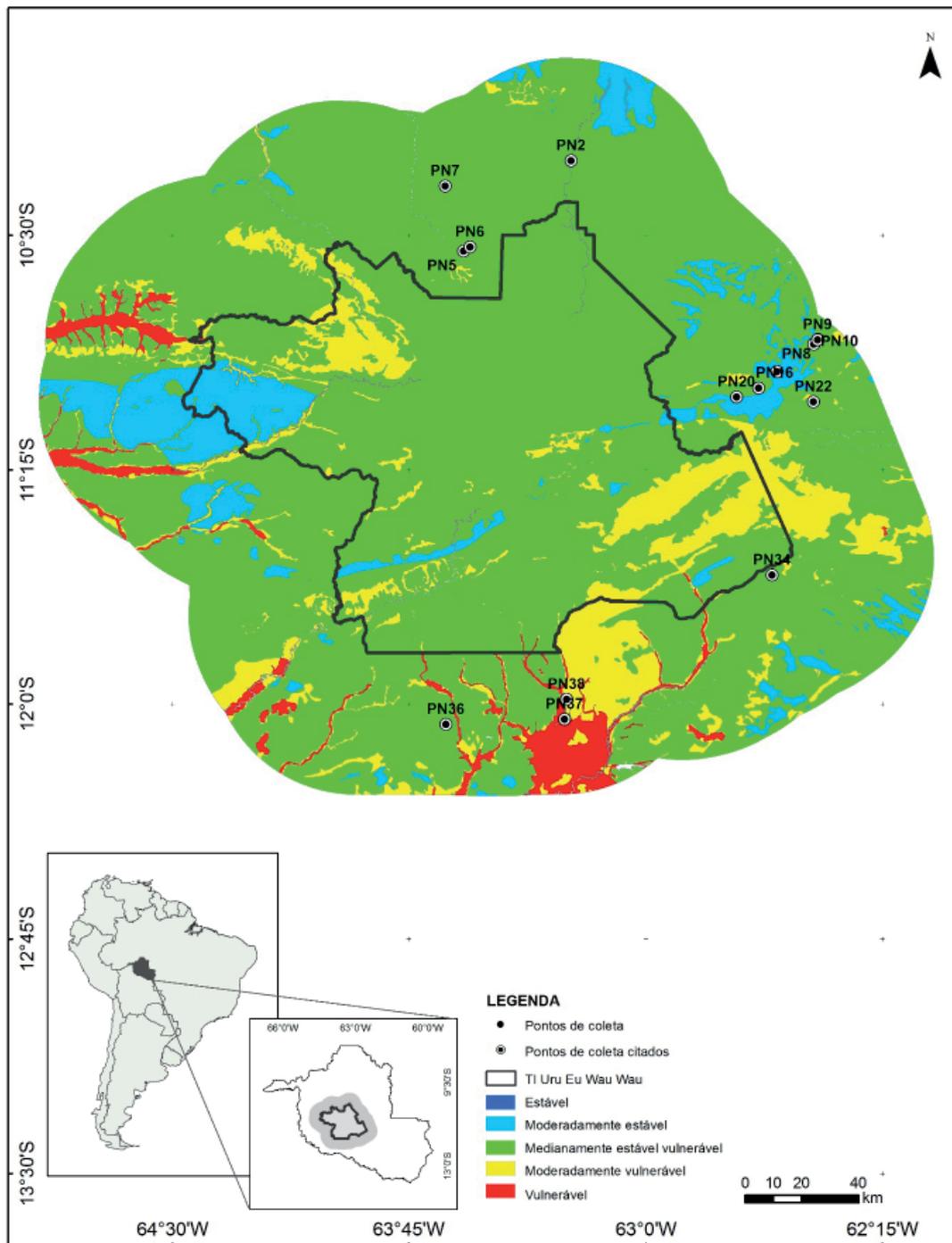


Figura 2 - Mapa de vulnerabilidade natural à erosão da TI Uru Eu Wau Wau e seu entorno.

próximos ao sul da área de estudo como Bom Princípio e Urupá, apresentam problemas decorrentes da carência de planejamento ambiental, por terem sido projetados em solos com baixas perspectivas para agricultura, em função do baixo teor de nutrientes essenciais e o reduzido volume de material intemperizado disponível para o suporte físico necessário a esta atividade. Trata-se de uma tendência geral de ocupação da Amazônia

discutidas por Fearnside (1989, 1993, 2004), Mello (2006), Mello-Théry (2011). Mesmo assim deu-se prosseguimento à implementação dos assentamentos. Isso gerou a abertura de mais estradas, bem como de frentes de expansão com pressão intensa nos recursos naturais existentes nas áreas protegidas e próximas a elas.

Os assentamentos foram pensados para serem unidades de produção estruturadas, servidas por assistência

técnica, com capacitação das famílias beneficiárias para gestão das áreas com acesso a recursos financeiros para que não houvesse abandono dos lotes. Da forma como foram e continuam sendo criados hoje, as famílias assentadas possuem poucas perspectivas de sucesso, em função da estrutura política e econômica que os mantêm nas mesmas condições sociais, impulsionando a especulação imobiliária, causando abandono dos lotes e, conseqüentemente, concentração de terras e aumento de latifúndios (ANDRADE, 1987; AMARAL, 2004; CARVALHO FILHO, 2010).

A situação ao sul da Terra Indígena é a mais preocupante, pois neste local o modelo numérico de terreno apontou os polígonos com maior suscetibilidade natural à erosão, com a conversão da floresta em pastagem associada a um solo de baixa fertilidade e alta permo-porosidade, com valores próximos a 100% para fração areia e de 99% para os minerais de quartzo (pontos PN-37 e PN-38).

Constatou-se no entorno da Terra Indígena que um grande número de propriedades rurais que trabalha com a bovinocultura, já não possui água disponível para o gado por causa do intenso assoreamento dos mananciais. Esse problema é agravado nas épocas de estiagem, pois muitos dos rios tornaram-se intermitentes devido a degradação das áreas por pecuária.

A manutenção das unidades de paisagens naturais é de grande importância, pois os índices de vulnerabilidade dependem de todo esse conjunto e devem ser conservadas de maneira que possam garantir que os processos naturais continuem se auto regulando, se ajustando e não avançando para classes mais vulneráveis à erosão.

Conclusão

O entorno da Terra Indígena Uru Eu Wau Wau demonstra limitações marcantes para uso agrícola em função do baixo teor de nutrientes biodisponibilizados do solo com o reduzido volume de material intemperizado disponível para o suporte físico necessário para atividades produtivas agrícolas e/ou pecuárias.

O planejamento para uso e ocupação dos solos não levou em consideração aspectos relacionados a aptidão regional. O uso intenso de recursos naturais e a inobservância de aspectos legais, como manutenção de matas ciliares e desmatamento em topo de morros,

levou a problemas ambientais como degradação de solos e assoreamento de rios.

As áreas protegidas da Amazônia como um todo, não apenas as unidades de conservação, deveriam ser amparadas pela criação de zonas de amortecimento e nestas, observadas formas de ordenamento territorial condizentes com a vocação regional, que permitissem desenvolvimento socioeconômico e assegurassem a manutenção dos serviços ambientais que essas áreas prestam a sociedade.

Apesar de não haver sido observado processos erosivos acelerados de proporções significativas, modos de ocupação do entorno da Terra Indígena Uru Eu Wau Wau promoveram alterações dos padrões de estabilidade, tornando-os mais vulneráveis.

Referências Bibliográficas

- ADAMY, A. Estudos das formas de relevo. In: **Atlas Geoambiental de Rondônia**. Porto Velho: SEDAM, v.2, 2002.
- AMARAL, J. **Mata virgem, terra prostituta**. 1.ed. São Paulo: Terceira Margem, v.1, 2004.
- ANDRADE, M.C. **Geografia, ciência da sociedade: uma introdução à análise do pensamento geográfico**. São Paulo: ATLAS, 1987.
- BARTHEM, R.; GOULDING, M. **Os bagres balizadores: ecologia, migração e conservação de peixes amazônicos**. Tefé, AM: Sociedade Civil Mamirauá; Brasília: CNPq, 140p., 1997.
- BASTOS, A.; MANIESI, V.; PASSOS, E.; GOMES, F.B.; UCHÔA, L.F. Physical environment aspects as subsidy to occupation in southwest Amazon conservation units – A case study relating to the Jamari National Forest and its surrounding areas. **International Journal of Environment and Sustainability**, v.2 (2), p.9-22, 2014.
- BECKER, B. Geopolítica da Amazônia. **Estudos Avançados**, v.19 (53), p.71-86, 2005.
- BECKER, B.; EGLER, C.A.G. **Detalhamento da metodologia para execução do zoneamento ecológico-econômico pelos estados da Amazônia legal**. Brasília: SAE/MMA, 1996.
- CARVALHO FILHO, J.J. Política agrária: passado e perspectivas. In: **Direitos humanos no Brasil 2010**. Tatiana Merlino e Maria Luisa Mendonça (Orgs). São Paulo: Rede Social de Justiça e Direitos Humanos, 2010.
- CHELLY, R.; MANIESI, V. **Vulnerabilidade à erosão no**

- município de Rio Branco, Acre: aplicação de técnicas de geoprocessamento.** In: Seminário internacional Amazônia e fronteiras do conhecimento, Núcleo de altos estudos amazônicos - NAEA/UFGA, Belém, 17p. 2008.
- CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S.; AZEVEDO, L.G.; HERNANDEZ FILHO, P.; FLORENZANO, T.G.; DUARTE, V. **Curso de sensoriamento remoto aplicado ao zoneamento ecológico-econômico.** São José dos Campos: INPE, 1996.
- CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S.; FILHO, P.H.; FLORENZANO, T.G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C.C.F. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial.** São José dos Campos: INPE, 2001.
- FEARNSIDE, P.M. Land use trends in the Brazilian Amazon Region as factors in accelerating deforestation. **Environmental Conservation**, v.10 (2), p.141-148, 1983.
- FEARNSIDE, P.M. **A ocupação humana de Rondônia: impactos, limites e planejamento.** Brasília: Assessoria Editorial e Divulgação Científica, 1989.
- FEARNSIDE, P.M. Migração, colonização e meio ambiente: o potencial dos ecossistemas amazônicos. In: **Conferência Internacional sobre Meio Ambiente, Desenvolvimento e Saúde.** Rio de Janeiro, Fundação Oswaldo Cruz, p.448-457, 1993.
- FEARNSIDE, P.M.A **Hidrelétrica de Samuel: lições para as políticas de desenvolvimento energético ambiental na Amazônia.** Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), 2004.
- FORTUNA, A. Caracterização dos trópicos úmidos brasileiros. In: Hébert, J. (coord). **Natureza, tecnologia e sociedades.** Belém: NAEA, p.7-13, 1988.
- GAMA, M.J. Clima. In: **Atlas geoambiental de Rondônia.** Porto Velho: SEDAM, 2002.
- GOMES, F.B. **Modos de ocupação no município de Machadinho d'Oeste/RO e suas relações com o equilíbrio natural da paisagem e ajustes morfodinâmicos.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Rondônia/UNIR, 117p., 2009.
- GOMES, F.B.; BASTOS, A.S.; VARGAS, B.; CASTRO, M.M. Estudo de vulnerabilidade natural à erosão como subsídio para recuperação de áreas degradadas no entorno da floresta Nacional do Jamari/RO. **XXV Congresso Brasileiro de Cartografia.** Curitiba, **Anais...** p.747-754, 2011.
- KOHLHEPP, G. Conflitos de interesse no ordenamento territorial da Amazônia brasileira. **Estudos Avançados**, v.16 (45), p.37-61, 2002.
- LI, X.; YEH, A.G. Zoning land for agricultural protection by the integration of remote sensing, GIS and cellular automata. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, v.67 (4), p.471-477, 2001.
- LIMA, W.P.; ZAIKA, M.J.B. Hidrologia de matas ciliares In: **Matas ciliares: conservação e recuperação** – editores Ricardo Ribeiro Rodrigues, Hermógenes de Freitas Leitão Filho. – São Paulo: Editora Universidade de São Paulo: FAPESP, 2000.
- MELLO, N.A. **Políticas territoriais na Amazônia.** São Paulo: Annablume, 2006.
- MELLO-THÉRY, N.A. **Território e gestão ambiental na Amazônia: terras públicas e os dilemas do Estado.** São Paulo: Annablume, 2011.
- NASCIMENTO, E.E.D. Meio físico. In: **Diagnóstico etnoambiental participativo da Terra Indígena Uru Eu Wau Wau.** Porto Velho: Associação de Defesa Etnoambiental - Kanindé, 2002.
- QUADROS, M.L.E.S.; RIZZOTTO, G. J. (Orgs.). **Mapa geológico e de recursos minerais do estado de Rondônia. Escala 1:1.000.000,** Porto Velho, CPRM, 2007.
- QUINTSLR, S.; BOHRER, C.B.A.; IRVING, M.A. Políticas públicas para a Amazônia: práticas e representações em disputa. **Revista de Desenvolvimento Econômico**, v.23, p.5-16, 2011.
- RADAMBRASIL. **Levantamento de recursos naturais. Projeto RADAMBRASIL, Folha SC.20 – Porto Velho.** DNPM, 1978.
- RONDÔNIA. SEPLAD/PLANAFLORO/PNUD. BRA/00/004. **As unidades de conservação de Rondônia.** 2.ed. Porto Velho, 2002a.
- RONDÔNIA. **Atlas geoambiental de Rondônia.** Porto Velho: SEDAM, v.2., 2002b.
- ROSS, J.L.S. Geomorfologia ambiental. In: **Geomorfologia do Brasil.** Cunha, S. B.; Guerra, A. T. (Orgs). 5.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.
- SACHS, I. **Desenvolvimento: includente, sustentável, sustentado.** Rio de Janeiro: Garamond, 2008.
- SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, J.B. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 3.ed. Brasília: Embrapa, 2013.

- SBPC – Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. **O código florestal e a ciência: contribuições para o diálogo.** Academia Brasileira de Ciências, São Paulo: SBPC, 2011.
- SCANDOLARA, J.E.; RIZZOTO, G.J.; AMORIM, J.L.; BAHIA, R.C.B.; QUADROS, M.L.; SILVA, C.S. **Mapa geológico de Rondônia na escala de 1:1.000.000**, CPRM, Porto Velho, RO, 1999.
- SILVA, T.C. Indicadores geomorfológicos de sustentabilidade ambiental – aplicabilidade no Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.1 (1), p.73-79, 2000.
- SILVA, L.P.; MANIESI, V. Avaliação dos limites de uso e ocupação da sub-bacia do rio Enganado - Rondônia, com auxílio de técnicas de geoprocessamento: uma proposta de uso sustentável. **Revista Geociências**. v.4 (3), p.267-276, 2005.
- SILVA, R.B.; VINHA, E. Vegetação: biodiversidade de espécies florestais. In: **Atlas Geoambiental de Rondônia**. Porto Velho: SEDAM, 2002.
- THERY, H. Situações da Amazônia no Brasil e no continente. **Estudos Avançados**. 19 (53), p.37-50, 2005.
- TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE-SUPREN, 1977.
- WENTWORTH, C.K. **A scale of grade and class terms for clastic sediments**. Journal Sedimentary Petrology, v.30, p.377-392, 1922.
- WRIGHT, A. Environmental degradation as a cause of migration: cautionary tales from Brazil. **Miradas en Movimiento**. Special Volume, p.159-164, 2012.