



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
NÚCLEO DE MEIO AMBIENTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO
DE RECURSOS NATURAIS E DESENVOLVIMENTO
LOCAL NA AMAZÔNIA



TARSIS ESAÚ GOMES ALMEIDA

**RISCO DE DESASTRES POR INCÊNDIOS FLORESTAIS:
um mapeamento do município de Moju (PA)**

Belém - PA

2018

TARSIS ESAÚ GOMES ALMEIDA

**RISCO DE DESASTRES POR INCÊNDIOS FLORESTAIS:
um mapeamento do município de Moju (PA)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão dos Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia, PPGEDAM do Núcleo de Meio Ambiente da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para a conclusão do Curso de Mestrado Profissional.

Área de concentração: Gestão dos Recursos Naturais

Orientadora: Profa. Dra. Maria do Socorro Almeida Flores

Co-orientador: Prof. Dr. Rodolpho Zaluth Bastos

Belém - PA
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- A447r Almeida, Tarsis Esaú Gomes
 Risco de Desastre por Incêndios Florestais : um mapeamento do município de Moju (PA) / Tarsis Esaú
 Gomes Almeida. — 2018
 132 f.
- Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Gestão de Recursos Naturais e
 Desenvolvimento Local na Amazônia (PPGEDAM), Núcleo do Meio Ambiente, Universidade Federal do
 Pará, Belém, 2018.
 Orientação: Profa. Dra. Maria do Socorro Almeida Flores
 Coorientação: Prof. Dr. Rodolpho Zaluth Bastos.
1. Incêndios Florestais. 2. Gestão de Risco. 3. Cartografia. 4. Defesa Civil. I. Flores, Maria do Socorro
 Almeida, *orient.* II. Título
-

CDD 632.1809811

TARSIS ESAÚ GOMES ALMEIDA

**RISCO DE DESASTRES POR INCÊNDIOS FLORESTAIS:
um mapeamento do município de Moju (PA)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão dos Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia, PPGEDAM do Núcleo de Meio Ambiente da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para a conclusão do Curso de Mestrado Profissional.

Área de concentração: Gestão dos Recursos Naturais

Defendido e aprovado em: 27/02/2018

Conceito: Aprovado

Banca examinadora:

Profa. Dra. Maria do Socorro Almeida Flores - Orientadora
Doutora em Direitos Humanos e Meio Ambiente – UFPA
Professora Associada II - Universidade Federal do Pará – PPGEDAM

Prof. Dr. Mário Vasconcellos Sobrinho – Examinador Interno
PhD em Estudos do Desenvolvimento CDS/UWS – Reino Unido
Universidade Federal do Pará - PPGEDAM

Profa. Dra. Noemi Vianna Martins Leão – Examinadora Externa
Doutora em Ciências Agrárias – Agroecossistemas da Amazônia UFPA
Pesquisadora II - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA

Profa. Dra. Milena Marília Nogueira de Andrade – Examinadora Externa
Doutora em Desenvolvimento Socioambiental NAEA/UFPA
Profa. Adjunto da Universidade Federal Rural da Amazônia – Programa de Pós-Graduação em Gestão de Risco e Desastre na Amazônia – IG/UFPA.

A Deus,
minha esposa e meu filho.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal do Pará, ao Núcleo de Meio Ambiente e ao Programa de Pós-Graduação e Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia que proporcionaram o desenvolvimento desta pesquisa no âmbito do Curso de Mestrado Profissional.

À Profa. Dra. Socorro Flores, pelo esforço e paciência em minha orientação.

Aos professores do NUMA pelo conhecimento passado.

Aos colegas de turma pelo suporte, em especial Alex Ruffeil e Elen Lima.

Ao amigo Dr. Nicola Tancredi, ao companheiro de farda Leonardo Santos, a Felipe Lima e ao Msc. Daniel Sombra do Laboratório de Análise Ambiental e Representação Cartográfica do NUMA pela ajuda nos mapas.

Ao Dr. Mário Vasconcellos Sobrinho e à Dra. Noemi Martins Leão pelas orientações e direcionamentos na fase de Qualificação.

Aos Engenheiros Flávio Altieri e Paulo Altieri pelas entrevistas e materiais compartilhados.

O fogo é um mau patrão, mas um bom servo.
Provérbio Finlandês

RESUMO

O município de Moju, localizado no estado do Pará, apresenta forte vocação agropecuária, além de uma predominante população rural. O uso do fogo nas atividades rurais, neste cenário, pode produzir impactos negativos significativos na agropecuária do município, gerando um desastre. Desta forma, a pesquisa teve por objetivo identificar as áreas onde há maior risco de desastre por incêndio florestal. Neste sentido, mediante pesquisa bibliográfica, documental, entrevistas e análises, três mapas principais foram construídos. O primeiro foi o Mapa de Risco de Incêndio Florestal, no qual foram verificadas quais áreas teriam maior probabilidade de sofrer com incêndio florestal. O segundo foi o Mapa Avaliativo Socioeconômico, cuja finalidade foi mensurar os possíveis impactos demográficos, sociais, culturais, e econômicos decorrentes de incêndios florestais no município. O último foi o Mapa de Risco de Desastre por Incêndio Florestal, que é o produto de uma álgebra dos dois primeiros mapas. Desse modo, nas ações de gestão ambiental de risco para o município, o mapeamento feito ajudará na tomada de decisões por parte de gestores. Outrossim, a metodologia utilizada para a realização do mapeamento forneceu bases para a elaboração de um manual que pode ser usado pelo Corpo de Bombeiros Militar do Pará em outros municípios na prevenção de desastres naturais por incêndios florestais.

Palavras-chave: Incêndios Florestais. Gestão de Risco. Cartografia. Defesa Civil.

ABSTRACT

The objective of the research was to identify areas where there is a greater risk of forest fire disaster in Moju municipality of Pará. The evidence that the use of fire in its territory, the consequences of which may have a significant negative impact on the municipality's cattle ranching, are the support for the choice of location. In this sense, through bibliographic research, documentary, interviews and analyzes, three main maps were constructed. The first was the Forest Fire Hazard Map, in which it was verified which areas would be most likely to suffer from forest fires. The second was the Socioeconomic Assessment Map, whose purpose was to measure the possible demographic, social, cultural, and economic impacts resulting from forest fires in the municipality. The last one was the Forest Fire Disaster Risk Map, which is the product of an algebra of the first two maps. Thus, in the actions of environmental risk management for the municipality, the mapping done will help in the decision making by the managers. Also, the way the mapping was done provides the basis for the formation of a manual that can be used by the Pará Military Fire Brigade in other municipalities.

Keyword: Civil Defense. Fire. Environmental Risk Management. Cartography.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	- Produção de Mandioca, Abacaxi e Milho em Toneladas por Ano de 2003 a 2016	28
Gráfico 2	- Receita da Mandioca Mandioca, Abacaxi e Milho em Mil Reais por Ano de 2003 a 2016	28
Gráfico 3	- Produção do Dendê (cacho do coco) e Coco-da-baia (mil frutos) por Ano de 2003 a 2016	29
Gráfico 4	- Receita do Dendê e Coco-da-baia em Mil Reais por Ano de 2003 a 2016	29
Gráfico 5	- Principais Rebanhos em Cabeças por Ano de 2003 a 2016	30
Gráfico 6	- Produção de Madeira em Tora em m ³ por Ano de 2003 a 2016	31
Gráfico 7	- Receita de Madeira em Tora em Mil Reais por Ano de 2003 a 2016	31
Gráfico 8	- Produção de Carvão Vegetal e Açaí em Toneladas por Ano de 2004 a 2016	32
Gráfico 9	- Receita de Carvão Vegetal e Açaí em Mil Reais por Ano de 2003 a 2016	32
Gráfico 10	- Percentagem do Risco em Função da Cobertura Vegetal	67
Gráfico 11	- Percentagem do Risco em Função dos Focos de Calor	70
Gráfico 12	- Percentagem do Risco em Função da Malha Viária	72
Gráfico 13	- Percentagem do Risco de Incêndio Florestal em Moju	74
Gráfico 14	- Percentagem do Avaliativo Socioeconômico em Moju	81
Gráfico 15	- Percentagem do Risco de Desastre por Incêndio Florestal em Moju	88

LISTA DE MAPAS

Mapa 1	- Localização do Município de Moju (PA)	22
Mapa 2	- Zoneamento Econômico-Ecológico do Município de Moju	24
Mapa 3	- Risco em Função da Cobertura Vegetal em Moju	69
Mapa 4	- Risco em Função dos Focos de Calor em Moju	71
Mapa 5	- Risco em Função da Malha Viária em Moju	73
Mapa 6	- Risco de Incêndio Florestal em Moju	75
Mapa 7	- Risco de Incêndio Florestal para a Região do Baixo Moju	76
Mapa 8	- Risco de Incêndio Florestal para a Região do Alto Moju	77
Mapa 9	- Risco de Incêndio Florestal para a Região do Jambuaçu	78
Mapa 10	- Risco de Incêndio Florestal para a Região da PA-150	79
Mapa 11	- Risco de Incêndio Florestal para a Região da PA-252	80
Mapa 12	- Avaliativo Socioeconômico de Moju	82
Mapa 13	- Avaliativo Socioeconômico para a Região do Baixo Moju	83
Mapa 14	- Avaliativo Socioeconômico para a Região do Alto Moju	84
Mapa 15	- Avaliativo Socioeconômico para a Região do Jambuaçu	85
Mapa 16	- Avaliativo Socioeconômico para a Região da PA-150	86
Mapa 17	- Avaliativo Socioeconômico para a Região da PA-252	87
Mapa 18	- Risco de Desastre por Incêndio Florestal em Moju	89
Mapa 19	- Risco de Desastre por Incêndio Florestal para a Região do Baixo Moju	90
Mapa 20	- Risco de Desastre por Incêndio Florestal para a Região do Alto Moju	91
Mapa 21	- Risco de Desastre por Incêndio Florestal para a Região do Jambuaçu	92
Mapa 22	- Risco de Desastre por Incêndio Florestal para a Região da PA-150	93
Mapa 23	- Risco de Desastre por Incêndio Florestal para a Região da PA-252	94

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	- População e Desfecho de Estudos Nacionais de Doenças Respiratórias por Queimadas	45
Quadro 2	- Dados de Estudos sobre Cobertura Vegetal para Incêndios Florestais	47
Quadro 3	- Dados de Estudos sobre Focos de Calor para Incêndios Florestais	48
Quadro 4	- Dados de Estudos sobre Malha Viária para Incêndios Florestais	48
Quadro 5	- Índices de Correlação de Importância de AHP	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- PIB Municipal de Moju de 2003, 2010 e 2015	27
Tabela 2	- Focos de Calor no Bioma Amazônico Brasileiro	42
Tabela 3	- Riscos e Coeficientes Relativos à Cobertura Vegetal para Moju	54
Tabela 4	- Focos de Calor em Moju por Mês por Mês de 2003 e 2017	55
Tabela 5	- Riscos e Coeficientes Relativos aos Focos de Calor para Moju	56
Tabela 6	- Riscos e Coeficientes Relativos à Malha Viária para Moju	57
Tabela 7	- Matriz AHP	59
Tabela 8	- Autovetores, Vetor Normalizador e Soma das Colunas	60
Tabela 9	- Índice Randômico Médio do AHP	60
Tabela 10	- Relevância Demográfica de Vulnerabilidade em Relação a um Incêndio Florestal	62
Tabela 11	- Relevância Econômica de Vulnerabilidade em Relação a um Incêndio Florestal	63
Tabela 12	- Relevância Cultural e Ambiental de Vulnerabilidade em Relação a um Incêndio Florestal	64
Tabela 13	- Avaliativo Socioeconômico	65

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHP	Processo Analítico Hierárquico
CENSIPAM-CR/BE	Sistema de Proteção da Amazônia – Centro Regional Belém
COBRADE	Classificação e Codificação Brasileira de Desastres
CV	Cobertura Vegetal
EMATER-PA	Empresa de Assistência Técnica e Rural do Pará
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FC	Focos de Calor
FUNAI	Fundação Nacional do Índio
hab/ha	Habitante por Hectare
IBAMA	Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	Índice de Coerência
ICMBIO	Instituto Chico Mendes de Biodiversidade
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
IN/MI	Instrução Normativa do Ministério da Integração Nacional
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IR	Índice Randômico
ITERPA	Instituto de Terras do Pará
LARC	Laboratório de Análise e Representação Cartográfica
MASE	Mapa Avaliativo Socioeconômico
MRDIF	Mapa de Risco de Desastre por Incêndio Florestal
MRIF	Mapa de Risco de Incêndio Florestal
MV	Malha Viária
NUMA/UFGA	Núcleo do Meio Ambiente da Universidade Federal do Pará
PIB	Produto Interno Bruto
PNPDEC	Política Nacional de Proteção e Defesa Civil
RC	Razão de Coerência
SEMAS-PA	Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará
SIMLAM-PA	Sistema Integrado de Monitoramento e Licenciamento Ambiental do Pará

TI	Terra Indígena
TQ	Terras de Quilombo
UNISDR	Escritório das Nações Unidas para Redução de Risco de Desastres
UNPD	Programa de Desenvolvimento das Nações Unidas
ZEE-P	Zoneamento Econômico-Ecológico Participativo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	22
2.1	Zoneamento Econômico Ecológico Participativo	23
2.2	Demografia	25
2.3	Atividades Econômicas	26
2.4	Solo e Geologia	33
2.5	Vegetação	33
2.6	Clima	33
3	CONSIDERAÇÕES SOBRE RISCO E DESENVOLVIMENTO	35
4	RISCO DE DESASTRE	39
5	RISCO E INCÊNDIOS FLORESTAIS	42
5.1	Impactos do Uso do Fogo ao Solo	44
5.2	Impactos do Uso do Fogo À Saúde	44
5.3	Impactos do Uso do Fogo à Economia	45
5.4	Mapeamentos de Risco de Incêndio Florestal	46
6	CONSTRUÇÃO DO MAPA	50
6.1	Geoprocessamento dos Mapas	51
6.2	Fatores de Risco	51
6.2.1	Cobertura Vegetal	52
6.2.2	Focos de Calor	55
6.2.3	Malha Viária	56
6.3	Cálculo de Índices	57
6.4	Cálculo do Mapa de Risco de Incêndio Florestal	60
6.5	Cálculo do Mapa Avaliativo Socioeconômico	61
6.5.1	Avaliação Demográfica	61
6.5.2	Avaliação Econômica	62
6.5.3	Avaliação Cultural e Ambiental	64
6.5.4	Avaliativo Socioeconômico	65
6.6	Cálculo do Mapa de Risco de Desastre por Incêndio Florestal	65
7	ANÁLISE DE RESULTADOS	67
7.1	Mapa de Risco de Incêndio Florestal	67
7.1.1	Análise por Cobertura Vegetal	67
7.1.2	Análise por Focos de Calor	70

7.1.3	Análise por Malha Viária	72
7.1.4	Análise do Mapa de Risco por Incêndio Florestal	73
7.2	Mapa Avaliativo Socioeconômico	81
7.3	Mapa de Risco de Desastre por Incêndio Florestal	88
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	96
	REFERÊNCIAS	98
	APÊNDICE A – MANUAL PARA ELABORAÇÃO DE MAPAS DE RISCOS DE DESASTRES POR INCÊNDIO FLORESTAL NO PARÁ	109
	APÊNDICE B – MAPA DE RISCO DE INCÊNDIO EM FUNÇÃO DA COBERTURA VEGETAL NA REGIÃO DO BAIXO MOJU	117
	APÊNDICE C – MAPA DE RISCO DE INCÊNDIO EM FUNÇÃO DA COBERTURA VEGETAL NA REGIÃO DO ALTO MOJU	118
	APÊNDICE D – MAPA DE RISCO DE INCÊNDIO EM FUNÇÃO DA COBERTURA VEGETAL NA REGIÃO DO JAMBUAÇU	119
	APÊNDICE E – MAPA DE RISCO DE INCÊNDIO EM FUNÇÃO DA COBERTURA VEGETAL NA REGIÃO DA PA-150	120
	APÊNDICE F – MAPA DE RISCO DE INCÊNDIO EM FUNÇÃO DA COBERTURA VEGETAL NA REGIÃO DA PA-252	121
	APÊNDICE G – MAPA DE RISCO DE INCÊNDIO EM FUNÇÃO DOS FOCOS DE CALOR NA REGIÃO DO BAIXO MOJU	122
	APÊNDICE H – MAPA DE RISCO DE INCÊNDIO EM FUNÇÃO DOS FOCOS DE CALOR NA REGIÃO DO ALTO MOJU	123
	APÊNDICE I – MAPA DE RISCO DE INCÊNDIO EM FUNÇÃO DOS FOCOS DE CALOR NA REGIÃO DO JAMBUAÇU	124
	APÊNDICE J – MAPA DE RISCO DE INCÊNDIO EM FUNÇÃO DOS FOCOS DE CALOR NA REGIÃO DA PA-150	125
	APÊNDICE K – MAPA DE RISCO DE INCÊNDIO EM FUNÇÃO DOS FOCOS DE CALOR NA REGIÃO DA PA-252	126
	APÊNDICE L – MAPA DE RISCO DE INCÊNDIO EM FUNÇÃO DA MALHA VIÁRIA NA REGIÃO DO BAIXO MOJU	127
	APÊNDICE M – MAPA DE RISCO DE INCÊNDIO EM FUNÇÃO DA MALHA VIÁRIA NA REGIÃO DO ALTO MOJU	128

APÊNDICE N – MAPA DE RISCO DE INCÊNDIO EM FUNÇÃO DA MALHA VIÁRIA NA REGIÃO DO JAMBUAÇU	129
APÊNDICE O – MAPA DE RISCO DE INCÊNDIO EM FUNÇÃO DA MALHA VIÁRIA NA REGIÃO DA PA-150	130
APÊNDICE P - MAPA DE RISCO DE INCÊNDIO EM FUNÇÃO DA MALHA VIÁRIA NA REGIÃO DA PA-252	131

1 INTRODUÇÃO

A prática do uso do fogo para a derrubada de matas e a retirada de cobertura vegetal de terrenos, a fim de utilizá-los para atividades agrícolas e pecuaristas é chamada de queimada. Quando uma queimada fica fora de controle inflamando todo material vegetal existente, pode-se considerar que tal queimada tornou-se um incêndio florestal, seja ele em floresta ou não (RIBEIRO *et al.*, 2008; IBAMA, 2011). As queimadas e os incêndios florestais são dois dos principais problemas enfrentados em gestão ambiental na Amazônia.

Considerando que os focos de calor detectados por satélites indicam possíveis pontos de queimadas e incêndios florestais, tem-se que o estado do Pará, localizado na parte brasileira do bioma amazônico, apresenta os maiores índices há vários anos, conforme observado em literatura específica. O que gera certa preocupação, visto que as atividades econômicas agrícolas e pecuaristas possuem elevada importância neste estado.

Muitos municípios paraenses – com grande quantidade de focos de calor – sobressaem-se pelas atividades na zona rural (INPE, 2018). Dentre estes, o município de Moju, destaca-se pelas suas atividades econômicas em agricultura familiar, dendê, pecuária, entre outros (IBGE, 2018). Em relação à atividade do dendê, diversos autores comentam baseados em programas, políticas e ações relacionados a este produto, sobre os aspectos que objetivam o desenvolvimento local ao nacional na produção deste fruto (GEMAQUE, 2015; SANTOS, 2015; FERREIRA, 2016).

No que tange às atividades rurais mencionadas, a questão levantada é que quando o fogo é utilizado indiscriminadamente e sem técnica ele se torna um agente de ameaça às florestas, pastagens, plantios agrícolas, propriedades, meio ambiente e à vida humana (KOPROSKI, 2004; FERREIRA *et al.*, 2011; OLIVEIRA, D. 2002; OLIVEIRA *et al.* 2012; NICOLETE; ZIMBACK, 2013), tornando-se fator de preocupação. Por outro lado, o uso do fogo na vegetação, quando bem empregado, pode tornar-se um aliado valioso (HÖLSCHER *et al.*, 1997; LEONEL, 2000; REDIN *et al.* 2011). Acrescenta-se ainda sobre a utilização do fogo, que a sua ausência pode vir a gerar efeitos negativos na diversidade de certas espécies (ABREU *et al.*, 2017).

Dentre as diversas medidas de planejamento para prevenção e combate ao fogo em vegetação, a formação de Mapas de Risco de Incêndios Florestais (MRIF) vem ganhando destaque (NICOLETE; ZIMBACK, 2013). Os MRIF são encontrados na literatura com outros nomes, como: carta de risco (OLIVEIRA *et al.*, 2012), mapa de

risco de fogo (INPE, 2018), mapa de índice de risco (DALCUMUNE; SANTOS, 2005), zoneamento de risco (BATISTA, 2013; CRIPRIANI *et al.*, 2011; FERREIRA *et al.*, 2011; NICOLETE; ZIMBACK, 2013).

O MRIF é um produto cartográfico cujos objetivos são promover a visualização espacial das áreas com maior probabilidade da ocorrência de incêndios e o dimensionamento dos seus efeitos, facilitando a tomada de decisão quanto à alocação de recursos e equipamentos destinados à prevenção e supressão do fogo (FERRAZ; VETTORAZZI, 1998; BATISTA, 2013; OLIVEIRA *et al.*, 2012; SILVA JÚNIOR; SZLAFSZTEIN, 2012). Os estudos e operações científicas que orientam os trabalhos de formação destes mapas de risco são uma ferramenta de grande importância por permitirem uma rápida e integrada visão do lugar estudado, considerando que quando se atribuem cores a diferentes temas, facilita-se a leitura dos mapas e se condensam as informações contidas nestes, tendo elevada relevância para situações emergenciais (SILVA JÚNIOR; SZLAFSZTEIN, 2013). Os MRIF, entretanto, apesar de indicarem áreas mais propícias a incêndios florestais, não fornecem indicadores de impactos sociais e econômicos que o fogo pode gerar.

Em relação à temática Defesa Civil, a mensuração de tais impactos sociais e econômicos, após um evento adverso, está dentro do contexto dos desastres. Portanto, um mapa que atrelasse eventos adversos a impactos sociais e econômicos pode ser denominado de Mapa de Risco de Desastre, e no caso específico dos incêndios florestais, um Mapa de Risco de Desastre por Incêndios Florestais (MRDIF).

Os mapas de risco são frutos de um ramo da gestão ambiental: a gestão (ambiental) de risco. Como elementos da gestão ambiental, devem envolver um “conjunto de ações envolvendo políticas públicas, setor produtivo e comunidade, visando ao uso racional e sustentável dos recursos ambientais” (ÁVILA; ÁVILA, 2009, p.7). Esse conjunto de ações de condução, de direção ou de controle, pode ser político, legislativo, executivo, econômico, científico, de formação de recursos humanos, de geração de informação e de articulação, visa incentivar o uso racional e sustentável dos recursos ambientais (THEODORO *et al.* 2004). A gestão de risco deste modo promove a melhoria da qualidade de vida da população (FURTADO, 2012).

A gestão de risco pode ser feita de forma reativa ou preventiva. A prevenção, via de regra, mostra-se como a alternativa mais viável (KOBIYAMA, 2006). A Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), instituída pela Lei Federal Nº 12.608 de 10 de abril de 2012 em seu artigo 3º define a abrangência de suas ações como

prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação voltadas à proteção e defesa civil, e no inciso III do artigo 4º coloca como diretriz prioritária as ações preventivas relacionadas à minimização de desastres.

Por isso, órgãos governamentais e não-governamentais, e associações responsáveis ou diretamente ligados ao combate a incêndios florestais, como o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), o Instituto Chico Mendes de Biodiversidade (ICMBIO), Corpos de Bombeiros, Secretarias de Meio Ambiente, Sindicatos de Trabalhadores Rurais, entre outros, devem avaliar e atuar com medidas preventivas e planejamento. Esta abordagem sistêmica e de participação da sociedade civil também são previstas nas diretrizes das PNPDEC.

Todavia, entende-se que as medidas preventivas e de planejamento de gestão não ocorrem sem a existência de conflitos no contexto do desenvolvimento local, que está inserido e integrado em um espaço maior (SOUZA; VASCONCELLOS SOBRINHO, 2012). A fim de minimizar os conflitos, há a necessidade de buscar decisões mais racionais e com bases científicas. Dentre os métodos gerenciais de tomada de decisão, os métodos multicritério, por analisarem critérios tangíveis e intangíveis ao mesmo tempo, sobressaem-se positivamente.

No desenvolvimento local são mencionadas a valorização e transformação dos recursos locais em vantagens competitivas específicas mediante a integração dos atores sociais, sendo que tais integrações podem ser mantidas ou fortalecidas a partir da manutenção da competição pelos recursos naturais locais (SOUZA; VASCONCELLOS SOBRINHO, 2012). Dessa maneira, os mapas de riscos construídos podem ser utilizados como instrumento para estas integrações.

A construção dos mapas de risco na literatura consultada, realiza-se mediante uma álgebra de mapas com o uso de diferentes fatores de risco, sendo bem específicos para cada área. Em relação aos MRIF, alguns autores dividem estes fatores em dois grupos de risco: estruturais e dinâmicos (SZLAFSZTEIN *et al.*, 2012). Os estruturais referem-se aqueles que não variam rapidamente, como: uso e ocupação do solo, cobertura vegetal, distância a estradas, declividade, entre outros. Já os dinâmicos são aqueles que variam quase que continuamente, como: umidade relativa do ar, dias sem chuva, temperatura, entre outros.

Entretanto, a tomada de decisão na gestão ambiental a partir de um MRIF construído apenas por estes fatores pode apresentar falhas. Basear-se em temperatura, umidade relativa do ar, declividade, distância a estradas, e olvidar-se de aspectos

socioeconômicos, como as atividades agrícolas e seus respectivos papéis em seu local, pode levar a desvios de entendimento. Um local mapeado como sendo de risco maior, não necessariamente deve ter prioridade em ações de prevenção e resposta, uma vez que outra área com um risco menor pode ter uma importância socioeconômica maior para a região. Havendo neste caso um maior risco de desastre.

A fim de minimizar ou antecipar os desastres, ações de prevenção e preparação neste contexto são necessárias. Estas ações podem ser realizadas a partir de um conhecimento prévio dos riscos que determinadas áreas possuem. O entendimento do modo como funciona determinada zona, além de potencializar seu uso sem comprometer o meio ambiente, promove a qualidade de vida e o desenvolvimento sustentável (KOBAYAMA *et al.*, 2006).

Sendo assim, considerando o município do Moju, sua dinâmica com a agricultura familiar, as plantações de dendê e coco-da-baia, a pecuária, e a grande quantidade de focos de calor encontrados, teve-se como questionamento de pesquisa: Quais áreas oferecem maiores riscos de desastres por causa dos incêndios florestais no município de Moju (PA)?

Para tanto, contextualizou-se socialmente o risco, o desastre e os incêndios florestais, a fim de demonstrar a conexão do tema com o desenvolvimento sustentável. Em seguida, conforme pesquisa bibliográfica e documental, realizou-se a análise de alguns fatores de risco de incêndio florestal para o município. Elaborando-se a partir daí, com o uso de programas de geoprocessamento, mapas temáticos específicos. Destes mapas temáticos específicos, mediante o uso de uma análise multicritério, construiu-se o Mapa de Risco de Incêndio Florestal.

Além disso, houve a necessidade da mensuração dos possíveis impactos socioeconômicos de um desastre causado por incêndio florestal, que visto sobre a base na dinâmica produtiva do município, possibilitou a construção de um Mapa Avaliativo Socioeconômico (MASE).

Ainda mais, conforme a metodologia formada na pesquisa, o MRIF e o MASE, quando justapostos mediante álgebra de mapas, possibilitam a formação de um novo mapa: o Mapa de Risco de Desastre por Incêndio Florestal. Este último mapa, possibilita a visualização das áreas que tem o maior risco de danos e prejuízos decorrentes dos incêndios florestais. Visto isso, esta pesquisa teve por objetivo identificar as áreas onde o risco de desastre por incêndios florestais no município de Moju (PA).

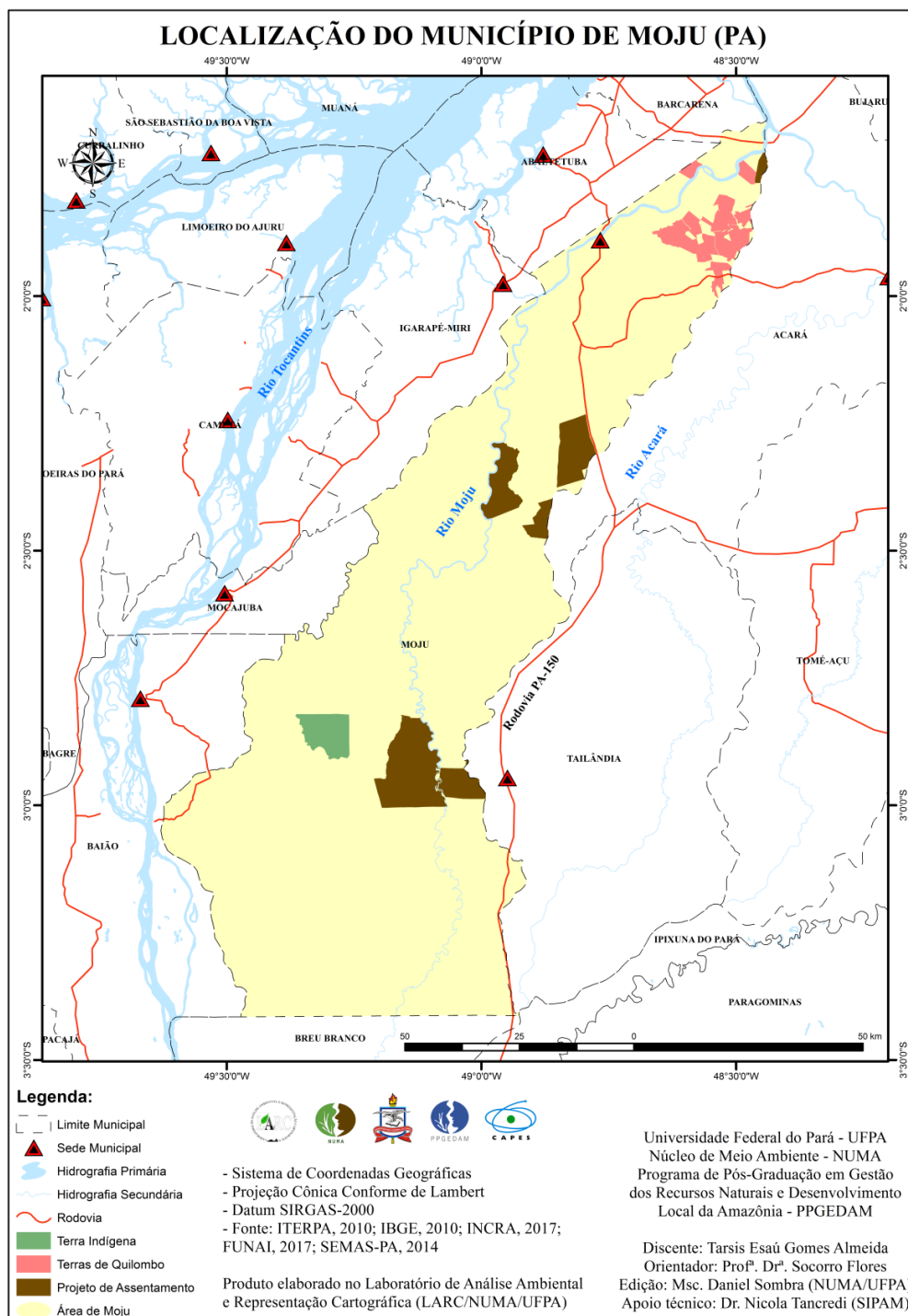
Em resumo, os Capítulos seguintes ficaram divididos assim. No Capítulo 2 faz-se a caracterização do município, indicando sua localização, zoneamento, demografia, atividades econômicas, solo e geologia, vegetação, e clima. O Capítulo 3 aborda a correlação entre risco e desenvolvimento, tendo como pano de fundo a gestão dos recursos naturais e a sociedade. No Capítulo 4 há considerações sobre o risco de desastre, referenciando os conceitos de risco, de desastre e de risco de desastre. O Capítulo 5 identifica os impactos dos incêndios florestais fornecendo bases para poder entender como eventos danosos que promovem danos e prejuízos. O Capítulo 6 desenvolve a construção dos mapas esclarecendo a utilização dos fatores de risco e mostrando os mecanismos de cálculo. No Capítulo 7 há a análise de todos os mapas formados no capítulo anterior.

Por fim, as Considerações Finais com ponderações e a resposta à pergunta formulada na pesquisa, além da proposição de um manual (ANEXO) que pode ser utilizado pelo Corpo de Bombeiros Militar do Pará na identificação de áreas prioritárias para ações de prevenção nos municípios que lidam com o problema dos incêndios florestais.

2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Moju, um município com 9.094,139 km², está localizado no estado do Pará, fazendo divisão com oito municípios, conforme mostra o Mapa N° 1. As coordenadas geográficas da sede municipal são 01° 53' 10" de latitude Sul e 48° 46' 00" de longitude a Oeste de Greenwich (FAPESPA, 2016). Estando a cerca de 2h da capital Belém.

Mapa 1 – Localização do Município de Moju (PA)



Fonte: LARC/NUMA/UFPA, 2018.

Pelo Decreto Estadual Nº 1.066/2008, que dispõe sobre a regionalização do Estado do Pará, o município do Moju está inserido na região de integração do Tocantins. Esta regionalização “tem como objetivo definir regiões que possam representar espaços com semelhanças de ocupação, de nível social e de dinamismo econômico e cujos municípios mantenham integração entre si, quer física quer economicamente” (art. 1º).

Pela divisão territorial do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o município está localizado na Mesorregião Nordeste do estado, mais especificamente na microrregião de Tomé-Açu, sendo o maior município desta microrregião. Já a Lei Estadual Nº 6.745, de 06 de maio de 2005, institui o Macrozoneamento Econômico Ecológico do Estado do Pará, e estabelece o estado em quatro grandes zonas definidas a partir de dados atuais relativos ao grau de degradação ou preservação da qualidade ambiental e à intensidade do uso e exploração de recursos naturais, sendo 35% para consolidação de atividades produtivas e 65% para conservação e uso florestal. A Lei Estadual Nº 7.398, de 16 de abril de 2010, por sua vez, faz o detalhamento do Macrozoneamento, aprova o Zoneamento Ecológico-Econômico da Zona Leste e Calha Norte. Esta lei e o Macrozoneamento definem a localização do município de Moju dentro uma Zona de Consolidação de Atividades Produtivas.

O município está completamente inserido na bacia hidrográfica do Rio Moju, que dá nome ao município. Esta bacia possui mais de 15.660 km² de área, e está inserida na Região Hidrográfica Costa Atlântica Nordeste conforme Resolução nº 04/2008 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos da SEMAS-PA, ocupando pouco mais de 10% da área do Estado. Estão ainda parcialmente nesta bacia os municípios de Breu Branco, Goianésia do Pará e Jacundá.

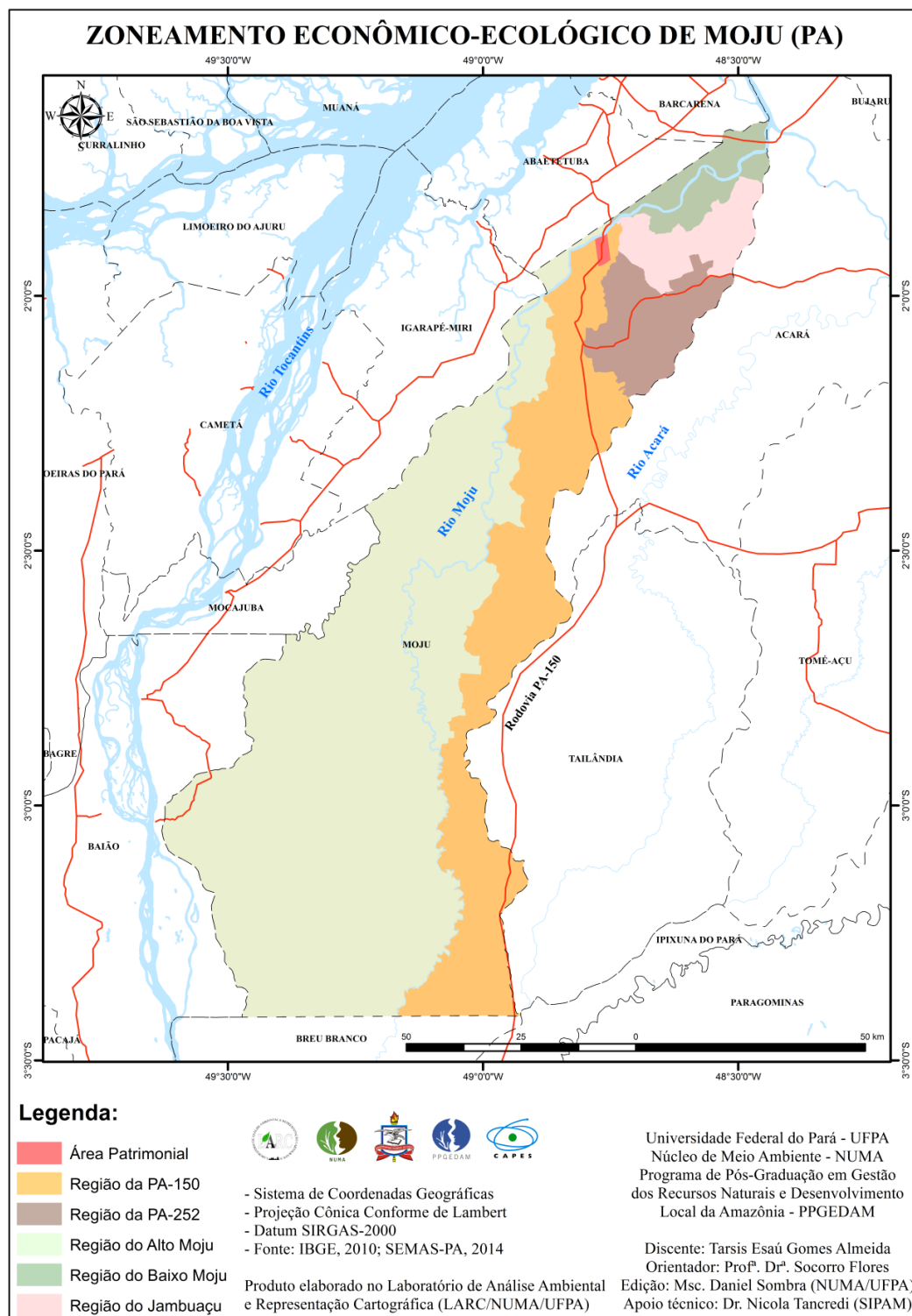
O Rio Moju é transposto duas vezes pela Alça Viária, sendo uma ponte no município do Acará e outra no município de Moju. A Alça Viária, inaugurada em setembro de 2002, é um complexo de pontes e estradas que totalizam mais de 70 km de rodovias e 4 km de pontes, construídas para integrar a Região Metropolitana de Belém ao interior do estado. Além dos municípios por onde passam as estradas e pontes, vários outros municípios foram favorecidos por esta integração que facilitou a chegada à capital pela via rodoviária.

2.1 Zoneamento Econômico-Ecológico Participativo

Em 2001, o Projeto Gestão Participativa de Recursos Naturais, financiado pelo governo britânico através da Agência Brasileira de Cooperação, iniciou um trabalho no

município de Moju que culminou com a elaboração do Zoneamento Econômico-Ecológico Participativo (ZEE-P), cujo produto pode ser visto no Mapa N°2.

Mapa 2 – Zoneamento Econômico-Ecológico do Município de Moju (PA)



Fonte: LARC/NUMA/UFPA, 2018.

A elaboração do ZEE-P foi realizada com a parceria de diversos atores, entre os quais a Prefeitura Municipal de Moju, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária da Amazônia Oriental (EMBRAPA/Amazônia Oriental), a Empresa de Assistência Técnica e Rural do Pará (EMATER-PA), a Secretaria Estadual de Ciência Tecnologia e Meio Ambiente, duas universidades públicas do Pará, sindicatos e associações de produtores rurais de Moju, dentre outros (GESPAN, 2010).

O ZEE-P foi construído de forma participativa, equitativa, sustentável, holística e sistêmica. As cinco regiões geradas pelo zoneamento: Baixo Moju, Alto Moju, Jambuaçu, PA-252 e PA-150 (referência a estradas estaduais). Estas regiões são tomadas para descrição e análises de risco nos Capítulos 6 e 7.

O ZEE-P deveria ser utilizado para monitorar e controlar o uso dos recursos naturais e o ordenamento territorial, fornecendo bases para tomadas de decisões e a construção de políticas de desenvolvimento municipal, a fim de melhorar a qualidade de vida das populações, por meio da gestão participativa dos recursos naturais e o fortalecimento das instituições provedoras de serviços e organizações da sociedade civil (COSTA, 2016).

Conforme a Lei Ambiental Municipal nº 737/2003, de 25 de agosto de 2003, o *caput* do artigo 11, o ZEE-P de Moju é instrumento básico para a qualificação ambiental em todo o território do Moju, e em seu inciso III coloca que o zoneamento “deverá contribuir para a incorporação dos princípios do desenvolvimento sustentável na orientação das ações do governo municipal”.

2.2 Demografia

A população do último censo do IBGE de 2010 assinalou Moju com 70.018 pessoas, e seguindo a projeção do instituto, em 2017, a população estimada do município era de 79.825 pessoas, onde cerca de 64% desta população vive na zona rural (IBGE, 2018). Utilizando o barômetro da sustentabilidade, fazendo uma correlação entre o censo de 2000 e 2010 e a baixa infraestrutura municipal para atender demandas sociais, econômicas, ambientais e institucionais, pode-se considerar como potencialmente insustentável a taxa de crescimento de 2,84% da população (CARDOSO *et al.*, 2016).

Sobre a população nos Projetos de Assentamento (PA), dados do Instituto de Terras do Pará (ITERPA) informam capacidade total de assentamento para 948 nos cinco Projetos, a saber: Olho D’água I e II, Calmaria II, Vale do Moju, Maravilha. Ocupando mais de 50 mil hectares de área (ITERPA, 2017). Além destes cinco, Moju

engloba com pequenas áreas de dois Projetos de Assentamento do Acará: Santa Maria I e II.

Há também em Moju mais de 150 comunidades ribeirinhas (SANTOS, 2015). Segundo dados do ITERPA, há catorze Terras de Quilombos (TQ) com títulos de terra no estado, com um total de 709 famílias cadastradas e ocupando uma área de pouco mais de 21.000 hectares (ha) (ITERPA, 2017b).

Dados do censo 2010 do IBGE contabilizam 124 indígenas de etnia Anambé que habitam em 8.150ha de área regularizada e tradicionalmente ocupada (IBGE, 2018). Conforme dados mais atualizados, esta população em 2014 passou a 161 (INSTITUTO SOCIOALMBIENTAL, 2014). A Terra Indígena (TI) dos Anambés foi homologada pelo Decreto Federal Nº 380 de 1991, sendo registrada no Conselho Regional Indígena e na Superintendência do Patrimônio da União. Essa população indígena assimilou o modo de vida regional, havendo casamento entre indígenas e não indígenas. Suas crenças e mitologias tradicionais encontram-se perdidas, com os últimos pajés morrendo em 1968. Seus habitantes vivem da caça, pesca, coleta de frutos, entre outras pequenas atividades, como a venda de farinha de mandioca.

Ribeirinhos, indígenas e quilombolas, além de extrativistas, contam como comunidades tradicionais, segundo o inciso I do artigo 3º do Decreto Federal Nº 6.040/2007 define povos e comunidades tradicionais como:

Grupos culturalmente diferenciados e que se reconhecem como tais, que possuem formas próprias de organização social, que ocupam e usam territórios e recursos naturais como condição para sua reprodução cultural, social, religiosa, ancestral e econômica, utilizando conhecimentos, inovações e práticas gerados e transmitidos pela tradição (BRASIL, 2007a).

A existência destas populações reforça a necessidade de trabalhos que sustentem tais modos de vida, em particular, quanto a ameaças que porventura viessem sobre as atividades econômicas locais.

Sobre a agricultura familiar, não foram encontrados dados efetivos sobre o percentual da população rural que pode ser considerada em agricultura familiar. Entretanto, além do relatado neste item, mais as atividades econômicas caracterizadas no item 2.4, e mais as áreas de Cadastro Ambiental Rural (CAR) com menos de 300 hectares, evidenciam uma expressiva quantidade de agricultores familiares.

2.3 Atividades Econômicas

Este item é o de maior extensão neste capítulo, pois a compreensão destas atividades é importante devido a relação direta com o desenvolvimento local que será

tratado a seguir nesta dissertação. Considerando que o maior detalhamento demonstra a importância das atividades rurais, em detrimento de outras, e seu impacto direto com a demografia do município.

Conforme dados obtidos na página virtual do IBGE, o Produto Interno Bruto (PIB) do município em 2003 foi de pouco mais de 148 milhões de reais a preços correntes (série retropolada), em 2010 quase de 399 milhões de reais a preços correntes (série revisada) e em 2015 mais de 744 milhões de reais a preços correntes (série revisada). Para se entender um pouco a dinâmica deste aumento de PIB elaborou-se a Tabela Nº 1 de atividades econômicas para mostrar uma comparação percentual dos PIB de 2003, 2010 e 2015.

Tabela 1 – PIB Municipal do Moju de 2003,2010 e 2015

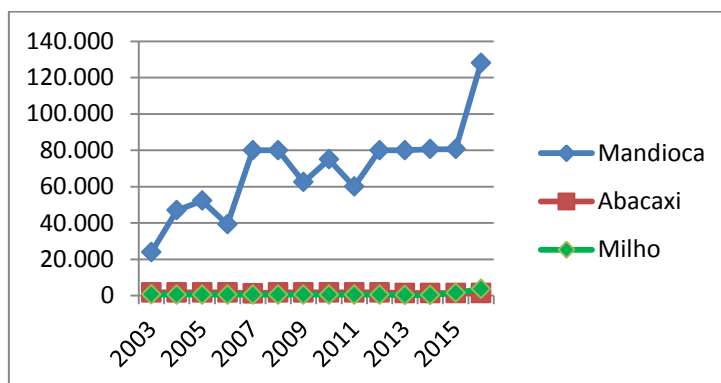
ATIVIDADES ECONÔMICAS	2003		2010		2015	
	Valor (mil reais)	%	VALOR (mil reais)	%	VALOR (mil reais)	%
AGROPECUÁRIA	44.165,00	49,33	133.335,00	55,14	215.785,26	40,36
SERVIÇOS	24.256,00	27,54	61.807,00	19,30	159.378,46	22,01
INDÚSTRIA	20.703,00	23,13	46.679,00	25,56	66.376,91	37,63
TOTAL	89.524,00	100	241.821,00	100	382.603,00	100

Fonte: IBGE, 2018.

Os valores da Tabela Nº 1 referentes aos Serviços não contabiliza a Administração, Defesa, Educação e Saúde Públicas, e Seguridade Social. Em relação aos impostos, em 2003 foram arrecadados R\$ 6.648.000,00 (série retropolada), em 2010, R\$ 21.705.000,00 (série revisada) e, em 2015, R\$ 48.303.730,00 (série revisada). Um aumento de 326,49% de 2003 para 2010 e 222,55% de 2010 para 2015.

A agricultura familiar possui grande importância na região (SANTOS, 2015). Os roçados de mandioca, para a fabricação de farinha constituem a base econômica que sustenta comunidades rurais em Moju (SANTOS, 2015). A afirmativa é corroborada no fato que a maioria da população é rural e que desde 2003, segundo dados do IBGE a mandioca é a atividade de lavoura temporária mais importante no município, conforme pode ser percebido nos Gráficos Nº 1 e Nº 2.

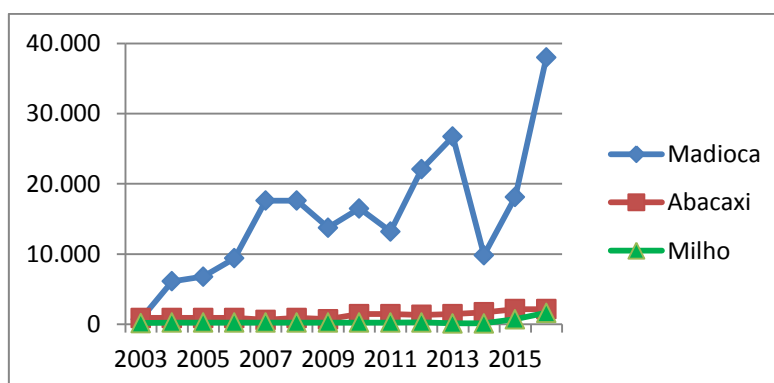
Gráfico 1 – Produção de Mandioca, Abacaxi e Milho em Toneladas por Ano de 2003 a 2016



Fonte: IBGE, 2018.

As lavouras temporárias de milho e abacaxi, respectivamente a segunda e terceira em produção, apesar de certa regularidade, estão bem abaixo em produção da mandioca. Ressalta-se que a produção de milho obteve destaque quando passou de 240 toneladas em 2014, para 1.600 em 2015 e 3.600 em 2016.

Gráfico 2 – Receita de Mandioca, Abacaxi e Milho em Mil Reais por Ano de 2003 a 2016

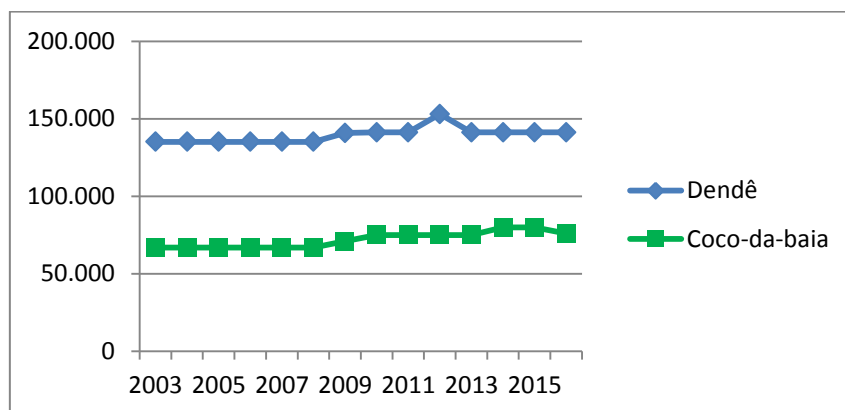


Fonte: IBGE, 2018.

Novamente, o valor da produção de mandioca destaca-se. O abacaxi apesar da produção menor que o milho, no município, o abacaxi apresenta-se como a segunda maior atividade, e em 2016 gerou um valor de produção de 2,16 milhões de reais, enquanto o milho de 1,62 milhões reais.

Da lavoura permanente os principais produtos são o dendê e o coco-da-baia. Pode-se entender pelo Gráfico N° 3 que há certa regularidade na produção de dendê e coco-da-baia, indicando não haver pressão de expansão de tais culturas.

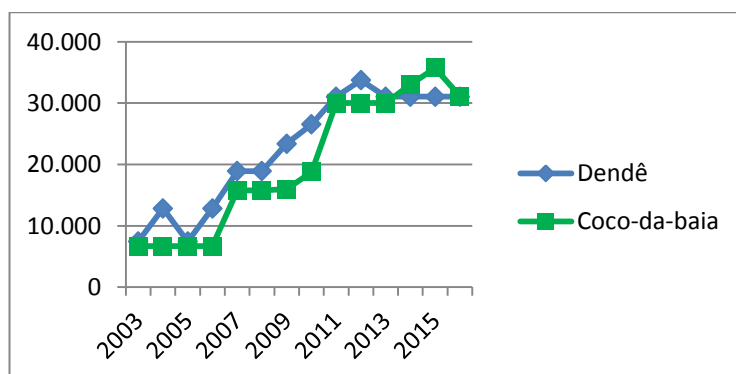
Gráfico 3 – Produção de Dendê (cacho de coco) e Coco-da-baia (mil frutos) por Ano de 2003 a 2016



Fonte: IBGE, 2018.

Apesar da produção quase constante, o Gráfico N° 4 evidencia que os dois produtos apresentaram uma boa valorização no mercado.

Gráfico 4 – Receita de Dendê e Coco-da-baia em Mil Reais por Ano de 2003 a 2016



Fonte: IBGE, 2018.

Para a plantação de dendê, os fatores edafoclimáticos locais colocam o município de Moju como área com risco climático moderado, pelo *Institute de Rechercher pour les Huiles et Oleagineux* (MÜLLER, 1980). As maiores produtoras da região são Marborges, Agropalma, Biopalma, havendo também plantações da Guanfeng e Belém Biopalma Brasil. Sobre a atividade do dendê no Baixo Tocantins, têm-se:

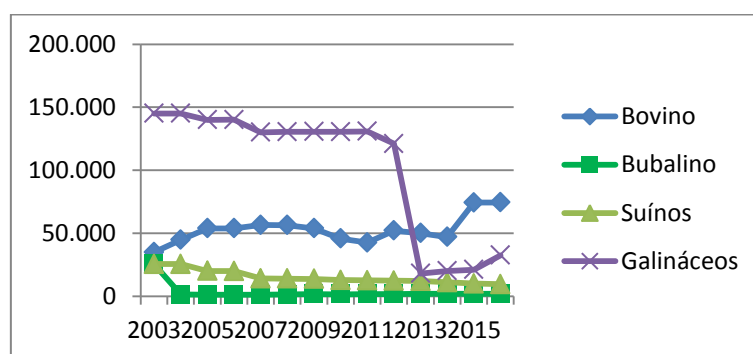
Uma preocupação real das famílias com a manutenção de condições socioambientais adequadas para garantir melhor qualidade vida na região. A elevação da temperatura na área e a redução do nível da água dos rios e igarapés da região nos últimos anos foram apontadas pela maioria dos agricultores como impactos diretamente relacionados à cultura do dendê na localidade (FERREIRA, 2016, p. 111).

Além disso, fica “evidente a incapacidade da agroindústria do dendê para formar a estrutura da cadeia produtiva como alternativa econômica sustentável, dando novas oportunidades de emprego, renda e melhoria na qualidade de vida” local (FERREIRA, 2016, p. 111). Significando para o autor em referência que em relação ao dendê, os custos socioeconômicos e ambientais na região do Tocantins estão mais elevados que os benefícios para as comunidades locais inseridas no processo.

No município ainda podem ser encontradas lavouras permanentes de banana, cacau, café, laranja, maracujá e pimenta-do-reino, entre outras. A pimenta-do-reino é um produto também típico da agricultura familiar, e segundo o técnico da EMATER-PA no município de Moju, Astrogildo Sobrinho, há um programa de incentivo com cinquenta famílias para a produção. Em 2015, esta pimenta teve um valor de produção de cinco milhões de reais para uma produção de duzentas toneladas.

Com avanços e recuos, entre 2003 e 2014, o rebanho bovino aumentou ligeiramente, entretanto em 2015 o número quase dobrou de tamanho, mantendo-se praticamente estável em 2016. De 2003 para 2004 o rebanho bubalino sofreu forte queda com a redução de mais de 20.000 cabeças, aumentando gradativamente até 2015. O número de suínos e galináceos diminuiu de 2003 a 2014, o que evidencia mudanças na dinâmica do município, conforme pode ser observado no Gráfico N° 5.

Gráfico 5 – Principais Rebanhos em Cabeças por Ano de 2003 a 2016

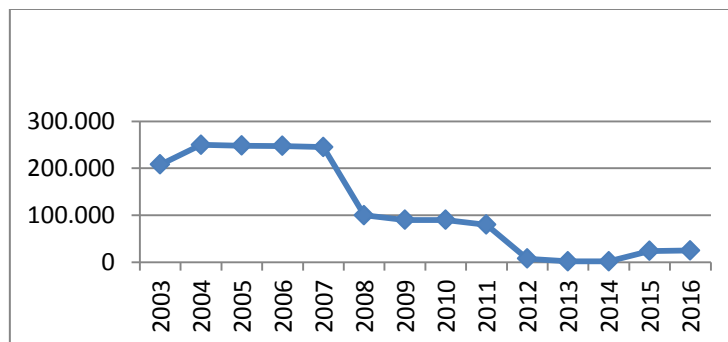


Fonte: IBGE, 2018.

As atividades madeireiras (extração e beneficiamento), extração de seixo e extrativismo de seringa também são desenvolvidas em Moju. O Gráfico N° 6 identifica a produção da madeira em Tora em Moju, e demonstra um forte decréscimo a partir de 2008. Embora haja o decréscimo na produção, o produto ganhou valor. O Gráfico N° 7

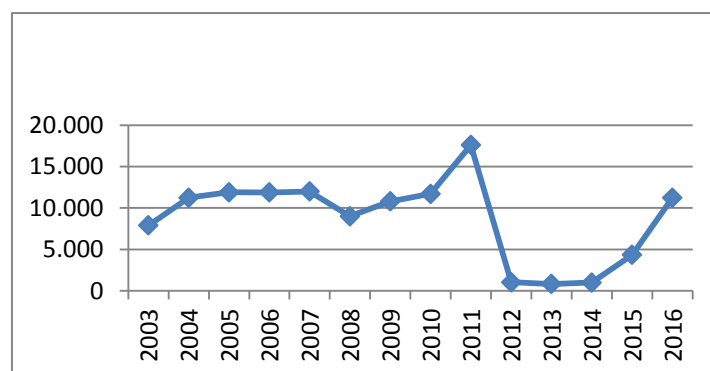
amostra que em 2016, mesmo com uma produção muito menor que em 2003, o valor arrecadado foi maior.

Gráfico 6 – Produção de Madeira em Tora (m³) por Ano de 2003 a 2016



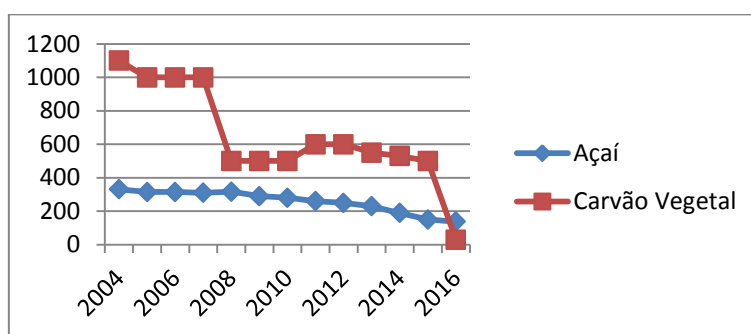
Fonte: IBGE, 2018.

Gráfico 7 – Receita de Madeira em Tora em Mil Reais por Ano de 2003 a 2016



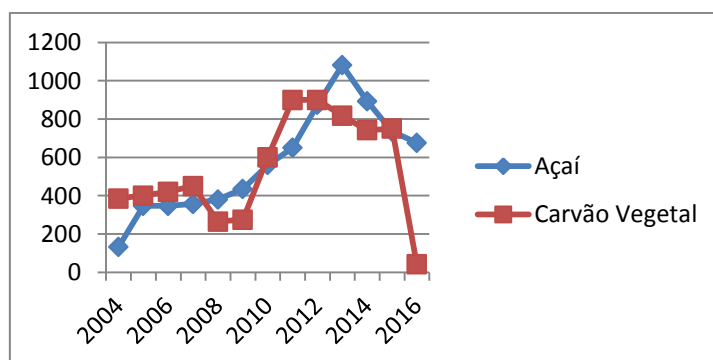
Fonte: IBGE, 2018.

O Gráfico N° 8 é referente à produção de carvão de vegetal e açaí em Moju, sendo que para o gráfico tornar-se mais nítido, o ano de 2003 foi excluído por apresentar uma produção de carvão muito superior a do açaí. O carvão apresentou um grande declínio, embora ainda seja muito comum avistar-se sua venda ao longo das rodovias que cortam o município. O açaí mostrou queda de produção ao longo dos anos.

Gráfico 8 – Produção de Carvão Vegetal e Açaí em Toneladas por Ano de 2004 a 2016

Fonte: IBGE, 2018.

No que se refere à receita do carvão vegetal e do açaí, pode-se perceber no Gráfico Nº 9 que em relação ao carvão vegetal há uma considerável variação no valor de produção. Já sobre o açaí, apesar da produção menor, o valor do produz fez com que a receita aumentasse, sendo que nos três últimos anos a relação entre receita e produção foi praticamente estável.

Gráfico 9 – Receita de Carvão Vegetal e Açaí em Mil Reais por Ano de 2004 a 2016

Fonte: IBGE, 2018.

Além destas atividades, a venda de produtos tradicionais como raízes, ervas e cascas de árvores também podem ser encontrados no município. Há também atividade de turismo na região, destacando-se o Balneário do Levi, localizado às margens do Rio Ubá, e um etnoturismo promovido pelo Projeto Agrovárzea do Instituto do Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade do Estado do Pará, cujo objetivo é enfatizar a agricultura familiar e o turismo rural, diversificando a produção das comunidades tradicionais próximas à Belém (IDEFLOR-BIO, 2017).

2.4 Solo e Geologia

Dentre os tipos de solo do município estão os latossolos, que apesar da baixa fertilidade, são passíveis de utilização com culturas anuais, perenes, pastagens e reflorestamento desde que haja aplicação adequadas de corretivos e fertilizantes (EMBRAPA, 2017). Na composição dos solos também se pode achar materiais para a produção de cerâmica (argila) e seixo.

Há moderada variação topográfica, com cotas altimétricas próximas a 30 metros, estrutura geológica e relevo simplificado, são aspectos favoráveis às atividades agrosilvopastoris (CMMOJU, 2017, citado por SEPOF, 2010). A região urbana encontra-se a 18m acima do nível do mar. Tal variação altimétrica é característica do domínio geomorfológico do município, que é o de Tabuleiros da Zona Bragantina (JOÃO, 2013). Esses tipos de Tabuleiros consistem em um prolongamento da extensa faixa de deposição dos sedimentos do Grupo Barreiras ao longo da costa brasileira, e também são sulcados por rios meândricos, como o rio Moju, de padrão predominantemente dendrítico.

2.5 Vegetação

A vegetação do município é representada pela vegetação densa de planície aluvial, nas áreas de várzea; pela vegetação secundária latifoliada de terra firme e pela floresta densa dos baixos platôs e terraços (CMMOJU, 2017, citado por SEPOF, 2010).

Há no Moju uma área de Floresta 4.387km² que vem sofrendo pressão negativa por conta do uso do espaço. Conforme dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), o desflorestamento acumulado chegou a 4.320 km² em Moju, os maiores números da região de integração do Tocantins (INPE, 2018). Não há no município unidades de conservação federais, estaduais ou municipais registradas no ITERPA. Todavia, há uma portaria de uma Reserva Particular de Patrimônio Natural de 2000 hectares no município, conforme Portaria 7-N/1993 (ICMBIO, 2017).

2.6 Clima

Por uma série de fatores como as linhas de estabilidade, a Zona de Convergência Intertropical, a forte convecção local, os aglomerados de *Cumulus nimbus* e por estar localizada próxima às áreas litorâneas, a Mesorregião Nordeste onde está inserido o município de Moju, ao lado da região da ilha do Marajó, apresenta os maiores valores pluviométricos anuais do estado do Pará (OLIVEIRA, L., 2002).

Conforme a classificação de Köppen o tipo climático da região do Moju é *Ami* (quente e úmido) e o sub-tipo *Am*, com precipitações anuais que variam de 2.000 a

3.000mm com pequeno período seco que vai de agosto a outubro, temperatura média anual entre 25 e 27° C (BARRETO, 2012). O regime pluviométrico varia ao longo do ano. No período do “inverno amazônico”, quando a concentração de chuvas ao longo do ano é maior e pode variar entre junho e dezembro, a depender da localização na Região Amazônica, a concentração das chuvas pode chegar a 80%, e a umidade relativa do ar gira em torno de 85% (SEPOF, 2010, citado por CMMOJU, 2017).

No “verão amazônico”, quando a quantidade de chuvas é menor a insolação mensal pode chegar até 275,8h, com um mínimo de 148h (SANTOS *et al.*, 1985, citado por BARRETO, 2012). Para Moju, um análise de quase 30 meses indica que os meses mais chuvosos são março e abril, com precipitação média de 497,24mm e 416,31mm, respectivamente, e os menos chuvosos são setembro e outubro, com menor valor médio de 46,9mm e 48,31mm, respectivamente (BARRETO, 2012).

3 CONSIDERAÇÕES SOBRE RISCO E DESENVOLVIMENTO

Com base no paradigma holístico-sistêmico, a plurivisão em análises de gestão ambiental tem fundamental importância para o desenvolvimento sustentável. Este tipo de paradigma percebe os sistemas ecológicos, sociais e econômicos como vivos e adaptativos, integrados, interdependentes e em coevolução (CAVALCANTI, 2004). Sendo assim, os riscos não podem ser vistos como fenômenos exclusivamente naturais ou tecnológicos, mas também sociais e econômicos.

A sociedade como um sistema vivo está em constante processo de mudança, o que não significa evolução, progresso ou aprimoramento (KOGA, 2009). Sociólogos como Florentino Menezes, Anthony Giddens, Raffaele di Giorgi e Ulrich Beck abordam em seus estudos esta mudança, entendendo que após a revolução industrial, a Sociedade Moderna, nos últimos anos do século XX até hoje apresentou um momento de inflexão (PINHO, 2010).

Na visão de Beck, especificamente, a atual sociedade, diferente daquela pós-revolução industrial, em vez de compartilhar bens, compartilha riscos (BECK, 2010). Indo além de riscos técnicos, Beck analisa uma sociedade de riscos sociais e culturais. Tal perspectiva pode ser entendida na modernização da sociedade e no seu crescimento populacional, com o aumento da demanda de alimentos, água, recursos naturais, energia elétrica, entre outros.

Para tal entendimento, pode-se citar o modelo capitalista de superprodução, cujos efeitos colaterais possuem dimensões que podem destruir as bases de sustentação da vida no planeta (CAVALCANTI, 2004; PINHO, 2010). Dessa maneira, cidades predominantemente rurais são, constantemente, pressionadas a atender às crescentes demandas de alimentos locais, regionais e globais. As atividades econômicas e ambientais de comunidades rurais, tidas como mais vulneráveis, sofrem maiores impactos em situações negativas (FLORES, 2015).

Sobre o aspecto produtivo, é percebido um declínio da sustentabilidade atual das atividades agrícolas (HOMMA, 2003). Tal declínio faz parte de um processo histórico de espoliação da economia agrária no Brasil, conforme o excerto a seguir:

O meio rural brasileiro, como sabemos, tem um caráter de dependência ou de subordinação aos países ditos centrais e/ou outros setores dentro do próprio país, desde os tempos da colonização e carrega, em sua estrutura tanto física quanto social, as marcas daquela época (KOGA, 2009, p. 125).

Uma maior produção, comumente, requer uma área maior, e pode apresentar modo de produção que aumenta o risco de eventos adversos, com a promoção do uso de agrotóxicos (INCA, 2017), superexploração de corpos hídricos (MMA, 2017), e a utilização do fogo para preparo do campo (TERRA BRASILIS, 2017). De forma direta ou indireta, indígenas, quilombolas e agricultores familiares sofrem pressões internas e externas de uma agricultura que visa uma produção sempre mais crescente.

Quanto ao uso do fogo na agropecuária, o risco acaba por ser compartilhado do local ao global. Localmente, há risco de degradação da vegetação e biodiversidade, prejuízos financeiros e, danos à saúde humana, inclusive com perdas de vidas (TORRES *et al.*, 2011). Regionalmente, um aeroporto de um município pode ser fechado devido a fumaça advindas de outro município. Globalmente, o clima planetário pode ser alterado com o efeito estufa (NEPSTAD *et al.*, 1999). Considerando estes aspectos, confirma-se a assertiva que a efetivação do risco interrompe um ciclo natural de desenvolvimento (FLORES, 2015), no caso em análise, o risco de um desastre por incêndio florestal.

Em relação ao Pará, embora haja considerável quantidade de queimadas e incêndios florestais, não há, historicamente, dados que evidenciem um grande problema de desastres por conta destes. De 1991 a 2016 há apenas catorze casos declarados de desastre de incêndio florestais no estado, sendo treze casos em 1998 e um caso em 2007 (S2ID, 2018). A não existência histórica de declarações de situações de emergência ou estado de calamidade pública advindas de incêndios florestais pode estar relacionada com os antigos formatos para tais decretações que priorizavam a quantificação de danos e prejuízos.

Entretanto, haja vista que, com as mudanças da Instrução Normativa Nº 02/2016 do Ministério da Integração Nacional (IN/MI), os danos e prejuízos agora são analisados de forma mais qualitativa, houve um aumento destas declarações no Pará. Por exemplo, em 2017 foram reconhecidas pelo governo federal 36 casos de desastres no Pará, número maior que os 31 registrados entre 2013 e 2016, além do pedido de homologação de três casos de desastre por incêndios florestais (S2ID, 2018).

Para efeitos legais, as declarações podem advir de dois modos: situação de emergência ou estado de calamidade pública. Podendo ser decretadas quando “for necessário estabelecer uma situação jurídica especial para execução das ações de socorro e assistência humanitária à população atingida, restabelecimento de serviços

essenciais e recuperação de áreas atingidas por desastre” (MI, 2016). Não há registros de estado de calamidade pública no Pará.

Em todo o caso, qualquer que seja o desastre, natural ou tecnológico, climatológico, hidrológico ou relacionado a produtos perigosos, a prevenção, via de regra, é a melhor opção para a gestão de risco. Diversos estudos demonstram as perdas ambientais, sociais e econômicas causadas por eventos danosos, e apontam a necessidade de prevenção (BARRETO, 2012; FLORES, 2015; NINA, 2016; SOUSA, 2016).

Sobre a prevenção ao risco, considerando o ordenamento jurídico brasileiro, o Princípio da Prevenção pode ser encontrado claramente no Direito Ambiental. Este Princípio atua no intuito de afastar o risco ambiental, antecipando medidas a fim de evitar agressões ao meio ambiente (BITTENCOURT, 2017), sendo inclusive encontrado na Constituição Federal, onde se lê que incumbe ao Poder Público e à coletividade o dever de proteger e preservar o meio ambiente às presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988).

Digno de nota é outro princípio do direito ambiental semelhante ao da prevenção: o da Precaução. Tal qual o da prevenção é norteador de quase todas as legislações ambientais do mundo, entretanto diferem, pois este trabalha com o risco hipotético ou de incerteza científica, enquanto aquele trabalha com o risco certo ou conhecido pela ciência (PINHO, 2010).

O MRIF e o MRDIF, enquanto mecanismos de informação de conhecimento e vigilância da biota, estão configurados no Princípio da Prevenção, permitindo a implementação e modernização das políticas ambientais. Os mapas de risco atuam de forma mais cabível no âmbito de enfoque de recursos, servindo para avaliar com previsão “as áreas onde se devem tomar medidas para evitar tragédias, definindo lugares para postos de vigia, tornando possível conduzir ações efetivas” (OLIVEIRA *et al.*, 2012), potencializando o uso do recurso natural sem comprometer o meio ambiente, promovendo a qualidade de vida e o desenvolvimento sustentável.

Ainda sobre a prevenção, as medidas preventivas básicas podem ser estruturais e não-estruturais (KOBAYAMA *et al.*, 2006). As medidas estruturais, tais como a construção de diques, alargamento de rios, dentre outras, são complexas e caras; devendo-se dar especial atenção às não-estruturais, como sistemas de alerta, zoneamento ambiental e campanhas preventivas.

Do ponto de vista do desenvolvimento local, é comum encontrar-se campanhas de combate a queimadas. Sobre estas campanhas, há evidências de “falta de diálogo”, com uma pressão externa do Campo Ambiental sobre o Campo da Agricultura Familiar (COSTA, 2006). E conforme pode ser observado em Bourdieu, quando considerado a dinâmica do espaço rural, na disputa entre estes dois Campos, o Campo Ambiental, cujo característica é conservacionista, acaba por dominar o Campo da Agricultura Familiar (COSTA, 2006). Entretanto, o Campo dominante falha na pretensão de incutir uma cultura do não uso do fogo para o preparo da terra na agricultura familiar por não ter um bom diálogo com o local onde pretende trabalhar (COSTA, 2006).

Visto isso, sendo o risco uma linguagem com o futuro (GIORGI, 1994; PINHO, 2010), e considerando que os especialistas gestores nem sempre sabem o que é bom para todos (BECK, 2010), o desenvolvimento desta sociedade reflexiva (que recebe o *feedback* de suas próprias ações) deve ocorrer por meio de novas formas de diálogos, a fim de que falhas da gestão ambiental possam ser corrigidas.

A principal falha talvez seja a cultura do “de fora para dentro”, na qual desconsidera-se a pluralidade de diferentes setores da sociedade. Sobre isso, Alfredo Homma cita:

As constantes mudanças de prioridades pelos órgãos de pesquisa, adotando novas prioridades decorrentes de pressões políticas nacionais, como aberturas de rodovias no passado e de eixos de desenvolvimento no contexto atual, e internacionais, como a redução dos desmatamentos e queimadas e do interesse unilateral, tendem a desconhecer as reais necessidades das comunidades locais (HOMMA, 2003, p. 247).

Desse modo, entende-se que os mapas de risco não são a solução do problema ambiental dos incêndios florestais, mas são uma parte vital para prevenção de desastres que culminam interrompendo o curso dos movimentos sociais em busca do desenvolvimento em municípios na região Amazônica. O mapa deve ter o objetivo de agregar diferentes setores e atores, a fim de que o desenvolvimento desejado possa ser alcançado.

4 RISCO DE DESASTRE

Geralmente, o conceito de risco vem carregado de conotação negativa (ALMEIDA, 2006; MARGARIDA *et al.*, 2014). Na Engenharia pode haver o risco de acidente nuclear ou químico ou o risco de morte em instalações elétricas, no Transporte o risco de acidente automobilístico, inclusive na Saúde o risco de gravidez quando empregado conduz a uma ideia de não planejamento.

A conotação negativa também ocorre na Defesa Civil, onde alguns autores conceituam risco “como uma probabilidade de perda por parte da sociedade ou de um componente da mesma” (SZLAFZSTEIN *et al.*, 2012, p. 12). Alguns autores reutilizam o conceito do Programa de Desenvolvimento das Nações Unidas (FURTADO, 2012; MARGARIDA *et al.*, 2014; PARIZZI, 2014). Este Programa, cuja sigla em inglês é UNPD, conceitua risco como a probabilidade de ocorrer consequências danosas ou perdas humanas e não humanas, sendo o resultado de interações entre um perigo natural e as condições de vulnerabilidade local (UNPD, 2004). A ideia de magnitude também poder estar inserida na definição de risco (CARVALHO, 2007).

A UNPD calcula o risco pela equação $R = (A \times V)$, onde R é o risco de desastre, A é a ameaça, V a vulnerabilidade (UNDP, 2004). O termo ameaça referido é a tradução de *hazard*, mas também pode ser encontrado traduzido como perigo (CARVALHO, 2007; SAITO, 2017).

Ameaça é basicamente um processo ou atividade, humana ou natural, que provoca o desastre (FURTADO, 2012; ARAÚJO, 2013; SILVA JÚNIOR; SZLAFZSTEIN, 2013). O Escritório das Nações Unidas para Redução de Risco de Desastres (UNISDR) conceitua ameaça como “processo, fenômeno ou atividade humana que podem causar perda de vidas, ferimentos ou outros impactos na saúde, danos materiais, perturbações sociais e econômicas ou degradação ambiental” (UNISDR, 2017).

Semelhantemente, o Anexo VI da IN/MI Nº 02/2016 conceitua ameaça como “evento em potencial, natural, tecnológico ou de origem antrópica, com elevada possibilidade de causar danos humanos, materiais e ambientais e perdas socioeconômicas públicas e privadas”.

Quanto à vulnerabilidade, embora ela se refira a uma espécie de estado ou condição, devido a ampliação de espectro de entendimento as formas de definição do termo são variadas. Noções multidisciplinares sobre vulnerabilidade foram desenvolvidas nas últimas duas décadas (LAVELL, 2003).

Para a UNISDR, vulnerabilidades são as “condições determinadas por fatores ou processos físicos, sociais, econômicos e ambientais que aumentam a susceptibilidade de um indivíduo, uma comunidade, ativos ou sistemas para o impacto de ameaças” (UNISDR, 2017). Para IN/MI Nº 02/2016 vulnerabilidade é a “exposição socioeconômica ou ambiental de um cenário sujeito à ameaça do impacto de um evento adverso natural, tecnológico ou de origem antrópica”. (MI, 2016). Ela pode referir-se tanto ao indivíduo, quanto às suas propriedades, às atividades econômicas, serviços públicos, entre outros (ARAÚJO, 2013).

Alguns autores entendem vulnerabilidade como uma probabilidade que pessoas, ante uma ameaça, sofram danos ou perdas humanas e materiais no momento do impacto do fenômeno assim como ter dificuldades de recuperar-se, considerando seu grau de suscetibilidade socioeconômica e demográfica e da sua capacidade de resposta para voltar a um estado próximo ao prévio ao desastre (SILVA JÚNIOR; SZLAFZSTEIN, 2013). De outro modo, entende-se que vulnerabilidade represente o “grau de perda para um dado elemento, grupo ou comunidade dentro de uma determinada área passível de ser afetada por um fenômeno ou processo” (CARVALHO, 2007, p. 26).

Um das definições do dicionário Aurélio (2017) para desastre é desgraça imprevista e funesta. Entretanto, o desastre não é de todo imprevisto. Em encostas ou a proximidade de vulcões ativos, onde há usinas nucleares, ou onde se pratica queimadas sem as técnicas necessárias é previsto que algo ruim possa ocorrer. Conectado às concepções de risco está a concepção de desastre. Fundamentalmente, desastre é a materialização de um risco, atrelado imprescindivelmente à presença humana (KOBAYAMA *et al.*, 2006; ANAZAWA *et al.*, 2017).

Embora a problematização do termo desastre no debate sociológico contemporâneo possa expor certa falta de consenso (VALENCIO, 2009), há uma tendência em trabalhos sobre Defesa Civil que os desastres causam “uma séria interrupção do funcionamento de uma comunidade ou sociedade em qualquer escala (...) levando a (...) perdas e impactos humanos, materiais, econômicos e ambientais” (UNISDR, 2017). Neste mesmo sentido, a IN/MI Nº 02/2016 define desastre como “resultado de eventos adversos, naturais, tecnológicos ou de origem antrópica, sobre um cenário vulnerável exposto a ameaça, causando danos humanos, materiais ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais”.

O risco de um desastre, por sua vez, “está associado à frequência, recorrência e magnitude dos fenômenos ameaçadores com a vulnerabilidade de grande parte da

população e infraestruturas expostas a estas ameaças” (SZLAFSZTEIN *et al.* 2012, p. 10). Outro entendimento de risco de desastre é o de “probabilidade de ocorrência de um evento adverso, causando danos e prejuízos. A magnitude do risco é diretamente proporcional à magnitude da vulnerabilidade” (FURTADO, 2012, p. 8).

Normativamente, risco de desastre é conceituado como “potencial de ocorrência de evento adverso sob um cenário vulnerável” (MI, 2016). A UNISRD define risco de desastre como “a perda potencial de vidas, lesões ou ativos destruídos ou danificados que podem ocorrer em um sistema, sociedade ou comunidade em um período de tempo específico, determinado de forma probabilística em função do perigo, exposição, vulnerabilidade e capacidade” (UNISDR, 2017).

Assim sendo, devido a concepção matemática da pesquisa quanto à identificação das áreas de risco, optou-se pela fórmula de risco de desastre a proferida pela UNPD, onde $R = A \times V$, sendo A a ameaça e V a vulnerabilidade. Onde, considerando os conceitos vistos, a ameaça refere-se a probabilidade do evento adverso acontecer e a vulnerabilidade a magnitude das consequências do evento adverso.

5 RISCOS E INCÊNDIOS FLORESTAIS

As queimadas limpam áreas, eliminam de plantas daninhas, pragas, doenças e restos culturais, e são praticadas milenarmente em todo o mundo (SANTOS, 2006; TERRA BRASILIS, 2017). Dentre as outras técnicas de preparação do uso do solo, as queimadas possuem certas características que lhe favorecem o uso, como a acessibilidade e o baixo custo, sendo usadas largamente no ambiente rural. Todavia, as queimadas deveriam ser controladas, e em alguns casos evitadas (SÁ *et al.*, 2007). Cabe mencionar que apesar de ser usado tradicionalmente por indígenas, há defesas contra a mistificação da utilização do fogo de forma descontrolada como sendo dos indígenas brasileiros, contestando que estes seriam incendiários contumazes (LEONEL, 2000; HOMMA, 2003).

Considerando as taxas de desmatamento e a quantidade de focos de calor, este último mostrado na Tabela Nº 2, a Amazônia pode ser considerada o bioma brasileiro com maior pressão de degradação (INPE, 2018).

Tabela 2 – Focos de Calor no Bioma Amazônico Brasileiro de 2014 a 2017

	AC	AM	AP	MA	MT	PA	RO	RR	TO
2014	3.827	9.288	1.491	5.892	17.927	35.873	7.643	1.868	541
2015	5.512	15.170	2.653	7.932	21.156	45.096	14.470	2.061	577
2016	6.987	12.024	2.645	5.040	17.248	29.316	11.784	3.499	470
2017	7.055	15.146	1.754	5.572	25.211	65.453	14.141	1.294	1.264

Fonte: INPE, 2018.

Visto que a existência de focos de calor pressupõe com grande probabilidade a existência de queimadas e incêndios florestais. Tais números podem ter consequências desastrosas. Por exemplo, em Tangará da Serra, no Mato Grosso, em 2010, uma queimada sem controle destruiu um assentamento, imóveis de propriedades rurais, maquinários e cercas, fazendo com que a prefeitura desembolsasse recursos para a recuperação do pasto e cestas básicas para o sustento das famílias (RURAL CENTRO, 2017).

Apesar da facilidade da prática das queimadas, o pesquisador Embrapa Edmilson Evangelista apresenta uma visão, na qual esta prática deveria ser a última alternativa para a limpeza de uma área, pois, “além de eliminar os restos vegetais, precursores na

formação da matéria orgânica do solo, ainda prejudicam a atmosfera pela liberação de gases que contribuem para o aquecimento global” (ROCHA, 2015).

Dentre as técnicas estudadas pela Embrapa está o corte e trituração. Pesquisadores apontam diversos estudos mostrando os aspectos positivos deste uso de preparo do solo em relação ao corte e queima, entretanto, tal técnica de corte e trituração apresenta desvantagem, como custos para o uso do maquinário responsável pelo corte e trituração que impedem a popularização desta técnica podem ser em parte contornada com o uso do capital social (SAMPAIO *et al.*, 2008). Fato corroborado pelo texto de um estudo que comparou o corte e queima com o corte e trituração, no qual informa as desvantagens:

Falta do adubo químico, tamanho das áreas a serem triturada/ano e o alto custo operacional (preço de aquisição, operador, manutenção, combustível e gastos com deslocamento do implemento agrícola – trator + triturador) (SANTOS, 2006, p. 113).

Apesar das campanhas contra as queimadas terem se intensificado a partir de 1998, há uma redução pouco expressiva desta prática (COSTA, 2006). O que é preocupante não apenas do ponto de vista econômico, ambiental e social. A agricultura familiar, por exemplo, em relação ao lado econômico, ainda que haja contestação que esta agricultura seja responsável por 70% da produção de alimentos no Brasil, os valores de produção de estudos alternativos ainda mostram porcentagens expressivas da produção familiar (SILVA, 2017).

Um incêndio florestal pode ser considerado um desastre conforme a magnitude dos danos e prejuízos ocasionados por ele. Este incêndio ocorre quando um ambiente é ou está momentaneamente vulnerável e é exposto a um fator de ameaça, ou seja, na junção de combustíveis inflamáveis expostos a uma fonte de calor (OLIVEIRA, 2012), como uma queimada ou uma bagana de cigarro, por exemplo.

Segundo o Anexo V da IN/MI N° 02/2016, que versa sobre a Classificação de Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), os desastres do Tipo Incêndio Florestal estão classificados no eixo dos Desastres Naturais, Grupo Climatológico e Subgrupo Seca. Há dois Subtipos: 1. Incêndios em parques, áreas de proteção ambiental e áreas de preservação permanente nacionais, estaduais ou municipais, sendo definido como a “propagação de fogo sem controle, em qualquer tipo de vegetação situada em áreas legalmente protegidas”, e; 2. Incêndios em áreas não protegidas, com reflexos na qualidade do ar, cuja definição é dada pela “propagação de fogo sem controle, em

qualquer tipo de vegetação que não se encontre em áreas sob proteção legal, acarretando queda da qualidade do ar”.

Conforme já mencionado, o fogo pode ser um aliado sob determinadas situações, entretanto, quando realizado com frequência e sem planejamento pode gerar consequências indesejadas. Algumas destas são enumeradas a seguir.

5.1 Impactos do Uso do Fogo ao Solo

Em relação aos solos, a utilização do fogo em vegetação pode gerar impactos físicos, químicos e biológicos. Sobre os aspectos físicos, tem-se que:

O fogo pode causar diminuição do volume de macroporos, do tamanho de agregados, da taxa de infiltração de água no solo e, conseqüentemente, sua umidade, aumento da resistência à penetração de raízes e da densidade do solo. Além disso, o solo torna-se mais susceptível ao processo erosivo pela remoção de sua cobertura vegetal (REDIN *et al.*, 2011, p. 381).

Denotando que, quando há diminuição da formação da estrutura granular agregada, diminui a infiltração no solo, aumenta os riscos à erosão e desestabiliza a temperatura da superfície do solo, facilitando a evaporação da umidade do solo. Sobre os atributos biológicos, a ação da chama do fogo enfraquece a disponibilidade de alimento para os micro-organismos, com um declínio imediato da população de bactérias, e também a população da mesofauna, com perda na capacidade reprodutiva (SANTOS, 2006; REDIN *et al.*, 2011).

Sobre os atributos químicos, as cinzas advindas da queima recaem sobre o solo e agem como forte fonte de nutrientes. Entretanto, há uma perda considerável dos nutrientes que existiam originalmente na matéria orgânica que foi queimada (SÁ *et al.*, 1998). As chuvas, por exemplo, fazem o processo de lixiviação, fazendo com que o solo venha a perder alguns nutrientes, diminuindo a fertilidade inicial do solo (GLIESSMAN, 2001 citado por SANTOS, 2006; REDIN, 2011). Ainda há a perda de nutrientes como nitrogênio, carbono, enxofre, potássio, fósforo, magnésio e sódio devido à queima com diminuição da biomassa acima e abaixo do solo, devido à volatilização destes nutrientes (HÖLSCHER *et al.*, 1997).

5.2 Impactos do Uso do Fogo à Saúde

Além de eventuais queimaduras no corpo, ou mesmo a morte, as principais consequências das queimadas à saúde são as doenças respiratórias. O período da seca em municípios faz aumentar a quantidade de ocorrências de problemas de saúde (NEPSTAD *et al.*, 1999; VELOSO, 2014). A Rádio Agência noticiou que uma onda de incêndios florestais atingiu a capital manauara, modificando o cenário e afetando a

saúde dos moradores (EBC, 2017). O Quadro Nº 1 mostra a população e o desfecho de alguns estudos nacionais sobre saúde e queimadas.

Quadro 1 – População e Desfecho de Estudos Nacionais de Doenças Respiratórias pelo Uso do Fogo em Vegetação

População	Desfecho
Todas as idades. Rio Branco - AC	Atendimentos de emergência por doenças respiratórias e asma
Crianças menores que 4 anos e idosos com mais de 65 anos. Rio Branco – AC	Hospitalizações por doenças do aparelho respiratório
Menores de 15 anos. Tangará da Serra – MT	Hospitalizações por doenças do aparelho respiratório, pneumonia e Insuficiência Respiratória
Crianças asmáticas menores que 5 anos. Cuiabá – MT	Aumento da proporção de atendimentos por asma em crianças menores de 5 anos
Todas as idades. Microrregiões da Amazônia Brasileira	Associação com doenças respiratórias dentre os grupos mais vulneráveis
Asma em idosos em todos os estados da Amazônia Legal	No período seco verificou-se o triplo de internações se comparado ao período de chuvas, com taxas mais elevadas em Rondônia e Mato Grosso

Fonte: Adaptado de Gonçalves *et al.*, 2012.

No Pará, um estudo verificou que existe uma relação expressiva entre o número de focos de calor e a quantidade de internações de crianças de um a quatro anos por motivos de doenças no trato respiratório, considerando os meses de agosto a dezembro de 2014 (CARVALHO *et al.*, 2016).

5.3 Impactos do Uso do Fogo à Economia

Pode-se entender que todos os impactos possuem um valor econômico adjacente, ainda determinadas vezes sejam de difícil visualização ou mensuração. Um estudo sobre o prejuízo oculto do fogo avaliou os custos econômicos das queimadas e incêndios florestais na Amazônia (VERA-DIAZ *et al.*, 2002). Segundo o relatório dos autores os principais resultados indicam que:

As perdas econômicas na Amazônia resultantes da queima de pastagem e cercas variam entre US\$12 e 97 milhões por ano. Os incêndios florestais no ano El Niño 1998 atingiram uma área de aproximadamente 30.000 km², isto é, quase duas vezes a área desmatada anualmente na Amazônia, causando prejuízos pela queima de madeira que variam entre US\$ 1 a 13 milhões de dólares. Estas perdas impostas às propriedades rurais representam 0,1 e 0,2% do PIB da Amazônia, e 0,2 a 1,6% do PIB da produção agropecuária da região (VERA-DIAZ *et al.*, 2002, p. 2).

Os prejuízos em anos de *El Niño* poderiam chegar a 4,7 bilhões de dólares pela emissão de carbono, enquanto que as doenças respiratórias provocaram perdas de US\$ 1 a 11 milhões por ano, como resultado de 4.000 a 13.000 internações registradas. Em valores da época as perdas totais anuais são estimadas entre 107 milhões de dólares a 5 bilhões de dólares (VERA-DIAZ *et al.*, 2002). Outro estudo aponta que cerca de 90% dos donos de propriedade rural relataram perdas econômicas devido à queima acidental de seus pastos (NEPSTAD *et al.*, 1999). Destes, um terço fez referência à prejuízos com cercas, um quarto por perda de madeira de valor comercial. Dos pequenos proprietários, cerca de 50% aludiu a danos à lavoura, e dos grandes proprietários, 8% tiveram perdas com gado ou cavalos. Os dados são de 1999, mas ainda assim são expressivos.

Os prejuízos referentes ao pasto para propriedades menores que 100 hectares eram em média US\$ 20, para as maiores que 100 e menores que 1000 hectares US\$ 180, para as maiores que 1.000 e menores que 5.000 US\$ 1.150 e, para as maiores que 5.000, US\$ 8.110. Em 2017, em Porto Velho – RO, uma fazenda perdeu mil hectares e 500 cabeças de gado de corte em função de um incêndio, possivelmente, originado em uma queimada em uma área vizinha à propriedade (IASI, 2017).

Em 1995 a interrupção de fornecimento de energia proveniente da Hidrelétrica de Tucuruí custaram à companhia de fornecimento US\$ 2,2 milhões de dólares em lucros (NEPSTAD, *et al.*, 1999), fora prejuízos e gastos de usuários por conta da falta de energia. Notícias reportam aeroportos fechados por conta das fumaças do uso do fogo (NEPSTAD, *et al.* 1999; MILHOMEM, 2015; G1, 2017). As mudanças nos ciclos hidrológicos, embora de difícil mensuração, também apresentam problemas à economia.

5.4. Mapeamentos de Riscos de Incêndios

A gama de estudos relativos a riscos de incêndios é variada, e são diferentes, envolvendo diversos fatores de risco para a formação dos mapas. Foram analisados vinte e um destes estudos, sendo selecionados catorze deles para a elaboração dos Quadros N°2 a N°4. Os quadros foram criados como resumo dos itens referente aos três fatores de risco delimitados durante a pesquisa, e foram usados como base para a

construção dos mapas. O Quadro N° 2 descreve divisões de cobertura vegetal quanto ao risco e coeficiente utilizados.

Quadro 2 – Dados de Estudos sobre Cobertura Vegetal para Incêndios Florestais

Estudos	Tipo de Cobertura Vegetal	Risco/Coeficiente
Ferraz e Vettorazzi (1998)	Mata	Baixo/2
	Capoeira	Médio/13
	Cana-de-açúcar	Médio/14
	Pasto	Alto/17
Dalcumune e Santos (2005)	Agrícola	Baixo/1
	Cobertura Vegetal	Médio/2
	Pastagem	Elevado/3
Ferreira et al. (2011)	Floresta Ecotonal	-
	Cerrado <i>stricto sensu</i> (arbóreo-arbustivas)	-
	Gramíneas	-
Cipriani et al. (2010)	Floresta Tropical, Solo Exposto	Baixo/1
	Agricultura	Moderado/2
	Reflorestamento	Muito Alto/4
	Pasto e pastagem	Extremo/5
Koproski et al. (2011)	Floresta de galeria ciliar, floresta ecotonal,	Baixo/1
	Campo higro-hidrófilo, afloramento rochoso	Moderado/2
	Cerrado <i>stricto sensu</i>	Alto/3
	Campo sujo, campo cerrado, cerrado alterado	Muito Alto/4
Nicolete e Zimback (2013)	Solo/Corpo d'água	Nula/0
	Várzea/ Arroz de várzea	Baixa/5
	Agricultura/ Floresta Estacional Semidecidual	Média/10
	Cerradão/Pastagem	Alta/20
Torres et al. (2017)	Área Nula	0
	Mata	3
	Agricultura	5
	Capoeira	7
	Floresta plantada	8
	Pasto	10

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Como percebido, os coeficiente variam conforme o autor, todavia, apresentam certa homogeneidade quanto ao tipo de vegetação e seu risco respectivo. Seguindo, o Quadro Nº 3 analisa a questão dos focos de calor.

Quadro 3 – Dados de Estudos sobre Focos de Calor para Incêndios Florestais

Estudos	Área de Estudo	Tempo	Níveis
Szlafzstein <i>et al.</i> (2012)	Oeste paraense	10 anos. 2000-2009	5
Anderson <i>et al.</i> (2017)	Acre	15 anos. 2000-2014	8
Oliveira e Oliveira (2017)	BH do Rio Acaraú – CE	6 anos. 2010-2015	5

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Neste fator de risco, em comparação aos outros dois tipos, seu uso não é tão comum e apresenta-se como mais recente, com relativa diferença quanto aos tempos considerados para análise. Apenas o estudo realizado no Oeste paraense contrabalanceou o uso dos focos com outros tipos de risco. Por último, o Quadro Nº 4 mostra estudos de uso da malha viária para incêndios florestais.

Quadro 4 – Dados de Estudos sobre Malha Viária para Incêndios Florestais

(continua)

Estudos	Área de Estudo	Zona de Influência	Risco/Coeficiente
Ferraz e Vettorazzi (1998)	Estação Experimental de Tupi – SP	Carreadores – 30 m	Baixo/7
		Estrada Interna – 60 m	Médio/14
		Rodovia – 100 m	Alto/20
Silva (2004)	Parque Estadual do Itacolomi – MG	<100m	Muito Alta/8
		100-200m	Alta/7
		200-300m	Moderada/5
		300-400m	Baixa/3
Dalcumune e Santos (2005)	Grande Vitória – ES	> 50 m	Baixo/1
		<50m	Elevado/3
Cipriani <i>et al.</i> (2010)	Parque Municipal da Serra São Domingos – MG	> 15 m	Baixo/1
		< 15 m	Extremo/5

Quadro 4 – Dados de Estudos sobre Malha Viária para Incêndios Florestais

(continuação)

Estudos	Área de Estudo	Zona de Influência	Risco/Coeficiente
Szlafzstein <i>et al.</i> (2012)	Oeste Paraense	<1 km	Muito Alto/1
		2-3 km	Alto/0.8
		4-7 km	Médio/0.6
		8-12 km	Baixo/0.4
		Maior 13km	Muito Baixo/0.2

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

A malha viária é utilizada como item que identifica a presença humana na região como um possível fator para início dos incêndios florestais. Percebeu-se também neste fator relativa homogeneidade nos coeficientes para o risco de incêndio. Por outro lado, as distância de influência variam e o estudo realizado no Oeste paraense apresenta valores acima dos usuais.

6 CONSTRUÇÃO DO MAPA

Um mapa é uma representação cartográfica de uma região ou local. Considerando esta definição, a representação cartográfica dos riscos, sejam eles ambientais, sociais ou econômicos, formam um mapa de risco, que entre diversas áreas profissionais, possui aplicação na segurança do trabalho, incêndio florestal e defesa civil. Diversos autores apontam os MRIF como uma alternativa para o planejamento e controle dos incêndios florestais (DALCUMUNE; SANTOS, 2005; CIPRIANI *et al.*, 2009; FERREIRA *et al.*, 2011; BATISTA, 2013; TORRES *et al.*, 2017).

Os MRIF são formados a partir do processamento e álgebra de mapas temáticos previamente confeccionados. Define-se mapas temáticos como “produtos cartográficos que se referem a um ou mais fenômenos espacialmente representáveis (tema do mapa) oriundos de uma base cartográfica pré-definida” (ARANTES; FERREIRA, 2011, p.24). Esses mapas são elaborados a partir de uma necessidade para se obter uma resposta a partir da associação de informações conhecidas (LOPES;LOPES, 2007). Além disso:

Diferentes mapas temáticos podem ser complementares no auxílio a uma tomada de decisão específica, da mesma forma que mapas temáticos iguais, gerados com certa periodicidade podem se constituir em ferramentas imprescindíveis ao monitoramento dos resultados de uma decisão já tomada (LOPES;LOPES, 2007, p. 24).

Alguns autores descrevem várias técnicas de modelagem do risco de incêndio em ambientes naturais (OLIVEIRA, D., 2002; FERREIRA *et al.*, 2011; OLIVEIRA, 2017). Há MRIF baseados em mapas temáticos que dependem da variação diária de atributos como a umidade ou temperatura (OLIVEIRA, 2017; INPE, 2018), e há outros que dependem de atributos menos voláteis como uso e cobertura do solo, densidade demográfica e malha viária (DALCUMUNE; SANTOS, 2005; CIPRIANI *et al.*, 2010; OLIVEIRA *et al.*, 2012). Este último tipo foi selecionado por entender que atributos menos voláteis favorecem o planejamento para prevenção com um tempo maior que os menos voláteis.

Para esta pesquisa, além dos riscos atrelados ao MRIF, entende-se como importante contabilizar a magnitude e consequências socioeconômicas que os incêndios florestais podem produzir. Desse modo, uma valoração socioeconômica pode ser estimada para as áreas com possibilidade de serem atingidas por tais incêndios. Neste processo, a valoração destas áreas formou o Mapa Avaliativo Socioeconômico. A correlação entre ambos forma o Mapa de Risco de Desastre por Incêndio Florestal.

6.1 Geoprocessamento dos Mapas

O geoprocessamento tem sido utilizado por vários autores como uma importante ferramenta metodológica na espacialização de fenômenos como os incêndios, buscando o entendimento da estrutura, da função e da dinâmica dos elementos da paisagem (FERNANDES *et al.*, 2011). Neste ambiente, termos técnicos específicos como *shapes*, *buffers* e *grids* são usados com frequência.

O *shape* é “um tipo de arquivo digital que representa uma feição ou elemento gráfico, seja ela em formato de ponto, linha ou polígono e que contém uma referência espacial (coordenadas geográficas) de qualquer que seja o elemento mapeado” (SEMACE, 2018). Um *buffer* é uma nova camada de informação vetorial do tipo polígono, gerados como áreas de influência em torno das geometrias de um *layer* de entrada (MEDEIROS, 2018). *Grid* é conjunto de paralelos e meridianos utilizados por uma dada projeção, que também é denominado Rede Geográfica, quadrante, ou reticulado (ICMBIO, 2010).

Como já mencionado, o zoneamento dos riscos de incêndio é realizado pela manipulação algébrica dos mapas de risco parciais (mapas temáticos) de determinados fatores previamente analisados e ponderados (FERREIRA *et al.*, 2011). Sendo o melhor modelo, aquele em que são levadas em consideração as características específicas da área de estudo.

No geoprocessamento entre outros instrumentos e ferramentas são utilizados *softwares*. Na pesquisa desta dissertação, foram empregados o QGis 2.14 e ArcGis 10.2, com o uso dos laboratórios do Núcleo do Meio Ambiente da Universidade Federal do Pará (NUMA/UFPa) e do Sistema de Proteção da Amazônia – Centro Regional Belém (CENSIPAM-CR/BE). O primeiro sob a coordenação do Msc. Daniel Sombra Soares¹ e o segundo do Dr. Nicola Tancredi².

6.2 Fatores de Risco

Nesta seção é explicitado o modo de construção dos fatores de risco, categorizando em áreas de risco e seus respectivos coeficientes. A escolha dos mesmos ocorreu após pesquisa bibliográfica, documental e entrevistas. Os fatores de risco escolhidos foram: cobertura vegetal, focos de calor e malha viária. Excluíram-se as análises de declividade, exposição das encostas, altimetria e hidrografia por não

¹ Mestre e doutorando em Geografia. Atua como geógrafo no NUMA.

² Mestre em Geologia e Geoquímica e Doutor em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido. Atua como chefe Divisão de Sensoriamento Remoto do CENSIPAM.

apresentarem mudanças perceptíveis no quadro geral, devido às especificidades do município. As Tabelas Nº 3 a Nº 7 foram elaboradas pelo autor a partir da pesquisa bibliográfica, documental, entrevistas e análises.

6.2.1 Cobertura Vegetal

As características físicas e químicas da cobertura vegetal favorecem ou dificultam o fogo. Assim, a cobertura vegetal foi classificada em função do potencial para a ocorrência e propagação de incêndios, conforme a característica da vegetação, tais como composição, estágio de desenvolvimento e tipo de manejo, mencionando que os plantios florestais são mais suscetíveis aos incêndios do que florestas nativas (OLIVEIRA, D., 2002). Quanto mais úmido for o material, menos favorecida é a ignição e quanto menos espesso for o material, maior a facilidade de desenvolver a combustão (SALAS; CHUVIECO, 1994).

Na Amazônia, um estudo sobre a suscetibilidade a incêndios constatou diferenças de áreas quanto à frequência de ignição, quantidade de material combustível e microclima. Esse estudo fez uma divisão de quatro ambientes distintos: floresta primária, floresta explorada, pastagem e vegetação secundária instalada sobre pastagem abandonada há oito anos (UHL *et al.*, 1990).

Nas florestas primárias, a diminuição da frequência de ignição em relação aos outros ambientes se dá pelo fato do dossel favorecia um clima ameno, com temperatura entre 22 e 28° C, e uma umidade relativa do ar. Além desses fatores, pode-se afirmar que a dificuldade da circulação de vento neste tipo de ambiente, também é um fator que diminui o risco de incêndios florestais (FERREIRA *et al.*, 2011).

Já na floresta explorada, foi identificado que a quantidade de material combustível era três vezes maior que a da primária, e com um dossel menor e temperaturas maiores e umidade menor, há um risco maior da incidência de incêndios em relação à floresta primária (UHL, *et al.*, 1990). Em relação às pastagens, estas possuíam a menor umidade relativa e as maiores temperaturas, tornando-se altamente inflamáveis nos períodos de seca. Por último, as florestas secundárias são comumente invadidas por gramíneas e herbáceas, o que aumenta sua carga de combustível, e aliado a uma umidade menor e alta temperatura, faz-se ambiente propício a incêndios florestais, principalmente, considerando o uso habitual de fogo em seu entorno.

Considerou-se na pesquisa desta dissertação que cobertura vegetal é uma divisão do “uso e cobertura do solo”, onde apenas as áreas com cobertura vegetal possuem algum nível de risco.

Para a formação do Mapa de Risco em Função da Cobertura Vegetal foram utilizados os dados do Projeto TerraClass de 2014 (ALMEIDA, *et al.* 2016). No TerraClass são divididos os usos e cobertura da terra em:

- a) Floresta: áreas de maior densidade de cobertura vegetal;
- b) Agricultura Anual: áreas extensas com predomínio de culturas de ciclo anual, com emprego de padrões tecnológicos elevados, tais como uso de sementes certificadas, insumos, defensivos e mecanização, entre outros;
- c) Mosaico de Ocupações: áreas representadas por uma associação de diversas modalidades de uso de terra e que devido à resolução espacial das imagens de satélite não é possível uma discriminação entre seus componentes. Nesta classe a agricultura familiar é realizada de forma conjugada ao subsistema de pastagens para criação tradicional de gado;
- d) Área Urbana: manchas urbanas decorrentes da concentração populacional formadoras de lugarejos, vilas ou cidades que apresentam infraestrutura diferenciada da área rural apresentando adensamento de arruamentos, casas, prédios e outros equipamentos públicos;
- e) Mineração: áreas de extração mineral com a presença de clareiras e solos expostos, envolvendo desflorestamentos nas proximidades das águas superficiais;
- f) Pasto Limpo: áreas de pastagens em processo produtivo com predomínio de vegetação herbácea e coberturas de espécies gramíneas entre 90% e 100%;
- g) Pasto Sujo: áreas de pastagens em processo produtivo com predomínio de vegetação herbácea e cobertura de espécies de gramíneas entre 50 a 80%, associado à presença de vegetação arbustiva esparsa em cobertura entre 20% e 50%;
- h) Regeneração com Pasto: Áreas que, após o corte raso da vegetação natural e o desenvolvimento de alguma atividade agropastoril, encontra-se no início do processo de regeneração de vegetação nativa, apresentando dominância de espécies arbustivas e pioneiras arbóreas, caracterizada pela alta diversidade de espécies vegetais;
- i) Pasto com Solo Exposto: áreas que, após o corte raso da floresta e o desenvolvimento de alguma atividade agropastoril, apresentam uma cobertura de pelo menos 50% do solo exposto;

- j) Vegetação Secundária: áreas que, após a supressão total da vegetação florestal, encontram-se em processo avançado de regeneração da vegetação arbustiva e/ou arbórea ou que foram utilizadas para a prática de silvicultura ou agricultura permanente com o uso de espécies nativas ou exóticas;
- k) Outros: áreas que não se enquadram em nenhum dos tipos anteriores, com um enquadramento diferenciado, são exemplos os as praias aluviais e os afloramentos rochosos;
- l) Não observada: áreas que tiveram sua interpretação impossibilitada por nuvens ou fumaça, ou outro fator.

De acordo com a pesquisa bibliográfica e os dados disponíveis, optou-se por dividir Moju em cinco classes de cobertura vegetal, variando do nulo ao muito alto, mostrados na Tabela N° 3. As áreas não observadas, urbana, outros, desflorestamento e hidrografia foram classificados como nulas por não apresentarem vegetação significativa nas imagens captadas, portanto, sem risco de fogo florestal. Embora haja extração de seixo e areia na região, entre outros, não foi identificado pelas imagens de satélite o uso relativo à mineração.

As áreas de floresta são definidas a parte e por sua composição apresentam risco de incêndio baixo. A cobertura identificada como agrícola é a representação de dois tipos, a agricultura anual e o mosaico de ocupações, sendo consideradas de risco moderado. A Cobertura Vegetal Diversa é a de maior espectro, fazendo parte da mesma: reflorestamento, vegetação secundária, regeneração com pasto e não floresta. Pasto sujo, pasto limpo e regeneração com pasto foram classificados como pecuária.

Tabela 3 – Riscos e Coeficientes Relativos à Cobertura Vegetal para Moju

Cobertura vegetal	Risco	Coeficiente
Neutro	Nulo	00
Floresta	Baixo	01
Agrícola	Moderado	02
Cobertura Vegetal Diversa	Alto	03
Pecuária	Muito Alto	04

Fonte: Elaborado a partir das pesquisas, 2018.

6.2.2 Focos de Calor

A fim de melhorar a espacialização do risco e assim o planejamento e a tomada de decisões alguns autores consideram as informações geradas com base nos dados históricos de focos de calor (SZLAFZSTEIN *et al.*, 2012; ANDERSON *et al.*, 2016; OLIVEIRA; OLIVEIRA; 2017). A pesquisa bibliográfica identificou o uso dos dados de focos de calor com dados de fatores que variam rapidamente e outros que mudam quase que continuamente, denominado por um dos estudos de estruturais e dinâmicos, respectivamente (SZLAFZSTEIN *et al.*, 2012).

Os focos de calor se traduzem em potenciais queimadas e incêndios florestais, promovendo ameaças e incertezas às atividades rurais econômicas e sociais do município, e Moju é um dos municípios paraenses com maior quantidade de focos de calor (INPE, 2018). Sendo que os meses mais secos e quentes do ano são de julho a dezembro, e como percebido na Tabela Nº 4, são os com maior número de ocorrências de focos de calor.

Tabela 4 – Focos de Calor em Moju por Mês de 2003 e 2017

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2003	47	03	00	00	00	00	08	30	14	74	180	135
2004	13	03	00	01	00	04	12	36	36	242	363	186
2005	60	06	00	00	00	08	13	14	29	72	249	28
2006	10	02	04	--	--	01	10	18	54	78	111	40
2007	24	00	00	--	00	00	17	52	67	47	146	14
2008	05	01	00	00	--	--	27	152	78	331	107	19
2009	09	00	00	00	00	00	08	61	51	218	518	55
2010	30	04	01	00	00	01	13	51	30	87	173	55
2011	01	00	00	00	00	04	24	29	48	74	62	115
2012	03	00	01	00	02	04	15	55	65	105	311	52
2013	08	00	00	00	01	05	31	47	41	168	163	162
2014	07	00	00	00	00	01	20	34	44	175	346	154
2015	12	01	00	00	00	02	17	61	42	214	275	213
2016	21	18	04	00	00	14	47	65	42	124	405	100
2017	02	00	00	00	04	37	194	127	117	109	486	42

Fonte: INPE, 2018.

A importância do uso dos dados de focos de calor se dá pela adequação do uso dos mesmos ao monitoramento operacional dos incêndios na vegetação em regiões remotas e sem outros meios de detecção em tempo real (OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2017), além de uma possível interação espaço-temporal, tendendo a mostrar perturbações recorrentes. (ANDERSON *et al.*, 2017; TORRES *et al.*; 2017).

A fim de obter-se certa uniformidade, considerou-se 2003 como o ano base para a análise histórica dos focos de calor por dois motivos. O primeiro é a inauguração da Alça Viária em setembro de 2002, o que provocou uma mudança na dinâmica da região. O segundo é o fato do satélite AQUA tornar-se referência apenas a partir de julho de 2002. O AQUA é um satélite americano desenvolvido em parceria nipo-brasileira, coletando diversos dados de interações entre continente, atmosfera e oceano (EMBRAPA, 2013).

Os dados coletados no INPE são georeferenciados, e foram importados ao QGIS onde foram espacializados no *shape* de Moju, com os dados de dezembro de 2017 sendo computados até o dia 05. Foram contabilizados nos *grids* de 500m x 500m de zero a cinco focos ao longo dos anos. Os que não apresentavam focos foram considerados como risco nulo, os que apresentavam um foco risco baixo, com dois focos risco moderado, com três focos risco alto, e com quatro ou cinco risco muito alto.

Assim, o município foi dividido em cinco áreas, conforme a Tabela Nº 5.

Tabela 5 – Riscos e Coeficientes Relativos aos Focos de Calor para Moju

Risco	Coeficiente
Nulo	00
Baixo	01
Moderado	02
Alto	03
Muito Alto	04

Fonte: Elaborado a partir das pesquisas, 2018.

6.2.3 Malha Viária

Entende-se a atividade antrópica como um dos itens mais importantes no computo do cálculo do risco de incêndio florestal (SALAS; CHUVIECO, 1994; FERRAZ; VETORAZZI, 1998). Neste aspecto, um dos itens mais usados em mapas de risco de incêndio é a influência da malha viária, ou seja, as vias por onde transitam

veículos e pedestres (estradas, rodovias, vicinais, ramais, entre outros). Informações oficiais chegam a calcular que mais de 90% dos incêndios florestais tem origem humana, criminosa ou não (MMA, 2016; ZACARIAS, 2017).

A influência da malha viária é comumente denominada de distância a estradas. Geralmente, a estrada é vista como um ponto negativo. Entretanto, pontos positivos podem ser considerados, como o fato da rede viária permitir o acesso a viaturas de combate à incêndio e servir de corta fogo (OLIVEIRA *et al.*, 2012).

Considerando a pesquisa bibliográfica acima, a as entrevistas orientadas com o técnico da EMATER-PA Astrogildo Sobrinho e o técnico do IBAMA Antônio Balderramas, delimitou-se de zona de influência de 200m para as vias asfaltadas e 400m para as vias não asfaltadas. A delimitação é corroborada com o fato de que mais de 61,13% dos focos estão nesta área de influência. Em virtude de que nem todos os focos estarem na zona de influência das estradas, optou-se por classificar as áreas internas de risco alto e as áreas externas como risco baixo. As informações das vias pavimentadas e não pavimentadas foram obtidas no *site* do Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte. Desta forma, os riscos referentes à malha viária são explicitados na Tabela Nº 6.

Tabela 6 – Riscos e Coeficientes Relativos à Malha Viária para Moju

Zona de Influência	Pavimentadas	Não pavimentadas	Risco/Coeficiente
Fora	> 200m	> 400m	Baixo/1
Dentro	≤ 200m	≤ 400m	Alto/3

Fonte: Elaborado a partir das pesquisas, 2018.

6.3 Cálculo dos Índices

O tipo de análise escolhida na pesquisa foi a multicritério, que é aplicada, entre outras áreas, no planejamento ambiental, podendo ser usada em diversas áreas, como na definição de áreas mais adequadas para instalação de empreendimentos, análise de risco ambiental, análise de sensibilidade ambiental ou planejamento de uso das terras (FREITAS, 2018). Este tipo de análise envolve o processo que combina e transforma dados espaciais em uma resposta para a tomada de decisão.

Pesquisa bibliográfica identificou alguns métodos como Combinação Linear Pareada, Média Ponderada Ordenada e Processo Analítico Hierárquico (AHP), sendo o escolhido o método AHP por satisfazer as necessidades da pesquisa e satisfazer a possibilidade de comparação de diversos critérios no estudo de uma situação complexa, como é o caso da análise de risco de incêndio florestal.

Conforme o Glossário de Sistemas de Tomada de Decisão, o AHP envolve estruturação de critérios de múltipla escolha de forma hierárquica, avaliando a importância relativa desses critérios e comparando alternativas para cada critério, e determinando um *ranking* total das alternativas, para que ao final uma tomada de decisão possa ser realizada (DSS, 2000). O AHP pode trabalhar com aspectos qualitativos e quantitativos de um problema a ser solucionado, uma vez que os julgamentos são baseados em experiência, intuição e em dados físicos (SAATY, 1994).

No AHP há a decomposição e síntese das relações entre os critérios até que se chegue a uma priorização dos seus indicadores, aproximando-se de uma melhor resposta de medição única de desempenho. A comparação é feita de elementos dois a dois, com uma teoria de base matemática que permitindo organizar e avaliar a importância relativa entre critérios e medir a consistência de julgamentos. Há uma recomendação de índices de correlação de importância, indo de 1 até 9, com 1 significando indiferença e 9 extrema importância, ver Quadro N° 5.

Quadro 5 – Índice de Correlação de Importância de AHP

Índice	Subjetividade no Julgamento
1	Atributo 'A' é igualmente preferível a Atributo 'B'
2	Atributo 'A' é igualmente a moderadamente preferível sobre Atributo 'B'
3	Atributo 'A' é moderadamente preferível sobre Atributo 'B'
4	Atributo 'A' é moderadamente a fortemente preferível sobre Atributo 'B'
5	Atributo 'A' é fortemente preferível sobre Atributo 'B'
6	Atributo 'A' é fortemente a muito fortemente preferível sobre Atributo 'B'
7	Atributo 'A' é muito fortemente preferível sobre Atributo 'B'
8	Atributo 'A' é muito fortemente a extremamente preferível sobre Atributo 'B'
9	Atributo 'A' é extremamente preferível sobre Atributo 'B'

Fonte: Adaptado de Freitas, 2017.

Este método foi aplicado em estudos de geoprocessamento, tendo bastante êxito (NICOLETE; ZIMBACK, 2013; VEDOVATO, 2013), como ferramenta para o monitoramento de risco de incêndio no Parque Nacional da Chapada Diamantina (GONDIM, 2013), e na bacia hidrográfica do Rio Alegre, no Espírito Santo (PELUZIO *et al.*, 2008). Considerando as variáveis uso da terra, declividade, malha viária e drenagem, há um estudo com comparação de três tipos de métodos de análise multicritério – AHP, Booleana e *Fuzzy Gama* –, onde se concluiu que a AHP foi a mais indicada para análise de risco de incêndio florestal (RIVERA-LOMBARDI, 2001). Outro estudo utilizou o AHP mesclado com a teoria de conjuntos *fuzzy* (FERREIRA *et al.*, 2011).

No uso do método AHP e na formação dos coeficientes, foi realizado o cálculo pelo autor em cima dos fatores de risco acima delimitados. A formação da matriz do AHP, mostrada na Tabela Nº 7 ocorreu após revisão de especialistas³ da área de geoprocessamento, meio ambiente e incêndios florestais tendo como base uma matriz inicial formulada pelo autor.

Tabela 7 – Matriz AHP

	Cobertura Vegetal	Focos de Calor	Malha Viária
Cobertura Vegetal	1	4	5
Focos de Calor	1/4	1	3
Malha Viária	1/5	1/3	1

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

O cálculo do Autovetor é obtido a partir do produtório da raiz cúbica de cada elemento de uma linha:

$$V_i = \prod_{j=1}^3 a_{ij}^{1/3}$$

A Tabela Nº 8 mostra os resultados dos cálculos realizados na pesquisa.

³ Um dos especialistas é o Engenheiro Agrônomo Flávio Augusto Altieri dos Santos, mestre em Ciências Ambientais e doutorando na mesma área. Atualmente, ocupa o cargo de Analista de Ciência e Tecnologia do Centro Gestor Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia (CENSIPAM). O outro especialista é Cabo Bombeiro Militar Leonardo Sousa dos Santos, Especialista em Geoprocessamento, mestre em Ciências Ambientais e doutorando em Geografia. Também é Especialista em Combate a Incêndio Florestal na Amazônia. Atualmente, está lotado na Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Pará.

Tabela 8 – Autovetor, Vetor Normalizador e Soma das Colunas

Fator	Autovetor	Vetor Normalizador	Somas das Colunas
Cobertura Vegetal	2,714	67,38%	1,45
Focos de Calor	0,909	22,57%	5,33
Malha Viária	0,405	10,05%	9,00
Total	4,028	100%	16,70

O autovalor normalizado (λ) é calculado a partir da do produto de cada fator entre seu Vetor Normalizador e Soma das Colunas. Assim $\lambda = (0,67 \times 1,45) + (0,2257 \times 5,33) + (0,1005 \times 9,00) \Rightarrow \lambda = \mathbf{3,084}$.

Para analisar se os julgamentos foram coerentes, propõe-se a divisão de dois índices: randômico³⁸ (IR) e de coerência (IC) (SAATY, 1994). Caso a razão entre esses dois índices, chamada razão de coerência (RC) seja menor que 10%, os julgamentos da matriz são julgados coerentes. O IR é fornecido por uma tabela de matrizes quadradas e calculadas em laboratório (Tabela N° 9), segue:

Tabela 9 – Índice Randômico Médio do AHP

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,51

Fonte: Saaty, 1994.

Como a matriz possui ordem 3, o IR= 0,58.

O IC é dado por $IC = \frac{\lambda - n}{n - 1}$,

assim: $IC = \frac{3,084 - 3}{3 - 1} = \mathbf{0,042}$

De onde se tem que:

$$RC = \frac{IC}{IR} = \frac{0,042}{0,58} = 7,24\%$$

Assim, a matriz é coerente segundo os critérios de Saaty (1994).

6.4 Cálculo do Mapa de Risco de Incêndio Florestal

Com base nos autovetores da Tabela N° 8, a equação de formação do risco de incêndio florestal é:

$$\mathbf{Risco} = 2,714x\mathbf{CV} + 0,909x\mathbf{FC} + 0,405\mathbf{MV};$$

Onde: CV = Cobertura Vegetal; FC = Focos de Calor; MV = Malha Viária.

O *Risco* varia entre 0,405 e 15,707 e é graduado em quatro níveis:

- ✓ Baixo, quando $0,405 \leq Risco \leq 4,230$
- ✓ Moderado, quando $4,231 \leq Risco \leq 8,056$
- ✓ Alto, quando $8,057 \leq Risco \leq 11,881$ e;
- ✓ Muito alto, quando $11,882 \leq Risco \leq 15,707$.

A soma dos quatro atributos para a formação do mapa foi feita em *grids* de 500m x 500m. Para cada atributo era atribuído um peso ao grid, sempre iniciando do menor risco ao maior, a fim de que o maior risco prevalecesse no caso de um grid contar com mais de um tipo de risco. Com este tipo de observação, algumas áreas onde o risco por cobertura vegetal seria nulo, o que ensejaria um risco nulo de incêndio florestal, acabam por obter um risco maior que zero.

6.5 Cálculo do Mapa Avaliativo Socioeconômico (Mapa de Vulnerabilidade)

A formação do MRDIF depende da do MASE, cujo objetivo é quantificar os possíveis impactos à população no que se refere à quantidade de pessoas atingidas, contexto cultural e ambiental e valor econômico, relacionados aos incêndios florestais. Para isso, dadas as características socioeconômicas do município, dividiu-se o município em cinco áreas distintas: Terra Indígena (TI), Terras de Quilombos (TQ), Agricultura Familiar (AF), Dendê e Coco-da-baia, e Demais Áreas.

A formação dos valores socioeconômicos seguiu valores discricionários pelo autor com dois tipos de peso: 1 – baixa relevância, 2 – moderada relevância, 3 – alta relevância. Tal que o método AHP utilizado nos índices, a formação de valores referentes aos possíveis impactos demográficos, sociais e econômicos dos incêndios florestais procurou seguir critérios objetivos de análise. Ao final, cada área distinta teve seus índices somados e divididos por três, a fim de obter uma fórmula, denominada, Avaliativo Socioeconômico.

6.5.1 Avaliação Demográfica

No que tange à demografia, foram consideradas a relação entre a quantidade de habitantes e a área ocupada. No caso da TI, considerando uma população de 161 indígenas (ISA, 2014) e uma área de 8.150 hectares (FUNAI, 2018), calculou-se uma proporção de 0,02 habitantes por hectare (hab/ha). Nas TQ, considerando as 709 famílias em 21.000ha, a proporção aproximada é de 0,13hab/ha.

Para a Agricultura Familiar, dada a variedade de áreas, optou-se pela literatura que calcula um total de mais de 15 pessoas por 100 hectares (GLASS, 2011). As áreas consideradas de Agricultura Familiar são aquelas onde estão delimitados os Projetos de Assentamento e aquelas onde a área do Cadastro Ambiental Rural é menor ou igual a 300 hectares.

A escolha dos 300 hectares deu-se a fim de aumentar a área possível de representação da agricultura familiar. Apesar de para o INCRA, o módulo fiscal de Moju ser de 70 hectares, o que formaria área de até 280 hectares, considerando os quatro módulos fiscais definidos na Lei Federal Nº 11.326/2006. O INCRA leva em conta o tipo de exploração e renda agropecuária para a delimitação do módulo, sendo que, no Pará, há municípios com módulo fiscal de 75 hectares, por isso a escolha dos 300ha. O valor do módulo fiscal no Brasil varia de 5 a 110 hectares (EMBRAPA, 2017).

Analisando-se tais valores compôs-se a Tabela Nº 10 de Avaliação Demográfica onde são classificadas as áreas em Moju.

Tabela 10 – Relevância Demográfica de Vulnerabilidade em Relação a um Incêndio Florestal para Moju

Relevância	Considerações	Áreas em Moju
Baixa	Relação entre habitantes por hectare menor ou igual a 0,05	TI, Dendê e Coco da Baía e Demais Áreas
Moderada	Relação entre habitantes por hectare maior que 0,05 e menor que 0,14	TQ
Alta	Relação entre habitantes por hectare maior ou igual a 0,14	AF

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

6.5.2 Avaliação Econômica

Neste item é tomada a renda obtida por uma atividade econômica e sua correlação com a quantidade de empregos gerados. As considerações ora apresentadas procuram orientar uma tomada de decisão, entretanto, foge-se a uma normatização (geração padrão de valores). Neste caso, o trabalho valorativo de uma área baseia-se no possível impacto à receita municipal, sua correlação de relevância quanto a outras

atividades econômicas municipais. A Tabela Nº 11 expõe as considerações sobre tais atividades.

Economicamente, a TI e as Demais Áreas possuem pouca relevância no município. Apesar da pecuária estar em expansão em demais áreas, o fato de ser uma atividade que gera poucos empregos em geral, foi considerada como de pouca relevância em caso de desastre.

Já os mais de 12.000 empregos gerados direta e indiretamente, em Moju e outros municípios, pelas empresas de dendê e coco-da-baía colocam suas áreas como de grande relevância. A agricultura familiar, igualmente, pela importância da produção possui grande relevância. As TQ devido a um tipo de ação de agricultura familiar, mas com uma extensão de área maior que a usada pela Agricultura Familiar obteve o peso de moderada relevância.

Tabela 11 – Relevância Econômica de Vulnerabilidade em Relação a um Incêndio Florestal para Moju

Relevância	Considerações	Áreas em Moju
Baixa	✓ Áreas com pouca geração de emprego ou ocupação considerando a extensão onde se realiza a atividade, tais como pecuária ou monocultura mecanizada. ✓ Áreas indígenas, em geral, possuem baixa ocupação para áreas extensas.	TI e Demais Áreas
Moderada	✓ Áreas com atividades que não gerem tantos empregos ou ocupação considerando a extensão da onde se realize a atividade, mas tenham importância à economia local ou regional.	TQ
Alta	✓ Áreas com boa geração de emprego ou ocupação considerando a extensão de onde se realiza a atividade. Considerando aqui que a soma de diversas produções possam impactar significativamente a dinâmica territorial. ✓ Atividades cuja importância para a economia local ou regional seja grande, e que gere conjuntamente relativo número de empregos.	AF, Dendê e Coco-da-baía

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

6.5.3 Avaliação Cultural e Ambiental

Cultura são todas as maneiras de existência humana (BRANDÃO; BRANDÃO, 2016) e meio ambiente pela Lei Federal Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, é “o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas”. Tais definições deixam uma gama muito grande de interpretações, pois avaliar diferentes culturas e ambientes caminha para um viés qualitativo.

Entretanto, no que tange às considerações sobre cultura e meio ambiente, e incêndio florestal, avaliar diferentes ambientes é avaliar diferentes formas de cultura elaborou-se a Tabela Nº 12, onde são elencadas medidas de padronização, a fim de que haja certa objetividade na avaliação.

Tabela 12 – Relevância Cultural e Ambiental de Vulnerabilidade em Relação a um Incêndio Florestal para Moju

Relevância	Considerações	Áreas em Moju
Baixa	✓ Áreas que não possuam nenhum tipo de legislação que as definam como possuindo grande interesse cultural ou ambiental	Dendê e Cocola-baia e Demais Áreas
Moderada	✓ Áreas que possuem uma legislação própria, devido aos seus modos peculiares de vivência e existência, com relações próprias e tradições, e que apresentam legislações que assim o configurem como áreas de interesse cultural e ambiental. São exemplos, unidades de conservação, terras indígenas e unidades de agricultura familiar.	AF, TI e TQ

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Devido a uma correlação deste item avaliativo com os outros dois, optou-se por não caracterizar nenhuma área como de grande relevância. Por não haver sido encontrado a delimitação da unidade de conservação existente no município não houve a indexação desta área no MASE.

6.5.4 Avaliação Socioeconômica

Considerando o que foi visto nos itens 6.5.1, 6.5.2 e 6.5.3 construiu-se Tabela N° 13, tendo-se o valor de 01 para baixa, de 02 para moderada e de 03 para alta relevância.

Tabela 13 – Avaliativo Socioeconômico

	Demográfica	Econômica	Cultural e Ambiental	Média Avaliativa
Terra Indígena	01	01	02	1,33
Terras de Quilombo	02	02	02	2,00
Agricultura Familiar	03	03	02	2,67
Dendê e Coco-da-baia	01	03	01	1,67
Demais Áreas	01	01	01	1,00

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Para a formação do MASE, a localização da Terra Indígena foi obtida no *site* da FUNAI, e possuía revisão até agosto de 2017 (FUNAI, 2017). Os assentamentos fundiários e as terras de quilombos foram obtidas no *site* do INCRA, e estão disponíveis para *download* (INCRA, 2017). Os *shapes* das áreas de Agricultura Familiar e Dendê e Coco-da-baia foram baixados no sistema da Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará (SEMAS-PA) e em seu Sistema Integrado de Monitoramento e Licenciamento Ambiental do Pará (SIMLAM-PA).

6.6 Cálculo do Mapa de Risco de Desastres por Incêndio Florestal

Da álgebra MRIF x MASE obteve-se o produto final da pesquisa: o Mapa de Risco de Desastre por Incêndio Florestal. A fórmula de UNPD (2004) $R = A \times V$ foi usada como base ao optar-se pela multiplicação na álgebra dos mapas. A ideia fundamenta-se em se considerar:

- ✓ Ameaça, A = MRIF;
- ✓ Vulnerabilidade, V = MASE.

Este cálculo baseia-se nas premissas do Capítulo 4, onde o risco de incêndio florestal torna-se a ameaça, uma vez que os incêndios florestais são um “processo, fenômeno ou atividade humana que podem causar perda de vidas, ferimentos ou outros impactos na saúde, danos materiais, perturbações sociais e econômicas ou degradação ambiental” (UNISDR, 2018). Enquanto que a vulnerabilidade, vista a ampla discussão

apontada de custo social e econômico, pode ser considerada um grau de perdas sociais e econômicas.

Tal qual o risco de incêndio florestal, o risco de desastre é dividido em quatro níveis. Multiplicando-se $A \times V$, obtêm-se uma variação entre 0,405 e 41,938. Sendo:

- ✓ Baixo, quando $0,405 \leq Risco \leq 10,788$
- ✓ Moderado, quando $10,789 \leq Risco \leq 21,171$
- ✓ Alto, quando $21,172 \leq Risco \leq 31,555$ e;
- ✓ Muito alto, quando $31,556 \leq Risco \leq 41,938$.

7 ANÁLISE DE RESULTADOS

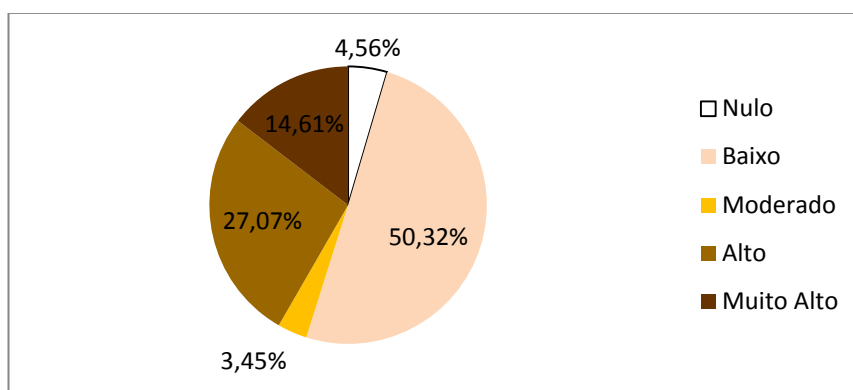
A fim de facilitar a visualização, optou-se por realizar a maior parte das observações conforme a divisão do ZEE-P do Moju: Região da PA-150, Região da PA-252, Região do Jambuaçu, Região do Baixo Moju e Região do Alto Moju. A Região Patrimonial foi excluída das observações por apresentar características proeminentemente urbanas.

Nas análises feitas neste capítulo, os termos “locais” e “áreas” significam espaços dentro de determinada “região”, que sempre será utilizada para definir alguma das regiões do ZEE-P do Moju. As divergências de áreas que ocorreram devido as projeções foram corrigidas mediante uso de proporção em todos os mapas construídos. Como exemplo, as somas das áreas de risco do MRIF são 911.380ha, e a área de Moju são 909.413,9ha. Desse modo, uma área de risco baixo calculada de 92.909ha é transformada para 92.708,57ha, e a regra segue as demais áreas encontradas. Devido aos diversos mapas e suas características diferentes, as cores usadas para a diferenciação dos riscos baseou-se em uma opção que pudesse ser homogênea a todos.

7.1 Mapa de Risco por Incêndio Florestal

Como informado, o MRIF é formado a partir de uma álgebra dos mapas de risco em função dos fatores de risco. Neste subcapítulo, antes dos comentários sobre o MRIF notou-se a necessidade de realizar comentários sobre cada fator de risco a fim de entender como cada fator tem sua influência em um contexto mais geral.

Gráfico 10 – Percentagem de Risco em Função da Cobertura Vegetal



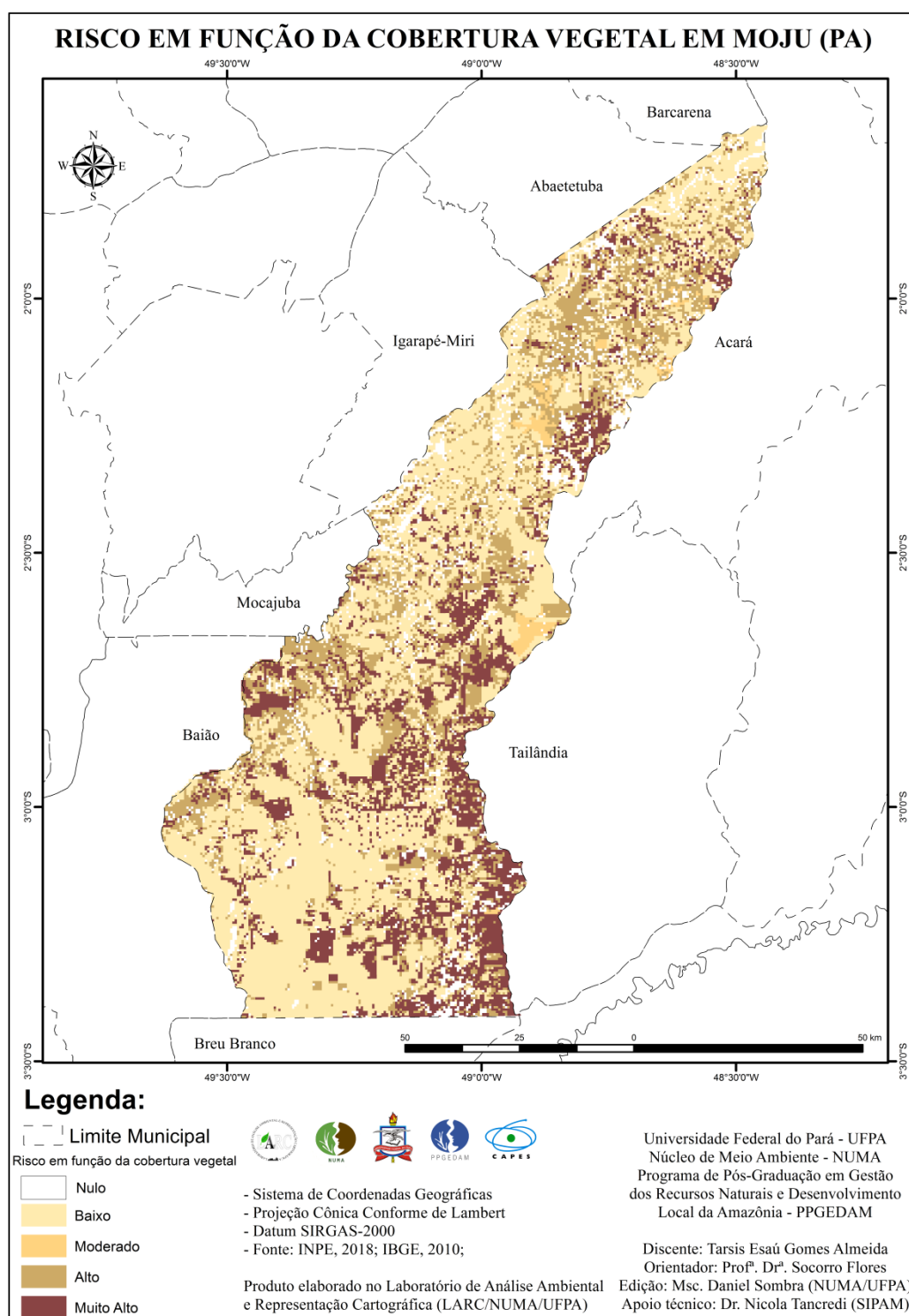
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2018.

7.1.1. Análise por Cobertura Vegetal

Em relação à cobertura vegetal, os dados coletados contabilizam 41.428,05ha com área de risco nulo, sendo que 68% desta área é classificada como Área Não

Observada. Pode-se notar em Moju a existência de uma floresta conservada, fazendo com que 457.622,42ha fossem considerados de risco baixo. A área referente à agricultura, caracterizada como risco moderado, é responsável por 31.382,24ha. A Cobertura Vegetal Diversa (risco alto) é responsável por 246.154,77ha do município. Por último, a área relativa à Pecuária (risco muito alto) ocupa 132.826,33ha. O Gráfico Nº 10 demonstra estes dados em função de percentagem e o Mapa Nº 3 espacializa os riscos em função da cobertura vegetal no Moju.

Mapa 3 – Risco em Função da Cobertura Vegetal em Moju



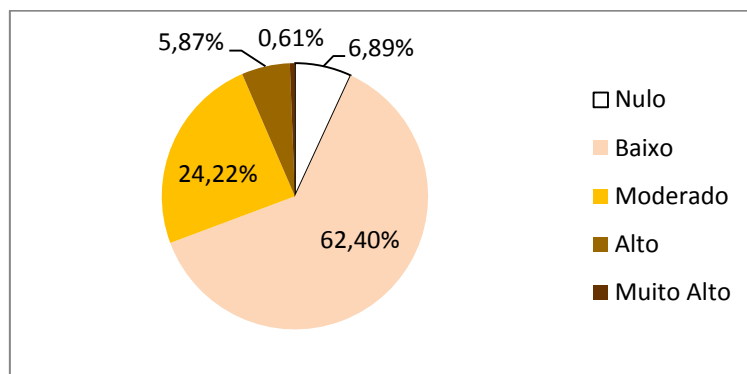
Fonte: LARC/NUMA/UFPA, 2018.

O risco baixo é predominante no município e o moderado raro. Os riscos alto e muito alto são maioria nas regiões da PA-150 e Alto Moju, em especial nas áreas de Projeto de Assentamento. Para melhor detalhamento das Regiões, observar os Apêndices B, C, D, E e F.

7.1.2 Análise por Focos de Calor

Os focos de calor tiveram como área de influência de 846.724ha dos 909.413,9ha do município. Ou seja, 62.689,19ha são de risco nulo, 567.496,58ha são de risco baixo, 220.262,34ha de risco moderado, 53.398,16 ha de risco alto e 5.567,63ha risco muito alto, ver Gráfico N° 11.

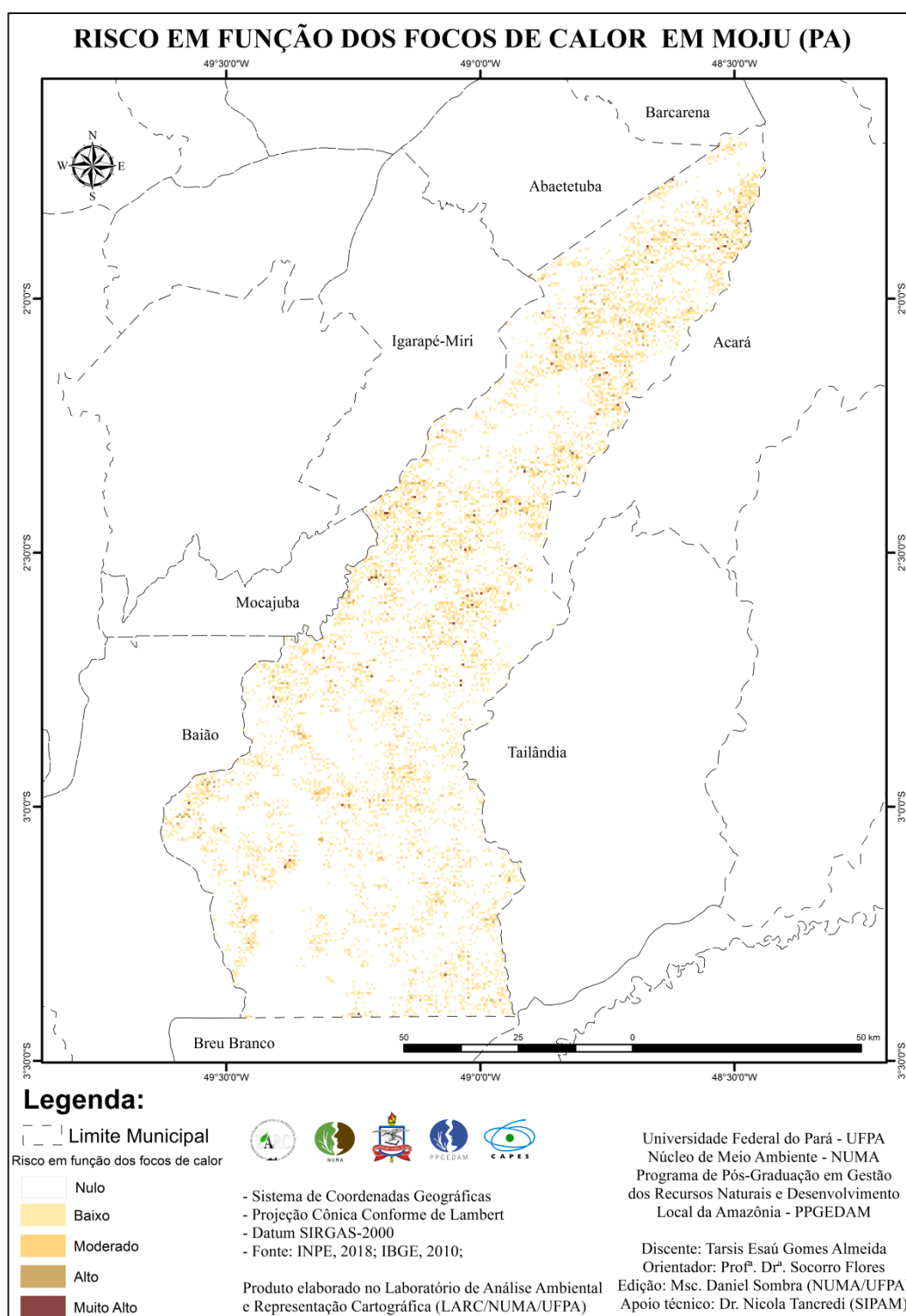
Gráfico 11 – Percentagem de Risco em Função dos Focos de Calor



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Os Apêndices G, H, I, J e K mostram o Mapa N°4 dividido por regiões e procuram facilitar a visualização. Embora a quantidade de focos de calor seja relativamente grande quando se considera os números nacionais. Os dados analisados estão esparsos no município, não se percebendo, em princípio, poucas diferenças entre as regiões e conduzindo a uma verificação de grande quantidade de risco baixo.

Mapa 4 – Risco em Função dos Focos de Calor em Moju (PA)



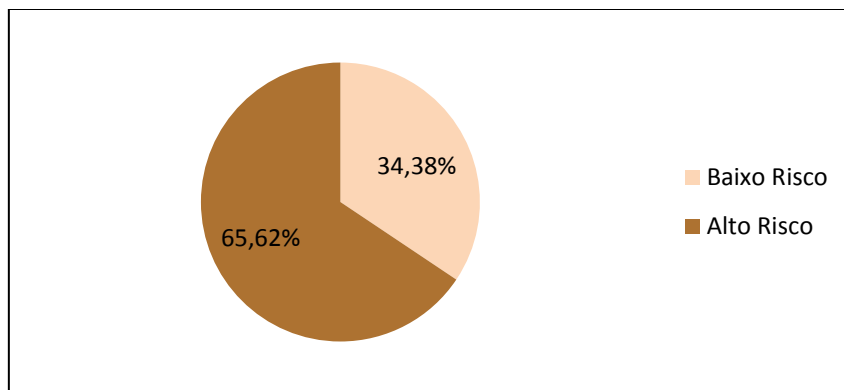
Fonte: LARC/NUMA/UFPA, 2018.

7.1.3 Análise por Malha Viária

No cálculo da malha viária, todo o município de Moju sofre influência. Há 896,65 km de vias pavimentadas e 8.996,48km de vias não-pavimentadas. Em conjunto,

312.690,37ha estão sobre baixa influência e 596.723,53ha sobre alta influência, tal como pode ser observado no Gráfico N° 12 e Mapa N° 5.

Gráfico 12 – Percentagem do Risco em Função da Malha Viária

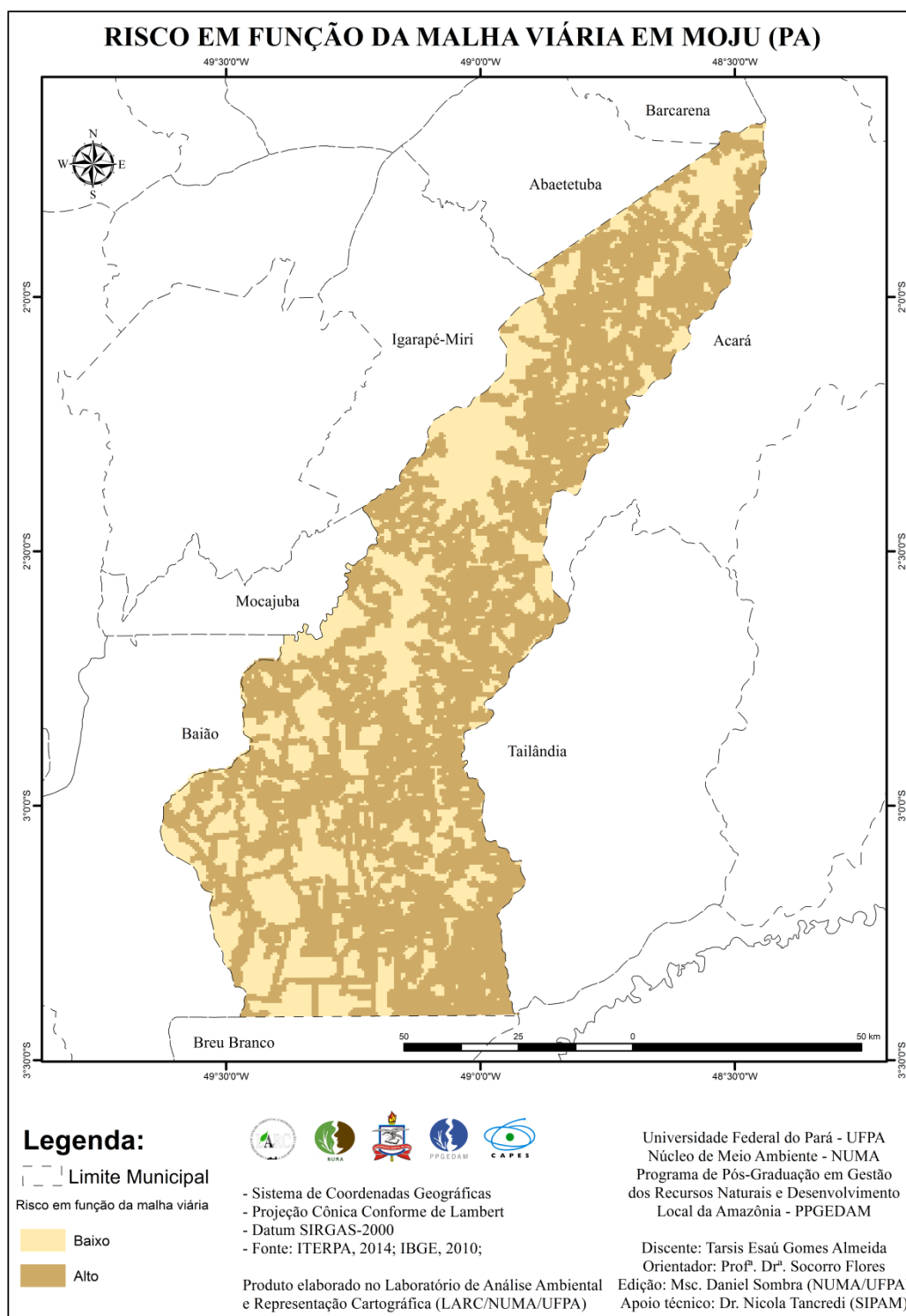


Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

A maior parte das zonas de influência das vias pavimentadas intersectam com as não-pavimentadas. Apesar dos raios de influência diferentes, tal resultado evidencia que a grande quantidade de vias não asfaltadas, cuja influência na pesquisa, praticamente, engloba as asfaltadas. As regiões das PA-150, PA-252 e Jambuaçu possuem uma forte influência das vias, tanto pavimentadas, quanto não pavimentadas, o que acaba se evidenciando nas porcentagens dos riscos baixo e alto.

O Alto Moju, por sua vez, apresenta uma caracterização mais forte de vias não pavimentadas, embora ocorra de forma menos concentrada que nas três regiões anteriores. O Baixo Moju é a região com menor influência das vias. Os Apêndices L, M, N, O e P mostram o Mapa N°5 dividido por regiões e procuram facilitar a visualização.

Mapa 5 – Risco em Função da Malha Viária em Moju (PA)

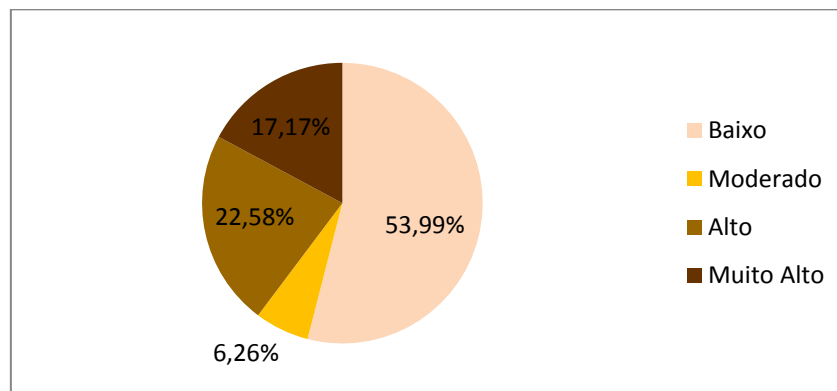


Fonte: LARC/NUMA/UFPA, 2018.

7.1.4. Análise do Risco por Incêndio Florestal em Moju

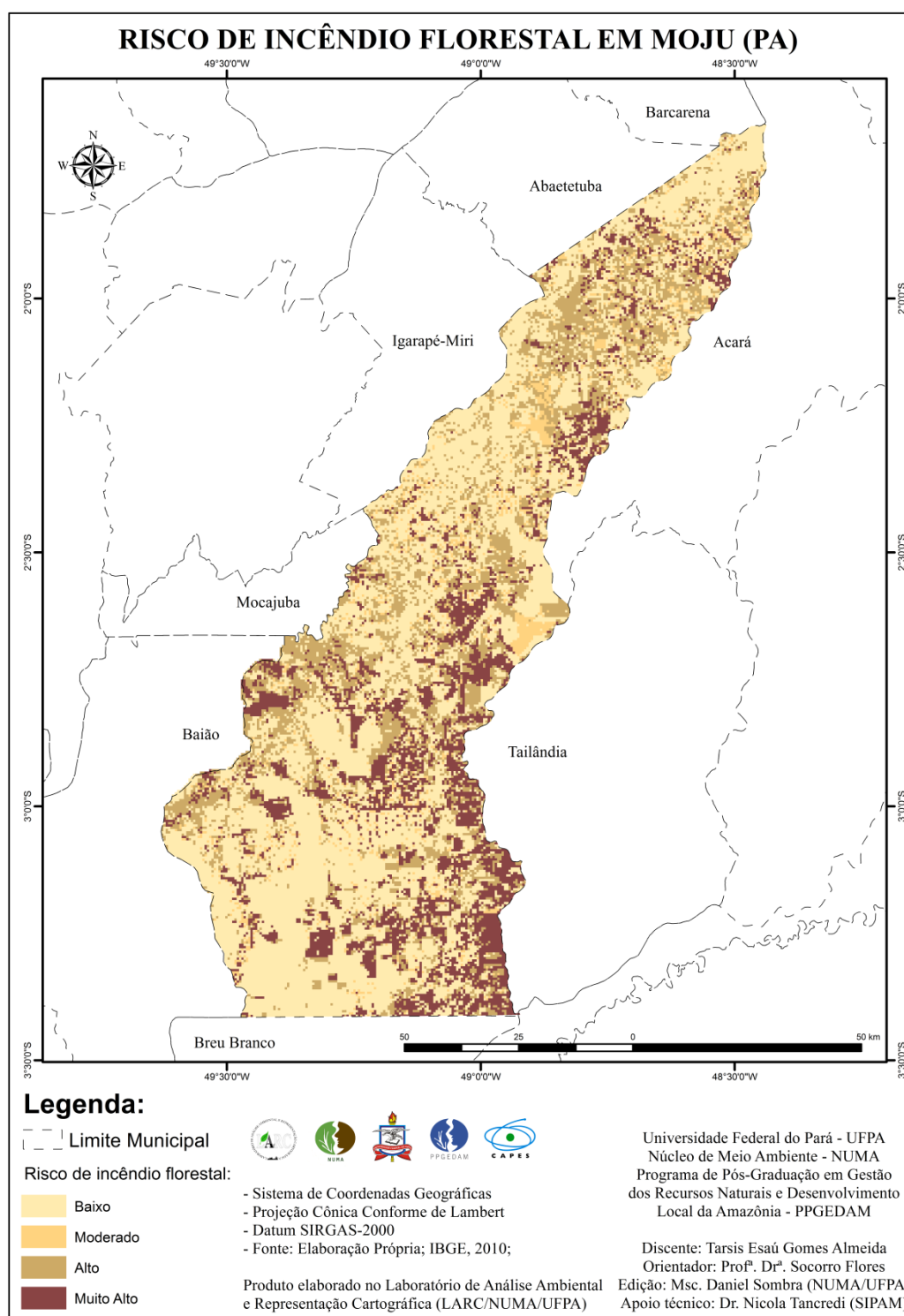
A representação dos 491.032,72ha de risco baixo, 56.959,40ha de risco moderado, 205.328,47ha de risco alto e 156.117,31ha de risco muito alto está no Gráfico Nº 13.

Gráfico 13 – Percentagem do Risco de Incêndio Florestal em Moju



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

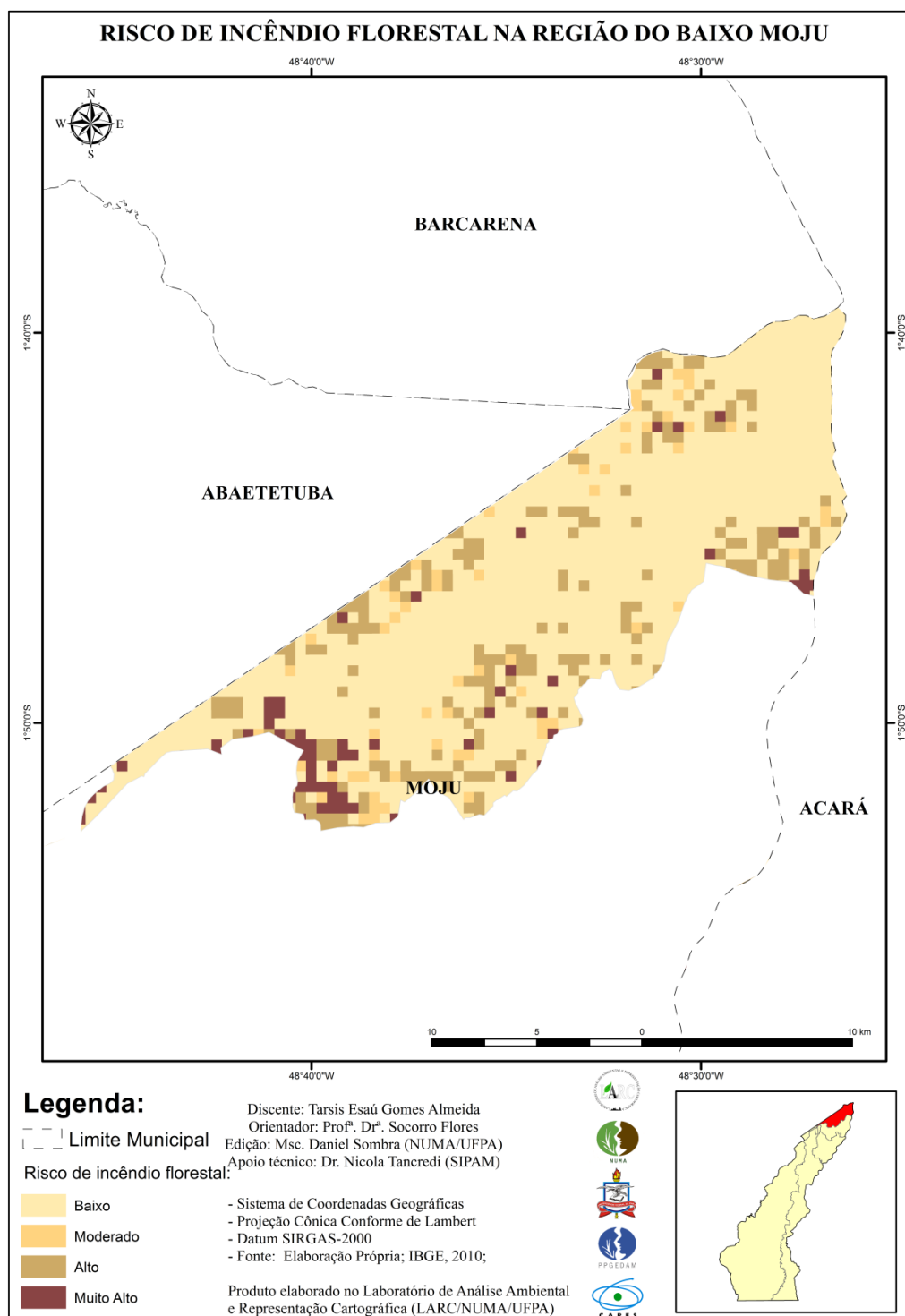
Considerando os três fatores de risco considerados, obtêm-se o Mapa N°6 como o produto da álgebra de mapas destes fatores.

Mapa 6 – Risco de Incêndio Florestal em Moju

Fonte: LARC/NUMA/UFPA, 2018.

Como o MRIF é um dos três produtos principais da pesquisa, os mapas por região são explicitados nesta seção e não como apêndice como feito nos fatores de risco que deram origem ao MRIF. Seguem os Mapas N°7 a 11.

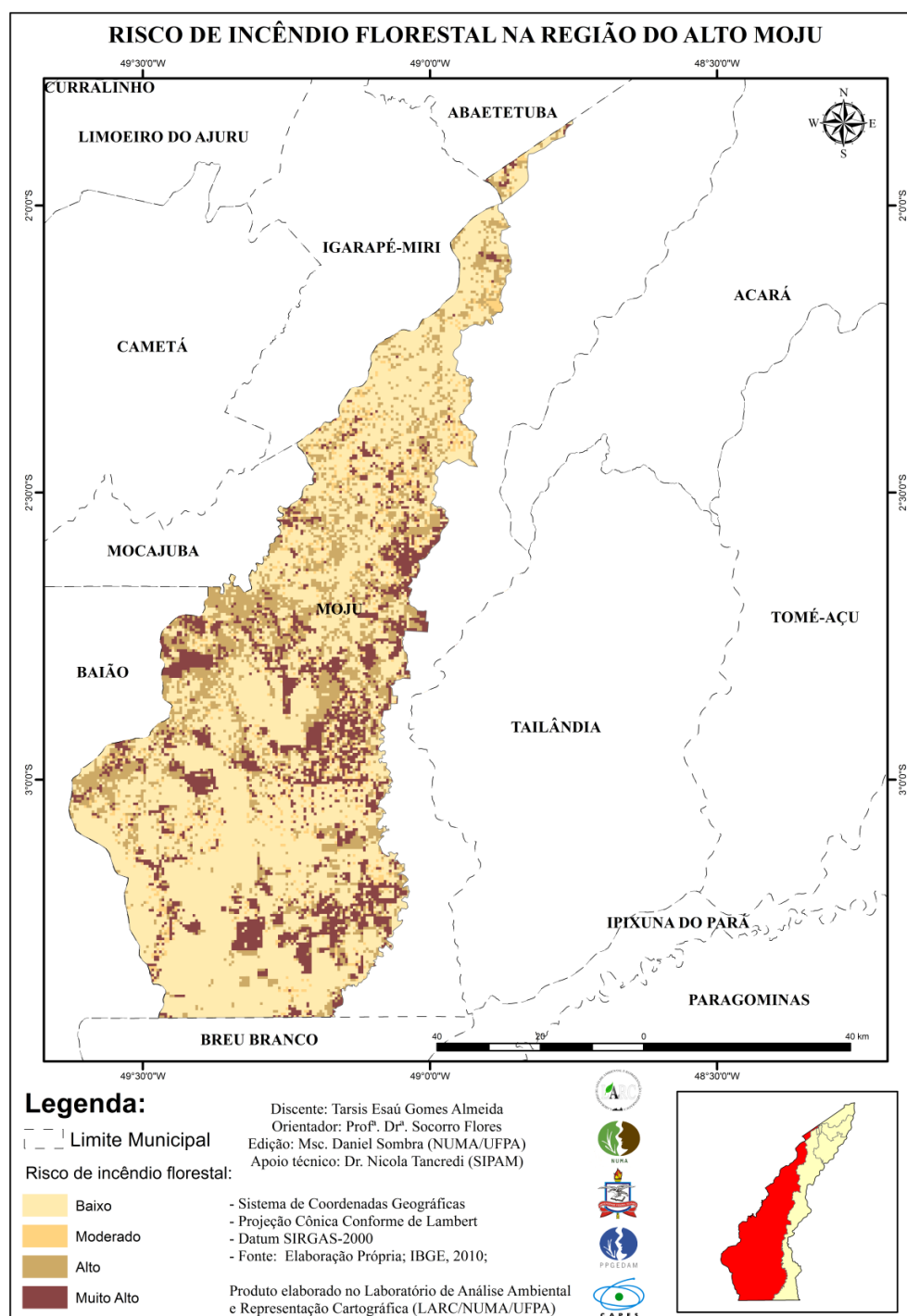
Mapa 7 – Risco de Incêndio Florestal para a Região do Baixo Moju



Fonte: LARC/NUMA/UFPA, 2018.

Conforme pode ser observado no Mapa N° 7, sobre a região do Baixo Moju há uma predominância de áreas de risco baixo, seguido de risco alto. O risco moderado e muito alto são menos comuns e encontram-se dispersos. É a área com os menores riscos, inclusive nas áreas relativas à Agricultura Familiar.

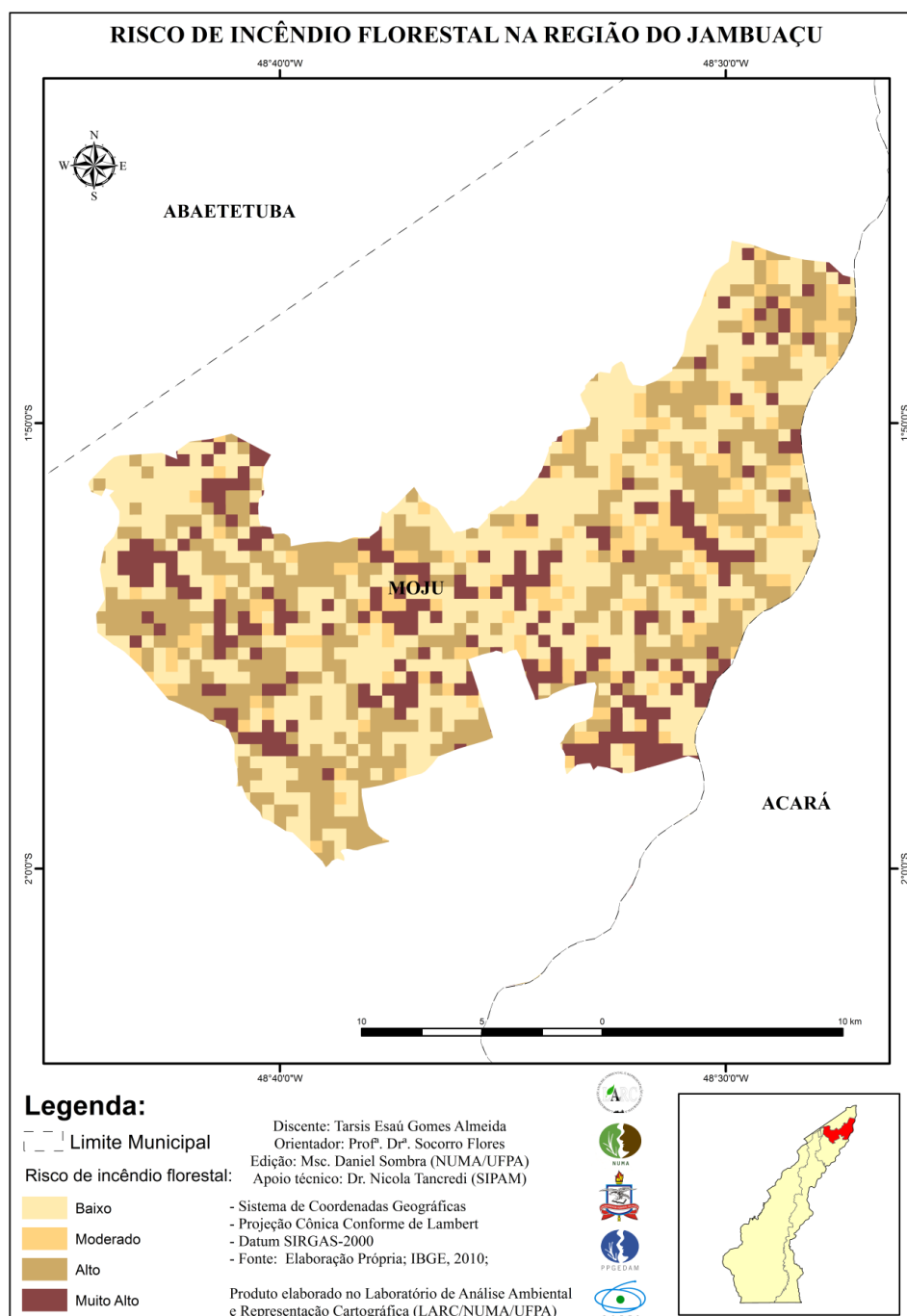
Mapa 8 – Risco de Incêndio Florestal para a Região do Alto Moju



Fonte: LARC/NUMA/UFPA, 2018.

Na região do Alto Moju (Mapa Nº 8), ao sul, a zona de risco baixo em função da cobertura vegetal, aliada a uma zona de risco nulo ou baixo. Entretanto, o risco muito alto ao sudeste é bastante representativo, inclusive na área onde está áreas relativas à Agricultura Familiar. O risco moderado está em menor percentagem e de forma diluída na região. À exceção da parte sul, a região tem grande concentração de risco alto.

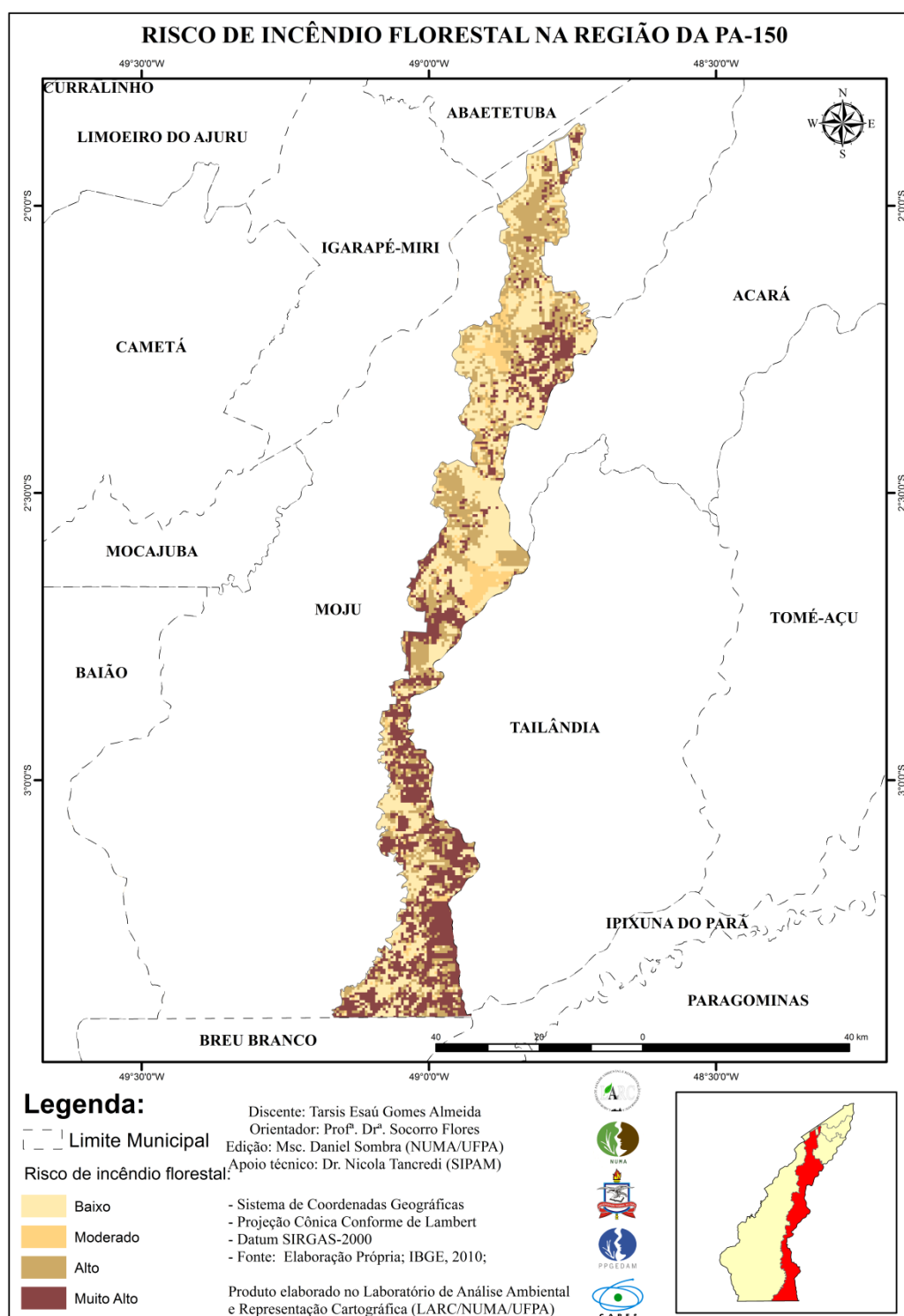
Mapa 9 – Risco de Incêndio Florestal para a Região do Jambuaçu



Fonte: LARC/NUMA/UFPA, 2018.

No Mapa N° 9 nota-se que a região do Jambuaçu apresenta um mosaico pouco definido (em relação a concentração) dos riscos, sendo que o risco alto está em boa parte do território.

Mapa 10 – Risco de Incêndio Florestal para a Região da PA-150

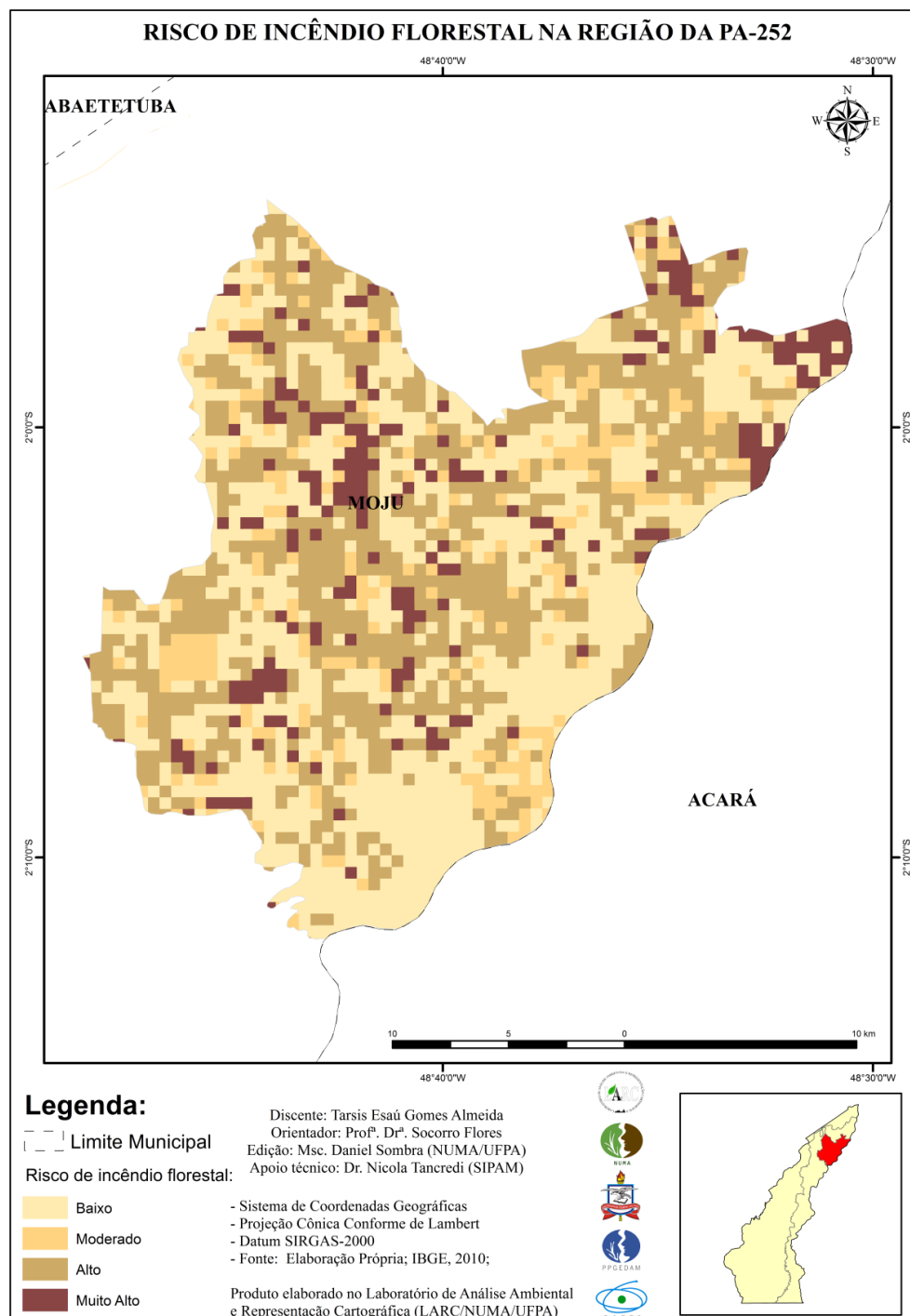


Fonte: LARC/NUMA/UFPA, 2018.

A região da PA-150, proporcionalmente, das regiões é a que apresenta maior quantidade de risco muito alto, estando mais localizado do centro ao sul, conforme observado no mapa. O risco alto em menor quantidade encontra-se próximo às áreas de

risco muito alto. Há poucas áreas de risco moderado. O risco baixo encontra-se mais ao norte e mais ao sul.

Mapa 11 – Risco de Incêndio Florestal para a Região da PA-252



Fonte: LARC/NUMA/UFPA, 2018.

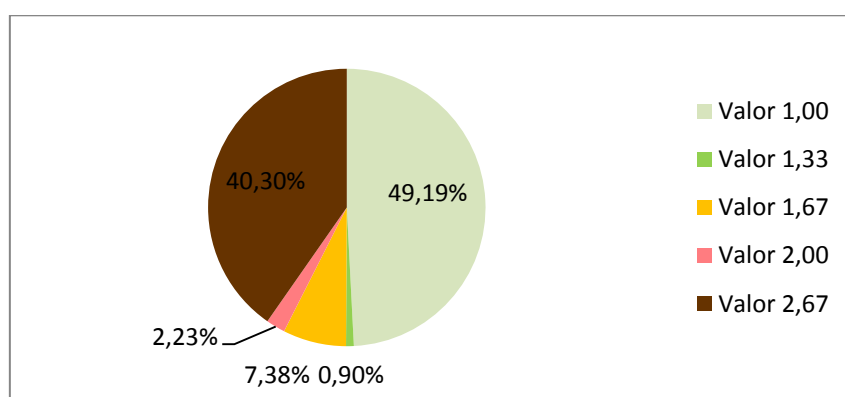
Na região da PA-252 o risco alto tem dominância. Há alguma concentração de risco muito alto ao norte e ao centro. O risco baixo domina ao sul e o moderado é disperso na região. As áreas relativas ao dendê estão em risco baixo a moderado.

7.2 O Mapa Avaliativo Socioeconômico

O Gráfico Nº 14 exibe o resultado da divisão proposta para o município de Moju com valores avaliativos delimitou das áreas de:

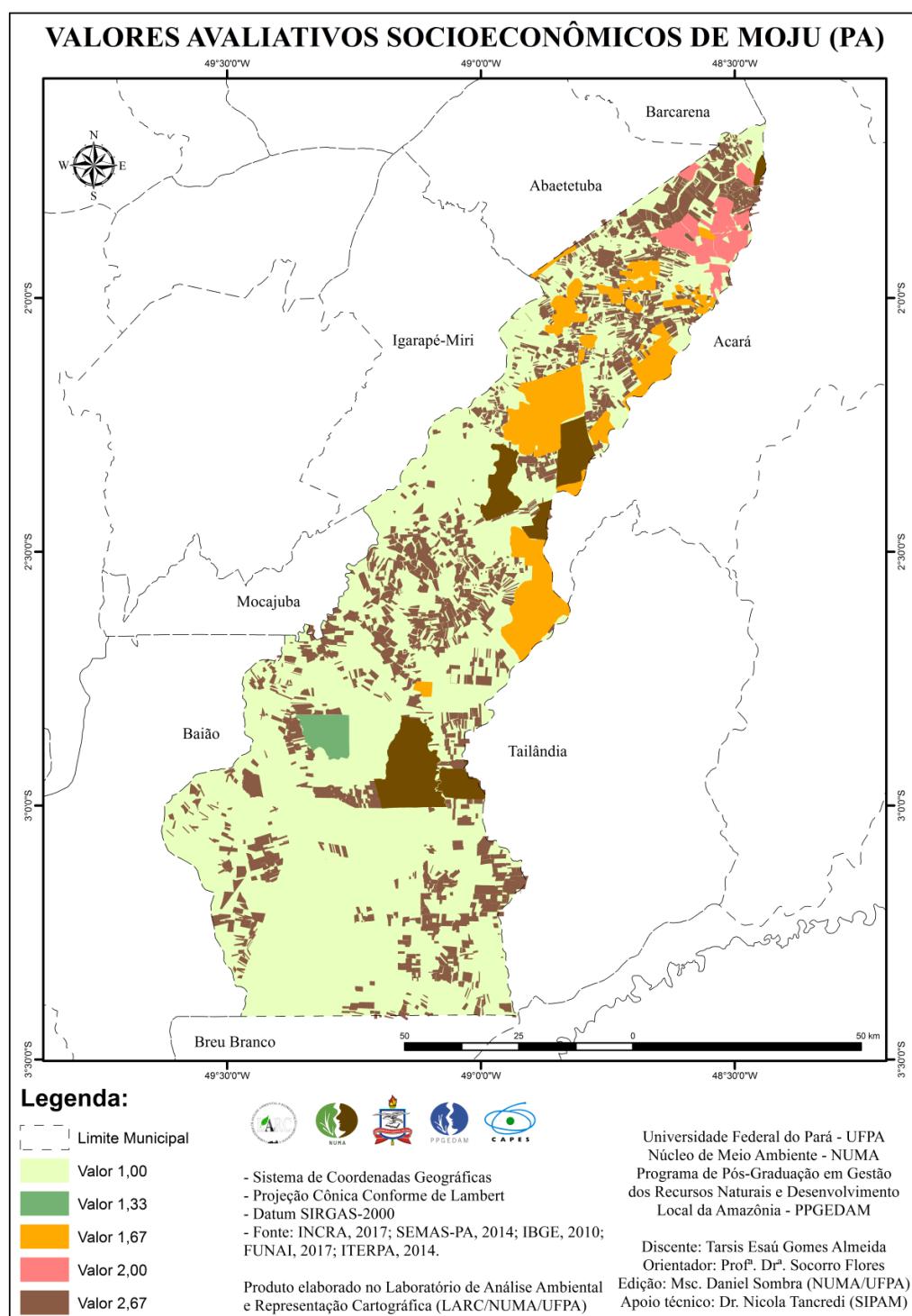
- ✓ 445.312,07ha para Valor 1,00;
- ✓ 8.189,70ha para Valor 1,33;
- ✓ 74.430,95ha para Valor 1,67;
- ✓ 20.188,84ha para Valor 2,00, e;
- ✓ 366.521,37 para Valor 2,67.

Gráfico 14 – Percentagem do Avaliativo Socioeconômico em Moju



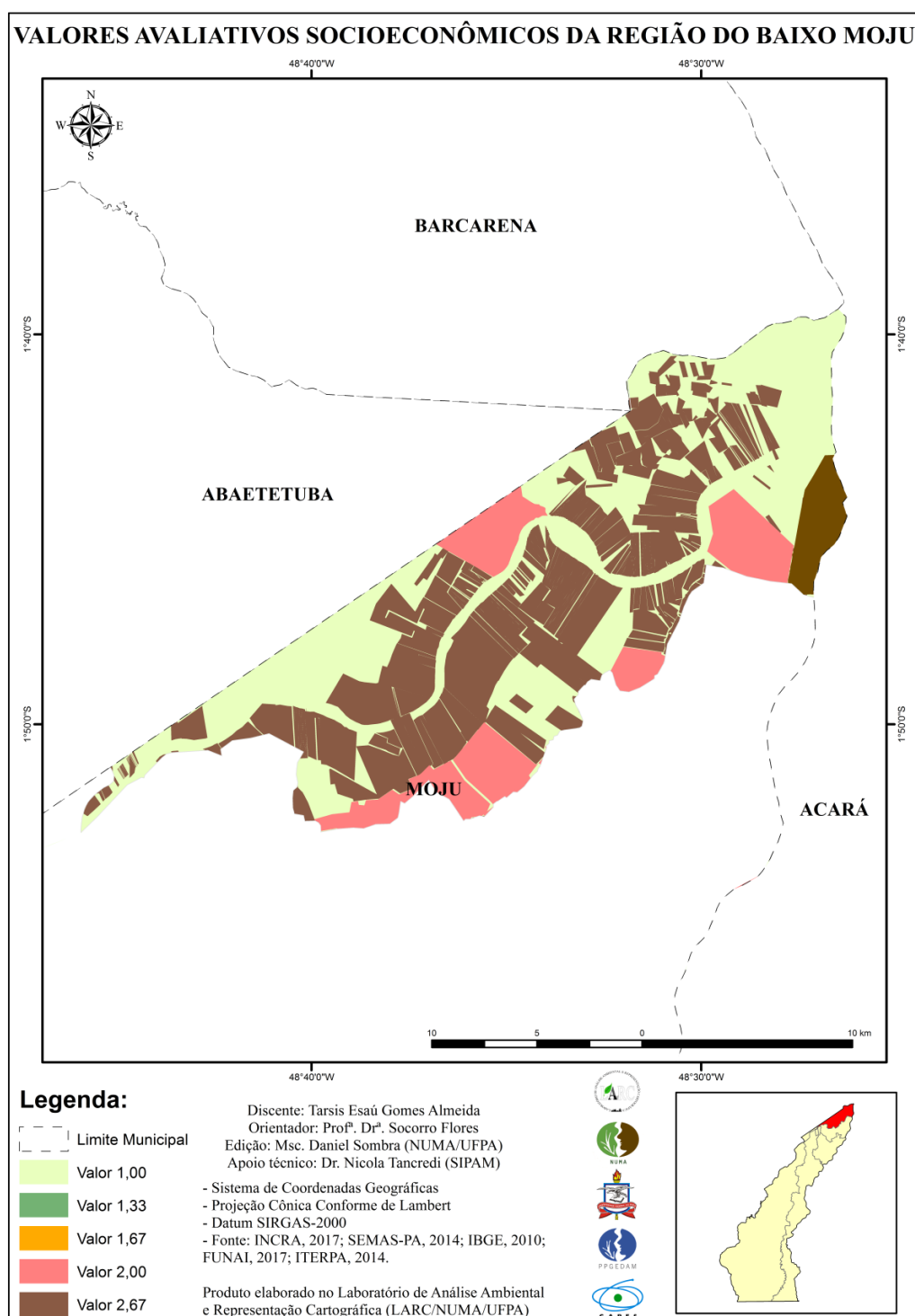
Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Mapa 12 – Avaliativo Socioeconômico de Moju



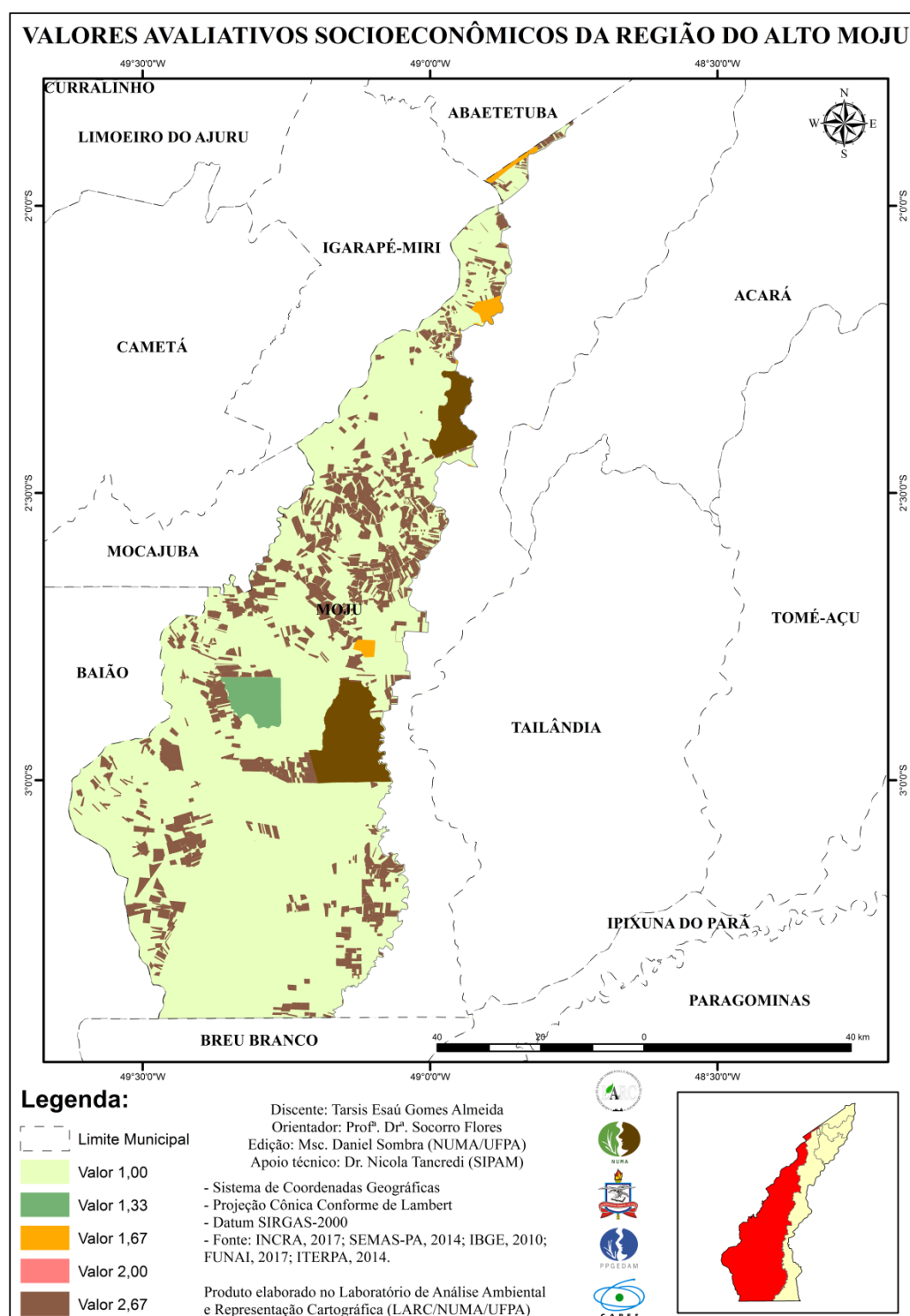
Fonte: LARC/NUMA/UFPA, 2018.

Para melhor visualização, os Mapas N°13 a 17 são melhores detalhados nas observações a seguir.

Mapa 13 – Avaliativo Socioeconômico da Região do Baixo Moju

Fonte: LARC/NUMA/UFPA, 2018.

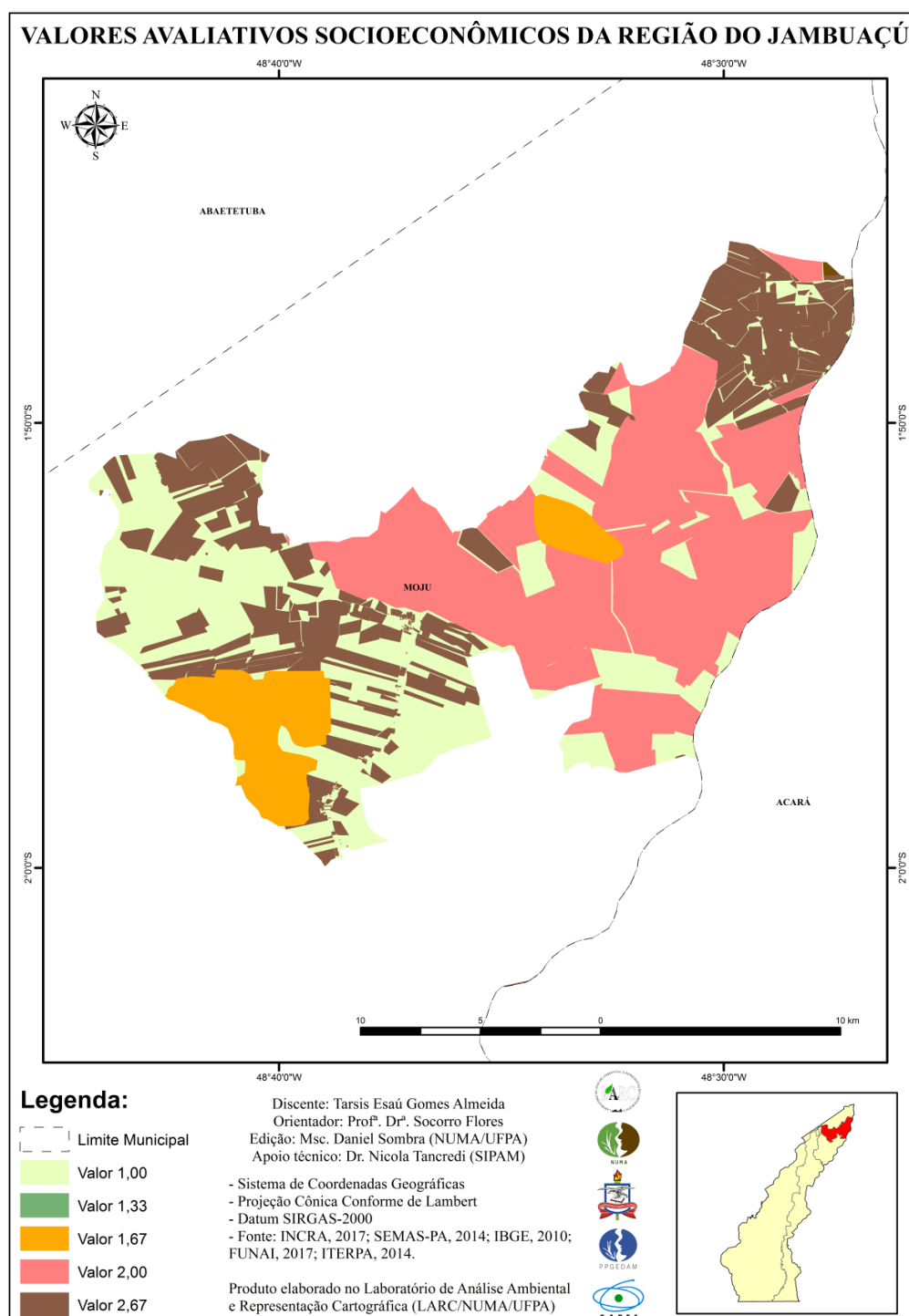
Sobre o Mapa Nº 13 não locais de Valor 1,33 e 1,67 na região do Baixo Moju, sendo encontradas áreas de Valor 2,00 e com predominância de Valor 1,00 e 2,67.

Mapa 14 – Avaliativo Socioeconômico da Região do Alto Moju

Fonte: LARC/NUMA/UFPA, 2018.

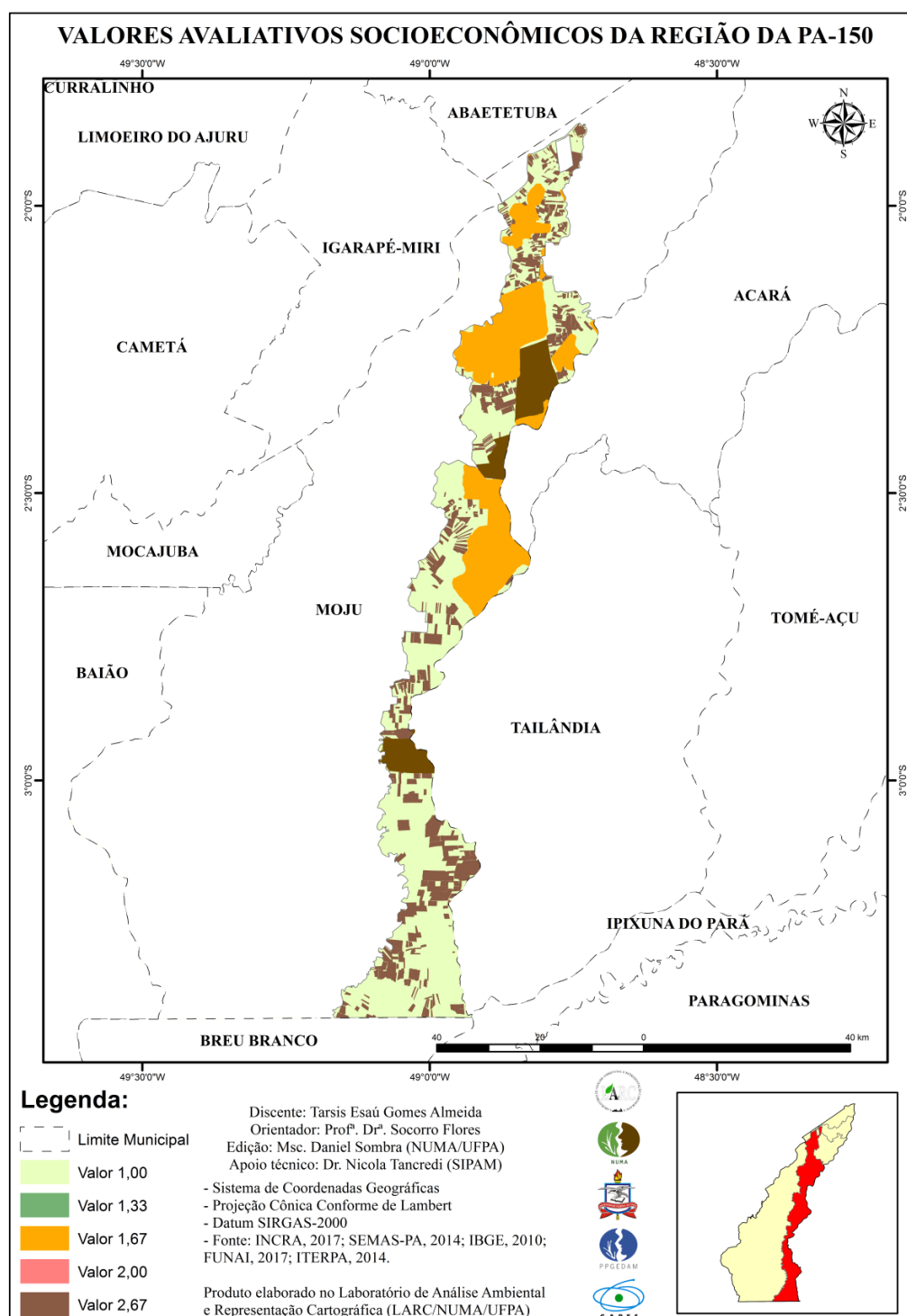
O Mapa N° 14 mostra que na região do Alto Moju a predominância é sobre o valor socioeconômico 1,00, ficando em segundo lugar o Valor 2,67. É a única área com Valor 1,33 e apresenta poucas áreas com Valor 1,67. Não há zonas com Valor 2,00.

Mapa 15 – Avaliativo Socioeconômico da Região do Jambuaçu



Fonte: LARC/NUMA/UFPA, 2018.

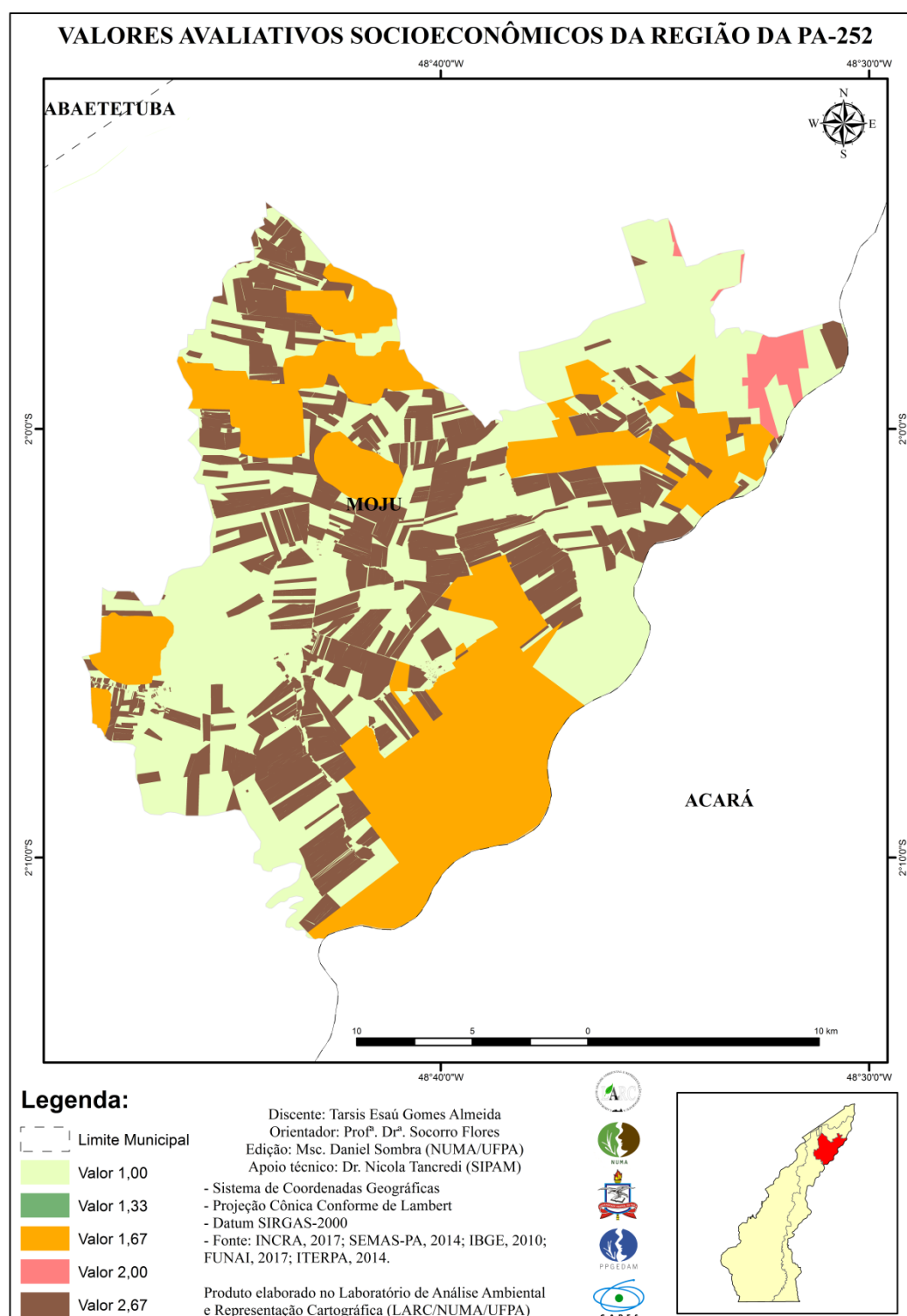
Na região do Jambuaçu há a maior concentração de áreas com Valor 2,00. No Mapa N° 15 ainda são possíveis observar que para esta região o Valor 2,67 ocupa boa área, conjuntamente como Valor 1,00, mas em menor porcentagem quando comparado com as outras regiões. Há duas áreas com Valor 1,67 e não é encontrado Valor 1,33.

Mapa 16 – Avaliativo Socioeconômico da Região da PA-150

Fonte: LARC/NUMA/UFPA, 2018.

A Região da PA-150 é a que possui maior área de Valor 1,67. Não são encontrados o Valor 1,33 e Valor 2,00. As áreas de Valor 1,00 e Valor 2,67 são predominantes, tendo maior agrupamento do centro para o sul.

Mapa 17 – Avaliativo Socioeconômico da Região da PA-252



Fonte: LARC/NUMA/UFPA, 2018.

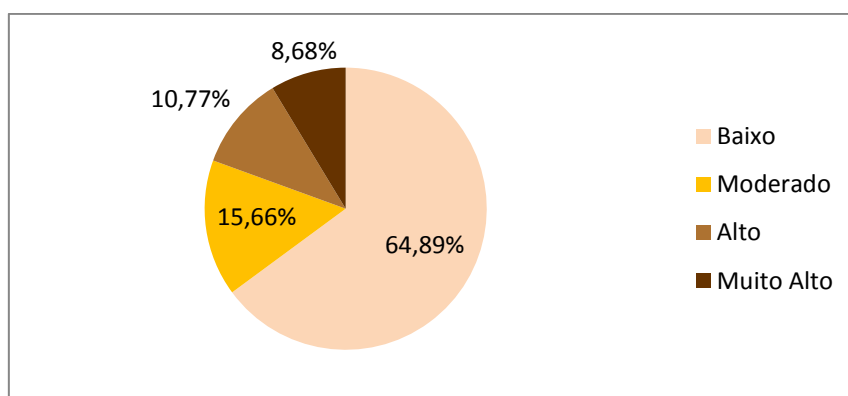
Nesta região, embora não tenha a maior área com Valor 1,67, é a que apresenta maior porcentagem em relação a outras regiões. Podem ser encontrada pequena porção

de Valor 2,00 e não há Valor 1,33. O Valor 1,00 e o Valor 2,67 como é comum a outras regiões

7.3 O Mapa de Risco de Desastre por Incêndio Florestal

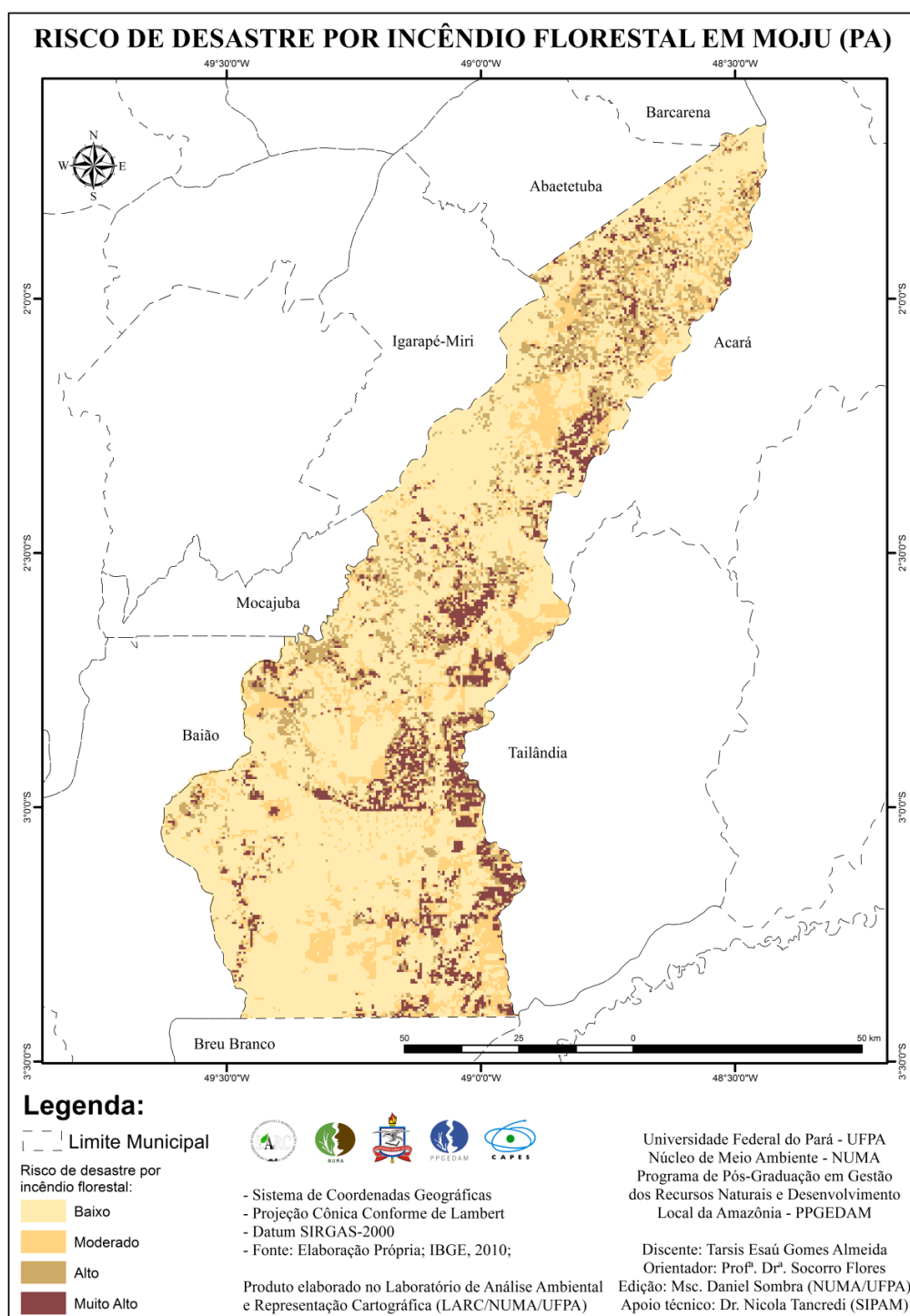
A representação de 599.166,10ha de risco baixo, 142.410,77ha de risco moderado, 97.956,44ha de risco alto e 78.904,59ha de risco muito alto são expostas no Gráfico N° 15.

Gráfico 15 – Percentagem do Risco de Desastre em Moju



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Mapa 18 – Risco de Desastre por Incêndio Florestal em Moju

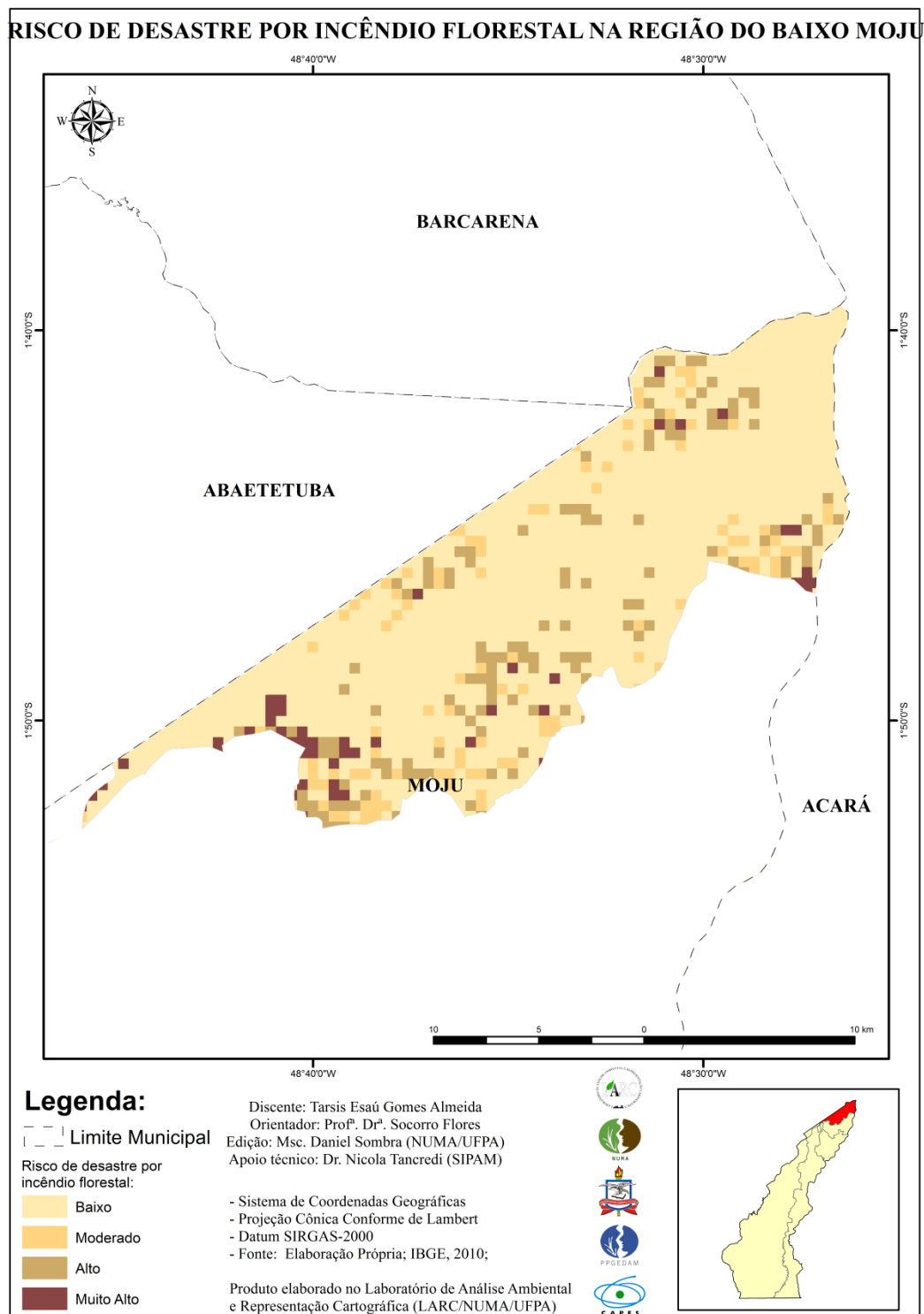


Fonte: LARC/NUMA/UFPA, 2018.

O Mapa Nº 18 é o produto final da pesquisa: Mapa de Risco de Desastre por Incêndio Florestal (MRDIF). As análises correlacionadas aos riscos de desastres com os aspectos socioeconômicos, risco de incêndio florestal, e fatores de risco são variados e extensos. A fim de facilitar a visão dos principais pontos considerado,s elaborou-se a

divisão dos mesmos nas regiões conforme o ZEE-P e explicita-se conforme mostram os Mapas Nº 19 a 23, a seguir.

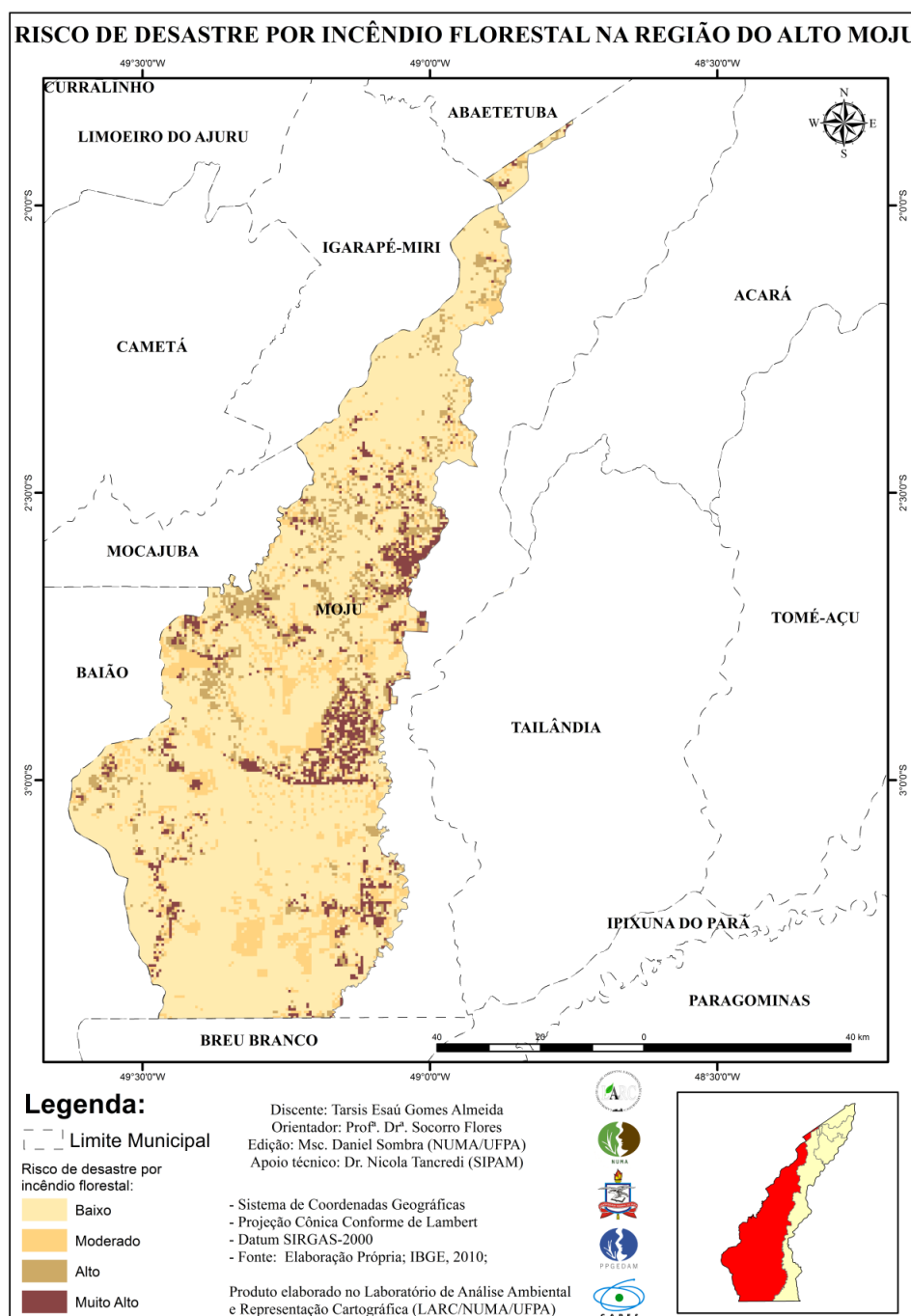
Mapa 19 – Risco de Desastre por Incêndio Florestal na Região do Baixo Moju



Fonte: LARC/NUMA/UFPA, 2018.

Na região do Baixo Moju há raros pontos de risco muito alto, podendo ser percebidas algumas áreas onde há risco de moderado e alto sendo caracterizadas pela ocupação humana, em locais relativos a agricultura familiar ou TQ. O risco baixo predomina nesta região, inclusive em algumas regiões com ocupação humana. Das regiões de Moju é a que apresenta, relativamente, menor risco de desastre ocasionado por incêndio florestal.

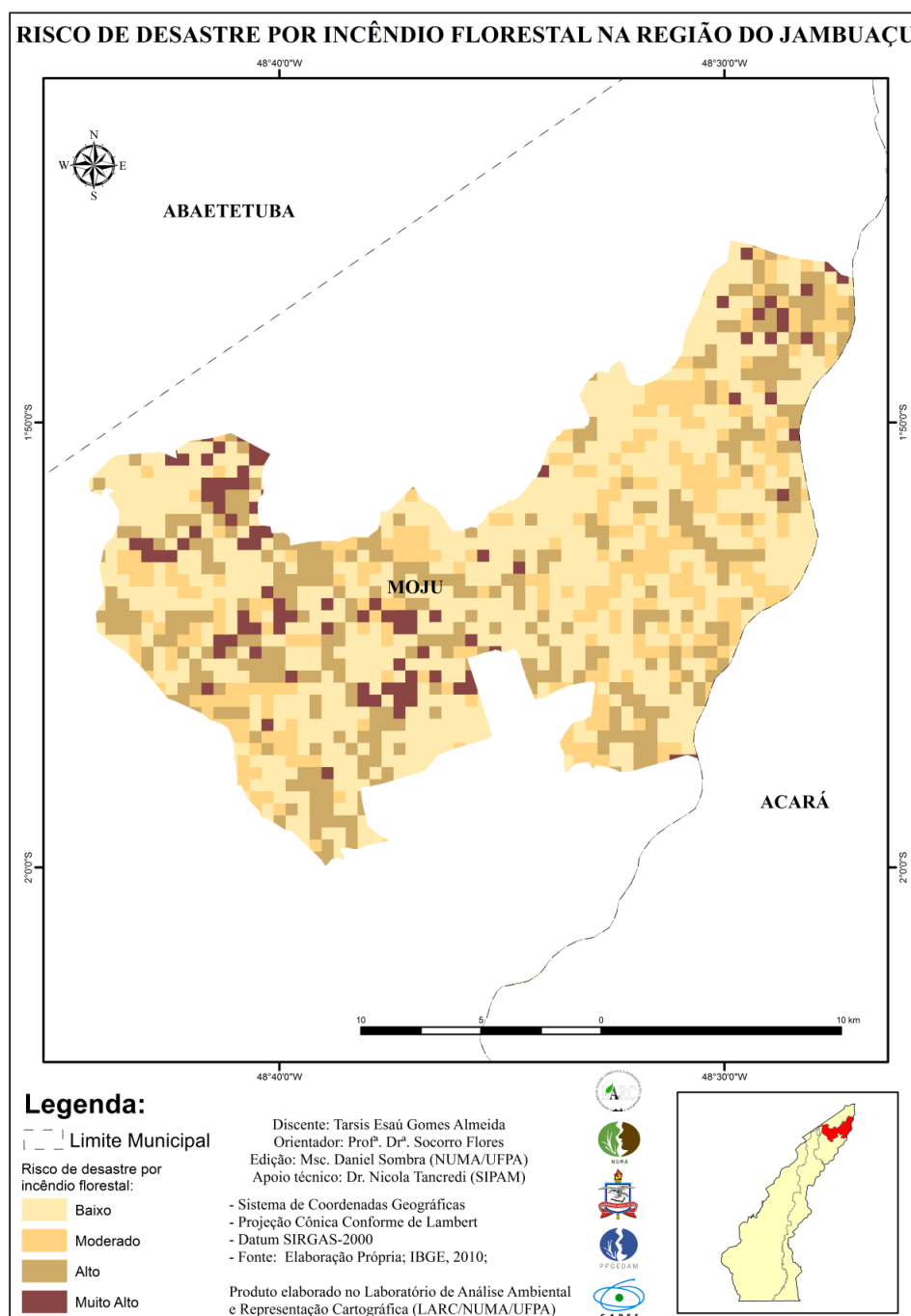
Mapa 20 – Risco de Desastre por Incêndio Florestal na Região do Alto Moju



Fonte: LARC/NUMA/UFPA, 2018.

Na região do Alto Moju, o risco muito alto faz parte de algumas áreas de agricultura familiar, em especial do Projeto de Assentamento localizado ao centro-sul. O risco alto circunda as áreas de risco muito alto e localizam-se mais entre o centro e o norte da região. O risco moderado por sua vez está esparsos e mais localizado do centro ao sul da região, sendo encontrados pontos de risco moderado na TI. O risco baixo predomina nesta região, inclusive no Projeto de Assentamento localizado mais ao norte.

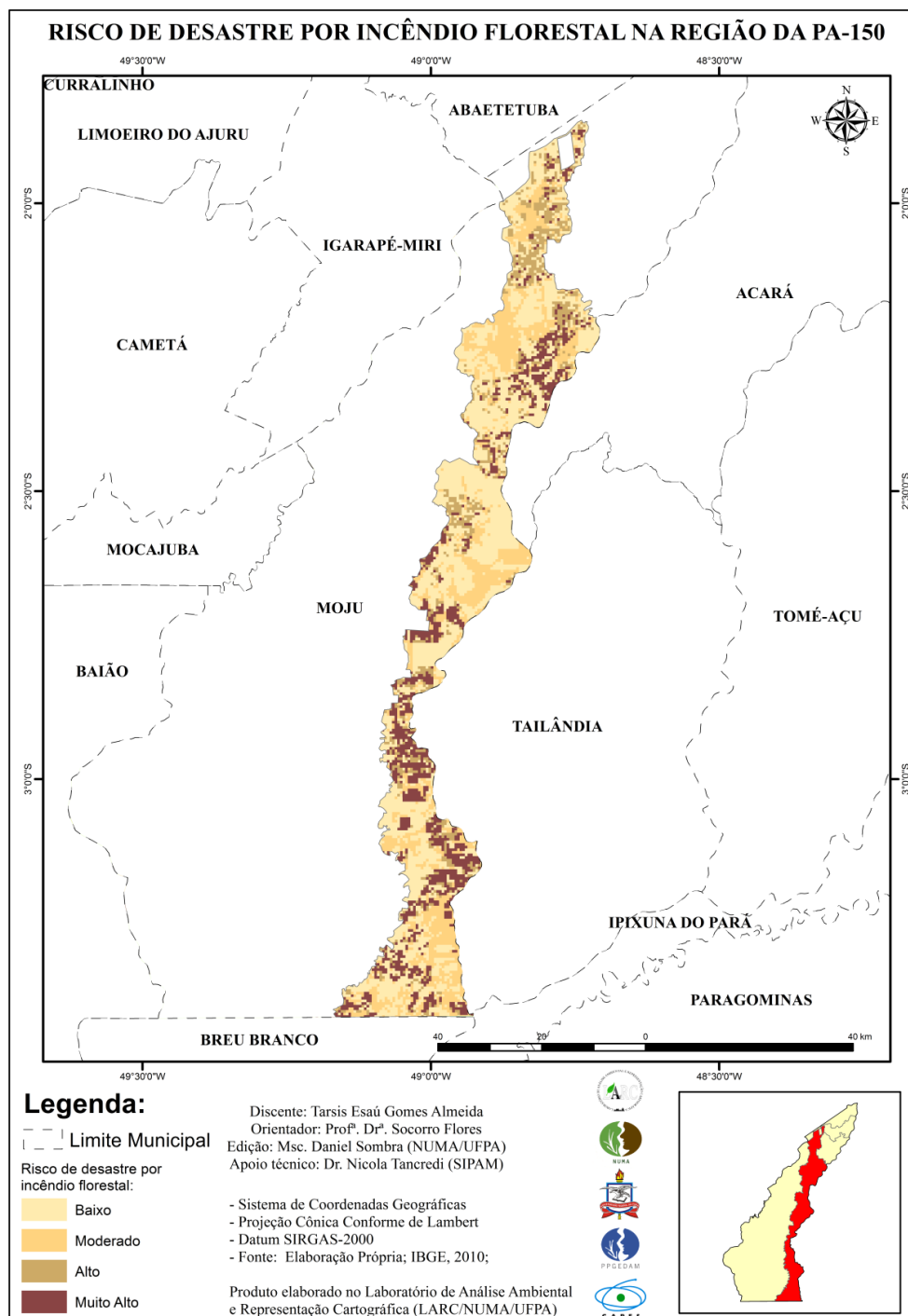
Mapa 21 – Risco de Desastre por Incêndio Florestal na Região do Jambuaçu



Fonte: LARC/NUMA/UFPA, 2018.

Das regiões analisadas a região do Jambuaçu é a que apresenta a segunda menor incidência de risco muito alto, havendo certa concentração ao nordeste e sudoeste, locais de concentração de agricultura familiar. Nas TQ localizadas sobressai-se risco baixo, moderado e alto, nesta ordem. A área de dendê localizada entre as TQ apresenta risco baixo.

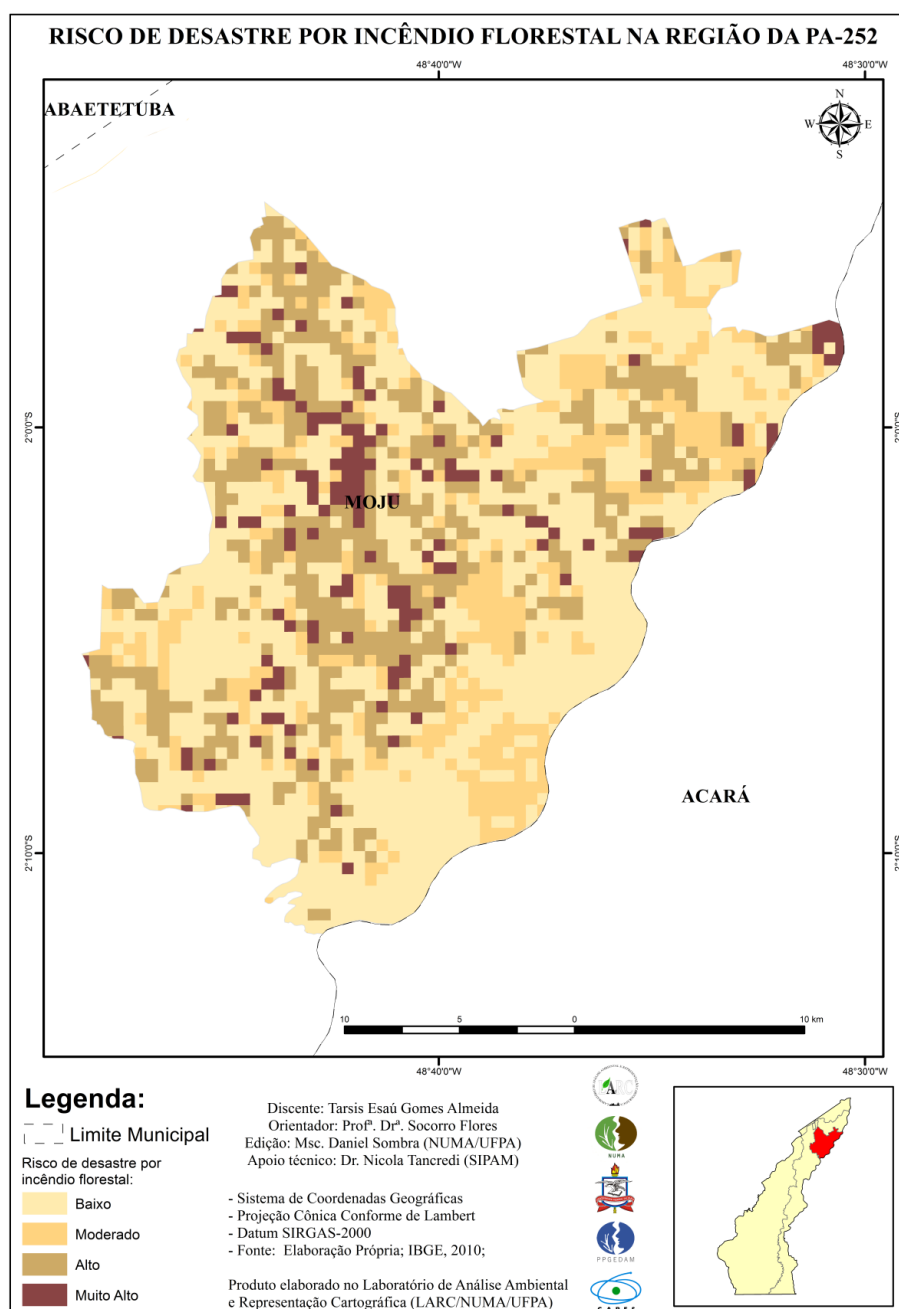
Mapa 22 – Risco de Desastre por Incêndio Florestal na Região da PA-150



Fonte: LARC/NUMA/UFPA, 2018.

O risco muito alto prevalece nas áreas relativas à agricultura familiar na região da PA-150, sendo que nas localizadas ao norte da região há agrupamento de risco alto, sendo este risco circundante das demais áreas onde há risco muito alto. Há relativa concentração de risco moderado ao extremo norte, extremo sul e centro desta região. O risco baixo está ao longo de toda região, sendo inclusive achado nos Projetos de Assentamento. Nas áreas relativas ao dendê presentes na região há risco moderado e baixo.

Mapa 23 – Risco de Desastre por Incêndio Florestal na Região da PA-252



Fonte: LARC/NUMA/UFPA, 2018.

Analisando o Mapa N° 23, na região da PA-252, têm-se que o risco alto e muito alto são hegemonicamente relativos às áreas relativas à agricultura familiar. Nas áreas relativas ao dendê e coco-da-baía são encontrados risco moderado e baixo, todavia, a noroeste podem ser achados pontos de risco alto.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sobre a pergunta inicial de quais áreas oferecem maiores riscos de desastres por causa dos incêndios florestais no município de Moju (PA), tomando-se como base o ZEE-P de Moju, as áreas de maior risco seria a região da PA-150, a região do Alto Moju, a região da PA-252, a região do Jambuaçu e a região do Baixo Moju. De outro modo, levando em conta a divisão feita no MASE, a pesquisa constatou que as áreas de Agricultura Familiar são as de maior risco de desastre, seguida pelas Terras de Quilombos, Dendê e Coco-da-Baia, Terra Indígena e Demais Áreas. Tais resultados indicam as áreas prioritárias para ações de prevenção e preparação a fim de evitar desastres. As áreas analisadas quanto a validação da fórmula mostraram-se bastante degradadas e com grande risco de haver desastres consideráveis.

Comparando-se o MRIF e o MRDIF percebeu-se que a diminuição percentual área de risco muito alto – do primeiro mapa é maior que o segundo – pode ser benéfica no sentido de que delimita os principais lugares que necessitam de ação preventiva e preparatória. Tal fato foi possível graças ao uso do MASE. Deste modo, mostrou-se bastante favorável o tipo de metodologia onde os aspectos sociais e econômicos são englobados no computo da gestão ambiental de risco.

Embora a pesquisa de campo tenha seu papel em trabalhos de construção de mapas de risco, há que se destacar o valor em utilizar-se de dados já disponíveis. O *download* de dados nas páginas governamentais de INCRA, FUNAI, IBGE, SEMAS-PA, ITERPA foi um fator importante para a pesquisa, e pode servir de base para futuros trabalhos. Assim, ações como o recenseamento rural iniciado pelo IBGE em 2017, trabalhos como *TerraClass*, além das atualizações constantes de diversos órgãos são ações salutares e que devem ser reforçadas.

A mudança de aspectos quantitativos para qualitativos para critérios de homologação de desastres advindos com a Instrução Normativa Nº 02/2016 do Ministério da Integração Nacional tem de ser destacada nesta pesquisa apresentando mais aspectos positivos que negativos. Um dos positivos é possibilitar a estados e municípios a formação de decretos caracterizando estados de calamidade pública e situações de emergência, em especial nos incêndios florestais que não alcançavam os critérios quantitativos previstos, e entendendo que a resiliência não é igual para todos.

Um ponto de difícil mensuração é a quantificação dos danos e prejuízos em Moju, visto a ausência de fontes confiáveis para cálculo de perda por fogo, considerando que houve relatos desta perda ou risco de perda em plantações. Acredita-

se que esta falta de monitoramento de danos e prejuízos dá-se pelo fato de que a atividade agricultura e de pecuária tem até o momento se mostrado capaz de suportar as adversidades que enfrenta. Entretanto, questiona-se até que ponto esta suportará eventos adversos.

Em um contexto dialético, os Mapas de Risco de Desastre por Incêndio Florestal podem se tornar um bom instrumento para o diálogo entre cogestores (governo, sociedade, agricultor familiar, empresário, fazendeiro, etc.). A espacialização dos riscos facilita o entendimento para pessoas de diferentes contextos sociais. Assim, uma das consequências imediatas da formação do MRDIF é o planejamento de ações preventivas para o ano de 2018, em especial, no primeiro semestre. O 29º Grupamento Bombeiro Militar de Moju já mostrou interesse em elaborar uma Nota de Serviço visualizando ações de prevenção nas áreas consideradas mais críticas conforme a pesquisa prevendo trabalho em conjunto com outros órgãos e entidades municipais e estaduais.

A história vem demonstrando o fracasso das ações baseadas de “cima para baixo”, em especial as ações governamentais nas quais a participação social é relegada a um segundo plano de apenas praticante de uma metodologia A ou B. O MRDIF elaborado não é uma fórmula fechada, devendo adequar-se a cada lugar e ao tipo de informação disponível. Desta forma, os MASE e os MRIF devem ser melhores adequados a cada município ou local e devem ser estudados novos tipos de análises. Todavia, o uso de um MASE atrelado a um MRIF, independentemente da álgebra utilizada, mostrou-se como uma ferramenta que pode ser usada em outros municípios.

Assim, a partir do modelo desenvolvido nesta pesquisa, tem-se a perspectiva da construção de um manual para delimitação de áreas de ação preventiva contra incêndios florestais (Apêndice A). A ser utilizado pelo Corpo de Bombeiros Militar do Pará, objetivando, dentre outras coisas o fortalecimento do desenvolvimento sustentável a partir de uma cultura preventiva.

Os conhecimentos produzidos a partir das informações desta dissertação são de grande importância para a prevenção de riscos de desastre de incêndios florestais, podendo inclusive serem usados como parâmetros base a outros tipos de riscos de desastres. Na região Amazônica, em especial, devido a relevância que a cobertura vegetal ocupa tanto no sentido econômico, quanto no de preservação ambiental, as ferramentas produzidas ajudam o proprietário de imóvel rural, tanto o pequeno quanto o grande a entender as dinâmicas sociais, econômicas e ambientais e se fazer entendido, a fim de que o desenvolvimento sustentável local seja possível.

REFERÊNCIAS

ABREU, R. C. R. *et al.* The biodiversity cost of carbon sequestration in tropical savanna. **Science Advances**, v. 3, n. 8, ago., 2017. Disponível em: <<http://advances.sciencemag.org/content/3/8/e1701284.full>>. Acesso em: 23 de novembro de 2017.

ALMEIDA, C. A. *et al.* High spatial resolution land use and land cover mapping of the Brazilian Legal Amazon in 2008 using Landsat-5/TM and MODIS data. In: **Acta Amazonica**, v. 46 (3), p. 291-302, 2016.

ALMEIDA, T. E. G. **Uma Perspectiva do Ensino de Defesa Civil em Escolas Públicas do Pará**. Marituba: IESP, 2006.

ANAZAWA, T. M. *et al.* **O risco construído: reflexões sobre o desastre ocorrido em Mariana, estado de Minas Gerais, em 2015, a partir da perspectiva da relação entre população e ambiente**. Disponível em: <<http://abep.org.br/xxencontro/files/paper/827-763.pdf>>. Acesso em: 23 de setembro de 2017.

ANTROPOS. **Anambé**. Disponível em: <<http://brasil.antropos.org.uk/ethnic-profiles/profiles-a/10-9-anambe.html>>. Acesso em: 09 de dezembro de 2017.

ANDERSON, L. O. Utilização de dados orbitais de focos de calor para caracterização de riscos de incêndios florestais e priorização de áreas para a tomada de decisão. **Revista Brasileira de Cartografia**, n 69/1, p. 163-177, 2017.

ARANTES, T. G. F.; FERREIRA, W. R. O geoprocessamento na elaboração de mapas temáticos do transporte de cargas: Mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba/MG. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 15, n.2, p. 19-40, maio/ago. 2011.

ARAÚJO, A. N. B. **Análise de medidas adaptativas autônomas usadas pela população em caso de inundações: estudo dos bairros de Batista Campos e Cremação em Belém, Pará**. Dissertação (Mestrado em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia). Belém: NUMA/UFPA, 2013.

AURÉLIO. **Desastre**. Disponível em: <<https://dicionariodoaurelio.com/desastre>>. Acesso em: 06 de dezembro de 2017.

ÁVILA, M; ÁVILA, S. Desenvolvimento territorial e a gestão ambiental. **Revista ADM. MADE**, v. 13, n. 2, p.5-15, maio/ago., 2009.

BARRETO, A. G. T. **Vulnerabilidade de agricultores familiares da cadeia de produção de biodiesel do dendê à extremos de precipitação na Comunidade Águas Pretas, Moju (PA)**. Dissertação (Mestrado em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local). Belém: UFPA/NUMA, 2012.

BATISTA, A.C. **Mapas de risco: uma alternativa para o planejamento de controle dos incêndios florestais**. Floresta, 2013. Disponível em: <<http://www.floresta.ufpr.br/firelab/wp-content/uploads/2013/09/artigo07.pdf>>. Acesso em: 10 de agosto de 2017.

BECK, U. **Sociedade de Risco**. São Paulo: 34, 2010.

BITTENCOURT, M. V. C. **O princípio da prevenção no direito ambiental**. Disponível em: <<http://www.direitonet.com.br/artigos/exibir/2564/O-principio-da-prevencao-no-Direito-Ambiental>>. Acesso em: 10 de agosto de 2017.

BRANDÃO, T. S.; BRANDÃO, S. P. P. Desenvolvimento econômico e sociocultural e os dilemas do turismo cultural no Rio Grande do Norte. **Revista Turismo**. Mossoró/RN, v. 5, n. 1, p. 180-204, jan./jun. 2016.

BRASIL. **Constituição** (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 1988.

_____. Decreto Federal Nº 6.040, de 07 de fevereiro de 2007. Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 2007a.

_____. **Economia e emprego**. Artigo, 2015. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2015/07/agricultura-familiar-produz-70-dos-alimentos-consumidos-por-brasileiro>>. Acesso em: 22 de julho de 2017.

_____. Lei Federal Nº 6.831 de 31 de agosto de 1981. Institui a Política Nacional do Meio Ambiente. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 1981.

_____. Lei Federal Nº 11.326 de 24 de julho de 2006. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 2006.

_____. Lei Federal Nº 12.608 de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 2012.

_____. Lei Federal Nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 2012.

CARDOSO, A. S. *et al.* Barômetro da sustentabilidade aplicado do município de Moju, estado do Pará. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 1, p. 234-263, jan-abr/2016, Taubaté, SP, Brasil.

CARVALHO, B. C. *et al.* **Influência dos Focos de Incêndios sobre as Internações de Crianças por Doenças do Aparelho Respiratório no Estado do Pará**. XIV ENEEAMB, 2016. Disponível em: <<http://soac.unb.br/index.php/ENEEAmb/ENEEAmb2016/paper/viewFile/5083/1232>>. Acesso em: 10 de abril de 2018.

CARVALHO, C. S. *et al.* (orgs.). **Mapeamento de áreas de risco em encostas e margem de rios**. Brasília: IPT, 2007.

CAVALCANTI, C. Uma tentativa de caracterização da economia ecológica. **Revista Ambiente e Sociedade**, São Paulo, v. 7, p. 149-156, jan./jun. 2004.

CIPRIANI, H. N. *et al.* Fire risk map for the Serra de São Domingos Municipal Park, Poços de Caldas, MG. **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 1, p.77-83, jan./mar., 2011.

CMMOJU. **O município**. Disponível em: <<http://www.cmmoju.pa.gov.br/o-municipio/>>. Acesso em: 16 de julho de 2017.

COSTA, D. D. S. **Formação continuada de professores: um estudo do curso de aperfeiçoamento em educação ambiental no município de Moju no ano de 2014**. Dissertação (Mestrado em Educação). Belém: UFPA/ICED, 2016.

COSTA, L. M. **Comunicação e meio ambiente: a análise das campanhas de prevenção a incêndios florestais na Amazônia**. Belém: NAEA/UFPA, 2006.

DALCUMUNE, M. A. B.; SANTOS, A. R. Mapeamento de índice de risco de incêndio para a Região da Grande Vitória/ES, utilizando imagens do satélite LANDSAT para o ano de 2002. In: Simpósio brasileiro de sensoriamento remoto, XII, **Anais...** Goiânia: INPE, p. 1485-1492, 2005.

DSS. **Decision support systems glossary**. Disponível em: <<http://dssresources.com/subscriber/password/dssbookhypertext/glossary.pdf>>. Acesso em: 20 de novembro de 2017.

EBC. **Retrospectiva: incêndios florestais e invasão de terras indígenas marcaram a Amazônia em 2016**. Disponível em: <<http://radioagencianacional.ebc.com.br/geral/audio/2016-12/retrospectiva-incendios-florestais-e-invasao-de-terras-indigenas-marcaram>>. Acesso em: 29 de julho de 2017.

EMBRAPA. AQUA Project Science. **Notícias**, 2013. Disponível em: <https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/sat/conteudo/missao_aqua.html>. Acesso em: 30 de novembro de 2017.

_____. **Módulos fiscais**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/codigo-florestal/area-de-reserva-legal-arl/modulo-fiscal>>. Acesso em: 18 de dezembro de 2017.

FAPESPA. **Estatísticas municipais paraenses: Moju**. Diretoria de Estatística e de Tecnologia e Gestão da Informação. Belém, 2016.

FERNANDES, M.C. *et al.* Avaliação geoecológica de susceptibilidade à ocorrência de incêndios no estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Floresta e Ambiente**, 18(3), p. 299-309, 2011. Disponível em: <<http://www.floram.org/files/v18n3/v18n3a9.pdf>>. Acesso em: 17 de novembro de 2017.

FERRAZ, S. F. B.; VETTORAZZI, C. A. Mapeamento de risco de incêndios florestais por meio de sistema de informações geográficas (SIG). **Scientia Florestalis**, n. 53, p. 39-49, jun. 1998.

FERREIRA, M. P. *et al.* Uma abordagem *fuzzy* no zoneamento de risco de incêndio. XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, **Anais...**, Curitiba, p. 4555-4562, 2011.

FERREIRA, S. C. G. Zoneamento da bacia hidrográfica do rio Moju (Pará): usos da água e sua relação com as formas de uso e cobertura do solo. **Revista Ambiente e Água**, vol. 12, n. 4, p. 680-693, jul./aug. 2017.

FERREIRA, V. A. **As influências socioeconômicas e ambientais da cadeia produtiva do dendê no desenvolvimento local do baixo Tocantins**. 2016. Dissertação (Mestrado). Belém: UFPA/NAEA, 2016.

FLORES, R. A. **Desastres, infraestrutura e desenvolvimento: interrupções nas rodovias e impactos ao desenvolvimento na Amazônia**. Dissertação (Mestrado em Planejamento do Desenvolvimento). Belém: UFPA/NAEA, 2015.

FREITAS, M. I. C. **Análise em SIG multicritério**. Disponível em: <http://www.rc.unesp.br/igce/planejamento/download/isabel/sist_inf_geografica2013/Aula10_aluno/multicriterio.pdf>. Acesso em: 28 de outubro de 2017.

FUNAI. **Shapes**. Disponível em: <<http://www.funai.gov.br/index.php/shape>>. Acesso em: 20 de setembro de 2017.

FURTADO, J. R. **Gestão de riscos de desastres**. Florianópolis: CEPED/UFSC, 2012.

G1. **Em Marabá, problemas com queimadas incomodam moradores**. G1, 2017. Disponível em: <<http://g1.globo.com/pa/para/bom-dia-para/videos/v/em-maraba-problemas-com-queimadas-incomodam-moradores/6157861/>>. Acesso em: 22 de setembro de 2017.

GARCEZ, T. V. **Desenvolvimento de estudo para gerenciamento de risco em gasoduto de um sistema de distribuição de gás natural**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Recife: UFPE, 2009.

GONÇALVES, K. S. *et al.* As queimadas na região amazônica e o adoecimento respiratório. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 16(7), p. 1523-1532, 2012.

GONDIM, T. S. A. **Processo Hierárquico Analítico como ferramenta para o monitoramento de risco de incêndio no Parque Nacional da Chapada Diamantina**. Dissertação (Mestrado em Modelagem e Ciência da Terra). Bahia: UEFS, 2013.

HÖLSCHER, D. *et al.* Evaporação de vegetação jovem secundária na Amazônia Oriental. **Journal of Hydrology**, v.193, p. 293-305, jun. 1997.

HOMMA, A. K. O. **História da Agricultura na Amazônia: da era pré-colombiana ao terceiro milênio**. Brasília: Embrapa, 2003.

IASI, V. **Queimadas consomem hectares no AM e geram prejuízos a agricultores**. G1, 2017. Disponível em: <<http://g1.globo.com/natureza/noticia/2017/02/queimadas->

consomem-hectares-no-am-e-geram-prejuizo-para-agricultores.html>. Acesso em: 22 de setembro de 2017.

IBAMA. **Manual do Brigadista**. Brasília: IBAMA, 2011.

IBGE. **Moju**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/moju>>. Acesso em: 18 de janeiro de 2018.

ICMBIO. **Cartografia básica aplicada e cartografia temática**. Apresentação, 2010. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cggp/download/Oficina_Cartografia_ACADEBio.pdf>. Acesso em: 22 de janeiro de 2018.

_____. **RPPN Nadir Júnior**. Disponível em: <<http://sistemas.icmbio.gov.br/simrppn/publico/detalhe/627/>>. Acesso em: 09 de dezembro de 2017.

IDEFLOR-BIO. **Projeto Agrovárzea fomenta turismo rural em Moju**. Disponível em: <<http://ideflorbio.pa.gov.br/2017/06/28/projeto-agrovarzea-fomenta-o-turismo-rural-em-moju/>>. Acesso em: 18 de julho de 2017.

INCA. **Brasil lidera ranking de consumo de agrotóxicos**. Disponível em: <http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/comunicacaoinformacao/site/home/namidia/brasil_lidera_ranking_consumo_agrotoxicos>. Acesso em: 15 de setembro de 2017.

INCRA. **Acervo fundiário**. Disponível em: <<http://acervofundiario.incra.gov.br/i3geo/ogc/index.php>>. Acesso em: 20 de setembro de 2017.

INPE. **Banco de dados de queimadas**. Disponível em: <<https://prodwww-queimadas.dgi.inpe.br/bdqueimadas>>. Acesso em: 18 de janeiro de 2018.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL. **Povos indígenas do Brasil**. Disponível em: <<https://www.socioambiental.org/pt-br/o-isa/programas/povos-indigenas-no-brasil>>. Acesso em: 17 de novembro de 2017.

ITERPA. **Projetos de assentamento**. Disponível em: <<http://www.iterpa.pa.gov.br/content/projetos-de-assentamento>>. Acesso em: 20 de agosto de 2017a.

_____. **Territórios quilombolas**. Disponível em: <<http://www.iterpa.pa.gov.br/content/quilombolas>>. Acesso em: 20 de agosto de 2017b.

JOÃO, X. S. J. **Geodiversidade do estado do Pará**. Belém: CPRM, 2013.

KOBIYAMA, M. *et al.* **Prevenção de desastres naturais**. Florianópolis: Organic Trading, 2006.

KOGA, D. R. C. O impacto dos fenômenos climáticos sobre a organização e dinâmica sócio-produtiva num assentamento rural: estudo de caso dos efeitos das chuvas no

assentamento “Bela Vista do Chimbarro”, em Araraquara/SP. In: VALENCIO, N. *et al.* **Sociologia dos desastres**. São Carlos: RiMa, 2009. p. 119-130.

KOPROSKI, L. P. *et al.* Ocorrências de incêndios florestais no Parque Nacional de Ilha Grande – Brasil. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 34, n. 2, p. 193-197, mai./ago. 2004.

_____. Modelo de zoneamento de risco de incêndios para unidades de conservação brasileiras: o caso do Parque Estadual do Cerrado (PR). **Floresta**, Curitiba, PR, v. 41, n. 3, p. 551-562, jul./set. 2011.

LAVELL, A. **Local risk management: ideas and notions relating to concept and practice**. CEPREDENAC/PNUD, 2003.

LEONEL, M. O uso do fogo: o manejo indígena e a piromania da monocultura. **Estudos Avançados**, São Paulo, nº 14, p. 231-250, 2000.

LIRA, T. M; CHAVES, M. P. S. R. Comunidades ribeirinhas na Amazônia: organização social e política. **Interações**, Campo Grande, MS, v. 17, n. 1, p. 66-76, jan./mar. 2016.

LIZ, J. P. C. **Zoneamento de Risco de Incêndios Florestais na Reserva Biológica do Aguaí**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Lages: UESC, 2014.

LOPES, L. H. A.; LOPES, E. A. Mapas temáticos: expressão gráfica para análise de resultados de pesquisas envolvendo espaço e tempo. **Graphica**, Curitiba: 2007. Disponível em: <http://www.exatas.ufpr.br/portal/docs_degraf/artigos_graphica/MAPAS.pdf>. Acesso em: 18 de setembro de 2017.

MARGARIDA, C *et al.* (elaboradores). **Gestão de risco de desastres**. Santa Catarina: SDC, 2014.

MEDEIROS, A. **Buffer**. Disponível em: <<http://www.andersonmedeiros.com/gvsig-gerar-buffer/>>. Acesso em: 23 de janeiro de 2018.

MI. Instrução Normativa do Ministério da Integração Nacional Nº 02, de 20 de dezembro de 2016. Estabelece procedimentos e critérios para a decretação de situação de emergência ou estado de calamidade pública pelos Municípios, Estados e pelo Distrito Federal, e para o reconhecimento federal das situações de anormalidade decretadas pelos entes federativos e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2016.

MILHOMEM, A. **Aeroporto fechado e voos cancelados em Imperatriz**. IMIGRANTE, 2015. Disponível em: <<http://imirante.com/imperatriz/noticias/2015/12/10/aeroporto-fechado-e-voos-cancelados-em-imperatriz.shtml>>. Acesso em: 22 de setembro de 2017.

MMA. **Ser humano é o maior culpado pelo aumento de incêndios florestais**. MMA, 2016. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/index.php/comunicacao/agencia-informma?view=blog&id=433>>. Acesso em: 20 de novembro de 2017.

_____. **Mananciais.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/aguas-urbanas/mananciais>>. Acesso em: 15 de setembro de 2017.

MOJU. **Lei Ambiental Municipal Nº 737/2003.** Disponível em: <<http://www.cmmoju.pa.gov.br/lei-ambiental-do-municipio-de-moju-no-7372003-de-25-de-agosto-de-2003/>>. Acesso em: 12 de agosto de 2017.

MÜLLER, A. A. **A cultura do dendê.** Belém, 1980.

NEPSTAD, D.C. **A floresta em chamas: origens, impactos e prevenção de fogo na Amazônia.** Brasília: Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil, 1999.

NICOLETE, D. A. P.; ZIMBACK, C. R. L.; Zoneamento de risco de incêndios florestais para a fazenda experimental Edgardia – Botucatu (SP), através de sistemas de informações geográficas. **Revista Agrogeoambiental** vol. 5, n.3, p. 55-62, dez. 2013.

NINA, A. S. **Impactos de desastres naturais ao Produto Interno Bruto dos municípios e suas relações com o desenvolvimento sustentável: o caso das inundações de 2009 na Amazônia.** Dissertação (Mestrado em Gestão dos Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia). Belém: UFPA/NUMA, 2016.

OLIVEIRA, A. L. S. *et al.* Mapa de análise de risco de incêndios florestais: estudo de caso no município de João Pessoa – Paraíba – Brasil. In: Simpósio Nacional de Geomorfologia, IX, **Anais...** Rio de Janeiro, 2012.

OLIVEIRA, D. S. **Zoneamento de riscos de incêndios em povoados florestais no norte de Santa Catarina.** Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Curitiba: UFPR, 2002.

OLIVEIRA, K. A. **Estudo espaço-temporal de riscos de incêndios florestais na Amazônia brasileira.** 2017. Tese (Doutorado). Minas Gerais: UFV, 2017.

OLIVEIRA, L. **Mapa dos parâmetros climatológicos do estado do Pará: umidade, temperatura e insolação, médias anuais.** Belém: Núcleo de Hidrometeorologia/SECTAM, 2002, 53p.

OLIVEIRA, U. C; OLIVEIRA, P. S. Mapas de *Kernel* como subsídio à gestão ambiental: análise dos focos de calor na bacia hidrográfica do Rio Acaraú, Ceará, nos anos 2010 a 2015. **Espaço Aberto**, PPGG - UFRJ, Rio de Janeiro, V. 7, N.1, p. 87-99, 2017.

OMENA, M. T. R. N. Zoneamento do Risco de Incêndio Florestal para o Parque Nacional de São Joaquim – SC. **Revista Biodiversidade Brasileira**, n. 2, p. 173-186, 2016.

PARÁ. Lei Estadual Nº 6.745, de 06 de maio de 2005. Dispõe sobre Zoneamento Econômico Ecológico do Pará. Belém: Diário Oficial do Estado, 2005.

_____. Decreto Estadual Nº 1.066, de 19 de junho de 2008. Dispõe sobre a regionalização do Estado do Pará e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado**, Belém, 2008.

_____. Decreto Estadual Nº 7.398, de 16 de abril de 2010. Dispõe sobre o Zoneamento Ecológico-Econômico da Zona Leste e Calha Norte do Estado do Pará. Belém: Diário Oficial do Estado, 2010.

PELUZIO, T. M. O. *et al.* **Análise do risco de ocorrência de incêndio florestal para o verão na bacia hidrográfica do Rio Alegre, ES.** Disponível em: <http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2008/anais/arquivosINIC/INIC1113_02_O.pdf>. Acesso em: 22 de novembro de 2017.

PINHO, H. G. **Prevenção e reparação de danos ambientais: as medidas de reposição natural, compensatórias e preventivas e a indenização pecuniária.** Rio de Janeiro: GZ, 2010.

REDIN, M. Impactos da queima sobre atributos químicos, físicos e biológicos do solo. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 2. Santa Maria, p. 381-392, abr./jun., 2011.

RIBEIRO, L. *et al.* Zoneamento de riscos de incêndios florestais para a fazenda experimental do Canguiri, Pinhais (PR). **Floresta**, Curitiba, PR, v. 38, n. 3, jul./set. 2008.

RIVERA-LOMBARDI, R. J. **Identificação de áreas vulneráveis à ocorrência de incêndios florestais, provocados por atividades antrópicas, utilizando diferentes métodos de inferência espacial.** INPE, 2001. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/papers/roberto_sbsr2001.pdf>. Acesso em: 22 de novembro de 2017.

ROCHA, C. **Alternativas ao uso do fogo na agricultura e as etapas para planejamento de uma queimada controlada.** Notícia, 2015. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2471085/alternativas-ao-uso-do-fogo-na-agricultura-e-as-etapas-para-planejamento-de-uma-queimada-controlada>>. Acesso em: 29 de julho de 2017.

RURAL CENTRO. **Queimadas: agronegócios tem prejuízo.** Disponível em: <<http://ruralcentro.uol.com.br/noticias/queimadas-agronegocio-tem-prejuizos-27051>>. Acesso em: 28 de julho de 2017.

S2ID. **Sistema integrado de informações sobre desastres.** Disponível em: <<https://s2id.mi.gov.br>>. Acesso em: 03 de janeiro de 2018.

SÁ, T.D.A *et al.* Para melhorar o uso de recursos naturais na Amazônia Oriental através de um sistema de Agroflorestal sequencial modificado (tradução livre). In: **Congresso Brasileiro em Sistema Agroflorestais**. Belém. 1998. p. 95-100.

SAATY, T. L. **Fundamentals of decision making and priority theory with the AHP.** USA: RWS, 1994.

SAITO, S. M. **Desastres naturais: conceitos básicos.** Disponível em: <http://www3.inpe.br/crs/crectalc/pdf/silvia_saito.pdf>. Acesso em: 02 de janeiro de 2018.

SALAS, J.; CHUVIECO, E. **Geographic information systems for wildland fire risk mapping.** *Wildfire*, v. 3, n. 2, p. 7-13, jun. 1994.

SAMPAIO, C. A. Sistema de corte e trituração da capoeira sem queima como alternativa de uso da terra, rumo à sustentabilidade florestal no nordeste paraense. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 2, nº 1, pp. 41-53, jan./abr., 2008.

SANTOS, C. A. F. **Mapeamento de uso e cobertura da terra na Amazônia legal brasileira.** Apresentação, 2013. Disponível em: <www.las.inpe.br/~ppci/.../Cesar%20A%20F%20santos%20-%20CRA%20dez2013.pdf>. Acesso em: 10 de dezembro de 2017.

SANTOS, C. B. **Dendeicultura e comunidades camponesas na Amazônia paraense: uma análise do município de Moju.** 2015. Dissertação (Mestrado). Belém: UFPA/IFCH, 2015.

SANTOS, L.O.L. **Percepção de um grupo de agricultores da localidade São João do município de Marapanim-PA, sobre o método de corte e trituração como alternativa ao método tradicional de corte e queima da vegetação secundária.** Dissertação (Mestrado em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável). Belém: UFPA/Centro Agropecuário, 2006.

SEMACE. **O que é shape?** Disponível em: <<http://www.semace.ce.gov.br/2011/06/shape-definicoes-e-conversao/>>. Acesso em: 15 de janeiro de 2018.

SEMAS. **Resolução CERH Nº 04/2008**, de 03 de setembro de 2008. Dispõe sobre a divisão do estado em regiões hidrográficas e dá outras providências. Belém: SEMAS, 2008.

SILVA, A. A. L. **O Uso do Geoprocessamento no Mapeamento e Identificação de Áreas de Risco de Incêndios Florestais, com ênfase na região do Parque Estadual do Itacolomi, Ouro Preto / MG.** Monografia (Especialização em Geoprocessamento). Belo Horizonte: UFMG/IG, 2004.

SILVA, R. C. **A real contribuição da agricultura familiar no Brasil.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/noticias-rss/-/asset_publisher/HA73uEmvroGS/content/id/27405645>. Acesso em: 07 de janeiro de 2018.

SILVA JÚNIOR, O. M.; SZLAFZSTEIN, C. F. A importância dos conceitos de ameaça, vulnerabilidade e risco em planos diretores municipais: estudo de caso no município de Alenquer (Pará). **Revista GeoAmazônia**, n. 01, v. 01, p. 55-71, jan./jun. 2013.

SOUSA, D. R. D. **Alagamentos no Centro Comercial da Campina, Belém-PA: identificação das causas e suas implicações de acordo com a percepção dos comerciantes locais.** Dissertação (Mestrado em Gestão dos Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia). Belém: UFPA/NUMA, 2016.

SOUZA, M. L. M; VASCONCELLOS SOBRINHO, M. Ambiente político-institucional e desempenho de cooperativas no contexto local: uma análise de dois casos da Amazônia paraense. In: VASCONCELLOS SOBRINHO, M. *et al.* **Gestão dos recursos naturais e desenvolvimento local.** Belém: NUMA/UFPA, 2012. p. 173-204.

SZLAFSZTEIN, C. *et al.* **Referências metodológicas para mapeamentos de risco de riscos naturais na Amazônia: mapeando vulnerabilidades.** Agência de Cooperação Técnica Alemã, Brasília: 2012.

TERRA BRASILIS. **Queimada controlada.** Disponível em: <<http://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/pdf/queimada-controlada.pdf>>. Acesso em: 15 de setembro de 2017.

THEODORO, S. *et al.* Gestão ambiental: uma prática para mediar conflitos socioambientais. In: Encontro da Associação Nacional de Pós Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade. **Anais...** São Paulo, ANPPAS, p. 1-17, 2004.

TORRES, F. T. P. *et al.* Mapeamento do risco de incêndios florestais utilizando técnicas de geoprocessamento. **Floresta e Ambiente**, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.02615>>. Acesso em: 20 de outubro de 2017.

UHL, C., *et al.* Os caminhos do fogo na Amazônia. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 11 n. 65, p. 24-32, ago. 1990.

UNDP. **Reducing disaster risk: a challenge for development.** New York, USA: UNDP, 2004.

UNISDR. **Terminology.** Disponível em: <<https://www.unisdr.org/we/inform/terminology>>. Acesso em: 23 de setembro de 2017.

VALENCIO, N. Da ‘área de risco’ ao abrigo temporário: uma análise dos conflitos subjacentes a uma territorialidade precária. In: VALENCIO, N. *et al.* **Sociologia dos Desastres.** São Carlos: RiMa, 2009. p. 34-47.

VEDOVATO, L. B. **Estimativas de áreas potenciais de incêndios no Pará por meio da técnica AHP.** Apresentação, 2013. Disponível em: <http://wiki.dpi.inpe.br/lib/exe/fetch.php?media=ser300:laura_monografia_geo.pdf>. Acesso em: 10 de dezembro de 2017.

VELOSO, M. F. Prevenção e combate ao fogo no mato: uma análise da incidência de fogo no mato, km 38 Br 316 no município de Santa Izabel do Pará nos períodos de julho a outubro de 2008 a 2012. In: Ferreira, Carlos Emílio de Sousa *et al.* **Geografia, gestão e segurança ambiental.** Belém: GAPTA/UFPA, 2014. p. 73-93.

VERA-DIAZ, M.C *et al.*. **O prejuízo oculto do fogo: custos econômicos das queimadas e incêndios florestais na Amazônia**. IPAM, 2002.

ZACARIAS, G. Causas de incêndios florestais no Brasil tem 95% de origem humana. **EBC**, 2016. Disponível em: <<http://radioagencianacional.ebc.com.br/geral/audio/2017-09/causas-de-incendios-florestais-no-brasil-tem-95-de-origem-humana>>. Acesso em: 20 de novembro de 2017.



MINUTA DE MANUAL PARA ELABORAÇÃO DE MAPAS DE RISCOS DE DESASTRES POR INCÊNDIO FLORESTAL NO PARÁ

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	02
2	BASE LEGAL E REFERENCIAL	02
3	ETAPAS DE ELABORAÇÃO	03
4	O MAPA DE RISCO DE INCÊNDIO FLORESTAL	03
4.1	Mapa de Risco em Função da Cobertura Vegetal	04
4.2	Mapa de Risco em Função dos Focos de Calor	03
4.3	Mapa de Risco em Função da Malha Viária	04
5	MAPA AVALIATIVO SOCIOECONÔMICO	05
5.1	Avaliativo Econômico	05
5.2	Avaliativo Demográfico	06
5.3	Avaliativo Cultural e Ambiental	06
6	MAPA AVALIATIVO SOCIOECONÔMICO	07
7	QUEM DEVE ELABORAR O MAPA	07
	REFERÊNCIAS	07

1. INTRODUÇÃO

Na Amazônia, um dos principais problemas enfrentados pelos corpos de bombeiros são as queimadas e os incêndios florestais. Na parte brasileira deste bioma, o estado do Pará apresenta os maiores índices há vários anos, conforme observado em literatura específica (INPE, 2018).

O Corpo de Bombeiros Militar do Pará (CBMPA), cujas competências constitucionais são a proteção e prevenção de incêndios florestais e as atividades de defesa civil, deve prover ações que cumpram o ato normativo (PARÁ, 1989). Neste sentido, a construção de mapas de risco mostra-se uma importante ferramenta.

Indo além que simplesmente localizar áreas onde há o risco de incêndios florestais, o CBMPA deve identificar áreas prioritárias de ação, levando em conta aspectos sociais, culturais e ambientais das principais regiões afetadas pelas queimadas e incêndios florestais. Tais ações devem visar conjuntamente o desenvolvimento sustentável a partir de uma cultura de prevenção.

O presente manual foi formado com base na dissertação de mestrado do Capitão QOBM Tarsis **Esaú** Gomes Almeida no Programa de Pós-graduação em Gestão dos Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia do Núcleo de Meio Ambiente da Universidade Federal do Pará, devendo-se utilizar como referência quaisquer citações obtidas neste manual.

2. BASE LEGAL E REFERENCIAL

- ✓ Constituição da República Federativa do Brasil - 1988
- ✓ Constituição do Estado do Pará – 1989
- ✓ Decreto Federal Nº 6.040, de 07 de fevereiro de 2007, Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais.
- ✓ Lei Federal Nº 11.326 de 24 de julho de 2006. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais.
- ✓ Lei Federal Nº 12.608, de 10 de abril de 2012 – Política Nacional de Proteção e Defesa Civil
- ✓ Lei Federal Nº 12.651, de 25 de maio de 2012 – Novo Código Florestal

- ✓ Lei Estadual Nº 6.745, de 06 de maio de 2005. Dispõe sobre Zoneamento Econômico Ecológico do Pará
- ✓ Portaria nº 259, de 31 de março de 2016, do Corpo de Bombeiros Militar do Pará.

3. ETAPAS DE ELABORAÇÃO

- a) Formação de um Mapa de Risco de Incêndio Florestal (MRIF).
- b) Formação de um Mapa Avaliativo Socioeconômico (MASE).
- c) Formação do Mapa de Risco de Desastre por Incêndio Florestal (MRDIF).

4. O MAPA DE RISCO DE INCÊNDIO FLORESTAL

Este mapa de risco é formado a partir da soma algébrica de quatro fatores de risco: Cobertura Vegetal, Focos de Calor e Malha Viária. A equação de risco final é dada pela equação:

$$\text{Risco} = 2,714x\text{CV} + 0,909x\text{FC} + 0,405\text{MV};$$

Onde: CV = Cobertura Vegetal; FC = Focos de Calor; MV = Malha Viária.

O Risco varia entre 0,405 e 15,707 e é graduado em quatro níveis:

- ✓ Baixo, quando $0,405 \leq \text{Risco} \leq 4,230$
- ✓ Moderado, quando $4,231 \leq \text{Risco} \leq 8,056$
- ✓ Alto, quando $8,057 \leq \text{Risco} \leq 11,881$ e;
- ✓ Muito alto, quando $11,882 \leq \text{Risco} \leq 15,707$.

4.1. Mapa de Risco em Função da Cobertura Vegetal

Este mapa é formado a partir de dados disponíveis pelo Projeto TerraClass no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Podendo ser formado a partir de outra fonte caso confiável e mais recente. Conforme a divisão do *Terra Class*, as áreas serão classificadas conforme a Tabela Nº 1.

Tabela 1 – Riscos e Coeficientes Relativos à Cobertura Vegetal

Cobertura vegetal	Risco	Coeficiente
Neutro	Nulo	00
Floresta	Baixo	01

Cobertura vegetal	Risco	Coefficiente
Agrícola	Moderado	02
Cobertura Vegetal Diversa	Alto	03
Pecuária	Muito Alto	04

As áreas não observadas, urbana, outros, mineração, desflorestamento e hidrografia são classificados como nulos por não apresentarem vegetação significativa. As áreas de floresta são definidas como risco de incêndio baixo. A cobertura identificada como agrícola é a representação de dois tipos, a agricultura anual e o mosaico de ocupações, sendo consideradas de risco moderado. A Cobertura Vegetal Diversa é composta por: reflorestamento, vegetação secundária, regeneração com pasto e não floresta. Pasto sujo, pasto limpo e regeneração com pasto são classificados como pecuária. Caso os dados sejam adquiridos por outra fonte, devem observar critérios semelhantes aos apontados anteriormente.

4.2. Mapa de Risco em Função dos Focos de Calor

Conforme histórico ao longo de 10 anos de focos de calor do INPE, na área em análise que se deseje fazer um MRIF, cada grid formado pelo mapa contará com determinada quantidade de focos de calor. Orienta-se utilizar grids de no máximo 1000m x 1000m. Nos lugares onde não há histórico de focos o risco é nulo. Para as demais áreas recomenda-se dividir em 4 seções iguais. Por exemplo, se o máximo de focos por grid for 8 focos, o risco baixo é onde se encontre 1 ou 2 focos, moderado 3 ou 4, alto, 5 ou 6, e muito alto, 7 ou 8.

Tabela 2 – Riscos e Coeficientes Relativos aos Focos de Calor

Risco	Coefficiente
Nulo	00
Baixo	01
Moderado	02
Alto	03
Muito Alto	04

4.3. Mapa de Risco em Função da Malha Viária

O risco no mapa é considerado conforme a distância a estradas conforme a Tabela 3. As informações sobre a malha viária podem ser obtidas no site do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT)

Tabela 3 – Riscos e Coeficientes Relativos à Malha Viária

Zona de Influência	Pavimentadas	Não pavimentadas	Risco/Coeficiente
Fora	> 200m	> 400m	Baixo/1
Dentro	≤ 200m	≤ 400m	Alto/3

5. MAPA AVALIATIVO SOCIOECONÔMICO

As áreas possivelmente impactadas pelo incêndio florestal são analisadas conforme três pontos avaliativos, a saber: demográfico, sociocultural e econômico. Os valores em cada avaliativo variam entre 1, 2 e 3 para baixa relevância, moderada relevância e muita relevância.

5.1. Avaliativo Demográfico

Conforme o uso da terra estima-se um valor para a relevância (ver Tabela Nº 4)

Tabela 4 – Relevância Demográfica de Vulnerabilidade em Relação a um Incêndio Florestal

Relevância	Considerações	Possíveis Exemplos de Áreas
Baixa	Relação entre habitantes por hectare menor ou igual a 0,05	Terras Indígenas, Pecuária
Moderada	Relação entre habitantes por hectare maior que 0,05 e menor que 0,14	Terras de Quilombo
Alta	Relação entre habitantes por hectare maior ou igual a 0,14	Agricultura Familiar

5.2. Avaliativo Econômico

Relação do grau de influência econômico da atividade para a área ou município analisado. Considerando o número de empregos gerados direta e indiretamente.

Inclusive contando empregos em outras áreas ou municípios. Como também a arrecadação fiscal proveniente das atividades.

Tabela 5 – Relevância Econômica de Vulnerabilidade em relação a um Incêndio Florestal

Relevância	Considerações	Áreas em Moju
Baixa	✓ Áreas com pouca geração de emprego ou ocupação considerando a área onde se realiza a atividade. Em geral, empreendimentos de pecuária ou monocultura mecanizada. ✓ Áreas indígenas, em geral, possuem baixa ocupação para áreas extensas.	TI e Demais Áreas
Moderada	✓ Atividades que não gerem tantos empregos ou ocupação, mas tenham importância à economia local ou regional podem ser englobados. Um exemplo pode um município de pouca diversidade de atividade econômica onde a pecuária tenha um grande peso na receita municipal.	TQ
Alta	✓ Áreas com boa geração de emprego ou ocupação considerando a área onde se realiza a atividade. A agricultura familiar é um exemplo deste, considerando que em um ambiente rural a soma de diversas produções podem ter impactos significativos à dinâmica territorial. ✓ Atividades cuja importância para a economia local ou regional seja grande, e que gere conjuntamente relativo número de empregos.	AF, Dendê e Cocola-baia

5.3. Avaliativo Cultural e Ambiental

Agrega valor ao tipo de uso do solo e aspectos históricos, culturais e artísticos. Cabendo a cada avaliador verificar tais aspectos, caracterizando-os como de baixa, média ou alta relevância. Por exemplo, o município de Moju:

Tabela 6 – Relevância Cultural e Ambiental de Vulnerabilidade em relação a um Incêndio Florestal

Relevância	Considerações	Áreas em Moju
Baixa	Áreas que não possuam nenhum tipo de legislação que as definam como possuindo grande interesse cultural ou ambiental	Dendê e Coco-da-baia e Demais Áreas
Moderada	Áreas que possuem uma legislação própria, devido aos seus modos peculiares de vivência e existência, com relações próprias e tradições, e que apresentam legislações que assim o configurem como áreas de interesse cultural e ambiental. São exemplos, unidades de conservação, terras indígenas e unidades de agricultura familiar.	AF, TI e TQ

6. O MAPA DE RISCO DE DESASTRE POR INCÊNDIO FLORESTAL

Um mapa de risco desastre por incêndio florestal é a representação gráfica da probabilidade de ocorrer um incêndio florestal considerando conjuntamente os aspectos socioeconômicos dos possíveis impactos provenientes deste incêndio. Considerando que o Risco de Desastre seja dado por uma relação entre Ameaça e Vulnerabilidade, e que a Ameaça seja o Mapa de Risco de Incêndio Florestal e a Vulnerabilidade o Mapa Avaliativo Socioeconômico, o produto destes dois mapas é o Mapa de Risco de Desastre por Incêndio Florestal.

Tal qual o risco de incêndio florestal, o risco de desastre é dividido em quatro níveis. Multiplicando-se $A \times V$, obtêm-se uma variação entre 0,405 e 41,938. Sendo:

- ✓ Baixo, quando $0,405 \leq Risco \leq 10,788$
- ✓ Moderado, quando $10,789 \leq Risco \leq 21,171$
- ✓ Alto, quando $21,172 \leq Risco \leq 31,555$ e;
- ✓ Muito alto, quando $31,556 \leq Risco \leq 41,938$.

7. QUEM DEVE ELABORAR O MAPA?

Considerando as circunscrições previstas na Norma ou Procedimentos de Serviço, Prevenção e Operação do CBMPA, cabe a cada grupamento elaborar um MRDIF em sua circunscrição (CBMPA, 2016). Podendo solicitar auxílio à Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Pará.

REFERÊNCIAS

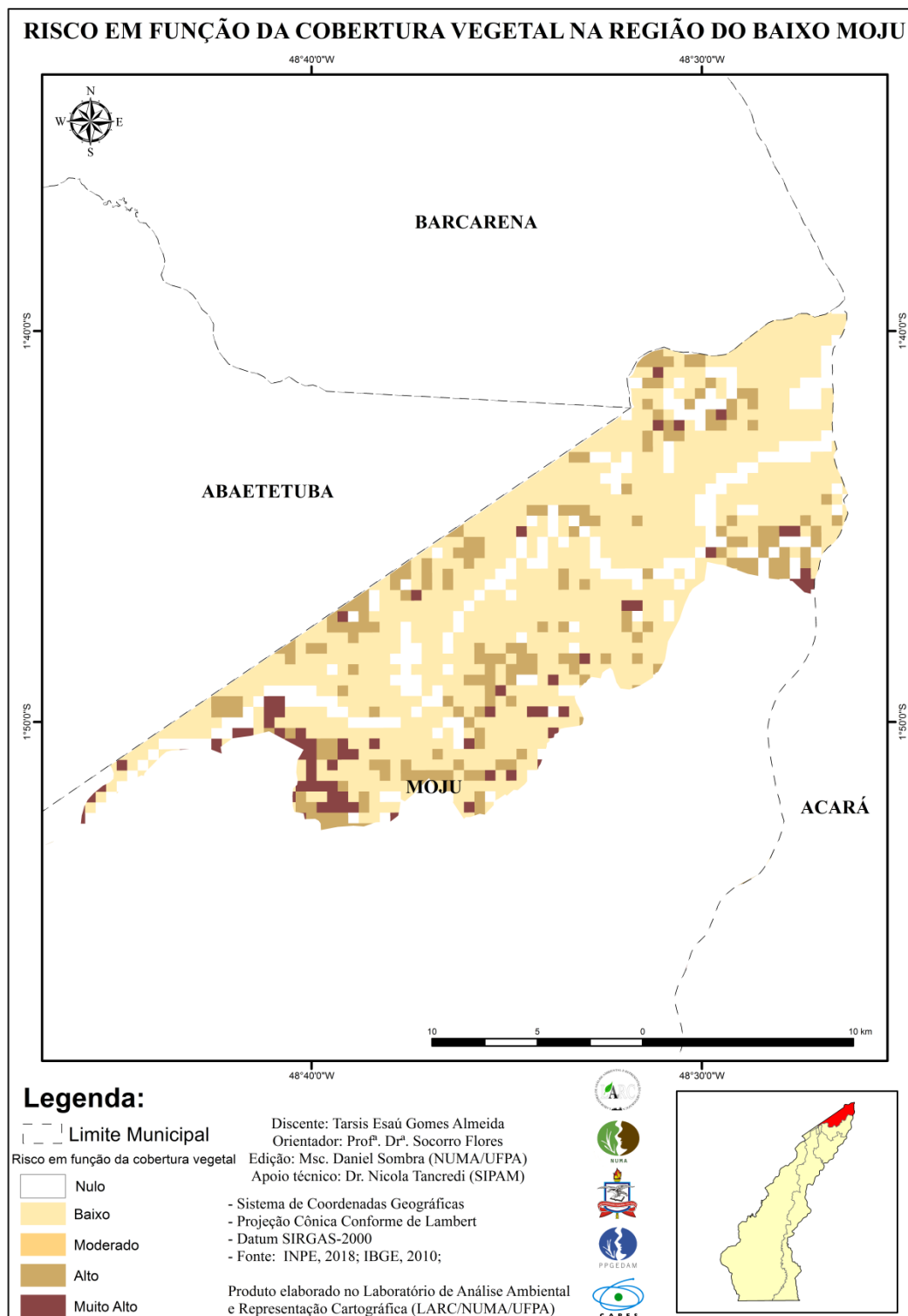
ALMEIDA, T. E. G. **Risco de Desastre por Incêndio Florestal: um mapeamento do município de Moju**. Dissertação (Mestrado em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia). Belém: UFPA/NUMA, 2018.

CBMPA. **Portaria Nº 259 de 31 de março de 2016**. Belém: Boletim Interno Geral, 2016.

INPE. **Banco de dados de queimadas**. Disponível em: <<https://prodwww-queimadas.dgi.inpe.br/bdqueimadas>>. Acesso em: 18 de janeiro de 2018.

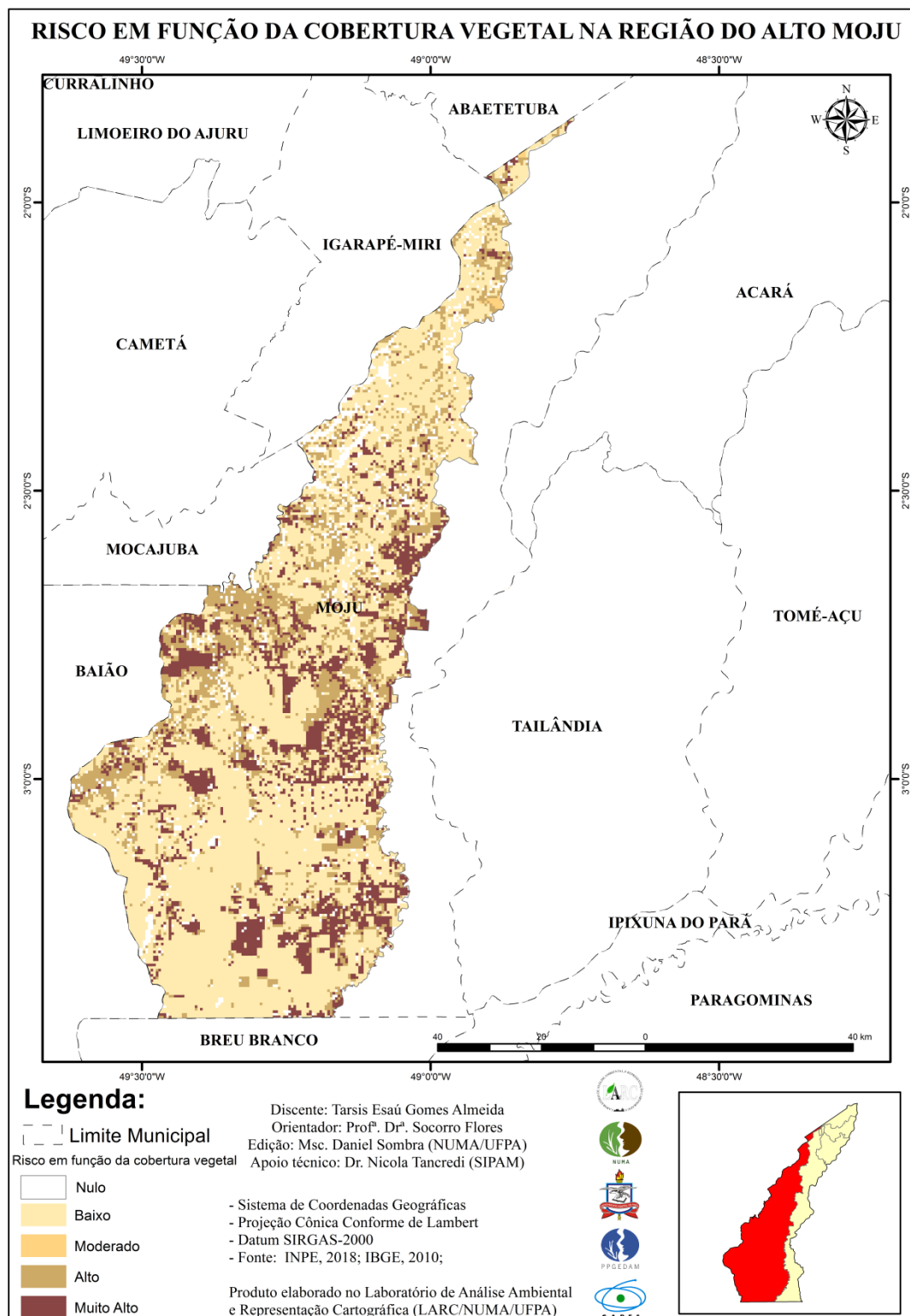
PARÁ. **Constituição do Estado do Pará**. IOEPA, 1989.

**APÊNDICE B – MAPA DE RISCO DE INCÊNDIO EM FUNÇÃO DA
COBERTURA VEGETAL NA REGIÃO DO BAIXO MOJU**



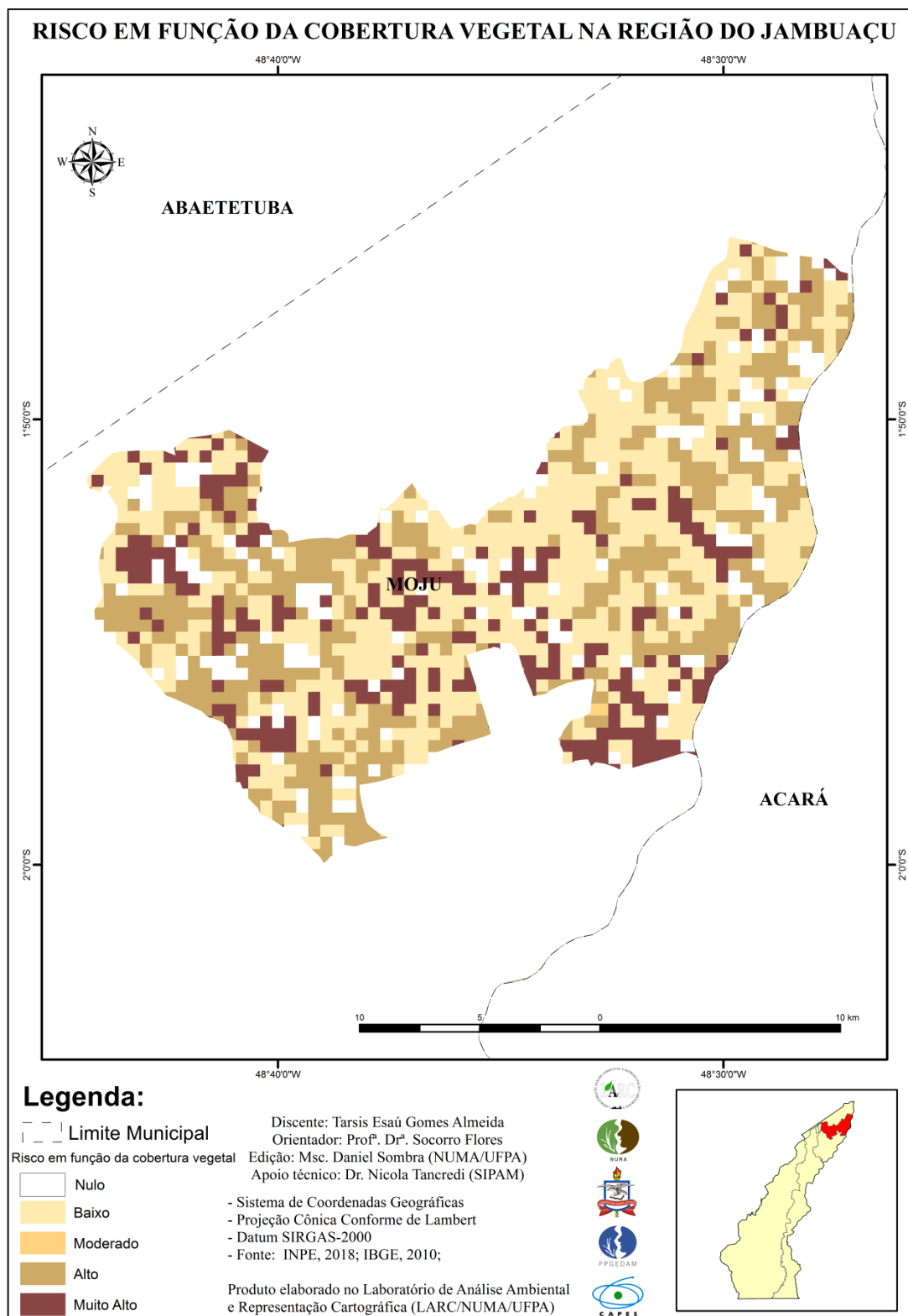
Fonte: LARC/NUMA/UFPA, 2018.

APÊNDICE C – MAPA DE RISCO DE INCÊNDIO EM FUNÇÃO DA COBERTURA VEGETAL NA REGIÃO DO ALTO MOJU



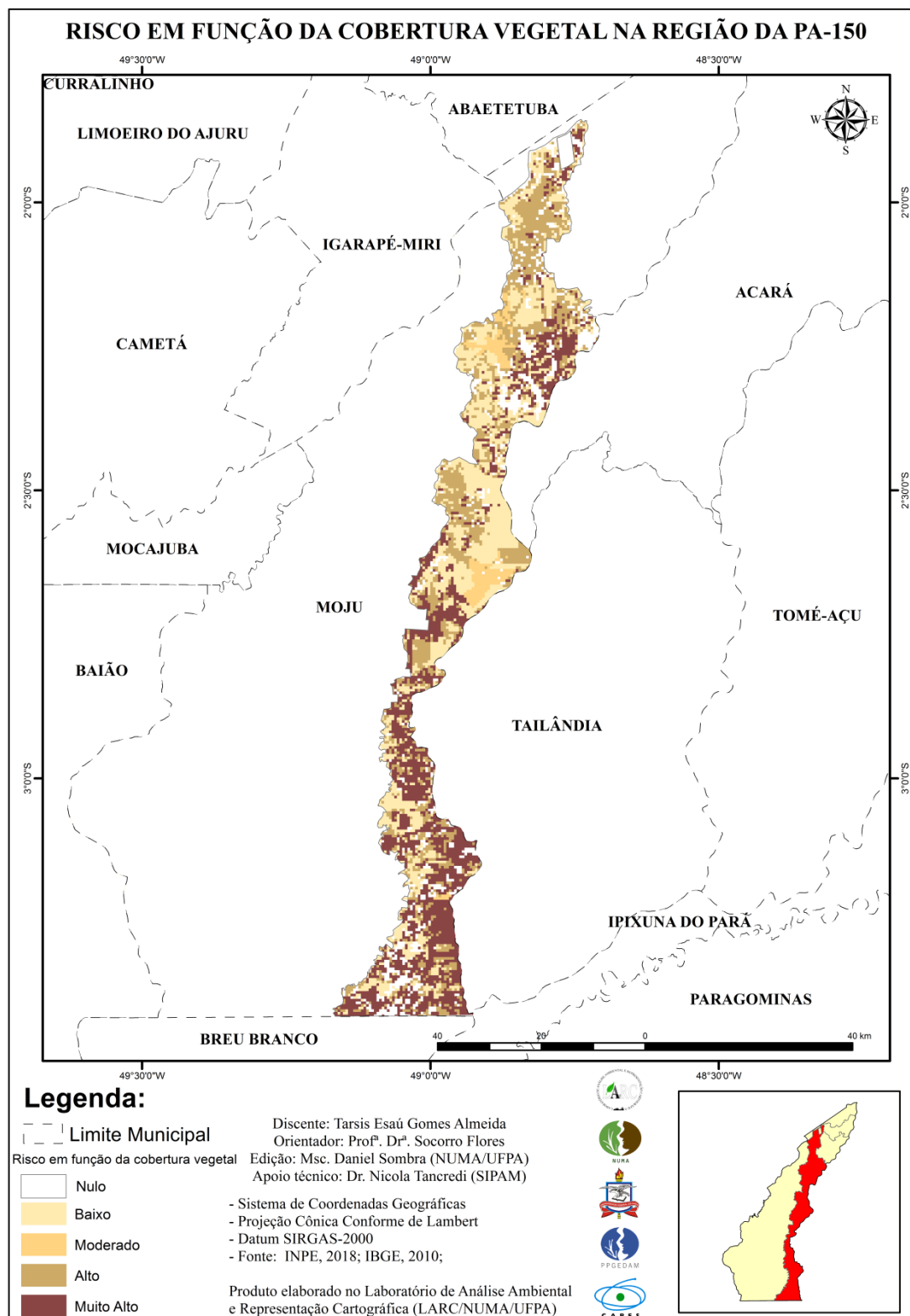
Fonte: LARC/NUMA/UFPA, 2018.

**APÊNDICE D – MAPA DE RISCO DE INCÊNDIO EM FUNÇÃO DA
COBERTURA VEGETAL NA REGIÃO DO JAMBUAÇU**



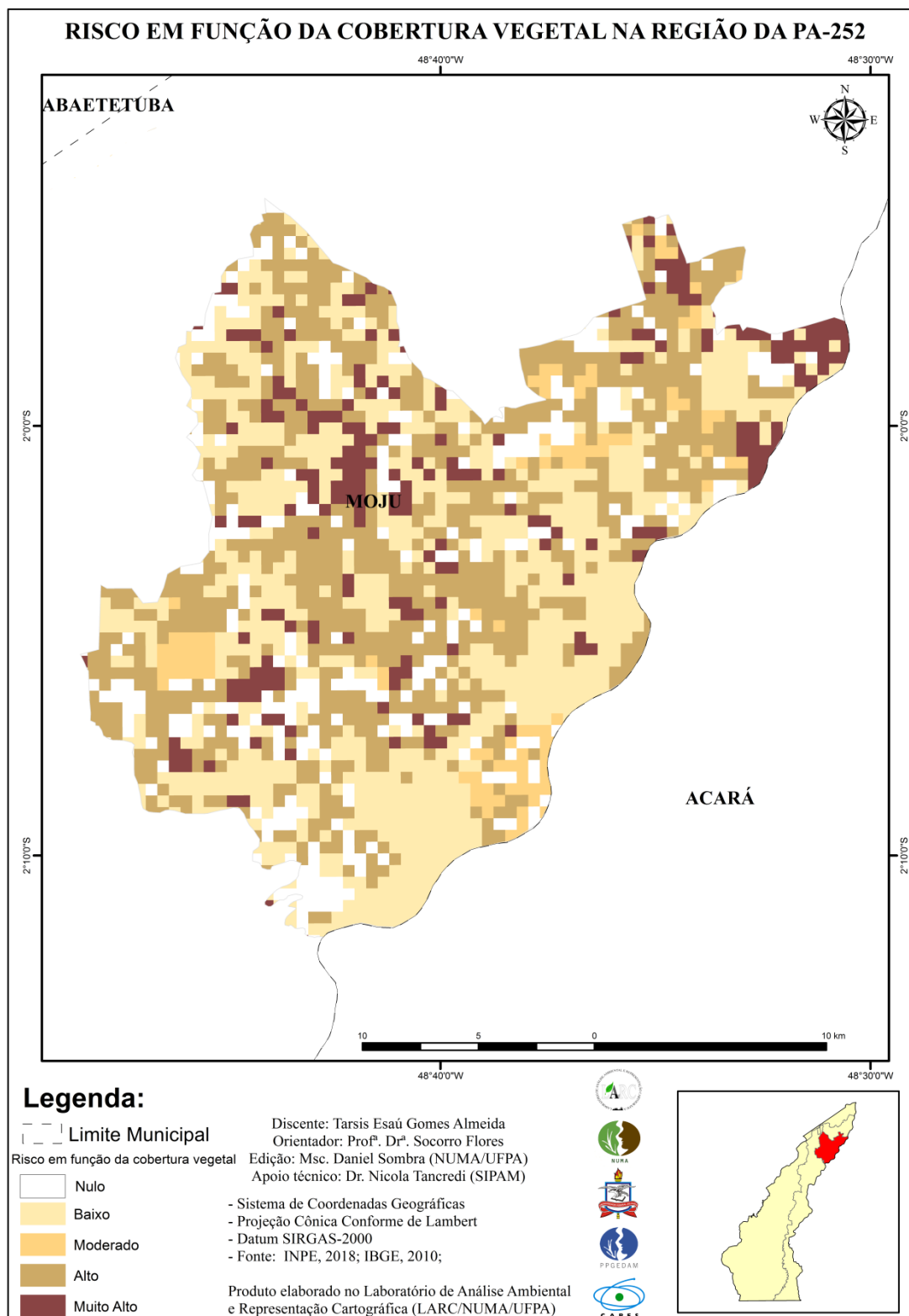
Fonte: LARC/NUMA/UFPA, 2018.

APÊNDICE E– MAPA DE RISCO DE INCÊNDIO EM FUNÇÃO DA COBERTURA VEGETAL NA REGIÃO DA PA-150



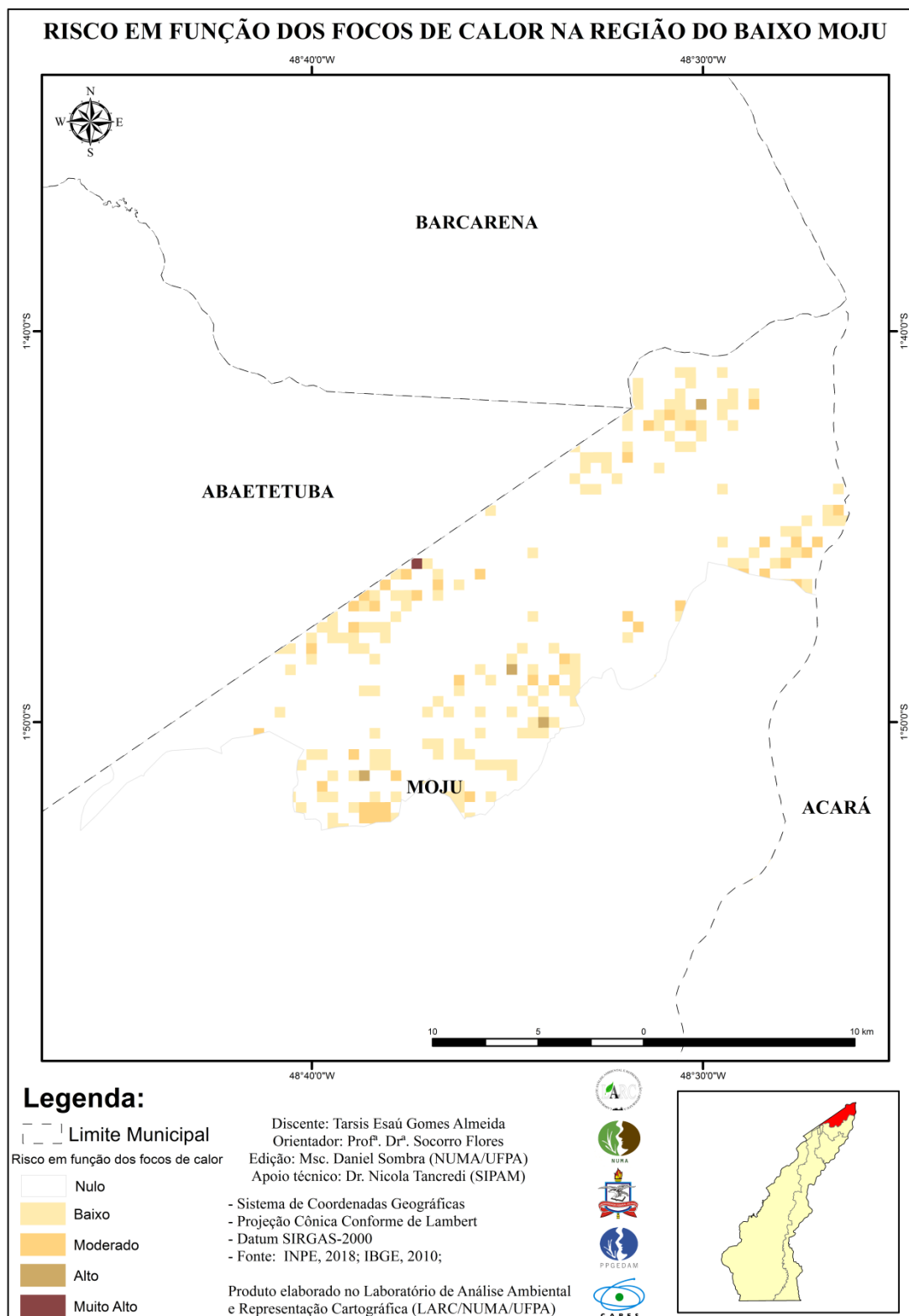
Fonte: LARC/NUMA/UFPA, 2018.

**APÊNDICE F – MAPA DE RISCO DE INCÊNDIO EM FUNÇÃO DA
COBERTURA VEGETAL NA REGIÃO DA PA-252**



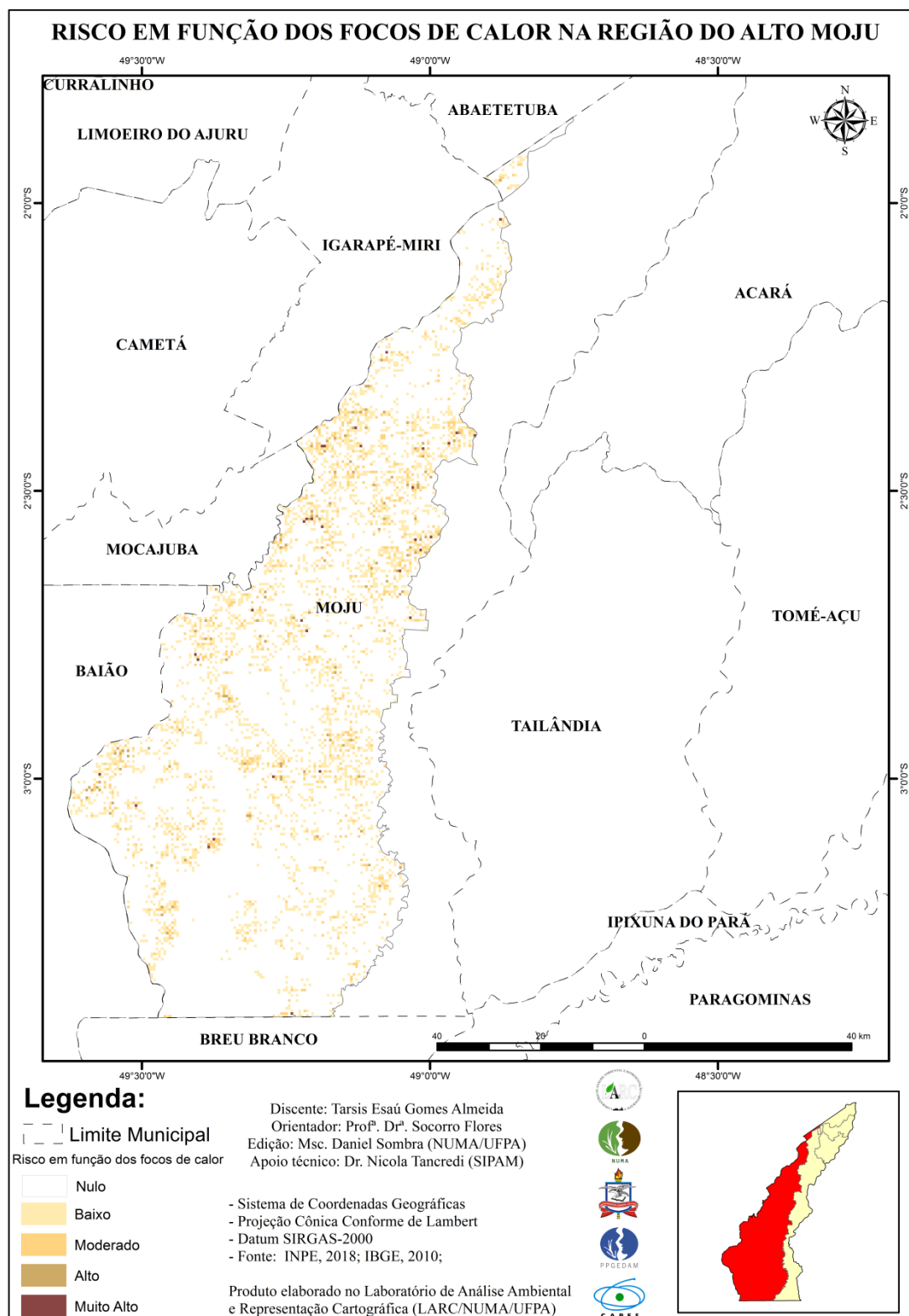
Fonte: LARC/NUMA/UFPA, 2018.

APÊNDICE G – MAPA DE RISCO DE INCÊNDIO EM FUNÇÃO DOS FOCOS DE CALOR NA REGIÃO DO BAIXO MOJU



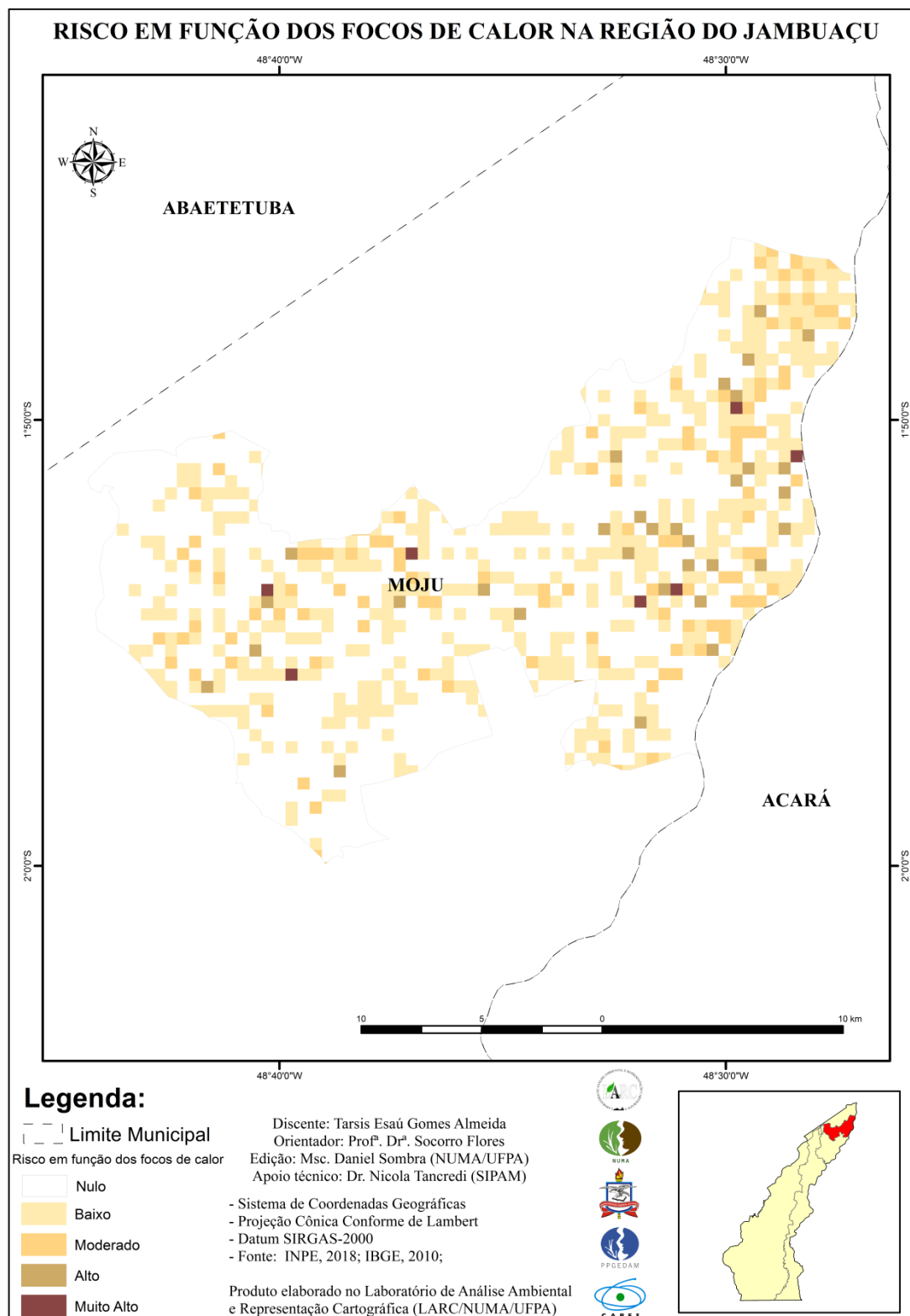
Fonte: LARC/NUMA/UFPA, 2018.

APÊNDICE H – MAPA DE RISCO DE INCÊNDIO EM FUNÇÃO DOS FOCOS DE CALOR NA REGIÃO DO ALTO MOJU



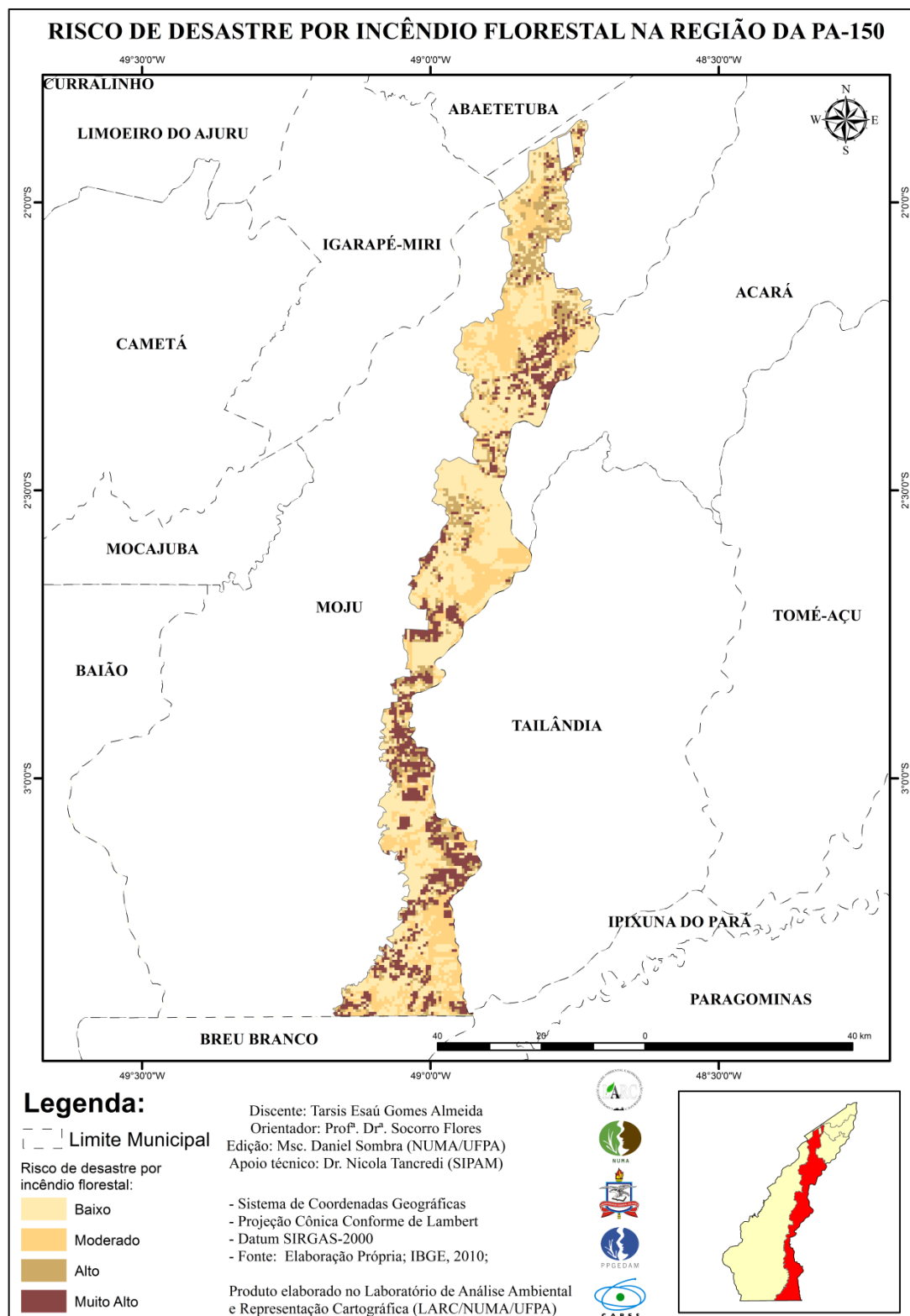
Fonte: LARC/NUMA/UFPA, 2018.

APÊNDICE I – MAPA DE RISCO DE INCÊNDIO EM FUNÇÃO DOS FOCOS DE CALOR NA REGIÃO DO JAMBUAÇU



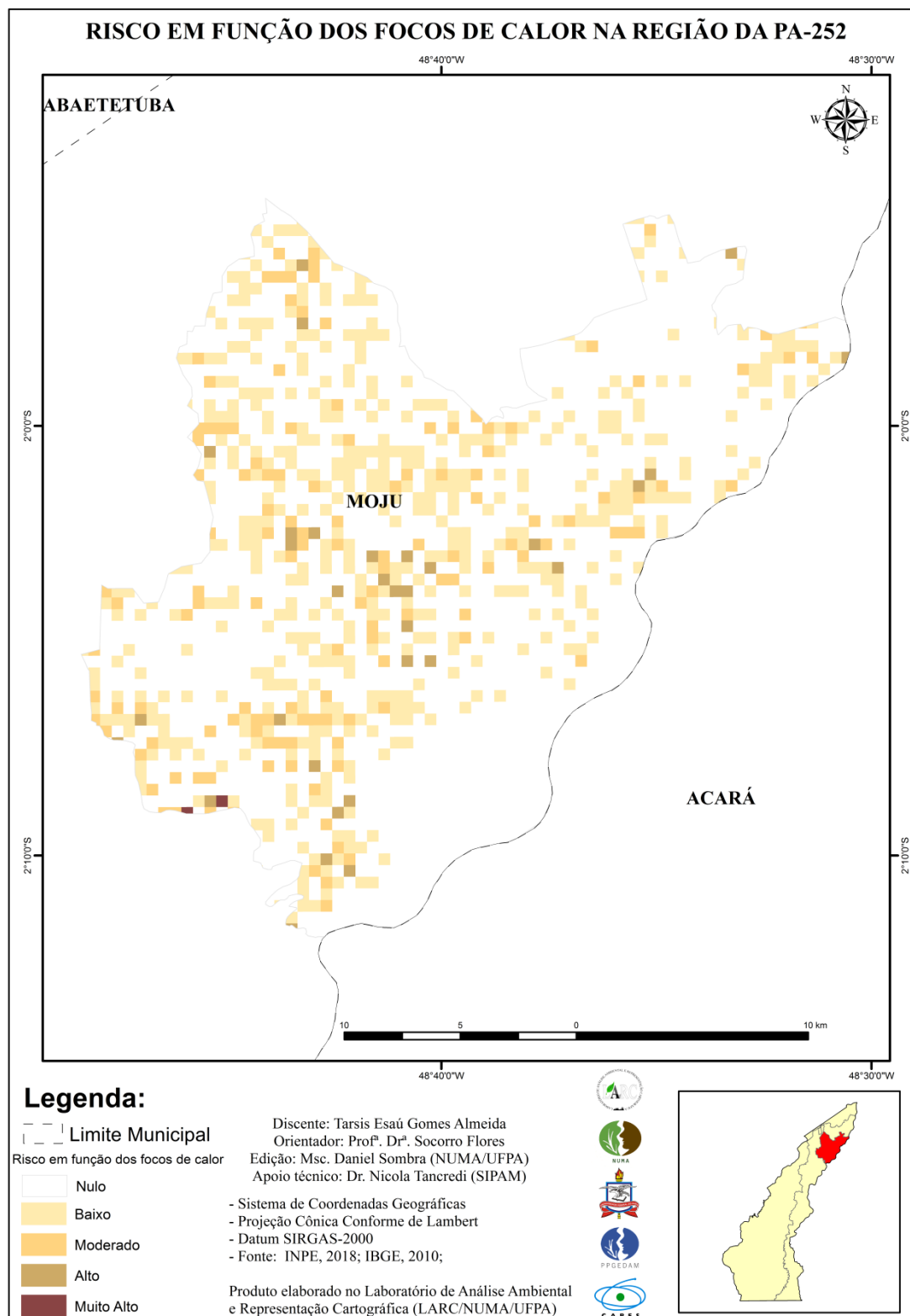
Fonte: LARC/NUMA/UFPA, 2018.

APÊNDICE J – MAPA DE RISCO DE INCÊNDIO EM FUNÇÃO DOS FOCOS DE CALOR NA REGIÃO DA PA-150



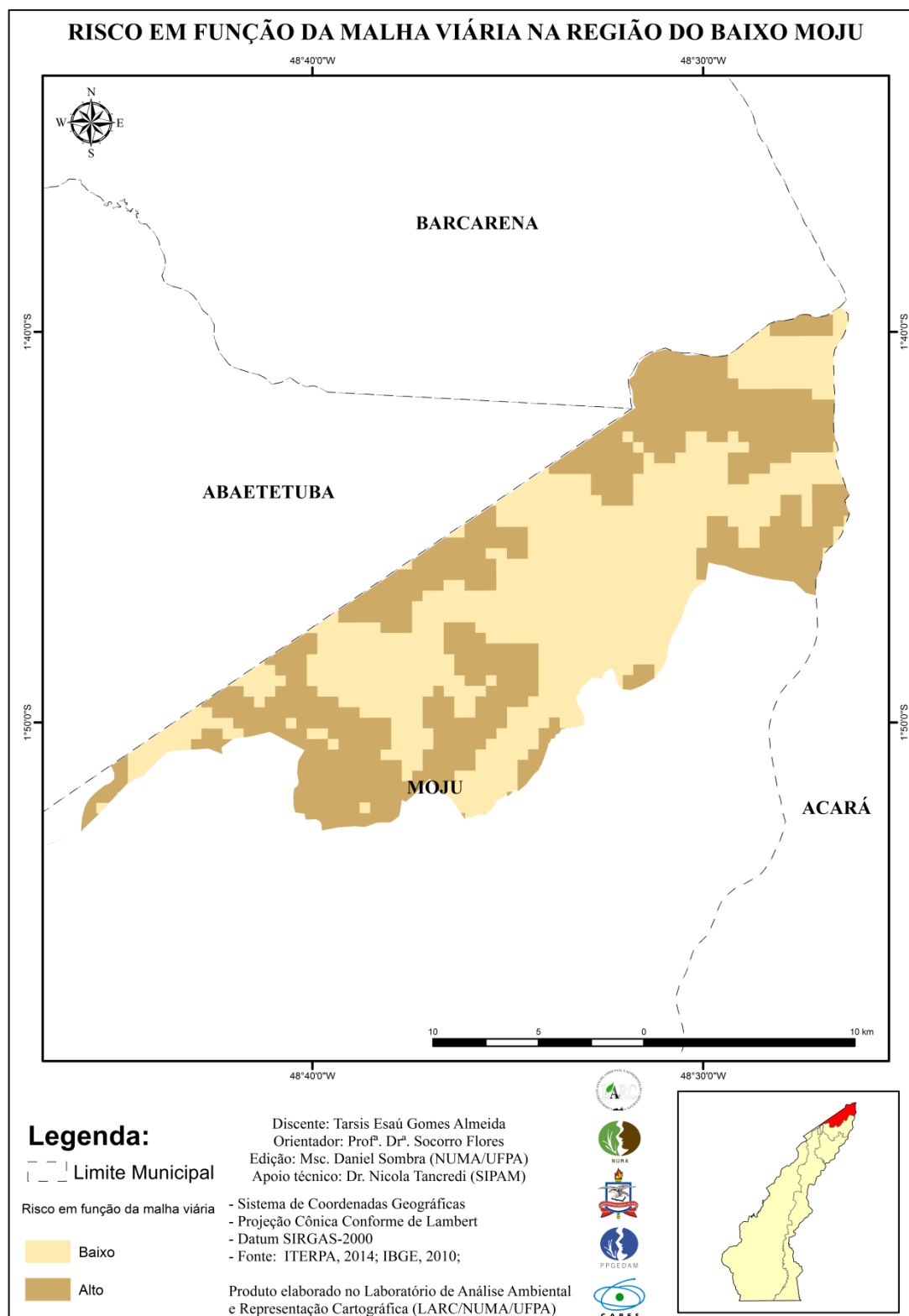
Fonte: LARC/NUMA/UFPA, 2018.

APÊNDICE K – MAPA DE RISCO DE INCÊNDIO EM FUNÇÃO DOS FOCOS DE CALOR NA REGIÃO DA PA-252



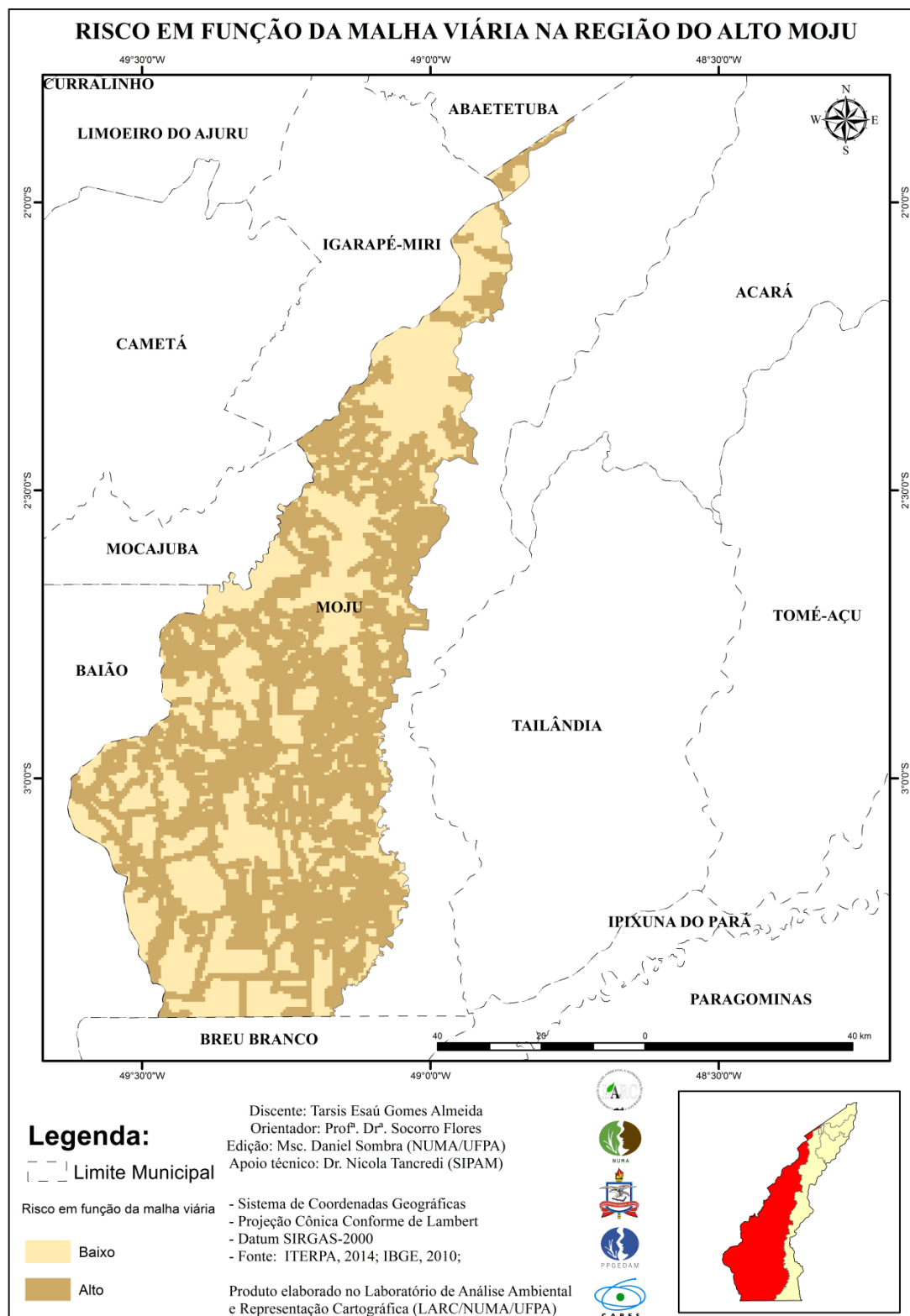
Fonte: LARC/NUMA/UFPA, 2018.

APÊNDICE L – MAPA DE RISCO DE INCÊNDIO EM FUNÇÃO DA MALHA VIÁRIA NA REGIÃO DO BAIXO MOJU



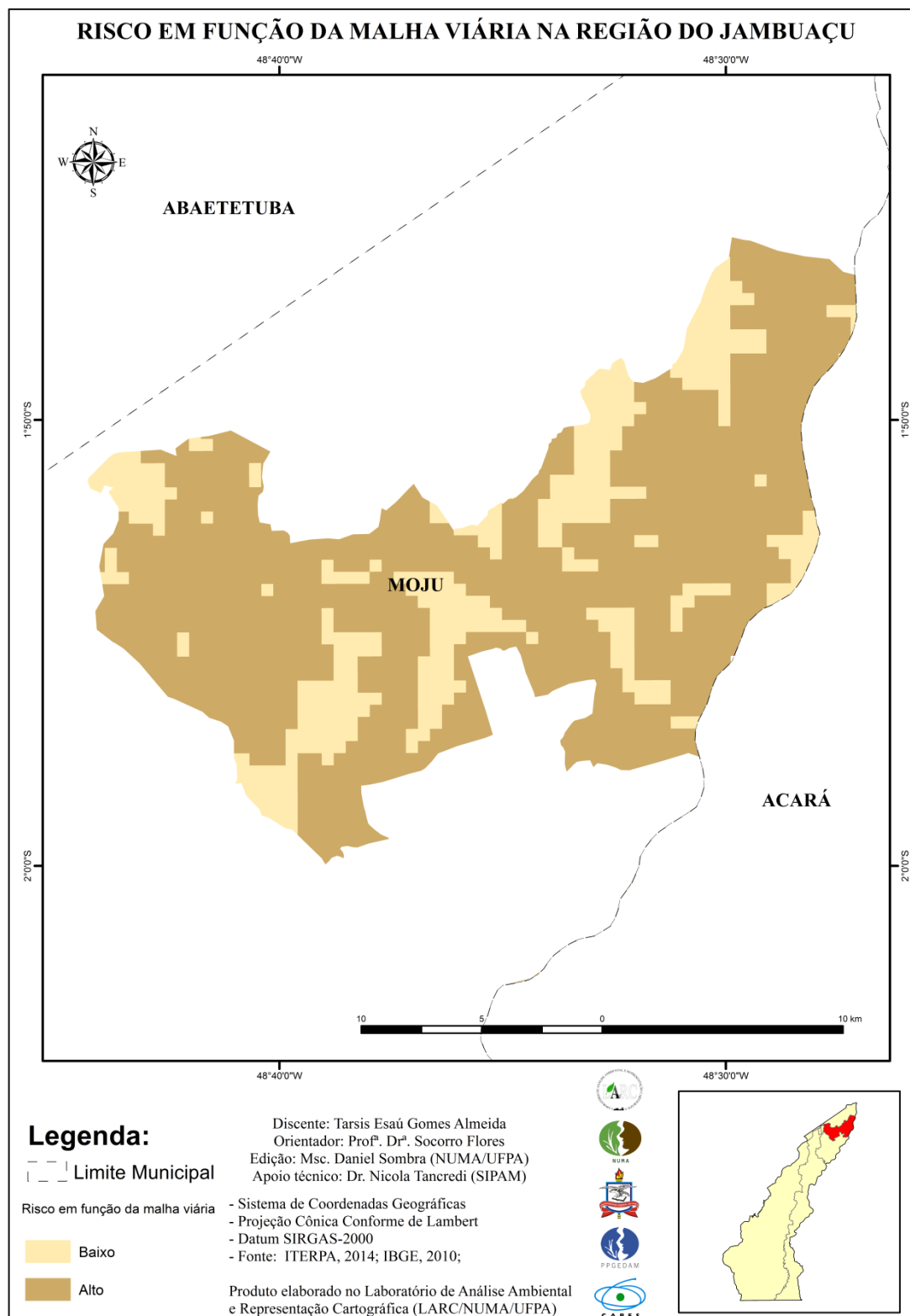
Fonte: LARC/NUMA/UFPA, 2018.

APÊNDICE M – MAPA DE RISCO DE INCÊNDIO EM FUNÇÃO DA MALHA VIÁRIA NA REGIÃO DO ALTO MOJU



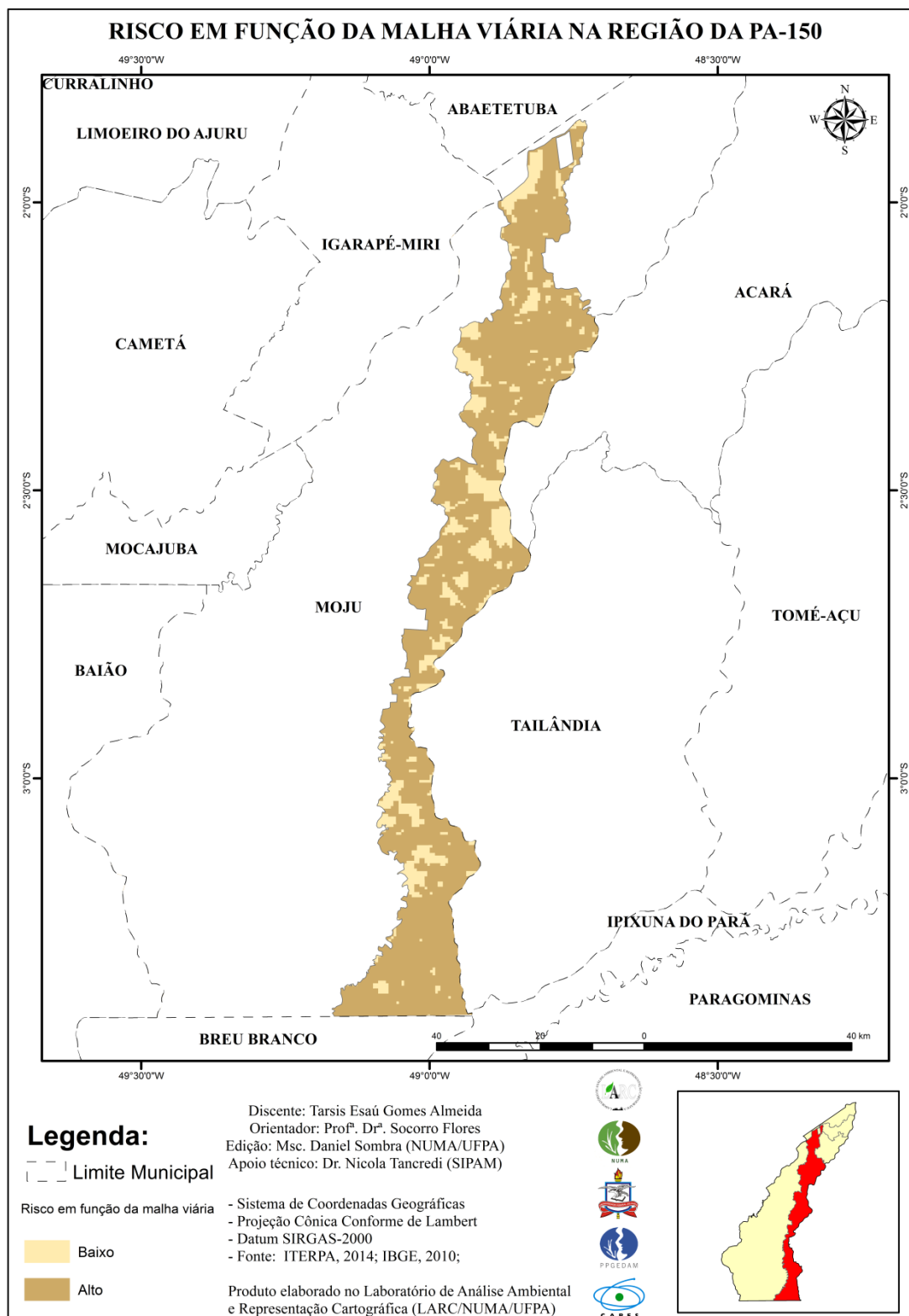
Fonte: LARC/NUMA/UFPA, 2018.

APÊNDICE N – MAPA DE RISCO DE INCÊNDIO EM FUNÇÃO DA MALHA VIÁRIA NA REGIÃO DO JAMBUAÇU



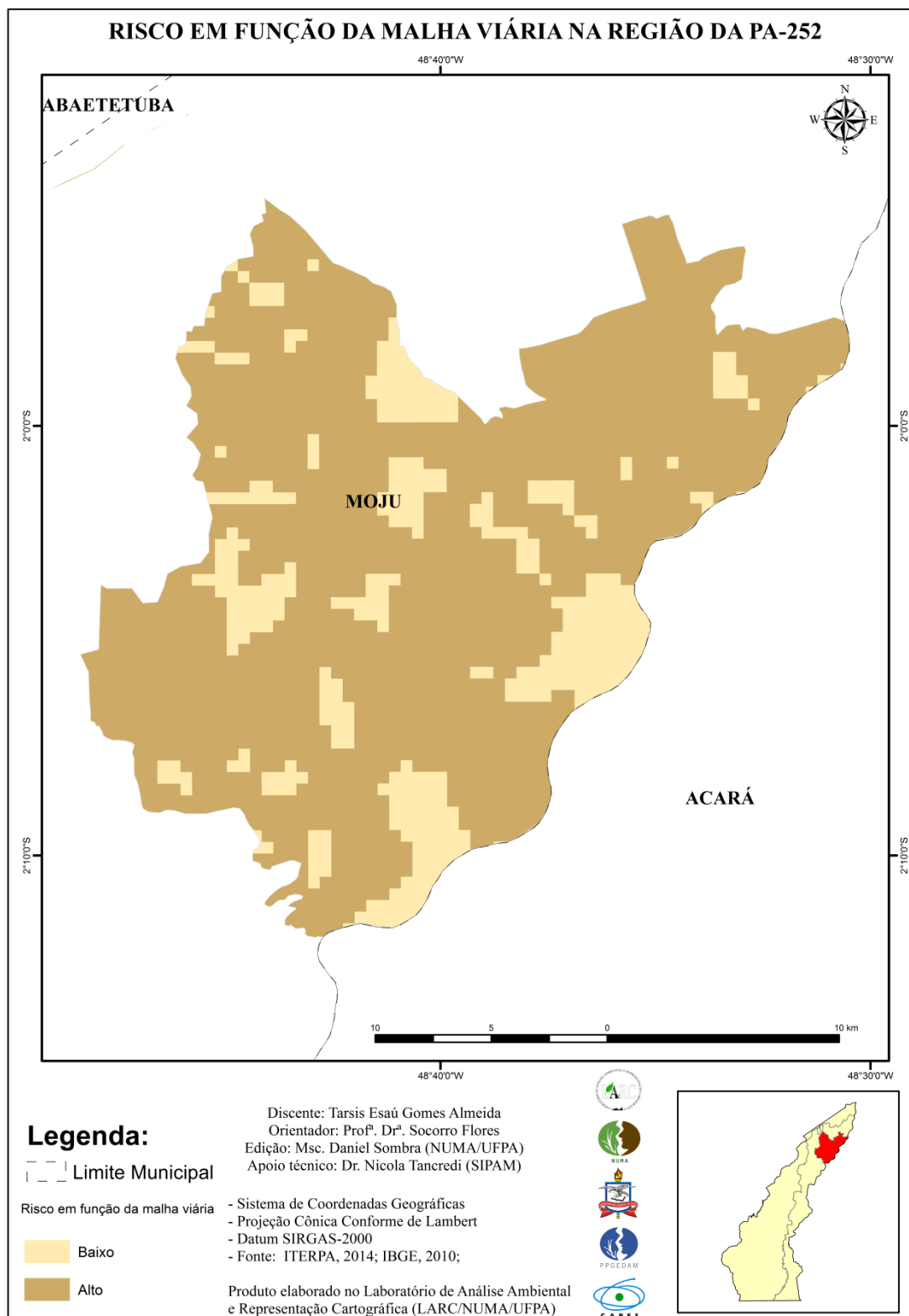
Fonte: LARC/NUMA/UFPA, 2018.

APÊNDICE O – MAPA DE RISCO DE INCÊNDIO EM FUNÇÃO DA MALHA VIÁRIA NA REGIÃO DA PA-150



Fonte: LARC/NUMA/UFPA, 2018.

APÊNDICE P – MAPA DE RISCO DE INCÊNDIO EM FUNÇÃO DA MALHA VIÁRIA NA REGIÃO DA PA-252



Fonte: LARC/NUMA/UFPA, 2018.