

**Ministério da Ciência e Tecnologia
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
Universidade Federal de Rondônia
Laboratório de Geografia e Planejamento Ambiental**

**RELATÓRIO FINAL
DE PESQUISA**

**VULNERABILIDADE NATURAL À EROSÃO
DA BACIA DO RIO MUTUMPARANÁ-PORTO
VELHO-RO (2009-2011)**

**Dorisvalder Dias Nunes
Coordenador**

Núcleo de Ciências Exatas e da Terra - BR 364 – Km 9,5, Sentido Acre
Lab. de Geografia e Planejamento Ambiental - Tel. (69) 2182-2245
Porto Velho – RO
Processo nº 575783/2008-7/Edital MCT/CNPq/CT-Amazônia
nº 55/2008 - Amazônia Ocidental

**Porto Velho-RO
Março de 2012**

DADOS TÉCNICOS:

Título do Projeto: **VULNERABILIDADE NATURAL À EROSÃO DA BACIA DO RIO MUTUMPARANÁ-PORTO VELHO-RO.**

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

Instituição Parceira: **Sistema de Proteção da Amazônia – SIPAM**

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

Registro do Projeto no CNPq : **Processo nº 575783/2008-7**

Edital: **MCT/CNPq/CT-Amazônia nº 55/2008 - Amazônia Ocidental**

Coordenador do Projeto: **Prof. Dr. Dorisvalder Dias Nunes**

ENCAMINHAMENTOS: Este relatório deverá ser encaminhado para as seguintes Instituições: SEDAM-RO, IBAMA-RO, PROPESQ-UNIR, MINISTÉRIO PÚBLICO-RO, SIPAM-RO.

Forma de Referenciar este Relatório Técnico:

NUNES, D.D. **VULNERABILIDADE NATURAL À EROSÃO DA BACIA DO RIO MUTUMPARANÁ-PORTO VELHO-RO (2009-2011)**. Porto Velho/RO. CNPq – Proc. nº 575783/2008-7/Edital MCT/CNPq/CT-Amazônia - nº 55/2008 - Amazônia Ocidental, Relatório Final de Pesquisa, 2012. 74p

EQUIPE:

Coordenador: **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 e Pós-Graduação Mestrado 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.

Colaboradores: **Adriana Cristina da Silva Nunes**, Licenciada em Biologia, Mestre e Doutora em Biologia Experimental pela Universidade Federal de Rondônia – UNIR. Professora do Departamento de Saúde Coletiva, Campus Porto Velho-RO, Pesquisadora do Centro Interdepartamental em Biologia Experimental e Biotecnologia – CIBEBI pesquisadora do Laboratório de Geografia e Planejamento Ambiental - LABOGEOPA.

Aldina Gomes de Assunção, Licenciada, Bacharel e Mestre em Geografia pela Geografia pela Universidade Federal de Rondônia – UNIR, Professora do Estado do Amazonas e Pesquisadora do Laboratório de Geografia e Planejamento Ambiental – LABOGEOPA.

Eliomar Pereira da Silva Filho, Licenciado, Bacharel e Mestre em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Doutor em Geociências pela Universidade Estadual de São Paulo - UNESP-Rio Claro, Docente do Curso de Graduação e Mestrado em Geografia da Universidade Federal de Rondônia - UNIR, Pesquisador do Laboratório de Cartografia da UNIR e pesquisador do Centro de Estudos Sócio-Ambientais e Geográficos da Amazônia “Prof. Aziz Ab’Saber” – CEGEA.

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

Janielson Lima da Silva, Licenciado em Geografia Aluno do Curso de Mestrado em Geografia da Universidade Federal de Rondônia – UNIR, Bolsista da Fundação de Amparo a Pesquisa do Pará – FAPESPA junto ao Sistema de Proteção da Amazônia-SIPAM-RO.

Josélia Fontenele Cabral, Licenciada, Bacharel e Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Rondônia – UNIR, Professora do Instituto Técnico Federal de Rondônia – IFRO e aluna do curso de Pós-Graduação Doutorado em Geografia Física da Universidade Federal do Paraná – UFPR.

Leonardo José Cordeiro Santos, Geógrafo, Mestre e Doutor em Geografia pela Universidade de São Paulo – USP, Docente do Curso de Graduação, Mestrado e Doutorado em Geografia da Universidade Federal do Paraná – UFPR.

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

Maria Madalena de Aguiar Cavalcante, Licenciada, Bacharel e Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Rondônia - UNIR, Especialista em Gestão Ambiental pela Faculdade Interamericana de Porto Velho - UNIRON, Professora do Curso de Gestão Ambiental da UNIR /Campus de Guajará-Mirim, Coordenadora do Laboratório de Gestão e Planejamento Ambiental – LAGEPLAM; Pesquisadora do Laboratório de Geografia e Planejamento Ambiental – LABOGEOPA e Doutoranda em Geografia Física pela Universidade Federal do Paraná – UFPR.

Michel Watanabe, Licenciado, Bacharel e Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Rondônia – UNIR, Pesquisador do Laboratório de Geografia e Planejamento Ambiental - LABOGEOPA e bolsista da Fundação de Amparo a Pesquisa do Pará – FAPESPA junto ao Sistema de Proteção da Amazônia-SIPAM-RO.

Charles da Silva Barata, Licenciado e Bacharel em Geografia pela Universidade Federal de Rondônia.

Mirtilene Lopes Cruz, Licenciada em Geografia e Aluna do Curso de Mestrado em Geografia da Universidade Federal de Rondônia - UNIR, Bolsista/CAPEL.

Sandro Bezerra, Aluno do Curso de Graduação em Biologia da Universidade Federal de Rondônia – UNIR, bolsista do projeto CNPq.

Tamires Cunha de Aguiar, Aluna do Curso de Graduação em Geografia, Bolsista do CNPq no Programa de Iniciação Científica da Universidade Federal de Rondônia – UNIR.

Tatiane Emilio Checchia, Engenheira Civil pela Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Docente do Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Rondônia - UNIR e Pesquisadora do Laboratório de Geografia e Planejamento Ambiental – LABOGEOPA.

Wanderson Diniz Branco, Aluno do Curso de Graduação em Geografia da Universidade Federal de Rondônia – UNIR, bolsista do projeto CNPq.

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;

Laboratório de Gestão e Planejamento Ambiental da Universidade Federal de Rondônia;

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

Prof. Dr. Wanderley Rodrigues Bastos, coordenador do Laboratório de Biogeoquímica da Universidade Federal de Rondônia;

Prof. MSc. Antônio Lafayete, professor do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Rondônia;

Pró-Reitoria de Administração da Universidade Federal de Rondônia na pessoa do Prof. MSc. Eduardo Martins;

Prof. MSc. Vinícius Miguel Raduan, professor do Departamento de Economia da Universidade Federal de Rondônia;

Chefia da Agência de Defesa Sanitária Agrossilvopastoril do Estado de Rondônia - IDARON, Supervisão Porto Velho na pessoa do Sr. Jessé de Oliveira Junior

Sr. Nereu

Sr. Sandro Marcos Bortolini, Gerente de Pecuária da Fazenda Santa Carmen - RO

Sr. Marafon morador da vila de Nova Dimensão-RO

Sr. José Marcos Leite, proprietário da Fazenda Santa Carmen-RO

Em especial, aos Moradores e Produtores Rurais da Bacia do rio Mutumparaná-RO.

INDICE:

Lista de Siglas	07
Lista de Quadros	08
Lista de Tabelas	08
Lista de Figuras	09
Resumo	11
Abstract	11
PARTE I	12
Introdução	13
Novas Dinâmicas Territoriais no Contexto da bacia do rio Mutumparaná	16
Caracterização e Localização da área de Estudo	17
Sobre o Estudo de Vulnerabilidade	17
Materiais e Métodos	19
Método para determinação dos Índices de Vulnerabilidade Natural à Erosão	19
Crítérios para atribuição dos Valores	21
Método de SIG aplicado à Vulnerabilidade	22
Levantamento de dados Cartográficos	22
Método para Uso e Ocupação da Terra	23
Análise e Integração dos dados – Vulnerabilidade e ZSEE	26
Resultados e Discussão dos Resultados	26
Características Ambientais da bacia	26
Principais Formações Vegetais	26
Subclasses das Formações do tipo Floresta Ombrófila	27
Subclasses das Formações do tipo Savana Estacional	28
Características Geomorfológicas	28
Características Pedológicas	31
Argissolos	31
Latosolos Vermelho Amarelo Distrófico	32
Solos Litólicos	32
Plintossolos	33
Características Geológicas	34
Características Climáticas – Intensidade Pluviométricas	35
Principais Tipologias de Uso e Ocupação da Terra	36
O ZSEE de Rondônia no Contexto da bacia do rio Mutumparaná	41
Resultado dos valores de Vulnerabilidade de cada Unidade Fisiográfica de Análise	44
Mapas Sínteses de Vulnerabilidade da bacia a partir de dois cenários – VNE e VNUT	49
Cenário 1	49
Cenário 2	52
Conclusões e Recomendações	55
Referências Bibliográficas	58
PARTE II	62
Impactos Gerados – social, tecnológica e científico	63
Projetos do Programa de Iniciação Científica	63
Dissertações de Mestrado	65
Teses de Doutorado	67
Bacharelado em Geografia	68
Projetos de Pesquisa Aprovados	68
Publicações	69
Realização de Minicursos	70
Palestras e Exposição de Banner	71
Apêndice I	73

LISTA DE SIGLAS

CIBEBI	Centro Interdepartamental em Biologia Experimental e Biotecnologia
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
EMATER	Associação de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Rondônia
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDARON	Agência de Defesa Sanitária Agrossilvopastoril do Estado de Rondônia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
LABOGEOPA	Laboratório de Geografia e Planejamento Ambiental
LAGEPLAM	Laboratório de Gestão e Planejamento Ambiental
LANDSAT	Land Remote Sensing Satellite
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
MDE	Modelo Digital de Elevação
RADAMBRASIL	Levantamentos Radagramétricos do Brasil
RO	Rondônia
SEDAM	Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental de Rondônia
UFA	Unidade Fisiográfica de Análise
UNIR	Universidade Federal de Rondônia
UNIR	Universidade Federal de Rondônia
UOT	Uso e Ocupação da Terra
VNE	Vulnerabilidade Natural à Erosão
VNUT	Vulnerabilidade Natural à Erosão com Uso e Ocupação da Terra
ZSEE	Zoneamento Sócio-Econômico e Ecológico

LISTA DE QUADROS

- Quadro 01 Escala de Vulnerabilidade
- Quadro 02 Critérios para Atribuição de Pesos às Unidades Fisiográficas de Análise e Uso e Ocupação da Terra

LISTA DE TABELAS

- Tabela 01 Quantitativo em Hectares e Percentuais dos tipos de Vegetação que ocorrem na área da bacia do rio Mutumparaná
- Tabela 02 Quantitativo em Hectares e Percentuais das Características Geomorfológicas da bacia do rio Mutumparaná
- Tabela 03 Quantitativo em Hectares e Percentuais dos tipos de Solos que ocorrem na bacia do rio Mutumparaná
- Tabela 04 Aspectos Geológicos da bacia do rio Mutumparaná
- Tabela 05 Tipologias de Uso E Ocupação da Terra na bacia do Rio Mutumparaná e os totais de área em Hectares e Percentuais
- Tabela 06 Total de Pontos com a identificação das tipologias de Uso e Ocupação da Terra na bacia do rio Mutumparaná
- Tabela 07 Valores de Vulnerabilidade Natural à Erosão do tema Vegetação – bacia do rio Mutumparaná
- Tabela 08 Valores de Vulnerabilidade Natural à Erosão do tema Geomorfologia da bacia do rio Mutumparaná
- Tabela 09 Valores de Vulnerabilidade Natural à Erosão do tema Solos na bacia do rio Mutumparaná
- Tabela 10 Valores de Vulnerabilidade Natural à Erosão do tema Geologia na bacia do rio Mutumparaná
- Tabela 11 Uso e Ocupação da Terra na bacia do rio Mutumparaná
- Tabela 12 Valores de Vulnerabilidade Natural à Erosão do tema Clima (índices de precipitação), na bacia do rio Mutumparaná
- Tabela 13 Valores de Vulnerabilidade natural À erosão – VNE em Hectares e Percentuais na bacia do rio Mutumparaná
- Tabela 14 Área em Hectares e Percentuais das Sub-Zonas do ZSEE de Rondônia na do rio Mutumparaná
- Tabela 15 Valores de Vulnerabilidade Natural à Erosão com Uso e Ocupação da Terra - VNUT em Hectares e Percentuais na bacia do rio Mutumparaná

LISTA DE FIGURAS

- Fig. 01 Localização da área de estudo
- Fig. 02 Buffer da Área de estudo para o Levantamento do Uso e Ocupação da Terra
- Fig. 03 Atividade de Campo realizada para definição/validação do buffer de 500m e teste do formulário de levantamento das tipologias de uso e ocupação da terra
- Fig. 04 Carta Imagem com o Levantamento Prévio dos Pontos de Amostragem
- Fig. 05 Mapa temático dos tipos de vegetação da bacia do rio Mutumparaná
- Fig. 06 Áreas de Umirizal aberto, no centro da depressão, mostrando agrupamento da palmeira *Mauritia carana* e formação de moitas
- Fig. 07 Mapa temático dos aspectos geomorfológicos
- Fig. 08 Mapa temático dos aspectos Pedológicos da bacia do rio Mutumparaná
- Fig. 09 Mapa temático dos aspectos geológicos da bacia do rio Mutumparaná
- Fig. 10 Índices de Precipitação Pluviométrica da bacia do rio Mutumparaná
- Fig. 11 Distribuição da Frequência das Classes de Cobertura Terrestre na bacia do rio Mutumparaná
- Fig. 12 Incremento no rebanho bovino – Microrregião de Porto Velho
- Fig. 13 Distribuição da frequência das tipologias de uso da terra na bacia do rio Mutumparaná
- Fig. 14 Mapa Temático de Uso e Ocupação da Terra na bacia do rio Mutumparaná
- Fig. 15 Mapa Temático das características Fundiárias e Toponímicas da bacia do rio Mutumparaná
- Fig. 16 Mapa do Zoneamento Sócio-Econômico e Ecológico de Rondônia
- Fig. 17 Mapa da Série Histórica do Desmatamento na bacia do rio Mutumparaná
- Fig. 18 Mosaico com os índices de vulnerabilidade temática
- Fig. 19 Mapa Síntese dos Valores de Vulnerabilidade na bacia do rio Mutumparaná – Cenário 1
- Fig. 20 Relação entre Vulnerabilidade e Sub-Zonas do ZSEE-RO – Cenário 1

- Fig. 21 Mapa Síntese dos Valores de Vulnerabilidade na bacia do rio Mutumparaná – Cenário 2
- Fig. 22 Relação entre Vulnerabilidade e Sub-Zonas do ZSEE-RO – Cenário 2
- Fig. 23 Atividade de Treinamento da Sonda Troll 9.500 – Clean Environmental
- Fig. 24 Alterações observadas na coloração da água resultado do desmatamento das margens dos rios na bacia do Mutumparaná

RESUMO:

O presente trabalho teve como objetivo geral monitorar e identificar os índices de vulnerabilidade natural à erosão da bacia do rio Mutumparaná a fim de oferecer informações que fundamentem a tomada de decisões e subsidiem o manejo racional do uso da bacia, além de caracterizar e quantificar seu Uso e Ocupação da Terra. A metodologia seguiu as seguintes etapas: a) levantamento de dados de cartografia digital junto às seguintes instituições: INPE, IBGE, SIPAM e SEDAM; b) expedições de campo para levantamento dos dados de Uso e Ocupação da Terra na Bacia do rio Mutumparaná, a partir do georreferenciamento das características de ocupação com metodologia adaptada do IBGE. Adotou-se ainda o uso de Imagens fornecidas pelo INPE, com base georreferenciada do geocover – 2000 e Landsat-05 Bandas 5R4G3B. Para os cálculos de Vulnerabilidade Natural à Erosão o método utilizado foi o de CREPANI *et. al.* (2001). Os resultados apontaram que o uso principal da terra na bacia do rio Mutumparaná é a pecuária extensiva. Em relação à vulnerabilidade Natural a Erosão, dois cenários foram apresentados: no cenário 1 a classe morfodinâmica que predomina é a Estável a Moderadamente Estável. No cenário 2, quando se incorpora a variável uso e ocupação, o percentual para a classe morfodinâmica Estável a Moderadamente Estável diminuiu para 62,62%, o que significou o aumento das classe vulneráveis no âmbito da bacia. A expansão da pecuária e as dinâmicas territoriais fomentadas pelo empreendimento das usinas do Madeira constituem elementos de potencialização para o aumento das áreas vulneráveis na bacia. Somase o descumprimento das orientações do Zoneamento Sócio-Econômico e Ecológico de Rondônia indicado para a área da bacia.

Palavras Chaves: Mutumparaná, Vulnerabilidade, Erosão, Rondônia.

ABSTRACT:

This paper had as main objective to identify and to observe natural erosion indicators at the Mutumparana river basin, intending to offer data for decision-makers and to support the rational administration of its utilization and to quantify and to characterize the use and occupation of land. The method was divided in the following stages: a) data gathering of official cartography with INPE, IBGE, SIPAM and SEDAM, b) field expeditions to collect data of the use and occupation of land using georeferential procedures. Adapting IBGE's methodology. Additionally, it was adopted the utilization of imagery provided by INPE, with data of *geocover* and *Landsat-5 Bandas 5R4G3B*. For the computation of Natural Vulnerability to Erosion, it was adopted CREPANI *et. al.* (2001) method. The findings demonstrated that the main use of the land of the Mutumparana river basin was the extensive cattle-raising. In relation to the Natural Vulnerability to Erosion two scenarios were built: first, the predominant morpho-dynamic is stable to moderately stable; secondly, when incorporated the use and occupation variable the morpho-dynamic class "stable" to "moderately stable" is reduced to 62,62%, what indicates an increase of vulnerability in the ambit of the basin. The expansion of cattle-raising activities and territorial dynamics led by the Madeira Complex of hydroelectric constitute elements that enlarge the vulnerable areas in the basin. Finally, it is worsened by the violation of the socio-economic and ecological planning of Rondonia State, as required to the basin region.

Key Words: Mutumparaná, Vulnerability, Erosion, Rondonia.

PARTE I

1 - INTRODUÇÃO

Este trabalho é o resultado de um esforço acadêmico na busca de alternativas ao Planejamento Territorial com base no conceito de Ecodinâmica, a partir da análise e mensuração dos índices de vulnerabilidade natural à erosão da bacia hidrográfica do rio Mutumparaná. Para tanto foram adotadas as seguintes variáveis de análise: geologia, geomorfologia, vegetação, clima, solos e Uso e Ocupação da Terra.

O critério para escolha da área de estudo tomou por base três problemas fundamentais: o primeiro centrou-se na proximidade do exutório da bacia ao sistema hidrográfico do rio Madeira o qual, por força da implantação dos empreendimentos hidroelétricos das Usinas de Jirau, onde a área da bacia está inserida e Santo Antônio, localizados no alto rio Madeira, devem alterar as condições do meio físico e potencializar o processo de ocupação na bacia. O segundo problema está caracterizado pela expansão da pecuária na bacia, cujo histórico remonta ao início da segunda metade dos anos 90 do século passado. Por fim, têm-se a expansão do desmatamento como reflexo dos novos e grandes investimentos em curso na área, com destaque para: o agronegócio, o sistema de transporte e a produção de energia.

O estudo pontuou como objetivo geral o monitoramento (entre 2000 e 2010) e a identificação, por meio de mensuração, dos índices de vulnerabilidade natural à erosão da bacia do rio Mutumparaná a fim de oferecer informações que fundamentassem a tomada de decisões de modo a subsidiar o manejo racional do uso da bacia. Para tanto, cinco objetivos específicos foram propostos:

- a) Gerar mapas temáticos capazes de caracterizar os componentes do meio físico - geologia, pedologia, geomorfologia, climatologia e vegetação da bacia;
- b) Elaborar mapas temáticos com os índices de vulnerabilidade de cada variável fisiográfica: geologia, geomorfologia, vegetação, clima e solos;
- c) Produzir um mapa síntese de vulnerabilidade à erosão da bacia do rio Mutumparaná;
- d) Apresentar unidades de áreas alternativas para o manejo dos recursos naturais de modo que sejam explorados de forma sustentável;
- e) Antecipar possíveis impactos ambientais na bacia a partir dos índices de vulnerabilidade ambiental;
- d) Estabelecer o enquadramento legal da área.

O enquadramento legal proposto no objetivo “d” refere-se ao previsto na Lei 233/2000 que tratou do Zoneamento Sócio-Econômico e Ecológico de Rondônia. Outros desafios se incorporaram ao trabalho e que foram sumarizados na proposta de pesquisa quando da proposição dos impactos que o referido projeto gerou. Foram sistematizados em três níveis: Impacto Científico e Tecnológico, Impacto Ambiental e Impacto Social.

Na primeira situação o compromisso foi o de: a) Promover a difusão da Ciência e da Pesquisa em segmentos sociais que não tem contato com atividades desta natureza na área objeto de estudo; Difundir a valorização da Pesquisa enquanto fornecedora de subsídios para a formação de políticas públicas; Viabilizar o desenvolvimento de projetos de Pesquisa pelos componentes do projeto, dando-lhes condições de trabalho por meio da ampliação de infraestrutura e disponibilização de material de consumo; Propiciar a participação de acadêmicos nas atividades de pesquisa, familiarizando-os assim, com aspectos teóricos e metodológicos e/ou, que possibilitaram a redução de seu tempo de permanência na graduação e pós-graduação; Propiciar a participação de integrantes da equipe em eventos relacionados aos

estudos de vulnerabilidade ambiental, para apresentação de resultados, ainda que parciais obtidos na pesquisa; Viabilizar a publicação de resultados obtidos com os resultados do projeto.

Na perspectiva do Impacto Ambiental apontou-se a necessidade de: a) Contribuir para com a geração de informações que possibilitem a inserção de políticas públicas mitigadoras dos impactos ambientais na região da bacia do Mutumparaná; b) Estimular o aumento do nível de conscientização acerca da necessidade de se conciliar as atividades humanas e empresariais com a conservação dos recursos naturais, com destaque para os recursos hídricos da região, a partir do conhecimento de seus índices de vulnerabilidade natural a erosão; c) Apresentar propostas de ações executáveis para a recuperação da mata ciliar dos cursos d'água da Bacia; d) Ampliar as opções de ações que apontassem para o desenvolvimento sustentável da região. Neste último item o envolvimento do Poder Público é condição *sine qua non*.

A terceira perspectiva de impacto é a de caráter social. Neste as metas centraram-se em: a) Propiciar o desenvolvimento de mecanismos teóricos e metodológicos que passam a incidir sobre melhoria da conservação / preservação ambiental e o desenvolvimento sócio-econômico; b) Conhecer as potencialidades econômicas da população inserida na área de estudo, de modo a entender sua relação com o ambiente, cujos resultados da pesquisa possam conciliar ações no tocante a geração de emprego e renda e sustentabilidade ambiental de modo a identificar a visão dos munícipes quanto às mesmas, e em relação ao meio ambiente; c) Difundir a necessidade de conservação, preservação e/ou recuperação de matas ciliares para a manutenção dos recursos hídricos em quantidade e qualidade adequadas; d) Promover a educação ambiental nas escolas, difundindo os resultados desta pesquisa. Obviamente, nem tudo que identificamos como passível de impactar a partir do trabalho, foi possível de realizar. De toda sorte, algumas ações que serão descritas nesse relatório, indicaram algum sucesso no que foi proposto em termos de impacto.

Ao longo do trabalho outros elementos de discussão foram incorporados, entre os quais:

- a) A necessidade de subdividir a bacia em três sub-bacias, a saber: sub-bacia do rio Cotia, sub-bacia do rio Azul e a sub-bacia do rio Mutumparaná, com o objetivo de melhor inserir jovens pesquisadores com as mais diversas temáticas, além do melhor entendimento sobre as dificuldades de levantamento de dados em função do tamanho da bacia principal;
- b) Correções que exigiram retorno da equipe a campo;
- c) Correções nos bancos de dados cartográficos, cujas medidas e classificações cartográficas indicaram erros grotescos e que só foram descobertos depois do cruzamento das informações. Esta situação impediu que pudéssemos calcular os índices de vulnerabilidade utilizando dois bancos de dados oficiais: os do RADAMBRASIL e os do Plano Agroflorestral de Rondônia – PLANAFLORO (ZSEE). A idéia era a de estabelecer uma comparação analítica entre os dois dados para verificar o grau de convergência dos resultados;
- d) Ampliar o levantamento de dados primários. Neste caso optou-se por fazer um levantamento de amostras de solos, utilizando o método de gradagem em três camadas (20 – 40 – 60 cm) para análise dos percentuais de areia, argila e silte, incorporando-se estes dados para fins de cálculo de vulnerabilidade para o tema Solos. Como os recursos não foram suficientes, mesmo por que esta proposta não constava do projeto original, optamos por fazer uma experiência piloto na micro-bacia do rio Cotia, sub-bacia do rio Mutumparaná, cujos resultados subsidiaram subprojetos de iniciação científica, de bacharelado, mestrado e doutorado.

Este relatório foi dividido em duas partes:

Parte I – Análise dos Resultados com apresentação do mérito científico do trabalho, na qual o Relatório subdividiu-se em nove (09) tópicos: no tópico 01 tem-se a Introdução, no 02 um contexto geral sobre as novas Dinâmicas Territoriais e seus reflexos na área de estudo; no tópico 03 caracterização da bacia e sua localização; 04 discute-se alguns elementos conceituais sobre o estudo de Vulnerabilidade Natural à Erosão; 05 Materiais e Métodos de investigação; 06 são apresentados os Resultados e sua Discussão; no 07 apresentou-se as Conclusões e Recomendações, no 08 as Referências Bibliográficas e, no tópico 09, foram descritos os Impactos do Projeto.

Parte II – A segunda parte do relatório consistiu na descrição dos desdobramentos e dos impactos social, tecnológico e científico gerados pelo projeto com apresentação dos programas e atividades de formação de jovens pesquisadores ao nível da iniciação científica, bacharelado, dissertações, doutorados, publicações, além de palestras, participações em eventos e treinamentos.

2 - NOVAS DINÂMICAS TERRITORIAIS NO CONTEXTO DA BACIA DO RIO MUTUMPARANÁ

Na Amazônia os processos de intervenção social e econômica no ambiente têm sido evidenciados em função dos grandes projetos de infraestrutura. Sua trajetória constitui uma verdadeira *tecnificação do território*, configurando e re-configurando-o (SANTOS & SILVEIRA, 2005; NUNES, 2004; CAVALCANTE, 2008).

A ampliação de infraestrutura de transporte e energia na Amazônia brasileira tem sido marcada por grandes impactos ao ambiente devido à exploração dos recursos naturais sem o planejamento de médio e longo prazo. Na área de estudo, o uso dos recursos naturais tem início no século XIX, e se pautou na exploração da borracha, o que estimulou a construção da primeira grande obra de infraestrutura – a Estrada de Ferro Madeira-Mamoré, fato que possibilitou o surgimento dos primeiros povoados como apoio a esta atividade. Com a queda da produção gomífera no mercado a partir de 1913, toda área passou por um período de estagnação econômica cuja revitalização só ocorreu com a deflagração da segunda Guerra Mundial (WEINSTEIN, 1993; NUNES, *Op. Cit.*; BAHIANA, 1991, NUNES, 2005). As décadas de 1970 e 1980 marcaram a consolidação da Rodovia BR-364 constituindo-se a segunda maior obra, visto que possibilitou o acesso aos setores mais ocidental e oriental de Rondônia e aos pontos de exploração do ouro no Alto rio Madeira (BASCOPE e D' ALVEAR, 1981).

No período atual as hidrelétricas do rio Madeira representam o terceiro maior projeto de infraestrutura da Amazônia Ocidental (BASCOPE e D' ALVEAR, *Op. Cit.*, CAVALCANTE, *et. al.*, *Op. Cit.*). O efeito dessas novas intervenções na Amazônia rondoniense tem sido materializado a partir das transformações territoriais que vêm ocorrendo por influência direta e indireta das hidrelétricas de Jirau e Santo Antônio no alto rio Madeira. Os distritos de Jaciparaná, Mutumparaná e Abunã, todos situados no município de Porto Velho, à montante da Capital, são o palco privilegiado do processo de intervenção das obras e do alagamento longitudinal. Este é o cenário emergente e preocupante no que se refere aos impactos ambientais na área da bacia onde os estudos de vulnerabilidade se fizeram necessários.

O entendimento do processo de ocupação e as dinâmicas atuantes no alto rio Madeira, particularmente na bacia do rio Mutumparaná (seu importante tributário), é fator primordial, cujo estabelecimento de cenários preditivos com vistas ao planejamento adequado e sustentável dos recursos naturais, proporcionará um melhor dimensionamento dos impactos decorrentes dos grandes empreendimentos e dos reflexos da expansão da pecuária na área.

O estudo de Vulnerabilidade à Erosão na Bacia do rio Mutumparaná remete à necessidade de se produzir conhecimento sobre os processos potenciais de erosão a que está sujeita a bacia, visto ser esta unidade de gestão o local privilegiado onde todos os acontecimentos repercutem indireta ou diretamente cuja análise, deve ter a perspectiva global (CHRISTOFOLETTI, 1980).

A delimitação da área como unidade fundamental de gestão, para além do que foi indicado na Lei Nacional de Recursos Hídricos (9433/1997), se define também pelos limites físicos que o conceito de bacia hidrográfica possui, pois é uma unidade de análise que traz como imperativo o entendimento integrado principalmente no campo da análise da evolução da paisagem. A proposta metodológica de vulnerabilidade passa a ter papel fundamental, pois se caracteriza também pela possibilidade de análise integrada (CREPANI, *et. al.* 2001; REBELLO, 2010).

3 - CARACTERIZAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A bacia¹ do rio Mutumparaná está localizada à Noroeste do Estado de Rondônia. É uma sub-bacia da grande bacia do rio Madeira, à montante de Porto Velho. Tem como principais confrontações: ao norte com a Sub-bacia do Alto rio Madeira, ao sul com a Sub-bacia do Alto rio Jaciparaná, a leste com a Sub-bacia do Baixo rio Jaciparaná e, finalmente, a oeste, com a Sub-bacia do rio Ribeirão, conforme figura 01. A bacia do rio Mutumparaná abrange os municípios de Porto Velho e Nova Mamoré, ambos no Estado de Rondônia. Possui uma área de 3.503,58 Km² e um perímetro de 327,8 Km, com comprimento de eixo de 119 Km. Do ponto de vista da hierarquização fluvial, a bacia caracterizou-se como sendo de 5º ordem, totalizando 744 canais dos quais: 371 de 1º ordem, 207 de segunda ordem, 85 canais de 3º ordem, 68 de quarta ordem e 13 canais de 5º ordem. Do ponto de vista geomorfológico apresenta padrão dendrítico ou arborescente característico das bacias hidrográficas situadas em zonas sedimentares, como as que são observadas na Amazônia brasileira (CHRISTOFOLETTI, 1980).

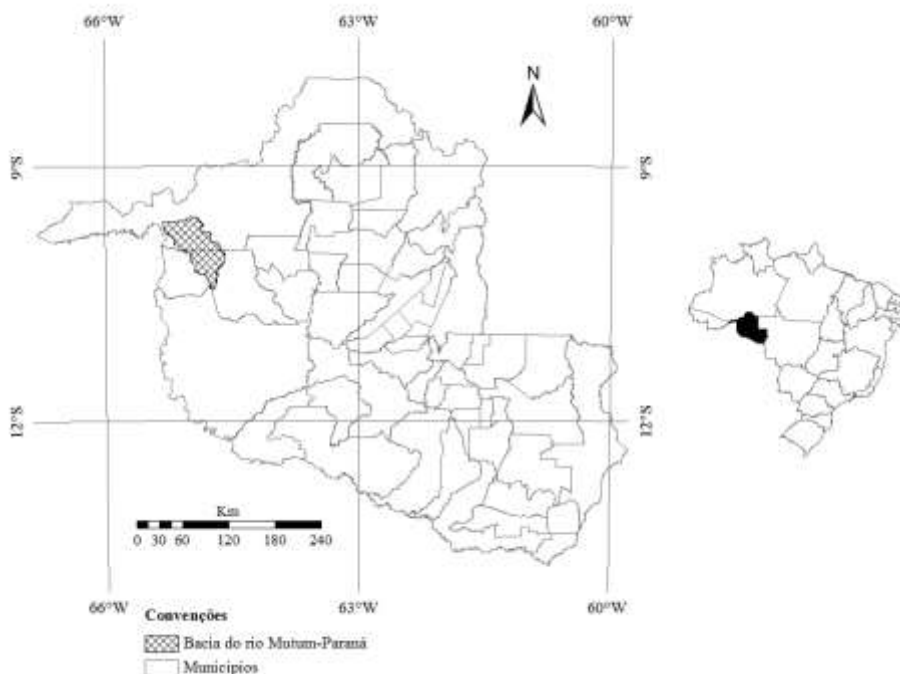


Fig. 01 – Localização da área de estudo.

4 - SOBRE O ESTUDO DE VULNERABILIDADE

O termo Vulnerabilidade possui um amplo leque de possibilidades conceituais e de interpretações que o caracteriza como polissêmico. Tanto no campo das relações sociais como no campo das dinâmicas de alteração do ambiente natural, o termo vulnerabilidade pode ser aplicado. De certa forma essa variabilidade de interpretações cria grandes debates entre pesquisadores de variadas linhas de abordagem científica, sempre com a preocupação de imprimir sua marca interpretativa do que efetivamente pode-se definir ou conceituar como vulnerabilidade e, mais ainda, sua “correta” aplicação teórica e metodológica. Essa é uma

¹ Neste trabalho, o conceito de bacia hidrográfica adotado, expressa “uma área topograficamente drenada por um curso d’água, ou por um sistema interligado de cursos d’água, de tal forma que todos os caudais efluentes sejam descarregados através de uma única saída, a seção de referência da bacia” (LENCASTRE; FRANCO *apud* REBELLO, 2010)

contenda que provavelmente tende a ser infrutífera visto que nesses casos o entendimento dos processos fisiográficos é deixado em segundo plano, de modo que cada área do saber sugere também um conhecimento específico sobre o tema. Corre-se então o risco de transformar tal debate no mito da Torre de Babel² onde a convergência de idéias além de difícil, dependerá necessariamente da visão teórica e metodológica de cada sujeito que adota o conceito dentro de sua prática científica e social.

Estar na condição de vulnerável ou sujeito à vulnerabilidade pode ser expresso tanto pela degradação da condição social e humana, como pelo cenário cada vez mais comprometido do ambiente em termos de sua qualidade e capacidade de auto-regeneração ou regulação. Pensar a condição de vulnerável implica em discutir questões sobre o conceito de risco, perigo, de incerteza, de fragilidade, na suscetibilidade e sensibilidade em diferentes níveis escalares de análise e de variáveis (MARANDOLA JR. & HOGAN, 2006; CASTRO *et. al.*, 1998)

Uma rápida pesquisa sobre estudos relacionados à vulnerabilidade demonstra sua multidimensionalidade conceitual e aplicada. Esses estudos vão desde a vulnerabilidade sócio-ambiental, a vulnerabilidade natural à erosão, vulnerabilidade urbana, vulnerabilidade social, vulnerabilidade natural à poluição de recursos hídricos, e à vulnerabilidade geoambiental. Estes são alguns exemplos do uso e aplicação conceitual do termo (SANTOS *et. al.*, 2007; MEAULO, 2006; BRASIL, 2007c; SANTOS & SOBREIRA, 2008; MARANDOLA JR. & HOGAN, *Op. Cit.*; CASTRO *et. al.*, *Op. Cit.*; CREPANI, *et. al.* 2001; MENDONÇA & LEITÃO, 2008; CORREA, 2007; CASTEL, 1997). Então como poder-se-ia escolher qual a forma correta de defini-lo, conceituá-lo ou aplicá-lo?

Tratar as relações entre sociedade e natureza à luz do conceito de vulnerabilidade tem sido um grande desafio, pois além das discussões sobre os riscos, sobre as incertezas, abre também a possibilidade da mensuração/quantificação e classificação dos eventos, facilitando ao pesquisador o poder de previsibilidade dos eventos indesejáveis ou potencialmente perigosos/riscos a um dado uso inadequado do território, embora as incertezas de eventos sociais e ambientais relacionados ao risco sejam uma preocupação na viabilidade do planejamento e na gestão ambiental. Isso tem sido apresentado em muitos trabalhos que utilizam o conceito de vulnerabilidade aplicado tanto ao Ordenamento Territorial como ao Zoneamento Sócio-Econômico e Ecológico (CREPANI *et. al.*, 2008).

A vulnerabilidade como possibilidade na previsão de riscos ou de mensuração preditiva dos índices de erosão natural potencial, bem como dos impactos dos usos que dada sociedade imprime sobre o espaço, apresenta-se como alternativa em ordenar a ocupação do território. Outra característica dos estudos de vulnerabilidade na análise geográfica é sua dimensão multidisciplinar. Quando propôs o conceito de Ecodinâmica, TRICART (1977) lançou as bases teóricas e metodológicas para uma análise integrada do meio ambiente, pois se pautou na relação de diferentes componentes do espaço geográfico – sociedade e meio ambiente. Estabeleceu três categorias morfodinâmicas que denominou de: Meios Estáveis; Meios Intergrades e Meios Fortemente instáveis (CREPANI *et. al.*, *Op. Cit.*). A multiplicidade de variáveis e sua multidimensionalidade escalar caracterizam os estudos de vulnerabilidade dentro de uma postura prospectiva/preditiva, sendo uma forte aliada na prevenção dos impactos negativos ao meio ambiente. Como todo modelo, a análise da vulnerabilidade também encontra lacunas em termos teóricos e metodológicos as quais são proporcionais ao quantitativo, ao detalhamento e à qualidade das variáveis de entrada no modelo.

² No mito de babel a humanidade foi dividida em várias línguas, o que dificultou o diálogo entre os diversos povos.

Ao propor uma análise integrada, a vulnerabilidade, fundamentada no conceito de Ecodinâmica, define o meio ambiente como resultado da interface entre as esferas do orgânico e do inorgânico do sistema natural, tal qual preconiza o conceito de ecossistema. A incorporação do tema: Uso e Ocupação da Terra nesse trabalho apontou para ampliação dos níveis de complexidade da bacia pela necessidade de relacionar os efeitos da sociedade na produção do espaço, principalmente no que refere à mudança da cobertura vegetal original, quebrando a fitoestasia³ da área (BRASIL, 2006; MOREIRA, 2009). O enfoque dinâmico do sistema natural tem na Teoria Geral dos Sistemas o ponto de partida na concepção de que na natureza, as forças de energia e matéria se processam pelas relações de equilíbrio dinâmico, os quais podem ser alterados de duas formas: pela própria dinâmica do ambiente ou, por vezes, pelas intervenções da sociedade moderna. Em se tratando de bacia hidrográfica, a alteração de qualquer uma das componentes deste sistema em equilíbrio, refletir-se-á sobre as demais neste mesmo sistema levando o ambiente à situação de instabilidade (SPÖRL, 2007 e 2004).

Neste relatório o termo 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 RIO; 2005). Três elementos estão expressos na vulnerabilidade: Exposição ao risco, Insuficiência de reação e, Dificuldade de adaptação a partir da materialização do risco (MOSER, 1998). O risco natural está associado ao comportamento dos sistemas naturais quando se considera o grau de estabilidade e de instabilidade de uma dada área, podendo ser determinado pelos índices ou valores de Vulnerabilidade (CREPANI, *et. al.* 2001). Serão adotadas seis variáveis de análise na mensuração da vulnerabilidade natural à erosão da bacia do rio Mutumparaná. Desse total, cinco definem as variáveis do meio físico: geologia, geomorfologia, vegetação, clima e solos e, uma sexta definirá o Uso e Ocupação da Terra, por meio dos usos que a sociedade rondoniense tem exercido sobre a bacia, além do grau de modificação da cobertura vegetal, reflexo das políticas de intervenção econômica, política e social em curso na área.

5 - MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 - Método para Determinação dos Índices de Vulnerabilidade Natural à Erosão

O método adotado foi desenvolvido pelo INPE à luz do conceito de ecodinâmica, em convênio com a Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República (BECKER e EGLER, 1997). Seu objetivo foi o de subsidiar a proposta metodológica para o Zoneamento Ecológico Econômico da Amazônia Legal (BRASIL, 2001).

Na confecção dos mapas de vulnerabilidade temática, os dados foram extraídos de BRASIL (1978), Folha SC20 Porto Velho, na escala de 1:250.000 disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/download/arquivos/index9.shtm>. As unidades de paisagem indicadas pelo método de CREPANI *et. al.* (*Op. Cit.*) foram denominadas neste trabalho de Unidades Fisiográficas de Análise - UFA, a saber: geologia, geomorfologia, vegetação, clima e solos, as quais serão caracterizadas a partir dos dados já disponíveis nas cartas do RADAMBRASIL (BRASIL, *Op. Cit.*). A sexta variável, Uso e Ocupação da Terra foi caracterizada a partir dos trabalhos de campo realizados entre os anos de 2009, 2010 e 2011, com a identificação das tipologias de uso e ocupação, tendo como referência metodológica

³ A Fitoestasia define o equilíbrio do ambiente a partir da quantidade e qualidade da cobertura vegetal, pois exerce importante fator de proteção do solo inibindo a morfogênese e potencializando a pedogênese (Ver TRICART, 1977).

BRASIL (2006). Os mapas finais foram elaborados em escala final de 1:300.000, cujo resultado permitiu uma visão sinótica, repetitiva e holística dos graus de vulnerabilidade da bacia.

O método consistiu na classificação do grau de vulnerabilidade para cada UFA, tendo como base de classificação os processos de morfogênese e pedogênese e como definiu TRICART (1977) três são as categorias morfodinâmicas: ambientes estáveis onde prevalece a pedogênese; ambientes intermediários (intergrades) onde prevalece o equilíbrio entre pedogênese/morfogênese e os ambientes instáveis onde prevalece a morfogênese. Na atribuição de valores de mensuração da vulnerabilidade, o método apresenta uma escala de valores que devem ser atribuídos a cada variável que vai de 1 a 3, num intervalo total de 21 classes (1, 1,1; 1,2; 1,3; 2, 2,1...) para cada UFA. Dentro desse intervalo, quatro classificações de vulnerabilidade ou classes morfodinâmicas definem o grau de vulnerabilidade: os ambientes Estáveis, Moderadamente Estáveis, Medianamente Estáveis/Vulneráveis; Moderadamente Vulneráveis e Vulneráveis. (Cf.: Quadro 01).

Quadro - 01
Escala de Vulnerabilidade

UNIDADES DE PAISAGEM	MÉDIA			GRAU DE VULNERABILIDADE	GRAU DE SATURAÇÃO			
					VERMELHO	VERDE	AZUL	CORES
U1		3,0			255	0	0	
U2	↑	2,9		Vulnerável	255	51	0	
U3		2,8			255	102	0	
U4	V	2,7			255	153	0	
U5	U	2,6			255	204	0	
U6	L	2,5	E	Moderadamente vulnerável	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: BRASIL (2001)

A partir do banco de dados do meio físico de BRASIL (1978) e de Uso e Ocupação da Terra todos circunscritos a área da bacia hidrográfica, foi possível atribuir os índices e elaborar as cartas de vulnerabilidade natural à perda de solo, estabelecendo como recurso de comunicação visual as colorações estabelecidas no quadro 01 em que as cores quentes (vermelho) indicam situações de perigo/instabilidade e cores frias (azul) as de tranquilidade/estabilidade.

5.2 - Critérios para atribuição dos Valores

Os dados foram quantificados a partir da equação empírica para a determinação da escala de vulnerabilidade natural à erosão nas U.F.A's., conforme a seguir: $VNE = (G+R+S+V+C+UT)/6$, onde: VNE = Vulnerabilidade Natural à Erosão; 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 e UT = Vulnerabilidade para o tema Uso e Ocupação da Terra.

Fórmulas Aplicadas à Mensuração da Vulnerabilidade Natural À Erosão

- **Média Aritmética**

$$X = \sum . N . Xi$$

$$I = L/N$$

Onde:

X = Média Aritmética

Σ = A letra grega maiúscula “Sigma” que significa soma

X = O valor individual

N = O número de ocorrências ou observações subscritas

I = Índice (iésimo valor)

- **Equação empírica de determinação dos valores de vulnerabilidade geomorfológica**

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

Onde:

Aa = Amplitude altimétrica

Amx^o = Altitude máxima

Amm^o = 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

- **Equação empírica que determina a escala de vulnerabilidade natural à erosão nas U.F.A.B.**

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

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.

O quadro 02 indica os critérios para atribuição dos pesos para a variável Uso e Ocupação da Terra, bem como para as Unidades Fisiográficas de Análise, cujas características definiram como cada peso de vulnerabilidade foi aplicado para cada variável individualmente (CREPANI, *et. al.* 2001 e 2008).

Quadro 02 – Critérios para Atribuição de Pesos às Unidades Fisiográficas de Análise e Uso e Ocupação da Terra

UNIDADES FISIográfICAS DE ANÁLISE	CARACTERÍSTICAS ADOTADAS PARA ATRIBUIÇÃO DE PESOS
Geologia	Para o tema Geologia considerou-se a origem das rochas e os grupos a que estas pertencem quanto à composição física e química. E o “grau de coesão” das rochas. Os dados foram obtidos no Projeto RADAMBRASIL (BRASIL, 1978). Rochas com maior grau de coesão o peso atribuído é (1,0), valores intermediários, ao redor de (2,0), e rochas com baixo grau de coesão os valores ficam próximos à (3,0).
Geomorfologia	Na geomorfologia são levados em consideração os índices morfométricos: dissecção, declividade e amplitude altimétrica. O grau de dissecção realizado pela drenagem, obtidos a partir de medições realizadas em cartas topográficas. A amplitude altimétrica 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 do DSG.
Solos	Dentre os parâmetros morfológicos considerou-se o grau de maturidade dos Solos. Os que possuem horizontes bem definidos com alto grau de intemperismo apresentam-se mais estáveis em relação aos processos erosivos e os de formação recente apresentam-se mais instáveis ao potencial erosivo (BRASIL, 1999).
Vegetação e Uso e Ocupação da Terra	No tema vegetação e uso e ocupação da terra são levados em consideração a densidade da cobertura vegetal e os diferentes usos.
Clima	No Tema Clima, deve-se levar em consideração a Intensidade Pluviométrica que será expressa a partir da pluviosidade anual e duração do período chuvoso. Neste caso os dados foram obtidos de RONDÔNIA (2001).

Fonte: Elaborado a partir de CREPANI *et. al.* (2001; 2008); TRICART (1977); BRASIL (1999); RONDÔNIA (2001)

5.3 - Método de SIG aplicado à Vulnerabilidade Natural à Erosão

Para a geração dos valores e respectivas representações espaciais dos dados de vulnerabilidade foi necessária a inserção de valores de vulnerabilidade definidos conforme metodologia de CREPANI *et. al.* (2001). Para tal procedimento criou-se uma nova coluna onde para cada tabela de atributos de cada variável é inserido o valor para determinada classe identificada.

Após a inserção do valor, o passo seguinte foi fazer a álgebra de mapas, onde foi efetuado com informações transformadas em formato matricial. Para esse procedimento os dados vetoriais foram convertidos para o formato de imagem (matricial) que disponibilizaram os valores atribuídos para cada classe. O formato matricial foi definido com saída de célula 30X30, justificado pela compatibilização da resolução da imagem utilizada para o uso da terra.

Após a geração de cada matriz e sua respectiva variável, estas foram inseridas na calculadora de mapas dentro da extensão de Análise Espacial denominada *Raster Calculator* do software ARCGIS 8.3. Os valores foram somados e posteriormente divididos de acordo com o número de variáveis estabelecidos conforme método utilizado. Após a geração do resultado da álgebra, ainda em formato matricial, foram realizadas conversões para posterior edição e análise.

5.4 – Levantamento de Dados Cartográficos

No levantamento cartográfico três fases foram implementadas: a primeira caracterizada pelo levantamento do material cartográfico disponível da área, com planejamento de gabinete

no que se refere ao espaço físico ou limites administrativos, o que prescindiu da elaboração do Processo Cartográfico⁴, de modo a configurar a atualização de informações inerentes aos elementos geográficos existentes na área de estudo. A segunda ensejou a atualização da base cartográfica por meio do mapeamento e identificação dos trechos (logradouros), estradas, rios, perímetro urbano, topônimos, etc. Para tanto foram utilizadas as cartas do DSG – Diretoria do Serviço Geográfico (Ministério do Exército). As cartas utilizadas no processo cartográfico foram: SC20-X-A-V, SC20-A-VI, SC20-X-B-IV, SC20-X-B-V, SC20-X-C-II, SC20-X-C-III, SC20-X-D-I, SC20-X-D-II, SC20-X-C-VI, SC20-X-D-IV, SC20-X-D-V, escalas em 1:100.000.

Para apoio ao processo cartográfico, foram utilizadas imagens de satélite LANDSAT – TM5, bandas 3, 4, 5 – WRS's 233/067, – ano de 2009 e 2010, fornecidas pelo INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. As análises nas imagens serviram para a atualização da malha viária e para identificação das áreas com desflorestamentos, e que indicaram *a priori* os tipos de uso. A terceira fase caracterizou-se pela coleta e armazenamento das coordenadas geográficas dos pontos amostrados de uso e ocupação da terra, a partir da utilização de um aparelho receptor de GPS classe III, também chamado de “receptor convencional de navegação”. Dentro dessa fase, os dados foram lançados em base cartográfica, georreferenciada (forma vetorial), utilizando os programas SPRING 4.3 (desenvolvido pelo INPE), ArcGis 8.3 e formatação final da base cartográfica realizada no CorelDraw 14.

5.5 - Método para Uso e Ocupação da Terra

A Metodologia utilizada para este levantamento de Uso e Ocupação da Terra foi adaptada da proposta do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (BRASIL, 2006). O levantamento dos usos foi registrado em formulário de campo.

Foram sugeridas no formulário de campo 18 classes de uso com base no conhecimento prévio de atividades sócio-econômicas identificadas em relatório técnico desenvolvido por FURNAS (2005). Os levantamentos confirmaram nos resultados a definição de apenas oito classes, a saber: (1) Área Urbana; (2) Sistema Agrosilvipastoril; (3) Desmatamento Recente; (4) Savana Gramíneo Lenhosa; (5) Floresta; (6) Pecuária Extensiva; e (7) Savana Parque e (8) Corpo Hídrico. Em função do tamanho da bacia e considerando os objetivos propostos neste trabalho, não foram aplicados questionários para o detalhamento de informações referente a seu perfil sócio-econômico. A identificação se deu pelo avistamento das características de uso, informações com proprietários e dados secundários. O binóculo constituiu uma ferramenta importante para melhor visualização dos pontos para além dos quinhentos metros de cada lado das rodovias (asfaltadas ou não). Cada ponto foi georreferenciado com uso do Sistema de Posicionamento Global – GPS do tipo convencional com erro aproximado de 6 metros.

O próximo passo foi a identificação em campo dos pontos amostrais para confirmação da amostragem definida em laboratório. Os pontos foram obtidos com base em metodologia utilizada pelo IBGE (BRASIL, 2006), em levantamento quase que censitário. Para cada três quilômetros foram amostrados pontos utilizando a imagem georreferenciada e a malha viária local atualizada e disponibilizada pelo Sistema de Proteção da Amazônia – SIPAM, com *buffer* de quinhentos (500) metros (Cf.: Fig. 02).

⁴ O processo cartográfico, partindo da coleta de dados, envolve estudo, análise, composição e representação de observações, de fatos, fenômenos e dados pertinentes a diversos campos científicos associados à superfície terrestre (BRASIL, 1998).

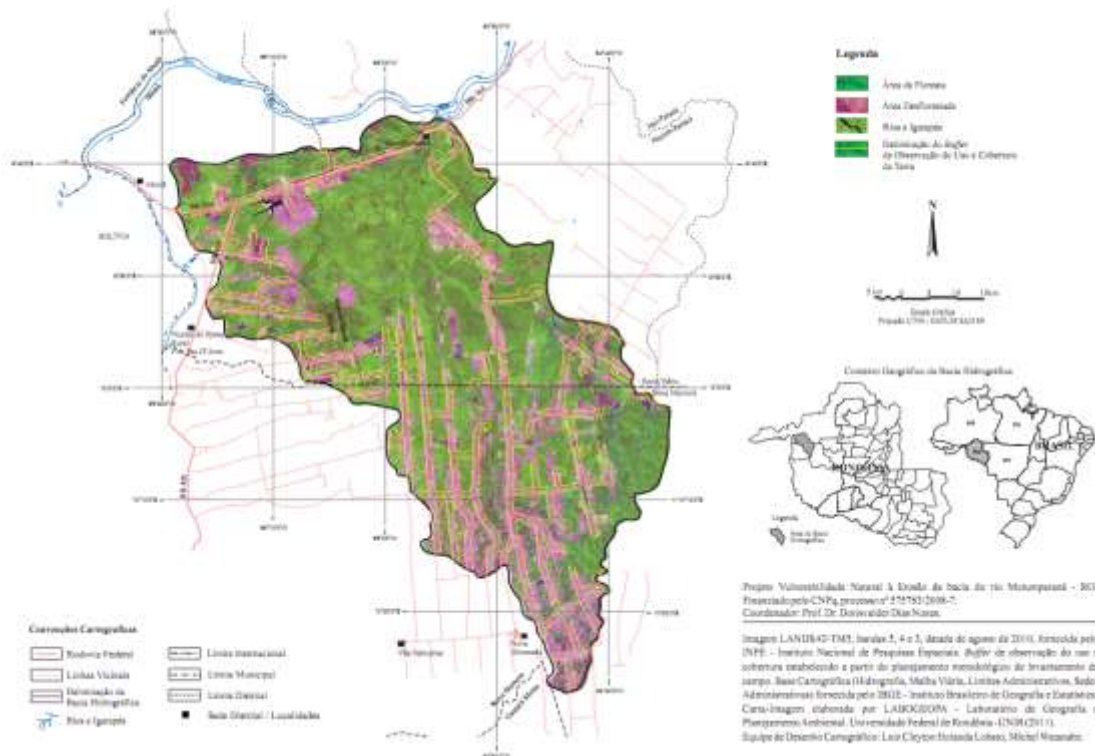


Fig. 02 - Buffer da Área de estudo para o Levantamento do Uso e Ocupação da Terra.

A metragem para definição do buffer foi sugerida em dois momentos: o primeiro propôs um buffer de 250m, mas após a realização de alguns testes em campo para definição dos usos, a equipe verificou que um buffer de 500m seria suficiente para determinação do uso e ocupação da terra (Cf.: Fig. 03).



Fig.03 - Atividade de Campo realizada para definição/validação do buffer de 500m e teste do formulário de levantamento das tipologias de uso e ocupação da terra
 Foto: Aldina Gomes Assunção, 2009

Antes da saída para campo, outro procedimento foi adotado no âmbito do laboratório, ou seja, a mensuração da quilometragem a ser percorrida e a quantificação do número de pontos amostrais possíveis de serem mapeados. Para tanto, plotou-se em uma imagem de satélite, bandas 5R, 4G e 3B, todos os pontos levando-se em consideração a totalidade das rodovias existentes na bacia do Mutum Paraná, com proposta de intervalo de mapeamento a cada 5 ou

3Km. Prevaleceu o intervalo de 3km por se considerar que o mesmo traria uma melhor malha de confiança na identificação e representação das tipologias de uso e ocupação da terra, minimizando a margem de erro quanto à identificação correta dos usos.

Os pontos identificados foram também fotografados para que, na dúvida quanto à caracterização das tipologias de uso, pudéssemos fazer confirmações ou retificações em laboratório. Nesses registros fotográficos dos pontos, foram estabelecidos códigos para cada fotografia, com as respectivas coordenadas de sua localização. Também foram anotadas informações a respeito de cada foto na ata e fichas de campo em forma de quadro, para consulta dos números das fotos e tabulação posterior em gabinete (Cf.: Fig. 04).

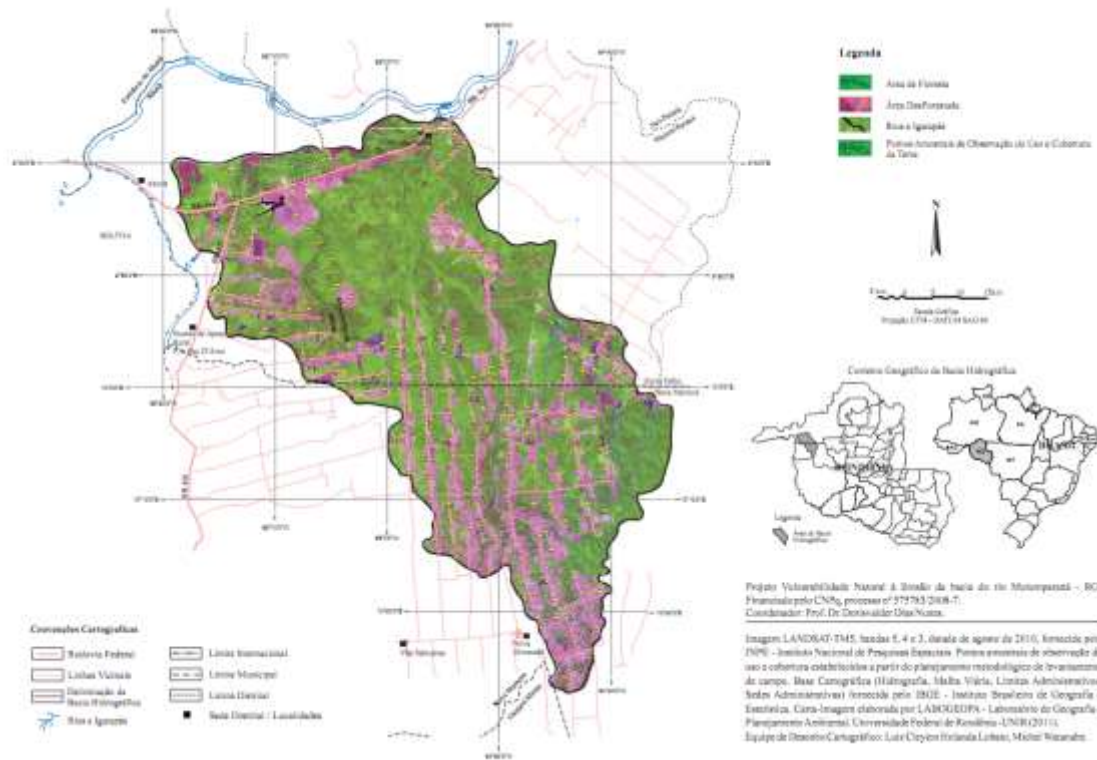


Fig. 04 - Carta Imagem com o Levantamento Prévio dos Pontos de Amostragem

A carta de Uso e Ocupação da Terra final foi obtida com Técnicas de Geoprocessamento para o Uso da Terra, a partir de base georreferenciada de GEOCOVER 2000 e Imagens Landsat-05 Bandas 5R,4G,3B. As imagens foram adquiridas junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE por meio de solicitação eletrônica e Georreferenciadas utilizando a Ferramenta *Georeferencing* disponível na plataforma ARCGIS 8.3. Os pontos amostrais para o georreferenciamento foram determinados através de identificação de pontos homólogos identificados em imagens e vetores já georreferenciados.

Realizada a confirmação e/ou checagem dos pontos anteriormente definidos, seguiu-se para a classificação supervisionada através do software ARCGIS 8.3 e sua ferramenta de extensão de Análise Espacial. A Classificação Supervisionada foi realizada utilizando Imagem de satélite do ano base 2009 com todos os pontos checados em campo, e suas respectivas classes de acordo com cada uso. Desse modo, o processo seguiu utilizando a ferramenta (*Spatial Analyst Tools > Multivariate > Maximum Likelihood Classification*), o que definiu as classes geradas. Logo depois foram estabelecidos filtros para correção de dispersão de pixels e suavizações para obtenção de melhores resultados.

5.6 – Análise e Integração dos Dados – Vulnerabilidade e ZSEE

Os dados de vulnerabilidade natural à erosão e uso e ocupação foram comparados com os dados das sub-zonas do Zoneamento Sócio-Econômico e Ecológico de Rondônia. De modo a demonstrar se as áreas vulneráveis coincidem com o instrumento de ordenamento territorial, o ZSEE e se estão servindo ao seu propósito que é o de ordenar determinados usos na bacia.

6 – RESULTADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

6.1 – CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS DA BACIA

6.1.2 – Principais Formações Vegetais

Segundo os levantamentos de VALVERDE (1979), o então Território Federal de Rondônia apresentava (*lato sensu*) do ponto de vista geocológico, duas divisões básicas: áreas onde predominam os terrenos cristalinos e as áreas de predominância dos terrenos sedimentares. A bacia do rio Mutumparaná encontra-se na segunda classificação cuja cobertura vegetal caracteriza-se por duas grandes classes: as Florestas Ombrófilas e as definidas como Intercalares; onde é possível de se verificar grandes clareiras naturais com fitofisionomia de campos naturais, cerradões e campinaranas (JAPIASSU *et. al.*, 1979). A bacia do rio Mutumparaná apresenta oito (08) sub-classes de formações vegetais de acordo com os dados do RADAMBRASIL (BRASIL, 1978) conforme descrito na tabela 01.

Tabela 01 – Quantitativo em Hectares e Percentuais dos tipos de Vegetação que ocorrem na área da bacia do rio Mutumparaná

Tipo de Vegetação	Caracterização e Descrição						
	Siglas	Subclasses de formações	Grupos de Formações	Subgrupos de formações	Formações	Subformações	Há
Fac	Floresta Ombrófila	Higrófitas	Aberta	Aluvial	Dossel Uniforme	8383,44	2,39
Fas	Floresta Ombrófila	Higrófitas	Aberta	Submontana	Com Cipó	240871,10	68,75
Fau	Floresta Ombrófila	Higrófitas/Xerófitas	Semidecidual	Aluvial	Dossel Uniforme	5679,57	1,62
Fdc	Floresta Ombrófila	Higrófitas	Densa	Aluvial	Dossel Uniforme	321,89	0,09
Fdt	Floresta Ombrófila	Higrófitas	Densa	Submontana	Dossel Uniforme	1613,57	0,46
Fan	Floresta Ombrófila	Higrófitas	Aberta	Submontana	Com Cipó	66694,62	19,04
Sg	Savana Estacional	Higrófitas	Gramíneo-Lenhosa	Planaltos Tabulares	Sem Floresta Galeria	1533,82	0,44
Sp	Savana Estacional	Higrófitas	Parque	Planícies	Sem Floresta Galeria	25260,39	7,21

Fonte: Adaptado de BRASIL (1978) e BRASIL (1992).

O mapa da figura 05, apresenta a distribuição das sub-classes de formações vegetais a partir do qual é indicada a distribuição espacial dos tipos vegetacionais e, neste caso, partindo-se da premissa de que toda a cobertura original não sofreu alterações e função do uso e ocupação da terra (BRASIL, 1978).

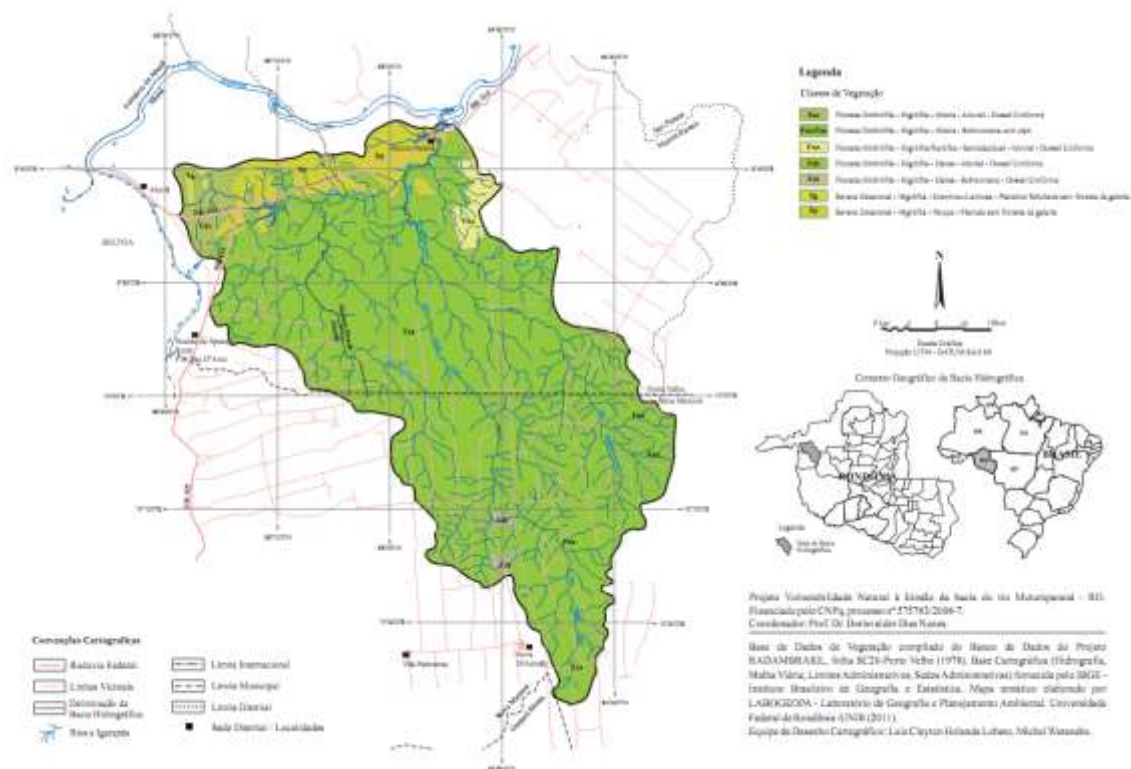


Fig. 05 - Mapa temático dos tipos de vegetação da bacia do rio Mutumparaná.

Dois grandes tipologias destacaram-se na área, cujas características principais são:

6.1.3 - Subclasses das Formações do tipo Florestas Ombrófilas

Constituem formações típicas da zona intertropical, caracterizadas por fanerófitos variando de macro e meso com presença abundante de lianas lenhosas e epífitos. São também conhecidas por Florestas Pluviais, nome original empregado por Schimper (1903) *apud* BRASIL (1992). Recobrimo cerca de 92,35% da área da bacia do Mutumparaná, essas formações podem apresentar de acordo com as características climáticas/déficit hídrico de 0 a 4 meses secos. Do ponto de vista de sua fisiologia, transpiração e fertilidade estão caracterizadas como formações higrófitas, em função da grande umidade a que estão sujeitas, com padrão de fertilidade variando de Eutrófico à Distrófico, excetuando-se a formação Fau que apresentou variação de higrófito a xerófito em sua característica. Quando considerado o relevo e as características gerais do ambiente, estas formações podem ocorrer em terrenos aluviais, terras baixas, montanas, submontanas e altomontanas.

Na bacia, 4,10% da vegetação ocorre em áreas classificadas como aluviais e 92,35% nas do tipo submontana. Quanto aos tipos fisionômicos ou hábitos, três são descritos para as florestas: aberta, densa e mista. No caso em tela, as formações Fdc e Fdt, apresentaram fitofisionomia densa com apenas 0,55% do total da bacia. As do tipo Fac, Faz e Fan são abertas perfazendo um total de 90,18%. Apenas a formação Fau apresenta-se do tipo semidecidual cobrindo uma área de 1,62% da bacia. Quanto a fisionomia específica, também conhecida por fâcias, as florestas ombrófilas densas podem ser de docel uniforme ou emergente, com palmeiras, cipó, bambu ou sororoca quando abertas (BRASIL, 1992).

6.1.4 - Subclasses das Formações do tipo Savana Estacional

Dentre as áreas de ocorrência dessa subclasse, destacam-se setores da região de Humaitá – AM e em regiões dos arredores das calhas do rio Madeira e rio Purus, particularmente, na região do “cotovelo” no rio Madeira, onde deságua o rio Abunã (JAPIASSU *et. al.*, 1979). Estas tipologias de vegetação conhecidas como campinaranas, savanas e/ou cerradões ocorrem dentro da bacia do rio Mutumparaná e perfazem apenas 7,65 % da área (Cf. tabela 01). De acordo com o RADAMBRASIL duas formações específicas de savanas são encontradas: a Savana Gramíneo-Lenhosa - Sg com ocorrência na bacia de apenas 0,44% e a Savana Parque – Sp com 7,21% (BRASIL, 1978). Assentada em uma planície terciária, com solos pouco permeáveis, sujeitos à sazonalidade climática amazônica e de características hidromórficas, as formações de Savana que ocorrem na área da bacia possuem denominações locais a exemplo dos Umirizais, situados entre Abunã e Mutumparaná, no município de Porto Velho (BRASIL, 1990; PIRES DA SILVEIRA, 2004) (Cf.: Fg. 06).



Fig. 06 - Áreas de Umirizal aberto, no centro da depressão, mostrando agrupamento da palmeira *Mauritia carana* e formação de moitas.
Fonte: Pires da Silveira *et. al.* (2004)

Sua ocorrência é marcante em depressões topográficas sujeitas a inundações sazonais com transição de tipos graminóides para arbustivos. Segundo Pires da Silveira (*Op. Cit*, pg. 08) “apesar de o nome popular sugerir a abundância da espécie *Humiria balsamifera* (umirí) nesta formação, os levantamentos de campo encontraram predominância de outra espécie lenhosa, a *Ruizterania retusa*, espécie comum nos igapós e campinaranas do rio Negro”.

6.1.5 – Características Geomorfológicas

O entendimento das características geomorfológicas exerce papel fundamental nos estudos de vulnerabilidade natural à erosão em função do fator energia potencial transformada em energia cinética como resultante das formas onduladas ou não do relevo, pois definem duas situações básicas: as zonas de topo e as de depressão. O reflexo dessa assimetria do relevo é verificado pela amplitude altimétrica que constitui um indicador da energia potencial disponível no escoamento superficial ou o “*runoff*” (GUERRA, 1995 e 2008). Os Modelados de dissecação são os que ocorrem de forma mais generalizada na paisagem brasileira, sendo caracterizados como dissecados homogêneos, dissecados estruturais e dissecados em ravinas. Os dois primeiros são definidos pela forma dos topos e pelo aprofundamento e densidade da drenagem.

As feições de topo do relevo são classificadas em convexas, tabulares e aguçadas, segundo o IBGE (BRASIL, 1995).

No estudo dos relevos dissecados constatou-se que, além das formas dos topos, dados morfométricos da densidade e do aprofundamento da drenagem, outro elemento essencial é a declividade. Quanto maior for o aprofundamento da dissecação, maior será a amplitude altimétrica, cuja resultante é a intensificação da morfogênese. Soma-se nesse processo o efeito da força de gravidade, cujos movimentos possuem, via de regra, uma direção preferencialmente descendente (CREPANI, *et. al.* 2001).

A bacia do Mutumparaná encontra-se inserida no Domínio Morfoclimático em Planaltos e Depressões Dissecados e de Superfícies Pediplanadas cujo fator climático possui importante elemento condicionador na evolução e dinâmica da paisagem geomorfológica. O sentido geral do rio Mutumparaná é N – S, sendo que o mesmo é fruto de atividades neotectônica sobre a morfodinâmica do sistema deposicional Guaporé – Mamoré - Alto Madeira, perpassando áreas de rochas cristalinas e sedimentares do Proterozóico. A compartimentação Morfoestrutural Regional da área de estudo está assentada no compartimento Alto Estrutural de Guajará Mirim-Porto Velho, onde admite-se duas feições de compartimentação geomorfológica: Planalto Residual do Guaporé e o Planalto Dissecado Sul da Amazônia (SOUZA FILHO *et. al.*, 1999).

De acordo com BRASIL (1978), a bacia encontra-se sob duas grandes Morfoestruturas: o Planalto Rebaixado da Amazônia Ocidental e a Depressão Interplanaltica da Amazônia Meridional. O IBGE ao publicar os dados do RADAMBRASIL na escala de 1:250.000, apresentou feições mais detalhadas do relevo conforme tabela 02.

Tabela 02 – Quantitativo em Hectares e Percentuais das Características Geomorfológicas da bacia do rio Mutumparaná

Unidades Geomorfológicas		Área	
Sigla	Descrição e Características	Ha	%
Dt	Depressão do Madeira – Jiparaná (depósitos sedimentares) Conjuntos de Formas de Topos Tabulares	262018,6	74,79
Dc	Depressão do Madeira-Jiparaná (depósitos sedimentares) Topos Convexos Esculpidos em Rocha Cristalina e Sedimentar	51945,4	14,83
Atf	Planície Amazônica – Acumulação Fluvial de Forma Plana Levemente Inclinada	36394,41	10,39

Fonte: Adaptado de BRASIL (1978)

Três unidades geomorfológicas são marcantes na área da Bacia:

Depressão do Madeira – Ji-Paraná (depósitos sedimentares) Conjuntos de Formas de Topos Tabulares (**Dt**) – é marcado pelo conjunto de formas de relevo de topos tabulares, conformando feições de rampas suavemente inclinadas e lombas esculpidas em coberturas sedimentares inconsolidadas, denotando eventual controle estrutural.

Depressão do Madeira-Ji-Paraná (depósitos sedimentares) Topos Convexos Esculpidos em Rocha Cristalina e Sedimentar (**Dc**) – caracteriza-se pelo Conjunto de formas de relevo de topos convexos, em geral esculpidas em rochas cristalinas e, eventualmente, também em sedimentos, às vezes denotando controle estrutural.

Planície Amazônica – Acumulação Fluvial de Forma Plana Levemente Inclinada (**Atf**) – constituem áreas de acumulação fluvial de forma plana, levemente inclinada, apresentando ruptura de declive em relação ao leito do rio e as várzeas recentes situadas em nível inferior, entalhadas devido a variação do nível de base (Cf.: Fig. 07) (BRASIL, 1978).

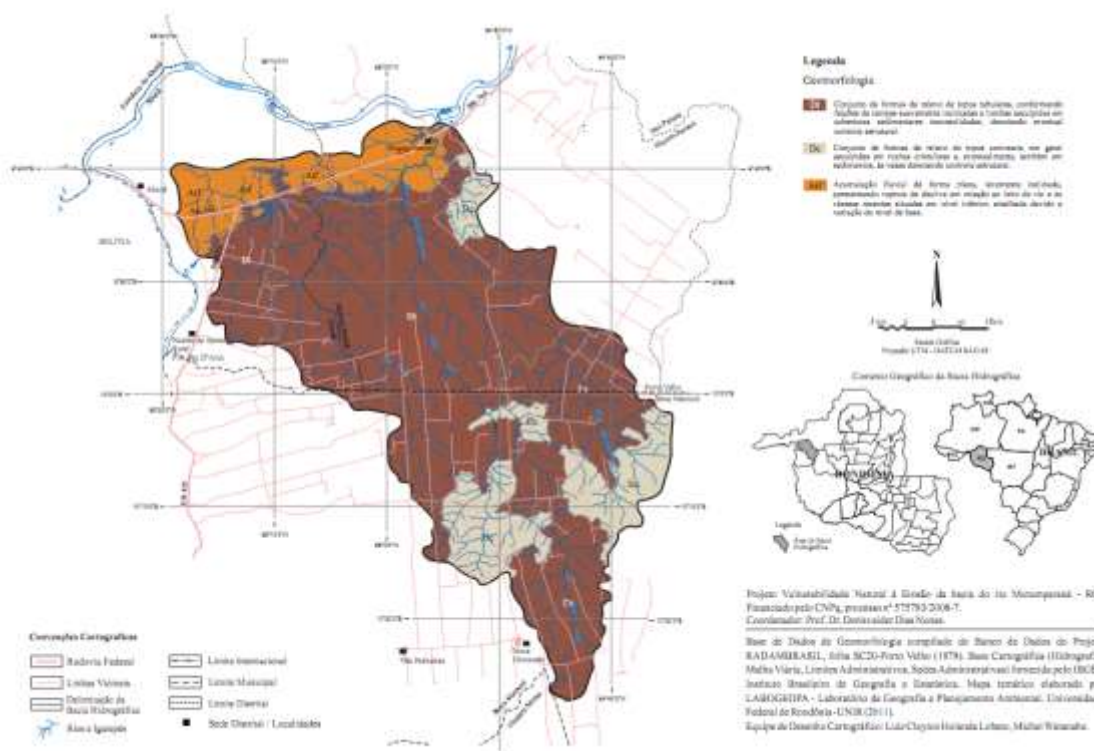


Fig. 07 - Mapa temático dos aspectos geomorfológicos

Em estudo realizado por ocasião dos levantamentos geoambientais para subsidiar o EIA/RIMA dos empreendimentos hidroelétricos do rio Madeira, ADAMY & DANTAS (2004), ao descreverem algumas das características do relevo na bacia do rio Mutumpananá, propuseram duas áreas distintas: a Bacia do Alto rio Mutumpananá e a Bacia do Baixo rio Mutumpananá. Deve-se observar que esta divisão nada mais é do que considerar as áreas de montante e jusante da bacia analisada.

No alto rio Mutumpananá, o relevo foi descrito como colinoso e com dissecação mediana. Em outras áreas a dissecação pode oscilar entre alta a baixa, com altitudes podendo variar de 200 a 300 metros. Do ponto de vista dos processos erosivos, este ambiente caracteriza-se por uma estabilidade morfodinâmica reflexo da fraca declividade verificada na bacia. Para os autores os processos erosivos não são proeminentes em função da proteção que a cobertura vegetal exerce ou exercia sobre o terreno. A produção de serra-pilheira ou litter pela floresta promove ação estabilizadora na matéria orgânica e na estrutura dos grumos de solos de superfície ou de subsuperfície, de modo que a retirada da floresta poderá acarretar problemas futuros neste sub-ambiente da bacia do Mutumpananá.

No Baixo rio Mutumpananá, o relevo é plano e pouco dissecado, pois enquadra-se no Planalto Rebaixado da Amazônia Ocidental. É uma área com ampla superfície de aplainamento inserido no Planalto Rebaixado da Amazônia Ocidental, com ocorrência de relevos residuais cuja ocorrência foi identificada entre as vilas de Mutumpananá e Jirau (ADAMY & DANTAS, *Op. Cit.*).

Em outro estudo recente foi observado que as perdas de solo na bacia do Mutumpananá, em condições de cobertura florestal natural, podem ser consideradas baixas a muito baixas, com valores estimados em torno de 0,0141 ton/ha.ano. De modo contrário, a expansão do uso da terra com o cultivo de pastagem pode gerar uma perda de aproximadamente 0,937 ton/ha.ano, com uma diferença negativa de 0,9229 ton/ha.ano (WATANABE, 2011).

Tal situação pode se agravar quando consideramos que os cálculos realizados pelo autor, foram elaborados e analisados em apenas 24,01% da área sem a cobertura da vegetação natural. Outro ponto a considerar é o efeito da compactação nas áreas de pastagens, que podem acelerar o processo de erosão laminar dos solos, de forma que com o tempo esse processo poderá acelerar promovendo uma erosão em sulcos nos solos mais argilosos, principalmente os Bt.

6.1.6 – Características Pedológicas

Conforme dados do RADAMBRASIL (BRASIL,1978), quatro tipos pedológicos caracterizam a área da bacia do rio Mutumparaná: os Argissolos Vermelho Amarelo Distrófico PVAd; os Latossolos Vermelhos Amarelo Distrófico (LVAd); os Neossolos Litólicos Distróficos e os Plintossolos Argilúvicos, conforme detalhado na tabela 03.

Tabela 03 – Quantitativo em Hectares e Percentuais dos tipos de Solos que ocorrem na bacia do rio Mutumparaná

Tipos de Solos Siglas	Caracterização e Descrição	Área	
		Há	%
FTd2	Plintossolo Argilúvico Distrófico	16041,81	4,58
FTa2	Plintossolo Argilúvico Alumínico	20430,97	5,83
LVAd4	Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico	199163,6	56,85
LVAd7	Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico		
PVAd5	Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico	113910,2	32,51
PVAd7	Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico		
PVAd8	Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico		
PVAd10	Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico		
PVAd12	Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico		
PVAd24	Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico		
RLd9	Neossolo Litólico Distrófico	811,85	0,23
Total		350358,4	100

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

6.1.7 - Argissolos (PVAd24; PVAd7; PVAd8; PVAd10; PVAd12; PVAd5)

Os Argissolos Vermelho Amarelo Distrofícos (PVAd), compreendem os solos minerais não hidromórficos, com horizonte A ou E seguidos de horizonte B, com Tb ou Ta, argila de atividade baixa ou alta, podendo ser conjugado com saturação de bases baixas e/ou caráter alítico na maior parte do horizonte B, não plíntico ou, se presente, não atende os critérios para plintossolo e se com horizonte Glei, sem considerar os critérios de gleissolo. Possui grandes variações morfológicas e analíticas, porém com presença do horizonte B textural que diferencia do A ou E, seja pela cor ou diferença de textural (principalmente). A seqüência de horizonte geralmente é A-E-Bt-C ou A-Bt-C. Por tanto o horizonte eluvial pode ser inexistente, sendo que a variação entre os horizontes pode ser classificada entre boa a pouco evidente (OLIVEIRA, *et. al.*, 1992).

Alguns PVAd apesar de argilosos podem apresentar estrutura e serosidade pouco desenvolvidas podendo constituir solos intermediários como Latossolo, Plintossolo e, se com argila de atividade alta são as vezes tendentes a Vertissolo, o que não é o caso da área de estudo. O PVA pode ser distrófico, eutrófico ou álicos, e seu significado ambiental e agrônômico é importante dado a sua grande diversidade de atributos, que variam entre a textura, profundidade de perfil, saturação de bases, eutrofismo, distrofismo, entre outros. Estes solos, principalmente os PVA abruptos, possuem sérias limitações associadas a suscetibilidade a erosão, sendo que

quanto maior a declividade no terreno mais efetivo o processo erosivo. No caso desses solos quando álicos apresentam também elevado índice de toxidez pelo alumínio (BRASIL, 1978 e OLIVEIRA, *et. al.*, 1992).

Na área de estudo os Argissolos ou PVAd analisado, representam 32,51% do total da área da bacia. Associa-se com as formas de topos convexos e tabulares e rampas suavemente inclinadas com base geológica em áreas de coberturas sedimentares inconsolidadas e de rochas cristalinas, havendo para as áreas de sedimento, por vezes controle estrutural. Sua classificação é - Argissolo Vermelho Amarelos Distróficos - Haplic ou Humic Acrisols, (classificação da FAO) Typic Kandistults ou Typic Kandudults (classificação USDA) (BRASIL, 1999).

6.1.8 - Latossolos Vermelho Amarelo distrófico (LVAd4; LVAd7)

Os estudos realizados na caracterização dos tipos de solos para Rondônia, permitiram concluir que os latossolos, em geral, predominam com 46% dos solos mapeados pertencentes a essa unidade taxonômica. Os Latossolos Vermelho-Amarelos ocupam uma extensão territorial de 13,6% da superfície do Estado e, na área da bacia, estes ocupam uma área de 56,85% do total. Este solo geralmente é pobre em nutrientes, ácidos, álicos e distróficos, embora seja possível encontrar áreas com solos de melhores características a exemplo dos solos ao sul de Chumpinguaia, originários de material ígneo, com altos conteúdos de ferro e magnésio.

Os latossolos são solos com horizonte B ôxico. Geralmente, são solos intemperizados, apresentando, como principais minerais derivados da argila, caolinita, minerais amorfos e sesquióxidos de ferro e alumínio. Em razão da forte lixiviação sua capacidade de troca catiônica é baixa, assim como a quantidade de cálcio, magnésio, potássio e sódio adsorvidos. Em geral, solos ricos em sesquióxidos de ferro e alumínio tendem a desenvolver níveis importantes de troca aniônica, refletindo o processo químico natural de reversão da degradação desses solos através da lixiviação de acordo com COCHRANE (1991). Este último mecanismo complementa a ação de insetos típicos do solo (formigas e termitas), conforme observado por CROCHRANE *et al.* (1985). De fato, é possível encontrar a diversas profundidades folhas e outros materiais orgânicos em solos bem drenados, os quais propiciam a renovação do solo. Estes solos são normalmente porosos, mesmo com elevados teores de argila, sendo sua seqüência de horizontes tipo A- Bw – C, cuja resistência a erosão normalmente é boa ou muito boa. A variação textural é grande sendo que os teores de argila podem variar entre 15 a 80%, (SILVA FILHO, 2009).

6.1.9 - Solos Litólicos (RLd9)

Conforme pode ser deduzido do seu nome, estes solos são rasos apresentando uma seqüência de horizonte A-R ou A-C-R e corresponde apenas 0,23% da área da bacia, especificamente no setor norte conforme mapa da figura 08. Correspondem aos Inceptisols, Entisols e alguns grupos esqueléticos dos Ultisols, Alfisols e Mollisols da classificação do USDA. São normalmente encontrados em terrenos de forte declividade e erodidos. Frequentemente são predegosos e devido a sua escassa profundidade e relevo dificilmente são agricultáveis. Ocupam 3,5% de Rondônia. Na área de estudo apresentam-se os Neossolos litólicos distróficos, com a presença de horizonte B e, quando ocorre, é bem variada quanto ao seu desenvolvimento caracterizando-o como um B incipiente e representam apenas 0,23% da bacia. Sua textura esta ligada fortemente com o material de origem desses solos, sendo seu horizonte A de natureza variável. Apesar de poderem apresentar minerais disponíveis para nutrição da vegetação, esses solos são normalmente indicados para a área de preservação de

flora e fauna. O valor de vulnerabilidade destes solos é 3,0, pois expressam ambiente de instabilidade (Cf.: Fig. 08).

6.1.10 - Plintossolos (FTd2, FTa2)

São solos que ocorrem em regiões com excesso de água seja temporal ou permanente. Isto significa drenagem precária com déficit acentuado de oxigênio, o qual, normalmente, restringe o crescimento vegetal, apesar de existirem espécies adaptadas tais como arroz, juta, algumas palmeiras, pastagem e forrageiras. Na bacia estão associados a vegetação do tipo Savana Parque ou Savana Gramíneo Lenhosa e ocupam uma área de 10,41% da área. Mesmo assim, problemas decorrentes do excesso de hidróxido de ferro, conseqüência do estado de quase permanente redução, dificultam o crescimento de espécies tolerantes à inundaçãõ.

O grupo dos solos hidromórficos inclui: Glei Húmico, Glei Hidromórfico, Glei Tiomórfico, Podzol Hidromórfico e outros tipos de solos, equivalentes às classes de “solos aquáticos” da classificação do USDA. Em Rondônia, muitos desses solos se desenvolveram a partir de depósitos aluviais ao longo dos rios. Ocorrem também na região pantanosa do sudoeste do Estado e ocupam aproximadamente 10% do território estadual, penetrando em território boliviano, onde se intercalam com Planossolos. Na área da bacia a ocorrência dos plintossolos é preferencialmente no setor norte da bacia e tem duas sub-divisões: os plintossolos distróficos com área de ocorrência de 4,58% na bacia e os plintossolos alumínicos com 5,83%. Além da restrição decorrente do excesso de umidade, apresentam baixa fertilidade, pH baixo e altos níveis de saturação de alumínio com maior propensão à erosão (Cf.: Fig. 08).

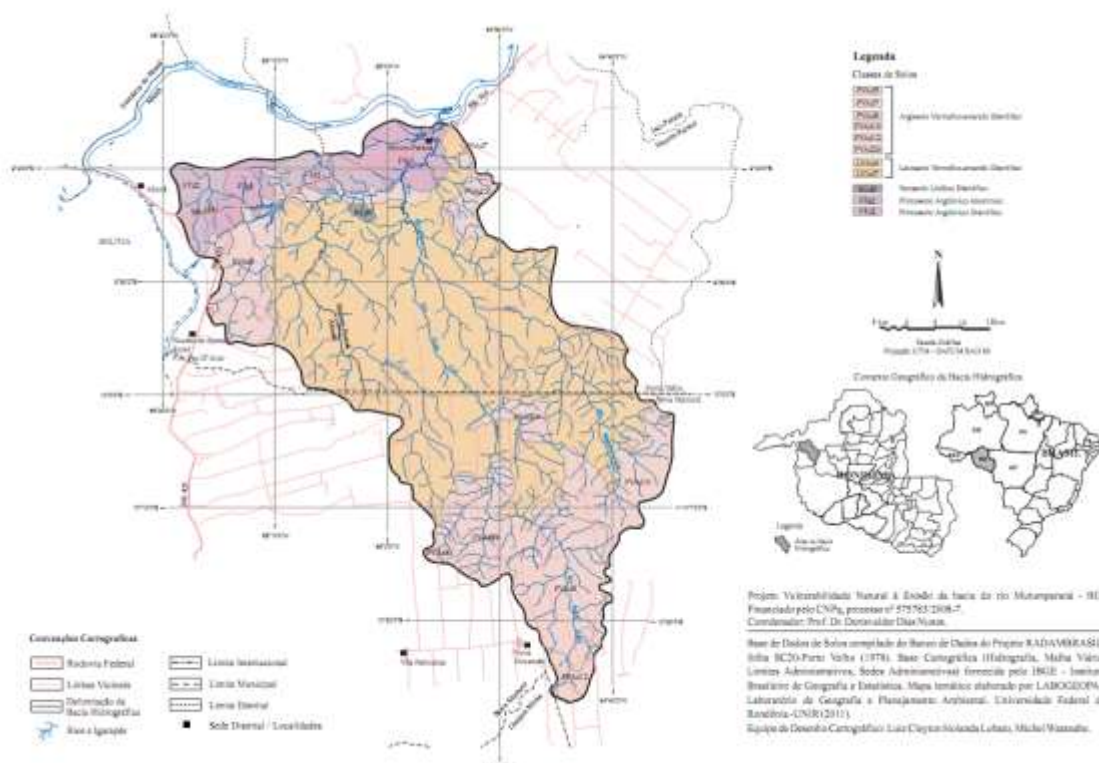


Fig. 08 - Mapa temático dos aspectos Pedológicos da bacia do rio Mutumpananá.

Dentro deste grupo é também possível encontrar Plintossolos mal drenados, freqüentemente denominados “Ground Water Laterites” (Lateritas em presença de água subterrânea), que correspondem, aproximadamente, aos Plinthaquults e Plinthaquox do sistema

taxonômico do USDA. Normalmente apresentam baixa capacidade de troca e fertilidade. Sua característica principal é a notória presença de Plintita no horizonte B, o qual pode originar o endurecimento irreversível destes solos quando drenados. É interessante observar que o forte Príncipe de Beira, construído pelos portugueses no final do século XVII para defender a fronteira oeste do Brasil (à época parte de Mato Grosso), foi construído com endurecida (BRASIL, 2007a).

6.1.11 – Características Geológicas

A suíte Intrusiva Alto Candeias é composta de rochas ígneas, a exemplo do granito observado em SOUZA *et. al.* (1975) e ISSOTA *et. al.* (1978). A relação Rb/Sr obtidas por BETTENCOURT *et. al.* (1995) constata uma idade isocrônica de aproximadamente 1.35Ma, (Proterozóico/Mesoproterozóico). As rochas suítes se localizam predominantemente no médio e alto curso do rio Jaciparaná tendo caráter subalcalino com conteúdo de SiO₂ entre 68 a 75 % com valores de Na₂O + K₂O entre 7,7 a 8,5 % (BETTENCOURT *et. al.*; 1997). O valores ou pesos, atribuídos para avaliação da suscetibilidade erosiva encontram-se entre os mais baixos, sendo atribuído 1.1 de acordo com a tabela 10, conferindo-lhe características de estabilidade ambiental, recobre 8,30% da área total da bacia (Cf.: tabela 04).

Tabela 04 – Aspectos Geológicos da bacia do rio Mutumparaná

Formações Geológicas	Caracterização			Área	
	Siglas	Tipos de Rochas	Denominação do RADAM	Período Geológico de Formação	Há
MP (G)ac	Ígnea	Suíte Intrusiva Alto Candeias	Proterozóico/ Mesoproterozóico	29086,17	8,30
MPjp	Metamórfica	Complexo Jaciparaná	Proterozóico/ Mesoproterozóico	135410,3	38,65
PPj	Metamórfica	Complexo Jamari	Proterozóico/ Mesoproterozóico	3211,65	0,92
QHa	Sedimentar	Aluviões Holocênicos	Fanerozóico/ Cenozóico/ Quaternário	36496,46	10,42
QPdl	Sedimentar	Cobertura Detrito – Laterítica Plistocênica	Fanerozóico/ Holoceno/ Quaternário	146153,8	41,72

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

O Complexo Jaciparaná é composto de Paragnaisse, Genaisse Calcilicático, Ortognaisse Granodiorítico e Xisto onde atuam como pano de fundo da paisagem dos batólitos alongados sentido WNW-ESSE pertencentes às Intrusivas do Alto Candeias. As rochas desse Complexo, possuem índice de suscetibilidade de 1.3, mesmo valor atribuído ao complexo Jamari constituído principalmente por gnaisses e granitos cujo os dados Geoquímicos de PAYOLLA *et al* (2002) referente aos gnaisses tonalíticos indicam valores médios de cálcio-alcalinos e médio a alto os de potássio e ocorrem em 38,65% do total da bacia.

O Alto Estrutural Guajara-Mirim-Porto Velho, com suas rochas cristalinas pré cambrianas, acolhe a bacia do Abunã cujas estruturas cenozóicas são preenchidas por sedimentos heterogêneos (pleistocênico) do rio Madeira formando sua planície de inundação que normalmente apresentam-se cobertas por crosta laterítica, inseridas nas formações Solimões e Guaporé que englobam áreas de Coberturas Detrítico Lateríticas, dos terraços fluviais, das formações rio Madeira e Jaciparaná, além dos depósitos indiferenciados, segundo QUADROS (2007). A variação da textura e estrutura desses depósitos, associado a pluviosidade constante e intensa de determinados períodos do ano, levam estas áreas a serem classificadas como de índice 3 de vulnerabilidade aos processos erosivos. Na Amazônia ocidental a erosão andina

promove sedimentação fluvio-lacustrina (Formação Solimões), e formações recentes (quaternárias) dos depósitos fluviais. Os terraços fluviais se associam ao pleistoceno superior e as planícies de inundação a períodos mais recentes (holoceno). As formações rio Madeira e Jaciparaná abrangem as coberturas indiferenciadas, depósitos lacustres, argilosos e aluvionares, ambientes sensíveis as variações climáticas que repercutem principalmente na variação sazonal da pluviosidade, no nível do lençol freático e na intensidade e freq ncia das chuvas (Cf.: Fig. 09).

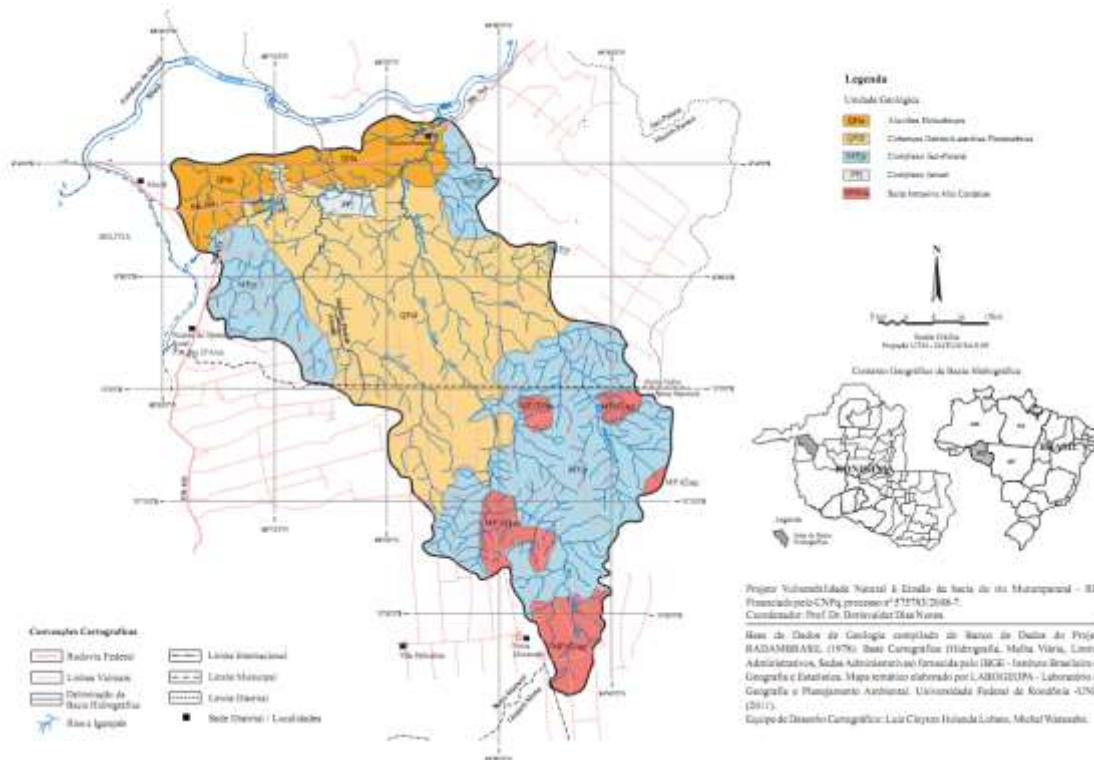


Fig. 09 - Mapa temático dos aspectos geológicos da bacia do rio Mutumparaná.

Na bacia do rio Mutumparaná, as rochas caracterizadas como Aluviões Holocênicos, perfazem um total de 10,42% da rea. Indicam a presença de sedimentos de acumula o de ambientes fluviais ou depósitos de bacias de inunda o, podendo constituir-se em sedimentos inconsolidados e/ou semiconsolidados. Tem na presença de cascalho, areia grossa e argila, suas principais componentes de forma o. Resultam do processo evolutivo das planícies de inunda o característico dos rios Madeira, Mutumparaná e Cotia (BRASIL, 2007b; BRASIL, 1990).

6.1.12 – Características Climáticas - Intensidades Pluviométricas

A Amazônia tem por característica climática o excesso de umidade quando comparada a outras regiões do Brasil. Rondônia, como em toda região úmida da Amazônia, sofre influência da Massa de Ar Equatorial Continental (mEc) destacando-se como um dos principais sistemas de circula o atmosféricos, resultado da convec o termodinâmica dos ventos de Nordeste (NE) do anticlone dos Açores e da zona de convergência intertropical (ZCIT). Sujeita a freqüentes instabilidades essa massa de ar explica de certa maneira as chuvas torrenciais da região e, de acordo com a classifica o de K ppen, o tipo climático   Am, com um período de seca bem definido e total anual de precipita o muito elevado. As m dias anuais dos índices pluviométricos da bacia do rio Mutumparaná, conforme mapa da figura 10, apresentaram

variações de 1600 a 1900mm/aa, o que assegura chuvas intensas e concentradas em pequenos períodos (SUDO, 1974; NIMER, 1989; RONDÔNIA, 2001).

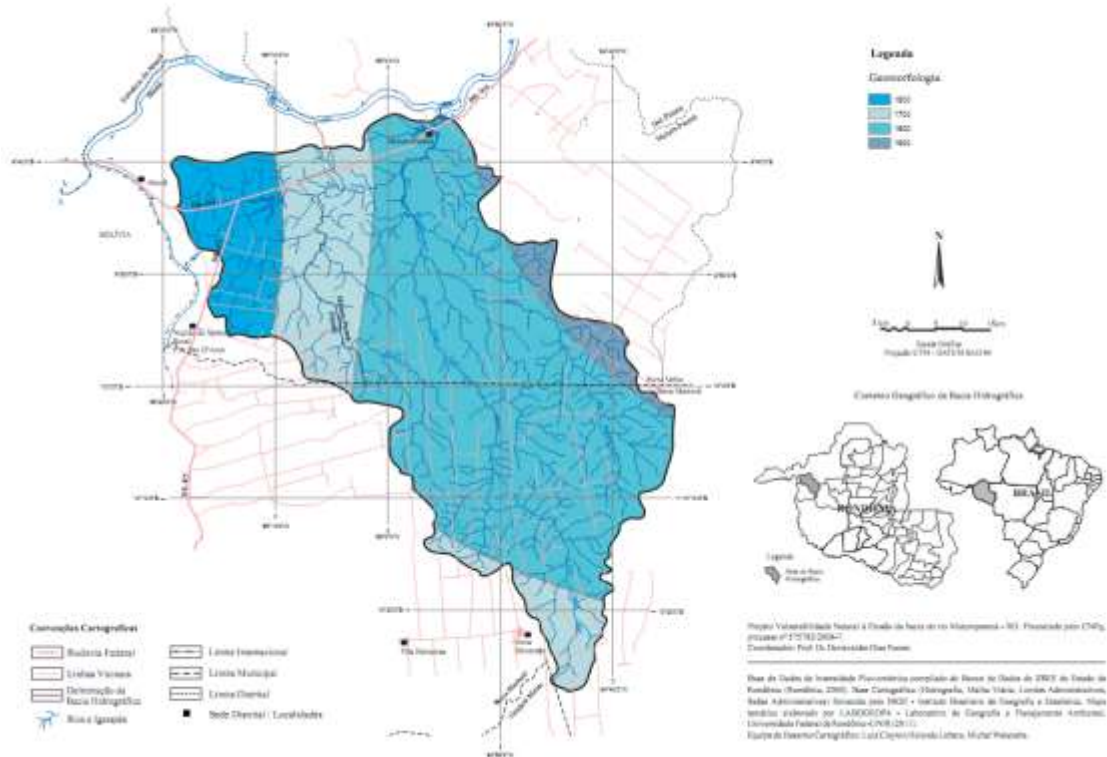


Fig. 10 - Índices de Precipitação Pluviométrica da bacia do rio Mutumparaná.

De acordo com WATANABE (2011) a erosividade da bacia caracteriza-se como fraca, com valor anual de 1373,95 (MJ.mm/ha.h.ano), justificado pela extensão da área de estudo e sua distribuição. De outubro à abril os índices são os mais altos, seguindo o padrão dos períodos de precipitação da série histórica de dez anos estabelecida entre os anos de 2000 a 2010.

6.1.13 – Principais Tipologias de Uso e Ocupação da Terra

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. Para melhor indicação das tipologias de uso e cobertura, adotou-se o Manual Técnico de Uso da Terra do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, que definiu o levantamento dos usos como “o conjunto de operações necessárias à elaboração de uma pesquisa temática que pode ser sintetizada através de mapas”. Neste relatório o Uso e Ocupação da Terra será entendido como “a distribuição geográfica da tipologia de uso, identificada através de padrões homogêneos da cobertura terrestre” (BRASIL, 2006:20).

Como já foi descrito no tópico do método, a identificação teve duas fases distintas: a fase de gabinete onde se esboçou, a partir da interpretação das cartas-imagens, das tipologias de cobertura e ocupação característicos da bacia. Na segunda fase do trabalho, o levantamento de campo na identificação e/ou confirmação das tipologias. Esses dados permitiram discutir quais

as trajetórias de ocupação que historicamente caracterizaram ou caracterizam a área. 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 são indicadas em BRASIL (*Op. Cit.*):

- **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.

Na figura 11, as áreas caracterizadas como Antrópicas Agrícolas apresentaram-se majoritárias na bacia. Perfazem um total de 87,29% dos pontos indicados no levantamento de campo, com 97334,39 hectares, ou seja, 27,78 % de área ocupada com esta classe. Os dados indicaram que o atual quadro de tendência da Amazônia sul-ocidental é a expansão da atividade de pecuária que no caso da bacia do Mutumparaná, apresentou 75,85% dos pontos levantados caracterizados pelo uso desta atividade.

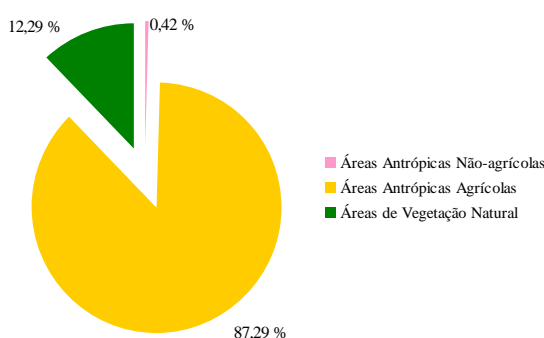


Fig. 11 - Distribuição da Frequência das Classes de Cobertura Terrestre na bacia do rio Mutumparaná.

Considerando as tipologias de Uso e Ocupação Terra, os resultados do levantamento e mapeamento de campo apresentaram 08 tipologias para bacia do rio Mutumparaná: a área Urbana; o Desmatamento Recente, o Sistema Agrossilvipastoril, a Pecuária Extensiva, as áreas cobertas com Florestas, Savana Gramíneo Lenhosa e Savana Parque, o Corpo Hídrico compondo a área circunscritas aos rios e igarapés (Cf.: tabela 05).

Tabela 05 – Tipologias de Uso E Ocupação da Terra na bacia do Rio Mutumpananá e os totais de área em Hectares e Percentuais

Nomenclatura de Uso	Tipologias de Uso da Terra	Caracterização e Descrição	Ha	%
Áreas Antrópicas Não-agrícolas	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.	65,25	0,02
	Pecuária Extensiva	Sistema de criação em que o gado é criado solto na vegetação natural.	93410,39	26,66
Áreas Antrópicas Agrícolas	Sistema Agrossilvipastoril	Sistema onde a produção é consorciada, envolvendo o componente arbóreo com cultivos agrícolas e animais.	3223,29	0,92
	Desmatamento Recente	Considera-se todas as áreas que foram submetidas a corte e queima das formações florestais nos últimos 12 meses a partir do levantamento de campo.	700,71	0,20
Áreas de Vegetação Natural	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.	230790,45	65,87
	Savana Gramíneo Lenhosa	Considera-se todas as formações arbóreas ou não do tipo Savana Estacional de zonas tabulares ou de planícies, com ou sem mata galeria.	1691,50	0,48
	Savana Parque	Considera-se todas as formações arbóreas ou não do tipo Savana Estacional de zonas tabulares ou de planícies, com ou sem mata galeria.	19776,10	5,64
Águas	Corpo Hídrico (rios e igarapés)	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.	700,71	0,20
Total			350358,40	100,00

Fonte: Adaptado de BRASIL (1978), BRASIL (2006), CREPANI *et. al.* (2001) e Trabalho de Campo (2010)

Com base na tabela 05, os números demonstraram que a área da bacia tem nas atividades de pecuária a principal atividade econômica. Sua evolução ocorreu independentemente da instalação dos empreendimentos hidroelétricos nessa área (NUNES, 2004), cujo cenário materializa uma das mais preocupantes questões na Amazônia, pois define-se como modelo econômico emergente e não inclui a floresta, pois esta será substituída pelo pasto (VALVERDE, 1980; HECHT, 1993). A figura 12 reforça este breve histórico, quando indicou que entre os anos de 2000 e 2002 observou-se importante incremento na atividade bovina na microrregião de Porto Velho (RONDÔNIA, 2002). Estes dados reforçam a tendência à pecuarização no alto rio Madeira situação que é anterior aos empreendimentos hidroelétricos, particularmente dentro da área da bacia da rio Mutumpananá.

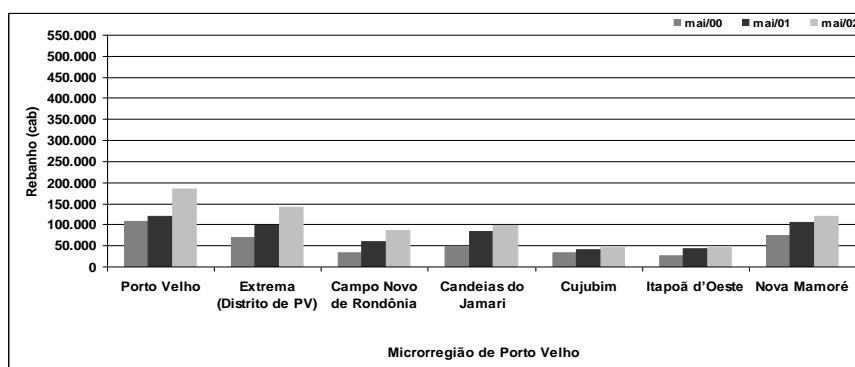


Fig. 12 – Incremento no rebanho bovino – Microrregião de Porto Velho. Fonte: RONDÔNIA, 2002.

No mapa da figura 14, 236 pontos de observação foram levantados para identificação dos usos na Bacia do rio Mutumparaná. Os resultados apresentaram a seguinte distribuição: pecuária extensiva com 79,24%, o uso relacionado à floresta 11,44%, sistema agrossilvipastoril 7,20%, Savana Parque 0,85 %; Desmatamento Recente 0,85% e, para a área urbana, apenas 0,42% (Cf.: Fig. 13 e tabela 06).

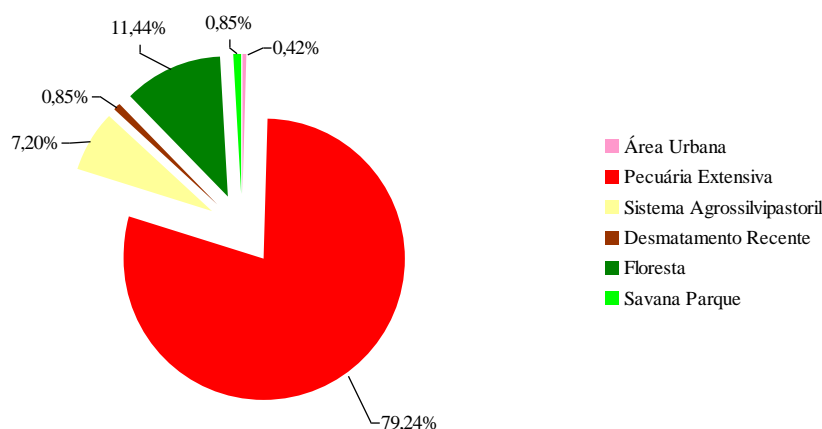


Fig. 13 - distribuição da frequência das tipologias de uso da terra na bacia do rio Mutumparaná.

Tabela 06 – Total de Pontos com a identificação das tipologias de Uso e Ocupação da Terra na bacia do rio Mutumparaná

Tipologias de Uso da Terra Identificadas a partir do Trabalho de Campo	Frequência Absoluta (n)	Frequência Relativa (%)
Pecuária Extensiva	187	79,24
Floresta	27	11,44
Sistema Silvopastoril	0	0,00
Área Urbana	1	0,42
Savana Parque	2	0,85
Sistema Agrossilvipastoril	17	7,20
Sistema Agroflorestal (SAF)	0	0,00
Desmatamento Recente	2	0,85
Total	236	100,00

Fonte: Trabalho de Campo 2010 e 2011.

Do ponto de vista da sustentabilidade ambiental, a atividade de pecuária não seria tão desastrosa se algumas regras básicas fossem observadas, com destaque para manutenção da vegetação de matas ciliares, manutenção dos mananciais e cortes de estradas nas proximidades dos leitos dos rios e, em alguns casos, cruzando os mesmos. Essa situação é mais agravante no setor sul da bacia cujas características geomorfológicas apresentam um relevo colinoso caracterizado por solos litólitos muito proeminentes naquele setor conforme indicado por ADAMY & DANTAS (2004).

Em direção ao centro da bacia, duas questões são relevantes: a primeira está assentada no fato de que a parte centro norte da bacia tem no manejo florestal sua principal atividade cuja área caracteriza-se pela existência de algumas grandes propriedades, a exemplo da Fazenda Santa Carmem, às margens da BR-364. A segunda questão é que seguindo para as áreas centro sul e da borda leste da bacia a ocupação é

mais recente, as quais apresentaram problemas relacionados à regularização fundiária, entorno do povoado de União Bandeirante (CAVALCANTE, 2008 e 2011). Outros problemas foram observados no setor da borda leste da bacia, área de fronteira com a terra Indígena dos Karipunas, cujas atividades de expansão da pecuária pressionam a borda da Terra Indígena.

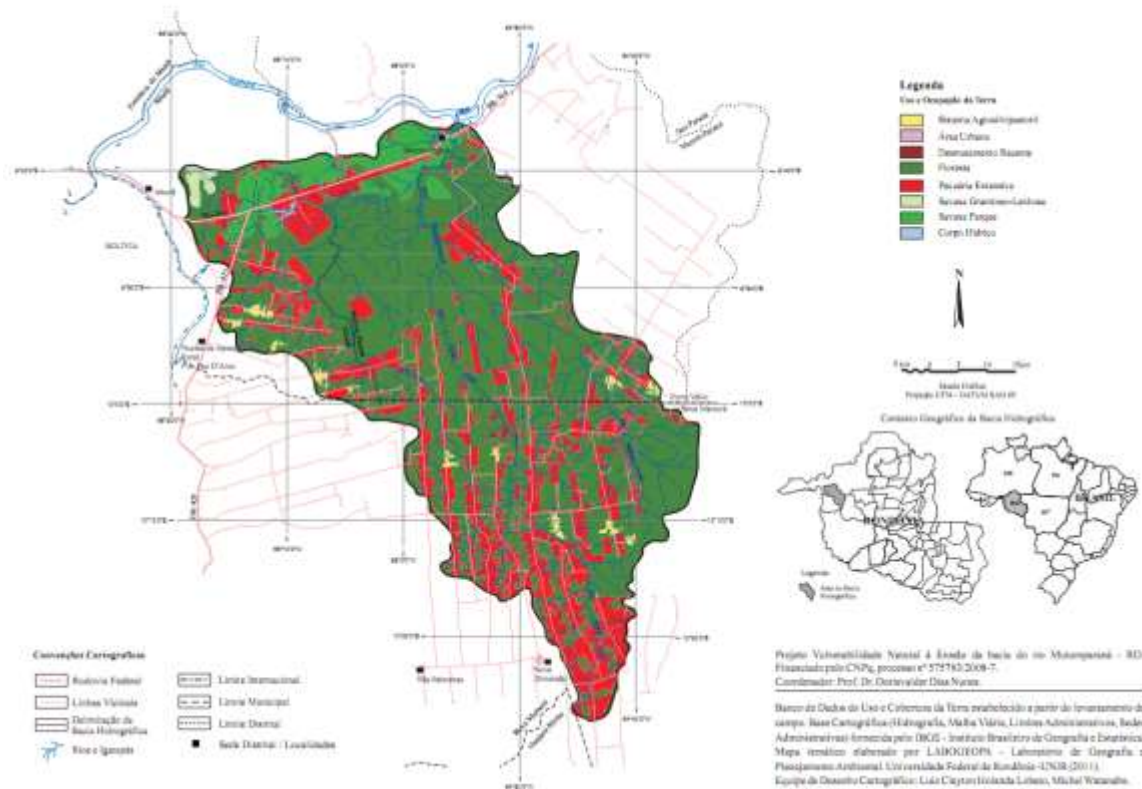


Fig. 14 - Mapa Temático de Uso e Ocupação da Terra na bacia do rio Mutumparaná

Desde os anos 70, o processo de ocupação do Território de Rondônia já dava conta de que a pecuarização seria uma tendência de atividade econômica a ser priorizada, embora os projetos de assentamento agrícolas tivessem como prioridade a agricultura familiar. Não seria diferente na bacia do Mutumparaná, considerando que sua ocupação tem origem a partir dos Projetos Integrados de Colonização – PIC's e os Projetos de Assentamento Dirigido – PADs, resultado da política dos governos militares no processo de ocupação da Amazônia, na figura 15. O mapa de Uso e Ocupação da Terra na bacia demonstrou a partir dos dados coletados em campo que o processo de desmatamento tem forte relação com a pecuária, quando se considera os percentuais de abrangência espacial dessa atividade na área (VALVERDE, 1979; WATANABE, 2011).

No mapa da estrutura fundiária, 09 Projetos de Assentamentos - PA estão inseridos na bacia: PA - Pal D'arco; PA - Igarapé Taquara, PA - Igarapé das Araras; PA - Rossana; PA - Pau Brasil; PA - Marechal Rondon; PA - Igarapé Azul; PA - Floriano Magno e PA – Esmosina Pinho (Cf.: Fig.15) (WATANABE, 2011).

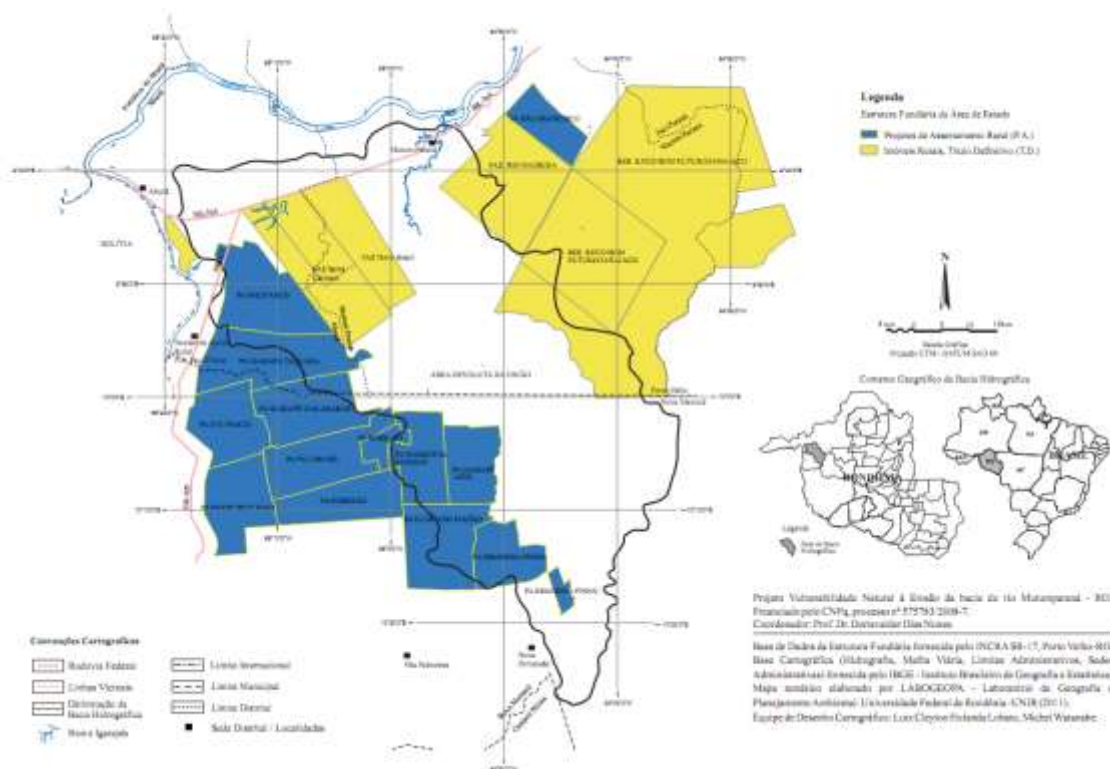


Fig. 15 - Mapa Temático das características Fundiárias e Toponímicas da bacia do rio Mutumparaná.
 Fonte: INCRA-RO.

Quando se compara a concentração desses projetos de assentamentos com as tipologias de usos vinculados à pecuária, verificou-se que a tendência à pecuarização na parte centro-sul da bacia e sua franja oeste tem relação com os projetos de assentamentos agrícolas visto que no mapa da estrutura fundiária há sobreposição na concentração das áreas de pecuária extensiva com as de assentamento. Não foi possível inferir ou confirmar se os moradores que lá estão são os mesmos quando da entrega dos lotes no início do processo de assentamento, visto que esta informação não foi objeto de análise desse projeto.

6.2 – O ZSEE de Rondônia no Contexto da bacia do rio Mutumparaná

O Zoneamento Sócio-Econômico e Ecológico de Rondônia – ZSEE/RO pode ser considerado um dos poucos avanços na política ambiental do Estado, quando de sua criação em 06 de julho de 2000 por força da Lei Complementar nº 233. Criado para ser um importante instrumento no Ordenamento Territorial, ao longo dos anos, vem sendo descaracterizado em função de alguns conflitos pela necessidade social da terra, mas, principalmente, pela conveniência política e pela inobservância de suas indicações para o melhor uso do território conforme orientações previstas para cada zona.

O Zoneamento foi dividido em três grandes Zonas: 1, 2 e 3. A Zona 1, prevê o estímulo e a consolidação das atividades agropecuárias, agroflorestais e florestais e comporta uma área de 50,45% da área total do Estado. Indica o manejo sustentado, a reposição florestal em casos onde a vulnerabilidade natural à erosão pode ser proeminente, estimulando o reflorestamento. A Zona

2 constitui as áreas de uso especial, pois destinam-se à conservação dos recursos naturais perfazendo um total de 14,60% da área do Estado de Rondônia. A Zona 3, possui um total de 34,95% do total do estado e caracteriza-se pelas chamadas áreas institucionais – Unidades de Conservação e Terras Indígenas – cujos usos devem ser restritos e suas fronteiras protegidas (RONDÔNIA, 2001). Conforme mapa da figura 16, na área da bacia do rio Mutumparaná foram identificadas as seguintes subzonas: 1.2; 1.3; 2.1; 2.2 e 3.3.

A zona 1.2 caracterizou-se como uma área onde a cobertura embora fosse predominante, possuía potencial social cujo processo de ocupação era acelerado. Com aptidão agrícola regular, a vulnerabilidade foi indicada como relativamente baixa. Esse cenário além de não apresentar essas características, agravou-se nos últimos anos. De maneira similar, a zona 1.3, apresentava-se com sua cobertura vegetal original e com importante potencial florestal. A agropecuária embora existente era incipiente, mas com padrões de conversão da floresta em pasto sem o devido controle.

Na zona 2.1, a conversão florestal era inexpressiva, onde a exploração florestal, madeireira e não madeireira. Constituíam áreas onde os custos de preservação ainda eram relativamente baixos à manutenção do cenário de conservação das condições naturais da floresta. A implementação das atividades ecoturísticas nessas áreas deveria ser estimulada. Cenário similar era o que se apresentava na Zona 2.2, pois detinha grande faixa de preservação florestal em função da ocupação inexpressiva. A Zona 3.3, caracterizava as áreas consideradas institucionais. Nestas, a conservação do estado natural da floresta deveria apresentar as melhores condições, o que não foi observado na bacia.

As características de cada uma das subzonas não são as mesmas quando da criação e promulgação da Lei, em razão de que os cenários atuais apresentados não se confirmaram conforme série histórica do desmatamento indicada na figura 17. Para tanto é importante observar as seguintes questões entre o que foi definido no Zoneamento Sócio-Econômico e Ecológico de Rondônia e as condições da bacia do rio Mutumparaná caracterizadas no âmbito desse estudo: a zona 1.2, do ponto de vista do processo de ocupação ocorre em dois setores da bacia: uma mancha norte-nordeste da bacia e outra na parte sul-sudoeste. Na primeira o processo de ocupação se mantém inexpressivo e, na segunda mancha, a cobertura florestal natural praticamente desapareceu em decorrência do avanço da pecuária naquele setor. As características da zona 1.3 ocorrem na franja meio-oeste a oeste da bacia, e se caracterizava como uma área com claro predomínio da cobertura florestal. Após 12 anos de promulgação do ZSEE verificou-se o amplo predomínio do avanço da pecuária e de sistemas agrossilvipastoris nesta zona.

As zonas 2.2 e 3.3 são as que mais inspiram preocupação quando se observa a figura 14, pois fica demonstrado que as atividades de expansão da pecuária e a conseqüente conversão da floresta em pasto avançam progressivamente nestas zonas conforme mapa da série histórica do desmatamento na figura 17. A área Indígena Karipunas ainda parece ser o principal obstáculo para as frentes de expansão nesse setor sul-sudeste da bacia. A zona 2.2, além da atividade de expansão da pecuária, tem nos empreendimentos hidroelétricos um forte elemento potencializador no incremento de atividades econômicas nesta área da bacia. Não há registro nos levantamentos de campo de nenhuma atividade que tenha no Ecoturismo a alternativa de revitalização econômica da zona 2.2 conforme previsto na Legislação 233/2000.

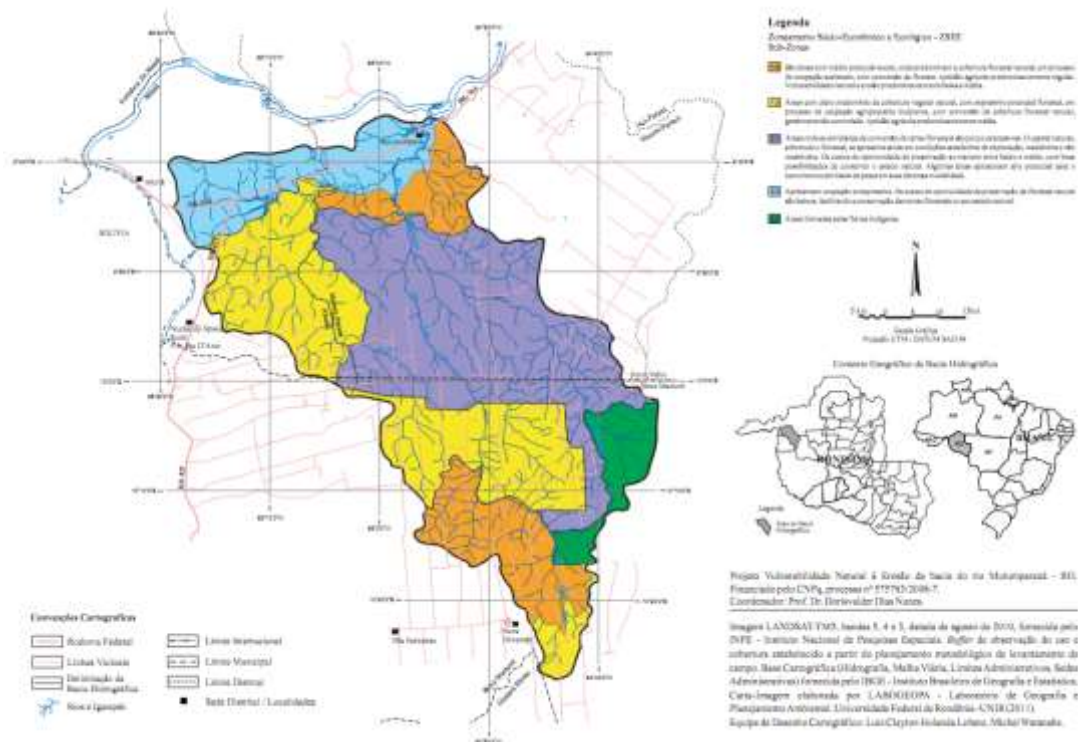


Fig. 16 – Mapa do Zoneamento Sócio-Ecológico e Ecológico de Rondônia. Fonte: Adaptado de RONDÔNIA (2001).

Dessa maneira, o cenário do ZSEE que antes apontava para a existência dos baixos custos da conservação das zonas circunscritas à área da bacia, indica que a trajetória em curso reverte para cima os custos da conservação, reflexo da substituição da floresta por pastagem (Cf.: Fig. 16). Na figura 17, tem-se uma série histórica de pelo menos dez anos, que vai de 2000 a 2010.

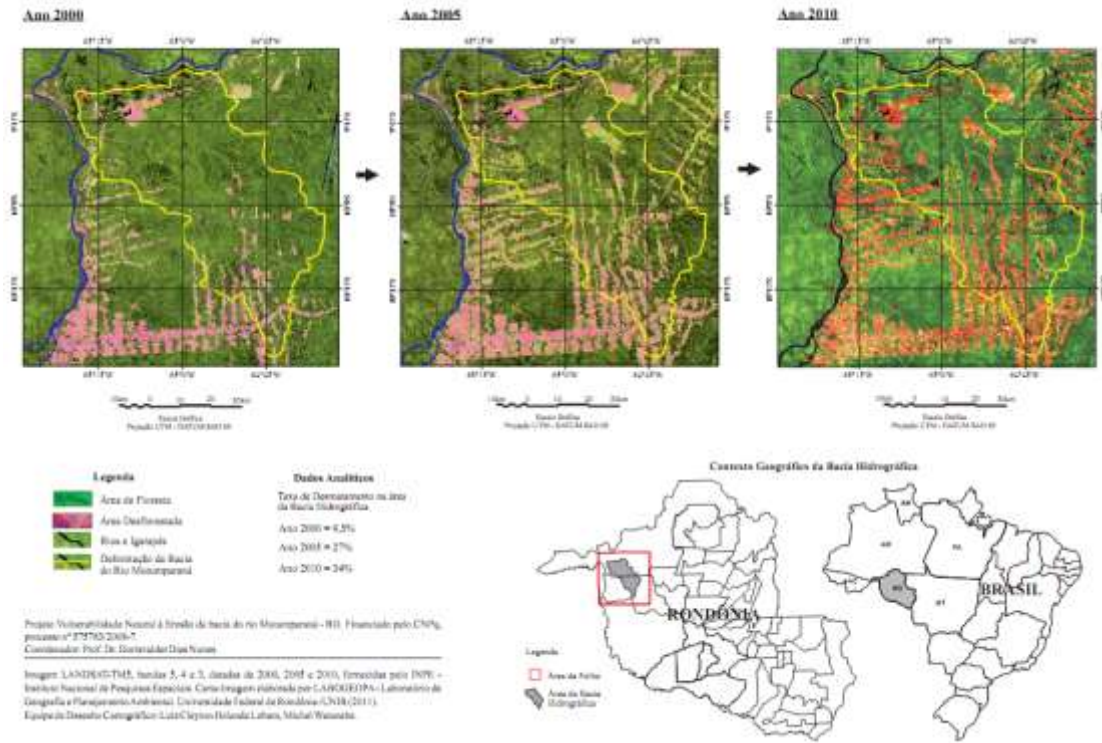


Fig. 17 - Mapa da Série Histórica do Desmatamento na bacia do rio Mutumparaná. Fonte: INPE.

A partir da série histórica é possível perceber que em curto espaço de tempo a área da bacia sai de apenas 9,5% de sua área sem a cobertura vegetal natural e passa para 34% da área destinada a pastagem e outras atividades econômicas. Ou seja, quase quatro vezes mais áreas foram incorporadas à pecuarização na bacia, com ênfase no intervalo entre os anos de 2000 e 2005. Todas as frentes de avanço estão relacionadas aos projetos de assentamento do INCRA.

As perdas florestais têm no incremento das rodovias e na expansão do agronegócio de grãos e pecuária o principal desafio na Amazônia (NUNES, 2004). SOARES-FILHO *et. al.* (2006) a partir estudo de simulação sobre as tendências de perdas florestais na região amazônica indicou que 53% das áreas de floresta restarão em 2050 na região. Duas possibilidades de cenário foram apresentadas: o primeiro cenário que os autores definiram como sendo os Mesmos de Sempre – BAU e o cenário de Governança. No cenário BAU se as práticas econômicas se mantiverem como estão, a tendência é a expansão do desmatamento. No segundo cenário, a Governança parece ser a melhor alternativa, pois tem nas Unidades de Conservação e nas Terras Indígenas os principais elementos de retardamento da expansão do desmatamento, reflexo da lógica econômica que se materializa na Amazônia Sul Ocidental. Para a bacia do Mutumparaná, a retomada dos indicadores de sustentabilidade apresentados no zoneamento do estado ainda se constitui numa possibilidade de manutenção das florestas naturais que a bacia ainda detém.

6.3 – Resultados dos Valores de Vulnerabilidade aplicados para cada UFA

Foram confeccionados seis mapas temáticos de vulnerabilidade natural à erosão com as cinco variáveis fisiográficas e a sexta variável com o uso e ocupação da terra. Para cada mapa foram atribuídos seus respectivos índices/pesos de vulnerabilidade conforme método de CREPANI *et. al.* (2001, 2008) (Cf.: tabelas 07,08,09,10,11 e 12). A tabela 07 apresentou as características da vegetação e das oito sub-classes de formações apenas a Savana Estacionária indicou classe morfodinâmica vulnerável com peso de 2,7, pois apresenta vegetação do tipo gramíneo lenhosa, ou curtigraminóide, onde os efeitos da chuva no solo é mais proeminente.

Tabela 07 – Valores de Vulnerabilidade Natural à Erosão do tema Vegetação – bacia do rio Mutumparaná

Tipo de Vegetação	Caracterização e Descrição					Pesos
	Siglas	Subclasses de formações	Grupos de Formações	Subgrupos de formações	Formações	
Fac	Floresta Ombrófila	Higrófitas	Aberta	Aluvial	Dossel Uniforme	1,2
Fas	Floresta Ombrófila	Higrófitas	Aberta	Submontana	Com Cipó	1,2
Fau	Floresta Ombrófila	Higrófitas/ Xerófitas	Semidecidual	Aluvial	Dossel Uniforme	1,6
Fdc	Floresta Ombrófila	Higrófitas	Densa	Aluvial	Dossel Uniforme	1,0
Fdt	Floresta Ombrófila	Higrófitas	Densa	Submontana	Dossel Uniforme	1,0
Fan	Floresta Ombrófila	Higrófitas	Aberta	Submontana	Com Cipó	1,2
Sg	Savana Estacional	Higrófitas	Gramíneo-Lenhosa	Planaltos Tabulares	Sem Floresta Galeria	2,7
Sp	Savana Estacional	Higrófitas	Parque	Planícies	Sem Floresta Galeria	2,5

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

Os pesos atribuídos para Geomorfologia indicaram seu enquadramento nas classes morfodinâmicas estável a moderadamente vulnerável com destaque para as áreas dos depósitos sedimentares de formas de topos tabulares ou convexos esculpidos em rochas cristalinas ou sedimentares onde o valores de vulnerabilidade foram mais elevados (Cf.: tabela 08).

Tabela 08 – Valores de Vulnerabilidade Natural à Erosão do tema Geomorfologia da bacia do rio Mutumparaná

Unidades Geomorfológicas		Índices de Vulnerabilidade dos Dados Morfométricos			Média da Vulnerabilidade para o Tema Geomorfologia e os respectivos Pesos	
		Índice de Dissecação	Declividade	Amplitude Altimétrica		
Sigla	Descrição e Características					
Dt	Depressão do Madeira – Ji-Paraná (depósitos sedimentares) Conjuntos de Formas de Topos Tabulares	Dt1	1,9	1,0	2,0	1,6
		Dt2	1,9	1,0	1,8	1,5
		Dt3	2,85	2,0	2,5	2,5
Dc	Depressão do Madeira-Ji-Paraná (depósitos sedimentares) Topos Convexos Esculpidos em Rocha Cristalina e Sedimentar	Dc1	2,85	2,0	2,5	2,5
		Dc2	2,85	1,0	1,3	1,7
		Dc3	2,55	1,0	1,5	1,7
		Dc4	2,9	1,0	1,8	1,9
Atf	Planície Amazônica – Acumulação Fluvial de Forma Plana Levemente Inclinada		1,9	1,0	1,3	1,4

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

Essas formas geomorfológicas somam percentual de 89,62% do total da área da bacia do rio Mutumparaná, com destaque para o setor sul da bacia onde o relevo apresenta-se mais movimentado, com feições onduladas a suavemente onduladas. A pedologia foi o tema em que os índices de vulnerabilidade apresentaram os maiores valores de vulnerabilidade por área, dentro das classes morfodinâmicas de Medianamente Estável/Vulnerável a Vulnerável – peso 2 a 3 – em quase metade da área, ou seja, 43,92% (Cf.: tabela 09 e tabela 03). De qualquer forma mais de 50% da área é coberta por Latossolos Vermelhos com média fertilidade, conferindo-lhe estabilidade moderada a média.

Tabela 09 – Valores de Vulnerabilidade Natural à Erosão do tema Solos na bacia do rio Mutumparaná

Tipo de Solos	Caracterização e Descrição	Pesos
Siglas		
FTd2	Plintossolo Argilúvico Distrófico	3,0
FTa2	Plintossolo Argilúvico Alumínico	3,0
LVAd4	Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico	1,0
LVAd7	Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico	1,0
PVAd5	Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico	2,0
PVAd7	Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico	2,0
PVAd8	Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico	2,0
PVAd10	Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico	2,0
PVAd12	Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico	2,0
PVAd24	Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico	2,0
RLd9	Neossolo Litólico Distrófico	3,0

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

A preocupação em torno dos indicadores de vulnerabilidade para o tema solos está em função das manchas de plintossolos, situados em toda parte norte da bacia. Ocorre que a dinamização de atividades industriais, de transporte e de expansão do agronegócio tem nos empreendimentos hidroelétricos do alto rio Madeira, principal agente potencializador.

Conforme tabela 10, o tema geologia apresentou mais de cinquenta por cento da área da bacia com coberturas litológicas do tipo sedimentares características dos Aluviões Holocênicos e das Cobertura Detrito –Lateríticas, cujo peso atribuído foi 3.

Tabela 10 – Valores de Vulnerabilidade Natural à Erosão do tema Geologia na bacia do rio Mutumpará

Formações Geológicas	Caracterização				Pesos
	Siglas	Tipos de Rochas	Denominação do RADAM	Período Geológico De Formação	
MP (G)ac	Ígnea	Suíte Intrusiva Alto Candeias	Proterozóico/ Mesoproterozóico	Leucosienogranito/ Granada Leucogranito	1,1
MPjp	Metamórfica	Complexo Jaciparaná	Proterozóico/ Mesoproterozóico	Paragnaisse, Genaisse Calcilicático, Ortognaisse Granodiorítico, Xisto	1,3
PPj	Metamórfica	Complexo Jamari	Proterozóico/ Mesoproterozóico	Laterita e Ortognaisse, Gnaisses	1,3
QHa	Sedimentar	Aluviões Holocênicos	Fanerozóico/ Cenozóico/ Quaternário	Crosta Laterítica-Areia, Argila Mosqueada, Cascalho e Silte, Conglomerado	3,0
QPdl	Sedimentar	Cobertura Detrito – Laterítica Plistocênica	Fanerozóico/ Holoceno/ Quaternário	Areia Ferruginosa, Silte, Argila, Cascalho, Sedimentos Incoolidados	3,0

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

Alguns ensaios foram sugeridos para confecção dos mapas sínteses de vulnerabilidade. Um desses ensaios propôs a exclusão do tema geologia no rol das variáveis previstas no método de CREPANI *et. al.*(2001). O objetivo seria o de verificar qual o comportamento dos resultados de vulnerabilidade sem a componente geológica.

A premissa foi a de que a dinâmica do sistema ambiental ou dos eventos intempéricos neste mesmo sistema são perceptíveis em variáveis como geomorfologia, solos, vegetação e uso e ocupação da terra. Eventualmente a intensidade de precipitação também poderia indicar alterações mais imediatas quando se considera anomalias climáticas que sugerem maior ou menor quantidade de chuvas relacionadas, por exemplo, ao efeito El Niño. No caso das alterações ou dinâmicas geológicas, a temporalidade é muito distante dos eventos em que os seres humanos são capazes de detectar e, ao mesmo tempo, propor alternativas para solução de problemas.

O resultado inicial indicou que a retirada da geologia não significaria grandes mudanças nos cenários apresentados neste relatório. Nesse sentido essa discussão deverá ser encaminhada com mais profundidade em trabalhos posteriores.

Em relação ao uso e ocupação da terra, a quase totalidade da área foi enquadrada na classe morfodinâmica vulnerável ou moderadamente vulnerável, pois apresentou uma forte tendência de substituição da floresta pelo pasto, cujo peso atribuído foi 3,0 (Cf.: tabela 11).

Tabela 11 – Uso e Ocupação da Terra na
bacia do rio Mutumparaná

Tipologias de Uso	Caracterização e Descrição	Pesos
Sistema Agrossilvipastoril	Sistema onde a produção é consorciada, envolvendo o componente arbóreo com cultivos agrícolas e animais.	2,9
Pecuária Extensiva	sistema de criação em que o gado é criado solto na vegetação natural.	2,8
Desmatamento Recente	Considera-se todas as áreas que foram submetidas a corte e queima das formações florestais nos últimos 12 meses a partir do levantamento de campo.	3,0
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.	3,0
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.	1,2
Savana Gramíneo – Lenhosa	Considera-se todas as formações arbóreas ou não do tipo Savana Estacional de zonas tabulares ou de planícies, com ou sem mata galeria.	2,7
Savana Parque	Considera-se todas as formações arbóreas ou não do tipo Savana Estacional de zonas tabulares ou de planícies, com ou sem mata galeria.	2,5
Corpo Hídrico	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.	0,0

Fonte: Adaptado de BRASIL (1978), BRASIL (2006), CREPANI *et. al.*(2001) e Trabalho de Campo (2010)

Em se tratando de ambiente amazônico, a bacia apresentou índices pluviométricos acentuados classificando esse tema na classe morfodinâmica Estável a Moderadamente Estável, com os pesos variando entre 1,6 a 1,7 (Cf.: tabela 12).

Tabela 12 – Valores de Vulnerabilidade Natural à
Erosão do tema Clima (índices de precipitação), na bacia do rio Mutumparaná

Índice de Precipitação Pluviométrica (mm/aa)	Intesidade Pluviométrica (mm/m)	Caracterização e Descrição	Pesos
1600	177,77	Porção Extremo Oeste-Noroeste da bacia	1,6
1700	188,88	Porção Meio Noroeste da bacia e Pequenas Porções do Sudeste e Sul da Bacia	1,7
1800	200	Porção Central da bacia	1,7
1900	211,11	Porção Nordeste-Leste da bacia	1,7

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

Obviamente esses pesos atribuídos ao fator climático chuva, embora estejam enquadrados como estáveis, estão acima de algumas médias pluviométricas do Brasil e podem significar preocupação quando combinados com fatores de substituição da floresta pelo pasto, conforme foi observado na bacia do Mutumparaná.

A figura 18, apresenta o conjunto dos seis mapas de vulnerabilidade com as respectivas temáticas e sua distribuição espacial no âmbito da bacia.

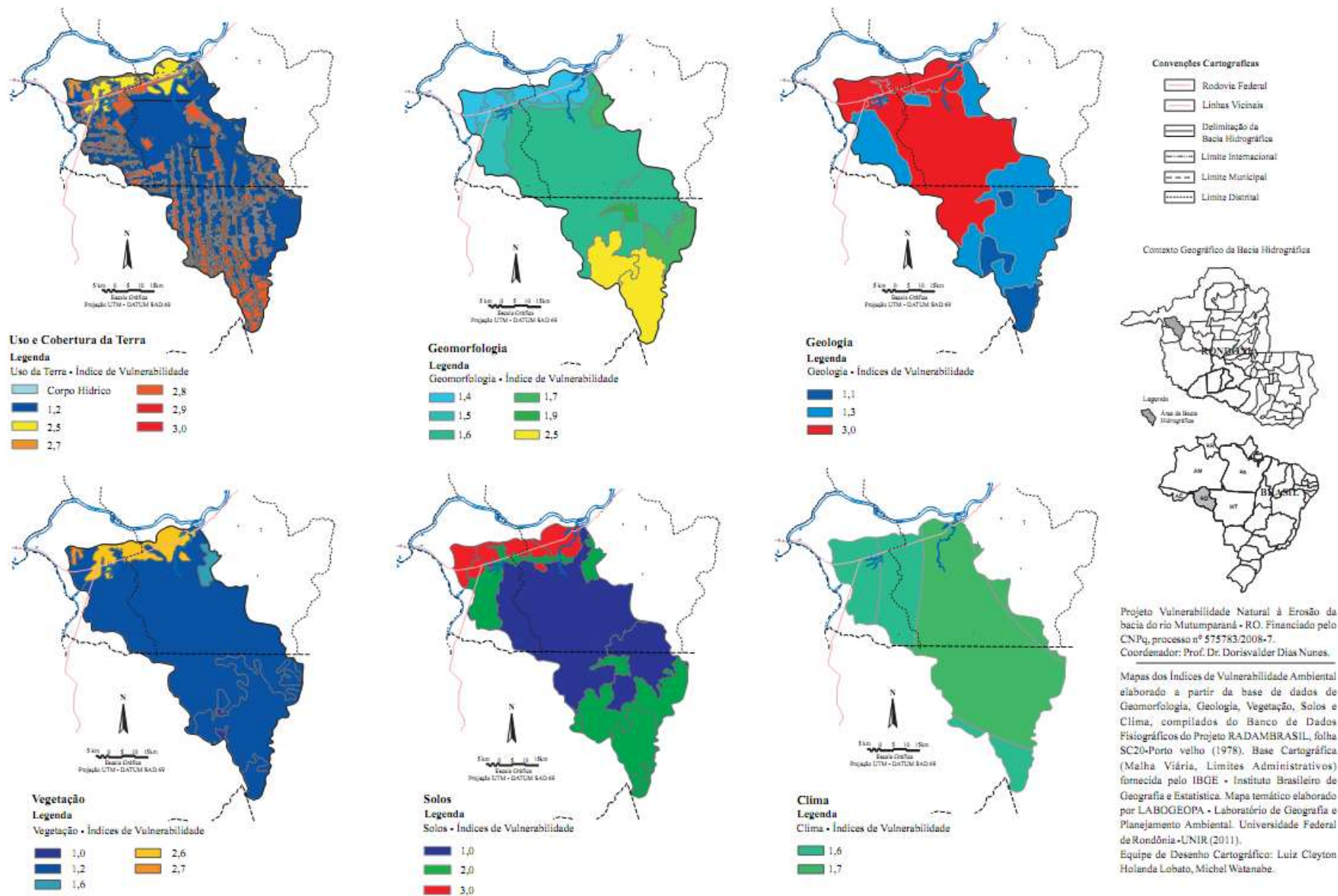


Fig. 18 – Mosaico com os índices de vulnerabilidade temática.
 Fonte: Adaptado de CREPANI *et. al.*(2001) e Trabalho de Campo (2010)

6.3.1 – Mapas Sínteses de Vulnerabilidade da bacia a partir de dois Cenários: VNE e VNUT

Embora a proposta inicial desse trabalho estivesse centrada apenas na análise das cinco variáveis fisiográficas, a incorporação dos dados de Uso e Ocupação da Terra proporcionou um entendimento mais completo dos processos que estão em curso na bacia, conferindo-lhe ainda, possibilidade de apresentação de cenários prováveis no que se refere aos problemas de ampliação dos índices de vulnerabilidade. Nesse sentido dois cenários foram propostos: o Cenário de avaliação dos valores de vulnerabilidade natural à erosão – VNE⁵ que analisou apenas as variáveis de geologia, geomorfologia, vegetação, clima e solos. E o segundo Cenário que, além das variáveis fisiográficas, incorporou o variável Uso e Ocupação da Terra - VNUT⁶. Nos dois casos levou-se em consideração a relação entre as áreas mapeadas do Zoneamento Sócio-Econômico e Ecológico de Rondônia e as áreas mapeadas com os valores de vulnerabilidade das Unidades Fisiográficas de Análise.

6.3.2 - CENÁRIO 1

Conforme mapa síntese da figura 19, no cenário 1 foram mapeados oito valores de vulnerabilidade na bacia do Mutumpará, os quais definiram quatro classes morfodinâmicas variando de Estável a moderadamente vulnerável (Cf.: tabela 13).

Tabela 13 – Valores de Vulnerabilidade natural à erosão – VNE em Hectares e Percentuais na bacia do rio Mutumparaná

VNE DA BACIA DO MUTUMPARANÁ	CLASSES MORFODINÂMICAS	HECTARES	PERCENTUAL %
1,4	Estável	61559,5	17,57
1,5	Moderadamente Estável	1244,3	0,36
1,6		43815,295	12,51
1,7		150571,375	42,98
1,8	Medianamente Estável/Vulnerável	26666,28	7,61
1,9		26552,53	7,58
2,1		16148,97	4,61
2,4	Moderadamente Vulnerável	23800,15	6,79
AREA TOTAL		350358,40	100

Adaptado de CREPANI *et. al.*(2001).

Nesse cenário partiu-se da premissa de que a área não apresentava alterações no ambiente, cujas características de vulnerabilidade seriam entendidas pelo seu potencial. Nesse caso os resultados somaram um total de 26,59% que definiu para este cenário classes medianamente estável/vulnerável a moderadamente vulnerável. As classes consideradas como Estável a moderadamente estável somaram um total de 73,42% (Cf. Fig. 19)

⁵ VNE – Vulnerabilidade Natural à Erosão das cinco variáveis: geologia, geomorfologia, vegetação, clima e solos.

⁶ VNUT – Vulnerabilidade Natural à Erosão incorporando o tema Uso e Ocupação

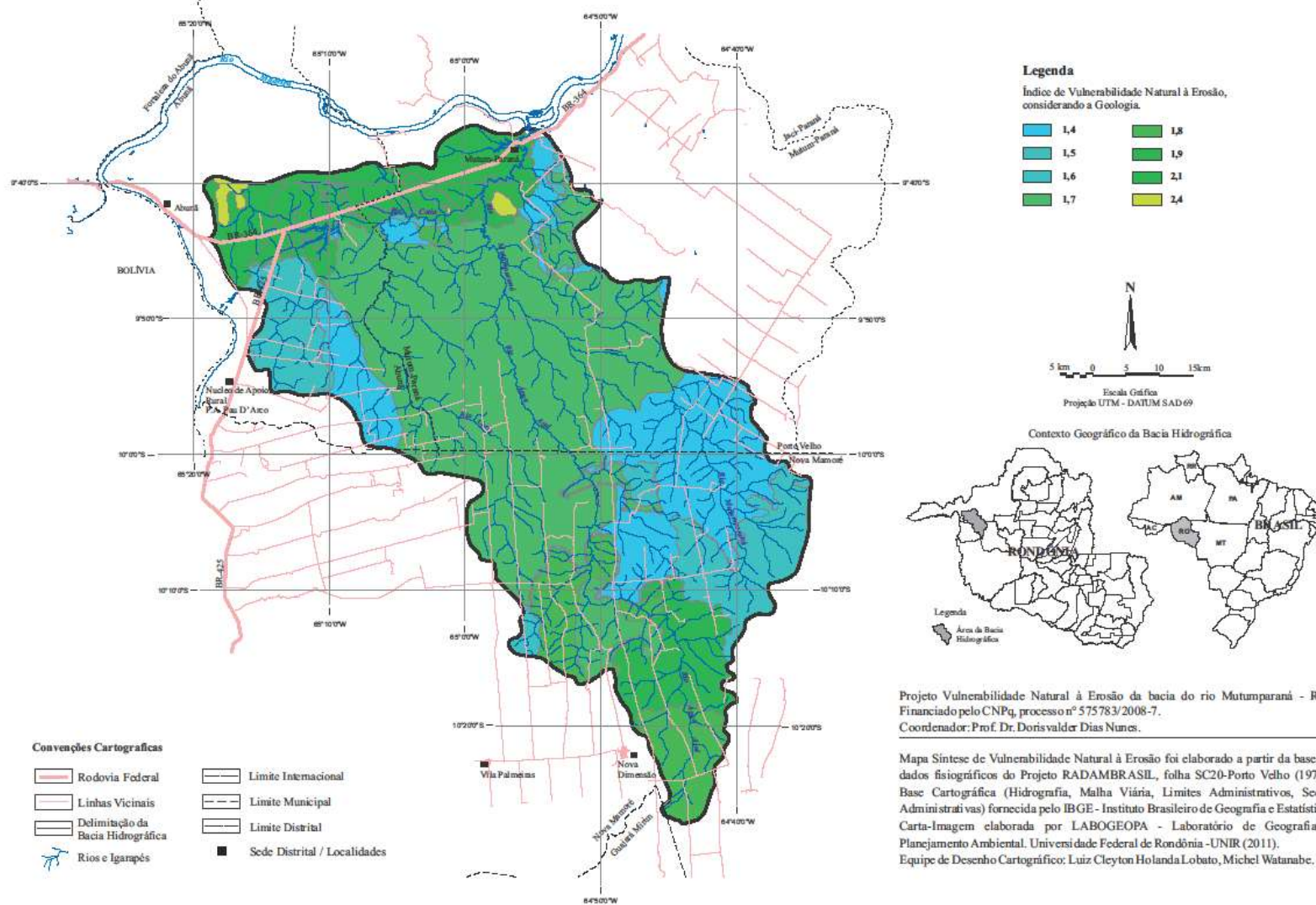


Fig. 19 – Mapa Síntese dos Valores de Vulnerabilidade na bacia do rio Mutumparaná – Cenário 1.
Fonte: Adaptado de CREPANI *et. al.*(2001) e Trabalho de Campo (2010).

Após a identificação e mapeamento das áreas de vulnerabilidade, foi necessário a comparação com os dados do Zoneamento Sócio-Econômico e Ecológico de Rondônia estabelecido pela Lei 233 de 2000, a fim de verificar em quais dessas zonas os índices de vulnerabilidade foram mais acentuados (RONDÔNIA, 2001). Como já foi descrito, as cinco subzonas que caracterizam a bacia do rio Mutumparaná são: sub-zonas 1.2; 1.3; 2.1; 2.2 e 3.3. Na tabela 14, as zonas que indicam áreas para conservação e/ou preservação somam 53,4 %.

Tabela 14 – Área em Hectares e Percentuais das Sub-Zonas do ZSEE de Rondônia na do rio Mutumparaná

ZSEE de Rondônia	HECTARES	%
1.2	55725,87	15,9
1.3	107700,28	30,7
2.1	126438,51	36,1
2.2	42866,57	12,2
3.3	17627,17	5,1
AREA TOTAL	350358,4	100

Fonte: Adaptado de RONDÔNIA (2001).

Na figura 20 grande parte da sub-zona 2.2 (42,6%) foi classificada como medianamente estável/vulnerável a moderadamente vulnerável e para sub-zona 3.3 o percentual chegou a 19,6%, considerando para esta situação que a área não teria sofrido pressão antrópica caracterizada pela implantação de pastagens ou outras atividades agrícolas. Nesse sentido, a proposta de zoneamento na área apresenta coerência com os potenciais de vulnerabilidade que naturalmente a bacia apresenta em função de suas características fisiográficas. Lamentavelmente, essa não é a situação encontrada no 2º cenário, em função das dinâmicas sócio-econômicas que estão em curso na região, como será verificado na descrição a seguir.

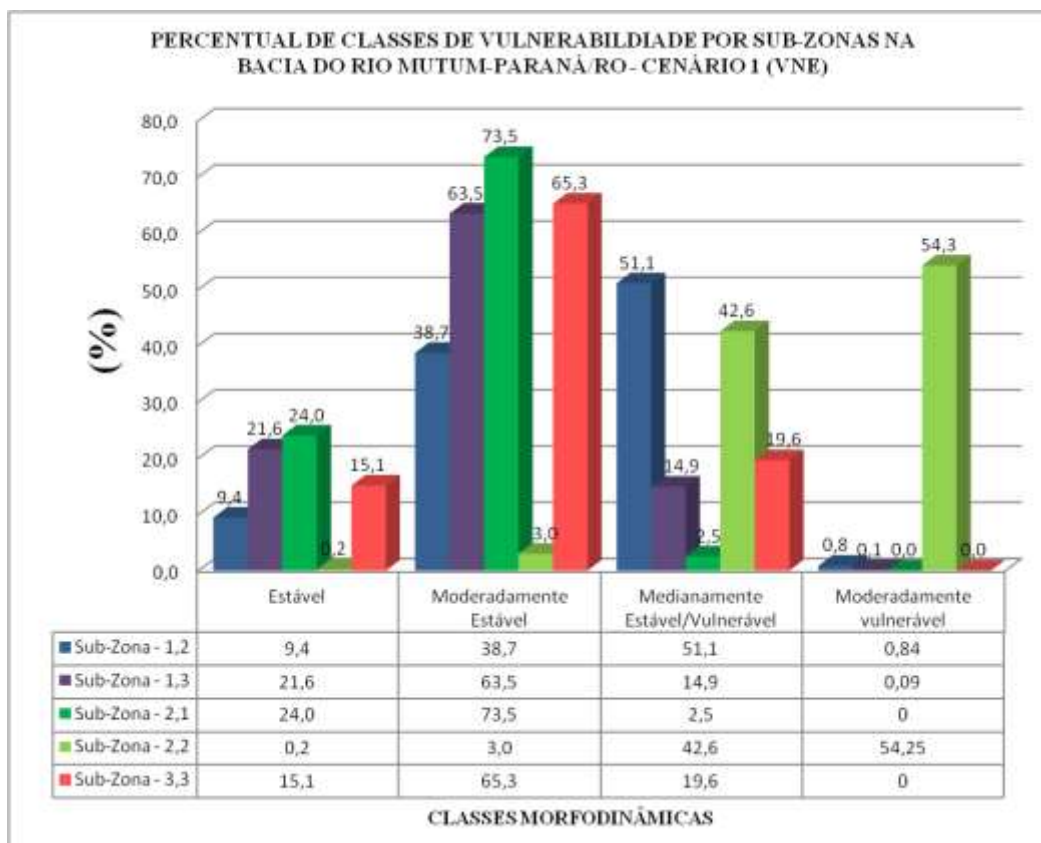


Fig. 20 – Relação entre Vulnerabilidade e Sub-Zonas do ZSEE-RO – Cenário 1.

Fonte: Adaptado de CREPANI *et. al.*(2001); RONDÔNIA (2001) e Trabalho de Campo (2010).

6.3.3 - CENÁRIO 2

Nesse cenário que incorporou a variável Uso e Ocupação da Terra verificou-se a diminuição das classes Estável a Moderadamente Estável com um percentual somado de 62,62%, contra os 73% do primeiro cenário (Cf.: tabela 15).

Tabela 15 – Valores de Vulnerabilidade Natural à Erosão com Uso e Ocupação da Terra - VNUT em Hectares e Percentuais na bacia do rio Mutumparaná

VNUT DA BACIA DO MUTUMPARANÁ	CLASSES MORFODINÂMICAS	HECTARES	PERCENTUAL (%)	
1,3	Estável	2996,72	0,86	62,62
1,4	Moderadamente Estável	42363,24	12,09	
1,6		33476,31	9,55	
1,7		140554,60	40,12	
1,8	Medianamente Estável/Vulnerável	29330,23	8,37	37,38
1,9		51359,09	14,66	
2,1		21193,62	6,05	
2,3	Moderadamente Vulnerável	25999,40	7,42	
2,5		3085,19	0,88	
AREA TOTAL		350358,40	100	

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

No mapa da figura 21 a Classe Moderadamente Vulnerável neste cenário também ampliou sua área de abrangência na bacia com um percentual de 8,3% o que de certa forma não foi tão diferente dos resultados do primeiro cenário que apresentou 6,79%. Contudo no que se refere a classe morfodinâmica Estável a diferença nas áreas de abrangência entre o primeiro e o segundo cenários foi mais drástica: no primeiro obteve-se 17,57% e, no segundo, apenas 0,86%, o que demonstrou um papel relevante das alterações da cobertura vegetal na determinação da classe morfodinâmica estável, embora tenhamos que considerar que a bacia não apresenta, do ponto de vista da geomorfologia, terreno fortemente ondulado ou acidentado (Cf.: Fig. 08).

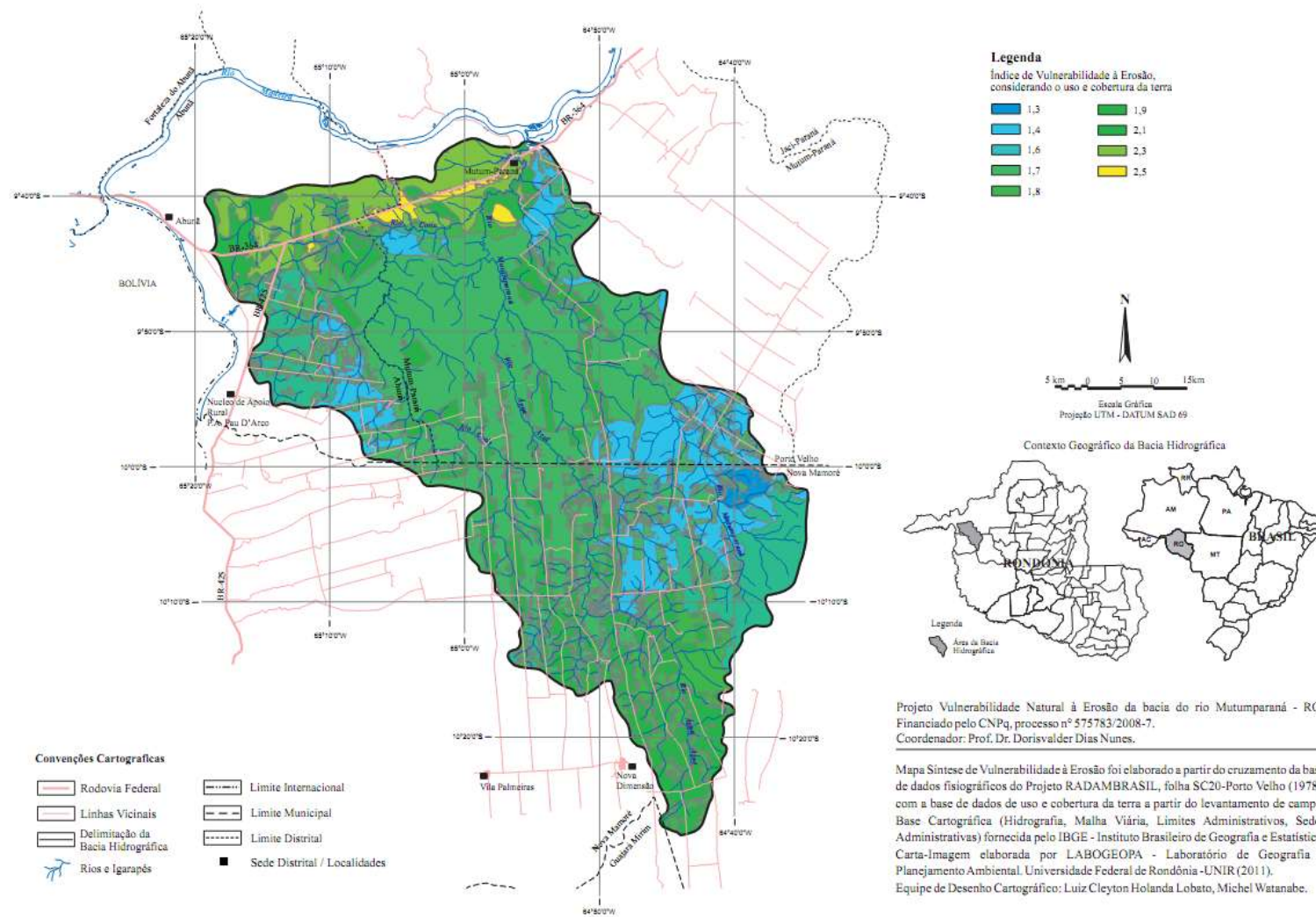


Fig. 21 - Mapa Síntese dos Valores de Vulnerabilidade na bacia do rio Mutumparaná – Cenário 2. Fonte: Adaptado de CREPANI *et. al.* (2001) e Trabalho de Campo (2010).

Na figura 22, o que inspira preocupação é o fato de a sub-zona 3.3 ter ampliado os percentuais de área entre as classes morfodinâmicas moderadamente estável a medianamente estável/vulnerável. No primeiro cenário o índice para sub-zona 3.3 foi de 84,9% e, no segundo, avançou para 97,8%. Essas são áreas muito restritas a todo e qualquer uso. Caracterizam as unidades de conservação de uso indireto e as terras indígenas. O problema se agrava com as pressões dos criadores de gado e dos madeireiros por sobre essas áreas. No caso da atividade madeireira, os estoques de madeiras de lei praticamente estão circunscritos às áreas institucionais o tende a classificar tal atividade como ilegal (RIVERO, 2004).

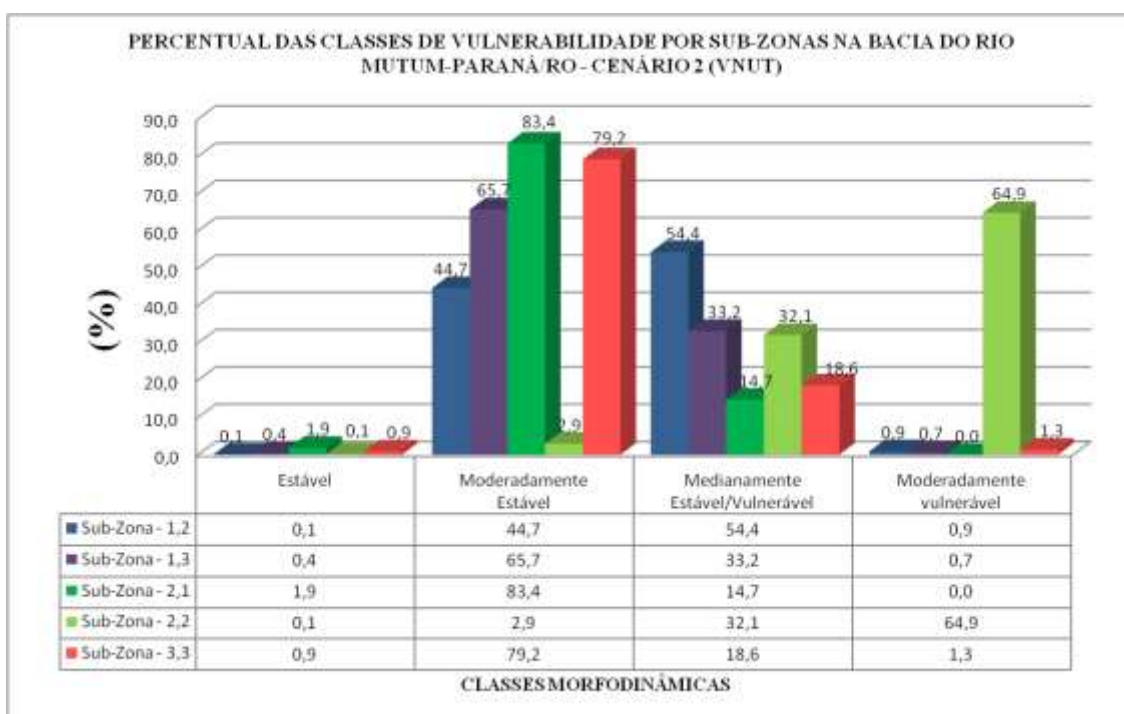


Fig. 22 – Relação entre Vulnerabilidade e Sub-Zonas do ZSEE-RO – Cenário 2
 Fonte: Adaptado de CREPANI *et. al.* (2001); RONDÔNIA (2001) e Trabalho de Campo (2010).

Na classe morfodinâmica moderadamente vulnerável, o percentual para o segundo cenário, sub-zona 3.3, também se ampliou, embora não tenha sido de forma expressiva. Contudo denota a tendência que se observou na área da bacia do processo de ocupação dos espaços ainda com feições naturais, mesmo com a orientação do ZSEE indicando a não ocupação.

É importante não se perder de vista o que aconteceu com a área de União Bandeirantes onde o poder público estadual simplesmente perdeu o controle de suas ações quando do episódios de invasão descontrolada de mais de 10.000 trabalhadores rurais em áreas caracterizadas pelo ZSEE/RO como zona 2, onde a conservação dos recursos naturais deve ser estimulada e as atividades econômicas restritas e monitoradas sob uso do manejo (CAVALCANTE, 2008).

7 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Diversos fatores são relevantes para o melhor entendimento da bacia do rio Mutumparaná com destaque para três: a) o caráter histórico de ocupação da bacia e sua lógica econômica; b) a espacialidade dos impactos ambientais e c) os cenários possíveis de expansão dos valores de vulnerabilidade natural à erosão. Nesse contexto foi importante considerar que a implementação das Usinas Hidrelétricas no rio Madeira exerce papel determinante nas dinâmicas sócio-econômicas na área, cujos impactos no ambiente tem sido marcados pelo avanço do desmatamento.

A agropecuária, a produção de grãos e a extração de madeira são atividades que explicam o desmatamento como alternativa na consolidação dessas atividades. Por outro lado as políticas governamentais locais não têm na questão ambiental sua prioridade, muito menos a observância das regras impostas pelo Zoneamento Sócio-Econômico e Ecológico de Rondônia.

A implantação das hidrelétricas norteou duas formas de análises geográficas com dimensões escalares não convergentes: a macro escala de análise e a microescala de análise geográfica. No primeiro caso as forças setorializadas articulam política e economicamente a incorporação de novas áreas demandando mais infraestrutura, sob a justificativa de que a Nação precisa aprimorar sua participação no mercado internacional a partir do fortalecimento de seu mercado interno. A segunda forma de análise de escala geográfica, mesmo incorporando uma política pretensamente caracterizada pelo ecodesenvolvimentismo não têm rebatimento algum junto aos setores público e privado que definem as macropolíticas econômicas, cujo resultado final é a não convergência dos diversos fenômenos que se manifestam em diversas escalas.

No caso do trabalho realizado na bacia do rio Mutumparaná, fica evidente essa divergência de interesses em diferentes escalas (desenvolvimento econômico *versus* sustentabilidade ambiental), quando se considera, por exemplo, que embora a implantação das hidrelétricas seja uma necessidade nacional, os resultados na esfera local indicam problemas sociais e ambientais mais perceptíveis. A mudança de algumas das atividades econômicas verificadas na bacia materializa esse argumento: antes do agronegócio e, posteriormente, das hidrelétricas as atividades tradicionais como a pesca e a agricultura de várzea constituíam a regra. A consolidação desses vetores de desenvolvimento forçou, em muitos casos, a substituição destas atividades tradicionais pela pecuária, extração madeireira, seguindo a tendência de substituição da floresta, como observado nos levantamentos de campo relacionados ao uso e ocupação da terra.

Os resultados da pesquisa apontaram dois cenários prováveis considerando a Vulnerabilidade Natural à Erosão: o primeiro só com as variáveis fisiográficas e, o segundo, incorporou a sexta variável Uso e Ocupação da Terra.

Para primeiro Cenário, 73% da área da bacia do rio Mutumparaná foi enquadrada nas classes morfodinâmicas Estável a Moderadamente Estável. Neste caso a premissa foi a de que a cobertura vegetal estaria inalterada com valores de vulnerabilidade para esta classe variando de 1,4 a 1,7. E 26% da área classificada como Medianamente Estável/Vulnerável a Moderadamente Vulnerável, cujos valores variaram de 1,8 a 2,4. Obviamente esse resultado tem na cobertura vegetal e nas características geomorfológicas as principais componentes para uma caracterização majoritária à estabilidade. A vegetação é do tipo ombrófila e o relevo, em sua maioria, não apresenta grandes alterações altimétricas, com exceção de uma pequena parte ao sul da bacia com altimetrias em torno dos 200m de altitude. O conceito de fitoestasia passa então a ser primordial para o entendimento dos padrões de vulnerabilidade na bacia, pois define a vegetação como principal elemento estabilizador frente aos processos erosivos potenciais.

No segundo Cenário, a classificação morfodinâmica permanece a mesma, contudo foi verificado alteração dos percentuais nas áreas das classes. Na classe Estável a Moderadamente Estável há uma diminuição nos percentuais cujo total foi para 62,62%. Em oposição as classes Medianamente Estável/Vulnerável a Moderadamente Vulnerável que ampliaram seus percentuais para 37,38% da área da bacia. Estes resultados estão diretamente relacionados à incorporação dos dados referentes ao Uso e Ocupação da Terra que teve na Pecuária Extensiva

grande predominância e segundo o método adotado, a vegetação do tipo pasto apresenta valor de vulnerabilidade 3,0, ou seja, valor máximo. Vale destacar a discrepância entre o 1º e 2º cenários quando se trata apenas da classe morfodinâmica Estável. No primeiro cenário esta classe apresentou um percentual de 17,57% da área da bacia. No segundo cenário a classe estável quase que desaparece visto que apresentou um percentual abaixo de um por cento, ou seja, 0,86%.

A incorporação dos dados de caracterização das sub-zonas do Zoneamento Sócio-Econômico e Ecológico de Rondônia foi importante, pois indicou contradições e preocupação nesse instrumento de Ordenamento Territorial. A área da bacia em sua grande parte, ou seja 53,4% está dentro das sub-zonas 2.1; 2.2 e 3.3, as quais inspiram uma política mais cuidadosa no estímulo às atividades econômicas, particularmente as que se desdobram na expansão da pecuária a qual deveria ser consolidada nas sub-zonas 1.2; 1.3. A questão é que nas sub-zonas 2.1; 2.2 e, principalmente, a 3.3, o conceito de conservação/preservação deveria ser prioridade, de modo que o controle das atividades econômicas potencialmente impactantes na alteração do ecossistema natural deveria ser observado. O fato é que estas diretrizes não têm sido observadas considerando que na sub-zona 3.3, destinada às áreas institucionais – terras indígenas e unidades de conservação de uso indireto - os percentuais da área entre as classes morfodinâmicas moderadamente estável a medianamente estável/vulnerável foi ampliado para o segundo cenário, resultado da expansão da atividade de pecuarização naquela sub-zona. Essas são áreas muito restritas a todo e qualquer uso conforme definido em lei. Este instrumento de proteção e gestão efetivamente não significou o correto uso destinado a área da bacia conforme previsto no Zoneamento Sócio-Econômico e Ecológico de Rondônia.

Algumas recomendações se fazem necessárias:

- a) Recomposição das matas ciliares em toda bacia como política ambiental prioritária, principalmente no setor sul e franja oeste. O desmatamento das margens e das cabeceiras de rios e igarapés está comprometendo a qualidade da água principalmente no aumento da turbidez, conforme mosaico de fotografias do apêndice 1 (Cf.: Fig. 24);
- b) Desestimular ações que impliquem na expansão da atividade da pecuária ou plantio de grãos em áreas da bacia caracterizadas pelo ZSEE/RO como sub-zonas 2.1;2.2 e, principalmente, 3.3;
- c) Diversificação da produção agrícola com inserção de tecnologias compatíveis e assessoramento de agências como EMBRAPA, IDARON e EMATER. Existem associações que poderiam produzir com maior e melhor qualidade se recebessem o auxílio governamental dessas agências, somado à manutenção das estradas já existentes para escoamento da produção e a restrição de novas vias;
- d) Combate intenso à extração de madeira ilegal, situação que foi observada em pelo menos 5 expedições de campo da equipe. Essas ações são mais frequentes no período da noite, entre 19:00 e 04:00 horas da manhã e, neste caso, ampliar a presença de fiscais do IBAMA e SEDAM, inclusive em horários não convencionais;
- e) Evitar a abertura de novas estradas, algumas das quais cortam setores da bacia cujos valores de vulnerabilidade estão acima de 2,2 e cujo enquadramento no ZSEE indica setores das sub-zonas 2.1; 2.2 e 3.3, este último com estradas próximas às bordas dessas zonas;
- f) Observar o período mais adequado para o manejo da pastagem para não potencializar os efeitos erosivos já observados na bacia. Neste caso a presença da EMATER é fundamental;
- g) Melhorar a assistência aos produtores rurais da bacia nos quesitos: educação, saúde e comércio, de modo a evitar que por força de terem que agregar renda tenham que optar por atividades ilegais ou potencialmente deletérias ao meio ambiente;

- h) As Unidades de Áreas Alternativas para o manejo dos recursos naturais foi proposta pelo trabalho de Dissertação de Mestrado intitulada: Análise Integrada da Paisagem da bacia do rio Mutumparaná. Esta dissertação vinculou-se ao projeto 575783/2008-7 como subprojeto.

Ao finalizar esse relatório algumas questões devem ser ponderadas nos seguintes aspectos: eficácia do método, problemas de aquisição dos dados secundários (cartográficos e fisiográficos), formação de pessoal qualificado e necessidade de continuidade dos estudos para validação do modelo:

Eficácia do Método: a bacia do rio Mutumpará para os padrões de estudos em bacias hidrográficas é relativamente grande. Considerando que a proposta do trabalho foi a de mensurar a vulnerabilidade como uma alternativa à predição de problemas ambientais relacionados aos potenciais de fragilidade/vulnerabilidade da bacia, é justo afirmar que o método foi eficaz para formulação de cenários prováveis na bacia. Contudo é necessário observar que sua eficácia está diretamente relacionada a dimensão escalar. No entendimento da equipe, a análise da vulnerabilidade para estudos de escala de detalhe em Rondônia esbarra em duas situações problemáticas: inexistência de banco de dados em escalas de 1:10.000 ou 1:50.000 e na qualidade dos dados disponibilizados em escalas de 1:100.000 ou 1:250.000;

Problemas de Aquisição dos dados Secundários (cartográficos e fisiográficos): o trabalho teve dificuldades na obtenção dos dados cartográficos, alguns dos quais relacionados às nomenclaturas toponímicas divergentes e descontinuidade da base cartográfica;

Formação de Pessoal Qualificado: nesse aspecto o projeto foi muito positivo, pois incorporou diversos projetos de pesquisa em diferentes modalidades de formação acadêmica como profissional. Soma-se ainda o aprimoramento da equipe nos estudos de vulnerabilidade, o que possibilitou o desenvolvimento de pesquisas tanto ao nível de iniciação científica e bacharelado, como ao nível do mestrado e doutorado. Na parte dois desse relatório, encontra-se o detalhamento dos projetos e respectivos pesquisadores apoiados com os recursos do CNPq;

Necessidade de Continuidade dos Estudos para Validação do Modelo: pelo grau de complexidade e amplitude de abordagem, a continuidade dos estudos de vulnerabilidade na região do alto rio Madeira além de relevante, tem importância crucial no aprimoramento da aplicação do método e validação do modelo empregado e, neste caso, em 2011 o CNPq aprovou novo projeto de pesquisa com a mesma proposta metodológica, cuja área de abordagem situa-se na bacia do rio São Francisco, Distrito de Jaciparaná-RO.

Os estudos de vulnerabilidade desenvolvidos na bacia do rio Mutumparaná, além de contribuir para gestão e planejamento ambiental da área, possibilitarão a tomada de decisões tecnicamente mais coerentes, com boas chances de mitigação de impactos ambientais futuros, sempre com a premissa de compatibilizar desenvolvimento social e econômico com conservação/preservação das bacias hidrográficas da Amazônia Sul-Occidental.

8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMY, A. & DANTAS, M. E. **Geomorfologia Setor Jirau**. Porto Velho, Ministério de Minas e Energia - CPRM – Serviço Geológico do Brasil - Residência de Porto Velho/Convênio Furnas/CPRM/Complexo Hidrelétrico Rio Madeira, 2004.

BAHIANA, L.C. O Norte na Organização Regional do Brasil. *In: MAGNO, A. A. et. al. Geografia do Brasil: região norte*. Rio de Janeiro: vol. 03, IBGE, 1991.

BASCOPE, G. P. e D' ALVEAR, R. L. **Garimpos do Médio Madeira (Rondônia)**. Rio de Janeiro: CPRM, 1981.

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.

BETTENCOURT, J.S; leite, J.R.; Payolla. B.I.; Scandolara, J.E.; Muzzolon, R.; VIAN J.A.A.J.; The rapakivi granites of the Rondônia Tin Province, northern Brazil. *In: International Symposium on Granites and Associated Mineralizations*, 2, 1997, Salvador. Excursions Guide. CBPM/SGM, 1997.

BETTENCOURT, J.S; TOSDAL, R.M.; LEITE, J.R.; ; PAYOLLA. B.I.;. Overivw of the rakivi granites of Rondônia Tin province. *In: DALLÁGNOL, R.; MACAMBIRA, M.J.B.; COSTI, H.T. (Eds.) Symposium on Rapakivi Granites and Relaed Rocks*, 1, 1995.

BRASIL, DNPM. **Geologia da Região Porto Velho – Abunã**. Folhas Porto Velho; Mutumparaná; Jaciparaná, Abunã – Estados de Rondônia e Amazonas – Texto Explicativo. Brasília, Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. 1990.

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

BRASIL, IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. **Manual técnico de Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro, 1992.

BRASIL, IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. **Manual técnico de Uso da Terra**. Rio de Janeiro, 2006.

BRASIL, IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. **Manual técnico de Pedologia**. Rio de Janeiro, 2007a

BRASIL, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de Geomorfologia-nº 5**. Rio de Janeiro, 1995.

BRASIL, Ministério do Trabalho. **Aspectos Conceituais da Vulnerabilidade Social**. Brasília, Convênio MTE-DIEESE-UNICAMP-FAT, 2007.

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. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Noções Básicas de Cartografia**. Diretoria de Geociências – DGC, Departamento de Cartografia – DECART. Rio de Janeiro, 1998.

- BRASIL. Serviço Geológico do Brasil. **Geologia e recursos Minerais do Estado de Rondônia: Sistema de Informações Geográficas**. Porto Velho, CPRM, 2007b.
- CASTEL, R. A Dinâmica dos Processos de Marginalização: da Vulnerabilidade a Desfiliação. *In: Revista Caderno CRH, Salvador, nº 26/27, p. 19-40, jan/dez., 1997.*
- 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.*
- CASTRO, L. C. de C.; MOURA, A.Z.B. & CALHEIROS, L.B. **Glossário de Defesa Civil : Estudos de Riscos e Medicina de Desastres**. Brasília, Ministério do Planejamento e Orçamento/ Departamento de Defesa Civil, 2ª Edição Revista e Ampliada. 1998.
- CAVALCANTE M. M. A. **Transformações Territoriais no Alto Rio Madeira: Hidrelétricas, Tecnificação e (Re) Organização**. Dissertação 112 p. (mestrado em geografia), Universidade Federal de Rondônia, 2008.
- CAVALCANTE, M. M de A., NUNES, D. D., SILVA, R. G. da C e LOBATO, L. C. H. Políticas Territoriais e Mobilidade Populacional na Amazônia: contribuições sobre a área de influência das Hidrelétricas no Rio Madeira (Rondônia/Brasil). *In.: Rev. Confins [Online], 11 | 2011, posto online em 27 Março 2011. URL: <http://confins.revues.org/6924>, DOI : en cours d'attribution.*
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo, Ed. Blucher, 1980.
- CREPANI, E. *et. al.* Zoneamento Ecológico-Econômico. *In.: FLORENZANO, T. G. (org.) Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais*. São Paulo, Ed. Oficina de Textos, 2008.
- CREPANI, E. *et. al.* **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicados ao Zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001.
- 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: Uma atualização de bases e conceitos**. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, 1995.
- GUERRA, A. T; GUERRA, A. J. T. **Novo Dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.
- HECHT, S. A. The Logic of Livestock and Deforestation in Amazônia: considering land markets, value of ancillaries, the larger macro economic context, and individual economic strategies. **Revista de BioScience**, vol 43, no. 10, (nov.), 1993.
- ISSOTA, C.A.L.; CARNEIRO, J.M.; KATO, H.T.; BARROS, R.J.L. **Projeto Província Estanáfera de Rondônia. Relatório final**, Porto Velho: CPRM, 1978.
- JAPIASSU, A. M. S. *et. al.*, Rondônia e Regiões Vizinhas. *In: A Organização do Espaço na Faixa da Transamazônica: Introdução Sudoeste Amazônico e Regiões Vizinhas*. Vol. I Rio de Janeiro: IBGE/INCRA, 1979.
- MARANDOLA JR., E. & HOGAN, D.J. As Dimensões da Vulnerabilidade. *In: Rev. São Paulo em Perspectiva, v.20, n. 1, p. 33-43, jan./mar., 2006.*

MEAULO, F.J. Mapeamento da Vulnerabilidade Natural à Poluição dos Recursos Hídricos Subterrâneos de Araraquara (SP). *In: Holo Environment, Vol. 6, nº 2, 2006.* p. 70 (CD ROM-On Line).

MENDONÇA, Francisco; LEITÃO, Sanderson Alberto Medeiros. Riscos e Vulnerabilidade Socioambiental Urbana: uma perspectiva a partir dos recursos hídricos. *GeoTextos. vol. 4, n. 1 e 2, 2008.* (p. 145-163).Disponível em www.portalseer.ufba.br/index.php/geotextos/article/viewArticle/3300). Acesso em 13/07/2010.

MOREIRA, R. **O Pensamento Geográfico Brasileiro: as matrizes da renovação.** São Paulo, Contexto, 2009.

MOSER, O.N.M. The Asset Vulnerability Framework: Reassessing Urban Povert Reduction Strategies. *In: World Development. Elsevier Science, v.26, n.1, p.1-19, 1998.*

NIMER, E. **Climatologia do Brasil.** Rio de Janeiro: IBGE, 1989.

NUNES, D. D. *et. al.* **Caracterização das Potencialidades Sócio-Econômicas do Alto-Madeira (Trecho: Porto Velho – Abunã) e sua espacialidade a partir do uso de geoprocessamento e cartografia digital.** Porto Velho-RO, LABOGEOPA-UNIR (Relatório Técnico Final), 2005.

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

OLIVEIRA, J.B. de *et. al.* **Classes gerais dos solos do Brasil: Guia auxiliar para seu reconhecimento.** Jaboticabal, FUNESP, 1992, 201p.

PAYOLLA, B.L. *et. al.* Geological evolution of the basement rocks in the east-central part of the Rondônia the Province, SW Amazonian Craton, Brazil: U-Pb and Sm-Nd isotopic constraints. *In: Precambrian research, v. 119, 2002.*

PIRES DA SILVEIRA, A. L. *et. al.* **Caracterização da Estrutura Fitossociológica do Componente Arbóreo para subsidiar o Estudo de Viabilidade dos AHES Jirau e Santo Antônio do Rio Madeira.** Porto Velho, FUNDAÇÃO RIO MADEIRA – RIOMAR. Relatório Final, 2004.

QUADROS, M.L.E.S.; **Geologia e recursos minerais do Estado de Rondônia: Sistema de Informações Geográficas – SIG: Texto Explicativo.** Porto Velho: CPRM, 2007.

RIVERO, S. L. de M. **O Nó da Madeira: Modelagem e Simulação Multiatores da Exploração Madeireira em Rondônia.** (Tese, doutorado). NAEA/Universidade Federal do Pará, Belém, 2004.

RONDÔNIA, **Plano Agroflorestal de Rondônia – PLANAFLORO.** Porto velho: TECNOSSOLOS, Relatório Técnico, 2001.

RONDÔNIA. Secretaria de Estado da Agricultura. **Boletim Informativo Agropecuário.** Porto Velho, SEAPES, 2002.

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

SANTOS, C. A. dos & SOBREIRA, F. G. Análise da Fragilidade e Vulnerabilidade aos processos erosivos como base para o Ordenamento Territorial: o caso das bacias do córrego carioca, córrego bação e ribeirão carioca na região do alto rio das velhas-MG.*In: Revista Brasileira de Geomorfologia, Ano 9, nº 01, 2008.*

SANTOS, L. J. C. *et. Al.*. Mapeamento da Vulnerabilidade Geoambiental do Estado do Paraná. *In.: Revista Brasileira de Geociências*, volume 37 (4), 2007.

SANTOS, M. & SILVEIRA, L. M. **O Brasil: Território e Sociedade no início do Século XXI**, Rio de Janeiro: Record, 2005.

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

SILVA FILHO, E.P. **Estudo da Degradação dos Solos em áreas de Pastagens no Município de Porto Velho-RO**. (Dissertação de Mestrado), São Paulo, Instituto de Geociências e Ciências Exatas – Campus de Rio Claro, 2009. 159 p.

SOUZA FILHO, P. W. M. *et. al.* Compartimentação Morfoestrutural e Neotectônica do Sistema Fluvial Guaporé-Mamoré-Alto Madeira, Rondônia-Brasil. *In: Revista Brasileira de Geociências* 29(4):469-476, dezembro de 1999.

SOUZA, E. C.; MELA, A.F.F.; ADAMY, A. SOEIRO, R.S.; DALEIRO, V. **Projeto Noroeste de Rondônia. relatório Final**. Porto Velho: CPRM, 1975, 12v.

SPÖRL, C. e ROSS, J.L.S. Análise Comparativa da Fragilidade Ambiental com aplicação de Três Modelos. *In: Revista Geosp-Espaço e Tempo, São Paulo, nº 15, p. 39-49*, 2004.

SPÖRL, Christiane. **Metodologia para elaboração de modelos de fragilidade ambiental utilizando redes neurais**. (TESE) FFLCH/USP, SÃO PAULO, 2007.

SUDO, H. Metodologia de Classificações Climáticas. in: **Boletim do Departamento de Geografia**, nº 4, 5, 6 – 1972 – 1974. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Presidente Prudente – SP, 1974

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro IBGE/SUPEN, 1977.

VALVERDE, O. (Coord). **A Organização do Espaço na Faixa da Transamazônica: Introdução Sudoeste Amazônico e Regiões Vizinhas**. Vol. I Rio de Janeiro: IBGE/INCRA,1979.

WATANABE, M. **Análise integrada da paisagem da Bacia do Rio Mutum-Paraná**. (Dissertação de Mestrado), Porto Velho: Universidade Federal de Rondônia, programa de pós-graduação em geografia - PPGG, 2011. 106 p.

WEINSTEIN, B. **A Borracha na Amazônia: expansão e decadência (1850-1920)**. São Paulo: HUCITEC/EDUSP, 1993.

COCHRANE, T.T. Understanding and managing acid soils of tropical South America (Entendendo e manejando solos ácidos da América do Sul). *In: Rice Production on Acid Soils of the Tropics*. PI Deturck and F.N. Ponnampereuma (eds). Institute of Fundamental Studies, Kandy , Sri Lanka, 1991.pp 113-122.

COCHRANE, T.T., *et. al.* **Land in Tropical America (Terra na América Tropical)**. CIAT, Cali, Colombia and EMBRAPA, Planaltina, D.F., Brazil, 1985. .ISBN 84-89206. 3 vols and maps

PARTE I I

9 - Impactos Gerados (Social, Tecnológico e Científico)

Durante o projeto, vários alunos de Iniciação Científica – PIBIC/UNIR/CNPq, de Mestrado e de Doutorado desenvolveram ou ainda desenvolvem trabalhos científicos no âmbito da área da bacia do Mutumparaná com apoio financeiro do CNPq. Para tanto segue abaixo as características de cada projeto, sua categoria, a unidade em que está vinculado, o período de execução, o orientador (a) e o *status*:

9.1 - Projetos do Programa de Bolsas de Iniciação Científica – PIBIC/UNIR/CNPQ VINCULADOS AO PROJETO CNPq – 575783/2008-7

- **Relatório PIBIC – Exercício 2008/2009**

Título: CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA BACIA DO RIO MUTUMPARANÁ – RO.

Autor: Janielson Lima da Silva

Orientador: Prof. Dr. Dorisvalder Dias Nunes

Co-Orientação: Profa. MSc. Tatiane Emílio Checchia

Status: Concluído

Resumo: O trabalho teve por objetivo a caracterização morfométrica da bacia do rio Mutum - Paraná, bem como entender sua dinâmica fluvial, em função de que a região sofrerá influência direta na implantação dos empreendimentos hidroelétricos do rio Madeira. Os procedimentos metodológicos pautaram-se na aplicação das quatro leis de Horton (1945), onde foi possível determinar os seguintes índices: comprimento, área, forma da bacia, densidade de drenagem, rios e segmentos da bacia e a relação entre o comprimento do rio principal. A elaboração do Modelo Digital de Elevação (MDE) serviu como entrada para a aplicação da Hierarquização dos cursos d'água proposta por Strahler (1952). Logo depois foi gerada a declividade e hipsometria. O uso de Imagem de Satélite, cartas topográficas e Softwares especializados, como o Arcview, Global Mapper, Terraview, foram de grande importância para a produção do estudo e no auxílio dos cálculos dos variados índices morfométricos. Dispondo de uma área de 3503,3584 km² e 321,824 km de perímetro, a bacia do rio Mutumparaná encontra-se no extremo oeste do estado de Rondônia e abrange os municípios de Porto Velho e Nova Mamoré. A compreensão da dinâmica dos processos hidrogeomorfológicos, além de contribuir para fundamentar o diagnóstico, fundamenta ações que visem um manejo racional do uso da terra. Por fim destacou-se que caracterização morfométrica forneceu fundamentos para a compreensão e entendimento dos processos hidrogeomorfológicos, identificados na bacia do rio Mutumparaná, objetivando assim, seu o melhor uso e preservação.

- **Relatório PIBIC – Exercício 2008/2009**

Título: AVALIAÇÃO DA APTIDÃO AGRÍCOLA DOS SOLOS NA BACIA DO MUTUMPARANÁ.

Autor(a): Mirtilene Lopes Cruz

Orientador: Prof. Dr. Dorisvalder Dias Nunes

Status: Concluído

Resumo: O aproveitamento agrícola racional de qualquer região requer a avaliação do potencial do recurso solo em diferentes níveis de manejo, levando-se em conta as características físico-químicas e a ação antrópica da área. Assim, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar aptidão agrícola dos solos na bacia hidrográfica do rio Mutumparaná, verificando os diferentes tipos de solos, os níveis tecnológicos de manejo utilizado na área, sua disponibilidade e sua sustentabilidade. O método aplicado foi de Ramalho Filho e Beek (1995), cujas considerações a respeito dos níveis tecnológicos de manejos para cada tipo de solo, analisam suas deficiências físico-químicas e a qualidade das técnicas necessárias para determinado uso da terra. Considera três níveis: sem tecnologia (A), conhecimentos técnicos (B) e com alto nível tecnológico (C).

Os dados foram obtidos a partir de RONDÔNIA (2001), onde se obteve como resultado, dados que indicaram a baixa fertilidade dos solos apresentadas na área, o que impede o nível de manejo A. No entanto, os níveis de manejo B e C podem ser aplicados, mas de forma restrita. É importante ressaltar que para esses tipos de práticas agrícolas é necessária aplicação de capital. Em síntese, a maior parte da bacia possui boas condições para pastagem e reflorestamento, entretanto, é restrita para lavoura devido a baixa fertilidade, sendo necessário o uso de técnicas agrícolas e de investimentos públicos e privados, com impedimentos da pecuária por força do ZSEE/RO

- **Relatório PIBIC – Exercício 2010/2011**

Título: ANÁLISE DA VULNERABILIDADE NATURAL À EROSÃO NA SUB-BACIA DO RIO COTIA/RO

Autor(a): Tamires Cunha de Aguiar

Orientador: Prof. Dr. Dorisvalder Dias Nunes

Co-Orientação: Geogr. MSc. Michel Watanabe, Geogr. MSc. Luiz Cleyton Holanda Lobato e Geogra. MSc. Gizele Carvalho Pinto

Status: Concluído

Resumo: Este estudo constituiu subprojeto do Projeto de Vulnerabilidade Natural à Erosão do rio Mutumparaná – Processo: 575783/2008-7, e teve por objetivo analisar os índices de vulnerabilidade à erosão da bacia do rio Cotia, sub-bacia do rio Mutumparaná a partir das variáveis: Solo, Vegetação, Geomorfologia, Pluviosidade, Geologia e Uso e Ocupação da Terra. A justificativa consistiu no fato de que esta bacia deverá sofrer influência das dinâmicas territoriais em curso na região, potencializadas pelos empreendimentos Hidroelétricos do rio Madeira. Soma-se ainda a necessidade de se identificar os setores mais vulneráveis da bacia quando consideramos o processo de expansão da pecuária, principalmente em zonas de mananciais. O índice vulnerabilidade foi definido com base no método de CREPANI *et.al.* (2001). Os índices podem variar de 1 a 3, de modo que os mais próximos do valor 1, os ambientes são caracterizados como estáveis e os valores próximos a 3, onde prevalece a morfogênese, os ambientes são definidos com instáveis. Os dados utilizados para este trabalho foram adquiridos do banco de dados do PLANAFORO (RONDÔNIA, 2001) e, quando trabalhados à luz do método proposto, indicaram que quase 50% da área da bacia do rio Cotia, a Vulnerabilidade ficou próxima da instabilidade. A cobertura vegetal ainda é um fator de estabilização do sistema. A tendência de expansão da pecuarização da bacia deve se intensificar ampliando os índices de vulnerabilidade à erosão.

- **Relatório PIBIC – Exercício 2010/2011**

Título: USO DO SIG PARA A CARACTERIZAÇÃO DO USO DA TERRA NA BACIA DO RIO COTIA – ELEMENTOS PARA O PLANEJAMENTO AMBIENTAL.

Autor(a): Wanderson Diniz Branco

Orientador: Prof. Dr. Dorisvalder Dias Nunes

Status: Concluído

Resumo: O tema abordado neste relatório referiu-se ao levantamento das tipologias do Uso e Ocupação da Terra na bacia do rio Cotia - sub-bacia do rio Mutumparaná. A área de estudo está localizada na porção oeste de Rondônia, município de Porto Velho, distrito de Mutumparaná. O objetivo desse trabalho foi o de comparar, numa série histórica de 10 anos, ou seja, de 2000 a 2009 o processo de expansão do desmatamento na área da bacia. Para avaliação da série histórica, adotou-se o Uso dos Sistemas de Informações Geográficas-SIG e a proposta metodológica do IBGE (BRASIL, 2006). Os dados foram adquiridos tanto por meio de revisão de literatura como a partir de trabalho de campo para o levantamento das tipologias de Uso e Ocupação da Terra mais atual – dados de 2010 – a fim de estabelecer algumas comparações. Os resultados indicaram que mais 60% da área da bacia têm na pecuária seu principal uso, cujas novas Dinâmicas Territoriais, oriundas dos grandes empreendimentos hidrelétricos em curso na Amazônia, particularmente na área da bacia, devem potencializar essa tendência de uso e ocupação.

- **Relatório PIBIC** – Exercício 2011/2012

Título: DETERMINAÇÃO DOS ÍNDICES DE VULNERABILIDADE E FRAGILIDADE NATURAL À EROÇÃO DA BACIA DO RIO AZUL – PORTO VELHO/RO.

Autor: Tamires Cunha de Aguiar

Orientador: Dorisvalder Dias Nunes

Co-Orientação: Geóg. Ms. Michel Watanabe

Status: em andamento

Resumo: Este estudo propõe uma comparação entre os modelos metodológicos de ROSS (1996) e CREPANI *et. al.* (2001), que visam determinar respectivamente os padrões de validação metodológica, a Fragilidade e Vulnerabilidade para o estudo da bacia do rio Azul, localizada entre o distrito de Mutumparaná e Município de Nova Mamoré em Rondônia. Nesta área destaca-se, além da grande variabilidade do relevo e do Uso e Cobertura da Terra, o forte processo de degradação em função da expressiva ocupação e exploração dos seus recursos naturais, incentivados por projetos governamentais impostos sobre a referida área. A sub-bacia do rio Azul situa-se sobre zonas de cabeceiras, exercendo portanto, importante contribuição para alimentação dos demais rios associados. Destaca-se a importância da conservação de seus recursos naturais, principalmente águas superficiais, para abastecimento de outras regiões adjacentes a esta localidade. Este estudo para comparação de métodos caracteriza-se como um instrumento com finalidade de identificar e analisar os ambientes em relação a seus diferentes níveis de susceptibilidade servindo como base para o Planejamento Ambiental. Esta análise conta com a integração de variáveis físicas determinadas pelos métodos utilizados, onde serão utilizados critérios pré-estabelecidos para aplicação dos pesos de Vulnerabilidade/Fragilidade possibilitando desta forma a elaboração de Quatro mapas sínteses. Neles estarão ilustrados Classes das Potencialidades à Erosão do Ambiente Natural e Antrópico que identificam áreas caracterizadas quanto sua susceptibilidade aos processos erosivos.

9.2 – Dissertações de Mestrado Vinculadas ao Projeto 575783/2008-7

- **Dissertação de Mestrado** – Exercício 2009/2011

Título: ANÁLISE INTEGRADA DA PAISAGEM DA BACIA DO RIO MUTUMPARANÁ

Autor(a): Michel Watanabe

Orientador: Prof. Dr. Dorisvalder Dias Nunes

Status: Concluída

Resumo: O aumento das transformações da paisagem na região amazônica tem acarretado inúmeros problemas ambientais sob a justificativa de desenvolvimento sustentável em regiões que naturalmente são bastante susceptíveis aos processos erosivos. Desse modo, são necessárias informações voltadas para as diversas variáveis ambientais a fim de compreender a dinâmica de cada região que, por sua vez, apresentam peculiaridades que são únicas no espaço e no tempo. A proposta de análise das transformações da paisagem visou o planejamento ambiental da bacia do rio Mutumparaná-RO, na qual as unidades de paisagem identificadas estão sob forte processo de degradação devido à ocupação desordenada e exploração dos recursos naturais. Em virtude de a bacia ser impactada diretamente em função dos empreendimentos hidrelétricos em curso no rio Madeira, fez-se necessário um estudo mais aprofundado referente aos aspectos físicos da região, servindo de modelo e/ou suporte para outras bacias hidrográficas que estão ou poderão vir a passar por processos similares. Para tanto, foi utilizado o método de análise da paisagem desenvolvido por George Bertrand em 1972 que, ao analisar a paisagem, congregou vários elementos físicos, além de outras variáveis, tais como: o Território e o Geossistema. Afim de quantificar o geossistema e mensurar a erosão hídrica da bacia utilizou-se a Equação Universal de Perda de Solo Revisada – EUPSR, cujos resultados apresentaram uma estimativa anual de perda de solo. Sua vantagem consistiu em apresentar uma modelagem completa, que necessita de parâmetros estatísticos e equações matemáticas que garantem relativa precisão nos resultados. Assim, para cada unidade de paisagem foram identificadas e discutidas suas características, verticalizando o estudo com ênfase no processo de degradação, possibilitando a

compreensão dos problemas decorrentes do processo de Erosão Acelerada. Este processo é a resultante de desequilíbrios causados pela sociedade no sistema natural da região. Os valores de perda de Solo por Erosão Hídrica calculados para a bacia do rio Mutumparaná foram de 0,937 ton/ha.ano, sendo aproximadamente dez vezes menor que o potencial natural de perda de solo, o que indicou que o uso da terra atual tende a ser muito prejudicial ao sistema natural local cuja tendência futura projetada poderá trazer prejuízos ambientais irreversíveis.

• **Dissertação de Mestrado – Exercício 2009/2011**

Título: FRAGILIDADE AMBIENTAL E PLANEJAMENTO NO DISTRITO DE MUTUMPARANÁ – PORTO VELHO/RO: PROBLEMAS E PERSPECTIVAS.

Autor(a): Gisele Carvalho Pinto

Orientador: Prof. Dr. Dorisvalder Dias Nunes

Status: Concluída

Resumo: O objetivo do trabalho foi o de identificar os Índices de Fragilidade Ambiental e sua sustentabilidade a partir do Uso e Ocupação da Terra, de modo a verificar sua incompatibilidade ou não com o Zoneamento Socioeconômico e Ecológico de Rondônia – ZSEE na área de estudo. Este trabalho está pautado num modelo qualitativo, direcionado para avaliar condicionantes e mecanismos que influenciam nos padrões de Fragilidade Ambiental. O modelo adotado permanece baseado na proposta metodológica de Ross (1996) e destaca o entendimento comum da inter-relação dos elementos do meio físico, a organização da sociedade e seus graus de fragilidade. Os resultados da fragilidade ambiental proporcionaram a verificação das possíveis incompatibilidades existentes e, ao mesmo tempo, possibilita a tomada de decisão centrada em parâmetros técnicos, tanto no âmbito da iniciativa pública como privada, na medida em que se constitui num importante instrumento para subsidiar ações de planejamento. Alguns problemas característicos da área foram destacados neste trabalho, com ênfase para: definição dos padrões de Média e Alta fragilidade do ambiente associados ao desmatamento desordenado; avanço da pecuária em solos caracterizados como vulneráveis; avanço populacional em áreas de Unidades de Conservação e o conflito social originado pela posse de terra. Em função de tais problemas, o trabalho procurou demonstrar com base nas mensurações e análises realizadas, que o modelo – embora com algumas imperfeições – revelou-se viável e evidenciou que o Distrito de Mutumparaná apresenta uma paisagem com alto grau de fragilidade, possibilitando a visualização de problemas futuros para população rural, principalmente no que se refere às áreas agricultáveis em função de processos erosivos potenciais. Por isso é necessária uma atenção do poder público em suas diversas esferas de execução, tanto no sentido de se antecipar aos problemas indicados, como pelo zelo no cumprimento dos instrumentos legais a exemplo do que previu o Zoneamento Sócio-Econômico e Ecológico de Rondônia.

• **Dissertação de Mestrado – Exercício 2011/2013**

Título: ANÁLISE DA DINÂMICA HIDROSEDIMENTOLÓGICA COMO SUBSÍDIO AO PLANEJAMENTO DA BACIA DO RIO MUTUMPARANÁ-RONDÔNIA.

Autor(a): Mirtilene Lopes Cruz

Orientador: Prof. Dr. Eliomar Pereira da Silva Filho

Status: Em andamento

Resumo: A presente proposta de Dissertação de Mestrado constitui o desdobramento dos estudos realizados na bacia do rio Mutumparaná desde 2009 no âmbito do projeto de pesquisa aprovado pelo CNPq – Processo 575783/2008-7. O objetivo é o de aprofundar as análises sobre as dinâmicas hidrológicas em curso na bacia a partir do desenvolvimento de estudos sobre a dinâmica hidrossedimentológica aplicando o modelo SWAT – Soil and Water Assessment Tool. Este estudo possibilitará a criação de cenários como ferramenta e subsídio ao planejamento e à gestão de bacias hidrográficas na Amazônia Sul Ocidental.

- **Dissertação de Mestrado – Exercício 2012/2014**

Título: APLICAÇÃO DE MODELAGEM HIDROGEOMORFOLÓGICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MUTUMPARANÁ.

Autor(a): Janielson da Silva Lima

Orientador: Prof. Dr. Dorisvalder Dias Nunes

Status: Em andamento

Resumo: O objetivo geral da proposta de Dissertação de Mestrado é a análise do processo Chuva-Vazão da bacia do rio Mutumparaná de tal forma a permitir a determinação dos impactos na bacia em diferentes cenários de Uso e Ocupação da Terra. A justificativa da proposta está no fato de que a bacia além de sofrer com as pressões derivadas dos empreendimentos hidroelétricos do rio Madeira, apresenta um preocupante cenário de expansão da atividade da pecuária. Espera-se como resultado identificação dos padrões hidrossedimentológicos da bacia e sua relação com a expansão do rebanho bovino.

9.3 – Teses de Doutorado Vinculadas e Apoiadas pelo Projeto CNPq – 575783/2008-7

- **Tese de Doutorado - VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL E ORDENAMENTO TERRITORIAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MUTUMPARANÁ-RO: uma leitura geográfica.**

Autora: Josélia Fontenele Batista Cabral

Orientadora: Dra. Ana Maria Muratori

Status: Em fase de defesa da Qualificação

Resumo: O objetivo do trabalho é analisar a espacialização dos produtores rurais na bacia hidrográfica do rio Mutumparaná e sua relação com a vulnerabilidade socioambiental. A partir de TRICART (1977) e de BECKER e EGLER (1997), a proposta metodológica tem como base o conceito de Ecodinâmica. Como resultados esperados pretende-se a geração de informações cartográficas que permitam avaliar a condição de vida da população em relação ao meio ambiente e análises sobre a interação destas com fatores restritivos ou impulsionadores de desenvolvimento à luz do conceito de vulnerabilidade.

- **Tese de Doutorado – Exercício 2009/2012**

Título: HIDRELÉTRICAS DO RIO MADEIRA: USO DOS RECURSOS NATURAIS E CONTRADIÇÕES SÓCIO-AMBIENTAIS

Autor(a): Maria Madalena de Aguiar Cavalcante

Orientador: Prof. Dr. Leonardo José Cordeiro Santos – UFPR

Status: Em fase de redação final da tese

Resumo: O objetivo da tese consiste em analisar os impactos da construção das usinas de Jirau e Santo Antônio sobre o ordenamento territorial no alto rio Madeira, estado de Rondônia de modo a definir áreas de fragilidade ambiental frente à ocupação e uso da terra na área de influência do reservatório. Objetiva identificar os principais agentes e estratégias de atuação no uso do território e de seus recursos naturais. O estudo aponta que a construção das usinas revela a sobreposição de interesses externos que se chocam com interesses locais principalmente no que se refere à garantia no uso múltiplo da água (priorizando a geração de energia em detrimento aos outros usos existentes), influência nos padrões de uso da terra potencializando atividades que exigem a substituição da floresta, como é o caso da pecuária em detrimento ao uso tradicional, a exemplo do cultivo na várzea e pesca contribuindo desta forma para intensificação dos impactos no ambiente somados a sua fragilidade natural.

9.4 – Bacharelado em Geografia Vinculado ao Projeto 575783/2008-7

- **Monografia de Bacharelado** – Exercício 2009

Título: AVALIAÇÃO DA EROÇÃO HÍDRICA DA BACIA DO RIO MUTUMPARANÁ – RO

Autor(a): Michel Watanabe

Orientador: Prof. Dr. Dorisvalder Dias Nunes

Status: Concluída

Resumo: O presente trabalho teve como objetivo principal avaliar a perda de solo por erosão hídrica da bacia do rio Mutumparaná, caracterizando a área de estudo quanto aos aspectos físicos. Também foram estimados os fatores de erosividade da chuva, erodibilidade do solo, o fator topográfico e de uso e cobertura da terra. As ações antrópicas que a bacia hidrográfica do rio Mutumparaná vem sofrendo, tais como: a retirada da floresta e implantação de atividades agropecuárias intensificaram o processo de erosão dos solos. Utilizou-se a metodologia da Equação Universal de Perda de Solo Revisada - EUPSR, cuja aquisição dos dados foi realizada em instituições como a Agência Nacional de Águas e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Foram caracterizados os aspectos geológicos, geomorfológicos, de vegetação, de solos, de precipitação e de aptidão agrícola. Com a aplicação da EUPSR, os índices de erosão da bacia, indicaram situações que potencializarão os processos de erosão gerando dados de grande importância para um melhor diagnóstico e soluções adequadas para o uso da região.

9.5 – Projetos de Pesquisa Aprovados a partir do Projeto 575783/2008-7

- **Projeto de Pesquisa Financiada**

Título: ANÁLISE DA DINÂMICA HÍDRICA QUALI-QUANTITATIVA PARA GESTÃO DE RISCOS AMBIENTAIS.

Coordenação: Profa. MSc. Tatiane Emílio Checchia

Pesquisadores Colaboradores: Prof. Dr. Dorisvalder D. Nunes, Prof. Dr. Eliomar P. da S. Filho.

Período: 2010-2013

Status: Em andamento

Descrição: O projeto tem como objetivo analisar os padrões da dinâmica hídrica quali-quantitativa em bacia hidrográfica na porção sul da Amazônia Ocidental visando a gestão de riscos ambientais.

Agência de Financiamento: FINEP

- **Projeto de Pesquisa Financiada**

Título: ANÁLISE DA VULNERABILIDADE NATURAL À EROÇÃO DE UMA BACIA HIDROGRÁFICA NA AMAZÔNIA SUL OCIDENTAL: O CASO DA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO.

Coordenação: Prof. Dr. Dorisvalder Dias Nunes

Pesquisadores Colaboradores: Prof. Dr. Leonardo José Cordeiro dos Santos, Profa. Dra. Adriana Cristina da Silva Nunes, Prof. MSc. Maria Madalena, Profa. MSc. Tatiane Emílio Checchia, Geogr. MSc. Luiz Cleyton Holanda Lobato, Geogr. MSc. Michel Watanabe, Geogra. MSc Gizele Carvalho Pinto.

Período: 2011-2013

Status: Em andamento

Descrição: O projeto tem como objetivo identificar, mensurar e analisar os índices de vulnerabilidade à erosão da bacia do rio São Francisco, porção sul da Amazônia Ocidental visando a gestão dos recursos hidrológicos.

Agência de Financiamento: CNPq

9.6 - Publicações de Artigos e Resumos com Pertinência no tema do Projeto durante sua vigência

Internacionais 2011:

CAVALCANTE, M. M. A.; NUNES, D.D.; SILVA, R.G.C.; LOBATO, L. C. H. Políticas Territoriais e Mobilidade Populacional na Amazônia: Contribuições sobre a área de Influência das Hidrelétricas no rio Madeira (Rondônia/Brasil). *In: Revista Confins [online], 11, posto online em 27 de Março de 2011.* URL: [HTTP://confins.revues.org/6924](http://confins.revues.org/6924)

CRUZ, M. L.; CHECCHIA, T. E.; SILVA, E. P.; NUNES, D. D.; WATANABE, M.; LIMA, J. da S. Análise dos Efeitos do Uso da Terra na qualidade da água em Micro bacia: Estudo de caso no rio Cotia – Rondônia – Brasil. *In: 4ª Reunião Científica do ORE – HYBAM – Hidrologia e Geodinâmica atual das bacias Sul Americanas – 6 a 9 de setembro de 2011 – Lima (PERU).*

CHECCHIA, T. E.; LIMA, J.; WATANABE, M.; SCHRÖDER, P.; CRUZ, M. L.; SILVA, E.; NUNES, D.D.; Estudo preliminar da Utilização de Dados de Satélite para estimar a Precipitação Média em sete pequenas e médias bacias localizadas na porção sul da Amazônia Ocidental. *In: 4ª Reunião Científica do ORE – HYBAM – Hidrologia e Geodinâmica atual das bacias Sul Americanas – 6 a 9 de setembro de 2011 – Lima (PERU).*

NUNES, D. D.; CHECCHIA, T. E.; LOBATO, L. C. H.; WATANABE, M.; CAVALCANTE, M.M.A.; AGUIAR, T.C de. Vulnerabilidade Natural à Erosão da bacia do rio Contia em Porto Velho-RO: elementos para o planejamento ambiental. *In: IX Encontro Nacional da Associação de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia – Goiânia de 08 a 12 de outubro de 2011.* (ISSN: 2175-8875).

Nacionais 2011:

NUNES, D.D.; CAVALCANTE, M.M.A.; CABRAL, J.F.; NUNES, A.C.S. Novas Configurações e Novos Desafios na Amazônia Sul Ocidental: reflexos dos grandes empreendimentos em Rondônia. *In: CAMELLO, N.D.A.; CARNIATTO, I.; PINHEIRO, Z.C; MARÇAL, M.S.:(Org.). Amazônia: recursos hídricos e diálogos socioambientais.* Curitiba-PR, Ed. CRV, 2011. 280p.

CAVALCANTE, M.M.A.; NUNES, D.D.; LOBATO, L.C.. Hidroelétricas e Impactos Ambientais: reflexões sobre o uso múltiplo da água na área de influência das usinas do rio Madeira *In: CAMELLO, N.D.A.; CARNIATTO, I.; PINHEIRO, Z.C; MARÇAL, M.S.:(Org.). Amazônia: recursos hídricos e diálogos socioambientais.* Curitiba-PR, Ed. CRV, 2011. 280p.

Internacionais 2010:

CAVALCANTE, M. M. A.; SANTOS, L. J. C.; NUNES, D. D.; LOBATO, L. C. H.; PINTO, G. C.. Impactos Ambientais ocasionados por Hidrelétricas no Alto rio Madeira/Amazônia/Brasil: abordagens sobre dimensões e temporalidades. *In: VI Seminário Latino Americano e II Seminário Ibero-Americano de Geografia Física: Sustentabilidade da Gaia; Coimbra - Portugal, 2010.*

PINTO, G.C.; NUNES, D.D.; CAVALCANTE, M.M.A.; AGUIAR, T. C. de. Aptidão Agrícola e Vulnerabilidade dos Solos do Distrito de Mutumparaná Rondônia/Brasil: Elementos para o planejamento Ambiental. In: **VI Seminário Latino-americano e II Seminário Ibero-Americano de Geografia Física: Sustentabilidade da Gaia**. Coimbra – Portugal, 2010.

CABRAL, J. F. B.; NUNES, D.D.; CAVALCANTE, M. M. A.; SILVA, R. G. C.; LOBATO, L. C. H.; LIMA, G. V. Hidrelétrica de Jirau (Porto Velho/RO) e a Vulnerabilidade Socioambiental nas áreas de Influência. In: **III Encontro Latino Americano de Ciências Sociais e Barragens**, Belém. 2010.

Nacionais 2010:

CAVALCANTE, M. M. A.; NUNES, D. D.; PINTO, G. C.; BARBOSA, D. C. C.; LOBATO, L. C. H.; CABRAL, J. F. B.; CEZARO, R. L.; LIMA, G. V. Elétricas de Jirau de Santo Antônio: Tendências Sobre o Uso da Terra e a Fragilidade do Ambiente. In: **III Encontro Latino Americano de Ciências Sociais e Barragens**, Belém. 2010.

Internacionais 2009:

PINTO, G. C.; NUNES, D. D.; ASSUNÇÃO, A. G.; BORGES, L. R. M.; WATANABE, M.; CRUZ, M. L. Avaliação da Aptidão Agrícola dos Solos do Distrito de Mutumparaná – Rondônia. In: **12º Encuentro de Geógrafos de América Latina**. Montevideo, Uruguai, 2009.

WATANABE, M.; CHECCHIA, T.; NUNES, D. D.; CAETANO, N.; PINTO, G. C.; LIMA, J.; AMARAL, J. J. EVALUATION OF HYDRICAL EROSION AT MUTUMPARANÁ BASIN-RONDONIA-BRAZIL BASED ON REVISED UNIVERSAL SOIL LOSS EQUATION. In: **8th IAHS SCIENTIFIC ASSEMBLY & 37th IAH CONGRESS**. Hyderabad, India, 2009.

Nacionais 2009:

CAVALCANTE, M. M. A.; NUNES, D. D. A Influência das Redes de Transporte e Energia no Processo de Organização e (Re) Organização Espacial na Amazônia, região do alto Madeira-Rondônia/Brasil. In: **VIII Encontro Nacional da ANPEGE, Curitiba-PR, de 28 de setembro a 02 de outubro de 2009**.

9.7 – Realização de Minicursos: SIG e Equipamentos de Monitoramento Hidrológico aplicados aos estudos de Vulnerabilidade Natural à Erosão:

- **Curso: MÉTODOS E TÉCNICAS APLICADOS AO ESTUDO DE VUNERABILIDADE AMBIENTAL**

Data: 27 a 28 de abril de 2010

Carga Horária: 20 horas

Local: Sala Josué de Castro – Bloco 1N – Mestrado de Geografia – Campus UNIR/Porto Velho

Promoção: Mestrado de Geografia / Laboratório de Geografia e Planejamento Ambiental e CNPq.

Palestrante: Prof. Dr. Leonardo José Cordeiro dos Santos

- **Curso:** TREINAMENTO DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO PREVENTIVA DA SONDA TROLL 9500/ANÁLISE MULTIPARÊMETRO.

Data: 25 de fevereiro de 2010

Carga Horária: 7 horas

Local: Dependências do LABOGEOPA – UNIR, Campus Porto Velho, Bloco 1N

Promoção: LABOGEOPA/CLEAN ENVIRONMENT

Palestrante: Sr. Cristiano. A. Leonardo, Gerente de Vendas Técnicas – Hidrologia, Clean Environment Brasil – Produtos e Tecnologias para o Meio Ambiente



Fig. 23 – Atividade de Treinamento da Sonda Troll 9.500 – Clean Environmental
Fotos 1 e 2 – Dorisvalder Dias Nunes

9.8 – Palestras e Exposição de Banner vinculados ao tema do Projeto 575783/2008-7

- **Título:** VULNERABILIDADE E AS NOVAS DINÂMICAS TERRITORIAIS NA AMAZÔNIA SUL OCIDENTAL: O CASO DA BACIA DO RIO MUTUMPARANÁ.

Data: 17, 18 e 19 de novembro de 2010

Local: Auditório do SIPAM-Porto Velho

Promoção: Projeto Amazon_COOP_H2O – WorKshopProsul / SIPAM-Porto Velho

Palestrante: Prof. Dr. Dorisvalder Dias Nunes

- **Título:** VULNERABILIDADE NATURAL À EROSÃO DA BACIA DO RIO MUTUMPARANÁ-PORTO VELHO/RO: APLICAÇÕES NO ENSINO MÉDIO.

Data: 10 de novembro de 2011.

Local: Faculdade de Tecnologia de Porto Velho - FATEC

Promoção: Palestra Proferida aos professores do ensino médio participantes do Ciclo de Estudos Regionais: Ensino e Pesquisa de Geografia e História de Rondônia – SEDUC/RO

Palestrante: Prof. Dr. Dorisvalder Dias Nunes

- **Título:** Novas Configurações e Novos Desafios na Amazônia Sul Ocidental: Reflexos dos Grandes Empreendimentos em Rondônia

Data: 27/05/2011

Local: Auditório da Faculdade de Rolim de Moura – RO

Promoção: Palestra proferida no I Simpósio de Recursos Hídricos da Zona da Mata – RO: diálogo socioambiental em prol das águas da zona da mata

Palestrante: Prof. Dr. Dorisvalder Dias Nunes

- **Título:** HIDROELÉTRICAS E IMPACTOS AMBIENTAIS: REFLEXÕES SOBRE O USO MÚLTIPLO DA ÁGUA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DAS USINAS DO MADEIRA.

Data: 27/05/2011

Local: Auditório da Faculdade de Rolim de Moura – RO

Promoção: Palestra proferida no I Simpósio de Recursos Hídricos da Zona da Mata – RO: diálogo socioambiental em prol das águas da zona da mata

Palestrante: Profa. MSc. Maria Madalena de Aguiar Cavalcante

- **Título:** ELABORAÇÃO DE MAPAS DE VULNERABILIDADE AMBIENTAL COM USO DE GEOPROCESSAMENTO: POSSIBILIDADES DE APLICAÇÕES NA ESCOLA.

Data: 10 de novembro de 2011.

Local: Faculdade de Tecnologia de Porto Velho - FATEC

Promoção: Palestra Proferida aos professores do ensino médio participantes do Ciclo de Estudos Regionais: Ensino e Pesquisa de Geografia e História de Rondônia – SEDUC/RO

Palestrante: Geogr. MSc. Michel Watanabe

- **Título:** HIDRELÉTRICAS DO RIO MADEIRA E IMPACTOS TERRITORIAIS: ANÁLISE SOBRE AS TENDÊNCIAS NO USO DA TERRA E A FRAGILIDADE AMBIENTAL.

Data: 15 e 16 de novembro de 2011.

Local: Auditório do Tribunal de Contas de Rondônia

Promoção: Apresentação de Banner no Seminário Pré-Cheia 2012 – “Adaptação às Novas Dinâmicas dos rios na Amazônia Ocidental Sul”. Promovido pelo Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia – CENSIPAM.

Expositora: Profa. MSc. Maria Madalena de Aguiar Cavalcante

APÊNDICE I

Composição de Fotos da bacia do rio Mutumparaná indicando as alterações na coloração da água em função das atividades de pecuária e desmatamento das zonas de mananciais e margens dos igarapés.



2ª expedição



3ª expedição



4ª expedição



3ª expedição

Fig. 24 – Alterações observadas na coloração da água resultado do desmatamento das margens dos rios na bacia do Mutumparaná.
Fonte: Fotos do acervo do LABOGEOPA. Expedições realizadas no ano de 2010 na sub-bacia do rio Cotia-PVH/RO.