



ISSN: 2230-9926

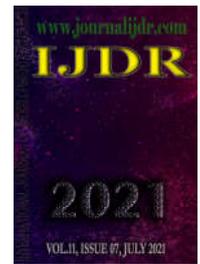
Available online at <http://www.journalijdr.com>

IJDR

International Journal of Development Research

Vol. 11, Issue, 07, pp. 48543-48551, July, 2021

<https://doi.org/10.37118/ijdr.22259.07.2021>



RESEARCH ARTICLE

OPEN ACCESS

IMPLICAÇÕES DA VULNERABILIDADE NATURAL À EROSÃO PARA USO E OCUPAÇÃO DOS SOLOS NO ENTORNO DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO FLORESTA NACIONAL DO JAMARI

¹Alexis de Sousa Bastos, ²Vanderlei Maniesi, ¹Fabiana Gomes Barbosa and ¹Iara Magalhães Barberena

¹Centro de Estudos Rioterra, Rua Padre Chiquinho, nº 1651, Bairro São João Bosco, Porto Velho, Brasil

²Universidade Federal de Rondônia – UNIR, Departamento de Geografia, Grupo de Pesquisa Geociências, Campus - BR 364, Km

ARTICLE INFO

Article History:

Received 10th April, 2021

Received in revised form

16th May, 2021

Accepted 08th June, 2021

Published online 25th July, 2021

Key Words:

Unidade De Conservação; Processos Erosivos; Vulnerabilidade Natural à Erosão.

*Corresponding author:

Alessandra Querino da Silva

ABSTRACT

O crescimento populacional nos impõe o desafio de suprir as demandas decorrentes dos aumentos dos níveis de consumo ao passo em que resguardamos os recursos naturais necessários à produção e reprodução social. Nesta perspectiva a compreensão das dinâmicas de processos erosivos é um fator de apoio à tomada de decisões voltadas ao ordenamento territorial. Este trabalho teve como objetivo compreender a dinâmica de vulnerabilidade natural à erosão no entorno de unidades de conservação da Amazônia, utilizando como estudo de caso a Floresta Nacional do Jamari. Técnicas de geoprocessamento, atividades de campo para coleta de solos, análises granulométricas e mineralógicas integradas foram sintetizadas e espacializadas em um mapa de vulnerabilidade natural à erosão validado em campo. Foram identificados solos que desfavorecem à formação de agregados coesos por serem ricos em grãos na fração areia e apresentarem mineralogia quartzosa, até 98%. Encostas com vertentes mais acentuadas mostram-se estáveis sob cobertura florestal. O desflorestamento altera o equilíbrio, tornando ambientes mais propensos à morfogênese, principalmente na porção leste da área. Há limitações significativas dos solos da área para uso agrícola em função do reduzido volume de material intemperizado disponível para o suporte físico dos cultivos e retenção de umidade. As alterações nos valores dos índices, cujo as principais causas estão relacionadas a atividades antrópicas evidenciam uma forte relação entre estas e o aumento da vulnerabilidade nas áreas estudadas.

Copyright © 2021, Alexis de Sousa Bastos et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: Alexis de Sousa Bastos, Vanderlei Maniesi, Fabiana Gomes Barbosa and Iara Magalhães Barberena. "Implicações da vulnerabilidade natural à erosão para uso e ocupação dos solos no entorno da unidade de conservação floresta nacional do jamari", *International Journal of Development Research*, 11, (07), 48543-48551.

INTRODUCTION

Nos últimos 100 anos, a população mundial e os níveis de consumo cresceram em um ritmo considerável (Pimentel, Bailey, Kim, Mullaney, Calabrese, Walman, Nelson, & Yao, 1999). Até o ano de 2050 a população mundial atingirá aproximadamente 12 bilhões de pessoas, mantida a taxa de crescimento atual de 1,4% ao ano (Pimentel *et al.*, 1999; Cohen, 1995). Um aumento previsto na produção de alimentos é esperado para alimentar este crescente número de pessoas (FAO, 2009). Entretanto, ao passo em que os habitantes se multiplicam, milhares de hectares de áreas cultiváveis são perdidas todos os anos decorrentes de formas inadequadas de manejo (Pimentel & Pimentel, 2003; Pimentel & Kounang, 1998;

Pimentel, Houser, Preiss, White, Fang, Mesnick, Barsky, Tariche, Schreck & Alpert, 1997). A deterioração dos recursos naturais é uma marca desse processo de crescimento (Ramalho Filho & Pereira, 1999). Diante deste cenário de crescimento da população mundial, novas áreas de cultivo serão necessárias para ampliação da demanda de alimentos. Contudo, esse padrão degradador não poderá ser mantido indefinidamente. Será necessário usar os antigos espaços produtivos, melhorar ainda mais os níveis tecnológicos para aumento da produção por unidade de área (Fuente & Suarez, 2008), desenvolver tecnologias compatíveis com ambientes tidos como inaptos para produção, bem como ampliar as pesquisas para recuperação de áreas consideradas degradadas (Homma, 2005).

Compreender as dinâmicas de processos erosivos se torna fundamental para fins de planejamento e ordenamento territorial

(Bastos, Maniesi, Passos, Gomes & Uchôa, 2014; Bastos, Maniesi & Gomes, 2015), posto que a “erosão” representa um dos maiores problemas a ser enfrentado atualmente no mundo, pois estende seus reflexos às questões ambientais, econômicas e sociais (Guerra, 2005a; Bertol, Cogo, Schick, Gudagnin, & Amaral, 2007; Roose, 2010). Essa realidade é ainda mais relevante para os países em desenvolvimento, pois são os que mais impactam o meio (Guerra, 1990, 2005b). Globalmente, isso, significa um impacto de 5 a 10 milhões de hectares atingidos por erosão acelerada por ano (Kerr, 1998). No Brasil, estima-se que o impacto da erosão ocasionado pelo uso agrícola das terras no Brasil é da ordem de R\$ 9,3 bilhões anuais (SBPC, 2011). A FAO (2009) aponta que nesta zona do planeta, mais de 120 milhões de hectares serão necessários para atividades agropecuárias a fim de suprir a demanda mundial por alimentos. Mais de 15 milhões de hectares de florestas tropicais ao redor do mundo tem sido convertidos anualmente para fins produtivos (Pimentel *et al.*, 1999; Pimentel, Harman, Pacenza, Pecarsky & Pimentel, 1994). Lal (2004) aponta um impacto ainda maior, da ordem de 20 milhões de hectares anuais. Estima-se que essa conversão de floresta para áreas agricultáveis responda por 60% dos desmatamentos no planeta (Myers, 1990). Na Amazônia, 80% dos desmatamentos se concentram na fronteira agrícola conhecida por “Arco do Desmatamento” (Fearnside, 2009). Dada a escala das alterações do uso do solo em curso, o componente ambiental, parte fundamental da produção, passa a ter importância capital no processo (Cechin, 2010). Não apenas do ponto de vista da conservação, mas da relação econômica e social, principalmente nos trópicos, onde se espera um grande aumento produtivo (Ronquin, 2010).

No Brasil destacam-se trabalhos de Bertoni & Lombardi Neto (2005), Cunha & Guerra (2006) e Guerra (1990, 2005a, 2005b). Na Amazônia trabalham com o tema Barbosa & Fearnside (2000) e Albuquerque & Vieira (2014). Estudos voltados à vulnerabilidade natural à erosão têm sido realizados no sudoeste da Amazônia por Silva & Maniesi (2005), Chelly & Maniesi (2008), Gomes, Bastos, Vargas & Castro (2011), Bastos *et al.* (2014) e Bastos *et al.* (2015). A compreensão dos processos erosivos em regiões tropicais é de fundamental importância para subsidiar relações de uso e ocupação dos solos a partir de critérios técnicos que sustentem as relações entre sociedade e natureza, e que permitam manter e/ou melhorar as condições de uso dos recursos naturais em propriedades rurais situadas no entorno de unidades de conservação. O presente artigo tem como objetivo discutir o problema de uso e ocupação dos solos do entorno Flona do Jamari, a partir da compreensão da dinâmica e consequências dos processos erosivos naturais. Buscou-se identificar as áreas críticas e de risco potencial à erosão que demandem diferentes medidas de planejamento e ordenamento territorial.

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO: A área de estudo compreende a Floresta Nacional (Flona) do Jamari e uma faixa de 10 quilômetros em seu entorno, contados a partir da linha demarcatória oficial decretada pelo governo federal (Brasil, 1984), totalizando 461.557,29 hectares. A Flona do Jamari localiza-se no norte rondoniense (Fig. 1). Está compreendida entre as longitudes 62°44'05" e 63°16'54" W e latitudes 9°00'00" e 9°30'00" S. A unidade possui 223.086,27 hectares e foi criada pelo Decreto nº 90.224, de 25 de setembro de 1984 (Brasil, 1984). Limita-se ao norte com a Estação Ecológica (ESEC) de Samuel (unidade de conservação de proteção integral estadual que abrange os municípios de Itapuã do Oeste e Candeias do Jamari), a leste com o município de Cujubim, ao sul com Itapuã do Oeste e Cujubim, a oeste com Candeias do Jamari, Itapuã do Oeste e a ESEC de Samuel. O principal acesso à Flona do Jamari é realizado a partir de Porto Velho, por via terrestre pela BR-364, percorrendo-se 110 km de distância.

MEIO FÍSICO DA FLONA DO JAMARI E SEU CONTEXTO REGIONAL: A Floresta Nacional do Jamari está inserida na unidade estrutural cratônica Sul-Amazônica da Plataforma Sul Americana (Quadros, Palmeira, & Castro, 2011), em região estabilizada geotectonicamente no Neoproterozoico (Pires, 2009).

A morfologia exprime, em virtude dessa idade, superfícies de aplanamento oriundas do retrabalhamento das rochas pré-existent,

com uma configuração especial marcada por eventos morfoclimáticos e baixa dissecação (RADAMBRASIL 1978; Adamy, 2002). Dados geológicos de Scandola, Rizzoto, Amorim, Bahia, Quadros, & Silva (1999) e Quadros (2010) evidenciam que a área está assentada sobre rochas paleoproterozoicas do Complexo Jamari e neoproterozoicas dos Granitos Jovens de Rondônia. Também se pode notar a presença de coberturas cenozoicas constituídas por sedimentos indiferenciados e materiais lateríticos. Foram identificadas cotas que variam entre 100 e 300 m e notabilizam-se pela ocorrência de extensas áreas aplanadas, levemente entalhadas pela rede de drenagem (RADAMBRASIL, 1978), estando frequentemente recobertas por materiais lateríticos parcialmente denudados, gerando baixos platôs lateríticos (Adamy, 2002), como pode ser observado nas porções oeste e nordeste da área. Na rede de drenagem destacam-se os rios Jamari, Jacundá e Preto do Crespo, das bacias do Jamari e Machado. A área de estudo se situa em uma região caracterizada por proporcionar relativa homogeneidade espacial e sazonal da temperatura, com média anual variando entre 24°C e 26°C (Gama, 2002). A área da Flona e seu entorno figuram entre as maiores médias pluviométricas do estado, de 2.400 a 2.600 mm/ano (Gama, 2002). Por essas características o clima pode ser definido como Tropical Chuvoso, do tipo Aw, quente e úmido segundo a classificação de Köppen. O período de maior abundância de chuvas é entre os meses de novembro e maio, com picos nos meses de janeiro e fevereiro.

Com relação aos solos, Rondônia (2002), escala 1:250.000, aponta para a predominância quase total de Latossolos. Dentre estes, há também concordância com os tipos de Latossolos presentes, sendo o de maior abrangência da área o Latossolo Amarelo Distrófico e secundariamente Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico (Rondônia, 2002). Estes solos são considerados de escassa fertilidade devido à deficiência de nutrientes, tais como fósforo, potássio e cálcio (Fortuna, 1988). As exceções ficam por conta de RADAMBRASIL (1978) que aponta a existência de Argissolos Hidromórficos ricos em areias quartzosas álicas na parte centro-oeste da área estudada. Rondônia (2002) descreve manchas de Neossolos distróficos no centro da unidade de conservação. Foram verificados Plintossolos presentes a noroeste, sudoeste e leste da área. A fitofisionomia mais representativa na área de estudo é a Floresta Ombrófila Aberta Submontana (RADAMBRASIL, 1978; Silva & Vinha, 2002), que ocupa 95% da unidade (Brasil, 2005). Há a presença de Floresta Ombrófila Densa, a noroeste da área, porém significativamente menor em termos de abrangência (Rondônia, 2002). Essa formação está adaptada e diretamente ligada a solos com características quartzosas formados no Quaternário (Rondônia, 2002).

MATERIAIS E MÉTODOS

Vulnerabilidade natural à erosão: Para o estudo da vulnerabilidade natural à erosão foi utilizado o método proposto por Crepani, Medeiros, Hernandez Filho, Florenzano, Duarte & Barbosa (2001) que recentemente tem sido aplicado em outras áreas de Rondônia (Silva & Maniesi, 2005; Gomes *et al.*, 2011; Bastos *et al.*, 2014; Bastos, 2015) 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, Clima e Vegetação, todos na escala de 1:250.000, conforme Rondônia, 2002. Foi realizada a 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 de 1, maior será a 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, Medeiros, Azevedo, Hernandez Filho, Florenzano & Duarte (1996) e Crepani *et al.* (2001), baseiam-se na aplicação individualizada para cada tema que compõe cada unidade territorial básica.

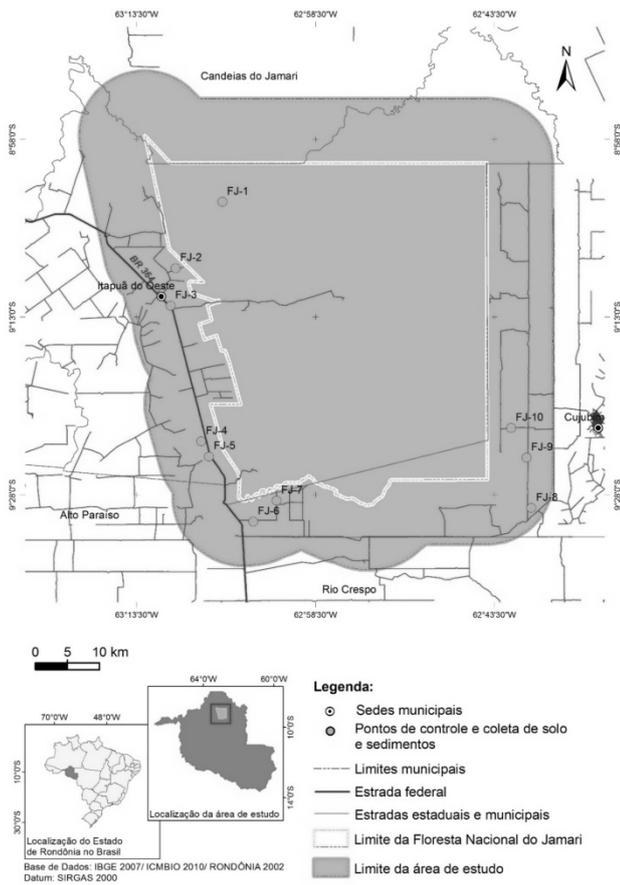


Fig. 1 - Mapa de localização da área de estudo e dos pontos de coleta de solos. Fig. 1 - Location map of the study area and soil collection points

Posteriormente é feita um cálculo utilizando todas as variáveis numa equação para se chegar a um valor final e uma representação na escala de vulnerabilidade natural à erosão.

$$V = \frac{(G + R + S + Vg + C)}{5}$$

onde:

V = Vulnerabilidade

G = vulnerabilidade para o tema Geologia

R = vulnerabilidade para o tema Geomorfologia

S = vulnerabilidade para o tema Solos

Vg = vulnerabilidade para o tema Vegetação

C = vulnerabilidade para o tema Clima

Os valores atribuídos para cada tema foram analisados observando principalmente: coesão das rochas no tema Geologia; dissecação de relevo para Geomorfologia; grau de desenvolvimento dos solos em Pedologia; pluviosidade e distribuição sazonal para o tema Clima; e densidade da cobertura vegetal para definição da pontuação em Vegetação, observando-se inclusive áreas de cobertura secundária. Ponderou-se sobre a pertinência de cada valor indicado no método proposto pelo autor, tendo estes sido considerados, em sua maioria, adequados ao ambiente estudado, com exceção dos seguintes temas e atributos diagnósticos:

- Vegetação – Florestas Ombrófilas Abertas Aluviais receberam valor de 1,4, devido a sua maior instabilidade relativa, se comparada a terra firme. Vegetações Secundárias receberam o valor de 3,0. Estas foram caracterizadas pela substituição de floresta por pastagem, vegetação introduzida que ocupa 95% da área economicamente ativa do entorno da unidade de conservação (Almeida Silva, Bastos, Bastos & Gomes, 2009).

- Geomorfologia - Crepani *et al.* (2001) apontam que relevos ondulados e dissecados em colinas devem receber pontuação entre 1,7 e 2,3. Como as planícies de aplainamento de baixa dissecação foram pontuadas com o valor de 1,6, optou-se por destacar a maior dissecação relativa do terreno com uma pontuação ligeiramente maior quanto a vulnerabilidade natural à erosão.
- Geologia – Influenciaram nos pesos atribuídos às rochas granitoides sua composição (riqueza em quartzo e materiais solúveis), tamanho dos grânulos, considerando aquelas de menores grânulos como mais resistentes, e suas áreas de superfície específica, sendo aquelas com maior fraturamento consideradas mais vulneráveis naturalmente à erosão.

A partir dos valores de pesos atribuídos às unidades de cada um dos temas de Geologia (g), Geomorfologia (r), Pedologia (s), Vegetação (v) e Clima (c) foi possível determinar valores de vulnerabilidade, conforme quadro I, para a área através de álgebra de mapas. O mapa de vulnerabilidade natural à erosão da unidade de conservação e seu entorno foi classificado em 21 classes de análise para fins de determinação de sua vulnerabilidade natural à erosão e depois reclassificados em 5 classes crescentes de vulnerabilidade, no qual cada classe agrega os gradientes dos intervalos que as separam com a finalidade de permitir uma análise visual mais objetiva conforme proposto por Crepani *et al.* (1996, 2001), sendo: vulnerável, moderadamente vulnerável, medianamente estável/vulnerável, moderadamente estável e estável conforme figura 2. O sistema de processamento utilizado foi o SPRING - Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE (Câmara, Souza, Freitas, Garrido, 1996), por permitir desde a visualização de dados até a aplicação de técnicas para criação do modelo numérico de terreno da área.

Estudos granulométricos e mineralógicos: As amostras de solos coletadas no campo possibilitaram a obtenção de dados granulométricos e mineralógicos para o melhor entendimento da natureza desses materiais e para a análise das suas relações com o modo de ocupação do entorno da Flona do Jamari e com o mapa de vulnerabilidade natural à erosão (Bastos *et al.*, 2014; Bastos *et al.*, 2015). Foram realizadas dez coletas para análises granulométricas e mineralógicas, conforme figura 1, utilizando o método de transeção em linha (Santos, Hochmüller, Cavalcanti, Rêgo, Ker, Panoso & Amaral, 1995), no qual observações e/ou coletas eram efetuadas todas as vezes que se percebia mudanças no ambiente ou se notava alguma característica ambiental considerada importante.

Granulometria: Para fins de separação das frações granulométricas utilizou-se mesa agitadora para as frações dos grãos de areia (Dourado, Silva & Marinho, 2012; Sanchez, Marques Júnior, Souza, Pereira, Martins Filho, 2009; Souza, Marques Júnior, Martins Filho & Pereira, 2003) e difratometria a laser (Beuselinck, Govers, Poosen, Degraer, & Froyen, 1998; Schneider & Souza, 2004) para silte e argila. Para seleção da fração areia as amostras foram trabalhadas através de peneiramento via úmida, utilizando séries padronizadas de peneiras sobrepostas da maior para a menor malha com diâmetros de abertura de suas malhas de 5 (4mm), 10 (2mm), 20 (0,85mm), 40 (0,42mm), 60 (0,25mm), 100 (0,15mm) e 150 (0,10mm) mesh. O resultado obtido representa a frequência relativa com que os diferentes tamanhos entre um limite superior e um limite inferior estão presentes na população de partículas. Após o peneiramento estas foram secadas em estufa de circulação de ar forçado para definição de pesos e representação em cada amostra, conforme trabalhos de Santos (2010) e Nascimento, Maniesi, Adamy & Santos (2012). Para frações silte e argila foi utilizado granulômetro a laser Cilas 1064. Utilizou-se o método de Wentworth (1922) para peneiramento para classificação das diferentes frações granulométricas.

Mineralogia: Os estudos mineralógicos qualitativos dos minerais e argilominerais se deram através do pó total prensado com emprego de difratometria de raio X (Campos Schaefer, Ker, Saadi, &

Albuquerque Filho, 2013) e da quantificação mineral da amostra no intervalo granulométrico da fração areia (Wentworth, 1922), com o auxílio de em lupa binocular. Estas análises foram realizadas em dez amostras representativas de processos de alterações intempéricas de amostras derivadas de rochas do Complexo Jamari (FJ-7 e FJ-10), coberturas sedimentares indiferenciadas (FJ-2 e FJ-3), Granitos Jovens de Rondônia (FJ-4 e FJ-5), materiais lateríticos (FJ-1 e FJ-6) e granitos da Suíte Intrusiva Santa Clara (FJ-8 e FJ-9). Para determinação mineral da fração areia foram observadas na lupa binocular propriedades como: cor, brilho, clivagem, magnetismo, traço, dureza e transparência (Andrade, McCreach, Madureira Filho & Atencio, 2009).

Validação de campo do trabalho laboratorial: Esta atividade teve como objetivos constatar os tipos de uso e ocupação do solo, detectar tipos de degradação ambiental e processos de erosão acelerados, e verificar “in loco” aspectos paisagísticos associados às compartimentações geológicas e geomorfológicas no tocante às suas características. Foram realizadas duas campanhas de campo. Uma preliminar para a caracterização de processos erosivos induzidos face aos 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 geoprocessado de vulnerabilidade natural à erosão. As campanhas resultaram no georreferenciamento e descrição de 10 pontos de coletas de solos e rochas para posteriores estudos granulométricos e mineralógicos. A análise da natureza dos materiais dos pontos visitados ocorreu através de observações diretas no campo com o auxílio de lupa de bolso, aumento 20 vezes, e de trabalhos complementares em laboratório.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O meio físico e suas relações com os modos de ocupação no entorno da Flona do Jamari: O material coletado revela uma significativa presença de grãos na fração areia em relação às frações silte+argila (Quadro II). Destacam-se as amostras do ponto FJ-2, representante de material sedimentar indiferenciado e ponto FJ-1, oriundo de material laterítico incoeso, como de melhor grau de seleção entre seus grãos, apresentando 89,9% e 85,7%, respectivamente, de grãos da fração areia. Entretanto, com exceção do material oriundo das rochas dos Granitos Jovens de Rondônia, pontos FJ-4 e FJ-5, que apresentaram valores superiores para fração silte+argila, as demais amostras exibiram valores significativamente enriquecidos por grãos da fração areia.

Quadro II. Distribuição granulométrica das frações areia e silte+argila nas amostras de solos derivados de rochas do Complexo Jamari (FJ-7 e FJ-10), Coberturas Sedimentares Indiferenciadas (FJ-2 e FJ-3), Granitos Jovens de Rondônia (FJ-4 e FJ-5), materiais lateríticos (FJ-1 e FJ-6) e granitos da Suíte Intrusiva Santa Clara (FJ-8 e FJ-9). Os dados mineralógicos estão listados no quadro III com suas porcentagens minerais em volume na fração areia. Com relação a fração silte+argila, os resultados apontaram para presença de Caulinita. Em uma primeira avaliação dos dados, verifica-se uma predominância de grãos de quartzo em todas as amostras analisadas, variando de 53% a 98%, exceto no ponto FJ-10, cujo a formação se deu a partir da associação heterogênea de rochas polideformadas e metamorfizadas, constituída por gnaisses, migmatitos, granitos, anfíbolitos e granulitos (Isotta, Carneiro, Kato&Barros, 1978), o que pode explicar a discrepância com relação aos demais pontos. Destaca-se que o ponto FJ-10, apesar de não apresentar enriquecimento supérgeno do mineral quartzo, apresenta 78% de fragmentos líticos, ou seja, material não alterado intempéricamente e não biodisponibilizado para os cultivares. Fragmentos líticos presentes nas amostras FJ-7 (38%) e FJ-10 (78%) revelam a evolução pedogenética incipiente dos solos nos locais visitados.

Quadro III. Distribuição dos minerais (porcentagem em volume) na fração areia das amostras de solos derivados de rochas do Complexo Jamari (FJ-7 e FJ-10), Coberturas Sedimentares Indiferenciadas (FJ-2 e FJ-3), Granitos Jovens de Rondônia (FJ-4 e FJ-5), materiais

lateríticos (FJ-1 e FJ-6) e granitos da Suíte Intrusiva Santa Clara (FJ-8 e FJ-9). Os dados de campo e as características granulométricas e mineralógicas dos solos no entorno da Flona do Jamari mostram limitações marcantes para seu uso agrícola de baixos insumos em função do reduzido volume de material alterado disponível para o suporte físico das 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, média de 37% entre os pontos analisados, com locais, como o FJ-2 (sedimentos indiferenciados), que chegam a apresentar 10,1% da fração. Na evolução da pedogênese dos solos amostrados sua fração areia gradativamente se enriqueceu em quartzo (53 a 98%), com exceção para o ponto FJ-10 que se empobrecceu em minerais primários facilmente intemperizáveis. Dados da difratometria em raio X mostraram que o processo de intemperização é intenso e que somente os minerais mais estáveis permanecem no ambiente. Além do relativo enriquecimento de quartzo nos locais amostrados, os únicos argilo minerais presentes foram Gibbssita e Caulinita, com suas respectivas composições ricas em alumínio contribuindo para a elevação da toxicidade e acidez daqueles solos.

Locais onde ocorrem solos com teores maiores que 80% de grãos na fração areia em relação à fração silte+argila e conteúdos superiores a 85% de quartzo (FJ-2, FJ-1 e FJ-6), representantes de áreas mais propensas à erosão natural (vulneráveis), estão localizados principalmente na porção oeste 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. A porção sudeste da Flona merece atenção quanto a remoção da cobertura florestal devido ao equilíbrio pedogenético existente. A alteração do ambiente pode favorecer processos morfogênicos. Além dos aspectos geomorfológicos, relevo relativamente mais dissecado que o restante da área, os pontos FJ-8, FJ-9 e FJ-10 apresentaram teores de areia relativamente altos, variando entre 65,13% e 76,93%, sendo a amostra FJ-9 a que apresentou maior concentração de quartzo dentre as amostras realizadas, 98%.

A vulnerabilidade natural à erosão da Flona Jamari e seu entorno: Como pode ser observado no mapa de vulnerabilidade natural à erosão da Flona do Jamari e seu entorno (Fig. 2) que totalizam 461.557,29 hectares, a maior parte das áreas possui “vulnerabilidade moderadamente estável” quanto à erosão (51,93%). Os ambientes “medianamente estáveis vulneráveis” foram os de segunda ordem de grandeza com relação à sua distribuição (40,71%), seguidos por áreas moderadamente vulneráveis (3,48%), localizadas principalmente em compartimentos lateríticos e em menor proporção nas áreas aluviais do rio Jamari. Houve a identificação de áreas estáveis ao sul (0,3%) e nenhuma área classificada como “vulnerável” foi verificada. Outros 3,58% da área não foram contabilizados por estarem sob alagamento. A porção oeste da Flona, apesar de apresentar significativa proporção de sedimentos indiferenciados, possui relevo de baixa dissecação o que contribui para amenizar os fatores relacionados a vulnerabilidade natural à erosão. A porção sul, com predominância de rochas granitoides e cobertura de Floresta Ombrófila Aberta Submontana, apresenta locais com maior estabilidade e solos mais coesos texturalmente. A exceção ao sul é perceptível onde há cobertura laterítica com solos imaturos (ponto FJ-6), bem como significativa relação granulométrica e mineralógica, 84,9% de areia e 84,8% de quartzo, respectivamente, fatores que favorecem o aumento dos índices de vulnerabilidade natural à erosão. Onde houve remoção da cobertura vegetal os valores se alteram de “medianamente estáveis vulneráveis” para “moderadamente vulneráveis”. Observa-se que valores referentes a vulnerabilidade natural à erosão variam em diferentes partes da área, indicando aumento dos riscos relacionados ao surgimento de processos erosivos, principalmente quando há remoção da cobertura vegetal. Esse fato também pode estar associado à diminuição da coesão do solo, devido as características marcadamente arenosas e quartzosas, conforme mostram os quadros 2 e 3, associadas às formas de uso e ocupação do solo, com predominância de atividades de bovinocultura.

Quadro I. Valores de vulnerabilidade natural à erosão apresentados para os temas Clima, Geologia, Geomorfologia, Pedologia e Vegetação na Flona do Jamari e seu entorno. Table I. Values of natural vulnerability to erosion presented for the themes Climate, Geology, Geomorphology, Pedology and Vegetation in the Jamari Flona and its surrounding areas

Vegetação	EV	Geomorfologia	EV	Solos	EV	Geologia	EV	Clima ¹ (mm/ano)	EV
Floresta Ombrófila Aberta Submontana	1,2	Planícies Aluviais e Depressões	3,0	Latossolos Amarelos Distróficos	1,0	Complexo Jamari	1,3	2100 (283,78 mm/mês)	2,0
Floresta Ombrófila de Terras Baixas	1,2	Planícies Aluviais e Depressões com depósitos sedimentares	3,0	Latossolos Vermelhos Distróficos	1,0	Suíte Intrusiva da Serra Providência	1,4	2200 (297,29 mm/mês)	2,0
Floresta Ombrófila Densa	1,0	Planícies inundáveis (Áreas Alagadas)	3,0	Latossolos Amarelos Eutróficos	1,0	Suíte Intrusiva Santa Clara	1,3	2300 (310,81 mm/mês)	2,1
Floresta Ombrófila Aberta Aluvial	1,4	Terraços fluviais	1,2	Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos	1,0	Granitos Jovens de Rondônia	1,2	2400 (324,32 mm/mês)	2,1
Formações Pioneiras sob Influência Fluvial Arbustiva	2,3	Superfícies de Aplainamento com Dissecção Baixa	1,6	Argissolos Distróficos	2,0	Lateritas	2,0	2500 (337,83 mm/mês)	2,2
Formações Pioneiras sob Influência Fluvial Herbácea	2,7	Superfícies de Aplainamento c/ Dissecção Média	1,8	Gleissolos Distróficos	3,0	Coberturas Sedimentares Indiferenciadas	3,0	2600 (351,78 mm/mês)	2,3
Vegetação Secundária/ Áreas Antropizadas	3,0	Agrupamento de Morros e Colinas	2,4	Neossolos Distróficos	3,0	Terraços Fluviais Pleistocênicos	2,5		
		Superfícies Tabulares em Rochas Sedimentares	1,6	Solos Concrecionários/Plintossolos	3,0				

*EV – Escala de vulnerabilidade. Adaptado de Crepani *et al.* (2001).

Table 2. Granulometric sand and silt+clay samples distribution in the soils derived of rocks from Jamari Complex (FJ-7 e FJ-10), Undifferentiated Sedimentary Coverages (FJ-2 e FJ-3), Granitos Jovens de Rondônia (FJ-4 e FJ-5), lateritic materials (FJ-1 e FJ-6) and granites from Suíte Intrusiva Santa Clara (FJ-8 e FJ-9).

CLASSIFICAÇÃO GRANULOMÉTRICA DE SOLOS	AMOSTRAS (% em peso)									
	FJ-7	FJ-10	FJ-2	FJ-3	FJ-4	FJ-5	FJ-1	FJ-6	FJ-8	FJ-9
AREIA	51,2	65,7	89,9	45,14	34,6	30,8	85,7	84,9	65,13	76,93
SILTE + ARGILA	48,8	34,3	10,1	54,86	65,4	69,2	14,3	15,1	34,87	23,07

Table 3. Mineral distribution (percentage by volume) in sand fraction samples in soils derived of rocks from Jamari Complex (FJ-7 e FJ-10), Undifferentiated Sedimentary Coverages (FJ-2 e FJ-3), Granitos Jovens de Rondônia (FJ-4 e FJ-5), lateritic materials (FJ-1 e FJ-6) and granites from Suíte Intrusiva Santa Clara (FJ-8 e FJ-9)

AMOSTRA	MINERAIS (% em volume)							
	Quartzo	Óxido/ Hidróxido de Fe	Mica	Opacos	Zircão	Fragmentos líticos	Feldspato	Ilmenita
FJ-7	53	5	< 1	2	< 1	38	2	-
FJ-10	20	-	2	< 1	< 1	78	-	-
FJ-2	94	-	-	1	< 1	5	< 1	-
FJ-3	87,2	11,2	-	-	< 1	-	-	1,6
FJ-4	83,4	14,2	-	-	< 1	-	-	2,4
FJ-5	60	-	< 1	18	< 1	22	< 1	-
FJ-1	86,5	12,8	-	2	< 1	-	-	< 1
FJ-6	84,8	15,2	-	-	< 1	-	< 1	< 1
FJ-8	83,4	11,5	-	-	-	-	3,8	-
FJ-9	98	2	-	-	< 1	-	-	-

A bovinocultura foi a principal atividade econômica registrada em todo trabalho. Tais atividades requerem desmate de extensas áreas para formação de pastos que possam alimentar os rebanhos. Foram constatados diversos aspectos negativos associados ao modo de ocupação do entorno da Flona do Jamari, como atividades de desmatamento em topos de morros e em matas ciliares nos cinco compartimentos percorridos, bem como em áreas de nascentes próximos a divisores das águas. 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. O quadrante leste possui extensas áreas classificadas como “medianamente estáveis/vulneráveis”. Esta é a porção mais dissecada e com maiores gradientes de elevação de toda área estudada. Verifica-se que estas áreas, outrora poderiam ser classificadas como moderadamente estáveis.

Nota-se que onde houve a remoção da cobertura vegetal houve mudança da classe moderadamente estável para a “medianamente estável/vulnerável”. 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. Pontos amostrados, como o FJ-9, além de elevado conteúdo arenoso (76,93%) apresentou o maior enriquecimento relativo de quartzo, 98%. No quadrante leste há uma porção de área classificada como moderadamente vulnerável. Esta é uma porção de cobertura laterítica que apresenta as mesmas características já mencionada na área situada na porção sul. Alterações para abertura de estradas e/ou retirada de cobertura florestal para conversão em pastagens podem alterar a classificação dos ambientes de “moderadamente estáveis” para “medianamente estáveis/vulneráveis” e em determinados locais para moderadamente vulneráveis, requerendo, portanto, maiores cuidados em seu manejo.

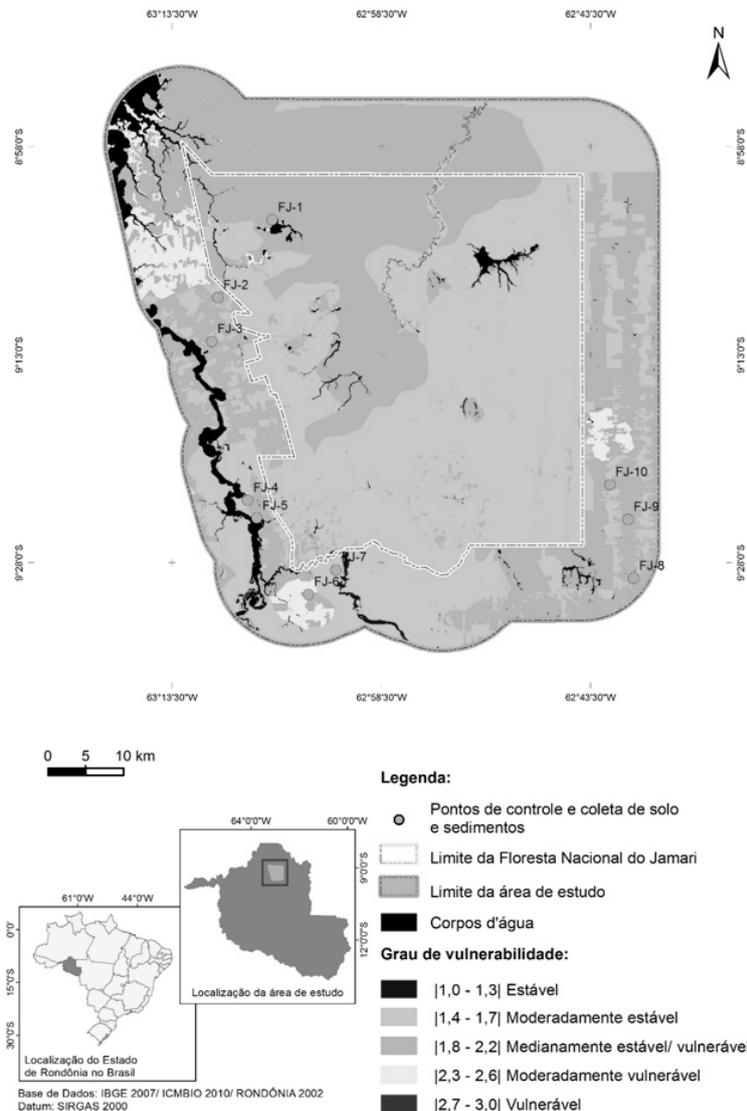


Fig. 2. Mapa de vulnerabilidade natural à erosão da Flona Jamari e seu entorno
Fig. 2 - Jamari National Forest and its surrounding area natural vulnerability to erosion map.

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.

Impactos da vulnerabilidade natural à erosão sobre os processos antrópicos: O processo de ocupação do entorno da Flona do Jamari foi acelerado entre 1984 e 2004, pelos programas governamentais Polonoeste e o Planafloresta tendo produzido os maiores índices de desmatamento, 69,16% do total desmatado até 2013 (Bastos, 2015). A fragmentação de ambientes por desmatamentos ocorridos desde a colonização até os dias atuais causou uma perda significativa de serviços ambientais. 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, as famílias assentadas possuem poucas perspectivas de sucesso, em função da estrutura política e econômica que os mantém 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). Os trabalhos de campo mostraram que as vertentes dos relevos mais elevados se apresentam estáveis sob a cobertura florestal. A instalação da floresta mostra que o equilíbrio geomorfológico entre a vegetação, o solo e os relevos dissecados é frágil (Roose, 2010; Rubio, 2010; Osterkamp, Hupp & Stoffel, 2012). Assim, a alteração de qualquer destes elementos poderá acelerar a atuação dos processos erosivos.

A pecuária é a principal atividade econômica desenvolvida no entorno da Flona do Jamari. O manejo inadequado das pastagens, combinado com a carência do emprego de técnicas voltadas para conservação dos solos, de forma a resguardar seu potencial produtivo, mostra significativa alteração dos solos se comparados àqueles sob floresta. Constatou-se que um grande número de propriedades rurais 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. Associadas a carência de boas práticas de manejo, as práticas ilegais de desmatamentos em topos de morros, matas ciliares e nascentes agravam os impactos ambientais negativos. Como consequência há expressivos processos erosivos ocorrendo, refletidos na qualidade de recursos hídricos e na quantidade de água disponível. Rios assoreados são comuns na área de estudo. As características estruturais e mineralógicas dos solos nos locais amostrados, revelaram, limitações significativas quanto ao teor de nutrientes essenciais e reduzido volume de material alterado disponível para o suporte físico à vegetação. Seriam necessários elevados aportes de recursos (financeiro, estrutural e técnico) para arcar tanto com a correção de acidez, como com a incorporação de fertilizantes para criar um ambiente propício. Adicionalmente, possuem baixa capacidade de suporte para atividades econômicas intensivas no uso de recursos naturais. Os solos eluviais são imaturos com horizonte B ausente ou em início de formação. A criação de assentamentos no entorno da Flona do Jamari ou de unidades de conservação deveriam observar tais fatores limitantes, inclusive como meio para tomada de decisão sobre criar ou não um determinado

assentamento e, optando-se pela criação, definir um perfil de público para sua ocupação. 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 Flona do Jamari apresenta limitações marcantes com relação às atividades atuais de uso e ocupação do solo em função da presença de solo com baixo teor de material biodisponibilizado para o suporte físico e nutrientes essenciais para desenvolvimento de atividades agricultura e/ou pecuária. A maior parte Flona Jamari possui vulnerabilidade moderadamente estável quanto à erosão natural (51,93%), seguida dos ambientes medianamente estáveis (40,71%) e moderadamente vulneráveis (3,48%). Este último ambiente ocorre restrito aos compartimentos lateríticos e aluviais do rio Jamari. Somente 0,30% da área foi considerada estável. Essa característica está associada a terraços situados a sudoeste. O relevo de baixa dissecação (porção oeste da Flona), bem como as condições do substrato geológico (rochas granitoides) e da cobertura de Floresta Ombrófila Aberta Submontana (porção sul da Flona) tem contribuído para amenizar os fatores relacionados a vulnerabilidade natural à erosão. Por outro lado, solo com teores mais enriquecidos em grãos na fração areia (até 89,9%) e em quartzo (até 98%) representam fatores que favorecem o aumento dos índices de vulnerabilidade natural à erosão. O planejamento para uso e ocupação dos solos desconsiderou aspectos relacionados ao meio físico no tocante a fragilidade dos ambientes. O uso intenso de recursos naturais e a inobservância de aspectos legais, como manutenção de matas ciliares e desmatamento em topo de morros, levaram a problemas ambientais como degradação de solos e assoreamento de rios. Para que os processos naturais da Flona Jamari e seu entorno continuem se auto regulando e não avançando para classes mais vulneráveis à erosão, percebe-se a necessidade de manutenção das unidades de paisagens naturais.

AGRADECIMENTOS

Ao Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES através do Fundo Amazônia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adamy, A. 2002. Estudos das formas de relevo [Studies of landforms]. In: *Atlas Geoambiental de Rondônia*. Porto Velho: SEDAM.

Albuquerque, A. R. C. & Vieira, A. S. G. 2014. Erosão dos solos na Amazônia [Soil Erosion in the Amazon]. In: Guerra, A. J. T. Oliveira Jorge, M. C. orgs.. *Degradação dos solos no Brasil*. 1. Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.

Almeida Silva, A., Bastos, F., Bastos, A.S. & Gomes, F.B. 2009. *Análise socioeconômica do entorno da área de concessão pública UMF III na Floresta Nacional do Jamari* [Socioeconomic analysis of the UMF III public concession area in the Jamari National Forest]. Porto Velho, Centro de Estudos Rioterra.

Amaral, J. 2004. *Mata virgem, terra prostituta* [Virgin forest, prostitute land]. 1.ed., São Paulo, Terceira Margem.

Andrade, F.R.D.; McCreach, I., Madureira Filho, J.B. & Atencio, D. 2009. A Terra sólida: minerais e rochas [The solid Earth: minerals and rocks]. In: *Decifrando a Terra*. Teixeira, W., Fairchild T.R., Toledo, M.C.M; Taioli, F. orgs. 2.ed., São Paulo: Companhia Editora Nacional, p.210-239.

Andrade, M.C. 1987. *Geografia, ciência da sociedade: uma introdução à análise do pensamento geográfico* [Geography, science of society: an introduction to the analysis of geographic thinking]. São Paulo: Atlas.

Barbosa, R.I. & P.M. Fearnside. 2000. Erosão do solo na Amazônia: Estudo de casonaregião do Apiaú, Roraima, Brasil [Soil erosion

in Amazonia: a case study in the Apiaú region, Roraima, Brazil]. *Acta Amazonica* 304: 601-613. DOI: 10.1590/1809-43922000304613.

- Bastos, A. 2015. *Zonas de aptidão agrícola como subsídio ao ordenamento territorial no entorno de unidades de conservação da Amazônia: o caso da Floresta Nacional do Jamari/RO*. Tese de doutoramento, Universidade Federal do Paraná/UFPR, 256 p.
- Bastos, A.S.; Maniesi, V. & Gomes, F. B. 2015. Vulnerabilidade natural à erosão 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 the Southwest Amazon Associated with its Occupation Modes – The Surrounding Uru Eu Wau Wau Indigenous Reservation Case]. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, V 16, 271-282. DOI: 10.20502/rbg.v16i2.386
- Bastos, A.S., Maniesi, V., Passos, E., Gomes, F. & Uchôa, L. F. 2014. 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*, 2, 2, 9-22.
- Bertol, I., Cogo, N.P., Schick, J., Gudagnin, J.C. & Amaral, A. J. 2007. Aspectos financeiros relacionados às perdas de nutrientes por erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo [Financial aspects of nutrient losses by water erosion in different soil management systems]. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, V31, 133-142. DOI: 10.1590/S0100-06832007000100014.
- Bertoni, J. & Lombard Neto, F.L. 2005. *Conservação do solo* [Soil conservation]. 5 ed. São Paulo: Ed. Ícone.
- Beuselinck, L., Govers, G., Poesen, J., Degraer, G. & Froyen, L. 1998. Grain-size analysis by laser diffractometry: comparison with the sieve-pipette method. *Catena*, V32, 193-208.
- Brasil. Decreto nº 90.224 de 25 de setembro de 1984. Cria a Floresta Nacional do Jamari, no Estado de Rondônia, e dá outras providências. 1984. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF.
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente. 2005. *Plano de manejo da Floresta Nacional do Jamari* [Management plan for the Jamari National Forest]. Brasília, IBAMA.
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente. *Lei nº 9.985* 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.
- Câmara, G., Souza, R. C. M., Freitas, U. M., Garrido, J. 1996. Spring: Integrating remote sensing and gis by object-oriented data modelling. *Computers & Graphics*, England/UK, 203, 395-403.
- Campos, J.C.F., Schaefer, C.E.G.R., Ker, J.C., Saadi, A. & Albuquerque Filho, M.A. 2013. Gênese e micropedologia de solos do médio Jequitinhonha, de Turmalina à Pedra Azul/MG [Genesis and micropedology of soils in the middle Jequitinhonha, from Tourmalina to Pedra Azul / MG]. *Geonomos*, 51, 41-53.
- Carvalho Filho, J.J. 2010. Política agrária: passado e perspectivas [Agrarian policy: past and perspectives]. In: *Direitos humanos no Brasil*. Merlino, T., Mendonça M. L. orgs. São Paulo: Rede Social de Justiça e Direitos Humanos.
- Cechin, A. 2010. *A natureza como limite da economia: a contribuição de Nicholas Georgescu-Roegen* [Nature as the limit of the economy: Nicholas Georgescu-Roegen's contribution]. São Paulo, Editora Senac/Edusp.
- Chelly, R. & Maniesi, V. 2008. *Vulnerabilidade à erosão no município de Rio Branco, Acre: aplicação de técnicas de geoprocessamento* [Erosion vulnerability in the municipality of Rio Branco, Acre: application of geoprocessing techniques]. In: Seminário internacional Amazônia e fronteiras do conhecimento, Núcleo de altos estudos amazônicos - NAEA/UFPA, Belém, 17p.
- Cohen, J.E. 1995. Population growth and earth's human carrying capacity. *Science*, V269, 341-346.
- Crepani, E., Medeiros, J.S., Azevedo, L.G., Hernandez Filho, P., Florenzano, T. G. & Duarte, V. 1996. *Curso de sensoriamento remoto aplicado ao zoneamento ecológico-econômico* [Remote sensing course applied to ecological-economic zoning]. São José dos Campos: INPE.

- Crepani, E., Medeiros, J.S.; Hernandez Filho, P., Florenzano, T.G., Duarte, V. & Barbosa, C.C.F. 2001. *Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial* [Remote sensing and geoprocessing applied to ecological-economic zoning and spatial planning]. São José dos Campos: INPE.
- Dourado, T.A., Silva, L.F.S. & Marinho, M.A. 2012. Performance of a reciprocal shaker in mechanical dispersion of soil samples for particle-size analyses. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, V36, 1131-1148. DOI:10.1590/S0100-06832012000400008
- FAO - Food and Agriculture Organization. 2009. *The State of the food insecurity in the world: economic crises – impact and lessons learned*. Rome.
- Fearnside, P.M. 2009. Aquecimento global na Amazônia: impactos e mitigação [Global warming in Amazonia: impacts and Mitigation]. *Acta Amazonica*, 39, 4, 1003-1012. DOI:10.1590/S0044-59672009000400030.
- Fortuna, A. 1988. Caracterização dos trópicos úmidos brasileiros. In: Hébette, J. org. *Natureza, Tecnologia e Sociedades*. Belém: NAEA, p.7-13.
- Fuente, E.B. & Suárez, S.A. 2008. Problemas ambientales asociados a la actividad humana: la agricultura [Environmental problems associated with human activity: agricultura]. *Ecologia Austral*, V18, 239-252.
- Gama, M.J. 2002. Clima [Climate]. In: *Atlas geoambiental de Rondônia*. Porto Velho: SEDAM.
- Gomes, F.B., Bastos, A.S., Vargas, B. & Castro, M.M. 2011. Estudo de vulnerabilidade natural à erosão como subsídio para recuperação de áreas degradadas no entorno da floresta Nacional do Jamari/RO. *Anais do XXV Congresso Brasileiro de Cartografia*. Curitiba, p.747-754.
- Guerra, A. J. T., Cunha, S. B. da Org.. 2006. Impactos ambientais urbanos no Brasil [Urban environmental impacts in Brazil]. 4th ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- Guerra, A.J.T. 2005a. Processos erosivos nas encostas [Erosive processes on the slopes]. In: *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. Cunha, S.B. & Guerra, A.J.T. orgs., 6.ed., Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, p.149-209.
- Guerra, A.J.T. 1990. O papel da matéria orgânica e dos agregados na erodibilidade dos solos [The role of organic matter and aggregates in soil erodibility]. *Anuário do Instituto de Geociências*, V13, 43-52.
- Guerra, A.J.T. 2005b. O início do processo erosivo. In: *Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações*. Guerra, A. J. T., Silva, A. S., Botelho, R. G. M. orgs., 2.ed., Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, p.17-55.
- Homma, A.K.O. 2005. Amazônia: como aproveitar os benefícios da destruição? [Amazon: how to enjoy the benefits of destruction?]. *Estudos Avançados*. 1954, 115-135.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2007. *Limites estaduais*. Disponível em: http://mapas.mma.gov.br/ms_tmp/estadosl_2007.shp. Acesso em: 28 jul. 2015.
- ICMBIO - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2010. *Unidades de conservação federais de uso sustentável*. Disponível em: http://mapas.mma.gov.br/ms_tmp/ucsfus.shp. Acesso em: 20 mar. 2014.
- Isotta, C.A.L., Carneiro, J.M., Kato, H.T. & Barros, R.J.L. 1978. *Projeto província estaniêra Rondônia. Relatório final* [Rondônia tin province project. Final report]. Porto Velho, CPRM.
- Kerr, J. The economics of soil degradation: from national policy to farmers' fields. In: Penning de Vries, F.W.T., Agus, F., Kerr, J. 1998 *Soil erosion at multiple scales, principals and methods for assessing cause and impacts*. Bangkok: CABI/IBSRAM.
- Lal, R. 2004. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science*, V304, 1623-1627. DOI: 10.1126/science.1097396
- Myers, N. 1990. The nontimber values of tropical forest. In: *Forestry for sustainable development programa, report 10*. University of Minnesota.
- Nascimento, T.C.N., Maniesi, V., Adamy, A. & Santos, A.N. 2012. A natureza e aplicação dos materiais lateríticos na área urbana e entorno de Porto Velho/RO [The nature and application of lateritic materials in the urban area and surroundings of Porto Velho/RO]. *Revista Geonorte*. Edição Especial, 24, 11-19.
- Osterkamp, W.R., Hupp, C.R. & Stoffel, M. 2012. The interactions between vegetation and erosion: new directions for research at the interface of ecology and geomorphology. *Earth, Surface Processes and Landforms*, V37, 23-36. DOI:10.1002/esp.2173
- Pimentel, D., Bailey, O., Kim, P., Mullaney, E., Calabrese, J., Walman, L., Nelson, F. & Yao, X. 1999. Will limits of the earth's resources control human numbers? *Environment, Development and Sustainability*, V1, 19-39. DOI: 10.1023/A:1010008112119
- Pimentel, D., Harman, R., Pacenza, M., Pecarsky, J. & Pimentel, M. 1994. Natural resources and optimum human population. *Earth Island Journal*, 93, 26-30. DOI: 10.1007/BF02208317
- Pimentel, D., Houser, J., Preiss, E., White, O., Fang, H., Mesnick, L., Barsky, T., Tariche, S., Schreck, J. & Alpert, S. 1997. Water resources: agriculture, the environment, and society. *BioScience*, 472, 97-106. DOI:10.2307/1313020
- Pimentel, D., Kounang, N. 1998. Ecology of soil erosion in ecosystems. *Ecosystems*, V1, 416-426. DOI:10.1007/s100219900035
- Pimentel, D. & Pimentel, M. 2003. World population, food, natural resources and survival. *World Futures*, V59, 145-167. DOI: 10.1080/02604020310124
- Pires, F.R.M. 2009. Arcabouço geológico [Geological framework]. In: *Geomorfologia do Brasil*. Cunha, S.B.C., Guerra, A.J.T. orgs., 5.ed., Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, p.17-69.
- Quadros, M.L.E.S. 2010. Contexto geológico [Geological context]. In: *Geodiversidade do estado de Rondônia*. Adamy, A. org., Porto Velho, CPRM.
- Quadros, M.L.E.S., Palmeira, L.C.M. & Castro, C.C. 2011. *Geologia e recursos minerais da folha rio Machado* [Geology and mineral resources of the Machado River leaf] *SC.20-X-C. Escala 1:250.000*. Porto Velho: CPRM.
- Quadros, M.L.E.S. & Rizzotto, G.J. orgs.. 2007. *Mapa geológico e de recursos minerais do estado de Rondônia* [Geological and mineral resources map of the state of Rondônia]. *Escala 1:1.000.000*. Porto Velho, CPRM.
- Radambrasil. 1978. *Levantamento de recursos naturais. Projeto RADAMBRASIL, Folha SC.20 – Porto Velho*. DNPM.
- Ramalho Filho, A. & Pereira, L.C. 1999. *Aptidão agrícola das terras do Brasil: potencial de terras e análise dos principais métodos de avaliação* [Agricultural suitability of Brazilian lands: land potential and analysis of the main evaluation methods]. Rio de Janeiro, Embrapa Solos.
- Rondônia. 2002. *Atlas geoambiental de Rondônia*. Porto Velho: SEDAM, v.2.
- Ronquim, C.C. 2010. *Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para regiões tropicais* [Concepts of soil fertility and adequate management for tropical regions]. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite.
- Roose, E. 2010. Water and soil resource rehabilitation in Africa. *E.S.S.C. Newsletter*, V2, 3-6.
- Rubio, J.L. 2010. Soil: the forgotten resource. *E.S.S.C. Newsletter*, V2, 15-18.
- Sanchez, R.B., Marques Júnior, J., Souza, Z. M., Pereira, G.T., Martins Filho, M.V. 2009. Variabilidade espacial de atributos do solo e fatores de erosão em diferentes pedoformas [Spatial variability of soil attributes and of erosion factors in different landforms]. *Bragantia*, 684, p.1095-1103. DOI: 10.1590/S0006-87052009000400030.
- Santos, A.N. 2010. *Potencial de mineralização de cassiterita nas bacias de rejeito de Bom Futuro/RO*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Rondônia.
- Santos, H.G., Hochmüller, D. P., Cavalcanti, A. C., Rêgo, R. S., Ker, J. C., Panoso, L. A. & Amaral, J. A. M. 1995. *Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos* [Normative procedures for pedological surveys]. Brasília: Embrapa – SPI.
- SBPC - Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. 2011. *O código florestal e a ciência: contribuições para o diálogo* [The forest code and science: contributions to dialogue]. Academia Brasileira de Ciências, São Paulo: SBPC.

- Scandolara, J.E., Rizzoto, G.J., Amorim, J.L., Bahia, R.C.B., Quadros, M.L. & Silva, C.S. 1999. *Mapa geológico de Rondônia na escala de 1:1.000.000* [Geological map of Rondônia on a scale of 1: 1,000,000], CPRM, Porto Velho, RO.
- Schneider, C.L. & Souza, A.L. 2004. Distribuição de tamanhos de partículas por difratômetro a laser [Particle size distribution by laser diffractometer]. *Tecnologia em Metalurgia e Materiais*, 12, 13-17.
- Silva, L.P. & Maniesi, V. 2005. 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 [Evaluation of the limits of use and occupation of the sub-basin of the river Enganado - Rondônia, with the aid of geoprocessing techniques: a proposal for sustainable use]. *Revista Geociências*, 4 3, 267-276.
- Silva, R.B. & Vinha, E. 2002. Vegetação: biodiversidade de espécies florestais [Vegetation: biodiversity of forest species]. In: *Atlas Geoambiental de Rondônia*. Porto Velho: SEDAM.
- Souza, C.K., Marques Júnior, J., Martins Filho, M. V. & Pereira, G. T. 2003. Influência do relevo e erosão na variabilidade espacial de uma latossolo em Jaboticabal SP. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, V27, 1067-1074. DOI:10.1590/S0100-06832003000600011
- Tricart, J. 1977. *Ecodinâmica* [Ecodynamics]. Rio de Janeiro: IBGE-SUPREN.
- Wentworth, C.K. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal Sedimentary Petrology*, V30, 377-392.
