

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Amazônia Oriental
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Governo do Estado do Pará
Secretaria de Estado de Projetos Estratégicos
Programa Pará rural

ZEE

**ZONEAMENTO
ECOLÓGICO-ECONÔMICO
DA ZONA OESTE DO
ESTADO DO PARÁ**

Gestão territorial - diretrizes de uso e ocupação



Volume 2

Adriano Venturieri
Marcílio de Abreu Monteiro
Carmen Roseli Caldas Menezes
Editores Técnicos

Embrapa Amazônia Oriental
Belém, PA
2010



Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Amazônia Oriental

Tv. Dr. Enéas Pinheiro, s/n.
Caixa Postal 48.
CEP 66095-100 - Belém, PA.
Fone: (91) 3204-1000
Fax: (91) 3276-9845
www.cpatu.embrapa.br
sac@cpatu.embrapa.br

Governo do Estado do Pará

Secretaria de Estado de Projetos Estratégicos
Núcleo de Gerenciamento do Programa Pará Rural
Rua dos Mundurucus, 2313 - Batista Campos.
CEP 66.035-360 - Belém, PA.
Fone: (91) 3230-4942 • Fax: (91) 3230-4982
E-mail: ngpr@ngpr.pa.gov.br

Supervisão gráfica

Williams B. Cordovil

Revisão de texto

Carmem Lucia de Oliveira Pereira

Projeto Gráfico, capa e diagramação

Williams B. Cordovil

1ª edição

1ª impressão (2004): 3.000 exemplares

Obs.: As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e de inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos Direitos Autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Amazônia Oriental

Zoneamento ecológico-econômico da Zona Oeste do Estado do Pará / editores técnicos, Adriano Venturieri, Márcilio de Abreu Monteiro, Carmen Roseli Caldas Menezes. - Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2010.

306p. :il.; 21x30 cm.

Conteúdo: v. 1. Diagnóstico socioambiental - v. 2. Gestão territorial - diretrizes de uso e ocupação.

ISBN 978-85-87690-89-0 (v. 1). - ISBN 978-85-87690-90-6 (v. 2)

1. Zoneamento ecológico - Pará - Amazônia - Brasil. 2. Políticas públicas. 3. Recurso natural. 4. Meio ambiente. I. Venturieri, Adriano, ed. II. Monteiro, Márcilio de Abreu, ed. III. Menezes, Carmen Roseli Caldas, ed.

CDD 333.7

ZEE



**ZONEAMENTO
ECOLÓGICO-ECONÔMICO
DA ZONA OESTE DO
ESTADO DO PARÁ**

Capítulo **3**

Vulnerabilidade Natural à Erosão

Claudio Fabien Szlafsztein; Marcelo Thales;
Nelson Matos Serruya; Adriano Venturieri.

ISBN 978-85-87690-90-6



Vulnerabilidade Natural à Erosão

Claudio Fabien Szlafsztein; Marcelo Thales;
Nelson Matos Serruya; Adriano Venturieri.

Introdução

O conceito de vulnerabilidade/estabilidade natural, adotado para este estudo, corresponde à relação da resposta de uma determinada área ante os processos erosivos, principalmente dos solos, avaliada de acordo com suas propriedades físico-naturais. O índice de vulnerabilidade é o inverso do grau de estabilidade.

Dessa forma, o índice de vulnerabilidade à perda de solos é subsidiado por parâmetros físicos e biológicos, aspectos geológicos, tipo de solo, formas de relevo, clima e vegetação.

Seus resultados se encontram no mapa-síntese da vulnerabilidade natural, que indica a capacidade de suporte às intervenções antrópicas.

Metodologia

A metodologia para a execução do mapa de vulnerabilidade/estabilidade natural está baseada no “Conceito de Ecodinâmica” (Tricart, 1977), que analisa a relação entre a pedogênese e a morfogênese e a utilização de imagens TM-LANDSAT (Crepani et al., 1996).

Os mapas de geologia, geomorfologia, pedologia, cobertura vegetal e dados climatológicos da região subsidiaram as mudanças efetuadas, quando da elaboração do mapa de vulnerabilidade natural. Atualizaram-se esses mapas por interpretação de imagens de sensoriamento remoto e análise das informações temáticas auxiliares preexistentes.

Desse modo, ponderou-se o grau de participação das diversas unidades cartográficas na estabilidade da paisagem, atribuindo-se valores à vulnerabilidade entre 1 e 3 (intervalos de 0,1) para cada unidade de paisagem. A interseção dessas informações gráficas e numéricas permitiu a elaboração do mapa de vulnerabilidade natural à erosão, em escala 1: 500.000.

As Diversas Temáticas

Unidade homogênea de paisagem é a entidade geográfica que contém atributos ambientais, os quais possibilitam a sua diferenciação das suas vizinhas, ao mesmo tempo em que possui vínculos dinâmicos que a articulam a uma complexa rede integrada por outras unidades territoriais.

Para se analisar uma unidade de paisagem natural, faz-se necessário o conhecimento de sua gênese, constituição física, forma e estágio de evolução, bem como o tipo de cobertura vegetal, que são fornecidos por meio de estudos de geologia, geomorfologia, pedologia e fitoecologia, que precisam ser integradas para que se tenha um retrato fiel do comportamento de cada unidade.

Por outro lado, necessita-se da climatologia para conhecer as características da precipitação e temperatura da região onde se localiza uma unidade de paisagem, a fim de que se estabeleçam medidas preventivas para as decorrências das alterações impostas pela ocupação humana.

Na grande maioria dos casos, faz-se a análise morfodinâmica das unidades de paisagem natural a partir dos princípios da ecodinâmica, estabelecendo uma relação direta entre os processos de morfogênese/pedogênese e a estabilidade das paisagens. A preponderância da morfogênese é diretamente proporcional à intensidade dos processos erosivos modificadores das formas de relevo. Por outro lado, o domínio da pedogênese acompanha formação dos residuais.

A tabela 1 apresenta a classificação da estabilidade, tendo em vista o conceito ecodinâmico de Tricart (1977 e 1992).

Tabela 1. Relação pedogênese x morfogênese

Unidade	Relação Morfogênese/Pedogênese	Valor
Estável	Prevalece a Pedogênese	1
Intermediária	Equilíbrio Pedogênese / Morfogênese	2
Instável	Prevalece a Morfogênese	3

Com base nessa relação, calcular-se-á a influência dos componentes (geologia, geomorfologia, pedologia, clima e fitoecologia) no contexto da vulnerabilidade das unidades de paisagem natural.

A geologia informa sobre a evolução do ambiente geológico, considerando-se a geotectônica e a geologia estrutural, e o grau de coesão das rochas, de acordo com o conhecimento mineralógico e petrográfico/petroológico.

A geomorfologia releva as características morfológicas (aspectos descritivos do terreno, como sua forma e aparência) e morfométricas da paisagem, permitindo a quantificação empírica da energia potencial disponível para o escoamento superficial das águas - responsável pelo transporte dos materiais que modelam as formas de relevo-, dos processos erosivos e acumulativos.

A pedologia informa sobre a maturidade dos solos (grau de pedogênese), indicando se há predomínio dos processos erosivos da morfogênese (solos jovens e pouco desenvolvidos) ou se as condições de estabilidade levam à prevalência dos processos de pedogênese (solos maduros, lixiviados e bem desenvolvidos). A resistência do solo ao processo de erosão depende do tipo de solo, de suas características físicas como, textura, estrutura, porosidade, permeabilidade, profundidade, pedregosidade e fertilidade;

A cobertura vegetal, fruto da sua exuberância e quantidade da massa foliar, representa a defesa da unidade de paisagem contra os efeitos dos processos modificadores das formas de relevo. A proteção vegetal da paisagem ocorre de diversas maneiras: evita o impacto das gotas de chuva, impede a compactação dos solos, aumenta a capacidade de infiltração, fornece suporte à vida silvestre e retarda o ingresso das águas provenientes das precipitações nas correntes de drenagem.

Finalmente, em função da relação existente entre a estabilidade da paisagem e os processos de erosão dos solos por escoamento superficial, os dados referentes a pluviosidade anual e à duração do período chuvoso são importantes para a quantificação empírica do grau de risco ao qual se submete uma unidade de paisagem.

Dessa maneira, de acordo com a susceptibilidade à erosão, dividiram-se os componentes físicos de paisagem natural em: muito resistente; moderadamente resistente e pouco resistente; desfavorável à erosão; moderadamente favorável à erosão e favorável à erosão.

Mapa de Vulnerabilidade Natural à Erosão

Na elaboração da carta de vulnerabilidade natural à erosão, desenvolveram-se as seguintes atividades:

1º) Pesquisa documental sobre os componentes do meio físico-biótico: geologia, geomorfologia, hidroclimatologia, pedologia, vegetação e biodiversidade, além do estado legal e do uso e ocupação do território em análise;

2º) Consistência dos dados e complementação das informações temáticas, através de trabalhos de campo e análises laboratoriais;

3º) Atribuição de valores de vulnerabilidade natural a cada unidade ambiental, a partir da média aritmética da capacidade de suporte de cada um dos cinco principais componentes do meio físico-biótico: geologia, geomorfologia, solos, vegetação, fitoecologia e climatologia. Subsidiaram esses trabalhos os mapas temáticos (escala 1:250.000) elaborados, dentre outros, pela Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (EMBRAPA), Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), com seus respectivos relatórios.

Mapa Preliminar das Unidades de Paisagem Natural

Define-se uma unidade de paisagem natural por seus constituintes rochosos (geologia), solo (pedologia), morfologia do terreno (geomorfologia), cobertura vegetal (vegetação e/ou uso da terra) e finalmente, pelo clima da região (climatologia).

Nesse sentido, determinar a vulnerabilidade natural, ou seja, a susceptibilidade de instalação de processos de degradação do ambiente, com vistas, sobretudo à perda de solos, consiste em avaliar-se a capacidade de suporte, ou contribuição de cada um desses elementos para a manutenção das condições de equilíbrio ambiental. Com esse objetivo, foram consultados diversos especialistas para construir as tabelas 2, 3, 4, 5 e 6, que apresentam a tipologia das condições naturais, designando pesos de vulnerabilidade a cada unidade cartográfica dos mapas temáticos. Dessa forma, procurou-se padronizar e estabelecer um roteiro metodológico único para a confecção do mapa de unidades de paisagem natural.

Tabela 2. Notas de vulnerabilidade atribuídas clima (Climatologia).

Precipitação Média Anual (Mm)	Peso	Vulnerabilidade
Região de Baixo Amazonas	2,0	52,38
Região de Tapajós	2,0	52,38
Região de Xingu	1,5	28,57
Região de Teles Pires	2,5	76,19
Região de Jamanxin	2,5	76,19

Tabela 3. Notas de vulnerabilidade atribuídas ao substrato rochoso (Geologia).

Unidade	Peso	Vulnerabilidade
Anfibolito Itatá	1,3	19,04
Anortosito Jutaí	1,2	14,28
Charnockito Bacajá	1,9	47,61
Cobertura Detrítica – Lateríticas	3,0	100
Cobertura Detrítico Laterítico Com Concreções Ferruginosas	2,7	85,71
Cobertura Detrítico Laterítico Ferruginoso	3,0	100
Complexo Cuiú-Cuiú	1,5	28,57
Complexo Xingu	1,9	47,61
Depósitos Aluvionares Recentes	3,0	100
Diabásio Crepori	1,4	23,80
Diabásio Penatecaua	2,4	71,43
Diques de Diabásio Indiferenciados	2,4	71,43
Enderbito Cajazeiras	1,8	42,85
Formação Alter do Chão	3,0	100
Formação Aruri -	1,3	19,04
Formação Bom Jardim	1,6	33,33
Formação Borrachudo	2,7	85,71
Formação Buiuçú	2,7	85,71
Formação Capoeiras	2,7	85,71
Formação Castelo dos Sonhos	1,9	47,61
Formação Ererê	2,7	85,71
Formação Igarapé Ipixuna	2,7	85,71
Formação Itaituba	2,8	90,47
Formação Maecuru, Membro Lontra.	2,7	85,71
Formação Monte Alegre	2,7	85,71
Formação Nova Olinda	2,8	90,47
Formação Novo Progresso	2,7	85,71
Formação Salustiano	1,0	4,76
Formação São Manuel	2,7	85,71
Gabro Serra Comprida	1,2	14,28
Granito Carroçal	1,1	9,52
Granito Pepita	1,1	9,52
Granito Porquinho	1,1	9,52
Granitóide Bacajá	1,1	9,52
Granitóide Felício Turvo	1,1	9,52
Granodiorito Oca	1,1	9,52
Grupo Beneficente	2,8	90,47
Grupo Colider	1,3	19,04
Grupo Curuá Indiviso	2,7	85,71
Grupo Iriri Indiviso	1,0	4,76
Grupo Jacareacanga Quartzito	2,4	71,43
Grupo Jacareacanga Xisto	2,2	61,90
Grupo Misteriosa	2,0	52,38
Grupo São Manuel	1,8	42,85
Grupo Trombetas	2,7	85,71
Kinzigito Ipiaçava	1,9	47,61
Mica Xisto Bacajá	2,0	52,38
Monzogranito João Jorge	1,1	9,52
Olivina Gabro Rio Novo	1,2	19,04
Paleozóico Indiferenciado	2,7	85,71
Piriclasito Rio Preto	1,3	19,04
Quartzo-Monzogabro Igarapé Jenipapo	1,1	9,52
Suíte Granulítica Direita	1,8	42,85
Suíte Intrusiva Cachoeira Seca	1,1	9,52

Tabela 3. Notas de vulnerabilidade atribuídas ao substrato rochoso (Geologia). (Cont.)

Unidade	Peso	Vulnerabilidade
Suíte Intrusiva Creporização	1,1	9,52
Suíte Intrusiva Ingarana	1,1	9,52
Suíte Intrusiva Maloquinha	1,1	9,52
Suíte Intrusiva Parauari	1,1	9,52
Suíte Intrusiva Teles Pires	1,4	24,80
Suíte Intrusiva Tropas	1,4	24,80
Terraços Fluviais	3,0	100

Tabela 4. Notas de vulnerabilidade, atribuídas aos diversos modelados de terreno (Geomorfologia).

Unidade	Peso	Vulnerabilidade
Chapadas do Cachimbo	1,3	19,04
Depressão do Bacajá	1,3	19,04
Depressão do Jamanxin - Xingu	1,3	19,04
Depressão Interplanáltica Juruena — Teles Pires	1,3	19,04
Depressão do Madeira - Canumã	1,3	19,04
Depressão do Abacaxis -Tapajós	1,4	23,80
Patamar Dissecado dos Apicás	1,5	28,57
Patamares do Tapajós	1,3	19,04
Planalto do Rio Cupari	1,3	19,04
Planalto do Tapajós	1,5	28,57
Planalto do Tapajós - Xingu	1,3	19,04
Planalto dos Apicás - Sucunduri	1,3	19,04
Planalto Meridional da Bacia Sedimentar do Amazonas	1,4	23,80
Planaltos Residuais do sul do Pará	2,2	61,90
Planície Amazônica	1	4,76
Serras do Cachimbo	1,8	42,85
Tabuleiros do Xingu - Tocantins	1,4	23,80
Planalto do Parauari - Tropas	1,4	23,80
Planalto do Crepori	1,8	42,85
Patamar Dissecado do Xingu - Pacajazinho	1,4	23,80

Tabela 5. Notas de vulnerabilidade atribuídas aos diversos tipos de solos (Pedologia).

Descrição	Peso	Vulnerabilidade
Espodossolo Ferrohumílico	2,9	95,23
Gleissolo Háptico Distrófico	2,9	95,23
Latossolo Amarelo	1,3	19,04
Latossolo Vermelho	1,2	14,28
Latossolo Vermelho- Amarelo	1,2	14,28
Neossolo Flúvico Distrófico	2,9	95,23
Neossolo Litólico	2,9	95,23
Neossolo Quatzarénico	2,9	95,23
Neossolo Quatzarénico Hidromórfico	2,9	95,23
Nitossolo Vermelho	1,5	28,57
Plintossolo Háptico Distrófico	2,7	85,71
Plintossolo Háptico Eutrófico	2,7	85,71

Tabela 6. Notas de vulnerabilidade atribuídas aos diversos tipos de coberturas vegetais (Vegetação).

Unidade	Peso	Vulnerabilidade
Campinarana Florestada	1.4	42,85
Campinarana Florestada sem palmeiras	1.4	42,85
Campinarana Gramíneo - lenhosa sem palmeiras	2.7	85,71
Culturas Cíclicas	3.0	100
Floresta Estacional Decidual Submontana Dossel emergente	2.2	61,90
Floresta Estacional Semidecidual Submontana	1.6	33,33
Floresta Estacional Semidecidual Submontana Dossel emergente	1.6	33,33
Floresta Ombrófila Aberta Submontana	1.2	14,28
Floresta Ombrófila Aberta Submontana com cipós	1.2	14,28
Floresta Ombrófila Aberta Submontana com palmeiras	1.2	14,28
Floresta Ombrófila Aberta Terras Baixas com palmeiras	1.2	14,28
Floresta Ombrófila Densa Aluvial	1.0	4,76
Floresta Ombrófila Densa Aluvial Dossel emergente	1.0	4,76
Floresta Ombrófila Densa Aluvial Dossel uniforme	1.0	4,76
Floresta Ombrófila Densa Submontana	1.0	4,76
Floresta Ombrófila Densa Submontana Dossel emergente	1.0	4,76
Floresta Ombrófila Densa Submontana Dossel uniforme	1.0	4,76
Floresta Ombrófila Densa Terras Baixas	1.0	4,76
Floresta Ombrófila Densa Terras Baixas Dossel emergente	1.0	4,76
Floresta Ombrófila Densa Terras Baixas Dossel uniforme	1.0	4,76
Formações Pioneiras com influência fluvial e/ou lacustre - arbustiva com palmeiras	1,5	28,57
Formações Pioneiras com influência fluvial e/ou lacustre- herbácea sem palmeiras	1.4	42,85
Refúgio Vegetacional Montano herbácea	2.7	85,71
Savana Arborizada sem floresta-de-galeria	1.7	38,04
Savana Florestada	1.8	42,85
Savana Gramíneo-Lenhosa sem floresta-de-galeria	2.7	85,71
Savana Parque com floresta-de-galeria	2.2	61,90

A avaliação baseou-se em experiências passadas, em outros estudos semelhantes, na Amazônia. Dessa forma, adotou-se 21 classes de vulnerabilidade à erosão, com situações de predomínio dos processos de pedogênese (às quais se atribuem valores próximos a 1,0), passando-se a estágios intermediários (onde se atribuem valores ao redor de 2,0) e de maior influência dos processos de morfogênese (que correspondem aos valores próximos de 3,0).

As razões da adoção desses limites numéricos e o número de estágio jazem no histórico do desenvolvimento da metodologia, mas para que o “sistema classificatório”, ou de enquadramento possa ser mais bem percebido pelos menos afeitos à técnica, ao final procedeu-se à normalização dos resultados, em que os pesos ou graus de vulnerabilidade estão distribuídos entre 0 e 100%.

A observação das unidades dos mapas temáticos e suas notas de vulnerabilidade permitem constatar o seguinte:

1º) Os pesos das vulnerabilidades temáticas ou intervalos de variação são muito amplos e variam entre 1 a 3, exceto no caso do clima, pouco variável e circunscreve uma amplitude igual a apenas uma unidade (de 1,5 a 2,5), ou seja, 10 degraus numa escala de 21 intervalos (1,0; 1,1; 1,2; 2,0; 2,1; 2,2; 2,5; 3,0).

2º) Com respeito ao clima, 80% das unidades de paisagem situam-se numa posição vulnerabilidade superior a 2,0; com respeito aos solos a proporção é de 66%; ao substrato rochoso é de 50%; e de apenas 5% em relação ao modelado do terreno. Deve-se ressaltar que a avaliação da vulnerabilidade de cada paisagem é calculada pela média simples de cada um dos seus 05 componentes.

Para cada unidade de paisagem natural, calculou-se o valor do índice de vulnerabilidade natural, pela média simples dos valores de vulnerabilidade atribuídos a cada um dos cinco componentes da paisagem natural, lembrando que às paisagens naturais atribuir-se-iam valores de 1 a 3 numa escala com 21 intervalos, em que os valores mais próximos a 1 expressam maior estabilidade e os mais próximos a 3, maior vulnerabilidade.

Todas as unidades de paisagem natural analisadas enquadraram-se em 19 graus de vulnerabilidade (das 21 possíveis), com valores agrupados entre os intervalos 1.0 a 2.8 (Tabela 7). Designou-se uma cor característica para todos os intervalos de vulnerabilidade, dentro de uma escala cromática, com extremos no vermelho para as mais vulneráveis e azul para as mais estáveis.

Realizou-se, posteriormente, reagrupamento das paisagens naturais segundo classes de vulnerabilidade, objetivando-se facilitar a leitura da cartografia da vulnerabilidade: Classe Vulnerável (valores entre 2.6 e 3.0, ou 81 a 100%); Classe Moderadamente Vulnerável (valores entre 2.2 e 2.5,

ou 62 – 76%); Classe Moderadamente Estável/Vulnerável (valores entre 1.7 e 2.1, ou 38 - 57%); Classe Moderadamente Estável (valores entre 1.2 e 1.6, ou 14 – 33%) e Classe Estável (valores entre 1.0 e 1.1, 5 – 10%) (tabela 8).

A área analisada apresenta cerca de 95% das unidades de paisagem pertencente às classes moderadamente estável (31,99%) e moderadamente estável/vulnerável (62,69%) - (Figura 1).

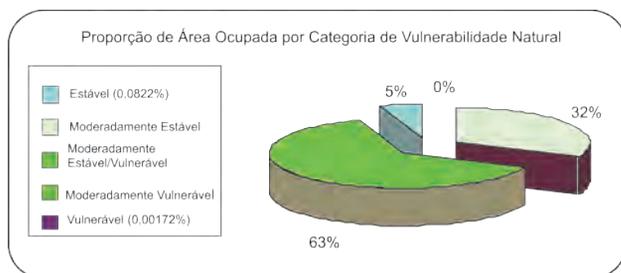


Figura 1. Distribuição dos valores das notas de vulnerabilidade segundo componentes ambientais.

Cabe ressaltar que somente algumas poucas áreas foram avaliadas na classe de máxima estabilidade ou “estável” e que não se registraram unidades pertencentes à classe de extrema de vulnerabilidade - “vulnerável”.

Considerando-se a distribuição espacial dos grupos de vulnerabilidade, observa-se, na sub-região da calha do rio Amazonas que predominam áreas classificadas moderadamente estáveis/ vulneráveis, destacando-se áreas moderadamente vulneráveis na planície fluvial e ilhas do grande rio (Figura 2).

Tabela 7. Classificação das diferentes unidades homogêneas de paisagem, em cada um dos 21 graus de vulnerabilidade.

CLASSE	VULNERABILIDADE		
	Valores médios	Área km ²	Porcentagem da área total %
Estável	1.0	184,55	0,06
	1.1	80,71	0,03
	1.2	1.094,92	0,34
	1.3	7.187,54	2,23
Moderadamente	1.4	27.768,89	8,61
	1.5	19.327,02	5,99
	1.6	47.774,99	14,82
	1.7	80.158,15	24,86
Moderadamente Estável / Vulnerável	1.8	38.208,03	11,85
	1.9	39.018,34	12,1
	2.0	30.271,06	9,39
	2.1	14.480,13	4,49
	2.2	10.815,62	3,35
Moderadamente Vulnerável	2.3	5.296,82	1,64
	2.4	755,29	0,23
	2.5	4,37	0
	2.6	1,9	0
Vulnerável	2.7	3,34	0
	2.8	0,3	0
	2.9	0	0
	3.0	0	0

Tabela 8: Classificação das diferentes unidades homogêneas em cada uma das 05 Classes de Vulnerabilidade e a superfície (km²) que ocupam.

CLASSE	Valores	Área km ²
Estável	1.0	8.547,72
	1.1	
	1.2	
	1.3	
Moderadamente Estável	1.4	175.029,05
	1.5	
	1.6	
	1.7	
	1.8	
Moderadamente Estável / Vulnerável	1.8	132.793,18
	1.9	
	2.0	
	2.1	
	2.2	
	2.3	
Moderadamente Vulnerável	2.3	6.058,38
	2.4	
	2.5	
	2.6	
Vulnerável	2.7	3,64
	2.8	
	2.9	
	3.0	

Na sub-região do vale do rio Jamanxin, existe uma predominância de áreas consideradas moderadamente estáveis; observando-se áreas moderadamente estáveis/vulneráveis na porção meridional e nas áreas antropizadas (Figura 3).

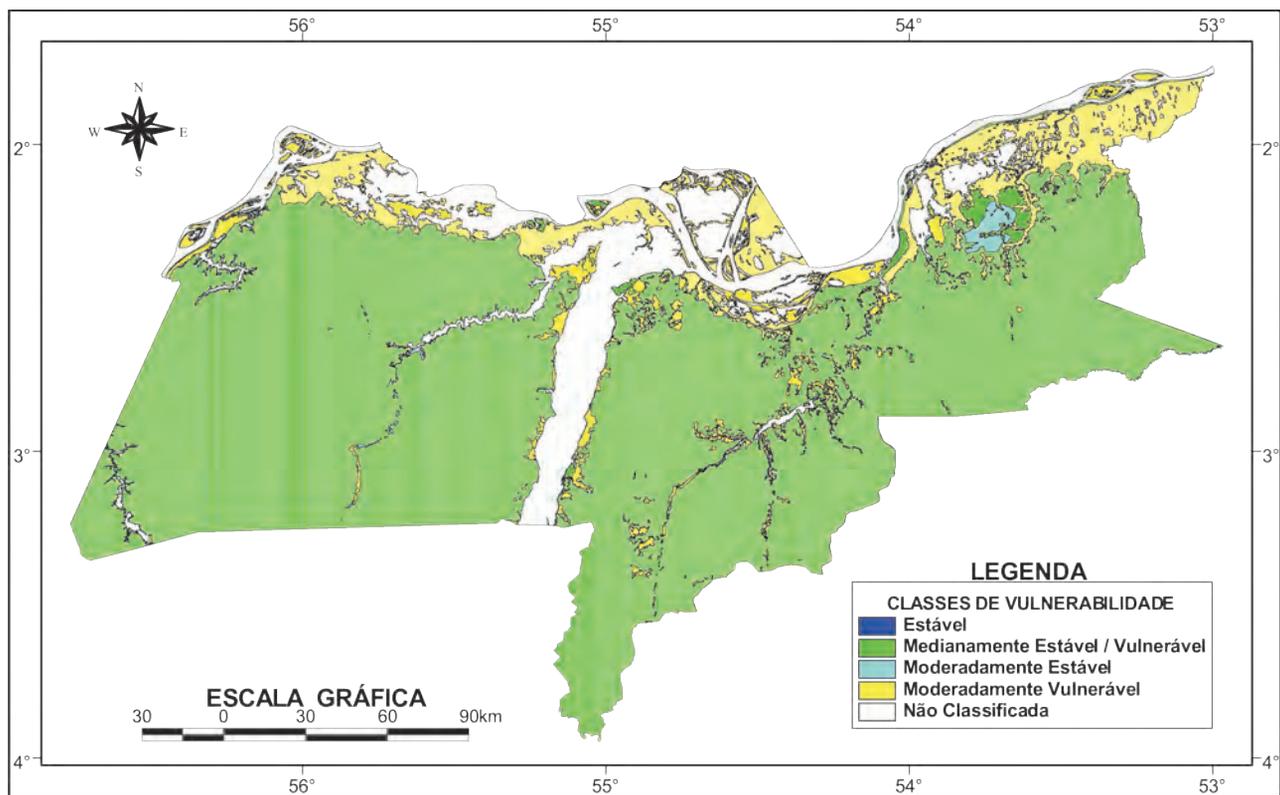


Figura 2. Vulnerabilidade natural na sub-região da Calha do Rio Amazonas.

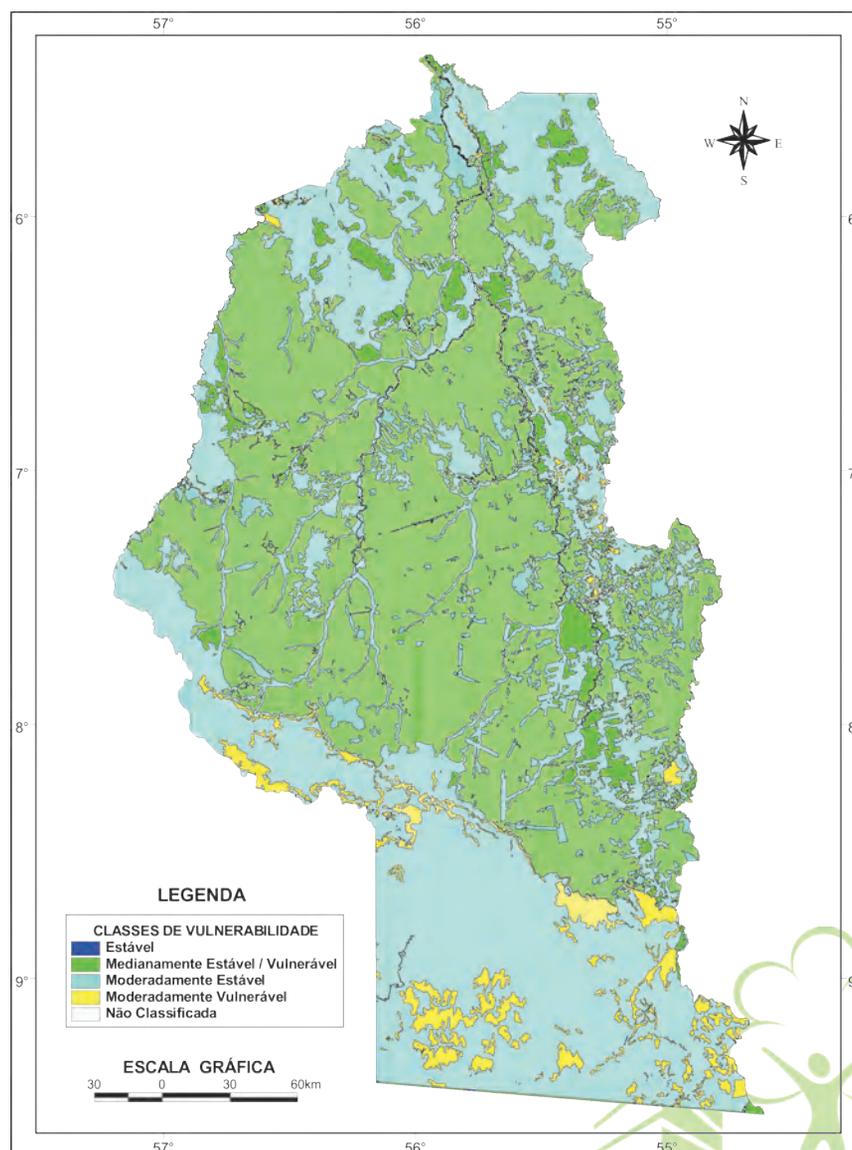


Figura 3. Vulnerabilidade natural na sub-região do Vale do Rio Jamanxin.

No Médio e Baixo Tapajós e na sub-região Transamazônica Oriental observa-se alternância entre unidades moderadamente estáveis e moderadamente estáveis/vulneráveis,

destacando-se áreas moderadamente vulneráveis próximas a áreas urbanas ou de alta intensidade de atividades antrópicas (Figura 4 A e B).

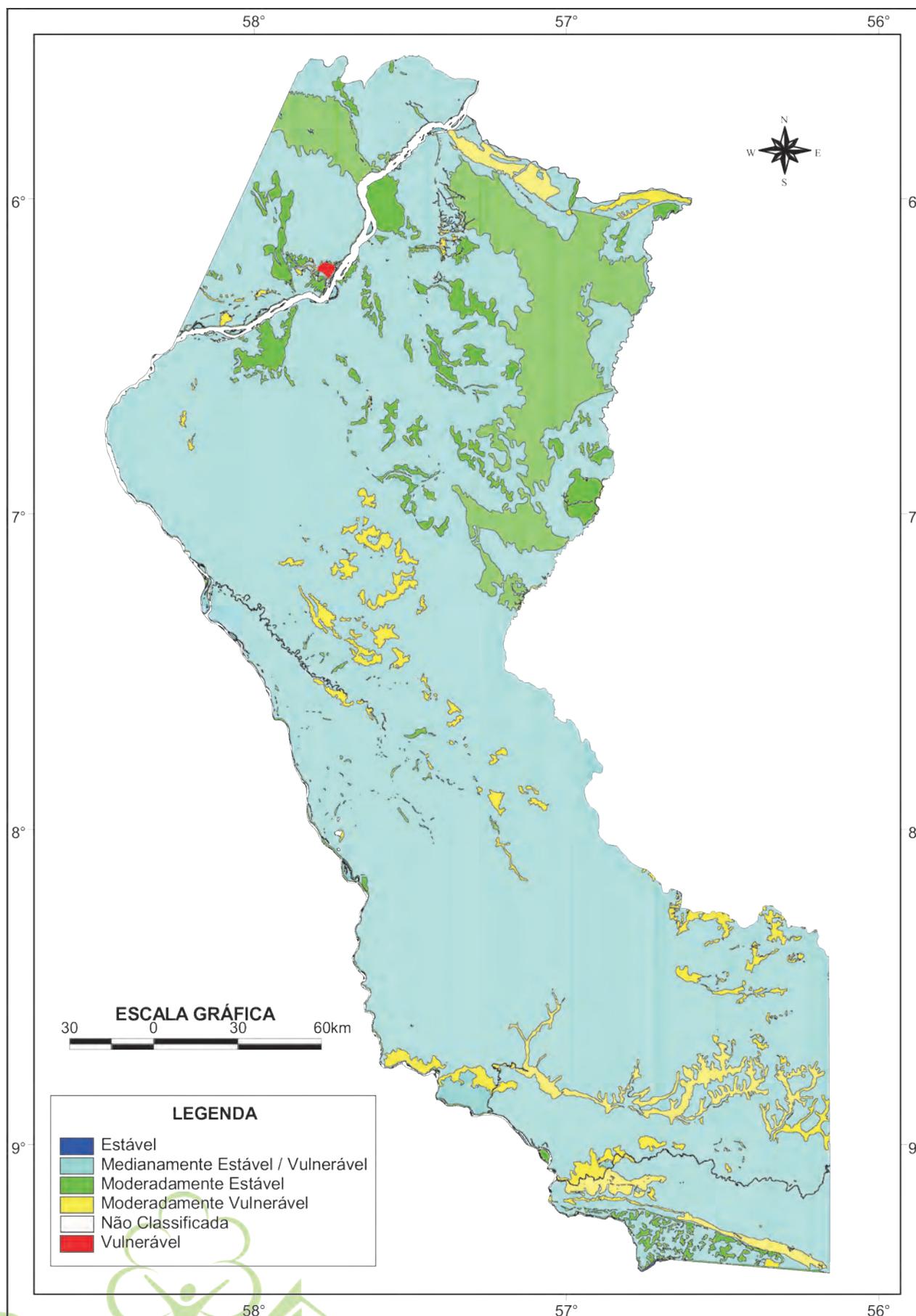


Figura 4 A. Vulnerabilidade natural na sub-região do Baixo e Médio Tapajós.

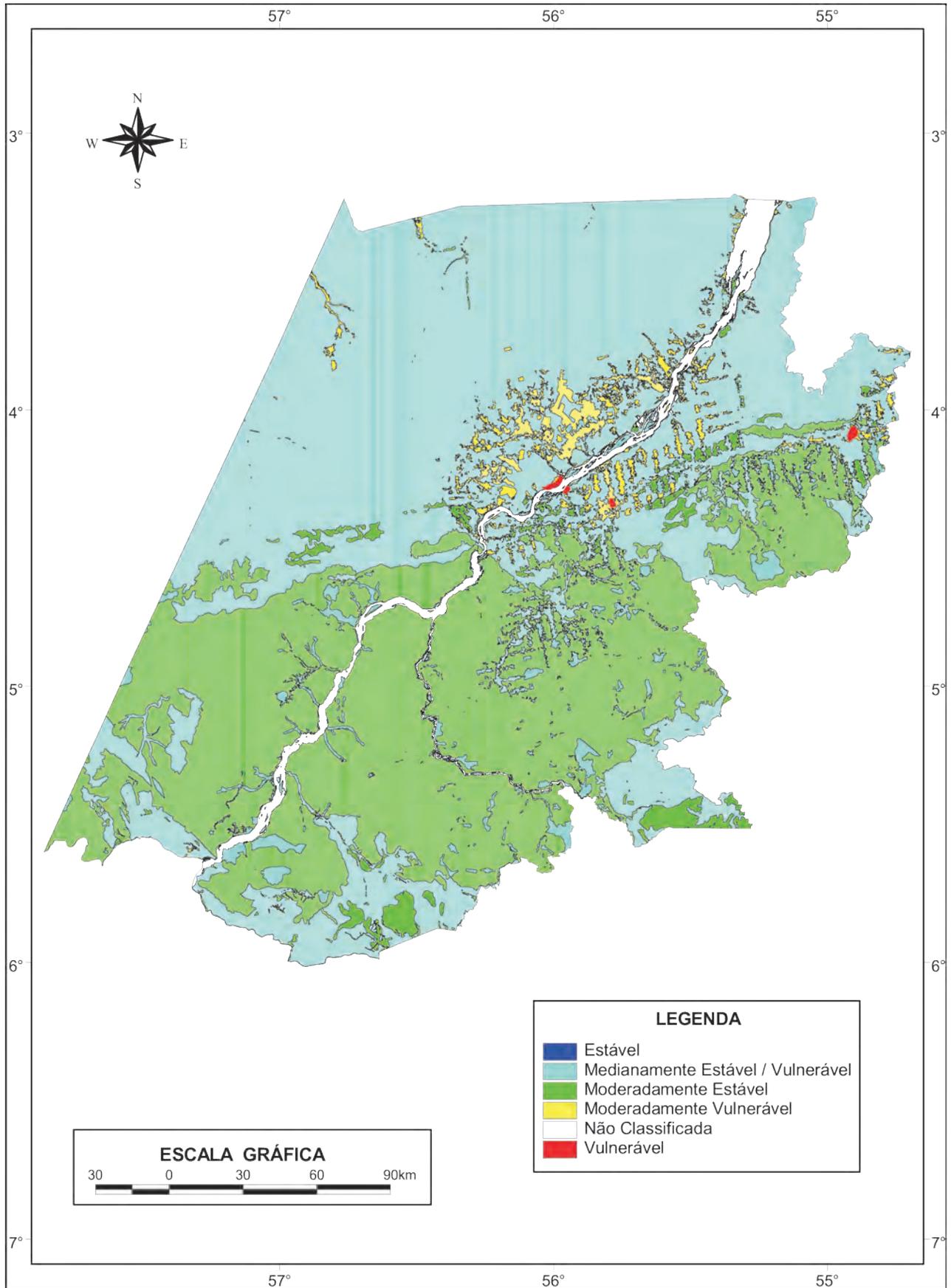
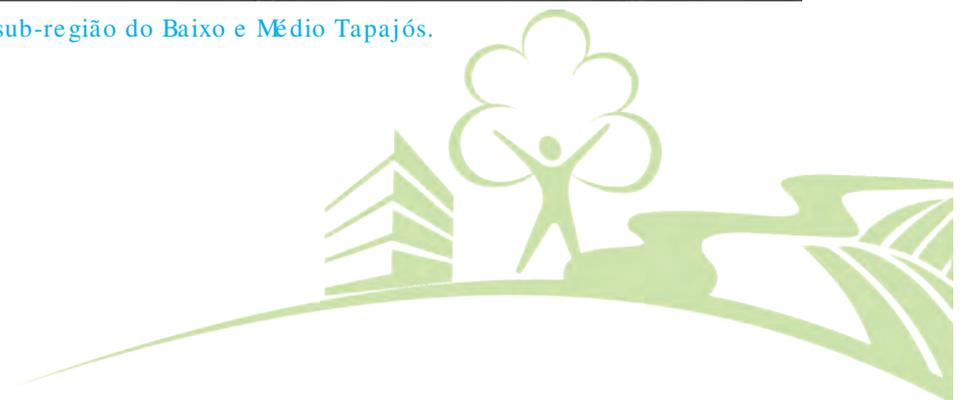


Figura 4 B. Vulnerabilidade natural na sub-região do Baixo e Médio Tapajós.



Na sub-região Transamazônica Central, predominam áreas moderadamente estáveis/vulneráveis, com áreas moderadamente estáveis na porção setentrional (Figura 5).

Analisando-se a importância relativa de cada um dos fatores considerados na determinação da vulnerabilidade (média de todas as unidades de paisagem), observa-se que: o fator que maior contribuiu para a instabilidade é o clima, seguido pelas características geológicas (substrato rochoso). Inversamente, os solos, formas de relevo e a cobertura vegetal são os fatores de maior contribuição para a estabilidade ambiental. (Tabela 9 e Figura 6). Analisando-se os valores para cada classe de vulnerabilidade, conclui-se que:

1) O clima predominante na região, com elevados índices pluviométricos representa o fator de maior participação na origem da instabilidade natural da paisagem;

2) Na classe moderadamente estável, destaca-se o tipo de solos como o fator mais importante na definição da vulnerabilidade das unidades de paisagem;

3) Nas classes moderadamente estável/vulnerável e moderadamente vulnerável, as características geológicas, de cobertura vegetal, e de solos são as que predominam na definição da vulnerabilidade destas unidades;

4) Destaca-se a baixa contribuição das formas do relevo para a vulnerabilidade natural das unidades de paisagem de toda a área, que compõem o projeto ZEE Zona Oeste.

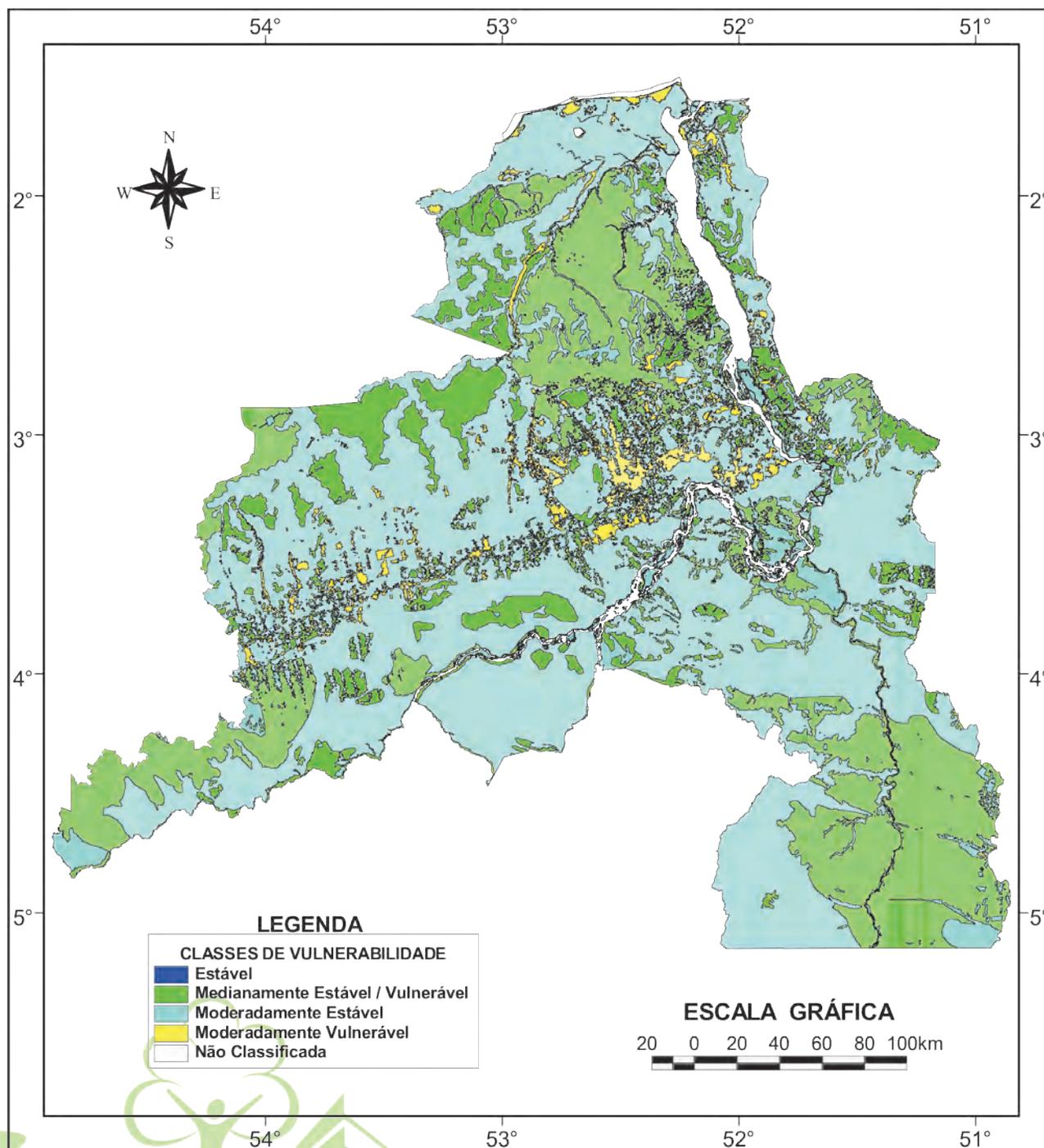


Figura 5. Vulnerabilidade natural na sub-região Transamazônica Oriental.

Tabela 9. Importância relativa de cada uma dos componentes das paisagens naturais na determinação da estabilidade classe de vulnerabilidade.

CLASSE DE VULNERABILIDADE	CLIMA (pluviosidade) %	GEOLOGIA (substrato rochoso) %	GEOMORFOLOGIA (modelado do terreno) %	PEDOLOGIA (maturidade dos solos) %	VEGETAÇÃO (tipo de cobertura vegetal) %
Estável	41	54	2	2	2
Moderadamente Estável	26	16	16	25	16
Moderadamente Estável/ Vulnerável	35	19	12	19	15
Moderadamente Vulnerável	36	19	9	19	17
Vulnerável	-	-	-	-	-
Média de todas as unidades	34,5	27	9,75	16,25	12,5

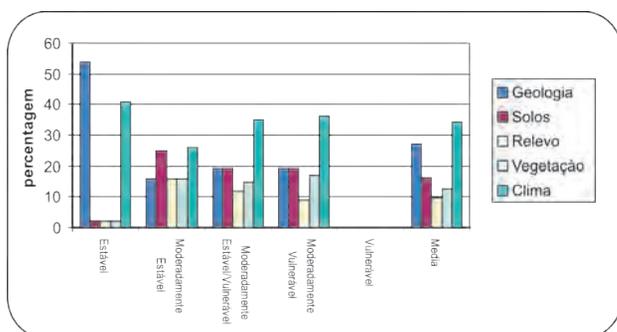


Figura 6. Gráfico de barras expressando em porcentagem a influência de cada um dos fatores na avaliação da vulnerabilidade por classes.

Os resultados obtidos no mapa de vulnerabilidade natural ajustam-se, consideravelmente, às condições predominantes na área do Projeto como um todo.

Considerações Finais

A partir da análise das características físico-bióticas do meio, pode-se concluir pelo seguinte:

1. As unidades de paisagem natural foram enquadradas em 19 graus de vulnerabilidade, com valores agrupados entre os intervalos 1.0 e 2.8. Os agrupamentos segundo classes de vulnerabilidade permitem perceber que 32% da área pertencente à classe moderadamente estável/vulnerável, 63% é moderadamente estável e somente 5% enquadra-se como moderadamente vulnerável.

2. Em termos de ocupação territorial salienta-se são muito escassas ou inexistentes as classes extremas de vulnerabilidade, “estáveis” e “vulneráveis”.

3. Analisando-se a importância relativa de cada um dos fatores considerados na determinação da vulnerabilidade conclui-se que os fatores que apresentam uma maior contribuição à estabilidade da paisagem é o clima, seguido pela geologia (substrato rochoso) da região.

4. A cobertura vegetal analisada em conjunto com o uso do solo da região não se apresenta como um fator muito importante na definição da vulnerabilidade natural à erosão dos solos. Essa participação, contudo, cresce na medida em que se passa de unidades estáveis para moderadamente vulnerável.

