

FUNDAÇÃO RONDÔNIA DE AMPARO AO DESENVOLVIMENTO DAS AÇÕES CIENTÍFICAS,
TECNOLÓGICAS E À PESQUISA DO ESTADO DE RONDÔNIA – FAPERO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA – UNIR
CENTRO DE ESTUDOS GEOGRÁFICOS E SOCIOAMBIENTAIS DA AMAZÔNIA - CEGEA
LABORATÓRIO DE GEOGRAFIA E PLANEJAMENTO AMBIENTAL - LABOGEOPA

VULNERABILIDADE NATURAL À EROSÃO APLICADA AO PLANEJAMENTO
DE RECURSOS HÍDRICOS NA PORÇÃO SUL OCIDENTAL DA AMAZÔNIA: O
CASO DA BACIA DO RIO BRANCO/PORTO VELHO/RO

RELATÓRIO FINAL

Coordenação Geral: Prof. Dr. Dorisvalder Dias Nunes

Porto Velho
Outubro de 2021

DADOS TÉCNICOS:

Título do Projeto: VULNERABILIDADE NATURAL À EROSÃO APLICADA AO PLANEJAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS NA PORÇÃO SUL OCIDENTAL DA AMAZÔNIA: O CASO DA BACIA DO RIO BRANCO/PORTO VELHO/RO

Palavras Chave: Morfométrica; Erosão, Rondônia, Uso e Cobertura; Cenários.

Instituição Executora: Universidade Federal de Rondônia - Laboratório de Geografia e Planejamento Ambiental – LABOGEOPA

Instituição Financiadora: FAPERO

Coordenação: Prof. Dr. Dorisvalder Dias Nunes, Geógrafo

E-mail: dorisval@unir.br ou dorisvalder@pq.cnpq.br

Redação do Relatório: Prof. Dr. Dorisvalder Dias Nunes
Prof. Dr. Michel Watanabe
Profa. Dra. Adriana Cristina da Silva Nunes
Profa. MSc. Tamires Cunha de Aguiar

Chamada/FAPERO: Programa para Jovens Pesquisadores - Programa Primeiros Projetos – PPP - Chamada FAPERO N°. 02/2014 - Faixa A - Área de Ciências Experimentais – Recursos Provenientes do Convênio FAPERO/CNPq n° 610057/2013-8/Reg.: SICONV n° 795209/2013)

Forma de Referenciar este Relatório Técnico: NUNES, D.D.; WATANABE, M.; NUNES, A.C.; AGUIAR, T.C. **Vulnerabilidade Natural à Erosão Aplicada ao Planejamento de Recursos Hídricos na porção Sul Ocidental da Amazônia: o caso da bacia do rio Branco/Porto Velho/RO.** Porto Velho/RO. FAPERO – Proc. n° 01.1331.00019-0013-2014/T.O.017/Chamada 02/2014/PPP. Relatório Final de Pesquisa, 2021. 102p

EQUIPE GERAL:

Coordenador e Redação do Relatório:

Dorisvalder Dias Nunes: Licenciado e Bacharel em Geografia pela Universidade Federal de Rondônia - UNIR, Mestre em Geografia Física pela Universidade de São Paulo - USP, Doutor em Ciências Sócio-Ambientais pelo Núcleo Altos Estudos Amazônicos – NAEA da Universidade Federal do Pará – UFPA, Docente do Curso de Graduação em Geografia e da Pós-Graduação Mestrado e Doutorado em Geografia da UNIR, Coordenador do Laboratório de Geografia e Planejamento Ambiental – LABOGEOPA e pesquisador do Centro de Estudos Sócio-Ambientais e Geográficos da Amazônia “Prof. Aziz Ab’Saber” – CEGEA.

Redação do Relatório:

Michel Watanabe: Licenciado, Bacharel e Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Rondônia – UNIR. Doutor em Geografia Física pela Universidade Federal do Paraná. Docente do Curso de Graduação em Educação no Campo e da Pós-Graduação Mestrado e Doutorado em Geografia da UNIR. Pesquisador do Laboratório de Geografia e Planejamento Ambiental – LABOGEOPA.

Adriana Cristina da Silva Nunes: Licenciada em Biologia, Mestre e Doutora em Biologia Experimental pela Universidade Federal de Rondônia – UNIR. Professora do Departamento de Arqueologia-UNIR, Campus Porto Velho-RO. Coordenadora do Centro Interdepartamental em Biologia Experimental e Biotecnologia – CIBEBI. Pesquisadora do Laboratório de Geografia e Planejamento Ambiental - LABOGEOPA. Docente da Pós-Graduação Mestrado e Doutorado em Geografia da UNIR.

Tamires Cunha de Aguiar: Licenciada, Bacharel e Mestre em Geografia Física pela Universidade Federal de Rondônia. Doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação Mestrado e Doutorado em Geografia da UNIR. Professora do Município de Porto Velho-RO e Pesquisadora do Laboratório de Geografia e Planejamento Ambiental - LABOGEOPA

Colaboradores:

Gizele Carvalho Pinto: Licenciada, Bacharel e Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Rondônia – UNIR . Doutora em Geografia Física pela Universidade Federal do Paraná. Pesquisadora do Laboratório de Geografia e Planejamento Ambiental – LABOGEOPA.

Luiz Cleyton Holanda Lobato: Licenciado, Bacharel e Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Rondônia – UNIR. Doutor em Geografia Física pela Universidade Federal de Rondônia. Pesquisador do Laboratório de Geografia e Planejamento Ambiental - LABOGEOPA; Geógrafo Superintendente do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE\RO.

Bráulio Magalhães Fonseca: Geógrafo, professor do Departamento de Cartografia da UFMG. Possui Doutorado e Mestrado em Análise Ambiental pela UFMG. Pesquisador na área de Sistemas de Informações Geográficas e Geodesign aplicados ao Planejamento Territorial e Ambiental. Coordenador do Laboratório de Geotecnologias-GeotecLab do CPMTC/IGC/UFMG. Atua nas áreas de Cartografia, Sensoriamento Remoto, Geodesign, Geomorfologia, Planejamento Urbano e Regional.

Edivaldo Lopes Thomaz: Professor Associado, Departamento de Geografia, Universidade Estadual do Centro-Oeste-UNICENTRO, Guarapuava-PR. Formado em Técnico Agropecuária, função exercida na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária por oito anos. Graduado em Geografia pela Universidade Estadual de Londrina (1995). Mestre (2000) e Doutor (2005) em Ciências, Geografia Física, pela Universidade de São Paulo com estágio na University of Toronto, Canada (2005) (Tema: Evolução de ravina sob chuva simulada). Pós-doutorado na School of Environment and Society, University of Wales, Swansea, UK (2010) (Tema: Fogo e erosão do solo) e The University of Texas at Austin, US (2014) (Tema: Processos hidrogeomorfológicos em estradas não pavimentadas).

Allan Rodrigues Augusto: Graduado pela Faculdade Interamericana de Porto Velho (2013) em Arquitetura e Urbanismo, e MBA no Instituto de Pós-Graduação de Goiás em Gerenciamento de Obras, Tecnologia & Qualidade da Construção. Mestre em geografia pela Universidade Federal de Rondônia. Atualmente é Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico no Instituto Federal de Rondônia - IFRO. Tem experiência em análises de processos urbanos, com ênfase em vulnerabilidade socioambiental. Doutorando pelo PPGG/UNIR.

Anderson Augusto Volpato Scoti: Bacharel em Geografia, formado na Universidade Federal de Santa Maria. Mestre em Geografia pela UFSM, área de concentração: Análise Ambiental e Dinâmica Espacial. Doutor em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, área de concentração: Análise Ambiental. Pós-Doutorado junto ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Rondônia. Tem experiência em Geoprocessamento e Análise Ambiental. Trabalha com Geociências e Cartografia Temática, com ênfase em: mapeamentos Pedológicos, Geológicos, Geomorfológicos, Geoambientais e identificação de áreas com risco Geológico-Geomorfológico. Professor Adjunto da UFSM.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho não teria sido possível sem o apoio das seguintes instituições e pessoas:

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE;

Sistema de Proteção da Amazônia – SIPAM/RO;

Centro Interdepartamental em Biologia Experimental e Biotecnologia da Universidade Federal de Rondônia;

Pró-Reitoria de Administração com especial ênfase aos colegas da Coordenação de Serviços Gerais, aqui representados nas pessoas da Senhora Karine e Sr. Alípio da Universidade Federal de Rondônia;

Sr. Sandro Marcos Bortolini, Gerente de Pecuária da Fazenda Santa Carmen – RO e demais moradores;

Aos Moradores e Produtores Rurais da Bacia do rio Branco-RO.

A toda equipe do Laboratório de Geografia e Planejamento Ambiental.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	12
1 - RECURSOS HÍDRICOS NA AMAZÔNIA SUL OCIDENTAL: BACIA DO RIO BRANCO EM PORTO VELHO -RONDÔNIA 14	
2 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E OBJETIVOS.....	15
3 – METODOLOGIA	17
3.1. Método de vulnerabilidade à erosão.....	17
3.1.1. Critérios para atribuição dos pesos e suas variáveis temáticas do VNE-I.....	17
3.1.2. Geologia	17
3.1.3. Geomorfologia.....	18
3.1.4. Solos	18
3.1.5. Vegetação.....	18
3.1.6. Clima	19
3.2. Fórmulas aplicadas para VNE-I.....	19
3.2.1. Equação para o índice Geomorfológico	19
3.2.2. Equação geral do VNE.....	19
3.3. Método para levantamentos do uso e cobertura da terra	20
3.4. Método para levantamentos de dados cartográficos.....	20
3.5. Metodologia para levantamentos de dados da água e solo.....	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	21
4.1. Caracterização Ambiental da bacia do rio Branco (atendimento do objetivo específico nº 01)	21
4.1.1. Aspectos da Cobertura Vegetal.....	21
4.1.2. Características Pedológicas - Granulometria.....	21
4.1.3. Características Geomorfológicas.....	24
4.1.4. Características Climáticas (intensidade pluvial) da bacia	25
4.1.5. Caracterização da Geologia.....	26
4.1.6. Características Morfométricas da bacia do rio Branco.....	28
4.2. Tipologias de Uso e Cobertura da Terra e Malha Viária (Atendimento do objetivo específico nº 02)	30
4.2.1. Série histórica do desmatamento na bacia do rio Branco - RO.....	35
4.2.2. Papel das estradas nos processos de desmatamento e criação dos rios efêmeros-artificiais (Atendimento do objetivo específico nº 02 e 06)	38
4.3. Definição dos pesos da vulnerabilidade temática das variáveis (atendimento do objetivo específico 03)	42
4.3.1 VNE do Tema Vegetação.....	42
4.3.2 VNE do Tema Geomorfologia	43
4.3.3 VNE do Tema Solos.....	45
4.3.4 VNE do Tema Geologia.....	46
4.3.5 VNE do Tema Intensidade Pluviométrica (Clima)	48
4.3.6 VNE do Tema Uso e Cobertura da Terra	49
4.4. Síntese cartográfica da Vulnerabilidade Natural à Erosão da bacia do RB - CENÁRIOS – I / II E III / VNE).....	50
4.5 Áreas com potencial para conservação a partir do Índice de VNE (atendimento do objetivo específico nº 04)	53
4.6 Relação entre áreas de vulnerabilidade à erosão e o ZSEE-RO: análise à luz da lei 233/2000	56
(atendimento do objetivo específico nº 05).....	56
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS (ATENDIMENTO DO OBJETIVO GERAL)	61
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
7. OUTRAS ATIVIDADES E FORMAÇÃO DE QUADROS QUALIFICADOS	70
7.1 - Expedições de Campo.....	70
7.2 – Subprojetos de pesquisa realizados e vinculados ao projeto da bacia do rio Branco:.....	71
7.3 - Sub-Projetos vinculados ao Projeto rio Branco oriundos do PIBIC/UNIR/CNPq	71
7.4 - Sub-Projetos vinculados ao Projeto rio Branco oriundos de estágio Pós-Doutoral - UNIR.....	73
7.5 - Relevância da sua pesquisa para o desenvolvimento de CT&I de Rondônia e do país	74
7.6 – Cooperações Técnicas e Científicas firmadas no âmbito do projeto rio Branco.....	74
7.7 - Interação entre área/subárea do Conhecimento e as estratégias para incorporação dos resultados na Sociedade.....	76

7.8 - Liste os meios de divulgação resultantes da pesquisa (ações, publicações, apresentações e respectivos Links, se for o caso)...	77
7.9 - Houve colaborações com instituições nacionais e/ou internacionais durante o desenvolvimento do projeto? Caso afirmativo, aponte-as e descreva os resultados dessa parceria.....	77
7.10 - Houve alteração dos objetivos propostos? Justifique.....	78
7.11 - As etapas previstas no cronograma de atividades foram cumpridas adequadamente até o momento? Caso negativo, registre as ocorrências que interferiram no desenvolvimento da pesquisa.....	78
7.12 - Relacione os fatores que facilitaram ou dificultaram a execução da pesquisa até o momento.....	78
7.13 - Artigos submetidos para publicação referente ao tema do Projeto:.....	80
8. APÊNDICE – ACERVO FOTOGRÁFICO DO USO E COBERTURA DA TERRA	82
8.1 Bacia do rio Branco e sub-bacia do Igarapé Bom Futuro	82
9. Anexos.....	100
9.1 ANEXO I – Carta com justificativa do Prof. Dr. Bráulio pela não realização de viagem a Porto Velho.....	101
9.2 ANEXO II – Proposta de Colóquio para discussão de bacias hidrográficas como estratégia de divulgação do projeto.....	102

LISTA DE SIGLAS

APC	Áreas Potenciais para Conservação
APP	Áreas de Proteção Permanente
ASTER	Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer
BHRB	Bacia Hidrográfica do Rio Branco
BRB	Bacia do Rio Branco
CIBEBI	Centro Interdepartamental em Biologia Experimental e Biotecnologia
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
DSG	Diretoria do Serviço Geográfico (do exército)
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFRO	Instituto Federal de Educação de Rondônia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
LABOGEOPA	Laboratório de Geografia e Planejamento Ambiental
LANDSAT	Land Remote Sensing Satellite
LAPEF	Laboratório Análise de Água, Efluentes, Solo e Derivados de Petróleo
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
MDE	Modelo Digital de Elevação
ObE	Objetivos Específicos
PVH	Porto Velho
RADAMBRASIL	Levantamentos Radagramétricos do Brasil
RB	Rio Branco
RO	Rondônia
SEDAM	Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental de Rondônia
UCT	Uso e Cobertura da Terra
UFA	Unidade Fisiográfica de Análise
UFAC	Unidade Fisiográfica de Análise do Clima
UFAG	Unidade Fisiográfica de Análise Geológica
UFAR	Unidade Fisiográfica de Análise do Relevo
UFAS	Unidade Fisiográfica de Análise do Solo
UFAV	Unidade Fisiográfica de Análise da Vegetação
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UNICENTRO	Universidade Estadual do Centro Oeste do Paraná – Campus Guarapuava
UNIR	Universidade Federal de Rondônia
UNIR	Universidade Federal de Rondônia
VNE	Vulnerabilidade Natural à Erosão
VNEUT	Vulnerabilidade Natural à Erosão com Uso e Ocupação da Terra
ZSEE	Zoneamento Sócio-Econômico e Ecológico

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Escala de Vulnerabilidade.....	17
Quadro 2: Classificação Textural de Amostras de Solo da bacia do rio Branco – PVH/RO.....	34
Quadro 3: Identificação e Caracterização do Tema Uso e Cobertura da Terra na bacia do rio Branco - PVH/RO.....	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Características Morfométricas da bacia do rio Branco-RO.....	28
Tabela 2: Valores em percentuais dos padrões de declividade	29
Tabela 3: Tipologias de Uso e Cobertura da Terra (UCT) - levantamentos	32
Tabela 4: Série histórica do Desmatamento (2000 a 2020) em Ha, Km ² e Percentuais.....	36
Tabela 5: Parâmetros obtidos em Laboratório referentes as amostras de água da calha do rio Branco.....	40
Tabela 6: Caracterização e índices da VNE do tema Vegetação – bacia do rio Branco – PVH/RO	43
Tabela 7: Caracterização e índices da VNE do tema Geomorfologia - bacia do rio Branco – PVH/RO.....	43
Tabela 8: Caracterização e índices da VNE do tema Solos na bacia do rio Branco – PVH/RO.....	45
Tabela 9: Caracterização e índices da VNE do tema Geologia - bacia do rio Branco – PVH/RO	47
Tabela 10: Índices da VNE do tema Intensidade Pluviométrica (Clima) - bacia do rio Branco – PVH/RO	48
Tabela 11: Caracterização e índices da VNE para Uso e Cobertura da Terra - bacia do rio Branco – PVH/RO	49
Tabela 12: Valores das Áreas com Potencial para Conservação - APC em Hectares e Km ²	55
Tabela 13: Relação entre valores da VNE + UCT - bacia do rio Branco – PVH/RO e as Sub-Zonas do ZSEE.....	60

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da Área de Estudo.....	15
Figura 2: Mapa temático da vegetação da bacia do rio Branco-RO.....	21
Figura 3: Mapa temático de pedologia da bacia do rio Branco-RO.....	22
Figura 4: Mapa temático de Geomorfologia da bacia do rio Branco.	25
Figura 5: Mapa temático de Clima - pluviosidade da bacia do rio Branco-PVH/RO.....	26
Figura 6: Mapa temático de Geologia da bacia do rio Branco.....	27
Figura 7: Mapa hipsométrico da bacia do rio Branco.....	29
Figura 8: Mapa de Declividade da bacia do rio Branco-RO.....	30
Figura 9: Tendências do desmatamento projetado para 2050.....	31
Figura 10: Mapa de Uso e Cobertura da Terra - bacia do rio Branco.....	35
Figura 11: Série Histórica do desmatamento na bacia do rio Branco – RO - 2000 a 2020.....	37
Figura 12: Influência das estradas vicinais no aporte sedimentar por meio da criação de rios efêmero na BRB.....	38
Figura 13: Mapa dos pontos de cruzamento entre rios (igarapés) e estradas vicinais.....	39
Figura 14: Mapa da Vegetação com os índices da VNE – bacia do rio Branco – PVH/RO.....	42
Figura 15: Mapa da Geomorfologia com os índices da VNE – bacia do rio Branco – PVH/RO.....	44
Figura 16: Mapa de Solos com os índices da VNE – bacia do rio Branco – PVH/RO.....	46
Figura 17: Mapa de Geologia com os índices da VNE – bacia do rio Branco – PVH/RO.....	47
Figura 18: Mapa da Precipitação e índices da VNE – bacia do rio Branco – PVH/RO.....	48
Figura 19: Mapa de Uso e Cobertura da Terra e índices da VNE – bacia do rio Branco – PVH/RO.....	50
Figura 20: Mapa Síntese com os valores da VNE (cinco variáveis) – bacia do rio Branco – PVH/RO.....	51
Figura 21: Mapa Síntese e índices da VNE com Uso e Cobertura da Terra – bacia do rio Branco – PVH/RO.....	52
Figura 22: Mapa Síntese e índices da VNE sem a variável Geologia – bacia do rio Branco – PVH/RO.....	53
Figura 23: Mapa Síntese com APC a partir do Índice de VNE – bacia do rio Branco – PVH/RO.....	55
Figura 24: Mapa do ZSEE de Rondônia no âmbito da bacia do rio Branco.....	57
Figura 25: Mapa das Áreas Legalmente Protegidas circunscritas à bacia do rio Branco.....	58
Figura 26: Mapa da VNEUT e as sub-zonas do ZSEE de Rondônia no âmbito da bacia do rio Branco.....	59

RESUMO:

Esse relatório é o resultado de estudo continuado e desenvolvido na porção Sul Ocidental da Amazônia, notadamente na região do alto rio Madeira, estado de Rondônia. Faz parte de um conjunto de levantamentos de sub-bacias hidrográficas à montante de Porto Velho que objetivaram entender os efeitos de empreendimentos de larga escala nos sistemas ambientais de bacias hidrográficas. Dentre os estudos já realizados com a mesma abordagem destacamos: a) Vulnerabilidade Natural à Erosão em bacia hidrográfica da Amazônia Ocidental: cenários e possibilidades (NUNES, 2014; NUNES, et al.; 2021) e b) Vulnerabilidade Natural à erosão da bacia do rio Mutumparaná-Porto Velho-RO/2009-2011. O objetivo geral do estudo foi o de Mapear e Quantificar os índices de Vulnerabilidade Natural à erosão da bacia do rio Branco a fim de oferecer dados geoambientais que subsidiem o planejamento da bacia e a tomada de decisões no âmbito da gestão dos recursos hídricos da região do alto rio Madeira e como contribuição ao desenvolvimento regional. A metodologia adotada para confecção dos mapas temáticos de Vulnerabilidade à Erosão foi adaptada de Crepani et al. (2001). Para os levantamentos de Uso e Cobertura, adotamos a proposta de Brasil (2006) com adaptações. No levantamento dos dados cartográficos, foram utilizadas as cartas DSG/Exército – Diretoria de Serviço Geográfico do Ministério do Exército: SC20 – V-D-I, SC20 – V-D-IV, SC20 – V-D-V, SC20 – Y-B-I e SC20 – Y0BII, com escala de 1:100.000. Na confecção dos mapas utilizamos o software ArcGIS 10.4 versão Free, além do auxílio do software Quantum GIS versão 3.2. A finalização estética dos mapas foi realizada no software Corel Draw, mantendo a proporcionalidade e escalas adotadas em ambiente SIG. Na confecção do MDE, utilizamos extensões do software ArcGIS 10.4 versão *Free* e imagem ASTER (2010). Da imagem ASTER retirou-se todas as informações topográficas correspondentes à área da pesquisa, como a declividade e a hipsometria, além da área da bacia hidrográfica. Por meio da ferramenta 3D Analyst do software ArcGIS 10.4, utilizando a rede irregular de triângulos, gerou-se as curvas de níveis. Após esse processo foram geradas as declividades com a utilização do método Surface Analysis e a opção Slope. Para as análises granulométricas e da água encaminhamos material para os Laboratórios Agroanálise-MT e LAPEF-RO. Os resultados indicaram atenção para as sub-zonas 3.1 e 3.2. Estas foram enquadradas nos índices de 1,9 a 2,2, classe morfodinâmica medianamente estável/vulnerável, com um percentual de 27,372% da área. De modo geral a vulnerabilidade natural à erosão da bacia indicou que 58,99% de sua área enquadraram-se morfologicamente na classe Medianamente Estável / Vulnerável. Conforme Tricart (1977), essa área enquadra-se como um meio *intergrade*, por ser uma transição entre meios estáveis e instáveis, com relativo equilíbrio geodinâmico entre morfogênese e pedogênese. A tipologia de Uso e Cobertura majoritário na bacia foi a pecuária (pasto), resultado de dinâmicas territoriais forjadas a partir de investimentos públicos e privados em grandes obras como foram os casos das hidroelétricas, da hidrovia do rio Madeira e a expansão do agronegócio de grãos e da carne. A análise da água do rio Branco indicou teores de coliformes acima do permitido e o adensamento das estradas vicinais potencializam o arraste de sedimentos por se configurarem como canais efêmeros e, provavelmente, responsáveis pelo grande aporte sedimentar nos cursos d'água cujos processos de turbidez são empiricamente perceptíveis. As áreas potenciais para conservação considerando os critérios adotados para sua definição, foi de 395,67 Km² ou 3956,7 hectares. Esses totais equivalem a 12,5% da bacia que deveria ser mantida como área de conservação para proteção de seus atributos ecossistêmicos ainda existentes.

Palavras Chaves: Estradas, Uso e Cobertura, Erosão, ZSEE, Fitoestasia.

ABSTRACT:

This report is the result of an ongoing study carried out in the western portion of the Amazon, notably in the upper Madeira River region, in the state of Rondônia. It is part of a set of surveys of hydrographic sub-basins upstream of Porto Velho that aimed to understand the effects of large-scale projects on the environmental systems of hydrographic basins. Among the studies already carried out with the same approach, we highlight: a) Natural Vulnerability to erosion in the Western Amazon watershed: scenarios and possibilities (NUNES, 2014; NUNES, et al.; 2021) and b) Natural vulnerability to erosion in the river basin Mutum-Paraná - Porto Velho-RO / 2009-2011. The general objective of the study was to Map and Quantify the Natural Vulnerability indices to erosion of the Branco river basin in order to provide geoenvironmental data that support basin planning and decision-making in the context of water resources management in the upper region Madeira River and as a contribution to regional development. The methodology adopted for configuring the Erosion Vulnerability thematic maps was adapted from Crepani et al. (2001). For the Use and Coverage surveys, we adopted the proposal by Brazil (2006) with adaptations. In the survey of cartographic data, the DSG / Army - Directorate of Geographical Service of the Ministry of the Army were used: SC20 - VDI, SC20 - VD-IV, SC20 - VDV, SC20 - YBI and SC20 - YOBII, with a scale of 1: 100,000. In making the maps we used the ArcGIS 10.4 version Free software, in addition to the help of the Quantum GIS version 3.2 software. The aesthetic finalization of the maps was carried out in any Corel Draw software, maintaining the proportionality and scales adopted in a GIS environment. In the preparation of the MDE, it uses the formula of the ArcGIS 10.4 software, Free version and ASTER image (2010). From the ASTER image, all the topographic information corresponding to the research area was removed, such as the slope and hypsometry, in addition to the area of the hydrographic basin. Through the 3D Analyst of the ArcGIS 10.4 software, using an irregular grid of triangles tool, the level curves were generated. After this process, slopes were generated using the Surface Analysis method and the Slope option. For particle size and water analysis, we send material to the Agroanalysis-MT and LAPEF-RO Laboratories. The results indicated attention to sub-zones 3.1 and 3.2. These were framed in indexes from 1.9 to 2.2, moderately stable / vulnerable morphodynamic class, with a percentage of 27.372% of the area. In general, the natural vulnerability to erosion of the basin indicated that 58.99% of its area morphologically fell into the Medium Stable / Vulnerable class. According to Tricart (1977), this area is framed as an intergrid medium, as it is a transition between stable and unstable environments, with a relative geodynamic balance between morphogenesis and pedogenesis. The typology of Use and Coverage is the majority in the basin for livestock (pasture), the result of territorial dynamics forged from public and private investments in large works such as hydroelectric plants, the Madeira River waterway and the expansion of grain and grain agribusiness. of the meat. An analysis of the water in the Branco River indicated levels of coliforms above the permitted level and the densification of the neighboring roads enhances the sediment drag as they are ephemeral channels and probably responsible for the large sedimentary input in the separate watercourses turbidity processes are empirically perceptible. The potential areas for conservation, considering the criteria adopted for their definition, were 395.67 km² or 3956.7 hectares. These totals are equivalent to 12.5% of the basin that should be used as a conservation area to protect its ecosystem attributes that still exist.

Keywords: Roads, Use and Coverage, Erosion, ZSEE, Phytostasis.

BLOCO I

INTRODUÇÃO

Esse relatório é o resultado de estudo continuado e desenvolvido na porção Sul Ocidental da Amazônia, notadamente na região do alto rio Madeira, estado de Rondônia. Faz parte de um conjunto de levantamentos de sub-bacias hidrográficas à montante de Porto Velho que objetivaram entender os efeitos de empreendimentos de larga escala nos sistemas ambientais de bacias hidrográficas. Dentre os estudos já realizados com a mesma abordagem destacamos: **a)** Vulnerabilidade Natural à Erosão em bacia hidrográfica da Amazônia Ocidental: cenários e possibilidades¹ (NUNES, 2014; NUNES, et al.; 2021) e **b)** Vulnerabilidade Natural à erosão da bacia do rio Mutumparaná-Porto Velho-RO/2009-2011 (NUNES, 2012).

O estudo abordou questões da Vulnerabilidade Natural à Erosão aplicada ao Planejamento de bacias. Dois conceitos nortearam a discussão do presente relatório: o de Ecodinâmica que, de acordo com Tricart (1977), pode ser entendido como análise geossistêmica caracterizada a partir do conhecimento da funcionalidade e das relações mútuas dos fluxos de energia e matéria de um dado ecossistema ou ambiente. O segundo conceito é o de vulnerabilidade natural à erosão pois define tanto o grau de suscetibilidade como caracteriza o método a partir do qual a análise permitirá a mensuração da vulnerabilidade da bacia. A análise caracteriza-se pela adoção de sistemas integrados uma vez que incorpora diferentes variáveis ambientais que caracterizam um dado ecossistema, entre elas: geologia, solos, geomorfologia, vegetação, clima e uso e cobertura da terra.

A ênfase dos produtos do estudo foi a de apresentar modelos cartográficos em diferentes temas somado à mensuração dos índices de vulnerabilidade da bacia do rio Branco, afim de identificar quais seriam as unidades espaciais onde a erosão potencial pode ou não subsidiar ações de planejamento e proposição de áreas para conservação como resposta aos níveis de modificação da paisagem, próprios do ambiente amazônico, de modo a minimizar processos de degradação. Por fim o estudo apresentou algumas das ações que podem ser adotadas para definir os melhores cenários de uso racional dos recursos naturais, com destaque para os recursos hídricos.

O critério de escolha da bacia do rio Branco, tomou por base os seguintes PROBLEMAS lá identificados:

- a) A bacia do rio Branco está sob influência do reservatório de Santo Antônio cuja zona de remanso tem forte reflexo em seu sistema hidrológico, particularmente no que se refere à deposição de sedimentos – assoreamento, somada à perda das matas ciliares e zona de várzea;
- b) O efeito de arrasto que o empreendimento hidroelétrico causa, preferencialmente, após sua implantação (FEARNSSIDE, 2019);
- c) A bacia em função da expansão da pecuária está com forte tendência à perda de sua cobertura florestal original, visto que possui porção expressiva de sua área ocupada por assentamentos do INCRA, fazendeiros/pecuaristas, entre outras atividades;
- d) Ausência de monitoramento quanto ao cumprimento da Lei 233/2000, mormente no ordenamento do território e demais legislações ambientais;
- e) Não faz muito tempo, parte importante da área da bacia do rio Branco estava protegida em função da existência de Unidade de Conservação de Uso Sustentável, a Reserva Extrativista Jaciparaná – RESEX Jaciparaná e a FLONA Bom Futuro que juntas, ocupavam cerca de 32,33% da bacia. Contudo essa proteção legal deixou de existir, pois a Resex Jaci-Paraná teve sua área redimensionada por ato de Projeto de Decreto Legislativo da Assembléia Legislativa do Estado de Rondônia por força de pressão de diferentes grupos sociais que demandam a posse da terra em áreas legalmente protegidas. Situação similar ocorreu com a Flona Bom Futuro.

A justificativa para estudos em bacias hidrográficas se deve ao fato de que estas podem ser consideradas como uma unidade ideal para o gerenciamento integrado dos recursos naturais. Por esta característica entendemos haver pertinência na aplicação do método de análise integrada de Crepani (2001), a partir do qual foi possível identificar padrões de vulnerabilidade natural à erosão na área em tela, bem como a projeção de cenários.

Nesse estudo o conceito de Vulnerabilidade será entendido como o grau de perda para um dado elemento ou grupo de elementos dentro de uma área afetada pelo processo considerado (CASTRO, PEIXOTO e PIRES DO RIO, 2005). O processo que se quer mapear e mensurar é o da erosão potencial que pode ocorrer pela perda das características Ecodinâmicas do ambiente que por

¹ Relatório Final: Análise da Vulnerabilidade à Erosão em bacia Hidrográfica na Amazônia Sul Ocidental: estudo de caso na bacia do rio São Francisco – Rondônia/2011-2014 (NUNES, 2014).

força das atividades antrópicas pode comprometer o equilíbrio dinâmico, tornando-se um sistema instável (TRICART, 1977).

Este relatório tem por objetivo apresentar por meio de análise objetiva, os resultados obtidos no período de realização do projeto com ênfase para o mapeamento e quantificação dos índices de Vulnerabilidade Natural à erosão da bacia do rio Branco a fim de oferecer dados Geoambientais que subsidiem o planejamento da bacia e a tomada de decisões no âmbito da gestão dos recursos hídricos da região do alto rio Madeira, bem como descrever as atividades desenvolvidas no campo, gabinete, laboratório, bem como as dificuldades enfrentadas, mormente as que se relacionaram à violência rural na área de estudo e, mais recentemente, os problemas derivados da Pandemia da COVID-19 que assolou o Brasil nos últimos 18 meses. Por fim, também objetiva apresentar os dados de desembolso para fins da prestação de contas do financeiro.

O referido relatório foi dividido em três Blocos a saber:

- O primeiro discorreu sobre o estado da arte dos recursos hídricos no alto rio Madeira, bem como os resultados por meio de mapeamento temático dos índices de Vulnerabilidade Natural à Erosão, do Uso e Cobertura da Terra, características geoambientais da bacia e proposição de três cenários – VNE e VNEUT;

- O segundo caracterizou-se pela apresentação das atividades de laboratório, das expedições de campo, acervo fotográfico, facilidades e dificuldades na execução do estudo e formação de quadros qualificados de jovens pesquisadores.

- O terceiro apresenta o acervo fotográfico da pesquisa e o anexo com notas fiscais e outros documentos importantes.

1 - RECURSOS HÍDRICOS NA AMAZÔNIA SUL OCIDENTAL: BACIA DO RIO BRANCO EM PORTO VELHO -RONDÔNIA

A grande malha hidrográfica da Amazônia em função de seu gigantismo e complexidade, já se constitui elemento suficiente para que se justifique a necessidade de execução de estudos que possam identificar as melhores alternativas de planejamento dos recursos hídricos da região. É por isso que um dos grandes desafios para a Amazônia neste século está centrado a gestão das águas doces.

Desde muito tempo, o sistema de ocupação humana na Amazônia se caracterizava pelo modelo beiradeiro. Foi com a expansão dos grandes eixos rodoviários e com os projetos de colonização empreendidos no final dos anos 60 do século XX, que o modelo de ocupação passou a ser interfluvial. Suas consequências na biota amazônica, particularmente, no estado de Rondônia caracterizaram alteração drástica na paisagem natural e, por conseguinte, no regime hídrico de suas bacias hidrográficas.

Três grandes questões podem explicar as alterações verificadas em Rondônia nos últimos 40 anos: 1) a primeira está relacionada ao projeto de colonização agrícola, 2) a segunda caracterizou-se pela expansão do agronegócio da soja e da pecuária e, 3) a terceira, vinculou-se aos grandes projetos infraestruturais (SOLTANI, A. & OSBORNE, 1997; NUNES, 2004 e 2011).

Das três questões pontuadas, as hidrelétricas do rio Madeira merecem destaque pelo efeito direto e indireto na dinâmica de alteração da paisagem. Sua implementação tem gerado grandes impactos sócio-ambientais na área de estudo, com ênfase para o desmatamento com forte reflexo na dinâmica hidrológica, na erosão e assoreamento dos canais. Os efeitos dessas novas intervenções na Amazônia rondoniense desconsideram o grau de vulnerabilidade/fragilidade do ambiente onde se materializam tornando o planejamento de médio e longo prazos pouco ou nada efetivos (BASCOPE e D'ALVEAR, *Op. Cit*, CAVALCANTE, *et. al.*, 2011).

Na região do alto rio Madeira (RO), os empreendimentos de Jirau e Santo Antônio, após o início de suas atividades de produção de energia potencializaram as dinâmicas territoriais em curso na região o que tem definido os esforços e a motivação no desenvolvimento de pesquisa científica executadas pelo Grupo de Estudos e Pesquisas em Planejamento Ambiental da UNIR, na área onde os empreendimentos estão circunscritos. A principal ferramenta para o melhor entendimento das fragilidades que o ambiente da área focal apresenta tem como base os estudos de Vulnerabilidade à Erosão no sentido de analisar, mensurar e mapear as zonas mais frágeis das bacias hidrográficas, neste caso, a bacia do rio Branco-RO. A realização deste estudo possibilitou a continuidade dos estudos já realizados (com financiamento do CNPq) em outras bacias (a exemplo das bacias do rio Mutum-Paraná e São Francisco) onde os problemas indicados, além de semelhantes são recorrentes (NUNES, 2012 e 2014). Em síntese, empreendimentos como os do rio Madeira materializam transformações que geram de forma imediata externalidades ambientais negativas que são desconsideradas no cômputo das justificativas para sua implantação (SOARES e PORTO, 2007).

Os distritos de Mutumparaná e Jaciparaná, situados no município de Porto Velho, à montante da Capital, são o espaço focal do processo de intervenção das obras e do alagamento longitudinal das hidroelétricas. Este é o cenário emergente no que se refere aos impactos ambientais na área da bacia do rio Branco, mesmo quando se considera as restrições impostas pelo Zoneamento Econômico e Ecológico de Rondônia vigente desde o ano de 2000.

O entendimento do processo de ocupação e as dinâmicas atuantes no alto rio Madeira, particularmente na bacia do rio Branco (importante tributário do rio Jaci-Paraná), é fator primordial, cujo estabelecimento de cenários preditivos, a partir dos estudos de Vulnerabilidade Natural à erosão com vistas ao planejamento adequado e sustentável dos recursos naturais, proporcionou um melhor dimensionamento dos impactos decorrentes dos grandes empreendimentos, da expansão da pecuária e, mais recentemente, dos conflitos sociais que têm marcado as pressões antrópicas em Áreas Legalmente Protegidas circunscritas à bacia do rio Branco, na região de Rio Pardo e RESEX Jaciparaná.

Nesta proposta de pesquisa, continuamos a insistir no desenvolvimento de modelos ou cenários a partir da cartografia digital como ferramenta adequada para subsidiar a gestão de bacias hidrográficas em função das facilidades de espacialização e temporalização no ordenamento das principais atividades antrópicas em curso na bacia, sejam elas impactantes ou não. Assim sendo, por se constituir numa bacia hidrográfica onde a escala de abordagem é relativamente grande, optamos

pela proposta metodológica de identificação dos padrões de vulnerabilidade que além de ser operacional na apresentação dos resultados, por sua característica técnica possibilita gerar cenários, facilitando de forma objetiva a tomada de decisão dos gestores públicos e privados (CREPANI, et al. 2001; CAVALCANTE, *et. al.* 2008).

A degradação dos mananciais é uma questão problemática na bacia, pois embora essas áreas tenham amparo da lei, as expedições de campo indicaram forte pressão nessas áreas caracterizada pela perda da cobertura vegetal. Este cenário pode comprometer o próprio sistema de alimentação da bacia bem como abastecimento de água para humanos e dessedentação de animais. Outro dado não menos importante é o efeito do desmatamento no excesso de turbidez o que confere maior carga sedimentar ao fluxo de água no canal e, dependendo dos padrões de vulnerabilidade natural à erosão da bacia, esses processos tendem a ser ampliados (WATANABE, 2011, NUNES, 2014).

2 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E OBJETIVOS

A bacia do rio Branco está localizada à noroeste do Estado de Rondônia conforme mapa da Figura 1. É uma sub-bacia do rio Jaci-Paraná cujo exutório foi atingido pelo reservatório da UHE de Santo Antônio.

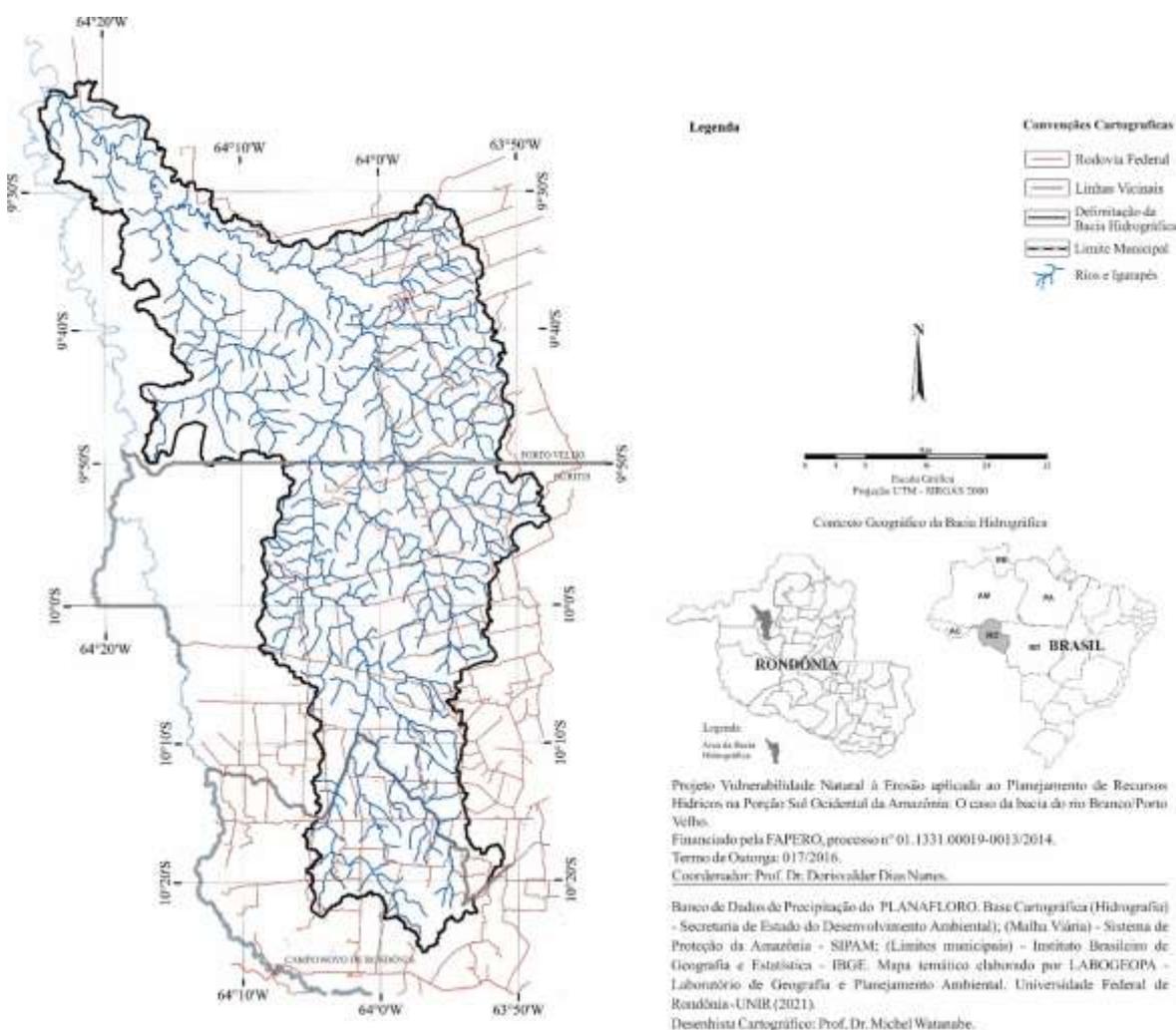


Figura 1: Localização da Área de Estudo

Com área estimada de 3.164,6 km², a bacia do rio Branco possui um perímetro de 578,53 Km e sua área abrange os municípios de Porto Velho com 1640,18 km², Buritis com 1193,06 km² e o município de Campo Novo com 331,36 km². Possui extensão de 195,42 Km no seu rio principal e extensão total de toda malha hidrográfica de 1759,91 Km.

O objetivo geral do estudo foi o de Mapear e Quantificar os índices de Vulnerabilidade Natural à erosão da bacia do rio Branco a fim de oferecer dados geoambientais que subsidiem o planejamento da bacia e a tomada de decisões no âmbito da gestão dos recursos hídricos da região do alto rio Madeira e como contribuição ao desenvolvimento regional. Seis foram os Objetivos Específicos (ObE), todos acompanhados de suas respectivas metas a saber:

ObE 01 - Caracterizar as variáveis do meio físico definidas pela Geologia, Pedologia, Geomorfologia, Climatologia (intensidade pluviométrica) e Vegetação da bacia do rio Branco.

Meta: Organização de banco de dados das variáveis do meio físico e confecção dos mapas temáticos de cada variável até o 3º trimestre do 1º ano

ObE 02 - Definir as classes de Uso e Cobertura da Terra na área da bacia e atualização da malha rodoviária.

Metas: Definição em laboratório dos pontos amostrais e sua espacialização cartográfica até o 1º trimestre do 1º ano;

Realização de Expedição de Campo para atualização da malha rodoviária – 1º e 2º trimestre do 1º ano;

Realização de Expedições de Campo para determinação das classes de Uso e Cobertura da Terra entre o 2º, 3º e 4º Trimestre do 1º ano e 1º trimestre do 2º ano;

Banco de dados da classificação supervisionada das classe de uso e cobertura da terra – 1º e 2º trimestre do 2º ano.

ObE 03 - Atribuir pesos para cada variável do meio físico bem como das características de Uso e Cobertura da Terra.

Meta: Confecção dos Mapas Temáticos de Vulnerabilidade Natural à Erosão de cada variável do meio físico e uso e cobertura da terra até o 2º e 3º trimestre do 2º ano.

ObE 04 - Realizar a partir do mapeamento das zonas de vulnerabilidade à erosão da bacia do rio Branco, a indicação de áreas destinadas à conservação.

Meta: Confecção dos mapas temáticos com as áreas ou zonas de conservação definidas pelas áreas identificadas como vulneráveis na bacia do rio Branco até o 2º e 3º trimestre do 2º ano.

ObE 05 - Analisar e Espacializar o enquadramento legal da bacia a partir do cruzamento dos dados do Zoneamento Sócio-Econômico e Ecológico de Rondônia - ZSEE de Rondônia com os dados de mapeamento das zonas identificadas como vulneráveis.

Meta: Confecção dos mapas sínteses com o cruzamento dos dados de Vulnerabilidade Natural à Erosão e dos dados do ZSEE de Rondônia com sua compatibilidade legal 1º, 2º e 3º trimestre do 2º ano.

ObE 06 - Coletar amostras de solo e água para análise respectiva de granulometria e microbiológicas,

Meta: Caracterização microbiológica presente na água. Definição granulométrica e parâmetros físico-químicos do solo. 2º, 3º e 4º Trimestre do 1º ano e 1º trimestre do 2º ano.

Para verificação da execução de cada objetivo, tanto o Geral como os Específicos e suas respectivas Metas, em cada título ou sub-título, relacionamos os resultados a cada um dos objetivos.

3 – METODOLOGIA

Para confecção dos mapas temáticos de Vulnerabilidade à Erosão adotamos o método de Crepani (2001) desenvolvido pelo INPE

É o mesmo método que serviu de roteiro metodológico para construção da proposta de Zoneamento Ecológico Econômico da Amazônia Legal (BECKER e EGLER, 1997). Esse pressupõe um estudo integrado de variáveis fisiográficas, doravante denominadas de Unidades Fisiográficas de Análise – UFA, num total de cinco: geologia, solo, geomorfologia (relevo), vegetação e clima (intensidade da chuva), somando-se a uma sexta variável de uso de cobertura da terra.

As UFA's foram caracterizadas a partir dos dados disponibilizados no RADAMBRASIL, FOLHA SC20 - Porto Velho. A escala final dos mapas temáticos de vulnerabilidade e o mapa síntese de vulnerabilidade (com a integração das variáveis fisiográficas) foi de 1:250.000 (BRASIL, 1978; BRASIL, 1999). O software básico para montagem dos mapas e cartas foi o ArcGIS 10.4 versão Free, além do auxílio do software Quantum GIS versão 3.2. Para cada tema analisado, foi classificado o grau de vulnerabilidade de cada unidade fisiográfica baseada nos processos de morfogênese e pedogênese (TRICART, 1977). A vulnerabilidade é expressa pela atribuição de valores (de 1 a 3, num total de 21 valores) para cada unidade fisiográfica, conforme Quadro I.

Quadro 1: Escala de Vulnerabilidade

UNIDADES DE PAISAGEM	MÉDIA			GRAU DE VULNERABILIDADE	GRAU DE SATURAÇÃO			
					VERMELHO	VERDE	AZUL	CORES
U1	↑	3,0		VULNERÁVEL	255	0	0	
U2		2,9			255	51	0	
U3		2,8			255	102	0	
U4		V	2,7			255	153	
U5	U	2,6		MODERADAMENTE VULNERÁVEL	255	204	0	
U6	L	2,5	E		255	255	0	
U7	N	2,4	S		204	255	0	
U8	E	2,3	T		153	255	0	
U9	R	2,2	A	MEDIANAMENTE ESTÁVEL/VULNERÁVEL	102	255	0	
U10	A	2,1	B		51	255	0	
U11	B	2,0	I		0	255	0	
U12	I	1,9	L		0	255	51	
U13	L	1,8	I	MODERADAMENTE ESTÁVEL	0	255	102	
U14	I	1,7	D		0	255	153	
U15	D	1,6	A		0	255	204	
U16	A	1,5	D		0	255	255	
U17	D	1,4	E	ESTÁVEL	0	204	255	
U18	E	1,3			0	153	255	
U19		1,2	↓		0	102	255	
U20		1,1			0	51	255	
U21		1,0			0	0	255	

Fonte: Crepani et al. (2001)

3.1. Método de vulnerabilidade à erosão

3.1.1. Critérios para atribuição dos pesos e suas variáveis temáticas do VNE-I

3.1.2. Geologia

Para o tema Geologia é o grau de coesão das rochas que constitui a informação básica a ser analisada. Através do levantamento geológico desenvolvido no Projeto RADAMBRASIL, obtém-se o perfil histórico de evolução do ambiente geológico da área de estudo (BRASIL, 1990). Isso permite entender a origem das rochas e os grupos a que estas pertencem quanto à composição física e química. Considerando o “grau de coesão” das rochas, atribui-se valores de vulnerabilidade

à Unidade Fisiográfica de Análise Geológica (UFAG). O valor próximo à estabilidade atribui-se às rochas com maior grau de coesão (1,0), valores intermediários, ao redor de (2,0), para rochas com grau de coesão média e os valores próximos à (3,0) para as rochas que apresentam os menores valores de estabilidade (Crepani et al., 2001).

3.1.3. Geomorfologia

O grau de vulnerabilidade geomorfológica foi obtido a partir dos índices morfométricos ou seja: dissecação, declividade e amplitude altimétrica. Esses índices determinam as formas de relevo, em topos planos ou tabulares, arredondados ou em colinas, angular ou em forma de crista (Crepani et al., 2001; ROSS, 1996). O grau de dissecação realizado pela drenagem foi obtido a partir de medições realizadas em cartas topográficas. A amplitude altimétrica foi obtida pelo cálculo da diferença entre as cotas máximas e cotas mínimas da estrutura do relevo, existentes em cartas topográficas na escala de 1:100 000. Esses três parâmetros morfométricos principais foram adotados para determinação da vulnerabilidade morfológica - dissecação, amplitude altimétrica e declividade (GUERRA, 1996; FLORENZANO, 2008).

Com base nas formas de relevo e nos índices morfométricos, têm-se para os relevos planos e suavemente ondulados com superfícies pediplanas, interflúvios tabulares e colinas de topo aplainadas, valores de estabilidade que variam de (1,0) a (1,6). Para os relevos ondulados, dissecados em colinas, sugerem-se valores de estabilidade que variam de (1,7) a (2,3), e para os relevos fortemente ondulados a escarpados dissecados em cristas, ravinas e pontões, propõe-se valores de estabilidade que variam de (2,4) a (3,0). Todos os valores dependem da intensidade e grandeza dos índices morfométricos. As formas de acumulação, por serem instáveis recebem valor 3.0 (CREPANI et al., 2008).

3.1.4. Solos

Na variável solo (Unidade Fisiográfica do Solo - UFAS), é necessário verificar se há favorecimento ao processo de pedogênese, isto é, verificar se o ambiente favorece a formação e desenvolvimento do solo. Sendo assim, podemos atribuir valores iguais à (1,0) para as classes de solos do tipo Latossolos (LA). Os Podzólicos deverão receber valores iguais a (2,0). Nestes solos, a diferença de textura entre o horizonte A e B, é ocasionado pela acumulação de argila no horizonte B, que dificulta a infiltração no perfil deste solo, o que favorece o processo de erosão. As unidades de análise que possuem solos jovens e pouco desenvolvidos apresentam como característica principal, a pouca evolução pedogenética. São solos ainda em fase de formação, se desenvolvem a partir da rocha matriz (*in situ*). Portanto, na condição de solos pouco desenvolvidos, existem diversos tipos de solos, os mais importantes são: Neossolos Flúvicos (RU), Neossolos, Quartzarênicos (RQ), Gleissolos (O). Dentre os solos Gleissolos, as principais classes são: Gleissolos Ápicos (GX), Gleissolos Melânicos (GM), Laterita Hidromórfica (LA) ou Plintossolo (PL) e os solos Concrecionários e Lateríticos (LL). Todos esses tipos de solos possuem valores de vulnerabilidade iguais a (3,0). Será necessário a compatibilização com as novas nomenclaturas pedológicas (CREPANI et al., 2001; BRASIL, 1999).

3.1.5. Vegetação

Para a variável Vegetação, a densidade da cobertura vegetal foi o parâmetro obtido. A densidade florestal nas Unidades Fisiográficas de Análise Vegetal (UFAV) aparecem como fator de proteção do solo contra possíveis processos de erosão. Por isso, atribui-se valor próximo (1,0) às unidades fisiográficas que possuem característica de Floresta Ombrófila Densa, Aberta e Mista, independente da posição topográfica (aluviais, terras baixas, submontana, montana e alta montana). Estas unidades fisiográficas naturais, também podem ser caracterizadas pela formação de Floresta Tropical com fisionomia específica (dossel uniforme ou emergente), palmeiras, cipó, bambu e sororoca (CREPANI, *Op. Cit.*).

As unidades fisiográficas de vegetação que apresentam baixa densidade de cobertura vegetal determinam valores moderadamente estáveis entre (1,4 a 1,7), a exemplo da Floresta Estacional Semidecidual ou Floresta de Campinarana, etc. (BRASIL, 2012). As unidades vegetais caracterizadas pela formação de florestas, onde predominam baixíssimas densidades de cobertura

vegetal, atribuem-se valores entre (2,3) a (2,6), é o caso da Savana Estépica, Savana Gramínea Lenhosa, Savana Estépica Gramínea Lenhosa, independentemente do relevo.

Na definição dos pesos para Uso e Cobertura da Terra, as formações artificiais do terreno, como as pastagens, as culturas perenes e as culturas anuais, os pesos podem variar de 2,8 / 2,9 / 3,0, conforme definido na escala de vulnerabilidade natural à erosão de Crepani et al. (2001).

3.1.6. Clima

Para o tema clima, são as características físicas das chuvas envolvidas nos processos erosivos que definirão o grau de vulnerabilidade ou seja: quantidade da pluviosidade total, a intensidade pluviométrica e a distribuição sazonal. Dentre as três características é especialmente importante se conhecer a intensidade pluviométrica porque representa uma relação entre os outros parâmetros citados anteriormente (quanto chove), resultados que determinam, em última análise, a quantidade de energia potencial para transforma-se em energia cinética.

Os valores de estabilidade são atribuídos correlacionando os índices extremos de pluviosidade e de duração do período chuvoso na região onde se localiza a Unidade Fisiográfica de Análise do Clima - UFAC. Tal método determina os intervalos de valor que, por interpolação, forneceram a vulnerabilidade da área de estudo. Assim, as UFAC's, localizadas em uma região que apresenta menores índices pluviométricos anuais e maior duração para o período chuvoso, receberão valores próximos a estabilidade (1,0). Aos valores intermediários associam-se os valores de vulnerabilidade/estabilidade ao redor de (2,0). Às unidades localizadas em regiões de maiores índices de pluviosidade anual e menor duração do período chuvoso, atribuem-se valores próximos à vulnerabilidade (3,0). Para definir a intensidade pluviométrica da região onde se localizam as Unidades Fisiográficas de Análise, é necessário estabelecer a relação entre a pluviosidade média anual e a duração do período chuvoso (OLIVEIRA JR, 1990; ROSS, 1996).

3.2. Fórmulas aplicadas para VNE

3.2.1. Equação para o índice Geomorfológico

$$Aa = Amx^{\circ} - Amm^{\circ}$$

Onde:

Aa = Amplitude altimétrica

Amx[°] = Altitude máxima

Amm[°] = Altitude mínima

$$R = (G+A+D) / 3$$

Onde: R = vulnerabilidade para o tema geomorfologia

G = Vulnerabilidade atribuída ao grau de dissecação

A = Vulnerabilidade atribuída á amplitude altimétrica

D = Vulnerabilidade atribuída à declividade

3.2.2. Equação geral do VNE

$$\text{Vulnerabilidade} = (G+R+S+V+C) / 5$$

Onde: G = Vulnerabilidade para o tema Geologia

R = Vulnerabilidade para o tema Geomorfologia

S = Vulnerabilidade para o tema Solos

V = Vulnerabilidade para o tema Vegetação

C = Vulnerabilidade para o tema Clima.

3.3. Método para levantamentos do uso e cobertura da terra

O Uso e Cobertura da Terra constitui a sexta variável a ser analisada para definição dos índices de vulnerabilidade da bacia. A definição das classes de uso e cobertura da terra foram obtidas a partir da adaptação do método do IBGE (BRASIL, 2006) e de NUNES (2012).

3.4. Método para levantamentos de dados cartográficos

Para confecção da base cartográfica foram utilizadas as cartas DSG/Exército – Diretoria de Serviço Geográfico do Ministério do Exército: SC20 – V-D-I, SC20 – V-D-IV, SC20 - V-D-V, SC20 – Y-B-I e SC20 – Y0BII, com escala de 1:100.000. Para a confecção dos mapas utilizou-se o software ArcGIS 10.4 versão free, além do auxílio do software Quantum GIS versão 3.2. A finalização estética dos mapas foi realizada no software Corel Draw, mantendo a proporcionalidade e escalas adotadas em ambiente SIG.

O Modelo Digital de Elevação do Terreno foi realizado por meio de ferramentas (extensões do software ArcGIS 10.4 versão free) utilizando imagem do ASTER (2010). Da imagem ASTER retirou-se todas as informações topográficas correspondentes à área da pesquisa, como a declividade e a hipsometria e área da bacia hidrográfica. Por meio da ferramenta 3D Analyst do software ArcGIS 10.4, utilizando a rede irregular de triângulos, gerou-se as curvas de níveis. Após esse processo foram geradas as declividades com a utilização do método Surface Analysis e a opção Slope.

3.5. Metodologia para levantamentos de dados da água e solo

Para as análises granulométricas e da água encaminhamos o material das amostras para os Laboratórios Agroanálise-MT e LAPEF-RO.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1. Caracterização Ambiental da bacia do rio Branco (atendimento do objetivo específico n° 01)

4.1.1. Aspectos da Cobertura Vegetal

A Vegetação está caracterizada pela Floresta Ombrófila Higrófila Aberta Submontana com Cipó, pela Floresta Estacional Higrófila Xerófila Semidecidual Aluvial com dossel uniforme, pela Floresta Ombrófila Higrófila Densa Aluvial com dossel uniforme e Floresta Ombrófila Higrófila Densa Submontana com dossel uniforme (Cf. Fig. 02).

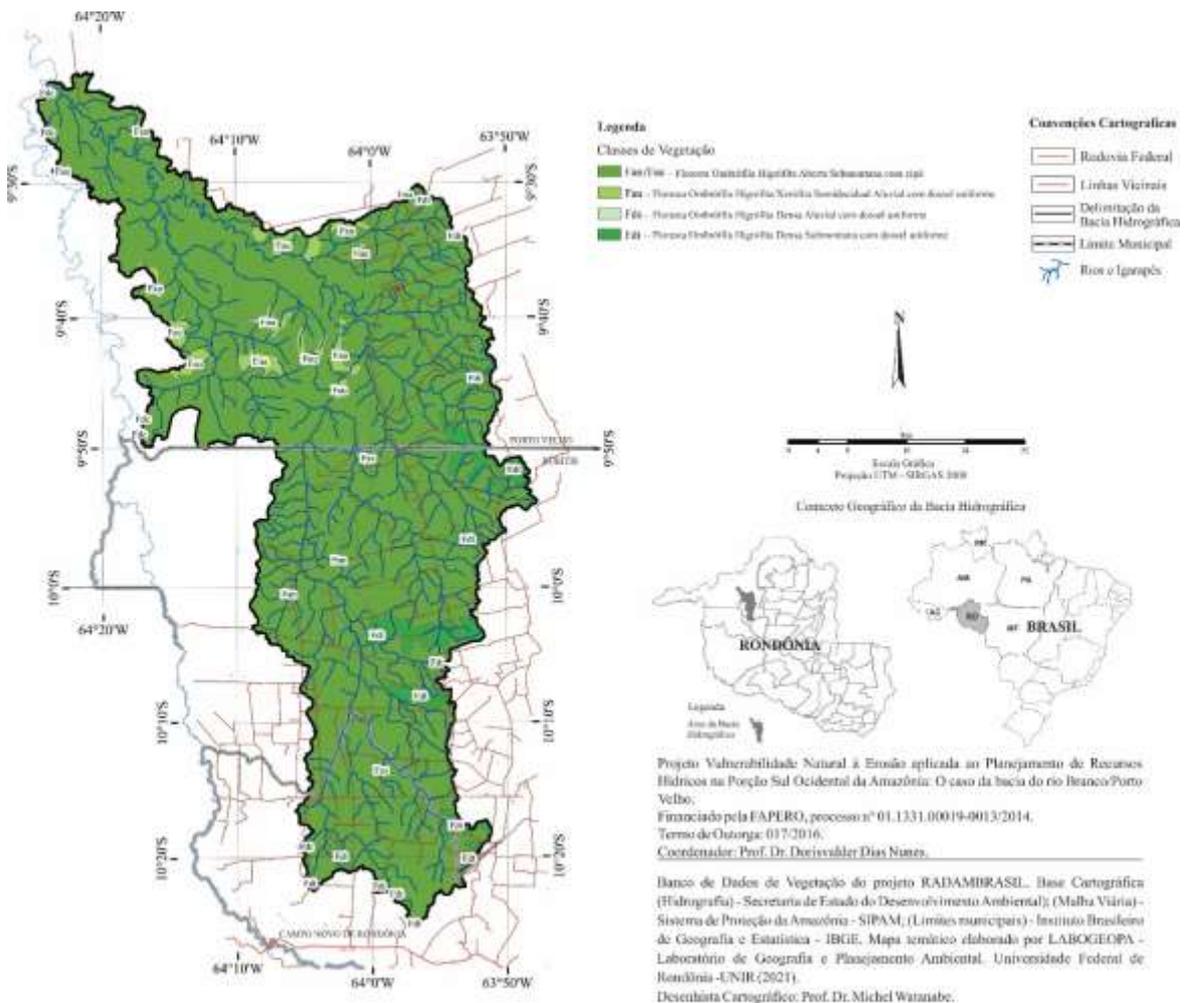


Figura 2: Mapa temático da vegetação da bacia do rio Branco-RO.
 Fonte: Organizado pelos autores e adaptado de Brasil (1978).

De acordo com Brasil (1992) as florestas ombrófilas são fanerófitos de macro a meso porte com presença de lianas e epífitos cujas características ombrotérmicas são próprias de clima amazônico tropical com precipitação em torno de 2000 mm/aa. e médias de temperatura de 25° C. Essa tipologia vegetacional está assentada predominantemente em latossolos, no caso da bacia do rio Branco, também assentada em argissolos, ambos de baixa fertilidade natural.

4.1.2. Características Pedológicas - Granulometria (atendimento do objetivo específico n° 6)

Os dois tipos de solos identificados pelo levantamento de RADAMBRASIL foram: Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico em 57,55% da área da bacia correspondente a 1821,35km² (Cf. Fig. 03). Os latossolos foram desenvolvidos a partir de rochas ácidas ígneas e metamórficas

(RONDÔNIA, 2001), apresentam uma estrutura micro granular bem desenvolvida e ótima estruturação entre os horizontes, conferindo-lhes características físicas que proporcionam boa drenagem e boa aeração no perfil, o que pode incidir sobre o desenvolvimento dos sistemas radiculares.

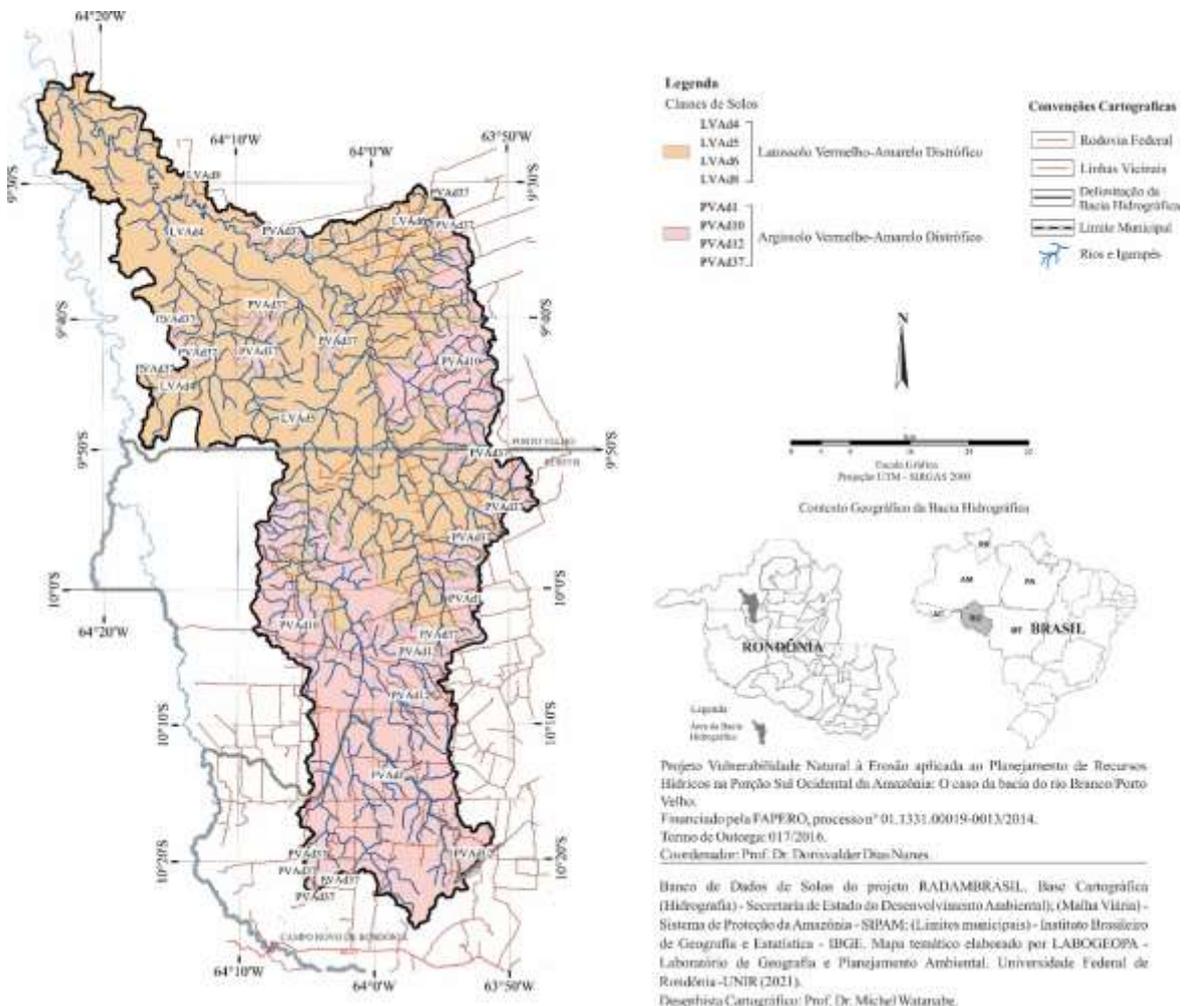


Figura 3: Mapa temático de pedologia da bacia do rio Branco-RO.
 Fonte: Organizado pelos autores e adaptado de Brasil (1978).

O horizonte diagnóstico que caracteriza os Latossolos é o B latossólico, cuja principal característica é a de um horizonte mineral subsuperficial onde os minerais constituintes evidenciam avançada intemperização, percebida pela quase completa transformação dos minerais com intensa dessilicificação, lixiviação de bases e concentração residual de sesquióxidos e/ou argilominerais do tipo 1:1 e minerais primários resistentes ao intemperismo (BRASIL, 2015).

A presença dos sesquióxidos confere ao solo sua boa estrutura por favorecer a junção das partículas coloidais da argila em agregados estáveis, porém isso incide sobre uma baixa capacidade de retenção de umidade, já que há nesses agregados permanecem muitas partículas de areias e a retenção de umidade se assemelharia à de solos arenosos, muito embora a estrutura seja estável devido a agregação das argilas (RONDÔNIA, 2001). Em relação à sua fertilidade são pobres, ácidos e distróficos (saturação por bases <50%), em razão da forte lixiviação sua capacidade de troca catiônica é baixa, assim como a quantidade de cálcio, magnésio, potássio e sódio adsorvidos.

O segundo tipo de solo caracteriza-se como Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico em 42,44% da área, o que corresponde à 1343,24 km² da bacia. São constituídos por material mineral formados em condições de boa drenagem. São caracterizados principalmente pela presença de horizonte B textural, que se encontra imediatamente abaixo de um horizonte superficial, havendo uma considerável iluviação de argilas para esse horizonte, nesse caso a mudança textural apresenta-

se de forma abrupta entre os primeiros horizontes do perfil (BRASIL, 2015). Estes solos possuem profundidade variável e de textura franco arenosa na camada superior, sobre argilo-arenosa nas camadas subjacentes, geralmente com fragmentos de quartzo angulares e concreções ferruginosas (BASTOS, 1991).

O entendimento dos solos como um elemento fornecedor de sedimentos para os sistemas naturais de bacias hidrográficas enseja complexas relações com processos geomorfológicos. A forma de compreender essa variável do meio físico é refletida no entendimento de como a estrutura dos solos responde aos agentes hidroerosivos atuantes, pois, mesmo estando sob condições semelhantes de relevo, geologia, regime climático e cobertura vegetal, os solos apresentam por si um potencial de ocorrência de processos físicos mecânicos e químicos que culminam no desprendimento e desagregação de sedimentos e na ocorrência de processos erosivos (LAL e ELIOT, 1994; SILVA, SCHULZ e CAMARGO, 2008; THOMAZ, 2019;).

A depender das propriedades físicas dos solos, principalmente no que se refere à granulometria, porosidade e densidade os solos, eles podem apresentar uma capacidade de resistir às forças desagregadoras diferenciadas (THOMAZ, 2019). Bertoni e Lombardi Netto (1999) afirmaram que propriedades como textura e estrutura do solo influenciam na erosão, por tanto damos destaque para a componente composição granulométrica dos solos para o entendimento de sua vulnerabilidade natural à erosão e como forma de validação da atribuição das classes morfodinâmicas definidas a partir da base de dados secundários adquiridas em BRASIL (2021) e BRASIL (1978).

Os solos enquanto sistemas dinâmicos abertos são organizados em horizontes e compostos por minerais e matéria orgânica, água e ar (KER et al., 2015; LEPSCH, 2016). Nesse sentido, o tamanho das partículas originadas a partir deste complexo sistema pode sugerir o seu potencial de desprendimento e desagregação de sedimentos e refletir por sua vez a vulnerabilidade à erosão. O tamanho das partículas constituintes pode influenciar de forma complexa e diversa na quantidade de sedimentos desprendidos dos solos de modo que, solos mais erodíveis normalmente apresentam partículas de areia fina ou silte e pouca quantidade de argila.

Solos arenosos em condição de baixa pluviosidade, podem ter a infiltração favorecida e não desencadear grandes perdas de sedimentos. De modo que, de forma contrária, o desprendimento pode ser facilitado pela baixa coesão entre as partículas que solos com grande quantitativo de areia podem apresentar devido o baixo percentual de presença de argilas (BERTONI e LOMBARDI NETTO, 1999; BASTOS et al., 2008; NACINOVIC, et al., 2014; REICHERT et al., 2016; AZEVEDO e DALMOLIN, 2004).

Do mesmo modo, solos muito argilosos podem dificultar a percolação de água e proporcionar maior água disponível para o escoamento superficial, o que aumenta também a energia potencial para desprendimento de sedimentos. De forma contrária, argila em quantidades ponderadas podem favorecer a coesão entre particulados e apresentam maior potencial de manter a coerência dos agregados do solo (BRAIDA et al., 2010; BERTONI e LOMBARDI NETTO, 1999).

Destaca-se então, o fato de que os solos, devido a sua complexidade não podem ter seu potencial de erosão definidos apenas pela granulometria, pois tendem a ser mais resistentes a erosão a partir da combinação de dois fatores principais: Condutividade hidráulica e Estabilidade dos agregados (REZENDE e REZENDE, 1983). Nesse sentido, os resultados aqui indicados nos possibilitaram apenas indicar sumariamente o potencial de desagregação a partir da coesão entre as partículas e como forma de melhor entender a partir de um dado de campo, o resultado indicado na vulnerabilidade temática dos solos da bacia do rio Branco confirmada pelas características da análise granulométrica apresentada.

Optamos pela coleta de amostras de solos da mancha de solo majoritária na bacia do rio Branco, que foi a do Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, com cerca de 60% da área conforme Quadro 02. Embora dada a limitação das informações apenas de composição granulométrica foi possível traçar algumas conclusões. Os resultados das amostras, na área de estudo, mostraram que os solos da bacia hidrográfica se apresentam argilosos.

Apenas duas amostras nas camadas de 0-20cm (camadas superficiais) apresentaram-se com gradiente textural argilo-arenosos. Tal fato pode demonstrar que a composição granulométrica dos solos em questão denota alta coesão entre as partículas tornando alta a resistência do solo a desagregação. Tanto para camadas superficiais quanto para as camadas subsuperficiais (de 20-40cm), todas as amostras demonstraram solos argilosos com mais de 40% de composição de argila e areias normalmente inferiores a 30%. Quanto maiores os teores de argila e matéria orgânica, maior

a resistência à erosão dos solos, principalmente pela sua alta atividade eletroquímica que promove coesão entre as partículas (WISCHMEIER e SMITH, 1958).

Quadro 2: Classificação textural de Amostras de Solo da bacia do rio Branco – PVH/RO

Identificação das amostras	Camadas	Argila (%)	Areia (%)	Silte (%)	Gradiente Textural	Relação textural entre as camadas
Amostra 01	0-20	46	40,7	13,3	Argila	1,02
	20-40	47,3	39	13,7	Argila	
Amostra 02	0-20	41	45,6	13,4	Argiloarenosa	1,06
	20-40	44,7	42,3	13	Argila	
Amostra 03	0-20	47,7	39	13,3	Argila	1,03
	20-40	49,3	37,3	13,4	Argila	
Amostra 04	0-20	51,4	34	14,6	Argila	1,03
	20-40	53,4	32,3	14,3	Argila	
Amostra 05	0-20	55,4	29	15,6	Argila	1,04
	20-40	57,8	27,3	14,9	Argila	
Amostra 06	0-20	41	45,6	13,4	Argiloarenosa	1,08
	20-40	44,4	42,3	13,3	Argila	

Fonte: Organizado pelos autores a partir de trabalho de campo. Classificação e Análise realizadas pelo laboratório Agroanálise de Mato Grosso.

Esses dados são reafirmados por meio da relação textural entre as camadas que estão inferiores a 1,2. Essa relação denota solos com diferenças graduais na composição granulométrica entre as camadas, ou seja, não há mudanças texturais abruptas por isso estão associados a solos com alta resistência a erosão (BERTOLINI, et al., 1994). Principalmente por conta de que, a movimentação e transporte de partículas do solo podem estar relacionadas ao tamanho das partículas constituintes, e as de menores diâmetros apesar de apresentar maior possibilidade de serem transportadas no que se refere à desagregação, acabam não sendo facilmente desagregadas pelo teor de coesão entre as partículas (NACINOVIC, et al., 2014).

Há que se destacar o fato de que solos tropicais, tem seu potencial de coesão entre as partículas dados principalmente por agentes cimentantes inorgânicos, por tanto, para além dos aspectos texturais é necessário considerar também, elementos químicos que constituem os solos tropicais, tais como os sesquióxidos de Fe e Al, apontados como os principais elementos responsáveis por formar e manter agregados estáveis em ambiente tropical (IGWE et al., 2009; BARTHÉS et al., 2008). De modo geral essas características das amostras corroboram e validam os resultados para vulnerabilidade à erosão temática de solo no que se refere à classe morfodinâmica definida com base nos dados secundários.

4.1.3. Características Geomorfológicas

Na bacia do rio Branco destaca-se a ocorrência da Unidade Morfoestrutural do Planalto Dissecado Sul da Amazônia (BRASIL, 1978). Diferenciam-se ainda em termos geomorfológicos em três feições: 1) Dt – Depressão do Madeira, que apresenta um conjunto de formas de relevo com topos tabulares, com densidade de drenagem muito baixa, dissecação homogênea baixa, aprofundamento de vale muito fraco de até 50m. Ocorrência em 21,8% da área, correspondente a 688,12 km². 2) Dc – Depressão do Madeira, que apresenta um conjunto de formas de relevo com topos convexos, esculpido em rochas cristalinas, com Densidade de drenagem alta e dissecação homogênea alta (Cf. Fig. 04).

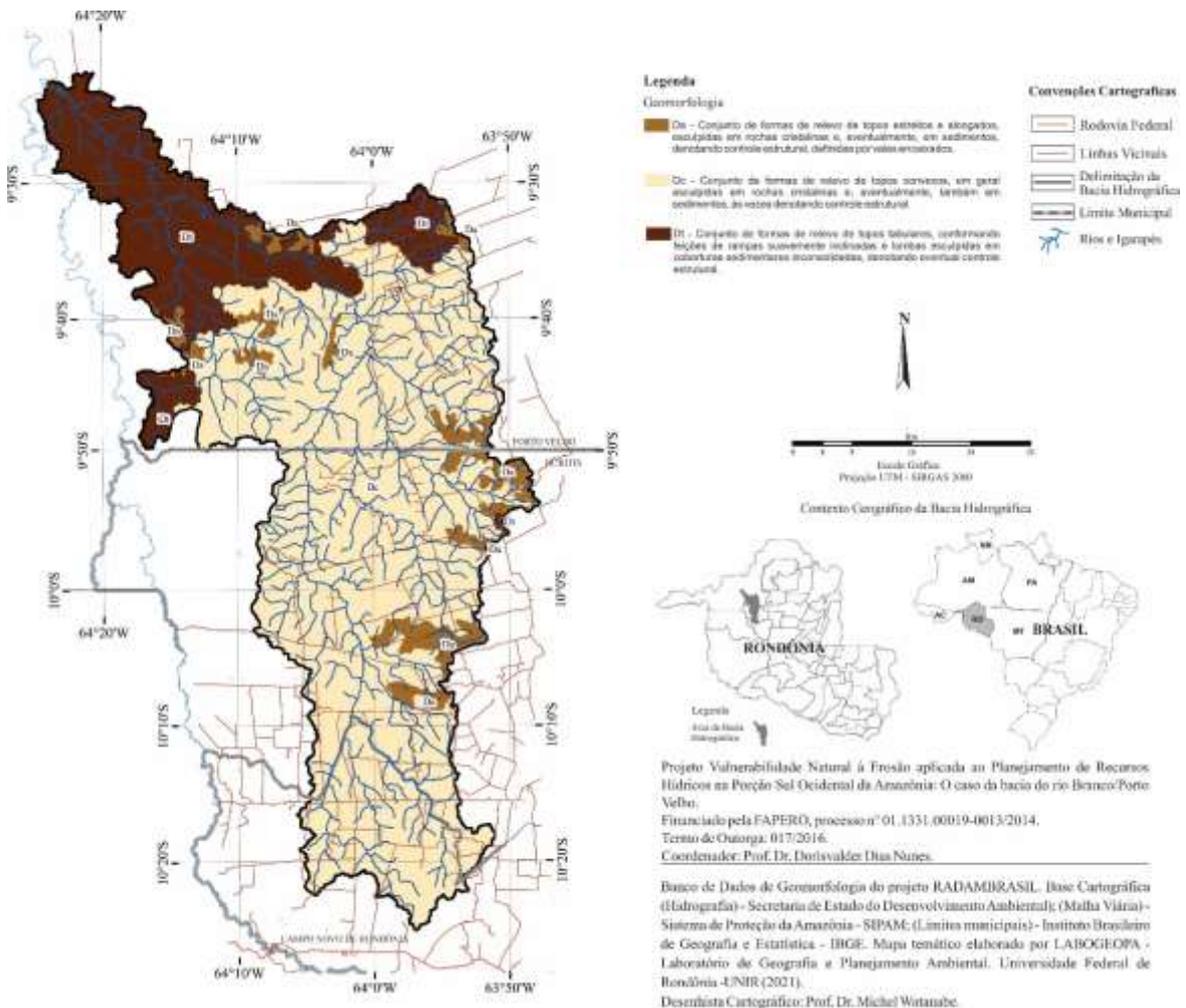


Figura 4: Mapa temático de Geomorfologia da bacia do rio Branco.
 Fonte: Organizado pelos autores e adaptado de Brasil (1978).

Conta ainda com a presença de Inselbergs e Tors, aprofundamento de vale fraco >50 a 100m. Ocorrência em 71,5% da área, correspondente a 2263,65km². 3) Da – Planaltos Residuais do Madeira, conjunto de formas de relevo de topos estreitos e alongados, esculpidas em rochas cristalinas e, em sedimentos, denotando controle estrutural definidas por vales encaixados, Densidade de drenagem média, dissecação média e aprofundamento de vale médio >100 a 150m. Ocorrência em 6,7% da área, correspondente a 213,41 km².

4.1.4. Características Climáticas (intensidade pluvial) da bacia

A bacia apresenta pluviosidade alta com 4 isolinhas de precipitação: 1900mm, 2000mm, 2100mm e 2200mm (a.a.). De acordo com classificação Köppen o clima caracteriza-se como Aw (Cf. Fig. 05).

De modo geral as características do clima em Rondônia definem que “a transição da estação chuvosa para a seca ocorre de abril a maio, e os meses de pico da estação seca vão de junho a agosto. A transição da estação seca para a chuvosa ocorre durante setembro a outubro e os meses de pico da estação chuvosa são de dezembro a março. O pico da precipitação média da estação seca é de 22 mm por mês -1 ; a precipitação máxima da estação chuvosa é de 268 mm mês -1” (BUTT; OLIVEIRA e COSTA, 2011:).

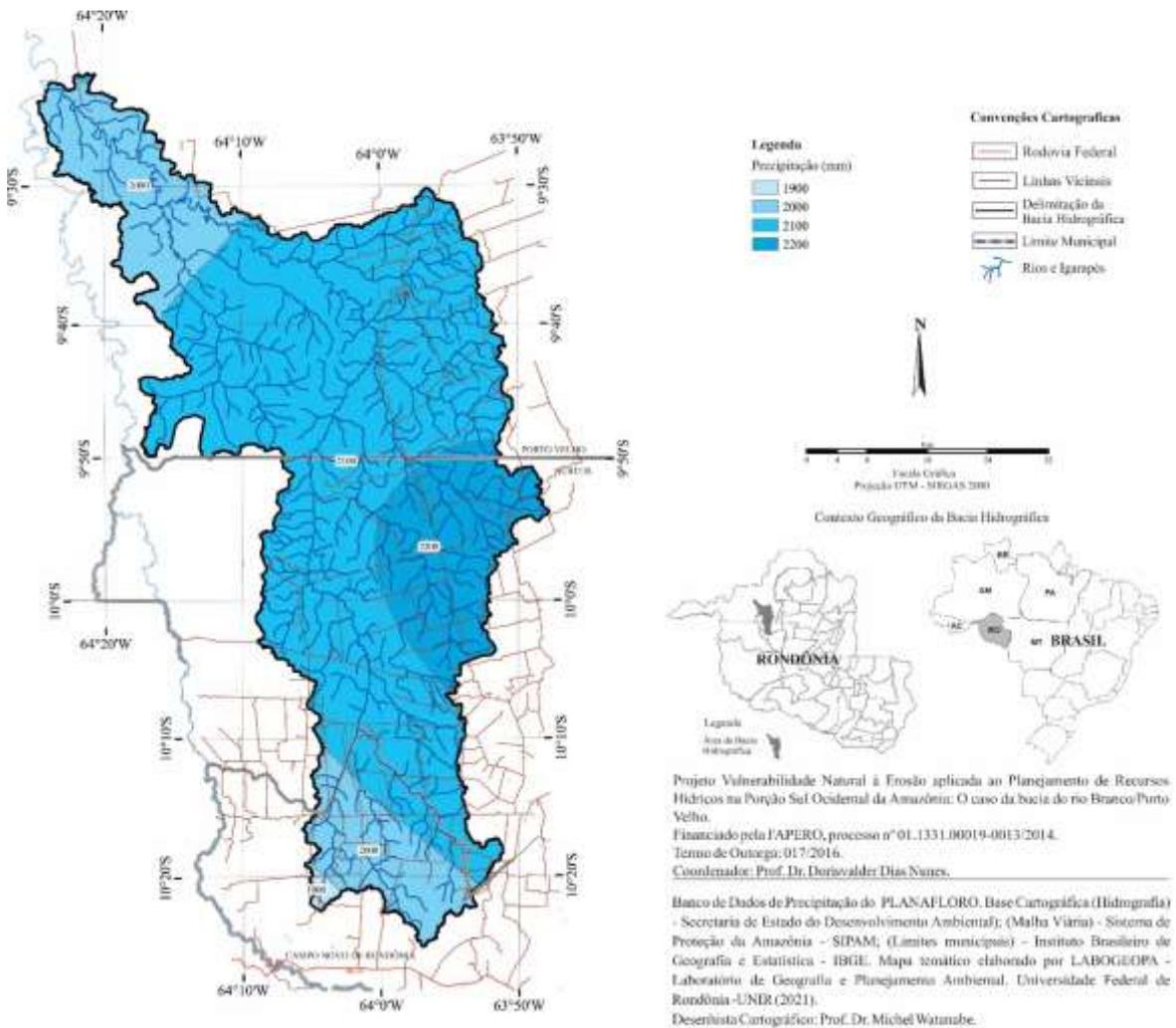


Figura 5: Mapa temático de Clima - pluviosidade da bacia do rio Branco-PVH/RO.
Fonte: Organizado pelos autores e adaptado de Brasil (1978) e Rondônia (2001).

Segundo os autores os estudos realizados com dados diários de chuva e os levantamentos sobre os desmatamentos entre os anos de 1970 e 2000 indicaram fatores de correlação entre um processo e o outro, o que reforça a atenção dos estudos sobre as perdas de cobertura vegetal original na Amazônia e, em particular, na bacia do rio Branco. As perdas florestais na Amazônia têm se ampliado nos últimos 5 anos e, mais fortemente, nos últimos 3 anos como consequência do afrouxamento da política ambiental do atual governo em todos os níveis de atuação (HRW/IEPS/IPAM, 2021)

4.1.5. Caracterização da Geologia

Geologicamente a bacia está assentada na Suíte Intrusiva Alto Candeias com predomínio de 23,88% (755,92km²) da bacia do Rio Branco (Cf. Fig. 06). É formada por Leucosienogranitos do Proterozóico/mesoproterozoico com feições dominadas por rochas porfíricas médias a grossas, com termos equigranulares finos a médios, sienitos equigranulares finos a médios e charnockitos subordinados (BRASIL, 1975; SPARRENBERGER et al., 2002). De acordo com Rondônia (2007) a forma principal de exposição dos granitos é em campo de matações subarredondados. Os litotipos dominantes compreendem hornblenda-biotita monzogranitos, biotitamonzogranito e quartzomonzonitos, os quais possuem cristais ovais e tabulares centimétricos de K-feldspato perítico, por vezes manteados por plagioclásio. Os dados isotópicos Rb/Sr em granitos porfíricos e piterlíticos forneceram idades isocrônicas em torno de 1.358Ma (BETTENCOURT et al., 1998).

O Complexo Jaci-Paraná é a formação geológica predominante na área de estudo com ocorrência em 50,03%, o que corresponde a 1583,52 Km². Formadas no Proterozóico/Mesoproterozóico são definidos por depósitos colúvio-aluviais, de bacia de inundação, apresentando sedimentos inconsolidados heterogêneos, terraços aluvionares antigos, com texturas de areias (às vezes conglomeráticas), siltes, argilas, lateritos imaturos concrecionados e mosqueados, acinzentados a amarelados, com grandecrescência ascendente (CPRM, 2007).

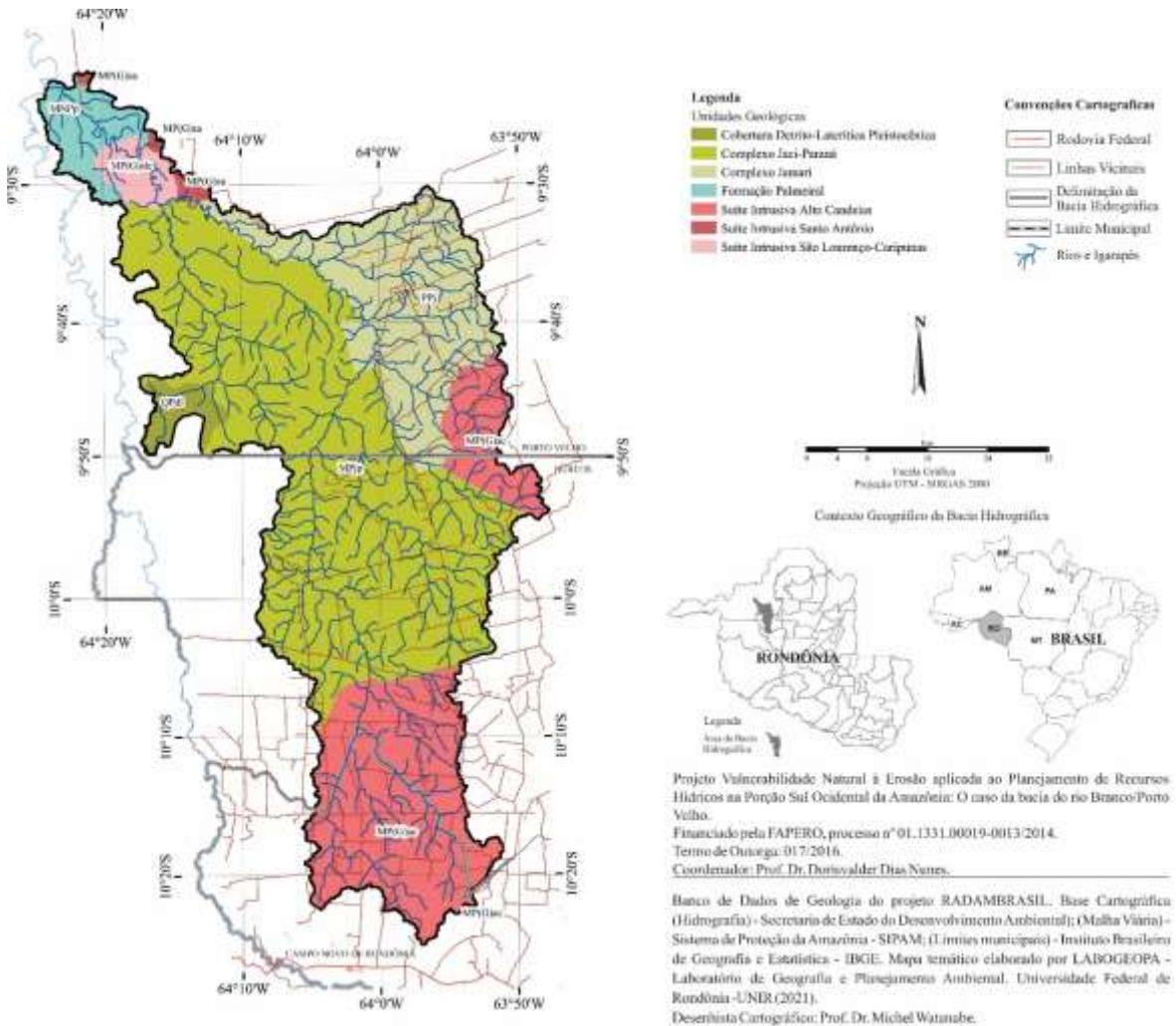


Figura 6: Mapa temático de Geologia da bacia do rio Branco.
Fonte: Organizado pelos autores e adaptado de Brasil (1978).

O Complexo Jamari ocorre em 17,42% (551,34 km²) da área da bacia do rio Branco, trata-se de uma associação heterogênea de rochas polideformadas e metamorfisadas em grau médio a alto, constituída por gnaisses, migmatitos, granitos, anfíbolitos e granulitos. As rochas do Complexo Jamari ocorrem em faixas e megalentes alternadas, em contato por falhas de empurrão frontais e oblíquas que evoluíram para transcorrentes. Os ortognaisses exibem bandamento composicional centimétrico e freqüentes mobilizados quartzo-feldspáticos granadíferos dobrados e boudinados. (CPRM, 2007).

A Formação Palmeiral possui idade inferior a 1030 Ma cuja formação geológica é Proterozóica a Neoproterozóica e ocorre em apenas 3,72% da área, o que corresponde a 117,99km². Os Litotipos desta unidade ocorre ao longo do Rio Branco e está coberto por colúvios derivados do desmantelamento dos próprios litotipos dessa formação e por sedimentos do Quaternário, que são mais observáveis nas épocas de estiagem. Essa formação reúne arenitos e conglomerados das redondezas da vila de Palmeiral, situada nas margens do rio Madeira, e é constituída de ortoconglomerados quartzoarenitos e arenitos arcosianos. Com base na análise, principalmente de

litossomas e estruturas sedimentares, foram definidas seis litofácies para essa formação: A de ortoconglomerado maciço ou com estratificação incipiente são as mais expressivas da unidade; além do Arenito com estratificação horizontal, com estratificação cruzada acanalada e com estratificação cruzada planar e arenito maciço (RUY, 1997; CPRM, 2007).

As Coberturas detrito-lateríticas Pleistocênicas têm seu período geológico de formação holocênica, e ocorre em apenas 1,93% da área (61,3 km²). Constituem-se de sedimentos detrito-lateríticos que ocorrem numa extensa área aplainada, com interflúvios tabulares e associados a pequenas elevações dominadas pelo horizonte concrecionário do perfil laterítico. Os depósitos de Aluvios e coluviões holocênicos são constituídos por seixos provenientes dos próprios lateritos concrecionários, formando corpos do tipo stone-layer e no topo por material argiloso proveniente do horizonte mosqueado (CPRM, 2005).

A Suíte Intrusiva Santo Antônio ocorre em apenas 0,74% da área (23,5km²) caracteriza-se pela presença de vários corpos granitóides rapakivíticos, apresentando forma irregularmente ovalada, com superfície de cerca de 45 km². São corpos intrusivos no cristalino sob forma de batólitos/stocks. As rochas graníticas exibem contatos intrusivos, caracterizados pela presença no seu interior de xenólitos de rochas do embasamento, como por exemplo as ortognáisses, quartzodioríticos e rochas calcossilicatadas. Os dados isotópicos U/Pb em zircão forneceram uma idade de 1.406Ma mais ou menos 32Ma para a amostra do biotita monzogranito grosseiro (BETTENCOURT et al. 1998; CPRM, 2007)

A Suíte Intrusiva São Lourenço-Caripunas é composta por piterlito, wiborgitos, granitos equigranulares a porfiríticos, quartzo-sienito e sienogranito pórfiro subvulcânico. Nos dois últimos casos as idades variam entre 1346 a 1339 Ma. (CPRM, 2007). Ocorre em 2,24% da área o que corresponde a 70,98km² da Bacia do Rio Branco. Esta suíte intrusiva pode ser relacionada ao período distensional do final do Ciclo Rondoniano/San Inácio ou pode estar associada às fases distensionais iniciais do Ciclo Sunsas (CPRM, 2005).

4.1.6. Características Morfométricas da bacia do rio Branco

As características morfométricas da bacia indicaram que a mesma possui área de 3169,59 Km² e perímetro de 578,53 km (Cf. Tab. 01). A bacia apresenta-se em formato alongado com baixa probabilidade de enchentes, além de baixa densidade de drenagem, ou seja, de 0,56. Possui ainda malha hidrográfica de padrão dendrítico com 1759,91 quilômetros de rios e densidade de estradas de 0,31 (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Tabela 1: Características Morfométricas da bacia do rio Branco-RO

Área (Km ²)	Perímetro (Km)	Hidrografia (Km)	Estradas (Km)	Densidade de drenagem	Densidade de estradas	Ordem	Cruzamentos de estradas e rios	Altitude mínima	Altitude máxima	Amplitude altimétrica
3169,59	578,53	1759,91	997,62	0,56	0,31	5	285	80	328	248

Fonte: Organizado pelos autores.

Do ponto de vista da hierarquia, conforme classificação de Strahler (1957) a bacia apresenta-se como uma bacia de 5^a ordem, caracterizando-se como uma bacia de porte médio, em relação aos padrões de bacias hidrográficas na Amazônia. Foram mapeados cerca de 285 pontos de cruzamentos entre estradas e rios, propiciando novas ligações de escoamento superficial aos leitos fluviais. A bacia possui altitude mínima de 71 metros e máxima de 332 metros cuja amplitude altimétrica possui 261 metros (Cf. Fig. 07).

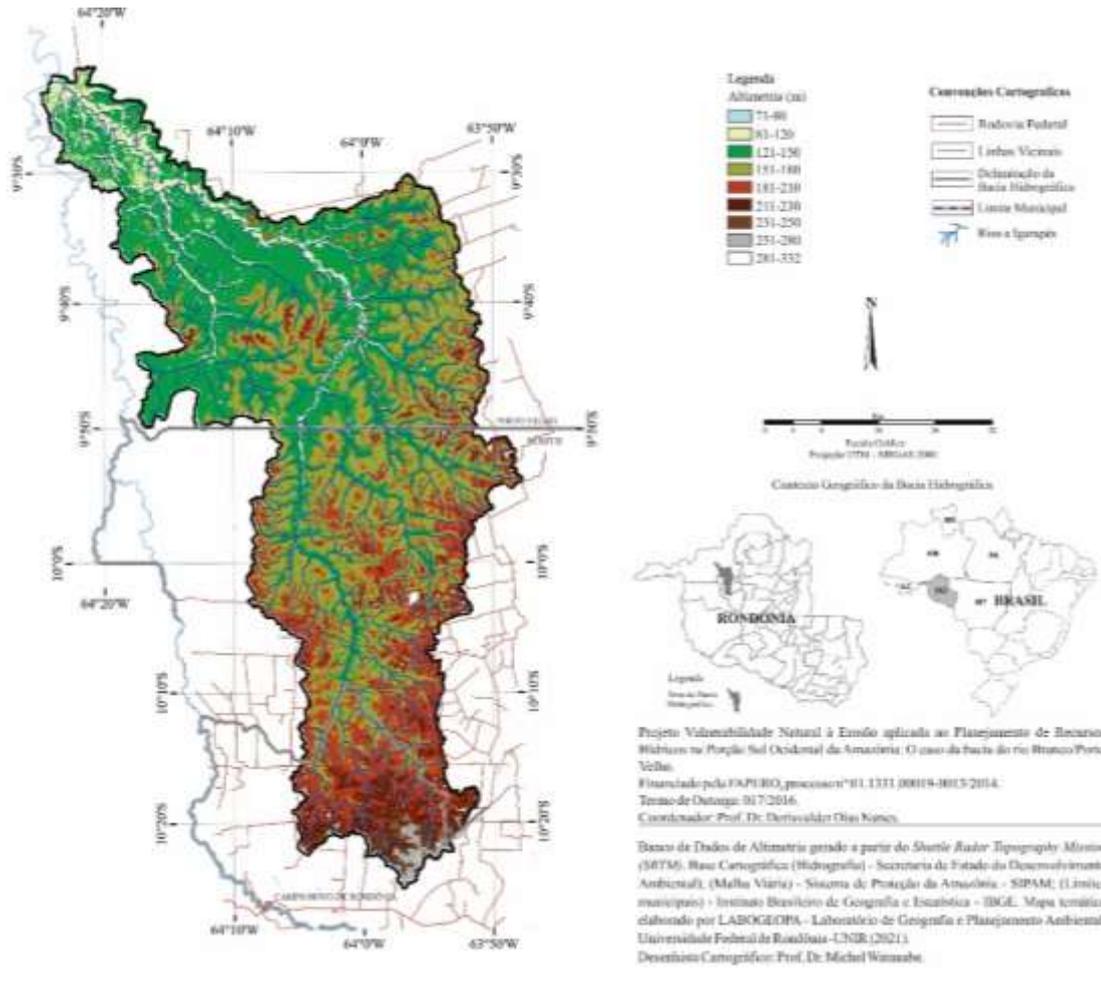


Figura 7: Mapa hipsométrico da bacia do rio Branco.
 Fonte: Organizado pelos autores e adaptado de Brasil (1978).

Quando consideramos a declividade da bacia, cerca de 78 % de sua área está entre 0 a 8% e apenas 7% da área possui declividade maior que 15%. Esses dados indicam ser a bacia relativamente plana cuja potencialidade dos efeitos erosivos estão mais em função do efeito cinético de intensidade da chuva do que pelo fator gradiente do relevo (Cf. Tab. 02).

Tabela 2: Valores em percentuais dos padrões de declividade

Bacia Rio Branco	Área (km ²)	Percentuais (%)
0-2	1276,63	40
2,1-5	623,88	20
5,1-8	565,99	18
8,1-11	281,44	9
11,1-15	205,94	6
>15	215,71	7
Total	3169,59	100

Fonte: Organizado pelos autores.

Possui ainda malha hidrográfica de padrão dendrítico com 1759,91 quilômetros de rios e densidade de drenagem de 0,56 e densidade de estradas de 0,31 (CHRISTOFOLETTI, 1980). Do ponto de vista da hierarquia a bacia apresenta-se como de 5ª ordem onde foram indicados cerca de 285 pontos de cruzamentos entre estradas e rios. Possui altitude mínima de 80 metros e máxima de 328 metros cuja amplitude altimétrica possui 248 metros.

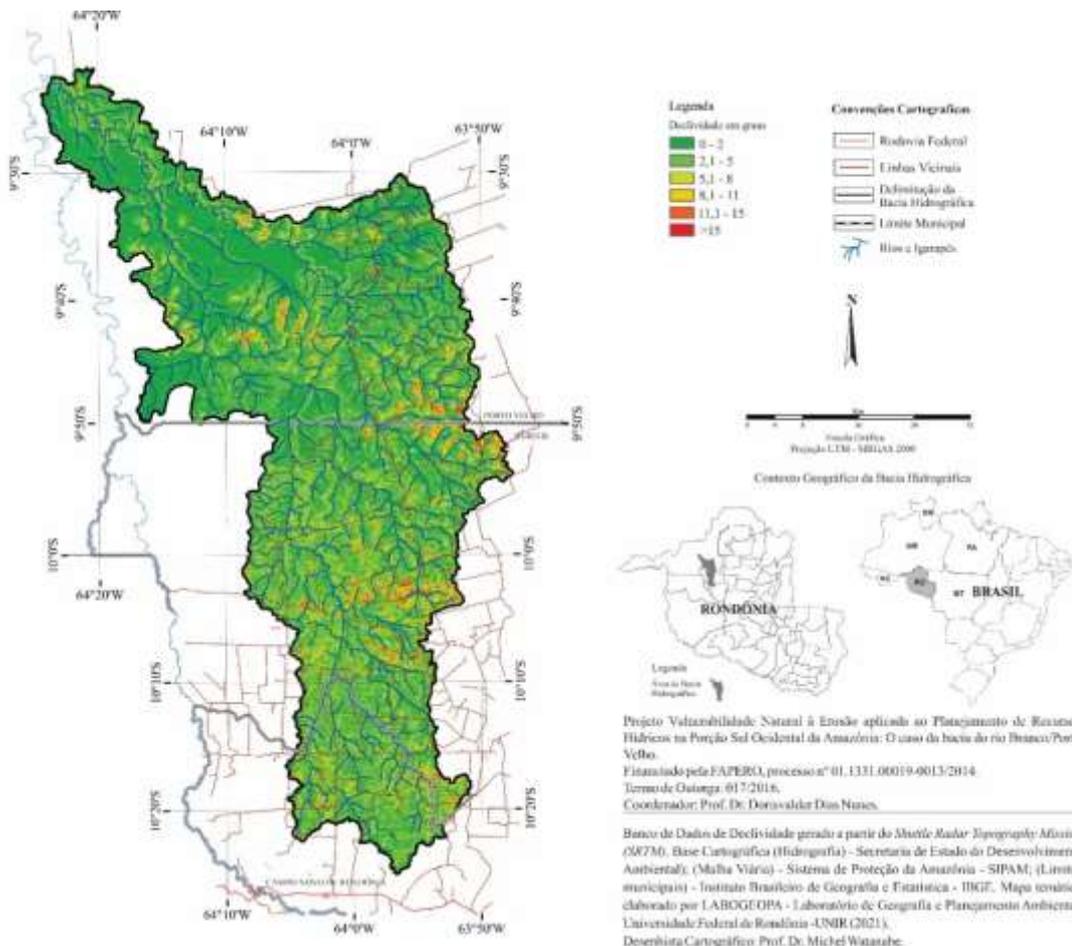


Figura 8: Mapa de Declividade da bacia do rio Branco-RO.
Fonte: Organizado pelos autores e adaptado de Brasil (1978).

Apesar de a predominância das áreas mais elevadas concentrarem-se na porção sul da referida bacia, os maiores índices de declividade concentram-se na parte central e sudestes da área de estudo, cujas movimentações do relevo apresentam-se mais abruptas (Cf. Fig. 08).

4.2. Tipologias de Uso e Cobertura da Terra e Malha Viária (Atendimento do objetivo específico nº 02)

Os diferentes usos e cobertura da terra na região amazônica tem se intensificado nesses últimos 4 anos em oposição às políticas públicas que vinham caminhando para um melhor ordenamento do território, cujas taxas de desmatamento indicavam queda em torno de 80% a partir de 2004, principalmente no acumulado, até meados de 2015. As trajetórias de expansão da pecuária, da agricultura de grãos, associadas ao grande capital, inserção tecnológica e fragilidade nas políticas de fiscalização, têm desenhado cenário duvidoso sobre equidade entre desenvolvimento socioambiental e expansão da produção agrícola (SCHIELEIN e BÖRNER, 2018).

Dadas as características do estudo de vulnerabilidade, os levantamentos sobre as tipologias de Uso e Cobertura fazem parte do objetivo específico número 2 que foi o de definir as classes de Uso e Cobertura da Terra na área da bacia e atualização da malha rodoviária. Se por um lado foi possível identificar os principais usos e coberturas da área da bacia, por outro, esses dados foram determinantes para elaboração do Cenário 2 de Vulnerabilidade. As definições das Classes de Uso e Cobertura da Terra – UCT, foram adaptadas da proposta de Brasil (2006) e de Nunes (2012), a quais foram identificadas previamente em gabinete/laboratório por meio de dados secundários (FURNAS, 2005; PIONTEKOWSKI et al., 2014).

Na construção do modelo Cartográfico de Uso e Cobertura, optamos por fazer adaptação no que se refere a intensidade no uso das cores. Para isso arbitramos que a cobertura majoritária da área da bacia identificada pela tipologia do pasto, figurasse no modelo cartográfico na cor vermelha para dar ênfase ao processo de substituição da floresta pelo pasto. Entendemos que essa cor

apresentou coerência com o padrão do índice de vulnerabilidade 3, proposto por Crepani et al. (2001), cuja coloração também é vermelha.

O Uso e Ocupação da Terra constituiu neste trabalho a sexta variável de análise da Vulnerabilidade Natural à Erosão. Seu levantamento teve importância crucial, pois qualificou e expressou a dinâmica dos processos de uso e cobertura que estão em curso na região, onde foi possível discutir, para além das razões que levam a determinados usos, os cenários prováveis a partir da homogeneização ou diversificação desses mesmos usos na perspectiva espacial e temporal. Ao compararmos as tendências dos usos e o desmatamento derivado, com os dados de uso e cobertura levantados por Piontekowski (2014) que apresentou modelagem sobre tendências do desmatamento para Rondônia até 2050, percebemos que os dois trabalhos confirmaram tais tendências pelo menos entre a série histórica levantada pelo autor e os dados coletados em campo. Tudo indica que as trajetórias mais prováveis do desmatamento para Rondônia, estão concentradas em nossa área de estudo (Cf. Fig. 09).

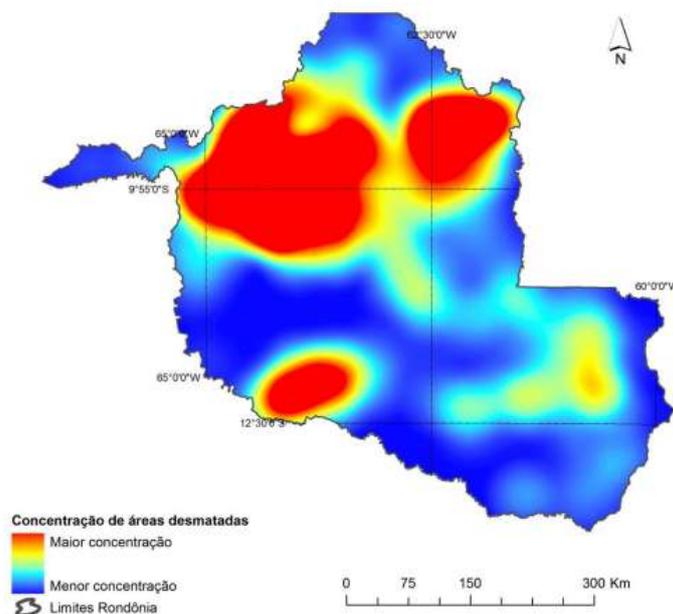


Figura 9: Tendências do desmatamento projetado para 2050.

Fonte: Piontekowski et. al. (2014)

O uso e cobertura da terra será aqui entendido como “a distribuição geográfica da tipologia de uso, identificada através de padrões homogêneos da cobertura terrestre” (BRASIL, 2006:20). A identificação teve duas fases distintas:

- A fase de gabinete onde se esboçou, a partir da interpretação das cartas-imagens e de dados secundários, as tipologias de cobertura e ocupação característicos da bacia.

- A fase do trabalho de campo, onde foi possível a identificação e/ou confirmação das tipologias. Para cada identificação e/ou confirmação das tipologias de uso e cobertura, outras informações foram coletadas tais como:

a) as características do relevo local identificados que iam de plano/suave, suave ondulado, ondulado com afloramentos rochosos ou muito ondulado;

b) para os tipos de Floresta ou outras coberturas identificamos: Floresta Primária, secundária, perturbada, Floresta em regeneração, silvicultura (plantio de teca), pasto, pasto sujo, floresta queimada recentemente, Floresta em regeneração, caracterizadas ou não como lavouras permanentes ou temporárias com plantios de café e de pupunha. Também indicamos as cabeceiras de rios, rios intermitentes entre outras informações. A Tabela 03, apresenta os pontos levantados num total de 112, com suas respectivas coordenadas geográficas e tipologias de uso.

Tabela 3: Tipologias de Uso e Cobertura da Terra (UCT) - levantamentos de campo de 2017 e 2018.

Coord. X	Coord. Y	Tipologia	Características	Registro Fotográfico
09°38'14"	63°57'47,8"	1	Área Urbana, Sistema agropastoril (reclassificado-Área Urbana)	Foto: 117/118
09°31'36,1"	63°57'37,6"	3	Floresta Perturbada (com pastagem próxima)	Foto: 0053
Idem	Idem	3	A esquerda desmatamento recente –	Foto: 0237 e 0238
9° 48' 34,2"	64°00'05,1"	3	Relevo suave ondulado – Gado em meio a regeneração –	Foto: 0249
9° 37'26,9"	64°05'50,8"	3	Relevo Suave Ondulado, Desmatamento Recente	Foto: 116
9° 40'06,5"	64°04'06,7"	3	Relevo Suave Ondulado, Desmatamento Recente	Fotos:117, 118
9° 41'06,1"	64°04'30,7"	3	Relevo Suave Ondulado, Desmatamento Recente	Foto:119
9° 45'03,4"	64°05'27,6"	3	Relevo Ondulado, Desmatamento Recente	Foto: 121
10°18'00,9"	63°56'28,8"	5	Plantio de café	
10°18'47"	63°56'28,8"	5	Relevo ondulado – Café irrigado	Foto: 0272
10°16'04,4"	64°03'16,3"	5	Relevo ondulado a forte ondulado – Plantio de café e pasto–	Foto: 0292
10°12'49"	63°56'18,8"	6	Lado esquerdo (sentido Bunitis)Teca e Açai/Lado direito Pastagem	Foto: 0313 a 0315
09°37'08,8"	63°59'14,9"	7	Plantio de teca, café, pupunha, banana, café	Foto:105/106
09°36'11,7"	64°00'53,9"	7	Relevo suave ondulado e sistema agrossilvipastoril	Foto: 122/123
09°34'13,8"	63°57'49,3"	8	Relevo ondulado / Gado de Corte	Foto: 0058 a 0060
09°40'11,4"	63°59'35,5"	8	Pecuária Extensiva/ Pasto sujo lado esquerdo	Foto: 0065 e 0066
09°42'25,4"	64°00'17,5"	8	Pasto sujo / Gado de Leite	Foto: 0082 a 0084
09°36'48,1"	63°58'15,8"	8	Pasto sujo / Relevo suave ondulado	Foto: 0085 e 0086
09°35'04,8"	63°56'57,1"	8	Pasto sujo / Relevo suave ondulado	Foto: 008 e 0088
09°34'25,2"	63°55'18,9"	8	Relevo local ondulado (Michel fez as fotos)	Foto: 0089 a 0098
09°33'55,9"	63°53'56,2"	8	Relevo local ondulado / Floresta degradada	Foto: 0099
09°34'17,4"	63°55'48,6"	8	Relevo local ondulado (foto de Michel Watanabe)	Foto: 113 a 115
09°32'42,3"	63°54'28,4"	8	Relevo local ondulado (foto de Michel Watanabe)	Foto: 118
09°33'43,4"	63°57'07,6"	8	Relevo local ondulado (foto de Michel Watanabe)	Foto: 122
09°37'26,6"	63°58'41,0"	9	Pasto - Relevo suave ondulado e Plantio de café	Foto:103/104
09°37'18,2"	63°59'41"	9	Café, Relevo suave ondulado, lado direito pasto	Foto:108/109
09°37'15"	63°59'31,4"	9	Café, lado direito pasto, Relevo suave ondulado (direção a sede)	Foto:110
09°37'15,1"	63°59'11,5"	9	Plantio de Pupunha e Café	Foto:111
09°37'33,3"	63°59'00,8"	9	Plantio de café	Foto:112/113
09°35'45,2"	63°59'40,7"	9	Relevo suave ondulado/café a direita da pista e pasto a esquerda.	Foto: 124
09°35'21,9"	64°02'11,8"	9	Relevo suave ondulado/ Plantio de café e banana	Foto: 129
09°33'47,4"	64°00'25,2"	9	Pasto e café.	Foto: 133/134
09°33'23,4"	63°56'18,9"	9	Relevo suave ondulado/ Café e banana	Foto: 145/146
09°33'07,4"	63°55'36,7"	9	Relevo suave ondulado	Foto: 147
10°18'38,2"	63°58'58,4"	9	Relevo ondulado – afloramento rochoso – Criações de gado, carneiro e ovelha – propriedades menores e produção unificada	Foto: 0274
10°09'41"	63°53'54"	10	Pecuária extensiva, relevo ondulado suave ondulado.	Foto: 0051
10°04'12"	63°53'39"	10	Lavoura temporária e permanente, pasto sujo (Mandioca e banana.)	Foto: 0052
10°01'54"	63°54'15"	10	Pecuária extensiva.	Foto: 0053
09°59'47"	63°54'48,4"	10	Relevo ondulado suave a ondulado.	Foto: 0054
09°57'09,6"	63°55'28,4"	10	Relevo suave ondulado a ondulado.	Foto: 0055
09°54'56,2"	63°56'04"	10	Relevo ondulado matacão e rocha aparente.	Foto: 0056
09°52'24,4"	63°56'49,5"	10	Relevo Plano a suave ondulado, pasto sujo.	Foto: 057/058
09°49'57,3"	63°57'55,5"	10	Relevo suave ondulado a ondulado.	Foto: 0059
09°47'20,2"	63°58'58,6"	10	Pasto	Foto:0060
09°45'03,5"	63°59'40,7"	10	Pasto Sujo	Foto:0061
09°39'01,2"	63°58'08,9"	10	Pasto - Relevo suave ondulado	Foto:0084
09°37'10,4"	63°56'15,1"	10	Pasto – Relevo ondulado	Foto:0094
09°36'32,4"	63°54'42,1"	10	Relevo ondulado	Foto:0095
09°35'55,6"	63°53'10,5"	10	Pasto – ondulado a muito ondulado	Foto:0096
09°35'38,1"	63°52'33,1"	10	Pasto – Terreno ondulado	Foto:0097
09°37'33,1"	64°00'28,1"	10	Terreno suave ondulado	Foto:107
09°38'37,3"	63°57'04"	10	Relevo suave ondulado	Foto: 115
09°38'16,4"	63°56'02,8"	10	Relevo suave ondulado	Foto: 116
09°35'31,6"	63°58'14,6"	10	Pasto e Relevo suave ondulado	Foto: 119
09°35'47,3"	63°59'47,4"	10	Pasto e Relevo suave ondulado	Foto: 120/121
09°34'10,8"	63°58'08,5"	10	Relevo suave a ondulado	Foto: 125
09°34'39,5"	63°59'44,8"	10	Relevo suave a ondulado	Foto: 126/127
09°34'50,8"	64°01'19,3"	10	Pasto Sujo - Relevo suave a ondulado	Foto: 128
09°35'47,6"	64°03'40,5"	10	Relevo suave a ondulado	Foto: 130
09°33'21,4"	63°57'35,2"	10	Pasto - Relevo suave ondulado.	Foto: 131
09°33'30,9"	63°59'16,7"	10	Pasto - Relevo suave ondulado.	Foto: 132
09°34'00,4"	64°01'39,3"	10	Pasto - Relevo suave ondulado.	Foto: 135
09°32'11,9"	63°37'14"	10	Pasto - Relevo suave ondulado.	Foto: 136
09°31'45,7"	63°55'55,5"	10	Pasto - Relevo suave ondulado.	Foto: 137/138
09°31'22"	63°55'01,9"	10	Pasto - Relevo suave ondulado	Foto:139a 142
09°31'11,5"	63°55'44,2"	10	Pasto - Relevo suave ondulado	Foto: 143/144

9° 40' 34,3"	63° 56' 34,2"	10	Relevo ondulado a suave ondulado	Foto: 0207 a 0209
9° 41' 12"	63° 54' 35"	10	Relevo ondulado suave ondulado	Foto: 0210
9° 40' 20,2"	63° 52' 11,1"	10	Relevo ondulado suave ondulado	Foto: 0211 e 0212
9° 43' 54,2"	63° 55' 22,5"	10	Relevo ondulado	Foto: 0220 a 0222
9° 43' 26,4"	63° 54' 51,3"	10	Relevo ondulado	Foto: 0223 e 0224
9° 49' 30,1"	63° 55' 24,7"	10	Relevo ondulado/Afloramento rochoso	Foto: 0232 e 0233
9° 47' 53,6"	63° 54' 14,5"	10	Relevo ondulado a muito ondulado/Afloramento de rocha	Foto: 0234 e 0235
9° 49' 03,2"	63° 59' 31,6"	10	Relevo suave ondulado/Estrada principal/direção ao canal/A direita Pasto	Foto: 0239
9° 49' 55,4"	64° 02' 47,5"	10	Relevo suave e suave ondulado – Pasto sujo –	Foto: 0244 a 0246
10° 15' 30,3"	63° 53' 53,2"	10	Relevo ondulado nascentes de RB – Em sentido para o sul o direita pasto; floresta perturbada/regeneração	Foto: 0254
10° 17' 05,4"	63° 55' 01,5"	10	Relevo ondulado a forte ondulado – município de Campo Novo– Rondônia – Lado esquerdo floresta perturbada	Foto: 0259
10° 18' 56,6"	63° 56' 08,2"	10	Relevo ondulado a forte ondulado	Foto: 0269
10° 17' 36,7"	63° 56' 26,7"	10	Relevo ondulado a forte ondulado – Pastagem intercaladas com palmáceas e árvores	Foto: 0270
10° 20' 28,2"	63° 58' 57,4"	10	Relevo ondulado a suave ondulado	Foto: 0273
10° 17' 37,2"	64° 00' 39,7"	10	Relevo ondulado com afloramento rochoso nos topos –	Foto: 0276
10° 19' 39,7"	64° 01' 24,2"	10	Relevo ondulado a suave ondulado–	Foto: 0277
10° 19' 52,7"	64° 04' 01"	10	Relevo testemunho – Cabeceiras do Rio Branco – Colinas onduladas – E afloramento rochoso –	Foto: 0282 e Foto: 0283
10° 17' 28,1"	64° 02' 34,2"	10	Relevo ondulado com afloramento rochoso – Campo Novo de Rondônia	Foto: 0290 e 0291
10° 15' 32,8"	64° 00' 20,5"	10	Relevo ondulado a forte ondulado –	Foto: 0293 e 0294
10° 15' 29,9"	63° 57' 53,7"	10	Relevo ondulado a forte ondulado – Pastagem –	Foto: 0297 e 0298
10° 12' 55,8"	63° 59' 57,6"	10	Relevo ondulado a forte ondulado	Foto: 0299
10° 11' 05,7"	63° 59' 54,4"	10	Relevo ondulado a forte ondulado –	Foto: 0302
10° 12' 19,0"	64° 02' 13,3"	10	Relevo suave ondulado –	Foto: 0303
10° 13' 37"	64° 01' 45,9"	10	Relevo ondulado –	Foto: 0304
10° 09' 37,4"	64° 02' 38,2"	10	Relevo ondulado a forte ondulado –	Foto: 0305
10° 09' 14,5"	64° 04' 05,7"	10	Relevo ondulado a forte ondulado –	Foto: 0306 e 0307
10° 08' 56,5"	64° 01' 04,6"	10	Relevo ondulado a forte ondulado –	Foto: 0308
10° 08' 58,7"	63° 58' 11,1"	10	Relevo ondulado – pequena propriedade –	Foto: 0309
10° 10' 53"	63° 57' 11"	10	Relevo ondulado a forte ondulado –	Foto: 0310
10° 12' 46,2"	63° 57' 13,5"	10	Relevo ondulado a forte ondulado – Criação extensiva –	Foto: 0311 e 0312
10° 12' 54"	63° 54' 21,8"	10	Relevo ondulado a suave ondulado –	Foto: 0316 a 0318
10° 08' 13,9"	63° 54' 33,4"	10	Relevo ondulado a forte ondulado com relevo testemunho –	Foto: 0319 e 0320
10° 06' 58,1"	63° 56' 20,6"	10	Relevo ondulado a suave ondulado	Foto: 0321
10° 05' 38,4"	63° 37' 10,6"	10	Relevo ondulado a suave ondulado	Foto: 0322 e 03223
10° 06' 17,8"	63° 54' 57,0"	10	Relevo ondulado a forte ondulado	Foto: 0324
10° 04' 51,5"	63° 54' 32,5"	10	Relevo ondulado a forte ondulado com afloramento rochoso	Foto: 0325
09° 41' 18,4"	63° 57' 49,4"	10	Relevo suave ondulado – Próximo ao Rio Pardo	Foto: 0329
9° 41' 17,2"	64° 2' 36,6"	10	Relevo Ondulado	Fotos: 112, 113
9° 39' 41,5"	64° 3' 56,6"	10	Relevo Suave Ondulado	Foto: 114
9° 37' 54,0"	64° 04' 22,4"	10	Relevo Suave Ondulado, Pasto Formado Recente	Fotos: 115
9° 43' 34,5"	64° 05' 34,0"	10	Relevo Ondulado –	Foto: 120
9° 45' 00,3"	64° 03' 52,2"	10	Relevo Ondulado, Muitas Palmas	Fotos: 122
9° 43' 18,0"	64° 02' 52,8"	10	Relevo Ondulado	Foto: 123
9° 42' 09,4"	64° 01' 02,0"	10	Relevo Ondulado	Foto: 124
9° 48' 25,5"	64° 01' 46,2"	12	Relevo suave ondulado – Em direção ao rio – A direita floresta em regeneração – A esquerda floresta –	Foto: 0240 a 0243
9° 48' 26,3"	64° 01' 03,2"	19	Relevo suave a plano – Floresta em regeneração –	Foto: 0248

Fonte: Organizado pelos autores referente aos levantamentos de campo realizados em 2017 e 2018.

Número das Tipologias: (1) Área Urbana; (3) Desmatamento Recente; (5) Cultura Permanente; (6) Sistema Agroflorestal; (7) Sistema Agrossilvipastoril; (8) Sistema Silvipastoril; (9) Sistema Agropastoril; (10) Pecuária Extensiva; (12) Floresta e (19) Floresta em Regeneração.

Todas as tipologias foram registradas por meio de fotografias cujo acervo encontra-se no apêndice 01. Nesse levantamento o exercício de interpretação, registro e análise da paisagem por meio da observação, além de auxiliar na classificação dos usos, permitiu a projeção de cenários em relação a expansão dos mesmos na área de estudo a partir dos resultados de atribuição dos valores de vulnerabilidade. De modo geral, quatro grandes classes de cobertura terrestre foram indicadas com base em BRASIL (2006):

- Áreas Antrópicas Não-agrícolas – Compõem áreas urbanizadas, industriais, comerciais, redes de comunicação e áreas de extração mineral.

- Áreas Antrópicas Agrícolas – São áreas de terras utilizadas para a produção de alimentos, ou seja, terras cultivadas. Nesta categoria as lavouras temporárias, lavouras permanentes, pastagens plantadas e silvicultura.

- Áreas de Vegetação Natural – Compreende um conjunto de estruturas florestal e campestre na forma original (primária) e alterada até formações florestais espontâneas (secundária), arbustivas, herbáceas e/ou gramíneo-lenhosas, em diversos estágios de desenvolvimento, distribuídos por diferentes ambientes e situações geográficas.

- Águas – São cursos d’água e canais naturais como rios, riachos ou reservatórios artificiais como represas para fornecimento de água, energia elétrica e irrigação e outros.

O Quadro 03, apresenta as classes e tipologias identificadas nos levantamentos de campo. O tipo de Uso e Cobertura preponderante na área da bacia foi a pecuária extensiva com 64,63%. Foram mapeados três sistemas de áreas antrópicas agrícolas: o Sistema agroflorestal (SAF) com apenas 0,002%; o Sistema agrossilvipastoril com 0,015% e o Sistema silvipastoril com cerca 0,344%.

Quadro 3: Caracterização do tema Uso e Cobertura da Terra na bacia do rio Branco – PVH/RO

Tipologias de Uso e Cobertura	Caracterização e Descrição
Água	Referem-se aos corpos d’água naturais ou artificiais que não são de origem marinha, tais como rios, canais, lagos e lagoas de água doce, represas, açudes, etc.
Área urbana	Constituem as áreas de uso intensivo, caracterizadas pela presença de equipamentos urbanos tais como: escolas, praças, sistema viário onde os sistemas artificiais predominam sobre os sistemas agrícolas.
Cultura permanente	Compreende o cultivo de plantas perenes, isto é, de ciclo vegetativo de longa duração. Essas plantas produzem por vários anos sucessivos sem a necessidade de novos plantios após colheita, sendo utilizadas técnicas de cultivo tradicional, orgânico, assim como o cultivo de plantas modificadas geneticamente
Floresta	Considera-se todas as formações arbóreas do tipo Savana Estacional ou Floresta ombrófila, densa ou aberta, com dossel uniforme ou não, de zonas tabulares ou de planícies, com ou sem mata galeria.
Floresta em regeneração	Considera-se todas as formações arbóreas do tipo Savana Estacional ou Floresta ombrófila, densa ou aberta, com dossel uniforme ou não, de zonas tabulares ou de planícies, com ou sem mata galeria, que submetidas a processo de desmatamento, apresentam processo de regeneração caracterizando-se, para um primeiro estágio de formação, como floresta secundária. (*)
Pecuária extensiva	Sistema de criação em que o gado é criado solto na vegetação natural.
Sistema agroflorestal (SAF)	Constitui os cultivos em que nos usos da terra se combinam espécies arbóreas lenhosas (frutíferas e/ou madeireiras) com cultivos agrícolas e/ou animais, de forma simultânea ou em sequência temporal e que interagem econômica e ecologicamente em uma mesma unidade de terra.
Sistema agrossilvipastoril	Sistema onde a produção é consorciada, envolvendo o componente arbóreo com cultivos agrícolas e animais.
Sistema silvipastoril	cultivo que combina árvores com pastagem destinada à criação de animais.

Fonte: Adaptado de BRASIL (2006) e Trabalho de Campo (2017 e 2018)

Para o período analisado na execução do projeto, a cobertura florestal perfazia 34,55% da área da bacia, com uma área de Floresta em Regeneração de menos de um por cento, ou seja, 0,015%. As áreas identificadas como sendo de Cultura permanente, Área Urbana e Água, perfizerem respectivamente 0,033%, 0,076% e 0,327%. O mapa da Figura 10, apresenta o modelo de configuração espacial da área considerando a expansão da pecuária e as manchas de floresta remanescente.

Destaque-se que os dados são dos anos de 2000 a 2020 o que implica em afirmar que o desmatamento se ampliou na área. A bacia do rio Branco possui Uso e Cobertura da Terra com forte tendência à pecuarização o que não é diferente das trajetórias já indicadas por diversos autores (MARGULIS,2003; RIBEIRO e VERÍSSIMO,2007 e RIVERO et al., 2009). Na Tabela 03, pode-se observar que dos 112 pontos observados e mapeados, a maioria teve a pastagem como uso e cobertura predominantes. Essa é uma tendência observada no estado de Rondônia, com maior ênfase no município de Porto Velho que já possui dentre os demais municípios do estado, o maior rebanho

bovino. E na área da bacia a pecuária também constitui a principal opção de investimento (NUNES et al.; 2015).

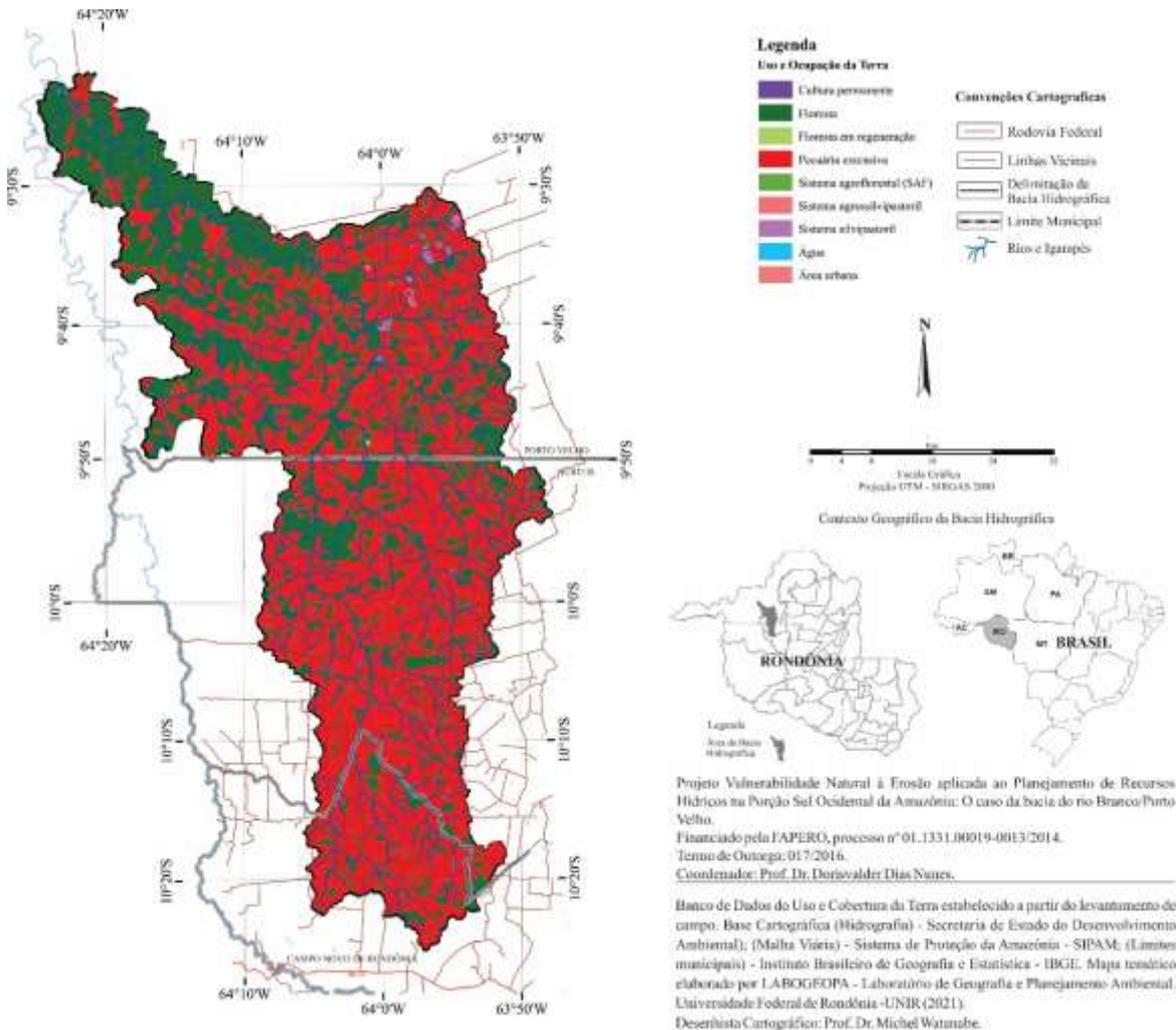


Figura 10: Mapa de Uso e Cobertura da Terra - bacia do rio Branco. Fonte: Organizado a partir das expedições de campo (2018) e adaptado de BRASIL (2006).

O mapa da Figura 09 demonstrou que o avanço da pecuária na bacia não considera nenhum critério geomorfológico para sua implantação. As áreas com as maiores altitudes e declividades também estão ocupadas por pasto. Dos 112 registros que foram levantados em campo, 38 (um terço) apresentaram características do relevo que vai de ondulado a fortemente ondulado e a exemplos de outras bacias estudadas a partir da VNEUT, a tendência é que nessas áreas os processos de ravinamento (cicatrizes de erosão) sejam potencializados.

4.2.1. Série histórica do desmatamento na bacia do rio Branco - RO

Os dados indicaram que a expansão da atividade de pecuária substituiu a cobertura vegetal original dando lugar ao pasto, com maior ênfase na porção mais ao sul da bacia, que é também o setor que possui o relevo com maior movimentação, com ocorrência de afloramentos rochosos. Observe-se que as taxas anuais da série histórica levantada a cada 3 anos demonstraram que no período entre 2000 a 2015, indicaram acréscimo quase sempre similar entre um triênio e outro. Todavia em 2018 as taxas tiveram forte acréscimo talvez por força da instabilidade política advinda de 2016 com a mudança abrupta de governo em nível nacional, onde a tendência de afrouxamento da fiscalização tornou-se uma realidade (Cf. Tab. 04).

As projeções indicadas no modelo Piontekowski et. al. (2014) (Cf. Fig. 08), foram assertivas para o caso da bacia do rio Branco. Os dados apresentaram reta sempre ascendente do

desmatamento após o ano de 2000, quando a bacia tinha cerca de 13,45% de área desflorestada. Em 12 anos o desmatamento alcançou 49,18% e, em apenas 5 anos (entre 2015 a 2020) a perda da cobertura original chegou a 71,19%, indicando nesses 5 anos a potencialização das frentes de penetração cuja atividade econômica tem na pecuária sua maior expressão (Cf. Fig. 11).

Tabela 4: Série histórica do Desmatamento (2000 a 2020) em Ha, Km² e Percentuais

Área e Ano	Km ²							
	2000	2003	2006	2009	2012	2015	2018	2020
Floresta	2738,65	2433,40	2016,89	1870,50	1608,3	1578,04	994,89	911,39
Área Desmatada	425,8	731,05	1147,56	1293,95	1556,27	1586,40	2169,55	2253,05
Total	3164,59	3164,59	3164,59	3164,59	3164,59	3164,59	3164,59	3164,59

Área Desmatada em %	2000	2003	2006	2009	2012	2015	2018	2020
		13,45	23,10	36,26	40,89	49,18	50,13	68,56

Hectare e Ano	Há							
	2000	2003	2006	2009	2012	2015	2018	2020
Floresta	273865	243340	201689	187050	160830	157804	99489	91139
Área Desmatada	42580	73105	114756	129395	155627	158640	216955	225305
Total	316459	316459	316459	316459	316459	316459	316459	316459

Fonte: Organizado pelos autores com base nos dados do INPE (2021)

O modelo de ocupação parece ser o mesmo já observado em outras áreas do norte do estado de Rondônia e que pode ser explicado a partir de três reflexões:

- 1 – O movimento migratório do centro sul para o norte do estado de Rondônia de produtores rurais em busca de terras mais baratas, incentivou a implantação das atividades de exploração madeireira, seguida do desmatamento e plantio de pasto para pecuarização da área. Essa tem sido a tendência no município de Porto Velho e demais municípios circunscritos à BR-425;
- 2 – Implantação de atividades agrícolas de larga escala representadas pela expansão da soja;
- 3 – Investimentos públicos na implantação de grandes obras de infraestrutura, marcadamente aquelas vinculadas à implantação de hidroelétricas no alto rio Madeira, as quais funcionaram como efeito de arrasto ((FEARNSIDE, 2019), potencializando inclusive, o processo de desmatamento sob a perspectiva de valorização do preço da terra aliado aos bons preços da carne bovina no mercado nacional e internacional.

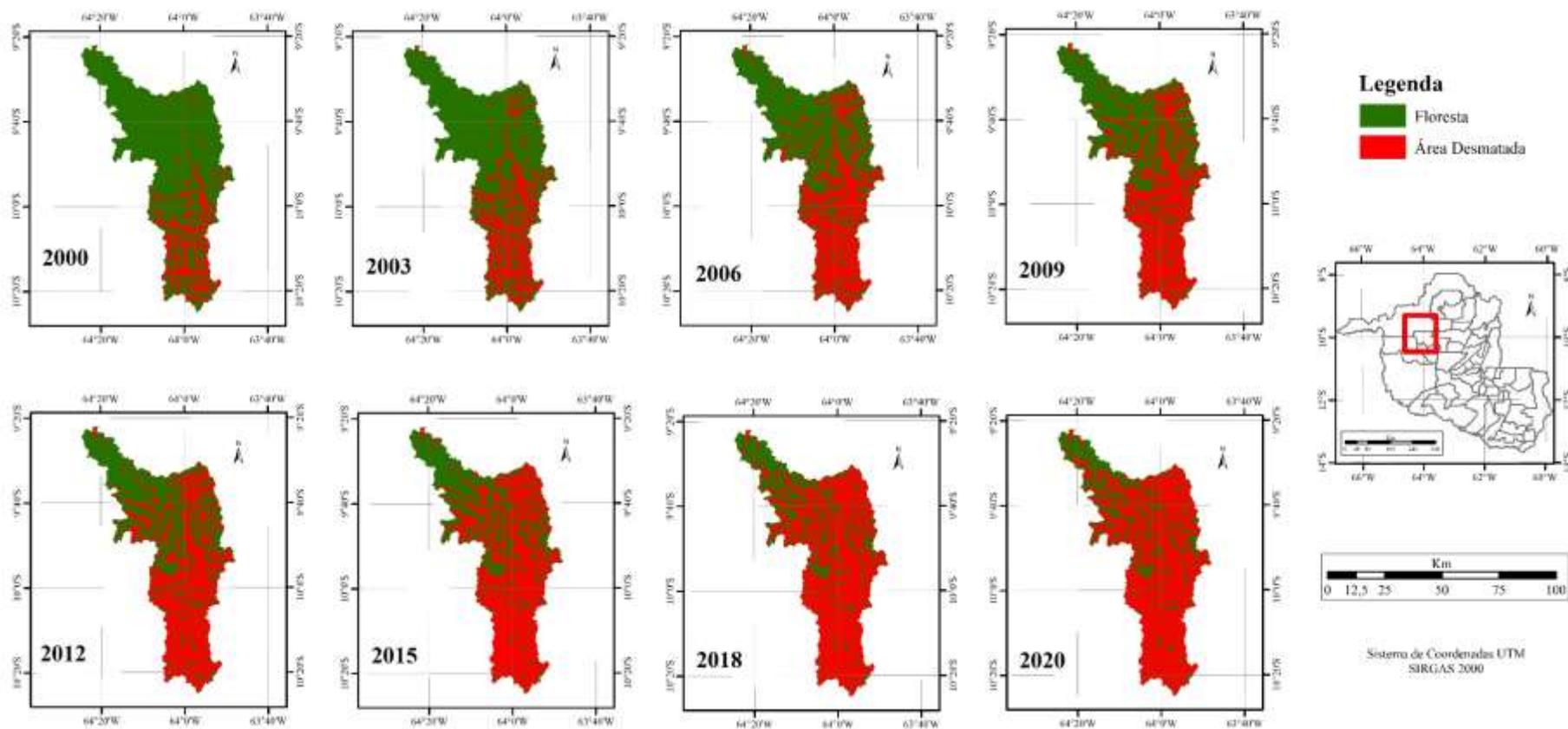


Figura 11: Série Histórica do desmatamento na bacia do rio Branco – RO - 2000 a 2020.

Fonte: Imagens (série histórica) do banco de dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (20210).

Base Cartográfica (vetorial) Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental – SEDAM.

Desenhista Cartográfico: Prof. Dr. Michel Watanabe.

4.2.2. Papel das estradas nos processos de desmatamento e criação dos rios efêmeros-artificiais (Atendimento do objetivo específico nº 02 e 06)

De acordo com Schielein e Börner (2018), dois processos definem o modo como a fronteira agrícola na Amazônia estabelece os padrões de transformação de sua paisagem original: o primeiro se expressa pela intensificação das atividades agrícolas, mormente aquelas cujas escalas espaciais de apropriação da terra são mais vigorosas, ou seja, produção de grãos e pecuária, sempre alimentadas pela demanda internacional de produtos agrícolas. A segunda se expressa pela retomada do desmatamento sempre alavancado pelas mudanças nos humores de políticas governamentais especialmente aqueles de espectro político/ideológico mais à direita. Todavia, é importante discutirmos o mecanismo facilitador da expansão do desmatamento na Amazônia, ou seja, a abertura de estradas. Se de um lado elas constituem parte das demandas geradas pelas novas frentes de ocupação representadas por pequenos, médios e grandes produtores rurais, de outro retroalimentam (negativamente: quanto mais estradas menos floresta) um cenário que desde os anos de 1980 do século XX, foi definido como modelo de Alças Causais de Fearnside (1987).

Os estudos sobre o efeito das estradas nos processos ecohidrológicos tem grande relevância para o planejamento regional, mormente no caso amazônico onde a abertura de novas estradas é referendada com base na premissa de que fortalecerá a economia local por meio do fluxo de produtos agrícolas para comercialização em áreas urbanas locais, regionais, nacional e internacional. Essa não é apenas uma tendência tanto em ambientes temperados, quanto tropicais, segundo o qual em se tratando dos trópicos os processos tendem a ser muito mais intensos em função do padrão de pluviosidade que caracteriza o ambiente amazônico, o que exige, segundo os autores uma abordagem cada vez mais interdisciplinar (WEMPLE et al., 2017).

De modo que as estradas neste estudo assumem relevância no processo erosivo na medida em que para além de potencializarem o desmatamento por meio da penetração de novas frentes de ocupação, exercem papel preponderante no aporte sedimentar para os rios (Cf. Fig. 12)



Figura 12: Influência das estradas vicinais no aporte sedimentar por meio da criação de rios efêmeros na BRB. Fonte: Acervo fotográfico do LABOGEOPA.

A partir da Figura 12, podemos definir 5 fases no processo de deslocamento de sedimentos tendo como origem as estradas vicinais:

Fase 1 – Escoamento laminar por saturação oriundo do pasto deslocando o fluxo em direção da estrada;

Fase 2 – Canalização do fluxo nos pontos mais profundo da estrada, que no caso em tela, estão entre os taludes e o eixo central da estrada. É importante lembrar que as estradas podem ser hierarquizadas em: estradas de primeira ordem que são aquelas onde não há talude, são abertas no solo *in situ* e as vezes oriundas de antigos carreadores usados para extração de madeira;

Fase 3 – Considerando a intensidade das chuvas que ocorrem na bacia, especialmente nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro (inverno amazônico), o volume do fluxo aumenta significativamente e se espalha pela estrada criando rios artificiais potencializando o aporte de sedimentos para os canais fluviais;

Fase 4 – Os sedimentos oriundos das estradas chegam nos igarapés, ampliando a turbidez;

Fase 5 – A turbidez está muito alta em função do grande fluxo de aporte sedimentar, podendo comprometer a cadeia trófica dos rios. Esse efeito é tanto maior quanto menor for a hierarquia da bacia hidrográfica.

As estradas possuem função social, na medida em que são fundamentais para o transporte, deslocamento e interligação comercial entre localidades. E dada essa importância social nem sempre é perceptível ao cidadão que essa mesma estrada esteja associada a diferentes impactos ambientais, entre os quais: a) os de caráter Ecológico, pela interferência na mobilidade das espécies, fragmentação do habitat e mortalidade por atropelamento. b) Os associados à conversão da cobertura vegetal, processo observado de forma recorrente na bacia. c) E, por fim, os impactos associados ao aumento das cargas de sedimentos (ampliação da turbidez) promovidos por erosão acelerada, e que podem redundar em degradação da qualidade química da água, como resultado de diferentes tipos de poluentes somado aos deslocamentos sedimentos finos que podem afetar a cadeia trófica de sistemas aquáticos a partir, por exemplo, da concentração de metais pesados no fluxo do canal – estradas podendo constituir a principal geração e transporte de poluentes (WEMPLE, SWANSON e JONES, 2001).

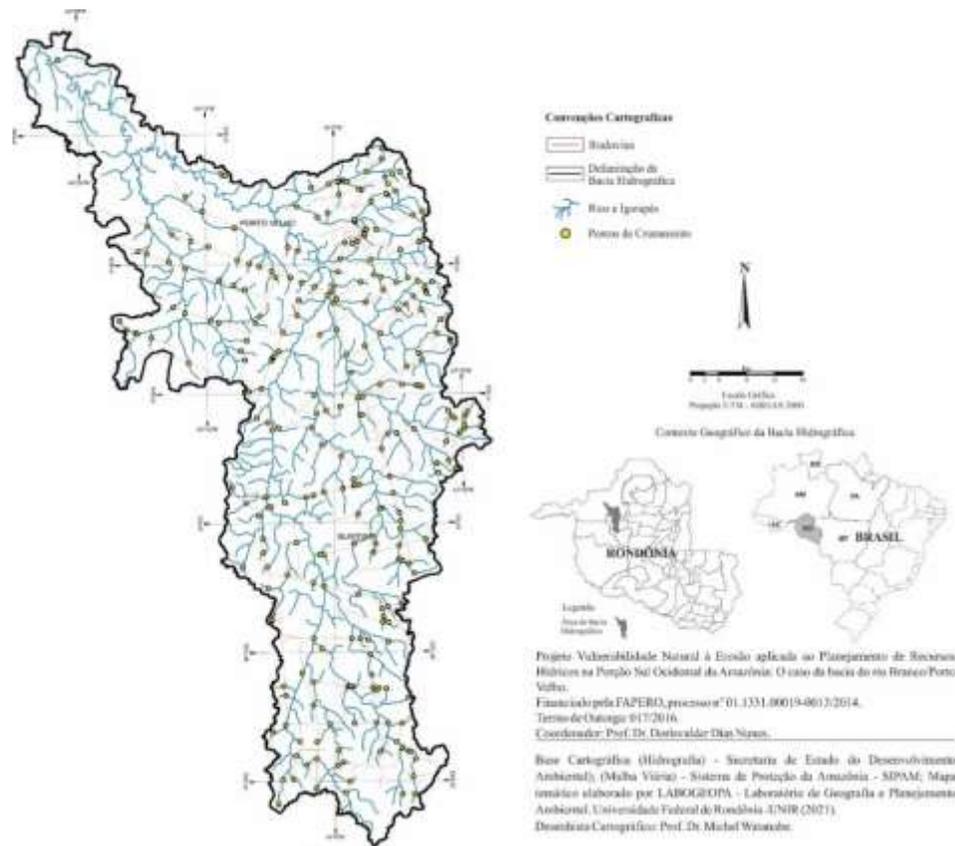


Figura 13: Mapa dos pontos de cruzamento entre rios (igarapés) e estradas vicinais.

Fonte: Organizado a partir das expedições de campo (2017 e 2018) e tratamento em SIG.

A bacia do rio Branco apresenta densa trama de tributários e a expansão das estradas nos últimos 5 anos também foi adensada na área. De modo que quanto mais densas são a trama hidrográfica e as estradas vicinais, maior será o número de pontos de cruzamento. O mapa da Figura 13, indica o total de pontos observados/mapeados no cruzamento entre rios e estradas vicinais. Foram identificados 285 pontos de cruzamentos, numa malha hidrográfica de aproximadamente 1759,91 quilômetros e de estradas com 997,62 km (Cf. Tab. 01). A densidades de drenagem foi de 0,56 e das estradas mapeadas de 0,31.

Cada ponto de cruzamento enseja um ponto de fluxo de água que flui por estas estradas vicinais em direção aos canais fluviais. De modo que se pudéssemos calcular o montante de sedimentos oriundos de cada ponto de cruzamento, potencializado pelo sedimento carreado de áreas recentemente desmatadas, teríamos ideia dos efeitos da abertura indiscriminadas das estradas somada ao avanço do desmatamento da floresta ombrófila da bacia do rio Branco. A título de ensaio, coletamos em três pontos da bacia (Ponto 01 - terço superior, Ponto 2 - terço médio e Ponto 3 - terço inferior) alguns parâmetros: Contagem de Coliformes Termotolerantes (fecais); Sólidos Totais Dissolvidos; Turbidez; Demanda Química de Oxigênio e Surfactantes (como LAS) (Cf. Tab. 05).

Do ponto de vista empírico, as fotos da Figura 12, demonstram o grau de turbidez em alguns setores da malha hidrográfica da bacia. Esse modelo de ocupação aqui descrito tem (ou teria) nas unidades de conservação um mecanismo impeditivo para ampliação das estradas e de seu consequente desmatamento (BARBER, COCHRANE, SOUZA JR e LAURANCE, 2014).

Tabela 5: Parâmetros obtidos em Laboratório referentes as amostras de água da calha do rio Branco

PONTO	Parâmetros	Resultados	VMP	Un	L.Q./Faixa
01 – Alto RB Terço Superior	Contagem de Coliformes Termotolerantes (fecais)	1,1 x 10 ⁺²	até 1,0x10 ⁺²	NMP/100 mL	1,1
	Sólidos Totais Dissolvidos	85,26	até 500,00	mg/L	5,0
	Turbidez	87,50	Até 100,00	UNT	0,10
	Demanda Química de Oxigênio /	5,10	N.A	mg/L	5,0
	Surfactantes (como LAS)	<0,10	N.A	mg/L	0,10
02 – Médio RB Terço Médio	Contagem de Coliformes Termotolerantes (fecais)	1,7 x 10 ⁺²	até 1,0x10 ⁺²	NMP/100 mL	1,1
	Sólidos Totais Dissolvidos	84,21	até 500,00	mg/L	5,0
	Turbidez	78,10	Até 100,00	UNT	0,10
	Demanda Química de Oxigênio /	30,74	N.A	mg/L	5,0
	Surfactantes (como LAS)	<0,10	N.A	mg/L	0,10
03 - Baixo RB Terço Inferior	Contagem de Coliformes Termotolerantes (fecais)	9,2 x 10 ⁺²	até 1,0x10 ⁺²	NMP/100 mL	1,1
	Sólidos Totais Dissolvidos	84,21	até 500,00	mg/L	5,0
	Turbidez	71,60	Até 100,00	UNT	0,10
	Demanda Química de Oxigênio /	31,68	N.A	mg/L	5,0
	Surfactantes (como LAS)	<0,10	N.A	mg/L	0,10

Fonte: Organizado pelos autores com base nos Relatórios Técnicos de Ensaio N°: 9945.2021.B- V.0 / N°: 9946.2021.B- V.0 / N°: 9947.2021.B- V.0 – LAPEF/RO (2021).

Os valores de turbidez com maior expressão no ponto 1 podem ser explicados pela baixa densidade de APP e uso predominante de pastagem. É uma área aberta de pasto com densidade superior de bovinos em relação aos outros pontos da bacia. Mesmo considerando que nos pontos 2 e 3 tivesse ocorrido chuva durante a coleta, o ponto 1 mostrou-se com turbidez superior com diferença de 9,4 UNT. Todos os valores de turbidez estão altos, considerando outros estudos para rios de porte similar na Amazônia, entre os quais destacamos o estudo de Watanabe et al. (2018).

Em relação ao oxigênio dissolvido verifica-se que mesmo com boas incidências nos três pontos coletados com média de 6,19 ppm, ou seja, valores acima do mínimo que exige a Resolução CONAMA 357 de 2005. Já os valores de DQO mostram-se muito discrepantes, com destaque novamente para o ponto 1, com valores muito inferior aos outros dois pontos amostrados. Os valores de

DQO dos pontos 2 e 3 mostraram uma maior quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica presente na água, sendo seis vezes superior ao ponto 1 (montante da bacia).

Em se tratando da Contagem de Coliformes Termotolerantes (fecais) verifica-se uma média de $4 \times 10^{+2}$ NMP/100 mL, valor acima do valor máximo permitido. A amostra do ponto 3 mostrou a maior concentração de coliformes com $9,2 \times 10^{+2}$ NMP/100 mL. Tal valor de pico pode ser explicado pelo momento da coleta, que apresentava influência de evento de chuva, o que pode ter promovido escoamento de material para os corpos hídricos em conexão. De qualquer forma o dado é relevante pois indica que a expansão da pecuária é fator de contaminação por coliformes o que denuncia os problemas de qualidade das águas em Rondônia apresentados nos levantamentos do Tratabrasil (2020).

Quanto aos sólidos totais dissolvidos, tomando como base a Resolução CONAMA 20 de 1986 que estabelece até 500 mg/L, todos os pontos amostrados da bacia estão dentro dos valores máximos permitidos com valor médio de 84,52 mg/L.

4.3. Definição dos pesos da vulnerabilidade temática das variáveis (atendimento do objetivo específico 03)

Neste tópico serão apresentados os mapas temáticos de Vulnerabilidade Natural à erosão referente às variáveis analisadas no estudo, adaptados do modelo metodológico de Crepani et al. (2001 e 2008). A apresentação dos mapas atende ao Objetivo Específico nº 03 que consistiu em atribuir pesos para cada variável do meio físico bem como das características de Uso e Cobertura da Terra para então subsidiar os mapas sínteses com seus respectivos cenários. Os mapas gerados totalizaram seis modelos cartográficos. Para cada mapa gerado, tem-se uma tabela equivalente com as características de cada variável, os pesos de vulnerabilidade e a área equivalente da variável em hectares e seu percentual em relação a área total da bacia (Cf.: Tabelas 06, 07, 08, 09, 10 e 11)

4.3.1 VNE do Tema Vegetação

A bacia possuía como vegetação originária a Floresta Ombrófila que se diferencia em seus aspectos caracterizados nos grupos de formações, subgrupos, nas formações e subformações, conforme indicado na Figura 14.

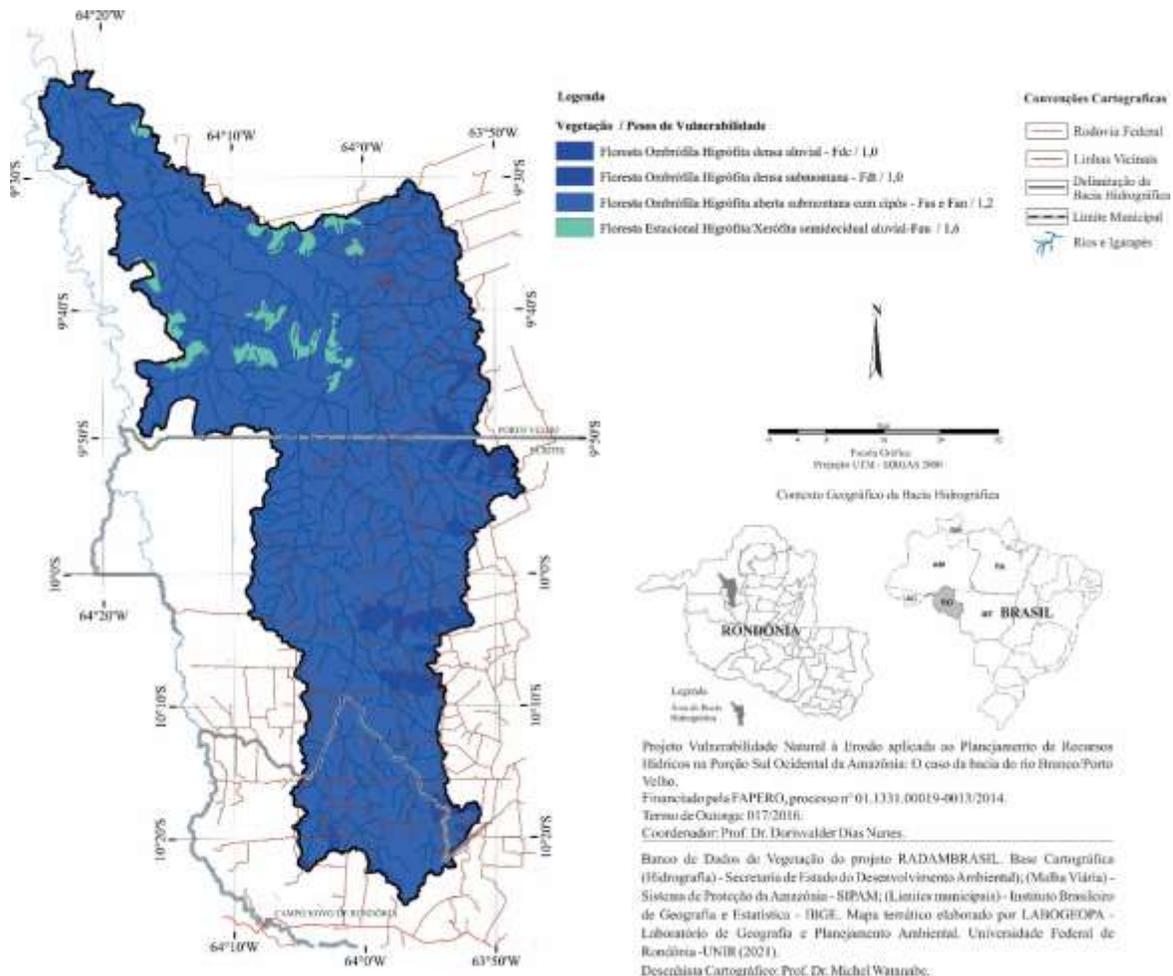


Figura 14: Mapa da Vegetação com os índices da VNE – bacia do rio Branco – PVH/RO.
 Fonte: Adaptado de Crepani et al. (2001).

A Floresta Ombrófila Aberta perfazia cerca de 91% da área da bacia do rio Branco, de formação submontana, com presença de cipó cuja atribuição do peso para a VNE indicou ser uma zona de estabilidade pois o peso foi de 1,2. Tem-se aqui uma característica de estabilidade que tem na vegetação como variável que define estabilidade da área. A retirada da vegetação e substituição por gramíneas ou culturas temporárias, pode mudar a morfodinâmica da VNE.

Tabela 6: Caracterização e índices da VNE do tema Vegetação – bacia do rio Branco – PVH/RO

Tipo de Vegetação	Caracterização e Descrição					Pesos	Área equivalente do tema	
	Siglas	Subclasses de formações	Grupos de Formações	Subgrupos de formações	Formações		Subformações	Ha
Faz/Fan	Floresta Ombr.	Higrófila	Aberta	Submontana	Com Cipó	1,2	288008,61	91
Fau	Floresta Ombr.	Higrófila/Xerófila	Semidecidual	Aluvial	Dossel Uniforme	1,6	10956,83	3,46
Fdc	Floresta Ombr.	Higrófila	Densa	Aluvial	Dossel Uniforme	1,0	179,27	0,056
Fdt	Floresta Ombr.	Higrófila	Densa	Submontana	Dossel Uniforme	1,0	17315,03	5,47
Total							316469,77	100

Fonte: Adaptado de BRASIL (1978); BRASIL(1992) e CREPANI *et al.*(2001).

Apenas 5,5% da área em estudo apresentou composição florestal com peso 1,0. Depreende-se que por força dos dados da Tabela 06 a floresta funcionava como uma fitoestasia (MOREIRA, 2009), mantendo inclusive, o equilíbrio no aporte de sedimentos derivados dos fluxos de água, sejam estes laminar, superficial ou subsuperficial. Todavia é importante considerar as variáveis solo e geomorfologia para melhor definição da VNE e da VNEUT sínteses, as quais serão analisadas a partir dos mapas finais mais adiante nesse relatório.

4.3.2 VNE do Tema Geomorfologia

Três feições Geomorfológicas caracterizam a bacia do rio Branco, são elas (Cf. Tab. 7):

1 - Os Planaltos residuais do Madeira – Ji-Paraná (Conjunto de formas de relevo de topos estreitos e alongados, esculpidas em rochas cristalinas);

Tabela 7: Caracterização e índices da VNE do tema Geomorfologia - bacia do rio Branco – PVH/RO

Unidades Geomorfológicas		Índices de Vulnerabilidade dos Dados Morfométricos			Média da Vulnerabilidade e para o Tema Geomorfologia e os respectivos Pesos	Área equivalente do tema		
		Índice de Dissecção	Declividade	Amplitude Altimétrica		Ha	%	
Sigla	Descrição e Características							
Da	Planaltos residuais do Madeira – Ji-Paraná (Conjunto de formas de relevo de topos estreitos e alongados, esculpidas em rochas cristalinas)	Da1	1,9	1,4	1,8	1,7	1097,271	0,346
		Da2	2,1	1,4	1,8	1,8	956,6795	0,302
		Da3	2,2	1,6	2,1	2,0	1071,259	0,338
		Da4	2,1	1,5	1,9	1,8	1264,411	0,399
		Da5	2,2	1,5	2,0	1,9	1522,656	0,481
		Da6	2,3	1,9	2,9	2,4	5852,826	1,84
		Da7	2,3	1,7	2,9	2,3	6883,409	2,17
		Da8	2,3	1,5	2,2	2,0	133,5749	0,042
		Da9	2,2	1,6	2,0	1,9	802,7747	0,253
		Da10	2,2	1,5	1,7	1,8	57,43475	0,018
		Da11	2,2	1,4	2,1	1,9	860,8366	0,272
		Da12	2,2	1,6	2,1	2,0	691,3632	0,21
Dc	Depressão do Madeira-Ji-Paraná (depósitos sedimentares) Conjunto de formas de relevo de topos convexos	Dc1	2,2	1,8	2,8	2,3	25318,87	8
		Dc2	2,4	2,0	2,8	2,4	113573	35,88
		Dc3	2,1	1,6	2,7	2,1	64969,98	20,53
		Dc4	2,3	1,7	2,9	2,3	18668,89	5,89
		Dc5	2,3	1,6	2,6	2,2	3944,89	1,24
Dt	Depressão do Madeira – Jiparaná (depósitos sedimentares) Conjuntos de Formas de Topos Tabulares		2,2	1,5	2,7	2,1	68789,61	21,73
Total							316469,77	100

Fonte: Adaptado de BRASIL (1978) e Crepani *et al.*(2001).

2 - Depressão do Madeira-Ji-Paraná que se expressa por depósitos sedimentares, formando um conjunto de formas de relevo de topos convexos e;

3 – Depressão do Madeira – Ji-paraná (depósitos sedimentares), caracterizada por Conjuntos de Formas de Topos Tabulares (Cf. Tab. 07).

A bacia está assentada na Unidade Morfoestrutural do Planalto Dissecado Sul da Amazônia (Brasil, 1978). A VNE referente à geomorfologia definiu a área central como sendo Moderadamente Vulnerável, ou seja, peso 2,4 (Cf. Fig. 15). Este é um setor onde as declividades variaram de 0 a 15% ou mais para alguns setores específicos (Cf. Fig. 08 da declividade).

Predomina na área da bacia a unidade geomorfológica Depressão do Madeira-Ji-Paraná (depósitos sedimentares) que se caracteriza pelo conjunto de formas de relevo de topos convexos, perfazendo cerca de 71,54%. De acordo com Brasil (2009:44) “são geralmente esculpidas em rochas ígneas e metamórficas e eventualmente em sedimentos, às vezes denotando controle estrutural. São caracterizadas por vales bem definidos e vertentes de declividades variadas, entalhadas por sulcos e cabeceiras de drenagem de primeira ordem”.

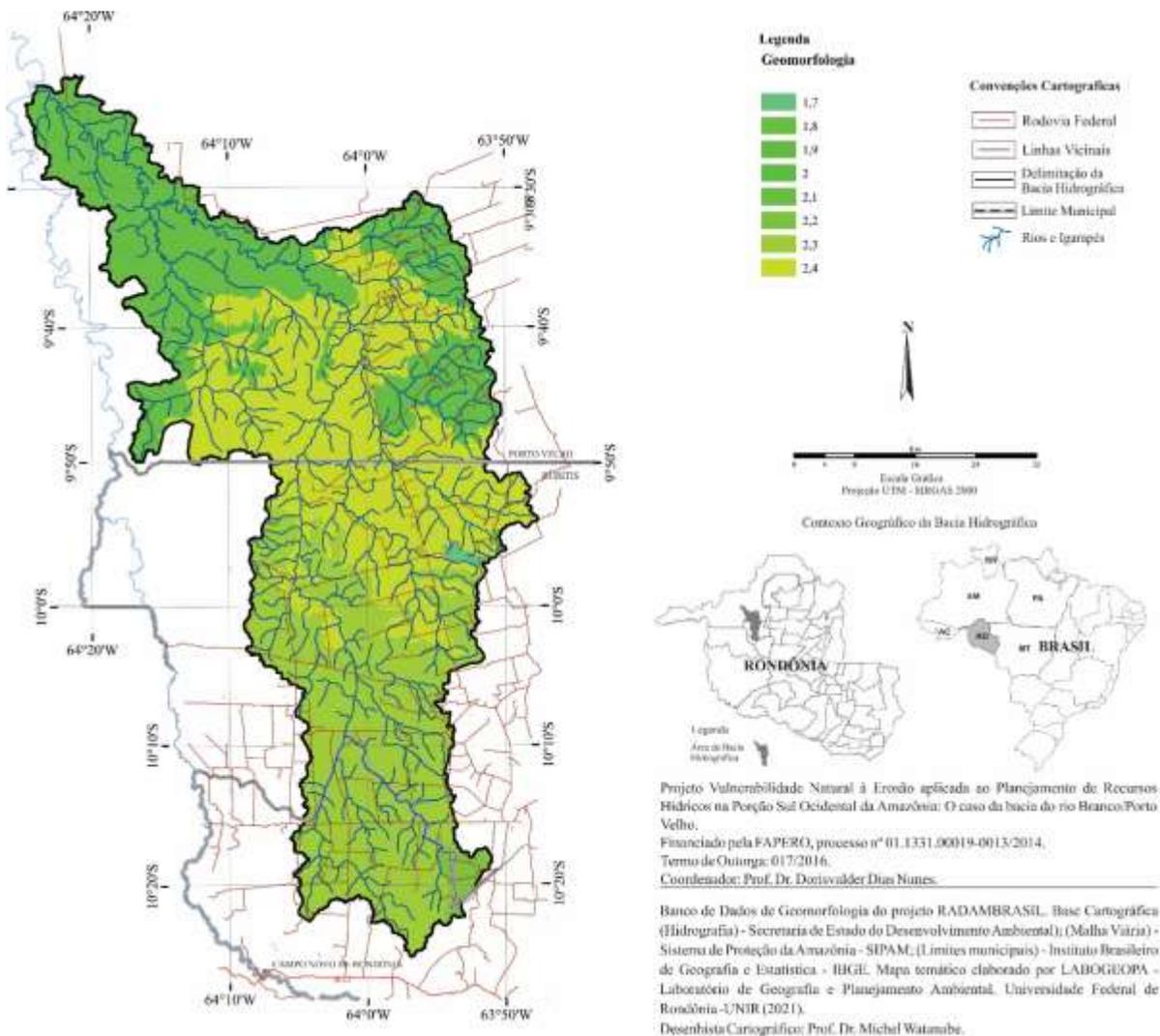


Figura 15: Mapa da Geomorfologia com os índices da VNE – bacia do rio Branco – PVH/RO. Fonte: Adaptado de Crepani et al. (2001).

Caracterizam-se ainda pela ocorrência de vales rasos sujeitos a instauração de processos de dissecação de superfícies relativamente aplainadas e assentados sobre rochas metamórficas de declividade pouco acentuada. Nesta unidade o peso médio para a VNE de Geomorfologia foi de 2,2 o que indica seu enquadramento na classe medianamente estável a vulnerável de acordo com Crepani et al. (2001 e 2008) (Cf. Fig. 15).

4.3.3 VNE do Tema Solos

Esse é um tema sensível aos processos erosivos, pois é a variável que melhor expressa o grau de perda para um dado elemento ou grupo de elementos dentro de uma área afetada. É a componente solo que de um lado é erodida e de outro provoca acumulação (CASTRO, PEIXOTO e RIO; 2005).

Considerando a escala de abordagem do RADAMBRASIL, foram caracterizados apenas dois tipos pedológicos na área: os Latossolos Vermelho Amarelo Distróficos (e suas variações) abrangendo cerca de 57,53 % da bacia e os Argissolos Vermelho Amarelo Distróficos, com cerca de 42,4% da área (Cf. Tab. 08).

Tabela 8: Caracterização e índices da VNE do tema Solos na bacia do rio Branco – PVH/RO

Tipo de Solos Siglas	Caracterização e Descrição	Pesos	Área equivalente do tema	
			Ha	%
LVA _{d4}	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico + Argissolo Vermelho Eutrófico	1,0	59910,56	18,9
LVA _{d5}	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico + Argissolos Vermelho-Amarelo distrófico	1,0	113418,56	35,83
LVA _{d6}	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico + Espodossolo Humilúvico hidromórfico	1,0	8561,25	2,70
LVA _{d8}	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico + Cambissolo Háptico distrófico	1,0	330,69	0,104
PVA _{d1}	Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico	2,0	64954,78	20,52
PVA _{d10}	Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico+Plintossolo háptico distrófico	2,0	43998,76	13,9
PVA _{d12}	Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico+ Plintossolo Pétrico concrecionário	2,0	8167,4	2,58
PVA _{d37}	Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico + Argissolo Vermelho-Amarelo aluminico + Neossolo Litólico distrófico	2,0	17119,65	5,4
		Total	316469,77	100

Fonte: Adaptado de BRASIL (1978) e CREPANI *et. al.* (2001).

O mapa da Figura 16 indica para este tema da VNE que a porção norte da bacia apresenta características à pedogênese com presença marcante dos latossolos conferindo-lhe a classe de VNE estável. Nas porções centro leste e meio sul, os argissolos indicaram peso 2,0, com classe medianamente estável a vulnerável, marcadamente em função das características de sua declividade e hipsometria, nesta última com altitudes que variaram de 180 a 328 metros. Esses terrenos mais movimentados combinados com precipitações que variaram entre 1900 a 2200 mm indicam tendências a processos de erosão mais acentuados nas áreas mapeadas.

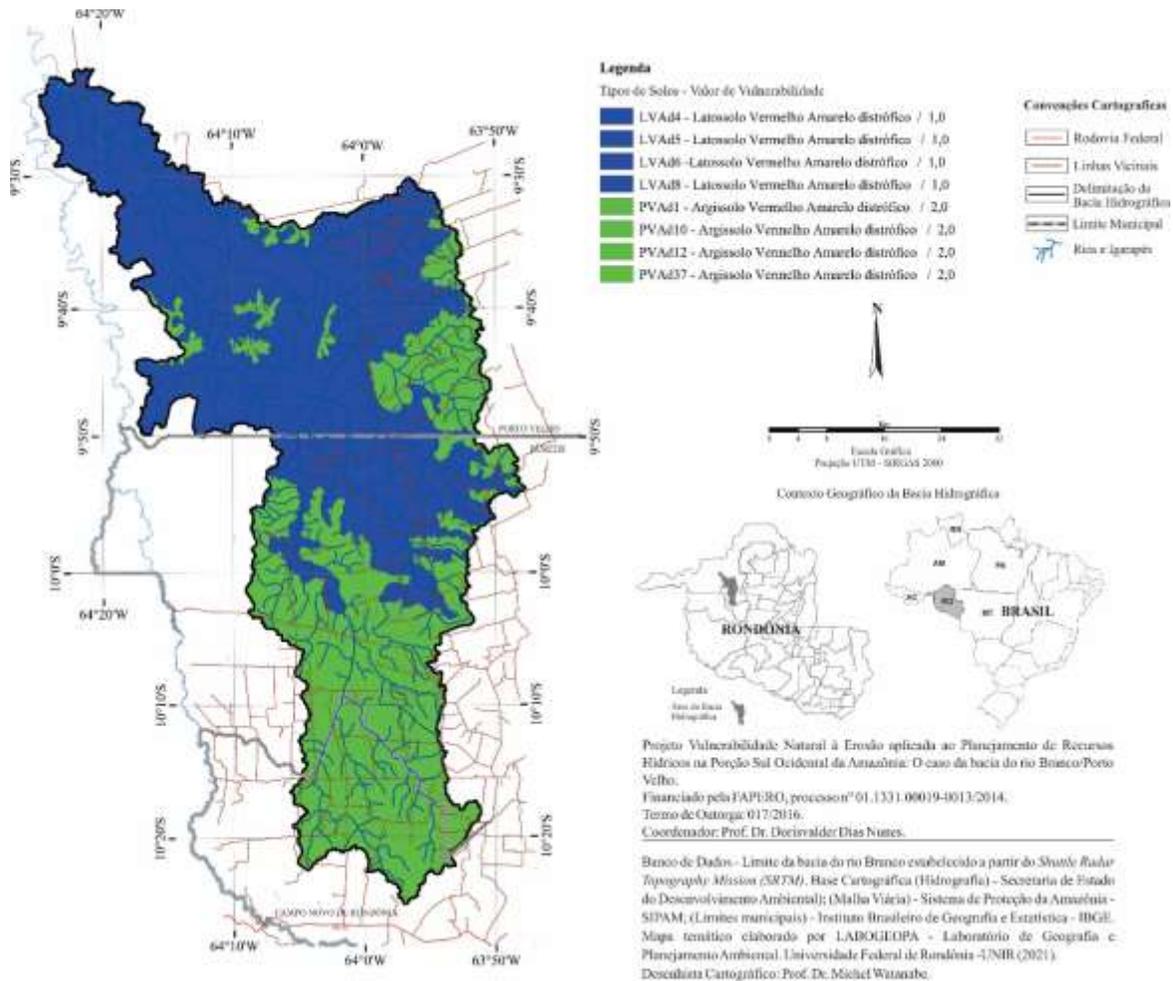


Figura 16: Mapa de Solos com os índices da VNE – bacia do rio Branco – PVH/RO.
 Fonte: Adaptado de Crepani et al. (2001).

4.3.4 VNE do Tema Geologia

O Complexo Jaci-Paraná é a formação geológica de maior abrangência na bacia, perfazendo um total de 50,14 % ou 158687,7598 hectares da área (Cf. Fig. 17). É uma formação do proterozóico / mesoproterozóico, caracterizada pela ocorrência das lateritas e ortognaisses e gnaisses e por ser uma rocha metamórfica, portanto com grau de coesão dos minerais forte, cujo peso para a VNE indicado foi de 1,3, e por isso se enquadra na classe de estabilidade (CPRM, 2007).

A bacia está assentada nas seguintes formações geológicas: Suíte Intrusiva Alto Candeias; Formação Palmeiral; Suíte Intrusiva Santo Antônio; Suíte intrusiva São Lourenço Caripunas; Complexo Jaciparaná e Cobertura Detrito –Laterítica Plistocênica (BRASIL, 1975; SPARENBERGER et.al., 2002) (Cf. Tab. 9).

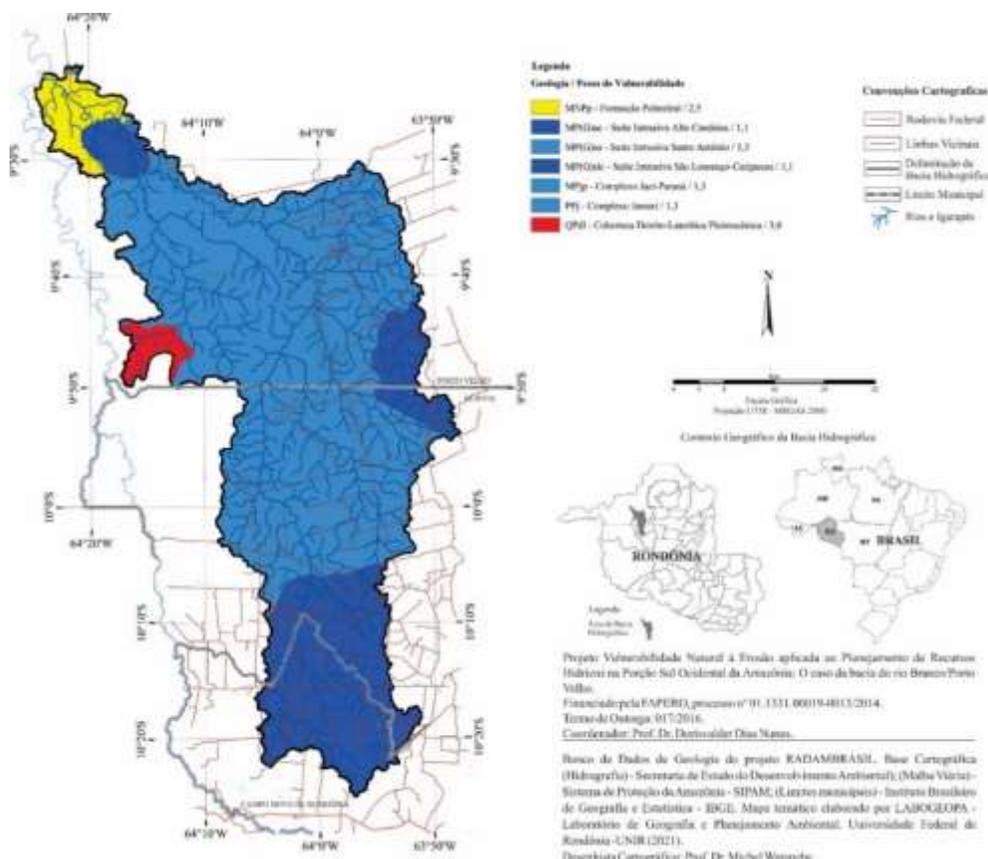


Figura 17: Mapa de Geologia com os índices da VNE – bacia do rio Branco – PVH/RO. Fonte: Adaptado de Crepani et al. (2001).

A partir do tema Geologia foi proposto um cenário de mapa síntese em função do fator tempo nos processos de alteração da rocha (matriz) e que será abordado no tópico sobre os cenários propostos da VNE e VNEUT, excluindo-se para este caso a variável geologia.

Tabela 9: Caracterização e índices da VNE do tema Geologia - bacia do rio Branco – PVH/RO

Formações Geológicas	Caracterização				Pesos	Área equivalente do tema	
	Siglas	Tipos de Rochas	Denominação do RADAM	Período Geológico De Formação		Descrição	Ha
MP (G)ac	Ígnea	Suíte Intrusiva Alto Candeias	Proterozóico/ Mesoproterozóico	Leucosienogranito/ Granada Leucogranito	1,1	75502,55	23,85
MNPp	Sedimentar	Formação Palmeiral	Proterozóico	ortoconglomerados e arenitos	2,5	11851,728	3,74
MP(G)sa	Ígnea	Suíte Intrusiva Santo Antônio	Proterozóico/ Mesoproterozóico	ortognaisses quartzo-dioríticos e rochas calciossilicatadas	1,3	2270,0965	0,71
MP(G)slc	Ígnea	Suíte intrusiva São Lourenço Caripunas	Proterozóico/ Mesoproterozóico	pterilito, wiborgitos, granitos equigranulares a porfíricos, quartzo-sienito e sienogranito pórfiro subvulcânico	1,1	7092,5900	2,24
MPjp	Metamórfica	Complexo Jaciparaná	Proterozóico/ Mesoproterozóico	Paragneisse, Gnaisse Calcilático, Ortogneisse Granodiorítico, Xisto	1,3	158687,75	50,14
PPj	Metamórfica	Complexo Jamari	Proterozóico/ Mesoproterozóico	Laterita e Ortogneisse, Gnaisses	1,3	54858,553	17,33
QPdl	Sedimentar	Cobertura Detrito – Laterítica Pleistocênica	Fanerozóico/ Holoceno/ Quaternário	Areia Ferruginosa, Silte, Argila, Cascalho, Sedimentos Inconsolidados	3,0	6206,4918	1,96
Total						316469,7701	100

Fonte: Adaptado de BRASIL (1978) e CREPANI *et al.* (2001).

4.3.5 VNE do Tema Intensidade Pluviométrica (Clima)

O dado de intensidade pluviométrica foi obtido a partir de Rondônia (2001) e sugere para a área da bacia pluviosidades acima de 1900 mm até 2200mm (a.a.) (Cf. Tab. 10)

Tabela 10: Índices da VNE do tema Intensidade Pluviométrica (Clima) - bacia do rio Branco – PVH/RO

Índice de Precipitação Pluviométrica (mm/aa)	Intensidade Pluviométrica (mm/m)	Caracterização e Descrição	Pesos
1900	211,11	Porção Extremo Sul-Sudeste da bacia	1,7
2000	222,22	Porção Noroeste da bacia	1,7
2100	233,33	Porção Central da bacia	1,8
2200	244,44	Porção Meio-Leste da bacia	1,8

Fonte: Adaptado de RONDÔNIA (2001) e CREPANI *et. al.* (2001).

Obs.: Não é possível definição de área. Para a intensidade pluviométrica foi considerado 9 meses chuvosos e 3 meses de estiagem

Na bacia o clima de acordo com a classificação de Köppen é do tipo Aw, com elevados índices de precipitação anuais em torno de 2050 mm/a.a. na média da bacia (SANTOS NETO *et al.*, 2014).

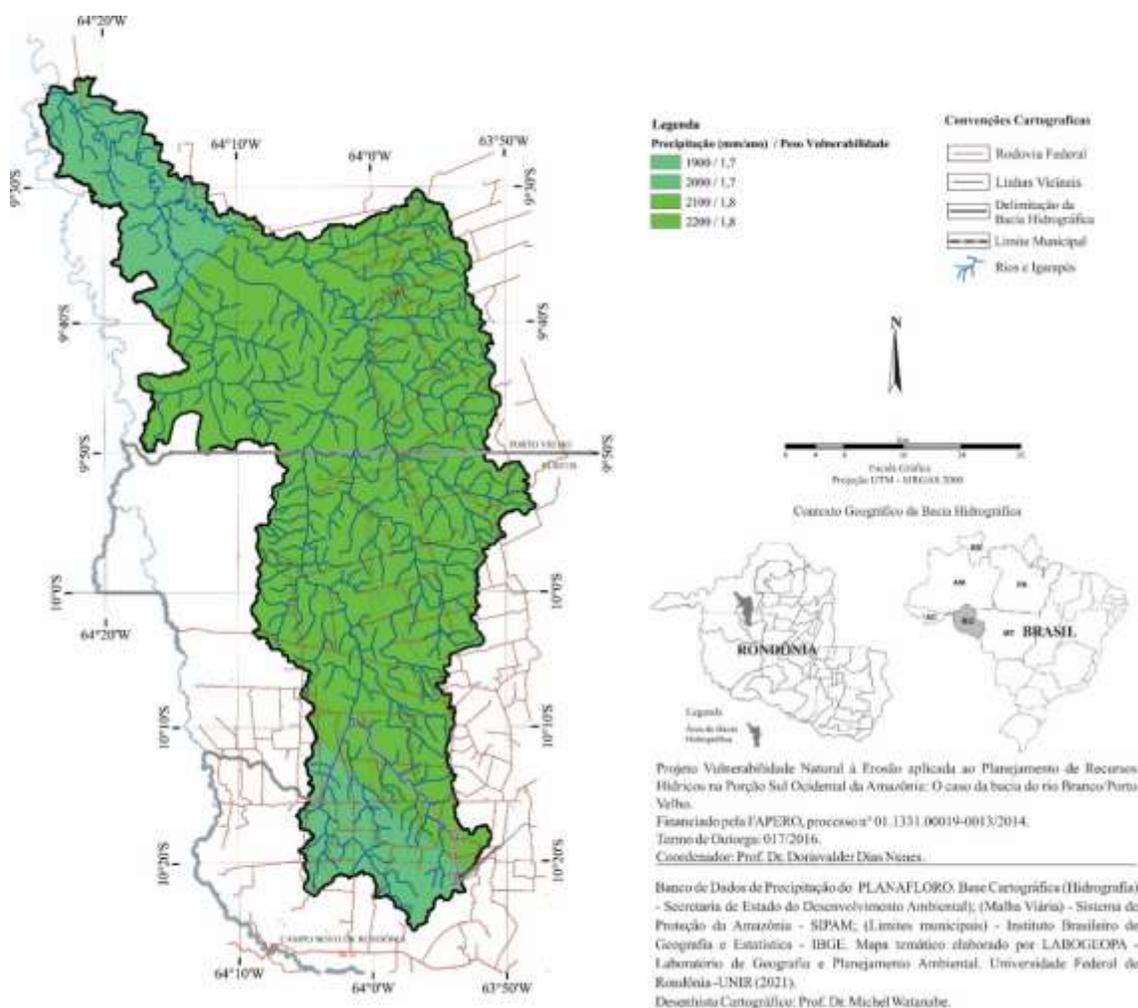


Figura 18: Mapa da Precipitação e índices da VNE – bacia do rio Branco – PVH/RO.

Fonte: Adaptado de Crepani *et al.* (2001).

O tipo Aw, também conhecido como de Clima Tropical Chuvoso, apresenta na média climatológica da temperatura do ar durante o mês mais frio, superior a 18°C (megatérmico) e com um período seco bem definido durante o inverno austral, quando ocorre na região um moderado déficit hídrico, com índices pluviométricos inferiores a 50mm/mês e apresenta 2 estações bem definidas: uma chuvosa e uma seca, com ocorrências do fenômeno de friagem que consiste em sistemas frontais como resultado das frentes frias oriundas do sul do País e que se caracterizam por uma queda brusca da média de temperatura e, em situações mais extremas, ficando abaixo dos 10°C (NIMER, 1989).

Os pesos atribuídos para o tema intensidade pluviométrica variaram de 1,7 nos extremos norte e sul da bacia à 1,8 para a porção central (Cf. Fig. 17). Conforme Escala de Vulnerabilidade proposta por Crepani et al. (2001), o tema da VNE para clima enquadra a área entre moderadamente estável a medianamente estável/vulnerável. Destaque-se que é na porção central que temos a ocorrência das maiores movimentações do relevo que combinado com os índices de pluviosidade indicam atenção em face da intervenção antrópica na alteração da cobertura vegetal originária.

4.3.6 VNE do Tema Uso e Cobertura da Terra

Na bacia do rio Branco foram identificadas as seguintes tipologias de uso e cobertura: a) água representando os corpos hídricos; b) área urbana do núcleo de Rio Pardo, local utilizado pela equipe para os pernoites; b) Cultura Permanente; c) Floresta; d) Floresta em Regeneração; Pecuária Extensiva; e) Sistema Agroflorestal (SAF); f) Sistema Agrossilvipastoril e Sistema Silvipastoril. Estas tipologias tomaram como referência BRASIL (2006) e foram levantadas a partir das expedições de campo.

Tabela 11: Caracterização e índices da VNE para Uso e Cobertura da Terra - bacia do rio Branco – PVH/RO

Tipologia	Pesos	Área equivalente do tema		
		Km ²	Ha	%
Água	0,0	10,34	1034	0,327
Área urbana	3,0	2,39	239	0,076
Cultura permanente	2,9	1,03	103	0,033
Floresta	1,2	1093,55	109355	34,556
Floresta em regeneração	2,0	0,46	46	0,015
Pecuária extensiva	2,8	2045,38	204538	64,633
Sistema agroflorestal (SAF)	2,9	0,07	7	0,002
Sistema agrossilvipastoril	2,9	0,48	48	0,015
Sistema silvipastoril	2,9	10,89	1089	0,344
Totais		3164,59	316459	100

Fonte: Adaptado de BRASIL (2006), Crepani et. al. (2001) e Trabalho de Campo (2017 e 2018).

Na Tabela 12, a tipologia de uso de cobertura de maior incidência foi a Pecuária Extensiva, com 64,63% da área total da bacia. E 34,55% recobrem a bacia com a vegetação original. Todavia há que se considerar que os dados levantados sobre uso e cobertura são de 2017 e 2018 o que provavelmente indique que o cenário tenha sido alterado, a partir dos dados atualizados de desmatamento indicados na Figura 10 da série histórica. No ano de 2018 a perdas florestais somavam 68,56 %.

Em 2020 o percentual amplia-se para 71,19% e a considerar a taxa média de perda florestal de 7% em pouco mais de uma década, a bacia perderá quase que completamente sua vegetação originária. A VNEUT do mapa de uso e cobertura indica que a classe morfoodinâmica que prevalece é a Vulnerável, em face da substituição da floresta pelo pasto (Cf. Fig. 19). A Pecuária extensiva foi mensurada com índice 2,8 da VNE de uso e cobertura, com o mesmo percentual de 64,63% da tipologia.

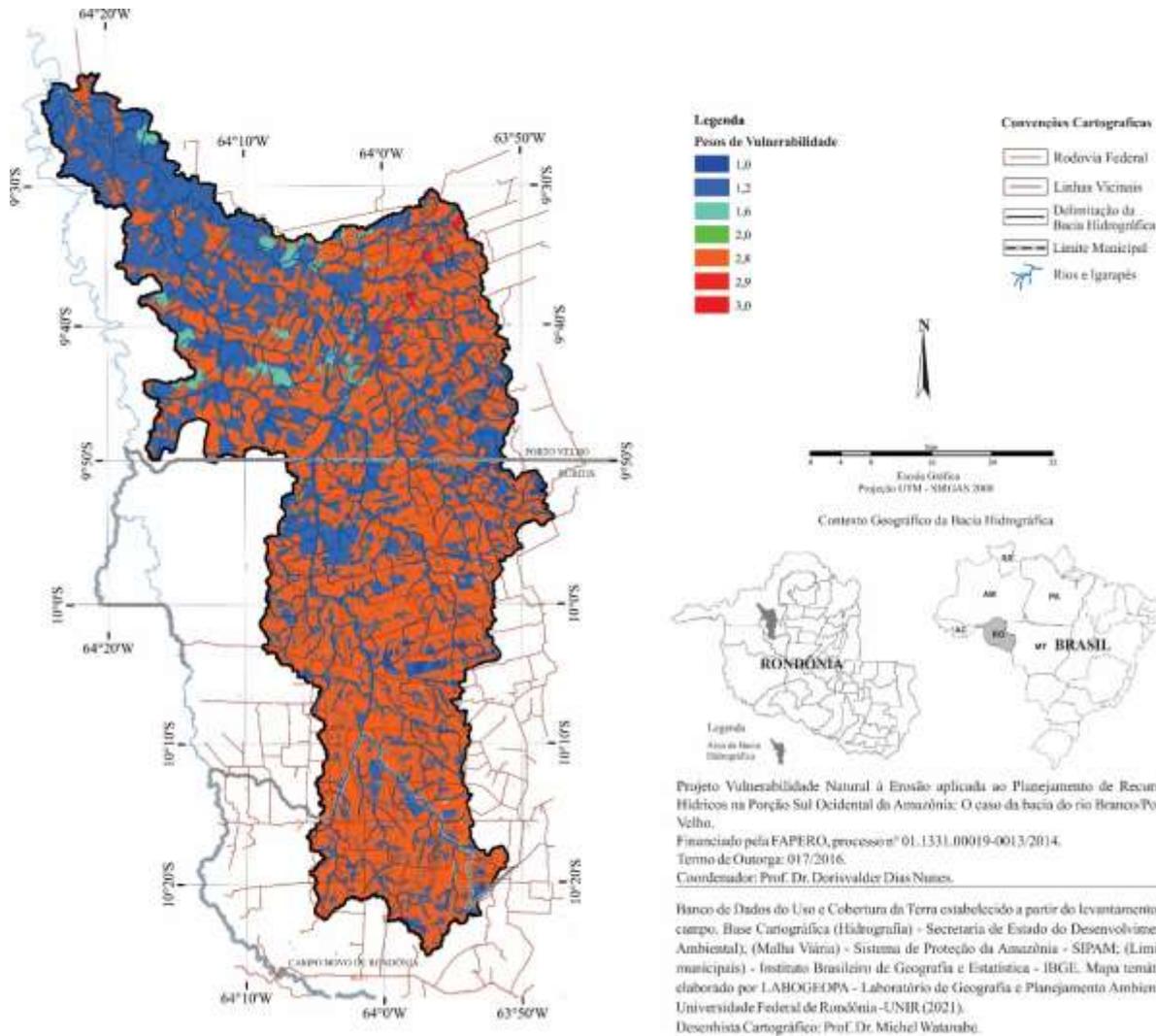


Figura 19: Mapa de Uso e Cobertura da Terra e índices da VNE – bacia do rio Branco – PVH/RO. Fonte: Adaptado de Crepani et al. (2001) e Nunes (2012).

Não foi possível identificar os resultados para o desmatamento do ano de 2021 pois até a data de finalização do presente relatório os dados ainda não haviam sido disponibilizados pelo INPE.

4.4. Síntese cartográfica da Vulnerabilidade Natural à Erosão da bacia do RB - CENÁRIOS – I / II E III / VNE)

O método de Vulnerabilidade Natural à Erosão – VNE apresenta possibilidades e limitações. Nos dois casos o elemento comum é a análise da escala de abordagem espacial e temporal. Por se tratar do ambiente amazônico, a proposta metodológica de Crepani et al. (2001) indica possibilidades para fins de planejamento territorial em escalas de larga abrangência. E as limitações se impõem quando a escala de abordagem exige prospecção em nível de detalhe e, neste caso, a análise pode apresentar dificuldades para melhor identificar e mapear as especificidades que a região demanda.

A bacia do rio Branco é uma bacia de tamanho expressivo, por isso a opção pelo método da VNE. Todavia resolvemos apresentar para além do Cenário que propõe a análise das cinco variáveis, propusemos para este relatório mais duas possibilidades de Cenários preditivos: O Cenário II com a incorporação da variável Uso e Cobertura da Terra da e o Cenário III que excluiu a variável geologia. A

ideia foi a de verificar se a alteração geológica que se dá numa temporalidade muito diferente daquela observada na geomorfologia, clima, pedologia e tempo para perda da vegetação originária.

CENÁRIO I – Para este Cenário os resultados indicaram que a vulnerabilidade máxima encontrada apresentou índice 2,0, classe morfodinâmica Medianamente Estável/Vulnerável. Para estabilidade o índice 1,4 definiu a classe morfodinâmica Moderadamente Estável (Cf. Fig. 20). No primeiro cenário a porção centro norte da bacia apresentou padrões de estabilidade com índices que vão de 1,4 a 1,7 da classe moderadamente estável. Temos aqui o efeito do fator cobertura vegetal e da geomorfologia que apresentou baixa dissecação do relevo.

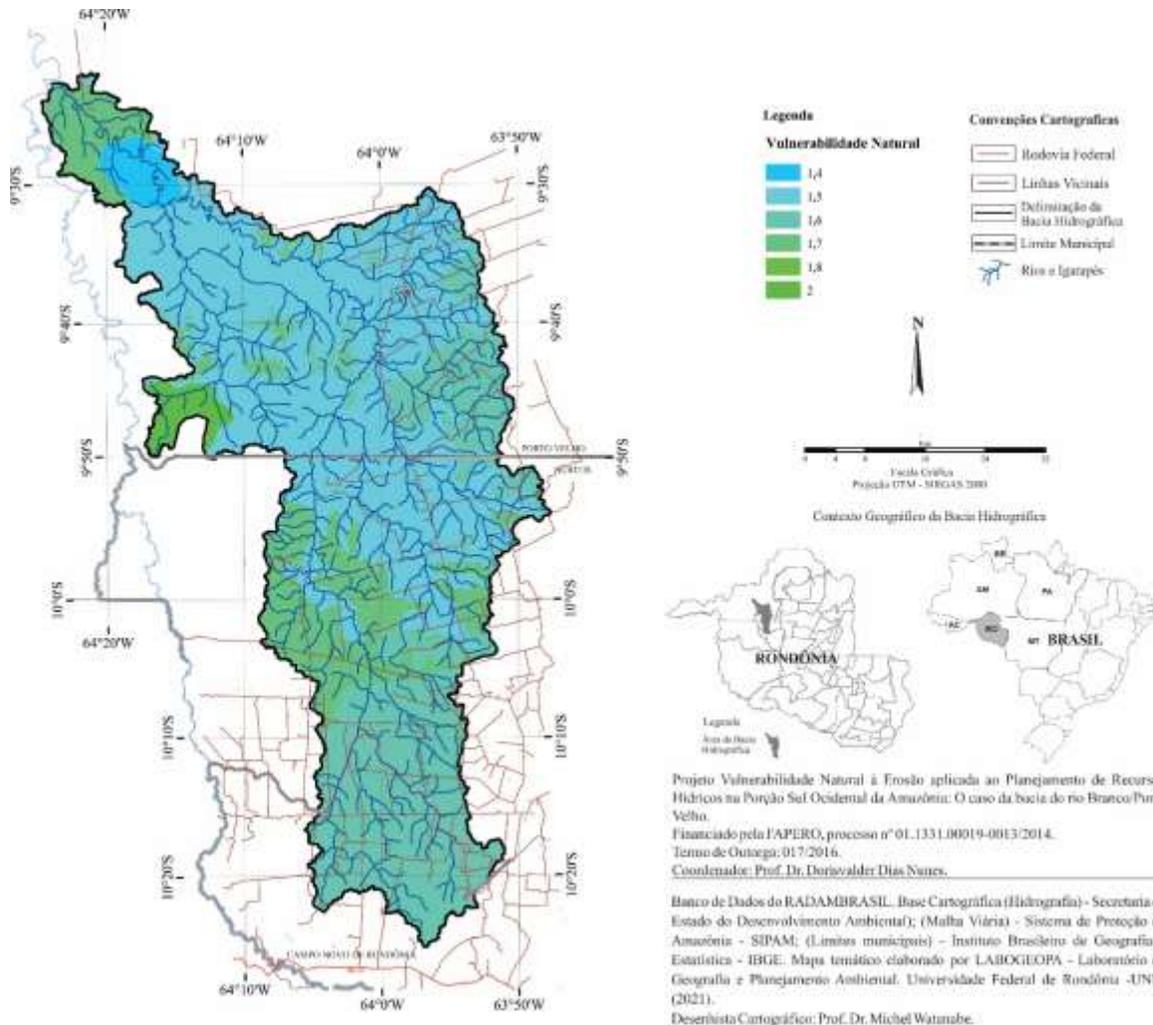


Figura 20: Mapa Síntese com os valores da VNE (cinco variáveis) – bacia do rio Branco – PVH/RO.
 Fonte: Adaptado de Crepani et al. (2001).

CENÁRIO II – Neste cenário, a vulnerabilidade natural à erosão incorpora os dados de Uso e Cobertura da Terra – VNEUT. Esses dados obtidos a partir das observações de campo objetivaram identificar as tipologias de uso e cobertura que, se tomadas apenas por interpretação de imagens e dados secundários, não permitiriam níveis de detalhamento dos padrões agrícolas, situação das rodovias vicinais, plantios não perceptíveis na escala de abordagem adotada para análise dos dados fisiográficos, os quais são derivados do RADAMBRASIL e prospectados originalmente na escala de 1:250.000.

A variável Uso e Cobertura da Terra, alterou sensivelmente o mapa síntese pois ao contrário do cenário I que produziu apenas seis classes morfodinâmicas, o cenário II amplia para nove classes e

amplia o grau de vulnerabilidade. A VNEUT teve índice limite de 2,2 e classificada morfodinamicamente como Medianamente Estável/vulnerável (Cf. Fig. 21), espelhando as características do desmatamento observado no centro sul da bacia entre os anos de 2014 a 2020 conforme indicado no mapa da Figura 18. Esse é o retrato mais próximo do momento atual de expansão da antropização na bacia que o cenário II nos oferece. Todavia como já foi alertado, tudo pode se alterar a depender das escalas de abordagem em nível de maior ou menor detalhe.

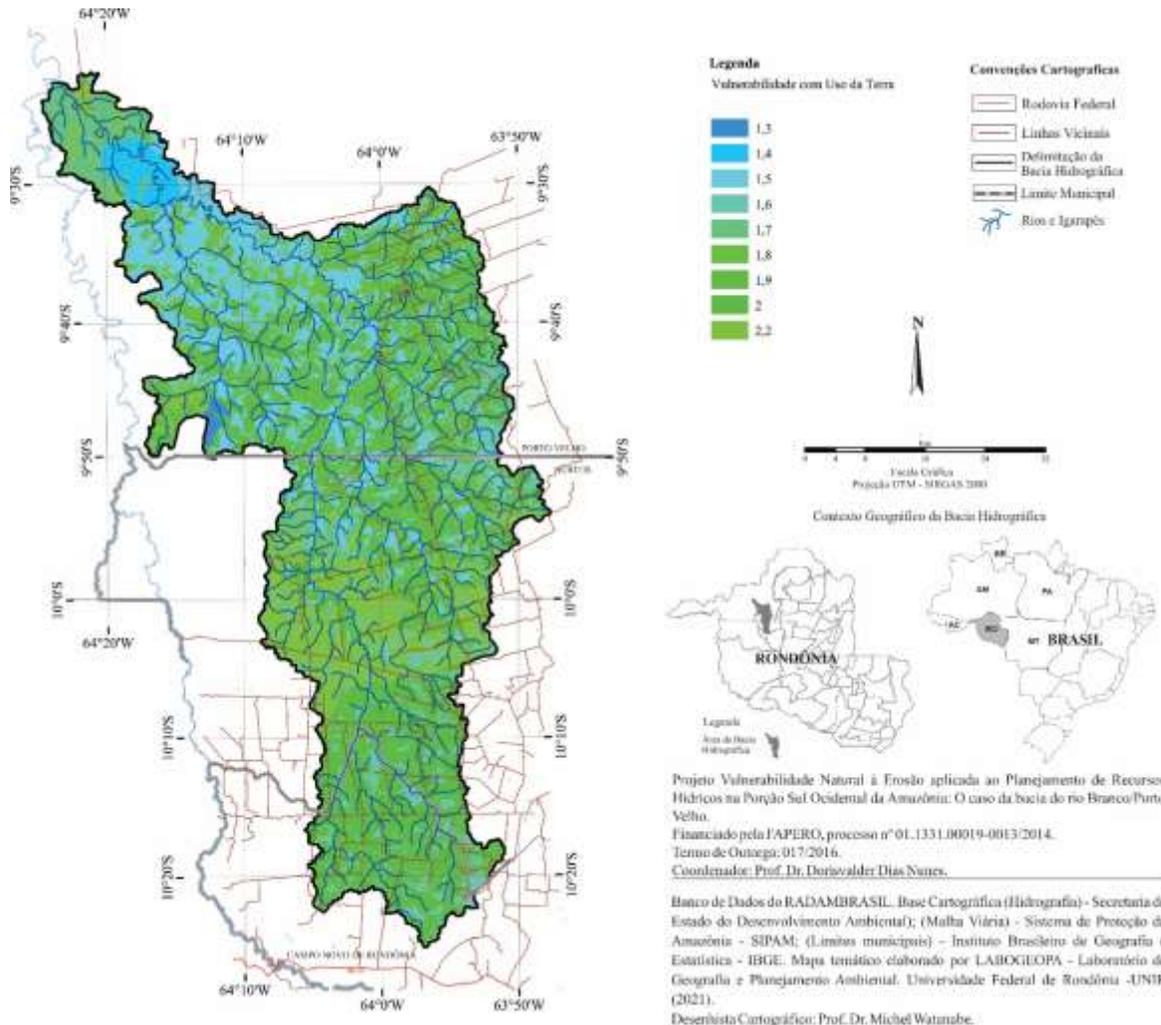


Figura 21: Mapa Síntese com índices da VNE + Uso e Cobertura da Terra – bacia do rio Branco – PVH/RO. Fonte: Adaptado de Crepani et al. (2001).

CENÁRIO III – O terceiro cenário considerou que o tempo de alteração do manto rochoso é muito distinto das dinâmicas de alteração do uso do solo (plantios, erosão, etc), da substituição da floresta pelo pasto ou soja e das alterações geomorfológicas. A pergunta seria: haveria aumento dos índices de vulnerabilidade se não considerássemos a variável Geologia? Como são temporalidades distintas nos processos de alteração das variáveis, talvez a manutenção da geologia no cálculo da VNE ou VNEUT pudesse mascarar os resultados. O mapa da Figura 22, indicou que a VNE para este cenário foi de 2,2 que define a classe morfodinâmica Medianamente Estável/Vulnerável e estabilidade máxima de 1,3.

As zonas com índices Medianamente Estável a Vulnerável são exatamente aquelas em que o relevo apresentou áreas com maior movimentação e que foram densamente antropizadas. As áreas

definidas como estáveis são as que estão sob proteção das áreas legalmente protegidas ainda existentes na bacia – setor Norte/Noroeste. As últimas expedições de campo realizadas demonstraram que há movimentação de atores sociais de interesses difusos pressionando para adentrar a unidade de conservação que ainda tem território circunscrito à área da bacia.

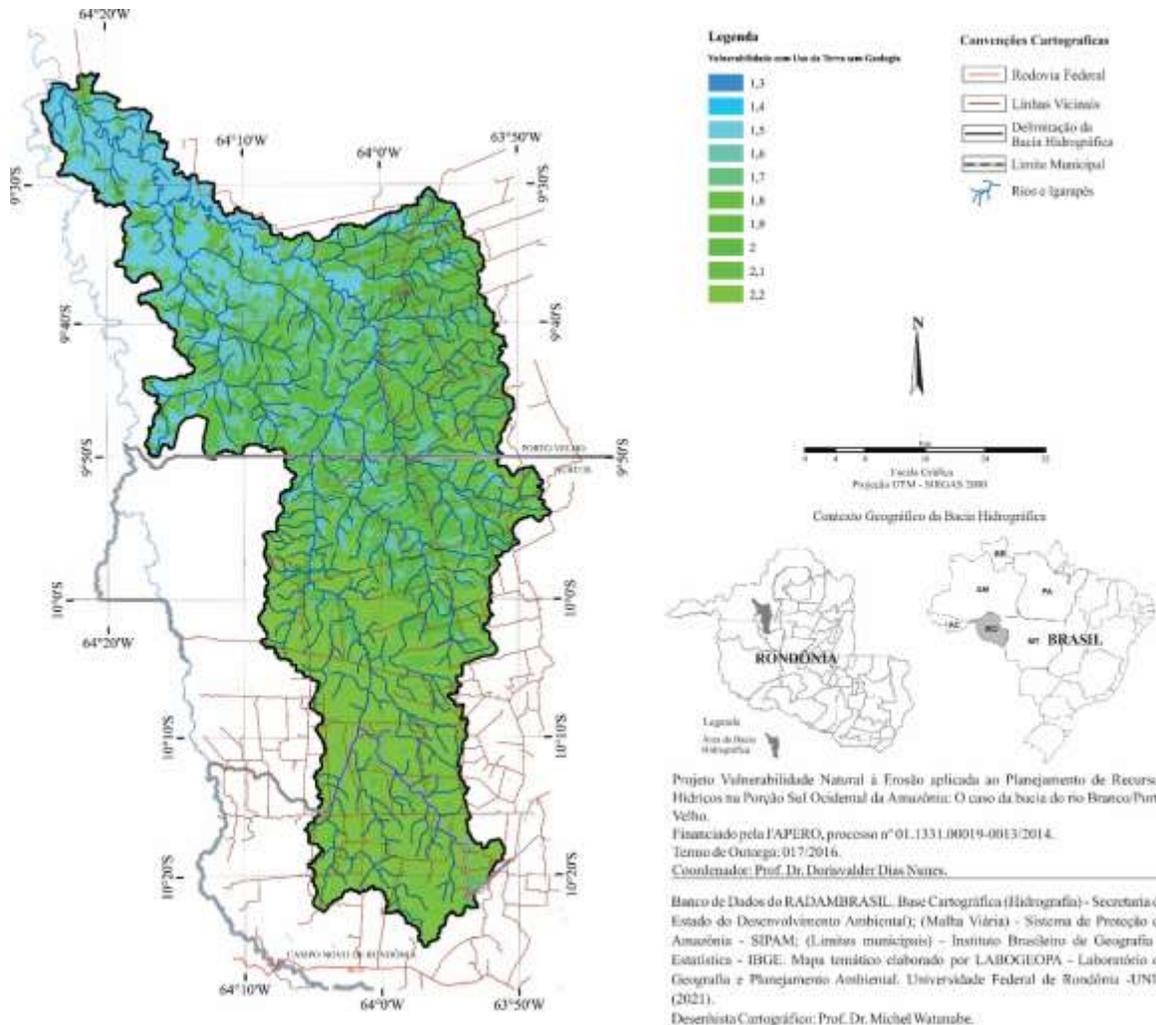


Figura 22: Mapa Síntese e índices da VNE sem a variável Geologia – bacia do rio Branco – PVH/RO. Fonte: Adaptado de Crepani et al. (2001).

A diferença entre os resultados dos cenários II e III é a ocorrência de áreas (polígonos) que indicaram acréscimo no terceiro cenário da classe (índice) 2,1, ampliando as áreas definidas como medianamente estável/vulnerável e moderadamente vulnerável, mas não ultrapassando a classe 2,2 encontrada tanto neste cenário como no cenário II. Esse resultado traduz ser a geologia uma variável que não define, *a priori*, padrões de vulnerabilidade à erosão.

4.5 Áreas com potencial para conservação a partir do Índice de VNE (atendimento do objetivo específico nº 04)

Nesse tópico apresentamos uma proposta de Áreas com Potencial para Conservação - APC considerando os seguintes critérios (Cf. Fig. 23):

- 1 – Resultados da Vulnerabilidade Natural à Erosão com a variável Uso e Cobertura da Terra - VNEUT;
- 2 – Florestas originais remanescentes na bacia do rio Branco;
- 3 – Áreas prioritárias para conservação considerando setores declivosos e altitudes acima de 210m;
- 4 – Áreas de Preservação Permanente à luz da legislação;
- 5 – Áreas antropizadas a partir dos dados de uso e cobertura da terra.

No critério 1, os resultados da VNEUT indicaram que as sub-zonas 3.1 e 3.2 apresentaram padrões de vulnerabilidade na classe medianamente estável/vulnerável, provavelmente em função das perdas da floresta originária, marcadamente na sub-zona 3.2. Estas são áreas que conforme a Lei Complementar nº 233, de 06 de julho de 2000, seriam as áreas institucionais da FLONA Bom Futuro e, mais recentemente, da Resex Jáciparaná as quais foram descaracterizadas por força de pressão pela ocupação de suas áreas.

O Projeto de Lei Complementar 080/2020 homologado pela Assembleia Legislativa do estado de Rondônia foi o ato legal que alterou no parágrafo primeiro do artigo primeiro da referida lei, os limites da Resex Jaciparaná restando-lhe então a área de 22.487,818 hectares². Desse modo em que pese a VNEUT ter indicado para sub-zona 3.1 áreas com índices 1,3 a 1,5 (este sendo o maior percentual – 10,26%) ou seja, classe morfodinâmica entre estável a moderadamente estável, é uma área que ainda possui grande parte de sua cobertura florestal original o que a define como prioritária para manutenção da conservação.

No critério 2 a justificativa foi a de manter as áreas (todos os polígonos) que ainda detenham cobertura florestal original preservadas. Seria uma forma, inclusive, de compensar a quase inexistência das chamadas reservas legais (fundiária dos lotes) que em muitos casos foram suprimidas nas propriedades rurais da bacia do rio Branco.

Para o critério 3 adotou-se como referência os dados de hipsometria (altitude) a partir dos 210m e as áreas declivosas, mormente aquelas que apresentaram declives entre 8 e 15° e acima de 15° que também são referendadas pela Lei nº 12.651/2012 em seu inciso V, embora saibamos que a norma defina a exigência de conservação apenas em áreas com 45° de declividade ou mais. Nossa opção se deu principalmente pelo fato de que grande parte dessas áreas apresentaram afloramentos rochosos e que, portanto, impossibilitariam usos mais severos com vistas a algum tipo de cultivo agrícola ou mesmo criação de gado.

O critério 4 considerou o artigo 4 da Lei 12.651, em seu Inciso I, onde propusemos a manutenção ou recomposição das áreas definidas como de Preservação Permanente – APP. Desse modo consideramos o Inciso primeiro do referido artigo para propor a manutenção das florestas do entorno das margens do rio Branco e seus tributários, bem como as áreas de nascentes e águas represadas.

Para o critério 5 definido como Áreas antropizadas a partir dos dados de uso e cobertura da terra, o dado de referência foram os resultados obtidos a partir dos levantamentos de uso e cobertura da terra indicados na Figura 10 que mapeou as tipologias de uso e cobertura e o histórico de desmatamento da Figura 11. Estes demonstraram o grau de antropização da bacia ao longo de vinte anos. É importante destacar que a definição de APC para o critério 5 selecionou áreas antropizadas combinando os demais critérios, como por exemplo, as áreas antropizadas onde os afloramentos rochosos, altitudes e declividades são mais proeminentes na bacia (Cf. Fig. 23).

² É importante lembrar que no mesmo projeto de Lei Complementar 080/2020 foram também criadas outras unidades de conservação.

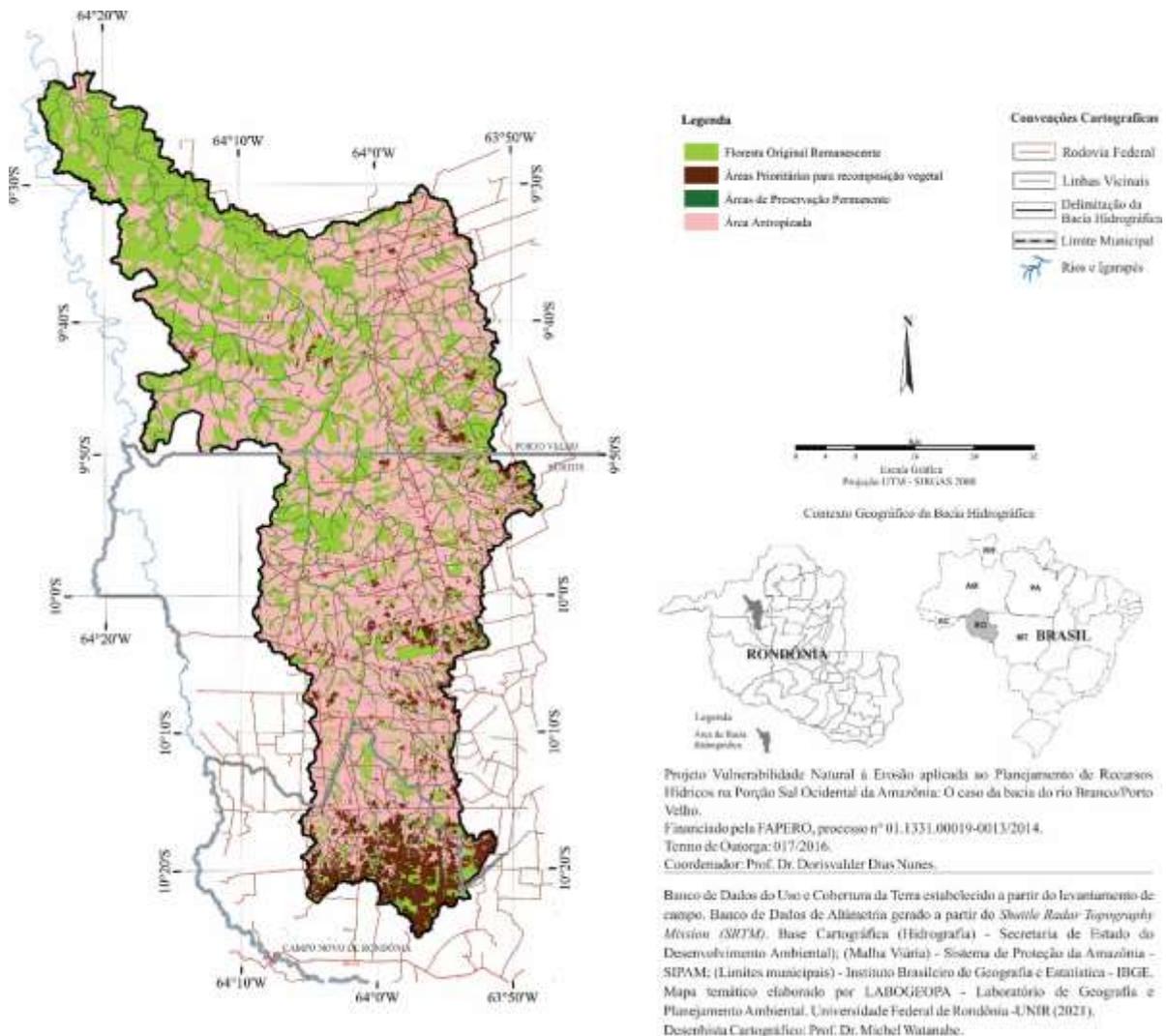


Figura 23: Mapa Síntese com APC a partir do Índice de VNE – bacia do rio Branco – PVH/RO. Fonte: Adaptado de Crepani et al. (2001) e Brasil (1978).

A Tabela 12 indica os quantitativos de áreas consideradas como potenciais para conservação considerando o cenário de desmatamento identificado na bacia.

Tabela 12: Valores das Áreas com Potencial para Conservação - APC em Hectares e Km²

Tipologia das APC	Área (Km ²)	Área (ha)
Área Potencial de Conservação - APC	395,67	3956,7
Área de Preservação Permanente - APP	104,94	10494
Área de Preservação Permanente - APP com Floresta	45,49	4549
Área de Preservação Permanente - APP com Pastagem	59,45	5945
Área APC com Floresta	101,02	10102
Área APC com Pastagem	294,65	29465

Obs.: 74,46% da APC possui pastagem e 25,54% com Floresta
 Obs.: 56,65% da APP possui pastagem e 43,35% com Floresta
 Fonte: Organizado pelos autores.

Ao totalizar as áreas com potencial para conservação chegamos a 395,67 Km² ou 3956,7 hectares. Esses totais equivalem a 12,5% da bacia que deveria ser mantida como área de conservação

para proteção de seus atributos ecossistêmicos ainda existentes. Entretanto, 74,46% das APC's estão com uso de pastagens, o que compromete essas áreas em relação à processos erosivos. Em relação às Áreas de Preservação Permanente – APP, a bacia apresenta uma área de aproximadamente de 10.494 hectares, mas apenas 43,35% está conservada, ampliando as áreas potenciais de assoreamento desses corpos hídricos.

As Áreas Potenciais para Conservação também estão circunscritas às APP's, áreas de vegetação original remanescente e, de forma especial, as áreas prioritárias representadas na cor marrom escuro. Estas representam as áreas declivosas e com altitude acima de 210m. Abrangem por exemplo zonas onde as rochas afloram em função das características geológicas da área de estudo e que são representadas pelas Suítes Intrusivas Alto Candeias, Santo Antônio e São Lourenço-Caripunas (BRASIL, 1975; SPARRENBERGER et.al., 2002; RONDÔNIA, 2007; BETTENCOURT et al., 1998; CPRM, 2007).

4.6 Relação entre áreas de vulnerabilidade à erosão e o ZSEE-RO: análise à luz da lei 233/2000 (Atendimento do objetivo específico nº 05)

Rondônia durante os anos de 1990 iniciou seu Ordenamento Territorial por meio da implantação do Zoneamento Sócio, Econômico e Ecológico, deflagrado a partir dos investimentos do Plano Agroecológico e Florestal – PLANAFORO. Se deu como resposta às pressões dos movimentos ambientalistas nacional e internacional que buscavam uma alternativa ao processo de desmatamento originado pela colonização agrícola das décadas de 1970 e 1980 (NUNES et al., 2015; FEARNSSIDE, 2005; FEARNSSIDE e SALATI, 1985).

Para além do ordenamento de seu território, o compromisso firmado com as agências de financiamento internacional e o Brasil, preconizava entre outras ações a criação de um conjunto de unidades de conservação como instrumento para frear o desmatamento em curso. O que de certo modo foi realidade, demonstrada pelo estudo de Soares Filho et al. (2006), que apresentou uma modelagem sobre a conservação da Amazônia e os efeitos da manutenção das unidades de conservação como fator inibidor do desmatamento da floresta.

Dois cenários foram apresentados pelos autores: o primeiro definido como cenário de governança expresso pela institucionalidade dos diplomas legais das áreas protegidas e o cenário definido como BAU, que se expressava pela manutenção das trajetórias descontroladas de avanço para o interior da floresta por grileiros, agricultores expropriados, madeireiros, posseiros entre outros atores.

Quando de sua promulgação enquanto Lei Complementar nº 233 no dia 06 de julho de 2000, o Zoneamento Sócio-Econômico e Ecológico de Rondônia – ZSEE/RO, significou importante avanço na política ambiental do Estado. Foi dividido em três grandes zonas quando da segunda aproximação: Zonas: 1, 2 e 3.

Na Zona 1, previu-se a consolidação das atividades agropecuárias, agroflorestais e florestais e que na época da promulgação da lei, representava uma área de 50,45% da área total do Estado.

A Zona 2 caracterizou-se pelas chamadas áreas de uso especial, que embora sujeitas às intervenções humanas, preconizavam de forma mais controlada a conservação dos recursos naturais. Representava cerca de 14,60% da área do Estado de Rondônia.

A Zona 3, é a zona de maior sensibilidade pois caracterizava as áreas definidas como institucionais ou áreas com diplomas legais (Unidades de Conservação dos mais diferentes tipos e categorias e as Terras Indígenas). Nestas áreas os usos deveriam ser restritos e suas fronteiras protegidas com base nos dispositivos infralegais já em vigência. Esta zona representava um total de 34,95% do total do estado (RONDÔNIA, 2001).

Definidas as três grandes zonas, estas foram subdivididas em subzonas. Para este estudo, formulamos um mapa temático com o recorte das subzonas onde a bacia do rio Branco está enquadrada e identificadas a seguir como sendo: 1.2; 1.3; 2.1; 3.1e 3.2, conforme mapa da Figura 24.

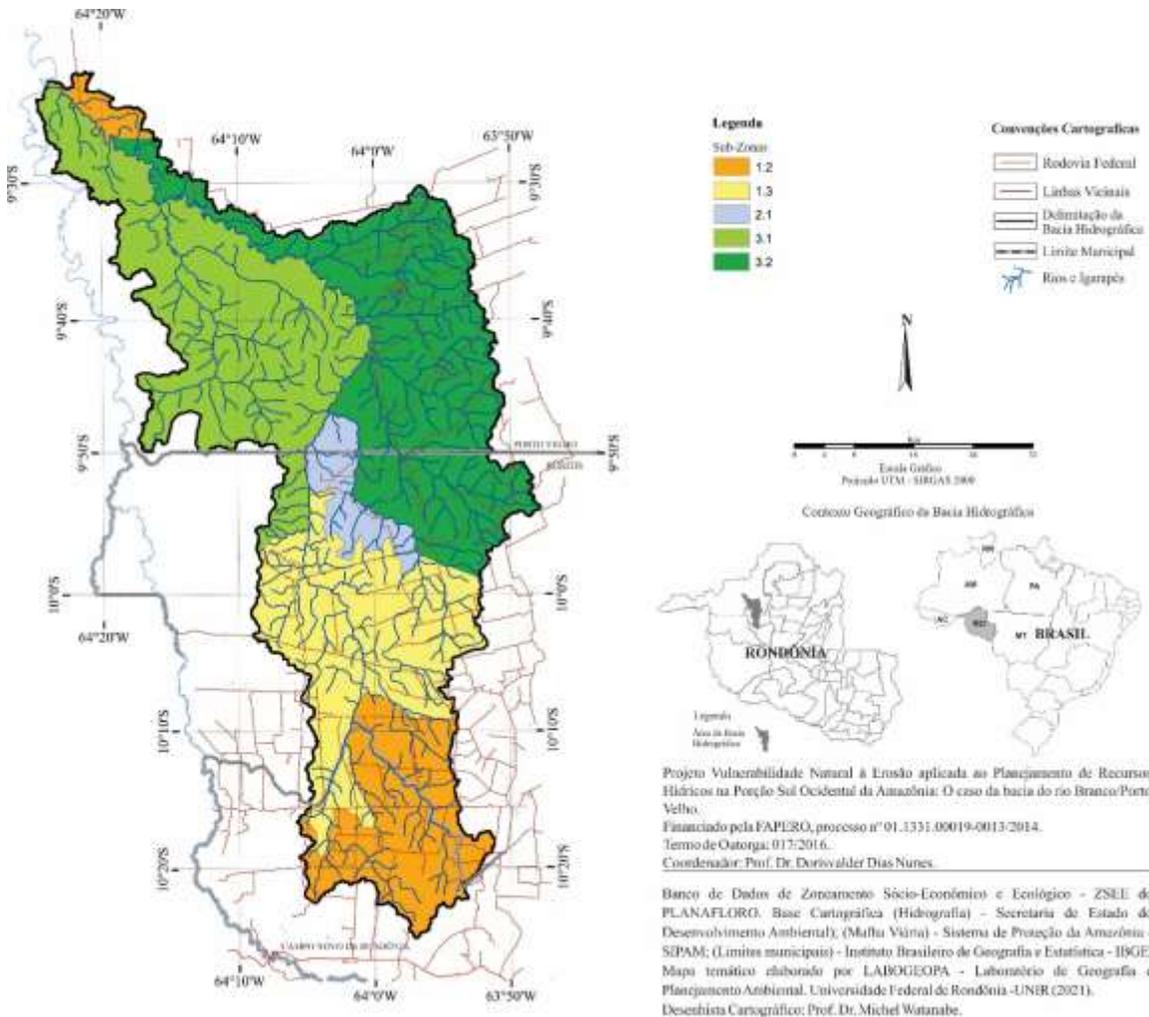


Figura 24: Mapa do ZSEE de Rondônia no âmbito da bacia do rio Branco.
 Fonte: Organizado pelos autores e adaptado de RONDÔNIA (2001).

Na porção centro norte da bacia foram mapeadas as sub-zonas 3.1 e 3.2. Nestas áreas identificamos índices que variaram de 1,3 a 2,2 na VNEUT com classes morfodinâmicas entre estável a moderadamente estável (Cf. Fig. 20).

Embora pudéssemos definir essas classes como próprias das zonas 1 e 2, outros aspectos foram considerados com destaque para os estudos capitaneados pelo PROBIO que junto ao Ministério do Meio Ambiente – MMA propuseram o mapeamento de áreas para conservação definidas como de alta a altíssima prioridade para conservação (BRASIL, 2007).

A bacia do rio Branco está sob influência das unidades de conservação Flona Bom Futuro e Resex Jaciparaná, estas com alteração recente de seus limites originais. Somam ainda duas Terras Indígenas Karitiano e Karipuna, ambas também sob pressão de diferentes atores sociais em busca de terras agricultáveis (Cf. Fig. 25).

Quando foram criadas, estas unidades de conservação bem como terras indígenas faziam parte das “...estratégias da Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB); pelas Diretrizes e Prioridades do Plano de Ação para Implementação da Política Nacional da Biodiversidade (PANBIO) (Deliberação n. 40, de 07 de fevereiro de 2006, da Comissão Nacional de Biodiversidade (CONABIO); Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas (PNAP), esse definido pelo Decreto n. 5.758, de 13 de abril de 2006 ...” (NUNES, et al., 2015:541). De modo que toda área circunscrita a porção norte do estado de

Rondônia deveria possuir uma política de conservação da biodiversidade mais rigorosa, o que não foi observado no caso dos levantamentos realizados na bacia do rio Branco.

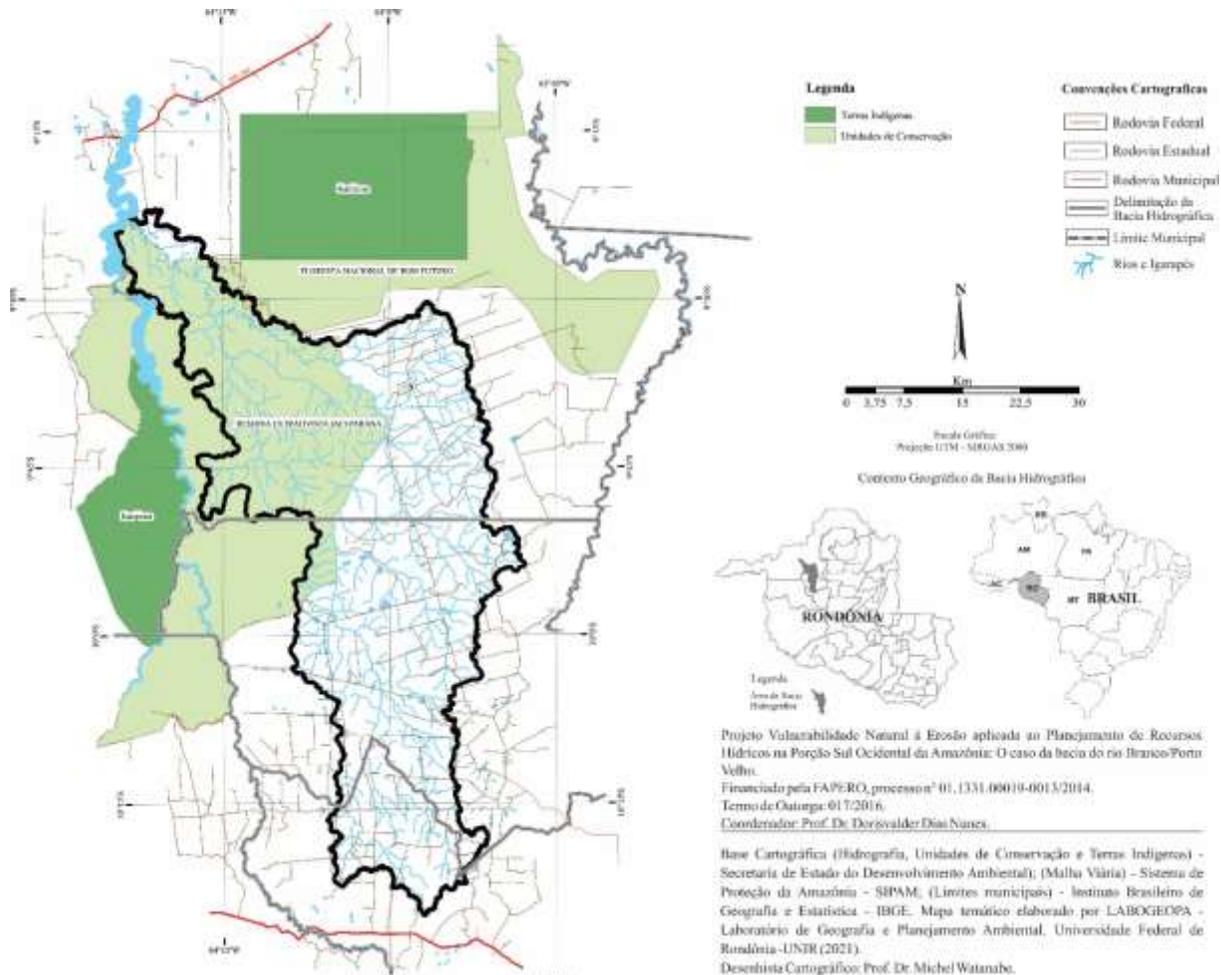


Figura 25: Mapa das Áreas Legalmente Protegidas circunscritas à bacia do rio Branco.
Fonte: Organizado pelos autores e adaptado de RONDÔNIA (2001).

Ao longo dos anos temos testemunhado a descaracterização do ZSEE-RO, seja pela desafetação, seja pelas invasões ou seja pela falta de efetividade da gestão ambiental. Quando o legislador definiu o sul da bacia como sub-zona 1.2 conforme Lei 233/2000 do zoneamento, não observou na definição de seus critérios, as características geoambientais algumas situações que impossibilitariam usos mais intensos nas atividades agrícolas, como por exemplo a movimentação do relevo e os afloramentos rochosos (Cf. Fig. 26).

d) A política ambientalista empregada nos últimos 3 anos que promoveu não apenas o enfraquecimento da fiscalização, mas o desmonte das instituições como o IBAMA e o Instituto Chico Mendes por meio da edição de legislações que potencializaram atos de infração ambiental em áreas de conservação (CHIAVARI e LOPES, 2020).

Tabela 13: Relação entre valores da VNE + UCT - bacia do rio Branco – PVH/RO e as Sub-Zonas do ZSEE

Índices de Vulnerabilidade	ZSEE - Sub-Zonas (ha)					Total
	1.2	1.3	2.1	3.1	3.2	
1.3	0	2	3	1257	9	1.271,00
1.4	47	1	0	3982	2340	6.369,90
1.5	257	2623	3544	32487	18437	57.348,00
1.6	6702	3564	0	2448	9969	22.683,00
1.7	3006	6144	564	9965	1196	20.875,00
1.8	448	0	0	10827	9957	21.232,00
1.9	520	10946	7957	26197	40996	86.616,00
2.0	36084	14898	0	1194	12889	65.065,00
2.2	1025	28210	420	4190	1154	34.999,00
Soma	48089,00	66387,90	12488,00	92547,00	96947,00	316.458,90
Índices de Vulnerabilidade	ZSEE - Sub-Zonas (%)					Total
	1.2	1.3	2.1	3.1	3.2	
1.3	0,00	0,001	0,001	0,397	0,003	0,40
1.4	0,01	0,0003	0,000	1,258	0,739	2,01
1.5	0,08	0,83	1,120	10,266	5,826	18,12
1.6	2,12	1,13	0,000	0,774	3,150	7,17
1.7	0,95	1,94	0,178	3,149	0,378	6,60
1.8	0,14	0,00	0,000	3,421	3,146	6,71
1.9	0,16	3,46	2,514	8,278	12,955	27,37
2.0	11,40	4,71	0,000	0,377	4,073	20,56
2.2	0,32	8,91	0,133	1,324	0,365	11,06
Soma	15,20	20,98	3,95	29,24	30,63	100,00

Fonte: Organizado pelos autores.

A proposta de Vulnerabilidade Natural à Erosão é uma ferramenta que embora não possa ser aplicada em escala de detalhe, nos permite discutir alguns cenários prospectivos para fins de planejamento e ordenamento do território. Todavia quando aplicada de forma isolada amplia as lacunas de análise mais robusta sobre as complexidades dos sistemas ambientais e sociais que caracterizam a Amazônia Rondoniense.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS (ATENDIMENTO DO OBJETIVO GERAL)

A lógica de ocupação da bacia do rio Branco é a mesma observada para as bacias do Mutumparaná e São Francisco. Decorrem de processos históricos pós colonização agrícola de Rondônia que ainda persistem pela falta de opção da sociedade para garantia de sua sobrevivência.

A não diversificação da economia regional, praticamente marcada pela inexistência de indústrias com capacidade de transformação dos produtos da floresta e, portanto, com capacidade de agregar maior valor aos recursos naturais da floresta, mantém um modelo de economia e de ocupação absolutamente em desacordo com o desenvolvimento sustentado para a Amazônia Sul Ocidental.

Os dados levantados nesta pesquisa indicam que os processos continuarão sendo moldados pelas mesmas motivações. É provável que o avanço antrópico por sobre as áreas remanescentes da bacia do rio Branco se mantenham para os próximos anos e, em menos de uma década é possível que mais de 90% da floresta originária será transformada em pasto.

De modo geral destacamos os seguintes pontos:

- a) A proposta metodológica da VNEUT para as escalas de análise cartográfica e geográfica aqui adotadas, mostrou-se exequível e viável para levantamento e mapeamento de áreas suscetíveis a processos erosivos. Possibilitou gerar cenários prováveis considerando variáveis ambientais e antrópicas, estas últimas aqui representadas pelo usos e cobertura da terra. Todavia é preciso registrar que por se tratar de análise que se pautou numa escala oriunda de banco de dados de 1:250.000, não é possível afirmar que seja viável para uma análise e mapeamento de detalhe. Nesse sentido exige levantamentos que sejam mais verticalizados e associados à proposta da VNEUT. A coleta de solo para verificação da relação textural mostrou-se interessante para validação das classes morfodinâmicas atribuídas, tanto para o mapa da VNE temática de solos como para o mapa síntese da VNEUT.
- b) A tipologia de Uso e Cobertura da Terra majoritário na bacia foi a pecuária (pasto), resultado de dinâmicas territoriais forjadas a partir de investimentos públicos e privados em grandes obras como foram os casos das hidroelétricas, da hidrovias do rio Madeira e a expansão do agronegócio de grãos e da carne.
- c) A VNEUT, enquanto síntese cartográfica, não permitiu identificar/mapear áreas classificadas morfologicamente como vulneráveis, ou seja, com índices que variassem de 2,7 para 3,0. Tais índices só foram encontrados nos mapas de vulnerabilidade temática. Isso se deveu às características morfométricas da bacia cujas dinâmicas do releve não se apresentaram movimentadas o suficiente para atribuição nos mapas sínteses de índices 3,0, bem como as características pedológicas que indicaram ser majoritária, cerca de 60%, a ocorrência dos latossolos. Estes têm classificação morfodinâmica como estáveis. De modo geral a vulnerabilidade natural à erosão da bacia indicou que 58,99% de sua área enquadraram-se morfologicamente na classe Medianamente Estável / Vulnerável. Conforme Tricart (1977), essa área enquadra-se como um meio *intergrade*, por ser uma transição entre meios estáveis e instáveis, com relativo equilíbrio geodinâmico entre morfogênese e pedogênese
- d) Para confecção do mapa de Áreas Potenciais para Conservação - APC adotamos como critérios: os Resultados da Vulnerabilidade Natural à Erosão com a variável Uso e Cobertura da Terra - VNEUT; a identificação das Florestas originais remanescentes na bacia do rio Branco; as áreas de terrenos declivosos e altitudes acima de 210m; as áreas definidas como APP previstas em legislação específica e as áreas identificadas como antropizadas a partir dos dados de uso e cobertura da terra. As APC considerando os critérios adotados para sua definição, somaram 395,67 Km² ou 3956,7 hectares. Esses totais equivalem a 12,5% da bacia e segundo nosso entendimento deveriam figurar como áreas prioritárias para conservação e proteção de seus atributos ecossistêmicos ainda existentes.

- e) É indicado para fins de conservação que todas as áreas declivosas, e de altitudes acima de 210m, onde os afloramentos são mais comuns, a criação de programa de reflorestamento já que para estas áreas as atividades agrícolas e de pastoreio são praticamente inviáveis.
- f) O cenário identificado neste estudo é resultado das dinâmicas territoriais forjadas a partir dos investimentos públicos em grandes obras como é o caso das hidroelétricas e da hidrovía do rio Madeira; da expansão do agronegócio da pecuária e da soja que desde os anos de 2005 vêm ocupando mais áreas na porção norte do estado de Rondônia, das tensões sociais geradas pela necessidade de apropriação da terra e seus interesses difusos, os quais geram invasões e grilagens de terras;
- g) A política ambientalista empregada nos últimos 3 anos promoveu não apenas o enfraquecimento da fiscalização, mas o desmonte das instituições como o IBAMA e o Instituto Chico Mendes por meio da edição de legislações que potencializaram atos de infração ambiental em áreas de conservação.
- h) É preciso que o poder público fortaleça as ações de fiscalização e de efetividades da gestão das sub-zonas 3.1 e 3.2 mapeadas na área de estudo, as quais foram enquadradas nos índices de 1,9 a 2,2, classe morfodinâmica medianamente estável/vulnerável, com um percentual de 27,37% correspondente da área da bacia. Soma-se ainda que esta porção da bacia é a que contém a maior parte das florestas originais remanescentes da bacia. Reforça ainda a indicação de melhora na fiscalização da bacia, o resultado da análise da água do rio Branco que, embora exija ampliação da amostragem e monitoramento, indicou teores de coliformes acima do permitido e o adensamento das estradas vicinais potencializam o arraste de sedimentos e outros particulados por se configurarem como canais efêmeros e, provavelmente, responsáveis pelo grande aporte sedimentar nos cursos d'água cujos processos de turbidez são empiricamente perceptíveis conforme registro fotográfico apresentado no estudo.

Algumas dificuldades marcaram a execução da pesquisa com destaque para:

- a) A primeira dificuldade a destacar relacionou-se à demora no repasse dos recursos de Capital. Não por culpa da gestão da FAPERO mas por responsabilidade do CNPq já que esses recursos seriam a quota parte da agência. Essa situação nos obrigou a solicitar por mais de uma vez a prorrogação do projeto. Quase 3 anos se passaram até que recebemos a notificação da liberação dos recursos de Capital que ocorreu em 27 de fevereiro de 2021.
- b) A segunda dificuldade se deu pela Pandemia da COVID-19 que praticamente paralisou o mundo. Em 18 de março de 2020, em Rondônia todas as atividades foram canceladas por força de decreto governamental o que significou, ato contínuo, cancelamento das atividades de pesquisa e de sala de aula no âmbito de nossa universidade. Não fosse suficiente, todas as atividades de comércio e da vida urbana também foram paralisadas impossibilitando não apenas a execução da pesquisa, mas também a realização das compras dos equipamentos resultado da liberação dos recursos de capital pela FAPERO. De modo que entre março de 2020 a julho de 2021 as atividades estiveram paralisadas.
- c) Outras dificuldades foram de ordem operacional junto à algumas empresas onde foram realizados o desembolso de custeio. A demora na entrega dos produtos e inflexibilidade na alteração das compras realizadas dificultaram em demasia a gestão financeira do projeto.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. N. e MÜLLER – PLANTENBERG, G. (Orgs.). **Previsão de Impactos**. São Paulo, EDUSP, 1998.

AZEVEDO, A.C. de; DALMOLIN, R. S. D. **Solos e ambiente: uma introdução**. Santa Maria: Pallotti, 2004. 100p.

BARBER, C.P.; COCHRANE, M.A.; SOUZA JR, C.M.; LAURANCE, W.F. Roads, deforestation, and the mitigating effect of protected áreas in the Amazon. In: **Biological Conservation**, Vol. 177 (2014) 203-209. 2014

BARTHÈS, B. G., KOUAKOUA, E., LARRÉ-LARROUY, M. C., RAZAFIMBELO, T. M., DE LUCA, E. F., AZONTONDE, A. & FELLER, C. L. Texture and sesquioxide effects on water-stable aggregates and organic matter in some tropical soils. **Geoderma**, v. 143, n. 1-2, p. 14-25, 2008.

BASTOS, C. A. B.; SCHMITT, L. A.; VASCONCELOS, S. M.; RABASSA, C. M.; SOUZA, E. W. Propriedades geotécnicas de um solo arenoso fino laterítico de barreira litorânea na Planície Costeira Sul do Rio Grande do Sul. **Teoria e Prática na Engenharia Civil**, 8 (12), 59-67, 2008.

BECKER, B. K.; EGLER, C. A. G. **Detalhamento da metodologia para execução do zoneamento ecológico-econômico pelos estados da Amazônia Legal**. Rio de Janeiro, 1997.

BERTOLINI, D. et al. 1994. Classificação técnica. In: LOMBARDI NETO, F., DRUGOWICH, M. I. **Manual técnico de manejo e conservação de solo e água**. Campinas: CATI. v. 2, p. 121-156.

BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo** (4a ed.) Campinas: Ícone. 1999.

BERTONI, J. 1978. **Espaçamento de terraços para os solos do Estado**. Campinas, Instituto Agronômico. 4p.

Braida, J. A., Reichert, J. M., Reinert, D. J., & Veiga, M. D. Teor de carbono orgânico e a susceptibilidade à compactação de um Nitossolo e um Argissolo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, p. 131-139, 2010.

BRASIL, DNPM. **CARTA Geológica Folhas Mutumparaná; Jaciparaná, Abunã e Porto Velho**. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Escala 1:100.000, 1990.

BRASIL, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação, 1999.

BRASIL, FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. DEDIT/CDDI. 2ª Edição, Rio de Janeiro: 2012.

BRASIL, FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. DEDIT/CDDI. 1ª Edição, Rio de Janeiro: 1992.

BRASIL, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Uso da Terra**. Rio de Janeiro, 2ª Edição, DG/CRNEA Manuais Técnicos nº 07, 2006.

BRASIL. Departamento Nacional de Pesquisa Mineral. **Projeto RADAMBRASIL. Folha SC 20 Porto Velho: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra.** Rio de Janeiro, 1978.

BRASIL. Departamento nacional de Produção Mineral. **PROGRAMA LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL. Geologia da Região de Porto velho-Abunã.** Rio de Janeiro: Ed. Campus, 1999.

BRASIL. IBGE. **Banco de dados de informações ambientais.** Base de dados digital do RADAMBRASIL. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>.

BRASIL. IBGE. **Banco de dados de informações ambientais. Base de dados digital do RADAMBRASIL.** Rio de Janeiro, 2021. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>.

BRASIL. **Manual Técnico de Geomorfologia.** Rio de Janeiro, IBGE, 2ª Edição, 2009. 182p

BUTT, N.; OLIVEIRA, P. A. e COSTA, M. H. Evidence that deforestation affects the onset of the rainy season in Rondonia, Brazil. In: **Journal of Geophysical Research, Vol. 116, D11120,** doi:10.1029/2010JD015174, 2011

CABRAL, J. F. B. **Hidrelétrica de Jirau e os Impactos Sócioambientais no Alto Rio Madeira: análise da configuração territorial.** (Dissertação). NCT-PGDRA/ Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 2007.

CASTRO, C.M.; PEIXOTO, M.N.de O & PIRES DO RIO, G.A. Riscos Ambientais e Geografia: Conceituações, Abordagens e Escalas. In: **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, Vol. 28-2,** 2005. p. 11-30. ISSN 0101-9759

CAVALCANTE M. M. A., *et. all.* Territorial transformations *In: the Amazon: Natural resources usage at Region Alto Madeira Rondônia, Brazil: In: International Congresso in Development and natural resources: Mult-level and mult-scale Sustainability,* Cochabamba, 2007.

CAVALCANTE, M. M. A. **Transformações Territoriais no Alto rio Madeira: Hidrelétricas, Tecnificação e (re)organização.** Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Rondônia – UNIR. Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGG. Porto Velho, 2008.

CHIAVARI, J.; LOPES, C. L. (Nota Técnica). **Medida provisória recompensa atividades criminosas: Análise da MP 910/2019 que altera o marco legal da regularização fundiária de ocupações em terras públicas federais.** Rio de Janeiro: Climate Policy Initiative, 2020.

CPRM - **Serviços Geológicos do Brasil. Levantamento de informações para subsidiar o estudo de viabilidade do aproveitamento hidrelétrico (AHE) do Rio Madeira.** Relatório Final, Porto Velho, RO, 2005

CPRM, **Geologia e Recursos Minerais do Estado de Rondônia: Texto Explicativo do mapa geológico e de recursos minerais do estado de Rondônia.** Escala:1:1.000.000. Porto Velho, RO, 2007.

CREPANI, E. *et al.* **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial.** São José dos Campos, INPE, 100p., 2001.

EGLER, C. A.G. Risco ambiental como critério da gestão do território: Uma aplicação à Zona costeira brasileira. *In: Revista Território*, v1(1) 1996.

FEARNSIDE, P.M. Deforestation in Brazilian Amazonia: history, rates, and consequences. **Conserv. Biol.** **19,680–688**, 2005.

FEARNSIDE, P.M. Frenesi de desmatamento no Brasil: A Floresta Amazônica irá sobreviver? P. 45-57 In: G. Kohlhepp & A. Schrader (compiladores) **Homem é natureza na Amazônia**. Tübingen Geographische Studien 95. Alemanha, 1987.

FEARNSIDE, P.M. O cultivo da soja como ameaça para o meio ambiente na Amazônia brasileira. p. 55-81. In: Fearnside, P.M. (ed.) **Destruição e Conservação da Floresta Amazônica**. Vol. 1. Editora do INPA, Manaus, 2019. 368 p.

FEARNSIDE, P.M. O cultivo da soja como ameaça para o meio ambiente na Amazônia brasileira. p. 55-81. In: Fearnside, P.M. (ed.) **Destruição e Conservação da Floresta Amazônica**. Vol. 1. Editora do INPA, Manaus, 2019. 368 p.

FEARNSIDE, P.M., Salati, E. Explosive deforestation in Rondônia, Brazil. **Environ. Conserv.** **12, 355–356**; 1985.

FLORENZANO, T. G. (Org.) *et. al.* **Geomorfologia: Conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo, Oficina de Textos, 2008.

FURNAS. Estudos de Impacto Ambiental do Rio Madeira – RO. **Definição das áreas de Influência, Legislação e Caracterização dos Empreendimentos. TOMO A Vol. 1**. Furnas, 2005.

GUERRA, A. J. T. & CUNHA S. B. **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

HRW/IEPS/IPAM. **“O Ar é Insuportável”**: Os impactos das queimadas associadas ao desmatamento da Amazônia brasileira na saúde. 2020. Human Rights Watch (HRW); Instituto de Estudos para Políticas de Saúde (IEPS); Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM) Acessado em 2021 em https://ipam.org.br/wp-content/uploads/2020/08/brazil0820pt_web.pdf.

IGWE, C. A.; ZAREI, M.; STAHR, K. Mineralogy and geochemical properties of some upland soils from different sedimentary formations in south-eastern Nigeria. **Soil Research**, v. **47**, n. **4**, p. **423-432**, 2009.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Project PRODES Monitoramento do Desmatamento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite**. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, 2020. Available from: <Available from: <https://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes> >. Accessed: Jun. 25, 2021.> <https://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Ranking do Saneamento - Instituto Trata Brasil 2020 (SNIS 2018)**. São Paulo, março de 2020, 133 pg. Gesner Oliveira – Associados. http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/ranking_2020/Relatorio_Ranking_Trata_Brasil_2020_Julho_.pdf acessado em 08 de setembro de 2020.

JOHNSTON, R. (1991) Aquatic chemistry and the human environment. **In: ROSE, J. (ed.) Water and the environment. Philadelphia: Gordon & Breach Science Pub., 1991. P.71-115, 1991.**

KER, J. C., CURI, N., SCHAEFER, C. E. G. R., & VIDAL-TORRADO, P. (Ed.). **Pedologia: Fundamentos.** Viçosa, Minas Gerais: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015. 343 p

LAL, R.; ELLIOT, W. Erodibility and erosivity. In: LAL, R. Soil erosion research methods. **Ankeny: Soil and Water Conservation Society/Saint Lucie Press, 1994. p.11-332.**

LEPSCH, IGO F. **19 lições de pedologia.** Oficina de textos, 2016.

MARGULIS, S. **Causas do Desmatamento da Amazônia brasileira.** Brasília: Banco Mundial, 2003. 100p.

NACINOVIC, M. G. G., MAHLER, C. F., AVELAR, A. DE S. Soil erosion as a function of different agricultural land use in Rio de Janeiro. **Soil and Tillage Research, 144, 164- 173, 2014.**

NIMER, E., 1989. Climatologia da Região Norte. In: **Climatologia do Brasil.** Rio de Janeiro – Brazilian Institute of Geography and Statistics – IBGE, pp. 363–386.

NUNES, D. D. **Hidrovia do Madeira: (Re)configuração, integração e meio ambiente.** Tese. p. 379. (doutorado), Universidade Federal do Pará. Belém, 2004.

NUNES, D. D.; WATANABE, M. ; AGUIAR, T. C. de ; NUNES, A. C. da S. ; PINTO, G. C. Vulnerabilidade Natural à erosão em bacia Hidrográfica da Amazônia Ocidental: cenários e possibilidades. In: João Paulo Assis Gobo; Dorisvalder Dias Nunes; Eliomar Pereira da Silva Filho. (Org.). **AMAZÔNIA EM PESQUISA: paisagem, meio físico e gestão ambiental.** 1ed.Porto Velho: EDUFRO, 2021, v. 1, p. 47-91.

NUNES, D. D.; WATANABE, M.; NUNES, A. C. S.; CAVALCANTE, M. M. de A. Formação Socioambiental do estado de Rondônia. In: SIMONIAN, L. T. L.; BAPTISTA, E. R. (Org.). **Formação Socioambiental da Amazônia.** Belém: Editora do NAEA, 2015. p. 527-622, ISBN: 978-85-7143-142-3. [Coleção Formação Regional da Amazônia, v. 3].

NUNES, D.D. **Vulnerabilidade Natural à Erosão da bacia do Rio Mutum-Paraná - Porto Velho RO (2009-2011).** Porto Velho/RO. CNPq - Processo nº 575783/2008-7/Edital MCT/CNPq/CT-Amazônia, nº 55/2008 - Amazônia Ocidental, Relatório Final de Pesquisa, 2012. 74p

OLIVEIRA JR, R. C.; MEDINA, B. F. **A erosividade das chuvas em Manaus (AM).** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, n. 14, 1990. p. 235-239

PIONTEKOWSKI, V.J.; MATRICARDI, E. A. T., PEDLOWSKI, M. A., FERNANDES, L.C. Avaliação do Desmatamento no Estado de Rondônia entre 2001 e 2011. In: **Revista Floresta e Ambiente, jul./set., 21 (3):297-306, 2014.**

REICHERT, J. M., REINERT, D. J., SUZUKI, L. E., HORN, R. Mecânica do Solo. In: **Van Lier, Q. De J. (org.). Física do Solo (pp. 31-102).** Viçosa: SBCS, 2016.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B.; CORRÊA, G. F. **Pedologia: base para distinção de ambientes.** Viçosa: NEPUT, 1999. 367 p

RIBEIRO, M. B. N & VERÍSSIMO, A. Padrões e Causas do Desmatamento nas Áreas Protegidas de Rondônia. In: **Revista Natureza e Conservação – Artigos Técnicos Científicos, Vol. 5 – nº 1, abril-2007**, pp. 15-26, 2007.

RIVERO, S. et al. Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia In: **Rev. Nova Economia, Belo Horizonte, 19 (1)-41-66, janeiro-abril** de 2009.

RONDÔNIA. **Plano agroflorestal de Rondônia - PLANAFLORO**. Porto Velho: TECNOSSOLOS, Relatório Técnico, 2001.

RONDÔNIA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental (SEDAM). **Boletim Climatológico de Rondônia**, ano 2003 / SEDAM, Porto Velho, 2005.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia, Ambiente e Planejamento**, in Editora Contexto. São Paulo, 1996.

SANTOS NETO, L. A. dos; MANIESI, V.; SILVA, M. J. G. da; QUERINO, C. A. S.; LUCAS, E. W. M.; BRAGA, A. P. e ATAÍDE, K. R. da P. Distribuição Horária da Precipitação em Porto Velho-RO no Período de 1998 – 2013. In: **Revista Brasileira de Climatologia, Ano 10 – Vol. 14, (JAN/JUL)**, 2014. p. 213-228

SCHIELEIN, J. e BÖRNER, J. Recent Transformations of land – use and land-cover dynamics across diferente deforestation frontiers in the Brazilian Amazon. In: **Land Use Policy, Vol. 76, july 2018, pages 81-94**. 2018.

SILVA, A. M.; SCHULZ, H. E; CAMARGO, P. B. **Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográficas**. São Carlos: Rima, 2007, 138 p.

SILVA, Ricardo Gilson da Costa; NUNES, Dorisvalder Dias; AMARAL, José Januário Oliveira; CAVALCANTE, Maria Madalena Aguiar; BATISTA, Josélia Fontenele. **Territorial politics in western Amazon: an approach on Madeira river hydroelectric project in Rondônia**. Técnica administrativa, Buenos Aires, v. 07, p. 1-9, 2008.

SOARES, W. L. e PORTO, M. F. Atividade agrícola e externalidade ambiental: uma análise a partir do uso de agrotóxicos no cerrado brasileiro. In: **Ciência & Saúde Coletiva, 12(1):131-143**, 2007.

SOARES-FILHO, B.S. et. al. Modelling Conservation in the Amazon Basin. In: **Nature, Letters, Vol 440|23 March 2006|doi:10.1038/nature04389**; 2006.

SOLTANI, A. & OSBORNE, T. **Arteries for Global Trade, Consequences for Amazonia: A Threat – Assessment Report Exposing Transpotation and Energy Infrastructure Projects Planned for the Amazon. Basin – Preliminary Findings**. Malibu CA, Ed. Amazon watch, 1997.

SPARRENBERGER, I.; BETTENCOURT, J. S.; TOSDAL, J.S. **Datações U-Pb Convencional Versus SHRIMP do Maciço Estanífero Santa Bárbara, Suíte Granitos Últimos de Rondônia, Brasil. Revista do Instituto de Geociências (USP)**. Geol. USP Sér. Cient., São Paulo, v. 2, p. 79-94, dez.2002.

SPORL, Christiane. **Metodologia para elaboração de modelos de fragilidade ambiental utilizando redes neurais**. (TESE) FFL/USP, São Paulo, 2007.

THOMAZ, E.L. **Erosão do Solo: teorias, métodos e perspectivas**. Curitiba, Ed. CRV, 2019.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, FIBGE/SUPREN, 97p., 1977.

WATANABE, M. et al. Análise do Impacto do Desmatamento no Aporte Sedimentar de bacias pareadas na Amazônia Ocidental: bacias do rio mutum-paraná, Rondônia (BRASIL). In: **Rev. Bras. Geomorfol. (Online)**, São Paulo, v.19, n.3 (Jul-Set) p.601-615, 2018.

WATANABE, M.: **Análise Integrada da Paisagem da bacia do rio Mutum-Paraná**. 106p. (Dissertação de Mestrado). Porto Velho: Universidade Federal de Rondônia, Programa de Pós-Graduação Mestrado em Geografia – PPGMG, 2011.

WEMPLE, B C. et al. Ecohydrological disturbances associated with roads: Current knowledge, research needs, and management concerns with reference to the tropics. In: **Ecohydrology**, e1881. 2017. pg. 1-23. <https://doi.org/10.1002/eco.1881> ,

WEMPLE, B C. et al. Forest Roads and Geomorphic Process Interactions, Cascade Range, Oregon. In: **Earth Surface Processes and Landforms**, 26, 191-204, 2001.

WISCHMEIER, WALTER H.; SMITH, DWIGHT D. Rainfall energy and its relationship to soil loss. Eos, **Transactions American Geophysical Union**, v. 39, n. 2, p. 285-291, 1958.

BLOCO II

7. OUTRAS ATIVIDADES E FORMAÇÃO DE QUADROS QUALIFICADOS

7.1 - Expedições de Campo

Foram Realizadas as seguintes expedições de campo, conforme detalhamento a seguir:

- a) A primeira expedição foi realizada nos dias 17 e 18 de junho de 2017 na bacia e objetivou fazer coleta de solo para calibração e realização de experimento com uso de Inderbitzen para mensuração do grau de erodibilidade dos solos que ocorrem na bacia considerando alguns fatores dentre os quais o de declividade. Compunham a equipe da expedição os Professores Doutores Dorisvalder Dias Nunes, Michel Watanabe e os mestrandos Tamires Cunha de Aguiar e Gean Magalhães da Costa.
- b) A segunda expedição foi realizada nos dias 26 a 30 de junho de 2017 na cidade de Guarapuava-Paraná. Objetivou conhecer os experimentos de mensuração de erosão em áreas de plantio de café e fumo, bem como conhecer o monitoramento dos efeitos de bioturbação de porcos em área de faxinal. Outro objetivo foi conhecer os experimentos de simulação de chuva no processo de erosão em solos do centro oeste do Paraná e a possibilidade de aplicação desse modelo em solos tropicais da Amazônia Sul Ocidental. Nesta expedição participaram os Professores Dorisvalder Dias Nunes (UNIR), Michel Watanabe (UNIR), a Doutora Gizele Carvalho Pinto (Pesquisadora Associada do LABOGEOPA e professora da SEDUC), o Doutor Luiz Cleyton Holanda Lobato (IBGE) e a Mestranda Tamires Cunha de Aguiar (Mestrado em Geografia da UNIR).
- c) A terceira expedição foi realizada nos dias 29 e 30 de setembro de 2017 e objetivou o levantamento do desmatamento recente (2016 e 2017) bem como o levantamento das tipologias de Uso e Cobertura da Terra. Participaram desta expedição: os Professores Dorisvalder Dias Nunes (UNIR), Michel Watanabe (UNIR), o Doutor Luiz Cleyton Holanda Lobato (IBGE) e a Mestranda Tamires Cunha de Aguiar (Mestrado em Geografia da UNIR) e Dr. Anderson Augusto Volpato Scoti (Pós-Doutorando no PPGG – Laboratório de Geografia e Planejamento Ambiental), pesquisador convidado na expedição.
- d) A quarta expedição foi realizada nos dias 19, 20 e 21 de outubro de 2017. O objetivo foi realização de coleta de solo.
- e) A quinta expedição foi realizada em 25 e 26 de maio de 2018. Teve como objetivo levantamento das tipologias de Uso e Cobertura da Terra na bacia do rio Branco e levantamento dos cruzamentos das estradas com os rios. Participaram desta expedição os Professores Dorisvalder Dias Nunes, Michel Watanabe, Tamires Cunha de Aguiar e a Bolsista de PIBIC Laila Belforte, cujo plano de trabalho de sua pesquisa estava também associada ao projeto “mãe”, financiado pela FAPERO.
- f) A sexta expedição foi realizada nos dias 13 a 14 de julho de 2018. Teve como objetivo o levantamento do Uso e Cobertura da Terra. Participaram dessa expedição os Professores/Pesquisadores Dorisvalder Dias Nunes, Michel Watanabe e Tamires Aguiar.

7.2 – Subprojetos de pesquisa realizados e vinculados ao projeto da bacia do rio Branco:

Título do Projeto: Análise do potencial de Erodibilidade dos solos da Sub-bacia do Igarapé Bom Futuro - Porto Velho/ Rondônia

Coordenação: Prof. Dr. Dorisvalder Dias Nunes

Ano de Aprovação: 2017

Descrição: A pesquisa versou sobre a realização de ensaios de Erodibilidade em um Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico presente na sub Bacia Hidrográfica do Igarapé Bom Futuro- BHIBF/RO. Esta é uma sub-bacia da bacia do rio Branco. O estudo foi realizado numa vertente, cujas amostras foram levantadas na alta, média e baixa vertente. O objetivo principal foi definir o potencial de erodibilidade dos solos da BHIBF a partir de ensaios com o inderbitzen. Agregamos ao projeto a realização de ensaios de Resistência à Penetração (RP), levantamento de parâmetros físicos do solo (Porosidade Total, Densidade Aparente, Umidade), todos sob condições de pastagem. Os resultados permitiram compreender a interferência da modificação da paisagem dada pela transformação de florestas em pastagens em solos do tipo Argissolo, de modo a entender as características físicas e suas potencialidades em perder sedimentos, conforme ensaios realizados no Inderbitzen. Esse projeto consistiu basicamente na outorga de bolsa para fixação de pesquisador na região amazônica, onde foi contemplada a Geógrafa Tamires Cunha de Aguiar. E foi apoiado pelo Projeto rio Branco.

Situação: Concluído; Natureza: Pesquisa.

Alunos envolvidos: Mestrado acadêmico: (1)

Integrantes: Dorisvalder Dias Nunes - Coordenador / Tamires Cunha de Aguiar - Integrante.

Financiador(es): Fundação de Amparo ao Desenvolvimento das Ações Científicas e Tecnológica - Bolsa.

7.3 - Sub-Projetos vinculados ao Projeto rio Branco oriundos do PIBIC/UNIR/CNPq

a) **Projeto:** Análise do Uso e Cobertura da Terra na sub-bacia do Bom Futuro.

Orientador: Prof. Dr. Dorisvalder Dias Nunes

- Orientação de: Laila Cintia Mota Belforte

Ciclo: 2017-2018

b) **Projeto:** Análise Morfométrica na sub-bacia do rio Bom Futuro -Porto Velho/RO .

Orientador: Prof. Dr. Dorisvalder Dias Nunes

Orientação de: Daniel Lima de Jesus

Plano de Trabalho:

Ciclo: 2017-2018

c) **Projeto:** Avaliação do Potencial de Erodibilidade na bacia do Igarapé Bom Futuro com base nos experimentos Slaking Test e Inderbitzen

Orientador: Prof. Dr. Dorisvalder Dias Nunes

Orientação de: Natália de Paula Macedo

Ciclo: 2018-2019

- d) **Projeto:** Análise da compactação do solo de pastagens com diferentes temporalidades de uso na sub-bacia do Igarapé Bom Futuro - Porto Velho/RO.

Orientador: Prof. Dr. Dorisvalder Dias Nunes

Orientação de: Glenda Natalia Bezerra Passos

Ciclo: 2018-2019

- e) **Projeto:** Análise do Uso e Cobertura da Terra na sub-bacia do igarapé Bom Futuro - Porto Velho / RO.

Orientador: Prof. Dr. Dorisvalder Dias Nunes

Orientação de: Laila Cíntia Mota Belforte

Ciclo: 2018-2019

- f) **Projeto:** Análise da Compactação dos solos de pastagens com diferentes temporalidades de uso na sub-bacia do Igarapé Bom Futuro-Porto Velho/RO.

Orientador: Prof. Dr. Dorisvalder Dias Nunes

Orientação de: Davi Ariel Barros das Neves

Ciclo: 2018-2019

- g) **Projeto:** Avaliação do Potencial de Erodibilidade na bacia do Igarapé Bom Futuro com base nos experimentos Slaking e Inderbitzen.

Orientador: Prof. Dr. Dorisvalder Dias Nunes

Orientação de: Juliana Santiago de Sena

Ciclo: 2018-2019

- h) **Projeto:** Análise de microbiotas em solo em área de floresta e pasto da bacia do igarapé Bom Futuro: estudo experimental com *Bacillus subtilis*.

Orientador: Profa. Dra. Adriana Cristina da Silva Nunes

Orientação de: Raysa Sena de Melo

Ciclo: 2018-2019

7.4 - Sub-Projetos vinculados ao Projeto rio Branco oriundos de estágio Pós-Doutoral - UNIR

Projeto de Pesquisa: Zoneamento Geoambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Branco/RO

Estágio Pós-Doutoral vinculado ao Programa de Pós-Graduação Mestrado e Doutorado em Geografia da UNIR e Programa Nacional de Pós-Doutorado da CAPES.

Pós-doutorando: Dr. Anderson Augusto Volpato Scotti

Supervisor: Prof. Dr. Dorisvalder Dias Nunes

Porto Velho/RO – setembro de 2019

Resumo do Relatório Final: O Estudo teve como foco a elaboração de um zoneamento geoambiental na Bacia Hidrográfica do Rio Branco, área onde pesquisadores do Laboratório de Geografia e Planejamento Ambiental (LABOGEOPA) já desenvolvem estudos. De modo geral o Zoneamento Geoambiental tem o papel de servir com um subsídio ao planejamento e ordenamento territorial, visto que se configura como ferramenta que apresenta um estudo sistêmico e busca discutir de maneira holística a relação homem e natureza. A metodologia do zoneamento geoambiental é amplamente utilizada no Brasil. A análise dos constituintes do meio físico se deu através da utilização de dados primários e secundários, onde a escalas das informações em certos momentos, marcaram alguns empecilhos na produção de mapas e a discussão escrita, restringindo em alguns casos, o acesso a informações mais detalhadas de algumas porções da BHRB. Adotamos a técnica dos elementos de geomorphons e sua quantificação os quais definiram neste mapeamento os compartimentos. Por fim definimos os seguintes sistemas: os sistemas das unidades de conservação para uso racional e proteção integral. E o sistema Buritis ao sul da bacia do rio Branco. Os trabalhos de campo foram fundamentais para a elaboração da pesquisa, visto que em muitos casos era a única forma de obter informações mais detalhadas da BHRB.

Monografia de Especialização: Evolução do Uso e Ocupação da Terra na Porção Sul Ocidental da Amazônia: o caso da bacia do Rio Branco/Porto Velho/RO

XVI Curso de Especialização em Geoprocessamento 2017 UFMG Instituto de Geociências Departamento de Cartografia - Av. Antônio Carlos, 6627 – Pampulha

Pós – Graduado: Carlos Eduardo Fernandes de Holanda

Orientador: Dr. Bráulio Magalhães Fonseca - UFMG

Resumo : O estudo teve objetivo de analisar a evolução dos processos antrópicos em relação a floresta ombrófila densa (Floresta Amazônica), em um período entre os anos de 1991 até 2016 na área da sub-bacia do Rio Branco/Porto Velho/RO. Foram obtidas imagens da série de satélites Landsat baixadas gratuitamente no site do EarthExplore para criar os mapas com as classificações do uso e ocupação da terra. As classificações foram produzidas no software Spring 5.3, utilizando a classificação por MARXVER. As imagens classificadas foram importadas para outro software ArcGIS 10.5, para gerar os layouts dos mapas e calcular os NDVI's (Normalized Difference Vegetation Index) que são os índices de vegetação da diferença normalizada. Em seguida entramos com os mapas no software Idrisi Selva 17.00, criando dois projetos no Modelos de Mudança da Terra (LCM) utilizando as imagens classificadas de 1991 até 2003, e o outro projeto de 2003 até 2016. Foram criados os mapas e os dados no Change Analysis e Change Maps. Os mapas de tendência de mudança espacial foram produzidos no Spatial Trend of Change, e em seguida o potencial de transição (Transition Potentials). Foi criado o potencial de transição (Create Transition Potentials), e fizemos a predição da mudança (Change Prediction), abrindo a imagem classificada de 2016 com o Markov Chain na mudança de modelo de demanda, rodando também o modelo no Change Allocation. Foram produzidos o Markov, e Ca_Markov, além dos dados do ROC, e o Validate. Produzimos os mesmos dados e mapas com o projeto

de 2003 até 2016, gerando um mapa de previsão no (Projected) para 2029. A projeção evidenciou o aumento da classe antropizada nas regiões norte-nordeste, e norte-noroeste, áreas inseridas nas unidades de conservação, estas da categoria de extrativismo, e que mantinham alguma vegetação densa em 2016. Mostrou também algumas áreas verdes no centro-norte da bacia, possivelmente alguma área de reflorestamento futuro, ou ações dos meios públicos, ou privados. As análises dos resultados foram que a expansão do município de Buritis, localizado próximo da área da bacia, no extremo sul-sudeste, onde metade da área da bacia está inserida na área do município. É provável que a abertura de estradas não pavimentadas e os loteamentos desordenados, deram início ao desmatamento destas regiões e continuam dando. Estas regiões necessitam de planejamento e gestão ambientais públicas eficientes, com uma fiscalização atuante, e que o crescimento populacional, econômico, e urbano, evolua de forma organizada e planejada, para não afetar áreas como unidades de conservação, que é o caso da bacia, e áreas de nascentes. Desta forma respeitando as leis ambientais em todas as esferas de governo.

7.5 - Relevância da sua pesquisa para o desenvolvimento de CT&I de Rondônia e do país

Nossa pesquisa teve (e tem) relevância não apenas por que analisou os efeitos da erosão e seu consequente aporte sedimentar dos rios, mas também por que projetou cenários potenciais e reais de vulnerabilidade ambiental da bacia cujos dados são imprescindíveis ao planejamento regional e à tomada de decisão. Foi relevante pela formação de jovens pesquisadores e diversos alunos da graduação bem como de pesquisadores no campo da ciência geográfica e nos temas relacionados aos estudos em Exatas e da Terra. A formação se deu nos diferentes níveis de formação, sendo desde a iniciação científica (08 alunos), ao mestrado (01 pesquisadora), doutorado (01 doutorando), especialista (01 especialista) e pesquisador de estágio pós-doutoral (01 pós-doutorando), além de desenvolver e melhorar metodologias e técnicas de levantamento de campo, algumas já consagradas em outros países e que podem ser repassadas aos nossos alunos, professores e pesquisadores.

7.6 – Cooperações Técnicas e Científicas firmadas no âmbito do projeto rio Branco.

O projeto nos possibilitou firmar Cooperação Científica entre LABOGEOPA-UNIR e LABSOLO-UNICENTRO/PR, iniciada por ocasião da realização do Colóquio: CIÊNCIA E PESQUISA EM GEOGRAFIA FÍSICA ocorrido entre os dias 17 e 18 de outubro de 2017. Teve como palestrante convidado o Prof. Dr. Edivaldo Lopes Thomaz, professor da Universidade Estadual do Centro Oeste do Paraná - UNICENTRO-PR que se tornou consultor da pesquisa no campo de Geociências e da Geografia Experimental. Esta cooperação está vinculada ao presente projeto de pesquisa da bacia do rio Branco e do projeto de Efetividade da Gestão Ambiental, ambos financiados pela FAPERO. Para tanto apresentamos algumas atividades realizadas a partir da referida cooperação, registradas nas fotos de 1 a 9:



Fotos 1 e 2 – Início dos estudos sobre o aporte sedimentar das estradas vicinais da bacia do rio Branco.
 Na foto 2 indica a coleta de solo para os estudos de microbiota de solos por meio do DNA. Acervo LABOGEOPA.



Fotos 3 e 4 – Coleta de Solos para estudos de Vulnerabilidade à Erosão e Erodibilidade na bacia do rio Branco.
 Na foto 4 vemos o deslocamento da equipe para realizar a coleta. Procedimento difícil e cansativo. Acervo LABOGEOPA.



Fotos 5 e 6 – Medições morfométricas das estradas da bacia do rio Branco. Primeiros ensaios. Na foto 6 temos a coleta de amostras para estudos de estabilidade de agregados e sua relação com o fogo em floresta Equatorial. Acervo LABOGEOPA.



7



8

Fotos 7 e 8 – Primeiro Encontro para discutir Ciência e Geografia Física a partir dos estudos realizados na bacia do rio Branco. Estratégia de divulgação do projeto PPP – Termo de Outorga 17/2016.



9

Foto 9: Visita dos pesquisadores do LABOGEOPA à UNICENTRO – Guarapuava em 2017. Início da Parceria de pesquisa. Da esquerda para direita: Professores Doutores – Dorisvalder Dias Nunes; Michel Watanabe e Edivaldo Lopez, definindo Áreas de amostragem de coleta de solo na bacia do rio Branco e sub-bacia do Igarapé Bom Futuro-RO.

7.7 - Interação entre área/subárea do Conhecimento e as estratégias para incorporação dos resultados na Sociedade.

Interações com área e sub-área: O projeto está possibilitou interagir com profissionais e acadêmicos das seguintes áreas do saber:

1- **Biologia Experimental:** o projeto contou com participação de uma Professora Bióloga e Doutora em Biologia Experimental que desenvolve estudos em microbiota de solos, por meio do uso da genética. Tem levantando dados sobre a espacialidade de algumas bactérias e seu comportamento fitopatogênico em áreas de florestas e pastagens;

2 - **Engenharia e Arquitetura:** nesses dois campos a expertise está focada na geometria das estradas e seus efeitos no carreamento de materiais além das análises sobre vulnerabilidade natural à erosão utilizando métodos de validação com a análise multicritério.

3 - **Geógrafos da vertente Humana e Física:** Na vertente humana, temos geógrafos discutindo os efeitos das dinâmicas territoriais em curso no alto Rio Madeira e os processos de antropização da área da bacia alvo desse estudo com os levantamentos do Uso e Cobertura da Terra. Na vertente da Geografia Física estamos desenvolvendo estudos sobre erosão, erodibilidade na bacia por meio de técnicas como o uso do Inderbitzen inclusive com projeto de doutorado iniciado na área da bacia rio Branco a partir de 2019. Além dos estudos sobre aporte sedimentar nos rios da bacia, bem como estudos sobre os mecanismos de ruptura de agregados dos solos e sobre o efeito do fogo em solos amazônicos.

As principais estratégias de informação sobre os resultados da pesquisa foram pautadas em:

- 1 - Publicação de Artigos;
- 2 - Disponibilização dos dados na página do Laboratório bem como do relatório final;
- 3 - Disponibilização do relatório final para SEDUC, MINISTÉRIO PÚBLICO, SIPAM, SEDAM, CPRM, EMBRAPA, PREFEITURA DE PORTO VELHO, entre outros.
- 4 - Realização de Colóquios e Encontros com ênfase na temática do projeto de Pesquisa da bacia do rio Branco.

7.8 - Liste os meios de divulgação resultantes da pesquisa (ações, publicações, apresentações e respectivos Links, se for o caso).

- Os meios de divulgação preferenciais foram:
 - Publicações,
 - Discussões em Colóquios;
 - Realização de seminários temáticos;
 - Mídias digitais (páginas).

7.9 - Houve colaborações com instituições nacionais e/ou internacionais durante o desenvolvimento do projeto? Caso afirmativo, aponte-as e descreva os resultados dessa parceria.

Sim, tivemos participação de algumas instituições:

IBGE/RO – O projeto contou com a participação do Doutor Luiz Cleyton Holanda Lobato, superintendente do IBGE que atuou como pesquisador colaborador no projeto. Sua participação foi fundamental na área da cartografia temática e na logística de campo. Também nos auxiliou no fornecimento de veículo para apoiar as expedições de campo e no fornecimento de banco de dados.

IFRO – O projeto contou com a participação do Prof. MSc. Allan Rodrigues Augusto, docente do IFRO cuja participação centrou esforços na criação e aperfeiçoamento metodológico de ferramentas para coletas em campo. O pesquisador é doutorando em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação Mestrado e Doutorado de Geografia – PPGG.

UNICENTRO – O projeto contou com a participação de um Consultor/Pesquisador Sênior: o Prof. Dr. Edivaldo Lopes Thomaz desenvolveu conosco pelo menos três propostas de estudos ainda em curso na bacia: o primeiro no aporte sedimentar nos rios da bacia a partir das estradas vicinais; o segundo sobre os mecanismos de ruptura de agregados dos solos na bacia e o terceiro sobre o efeito do fogo em solos amazônicos.

UFMG – O projeto conta com a participação de um Professor do Departamento de Cartografia da UFMG que está discutindo as características Geomorfométricas da bacia do rio Branco.

2 – O segundo fator que dificultou o trabalho, acontece quase um mês após o repasse dos recursos de Capital. Foi decretado em nível mundial o estado de Pandemia por força da COVID-19. Em 18 de março de 2020 todas as atividades foram canceladas, com cancelamento das atividades de pesquisa e de sala de aula. Não fosse suficiente, todas as atividades de comércio e da vida urbana também foram paralisadas o que impossibilitou não apenas de executarmos a pesquisa, mas também de realizar as compras. De modo que entre março de 2020 a julho de 2021 as atividades estiveram paralisadas. Só com a chegada da vacina e paulatinamente voltamos às atividades da pesquisa.

3 - A política do banco do Brasil em relação às contas correntes. Por exemplo: sempre que precisávamos de extratos tínhamos que solicitar à FAPERO. No meu entendimento isso poderia ser feito no caixa pelo próprio pesquisador. O cartão pesquisador deveria possibilitar outros usos para que o pesquisador pudesse obter todas as informações de que precisasse para fins de controle e gestão dos desembolsos.

4 – Dificuldades na realização do Colóquio: “Conceitos e Métodos para pensar o Espaço Urbano e Bacias Hidrográficas” (Ver ANEXO I), o qual foi programado para discutir novas técnicas e metodologias para bacias hidrográficas, como uma das estratégias de divulgação do projeto “Vulnerabilidade Natural à erosão aplicada ao Planejamento de Recursos Hídricos na porção Sul Ocidental da Amazônia: o caso da bacia do rio Branco/Porto Velho/RO”. A dificuldade é que o referido evento estava previsto para ser realizado com a participação de palestrante principal, o Prof. Dr. Bráulio Magalhães Fonseca, que também é pesquisador partícipe do projeto e docente do IGC/UFMG.

Fizemos a compra das passagens da seguinte forma: a vinda dele BH-PVH foi adquirida por cortesia de nosso doutorando Allan Rodrigues, também pesquisador do projeto. A doação de nosso doutorando possibilitaria a otimização dos recursos oriundos da FAPERO. O retorno ficou previsto para 01 de setembro de 2018 e foi pago com recursos do projeto. Todavia por motivos de incompatibilidade de agenda de trabalho, o Professor Bráulio solicitou alteração na data do retorno que seria para 30/08/18. Todavia quando abrimos o protocolo (2018081414249) de solicitação da empresa, a mesma cobrou um acréscimo de R\$ 210,00 no valor da passagem que ficou de ser pago pelo palestrante. Todavia quando nos notificaram da nova data, encaminharam com data de retorno à Belo Horizonte de 30/09/18 o que seria impossível para o professor convidado. Então solicitei a devolução da passagem e a CVC alegou que como se tratou de passagem de promoção a devolução não seria possível. De modo que o professor não veio por conta dessa inflexibilidade da CVC e de sua forma atabalhoada e inflexível de tratar seus clientes. Nesse sentido, o professor encaminhou uma justificativa explicando as razões pelas quais não pode embarcar na data do dia 01 de setembro de 2018 (Ver ANEXO 01 e 02). Por fim é importante registrar que embora o Prof. Bráulio Magalhães não tivesse comparecido, seu nome foi substituído pelo da Profa. Tamires Cunha de Aguiar, doutoranda em nosso PPGG/UNIR e também pesquisadora do projeto rio Branco (Ver ANEXO II).

b) Fatores que facilitaram a execução da pesquisa:

1 – O primeiro fator que facilitou a conclusão desta pesquisa está exatamente na capacidade de a FAPERO ter conduzido com absoluta tranquilidade os problemas que enfrentamos e a gestão que realizou junto ao CNPq para que pudéssemos receber a segunda parcela dos recursos.

2 – O segundo fator caracterizou-se pela flexibilidade para autorizar as prorrogações solicitadas sem as quais não teríamos alcançado os resultados apresentados neste relatório.

3 – O terceiro fator está relacionado ao apoio de toda equipe administrativa da FAPERO no atendimento de nossas demandas e dúvidas na condução da pesquisa.

4 – O quarto está no engajamento da equipe de pesquisadores que compunham o projeto de pesquisa, sem os quais não seria possível para a coordenação levantar todos os dados levantados no presente relatório.

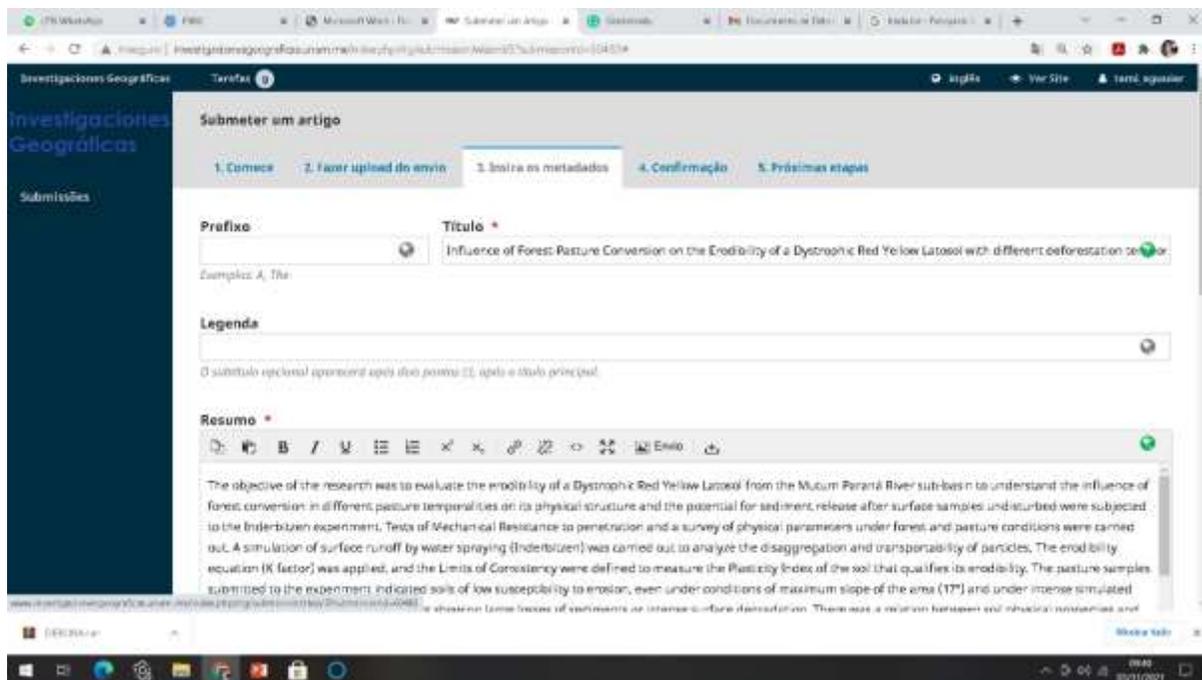
5 - Dedicção e atençaõ de excelência do corpo técnico da FAPERO e da diretoria cujo o acompanhamento e apoio aos pesquisadores foi impecável;

6- A contrapartida da UNIR, com apoio total às logísticas de campo e de infraestrutura laboratorial;

7 – Por fim há que se destacar o papel estratégico desse tipo de financiamento de pesquisa, que para além dos dados que foram produzidos cientificamente, também nos possibilitou alavancar o Programa de Pós-Graduação Mestrado e Doutorado em Geografia, mormente no apoio a formação qualificada de jovens pesquisadores seja em nível do PIBIC, em nível de Mestrado, de Doutorado e Pós-Doutorado.

7.13 - Artigos submetidos para publicação referente ao tema do Projeto:

Artigo submetido à Revista Investigaciones Geográficas – México, com o título: Influence of Forest-Pasture Conversion on the Erodibility of Dystrophic Red Yellow Latosol in different years in the South Western Amazon conforme registro do print a seguir:



Investigaciones Geográficas

Submeter um artigo

1. Começa 2. Fazer upload do artigo 3. Insira os metadados 4. Confirmação 5. Próximas etapas

Prefixo

Título *

Influence of Forest-Pasture Conversion on the Erodibility of a Dystrophic Red Yellow Latosol with different deforestation scenarios

Legenda

Resumo *

The objective of the research was to evaluate the erodibility of a Dystrophic Red Yellow Latosol from the Mutum Paraná River sub-basin to understand the influence of forest conversion in different pasture temporalities on its physical structure and the potential for sediment release after surface samples undisturbed were subjected to the Indurbitzen experiment. Tests of Mechanical Resistance to penetration and a survey of physical parameters under forest and pasture conditions were carried out. A simulation of surface runoff by water spraying (Indurbitzen) was carried out to analyse the disaggregation and transportability of particles. The erodibility equation (K factor) was applied, and the Limits of Consistency were defined to measure the Plasticity Index of the soil that qualifies its erodibility. The pasture samples submitted to the experiment indicated soils of low susceptibility to erosion, even under conditions of maximum slope of the area (17%) and under intense simulated

BLOCO III

8. APÊNDICE – ACERVO FOTOGRÁFICO DO USO E COBERTURA DA TERRA

8.1 Bacia do rio Branco e sub-bacia do Igarapé Bom Futuro



Foto: 0051 Pecuária extensiva, relevo ondulado suave ondulado.
Coordenadas: 10°09'41" / 63°53'54"



Foto: 0053 Pecuária extensiva
Coordenadas: 10°01'54" / 63°54'15"



Foto: 0054 Relevo ondulado suave a ondulado.
Coordenadas: 09°59'47" / 63°54'48,4"



Foto: 0056 Relevo ondulado matação e rocha aparente.
Coordenadas: 09°54'56,2" / 63°56'04"



Foto: 0057 Relevo Plano a suave ondulado, pasto sujo.
Coordenadas: 09°52'24,4" / 63°56'49,5"



Foto: 0062 - Escoamento superficial da pastagem em direção ao estrada.
Coordenadas: 09°41'16,5" / 63°59'51"



Foto: 0064 - Escoamento superficial da pastagem em direção ao estrada.
Coordenadas: 09°41'16,5" / 63°59'51"



Foto: 0067 - Escoamento superficial da pastagem em direção ao estrada.
Coordenadas: 09°41'16,5" / 63°59'51"



Foto: 0068 - Escoamento superficial da pastagem em direção ao estrada.
Coordenadas: 09°41'16,5" / 63°59'51"



Foto: 0070 - Escoamento superficial da pastagem em direção ao estrada.
Coordenadas: 09°41'16,5" / 63°59'51"



Foto: 0071 - Escoamento superficial da pastagem em direção ao estrada.
Coordenadas: 09°41'16,5" / 63°59'51"



Foto: 0074 - Escoamento superficial da pastagem em direção ao estrada.
Coordenadas: 09°41'16,5" / 63°59'51"



Foto: 0078 - Escoamento superficial da pastagem em direção ao estrada.
Coordenadas: 09°41'16,5" / 63°59'51"



Foto: 0079 - Sedimento carregado da estrada para o rio.
Coordenadas: 09°39'32,9" / 63°59'30,6"



Foto: 0082 - Sedimento carregado da estrada para o rio.
Coordenadas: 09°39'32,9" / 63°59'30,6"



Foto: 0085 - Igarapé com acumulação de sedimento no seu leito.
Coordenadas: 09°38'58,8" / 63°58'03,4"



Foto: 0087 – Igarapé com acumulação de sedimento no seu leito.
Coordenadas: 09°38'58,8" / 63°58'03,4"



Foto: 0088 – Igarapé com água carreada da Estrada.
Coordenadas: 09°37'40,1" / 63°57'33,8"



Foto: 0090 – Igarapé com água carreada da Estrada.
Coordenadas: 09°37'40,1" / 63°57'33,8"



Foto: 0092 – Igarapé com água carreada da Estrada.
Coordenadas: 09°37'40,1" / 63°57'33,8"



Foto: 0093 – Igarapé com água carreada da Estrada.
Coordenadas: 09°37'40,1" / 63°57'33,8"



Foto: 0094 Pasto – Relevo ondulado.
Coordenadas: 09°37'10,4" / 63°56'15,1"



Foto: 0095 Relevo ondulado
Coordenadas: 09°36'32,4" / 63°54'42,1"



Foto: 0096 Pasto – ondulado a muito ondulado
Coordenadas: 09°35'55,6" / 63°53'10,5"



Foto: 0097 - Pasto – Terreno ondulado
Coordenadas: 09°35'38,1" / 63°52'33,1"



Foto: 0103 Pasto - Relevo suave ondulado e Plantio de café.
Coordenadas: 09°37'26,6" / 63°58'41,0"



Foto: 0105 - Plantio de teca, café, pupunha, banana, café.
Coordenadas: 09°37'08,8" / 63°59'14,9"



Foto: 0106 - Plantio de teca, café, pupunha, banana, café.
Coordenadas: 09°37'08,8" / 63°59'14,9"



Foto: 0110 - Café, lado direito pasto, Relevo suave ondulado (em direção a sede)
Coordenadas: 09°37'15" / 63°59'31,4"

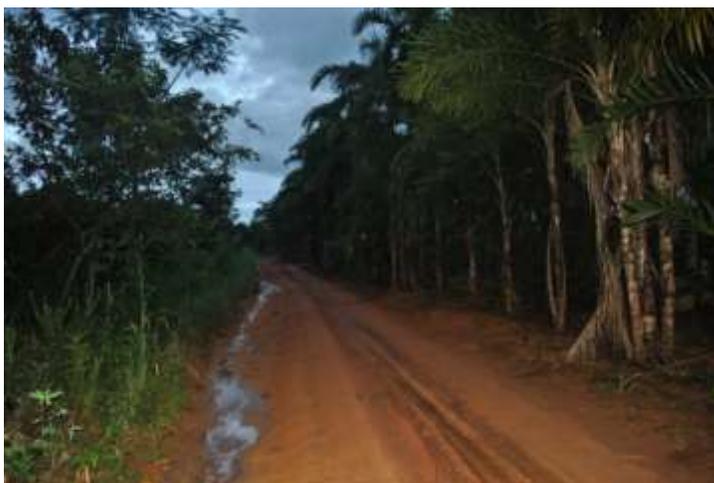


Foto: 0111 - Plantio de Pupunha e Café.
Coordenadas: 09°37'15,1" / 63°59'11,5"



Foto: 0112 - Plantio de café.
Coordenadas: 09°37'33,3" / 63°59'00,8"



Foto: 0115 Relevo suave ondulado.
Coordenadas: 09°38'37,3" / 63°57'04"



Foto: 0117 Área Urbana, Sistema agropastoril
Coordenadas: 09°38'14" / 63°57'47,8"



Foto: 0118 Área Urbana, Sistema agropastoril.
Coordenadas: 09°38'14" / 63°57'47,8"



Foto: 0121 Pasto e Relevo suave ondulado.
Coordenadas: 09°35'47,3" / 63°59'47,4"



Foto: 0123 Relevo suave ondulado e sistema Agrossilvipastoril.
Coordenadas: 09°36'11,7" / 64°00'53,9"



Foto: 0124 Relevo suave ondulado/café a direita da pista e pasto a esquerda.
Coordenadas: 09°35'45,2" / 63°59'40,7"



Foto: 0125 Relevo suave a ondulado.
Coordenadas: 09°34'10,8" / 63°58'08,5"



Foto: 0126 Relevo suave a ondulado.
Coordenadas: 09°34'39,5" / 63°59'44,8"



Foto: 0129 Relevo suave ondulado/ Plantio de café e banana.
Coordenadas: 09°35'21,9" / 64°02'11,8"



Foto: 0130 Relevo suave a ondulado.
Coordenadas: 09°35'47,6" / 64°03'40,5"



Foto: 0133 Pasto e café.
Coordenadas: 09°33'47,4" / 64°00'25,2"



Foto: 0134 Pasto e café.
Coordenadas: 09°33'47,4" / 64°00'25,2"



Foto: 0137 Pasto - Relevo suave ondulado.
Coordenadas: 09°31'45,7" / 63°55'55,5"



Foto: 0141 Pasto - Relevo ondulado.
Coordenadas: 09°31'22" / 63°55'01,9"



Foto: 0147 Relevo suave ondulado.
Coordenadas: 09°33'07,4" / 63°55'36,7"



Foto: 0188 Ponto 01 de coleta de água no rio Branco.
Coordenadas: 10° 08' 56,2" / 64° 01' 37,7"



Foto: 0192 Ponto 02 de coleta de água no rio Branco.
Coordenadas: 09° 52' 50,4" / 64° 04' 48,8"



Foto: 0205 Ponto 03 de coleta de água no rio Branco.
Coordenadas: 09° 42' 23,4" / 64° 00' 22,7"

9. ANEXOS

9.1 ANEXO I – Carta com justificativa do Prof. Dr. Bráulio pela não realização de viagem a Porto Velho.



Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Geociências
Departamento de Cartografia

Belo Horizonte, 05 de setembro de 2018.

Do: Prof. Dr. Bráulio Magalhães Fonseca
Para: Prof. Dr. Dorisvalder Dias Nunes

Assunto: justificativa de não embarque para Porto Velho-RO

Caro Prof. Dorisvalder

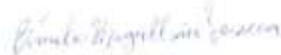
Em primeiro lugar gostaria de agradecer o convite para participar do Colóquio: "Conceitos e Métodos para pensar o Espaço Urbano e Bacias Hidrográficas". Todavia venho por meio deste justificar o cancelamento de minha ida a Porto Velho, que se deu por motivo de conflito de agendas. A data definida para meu retorno que seria 01 de setembro de 2018, conflitou com atividade de trabalho de campo que teria que fazer aqui Belo Horizonte.

Conforme havíamos conversado, pedi que a data de retorno ficasse para 30 de agosto e não seria problema pagar a diferença cobrada pela CVC de R\$ 210,00, não fosse as dificuldades que tanto o senhor como Eu presenciamos no trato com esta empresa. Quando eles redefiniram a data do meu retorno a BH, ao invés de marcar 30 de agosto, eles marcaram para 30 de setembro de 2018 (conforme protocolo de alteração de voo que o senhor me noticiou: 2018081414249), ou seja, para um mês depois de minha chegada a Porto Velho, o que seria impraticável pois não poderia me ausentar tanto tempo de minhas atividades de sala de aula aqui na UFMG. De modo que o período em que consegui liberação do meu departamento foi entre 27 a 30 de agosto.

Por fim quero aproveitar a oportunidade para agradecer seu aluno Allan Rodrigues que comprou a passagem de ida a Porto Velho e dizer que já conversei com ele para ver o ressarcimento e lamentar com o Senhor esse constrangimento a nós causado pelas dificuldades de atendimento da CVC.

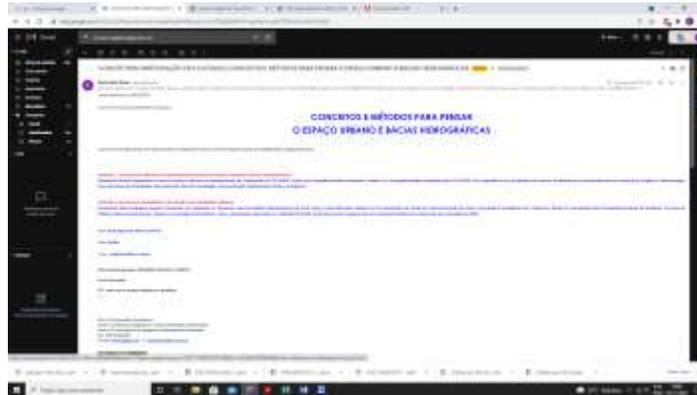
Atenciosamente,

Prof. Bráulio Magalhães Fonseca
Subchefe do Departamento de Cartografia
IGC/UFMG



Prof. Dr. Bráulio Magalhães Fonseca
Departamento de Cartografia
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8551916275030169>

9.2 ANEXO II – Proposta de Colóquio para discussão de bacias hidrográficas como estratégia de divulgação do projeto.



Prof. Bráulio Magalhães



Profa. Tamires Aguiar



Obs: O Colóquio acima foi realizado, mas em função da impossibilidade da vinda do Prof. Bráulio Magalhães, seu nome foi substituído pelo da Profa. Tamires Cunha de Aguiar, também pesquisadora do Projeto rio Branco.