



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

MARCELO GONÇALVES

**GEOSSISTEMA, TERRITÓRIO E PAISAGEM APLICADOS À  
ANÁLISE DO RISCO DE OCORRÊNCIA DE DESASTRES  
NATURAIS NO ESTADO DO PARANÁ**

---

Londrina  
2016

MARCELO GONÇALVES

**GEOSSISTEMA, TERRITÓRIO E PAISAGEM APLICADOS À  
ANÁLISE DO RISCO DE OCORRÊNCIA DE DESASTRES  
NATURAIS NO ESTADO DO PARANÁ**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Geografia Stricto Sensu da Universidade Estadual de Londrina, como requisito à obtenção do Título de Doutor em Geografia.

Orientadora: Prof. Dra. Mirian Vizintim  
Fernandes Barros

Londrina  
2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Gonçalves, Marcelo.

Geossistema, Território e Paisagem aplicados à análise do risco de ocorrência de desastres naturais no Estado do Paraná / Marcelo Gonçalves. - Londrina, 2016.  
219 f. : il.

Orientador: Mirian Fernandes Barros Vizintim.

Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2016.  
Inclui bibliografia.

1. Geossistema, Território e Paisagem - Tese. 2. Desastres Naturais - Tese. 3. Geoprocessamento - Tese. 4. Análise de Risco - Tese. I. Vizintim, Mirian Fernandes Barros. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Geografia. III. Título.

MARCELO GONÇALVES

**GEOSSISTEMA, TERRITÓRIO E PAISAGEM APLICADOS À  
ANÁLISE DO RISCO DE OCORRÊNCIA DE DESASTRES NATURAIS  
NO ESTADO DO PARANÁ**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Geografia Stricto Sensu da Universidade Estadual de Londrina, como requisito à obtenção do Título de Doutor em Geografia.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dra. Mirian Vizintim Fernandes Barros  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dr. Hervé Thery  
Universidade de São Paulo - USP

---

Prof. Dr. Messias Modesto dos Passos  
Universidade Estadual Paulista - UNESP

---

Prof. Dra. Deise Fabiana Ely  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dra. Ideni Terezinha Antonello  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 16 de setembro de 2016.

Dedico esta tese à minha família, especialmente minha esposa, pelo apoio incondicional e paciência, e a minha filhinha que veio ao mundo para iluminar ainda mais meus dias e me incentivar ainda mais nesta caminhada. Obrigado meus amores, mulheres da minha vida.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha família que sempre me deu todo suporte que precisei, em todos os momentos da minha vida. Minha mãe Ivone, que me deu a vida e que, ao lado de meu pai José (Basílio), deram toda a educação que me fez trilhar os caminhos do conhecimento. Agradeço meu pai (*em memória*) por estar sempre presente nos momentos que precisei, inclusive depois de sua partida ainda sinto sua presença a me guiar.

Agradeço à minha esposa Rosana, verdadeira companheira e meu grande amor, por todo apoio e paciência, por cuidar de mim e de nossa filha que veio ao mundo para encher nossas vidas de alegria e luz, luz da Luna.

Agradeço aos meus irmãos Gisele e Tiago e meus cunhados pela parceria e por ser meus primeiros e melhores amigos. Obrigado Tata por ter confiado a mim a missão de ser padrinho do Pedro.

Agradeço imensamente minha orientadora e amiga Mirian Vizintim Fernandes Barros por todos estes anos de parceria, tenho certeza que sem você eu não teria conseguido, só você sabe os desafios que passamos, muito obrigado!

Agradeço meus amigos da Turma #94 pela parceria de muitos anos, eu sei que andei sumido nos últimos dias, mas foi por uma boa causa. Logo estou de volta para tomarmos aquela *beer* gelada.

Agradeço aos meus amigos de trabalho, em especial o pessoal da Evolua Ambiental por todo apoio dado nestes últimos meses.

Aos colegas do programa de Pós-Graduação em Geografia da UEL pelos momentos de troca de experiências acadêmicas.

Enfim, Obrigado a todos que participaram dessa fase da minha vida.

Gonçalves, Marcelo. **Geossistema, território e paisagem aplicados à análise do risco de ocorrência de desastres naturais no estado do Paraná**. 2016. 219 f. Tese (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

## RESUMO

É consenso que os chamados desastres naturais vêm aumentando drasticamente em todo o mundo. Os chamados desastres naturais podem ser definidos como aqueles provocados pelo impacto de fenômenos da natureza, produzidos por fatores de origem externa, atuando sobre uma região povoada, podendo, inclusive, ser agravado por atividades antrópicas. Atualmente muitas pesquisas trabalham com a análise de risco resultante da relação entre periculosidade e vulnerabilidade. Estudando e experimentando algumas aplicações desta metodologia, percebeu-se que elementos escapam a análise, ou pelo menos, alguns aspectos poderiam ser incorporados, criando assim um novo modelo que abrangesse múltiplos tempos, espaços e categorias geográficas. Diante disso, definiu-se como objetivo desta tese a criação e experimentação de um modelo conceitual utilizando o GTP aplicado a análise de riscos à ocorrência de desastres naturais. Tal modelo foi aplicado no Estado do Paraná como forma de identificar e analisar os locais mais expostos ao risco de ocorrência de desastres naturais decorrentes de alagamentos, enchentes, enxurradas e deslizamentos, criando indicadores e índices capazes de quantificar e qualificar os componentes do espaço geográfico de acordo com suas características geossistêmicas, territoriais e paisagísticas. A aplicação do modelo GTP-Risco sob a concepção de espaço total trouxe importantes contribuições, a começar pela possibilidade de atuação em múltiplas escalas, na qual o modelo demonstrou potencialidade de ser utilizado em escalas menores ou maiores dependendo dos objetivos. Foi possível mapear áreas por meio de indicadores de risco de ocorrência de eventos perigosos e de vulnerabilidade social e cultural. Tais indicadores deram origem aos índices de acordo com os componentes do modelo, que, combinados, serviram para indicar as áreas com maiores e menores riscos de ocorrência de desastres naturais decorrentes de alagamentos, enchentes, enxurradas e deslizamentos, que poderão ser utilizados para o planejamento territorial e disciplinar a ocupação do solo no Estado do Paraná.

**Palavras-chave:** Desastres naturais. GTP. Risco. Estado do Paraná. Espaço total.

Gonçalves, Marcelo. **Geosystem, territory and landscape applied to the analysis of the risk of natural disaster occurrence in the state of Paraná**. 2016. 219 p. Tese (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

## **ABSTRACT**

Is a consensus that the so-called natural disasters are dramatically increasing worldwide. Natural disasters can be defined as those caused by the impact of natural phenomena, produced by external factors origin, acting over a populated area, and may even be exacerbated by anthropic activities. Currently, a lot of research has been working with the analysis of the resulting risk from the relationship between hazard and vulnerability. It was noticed that elements escape the analysis, or at least some aspects could be incorporated due to studies and experiences on some applications of this methodology, thus creating a new model that would cover multiple times, spaces and geographical categories. Therefore, it was set the objective of this thesis to create and test a conceptual model using the GTP applied to risk analysis of the occurrence of natural disasters. This model was applied in the State of Paraná as a way to identify and analyze the most exposed locations over the risk of natural disasters caused by flooding, mudslides and landslides, creating indicators and indices that can quantify and qualify the components of space geographical according to their geosystem, territorial and landscape characteristics. The implementation of the GTP-risk model under the concept of total space made important contributions, beginning with the possibility of acting at multiple scales, in which the model has shown potentialities to be used in smaller or larger scales depending on the objectives. It was possible to map areas through risk indicators of occurrence of hazardous events, as well as social and cultural vulnerability. Such indicators were responsible to the origins of the indexes according to the model components, which, combined, serve to indicate areas with higher and lower risks of natural disasters due to flooding, mudslides and landslides, which can be used for planning territorial and discipline the land use in the state of Paraná.

**Keywords:** Natural disasters. GTP. Risk. State of Parana. Total space.

Gonçalves, Marcelo. **Geosystem, territoire et paysage analyse appliquee a la catastrophe risques naturels d'occurrence l'etat du Parana**. 2016. 219 f. Tese (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

## RESUMÉ

Il est admis que soi-disant catastrophes naturelles ont considérablement augmenté partout dans le monde. Les catastrophes naturelles que l'on appelle peuvent être définies comme celles causées par l'impact des phénomènes de la nature, produites par des facteurs externes, agissant sur une région peuplée et peuvent même être aggravées par les activités anthropiques. Actuellement beaucoup de recherches travaillent avec l'analyse des risques résultant de la relation entre la dangerosité et la vulnérabilité. Étudier et connaît quelques applications de cette méthode, on a constaté que les éléments d'analyse de s'échapper, ou au moins certains aspects pourraient être incorporées, créant ainsi un nouveau modèle qui englobe plusieurs fois, les espaces et les catégories géographiques. Compte tenu de cela, défini l'objectif de cette thèse, la création et l'expérimentation d'un modèle conceptuel à l'aide de la GTP appliquent l'analyse des risques à la survenance de catastrophes naturelles. Un tel modèle a été appliqué dans l'état du Paraná en vue de recenser et d'analyser les plus exposés au risque de survenue de catastrophes naturelles causées par les inondations, les inondations, flash inondations et glissements de terrain, création d'indicateurs et indices en mesure de quantifier et qualifier les composants de l'espace géographique selon leurs caractéristiques géosystème, territoriaux et du paysage. L'application du modèle de GTP-risque sous le concept de l'espace total a apporté des contributions importantes, en commençant par la possibilité d'agir à plusieurs échelles, dont le modèle a montré potentiel devant servir à des échelles plus petites ou plus grandes selon les objectifs. Il est possible de cartographier les zones au moyen d'indicateurs de risque d'événements dangereux et la vulnérabilité sociale et culturelle. Ces indicateurs ont donné lieu à du contenu selon les composantes du modèle, qui, combinés, ont servi pour indiquer les zones présentant des risques majeurs et mineurs de l'occurrence des catastrophes naturelles causées par les inondations, les inondations, flash inondations et glissements de terrain, qui peuvent être utilisés pour la planification territoriale et de la discipline l'occupation du sol dans l'état du Paraná.

**Mots clés:** Catastrophes naturelles. GTP. Risque. État du Paraná. Espace total.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Modelo Conceitual do Risco Proposto por Cunha et al. (2011) .....	36
<b>Figura 2</b> – Fluxograma operacional do Modelo GTP-Risco .....	63
<b>Figura 3</b> – Modelo conceitual do banco de dados GTP-Risco .....	72
<b>Figura 4</b> – Modelo conceitual GTP-Risco Alagamento .....	76
<b>Figura 5</b> – Modelo conceitual GTP-Risco Enchente .....	79
<b>Figura 6</b> – Modelo conceitual GTP-Risco Enxurrada.....	82
<b>Figura 7</b> – Modelo conceitual GTP-Risco Deslizamento.....	85
<b>Figura 8</b> – Mapa do Estado do Paraná .....	92
<b>Figura 9</b> – Litologia do Estado do Paraná.....	96
<b>Figura 10</b> – Declividade e Tipos de Relevo do Estado do Paraná.....	98
<b>Figura 11</b> – Solos de Primeira Ordem do Estado do Paraná .....	101
<b>Figura 12</b> – Textura dos Solos do Estado do Paraná .....	102
<b>Figura 13</b> – Pluviosidade Média Anual no Estado do Paraná.....	105
<b>Figura 14</b> – Chuvas Intensas no Estado do Paraná .....	106
<b>Figura 15</b> – Bacias Hidrográficas do Estado do Paraná .....	108
<b>Figura 16</b> – Coeficiente de Capacidade das Bacias Hidrográficas do Estado do Paraná .....	109
<b>Figura 17</b> – Densidade de Drenagem das Bacias Hidrográficas do Estado do Paraná.....	109
<b>Figura 18</b> – Índice de Vulnerabilidade Social dos Municípios do Estado do Paraná - 2010.....	115
<b>Figura 19</b> – Pessoas Afetadas por Alagamentos nos Municípios do Estado do Paraná entre os anos de 2003 e 2013.....	116
<b>Figura 20</b> – Pessoas Afetadas por Enchentes nos Municípios do Estado do Paraná entre os anos de 2003 e 2013.....	117
<b>Figura 21</b> – Pessoas Afetadas por Enxurradas nos Municípios do Estado do Paraná entre os anos de 2003 e 2013.....	117
<b>Figura 22</b> – Pessoas Afetadas por Deslizamentos nos Municípios do Estado do Paraná entre os anos de 2003 e 2013.....	118
<b>Figura 23</b> – Casas Afetadas por Alagamentos nos Municípios do Estado do Paraná entre os anos de 2003 e 2013.....	119

<b>Figura 24</b> – Casas Afetadas por Enchentes nos Municípios do Estado do Paraná entre os anos de 2003 e 2013.....	120
<b>Figura 25</b> – Casas Afetadas por Enxurradas nos Municípios do Estado do Paraná entre os anos de 2003 e 2013.....	120
<b>Figura 26</b> – Casas Afetadas por Deslizamentos nos Municípios do Estado do Paraná entre os anos de 2003 e 2013.....	121
<b>Figura 27</b> – Grau de Urbanização dos Municípios do Estado do Paraná em 2010.....	122
<b>Figura 28</b> – Densidade Populacional nos Municípios do Estado do Paraná em 2010.....	123
<b>Figura 29</b> – Rede Rodoferroviária do Estado do Paraná .....	126
<b>Figura 30</b> – Emissoras de Rádio e TV nos Municípios do Estado do Paraná.....	127
<b>Figura 31</b> – Patrimônio Cultural nos Municípios do Estado do Paraná.....	129
<b>Figura 32</b> – Comunidades Tradicionais do Estado do Paraná.....	133
<b>Figura 33</b> – Índice de Risco de Alagamento do Componente Geossistema .....	140
<b>Figura 34</b> – Índice de Risco de Enchente do Componente Geossistema.....	146
<b>Figura 35</b> – Índice de Risco de Enxurrada do Componente Geossistema .....	150
<b>Figura 36</b> – Índice de Risco de Deslizamento do Componente Geossistema .....	155
<b>Figura 37</b> – Índice de Risco de Alagamento do Componente Território .....	162
<b>Figura 38</b> – Índice de Risco de Enchente do Componente Território .....	167
<b>Figura 39</b> – Índice de Risco de Enxurrada do Componente Território.....	171
<b>Figura 40</b> – Índice de Risco de Deslizamento do Componente Território.....	177
<b>Figura 41</b> – Índice de Risco do Componente Paisagem.....	179
<b>Figura 42</b> – Mapa das áreas de risco no Estado do Paraná de acordo com o Índice GTP-Risco de Alagamento.....	184
<b>Figura 43</b> – Mapa das áreas de risco no Estado do Paraná de acordo com o Índice GTP-Risco de Enchente.....	186
<b>Figura 44</b> – Mapa das áreas de risco no Estado do Paraná de acordo com o Índice GTP-Risco de Enxurrada .....	189
<b>Figura 45</b> – Mapa das áreas de risco no Estado do Paraná de acordo com o Índice GTP-Risco de Deslizamento .....	192
<b>Figura 46</b> – Área com relevo ondulado em meio a áreas planas.....	193

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b>	- Classes de declividade e indicadores de risco relacionados aos eventos de alagamentos e enchentes .....	136
<b>Tabela 2</b>	- Textura do solo e indicadores de risco relacionado aos eventos de alagamentos, enchentes e enxurradas.....	137
<b>Tabela 3</b>	- Intensidade das chuvas e indicadores de risco relacionados aos eventos de alagamentos, enxurradas e deslizamentos.....	137
<b>Tabela 4</b>	- Pluviosidade média anual e indicadores de risco relacionados aos eventos de alagamentos, enchentes, enxurradas e deslizamentos .....	138
<b>Tabela 5</b>	- Áreas do Estado do Paraná de acordo com o índice de risco de alagamento do componente geossistema.....	139
<b>Tabela 6</b>	- Distância da calha central e indicadores de risco relacionados aos eventos de enchentes e enxurradas .....	142
<b>Tabela 7</b>	- Coeficiente de compacidade e Indicadores de risco relacionados aos eventos de enchentes e enxurradas.....	142
<b>Tabela 8</b>	- Densidade de drenagem e indicadores de risco relacionados aos eventos de enchentes e enxurradas .....	143
<b>Tabela 9</b>	- Áreas do Estado do Paraná de acordo com o índice de risco de enchente do componente geossistema.....	145
<b>Tabela 10</b>	- Classes de declividade e indicadores de risco relacionados aos eventos de enxurradas e deslizamentos.....	147
<b>Tabela 11</b>	- Áreas do Estado do Paraná de acordo com o índice de risco de enxurrada do componente geossistema.....	149
<b>Tabela 12</b>	- Valores de estabilidade/vulnerabilidade e indicadores de risco de diferentes litologias .....	152
<b>Tabela 13</b>	- Textura do solo e indicadores de risco relacionados aos eventos de deslizamentos.....	153
<b>Tabela 14</b>	- Áreas do Estado do Paraná de acordo com o índice de risco de deslizamento do componente geossistema .....	154
<b>Tabela 15</b>	- Percentual de cobertura do sistema de drenagem urbana no ano de 2010 e indicadores de risco relacionados aos eventos de alagamentos.....	156
<b>Tabela 16</b>	- Densidade de domicílios no ano de 2010, grau de impermeabilização e indicadores de risco relacionados aos eventos de alagamentos, enxurradas e deslizamentos.....	156

<b>Tabela 17</b> - Densidade populacional no ano de 2010 e indicadores de risco relacionados aos eventos de alagamentos, enchentes, enxurradas e deslizamentos.....	157
<b>Tabela 18</b> - Índice de Vulnerabilidade Social em 2010 e indicadores de risco relacionados aos eventos de alagamentos, enchentes, enxurradas e deslizamentos.....	158
<b>Tabela 19</b> - Redes de transporte em 2015 e indicadores de risco relacionados aos eventos de alagamentos, enchentes, enxurradas e deslizamentos .....	158
<b>Tabela 20</b> - Redes de comunicação em 2015 e indicadores de risco relacionados aos eventos de alagamentos, enchentes, enxurradas e deslizamentos .....	159
<b>Tabela 21</b> - Pessoas afetadas por alagamentos entre 2003 e 2013 e indicadores de risco .....	159
<b>Tabela 22</b> - Casas destruídas por alagamentos entre 2003 e 2013 e indicadores de risco .....	159
<b>Tabela 23</b> - Casas danificadas por alagamentos entre 2003 e 2013 e indicadores de risco .....	160
<b>Tabela 24</b> - Áreas do Estado do Paraná de acordo com o índice de risco de alagamento do componente território .....	161
<b>Tabela 25</b> - Pessoas afetadas por enchentes entre 2003 e 2013 e indicadores de risco....	164
<b>Tabela 26</b> - Casas destruídas por enchentes entre 2003 e 2013 e indicadores de risco ....	164
<b>Tabela 27</b> - Casas danificadas por enchentes entre 2003 e 2013 e indicadores de risco .....	164
<b>Tabela 28</b> - Áreas do Estado do Paraná de acordo com o índice de risco de enchente do componente território .....	166
<b>Tabela 29</b> - Pessoas afetadas por enxurradas entre 2003 e 2013 e indicadores de risco .....	168
<b>Tabela 30</b> - Casas destruídas por enxurradas entre 2003 e 2013 e indicadores de risco .....	168
<b>Tabela 31</b> - Casas danificadas por enxurradas entre 2003 e 2013 e indicadores de risco .....	169
<b>Tabela 32</b> - Áreas do Estado do Paraná de acordo com o índice de risco de enxurrada do componente território .....	170
<b>Tabela 33</b> - Percentual de domicílios com esgoto a céu aberto no ano de 2010 e indicadores de risco relacionados aos eventos de deslizamentos .....	173

<b>Tabela 34</b> - Percentual de cobertura do sistema de drenagem urbana no ano de 2010 e indicadores de risco relacionados aos eventos de deslizamentos .....	173
<b>Tabela 35</b> - Percentual de domicílios com fossa séptica ou rudimentar em 2010 e indicadores de risco relacionados aos eventos de deslizamentos .....	173
<b>Tabela 36</b> - Percentual de domicílios com disposição inadequada de lixo em 2010 e indicadores de risco relacionados aos eventos de deslizamentos .....	174
<b>Tabela 37</b> - Pessoas afetadas por deslizamentos entre 2003 e 2013 e indicadores de risco .....	174
<b>Tabela 38</b> - Casas destruídas por deslizamentos entre 2003 e 2013 e indicadores de risco .....	174
<b>Tabela 39</b> - Casas danificadas por deslizamentos entre 2003 e 2013 e indicadores de risco .....	175
<b>Tabela 40</b> - Áreas do Estado do Paraná de acordo com o índice de risco de deslizamento do componente território.....	176
<b>Tabela 41</b> - Áreas do Estado do Paraná de acordo com o índice GTP-Risco de alagamento.....	182
<b>Tabela 42</b> – Ranking dos dez municípios com maiores percentuais de áreas de alto risco de ocorrência de desastres naturais relacionados aos alagamentos.....	182
<b>Tabela 43</b> - Ranking dos dez municípios com maior quantidade de áreas de alto risco de ocorrência de desastres naturais relacionados aos alagamentos.....	183
<b>Tabela 44</b> - Áreas do Estado do Paraná de acordo com o índice GTP-Risco de enchente.....	185
<b>Tabela 45</b> - Ranking dos dez municípios com maior quantidade e percentual de áreas de alto risco de ocorrência de desastres naturais relacionados as enchentes.....	185
<b>Tabela 46</b> - Áreas do Estado do Paraná de acordo com o índice GTP-Risco de enxurrada.....	187
<b>Tabela 47</b> - Ranking dos dez municípios de acordo com o total de áreas de alto risco de ocorrência de desastres naturais relacionados as enxurradas.....	188
<b>Tabela 48</b> - Áreas do Estado do Paraná de acordo com o índice GTP-Risco de deslizamento.....	190
<b>Tabela 49</b> - Ranking dos dez municípios com maior quantidade total de áreas de alto risco de ocorrência de desastres naturais relacionados aos deslizamentos.....	191

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> -Descrição e peso dos indicadores que compõem o subíndice IVS	
Infraestrutura Urbana.....	112
<b>Quadro 2</b> -Descrição e peso dos indicadores que compõem o subíndice IVS	
Capital Humano .....	113
<b>Quadro 3</b> -Descrição e peso dos indicadores que compõem o subíndice IVS	
Renda e Trabalho .....	114

## LISTA DE ABREVIações

ACP	– Área de Concentração Populacional.
ADH	– Atlas de Desenvolvimento Humano.
ANA	– Agência Nacional das Águas.
FAO	– Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação.
GTP	– Geossistema, Território e Paisagem.
IBGE	– Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
IDF	– Intensidade, Duração e Frequência.
IDH	– Índice de Desenvolvimento Humano.
INCRA	– Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária.
IPARDES	– Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social.
IPEA	– Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas.
ITCG	– Instituto de Terras, Cartografia e Geociências.
IVS	– Índice de Vulnerabilidade Social.
MDS	– Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome.
MINEROPAR	– Minerais do Paraná S/A.
MMA	– Ministério do Meio Ambiente.
OEA	– Organização dos Estados Americanos.
O-O	– Orientado à Objetos.
PNUD	– Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento.
RM	– Região Metropolitana.
RMC	– Região Metropolitana de Curitiba.
SGDB	– Sistema Gerenciado de Banco de Dados.
SIG	– Sistema de Informações Geográficas.
SISDC	– Sistema Informatizado de Defesa Civil.
SUDERSHA	– Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental.
TI	– Terras Indígenas.
UDH	– Unidade de Desenvolvimento Humano.
UNESCO	– Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura.
URSS	– União das Repúblicas Socialistas Soviéticas.
WGS	– World Geodesic System.
ZEE	– Zoneamento Ecológico-Econômico.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	23
<b>1 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS</b> .....	29
<b>1.1 O ESTUDO DO RISCO À LUZ DA CIÊNCIA GEOGRÁFICA</b> .....	30
1.1.1 Periculosidade .....	36
1.1.2 Vulnerabilidade .....	38
<b>1.2 GEOSSISTEMA, TERRITÓRIO E PAISAGEM, UM CONCEITO TRIPOLAR APLICADO À ANÁLISE DE RISCO</b> .....	40
1.2.1 Geossistema .....	43
1.2.2 Território .....	49
1.2.3 Paisagem .....	55
<b>2 MODELO CONCEITUAL: GEOSSISTEMA, TERRITÓRIO E PAISAGEM NA ANÁLISE DO RISCO DE DESASTRES NATURAIS</b> .....	60
<b>2.1. GEOPROCESSAMENTO, SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS E O MODELO GTP-RISCO</b> .....	64
<b>2.2 O MODELO CONCEITUAL GTP-RISCO</b> .....	66
2.2.1 Modelo GTP-Risco Alagamento .....	73
2.2.2 Modelo GTP-Risco Enchente .....	77
2.2.3 Modelo GTP-Risco Enxurrada .....	80
2.2.4 Modelo GTP-Risco Deslizamento .....	83
<b>2.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	86
<b>3 CARACTERÍSTICAS DOS GEOSSISTEMAS, TERRITÓRIOS E PAISAGENS DO ESTADO DO PARANÁ FRENTE AOS DESASTRES NATURAIS</b> .....	89
<b>3.1 BREVE CARACTERIZAÇÃO DO ESTADO DO PARANÁ</b> .....	91
<b>3.2 COMPONENTES DO GEOSSISTEMA</b> .....	94
3.2.1 Geologia .....	94
3.2.2 Relevo .....	96
3.2.3 Solos .....	98
3.2.4 Clima .....	102
3.2.5 Hidrografia .....	106
<b>3.3 COMPONENTES DO TERRITÓRIO</b> .....	110
3.3.1 Índice de Vulnerabilidade Social .....	110

3.3.2	População Exposta .....	115
3.3.3	Bens Expostos .....	118
3.3.4	Urbanização e Densidade Populacional .....	121
3.3.5	Infraestrutura Urbana.....	123
3.3.6	Redes .....	124
<b>3.4</b>	<b>COMPONENTES DA PAISAGEM.....</b>	<b>127</b>
3.4.1	Patrimônio Cultural .....	128
3.4.2	Comunidades Tradicionais .....	130
<b>4</b>	<b>APLICAÇÃO DO MODELO CONCEITUAL GTP-RISCO: ÍNDICES E INDICADORES DE RISCO DE OCORRÊNCIA DE DESASTRES NATURAIS .....</b>	<b>134</b>
<b>4.1</b>	<b>ÍNDICES E INDICADORES DE RISCO RELACIONADOS AO COMPONENTE GEOSSISTEMA .....</b>	<b>135</b>
4.1.1	O Geossistema e o Risco de Alagamentos .....	135
4.1.2	O Geossistema e o Risco de Enchentes .....	141
4.1.3	O Geossistema e o Risco de Enxurradas .....	147
4.1.4	O Geossistema e o Risco de Deslizamento.....	151
<b>4.2</b>	<b>ÍNDICE E INDICADORES DE RISCO RELACIONADOS AO COMPONENTE TERRITORIO.....</b>	<b>156</b>
4.2.1	O Território e o Risco de Alagamentos .....	156
4.2.2	O Território e o Risco de Enchentes .....	163
4.2.3	O Território e o Risco de Enxurradas .....	168
4.2.4	O Território e o Risco de Deslizamentos .....	172
<b>4.3</b>	<b>ÍNDICE E INDICADORES DE RISCO RELACIONADOS AO COMPONENTE PAISAGEM .....</b>	<b>178</b>
<b>4.4</b>	<b>ÍNDICE GTP-RISCO DE DESASTRES NATURAIS.....</b>	<b>180</b>
	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>195</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>198</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>209</b>

## PRÓLOGO

Por que Geografia? Essa era e ainda é a pergunta da maioria das pessoas que me conhecem e sabem do meu trabalho como geógrafo e como pesquisador em geografia. A resposta deste questionamento era simples, eu gostava de geografia, mesmo antes de entender a fundo seu caráter científico. E a resposta continua sendo essa, eu gosto de geografia, ainda mais agora sabendo das potencialidades desta ciência e sua capacidade de prover meios para entender muitas coisas do mundo, entender o espaço, buscar formas de organizá-lo e diminuir as desigualdades.

A geografia nos permite isso, nos permite ser utópicos, nos permite imaginar um mundo quase perfeito em paradoxo com sua imperfeição, em uma eterna dialética. Ela nos permite ler e enxergar a paisagem, entender o território, os espaços e o extrato geográfico, vendo com outros olhos o palco onde a relação entre a sociedade e a natureza se dá e como seus elementos estão interconectados.

E foi a possibilidade de criação de meios para reorganizar o espaço, ou pelo menos esboçar maneiras para que isso aconteça que me levaram até aqui. Começando por meu trabalho de conclusão do curso de bacharelado, onde, por meio da metodologia de mapeamento de biótopos pude esboçar uma forma de mapear e entender o espaço geográfico, mesmo sob uma perspectiva ainda pouco amadurecida, misturando conceitos das ciências biológicas com as ciências geográficas. Mas o objetivo era entender o espaço da cidade de Arapongas-PR por meio de uma análise da paisagem.

No mestrado tive a grande oportunidade de amadurecer cientificamente minhas ideias e embasá-las em teorias geográficas que ancoraram minha busca por uma metodologia de planejamento territorial. Aprofundei-me nas teorias sobre os geossistemas e resolvi aplicá-las na realização de um zoneamento geográfico na bacia hidrográfica do rio Tibagi.

Na tentativa de propor uma mudança da utilização dos recursos da bacia hidrográfica buscamos trilhar um novo escopo para a ocupação desta área. Apoiado na teoria do geossistema e tendo no relevo como eixo central, buscamos uma análise integrada dos diversos sistemas físicos, socioeconômicos e bióticos que transformam o ambiente. O relevo foi escolhido como eixo central do estudo por se tratar do palco onde acontecem quase todas as transformações da sociedade e da natureza.

No caminho entre o bacharelado, mestrado e doutorado, corria paralelamente uma carreira profissional pautado nos conhecimentos adquiridos na academia, quase sempre empregando ferramentas de geoprocessamento, uma das minhas paixões dentro da geografia.

Desde o primeiro estágio na Prefeitura Municipal de Londrina, onde participei do projeto do SIG piloto do distrito de Warta, me aprofundando nas metodologias e técnicas em geoprocessamento, passando pela Agência de Bacia do Rio Tibagi, onde pude acompanhar o dia a dia de um órgão público destinado ao trabalho de gestão dos recursos hídricos, até chegar na iniciativa privada, onde tive a primeira experiência como responsável técnico.

O caminho sempre foi cheio de descobertas e desafios vencidos com muita dedicação e porque não, um pouco de sorte. Atuei como geógrafo responsável técnico em uma empresa de geoprocessamento, planejamento urbano e meio ambiente por quase cinco anos, ainda nessa carreira iniciei meu doutorado em 2012.

Por esta empresa tive a oportunidade de desenvolver um trabalho muito importante na área de planejamento territorial, onde o objetivo era a elaboração do Zoneamento Ecológico-Econômico da bacia do rio Parnaíba, nos estados do Piauí, Maranhão e Ceará. A metodologia do trabalho me era muito familiar, por isso a grande satisfação em poder contribuir para um trabalho desta magnitude, utilizando o geossistema, geoprocessamento e outras metodologias para a elaboração de um instrumento de gestão do território.

É inegável que este trabalho tenha impulsionado minha busca por um desafio maior, e foi no doutorado que encontrei essa força propulsora, a princípio tentando encontrar uma nova metodologia para elaboração de zoneamentos ecológico-econômicos, em uma busca para atualizar alguns princípios e incorporar algumas dimensões às análises.

Desta busca surgiu a ideia de empregar o conceito de Geossistema, Território e Paisagem – GTP em trabalhos de planejamento territorial, em especial o zoneamento ecológico-econômico.

Em meio ao doutorado, passei de geógrafo a serviço da iniciativa privada para consultor internacional. O primeiro trabalho aconteceu em Brasília-DF, no Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome – MDS, em um projeto financiado pela UNESCO. O objetivo era a elaboração e análise de base de dados georreferenciados para subsidiar pesquisas avaliativas incluindo a avaliação da

situação de segurança alimentar e nutricional em comunidades quilombolas tituladas e a pesquisa socioeconômica e cultural dos povos e comunidades tradicionais de terreiros. Neste trabalho, além do conhecimento necessário em geoprocessamento, inclusive para ministrar um curso para os técnicos do MDS, era preciso ter conhecimento em análises socioespaciais, e quem melhor que o geógrafo para executar tais tarefas.

Todo trabalho realizado nestas comunidades tradicionais serviu para que os técnicos do MDS tivessem em mãos informações importantes para ações de planejamento para melhorias do acesso a benefícios sociais por parte desta população.

Em seguida, ainda com algumas disciplinas do doutorado a cursar, iniciei outro trabalho como consultor, desta vez no Ministério do Meio Ambiente - MMA e com financiamento da Organização dos Estados Americanos – OEA. O objetivo nesta consultoria era elaborar uma metodologia de integração de instrumentos de planejamento urbano e territorial, no caso, planos diretores urbanos, planos de saneamento e planos de gerenciamento integrado de resíduos sólidos.

Neste trabalho, após a etapa de elaboração do modelo conceitual para uma matriz de integração dos planos, tive que interromper os trabalhos e retornar para Londrina para terminar as disciplinas obrigatórias do doutorado.

E foi nesse retorno que surgiu a ideia de elaboração de uma metodologia empregando o GTP na análise de riscos de desastres naturais, amadurecido e transformado nesta tese

Após cumprir os créditos em disciplinas e já atuando como geógrafo na empresa Evolua Ambiental, em Londrina, tive a oportunidade de trabalhar em mais uma consultoria para o MDS, desta vez com financiamento da FAO, com objetivo de analisar os dados georreferenciados do SIG Cisternas para diálogo com software livre de sistema de informações geográficas, realizando a inserção dos dados e mapeamento temático de ações de acesso à água.

A essa altura conciliava os dois trabalhos e o doutorado, sobrecarregado, porém satisfeito com minhas atividades. Ao fim de mais uma consultoria e com o término eminente do doutorado, fui convidado a fazer parte do quadro de sócios da empresa Evolua Ambiental, onde represento a classe dos geógrafos nos trabalhos de planejamento urbano, territorial e ambiental.

Cabe neste último parágrafo expressar toda minha satisfação por escrever esta tese. Em que pese sua aprovação ou não, tento deixar um legado que possa ser utilizado pela Ciência Geográfica e para o planejamento territorial, um trabalho que tenha alguma utilidade acadêmica e para a sociedade externa. Agradecendo imensamente aos que tiveram atuação direta e indireta nela, bem representados pela minha orientadora Mirian Vizintim Fernandes Barros, amiga, incentivadora, e uma das maiores responsáveis por essa realização, pois confiou em mim, mesmo nos momentos adversos. Desejo a todos uma boa leitura e que este trabalho acrescente algo para você, leitor.

## INTRODUÇÃO

A evolução da maioria dos eventos climáticos é objeto de estudo relevante para a análise dos fenômenos e eventos da dinâmica da natureza, sendo consenso que os chamados desastres naturais, decorrentes destes eventos, vêm aumentando drasticamente em todo o mundo.

Esse aumento vem sendo observado não apenas na frequência e na intensidade, mas também no número de pessoas afetadas e na quantidade de casas e infraestruturas danificadas ou destruídas, exemplo disto são as recentes chuvas ocorridas em muitos municípios do Estado do Paraná e que fizeram muitos estragos.

Os chamados desastres naturais podem ser definidos como aqueles provocados pelo impacto de fenômenos da natureza, produzidos por fatores de origem externa, atuando sobre uma região povoada, podendo, inclusive, ser agravado por atividades antrópicas (CASTRO, 2003).

Responsáveis por expressivos danos e perdas, de caráter social, econômico e ambiental, os desastres naturais têm tido recorrências e impactos cada vez mais intensos, podendo ser provocados por diversos fenômenos, tais como, inundações, escorregamentos, erosões, terremotos, tornados, furacões, tempestades, estiagens, entre outros (TOMINAGA, et al., 2009).

Nos últimos anos, o Brasil tem figurado entre os países mais afetados por desastres naturais. Só no ano de 2011 foram mais de mil pessoas mortas e 5 bilhões de dólares em prejuízos nas quase 800 ocorrências registradas (BRASIL, 2012). De acordo com último Anuário Brasileiro de Desastres Naturais, publicado em 2013, foram oficialmente reportados 493 desastres naturais, os quais causaram 183 óbitos e afetaram 18.557.233 pessoas.

Especificamente no Estado do Paraná, entre 1980 e 2015, segundo dados da Defesa Civil (PARANA, 2016a), disponível em [www.defesacivil.pr.gov.br](http://www.defesacivil.pr.gov.br), foram registradas mais de 5.800 ocorrências de desastres naturais que afetaram mais de 10 milhões de pessoas em 396 municípios. Entre os anos de 2003 e 2013, espaço temporal desta pesquisa, foram registradas 124 mortes, mais de 26.000 pessoas ficaram desabrigadas e mais de 150.000 desalojadas.

Existe um senso comum equivocado de que não existe algo que possa ser feito para evitar desastres naturais. Em se tratando de eventos naturais perigosos, realmente não existe muito que possa ser feito para evitá-los, mas, deixar que os

eventos se tornem desastres, na maioria das vezes, é consequência de um planejamento territorial deficiente, falta de recursos financeiros para contingências, inexistência de planos de emergência, exclusão social e econômica, etc.

Mas será que estamos todos expostos aos mesmos riscos? Porque o mesmo evento natural perigoso, incidindo sobre a mesma área, afeta mais uns do que outros? Quais os principais fatores de influência desta chamada vulnerabilidade?

Questões como estas têm sido respondidas através de estudos recentes que apontam os fatores que interferem e agem para que um evento natural perigoso se torne um desastre. A maioria destes estudos faz análise da suscetibilidade e da probabilidade de ocorrência de eventos naturais perigosos, identificando a periculosidade de determinada área, multiplicando estes fatores pela vulnerabilidade da sociedade exposta, seja em forma de bens, patrimônios, pessoas ou vulnerabilidade social.

Estes estudos demonstram que os eventos naturais perigosos tendem a causar maiores problemas onde a população é mais vulnerável, seja pela fragilidade ambiental do espaço onde vivem, inadequação construtiva de suas moradias, inexistência de infraestruturas básicas, ou pela incapacidade econômica de superar tais problemas. Muitos destes trabalhos têm como objetivo analisar e principalmente mapear as áreas de risco (GILLROY, 1993; EGLER, 1996; REBELO, 2001; 2010; CASTRO, 2003; CASTRO *et al.*, 2005; DOS SANTOS, 2007; CUNHA *et al.*, 2011; 2013; CUNHA; LEAL, 2012; ALMEIDA, 2012; CUNHA; RAMOS, 2013).

Artigos e estudos recentes apontam que uma das metodologias de análise de risco mais completa e operacional é o modelo conceitual de risco elaborado por Cunha *et al.* (2011), pois agregam em um único modelo, praticamente todos os elementos presentes em outras metodologias, elementos do meio natural, mesmo que já antropizado, e elementos do meio social e econômico, além de permitir melhor mapeamento e representação cartográfica destes componentes do risco (CUNHA, 2013; CUNHA *et al.*, 2011; CUNHA; LEAL, 2012; CUNHA; RAMOS, 2013).

O modelo conceitual de risco elaborado por Cunha *et al.* (2011), foi aplicado no estudo dos casos de alagamentos no Estado do Paraná, resultando no artigo intitulado “Risco de alagamentos no Estado do Paraná: análise da periculosidade e da vulnerabilidade”, publicado na revista franco-brasileira de Geografia Confins (GONÇALVES; VIZINTIM, 2016), e, foi notório que alguns elementos escaparam a análise, ou pelo menos, alguns aspectos poderiam ser incorporados, especialmente

os relacionados às questões culturais, expressas nas construções, monumentos arquitetônicos ou naturais, costumes, etc., ou seja, é possível elaborar um novo modelo que esteja implícito em sua metodologia não apenas uma categoria geográfica, ou um único tempo e espaço, mas múltiplos tempos, espaços e categorias.

Esta inclusão se faz necessário para que tenhamos a real dimensão das perdas e danos causados por um desastre, pois, além das vidas humanas, o bem maior dentre todos, ou dos bens materiais, representado por casas e infraestruturas, também tenhamos a ciência dos bens e patrimônios culturais que foram afetados.

Prospectando os estudos de risco e os estudos sobre análises do meio ambiente, entendemos que a utilização do conceito tripolar proposto por Bertrand e Bertrand (2009), que utiliza o GTP - Geossistema, Território e Paisagem, pode elucidar parte da deficiência metodológica de se utilizar apenas uma dimensão geográfica nos estudos sobre o risco, em especial os riscos de ocorrências de desastres naturais, isso significa que tal conceito poderá lançar um olhar para além dos acontecimentos presentes, mapeando os aspectos culturais do passado, e lhes conferindo um valor dentro do modelo de análise.

A premissa dessa tese é que, ao aplicarmos o conceito GTP à análise de riscos por meio de um modelo conceitual, integrando temas, elementos, entidades e atributos que se relacionam e que estão associados aos desastres naturais, gerando assim índices e indicadores, podemos quantificar e qualificar determinadas condições ou condicionantes do espaço geográfico fornecendo subsídios ao planejamento e incorporando aspectos que outras metodologias de análise de risco não trazem.

Diante disso, definiu-se como objetivo maior desta tese a criação e experimentação de um modelo conceitual utilizando o GTP aplicado a análise de riscos à ocorrência de desastres naturais. Tal modelo foi aplicado no Estado do Paraná como forma de identificar e analisar os locais mais expostos ao risco de ocorrência de desastres naturais, criando indicadores e índices capazes de quantificar e qualificar o espaço geográfico de acordo com as características dos geossistemas, territórios e paisagens.

Para isso, os seguintes objetivos específicos foram definidos:

- Discutir os conceitos teóricos e as metodologias de análise de risco, periculosidade e vulnerabilidade;

- Discutir os conceitos teóricos de Geossistema, Território e Paisagem, fazendo uma aproximação com as análises de risco;
- Criar um modelo conceitual de análise de risco através do conceito GTP, chamado de Modelo GTP-Risco, caracterizando seus componentes e variáveis;
- Elaborar uma proposta de operacionalização e aplicação do modelo GTP-Risco no estudo sobre a ocorrência de desastres naturais no Estado do Paraná;
- Criar indicadores que expressem a natureza dos fenômenos e das variáveis presentes no risco de ocorrência de desastres naturais;
- Criar índices para cada tipo de desastre utilizado neste estudo para mapear o risco de ocorrência de desastres naturais no Estado Paraná;

É pertinente salientar que um dos grandes desafios deste trabalho é realizar uma análise mais completa possível e de maneira realmente integrada do risco de ocorrência de desastres naturais, pois, a utilização de um conceito tripolar, com três tempos e que engloba conceitos geográficos que muitas vezes se confundem ou se sobrepõem, não é algo tão simples, mas que, pelo resultado vislumbrado, pode trazer contribuições significativas para a ciência geográfica.

Esta complexidade é um dos fios condutores da proposição de buscar uma nova metodologia de análise do risco. Como conseguir captar, mapear e analisar os elementos da natureza e os fatores que geram os eventos naturais perigosos? Como saber o que estas forças aplicadas à sociedade vão gerar? Como saber se as áreas de risco incidem sobre aspectos culturais? Seria prudente fazer tais análises utilizando a concepção de “espaço total”?

Responder estas questões foi algo, no mínimo, desafiador, sendo necessário para isso buscar algo mais, algo que ainda não tinha sido visto nas análises de risco. Foi preciso entender o espaço em sua totalidade e foi necessário muito esforço para isso e encontrou-se na concepção de espaço total e no conceito de GTP o caminho ideal para o destino vislumbrado.

Para este desafio, dividimos esta tese em quatro partes. No **Capítulo 1 – PRESSUPOSTOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS**, a tese foi embasada em teorias da ciência geográfica com objetivo de validar o trabalho e servir de alicerce para que as propostas não perdessem o enfoque científico.

Foi necessário proceder um levantamento bibliográfico sobre os estudos do Risco e sua ligação com a Geografia, em especial as contribuições da Ciência Geográfica para as análises do risco de ocorrência de desastres naturais. Prospectamos temas como periculosidade e vulnerabilidade, e os componentes destas variáveis, ou seja, suscetibilidade, probabilidade, vulnerabilidade social, etc.

Após o entendimento do que é o risco e como a Ciência Geográfica pode contribuir para sua análise, o desafio de uma proposta mais integradora e que incorporasse outras dimensões geográficas encaminhou a tese para uma travessia, onde, transposta, encontrou-se o conceito tripolar de Bertrand e Bertrand (2009), que propõe a utilização do Geossistema, do Território e da Paisagem em uma análise integrada em três tempos, o da Fonte, o do Recurso e o do Ressurgimento. Esse sistema serviu de propulsor para a criação de um modelo conceitual de análise de risco denominado GTP-Risco.

Para aplicar tais ideias fundamentadas, foi preciso criar um modelo funcional e operacional sob o ponto de vista geográfico e cartográfico, empregando o GTP como tema principal, apresentado no **Capítulo 2**, denominado **MODELO CONCEITUAL EMPREGANDO O GEOSSISTEMA, TERRITÓRIO E PAISAGEM NA ANÁLISE DO RISCO DE DESASTRES NATURAIS**.

O modelo foi aplicado em um Sistema de Informações Geográficas no qual todos os dados levantados, tanto bases cartográficas, quanto dados qualitativos e quantitativos, foram incorporados ao modelo com a criação dos temas, ou seja, uma representação virtual do mundo real, com entidades, atributos e os relacionamentos entre eles.

Para aplicar e validar a colaboração desta tese para a Ciência Geográfica na análise do risco de ocorrência de desastres naturais foi preciso um minucioso detalhamento dos componentes do modelo, que podem ser encontrados no **Capítulo 3**, intitulado **CARACTERÍSTICAS DOS GEOSSISTEMAS, TERRITÓRIOS E PAISAGENS DO ESTADO DO PARANÁ FRENTE AOS DESASTRES NATURAIS**, que traz uma coletânea de temas e variáveis na perspectiva da ocorrência de desastres naturais no Estado sob o ponto de vista Geográfico, relacionado ao modelo conceitual GTP-Risco.

Por fim, o **Capítulo 4 – APLICAÇÃO DO MODELO CONCEITUAL GTP-RISCO: ÍNDICES E INDICADORES DE RISCO DE OCORRÊNCIA DE DESASTRES NATURAIS** é a materialização dos anseios de pesquisa desta tese. É

a aplicação do modelo conceitual GTP-Risco no Estado do Paraná, para se ter certeza de que as buscas não foram em vão e que, com o conceito tripolar GTP, pode-se alcançar o objetivo de uma análise integrada do risco de ocorrência de desastres naturais por meio da concepção de espaço total.

Alguns questionamentos podem inquietar os analistas, curiosos e leitores desta tese. Porque a escolha de uma escala relativamente pequena, do ponto de vista cartográfico, porém, de grande quantidade e agrupamento de dados, como o Estado do Paraná? A análise nesta escala, não atrapalha a cartografia do risco? Como integrar elementos de escalas tão variadas em um modelo único? É possível aplicar tal modelo proposto por esta tese em escalas diferentes?

As respostas a estes questionamentos estão no decorrer desta tese, ao longo de um árduo, porém gratificante trabalho. O objetivo é que nenhuma delas escape à análise, mesmo porque, responde-las passa, necessariamente, pela validação desta proposta.

## 1 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

A proposta desta tese se aproxima muito com a concepção de “espaço total”, definido por Ab’Saber (1994) voltada para os estudos de caráter ambiental e social, em que as interações sociedade-natureza se manifestam intensamente, atribuindo aos mesmos uma totalidade com a possibilidade de fragmentação em elementos que os constituem.

Tal concepção inclui todo o mosaico dos componentes introduzidos pelo homem ao longo da história da paisagem de uma área considerada parte de um determinado território, sendo a paisagem nesse caso entendida como o suporte ecológico e bioecológico modificado por obras e atividades humanas (AB’SABER, 1994).

O espaço total é a acumulação das ações antrópicas sobre paisagens e territórios de diferentes épocas, e sobre uma natureza que é a base, ou seja, o suporte ecológico de todas as atividades (AB’SABER, 1994).

A partir da tentativa de uma compreensão da realidade em função de uma totalidade integrada e em função da interligação e interdependência dos elementos componentes da natureza e sociedade, encontrou-se na concepção de espaço total uma maneira de chegar aos resultados esperados.

De acordo com a noção de totalidade, todas as coisas que existem no universo formam uma unidade, porém, é preciso compreender que a totalidade não é uma simples soma das partes. As partes que formam a totalidade não bastam para explicá-la, ao contrário, é a totalidade que explica as partes (SANTOS, 1996).

Por isso, por meio da concepção de espaço total empregado no estudo geográfico, tanto o risco de ocorrência de desastres naturais, quanto os componentes integrantes dele, são estudados de maneira integrada, onde os diversos elementos e características são partes de um sistema complexo e que interagem entre si, formando uma totalidade.

Assim, um desastre natural decorrente de um vendaval não pode ser explicado apenas pela análise da força dos ventos, deve-se compreender a força deles agindo sobre uma área, analisando as características naturais e antrópicas, podendo surgir desta análise elementos que sirvam para explicar as causas do desastre, uma vez que, para cada elemento desta área a força do vento causa um efeito diferente.

Esta pesquisa propõe que a análise dos riscos de ocorrência de desastres naturais seja mais que um simples estudo sobre os elementos que põem a sociedade em risco, ela é uma investigação sobre os elementos da natureza e da sociedade que interagem e formam o evento a ser estudado.

Isso justifica o emprego do conceito tripolar GTP, pois, para entender como os eventos naturais perigosos agem nas sociedades, como eles se tornam desastres e quais as consequências para as pessoas, é preciso entender como agem as forças da natureza e como se tornam a *Fonte* de um desastre no âmbito do **Geossistema**; como esta força aplicada incide em uma sociedade, atuando em diferentes **Territórios** e territorialidades, especialmente onde os *Recursos* são escassos ou onde a população é menos provida deles; e como os costumes, a cultura da população, o patrimônio histórico e cultural materializado na **Paisagem** influencia nesse processo e é afetada, destruindo e se reconstruindo após os eventos, sendo o *Ressurgimento* em meio à adversidade ou mudança.

O sistema GTP, que associa o geossistema-fonte ao território-recurso e à paisagem-identidade não tem outra razão de ser. É uma tentativa de ordem geográfica, para matizar, ao mesmo tempo, a globalidade, a diversidade e a interatividade de todo o sistema ambiental. Ele não é um fim em si mesmo. É apenas uma ferramenta. É apenas uma etapa. [...] Sua vocação primeira é favorecer uma reflexão epistemológica e conceitual e, na medida do possível, desencadear proposições metodológicas concretas (BERTRAND; BERTRAND, 2009, p.306).

E com esta citação de Bertrand & Bertrand é que se pede permissão para utilização de tal conceito. Utilizar o sistema GTP, como forma de proposição metodológica, como ferramenta de análise e, principalmente, como forma de amadurecimento epistemológico e conceitual referente à aplicação da Ciência Geográfica na análise do risco de ocorrência de desastres naturais.

### 1.1 O ESTUDO DO RISCO À LUZ DA CIÊNCIA GEOGRÁFICA

O medo acompanha a humanidade e cresce à medida que ela descobre o mundo exterior e que percebe o quão frágil pode ser. Acompanhado do medo vem a percepção de risco, de que o acaso pode reservar uma surpresa alheia às vontades ou condições de qualquer natureza.

O medo é um julgamento de que há um perigo real ou potencial em determinada circunstância: surge com a percepção de risco, ou seja, a possível ocorrência de algo danoso. Por ser normalmente percebido como um perigo, involuntário e, em parte, incontrolável, o risco naturalmente provoca o medo (MOTTA, 2002, p.2).

Por ser a avaliação mental de estímulos ameaçadores, o medo é um processo cognitivo, e não uma reação emocional (BECK, 1979; BRANSFORD, 1979; BECK; EMERY, 1985; BARLOW, 1988; BRANSFORD; STEIN, 1993; EYSENCK, 1997; TAYLOR, 1998). Assim, o medo ao risco de ocorrência de algum tipo de desastre só começa a ser percebido a partir da observação de que algo ruim acontecia em decorrência dos eventos naturais catastróficos.

O surgimento do termo risco é controverso e possui múltiplas fontes como visto em Muchembled (1985), Luhmann (1993), Lupton (1999), entre outros, podendo apresentar oscilações mediante os diversos contextos sociais onde foi produzido, embora também possa depender de emoções, de sentimentos (LOEWENSTEIN et al., 2001), muitas vezes atrelado aos riscos naturais como ação de forças divinas voltadas contra o homem. Assim, a tentativa de se obter uma definição sobre o risco, precisa e concisa, torna-se numa tarefa praticamente impossível (JEFFCOTT, 2004).

O risco é algo que acompanha a humanidade desde o início de sua existência, mesmo que antes não era calculado como ocorre atualmente. Algumas novas descobertas, seja de fatos ou de fenômenos, podem ocasionar o surgimento de sentimentos como o medo, por exemplo, e este faz com que o homem passe a ponderar determinadas ações praticadas.

Mesmo que no princípio os riscos fossem exclusivamente naturais, apenas ao afetar o homem ele passava a ser percebido realmente como um risco, antes disso, a simples ocorrência de um evento da natureza que não afetasse o homem não continha um constructo de percepção interna da pessoa sobre sua vulnerabilidade com relação ao fato ocorrido.

A partir do momento que o homem começa a se organizar em sociedade, passa-se a potencializar o risco de algum tipo de perda com a ocorrência de determinados eventos, pois, as pessoas passam a se aglomerar ou a viver juntas e, obviamente, onde existe maior número de pessoas, o risco de que algo que aconteceria naturalmente afete mais pessoas, aumenta.

O risco como conceito parte do discurso linguístico e tem se constituído na trajetória histórica e cultural das sociedades devendo sempre ser pensado como processo e não como variável em si (FRANÇA et al., 2002; YUNES; SZYMANSKI, 2001).

O estudo dos riscos, perigos e desastres naturais, estão se difundindo em todo o mundo e se tornando cada vez mais multidisciplinares, tomando o centro dos debates, avaliações e estudos no meio técnico-científico.

Além disso, a evolução dos meios de comunicação coloca a sociedade em contato diário com notícias relacionadas aos riscos, perigos e desastres, sejam de origem natural, tecnológica ou mista, tornando tais temas cotidianos para a maioria da população.

Quando o conceito de risco passou a ser baseado em regras relativas à matemática e a estatística, durante o séc. XVIII, a concepção de que as causas eram exclusivamente divinas e baseadas apenas em possibilidades passaram a pertencer à responsabilidade do ser humano, podendo ser calculado como probabilidade (BITENCOURT; ALMEIDA, 2014).

Os primeiros estudos científicos envolvendo o conceito de risco possuíam uma forte orientação objetivista (empiricista-realista), tendo como pressuposto o entendimento da realidade como um dado, ou seja, passível de mensuração (MARANDOLA JR.; HOGAN, 2005).

Esta temática vem ganhando visibilidade no campo da sociologia e da geografia, particularmente quando os riscos dão origem a desastres (TURNER; PIDGEON, 1997). Um marco crucial no desenvolvimento desses estudos foi à discussão da Sociedade de Risco, inaugurada pela sociologia em meados da década de 1980, tendo como um de seus expoentes Ulrich Beck.

Beck (2001) apresenta o conceito de sociedade de risco, alertando para a existência da exposição da sociedade aos riscos, em especial os tecnológicos e ambientais. A sociedade, industrializada, passa a conviver com a produção dos próprios riscos, onde a busca pelo capital passa a criar e expor a sociedade ao perigo seja no âmbito direto, das fábricas produtoras de riscos tecnológicos, seja de maneira indireta, onde a causa/efeito das atividades potencialmente poluidoras e transformadoras do meio, passam a expor áreas e populações a riscos ambientais.

O conceito de sociedade de risco trouxe luz a este tema e novas vertentes e metodologias de estudos sobre os mais diversos tipos de riscos começaram a

emergir no conhecimento científico. Isso aconteceu porque eventos antes despercebidos passaram a ter importância e gravidade cada vez maior, especialmente os desastres advindos de riscos naturais e tecnológicos. “Ce qu’initialement personne ne voyait et surtout ne souhaitait, à savoir la mise en danger de chacun et la destruction de la nature, devient le moteur de l’histoire” (BECK, 2001, p. 376).

Neste contexto, os vocábulos risco e perigo acabaram sendo tomados como sinônimos, inclusive no Brasil, uma vez que foram incorporados termos traduzidos de outras línguas para o português. Porém, vários especialistas chamam a atenção para o equívoco em colocar risco e perigo sob a mesma definição. Augusto Filho et al. (1991) e Cutter (2011) associam perigo (hazard) a uma ameaça potencial à pessoas e bens, enquanto que tratam o risco (risk) como a percepção do perigo em termos de danos/por período de tempo.

No Brasil, o termo mais utilizado é o risco, sendo definido como a possibilidade de ocorrência de um acidente ou desastre, ou seja, o fato já ocorrido, onde foram registradas consequências sociais e econômicas (perdas e danos) (CERRI; AMARAL, 1998).

Na literatura científica, em especial na Geografia, o conceito de risco passa a estar associado à probabilidade de ocorrência de um acontecimento (ex. doença, enchente, óbito), num determinado período de tempo. Este conceito de risco está associado a um valor esperado e frequentemente calculado a partir de dados estatísticos feitos por levantamentos das ocorrências, supondo, naturalmente, um conjunto de dados robustos para que se possa produzir uma previsão significativa (RENN, 1992).

O risco pode ser considerado uma medida da probabilidade e severidade de um efeito adverso para a saúde, propriedade ou ambiente, e é geralmente estimado pelo produto entre a probabilidade e as consequências e expressa o perigo em termos de danos por período de tempo (AUGUSTO FILHO et al., 1991).

Os perigos são naturais, mas os desastres, apesar de serem assim denominados, não, sendo que a natureza fornece os eventos perigosos na forma de terremotos, erupções vulcânicas, eventos climáticos, etc., e os seres humanos criam as condições de contorno para os desastres ocorrerem (LICCO; SEO, 2013).

Assim, a exposição aos perigos naturais torna-se um desastre quando os fenômenos ocorridos são maiores do que a capacidade das sociedades em conter os elementos e as ações decorrentes de tal perigo.

Uma chuva de granizo, ao cair sobre telhados de casas capazes de suportar a força do impacto das pedras, não terá, para os moradores destas casas, o aspecto de desastre. Mas, a mesma chuva de granizo incidindo sobre coberturas frágeis de casas, causando prejuízos materiais e colocando os moradores em perigo, terá contornos de desastre para esta população.

Uma chuva de verão, caindo em uma região no alto de um espigão é algo passível de admiração, molha o terreno e traz o frescor térmico muitas vezes esperado. Já no fundo do vale, onde toda a água que caiu e correu pelas vertentes vai se acumulando, enchendo e transbordando o leito normal, ocupado por pessoas, torna-se um desastre, podendo causar perdas materiais e de vidas.

Na maioria dos casos, quando um fenômeno natural atinge um determinado local, trata-se de um problema de localização a causa primeira da catástrofe e não a fatalidade, ou seja, as pessoas ou as infraestruturas se encontravam em local e momento inadequados, tornando fundamental a capacidade de gerenciar bem o espaço (HETÚ, 2001).

Segundo D'Ercole e Pigeon (1999, p. 340), “as eventualidades ditas naturais são fenômenos físicos, identificados por sua intensidade e frequência” e elas acabam se tornando riscos quando existe “a possibilidade ou a probabilidade de atender as determinantes humanas (pessoas, bens, valores culturais, etc.)”.

Diante das múltiplas definições de riscos e de importantes esforços para introduzir a noção de risco em um contexto científico, com a contribuição de um importante artigo do geógrafo Lucien Faugères (FAUGÈRES, 1990), a teoria do risco passou a dar luz a pensamentos mais estruturados com relação a este tema, se organizando em torno da sequência risco-perigo-crise.

De acordo com essa sequência, o risco, conceituado, passa a ser um sistema de processos. Socializado, se torna análise de risco por meio do planejamento e de ações de proteção civil. O perigo, percepção e reação, em sua socialização têm ações de proteção civil. Por fim, a crise, manifestação do conceito, consequências do risco e do perigo, se torna a gestão do risco.

Na sequência ao trabalho de Faugères (1990) foram produzidos, pelo menos nas escolas de Geografia, dois modelos conceituais de risco que são mais aceitos

entre os pesquisadores, podendo um ser complementar ao outro. O primeiro apresentado por Rebelo (2001, 2010), o qual

corresponde à sequência risco-perigo-crise, em que risco corresponde à probabilidade de acontecimento de um evento perigoso com prejuízo para o ser humano, a sociedade e o ambiente, o perigo à sua declaração e a crise à sua manifestação, sobretudo quando, nas suas consequências, esta ultrapassa o controle humano (CUNHA; RAMOS, 2013, p.21).

O segundo modelo, como colocado por Cunha e Ramos (2013), é mais operacional do ponto de vista cartográfico, ele apresenta o risco compreendido na relação entre periculosidade e vulnerabilidade, no qual a periculosidade corresponde à probabilidade de ocorrência temporal e espacial de um fenômeno potencialmente perigoso, enquanto a vulnerabilidade corresponde ao nível de consequências previsíveis desse fenômeno sobre a sociedade.

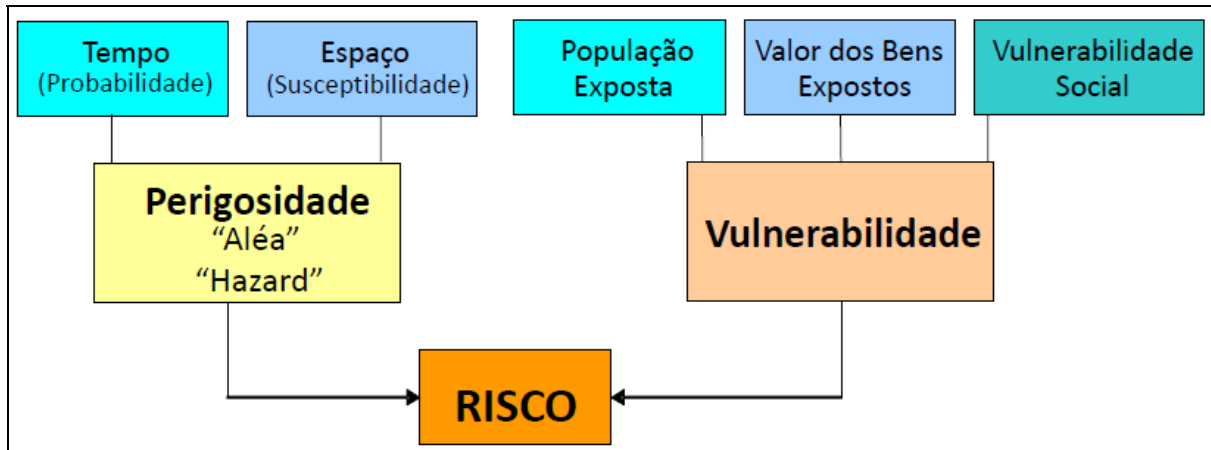
[...] o estudo do risco inclui seguramente a análise dos processos eventualmente perigosos (perigosidade ou hazard), decomposta na sua probabilidade temporal (probabilidade s. s., ou eventualidade) e espacial (susceptibilidade) de ocorrência, combinada com o nível das consequências previsíveis sobre a sociedade, o ambiente e o território, ou seja, com a vulnerabilidade (s. l.), que pode ser também decomposta na exposição de pessoas, no valor dos bens potencialmente afectados e na chamada vulnerabilidade social, que tem a ver, fundamentalmente, com a capacidade de resistência e de resiliência dos indivíduos e da sociedade face à manifestação de processos perigosos (CUNHA, 2013, p. 155).

Neste modelo (Figura 1) **Risco = Periculosidade x Vulnerabilidade** vários fatores interagem para gerar o resultado esperado para a análise, expresso pela equação:

$$\mathbf{Risco = Periculosidade \times Vulnerabilidade}$$

Cabe então explicitar e detalhar os componentes desta equação, uma vez que este é um dos modelos mais completos existentes até então nas literaturas geográficas que tratam deste tema.

**Figura 1** - Modelo Conceitual do Risco Proposto por Cunha et al. (2011)



Fonte: CUNHA et al., (2011).

### 1.1.1 PERICULOSIDADE

O termo periculosidade foi traduzido para o português usual do Brasil, uma vez que seu componente, em Portugal, de onde se origina tal terminologia aplicada ao risco, era chamado “perigosidade”.

Compondo o elemento periculosidade, encontra-se a representação do tempo e do espaço dos eventos potencialmente perigosos que dão origem ao risco. O tempo expresso em probabilidade, e o espaço traduzido em susceptibilidade, sendo tempo e espaço elementos inerentes à ciência geográfica mais do que em qualquer outra ciência.

O conceito de perigosidade torna-se, na caracterização do risco, muito útil. Trata-se da probabilidade de ocorrência de um processo ou ação com capacidade de destruição de elementos naturais e humanos, sempre avaliado em função da intensidade e severidade, apresentando impactos expressos espaço-temporalmente (susceptibilidade e probabilidade), o que afirma declaradamente a importância da geografia nestes estudos (NOSSA; SANTOS; CRAVIDÃO, 2013, p.47).

O tempo, mesmo que inapreensível, é passível de mensuração. O tempo não volta, ele não para, mesmo assim ele pode ser relativo. As temporalidades são captadas à medida que os fatos acontecem, além disso, o tempo traz probabilidades e recorrências de eventos, mesmo que com causas e efeitos diferentes. Captar essa temporalidade no conceito de periculosidade passa, necessariamente, pelo cálculo de probabilidades.

A probabilidade é a eventualidade, ou seja, em dez anos ocorreram cinco eventos perigosos de grandes chuvas que causaram estragos em um mesmo espaço, mas em tempos diferentes, estes cinco eventos compõem as medidas de risco de ocorrências de grandes chuvas, sabe-se que, a cada dez anos, neste local, existe a probabilidade de ocorrerem cinco eventos.

Assim, a probabilidade é o cálculo de algo que pode acontecer, baseado em eventos que já ocorreram, sendo que o tempo de recorrência depende dos objetivos do observador e do investigador, podendo ser levado em consideração a quantidade de eventos ocorridos, ou a quantidade de tempo que se deseja fazer o recorte temporal.

O outro componente da periculosidade remete ao espaço, traduzido em suscetibilidade. Não há dificuldade de se calcular probabilidades, porém, a gama de componentes que podem fazer de um determinado local suscetível a algum evento perigoso, pode ser muito mais vasto do que o número de vezes que este local sofre tais eventos.

Suscetibilidade representa a propensão para uma área ser afetada por um determinado perigo, em tempo indeterminado, sendo avaliada através dos fatores de predisposição para a ocorrência dos processos ou ações, não contemplando o seu período de retorno ou a probabilidade de ocorrência (JULIÃO et al., 2009, p.20).

Assim, áreas com grande declividade, sem cobertura vegetal, com solos jovens e relativamente rasos, onde incide grande pluviosidade, são áreas com suscetibilidade à ocorrência de eventos naturais perigosos de deslizamentos. Da mesma maneira, áreas muito planas, localizadas no leito menor e maior de um rio de grande vazão, são suscetíveis a enchentes e inundações.

Portanto, quando se trata de desastres naturais, a suscetibilidade está associada às características físicas naturais ou antropizadas de determinada área, quase sempre ligada à sua dinâmica climática, fatores geológicos, geomorfológicos, pedológicos, além da cobertura vegetal e do uso do solo.

É possível afirmar que a probabilidade, expressa no número de eventos ocorridos, fornece um mapa cadastral da área analisada, enquanto que a suscetibilidade fornece uma série de mapas temáticos, com valoração dos temas, que vai depender do tipo de evento em questão.

### 1.1.2 VULNERABILIDADE

A palavra vulnerável, originária do verbo latim *vulnerare*, significa ferir, penetrar. Pela origem etimológica, vulnerabilidade é um termo geralmente usado na referência de algo que pode afetar a condição estrutural de uma pessoa ou objeto, algo que ultrapasse as defesas a ponto de afetar negativamente o atingido.

A vulnerabilidade, mesmo que componente indissociável do risco é também fator preponderante de análise de uma série de fatores indiretos à temática do risco, desde a área da saúde, assistência social, entre outras. A vulnerabilidade é relativa em sua origem e depende do fator de análise.

Associada ao risco, ela tem sido matéria de grande discussão, sendo que a noção de risco sem vulnerabilidade nem sequer é considerada por parte dos autores que se debruçam sobre esta temática (REBELO, 2001). É impossível conceituar o risco sem levar em consideração o conceito de vulnerabilidade, sendo estes indissociáveis (REBELO, 2010).

para que se possa falar de risco é necessário que haja também vulnerabilidade, ou seja, que os processos eventualmente perigosos (sismos, inundações, incêndios, por exemplo) afetem, direta ou indiretamente, individual ou coletivamente, o ser humano, na sua saúde, nos seus bens ou nos modos de funcionamento das instituições em que se enquadram, na economia, na sociedade e na cultura (FREITAS; CUNHA, 2013, pg.16).

A vulnerabilidade pode ser também decomposta na exposição de pessoas, no valor dos bens potencialmente afetados e na chamada vulnerabilidade social, que tem a ver, fundamentalmente, com a capacidade de resistência e de resiliência dos indivíduos e da sociedade face à manifestação de processos perigosos (CUNHA, 2013).

Tais estudos se apoiam em análises e metodologias estatísticas de dados censitários e no estudo da distribuição da população e dos bens materiais expostos aos eventos perigosos.

É essencial conhecer a vulnerabilidade dos indivíduos, das comunidades e dos territórios, para apreender completamente e poder aplicar de modo correto os estudos de riscos ao planejamento, ao ordenamento do território e à promoção de políticas e práticas de socorro e emergência, no âmbito da proteção civil (CUNHA, 2013, p. 156).

Assim, é possível resumir que a vulnerabilidade está associada à exposição, ao risco e à incapacidade de evitar ou absorver danos em potencial, e, se classifica em física (relacionada às construções), social (relacionada ao sistema social, econômico e político) e humana (união entre a física e a social) (PELLING, 2003).

O estudo da vulnerabilidade, ou melhor, das diferentes vulnerabilidades, depende, desde logo, do tipo de risco considerado, uma vez que diferentes processos perigosos afetam diferentes elementos, de diferentes modos, provocando, também, diferentes reações na busca de lhes resistir ou deles recuperar (CUNHA, 2013, p.158).

É possível considerar duas formas de vulnerabilidade na aplicação do modelo conceitual de risco, uma relativa à exposição das pessoas e das estruturas e infraestruturas, percebida durante ou imediatamente após o evento perigoso, mensurada através do número de pessoas afetadas ou o valor dos bens afetados, e outra relativa à capacidade da população em lidar com as consequências destes eventos, levando em consideração a condição social, derivada em vários fatores como, renda, escolaridade, trabalho, acesso a serviços, etc., a chamada vulnerabilidade social.

A exposição de pessoas e a determinação do valor dos bens potencialmente afetados por um processo perigoso podem ser calculados, de modo aparentemente simples, através de alguns dados estatísticos. Já a vulnerabilidade social parece ser mais difícil de avaliar, pois é preciso encontrar uma fórmula ou um índice que sintetize a complexidade de relações econômicas, sociais e culturais, que caracterizam uma comunidade e o seu suporte territorial e que lhe permite resistir e se recuperar das manifestações de um processo perigoso (CUNHA, 2013).

Por fim, entender a suscetibilidade à ocorrência de desastres naturais, observar a probabilidade de ocorrência e entender a atuação dos fenômenos da natureza e da sociedade incidindo por meio de determinada vulnerabilidade, e ainda analisar seus efeitos sobre o cotidiano das pessoas exige uma compreensão do espaço geográfico além da simples análise sob a perspectiva de apenas uma categoria ou tempo geográfico.

## 1.2 GEOSSISTEMA, TERRITORIO E PAISAGEM, UM CONCEITO TRIPOLAR APLICADO À ANALISE DE RISCO

Não é objetivo nesta tese se aprofundar na discussão do conceito de espaço geográfico ou no método em sua análise. O objetivo é buscar uma maneira de analisar o risco, tentando apreender sua totalidade por meio de um conceito tripolar. Porém, se o risco é algo materializado no espaço, nada mais prudente que trazer para o debate o conceito de espaço e o método de análise empregado no entendimento de sua totalidade, assim, “ganha força a totalidade como componente do método; a ideia da epistemologia do espaço; a necessidade de compreensão das principais características da contemporaneidade, da aceleração contemporânea” (ELIAS, 2003, p. 137).

O espaço deve ser considerado uma totalidade, a exemplo da própria sociedade que lhe dá vida. Todavia, considerá-lo assim é uma regra de método cuja prática exige que se encontre, paralelamente, através da análise, a possibilidade de dividi-lo em partes. Ora, a análise é uma forma de fragmentação do todo que permite, ao seu término, a reconstituição desse todo (SANTOS, 2012, p. 15).

Porções do espaço são ocupadas por diferentes sociedades, mesmo uma porção do espaço ocupado por uma mesma sociedade possui diferenciação de áreas de acordo com as classes sociais, onde o modo capitalista de produção acaba excluindo alguns e privilegiando outros. “O espaço é um verdadeiro campo de forças cuja formação é desigual. Eis a razão pela qual a evolução espacial não se apresenta de igual forma em todos os lugares”. (SANTOS, 1978 p.122).

Mesmo as forças da natureza podem atuar em diferentes recortes espaciais com a mesma intensidade, porém, as consequências dessas forças são sentidas de maneira diferente, de acordo com a sociedade ou classe social que ali vive, uma vez que a organização do espaço no modo capitalista faz com que a localização seja fator de exclusão ou vulnerabilidade.

O espaço por suas características e por seu funcionamento, pelo que ele oferece a alguns e recusa a outros, pela seleção de localização feita entre as atividades e entre os homens, é o resultado de uma práxis coletiva que reproduz as relações sociais (SANTOS, 1978, p. 171).

Entender a prática coletiva, produção e reprodução do espaço é um importante degrau para se alcançar o entendimento do conceito de “espaço total”, mesmo

aplicado aos desastres naturais. Envolver o maior número possível de variáveis nesta análise sem perder o foco ou o enfoque científico passa por esse entendimento, assim como fragmentar a análise sem perder a essência do conceito empregado.

A preocupação em fragmentar o todo para analisar o risco de ocorrência de desastres naturais está na necessidade de entender as diferenças entre a incidência dos eventos nas diferentes classes sociais e nos espaços por elas produzidos, frutos dos modos de produção capitalista, cheio de exclusão e de falta de distribuição, não só de renda, mas também de infraestruturas e oportunidades.

É preciso ter muito cuidado nesta fragmentação dos elementos para que não se perca a totalidade, por isso o modelo não terá seu fim na análise fragmentada, onde o produto seria a simples somatória das partes. Assim, a fragmentação será pelo simples fato de divisão cartográfica e a análise do espaço será através do conceito de espaço total, para que as análises quantitativas e, especialmente as qualitativas sejam feitas de maneira satisfatória, especialmente a interação entre os elementos do espaço presentes em um desastre natural.

O estudo das interações entre os diversos elementos do espaço é um dado fundamental da análise. Na medida em que função é ação, a interação supõe interdependência funcional entre os elementos. Através do estudo das interações, recuperamos a totalidade social, isto é, o espaço como um todo e, igualmente, a sociedade como um todo. Pois cada ação não constitui um dado independente, mas um resultado do próprio processo social. (SANTOS, 2012, p. 18).

Considerando esta premissa, esta tese não procura a simples análise dos elementos componentes de um desastre natural, ou a criação de um modelo conceitual que possa operacionalizar tais análises. Procura-se no conceito de espaço total partir de um tipo de desastre, em especial os de ordem natural, e saber como o conjunto dos elementos componentes do espaço afetado contribui para as causas e consequências do evento em questão e procuramos fazer isso através do estudo da interação de diversos fatores, qualificando e quantificando os elementos do espaço estudado.

Assim, no estudo sobre os riscos de desastres naturais, não adianta analisar apenas os fatores naturais que agem na incidência de forças nos espaços habitados ou não. Da mesma forma, fica evidente a necessidade de complementação em um

de estudo que aponte apenas as áreas mais vulneráveis, seja do ponto de vista das pessoas e valores dos bens afetados, seja da vulnerabilidade social.

Ainda que as duas análises apontadas anteriormente fossem realizadas em conjunto, ainda que seja feito o estudo dos fatores da natureza e das vulnerabilidades existentes, parece que falta algo, falta à existência da sociedade, não o fato de existir naquele espaço e tempo, mas o fato de imprimir suas marcas passadas e atuais.

Mesmo que a sociedade esteja contida nas vulnerabilidades, seus costumes, sua forma de agir, sua capacidade de reagir, seu patrimônio histórico e cultural, fatores inerentes à cultura da população afetada e até os diferentes tipos de comunidades não estão explícitos nas metodologias atuais de análise de risco.

Na busca teórica para os questionamentos sobre como compor esse modelo, englobando tantas variáveis e operacionalizando uma análise da totalidade do espaço é que foi proposta a utilização do conceito tripolar do GTP, em três tempos e três espaços, com objetivo de realizar uma análise mais completa.

É inerente à análise dos desastres naturais a ação dos fenômenos da natureza e a atuação de muitos fatores que fazem de um evento uma ação que expõe populações aos riscos. As forças da natureza são independentes de qualquer vontade humana, elas sempre ocorreram e sempre ocorrerão. Mas os efeitos dessas forças no espaço geográfico são decorrentes das configurações da sociedade.

Analisar, estudar e mapear um tipo de desastre natural passa, necessariamente, pela captação das fontes e origens dos eventos perigosos e pela maneira como seus efeitos são percebidos pela sociedade, o estrago causado, as perdas e as mudanças de vida decorrentes de sua passagem.

O sistema de análise do espaço geográfico proposto por Bertrand e Bertrand (2009), composto pelo Geossistema, pelo Território e pela Paisagem, forneceu em seus pressupostos teóricos os elementos para as análises, pois englobam os tempos e os espaços presentes na natureza, fonte de origem dos eventos perigosos, as territorialidades emanadas do sistema social e econômico, que fornece os recursos, ou a falta deles, e por fim, traz a paisagem, espaço-tempo do ressurgimento, que também traz elementos e características socioculturais expressas nas construções e costumes, materializados no patrimônio histórico e cultural das diferentes comunidades.

Essa proposição é uma estratégia de análise em três espaços e três tempos.

O tempo do geossistema é aquele da natureza antropizada: é o tempo da fonte, das características bio-físico-químicas de sua água e de seus ritmos hidrológicos. O tempo do território é aquele do social e do econômico, do tempo do mercado ao tempo do “desenvolvimento durável”: é o tempo do recurso, da gestão, da redistribuição, da poluição-despoluição. O tempo da paisagem é aquele do cultural, do patrimônio, do identitário e das representações: é o tempo do retorno às fontes, aquela do simbólico, do mito e do ritual (BERTRAND; BERTRAND, 2009, p. 313).

Tentar adaptar e aplicar tal conceito em um modelo de análise do risco de ocorrência de desastres naturais não é tarefa fácil, pois, geossistema, território e paisagem, são categorias da geografia que até os dias de hoje podem causar certa discórdia e trazer algumas confusões analíticas.

O que pode tranquilizar o pesquisador e trazer impulso para esta tese, é que o GTP, como o próprio Bertrand afirma, não substitui nada. “É uma tentativa, de ordem geográfica, para matizar, ao mesmo tempo, a globalidade, a diversidade e a interatividade de todo sistema ambiental. Ele não é um fim em si mesmo. É apenas uma ferramenta. É apenas uma etapa” (BERTRAND; BERTRAND, 2009, p. 306).

Pois bem, para alcançar esta etapa e prover uma ferramenta interativa de análise de riscos que consiga através da concepção de espaço total, englobar uma quantidade considerável de elementos do espaço por meio de um conceito tridimensional é preciso aprofundar nos três conceitos presentes na proposta de Bertrand.

### 1.2.1 GEOSSISTEMA

No conceito GTP, o geossistema representa a natureza, mesmo que modificada pela ação do homem, sendo assim o tempo da fonte, das características naturais do meio, das dinâmicas atmosféricas, geológicas, geomorfológicas e hidrológicas.

Em uma análise de risco de ocorrência de desastres naturais, o geossistema é constituído dos elementos que compõem um evento natural perigoso. Por exemplo, ao analisar por meio do conceito GTP um desastre ocorrido por um deslizamento de terras, o geossistema será composto pelos elementos geradores do evento, ou seja, o solo, a característica do relevo, as chuvas, etc.

Para introduzir o geossistema na análise de risco de ocorrência de desastres naturais é preciso entender o surgimento do conceito. A partir de uma visão sistêmica, tentando aprimorar ou geografar o conceito de ecossistema, tão difundido no meio científico ambiental, a Geografia desenvolveu alguns estudos no sentido de aplicar um modelo próprio à ciência geográfica, o geossistema.

A postura em delimitar as questões geográficas sob a visão sistêmica favoreceu e dinamizou o desenvolvimento da Ciência Geográfica. A aplicação da teoria geral dos sistemas (“General systems theory”) nos estudos geográficos “serviu para melhor focalizar as pesquisas e para delinear com maior exatidão o setor de estudo desta ciência, além de propiciar oportunidade para reconsiderações críticas de muitos dos seus conceitos” (CHISTOFOLETTI, 1979, pg. 12).

O surgimento dessa proposta de "sistema" era perfeitamente natural porquanto, embora surgida nas ciências naturais a formalização em uma "Teoria Geral dos Sistemas" por BERTALANFFY (1950) extravasou para a ciência como um todo. E não poderia ficar ausente da Geografia (MONTEIRO, 1996, p.8).

Para uma fundamentação teórico-metodológica do conceito de geossistema, buscou-se embasamento em alguns dos principais pensadores sobre este tema, sendo encontrando nos conceitos russo-soviético e francês as mais relevantes contribuições.

O conceito de geossistema tem suas premissas na concepção de paisagem, sendo que alguns autores o colocam como um modelo teórico da paisagem. A partir dessa concepção Carl Troll incorporou ao conceito de paisagem as abordagens praticamente contemporâneas da Ecologia, definindo ecótopo como a extensão do conceito de biótopo à totalidade dos elementos geográficos, em especial os abióticos, dando assim as primeiras pinceladas para o futuro conceito de geossistema (PASSOS, 2006).

Sotchava, no início da década de 1960, propôs o nome geossistema para o conjunto de componentes, processos e relações dos sistemas que integram o meio ambiente físico, em que pode ocorrer exploração biológica (TROPPEMAIR, 1989).

Os geossistemas são os sistemas naturais, de nível local, regional ou global, nos quais o substrato mineral, o solo, as comunidades de seres vivos, a água e as massas de ar, particulares às diversas subdivisões da superfície terrestre, são interconectados por fluxos de matéria e de energia, em um só conjunto (SOTCHAVA, 1978 apud PASSOS, 1988, p.66).

Para conceituar o geossistema, Sotchava utilizou a teoria sobre paisagens elaborada pela Escola Russa, interpretando essa herança sob uma visão da Teoria Geral de Sistemas, assim, o geossistema era conceituado como uma formação sistêmica, formada por cinco atributos fundamentais: estrutura, funcionamento, dinâmica, evolução e informação (RODRIGUEZ; DA SILVA, 2002).

O termo geossistema foi introduzido na literatura soviética para estabelecer uma tipologia aplicável aos fenômenos geográficos, enfocando aspectos integrados dos elementos naturais numa entidade espacial em substituição aos aspectos da dinâmica biológica utilizada no estudo dos ecossistemas (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Nesse sentido, Sotchava diferencia as concepções de geossistema e ecossistema, explicando que os ecossistemas são complexos monocêntricos ou biocêntricos em que o ambiente natural e seu embasamento físico são estudados do ponto de vista de suas conexões com os organismos, enquanto os geossistemas são policêntricos, abrangendo complexos biológicos e envolvendo a totalidade dos componentes naturais na perspectiva de suas conexões, sendo de espectro mais amplo do que a concepção ecossistêmica (ROSS, 2006).

Diante desse policentrismo, ficam claros alguns componentes do geossistema: “os abióticos (litosfera, atmosferas, hidrosfera que formam o geoma), os bióticos (flora e fauna), e os antrópicos (formado pelo homem e suas atividades)” (ROUGERIE; BEROUTCHACHVILI, 1991, p. 51).

Em uma análise sobre a proposição teórico-metodológica e prática apresentada pelos geógrafos da ex-URSS, Ross (2006) coloca como significativo marco a mudança de postura dos geógrafos diante dos problemas de planejamento, de desenvolvimento econômico e social e dos problemas ambientais, colocando como uma preocupação da Geografia a aplicação dentro de um discurso de desenvolvimento que leve em conta a conservação e preservação da natureza.

Em seu surgimento e amadurecimento é possível observar que o conceito de geossistema empregado nas análises dos geógrafos russos se volta em especial para os componentes físicos da natureza. Não se chega a negligenciar a presença do homem por meio das ações antrópicas, porém, este não é a base para as análises e muito menos para a delimitação dos geossistemas.

O conceito francês de geossistema foi desenvolvido nas décadas de 1960 e 1970 com os pesquisadores Bertrand e Tricart. Inspirados nas concepções geocológicas de Troll e nos geógrafos da ex-URSS eles elaboraram suas

pesquisas e chegaram a proposições teórico-metodológicas próprias. Assim, em 1968, Bertrand publicou o trabalho *Paysage et géographie physique globale: esquisse méthodologique*, no qual apresenta sua concepção de geossistema (ROSS, 2006).

Bertrand define geossistema como “situado numa determinada porção do espaço, sendo o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos, que fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução” (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Apesar do conceito de geossistema, tanto dos pensadores russos quanto dos franceses, terem aporte teórico na noção de paisagem ecológica, iniciada por Troll no final da década de 1930 e conseqüentemente no conceito de ecossistema (Ross, 2006), foram os franceses que trabalharam o geossistema como um modelo teórico da paisagem, tornando-o um nível dentro da escala de análise da paisagem.

Bertrand (1971), no esforço para definir, caracterizar e classificar as unidades de paisagens estabeleceu seis diferentes níveis taxonômicos em função da escala de tratamento das informações: zona; domínio; região; geossistema; geofáceis e geótopo.

Nas proposições iniciais de Bertrand é possível observar que o geossistema é sempre tratado como uma unidade da paisagem, não estando devidamente amadurecido a ponto de ser um conceito geográfico. No início era muito mais uma categoria de diferenciação cartográfica ou uma unidade taxonômica da paisagem do que propriamente um conceito ou uma abstração.

É possível verificar isso quando o autor cita em suas obras os exemplos do geossistema Sierras Planas ou mesmo o geossistema da vertente norte da Montanha Negra, descrevendo todos os componentes destas unidades da paisagem. Mas, como os próprios autores colocam, “este exemplo permite esboçar uma definição teórica de geossistema” (BERTRAND; BERTRAND, 2009, p. 41).

Em nota de esclarecimento, Bertrand e Bertrand (2009, p. 91) falam em um “esforço de uniformização conceitual e de simplificação da linguagem [...] para uma linguagem mais lógica, como a de V. B. Sotchava, que faz do geossistema, como o ecossistema, uma abstração e um conceito”.

A partir dessa tentativa de abstração, surge a todo o momento a necessidade de dar um enfoque especial nas diferenças entre ecossistema e geossistema, uma vez que eles cumprem funções análogas mesmo se utilizando de conceitos

diferentes. As duas possuem finalidades naturalistas e alguns elementos de domínio econômico e social, mesmo que muito superficial. (BERTRAND; BERTRAND, 2009).

Na busca de se distanciar do ecossistema o geossistema parte para uma tentativa de inserção maior dos elementos antrópicos em seu conceito, surgindo daí termos como “antropização do geossistema”, como uma tentativa de inserir o elemento humano em seu quadro teórico; “perspectiva social do geossistema”, como forma de encontrar uma metodologia capaz de interligar dados naturais com os sistemas de produção socioeconômicos; “arqueologia do geossistema”, como esforço de fazer do geossistema algo aproximado com uma possível história natural e social, com necessidade de reunir e confrontar diferentes cronologias e histórias (BERTRAND; BERTRAND, 2009).

É possível perceber que estes termos têm muito a ver com a evolução do conceito de paisagem e geossistema de Bertrand que culminaram na metodologia do GTP, com o próprio geossistema como elemento, sua antropização e perspectiva social transformada em território e sua arqueologia análoga à paisagem.

Mas antes de chegar a alguma conclusão quanto a isso, se faz necessário entender como foi a influência do conceito de geossistema no Brasil, onde o termo geossistema vem sendo discutido e empregado por importantes autores. Alguns trabalhos merecem destaque: Passos (1988; 2006); Troppmair (1989; 2000); Christofletti (1999); Monteiro (2000); e Ross (2006).

Troppmair (1989) conceituou geossistema como “um espaço que se caracteriza pela homogeneidade dos seus componentes, suas estruturas, fluxos e relações que, integradas, formam o sistema do ambiente físico onde há exploração biológica”.

Para Passos (2006) “o geossistema corresponde a um determinado tipo de sistema. [...] O geossistema, como o ecossistema, é uma abstração, um conceito, um modelo teórico da paisagem”.

Monteiro (2000, p. 81) descreve que o geossistema visa a “integração das variáveis naturais e antrópicas, fundindo recursos, usos e problemas configurados em unidades homogêneas assumindo papel primordial na estrutura espacial que conduz ao esclarecimento do estado real da qualidade do ambiente do diagnóstico”.

A modelagem do geossistema deve representar uma realidade espacial que assume um jogo de relações sincrônicas, de uma Inteireza Diacrônica, devendo ter uma simultaneidade e intimidade de correlação na análise temporal e ser montado sob uma perspectiva de um sistema singular complexo onde os elementos

socioeconômicos não sejam vistos como outro sistema, oponente e antagônico, mas sim incluído no próprio sistema (MONTEIRO, 2000).

Apesar da semelhança das definições, o geossistema se diferencia claramente do ecossistema pelo fato da sua territorialização e de sua antropização, ou seja, o conceito de geossistema possui toda uma carga de história humana (PASSOS, 2006).

Como não poderia ser diferente, a teorização do conceito feita por pesquisadores brasileiros possui toda a carga vinda do conceito russo e francês. Porém, é possível observar que o amadurecimento proporcionou a incorporação mais bem resolvida de componentes, especialmente os que trazem cargas antrópicas.

Assim, a aplicação do conceito de geossistema se deu em diferentes áreas dentro da ciência geográfica, quase todas no campo da chamada Geografia Física, mas a maioria com caráter de interação entre natureza e sociedade. Dentre estes citamos os estudos de classificação de geossistemas para análise ambiental (TROPPEMAIR, 1983; VEADO, 1999; MONTEIRO, 2000); estudos de gestão e análise ambiental em bacia hidrográfica (CUNHA; FREITAS, 2004); estudos sobre paisagem rural (DIAS; SANTOS, 2007); cartografia ambiental (MARTINELLI, 2003); ordenamento territorial (ROSS, 2006; GONÇALVES, 2009); geomorfologia costeira (DIAS; OLIVEIRA, 2012), entre outros.

Em suma, o geossistema é a espacialização do que a natureza tem como história e processos para contar, ela é capaz de mostrar o substrato rochoso, o extrato geográfico, a dinâmica atmosférica, a vertente, o ciclo hidrológico e a junção do meio bio-físico-químico, mesmo que antropizado.

Quando tratamos de desastres naturais o geossistema se torna o indicador que o meio bio-físico-químico antropizado pode fornecer quanto fluxos de energia, forças impressas, suscetibilidades naturais, enfim, o geossistema tem a capacidade de mostrar a natureza agindo por meio de processos que desencadeiam um evento natural perigoso.

Estes processos podem desencadear mecanismos de retroalimentação nos geossistemas, cabendo ao pesquisador entender os efeitos destes processos que podem fazer com que haja uma transformação em um determinado local. A retroalimentação é o “processo que os geossistemas possuem de auto-regulação de acordo com os fluxos de energia e matéria que percorrem a sua estrutura e têm a

capacidade de alterá-la ou de mantê-la intacta". (VEADO, 1999, p. 24). E o geossistema é apenas um dos três espaços e tempos desta estratégia tridimensional de análise geográfica que ainda inclui o território e a paisagem como elementos deste complexo sistema.

### 1.2.2 TERRITÓRIO

O conceito de território no GTP está ligado aos elementos do sistema socioeconômico, do tempo do mercado ao tempo do desenvolvimento econômico, se tornando o tempo do recurso, da gestão, da redistribuição (BERTRAND; BERTRAND, 2009).

A perspectiva territorial torna-se adequada na análise dos riscos, pois os territórios e suas territorialidades expressam a dinâmica e desenvolvimento das comunidades circundadas por seus limites, bem como traduzem as expressões sociais e econômicas formadoras do território, espaço de vivência, de trocas e de repouso.

É interessante observar o desenrolar do conceito de território dentro do GTP, na qual, em um primeiro olhar, parece um tanto pobre em relação ao amadurecimento que tal conceito teve nos últimos tempos na ciência geográfica.

Na parte de sua obra "consagrada ao território, isto é, ao espaço geográfico produzido e vivido pelas sociedades sucessivas" (BERTRAND; BERTRAND, 2009, p. 146), é possível verificar que muitas vezes o conceito de território proposto se confunde com o de paisagem, como a própria definição acima.

Com um passar de olhos neste capítulo é possível identificar a maior frequência de uso da palavra "paisagem" do que o uso da palavra "território", isso se deve ao fato da própria geografia francesa trazer em seu bojo a utilização mais comum de paisagem em detrimento ao território.

Não existe uma definição clara ou uma teorização em torno do conceito território, que muitas vezes ele se confunde e se sobrepõe a outros conceitos, mesmo assim, é possível pinçar alguns importantes direcionamentos, como a consideração de que "não existe território sem terra" (BERTRAND; BERTRAND, 2009, p. 146).

Citação essa que corrobora com muitas outras de diferentes autores e pensadores deste tema, como Gotmann (2012, p. 525) que define o território como

“porção do espaço geográfico, ou seja, espaço concreto e acessível às atividades humanas. Como tal, o espaço geográfico é contínuo, porém repartido, limitado, ainda que em expansão, diversificado e organizado”.

Muitas vezes é mostrado por Bertrand uma preocupação em unir o conceito de território a uma dimensão socioeconômica na análise sistêmica. Com uma proposta de “territorializar o meio ambiente” o autor tenta “restabelecer a combinação geográfica na sua dupla dimensão socioeconômica e biofísica, as vezes material e imaterial” (BERTRAND; BERTRAND, 2009, p. 147).

Mesmo que o conceito de território não seja suficientemente abordado em suas obras, mesmo que às vezes tal conceito se confunda com paisagem, mesmo dando a impressão que o “território” em suas obras se remeta especialmente ao meio rural, inclusive com uma grande carga de utilização do conceito de “terroir<sup>1</sup>”, mesmo com tudo isso, Bertrand conseguiu mostrar o que estava querendo dizer quando definiu o tempo do território como “aquele do social e do econômico, do tempo do mercado ao tempo do “desenvolvimento durável”: é o tempo do recurso, da gestão, da redistribuição, da poluição-despoluição” (BERTRAND; BERTRAND, 2009, p. 313).

Com isso foi possível buscar em outros autores o conceito de território, com objetivo de trazer a maior gama de elementos do território para o modelo de análise dos desastres naturais, e essa busca tendeu a se tornar interminável, assim, foi necessário se ater em apenas alguns autores, especialmente os que permitiram enriquecer o modelo com suas teorias e aplicações do conceito em seus estudos.

Em uma definição mais tradicional e simplista é possível conceituar o território como uma porção do espaço geográfico sob jurisdição de um governo, com seu aparato e suporte para o corpo político organizado sob uma estrutura de governo, se tornando a arena espacial do sistema político desenvolvido em um Estado nacional ou uma parte deste que é dotada de certa autonomia (GOTTMANN, 2012).

Desde a origem, o território nasce com uma dupla conotação, material e simbólica, pois etimologicamente aparece tão próximo de *terra-territorium* quanto de *térreo terror* (terror, aterrorizar), ou seja, tem a ver com dominação (jurídico-política) da terra e com a inspiração do terror, do medo - especialmente para aqueles que, com esta dominação, ficam aliados da terra, ou no "territorium" são impedidos de entrar. Ao mesmo tempo, por outro lado, podemos dizer que, para aqueles que têm o privilégio de plenamente usufruí-

---

<sup>1</sup> Porção do território de uma região, que são totalmente ou em parte localizáveis, entre as explorações agrícolas e seus utilizadores do espaço, relação que tem influência sobre os sistemas de produção e sua evolução (DEFFONTEINES; PETIT, 1985, p.10).

lo, o território pode inspirar a identificação (positiva) e a efetiva "apropriação" (HAESBAERT, 2007, p.20).

A noção de território é aplicada aos homens e às relações entre os homens sob uma forma social, ou seja, definido como a área de uma prática social, de um comportamento social, de uma categoria social específica. Assim, no interior deste território, os indivíduos e os grupos se sentem na própria casa, em segurança (PASSOS, 2006).

Frente a um evento perigoso que põe uma vida em risco, que tende a afetar as infraestruturas e o local onde se habita, nada mais justo do que se sentir em casa e em segurança. Mas é preciso lembrar que nem todos têm o acesso a este sentimento de segurança existente na ocupação de seu território.

Território, assim, em qualquer acepção, tem a ver com poder, mas não apenas ao tradicional "poder político". Ele diz respeito tanto ao poder no sentido mais explícito, de dominação, quanto ao poder no sentido mais implícito ou simbólico, de apropriação (HAESBAERT, 2007, p.21).

Por isso a territorialização é a apropriação social de um fragmento do espaço a partir das relações sociais, das regras e normas, das condições naturais, do trabalho, das técnicas, das redes de circulação e comunicação, das conflitualidades que envolvem as diferenças e desigualdades bem como identidades e regionalismos, historicamente determinados (SAQUET, 2011).

Mais do que isso, "o território é resultado e determinante da reprodução da relação sociedade-natureza e da concomitante territorialização" (SAQUET, 2011, p. 27). Assim, "um território é um espaço socialmente selecionado para a vida e a sobrevivência de um sistema" (CHESNAIS, 1982, p. 278).

Saber sobre o geossistema é a oportunidade de entender a dinâmica natural. Mas entender o território é ter a certeza de como os eventos da natureza incidirão sobre o espaço onde a territorialidade está impressa, é saber se algo será mais afetado, se alguém correrá mais risco por conta da configuração territorial.

Além disso, o território engloba uma série de tendências e impressões sociais inerentes à sua criação, as territorialidades, formadas através da força do capital, através das relações sociais, relações de poder, redes de circulação e comunicação, etc. Essa miríade territorial, este emaranhado de temas, faz do território um elemento de análise complexa.

Tratando-se de risco de ocorrência de desastres naturais, cabe à pesquisa destrinchar os fatores de formação do território que interferem diretamente na dinâmica dos eventos e suas implicações no território, ou, como as territorialidades são fator de influência para a ocorrência dos desastres, e quais são estes fatores.

Com bases epistemológicas renovadas e críticas, as considerações desta tese acerca do território encontraram alguns pontos de partida, onde as mudanças sociais e espaciais ocorridas com a globalização servem para explicar os processos de territorialização, desterritorialização e reterritorialização, vinculados à valorização do capital, com efeitos, impactos e implicações no campo e na cidade (SAQUET, 2011).

A compreensão do território como movimento é construída social e historicamente pelos agentes do capital e do Estado, envolvendo diferentes classes sociais, interesses e intenções, apropriação e uso do espaço, redes de circulação e a gestão voltada para o desenvolvimento territorial (SAQUET, 2011).

Por meio da definição extraída da concepção de Saquet é possível se colocar frente a frente com o problema, ou seja, os interesses dos agentes do capital, a ausência ou deficiência das ações do Estado, tudo isso são fatores de exclusão ou deficiência nas estruturas sociais e econômicas e nas infraestruturas urbanas, elementos que são o estopim para um quadro de vulnerabilidade.

Muito além de entender como o território se forma, sua territorialização, é preciso entender seu funcionamento e como se dão as ações em seu interior, assim, um elemento importante em sua dinâmica são as relações de poder.

O poder significa, nessa perspectiva, relações sociais conflituosas e heterogêneas, múltiplas e intencionais; relações de força que extrapolam a atuação do Estado e envolvem e estão envolvidas em outros processos da vida cotidiana, nas famílias, nas universidades, nas igrejas, nos lugares de trabalho, etc. [...] Tanto as relações de poder como a apropriação territorial são multiformes, materializando-se no movimento transtemporal descontínuo e contínuo da sociedade e da natureza. [...] (SAQUET, 2011, p. 64).

Mas como as relações de poder são dinamizadas dentro de um território? Como a multiplicidade do conflito e das relações caminha dentro de seus limites. É preciso entender essa dinâmica, uma vez que, entendendo o funcionamento destas relações, a iluminação do conceito de território e sua influência no tema proposto será mais clara.

Para isso é preciso entender que no território, existem relações múltiplas, internas e externas, existe uma ligação entre indivíduos e lugares, uma transição espacial e temporal em múltiplas escalas, formadas por redes, redes estas que interligam o local com outros lugares de todo o mundo, estando em relação com sua natureza exterior, podendo ser extensas ou densas, interligando lugares, pessoas, promovendo circulação e comunicação, tudo isso através de uma pluralidade de centros de redes que interconectam os lugares (DEMATTEIS, 1985, 1995, 1997 e 1999; SAQUET, 2011).

Nas territorialidades e nos territórios, há relações de poder, redes de circulação e comunicação, controle de recursos naturais, entre outros componentes que indicam relações sociais entre sujeitos e entre esses com seu lugar de vida, tanto econômica como política e culturalmente (SAQUET, 2011, p. 85).

A exposição acima permite compreender mais claramente como o espaço-tempo do território será utilizado neste modelo conceitual. A começar pelas ações de produção e reprodução do capital, que imprimem diferentes territorialidades dentro de uma cidade onde a segregação espacial é dinamizada pela diferença de renda, em outras palavras, as populações mais pobres passam a ocupar os piores espaços nas cidades.

Essa questão está intimamente ligada às relações de poder dentro de um território, o poder econômico, o poder político, o poder do Estado, um ligado ao outro. O poder econômico com seus interesses e com os recursos necessários para influenciar o poder político, que acaba interferindo diretamente na ação ou na inércia do Estado.

As redes também são fatores predominantes nesta tese, elas podem servir para ligar locais para escoamento de contingentes, trazer a comunicação em casos de emergências, alertas, e notícias. Enquanto que a carência de redes ou sua intermitência aumenta a crise, diminui a fluidez, tanto de informação quanto de pessoas, que podem, em determinado momento, precisar fugir de um lugar para o outro. “As estradas, dependendo das condições sociais e territoriais dos sujeitos, podem facilitar ou dificultar a circulação de pessoas, automóveis, caminhões, mercadorias e informações.” (SAQUET, 2011, p. 83)

Elementos suficientes tornam o território fundamental na análise do risco. Espera-se compreender, operacionalizar suas entidades, atributos e

relacionamentos e transportar para o modelo conceitual os elementos que desvendem a diversidade territorial para validar esta proposta.

A diversidade territorial do mundo contemporâneo é resultado da imbricação entre duas grandes tendências ou lógicas sócio-espaciais, uma decorrente mais dos processos de diferenciação/singularização, outra dos processos de desigualização, padronizadores (mas nem por isso homogeneizantes). Podemos mesmo associar esta questão com aquilo que Gibson (1998) denomina os dois discursos distintos que marcam a interpretação da vida social nos anos 80 e 90: os debates em torno da “polarização social”, que priorizam a desigualdade econômica e a estratificação em classes sociais, e as teorias ou “representações da diferença”, que valorizam a construção social do gênero, etnia, sexualidade etc. (HAESBAERT, 1999, p.23).

A priorização das desigualdades econômicas e a estratificação em classes sociais cada vez mais latentes na sociedade capitalista contribuem para um quadro de instabilidade estrutural quando falamos em capacidade de enfrentamento e recuperação frente aos desastres naturais, chegando ao ponto de se estabelecer quadros que podemos chamar de desterritorialização e reterritorialização decorrente dos efeitos dos desastres.

Geograficamente falando, não há desterritorialização sem reterritorialização pelo simples fato de que o homem é um "animal territorial" (ou "territorializador", como afirmou o sociólogo Yves Barel). O que existe, de fato, é um movimento complexo de territorialização, que inclui a vivência concomitante de diversos territórios - configurando uma multiterritorialidade, ou mesmo a construção de uma territorialização no e pelo movimento (HAESBAERT, 2004a). Por outro lado, é na dimensão mais propriamente social da desterritorialização, tão pouco enfatizada, que o termo teria melhor aplicação, pois quem de fato perde o "controle" e/ou a "segurança" sobre seus territórios são os mais destituídos, aqueles que se encontram mais "desterritorializados" ou, em termos mais rigorosos, mais precariamente territorializados (HAESBAERT, 2007, p.20).

É possível imaginar, por exemplo, o triste fato de ser desalojado após um desastre natural, perder seu “território”, sem ter a chance de se restabelecer em curto prazo, sem ter sequer a possibilidade de salvar parte de seus pertences, objetos e coisas que contam parte de sua história.

Pensemos também na dificuldade de se reerguer perante a tal fato. Deve-se ter em mente que, apesar de existirem exceções, geralmente isso ocorre com os mais

vulneráveis, possuidores de maior dificuldade de encontrar novos lugares para habitar ou reerguer seus antigos lares.

### 1.2.3 PAISAGEM

Eis o mais subjetivo tema do modelo conceitual proposto nesta tese, o que trará maiores dificuldades de aplicação e que, talvez, seja impossível de quantificar, mas que dará muito prazer em qualificar, pois, toda territorialidade materializada em um espaço natural está impregnado de cultura e acaba se tornando uma paisagem diante dos olhos do observador.

No conceito tripolar GTP a paisagem é aquela do cultural, do patrimônio, do identitário e das representações. Traz consigo aspectos dos simbolismos da sociedade, com seus mitos, ritos e rituais. “Com a paisagem entramos no mundo das representações da natureza, em um meio de sensibilidade e subjetividade” (BERTRAND; BERTRAND, 2009, p.125).

Mas antes de adotar este conceito para essa análise, é preciso entender como a paisagem viajou pela ciência geográfica até chegar aqui, e não foi uma viagem fácil, ela foi cheia de confusões, esquecimentos, múltiplos caminhos, nenhum dono, uma história de negação e resgate.

A palavra *paisagem* procede da linguagem comum com o sentido de lugar. Ao final do século XV, a paisagem começa a ser um fenômeno, ou seja, aquela que, nas relações do homem com seu meio, privilegia a subjetividade, se exprimindo de maneiras diferentes, segundo os tempos e as áreas culturais (PASSOS, 2006).

Para alguns geógrafos a paisagem “expressava o relacionamento entre o homem e o meio e caracterizava as diferenças entre as áreas, mostrando concreta e objetivamente os diversos acontecimentos [...]” (CHRISTOFOLETTI, 1982, p.71).

O conceito de paisagem na Geografia era entendido como o conjunto de elementos observáveis desde um ponto alto. De acordo com Passos (2006, pg. 40).

A partir do século XIX, o termo paisagem é profundamente utilizado em Geografia e, em geral, se concebe como o conjunto de “formas” que caracterizam um setor determinado da superfície terrestre. A partir dessa concepção que considera puramente as formas, o que se distingue é a heterogeneidade da homogeneidade, de modo que se podem analisar os elementos em função de sua forma e magnitude e assim se obter uma classificação de paisagens: morfológicas, vegetais, agrárias, etc.

É mister dizer que o conceito paisagem obteve uma capacidade de mutação e múltiplas definições, tanto quanto as línguas que utilizavam este significado para expressar algo observado, objeto de decoração, passível de descrição. A paisagem passou a se difundir e a se fundir com o cotidiano.

Uma de suas traduções, a paisagem, ou seu termo alemão *Landschaft*, foi desenvolvida por Humboldt e aprimorada por Dokuchaev, Passarge e Berg no final do século XIX e início do século XX, sendo um conceito naturalista, expressava a ideia da interação entre todos os componentes naturais e um espaço físico concreto. Ela tornou-se o tema central da sociedade, por meio do triunfo da imagem e da sensibilidade, do formal e das aparências, do efeito especial, da decoração, criando identidade cultural do patrimônio dos indivíduos e das sociedades (BERTRAND; BERTRAND, 2009).

Chegou a ser conceituada como o resultado das ações da cultura ao longo do tempo, sendo modelada pelos grupos sociais, a partir de uma paisagem natural. Assim, na formação da paisagem, a cultura era o agente, a paisagem natural o meio, e a paisagem cultural o resultado (SAUER, 1925).

A paisagem como resultado de um processo de impressão de ações e costumes acaba se tornando uma projeção da coletividade humana sobre a porção do espaço ocupado, podendo ser estratificada em vários espaços, de acordo com as atividades e formas de existência de determinados grupos e a natureza de suas relações com tais atividades (GEORGE, 1966).

Ela se impõe na sua globalidade, é um objeto socializado, uma imagem, que existe através do fenômeno da percepção e interpretação sócio-psicológica, mas também é uma estrutura natural, concreta e objetiva, independente do observador. Sua imagem social é produto de uma prática econômica e cultural (BERTRAND; BERTRAND, 2009).

A paisagem é reconhecida como um fenômeno natural e definida como um fenômeno cultural. Considerada, ao mesmo tempo como objeto e sujeito, realidade ecológica e produto social, englobando em um mesmo movimento o objeto espacial e os diferentes usos e percepções ligados às diferentes práticas sociais (BERTRAND; BERTRAND, 2009).

A paisagem pode ser analisada como a materialização das condições sociais de existência diacrônica e sincronicamente. Nela poderão persistir elementos naturais, embora já transfigurados. O conceito de paisagem privilegia a coexistência de objetos e ações sociais na sua face econômica e cultural manifesta (SUERTEGARAY, 2001, p. 5).

É possível observar que os principais aspectos do conceito de paisagem são o tempo e a ação do homem. A paisagem é concebida pela modificação da natureza pelas atividades humanas, ela é modificada ao bel prazer de seus ocupantes graças às mudanças de padrões, ficando para a posteridade até que surjam novas mudanças.

As paisagens têm sempre o caráter de herança de processos de atuação antiga, remodelados e modificados por processos de atuação recente [...]. Na verdade, ela é uma herança em todo o sentido da palavra: herança de processos biológicos e fisiográficos, e patrimônio coletivo dos povos que historicamente as herdaram com território de atuação de suas comunidades. (AB'SÁBER, 2012, p.9).

É possível dizer que a paisagem é sempre o legado que fica de algo que passou ou algo que está marcando suas características em determinado local. Esse caráter de herança citado por Ab'Saber, é esse o caráter da paisagem. Primeiro herda-se o planeta em seu início, sua natureza; ele é transformado por meio da atuação de sucessivas sociedades; os processos de transformação são acelerados à medida que os modos de produção foram sendo alterados de acordo com evoluções ou involuções, dependendo do ponto de vista. O que ficaram nestes entremeios de mudanças são as paisagens.

A paisagem é o resultado cumulativo desses tempos [...] é formada pelos fatos do passado e do presente. A compreensão da organização espacial, bem como de sua evolução, só se torna possível mediante a acurada interpretação do processo dialético entre formas, estrutura e funções através do tempo (SANTOS, 2012, p.28).

Quando se faz referência a ação do tempo na concepção da paisagem, o processo de análise se torna praticamente um exercício de arqueologia, é preciso desvendar quais as marcas impressas pelas sociedades passadas, fazendo isso, existe a necessidade de saber como estas marcas estão integradas às sociedades atuais.

Outro ponto importante na análise é a durabilidade da paisagem, podendo “sumir” sem aviso ou prazo de validade graças aos diversos fenômenos de caráter social decorrentes dos modos de produção que alteram as funções da paisagem, fazendo com que adquiram novas funções, se descaracterizando ou até mesmo sendo substituídas por outras paisagens.

Esse fato pode ocorrer também como resultado de uma ação independente de fatores sociais ou de modos de produção. É o caso dos desastres naturais, que possuem capacidade de devastar territórios, destruir paisagens e alterar geossistemas. Especialmente no caso das paisagens o desastre pode agir de muitas formas, destruindo fisicamente estruturas formadoras, modificando as funções e ações culturais, abalando psicologicamente os agentes mantenedores da paisagem, podendo esta ser, inclusive, abandonada ou evacuada.

Para compreender a paisagem onde incide um desastre natural é preciso partir do comum, do fenômeno puro e simples, porém totalizador. Um desastre natural é um fato ocorrido, verificado e compreendido por todos, mesmo que por senso comum. Mas ele possui características diferentes para quem sofre o desastre, para quem lida com as emergências e contingências, e para o espectador distante.

Ele possui sua característica de fenômeno natural, independentemente de quem sofre, analisa ou assiste. Ele pode conter caráter de perda de bens e vidas, necessidade de investimento de recursos públicos, vontade de ajudar através de doações, etc.

Em suma, analisar um desastre natural por meio da estratégia tridimensional presente no GTP, utilizando o conceito de totalidade, significa entender o espaço geográfico em três espaços e três tempos.

Tal análise totalizadora pode fazer ampliar os horizontes para entender os efeitos de um fenômeno de ordem natural, como os desastres naturais, que atingem as sociedades de maneiras diferentes de acordo com seus aspectos sociais e econômicos, mas que, no momento em que atingem um determinado local, podem destruir comunidades inteiras, a identificação e a identidade das pessoas, alterando o geossistema, devastando o território e destituindo a paisagem.

O conceito de totalidade é uma construção válida no exame da complexidade de fatores a serem examinados na análise do contexto espacial. Como a totalidade é um conceito abrangente, importa fragmentá-lo em suas partes constituintes para um exame mais restrito e concreto (SANTOS, 2012, p.70).

Nos desastres naturais as partes constituintes podem ser agrupadas dentro das três dimensões do GTP. Como sugerido por Milton Santos (opt. citado), será preciso fragmentar os componentes dos desastres naturais para um minucioso exame, assim, cada dimensão do GTP trará os elementos inerentes aos seus tempos e espaços, com suas variáveis e atributos.

O modelo conceitual apresentado nessa tese cumprirá a função de sistema integrador dos temas, variáveis e atributos através de ligações e cruzamento de informações dos mais variados tipos, com objetivo de produzir novos elementos decorrentes de combinações e interferência dos mais variados fatores. Como coloca Santos (2012, p.70) “Ao avaliar as contribuições de um conjunto de fatores, não se pode ignorar a ação e reação de uns sobre os outros”.

Será possível por meio da aplicação de tal modelo de análise a compreensão da totalidade e, ao fim da análise, entender o funcionamento dos eventos naturais perigosos, sua influência nas sociedades e sua evolução até se tornar um desastre, decifrando assim os elementos do geossistema, território e paisagem.

*La nature est muette, certes. Pourtant, même les plantes peuvent commencer à témoigner lorsque l'attention de celui qui se soucie d'elle est sollicitée – sans mots, seulement à travers l'activité et l'observation humaines. L'environnement naturel devient ainsi un monde de signes et d'indices, un miroir, le symbole d'entités sensibles et de processus qui ne se voient pas à l'œil nu, mais apparaissent à celui qui, comme le dit le vieux Goethe, a appris à lire “dans le livre de la nature”. (BECK, 2001, p.388).*

Ler no livro da natureza, além disso, saber decifrar a terra, suas dinâmicas e forças, suas suscetibilidades e fragilidades, as condicionantes para uma ocupação, as potencialidades para uma exploração, as deficiências para o exercício de alguma atividade, tudo isso é possível apreender com o GTP.

## **2 MODELO CONCEITUAL: GEOSSISTEMA, TERRITÓRIO E PAISAGEM NA ANÁLISE DO RISCO DE DESASTRES NATURAIS**

As atividades humanas sempre ocorrem em um determinado espaço geográfico, este pode ser considerado o local onde a relação entre natureza e sociedade se dá, onde as transformações decorrentes da ação antrópica são imediatamente percebidas e onde os processos da dinâmica social, econômica e ambiental são observados com maior frequência.

O planejamento e gestão do espaço geográfico têm como objetivo primordial a ordenação do território afetado por tais transformações, buscando que o crescimento e o desenvolvimento sejam equilibrados e que as forças da natureza exercidas sobre as estruturas da sociedade tenham menor poder de destruição. Para tanto, o estudo e o planejamento desta ordenação territorial tem sido de grande importância.

O entendimento da realidade territorial contemporânea deve levar em conta os diversos níveis e esferas de origem e de articulação dos fenômenos, sejam eles para fins de intervenção e planejamento, ou decorrentes de movimentos espontâneos (SANTOS, 1991).

“O espaço, considerado um mosaico de elementos de diferentes eras, sintetiza, de um lado, a evolução da sociedade e explica, de outro lado, situações que se apresentam na atualidade” (SANTOS, 2012, p.36).

Captar essa multiplicidade de recortes, este mosaico de elementos e analisar tendências na perspectiva territorial e ambiental passam, necessariamente, por uma integração de informações presente em fontes naturalistas, socioeconômicas e socioculturais, nos marcos legais, nas metodologias de elaboração e nas formas de aplicação dos instrumentos e modelos.

Atualmente, a grande relevância científica, política, social, econômica e da mídia sobre os riscos de desastres naturais para a sociedade fez com que a criação de políticas e adoção de medidas de prevenção e ações capazes de diminuir as perdas e danos sociais e econômicos, adquirissem grande importância. Isso envolve diferentes agentes e atores da ciência, segurança, defesa civil e também da política, todos voltados para o processo de gestão de riscos, desde a construção de modelos com vista à sua avaliação e prevenção, até os processos de mitigação (CUNHA, 2013).

Pelo tipo de fenômeno envolvido nos riscos ditos naturais, as Ciências da Terra estão entre as que mais se têm debruçado sobre essa questão, particularmente no que diz respeito ao estudo da probabilidade temporal e espacial de ocorrência de fenômenos naturais capazes de pôr em perigo seres humanos, a sociedade, a economia e o ambiente, sobretudo se materializada através de sua cartografia (CUNHA, 2013, p.20).

Neste domínio de avaliação do risco, a Geografia possui um arcabouço teórico-metodológico que contribui para a definição do tipo de risco, sua magnitude, os fatores permanentes e desencadeantes, a velocidade de evolução, os danos ou perdas que poderá causar. Devemos considerar que a análise do risco precisa se firmar em um conhecimento sólido sobre as características físicas e humanas no território, sendo a Geografia imprescindível para isto (PEDROSA, 2012).

Na Geografia aceitam-se preferencialmente dois modelos conceituais de risco: um apresentado por Rebelo (2001; 2010), sintetizado em risco-perigo-crise, que corresponde à existência do risco, como probabilidade de ocorrência de um evento perigoso, passando para o perigo, no momento em que este risco é declarado, culminando na sua manifestação, onde as consequências acabam gerando quadros de crise; e outro modelo, como colocado por Cunha (2013, p.21) “[...] mais operativo, pelo menos do ponto de vista da Cartografia”, representada pela análise de dois fatores principais, a periculosidade e a vulnerabilidade.

Alguns trabalhos foram realizados, inclusive por nós, por meio da aplicação do modelo conceitual do risco proposto por Cunha *et al* (2011), alguns foram analisados na construção teórica desta tese e serviram para confirmar a grande valia da aplicação deste modelo e sua importância e significância para os trabalhos geográficos relacionados à ciência do risco, em especial às análises de riscos de ocorrências de desastres naturais. Mas também serviu para abrir uma via alternativa na metodologia de estudos sobre riscos.

A aplicação deste modelo na análise do risco de ocorrência de desastres naturais no Estado do Paraná teve importante contribuição na investigação dos padrões de suscetibilidade, probabilidade e vulnerabilidades dentro do território do Estado.

Mas, no debruçar sobre os componentes do modelo conceitual de risco, ascendeu-se uma luz para um possível cruzamento entre o modelo atual e um modelo tripolar de análise da paisagem como proposto por Bertrand e Bertrand

(2009). Assim, o modelo conceitual de risco poderia ser mais completo se fosse analisado em três tempos e três espaços.

Assim, a partir da análise integrada do risco de ocorrência de desastres naturais, utilizando o conceito tripolar GTP proposto por Bertrand, foi desenvolvido um modelo conceitual para subsidiar a comparação entre modelos e a validação desta proposição, denominado modelo GTP-Risco (Geossistema, Território, Paisagem aplicado a análise de Riscos).

Para Medeiros e Pires (2003, p. 39) “a concepção de uma aplicação geográfica deve passar pelos estágios de análise, projeto e implementação. A fase de análise concentra-se principalmente na modelagem de dados e processos”.

Assim, para delineamento dessa pesquisa, foi elaborado um fluxo operacional dos processos estabelecidos (Figura 2), desde a escolha da área, coleta dos dados, a maneira como eles foram trabalhados, a elaboração do modelo conceitual, a escolha do Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGDB), até a integração dos dados para análise.

**Figura 2** – Fluxograma operacional do Modelo GTP-Risco



**Fonte:** o próprio autor

O modelo conceitual buscou por meio da aplicação de ferramentas de geoprocessamento e da incorporação de atributos em um Sistema de Informações Geográficas agregar o conhecimento teórico de uma análise da paisagem integrada, ou seja, a do GTP, sob a concepção de espaço total e a operacionalidade de um modelo conceitual orientado a objetos com a possibilidade de representação cartográfica.

Apresentam-se neste capítulo os procedimentos da criação deste modelo conceitual, a operacionalização das informações em forma de objetos geográficos, a tradução da análise da paisagem por meio de utilização de técnicas de geoprocessamento e como as informações para o mapeamento do risco de ocorrência de desastres naturais no Paraná foram geradas.

## **2.1. GEOPROCESSAMENTO, SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS E O MODELO GTP-RISCO**

A Ciência Geográfica, em sua ímpar capacidade de análise integrada dos fenômenos da natureza e suas consequências para a sociedade, permite criar um escopo de ideias e pressupostos teóricos capazes de explicar, desde a origem dos fenômenos e eventos naturais, a maneira como a sociedade se porta perante os eventos e se comportam no território, até as consequências das forças incidentes na sociedade, provenientes da natureza, e as consequências dos atos da sociedade que interferem no meio.

Tais ideias e pressupostos teóricos, quase sempre podem ser materializados em representações cartográficas por meio de técnicas matemáticas e computacionais traduzidas sob o termo de geoprocessamento, uma vez que a maioria dos fenômenos geográficos acontece em um estrato delimitado no espaço.

Recentemente, a utilização dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG's) permitiu desenvolver os processos de modelação e, conseqüentemente, a cartografia dos riscos, quer na vertente da susceptibilidade, quer na área da vulnerabilidade, dando a esta área de estudos um carácter ainda mais aplicado (CUNHA, 2013, p. 154).

No caso das modelagens para análise de risco, é preciso destacar que, além dos elementos físicos da natureza, elementos da economia e da sociedade, tais sistemas também atuam sobre a dinâmica destes elementos, isso significa que a combinação destes fatores pode gerar informação que antes não era visível aos olhos, mas que com processamentos adequados passa a ser elemento passível de representação cartográfica.

O entendimento conceitual de um SIG inclui tanto os fenômenos estáticos quanto os eventos dinâmicos, sendo que a localização e outras características dos fenômenos também são medidas sobre o tempo. Um SIG inclui a representação das "coisas" sendo medidas, que são, normalmente, estruturadas na forma de temas, entidades e relacionamentos (LISBOA FILHO & IOCHPE, 1999, p. 74).

Os modelos de dados geográficos devem refletir a maneira como as pessoas veem o mundo. Um dos princípios filosóficos da percepção humana dos fenômenos geográficos é que a realidade é composta de entidades exatas e de superfícies

contínuas, ou seja, fenômenos visíveis, passíveis de espacialização e que seguem um padrão de homogeneidade. (BURROUGH e FRANK, 1995).

A modelagem de dados geográficos orientadas-por-objeto, como utilizado nesta tese, está diretamente ligada ao geoprocessamento onde “cada tipo de objeto é descrito através de classes que podem obedecer a uma relação de hierarquia, e as subclasses derivadas herdam o comportamento de classes mais gerais” (CÂMARA; MEDEIROS, 2003, p.48). É o que acontece, por exemplo, quando modelamos o geossistema aplicado ao risco de ocorrência de desastres naturais decorrentes de alagamentos. A classe “chuvas intensas” é uma especialização da classe “clima”, que é uma especialização de “geossistema”. Do mesmo modo, a classe de declividade “plana” é uma especialização de “tipos de relevo”, especialização de “geomorfologia”. Lembrando que a especialização, segundo Câmara e Medeiros (2003, p. 48) são “certas subclasses derivadas de uma classe básica”.

Mais que simples análise de variáveis e de suas especializações, “o estudo das interações entre os diversos elementos do espaço é um dado fundamental da análise” (SANTOS, 2012, p.18). Para estudar as interações entre os elementos, foi proposta a representação cartográfica com o uso do geoprocessamento e do modelo conceitual proposto GTP-Risco orientado-por-objetos.

Para isto, seguindo o conceito de espaço total, trabalhou-se com o mecanismo de agregação e seus relacionamentos. “O relacionamento de agregação permite combinar vários objetos para formar um objeto de nível semântico maior onde cada parte tem funcionalidade própria” (CÂMARA; MEDEIROS, 2003, p.48).

O conceito de totalidade é uma construção válida no exame da complexidade de fatores a serem examinados na análise do contexto espacial. Como a totalidade é um conceito abrangente, importa fragmentá-lo em suas partes constituintes para um exame mais restrito e concreto (SANTOS, 2003, p. 70).

As técnicas de geoprocessamento foram a maneira operacional mais prática que encontramos para a análise mais completa possível do espaço geográfico dos desastres naturais por meio do conceito de totalidade.

Exemplificando, para compreender a contribuição do geossistema em um desastre natural de deslizamento foi preciso combinar os objetos que foram agregados para formar o próprio geossistema no modelo proposto, para isso o

dividimos em objetos tais como: solos; geomorfologia; clima, etc. Já estes objetos são divididos em classes, por exemplo, no caso dos deslizamentos, o objeto geomorfologia pode conter as classes declividade, tipos de relevo, etc. Assim, o geossistema foi fragmentado para entender seus componentes e como eles interferem no fenômeno estudado.

Apesar do modelo conceitual proposto não ter a realidade composta apenas por entidades exatas e com superfícies contínuas, ele busca refletir a maneira como os fenômenos perigosos atuam na natureza e na sociedade, expondo os riscos das populações, mesmo que através de entidades abstratas.

Para isso, o modelo conceitual criado para aplicação no Sistema de Informações Geográficas foi composto de acordo com cada tipo de desastre observado, analisando nos três espaços e tempos do conceito GTP, as entidades representativas, os atributos de cada entidade e o relacionamento existente entre elas.

## **2.2 O MODELO CONCEITUAL GTP-RISCO**

O ambiente natural e as ações exercidas pelas forças da natureza não são separados das ações, ambições, necessidades e vulnerabilidades humanas e, portanto, não devemos entendê-lo isoladamente dos interesses humanos dando à palavra ambiente e ao seu tratamento analítico uma conotação ingênua, isso afetaria as abordagens conceituais e metodológicas, com desdobramentos em injunções políticas, econômicas e sociais presentes no território (BRUNDTLAND, 1987 apud TINDALE, 1997).

Não é possível separar as ações da natureza, ou suas forças exercidas sobre o planeta, das ações humanas ou das configurações da sociedade. Toda ação ocorrida que transforma a superfície terrestre, o subsolo, a atmosfera, e é percebida pelas sociedades, fornece subsídios para adaptações ou mudança de padrões de vida da sociedade.

Alguns recursos essenciais se degradam ou se esgotam; os grandes ciclos naturais estão ou parecem perturbados; as paisagens familiares desaparecem para sempre. A natureza natural não é mais um dado certo. Está emergindo uma outra natureza, forte, mas finita; um universo natural, coberto de crises, de catástrofes e de irreversibilidades; um conjunto frágil que apreendemos com um olhar novo, cheio de admiração e de temor, e um pensamento novo, original e audacioso. (BERTRAND; BERTRAND, 2009, p.83).

Essas mudanças, especialmente na Ciência Geográfica, fazem com que o foco acerca dos fenômenos que agem na natureza e nas sociedades passe a ter uma análise e uma abordagem diferente das anteriores, a visão integrada e totalizadora passa a ter maior enfoque, uma vez que, já não é suficiente entender apenas as forças da natureza, ou apenas o comportamento das sociedades, mas sim a combinação dos fatores.

Em uma de suas visitas ao Brasil, na Conferência de Abertura do VII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, realizado em 1997 na cidade de Curitiba-PR, Bertrand tratou a questão ambiental com base em um sistema conceitual tripolar e interativo definido pelo geossistema, território e paisagem – GTP –, uma estratégia tridimensional em três espaços e três tempos, onde coloca o tempo do geossistema como aquele da natureza antropizada; o do território como o do social e do econômico; e o da paisagem como o do cultural, do patrimônio, da identidade e das representações (PASSOS, 2006; ROSS, 2006).

Nos estudos sobre o risco, em sua aplicação e interação com a Geografia, o sistema conceitual tripolar e interativo proposto por Bertrand, pode trazer importantes contribuições com análises mais completas das ações que as forças da natureza, traduzidas em eventos perigosos, exercem sobre as sociedades.

O Geossistema, como análise da natureza antropizada, como fonte (*source*), pode fornecer subsídios importantes sobre como os eventos naturais perigosos incidem nas sociedades, se tornando um desastre natural, ao existir a interação do evento com as perdas humanas ou econômicas. Ele pode fornecer dados sobre a estrutura e funcionamento de determinado espaço geográfico, inclusive através da interação dos elementos e fenômenos da natureza com a sociedade.

O Território, análise do social e do econômico, o recurso (*ressource*), é a entrada que deve servir para entendermos o comportamento das sociedades e de determinados processos, compreendendo como as ações da sociedade, como as transformações decorrentes de sua territorialização, atuam na organização e no funcionamento do extrato geográfico, e como os efeitos de um evento perigoso são sentidos neste extrato, analisando, inclusive, as vulnerabilidades consequentes deste processo de territorialização.

A Paisagem, a entrada sociocultural, do patrimônio, da identidade e das representações (*ressourcement*) fornece subsídios para avaliar como as ações dos desastres naturais se materializam no território para destruir, construir ou reconstruir

as sucessivas paisagens e como as ações e costumes da sociedade podem interferir na dinâmica dos eventos naturais perigosos.

Para materializar essa tentativa de aplicação do conceito GTP na análise de riscos de ocorrências de desastres naturais, é preciso estabelecer um modelo conceitual aplicando os dados das três entradas, dando origem a um novo modelo conceitual de risco. Sendo que o modelo de dados é “um conjunto de ferramentas conceituais utilizado para descrever como a realidade geográfica será representada no sistema” (CÂMARA; MEDEIROS, 2003, p.47).

Estes modelos baseiam-se nos tipos de conceitos que são fornecidos para descrever a estrutura da base de dados, eles são uma abstração do mundo real. No modelo elaborado neste trabalho, ele é o armazenamento em um banco de dados, representando fenômenos da natureza e suas implicações e consequências para a sociedade.

No caso dos modelos conceituais, eles permitem representar, de maneira abstrata, formal e não ambígua, a realidade da aplicação, facilitando a comunicação entre projetistas e usuários (LISBOA FILHO & IOCHPE, 1999).

A modelagem conceitual é sempre feita com base em algum formalismo conceitual (ex.: Entidade-Relacionamento, Orientação a Objetos) [Eur 96]. O resultado do processo de modelagem, denominado esquema conceitual, é apresentado através de uma linguagem formal de descrição que pode estar expressa através de uma sintaxe e/ou uma notação gráfica. Para cada formalismo conceitual podem existir diversas linguagens de descrição de esquema que são compatíveis com o formalismo (LISBOA FILHO & IOCHPE, 1999, p. 70).

O Modelo de Dados Conceitual utiliza conceitos tais como Temas, Entidades, Atributos e Relacionamentos. Um atributo é uma propriedade que descreve algum aspecto de um objeto. Relacionamentos entre objetos são facilmente representados em modelos de dados de alto-nível, que são algumas vezes chamados de Modelos Baseados em Objeto devido, principalmente, a sua característica de descreverem objetos e seus relacionamentos (TAKAI, ITALIANO & FERREIRA, 2005).

Criar um modelo de dados geográficos é uma tarefa complexa pois envolve a representação discreta de uma realidade que é contínua e espacial [...]. Esta preocupação tem levado a um número de formulações conceituais para modelos de dados geográficos e a um crescente interesse em conceitos de orientação a objetos. (MEDEIROS; PIRES, 2003, p.39).

O modelo conceitual elaborado foi do tipo Orientado a Objetos (O-O) e sua utilização deve-se ao fato deste oferecer um ambiente mais propício para dados geográficos, possibilitando uma melhor representação do mundo real diretamente no modelo conceitual, ao oferecer mecanismos de abstração capazes de modelar situações complexas como objetos geométricos (BORGES, 1997).

A utilização deste modelo se deu especialmente pela possibilidade de trabalhar as análises de maneira totalizadora, mesmo sendo cada fenômeno individualizado através de um objeto, ou seja, os dados estão particionados, mas a análise é integrada, permitindo as combinações e interações de acordo com os objetivos.

Outro aspecto deste modelo é que os objetos podem ser alterados ocasionando pequeno impacto ao modelo, sendo reutilizados para compor outros sistemas, permitindo que sejam combinados em uma nova oportunidade, possibilitando a criação de outros objetos ainda inexistentes no modelo.

O modelo utilizado é composto por quatro conceitos: Tema; Entidade; Atributo e; Relacionamento. O Tema é um agrupamento de fenômenos baseados em suas características, relacionamentos e outras propriedades; Os objetos que compõem a realidade são as Entidades; as características que se deseja conhecer sobre os objetos que compõem a realidade, ou a maneira como elas interferem na ocorrência dos eventos, são os Atributos; e a forma como os objetos interagem entre si constitui o Relacionamento.

Uma entidade é algo do mundo real que possui uma existência independente. Uma entidade pode ser um objeto com uma existência física - uma pessoa, carro ou empregado - ou pode ser um objeto com existência conceitual - uma companhia, um trabalho ou um curso universitário. Cada entidade tem propriedades particulares, chamadas atributos, que a descrevem. [...]. Uma entidade em particular terá um valor para cada um de seus atributos. Os valores de atributos que descrevem cada entidade ocupam a maior parte dos dados armazenados na base de dados (TAKAI, ITALIANO & FERREIRA, 2005, p.23).

Uma entidade corresponde à representação de todo e qualquer substantivo, concreto ou abstrato, sobre o qual precisa armazenar e/ou recuperar informações. Toda entidade deve possuir um identificador único ou uma chave primária, essencial para identificar uma entidade. Cada entidade representa um conjunto de processos, coisas ou conceitos sobre os quais se precisa de informações.

No banco de dados criado para este trabalho, seguindo o modelo conceitual apresentado na Figura 3, de acordo com o conceito tripolar proposto por Bertrand & Bertrand (2009), temos dois tipos de entidades: uma abstrata contendo os três temas do conceito (Geossistema, Território e Paisagem), e; uma concreta, relacionadas às informações reais mapeadas e transformadas em planos de informação. Estas entidades possuem atributos que qualificam as informações constantes nos mapeamentos.

As três entidades abstratas e as entidades concretas de especialização contidas nelas têm relacionamento entre si. As entidades abstratas foram criadas por convenção teórico-metodológica e para compartilhar a referência espacial dos objetos ali presentes, como forma de integrar e referenciar espacialmente as entidades dentro de um mesmo padrão, sendo que este padrão foi repetido nos três temas supracitados.

Na entidade abstrata **Geossistema** estão contidas e especializadas as entidades concretas contendo informações dos componentes da natureza antropizada: hidrografia; geologia; solos; geomorfologia; e clima. Na entidade abstrata **Território** estão contidas e especializadas as entidades concretas com informações dos componentes socioeconômicos: vulnerabilidade social; população exposta; bens expostos; infraestrutura urbana; e redes. Por fim, a entidade abstrata **Paisagem** traz consigo as entidades dos aspectos culturais, tais como: patrimônio cultural; povos tradicionais; situação do domicílio; e áreas de proteção.

O modelo traz também a medida da probabilidade de ocorrência dos desastres naturais expressa pela quantidade de eventos registrados no período entre 2003 e 2013, ou seja, com tempo de recorrência de 10 anos.

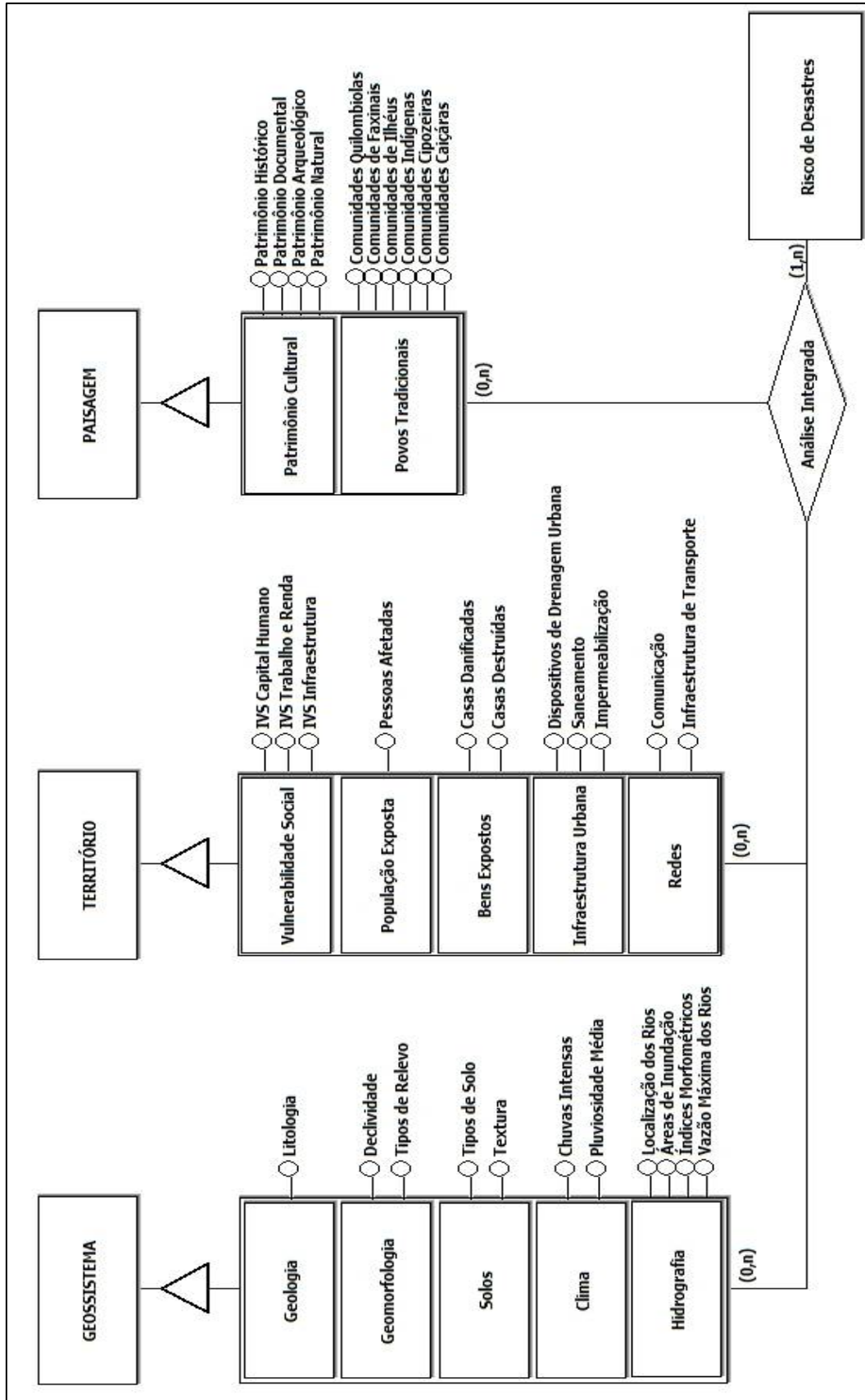
O relacionamento entre as entidades, ou seja, a característica da entidade que terá por finalidade expressar o elo existente entre os objetos do modelo e o resultado da análise é expressa pela **Análise Integrada**. Isso significa que as entidades concretas, agrupadas e especializadas em entidades abstratas são relacionadas ao **Risco de Desastres** por meio da análise integrada.

Com relação à cardinalidade existente no modelo proposto, “os quais indicam o número de ocorrências de uma entidade que podem estar relacionadas com ocorrências de outra entidade” (MEDEIROS; PIRES, 2003, p. 35), todas as entidades possuem cardinalidade mínimo 0 e máxima  $n$ , ou seja, podem contribuir com nenhum atributo ou muitos, exceto a entidade final **Risco de Desastre**, que

possui cardinalidade mínima 1, devendo possuir pelo menos um atributo relacionado de outras entidades.

Já nas derivações dos modelos dependendo do tipo de risco de desastre natural, a cardinalidade será de dois tipos: **(0,n)**, quando uma entidade não contribui com nenhuma característica ou com muitas características, dependendo do relacionamento; e **(1,n)**, quando uma entidade contribui com no mínimo uma ou muitas características.

Figura 3 – Modelo conceitual do banco de dados GTP-Risco



Fonte: o próprio autor.

É importante ressaltar que o modelo conceitual GTP-R é, de certa forma, um híbrido, construído a partir dos três espaços e tempos do conceito GTP, transformados em temas no modelo conceitual proposto. Para a materialização das análises foram feitas combinações das variáveis de acordo com os atributos de cada entidade, sendo uma combinação diferente para cada desastre natural.

Para a análise geográfica a partir da utilização do modelo GTP-R foram escolhidos quatro tipos de desastres com recorrência e impactos relevantes no Estado do Paraná, ocorridos entre 2003 e 2013: alagamentos; enchentes; enxurradas; e deslizamentos. Juntos estes desastres representam mais de 35% das ocorrências registradas no Estado, sendo que os três primeiros se referem a desastres relacionados com o incremento de precipitações hídricas e inundações e o último é relacionado com a geomorfologia, intemperismo, erosão e acomodação do solo.

Estes desastres foram escolhidos para análise por serem muito próximos do cotidiano da maioria dos paranaenses e isso pode ser um agravante, pois, de acordo com Beck (2001), as pessoas tendem a minimizar os impactos ou desastres ocorridos recorrentemente próximos a elas.

*plus le danger est grave et proche, plus, paradoxalement, on résiste à en reconnaître l'évidence. Ceux qui sont le plus durement touchés sont souvent aussi ceux qui nient le plus obstinément le danger – et qui doivent le nier pour pouvoir continuer à vivre (BECK, 2001, p. 378).*

Assim, pretende-se com esta tese demonstrar que os desastres naturais no estado do Paraná não ocorrem apenas por casualidade ou por consequência de forças da natureza, um dos objetivos implícitos neste estudo é mostrar que as sociedades e o poder público também são responsáveis pelos desastres.

### 2.2.1 MODELO GTP-RISCO ALAGAMENTO

Os alagamentos são águas que acumulam no leito das ruas e nos perímetros urbanos por fortes precipitações pluviométricas, em cidades com sistemas de drenagem deficientes, sendo que nestes casos o acúmulo e extravasamento das águas dependem muito mais de problemas no sistema de drenagem urbana do que das precipitações locais. (BRASIL, 2003).

Como acontece na maioria dos desastres naturais e ambientais verificados nas cidades brasileiras, os alagamentos são decorrentes da falta de planejamento, onde o crescimento urbano acelerado acaba dando contornos de problema para um evento de ordem natural, como as chuvas intensas.

Por serem desastres que ocorrem na área urbana, estão diretamente relacionados com a redução da infiltração natural nos solos urbanos, provocadas pela compactação e grande impermeabilização do solo por meio da pavimentação de ruas e construção de calçada sem utilização de tecnologia sustentável, reduzindo a superfície de infiltração. Além disso, a construção adensada de edificações também contribui para reduzir o solo exposto e concentrar o escoamento superficial das águas. Aliados a isso está o fato da maioria dos municípios não possuírem boa infraestrutura para o serviço de manejo das águas pluviais urbanas.

Indiretamente outros fatores contribuem para as ocorrências de alagamentos, entre eles o assoreamento de rios e dispositivos de drenagem urbana causados por desmatamentos e por acúmulo de resíduos sólidos dispostos de maneira irregular.

Para elaboração do modelo conceitual GTP-R Alagamento (Figura 4) foram utilizados alguns atributos, de acordo com a definição acima e com os fatores que interferem direta e indiretamente nas ocorrências, distribuídos entre os três espaços e tempos do modelo.

No Geossistema estão agrupadas as entidades: declividade; chuvas intensas; pluviosidade média; curva número; e textura do solo. Tais entidades possuem em seus atributos algumas características presentes na ocorrência de alagamentos. São fatores inerentes ao tempo da fonte, ou seja, os componentes e mecanismos físicos ligados aos fenômenos espaciais e geomorfogênicos.

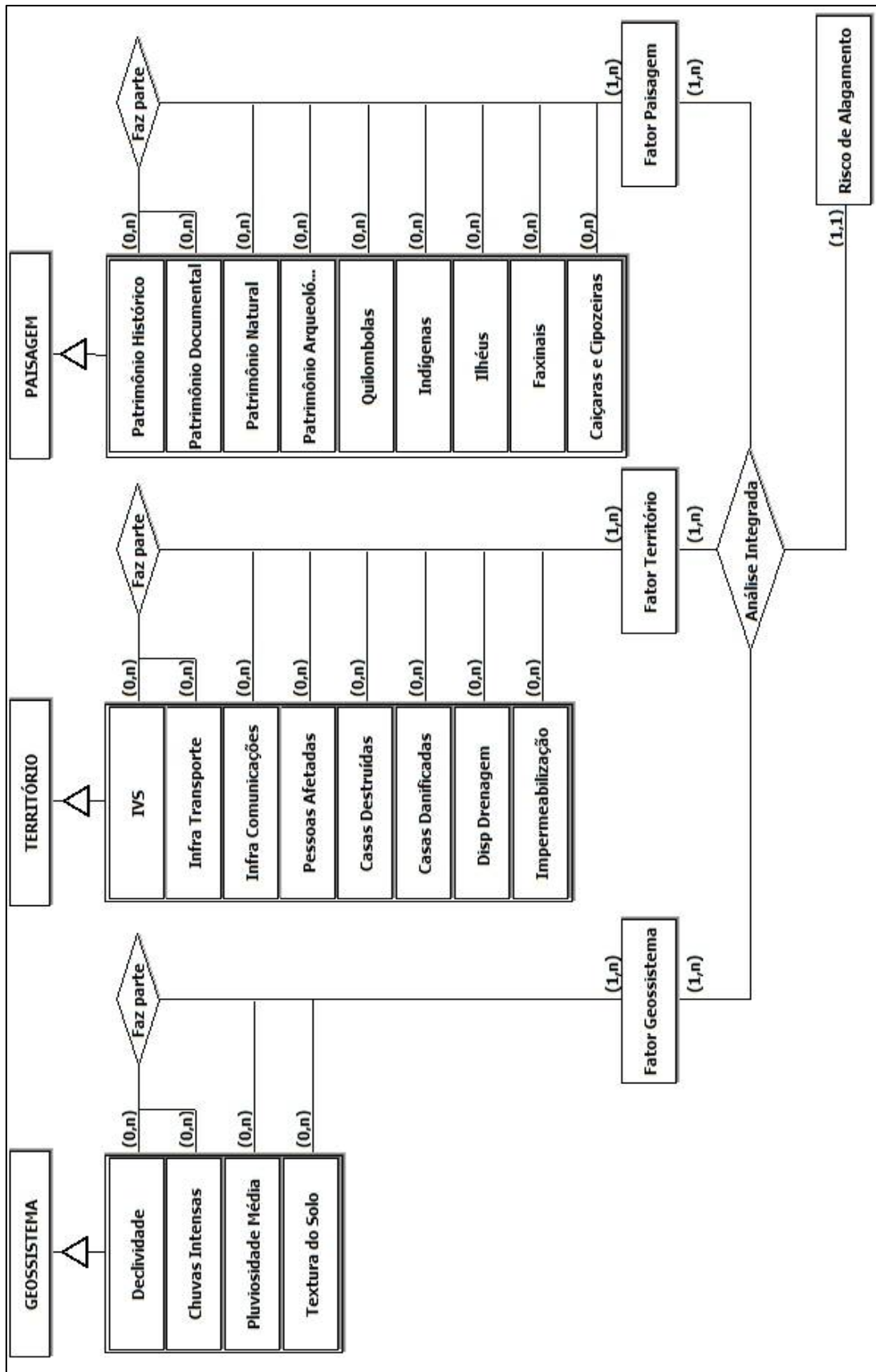
No Território, tempo e espaço do mercado, dos recursos, da exploração econômica e social, da gestão, da redistribuição ou falta de distribuição foram agrupadas as entidades sobre: vulnerabilidade, expressas no Índice de Vulnerabilidade Social (IVS); infraestruturas de transporte e comunicação; número de pessoas afetadas, casas danificadas e destruídas por alagamentos; além dos dispositivos de drenagem urbana.

Por fim, na Paisagem, tempo do ressurgimento, aquele do cultural, do patrimônio, da identidade e das representações, na expressão de múltiplas temporalidades e impressões culturais de diferentes comunidades estão agrupadas entidades como: patrimônio histórico, documental, natural e arqueológico;

comunidades quilombolas, ribeirinhas, indígenas, de sem terra e de ilhéus; e áreas de proteção ambiental.

Dentro do modelo, as entidades concretas do GTP, com cardinalidade **(0,n)** deram origem ao que denominamos **Fator Geossistema**, **Fator Território** e **Fator Paisagem**, criadas com objetivo de agrupar as análises de cada um dos temas, com cardinalidade de **(1,n)**, tanto na relação que **faz parte** das entidades concretas quanto na **análise integrada** para o risco de alagamento.

Figura 4 – Modelo conceitual GTP-Risco Alagamento



Fonte: o próprio autor.

## 2.2.2 MODELO GTP-RISCO ENCHENTE

As enchentes ou inundações graduais podem ser definidas como um transbordamento de água proveniente de rios, lagos e açudes. As inundações graduais são características das grandes bacias hidrográficas e dos rios de planície (BRASIL, 2003), no caso do Paraná, sua ocorrência é observada nas áreas de inundação dos Rios Paraná, Paranapanema, Ivaí, Piquirí, Iguaçu e Tibagi.

Nas enchentes as águas elevam-se de forma paulatina e previsível; mantêm-se em situação de cheia durante algum tempo e, a seguir, escoam-se gradualmente. Normalmente, as inundações graduais são cíclicas e nitidamente sazonais. Exemplo típico de periodicidade ocorre nas inundações anuais da bacia do rio Amazonas. Ao longo de quase uma centena de anos de observação e registro, caracterizou-se que, na cidade de Manaus, na imensa maioria dos anos, o pico das cheias ocorre em meados de junho (BRASIL, 2003, p. 48).

Para elaboração do modelo conceitual GTP-R Enchente (Figura 5) as características presentes em um evento de enchente foram agrupadas nas três entidades abstratas e relacionadas para dar origem à espacialização das áreas de risco de desastres naturais decorrentes das enchentes.

O Geossistema contém as entidades: declividade; tipo de relevo; tipo de vale; pluviosidade média; chuvas intensas; curva número; tipo de solo; localização dos rios; vazão máxima dos rios; coeficiente de compacidade; e densidade de drenagem. Tais características inerentes às enchentes são componentes e mecanismos físicos ligados aos fenômenos espaciais e geomorfogênicos, especialmente relacionados com a dinâmica atmosférica e os índices morfométricos de bacias hidrográficas e de cursos de água.

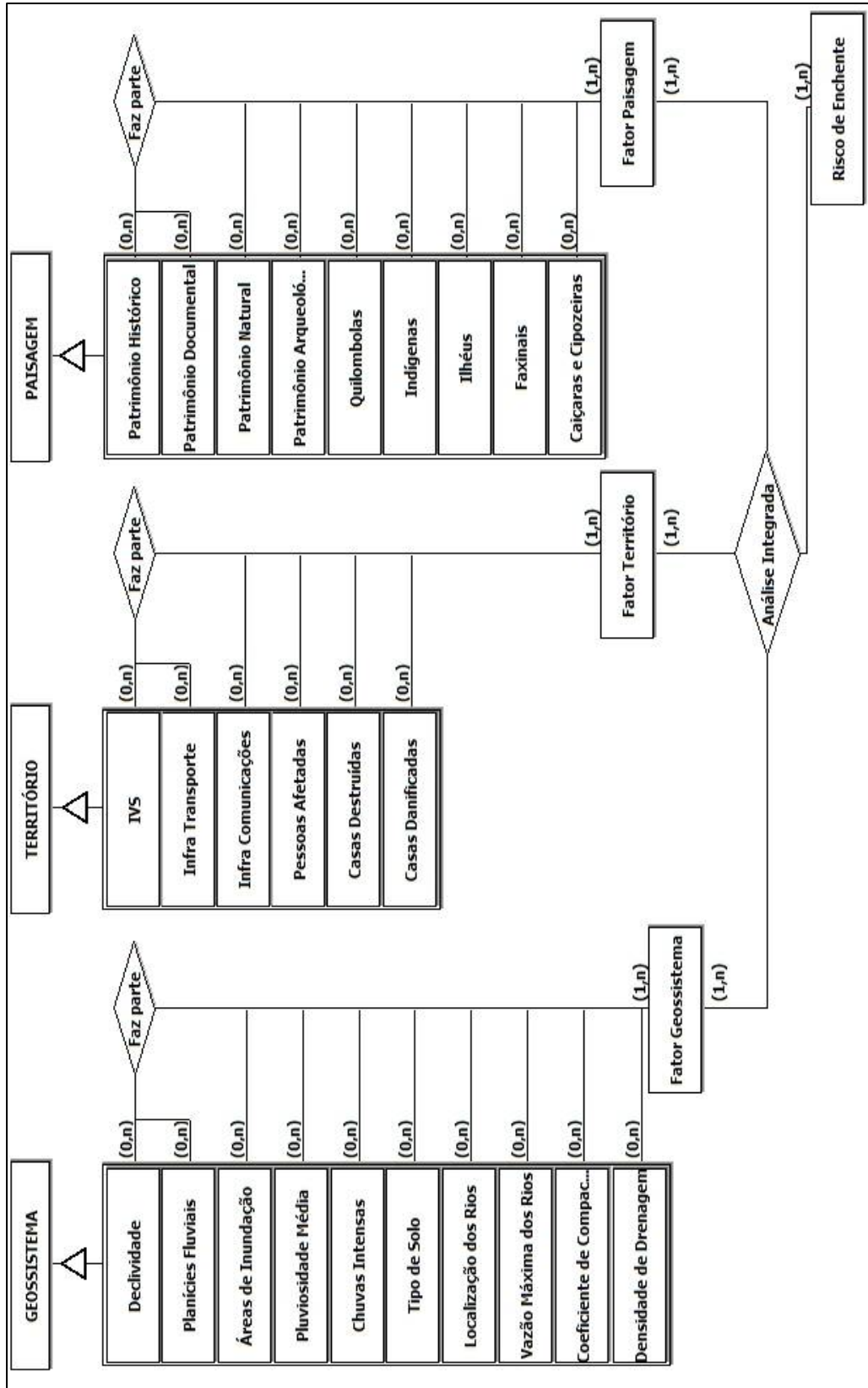
No Território foram agrupadas as entidades sobre: vulnerabilidade, expressas no Índice de Vulnerabilidade Social (IVS); infraestruturas de transporte e comunicação; número de pessoas afetadas, casas danificadas e destruídas por alagamentos; além da existência e localização de reservatórios e barragens. São características do tempo e espaço do mercado, dos recursos, da exploração econômica e social, da gestão, da redistribuição ou falta de distribuição dos recursos.

A Paisagem, tempo do ressurgimento, do patrimônio, da identidade e das representações culturais e sociais, expressas em múltiplas temporalidades e em

diferentes comunidades, estão agrupadas entidades como: patrimônio histórico, documental, natural e arqueológico; comunidades quilombolas, ribeirinhas, indígenas, de sem terra e de ilhéus; e áreas de proteção ambiental.

As entidades concretas presentes no modelo conceitual GTP-R enchente possuem cardinalidade  $(0,n)$ , dando origem ao que denominamos **Fator Geossistema, Fator Território e Fator Paisagem**. Tais entidade foram criadas com objetivo de agrupar as análises de cada um dos temas, possuindo cardinalidade de  $(1,n)$ , tanto na relação que **faz parte** das entidades concretas quanto na **análise integrada** para o risco de enchente.

Figura 5 – Modelo conceitual GTP-Risco Enchente



Fonte: o próprio autor.

### 2.2.3 MODELO GTP-RISCO ENXURRADA

As enxurradas ou inundações bruscas são provocadas por chuvas intensas e concentradas em regiões de relevo acidentado, caracterizando-se por produzirem súbitas e violentas elevações dos volumes máximos dos rios, que escoam de forma rápida e intensa. Nessas condições, ocorre um desequilíbrio entre o leito do rio e o volume de água, provocando transbordamento do leito (BRASIL, 2003).

Geralmente as enxurradas ocorrem em áreas acidentadas, em bacias de médio e de pequeno porte. Tais eventos estão relacionadas com chuvas intensas e concentradas, sendo o fenômeno circunscrito a uma pequena área, porém, provocam danos materiais e humanos mais intensos do que as inundações graduais, que ocorrem em áreas maiores (BRASIL, 2003).

Para elaboração do modelo conceitual GTP-R Enxurrada (Figura 6) partiu-se das entidades concretas de cada um dos três tempos do GTP, relacionando-as com o que denominamos **Fator Geossistema, Fator Território e Fator Paisagem** por meio de cardinalidade **(0,n)**. Tais fatores foram criadas com objetivo de agrupar as análises de cada um dos temas, possuindo cardinalidade **(1,n)**, tanto na relação que faz parte das entidades concretas quanto na análise integrada para o risco de enxurrada.

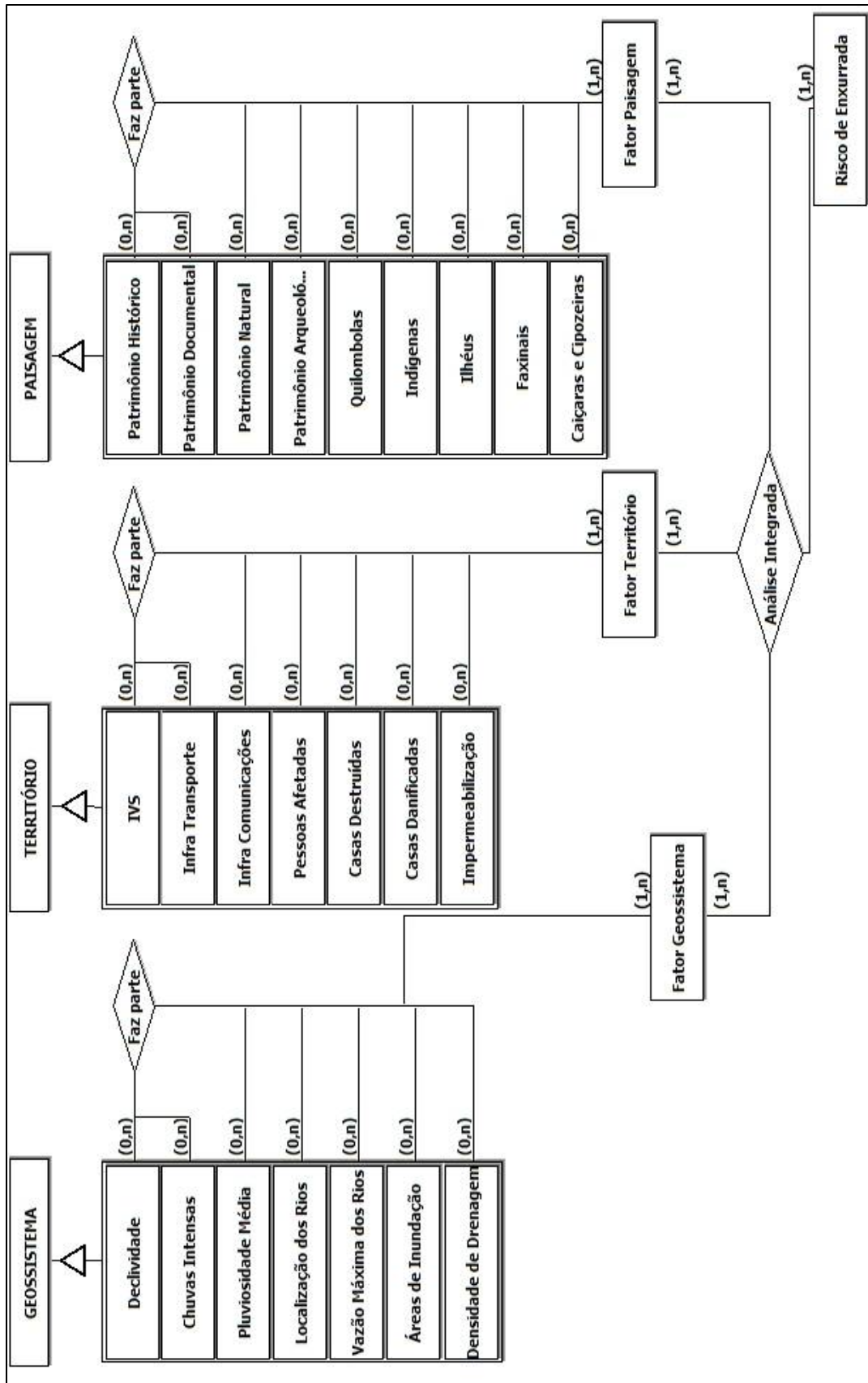
O Geossistema contém as entidades relacionadas aos eventos de enxurrada, ligados à mecanismos físicos, fenômenos espaciais, dinâmica atmosférica e índices hidrológicos e morfométricos de bacias hidrográficas, tais como: declividade; tipo de relevo; tipo de vale; tipo de vertente; pluviosidade média; chuvas intensas; curva número; localização dos rios; vazão máxima dos rios; coeficiente de compacidade; densidade de drenagem; gradiente de energia dos rios.

No Território estão contidas as entidades sobre as características do tempo e espaço do mercado, dos recursos, da exploração econômica e social, da gestão, da redistribuição ou falta de distribuição, a saber: vulnerabilidade, expressas no Índice de Vulnerabilidade Social (IVS); infraestruturas de transporte e comunicação; número de pessoas afetadas, casas danificadas e destruídas por alagamentos; impermeabilização dos solos.

A Paisagem, tempo do ressurgimento, agrupam entidades como: patrimônio histórico, documental, natural e arqueológico; comunidades quilombolas, faxinais,

cipozeiras, caiçaras, indígenas e de ilhéus. Tais entidades expressam o tempo do patrimônio, da identidade e das representações culturais e sociais existentes em múltiplas temporalidades e em diferentes comunidades.

Figura 6 – Modelo conceitual GTP-Risco Enxurrada



Fonte: o próprio autor.

#### 2.2.4 MODELO GTP-RISCO DESLIZAMENTO

Os deslizamentos ou escorregamentos são movimentos gravitacionais de materiais sólidos, como solos, rochas, vegetação e/ou material de construção, que ocorrem ao longo de terrenos inclinados, denominados de encostas, pendentes ou escarpas, de forma rápida e cuja superfície de ruptura é nitidamente definida por limites laterais e profundos, bem caracterizados. Eles podem ocorrer isoladamente, no tempo e no espaço, denominados esparsos; ou simultaneamente com outros movimentos gravitacionais, característica dos escorregamentos generalizados. (BRASIL, 2003).

Para elaboração do modelo conceitual GTP-R Deslizamento (Figura 7) foram utilizados alguns atributos de acordo com a definição acima e levando em consideração que, na maioria dos casos de deslizamento ocorridos no Brasil o evento se dá quando a água infiltrada preenche os espaços vazios entre os grânulos do solo, aumentando o peso da camada superficial, e quando encontram uma camada impermeável ou compactada, formam uma superfície lisa, onde ocorre o deslizamento com aplicação da força gravitacional.

Neste modelo o Geossistema agrupa as entidades: declividade; tipos de relevo; tipos de vertente; dissecação do relevo; textura do solo; constituição do solo; chuvas intensas; e pluviosidade média. Tais entidades possuem em seus atributos características presentes na ocorrência de deslizamentos, estando ligados à ação das chuvas e de fatores de energia que agem em determinados tipos de solos de acordo com a configuração do relevo.

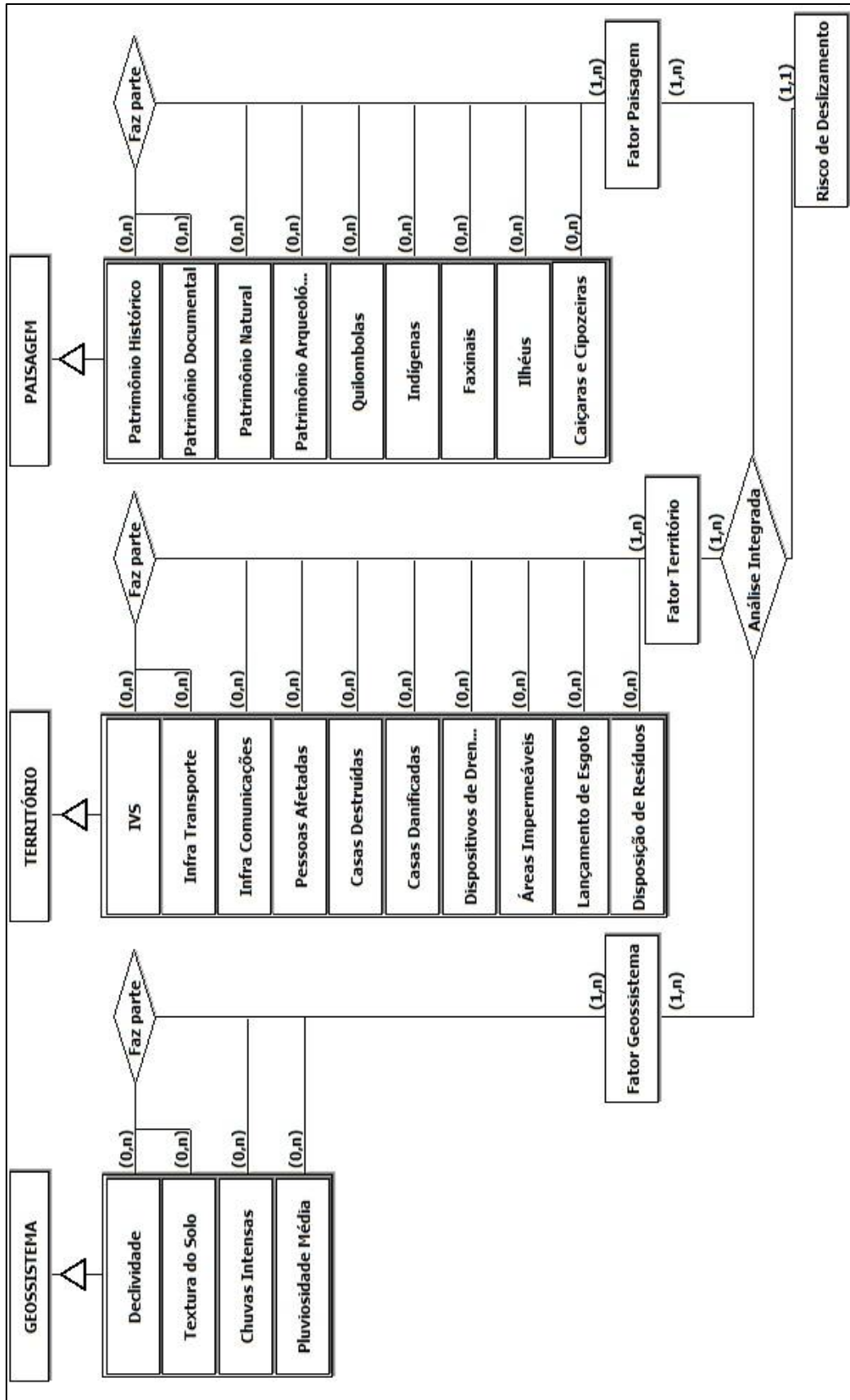
No Território foram agrupadas as entidades sobre: vulnerabilidade, expressas no Índice de Vulnerabilidade Social (IVS); infraestruturas de transporte e comunicação; número de pessoas afetadas, casas danificadas e destruídas por alagamentos; dispositivos de drenagem urbana; áreas impermeáveis; lançamento de esgoto; e disposição de resíduos sólidos. Tais fatores refletem o tempo e espaço do mercado, dos recursos ou da falta deles, da exploração econômica e social, da gestão, da redistribuição ou falta de distribuição de rendas e infraestruturas.

A Paisagem, tempo do ressurgimento, aquele do cultural, do patrimônio, da identidade e das representações, na expressão de múltiplas temporalidades e impressões culturais de diferentes comunidades estão agrupadas entidades como:

patrimônio histórico, documental, natural e arqueológico; comunidades quilombolas, faxinais, cipozeiras, caiçaras, indígenas e de ilhéus.

Dentro do modelo elaborado para análise dos riscos de deslizamento, as entidades concretas que expressaram as fontes, recurso e ressurgimento possuem cardinalidade **(0,n)** dando origem ao que denominamos **Fator Geossistema, Fator Território e Fator Paisagem**, criadas com objetivo de agrupar as análises de cada um dos temas, com cardinalidade de **(1,n)**, tanto na relação que **faz parte** das entidades concretas quanto na **análise integrada** para o risco de alagamento.

Figura 7 – Modelo conceitual GTP-Risco Deslizamento



Fonte: o próprio autor.

## 2.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a elaboração dos índices finais e mapas sínteses relacionados ao modelo GTP-Risco de alagamentos, enchentes, enxurradas e deslizamentos, foi preciso quantificar as variáveis do modelo de acordo com as análises qualitativas realizadas.

As variáveis foram classificadas numericamente e se tornaram indicadores de risco de ocorrência de desastres naturais. Alguns indicadores foram quantificados arbitrariamente, porém de maneira lógica, de acordo com a qualificação prévia da variável. Outras passaram por tratamento estatístico de acordo com o tipo de dado, dependendo de sua espacialização ou seu padrão numérico de distribuição de classes. Além de classificação manual, os métodos de classificação estatísticos utilizados foram: quebras naturais (algoritmo de Jenks); quantis; e distribuição por intervalos iguais.

O método de classificação por quebras naturais utiliza um algoritmo que reduz a variância dentro dos grupos de dados, porém, aumenta a variação entre os diferentes grupos realizando quebras nos pontos mais baixos do histograma, considerando explicitamente a distribuição dos dados.

A classificação por quantis é feita pela distribuição dos números, que são ordenados e divididos, sendo criadas classes com um número regular de amostras em cada classe, e mais duas classes para os valores mínimo e máximo (GIRARDI, 2008). No caso, a utilização de cinco classes fez com que os dados fossem classificados por quintis.

O método de classificação por intervalos iguais, como o nome explicita atribui intervalos iguais para cada classe através do cálculo da amplitude dos dados.

As variáveis temáticas vetoriais incorporadas ao Sistema de Informações Geográficas foram transformadas em arquivos do tipo *raster*<sup>2</sup>, para que fosse realizada a reclassificação das variáveis, gerando imagens com 90 metros de resolução espacial. Com isso, cada pixel da imagem continha um valor de indicador de risco.

A cada componente do modelo GTP-Risco foram incorporadas variáveis e seus respectivos indicadores de risco, variando de um a cinco, onde o valor máximo representou maior risco e o valor mínimo representou menor risco. Neste modelo

---

<sup>2</sup> Representação do espaço por uma matriz P (m, n) composta de m colunas e n linhas, onde cada célula possui um número de linha, um número de coluna e um valor correspondente ao atributo estudado, sendo cada célula acessada individualmente pelas suas coordenadas (CAMARA ; MEDEIROS, 2003, p.20)

não foi considerado o risco nulo, com exceção do modelo de risco de alagamento que, por se tratar de um desastre restrito a área urbana, não levou em consideração elementos da área rural em seu componente “território”, anulando estas áreas no índice final.

Para cada componente foi criada uma fórmula para aplicação da álgebra de mapas, com pesos específicos para diferentes variáveis de acordo com seu grau de importância para o desencadeamento do desastre natural. Assim, os valores dos pixels da imagem foram multiplicados pelos pesos, depois somados e divididos pela soma dos pesos. Por meio de utilização das mesmas ferramentas de geoprocessamento foram gerados os índices finais para cada tipo de desastre, através da multiplicação dos três componentes do modelo.

Uma das grandes questões deste trabalho se refere à escala em vários aspectos, desde a escolha da área, privilegiando uma escala pequena, mas com grande volume de dados, onde a questão era a operabilidade do sistema e do modelo por consequência do volume de informações, até a diversidade de escala dos fenômenos analisados, variando desde setores censitários ou pequenos geossistemas até escalas municipais ou de fenômenos climáticos.

O problema do tamanho é, na realidade, intrínseco à análise espacial e os recortes escolhidos são aqueles dos fenômenos que são privilegiados por ela. Na geografia humana os recortes utilizados têm sido o lugar (e seus diversos desdobramentos - cidade, bairro, rua, aldeia etc.), a região, a nação e o mundo. Na geografia física os recortes não são necessariamente estes. Na geomorfologia, por exemplo, são aqueles das ordens de grandeza espaço-temporal diferenciadas para os fenômenos a serem estudados, na climatologia a escala pertinente é basicamente continental ou planetária. Portanto, tão importante como saber que as coisas mudam com o tamanho, é saber exatamente o que muda e como (CASTRO, 2000, p.121).

Pois bem, responder estes questionamentos foi um dos objetivos indiretos, porém fundamental neste trabalho. Toda a validade do modelo estava colocada à prova por conta da escala. Caso o modelo não comportasse múltiplas escalas cartográficas ou grande diversidade de escalas geográficas de análise, não faria sentido operacionalizá-lo.

Discutindo a escala como um problema crucial na geografia, LACOSTE (1976) explicitou que diferenças de tamanho da superfície implicavam em diferenças quantitativas e qualitativas dos fenômenos. Para ele, a complexidade das configurações do espaço terrestre decorre das múltiplas interseções entre as configurações precisas destes diferentes fenômenos e que a sua visibilidade depende da escala cartográfica de representação adequada (CASTRO, 2000, p. 121).

Com relação à escala cartográfica de representação dos fenômenos, o modelo foi criado para ser de múltiplas escalas, podendo ser empregado para representar fenômenos locais, com detalhamento de setores urbanos, até representar a situação de determinada variável em todo o Estado, sendo que, para alcançar este objetivo, o Sistema de Informações Geográficas desempenhou papel fundamental.

Já a multiplicidade de escalas geográficas de análise, pelo modelo ter sido desenvolvido por meio da concepção de espaço total, os temas e variáveis do Geossistema, Território e Paisagem foram submetidos a uma divisão que possibilitou a fragmentação do espaço em partes e a posterior reconstituição do todo de acordo com os objetivos analíticos.

Isso foi possível por meio de análises qualitativas que permitiu entender o comportamento das variáveis diante de processos específicos de atuação dos componentes da natureza em relação os processos sociais e culturais que constituem o espaço geográfico.

### **3 CARACTERÍSTICAS DOS GEOSISTEMAS, TERRITÓRIOS E PAISAGENS DO ESTADO DO PARANÁ FRENTE AOS DESASTRES NATURAIS**

Quando se analisa os fenômenos da natureza, em uma área, agindo sobre uma população ou sociedade, é preciso entender e compreender de maneira ampla as interações destes elementos no espaço. É necessário diferenciar e classificar os processos e a dinâmica da natureza, distinguir as formas de ocupação e compreender os costumes e culturas impressas pelas comunidades locais.

O estudo das interações entre os diversos elementos do espaço é um dado fundamental da análise. Na medida em que função é ação, a interação supõe interdependência funcional entre os elementos. Através do estudo das interações, recuperamos a totalidade social, isto é, o espaço como um todo e, igualmente, a sociedade como um todo. Pois cada ação não constitui um dado independente, mas um resultado do próprio processo social. (SANTOS, 2012, p. 18).

Estas interações são fundamentais em uma análise integrada, na qual a leitura do estrato geográfico não é uma simples soma de fatores ou fenômenos, mas sim a maneira como estes influenciam e interagem com outros elementos deste estrato.

As análises voltadas para os estudos ambientais, em que as interações sociedade-natureza se manifestam intensamente, atribuindo aos estudos uma visão sistêmica e, ao mesmo tempo totalizadora, nos permite entender de maneira mais completa e autêntica alguns fenômenos da natureza e da sociedade e as interações entre elas, mesmo que não envolva todos os elementos existentes em um determinado local.

Cumpramos reconhecer que a análise completa do “complexo total” não é praticável, como também não deve ser postulado como alvo teórico. Tal meta exigiria, até mesmo no estudo de uma pequena área, a análise de um número literalmente infinito de elementos incomensuráveis. Por conseguinte, somos obrigados, mesmo na teoria, a encontrar a base racional e consistente a fim de considerar em nossos estudos algo menos do que o número total de aspectos variáveis compreendidos no complexo total de um lugar. Que padrão comum da medida poderá ser utilizado para determinar quais os aspectos que devam ser direcionados como mais, e não como menos, significantes na formação do caráter variável de uma área?” (HARTSHORNE, 1978, pg. 39).

Pois bem, considerando a afirmação e o questionamento que Hartshorne trouxe como obrigação, mesmo que teórica, optou-se por uma análise dos aspectos

mais significativos para entender como um fenômeno de ordem natural age em um extrato geográfico, atuando sobre a sociedade, imprimindo sua força e se tornando um desastre.

Para isso foi preciso aplicar um conceito em três espaços e três tempos para poder compreender como se dá à atuação da natureza, mesmo que antropizada, e suas forças como fonte de eventos naturais perigosos.

Como a sociedade se comporta diante destes eventos, entendendo a maneira como a dinâmica social e econômica pode ser suporte para barrar, ou ao menos amenizar a intensidade destes eventos, se tornando o recurso diante da fonte.

Por fim, coube entender como a sociedade, com sua cultura, forma de agir e pensar, com seus costumes, símbolos e tradições é afetado pelos eventos perigosos é capaz de enfrentar tais eventos e superar sua devastação.

Para tanto, entende-se que o conceito GTP, que associa o Geossistema (fonte) ao Território (recurso) e à Paisagem (identidade), como tentativa de ordem geográfica para matizar, ao mesmo tempo, a globalidade, a diversidade e a interatividade de todo sistema ambiental (BERTRAND; BERTRAND, 2009), aplicada à análise de riscos por meio de um modelo conceitual, tem papel integrador de temas, elementos, entidades e atributos que se relacionam, e, que de maneira sistêmica, estão associados aos desastres naturais.

O que foi enunciado até agora permite pensar que os elementos do espaço estão submetidos a variações quantitativas e qualitativas. Desse modo, os elementos do espaço devem ser considerados como variáveis. Isso significa, como o nome indica, que eles variam e mudam de valor segundo o movimento da História. Se esse valor lhes vêm das qualidades novas que adquirem, ele também representa uma quantidade. Mas a expressão real de cada quantidade é dada como um resultado das necessidades sociais e de sua gradação em um dado momento. Por isso mesmo, a quantificação correspondente a cada elemento não pode ser feita de forma apriorística, isto é, antes de captarmos o seu valor qualitativo. Nesse caso, como, aliás, em qualquer outro, a quantificação só se pode dar a posteriori. Isto é tanto mais verdadeiro porque cada elemento do espaço tem um valor diferente segundo o lugar em que se encontra. (SANTOS, 2012, p. 20).

Essa reflexão de Milton Santos permeou o estudo, pois, para diferenciar as áreas com maior ou menor risco de ocorrência de desastres naturais, foi preciso qualificar e quantificar muitos fatores do espaço geográfico. Inclusive, a escolha do conceito GTP foi um dos grandes diferenciais encontrados para conseguir uma

análise multidimensional e multitemporal de acordo com as mudanças de significados das variáveis, através dos momentos históricos.

Analisar e qualificar os componentes da natureza é pressuposto para a classificação de níveis de risco, instabilidades, vulnerabilidades, etc. Isso é fundamental para que a quantificação feita a posteriori tenha eficiência na análise dos riscos.

### **3.1 BREVE CARACTERIZAÇÃO DO ESTADO DO PARANÁ**

Conhecer o local de aplicação de um modelo é algo importante para o sucesso de qualquer análise geográfica. É algo estratégico ter prévio conhecimento sobre qualquer área ou terreno que se queira adentrar, explorar, ou até mesmo guerrear.

Lacoste (1988) em sua obra “A Geografia – isso serve, em primeiro lugar para fazer a guerra”, ou até mesmo a milenar obra de domínio público “*A Arte da Guerra*” de Sun Tzu, trazem a importância do conhecimento do terreno em uma batalha e em estratégias de defesa de um território.

Pois bem, este estudo não é sobre guerras ou estratégias militares, mas conhecer a área de estudo é essencial para buscar a vitória, que neste caso é contribuir para a ciência geográfica por meio de uma tese de doutoramento.

Por isso foi realizada uma breve caracterização geral do Estado do Paraná, escolhido como área de estudo pelo conhecimento prévio das principais características geográficas e por sua suscetibilidade à ocorrência de desastres naturais, precedendo a qualificação das variáveis dos componentes do modelo de análise de risco de desastres naturais.

O estado do Paraná (Figura 8) em sua totalidade corresponde a uma área de 199.307,98 km<sup>2</sup>, ocupando 2,3% da superfície total do Brasil. Conta atualmente com 399 municípios instalados e uma população estimada em 2015 de 11.163.018 habitantes, sendo 49,1% do sexo masculino e 50,9% do sexo feminino com densidade demográfica de 52,4 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2016).

Situado entre os paralelos 23° e 26° de latitude Sul e entre os meridianos 48° e 54° de longitude Oeste, o Paraná faz divisa ao norte com o estado de São Paulo, ao sul com o Estado de Santa Catarina, a oeste com o Estado do Mato Grosso do Sul, além de fazer fronteira com Argentina e Paraguai, e a leste se limitar ao oceano atlântico. Está geograficamente localizado na região sul do Brasil, junto com os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul.



O histórico de ocupação do Paraná pode ser resumido em quatro momentos: anterior a 1950, entre 1950 e 1970, entre 1970 e 1991 e pós 1991. Até 1950 o Estado passa por ciclos com destaque para a ocupação do litoral, consolidação de Curitiba, constituição de centralidades no interior, especialmente Guarapuava, Londrina e o eixo de avanço da Companhia de Terras Norte do Paraná. A partir de 1950 existe um espalhamento da população que após 1970 passa a migrar para os centros urbanos e sedes urbanas dos municípios, consolidando após 1991 as centralidades urbanas de cidades pólo do interior (MONTEIRO, 2016).

No interior do Estado aparecem duas principais concentrações de população, uma costeira em torno de Curitiba e outra no norte. Outro fator destacável trata da marcação populacional no interior do Estado por meio das cidades-polo. No centro Guarapuava; no norte-nordeste e norte-noroeste, respectivamente, as zonas metropolitanas de Londrina e Maringá, recentemente criadas, revelam-se como segundo ponto de fluxo demográfico; no extremo oeste Foz do Iguaçu; enquanto o corredor oeste-noroeste aponta uma sequência de cidades médias em crescimento como Cascavel, Toledo e Umuarama (THÉRY; NAGY; NONATO JUNIOR, 2016, p.4).

Cabe destacar a ocupação com menor densidade do centro do Estado, justificado por Théry; Nagi e Nonato Junior (2016) por fatores físicos, que conferem maiores adversidades à instalação de núcleos urbanos, bem como por fatores humanos por se tratar de território historicamente constituído por atividades rurais extensivas, havendo menor concentração de população em decorrência de pequenos centros urbanos, a exceção da sede do Município de Guarapuava, única marca de forte concentração populacional.

O comparativo histórico entre o IDH dos municípios do Paraná revela um progresso global do estado, porém, existe uma diferença entre os municípios do centro do estado, com IDH mais baixo que as demais regiões. Além disso, tanto a renda per capita, como os níveis de conforto dos domicílios destacam cidades pólo como Londrina e Maringá, no interior, e a capital Curitiba com os melhores indicadores (THÉRY *et al*, 2009).

Esse panorama de ocupação reflete muito no grau de risco de ocorrência de desastres naturais, diretamente ligado à quantidade de pessoas com probabilidade de serem afetadas por fenômenos da natureza, consolidando a existência de um desastre.

Além da análise e contextualização da área de estudo frente ao seu histórico de ocupação e indicadores gerais, como mostrados neste item, torna-se

imprescindível para a análise de risco o entendimento dos componentes do geossistema, território e da paisagem.

### **3.2 COMPONENTES DO GEOSSISTEMA**

O Geossistema como tempo da Fonte traz em seus componentes os elementos inerentes à natureza. As forças gravitacionais e os fenômenos que são ocasionados por elas; a dinâmica atmosférica e suas ações na superfície terrestre; o terreno, extrato e substrato modelado pela ação de vários fatores, inclusive o homem; os solos, produto do intemperismo que age sobre as rochas no tempo geológico; e as águas superficiais, traduzidas na hidrografia, bacias hidrográficas e seus índices hidrológicos e morfométricos.

Para entender a atuação dos componentes do geossistema no desencadear dos desastres naturais foi preciso realizar uma qualificação de seus atributos, entender suas características para que as combinações necessárias fossem feitas para se chegar ao resultado esperado.

É preciso salientar que cada componente pode exercer influência de maneira diferente dependendo do tipo de desastre natural analisado. Por exemplo, o relevo e sua variável declividade exercem influências distintas em um alagamento e em um deslizamento, no primeiro quanto mais plano maior o risco e no segundo caso, quanto mais montanhoso maior o risco.

#### **3.2.1 GEOLOGIA**

Segundo o Atlas Geológico do Estado do Paraná (MINEROPAR, 2001), a área de estudo desta tese pode ser dividida em três compartimentos: Escudo; Bacia do Paraná; e Sedimentos Cenozóicos. No Escudo estão contidas rochas do terreno cristalino de alto e baixo grau metamórfico, rochas de magmatismo ácido e da bacia vulcano-sedimentar e sedimentar restrita. Na Bacia do Paraná estão contidas rochas da cobertura sedimentar do Paleozóico, rochas de sedimentação e magmatismo básico e alcalino e rochas de cobertura sedimentar do Mesozóico. Além destas, alguns locais são recobertos com sedimentos inconsolidados do Cenozóico.

Para as análises sobre os riscos de desastres naturais, na qualificação da geologia destacam-se os componentes que atuam nos processos de morfogênese e/ou pedogênese, em especial a litologia.

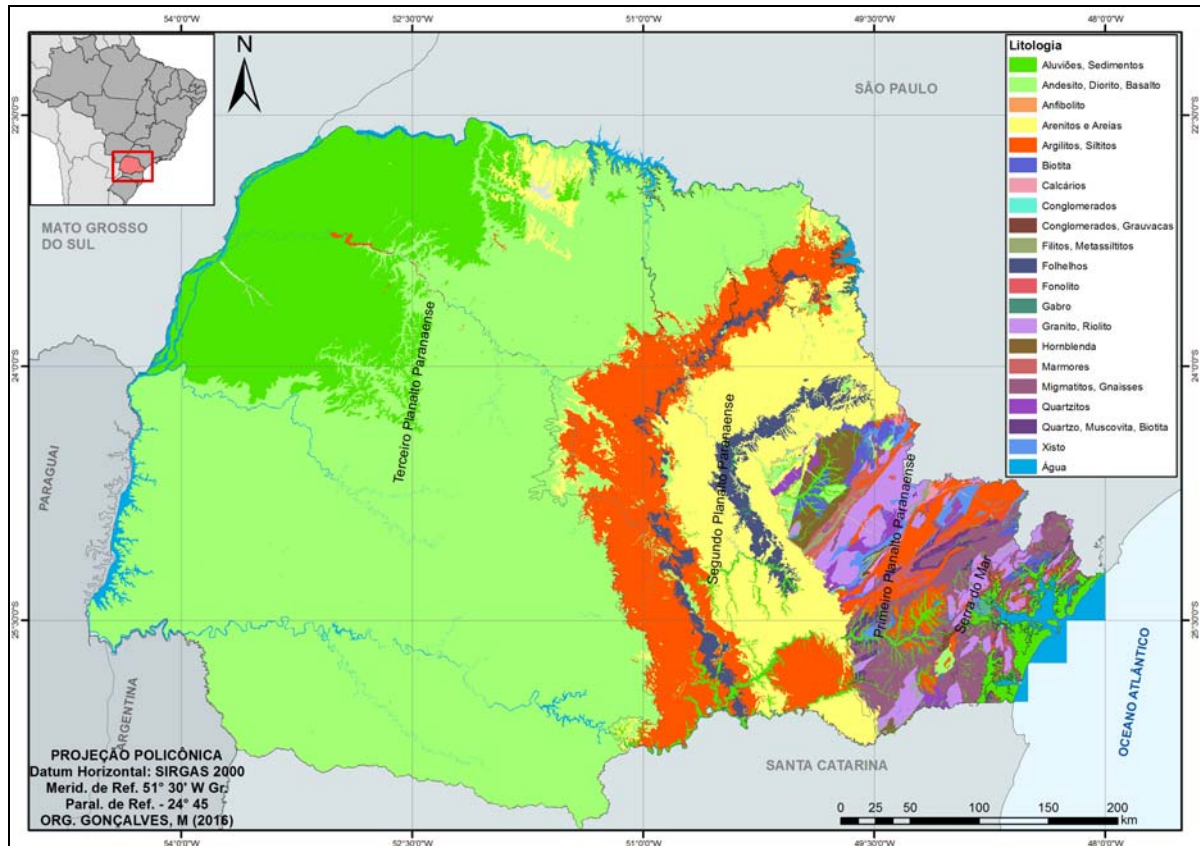
Para o mapeamento do risco de deslizamentos foi utilizada uma adaptação da metodologia apresentada por Crepani et al (2001), desenvolvida a partir do conceito de Ecodinâmica (TRICART, 1977), na qual é realizada a reinterpretação das informações temáticas disponíveis a partir de conceitos da morfodinâmica.

Para a morfodinâmica, o grau de coesão das rochas é a informação básica utilizada para a definição de valores que representem maior estabilidade ou vulnerabilidade. Nas rochas mais coesas prevalecem os processos de intemperismo e formação de solos (pedogênese) e nas rochas menos coesas prevalecem os processos erosivos, modificadores das formas de relevo (morfogênese) (GOMES, 2000, p. 100).

Nos desastres naturais decorrentes de deslizamentos, a coesão das rochas funciona como no processo de formação de solos. Onde prevalecem os processos de pedogênese e as rochas são mais coesas o risco de deslizamentos é menor, já onde a coesão é menor e prevalecem os processos de morfogênese e o risco aumenta. De uma forma geral, estes fatores estão ligados à litologia (Figura 9).

O Estado do Paraná possui grande diversidade de tipos de rocha e a formação litológica influencia diretamente nos processos dinâmicos do relevo e suas transformações, inclusive com ocorrências de deslizamentos, justificando o mapeamento e utilização destas informações na qualificação dos processos da dinâmica geológica na análise de risco de deslizamento.

**Figura 9 – Litologia do Estado do Paraná**



### 3.2.2 RELEVO

Ao longo da evolução humana o relevo sempre teve sua importância na fixação de populações, na locomoção e na agricultura. No modelo econômico vigente, esse interesse nas melhores condições do relevo confere a ele um valor econômico e social.

Os relevos “constituem os pisos sobre os quais se fixam as populações humanas e são desenvolvidas suas atividades, derivando daí valores econômicos e sociais que lhe são atribuídos” (MARQUES, 2003, pg. 25).

o relevo é um fiel espelho das condições ambientais vigorantes nos geossistemas, pois que resulta da ação do clima sobre as rochas e, desta forma, realça uma homogeneidade, retrato de um conjunto de processos cujo resultado final são tipos de solos, de relevo e de vegetação, que espelham as condições físicas vigorantes no decorrer do tempo geológico (VEADO; TROPMAIR, 2001, pg. 381).

Para a compreensão da ocorrência de desastres naturais o relevo tem papel fundamental em sua evolução, amplitude e magnitude, possuindo vários

componentes que contribuem para os eventos que podem evoluir para um desastre, especialmente a declividade e os tipos de relevos associados.

A declividade como forma de representação das características do relevo é um dos principais elementos de análise em determinados tipos de desastres.

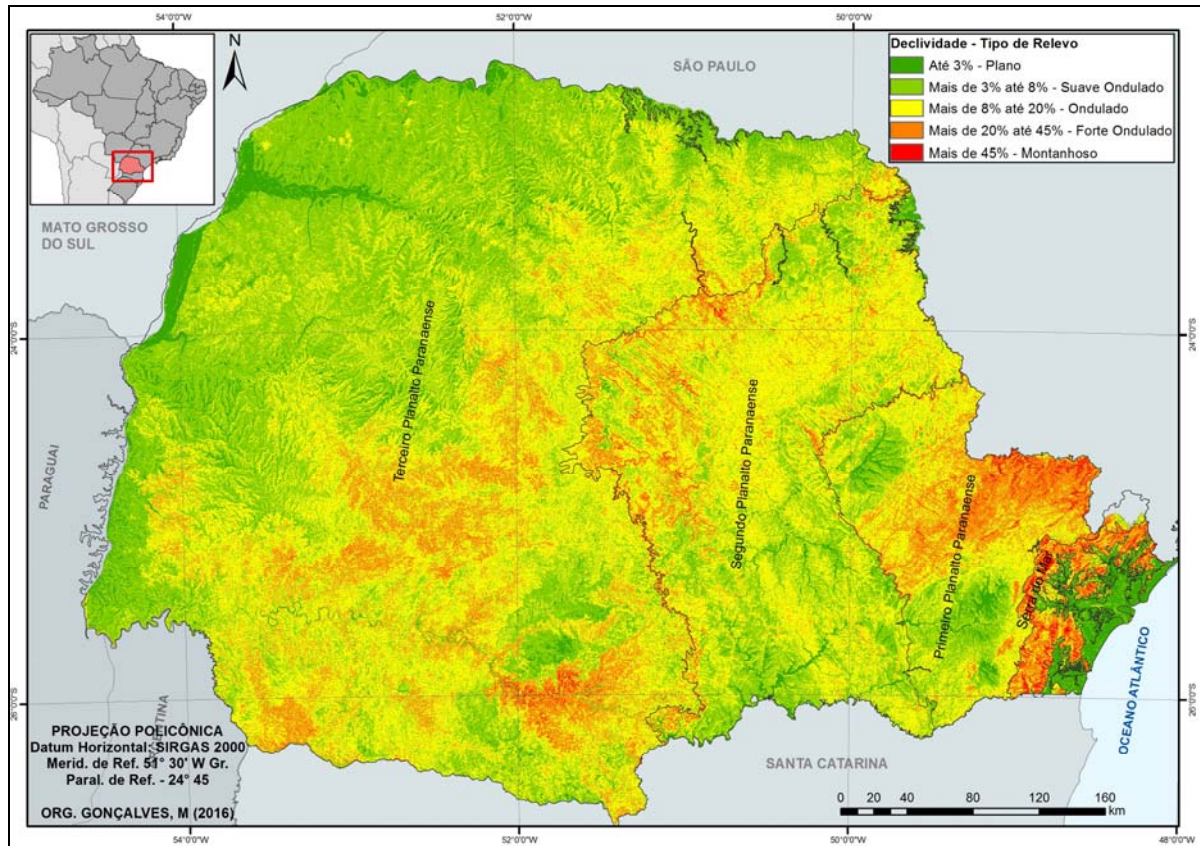
A carta de declividade, como forma de representar quantitativamente o comportamento espacial do relevo, tem as mais diversas aplicações, especialmente nas áreas de geomorfologia, hidrologia, engenharia, atividades militares e planejamento territorial. O principal motivo disto é o fato de que a inclinação do terreno tem fundamental influência nas taxas de escoamento superficial das águas da chuva, nos processos de erosão do solo, no assoreamento de rios e na ocorrência de inundações, bem como no fluxo de pessoas e veículos nas ruas e estradas (KOFFLER, 1994, p.168).

Para representar o risco do componente declividade e tipos de relevo foram adaptadas as classes de acordo com EMBRAPA (2006) que qualificam condições de declividade, comprimento de encostas e configuração superficial dos terrenos, que afetam as formas topográficas das áreas analisadas.

Nos riscos de alagamento e enchente a declividade influencia através das características planas do relevo, quanto mais plano maior o risco, já nos deslizamentos e enxurradas o risco é inverso, quanto mais acidentado o relevo, quanto maior a declividade, maior o risco.

É possível observar na Figura 10 que os locais com o relevo mais acidentado encontram-se na região da Serra do Mar e nas escarpas entre os planaltos, especialmente entre o segundo e o terceiro planalto. Já as áreas mais planas estão localizadas próximas às áreas de inundação dos rios Paraná, na confluência com o Rio Ivaí e na região litorânea.

**Figura 10** – Declividade e Tipos de Relevo do Estado do Paraná



### 3.2.3 SOLOS

As características do solo também se mostram um fator de grande importância para a análise dos riscos de desastres naturais decorrentes de alagamentos, enxurradas, enchentes e principalmente deslizamentos.

O solo [...] é uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos que ocupam a maior parte do manto superficial das extensões continentais do nosso planeta, contém matéria viva e podem ser vegetados na natureza onde ocorrem e, eventualmente, terem sido modificados por interferências antrópicas (EMBRAPA, 2006, p. 32).

Essa definição traz um aspecto interessante ao afirmar que os solos podem “eventualmente, terem sido modificados por interferências antrópicas”. Levando em consideração os solos aptos para utilização agrícola e aqueles utilizados para os assentamentos humanos, todos estes sofreram interferência antrópica e essas alterações contribuem muito para a ocorrência dos desastres naturais.

Para entender como se dá o comportamento das forças e da dinâmica da atmosfera nos solos nos tipos de desastres observados, analisou-se os aspectos que influenciam diretamente na ocorrência dos desastres naturais, em especial diferenciando os tipos de solo, sua textura, permeabilidade e impermeabilização.

No Estado do Paraná ocorrem nove ordens diferentes de solos (Figura 11) separadas pela presença ou ausência de determinados atributos, horizontes diagnósticos ou propriedades que são passíveis de serem identificadas no campo, mostrando diferenças no tipo e grau de desenvolvimento dos processos que atuaram na formação do solo, descritos de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006).

Os Argissolos têm como características diferenciais a presença de horizonte B textural de argila de atividade baixa, ou alta conjugada com saturação por bases baixa ou caráter alítico. Ocorrem principalmente em áreas com cobertura sedimentar, especialmente no noroeste do estado e no segundo planalto paranaense, com algumas ocorrências no primeiro planalto

Cambissolos são solos com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial, desde que em qualquer dos casos não satisfaçam os requisitos estabelecidos para serem enquadrados nas classes Vertissolos, Chernossolos, Plintossolos, Organossolos. É encontrado em algumas áreas no centro sul do Estado e principalmente no Escudo do Paraná, região do primeiro planalto.

Já os Chernossolos possuem alta saturação por bases e horizonte A chernozêmico sobrejacente a horizonte B textural ou B incipiente com argila de atividade alta, ou sobre horizonte C carbonático ou horizonte cálcico, ou ainda sobre a rocha, quando o horizonte A apresentar concentração de carbonato de cálcio. Ocorrem de maneira incipiente no Estado, apenas em uma pequena área na divisa com São Paulo, no município de Adrianópolis.

Espodossolos possuem horizonte B espódico subjacente a horizonte eluvial E (álbico ou não), ou subjacente a horizonte A, que pode ser de qualquer tipo, ou ainda, subjacente a horizonte hístico com espessura insuficiente para definir a classe dos Organossolos. Solos originários de sedimentos inconsolidados, restritos ao litoral do Estado.

Os Gelissolos são solos hidromórficos, constituídos por material mineral, que apresentam horizonte glei dentro de 150cm da superfície do solo, imediatamente

abaixo de horizontes A ou E, ou de horizonte hístico com espessura insuficiente para definir a classe dos Organossolos; não apresentam textura exclusivamente areia ou areia franca em todos os horizontes dentro dos primeiros 150cm da superfície do solo ou até um contato lítico, tampouco horizonte vértico, ou horizonte B textural com mudança textural abrupta acima ou coincidente com horizonte glei ou qualquer outro tipo de horizonte B diagnóstico acima do horizonte glei. Também originários de sedimentos inconsolidados presentes no segundo e primeiro planalto paranaense.

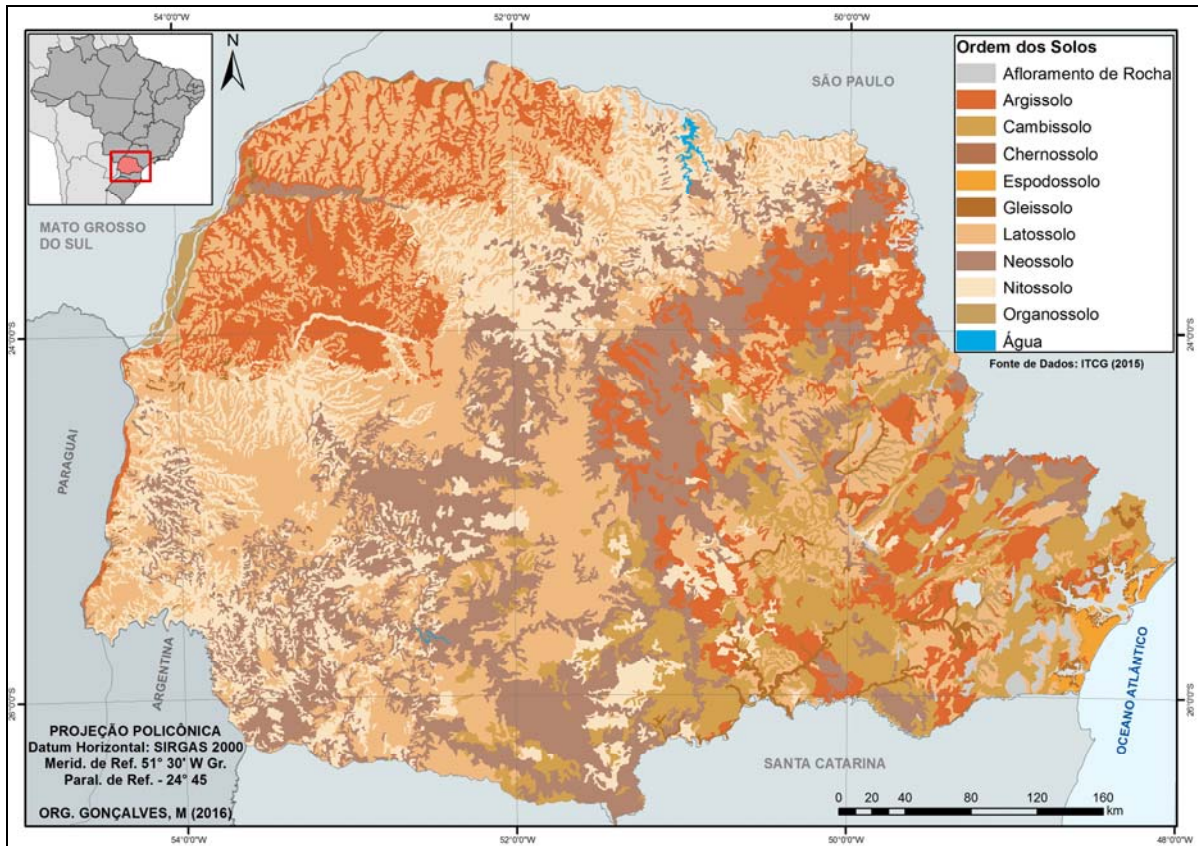
Os Latossolos são solos em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos, como resultado de enérgicas transformações no material constitutivo, com horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer um dos tipos de horizonte diagnóstico superficial, exceto hístico. Ocorrem em praticamente todo o Estado, especialmente em áreas originadas de magmatismo.

Os Neossolos, assim como os Latossolos, ocorrem em todo o Estado e compreende solos constituídos por material mineral, ou por material orgânico pouco espesso, que não apresentam alterações expressivas em relação ao material originário devido à baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos, seja em razão de características inerentes ao próprio material de origem, como maior resistência ao intemperismo ou composição químico-mineralógica, ou por influência dos demais fatores de formação (clima, relevo ou tempo), que podem impedir ou limitar a evolução dos solos.

Os Nitossolos são solos constituídos por material mineral, com horizonte B nítico, textura argilosa ou muito argilosa (teores de argila maiores que 350g/kg de solo a partir do horizonte A), estrutura em blocos subangulares ou angulares, ou prismática, de grau moderado ou forte, com cerosidade expressiva nas superfícies dos agregados. Ocorrem principalmente no terceiro planalto paranaense.

Os Organossolos, com ocorrência especial em áreas de várzea, são solos pouco evoluídos, com preponderância de características devidas ao material orgânico, de coloração preta, cinzenta muito escura ou brunada, resultantes de acumulação de restos vegetais, em graus variáveis de decomposição, em condições de drenagem restrita (ambientes mal a muito mal drenados), ou em ambientes úmidos de altitudes elevadas, saturados com água por apenas poucos dias durante o período chuvoso.

**Figura 11 – Solos de Primeira Ordem do Estado do Paraná**



Além da descrição dos solos, outros dois componentes ligados às características naturais foram fundamentais para a análise dos riscos de ocorrência dos desastres naturais, a textura e a permeabilidade, uma diretamente ligada à outra. Sendo que a textura, quantidade de argila, silte e areia presente no solo, determinam, entre outras coisas, a permeabilidade do solo e seu grau de desagregação.

Para caracterização dos grupamentos texturais dos solos do Estado do Paraná (Figura 12), utilizou-se a definição de EMBRAPA (2006):

**Textura arenosa** - compreende as classes texturais areia e areia franca;

**Textura média** - material com menos de 35% de argila e mais de 15% de areia, excluídas as classes texturais areia e areia franca;

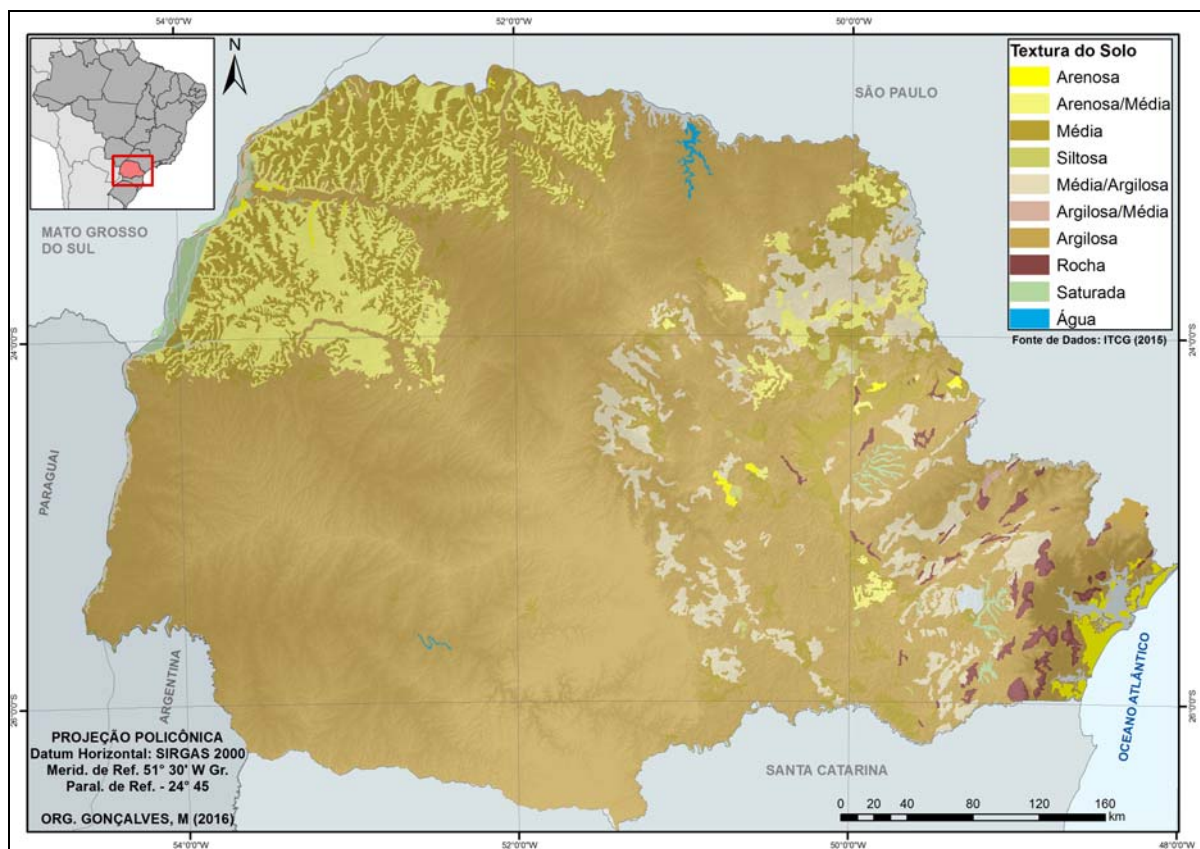
**Textura argilosa** - material com teor de argila entre 35% e 60%;

**Textura muito argilosa** - material com teor de argila superior a 60%;

**Textura siltosa** - material com menos de 35% de argila e menos de 15% de areia.

Aplicados à análise de risco de ocorrência de alagamentos, enchentes e enxurradas, o risco se apresenta maior quanto mais argiloso for o solo, isso porque tal textura confere ao solo menor permeabilidade devido ao pequeno tamanho dos poros, e estes solos ocupam mais de 70% das áreas do Estado. Em contrapartida para a ocorrência de deslizamentos, quanto mais arenosa for a textura maior será o risco, uma vez que as partículas dos solos não possuem grande capacidade de agregação, sendo facilmente erodidos. Os solos de textura arenosa e média/arenosa ocupam quase 9% do território do Paraná.

**Figura 12** – Textura dos Solos do Estado do Paraná



### 3.2.4 CLIMA

Os aspectos do clima estão diretamente ligados aos processos de transformação do relevo, especialmente quando relacionamos a ação das águas na modelagem das superfícies. Além disso, fatores como temperatura, umidade e pressão, respondem pela intemperização das rochas formando os solos a serem moldados.

O clima, abstrato enquanto categoria, não pode ser expresso em imagem mas aparece subjacente em qualquer paisagem da superfície terrestre, desempenhando papel relevante por meio da atuação de seus elementos tais como temperatura, umidade, ventos, etc. em diversas escalas de grandeza. Há uma forte sintonia entre clima e paisagem (CONTI, 2014, p. 241).

O clima é fator fundamental para o geossistema, pois surge como controlador dos processos e da dinâmica (CHRISTOFOLETTI, 1999). Além disso, o clima é desencadeador de todos os desastres naturais que estão sendo analisados neste estudo, no qual o aspecto principal é a dinâmica das águas, seu incremento por meio das chuvas e a ação delas no relevo.

Para isso, dois aspectos são fundamentais na análise do clima, a precipitação média e as chuvas intensas. A primeira fornece o panorama e a distribuição geral das chuvas na área de estudo, sendo primordial para o conhecimento das condições de umidade do solo, enquanto a segunda é fator preponderante para definir onde estão as áreas com maiores riscos de chuvas intensas, causadoras diretas dos alagamentos e enxurradas e fatores de contribuição nas enchentes e deslizamentos.

A precipitação, ou a chuva, ocorre a partir de complexos fenômenos de aglutinação e respectivo crescimento das pequenas gotículas em nuvens com a presença significativa de umidade e núcleos de condensação, formando grandes quantidades de gotas com tamanho e peso suficientes. Quando o nível de condensação é crítico e as partículas de água não conseguem mais se manter suspensas no ar, graças à força da gravidade, retornam à superfície na forma líquida (chuvas) ou sólida (neve e granizo) (SCHIAVETTI; CAMARGO, 2005).

A chuva faz a transferência de água da atmosfera para a superfície terrestre, constituindo o “input” (entrada) da água nos sistemas naturais. É ela que alimenta os outros componentes do ciclo hidrológico (RAMOS, 2005).

A precipitação atua como controlador do ciclo hidrológico, sendo determinante na regulação das condições ecológicas, climáticas e geográficas de uma região, uma vez que a quantidade de precipitação, seus regimes sazonais ou diários e as intensidades da chuva são fatores que afetam diretamente a natureza e a magnitude do trabalho de formação e transformação do relevo, se tornando fatores fundamentais no planejamento de áreas urbanas e rurais (NETTO, 2003).

As chuvas variam no tempo e no espaço e entender esta distribuição é fundamental para o planejamento de ações de gerenciamento de recursos hídricos e para os estudos hidrológicos.

Para determinar a pluviosidade média anual no Estado foi utilizado o método das isoietas, ou seja, curvas de igual precipitação, traçadas de acordo com os dados das estações hidroclimáticas.

A precipitação média sobre uma área é calculada ponderando-se a precipitação média entre isoietas sucessivas (normalmente fazendo a média dos valores de duas isoietas) pela área entre as isoietas, totalizando esse produto e dividindo pela área total (VILLELA; MATTOS, 1975, p. 55).

O resultado desta medida, transformada em produto cartográfico (Figura 13), forneceu a espacialização das médias anuais de pluviosidade no Estado, representando os locais com maior quantidade de chuvas e conseqüentemente com maior probabilidade de saturação dos solos devido à ocorrência de chuvas intensas. Os locais com maior pluviosidade média se encontram na região do litoral e Serra do Mar, e na região extremo sul e sudoeste.

A chuva intensa é o principal dado hidrológico de entrada utilizado no cálculo das vazões de projeto das obras de drenagem pluvial e seu cálculo e espacialização tem o objetivo de gerar um hidrograma ou vazão de projeto para determinada obra hidráulica.

Ela é um evento crítico de chuva construído artificialmente com base em características estatísticas da chuva natural e com base em parâmetros de resposta da bacia hidrográfica. Estas características estatísticas e parâmetros são levados em conta com a definição de dois elementos básicos:

- período de retorno **T** da precipitação de projeto (anos)
- duração crítica **D** crítica do evento (min)

Em termos práticos, para uma chuva intensa constante considera-se a duração igual ao tempo de concentração da bacia. Para um hietograma de projeto a duração deve ser maior que o tempo de concentração, pois este deveria ser o tempo de duração apenas de sua parcela efetiva.

As chuvas intensas são normalmente determinadas a partir de relações intensidade-duração-frequência (curvas IDF) das precipitações sobre a bacia contribuinte. Expressas sob forma de tabelas ou equações, as curvas IDF fornecem

a intensidade da precipitação para qualquer duração e período de retorno. Pode-se obter uma lâmina ou altura de precipitação, multiplicando-se a intensidade dada pela IDF pela sua correspondente duração (SUDERHSA, 2002).

Para o Estado do Paraná o mapa com as isoietas das chuvas intensas (Figura 14) foi obtido através do cálculo realizado em 28 postos pluviométricos constantes no Atlas de Recursos Hídricos do Estado do Paraná (SEUDERHSA, 1998) e obtido através da aplicação da equação:

$$i = \frac{a}{(t + b)^m} T_r^n$$

Onde:

i= intensidade da chuva em mm/h

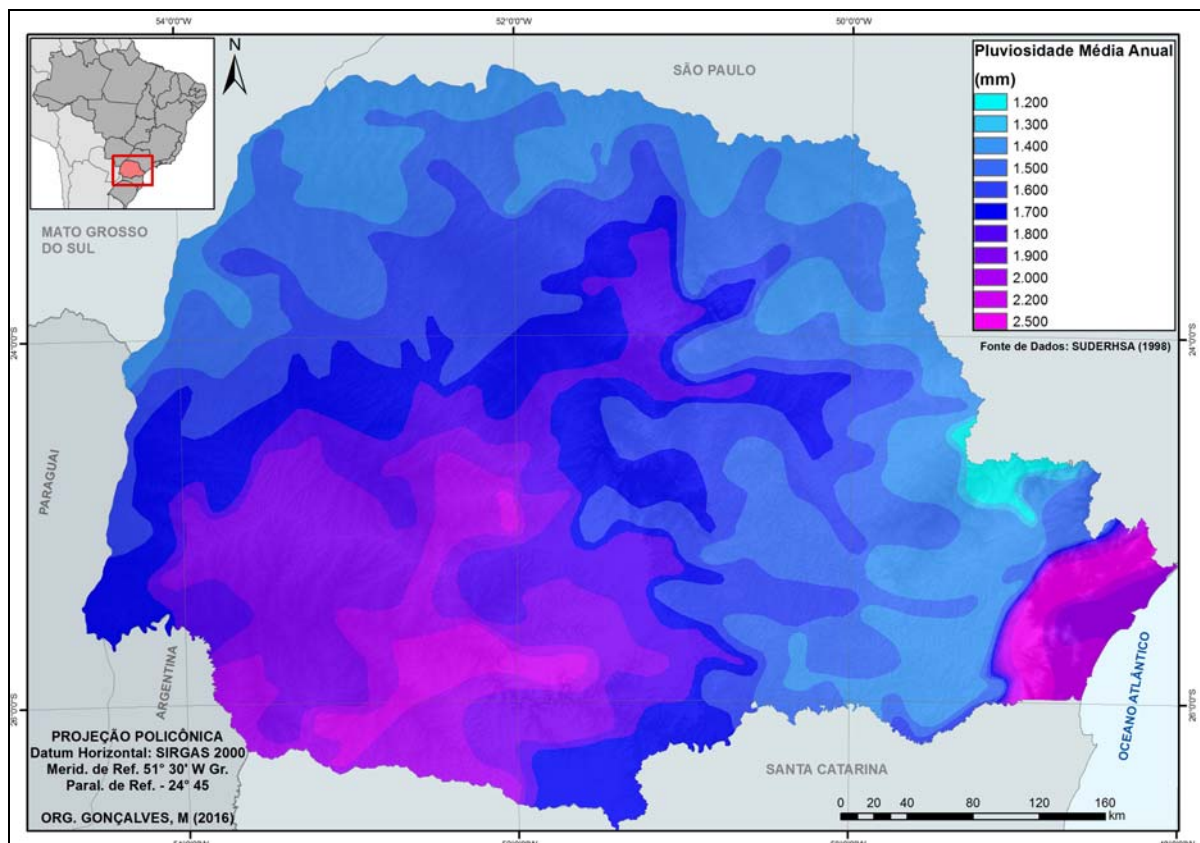
t= duração das chuvas em minutos

Tr= tempo de recorrência em anos

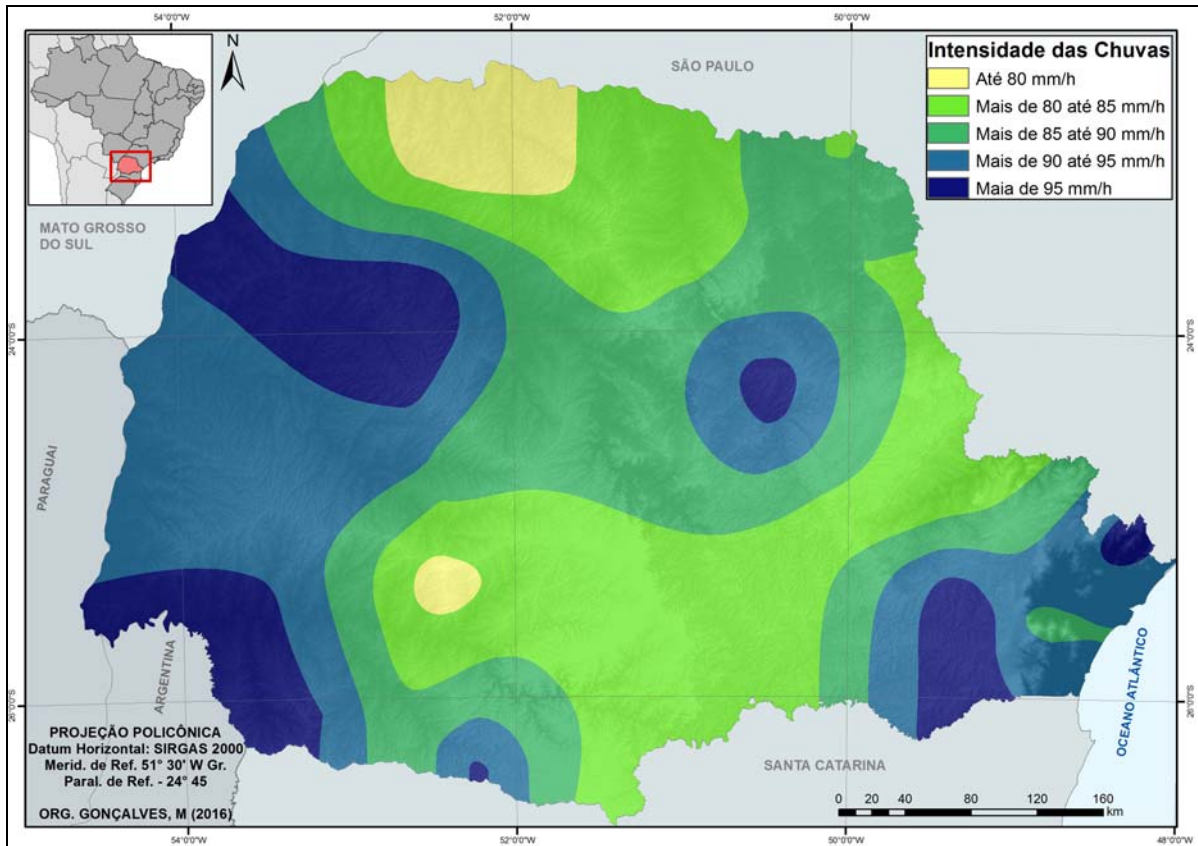
a, b, m, n= coeficientes

As equações continham o tempo de duração das chuvas de acordo com o tempo de concentração das respectivas bacias em que foram levantados os dados. Para o tempo de recorrência optou-se pela utilização de 10 anos.

**Figura 13** – Pluviosidade Média Anual no Estado do Paraná



**Figura 14 – Chuvas Intensas no Estado do Paraná**



### 3.2.5 HIDROGRAFIA

É notória a importância da água para os sistemas ambientais, para o homem e os animais, enfim, para a vida no planeta. Além disso, as águas aliadas às forças gravitacionais da Terra exercem papel fundamental na transformação do relevo, agindo como modelador, desagregando partículas e depositando materiais de acordo com seus caminhos.

A evolução das sociedades e a ocupação cada vez maior da superfície terrestre com atividades e assentamentos humanos fizeram com que alguns processos naturais começassem a tomar contornos de desastres. Exemplo disso são os eventos de deslizamentos, enchentes e enxurradas que sempre ocorreram, mas que, ao afetar a vida de pessoas de forma negativa, passaram a ser vistos como desastres.

Os desastres naturais investigados neste estudo estão diretamente ligados ao incremento de precipitações hídricas, aumento do volume de águas dos rios, ou ação do escoamento superficial e subsuperficial das águas no solo, por isso a grande importância da análise hidrológica e de padrões morfométricos de bacias

hidrográficas para determinarmos os riscos de ocorrência de alagamentos, enchentes, enxurradas e deslizamentos.

Entender o funcionamento de uma bacia, seus elementos de formação e suas características físicas se torna primordial para qualquer pesquisador que queira se aprofundar nos assuntos e temáticas relacionadas ao planejamento ambiental [...]. É preciso entender a dinâmica dentro de uma bacia, sabendo como são formados [...] os rios e corpos d'água, e a morfologia de tais canais de drenagem (GONÇALVES; SPINELLI, 2014, p.44).

Este entendimento passa pela delimitação das bacias hidrográficas (Figura 15), análise da localização dos rios e padrões de drenagem, identificando áreas de inundação, definindo bacias com maior ou menor risco de ocorrência de enchentes e enxurradas de acordo com índices hidrológicos e morfométricos.

Para a determinação dos parâmetros morfométricos da rede de drenagem seguiu-se a metodologia proposta por Horton (1945) e aplicada segundo as condições ambientais e físicas do Brasil por Villela & Mattos (1975) e Christofolletti (1979). Para isso foram utilizados parâmetros como: coeficiente de compacidade; densidade de drenagem; gradiente de energia dos rios; e acúmulo de fluxo.

O coeficiente de compacidade da bacia ( $K_c$ ) (Figura 16) é a relação entre o perímetro da bacia e a raiz da área da bacia. Este coeficiente determina a distribuição do deflúvio ao longo dos cursos d'água, e é em parte responsável pelas características das enchentes, ou seja, quanto mais próximo do índice de referência que designa uma bacia de forma circular, mais sujeita a enchentes será a bacia. É obtido pela fórmula:

$$K_c = 0,28 \times P \frac{1}{\sqrt{A}}$$

Onde:

$K_c$  = Coeficiente de compacidade;

$P$  = Perímetro da bacia (km);

$A$  = Área da bacia (km<sup>2</sup>).

O índice de referência 1,0 significa que a bacia possui forma circular e o índice de referência 1,8 significa que a bacia possui forma alongada. Quanto mais próximo de 1,0 for o valor deste coeficiente, mais acentuada será a tendência para maiores enchentes. Isto porque em bacias circulares o escoamento será mais rápido, pois a bacia descarregará seu deflúvio direto com maior rapidez produzindo

picos de enchente de maiores magnitudes. Já nas bacias alongadas o escoamento será mais lento e a capacidade de armazenamento maior.

A densidade de drenagem ( $Dd$ ) (Figura 17), expressa em  $\text{km}/\text{km}^2$ , é a relação entre o comprimento dos canais e a área da bacia, obtida pela fórmula:

$$Dd = \frac{Lt}{A}$$

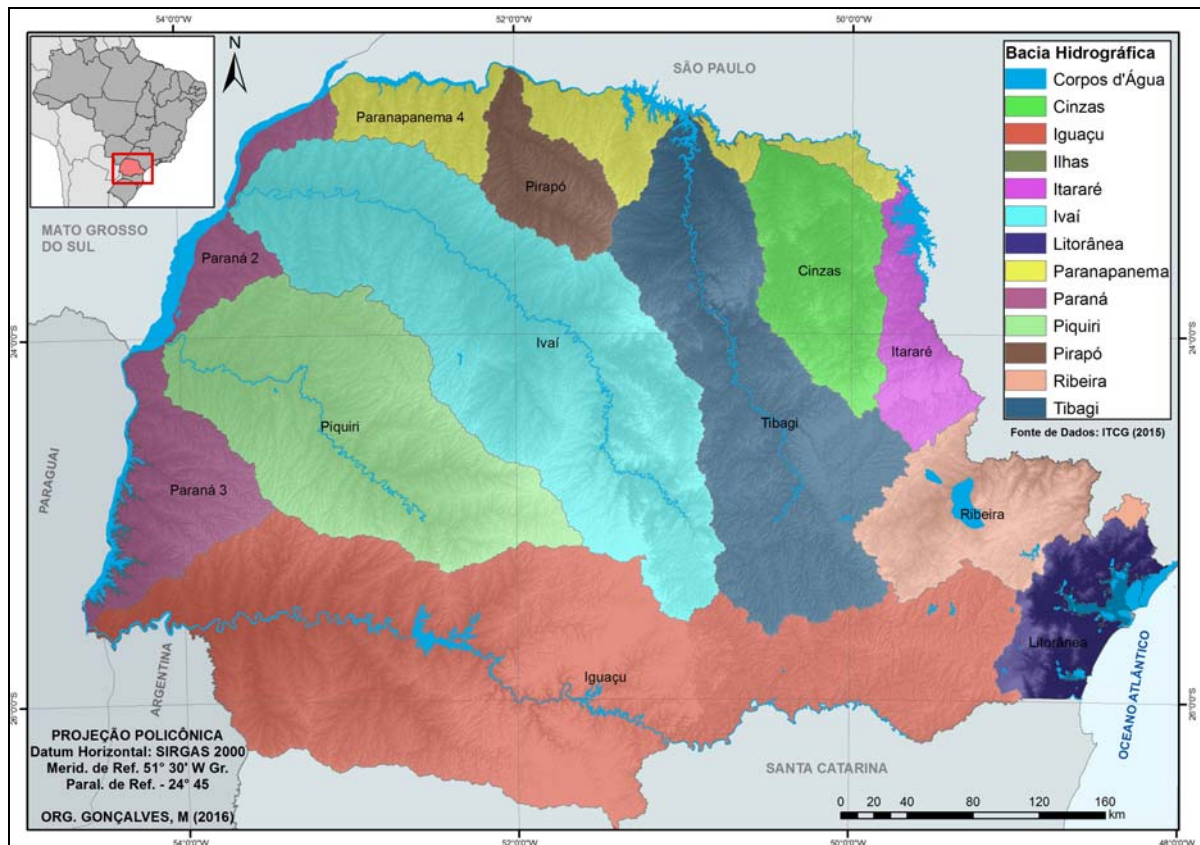
Em que:

$Dd$  = Densidade de drenagem;

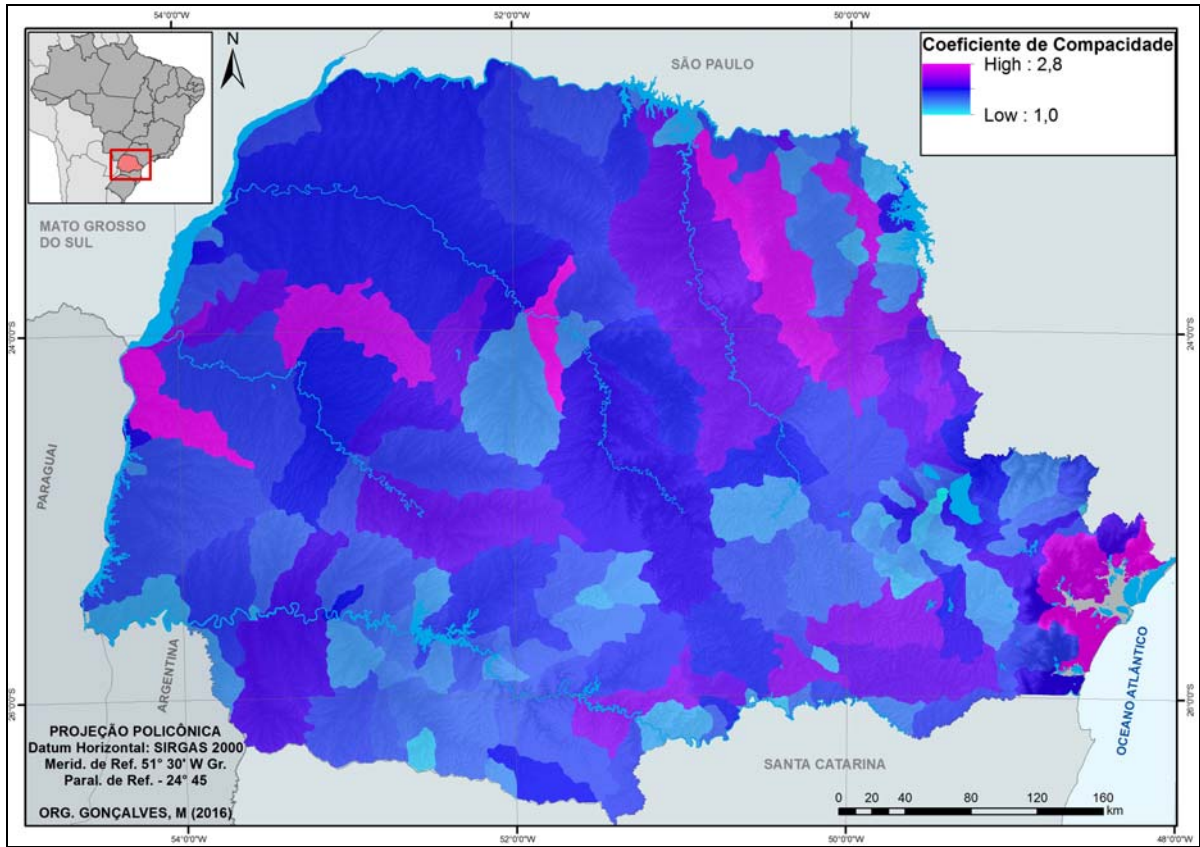
$Lt$  = Comprimento dos canais (km);

$A$  = Área da bacia ( $\text{km}^2$ ).

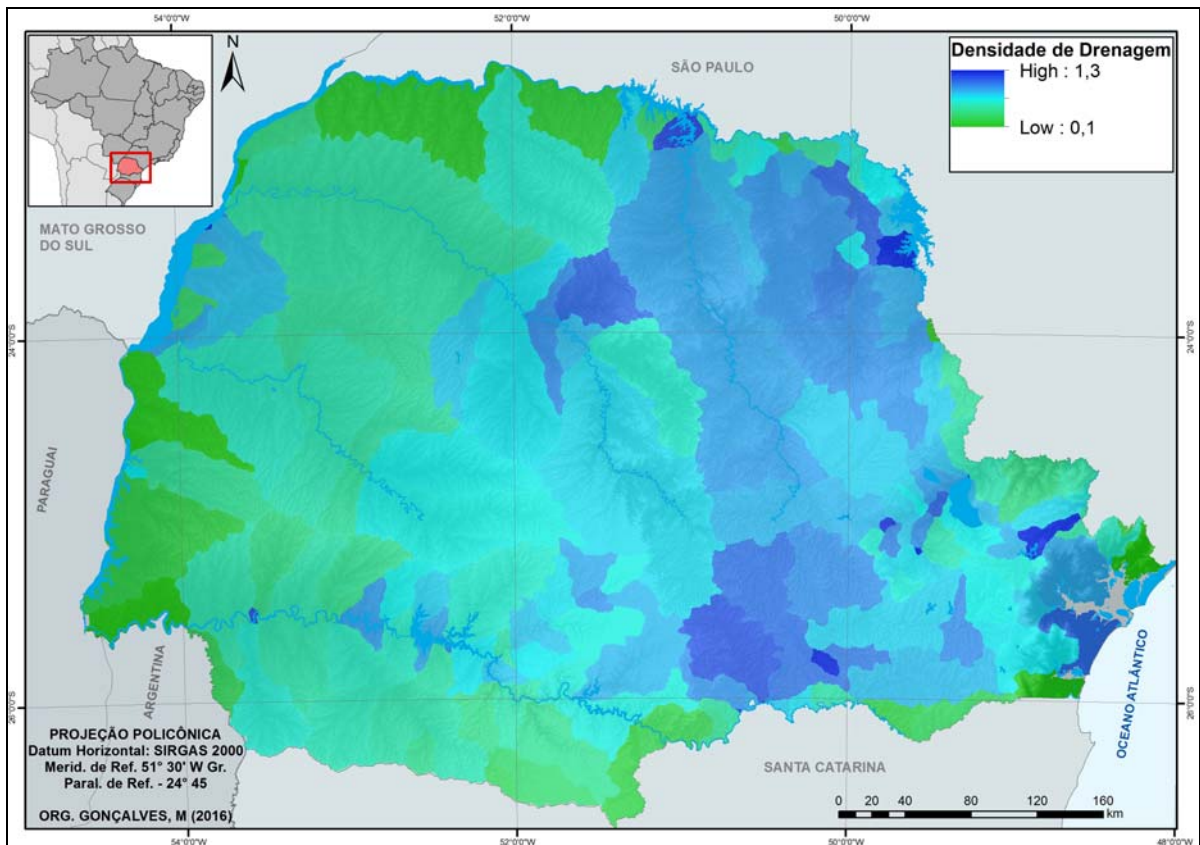
**Figura 15** – Bacias Hidrográficas do Estado do Paraná



**Figura 16 – Coeficiente de Compacidade das Bacias Hidrográficas do Estado do Paraná**



**Figura 17 – Densidade de Drenagem das Bacias Hidrográficas do Estado do Paraná**



Assim, sintetiza-se neste item os componentes do geossistema que contribuem ou atuam para que ocorram eventos naturais, muitas vezes extremos e que, aliados aos componentes do território e da paisagem, apresentados a seguir, dão contorno aos desastres naturais.

### **3.3 COMPONENTES DO TERRITÓRIO**

Os diferentes recursos e sua exploração econômica pelas sociedades, a diferença na distribuição dos ônus desta exploração ou até mesmo a não distribuição, o acúmulo de capital e as disparidades sociais ocasionadas por este acúmulo, tudo isso pode ser considerado o tempo do Território.

O processo de produção capitalista e a estrutura social criada para a manutenção de determinados privilégios das classes dominantes acaba criando um contingente cada vez maior de excluídos. Sejam excluídos de acesso a recursos, infraestruturas básicas, a bens e serviços, sejam excluídas de oportunidades de se estabelecer em locais seguros para se viver.

Essa exclusão cria uma condição de vulnerabilidade que deixa cada vez mais pessoas sem capacidade econômica e social para enfrentar um evento natural perigoso. Sendo que, na maioria das vezes, estes excluídos são os mais atingidos por estarem nos locais “inadequados” devido à falta de acesso às melhores terras.

No caso dos desastres naturais, as condições do território são fatores determinantes para que um evento natural se torne catastrófico. Assim, pela ausência de infraestruturas necessárias ou pela vulnerabilidade social, uma população se torna mais exposta ao risco do que outra, sendo estas variáveis um dos aspectos de análise do modelo proposto, expressos no Índice de Vulnerabilidade Social (IVS), populações e bens expostos aos desastres, infraestrutura urbana e análise de redes de transporte e comunicação.

#### **3.3.1 ÍNDICE DE VULNERABILIDADE SOCIAL**

De acordo com Katzman (1999; 2001), as situações de vulnerabilidade social devem ser analisadas a partir da existência ou não, por parte dos indivíduos ou das famílias, de ativos disponíveis e capazes de enfrentar determinadas situações de risco.

A vulnerabilidade social é uma configuração complexa de características que incluem bem estar pessoal, meios de subsistência, resistência a eventos adversos, autoproteção e redes políticas, sociais e institucionais (CANNON; TWIGG; ROWELL, 2003).

É possível afirmar que a vulnerabilidade social é a incapacidade total ou parcial de uma população, família ou indivíduo, de lidar com adversidades ou fatores que os impedem de manter o padrão de vida habitual, seja por fatores econômicos, seja por problemas de infraestrutura, por problemas habitacionais, ou por outro tipo de exclusão.

No caso dos desastres naturais, muitos fatores colaboram para que populações vulneráveis sejam mais afetadas, seja pelos padrões construtivos das habitações, seja pela falta ou deficiência da infraestrutura do entorno, seja pela dificuldade de superação econômica dos efeitos de um desastre, no caso de perdas materiais.

Para o planejamento territorial e de políticas públicas, os indicadores de pobreza tornaram-se instrumentos indispensáveis na definição de ações que visam o estabelecimento de processos de superação das dificuldades e desigualdade social.

Para a análise da vulnerabilidade social no Estado do Paraná, utilizou-se a metodologia de mapeamento através do IVS (Índice de Vulnerabilidade Social) proposto pelo IPEA (2015). Este índice, construído a partir de indicadores do Atlas do Desenvolvimento Humano (ADH) no Brasil, procura destacar as diferentes situações indicativas de exclusão e vulnerabilidade social no território brasileiro, numa perspectiva que vai além da identificação da pobreza entendida apenas como insuficiência de recursos monetários.

[...] o IVS traz dezesseis indicadores estruturados em três dimensões, a saber, infraestrutura urbana, capital humano e renda e trabalho, permitindo um mapeamento singular da exclusão e da vulnerabilidade social para os 5.565 municípios brasileiros (conforme malha municipal do Censo Demográfico 2010) e para as Unidades de Desenvolvimento Humano (UDHs) das principais Regiões Metropolitanas (RMs) do país (IPEA, 2015, p. 12).

De acordo com IPEA (2015), o IVS possui três dimensões: IVS Infraestrutura Urbana (Quadro 1); IVS Capital Humano (Quadro 2); e IVS Renda e Trabalho (Quadro 3). Essas dimensões correspondem a conjuntos de ativos, recursos ou estruturas, cujo acesso, ausência ou insuficiência indicam que o padrão de vida das

famílias encontra-se baixo, sugerindo, no limite, o não acesso e a não observância dos direitos sociais, ou, no caso desta análise, fragilidade quanto à exposição ou superação de algum desastre natural.

**Quadro 1 - Descrição e peso dos indicadores que compõem o subíndice IVS Infraestrutura Urbana**

INDICADOR	DESCRIÇÃO	PESO
a) Percentual de pessoas em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados	Razão entre o número de pessoas que vivem em domicílios cujo abastecimento de água não provém de rede geral e cujo esgotamento sanitário não é realizado por rede coletora de esgoto ou fossa séptica, e a população total residente em domicílios particulares permanentes, multiplicada por 100. São considerados apenas os domicílios particulares permanentes	0,300
b) Percentual da população que vive em domicílios urbanos sem serviço de coleta de lixo	Razão entre a população que vive em domicílios sem coleta de lixo e a população total residente em domicílios particulares permanentes, multiplicada por 100. Estão incluídas as situações em que a coleta de lixo é depositada em caçamba, tanque ou depósito fora do domicílio, para posterior coleta pela prestadora do serviço. São considerados apenas os domicílios particulares permanentes localizados em área urbana	0,300
c) Percentual de pessoas que vivem em domicílios com renda per capita inferior a meio salário mínimo e que gastam mais de uma hora até o trabalho e total de pessoas ocupadas, vulneráveis e que retornam diariamente ao trabalho	Razão entre o número de pessoas ocupadas, de 10 anos ou mais de idade, que vivem em domicílios com renda per capita inferior a meio salário mínimo, de agosto de 2010, e que gastam mais de uma hora em deslocamento até o local de trabalho, e o total de pessoas ocupadas nessa faixa etária que vivem em domicílios com renda per capita inferior a meio salário mínimo, de agosto de 2010, que retornam diariamente para o trabalho, multiplicado por 100	0,400

Fonte: IPEA (2015)

**Quadro 2** - Descrição e peso dos indicadores que compõem o subíndice IVS Capital Humano

INDICADOR	DESCRIÇÃO	PESO
a) Mortalidade até um ano de idade	Número de crianças que não deverão sobreviver ao primeiro ano de vida, em cada mil crianças nascidas vivas	0,125
b) Percentual de crianças de 0 a 5 anos que não freqüentam a escola	Razão entre o número de crianças de 0 a 5 anos de idade que não freqüentam creche ou escola, e o total de crianças nessa faixa etária (multiplicada por 100)	0,125
c) Percentual de pessoas de 6 a 14 anos que não freqüentam a escola	Razão entre o número de pessoas de 6ª 14 anos que não freqüentam a escola, e o total de pessoas nesta faixa etária (multiplicada por 100)	0,125
d) Percentual de mulheres de 10 a 17 anos de idade que tiveram filhos	Razão entre o número de mulheres de 10 a 17 anos de idade que tiveram filhos, e o total de mulheres nesta faixa etária (multiplicado por 100)	0,125
e) Percentual de mães chefes de família, sem fundamental completo e com pelo menos um filho menor de 15 anos de idade no total de mães chefes de família	Razão entre o número de mulheres que são responsáveis pelo domicílio, que não tem ensino fundamental completo e tem pelo menos um filho com idade inferior a 15 anos morando no domicílio, e o número total de mulheres chefes de família (multiplicado por 100). São considerados apenas os domicílios particulares permanentes.	0,125
f) Taxa de analfabetismo da população de 15 anos ou mais de idade	Razão entre a população de 15 anos de idade ou mais que não sabe ler nem escrever um bilhete simples, e o total de pessoas nesta faixa etária (multiplicado por 100)	0,125
g) Percentual de crianças que vivem em domicílios em que nenhum dos moradores tem ensino fundamental completo	Razão entre o número de crianças até 14 anos que vivem em domicílios em que nenhum dos moradores tem ensino fundamental completo, e a população total nesta faixa etária residente em domicílios particulares permanentes (multiplicado por 100)	0,125
h) Percentual de pessoas de 15 a 24 anos que não estudam, não trabalham e possuem renda domiciliar per capita igual ou inferior a meio salário mínimo (2010), na população total dessa faixa etária	Razão entre as pessoas de 15 a 24 anos que não estudam, não trabalham e com renda per capita inferior a meio salário mínimo, de agosto de 2010, e a população total nessa faixa etária (multiplicada por 100). São considerados apenas os domicílios particulares permanentes.	0,125

Fonte: IPEA (2015)

**Quadro 3** - Descrição e peso dos indicadores que compõem o subíndice IVS Renda e Trabalho

INDICADOR	DESCRIÇÃO	PESO
a) Proporção de pessoas com renda domiciliar per capita igual ou inferior a meio salário mínimo	Proporção dos indivíduos com renda familiar per capita inferior ou igual a meio salário mínimo. O universo de indivíduos é limitado àqueles que vivem em domicílios particulares permanentes	0,200
b) Taxa de desocupação da população de 18 anos ou mais de idade	Percentual da população economicamente ativa (PEA) nessa faixa etária que estava desocupada na semana anterior ao censo, mas havia procurado trabalho ao longo do mês anterior à data da pesquisa	0,200
c) Percentual de pessoas de 18 anos ou mais sem fundamental completo e em ocupação informal	Razão entre pessoas de 18 anos ou mais sem fundamental completo em ocupação formal e a população total desta faixa etária, multiplicada por 100	0,200
d) Percentual de pessoas em domicílios com renda per capita inferior a meio salário mínimo e dependentes de idosos	Razão entre as pessoas que vivem em domicílios com renda per capita inferior a meio salário mínimo, e nos quais a renda de moradores com 65 anos ou mais corresponde a mais da metade do total da renda domiciliar, e a população total residente em domicílios particulares permanentes (multiplicado por 100)	0,200
e) Taxa de atividade das pessoas de 10 a 14 anos de idade	Razão da pessoas de 10 a 14 anos de idade que eram economicamente ativas, ou seja, que estavam ocupadas ou desocupadas na semana do censo entre o total de pessoas nesta faixa etária (Multiplicado por 100).	0,200

Fonte: IPEA (2015).

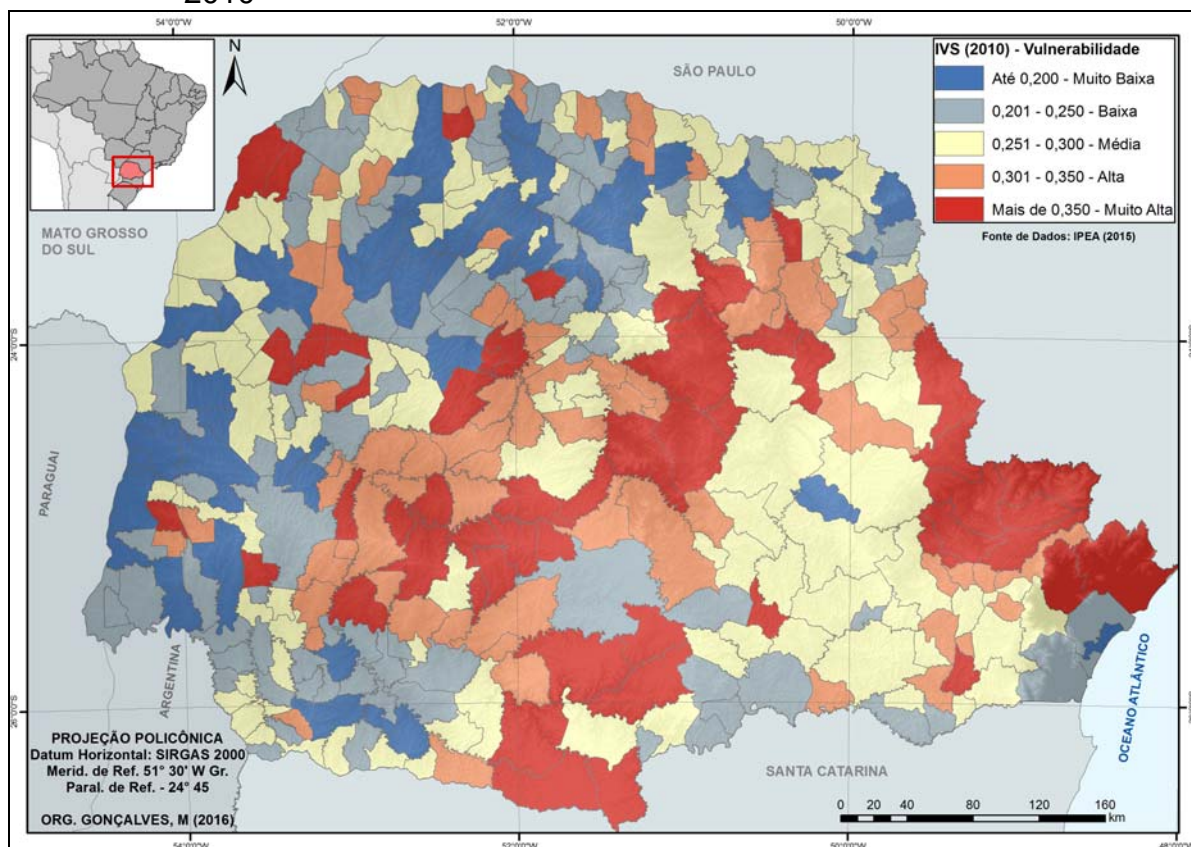
Para a análise da vulnerabilidade social (Figura 18) no modelo proposto, a aplicação do IVS se deu por meio de uma adaptação da escala do próprio índice presente no Atlas da Vulnerabilidade Social dos Municípios Brasileiros (IPEA, 2015).

Para os municípios que apresentam IVS entre 0 e 0,200, considera-se que possuem muito baixa vulnerabilidade social. Valores entre 0,201 e 0,300 indicam baixa vulnerabilidade social. Aqueles que apresentam IVS entre 0,301 e 0,400 são de média vulnerabilidade social, ao passo que, entre 0,401 e 0,500 são considerados de alta vulnerabilidade social. Qualquer valor entre 0,501 e 1 indica que o município possui muito alta vulnerabilidade social. (IPEA, 2015, p.18).

A adaptação ocorreu para padronizar a escala à situação do Paraná, pois não se observou municípios com IVS maior que 0,500, sendo que o menor valor observado foi 0,461. Assim, por meio de método estatístico de quebras naturais, a escala foi adaptada, e os valores considerados foram: municípios com IVS entre 0 e

0,200 muito baixa vulnerabilidade social; entre 0,201 e 0,250 baixa vulnerabilidade social; valores entre 0,251 e 0,300 média vulnerabilidade social; valores entre 0,301 e 0,350 alta vulnerabilidade social; e municípios com valores de 0,351 a 0,461 representam municípios com muito alta vulnerabilidade social.

**Figura 18** – Índice de Vulnerabilidade Social dos Municípios do Estado do Paraná - 2010



### 3.3.2 POPULAÇÃO EXPOSTA

Toda população está exposta ao risco de ocorrência de desastres naturais, mas é inegável que alguns estão mais expostos que outros, seja pela vulnerabilidade social, sejam pela suscetibilidade natural dos locais onde vivem.

A exposição ao risco é uma propriedade do elemento exposto aos eventos perigosos e pode ser expresso na dimensão humana pelo número de pessoas mortas, feridas ou afetadas por um desastre.

Para analisar esta variável do modelo foram utilizados os dados sobre desastres naturais existentes no SISDC (Sistema Informatizado de Defesa Civil do Estado do Paraná), que registra em um banco de dados as ocorrências de desastres ocorridos no Estado, disponível em <http://www.defesacivil.pr.gov.br>. O sistema

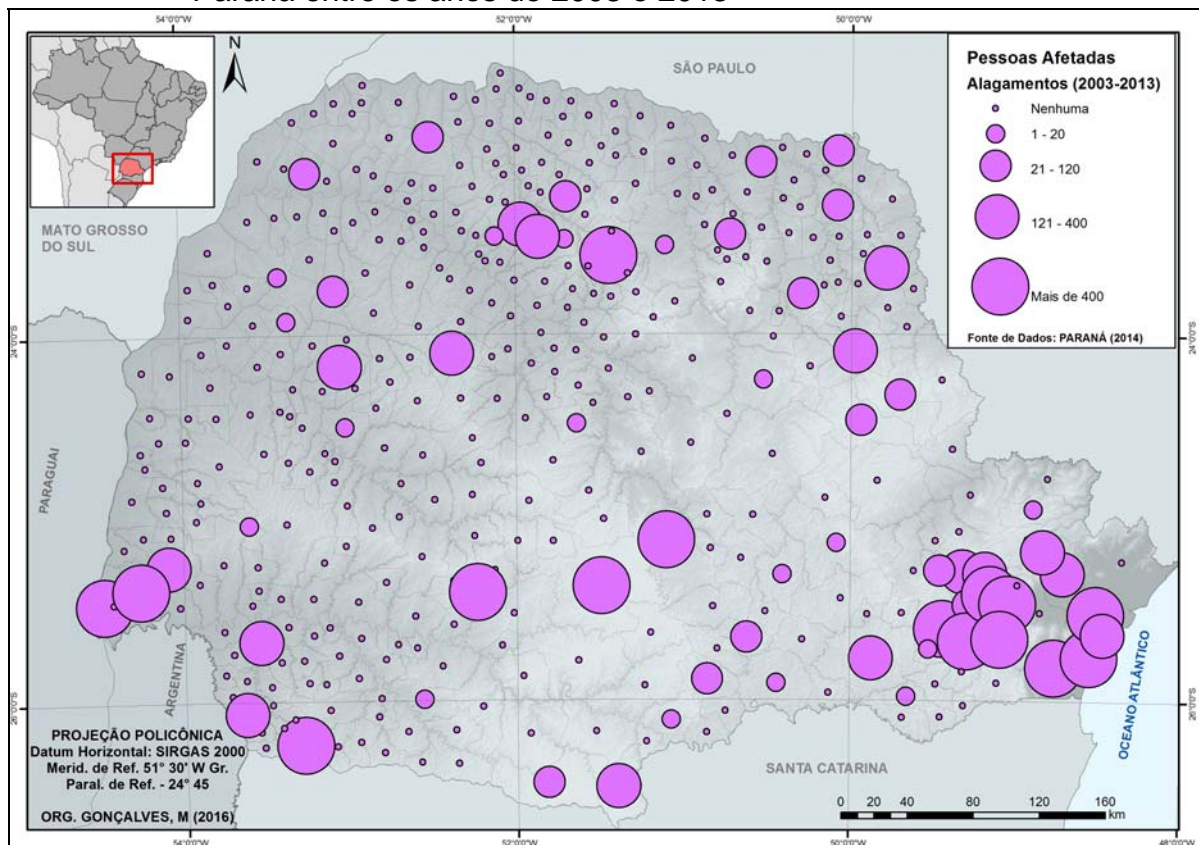
fornece uma coluna de informação que consta o número de pessoas afetadas por cada ocorrência de desastres naturais registrados pela Defesa Civil.

O período de observação utilizado foi de 10 anos (2003 a 2013), os dados foram separados por município e por tipo de desastre registrado, fornecendo parâmetros para o cálculo da população exposta. A análise dos dados levou em consideração o total de pessoas afetadas no período (Figura 19 a 22).

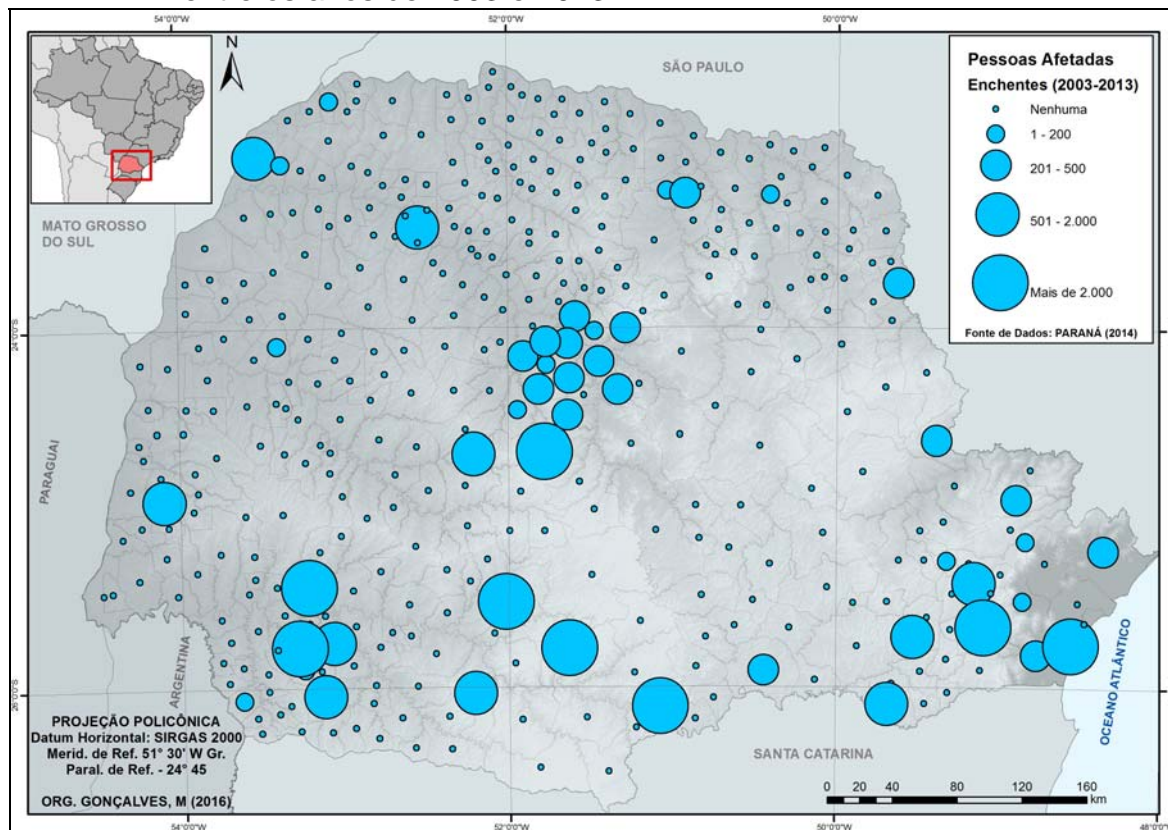
O banco de dados traz ocorrências desde 1980, com mais de 30 anos de série histórica, permitindo estabelecer a frequência dos desastres ocorridos no Estado, porém, observou-se que, antes dos anos 2000, o registro de pessoas afetadas pelos desastres não era constante, dificultando sua utilização na medição da população exposta. Assim, optou-se pela utilização de uma série histórica de 10 anos (2003-2013).

A escala elaborada para identificar o grau de risco de acordo com o número de pessoas afetadas foi feita separadamente para cada tipo de desastre observado, levando em consideração os valores absolutos durante o tempo de observação, divididos em cinco classes seguindo o método estatístico de quebras naturais.

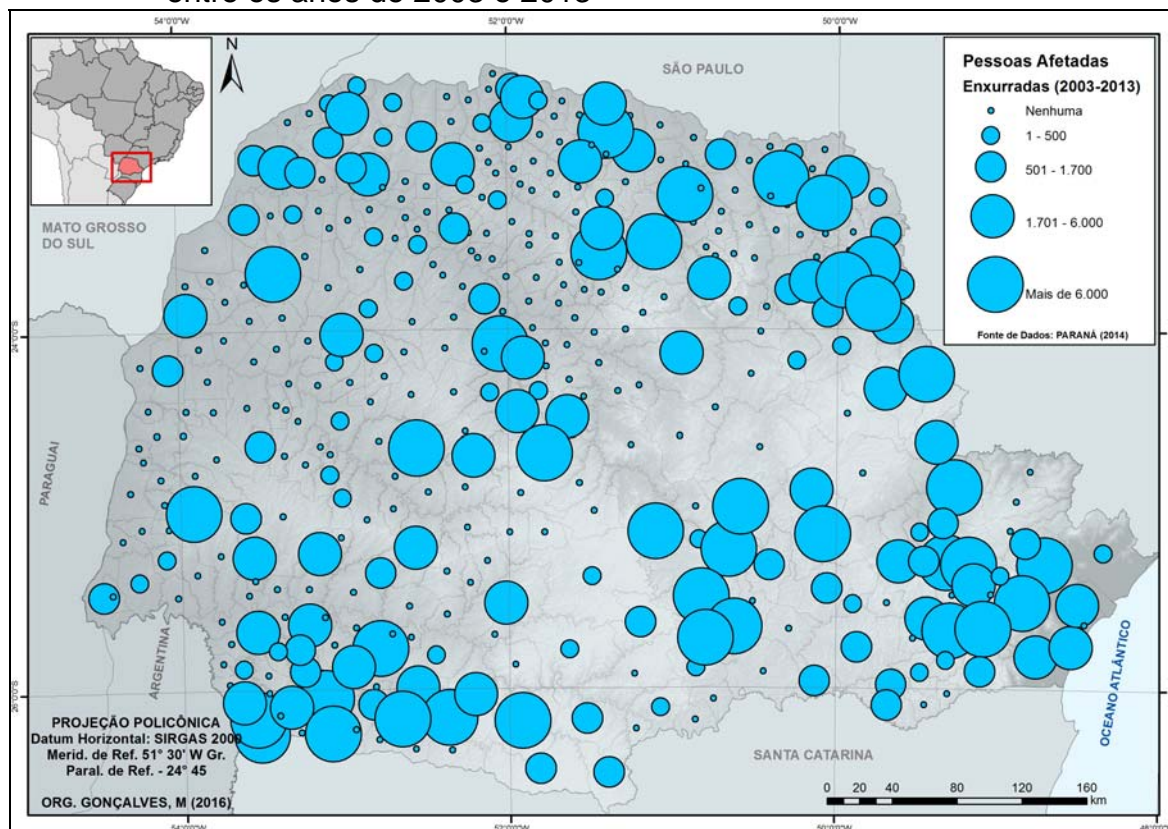
**Figura 19** – Pessoas Afetadas por Alagamentos nos Municípios do Estado do Paraná entre os anos de 2003 e 2013



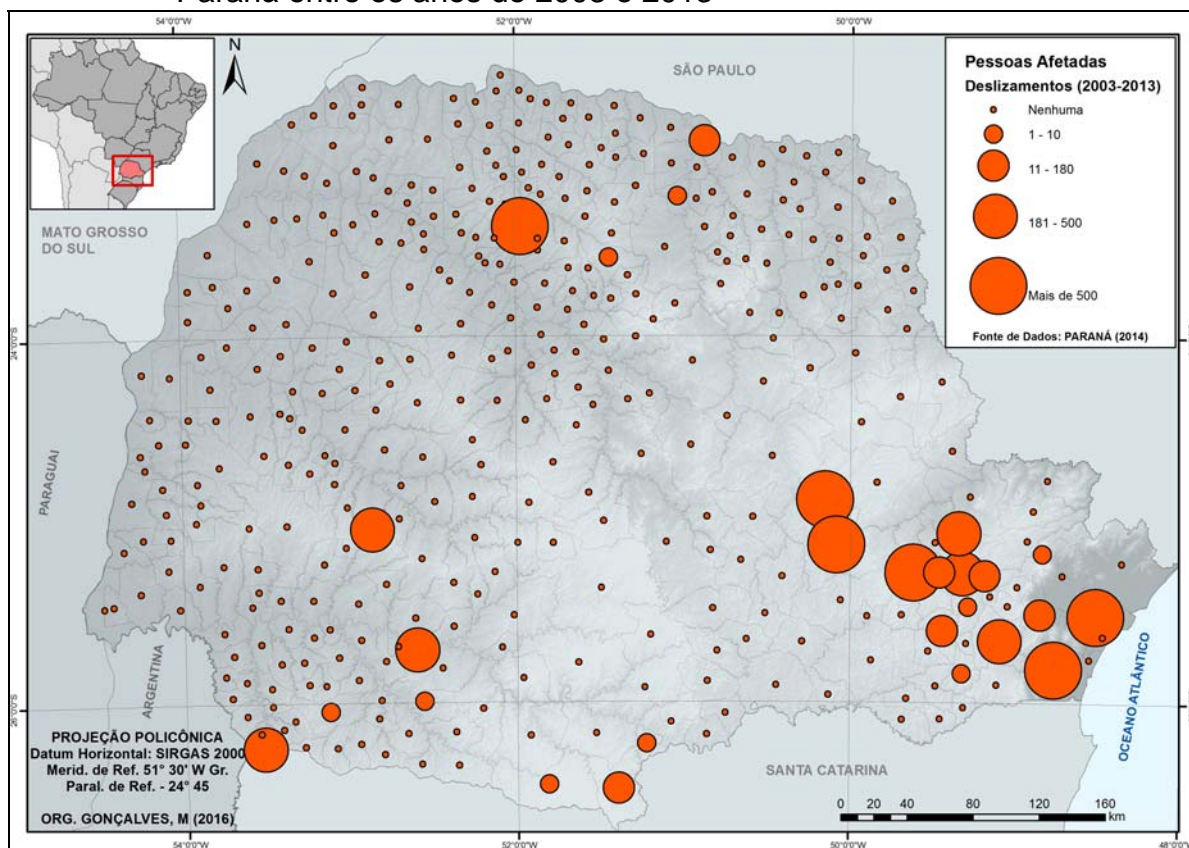
**Figura 20** – Pessoas Afetadas por Enchentes nos Municípios do Estado do Paraná entre os anos de 2003 e 2013



**Figura 21** – Pessoas Afetadas por Enxurradas nos Municípios do Estado do Paraná entre os anos de 2003 e 2013



**Figura 22** – Pessoas Afetadas por Deslizamentos nos Municípios do Estado do Paraná entre os anos de 2003 e 2013



### 3.3.3 BENS EXPOSTOS

Esta é uma variável de difícil análise por conta da inexistência de dados sistematizados ou confiáveis, uma vez que é difícil mensurar a quantidade de bens que são expostos em um desastre. Para tanto, foi utilizado o número de casas danificadas e destruídas durante o registro das ocorrências, existente no banco de dados SISDC, utilizando o mesmo período de observação da análise da população exposta.

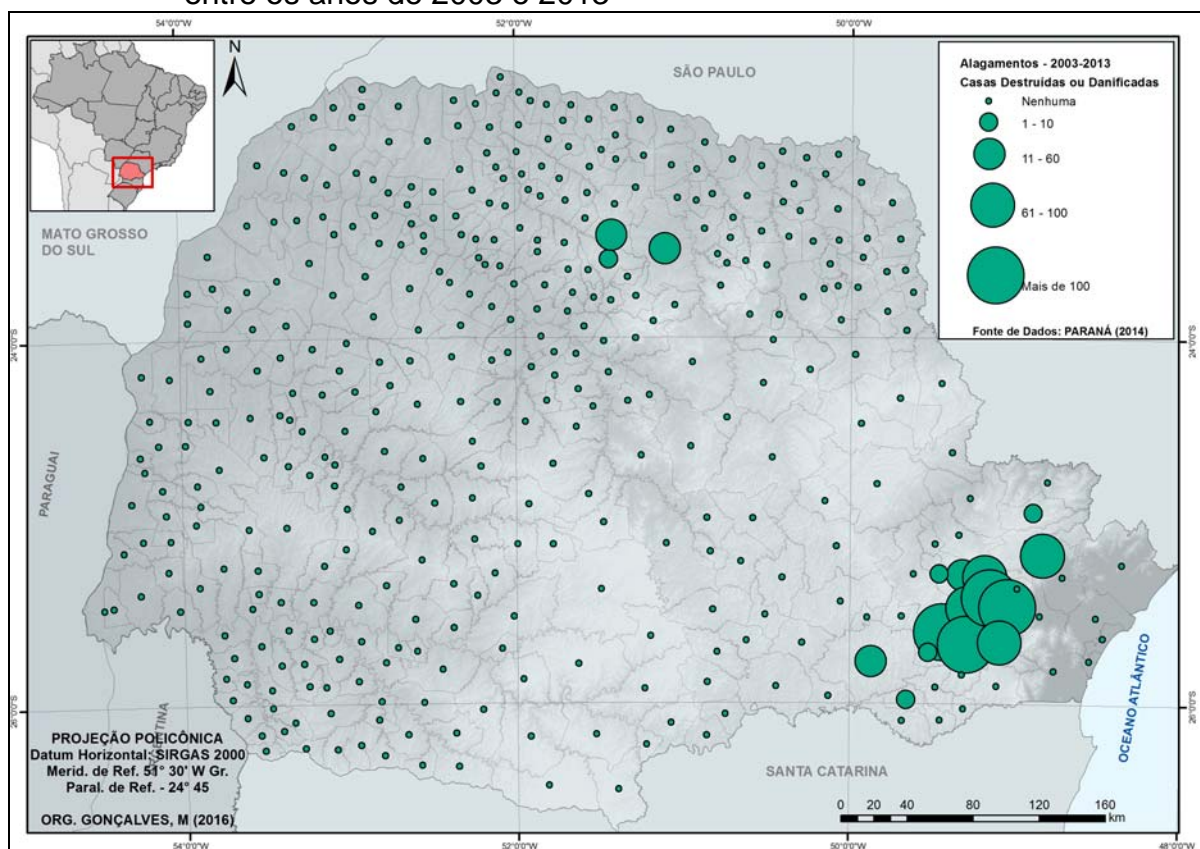
Utilizou-se o critério de não valorar os bens, no caso as casas, porque a moradia para uma pessoa (ou família) possui valor que não pode ser medido pelo simples preço de mercado ou valor venal. Ela representa a segurança para a maioria das pessoas que ali habitam independente da classe social.

Assim como na variável População Exposta, foram utilizados os dados sobre desastres naturais existentes no SISDC (Sistema Eletrônico da Defesa Civil do Estado do Paraná) ocorridos de 2003 à 2013. O sistema fornece uma coluna de informação que consta o número de casas danificadas e outra com o número de casas destruídas por cada ocorrência de desastres naturais registrados pela Defesa

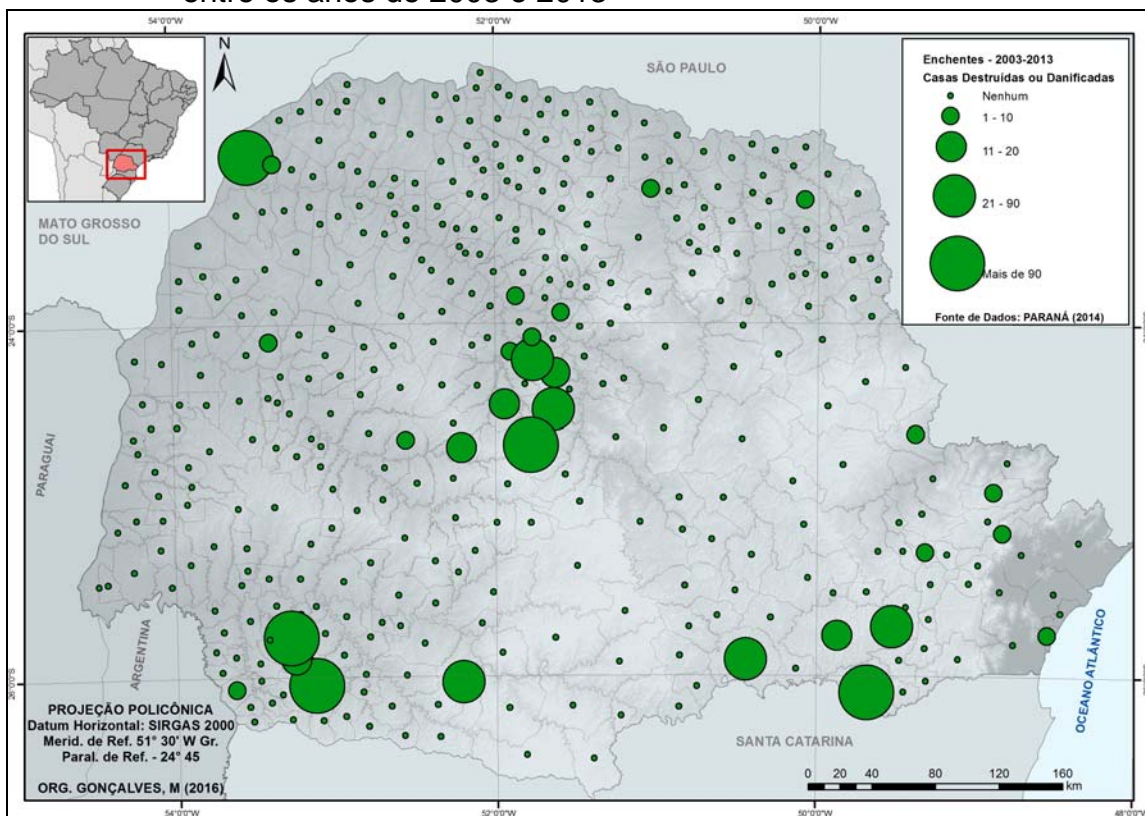
Civil, que, somadas deram origem aos dados sobre os bens expostos (Figura 23 a 26).

Assim como na escala elaborada para identificar o grau de risco de acordo com o número de pessoas afetadas, para os bens expostos utilizou-se o tipo de desastre observado, levando em consideração os valores absolutos durante o tempo de observação, divididos em cinco classes seguindo o método estatístico de quebras naturais.

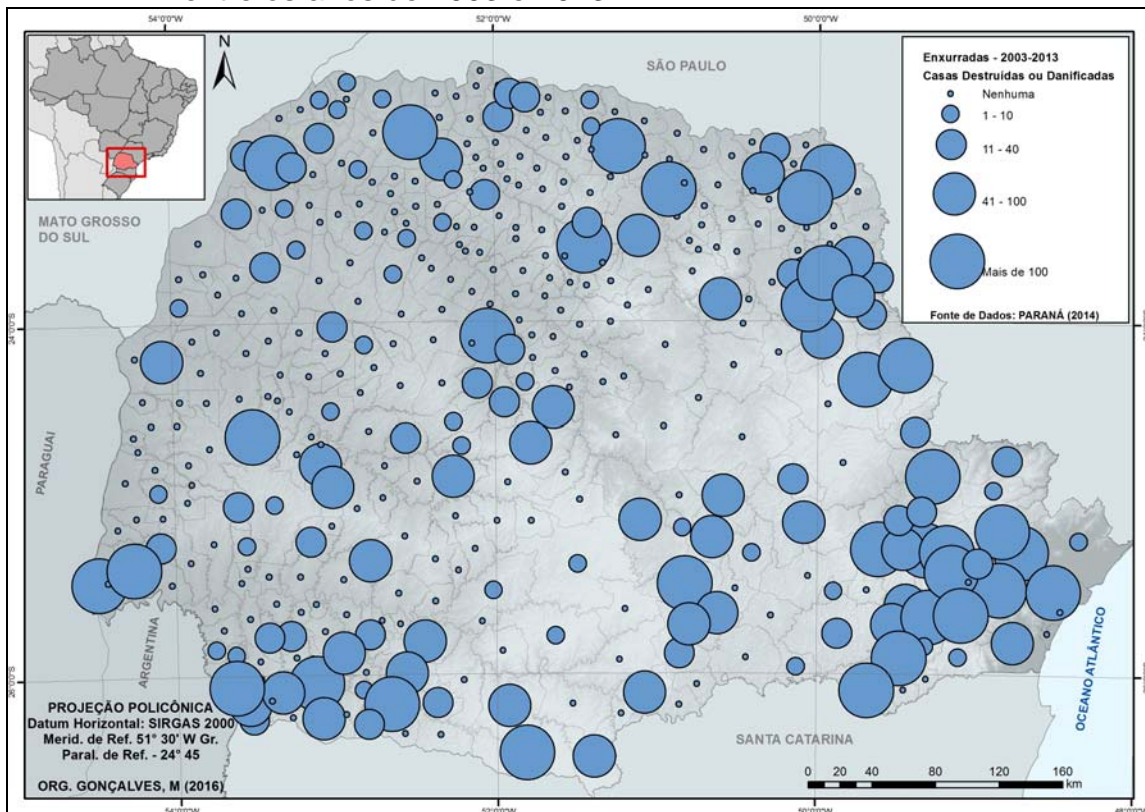
**Figura 23** – Casas Afetadas por Alagamentos nos Municípios do Estado do Paraná entre os anos de 2003 e 2013



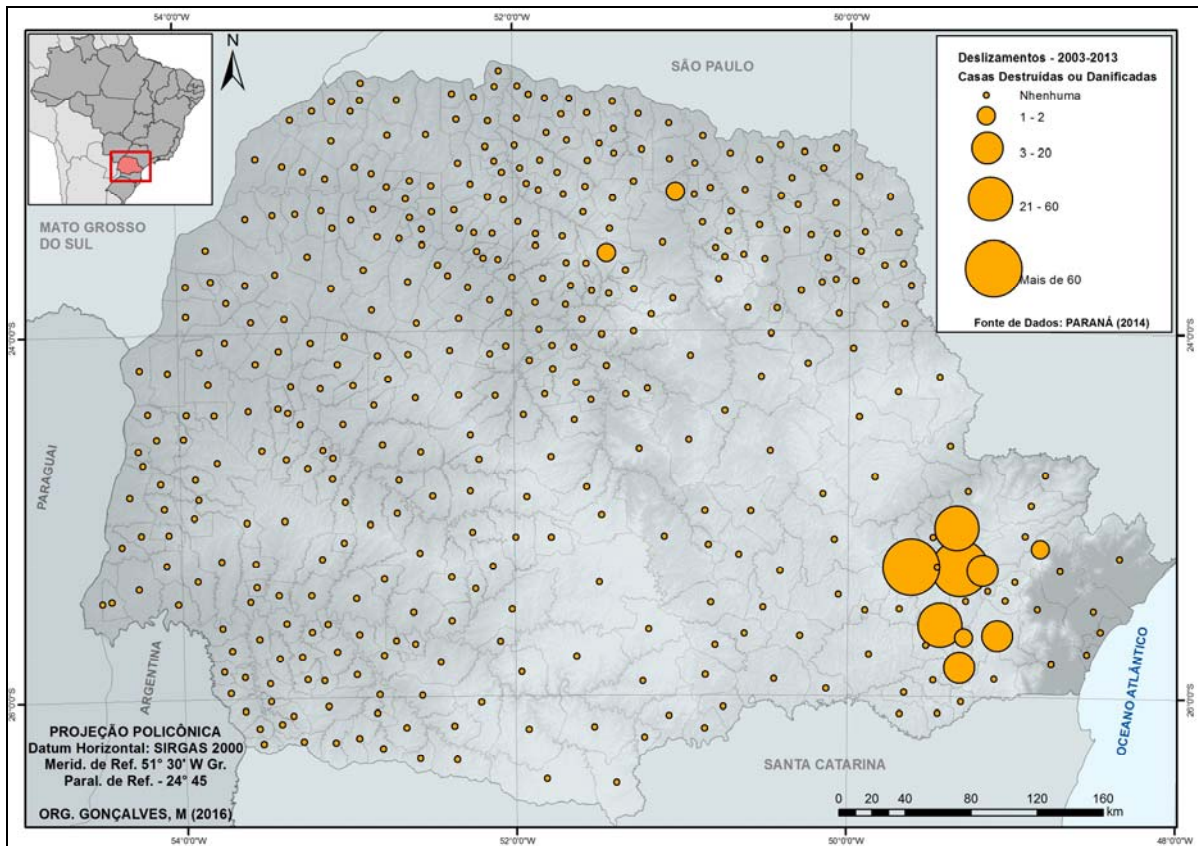
**Figura 24** – Casas Afetadas por Enchentes nos Municípios do Estado do Paraná entre os anos de 2003 e 2013



**Figura 25** – Casas Afetadas por Enxurradas nos Municípios do Estado do Paraná entre os anos de 2003 e 2013



**Figura 26** – Casas Afetadas por Deslizamentos nos Municípios do Estado do Paraná entre os anos de 2003 e 2013



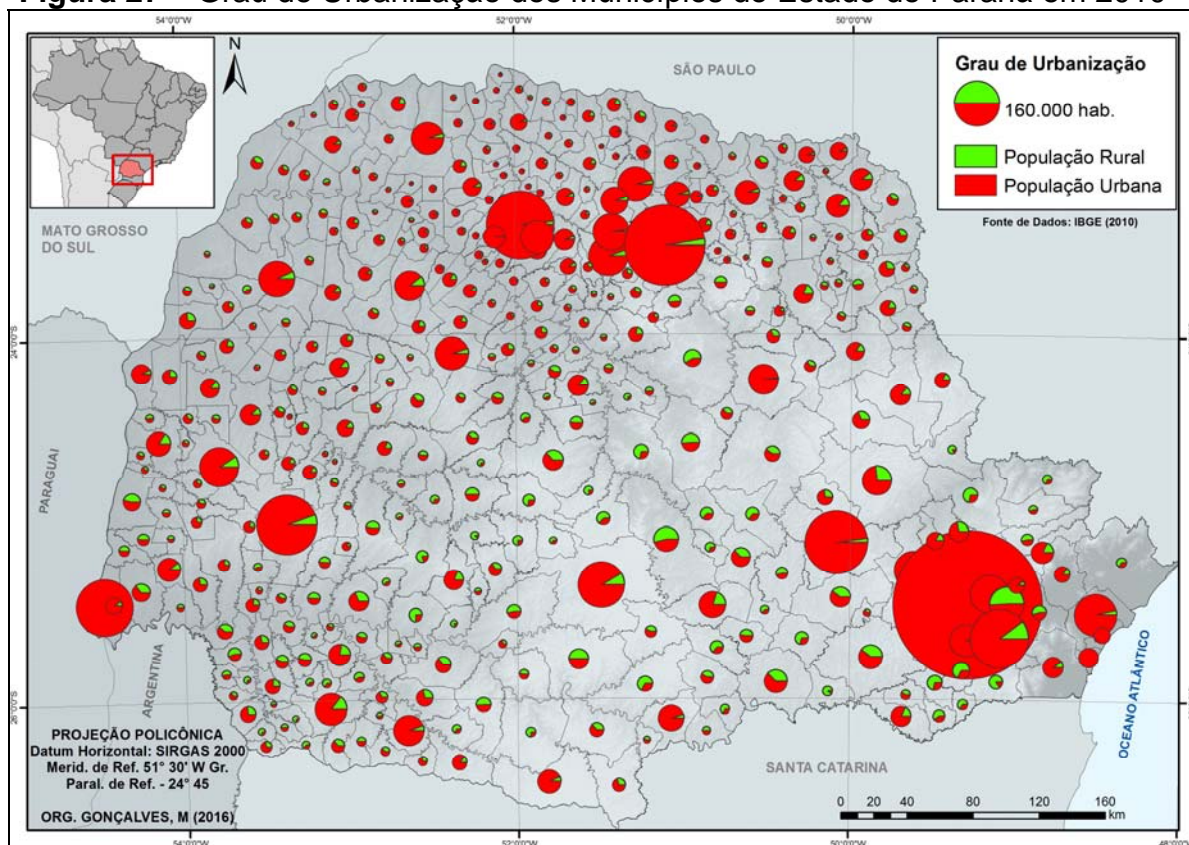
### 3.3.4 URBANIZAÇÃO E DENSIDADE POPULACIONAL

O grau de urbanização e a densidade populacional dos municípios são de fundamental importância para a análise dos riscos de desastres naturais, uma vez que representam áreas delimitadas com aglomerado populacional, tornando maior a possibilidade de que um fenômeno da natureza afete um maior número de pessoas.

O grau de urbanização de um município está ligado à diferença entre a população urbana e rural, quanto maior a população urbana em detrimento da rural, maior o grau de urbanização. Na análise do risco de ocorrência de desastres naturais este fator influencia na delimitação de municípios com maior concentração de pessoas nas cidades.

É possível observar na Figura 27 que predomina nos municípios com maior população um maior grau de urbanização, especialmente nas chamadas regiões metropolitanas. Existe no Paraná 77 municípios com população rural maior que a população urbana, a maioria localizada na região central do Estado, diminuindo a aglomeração de pessoas nesta região e conseqüentemente a probabilidade de ocorrência de desastres naturais que afetem um grande número de pessoas.

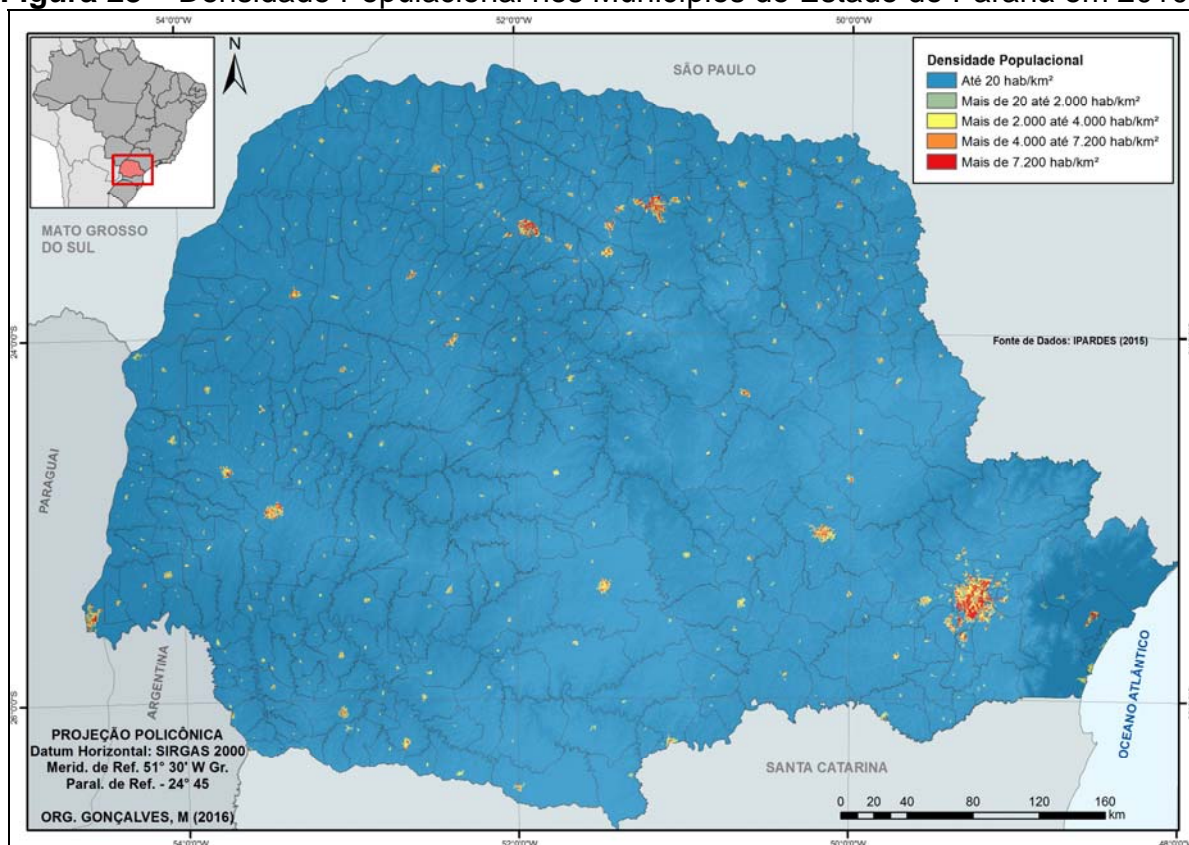
**Figura 27 – Grau de Urbanização dos Municípios do Estado do Paraná em 2010**



Para melhor delimitar as áreas com maior aglomeração de pessoas procedeu-se o mapeamento das áreas mais densamente povoadas, realizando o cálculo da densidade demográfica em todos os setores censitários dos municípios do Estado. Este mapeamento corroborou com a informação da existência de maior aglomeração de pessoas nas regiões metropolitanas e grandes cidades, como era de se esperar.

Estes locais, especializados na figura 28, possuem maior risco de ocorrência de desastres naturais decorrentes de eventos incidentes nas cidades, podendo afetar um grande número de pessoas dependendo da intensidade e abrangência do fenômeno.

**Figura 28** – Densidade Populacional nos Municípios do Estado do Paraná em 2010



### 3.3.5 INFRAESTRUTURA URBANA

A infraestrutura urbana é o conjunto de obras e sistemas que auxiliam no abastecimento, mobilidade e comunicação, propiciando os meios necessários ao desenvolvimento das atividades políticas, administrativas, econômicas e de lazer entre os quais inclui alguns serviços públicos essenciais, especialmente os de saneamento.

No caso dos desastres naturais, a ausência de algumas infraestruturas pode afetar diretamente um local o tornando mais vulnerável ou suscetível dependendo do tipo de evento. Especialmente no caso de infraestruturas de serviços de saneamento ambiental, que incluem serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo de águas pluviais.

Como os serviços de abastecimento, esgotamento e coleta de resíduos já foram incluídos como componente da vulnerabilidade social, este item visou o entendimento e análise das infraestruturas urbanas de drenagem e manejo das águas pluviais.

Pela dificuldade de se encontrar ou levantar dados relativos a este serviço, optou-se pela utilização dos dados do censo demográfico do IBGE de 2010, especificamente os dados da tabela “características do entorno”, que, dentre outras informações, traz aspectos dos sistemas de drenagem urbana (bocas de lobo) e pavimentação.

O sistema de drenagem urbana é composto de uma série de unidades e dispositivos hidráulicos, dentre eles estão às bocas coletoras, também denominadas de bocas de lobo, sendo estruturas hidráulicas para captação das águas superficiais transportadas pelas sarjetas e sarjetões, situadas sob o passeio ou sob a sarjeta.

Além das bocas de lobo, podem-se considerar as vias públicas, compostas pelo greide, guias, sarjetas e sarjetões, uma das partes do sistema mais significativas no escoamento superficial das águas pluviais, uma vez que a maioria das águas que precipitam nos lotes são direcionadas para estas vias e escoam para as captações.

No caso do sistema de drenagem, de acordo com IBGE (2011), pesquisou-se se na face ou na sua face confrontante, existia bueiro ou boca de lobo, ou seja, abertura que dá acesso a caixas subterrâneas, por onde escoam a água proveniente de chuvas, as regas etc.

Para a construção da escala de risco de acordo com as infraestruturas urbanas, utilizou-se o percentual de domicílios com dispositivos de drenagem por setor censitário, classificadas de acordo com a densidade de domicílios por setor, sendo que as situações de maior risco estão em setores com maior densidade de domicílios com o menor percentual de dispositivos de drenagem e as situações de menor risco estão nas áreas rurais, que podem ser consideradas com risco quase nulo.

### 3.3.6 REDES

As redes são elementos inerentes à formação dos territórios, fazem a interligação dos lugares e pessoas, escoam a produção, trazem suprimentos, auxiliam no envio e recebimento de notícias, disseminam ideias e reproduzem padrões.

As redes são uma forma utilizada especialmente pelos agentes do capital para a organização dos circuitos de propagação e emprego do saber e do conhecimento (Rullani, 2009) [...] sempre significando interdependência, conexão, relação entre sujeitos, lugares e territórios (SAQUET, 2011, p. 63).

No caso dos desastres naturais, é preciso fazer uso dessas redes para que se possa amenizar de alguma forma suas consequências. Podem-se utilizar as estradas para levar contingente de pessoas para auxiliar em trabalhos, para evacuar áreas de risco ou para levar mantimentos, medicamentos e demais suprimentos necessários aos locais de crise.

As redes de comunicação possuem importância em planos e ações de emergência e contingência, levando e trazendo notícias sobre locais a serem evacuados ou evitados, transmitindo notícias de locais afetados ou noticiando eventos que podem estar por vir.

Além disso, no caso do desastre ocorrido, as redes podem sofrer colapsos deixando comunidades ou populações sem qualquer tipo de comunicação ou ligação com outros locais, especialmente por vias terrestres ou aquáticas.

Assim, nesta análise buscou-se a elaboração de indicadores que expressem a capacidade que os municípios possuem de se comunicar ou se interligar, seja por vias terrestres, materializadas em rodovias e ferrovias, seja por meios de comunicação como rádio e televisão.

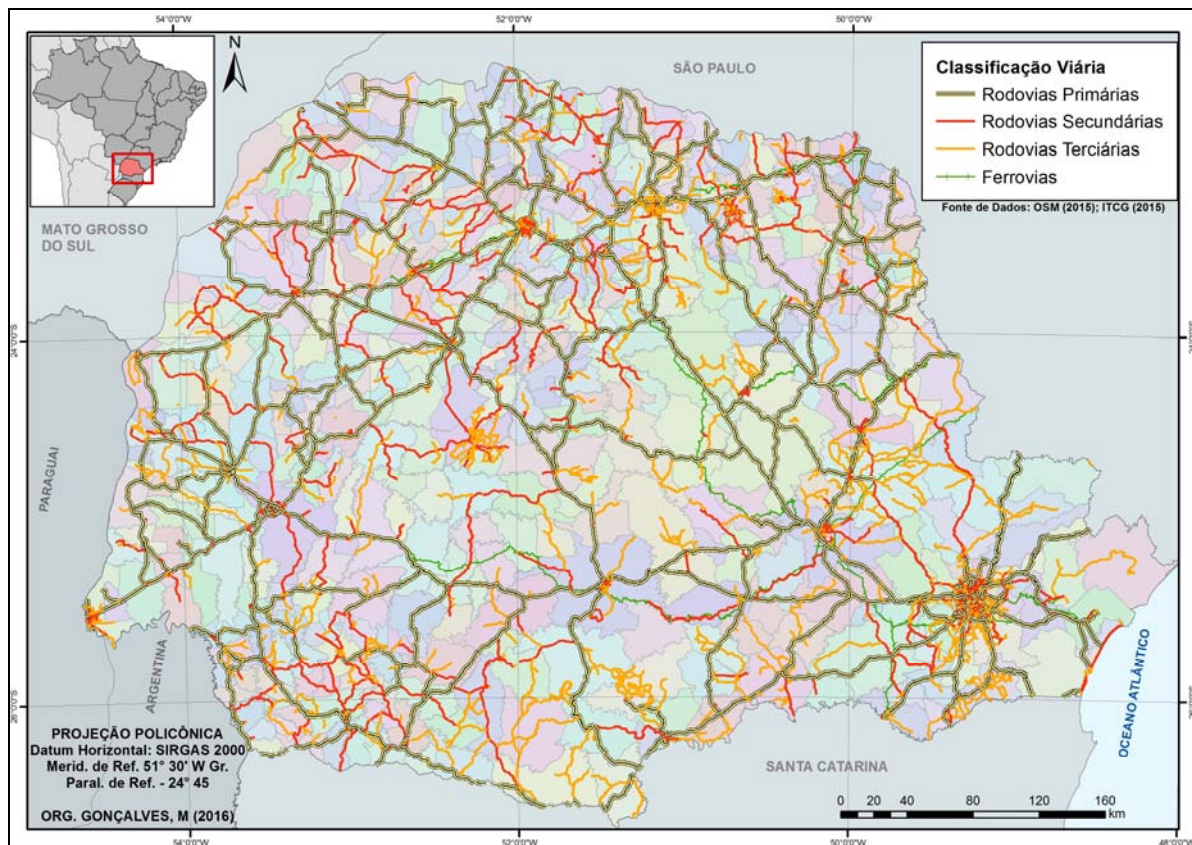
Para as infraestruturas de transporte (Figura 29), interessou na análise saber a quantidade de interligações que os locais possuem, por rodovias consideradas primárias, secundárias ou terciárias, além de ramais de ferrovia. Tal indicador buscou expressar a capacidade de evacuação e mobilidade que os locais possuem.

As áreas urbanas de municípios que possuíam três ou mais rodovias de acesso foram considerados os locais com menores riscos, enquanto que as áreas rurais de município distantes mais de dois quilômetros de qualquer rodovia foram considerados os locais com maior risco em caso de desastres naturais. Áreas urbanas com menos de 3 acessos foram consideradas intermediárias.

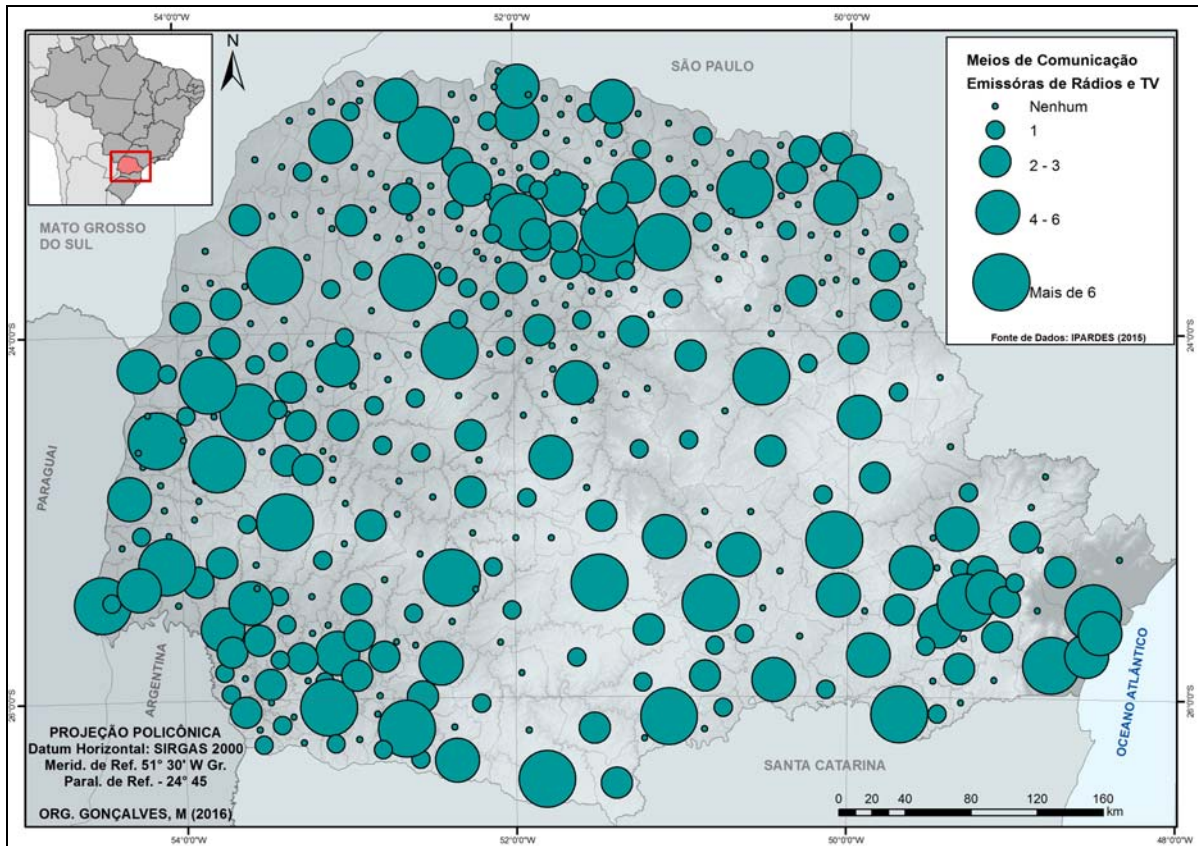
No caso das redes de comunicação, os meios de comunicação como rádio e televisão (Figura 30) foram os aspectos analisados e levados em consideração na construção dos indicadores, que considera, quanto maior o número de meios de

comunicação e maior a diversidade destes meios, menor o risco, enquanto que municípios sem nenhum meio de comunicação são considerados com maior risco.

**Figura 29** – Rede Rodoferroviária do Estado do Paraná



**Figura 30** – Emissoras de Rádio e TV nos Municípios do Estado do Paraná



### 3.4 COMPONENTES DA PAISAGEM

A Paisagem na análise dos riscos de ocorrência de desastres naturais é, sem dúvidas, o elemento de maior subjetividade, porém, não possui menos importância que o território ou o geossistema, mesmo porque a paisagem pode ser considerada a evolução dos dois primeiros, o ressurgimento através de multitemporalidades.

Ver é ver através da cultura. A atenção nasce pelo relato. A cultura, quer dizer, nós vemos e escutamos através de símbolos nos quais o invisível ou esquecido aparece e vive de uma maneira figurada. Isso não vai de si mesmo, mas é produzido; corresponde a trabalho, à arte, mais freqüentemente a um trabalho redacional, freqüentemente diante de resistências. Por essa razão, conhecer o aspecto sensível da cultura é tão importante quanto a coragem e o conhecimento objetivo (BECK, 2001, p. 389).

Seja materializado em patrimônio histórico, documental, natural ou arqueológico, seja representado por diferentes comunidades tradicionais e com representações, símbolos, mitos e modos de vida deferentes do habitual, seja por seu caráter de proteção ou preservação, ambiental ou cultural, seja como for, a

paisagem expressa o resultado de uma *práxis* coletiva que não pode, de forma alguma, ser negligenciado em uma análise geográfica.

Concretamente podemos identificar a importância de se incorporar o tempo da paisagem à análise de riscos de desastres com um simples levantamento feito sobre o desastre ocorrido no município de Mariana-MG em 5 de novembro de 2015. O desastre afetou diretamente o patrimônio histórico e paisagístico da região, destruindo capelas e obras sacras do século XVIII, trechos da Estrada Real, afetando o conjunto paisagístico do encontro do Rio Piranga com o Ribeirão do Carmo e causando estragos em marcos turísticos de cidades de toda a região. Esse fato corroborou com a preocupação em incorporar a paisagem na análise dos riscos de ocorrência de desastres naturais.

#### 3.4.1 PATRIMÔNIO CULTURAL

Dar luz ao patrimônio cultural em uma análise geográfica significa carregá-la com uma carga histórica necessária para que a mesma transpasse entre gerações, se mantendo viva ao trazer elementos antepassados ou com cargas culturais diferentes dos habituais.

A história de um estado, de uma cidade, de um povoado, de um bairro ou de uma família pode ser contada por meio de várias formas. Uma delas pode ser realizada pelo estudo do seu patrimônio cultural exemplificado através dos monumentos, ícones, equipamentos rurais e urbanos, assim como de sua apropriação do patrimônio natural, identificados através dos rios, quedas d'água, montanhas, bosques, florestas e fauna (PARANÁ, 2016b).

Preservar este patrimônio se torna obrigação de todos, independentemente de fazer parte direta de sua história ou não, pois, em determinado tempo histórico, as diferentes culturas e o patrimônio deixado como legado será de grande utilidade para a busca de resposta a diferentes questionamentos.

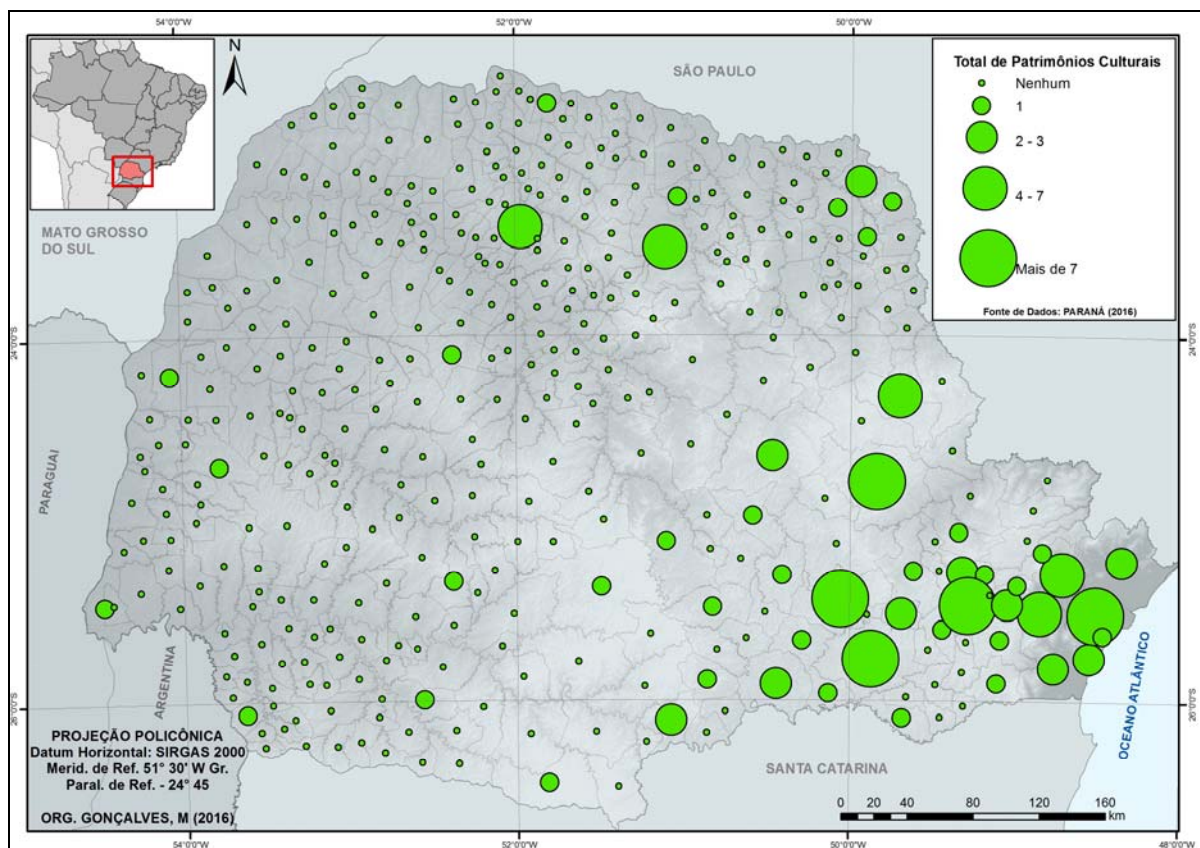
Um dos objetivos da análise do patrimônio cultural frente ao risco de desastres é esse sentimento de preservação, dando o devido valor à paisagem e seu risco de perda.

O patrimônio cultural possui algumas variáveis a serem consideradas como indicadores no modelo proposto: o patrimônio documental exemplificados pelas fotografias, filmes e todo e qualquer documento gerado por instituições públicas e

privadas; o patrimônio histórico arquitetônico representado indistintamente por toda espécie de edificação militar, civil e religiosa pois, uma grande catedral possui o mesmo valor cultural de uma capela de beira de estrada assim como um castelo ou uma moradia cabocla; o patrimônio natural compreende áreas de importância preservacionista e histórica, beleza cênica, enfim, áreas que transmitem à população a importância do ambiente natural para que nos lembremos quem somos, o que fazemos, de onde viemos e, por consequência, como seremos; e o patrimônio arqueológico que representa os sítios testemunhos de povos e vidas primitivas.

Como os dados sobre patrimônio cultural foram obtidos por município por meio de dados existentes no sítio da Secretaria de Estado da Cultura do Estado do Paraná (<http://www.patrimoniocultural.pr.gov.br/>), a escala de risco foi construída de acordo com o número de patrimônios existente em cada município, sendo maior o risco quanto maior a quantidade de patrimônios culturais, independentemente do tipo (Figura 31).

**Figura 31** – Patrimônio Cultural nos Municípios do Estado do Paraná



### 3.4.2 COMUNIDADES TRADICIONAIS

A diversidade cultural traz aspectos positivos em tempos de eminente crise do modo de vida capitalista da maioria da população. Atividades e modos de vida alternativos ao sistema atual, formas diferentes de exploração não predatória dos recursos naturais, formas de interação com o meio e com as pessoas, enfim, muitos aspectos inerentes às comunidades tradicionais espalhadas pelo Brasil.

Para o modelo criado de análise de risco o fator comunidades tradicionais foi subdividido nas diversas comunidades encontradas no Estado do Paraná<sup>3</sup>: indígenas; quilombolas; faxinais; caiçaras; cipozeiras e ilhéus. Apresentadas na Figura 32

De acordo com a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais, instituída pelo Decreto nº 6.040 de 7 de fevereiro de 2007, as comunidades tradicionais são:

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

Os quilombos brasileiros constituíram-se pela implementação de outra forma de vida, de uma outra estrutura política, com o uso coletivo da terra formando as bases de uma sociedade fraterna e livre das formas mais cruéis de preconceitos e de desrespeito a sua humanidade (MUNANGA & GOMES, 2006).

Os quilombos do Brasil podem ser considerados “uma cópia do quilombo africano reconstituído pelos escravizados para se opor a uma estrutura escravocrata, pela implantação de outra estrutura política na qual se encontravam todos os oprimidos” (MUNANGA, 1995/6, p.57).

Já as comunidades caiçaras são formadas por indivíduos e comunidades do litoral dos Estados do Paraná, São Paulo e Rio de Janeiro que possuem um gênero de vida que combina a agricultura de subsistência, baseada na mandioca, com a pesca (ADAMS, 2000).

---

<sup>3</sup> Listagem com as comunidades anexa à tese, exceto as comunidades de ilhéus que não possuem listagem, apenas os pontos de localização.

As comunidades cipozeiras, localizadas no litoral do Estado do Paraná, possuem uma identidade coletiva que se constitui predominantemente pelos acessos aos recursos naturais presentes na Mata Atlântica. O trabalho nestas comunidades está voltado principalmente ao corte do Cipó-Imbé, com o qual produzem artigos artesanais que contribui significativamente para a obtenção de renda (LADIK; SOUZA, 2010).

Localizados na região centro-sul do Estado do Paraná estão as comunidades de faxinais que possuem como característica a forma harmônica de utilização de áreas interligadas e cobertas por vegetações de Floresta com Araucárias. Essa harmonia na utilização de espaços coletivos que diferencia os Faxinais das outras comunidades tradicionais, permitindo o uso de criadouros extensivos e comuns, ou seja, coletivos ou comunitários, bem como, extração de erva mate e de algumas espécies vegetais para consumo, como fonte de energia ou outras atividades de interesse comunitário para a geração de renda. Este princípio é resultante da relação confiança entre os faxinalenses, presente na realização de algumas tarefas na forma de organização de mutirões (NERONE, 2000; CHANG, 1988).

Os Ilheus são comunidades das ilhas do Rio Paraná que praticam a cultura de subsistência, isto é, cultivavam milho, arroz, feijão, mandioca e banana, e praticavam pesca artesanal para sustento dos membros de sua família, sem fins lucrativos. Essas comunidades sofreram intensa transformação devido às construções das usinas de Itaipu e Porto Primavera (SILVA; BELLINI, 2008).

As comunidades indígenas do Paraná, atualmente divididas em três etnias indígenas: Guarani, Kaingang e Xetá vivem em 17 Terras Indígenas (T.I.) demarcadas pelo governo federal. A economia dessas comunidades indígenas baseia-se na produção de roças de subsistência, pomares, criação de galinhas e porcos. Para complementar a renda familiar os indígenas trabalham na produção e venda artesanato como cestos, balaios, arcos e flechas. Ao longo do tempo esses territórios foram diminuindo em decorrência da ideia de possuírem muita terra e não fazerem bom uso dela. Sendo assim, foram desapropriadas para utilização da sociedade nacional e para atender ao interesse de madeireiras e outros grupos que visavam explorar os recursos naturais de suas terras (ALMEIDA, 2011; PARANÁ, 2016b).

A maioria destas comunidades é localizada longe dos grandes centros ou até mesmo afastada de áreas urbanas, não possuindo infraestrutura adequada ou

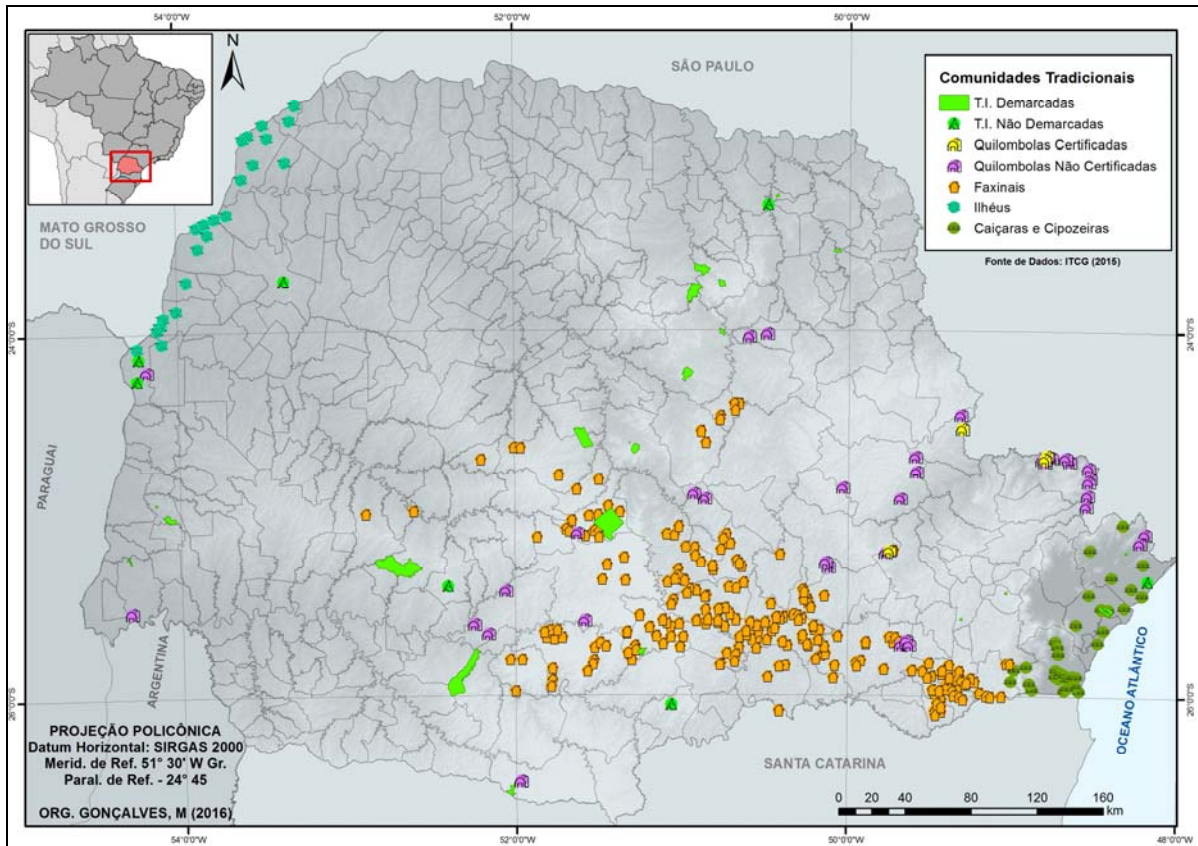
mesmo acesso a bens e serviços. Muitas vezes são comunidades não monetarizadas, que não possuem trabalho formal e vivem de trabalhos artesanais, de plantação, coleta ou de exploração vegetal.

Cerca de 5 milhões de pessoas no Brasil fazem parte de comunidades tradicionais. [...] desde os mais conhecidos, como indígenas e quilombolas, até os de menor expressão, como os faxinais (que vivem no Paraná, plantam mate e criam porcos) e os pomeranos (etnia européia que vive no Espírito Santo). Grande parte desses povos mora em lugares distantes e não tem acesso às políticas governamentais, o que os torna mais suscetíveis à pobreza. (BEDINELLI, 2009 *apud* GRZEBIELUKA, 2012, p.119).

Estes fatos trazem um quadro de vulnerabilidade maior para estas comunidades, que, por sua importância histórica e cultural devem possuir um tratamento diferenciado dentro do modelo proposto, uma vez que, além do fato de serem vulneráveis socialmente, também são diferenciados culturalmente.

A existência destas comunidades, localizadas e inseridas em um setor censitário conferiu a estas áreas um grau de risco maior que as demais. O grau de risco atribuído ao setor foi medido de acordo com a quantidade de comunidades existentes em um mesmo setor, sendo maior quanto maior o número de comunidades inseridas nele.

**Figura 32 – Comunidades Tradicionais do Estado do Paraná**



O detalhamento e a qualificação dos componentes do modelo trazidos neste capítulo serviram para que as análises quantitativas trouxessem mais do que uma simples atribuição de valor.

Foi graças ao levantamento e caracterização minuciosa da área de estudo e de seus componentes que foi possível entender e valorar as escalas de risco existentes em cada componente.

O entendimento do funcionamento e das características da natureza, mesmo que antropizada e da ação de suas forças incidindo sobre um território repleto de elementos sociais e econômicos que expressam a maior ou menor vulnerabilidade destas áreas ou sobre paisagens que carregam elementos inerentes às diferentes formas de relações, costumes e formas de convivência forneceram elementos suficientes para atribuir valores aos elementos do modelo.

#### **4 APLICAÇÃO DO MODELO CONCEITUAL GTP-RISCO: ÍNDICES E INDICADORES DE RISCO DE OCORRÊNCIA DE DESASTRES NATURAIS**

Mapear o risco de ocorrência de desastres naturais utilizando o modelo GTP-Risco é determinar a suscetibilidade natural de ocorrência de eventos perigosos por meio da análise dos componentes do geossistema e determinar a vulnerabilidade dos elementos do território e da paisagem frente às forças destes eventos naturais perigosos.

Na maioria dos casos, quando um evento natural atinge um determinado local, trata-se de um problema de localização a causa da catástrofe e não a fatalidade, ou seja, as pessoas ou a infraestrutura se encontravam em local e momento inadequado, tornando fundamental a capacidade de gerenciar bem o espaço (HETÚ, 2001).

Para dar subsídios ao planejamento territorial frente à ocorrência de desastres naturais, os indicadores e índices criados nesta tese servirão como balizadores de ações mais eficazes no espaço geográfico, auxiliando na alocação de recursos, criação de planos de emergências e contingências, planos de ação e investimento entre outros instrumentos.

Um indicador pode ser considerado uma ferramenta para obter informações sobre uma determinada realidade, podendo ser um dado individual ou um agregado de informações, devendo ser simples de entender, possuir uma quantificação estatística e lógica coerente, além de comunicar com eficiência o estado do fenômeno observado (MITCHELL, 1996; MUELLER et al., 1997).

De acordo com Shields et al. (2002), um índice pode revelar o estado de um sistema ou a situação de um fenômeno, podendo, segundo Prabhu et al. (1999), ser construído para analisar dados através da junção de um conjunto de elementos com relacionamentos estabelecidos.

Em uma análise superficial, índice e indicador possuem o mesmo significado, mas um índice é mais completo, sendo o valor agregado final de todo um procedimento de cálculo onde se utilizam, inclusive, indicadores como variáveis componentes (SICHÉ et al. 2007).

Como exposto por Santos (2012, p.21) “a especificidade do lugar pode ser entendida também como uma valorização específica (ligada ao lugar) de cada variável. Dessa forma, cada lugar atribui a cada elemento constituinte do espaço um

valor particular”. E são estes valores específicos que deram origem aos indicadores e índices propostos neste estudo, que tem objetivo de expressar o risco de ocorrência de desastres naturais.

Este capítulo final apresenta os resultados das análises dos geossistemas, territórios e paisagens, traduzidos em indicadores e índices que expressam uma visão do risco de ocorrência de desastres naturais no Estado do Paraná, por meio da quantificação e qualificação dos elementos observados sob a concepção de espaço total e como síntese de uma análise multiespacial e multitemporal do GTP.

Foram três etapas distintas para obter o resultado final, partindo da qualificação dos elementos dos componentes, feita a priori, procedendo a uma quantificação que deu origem aos indicadores de risco de cada variável, criando elementos para uma combinação que gerou os três componentes representando os tempos do GTP, calculados por álgebra de mapas<sup>4</sup> na última etapa, gerando os índices de risco.

#### **4.1 ÍNDICES E INDICADORES DE RISCO RELACIONADOS AO COMPONENTE GEOSSISTEMA**

##### **4.1.1 O GEOSSISTEMA E O RISCO DE ALAGAMENTOS**

Por se caracterizar pelas águas acumuladas no leito das ruas e nos perímetros urbanos por fortes precipitações pluviométricas, em cidades com sistemas de drenagem deficientes, os alagamentos foram analisados principalmente pela perspectiva das características do relevo, chuvas, permeabilidade dos solos, sistemas de drenagem e impermeabilização. Por conta disto, seus efeitos foram pensados frente às vulnerabilidades sociais, deficiências de infraestruturas, redes e frente à vulnerabilidade de alguns aspectos culturais.

O componente geossistema no modelo GTP-Risco de alagamento sintetiza as propriedades do relevo, solos e clima em diferentes dimensões. Por meio de uma leitura dos atributos qualitativos destas variáveis, foi possível quantificar e classificar variados níveis de risco, em uma escala numérica com valores de um a cinco.

Ao relevo, analisado pela ótica da declividade, as escalas de risco foram conferidas de acordo com sua influência nos eventos de alagamento. Por força da

---

<sup>4</sup> Operações de modelagem representadas por sequências de operações primitivas descritas através de uma linguagem que procura respeitar as propriedades dos tipos de dados envolvidos, associando a cada local de uma dada área de estudo um valor quantitativo (TOMLIN, 1990).

gravidade a água tende a escoar de locais mais altos para locais mais baixos, tendendo a empoeçar nos locais planos.

Nos eventos de alagamento, restritos às áreas urbanas, as águas pluviais precipitadas em locais sem declividade necessária para escoar superficialmente ficam paradas e tendem a encher as vias, extravasar para calçadas e até lotes, causando transtorno e prejuízo para a população.

Sendo a condição plana do relevo, com declividades até 3% o principal fator para as águas não escoarem, foi conferido valor cinco (5) a esta qualidade do terreno, ou seja, o maior valor de risco dentro da escala criada. Ao relevo suave ondulado, com declividades que variam de mais de 3% até 8% foram atribuídos o valor quatro (4). Para as áreas com relevo ondulado, com declividade variando entre mais de 9% e 20% foi aplicado o valor três (3). Nas áreas com declividade entre 21% e 45%, com relevo forte ondulado, o valor conferido foi dois (2). Por fim, o menor valor na escala foi aplicado aos relevos montanhosos, com mais de 45% de declividade, conforme Tabela 1.

**Tabela 1** - Classes de declividade e indicadores de risco relacionados aos eventos de alagamentos e enchentes

<b>Classes de Declividade</b>	<b>Tipos de Relevo</b>	<b>Indicador de Risco</b>
Até 3%	Plano	5
Mais de 3% até 8%	Suave Ondulado	4
Mais de 8% até 20%	Ondulado	3
Mais de 20% até 45%	Forte Ondulado	2
Mais de 45%	Montanhoso	1

Fonte: o próprio autor.

Para as propriedades do solo as classes de risco foram conferidas de acordo com sua textura. Quanto mais argiloso maior o risco de ocorrência de alagamentos e quanto mais arenoso menor o risco, isso porque a variação destas texturas confere aos solos características de menor ou maior permeabilidade e condutividade das águas pluviais, influenciando diretamente o escoamento superficial.

Os solos argilosos, solos saturados e os afloramentos de rochas receberam valor cinco (5) na escala de risco, valor máximo que confere a este tipo de solo características contribuintes para eventos de alagamento. Os solos médio-argilosos receberam valor quatro (4), pois possuem o teor de argila menor e porosidade pouco maior que os solos argilosos. Os solos siltosos receberam valor três (3), pois possuem proporção de argila menor que os anteriores e condutividade hidráulica um

pouco maior. Aos solos com textura média e média arenosa, por possuírem maior porosidade que solos siltosos e argilosos, foram aplicados o valor dois (2) na escala. Os solos arenosos tiveram o menor valor conferido dentro da escala de risco de alagamento, pois são os de maior porosidade, com maior facilidade de infiltração, o que lhe conferiu o valor um (1), de acordo com a Tabela 2.

**Tabela 2** - Textura do solo e indicadores de risco relacionado aos eventos de alagamentos, enchentes e enxurradas

<b>Textura do Solo</b>	<b>Indicador de Risco</b>
Argilosa, Saturada, Rochosa	5
Média-argilosa	4
Siltosa	3
Média e Média-arenosa	2
Arenosa	1

Fonte: o próprio autor.

Outro fator muito importante para a ocorrência de alagamentos são as chuvas intensas, ou seja, grandes precipitações que caem concentradas em um curto intervalo de tempo, sobrecarregando os sistemas de drenagem ou causando grandes alagamentos onde o sistema é inexistente ou deficiente.

Para as chuvas intensas, calculadas de acordo com as equações existentes no Atlas de Recursos Hídricos do Paraná (SUDERHSA, 1998), foi observado valores de chuvas que variaram de 75,7 milímetros por hora (mm/h) até chuvas com 103,1 mm/h. As cinco classes que representam o risco de acordo com a intensidade das chuvas foram divididas por meio do método de quebras naturais.

As áreas foram classificadas de acordo com intensidade das chuvas, atribuindo um valor de risco conforme apresentado na Tabela 3.

**Tabela 3** - Intensidade das chuvas e indicadores de risco relacionados aos eventos de alagamentos, enxurradas e deslizamentos

<b>Intensidade das chuvas</b>	<b>Indicador de Risco</b>
Menor que 80 mm/h	1
De 80 mm/h até 85 mm/h	2
Mais que 85 mm/h até 90 mm/h	3
Mais que 90 mm/h até 95 mm/h	4
Mais que 95 mm/h	5

Fonte: o próprio autor.

A pluviosidade média anual foi levada em consideração por representar melhor as áreas com maior potencial de umidade antecedente a uma chuva intensa, o que diminui o tempo para saturação do solo por estes já estarem úmidos. As classes de

risco utilizadas para representar a pluviosidade média anual foram obtidas através da classificação de valores que variaram de 1.300 mm até 2.500 mm, na qual o maior grau de risco foi atribuído às áreas com maiores pluviosidades médias e o menor grau de risco foi dado às áreas com menores pluviosidades, apresentadas na Tabela 4.

**Tabela 4** - Pluviosidade média anual e indicadores de risco relacionados aos eventos de alagamentos, enchentes, enxurradas e deslizamentos

Pluviosidade média anual	Grau de Risco
Menor que 1.300 mm	1
De 1.300 mm até 1.500 mm	2
Mais de 1.500 mm até 1.600 mm	3
Mais de 1.600 mm até 1.700 mm	4
Mais de 1.700 mm	5

**Fonte:** o próprio autor.

Após classificar e mapear as variáveis do componente geossistema, criando indicadores que expressaram o grau de risco das áreas de acordo com suas características, foi necessário criar uma operação matemática que originasse um índice capaz de medir o grau de risco do componente geossistema para um evento de alagamento.

De acordo com prévio conhecimento qualitativo e de suas características espaciais e temporais em um evento de alagamento, as variáveis foram ponderadas de acordo com sua importância, conferindo pesos para cada um conforme a seguinte fórmula:

$$CGAI = \frac{(Dcl \times 5) + (TxS \times 4) + (ChI \times 3) + (Pl \times 1)}{13}$$

Onde:

*CGAI* = Índice de risco de alagamento do Componente Geossistema

*Dcl* = Declividade

*TxS* = Textura do Solo

*ChI* = Chuvas Intensas

*Pl* = Pluviosidade média anual

A diferenciação dos pesos serviu para que os índices que tivessem menor representatividade não se sobressaíssem aos que tivessem preponderância em um evento de alagamento.

Para aplicar a fórmula foi utilizada álgebra de mapas, onde cada componente mapeado foi transformado em um arquivo *raster* com resolução espacial de 90 metros com cada pixel possuindo um valor de acordo com os indicadores de risco conferidos anteriormente, representado na figura 33.

É possível observar que o Estado possui a maior parte de suas áreas com suscetibilidade natural à ocorrência de alagamentos entre média e alta. Isso se deve à combinação de relevos planos ou suave ondulados com solos de textura argilosa ou média/argilosa, que ocupam principalmente as áreas do terceiro planalto paranaense e a porção sudeste do Estado, áreas com grande ocorrência de chuvas intensas.

Poucas são as áreas com muito baixo risco ou muito alto risco como pode-se verificar na Tabela 5, especialmente por conta do baixo índice de combinações de indicadores com valores extremos em uma mesma área, fazendo com que o resultado final do componente tivesse índice de risco predominantemente médio.

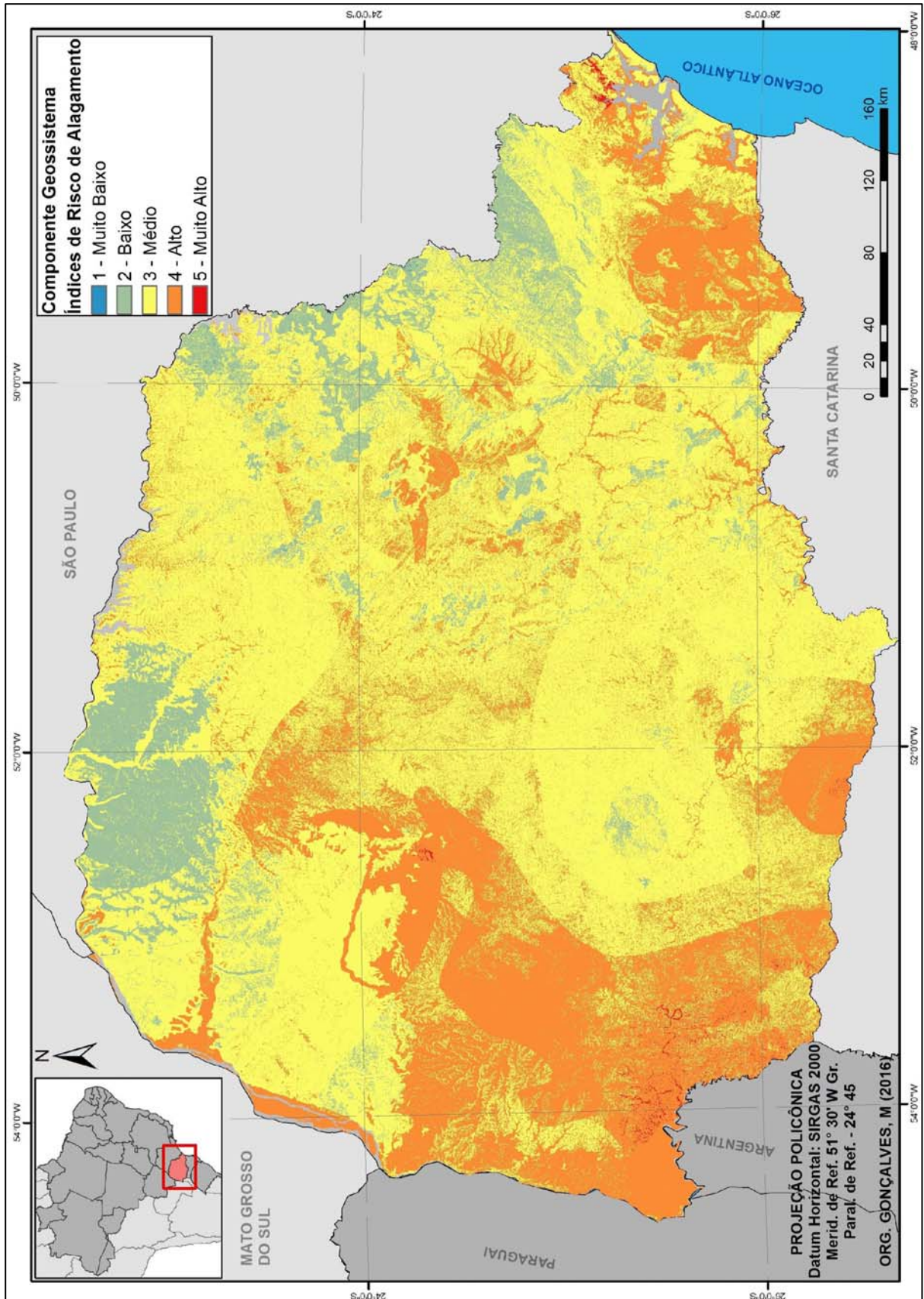
É importante ressaltar que a definição de alagamento alerta para a exclusividade de ocorrência em áreas urbanas, porém, como um dos objetivos deste trabalho é servir de instrumento para planejamento, o levantamento de áreas de suscetibilidade natural em todo o Estado se faz necessário à medida que o crescimento das cidades pode ocasionar a ocupação das áreas ainda rurais.

**Tabela 5** - Áreas do Estado do Paraná de acordo com o índice de risco de alagamento do componente geossistema

Índice de Risco	Área (km <sup>2</sup> )	Percentual (%)
1 – Muito Baixo	19,70	0,01
2 – Baixo	18.124,00	9,20
3 – Médio	121.371,70	61,61
4 – Alto	56.913,30	28,89
5 – Muito Alto	531,90	0,27

Fonte: o próprio autor.

Figura 33 – Índice de Risco de Alagamento do Componente Geossistema



#### 4.1.2 O GEOSSISTEMA E O RISCO DE ENCHENTES

As enchentes, também classificadas como inundações graduais, são definidas como um transbordamento de água proveniente de rios, lagos e açudes, tendo como causa principal a precipitação acima do normal de água que, ao transbordar dos leitos dos rios, lagos, canais e áreas represadas, invadem os terrenos adjacentes, provocando danos. Normalmente suas ocorrências se dão em grandes bacias e rios de planície, se desenvolvendo de montante para jusante.

Para calcular o índice de risco de enchentes foi imprescindível o conhecimento de fatores inerentes às bacias hidrográficas, em especial alguns índices hidrológicos e morfométricos, características do relevo e dos solos e regime de chuvas, expresso pela pluviosidade média anual.

O componente geossistema no modelo GTP-Risco de enchentes está ligado de modo intrínseco às características das bacias hidrográficas e seus índices morfométricos e hidrológicos, sendo estas as variáveis de maior preponderância na ocorrência de enchentes. Para isso, este modelo visou à leitura da declividade, das formas das bacias, localização dos rios, das distâncias entre o leito e o interflúvio, densidade de drenagem e os regimes fluviais e pluviais.

Na análise do relevo, assim como nos eventos de alagamento, quanto mais plana a área maior o risco associado às enchentes, isso, claro, quando se trata de áreas localizadas nos leitos menores e maiores dos rios e próximas às áreas de inundação. Assim, para a classificação do risco, utilizou-se a mesma escala apresentada no modelo de alagamento, com maior risco para as áreas planas e menor risco para as áreas montanhosas.

Foram também classificadas as planícies fluviais, litorâneas e flúvio-marinhas como as áreas de maior risco com relação às inundações, por se tratarem de áreas que periodicamente e naturalmente recebem águas extravasadas dos leitos normais dos rios e altas das marés.

Além do relevo e das planícies fluviais, a distância entre o leito do rio e o interflúvio possui grande importância. Devido à dificuldade de se levantar tais áreas, optou-se pela delimitação experimental utilizando valores arbitrários coerentes com algumas situações observadas em campo ao longo do trabalho. Assim, foram criadas cinco classes de acordo com a distância da calha central dos rios, aplicando

*buffer*<sup>5</sup> com valores de 100, 200, 500, 1.000 e 2.000 metros, sendo que o grau de risco aumenta à medida que a distância do *buffer* diminui, como pode ser observado na Tabela 6.

**Tabela 6** - Distância da calha central e indicadores de risco relacionados aos eventos de enchentes e enxurradas

<b>Distância da calha</b>	<b>Indicador de Risco</b>
100 m	5
Mais de 100 m até 200 m	4
Mais de 200 m até 500 m	3
Mais de 500 m até 1.000m	2
Mais de 1.000 m até 2.000 m	1

**Fonte:** o próprio autor

As características das bacias hidrográficas traduzidas em alguns índices morfométricos e hidrológicos também foram considerados para o mapeamento dos riscos de ocorrência de enchentes.

Os índices morfométricos, traduzidos no coeficiente de forma da bacia hidrográfica, ou coeficiente de compacidade ( $K_c$ ), e na densidade de drenagem foram elaborados com base na delimitação das *ottobacias*<sup>6</sup> de nível cinco disponíveis em ANA (2016), referente às bacias de tamanho médio.

Para o coeficiente de compacidade, que define se uma bacia possui forma alongada ou circular, fator ligado à ocorrência de enchentes, os valores dos indicadores de risco foram maiores de acordo com a proximidade do valor unitário, explicitados na Tabela 7.

**Tabela 7** - Coeficiente de compacidade e Indicadores de risco relacionados aos eventos de enchentes e enxurradas

<b>Coeficiente de compacidade</b>	<b>Forma da bacia</b>	<b>Indicador de Risco</b>
Até 1,3	Circular	5
Mais de 1,3 até 1,4	Circular	4
Mais de 1,4 até 1,6	Alongada	3
Mais de 1,6 até 1,8	Alongada	2
Mais de 1,8	Alongada	1

**Fonte:** o próprio autor

<sup>5</sup> Área com delimitação definida criada a partir de um ponto, polígono ou linha de referência.

<sup>6</sup> Codificação de bacias proposta por Otto Pfafstatter (1989) feita a partir da identificação do rio principal, onde as quatro maiores bacias são identificadas, destacadas e recebem como código os números pares 2, 4, 6 e 8 que são atribuídos de jusante à montante do rio principal em sentido horário. O código 0 é reservado para a maior bacia fechada, ou seja, uma bacia interna. As bacias restantes são denominadas de interbacias e são divididas em cinco regiões onde recebem como códigos os números ímpares 1, 3, 5, 7 e 9, também atribuídos de jusante a montante e seguindo o sentido horário.

Com relação à densidade de drenagem, quanto mais bem drenadas as bacias menores os riscos de enchentes, e quanto mais mal drenadas maiores os riscos, isso porque a baixa densidade de drenagem faz com que um volume maior de águas pluviais escoe superficialmente, aumentando a velocidade com que chegam ao exutório da bacia, contribuindo para o aumento da vazão neste ponto. Foram atribuídos valores de indicador de risco para cada classe de densidade de drenagem, apresentados na Tabela 8.

**Tabela 8** - Densidade de drenagem e indicadores de risco relacionados aos eventos de enchentes e enxurradas

Densidade de drenagem	Indicador de Risco
Até 0,3	5
Mais de 0,3 até 0,5	4
Mais de 0,5 até 0,8	3
Mais de 0,8 até 1,5	2
Mais de 1,5	1

**Fonte:** o próprio autor

Além das condições físicas da bacia, a condição hidrológica, materializada nas vazões máximas das grandes bacias do Estado, foi considerada. Para isso foi criado uma escala de vazão máxima de acordo com dados existentes no Atlas de Recursos Hídricos do Estado do Paraná (SUDERHSA, 1998), para tanto, foram feitas medições das vazões máximas de estações fluviométricas com séries históricas de mais de 10 anos e área de drenagem superior à 5.000 km<sup>2</sup>.

Estes dados foram interpolados por meio do método *IDW*<sup>7</sup> resultando em áreas de acordo com a escala de vazão em m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup>. Quanto maior a escala de vazão, maior o risco de ocorrência de enchentes, sendo que a separação das escalas em classes foi definida manualmente por meio da observação do comportamento espacial dos valores.

Por fim, a pluviosidade média anual foi levada em consideração por representar melhor as áreas com maior potencial de chuvas com duração e frequência maiores, influenciando diretamente nas cheias dos rios. As classes de risco utilizadas para

<sup>7</sup> O modelo IDW baseia-se na dependência espacial, supondo que quanto mais próximo estiver um ponto do outro, maior deverá ser a correlação entre seus valores, atribuindo maior peso para as amostras mais próximas do que para as amostras mais distantes do ponto a ser interpolado. Assim o modelo consiste em se multiplicar os valores das amostras pelo inverso das suas respectivas distâncias ao ponto de referência para a interpolação dos valores (MIRANDA, 2005).

representar a pluviosidade média anual foram as mesmas utilizadas no modelo de alagamento.

Após classificar e mapear as variáveis do componente geossistema e criar indicadores que expressaram o grau de risco de ocorrência de enchentes nas áreas de acordo com suas características foi criado um índice capaz de medir o grau de risco de enchentes por meio do componente geossistema

Com prévio conhecimento das variáveis e de suas características espaciais e temporais em um evento de enchente, foram ponderados os valores de acordo com sua importância, conferindo pesos para cada um conforme a fórmula:

$$CGEch = \frac{(Plf \times 5) + (Ain \times 4) + (Decl \times 3) + (Kc \times 2) + (Dd \times 2) + (EQ \times 2) + (Pi \times 1)}{19}$$

Onde:

*CGEch = Grau de risco de enchente no Componente Geossistema*

*Plf = Planícies fluviais*

*Ain = Áreas de Inundação*

*Decl = Declividade*

*Kc = Coeficiente de compactação (forma da bacia)*

*Dd = Densidade de drenagem*

*EQ = Escala de vazão*

*Pi = Pluviosidade média anual*

É notável no resultado final do índice de risco de enchente do componente geossistema (Figura 32) a grande influência das planícies fluviais para o aumento dos riscos, isso porque, além de naturalmente serem áreas de inundação, a combinação com as declividades planas e com a delimitação das áreas potenciais fez com que as áreas de maior risco se estendessem por tais planícies.

A maioria das áreas do Estado se encontra indicadas como sendo de muito baixo ou baixo risco de ocorrência de enchentes, isso ocorre porque a maioria dos rios do Paraná possuem médio ou alto gradiente de energia, sendo que poucos rios são considerados de acumulação.

Assim, a grande atenção deve ser voltada para as planícies de inundação dos grandes e médios rios como o Paraná, Paranapanema, Iguaçu, Ivai, Piquiri, Tibagi

Cinzas, Pirapó, Itararé e Ribeira, entre outras, de acordo com a forma da bacia, uma vez que a pluviosidade não possui diferenciação tão acentuada na distribuição espacial, a ponto de ser fator de desequilíbrio no modelo.

Os locais de maior risco estão principalmente nos municípios litorâneos, especialmente Matinhos, Pontal do Paraná e Guaratuba, e nos municípios localizados na área de confluência do Rio Ivaí com o Rio Paraná, entre eles Querência do Norte, Icaraíma, Ivaté e Santa Cruz do Monte Castelo.

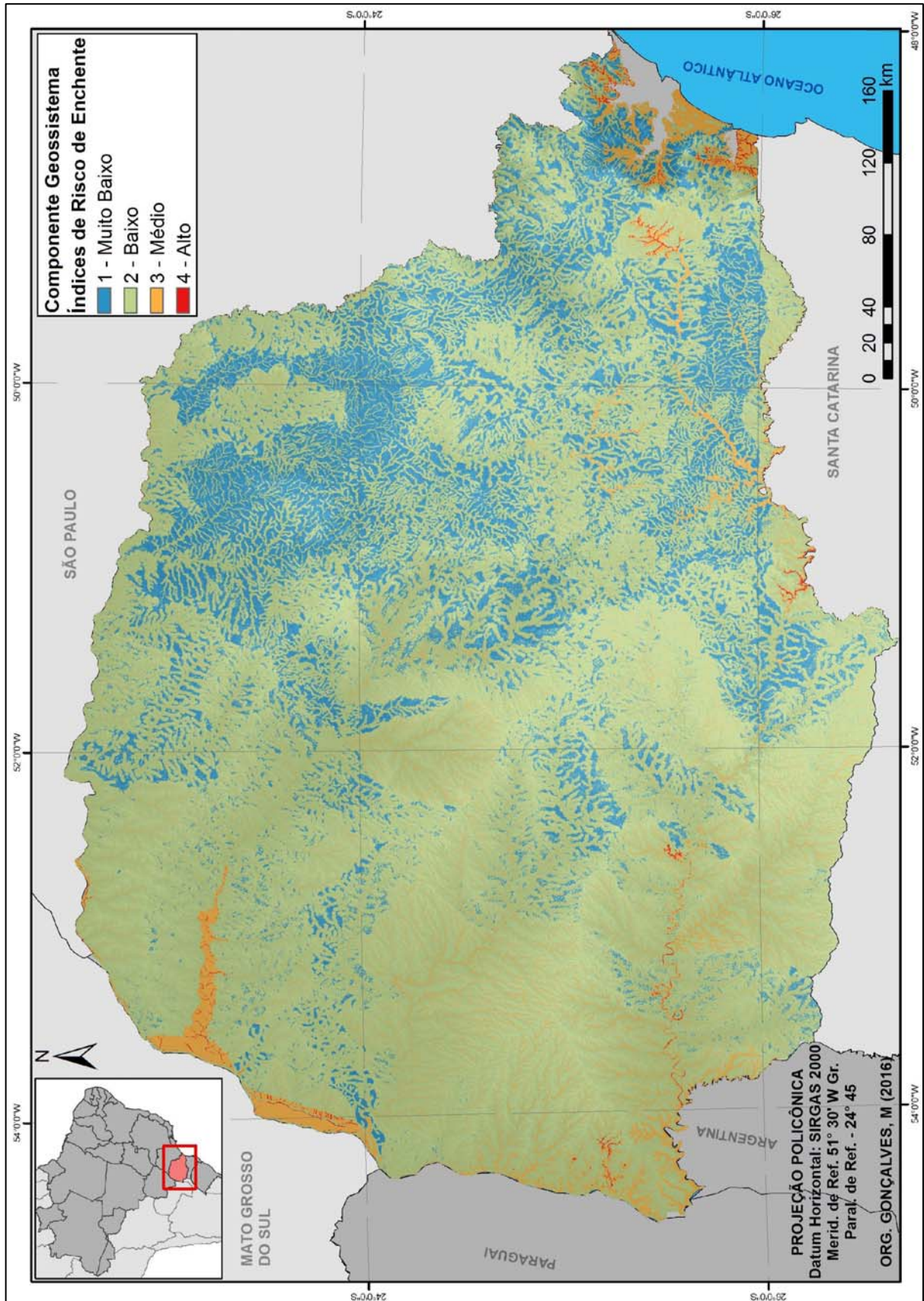
Mesmo estas áreas sendo representativas do ponto de vista do risco de ocorrência de enchentes, ao todo, não existem no Estado grandes percentuais de áreas com alto risco, além de inexistirem áreas de muito alto risco. A maioria do Estado está classificado como baixo risco de enchente, conforme pode ser verificado na tabela 9 e na figura 34.

**Tabela 9** - Áreas do Estado do Paraná de acordo com o índice de risco de enchente do componente geossistema

<b>Índice de Risco</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Percentual (%)</b>
1 – Muito Baixo	37.863,40	19,22
2 – Baixo	148.616,8	75,44
3 – Médio	10.027,30	5,09
4 – Alto	453,10	0,23
5 – Muito Alto	-	-

**Fonte:** o próprio autor.

Figura 34 – Índice de Risco de Enchente do Componente Geossistema



#### 4.1.3 O GEOSSISTEMA E O RISCO DE ENXURRADAS

As enxurradas são provocadas por chuvas intensas e concentradas, em regiões de relevo acidentado, caracterizando-se por produzirem súbitas e violentas elevações dos caudais, os quais escoam de forma rápida e intensa. Nessas condições, ocorre um desequilíbrio entre o leito do rio e o volume de suas águas, provocando transbordamento.

A inclinação do terreno, ao favorecer o escoamento, contribui para intensificar a torrente e causar danos. Esse fenômeno costuma surpreender por sua violência e menor previsibilidade, exigindo um complexo monitoramento.

A relação da dimensão do geossistema com as enxurradas pode ser traduzida em alguns aspectos da natureza tais como: propriedades do relevo; localização dos rios e leitos; chuvas intensas, etc. essa leitura favoreceu a quantificação e classificação dos níveis de risco em uma escala que variou da quase ausência de risco (muito baixo) até a presença de risco muito alto.

A declividade refletiu nos níveis de risco à medida que os relevos acidentados se tornaram fatores predominantes nas ocorrências de enxurradas, assim, as escalas de risco foram conferidas de acordo com sua influência nos eventos por meio da ação da força da gravidade, onde a água tende a escoar de locais mais altos para locais mais baixos com maior velocidade graças aos altos percentuais de declividade.

Sendo a condição acidentada do relevo um dos fatores principais na ocorrência de enxurrada, as áreas com declividade maiores que 45% possuem o maior grau de risco, já as áreas planas, com declividades até 3% possuem menor grau de risco, conforme dados apresentados na Tabela 10.

**Tabela 10** - Classes de declividade e indicadores de risco relacionados aos eventos de enxurradas e deslizamentos

Classes de Declividade	Tipos de Relevo	Indicador de Risco
Até 3%	Plano	1
Mais de 3% até 8%	Suave Ondulado	2
Mais de 8% até 20%	Ondulado	3
Mais de 20% até 45%	Forte Ondulado	4
Mais de 45%	Montanhoso	5

**Fonte:** o próprio autor.

A localização das áreas de inundação foi outro fator fundamental para a análise dos riscos de enxurradas, especialmente as áreas localizadas até 100 metros de distância da calha principal do rio, que, combinadas aos relevos acidentados conferiram um grau de risco muito alto. O grau de risco diminuiu à medida que a distância do leito aumentou, assim como no modelo de enchentes.

Como nos alagamentos, mas sem a mesma importância, as propriedades do solo, especialmente sua textura, foram considerados. Quanto mais argiloso menor a infiltração das águas da chuva e maior o risco de ocorrência de enxurradas e quanto mais arenoso menor o risco, isso porque as variações destas texturas conferem aos solos características de menor ou maior permeabilidade e condutividade das águas pluviais, influenciando diretamente no escoamento superficial. Os solos argilosos, solos saturados e os afloramentos de rochas receberam valor máximo na escala de risco, enquanto que os solos arenosos tiveram o menor valor conferido na escala de risco de enxurrada por serem mais porosos, com maior facilidade de infiltração.

Outro fator importante para a ocorrência de enxurradas são as chuvas intensas, ou seja, grandes precipitações que caem concentradas em um curto espaço de tempo, sobrecarregando os rios através da grande quantidade de águas que escoam superficialmente e atingem os corpos d'água. Os graus de risco utilizados seguiram o padrão dos modelos anteriores.

Assim como na análise dos alagamentos e enchentes e com o mesmo grau de risco, a pluviosidade média anual, com menor escala de importância em relação a outras variáveis, também foi levada em consideração por representar melhor as áreas com maior potencial de umidade antecedente a uma chuva intensa.

Os indicadores de risco de ocorrência de enxurradas apresentados foram incorporados a uma operação matemática que originou um índice capaz de medir o grau de risco do componente geossistema no evento de enxurrada, assim, foram ponderados os componentes de acordo com sua importância, conferindo pesos para cada um conforme a seguinte fórmula:

$$CGEnx = \frac{(Dcl \times 4) + (Atn \times 5) + (TxS \times 2) + (ChI \times 3) + (Pl \times 1)}{15}$$

Onde:

*CGEnx = Grau de risco de enxurradas no Componente Geossistema*

*Dcl = Declividade*

*Atn = Áreas de Inundação*

*TxS = Textura do Solo*

*ChI = Chuvas Intensas*

*Pl = Pluviosidade média anual*

O grau de risco de enxurradas do Componente Geossistema está representado na Figura 35, e, diferentemente das enchentes, as áreas com maior suscetibilidade à ocorrência de enxurradas se encontraram próximas aos leitos menores dos rios pequenos e médios, localizados em áreas mais acidentadas, predominando áreas de baixo e médio risco, conforme pode ser verificado na Tabela 11, com incidência de áreas de alto risco no centro e extremo sudoeste do Estado. A região da Serra do Mar (ver figura 9, Capítulo 3, item Geologia) e a bacia do Ribeira (ver figura 15, Capítulo 3, item Hidrografia) também possuem alto risco de ocorrência de enxurradas.

Outro fator que diferencia as ocorrências de enxurradas das enchentes é a contribuição das chuvas intensas para o incremento do volume dos caudais, causando a rápida elevação dos rios devido ao escoamento superficial.

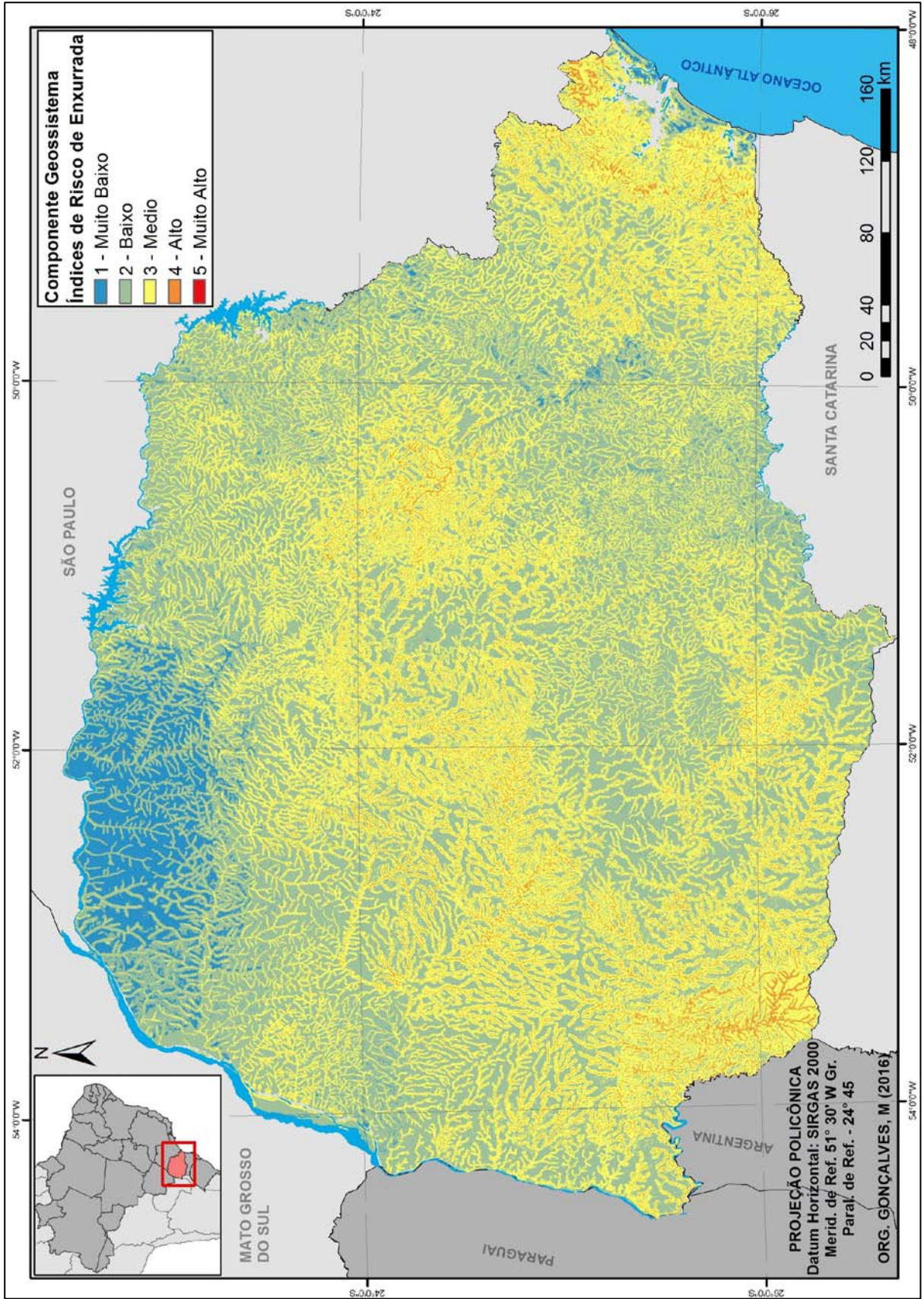
É importante ressaltar que este componente privilegia as condições naturais das áreas, devendo ser levado em consideração a interferência dos sistemas de drenagem e impermeabilização dos solos.

**Tabela 11** - Áreas do Estado do Paraná de acordo com o índice de risco de enxurrada do componente geossistema

Índice de Risco	Área (km <sup>2</sup> )	Percentual (%)
1 – Muito Baixo	8.786,20	4,46
2 – Baixo	97.672,60	49,58
3 – Médio	83.429,50	42,35
4 – Alto	7.052,60	3,58
5 – Muito Alto	4,13	0,01

Fonte: o próprio autor.

Figura 35 – Índice de Risco de Enxurrada do Componente Geossistema



#### 4.1.4 O GEOSISTEMA E O RISCO DE DESLIZAMENTO

Nos deslizamentos, caracterizados por movimentos gravitacionais de massa que ocorrem de forma rápida, as características do relevo se tornam a principal variável de análise e maior fator de contribuição para a classificação das áreas de risco.

Quanto maior a declividade, quanto mais escarpado ou montanhoso for o terreno, maior será o risco de ocorrência de deslizamentos, seja de rochas, matéria orgânica, solos ou material proveniente de atividades antrópicas. Assim, de acordo com as classes de declividade, os relevos montanhosos, com declividades superiores a 45% são os locais com maior risco, sendo que à medida em que o terreno torna-se menos acidentado o risco diminui, assim como ocorre no modelo de análise de enxurradas.

A superfície de ruptura que causa um deslizamento por ação da força da gravidade atuando por conta da declividade é causada pela fragilidade do extrato superficial, no caso as rochas e os solos.

No caso das rochas, o fator de composição definido pela litologia confere aos locais os graus de risco, sendo maior o risco de deslizamento para as litologias compostas por sedimentos inconsolidados, calcários, folhelhos, etc. e menor para as litologias compostas por quartzitos, riólitos e granitos. Para este estudo adaptamos o valor de estabilidade e vulnerabilidade das rochas proposto por Crepani et al (1996), apresentados na Tabela 12.

**Tabela 12** - Valores de estabilidade/vulnerabilidade e indicadores de risco de diferentes litologias

<b>Litologia</b>	<b>Valor de estabilidade / vulnerabilidade (Crepani et al., 1996)</b>	<b>Indicador de risco</b>
Quartzitos ou metaquartzitos	1	
Riólito, Granito, Dacito	1,2	1
Granodiorito, Quartzo Diorito, Granulitos	1,3	
Migmatitos, Gnaisses	1,4	
Fonólito, Nefelina Sienito, Traquito, Sienito	1,5	
Andesito, Diorito, Basalto	1,6	
Anortosito, Gabro, Peridotito	1,7	2
Milonitos, Quartzo muscovita, Biotita, Clorita	1,8	
Piroxenito, Anfibolito Kimberlito, Dunito	1,9	
Hornblenda, Tremolita, Actinolita xisto	2	
Estaurolita xisto, Xistos granatíferos	2,1	3
Filito, Metassiltito	2,2	
Ardósia, Metargilito	2,3	
Mármore	2,3	
Arenitos quartzosos ou ortoquartzitos	2,4	
Conglomerados, Subgrauvacas	2,5	4
Grauvacas, Arcózios	2,6	
Siltitos, Argilitos	2,7	
Folhelhos	2,8	
Calcários, Dolomitos, Margas, Evaporitos	2,9	5
Sedimentos Inconsolidados, Aluviões, Colúvios	3	

**Fonte:** o próprio autor

As propriedades do solo, especialmente a textura por seu grau de incorporação entre as partículas, foram consideradas. Ao contrário dos outros desastres analisados, a fragilidade está relacionada ao grau de coesão do solo. Quanto mais argiloso maior o grau de coesão das partículas do solo, diminuindo a possibilidade de formação de rupturas, além disso a menor capacidade de infiltração das águas da chuva também diminui o risco de se formar rupturas abaixo das camadas superficiais do solo, isso caso não haja horizontes compactados. Os terrenos arenosos possuem maior porosidade e maior capacidade de desagregação das partículas do solo, aumentando a possibilidade de formação de rupturas, especialmente em zonas de transição entre horizontes arenosos e argilosos. Conforme a textura do solo, foram definidos os indicadores de risco de deslizamento, apresentado na Tabela 13.

**Tabela 13** - Textura do solo e indicadores de risco relacionados aos eventos de deslizamentos

<b>Textura do Solo</b>	<b>Indicador de Risco</b>
Argilosa, Saturada, Rochosa	1
Média-argilosa	2
Siltosa	3
Média e Média-arenosa	4
Arenosa	5

**Fonte:** o próprio autor

Apesar dos deslizamentos não serem exclusivamente causados pelos efeitos das chuvas incidindo sobre o solo em grandes declividades, este é um fator importante que não pode escapar à análise, sendo neste modelo expresso pelas chuvas intensas, ou seja, grandes precipitações que caem concentradas em um curto espaço de tempo, com grandes volumes de águas escoando superficialmente ou infiltrando até atingirem camadas impermeáveis do solo, causando superfícies de ruptura, e pela pluviosidade média, que também exerce papel na relação de umidade antecedente do solo.

Assim, tanto para as chuvas intensas quanto para a pluviosidade média utilizou-se os indicadores já produzidos para os outros desastres analisados, com a mesma escala de risco, mas com pesos diferentes na fórmula de cálculo. Para se chegar ao índice de risco de deslizamento do componente geossistema, os indicadores foram ponderados de acordo com sua importância na ocorrência do fenômeno, conforme a fórmula:

$$CGD_{sz} = \frac{(Dcl \times 5) + (TxS \times 2) + (Chi \times 1) + (Pl \times 1)}{9}$$

Onde:

*CGD<sub>sz</sub>* = Grau de risco de deslizamentos no Componente Geossistema

*Dcl* = Declividade

*TxS* = Textura do Solo

*Chi* = Chuvas Intensas

*Pl* = Pluviosidade média anual

Com grande influência do relevo, as áreas com alto risco de ocorrência de deslizamentos estão localizadas principalmente na Serra do Mar e nas escarpas localizadas na transição entre o terceiro e o segundo planalto paranaense, conforme pode ser verificado na Figura 36. Merecem destaques algumas áreas no sul do Estado e na porção alta da bacia do rio Tibagi, onde a existência de encostas íngremes aumenta a suscetibilidade natural à ocorrência de deslizamentos.

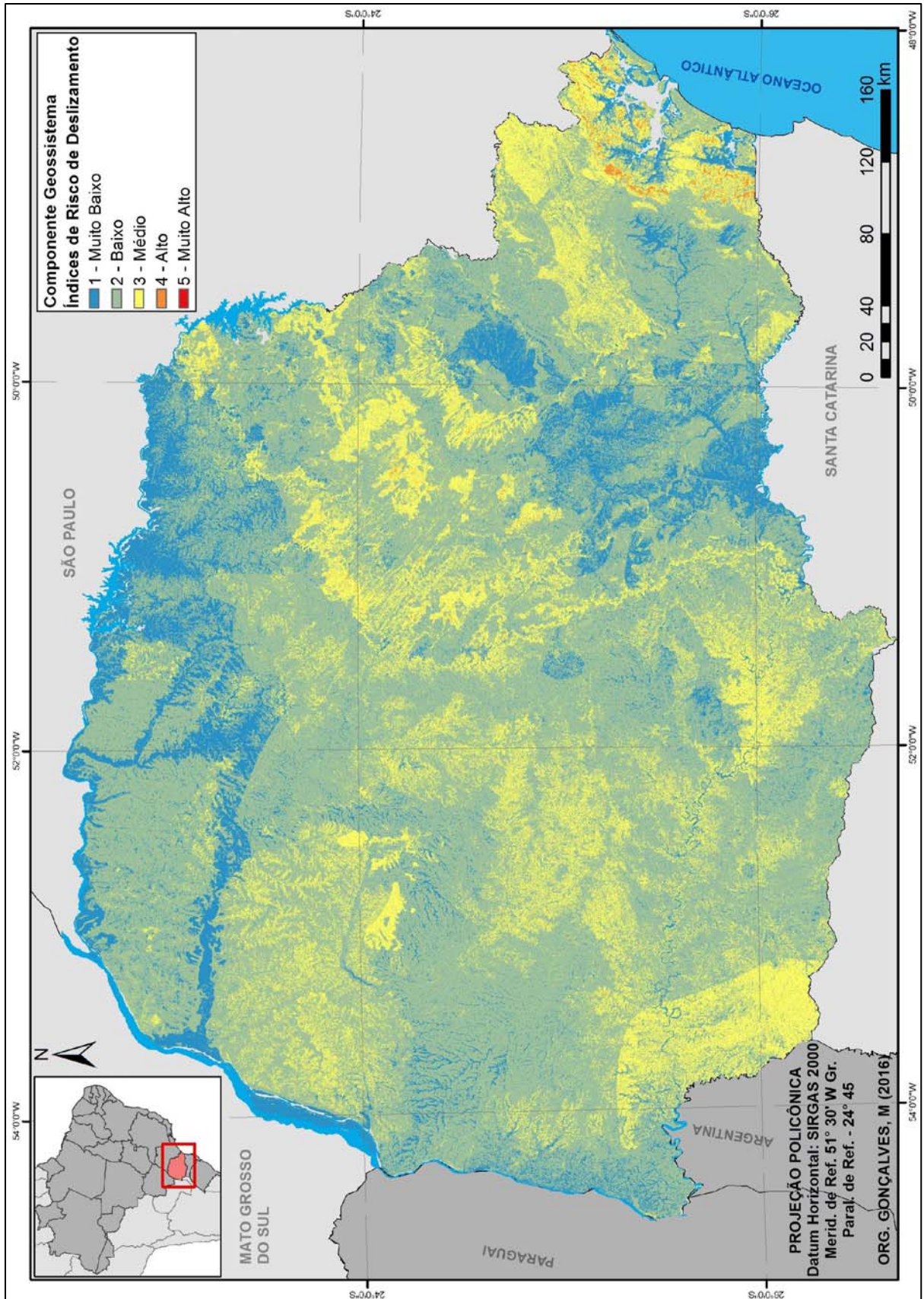
No geral, predominam no Estado áreas com baixo risco de ocorrência de deslizamentos, conforme Tabela 14, mas mesmo nestas áreas já foram registradas ocorrências de deslizamentos, como verificado nos municípios de Sertaneja e Maringá, localizados em áreas com muito baixo risco. As áreas com muito alto risco, apesar de estarem consideradas na tabela 14, somaram menos de 1 km<sup>2</sup> em todo o Estado.

**Tabela 14** - Áreas do Estado do Paraná de acordo com o índice de risco de deslizamento do componente geossistema

<b>Índice de Risco</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Percentual (%)</b>
1 – Muito Baixo	30.869,90	15,67
2 – Baixo	128.247,00	65,10
3 – Médio	37.213,30	18,89
4 – Alto	630,40	0,32
5 – Muito Alto	0,08	0,00

**Fonte:** o próprio autor.

Figura 36 – Índice de Risco de Deslizamento do Componente Geossistema



## 4.2 ÍNDICE E INDICADORES DE RISCO RELACIONADOS AO COMPONENTE

### TERRITÓRIO 4.2.1 O TERRITÓRIO E O RISCO DE ALAGAMENTOS

No modelo GTP-R de alagamento, o componente território traduz o tempo da sociedade, do meio socioeconômico, sintetizado nas vulnerabilidades sociais, materializado no IVS, na população e nos bens expostos, na inexistência ou deficiência das infraestruturas urbanas, e nas características das redes.

No caso dos alagamentos, um dos componentes mais importantes para analisar o risco de ocorrência é a ausência ou deficiência dos sistemas de drenagem urbana e o grau de impermeabilização das áreas mapeadas.

O sistema de drenagem urbana, expresso neste modelo pela variável existência de boca de lobo, da tabela características do entorno do censo demográfico do IBGE de 2010, forneceu um mapeamento por setor censitário da cobertura do sistema por meio do percentual de domicílios com existência de boca de lobo na face do lote. Os percentuais, variando de zero para as situações de maior risco e 100 para as situações de menor risco foram agrupados em cinco classes divididas por meio de quebras manuais, representados na Tabela 15.

**Tabela 15** - Percentual de cobertura do sistema de drenagem urbana no ano de 2010 e indicadores de risco relacionados aos eventos de alagamentos

Cobertura do sistema de drenagem urbana	Indicador de Risco
Até 25%	5
Mais de 25% até 50%	4
Mais de 50% até 75%	3
Mais de 75% até 95%	2
Mais de 95%	1

**Fonte:** o próprio autor

A variável impermeabilização foi calculada e mapeada por setor censitário através da densidade de domicílios por área, levando em consideração que nos setores censitários com alta densidade de domicílios o grau de impermeabilização fosse igualmente elevado. Assim, os valores foram classificados pelo método de quantis e ordenados de um a cinco, de acordo com o grau de risco conforme Tabela 16.

**Tabela 16** - Densidade de domicílios no ano de 2010, grau de impermeabilização e indicadores de risco relacionados aos eventos de alagamentos, enxurradas e deslizamentos

Densidade de domicílios por setor censitário (dom/km <sup>2</sup> )	Grau de Impermeabilização	Indicador de Risco
Até 500	Muito Baixo	1
Mais de 500 até 1.000	Baixo	2
Mais de 1.000 até 1.600	Médio	3
Mais de 1.600 até 2.500	Alto	4
Mais de 2.500	Muito Alto	5

**Fonte:** o próprio autor

Além da densidade de domicílios, também foi calculada e mapeada a densidade populacional em habitantes por quilometro quadrado, conforme tabela 17, estabelecida por setor censitário e atribuído o risco por meio da classificação pelo método de quantis, quanto maior a densidade populacional maior o risco de um evento natural tornar-se um desastre.

**Tabela 17** - Densidade populacional no ano de 2010 e indicadores de risco relacionados aos eventos de alagamentos, enchentes, enxurradas e deslizamentos

Densidade populacional por setor censitário (hab/km <sup>2</sup> )	Indicador de Risco
Até 20	1
Mais de 20 até 2.000	2
Mais de 2.000 até 4.000	3
Mais de 4.000 até 7.200	4
Mais de 7.200	5

**Fonte:** o próprio autor

O IVS, adaptado de IPEA (2015), traduziu a vulnerabilidade dos municípios do Estado do Paraná através de uma escala que variou de 0,128 à 0,461. Quanto mais próximo de zero (0) menos vulnerável foi considerado o município e quanto mais próximo de 1 mais vulnerável. Para a adaptação da escala, os valores foram ordenados para que os valores acima de 0,350 representassem as situações de maior vulnerabilidade, conforme apresentado na Tabela 18.

**Tabela 18** - Índice de Vulnerabilidade Social em 2010 e indicadores de risco relacionados aos eventos de alagamentos, enchentes, enxurradas e deslizamentos

<b>IVS</b>	<b>Vulnerabilidade Social</b>	<b>Indicador de Risco</b>
Até 0,200	Muito Baixa	1
Mais de 0,200 até 0,250	Baixa	2
Mais de 0,250 até 0,300	Média	3
Mais de 0,300 até 0,350	Alta	4
Mais de 0,350	Muito Alta	5

**Fonte:** o próprio autor

Para as redes de transporte, interessou na análise saber a quantidade de interligações que os locais possuem por rodovias consideradas primárias, secundárias ou terciárias, além de ramais de ferrovia. Tal indicador buscou expressar a capacidade de evacuação e mobilidade que os locais possuem.

As áreas urbanas de municípios que possuíam três ou mais rodovias de acesso foram considerados os locais com menores riscos, enquanto que as áreas rurais dos municípios, distantes mais de dois quilômetros de qualquer rodovia foram considerados os locais com maior risco em caso de desastres naturais. Áreas urbanas com menos de três acessos foram consideradas intermediárias (Tabela 19).

**Tabela 19** - Redes de transporte em 2015 e indicadores de risco relacionados aos eventos de alagamentos, enchentes, enxurradas e deslizamentos

<b>Quantidade de ligações rodoferroviárias</b>	<b>Indicador de Risco</b>
Mais de 3	1
3	2
2	3
1	4
Nenhuma	5

**Fonte:** o próprio autor

No caso das redes de comunicação, os meios de comunicação como rádio e televisão foram os aspectos analisados e considerados na construção dos indicadores, no qual, quanto maior o número de meios de comunicação e maior a diversidade destes meios, menor o risco, enquanto que municípios sem nenhum meio de comunicação foram considerados com maior risco, conforme Tabela 20.

**Tabela 20** - Redes de comunicação em 2015 e indicadores de risco relacionados aos eventos de alagamentos, enchentes, enxurradas e deslizamentos

<b>Número de emissoras de rádio e TV</b>	<b>Indicador de Risco</b>
Mais de 6	1
Mais de 3 até 6	2
De 2 até 3	3
1	4
Nenhuma	5

**Fonte:** o próprio autor.

Para a variável população exposta aos desastres naturais decorrentes de alagamentos foram utilizados os dados do SISDC que traz a quantidade de pessoas afetadas pelos eventos por município. Com um período de observação de 10 anos, os dados foram utilizados para classificar e ordenar os municípios em cinco classes pelo método dos quantis, de acordo com o número total de pessoas afetadas, representado na Tabela 21.

**Tabela 21** - Pessoas afetadas por alagamentos entre 2003 e 2013 e indicadores de risco

<b>Número de pessoas afetadas</b>	<b>Indicador de Risco</b>
Nenhuma	1
Até 20	2
Mais de 20 até 100	3
Mais de 100 até 400	4
Mais de 400	5

**Fonte:** o próprio autor.

O mesmo procedimento foi feito em relação à variável bens expostos, e, os dados referentes às casas destruídas e danificadas por alagamentos nos municípios do Estado foram agrupados e classificados pelo método dos quantis, divididos em cinco classes, conforme Tabelas 22 e 23.

**Tabela 22** - Casas destruídas por alagamentos entre 2003 e 2013 e indicadores de risco

<b>Número de casas destruídas</b>	<b>Indicador de Risco</b>
Nenhuma	1
1	2
2	3
Mais de 2 até 5	4
Mais de 5	5

**Fonte:** o próprio autor.

**Tabela 23** - Casas danificadas por alagamentos entre 2003 e 2013 e indicadores de risco

Número de casas danificadas	Indicador de Risco
Nenhuma	1
10	2
Mais de 10 até 50	3
Mais de 50 até 80	4
Mais de 80	5

Fonte: o próprio autor.

Para a elaboração dos indicadores do componente Território, foi necessário estabelecer uma fórmula de cálculo para criar um índice que expressasse a dimensão do tempo do território frente ao risco de ocorrência de desastres decorrentes de alagamentos, conforme indicado na fórmula a seguir:

$$CTAI = \frac{(Dpop \times 5) + (Imp \times 5) + (Dren \times 4) + (IVS \times 3) + (Trans \times 2) + (Com \times 1) + (Paf \times 1) + (Cdan \times 1)}{23}$$

Onde:

*CTAI* = Grau de risco de alagamento do Componente Território

*Dpop* = Densidade Populacional

*Dren* = Dispositivos de Drenagem

*Imp* = Grau de Impermeabilização

*IVS* = Índice de Vulnerabilidade Social

*Trans* = Redes de Transportes

*Com* = Redes de Comunicação

*Paf* = Pessoas afetadas

*Cdan* = Casas danificadas

*Cdest* = Casas destruídas

A padronização buscada com a diferenciação de pesos dentro da fórmula se deu pela diferença de dimensões das variáveis, especialmente as duas primeiras que são as mais representativas e que possuem a maior escala cartográfica de representação.

Para aplicar a fórmula foi utilizada álgebra de mapas, e, os componentes, transformados em arquivos *raster* com resolução espacial de 90 metros tiveram seus pixels valorados de acordo com a escala de risco, lembrando que a resolução espacial seguiu o padrão do componente anterior por questões metodológicas, uma vez que os dados podem ser cruzados em análises posteriores, o que resultou no mapa representado na Figura 37.

Dentre as variáveis do componente, a combinação entre alto grau de impermeabilização e áreas com pouca ou nenhuma existência de dispositivos de drenagem foram as que mais contribuíram para gerar os maiores indicadores de risco do componente território.

As áreas com maior grau de impermeabilização e possível combinação com áreas deficientes do ponto de vista da drenagem urbana estão localizadas nas chamadas regiões metropolitanas, em especial na Área de Concentração Populacional<sup>8</sup> de Curitiba, onde foi verificado o maior grau de risco do componente território dentro do Estado, como pode ser observado na Figura 35.

Por fim, foi possível observar que a fórmula de cálculo do componente território trouxe importantes subsídios para o entendimento da interferência dos processos de urbanização frente aos problemas de ordem natural, em especial, neste caso, quando falamos de incremento de precipitações em forma de chuvas intensas, evidenciando áreas com problemas de infraestrutura.

Apesar do entendimento de que o risco de ocorrência de desastres existe em qualquer área, não existindo risco zero, no caso dos alagamentos é possível afirmar que existem áreas de risco nulo, uma vez que, conceitualmente, os alagamentos só ocorrem em áreas urbanas. Por isso desconsiderou-se no componente território as áreas rurais, reduzindo as áreas de risco para os pouco mais de 5.600 km<sup>2</sup> consideradas urbanas pelo IBGE em 2010 no Estado do Paraná.

Observa-se na Tabela 24 a grande predominância de áreas com baixo risco, seguida de áreas de muito baixo risco, porém, mais de 590 km<sup>2</sup> de áreas de médio ou alto risco são suficientes para causar muitos estragos e colocar vidas humanas em risco.

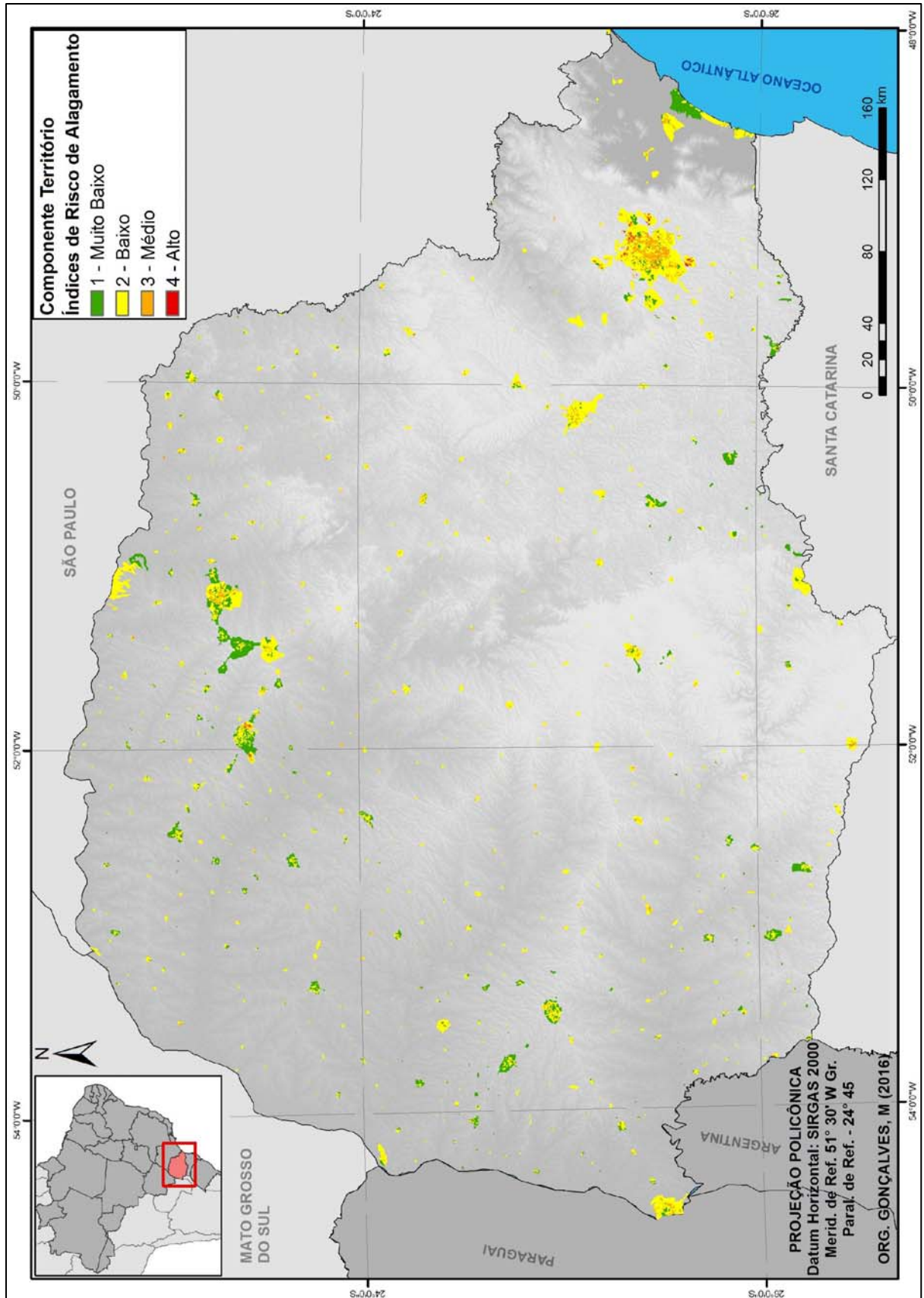
**Tabela 24** - Áreas do Estado do Paraná de acordo com o índice de risco de alagamento do componente território

Índice de Risco	Área (km <sup>2</sup> )	Percentual (%)
1 – Muito Baixo	1.428,31	25,45
2 – Baixo	3.585,67	63,90
3 – Médio	564,37	10,05
4 – Alto	32,27	0,60
5 – Muito Alto	-	-

**Fonte:** o próprio autor.

<sup>8</sup> Grande mancha urbana de ocupação contínua, caracterizadas pelo tamanho e densidade da população, pelo grau de urbanização e pela coesão interna da área, dada pelos deslocamentos da população para trabalho ou estudo (IBGE, 2008, p. 11).

Figura 37 – Índice de Risco de Alagamento do Componente Território



#### 4.2.2 O TERRITÓRIO E O RISCO DE ENCHENTES

No caso das enchentes as variáveis do território pouco contribuem na evolução do evento natural perigoso, porém, ao atingir uma determinada área, tais variáveis possuem capacidade de aumentar ou diminuir os efeitos destrutivos das cheias, sendo a localização de comunidades em áreas de inundação o principal fator. Esta variável foi medida pelo cruzamento dos componentes do geossistema com os do território, especialmente as áreas com grande densidade de domicílios localizada a menos de 100 metros dos rios.

O IVS, assim como no modelo feito para alagamentos, traduziu a vulnerabilidade dos municípios do Estado do Paraná através de uma escala que variou de 0,128 à 0,461. Quanto mais próximo de 0,128 o índice menos vulnerável o município neste quesito, e, quanto mais próximo de 0,461 mais vulnerável o município.

Com relação à interferência das enchentes nas redes viárias, a localização das travessias e pontes é um fator de muita importância para a mobilidade. Especialmente pontes e travessias de grandes rios sujeitos a cheias, por isso, a localização destas estruturas foi levada em consideração, sendo conferido grau de risco máximo para estes locais, de acordo com a importância da rodovia. Travessias em rodovias primárias foram consideradas de maior risco e assim por diante, até atingir às travessias em vias locais (terciárias).

Para as redes de transporte, assim como no modelo feito para alagamentos, interessou na análise identificar a quantidade de interligações que os locais possuem por rodovias consideradas primárias, secundárias ou terciárias, além de ramais de ferrovia. Tal indicador buscou expressar a capacidade de evacuação e mobilidade que os locais possuem. As áreas urbanas de municípios que possuíam três ou mais rodovias de acesso foram consideradas os locais com menores riscos, enquanto que as áreas rurais de município distantes mais de dois quilômetros de qualquer rodovia foram considerados os locais com maior risco em caso de desastres naturais. Áreas urbanas com menos de três acessos foram consideradas intermediárias.

No caso das redes de comunicação os procedimentos metodológicos foram os mesmos adotados no modelo de alagamento, e, os municípios foram classificados de acordo com a quantidade de meios de comunicação via rádio e televisão.

A variável população exposta aos desastres naturais decorrentes de enchentes foi criada com a utilização dos dados do SISDC que trouxe a quantidade de pessoas afetadas pelos eventos por município. Com um período de observação de 10 anos os dados foram utilizados para classificar e ordenar os municípios em cinco classes pelo método dos quantis, de acordo com o número total de pessoas afetadas, exposto na Tabela 25.

**Tabela 25** - Pessoas afetadas por enchentes entre 2003 e 2013 e indicadores de risco

<b>Número de pessoas afetadas</b>	<b>Indicador de Risco</b>
Nenhuma	1
Até 200	2
Mais de 200 até 500	3
Mais de 500 até 2.000	4
Mais de 2.000	5

**Fonte:** o próprio autor.

A variável bens expostos, que traz os dados referentes às casas destruídas e danificadas por enchentes nos municípios do Estado foram agrupados e classificados pelo método dos quantis, divididos em cinco classes, conforme Tabelas 26 e 27.

**Tabela 26** - Casas destruídas por enchentes entre 2003 e 2013 e indicadores de risco

<b>Número de casas destruídas</b>	<b>Indicador de Risco</b>
Nenhuma	1
1	2
De 2 a 3	3
4	4
Mais de 4	5

**Fonte:** o próprio autor.

**Tabela 27** - Casas danificadas por enchentes entre 2003 e 2013 e indicadores de risco

<b>Número de casas danificadas</b>	<b>Indicador de Risco</b>
Nenhuma	1
Até 5	2
Mais de 5 até 15	3
Mais de 15 até 70	4
Mais de 70	5

**Fonte:** o próprio autor.

O índice referente à dimensão do tempo do território frente ao risco de ocorrência de desastres decorrentes de enchentes foi calculado a partir da fórmula:

$$CTEch = \frac{(Dpop \times 5) + (DDom \times 5) + (Trav \times 4) + (IVS \times 3) + (Trans \times 2) + (Com \times 1) + (Paf \times 1) + (Cdam)}{23}$$

Onde:

*CTEch = Grau de risco de enchente no Componente Território*

*Dpop = Densidade Populacional*

*DDom = Densidade de Domicílios*

*Trav = Travessias*

*IVS = Índice de Vulnerabilidade Social*

*Trans = Redes de Transportes*

*Com = Redes de Comunicação*

*Paf = Pessoas afetadas*

*Cdam = Casas danificadas*

*Cdest = Casas destruídas*

No modelo construído para a análise do risco de ocorrência de desastres naturais, a combinação entre geossistema, território e paisagem se dá ao final, como produto síntese para elaboração do índice geral. Porém, no componente do território do modelo de risco de enchentes, foi preciso, a priori, realizar a combinação de duas variáveis de componentes distintos, ou seja, as áreas de interseção entre rios e estradas, isso porque um dos principais aspectos das enchentes está na força destrutiva das águas aplicadas às travessias e pontes, infraestruturas primordiais para o funcionamento e interligação das cidades.

Além dessa variável, a grande importância dada pelo modelo foi para as áreas densamente povoadas que, localizadas em áreas de inundação trazem alarmantes contornos de desastre em uma grande cheia.

Por isso, foram observadas áreas de alto risco de ocorrência de desastres relacionados às enchentes em áreas com cruzamento de rodovias e rios, especialmente rios de grande porte que correm no interior do Estado, como os rios Iguaçu, Piquiri, Ivaí e Tibagi, e em áreas densamente povoadas como as regiões metropolitanas.

Na Tabela 28 e na Figura 38 é possível observar a predominância de baixo risco, representando mais de 90% do território do Estado, onde não foram observadas áreas com muito alto risco de enchentes e as áreas de médio e alto risco representaram menos de 1% do total.

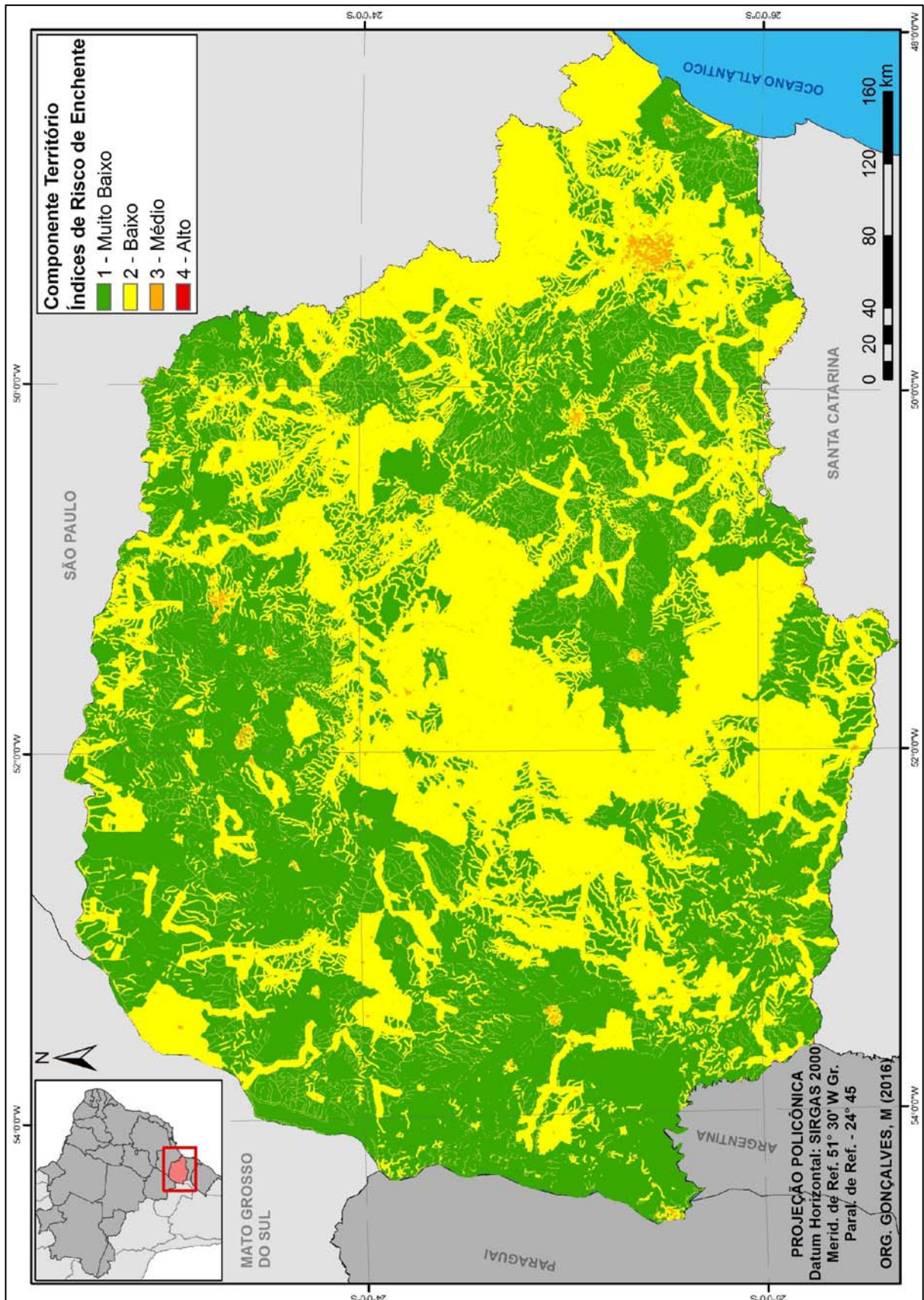
Estes números não podem trazer a impressão que o Estado está livre de desastres ocorridos por enchentes, uma vez que, pela própria natureza destes eventos, as áreas são restritas, mas os estragos são grandes, como o ocorrido em União da Vitória em junho de 2014, onde cerca de 40% do município foi atingido pela cheia do rio Iguaçu, desalojando mais de 12 mil pessoas, de acordo com a Defesa Civil do Paraná.

**Tabela 28** - Áreas do Estado do Paraná de acordo com o índice de risco de enchente do componente território

<b>Índice de Risco</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Percentual (%)</b>
1 – Muito Baixo	103.114,56	51,76
2 – Baixo	94.985,05	47,68
3 – Médio	1.090,41	0,54
4 – Alto	3,60	0,02
5 – Muito Alto	-	-

**Fonte:** o próprio autor.

Figura 38 – Índice de Risco de Enchente do Componente Território



#### 4.2.3 O TERRITÓRIO E O RISCO DE ENXURRADAS

Na análise dos componentes do território em desastres naturais relacionados às enxurradas, algumas variáveis podem contribuir muito para a evolução do quadro de crise gerado pelo evento natural. Dentre eles, o grau de impermeabilização pode ser considerado um dos principais, pois a impermeabilização, independente de existência ou não de dispositivos convencionais de drenagem urbana, ajuda no incremento do escoamento superficial e consequente aumento na vazão crítica dos rios, causando transbordamentos e enxurradas.

Assim como no componente alagamento a variável impermeabilização foi calculada e mapeada por setor censitário através da densidade de domicílios por área. Os valores foram classificados pelo método de quebras naturais e ordenados de acordo com o grau de risco.

O IVS também seguiu a mesma metodologia de mapeamento e análise de modelos anteriores, assim como as redes de transporte e comunicação.

Os indicadores referentes as variáveis população exposta e bens expostos também foram calculados utilizando a mesma metodologia dos modelos anteriores, por meio da classificação dos dados existentes no SISDC referente aos eventos de enxurradas (Tabelas 29, 30 e 31).

**Tabela 29** - Pessoas afetadas por enxurradas entre 2003 e 2013 e indicadores de risco

Número de pessoas afetadas	Indicador de Risco
Nenhuma	1
Até 500	2
Mais de 500 até 1.700	3
Mais de 1.700 até 6.000	4
Mais de 6.000	5

Fonte: o próprio autor.

**Tabela 30** - Casas destruídas por enxurradas entre 2033 e 2013 e indicadores de risco

Número de casas destruídas	Indicador de Risco
Nenhuma	1
1	2
2	3
Mais de 2 até 9	4
Mais de 9	5

Fonte: o próprio autor.

**Tabela 31** - Casas danificadas por enxurradas entre 2003 e 2013 e indicadores de risco

<b>Número de casas danificadas</b>	<b>Indicador de Risco</b>
Nenhuma	1
Até 12	2
Mais de 12 até 70	3
Mais de 70 até 140	4
Mais de 140	5

**Fonte:** o próprio autor.

Assim, para criar o índice de grau de risco de enxurrada no componente território os indicadores foram organizados e ponderados de acordo com sua importância nos desastres causados, calculado pela fórmula:

$$CTEnx = \frac{(Dpop \times 5) + (Imp \times 5) + (IVS \times 3) + (Trans \times 2) + (Com \times 1) + (Paf \times 1) + (Cdan \times 1) + (Cdest \times 1)}{19}$$

Onde:

*CTEnx* = Grau de risco de enxurrada no Componente Território

*Dpop* = Densidade Populacional

*Imp* = Grau de impermeabilização

*IVS* = Índice de Vulnerabilidade Social

*Trans* = Redes de Transportes

*Com* = Redes de Comunicação

*Paf* = Pessoas afetadas

*Cdan* = Casas danificadas

*Cdest* = Casas destruídas

No cálculo de risco do componente do território em desastres relacionados com as enxurradas a maioria das áreas foi considerada de muito baixo e de baixo risco, especialmente áreas com pouca densidade populacional, mesmo com grande vulnerabilidade social, conforme Tabela 32.

Vale ressaltar que, mesmo áreas que possuíam dispositivos de drenagem urbana foram consideradas de risco, uma vez que os dispositivos de drenagem tradicionais privilegiam o rápido escoamento para os corpos receptores, aumentando o volume dos caudais.

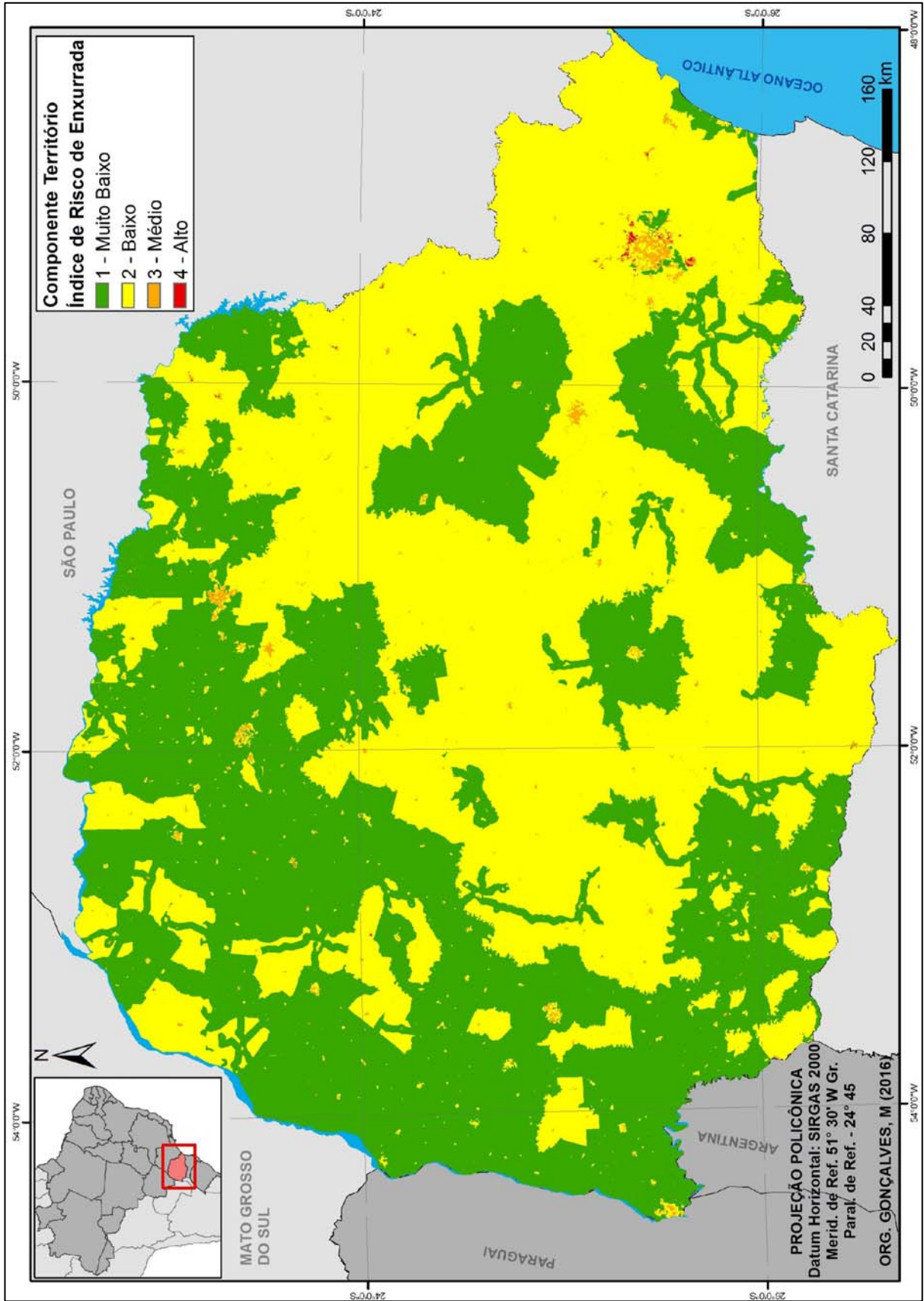
Assim, é possível observar que as áreas com médio e alto risco de ocorrência de desastres estão localizados nos setores censitários com maior grau de impermeabilização em municípios com maior vulnerabilidade social. Em especial nas regiões do vale do Ribeira e regiões metropolitanas, conforme Figura 39.

**Tabela 32** - Áreas do Estado do Paraná de acordo com o índice de risco de enxurrada do componente território

<b>Índice de Risco</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Percentual (%)</b>
1 – Muito Baixo	94.833,62	47,60
2 – Baixo	103.156,89	51,78
3 – Médio	1.157,91	0,58
4 – Alto	61,72	0,04
5 – Muito Alto	-	-

**Fonte:** o próprio autor.

Figura 39 – Índice de Risco de Enxurrada do Componente Território



#### 4.2.4 O TERRITÓRIO E O RISCO DE DESLIZAMENTOS

O território é um importante componente na análise dos riscos de desastres relacionados aos deslizamentos, uma vez que a ocupação caótica das encostas urbanas é a principal causa de danos humanos, inclusive de mortes, além dos danos materiais e ambientais e dos graves prejuízos sociais e econômicos decorrentes destes eventos.

O grau de ocupação das encostas é o principal fator de ocorrência de desastres decorrentes de deslizamentos. Para o mapeamento de um indicador que expresse tal ocupação utilizou-se a densidade de domicílios por setor censitário, que, ao ser cruzado com as áreas de maior risco do componente geossistema fornecerá um indicador muito valioso para esta análise. A princípio, a densidade de domicílios foi classificada pelo método dos quantis e dividida em cinco classes de risco como nos modelos anteriores.

Além da ocupação das encostas, a deficiência de alguns serviços públicos e infraestruturas de saneamento são importantes indicadores na análise de risco de ocorrência de deslizamentos, traduzindo a ocupação precária das áreas urbanas.

A ausência ou deficiência nos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta de resíduos e drenagem urbana podem contribuir significativamente para ocorrências de deslizamentos através da infiltração de águas ou esgoto nos solos das encostas.

De acordo com BRASIL (2003, p.108):

Os principais fatores antrópicos de agravamento dos riscos de deslizamentos são:

- lançamento de águas servidas;
- lançamentos concentrados de águas pluviais;
- vazamento nas redes de abastecimento d'água;
- infiltrações de águas de fossas sanitárias;
- cortes realizados com declividade e altura excessivas;
- execução inadequada de aterros;
- deposição inadequada do lixo;
- remoção descontrolada da cobertura vegetal.

Para o mapeamento destes indicadores utilizou-se as variáveis do censo demográfico do IBGE (2010) calculada por setor censitário. A variável “esgoto a céu aberto” foi utilizada para mapear possíveis lançamentos de águas servidas, classificando os graus de risco de acordo com o percentual de domicílios

observados, quanto maior o percentual de domicílios por setor maior o risco, sendo que as quebras foram feitas pelo método dos quantis, conforme Tabela 33.

**Tabela 33** - Percentual de domicílios com esgoto a céu aberto no ano de 2010 e indicadores de risco relacionados aos eventos de deslizamentos

Percentual de domicílios com esgoto a céu aberto	Indicador de Risco
Até 0,5%	1
Mais de 0,5% até 1%	2
Mais de 1% até 5%	3
Mais de 5% até 20%	4
Mais de 20%	5

**Fonte:** o próprio autor.

Já os possíveis lançamentos concentrados de águas pluviais foram quantificados a partir da variável “existência de bueiro ou boca de lobo” nas faces dos lotes dos domicílios, sendo maior o risco quanto maior o percentual de cobertura Tabela 34.

**Tabela 34** - Percentual de cobertura do sistema de drenagem urbana no ano de 2010 e indicadores de risco relacionados aos eventos de deslizamentos

Cobertura do sistema de drenagem urbana	Indicador de Risco
Até 25%	1
Mais de 25% até 50%	2
Mais de 50% até 75%	3
Mais de 75% até 95%	4
Mais de 95%	5

**Fonte:** o próprio autor.

A possível existência de infiltração de águas de fossas sanitárias foi mapeada através da utilização das variáveis referentes à existência de fossa séptica ou fossa rudimentar no domicílio, e, os maiores percentuais por setor censitário representam as áreas de maior risco, explicitados na Tabela 35.

**Tabela 35** - Percentual de domicílios com fossa séptica ou rudimentar em 2010 e indicadores de risco relacionados aos eventos de deslizamentos

Percentual de domicílios com fossas sépticas e rudimentares	Indicador de Risco
Até 25%	1
Mais de 25% até 50%	2
Mais de 50% até 75%	3
Mais de 75% até 95%	4
Mais de 95%	5

**Fonte:** o próprio autor.

A disposição inadequada de lixo foi mapeada por meio da utilização da variável “lixo acumulado nos logradouros”, e, os maiores percentuais de domicílios com lixo acumulado por setor censitário definiram os maiores graus de risco, conforme Tabela 36.

**Tabela 36** - Percentual de domicílios com disposição inadequada de lixo em 2010 e indicadores de risco relacionados aos eventos de deslizamentos

<b>Percentual de domicílios com disposição inadequada de lixo</b>	<b>Indicador de Risco</b>
Até 1%	1
Mais de 1% até 2%	2
Mais de 2% até 5%	3
Mais de 5% até 20%	4
Mais de 20%	5

**Fonte:** o próprio autor.

O IVS seguiu a metodologia de mapeamento e análise dos modelos anteriores, assim como as redes de transporte e comunicação. Os indicadores referentes as variáveis população exposta e bens expostos também foram calculados utilizando a mesma metodologia dos modelos anteriores através do banco de dados do SISDC referente aos eventos de deslizamentos, de acordo com as Tabelas 37, 38 e 39.

**Tabela 37** - Pessoas afetadas por deslizamentos entre 2003 e 2013 e indicadores de risco

<b>Número de pessoas afetadas</b>	<b>Indicador de Risco</b>
Nenhuma	1
Até 10	2
Mais de 10 até 400	3
Mais de 400 até 2.000	4
Mais de 2.000	5

**Fonte:** o próprio autor.

**Tabela 38** - Casas destruídas por deslizamentos entre 2003 e 2013 e indicadores de risco

<b>Número de casas destruídas</b>	<b>Indicador de Risco</b>
Nenhuma	1
Até 2	2
3	3
4	4
Mais de 4	5

**Fonte:** o próprio autor.

**Tabela 39** - Casas danificadas por deslizamentos entre 2003 e 2013 e indicadores de risco

Número de casas danificadas	Indicador de Risco
Nenhuma	1
Até 2	2
Mais de 2 até 20	3
Mais de 20 até 60	4
Mais de 60	5

**Fonte:** o próprio autor.

Para o cálculo do índice de risco de deslizamento do componente território, os indicadores e seus respectivos pesos, ponderados pelo conhecimento prévio, foram aplicados à seguinte fórmula:

$$CTDsz = \frac{(Dpop \times 5) + (Ddom \times 5) + (CSan \times 4) + (IVS \times 3) + (Trans \times 2) + (Com \times 1) + (Paf \times 1) + (Cdan + Cdest)}{23}$$

Onde:

*CTDsz* = Índice de risco de deslizamento do Componente Território

*Dpop* = Densidade Populacional

*Ddom* = Densidade de Domicílios

*CSan* = Componentes do Saneamento = (Esg × Dren × Foss × Lix)

*IVS* = Índice de Vulnerabilidade Social

*Trans* = Redes de Transportes

*Com* = Redes de Comunicação

*Paf* = Pessoas afetadas

*Cdan* = Casas danificadas

*Cdest* = Casas destruídas

A aplicação desta fórmula resultou no mapeamento representado na Figura 40. Apesar das ocorrências de muitos deslizamentos em áreas rurais, o caráter de agravamento antrópico dado pela Defesa Civil na definição de deslizamento fez com que o componente território fosse fortemente influenciado por fatores inerentes às áreas urbanas.

Como nos outros modelos de risco, o resultado do componente território para desastres relacionados aos deslizamentos mostrou que a maioria do Estado se encontra em áreas de baixo risco ou muito baixo risco, sendo que menos de 1% está em áreas com médio ou alto risco, conforme dados da Tabela 40.

É imperceptível a existência de áreas que não sejam de baixo risco na escala estadual de visualização, uma vez que as áreas de médio e alto risco encontram-se na escala de setores censitários, especialmente aqueles com grande impermeabilização e combinação de várias deficiências nos serviços de saneamento ambiental.

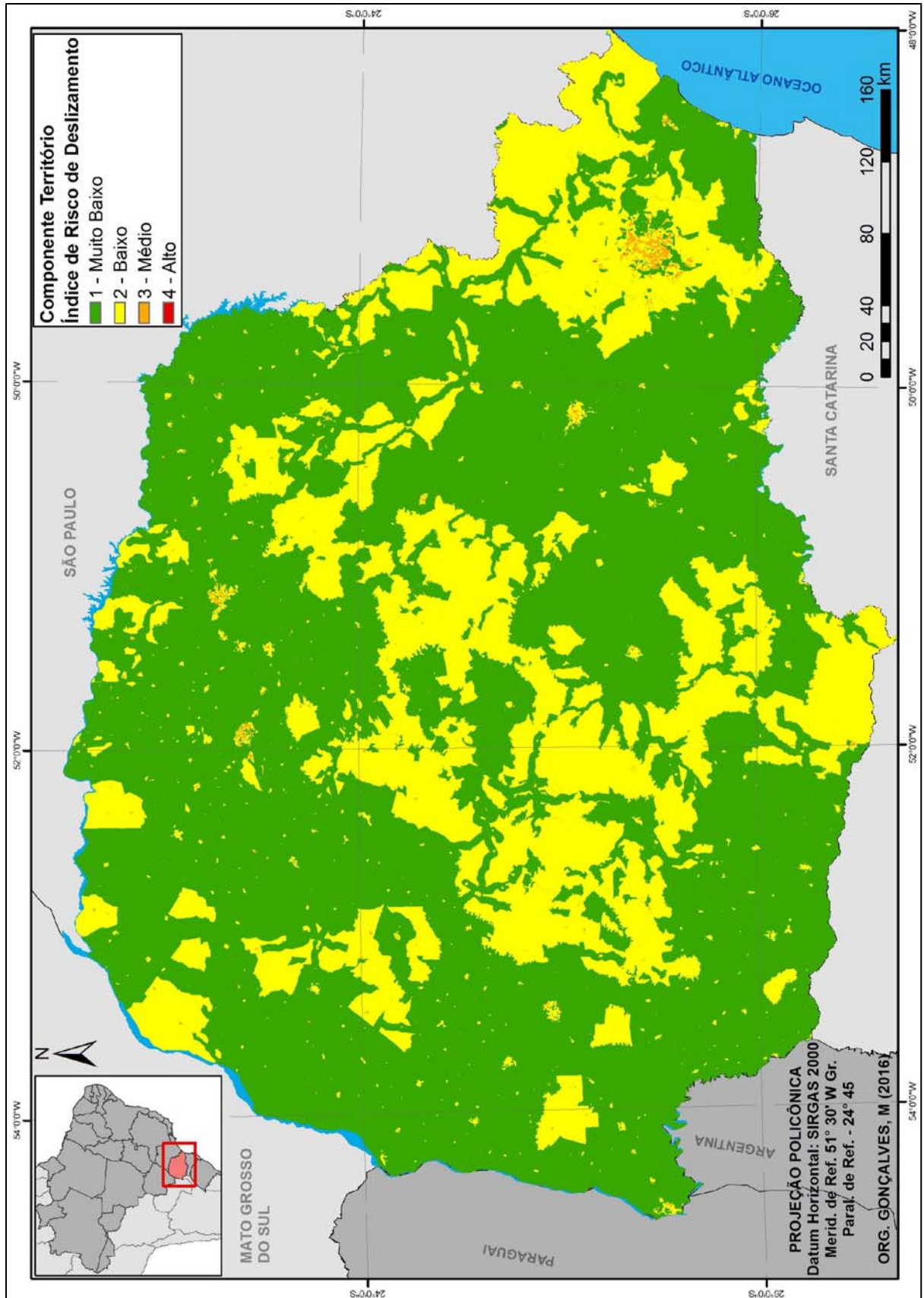
Ressaltando a grande importância dos fatores de saneamento para o agravamento do cenário de desastres naturais, é possível citar como exemplo a tragédia ocorrida em 7 de abril de 2010 no Morro do Bumba em Niterói-RJ, onde centenas de casas construídas sobre um antigo lixão foram destruídas por um deslizamento, matando 48 pessoas, de acordo com a notícia do Portal G1 (disponível em: <http://g1.globo.com/rio-de-janeiro/noticia/2015/04/tragedia-do-bumba-completa-5-anos-e-ainda-ha-familias-em-risco-no-rj.html> .)

**Tabela 40** - Áreas do Estado do Paraná de acordo com o índice de risco de deslizamento do componente território

Índice de Risco	Área (km <sup>2</sup> )	Percentual (%)
1 – Muito Baixo	75.135,80	38,14
2 – Baixo	121.686,90	61,77
3 – Médio	151,29	0,07
4 – Alto	0,31	0,01
5 – Muito Alto	-	-

Fonte: o próprio autor.

Figura 40 – Índice de Risco de Deslizamento do Componente Território



#### 4.3 ÍNDICE E INDICADORES DE RISCO RELACIONADOS AO COMPONENTE PAISAGEM

No componente paisagem do Modelo GTP-Risco estão expostos os elementos do ressurgimento das sociedades, do patrimônio cultural, das comunidades tradicionais, componentes esses que servem para preservar as imagens, os costumes, as diferentes culturas e paisagens existentes no Estado.

Este componente não é um fator fundamental para a ocorrência de um desastre natural, ele não desencadeia nenhum evento perigoso ou interfere na ocorrência dos mesmos, mas um desastre que afete uma destas áreas e destrua algum tipo de patrimônio ou afete uma comunidade tradicional ganha contornos maiores ainda de desastre, pois são coisas irrecuperáveis que se perde.

O patrimônio cultural do Paraná foi dividido em: patrimônio histórico material, expresso nas construções e monumentos; patrimônio documental, materializado nos acervos culturais; patrimônio paisagístico, ilustrando as paisagens e suas belezas; e patrimônio arqueológico, expressando as atividades de civilizações antepassadas. O inventário dessas quatro dimensões do patrimônio cultural foi feito por município, onde a classificação do risco destes patrimônios serem afetados foi realizada pelo método de quantis de acordo com o total de patrimônios por município.

Para a variável comunidades tradicionais, levou-se em consideração a localização de terras indígenas, comunidades quilombolas, caiçaras, cipozeiras, ilhéus e faxinais, comunidades que, além de estarem em uma condição de vulnerabilidade social maior que a média, apresentam meios de vida diferentes dos habituais, dificultando o acesso a recursos, especialmente financeiros.

Para espacialização desta variável utilizou-se os pontos de localização existentes no banco de dados georreferenciado de ITCG (2016) que foram sobrepostos aos setores censitários, utilizados como limite territorial da variável uma vez que a feição de pontos não é passível de transformação em raster para posterior cálculo. Assim, as classes dessa variável se resumiram à existência ou não de comunidade tradicional no setor censitário, sendo que, onde existiam comunidades o grau de risco foi classificado como máximo, e onde não existiam, o grau de risco foi classificado como mínimo, sem que houvessem classes intermediárias neste componente.

Os indicadores de risco referentes ao componente da paisagem podem ser visualizados na Figura 41, evidenciando as áreas com existência de patrimônios culturais e comunidades tradicionais, com destaque para algumas áreas no litoral, região centro-leste e extremo noroeste do Estado. Estas áreas somam quase 10% de todo o território do Estado

Aqui ressalva-se a importância da demarcação e delimitação das terras de comunidades tradicionais e pouca disponibilidade de informações sobre seus limites. A utilização da delimitação por setores censitários se mostrou válida à medida que proporcionou uma extensão em área para fenômenos representados cartograficamente por pontos, uma vez que o modelo criado nesta tese realiza cálculo de áreas; porém, seria importante a delimitação para fins de exatidão do modelo, como ocorreu com as Terras Indígenas demarcadas que possuem seu plano de informação disponível para *download* no sítio do Instituto de Terras e Cartografia do Paraná – ITCG.

**Figura 41** – Índice de Risco do Componente Paisagem



#### 4.4 ÍNDICE GTP-RISCO DE DESASTRES NATURAIS

A materialização desta tese está expressa no índice GTP-Risco de desastres naturais decorrentes de alagamentos, enchentes, enxurradas e deslizamentos. São as forças da natureza diante da eminente ação sobre o território com todas as suas vulnerabilidades e especificidades culturais inerentes à paisagem, sintetizadas em quatro índices que procuram mostrar a origem, contar a história e trilhar o caminho da ocorrência dos desastres naturais no Estado do Paraná.

É mister saber que toda qualificação e quantificação das variáveis dos componentes do geossistema, território e paisagem, com a criação de indicadores por meio da valoração das características da natureza, sociedade e cultura e elaboração de índices referentes aos três componentes do modelo convergiu para o mapeamento do grau de risco de ocorrência de desastres naturais decorrentes de alagamentos, enchentes, enxurradas e deslizamentos.

Para que o modelo obtivesse o resultado esperado foram realizados ajustes para que as diferenças inerentes aos componentes não distorcessem a síntese dos índices. Isso foi feito especialmente por conta da dificuldade de mensuração do componente da paisagem.

Não foi possível determinar um grau de importância ou de risco para a paisagem, restringindo os valores quantitativos à existência ou não do fenômeno. Mesmo essa simplificação gerou distorções na realização das operações matemáticas, pois, se verificou que tal componente imprimia um valor de risco maior, muitas vezes não condizente com a realidade.

Isso ficou evidenciado no modelo de deslizamento, onde, por consequência da multiplicação de valores de variáveis da paisagem, áreas com muito baixo risco de deslizamento se tornavam de médio ou alto risco por conta da multiplicação dos fatores.

A maneira encontrada para corrigir tal distorção foi a construção de uma fórmula matemática que levasse em consideração as diferenças entre os componentes, primeiro obtendo os valores por meio de média aritmética simples entre os componentes geossistema e território, desencadeadores de um desastre, e

depois fazendo uma média ponderada entre o resultado anterior e o componente paisagem.

A princípio, optou-se por não determinar pesos diferentes para os componentes da fórmula por achar que eles possuem igual importância dentro do modelo, mesmo entendendo que o geossistema, como fonte dos eventos perigosos são os principais desencadeadores de um desastre. Porém os resultados não foram satisfatórios, necessitando uma mudança na fórmula e aplicação de pesos diferentes para os componentes do modelo, conforme fórmula abaixo:

$$IGTPR = \frac{\left(\frac{CT \times CG}{2}\right) \times 5 + CP}{6}$$

Onde:

*IGTPR = Índice GTP de Risco*

*CG = Componente Geossistema*

*CT = Componente Território*

*CP = Componente Paisagem*

Esta fórmula foi aplicada para análise espacial dos quatro tipos de desastres naturais constantes nesta tese, resultando em um mapeamento das áreas com alto, médio ou baixo risco. A aplicação se deu por álgebra de mapas com a multiplicação dos valores dos pixels dos arquivos *raster* resultantes das operações realizadas para obtenção dos índices referentes aos componentes do modelo GTP, gerando um mapa síntese de risco de ocorrência de desastres naturais para cada tipo de evento.

Como exposto anteriormente, as áreas de risco de alagamento se limitaram às áreas urbanas dos municípios, inclusive os setores referentes aos distritos considerados urbanos pelo IBGE. Verificou que a predominância de áreas de alto risco de ocorrência de desastres relacionados aos alagamentos se localizam nas regiões com adensamento maior de domicílios, onde o grau de impermeabilização é maior e qualquer deficiência no sistema de drenagem urbana acarreta grandes problemas em épocas de chuvas intensas.

A concentração de áreas de médio e alto risco nos municípios da ACP de Curitiba, Foz do Iguaçu, Cascavel e alguns municípios das regiões metropolitanas

de Londrina e Maringá, demonstram a relação entre grau de impermeabilização e o grau considerável de risco de alagamentos, conforme Figura 42.

As áreas com médio e alto risco de ocorrência de desastres naturais decorrentes de alagamentos representam cerca de 40% do total das áreas com algum tipo de risco, ou seja, mais de 2.000 km<sup>2</sup> de áreas nas cidades paranaenses possuem risco de ocorrência de desastres acima na média, conforme Tabela 41.

**Tabela 41** - Áreas do Estado do Paraná de acordo com o índice GTP-Risco de alagamento.

Índice GTP-Risco	Área (km <sup>2</sup> )	Percentual (%)
Baixo	3.327,28	61,09
Médio	1.766,06	32,42
Alto	352,43	6,47

Fonte: o próprio autor.

Os municípios com maiores percentuais de áreas com alto risco de ocorrência de desastres naturais relacionados aos alagamentos estão localizados especialmente nas regiões centro-oeste e centro-sul do Estado, conforme dados apresentados na Tabela 42 que traz os dez municípios com maiores percentuais de áreas com alto risco. Quando se analisa os números absolutos das áreas da Tabela 43, fica evidente o alto índice de risco da região metropolitana de Curitiba em termos absolutos, isso porque, dos dez municípios com maior quantidade de áreas de alto risco, oito estão localizados na RMC.

**Tabela 42** – Ranking dos dez municípios com maiores percentuais de áreas de alto risco de ocorrência de desastres naturais relacionados aos alagamentos.

Município	Área de Alto Risco (km <sup>2</sup> )	Percentual da área urbana (%)
Quarto Centenário	0,41	60,76
Ramilândia	0,46	58,54
Altamira do Paraná	0,30	57,27
Japurá	0,79	41,59
Fazenda Rio Grande	13,70	40,52
Peabiru	1,58	37,02
Fênix	0,72	35,29
Palmital	0,91	34,90
Três Barras do Paraná	0,80	33,07
Bom Sucesso	0,56	31,10

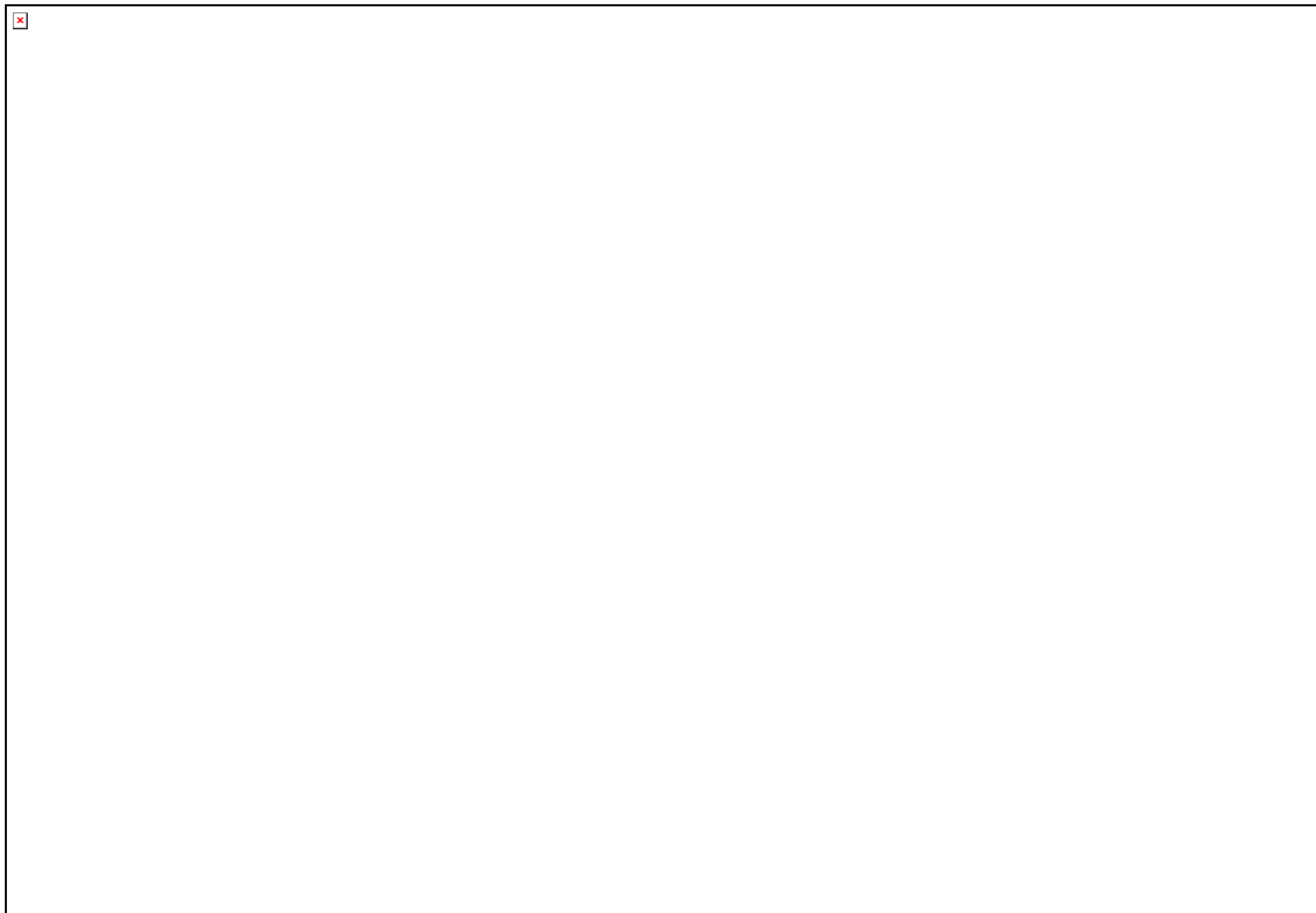
Fonte: o próprio autor.

**Tabela 43** - Ranking dos dez municípios com maior quantidade de áreas de alto risco de ocorrência de desastres naturais relacionados aos alagamentos.

<b>Município</b>	<b>Área de Alto Risco (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Percentual da área urbana (%)</b>
Curitiba	134,66	30,95
Foz do Iguaçu	19,55	11,92
São José dos Pinhais	17,57	17,33
Colombo	17,56	22,94
Pinhais	13,73	22,55
Fazenda Rio Grande	13,70	40,52
Cascavel	10,88	9,71
Araucária	9,37	10,19
Piraquara	8,66	21,31
Almirante Tamandaré	8,26	10,14

**Fonte:** o próprio autor.

**Figura 42** – Mapa das áreas de risco no Estado do Paraná de acordo com o Índice GTP-Risco de Alagamento



As áreas com alto e médio risco de enchentes estão localizadas na região do alto e médio curso da bacia do rio Iguaçu, na região do Alto rio Ivaí, na bacia litorânea, nas planícies fluviais do rio Paraná, na confluência com o rio Ivaí, a montante do lago formado pela barragem da usina de Itaipu (Figura 43).

Observa-se que as áreas com baixo risco, obviamente, estão localizadas distantes dos cursos d'água, uma vez que tal desastre decorre da cheia dos rios, em especial rios de planície, como o caso do rio Paraná. Esse fator limita bastante as áreas de risco, explicando em parte o baixo percentual de áreas de médio e alto risco, menos de 10% da área total de acordo com a Tabela 44, quase sempre localizados em planícies de inundação.

Os dez municípios com maior quantidade absoluta de áreas com alto risco podem ser verificados na Tabela 45, sendo Guaraqueçaba o município com maior quantidade de áreas de alto risco e Pinhais o que possui maior percentual de áreas com alto risco de desastres naturais ocasionados por enchentes.

**Tabela 44** - Áreas do Estado do Paraná de acordo com o índice GTP-Risco de enchente.

Índice GTP-Risco	Área (km <sup>2</sup> )	Percentual (%)
Baixo	184.166,53	93,02
Médio	13.333,52	6,73
Alto	480,50	0,24

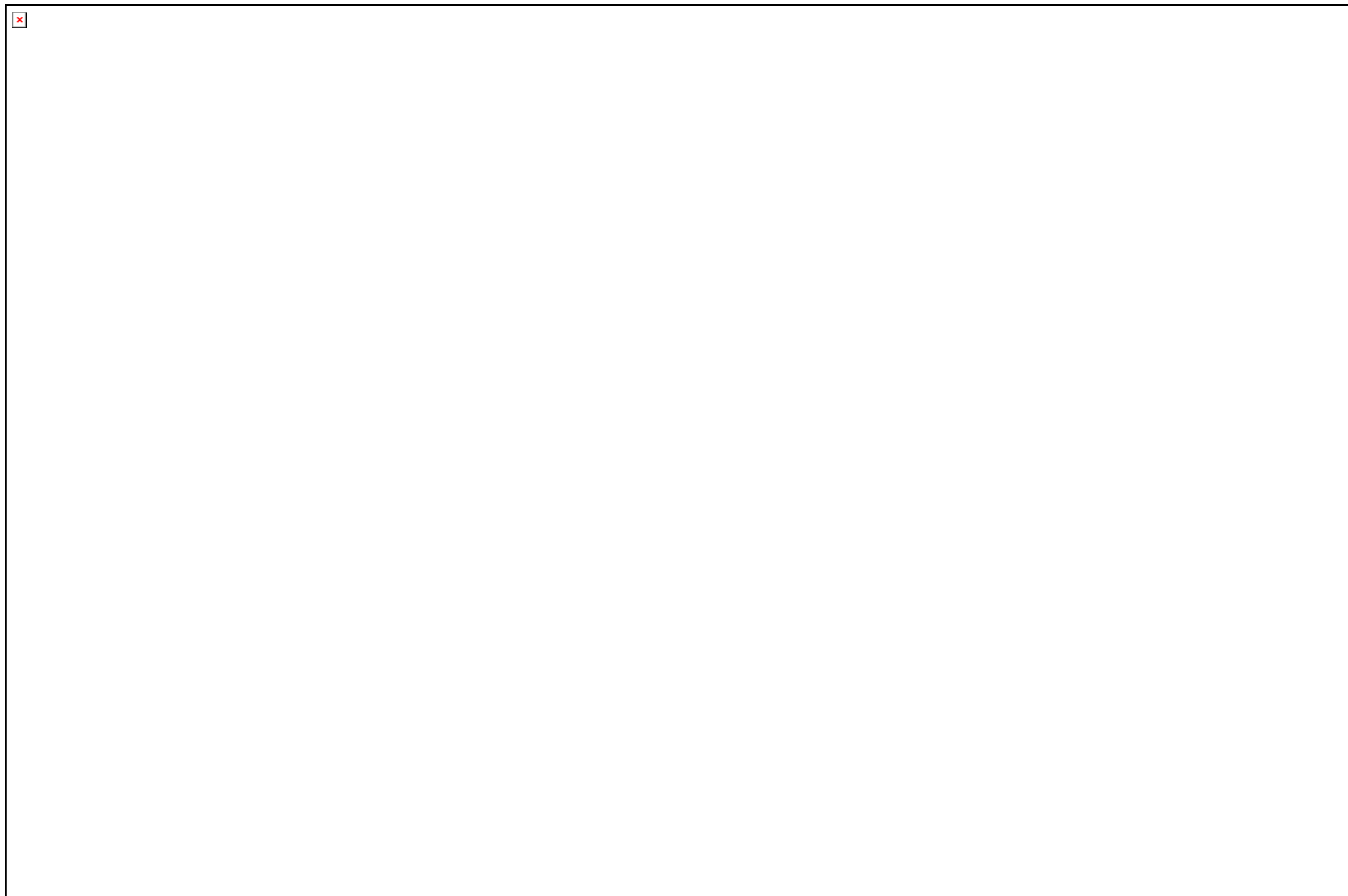
Fonte: o próprio autor.

**Tabela 45** - Ranking dos dez municípios com maior quantidade e percentual de áreas de alto risco de ocorrência de desastres naturais relacionados as enchentes.

Município	Área de Alto Risco (km <sup>2</sup> )	Percentual de área do município (%)
Guaraqueçaba	52,97	2,62
Curitiba	50,24	11,54
Guaratuba	46,22	3,48
União da Vitória	38,84	5,39
São José dos Pinhais	35,95	3,79
Querência do Norte	20,61	2,25
Pinhais	17,04	28,00
Rio Bonito do Iguaçu	16,80	2,25
Morretes	12,20	1,78
Alto Paraíso	9,81	1,01

Fonte: o próprio autor.

**Figura 43** – Mapa das áreas de risco no Estado do Paraná de acordo com o Índice GTP-Risco de Enchente



Um dos fatores de maior peso para a ocorrência de enxurradas, além da localização das áreas de inundação dos rios é a topografia, onde os relevos acidentados localizados em áreas atingidas pelos caudais dos rios causam estragos consideráveis por consequência da força da água.

Por isso é possível observar a predominância das áreas de maior risco na Serra do Mar ou em montanhas e morros próximos à ela. A bacia do Ribeira também possui grande índice de risco, em especial o município de Adrianópolis. Outras áreas localizadas no sul e sudoeste do Estado também merecem destaque, além das áreas de nascentes do Rio Ivaí, como pode ser observado na Figura 44.

As áreas com alto índice de risco de desastres naturais decorrentes de enxurradas representam menos de 0,1% do total, e a grande maioria das áreas possui baixo risco, conforme pode ser observado na Tabela 46.

**Tabela 46** - Áreas do Estado do Paraná de acordo com o índice GTP-Risco de enxurrada.

<b>Índice GTP-Risco</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Percentual (%)</b>
Baixo	192.294,75	97,78
Médio	4.301,82	2,18
Alto	51,94	0,02

**Fonte:** o próprio autor.

Com relação ranking de municípios pelo total de áreas com alto risco de ocorrência de desastres naturais decorrentes de enxurradas mostrados na Tabela 47, praticamente os mesmos municípios que possuem os maiores percentuais também possuem as maiores áreas, alternando as posições, e a maioria está localizada na RMC ou litoral.

**Tabela 47** - Ranking dos dez municípios de acordo com o total de áreas de alto risco de ocorrência de desastres naturais relacionados as enxurradas.

<b>Município</b>	<b>Área de Alto Risco (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Percentual de área do município (%)</b>
Colombo	9,87	4,99
Fazenda Rio Grande	8,49	7,28
São José dos Pinhais	5,34	0,56
Curitiba	4,88	1,12
Almirante Tamandaré	4,30	2,21
Cascavel	1,94	0,09
Campo Magro	1,73	0,62
Guaraqueçaba	1,53	0,07
Rio Branco do Sul	0,85	0,10
Antonina	0,82	0,09

**Fonte:** o próprio autor.

**Figura 44** – Mapa das áreas de risco no Estado do Paraná de acordo com o Índice GTP-Risco de Enxurrada



As áreas com maior risco de deslizamento estão localizadas na Serra do Mar, escarpas das áreas de transição entre os planaltos paranaenses, em especial entre o segundo e o terceiro planalto e em áreas localizadas no extremo sudoeste do Estado, conforme Figura 45. Mas essas áreas representam 0,21% do total, como pode ser visualizado na Tabela 48, mesmo assim, são mais de 400 km<sup>2</sup> de áreas que devem ter todo o cuidado para que sua ocupação não potencialize esse risco.

**Tabela 48** - Áreas do Estado do Paraná de acordo com o índice GTP-Risco de deslizamento.

<b>Índice GTP-Risco</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Percentual (%)</b>
Baixo	178.193,54	90,61
Médio	18.154,48	9,23
Alto	313,61	0,16

**Fonte:** o próprio autor.

Qualidade das áreas com relevo montanhoso ou fortemente ondulados que, no Paraná, se localizam especialmente na Serra do Mar e nas escarpas de transição dos planaltos paranaenses, as áreas com alto risco de desastres naturais decorrentes de deslizamentos estão presentes nos municípios de Antonina, Morretes, Guaraqueçaba, Guaratuba e São José dos Pinhais, todos com áreas na Serra do Mar, sendo os cinco primeiros do ranking tanto em percentual de área quanto em quantidade total (Tabela 49).

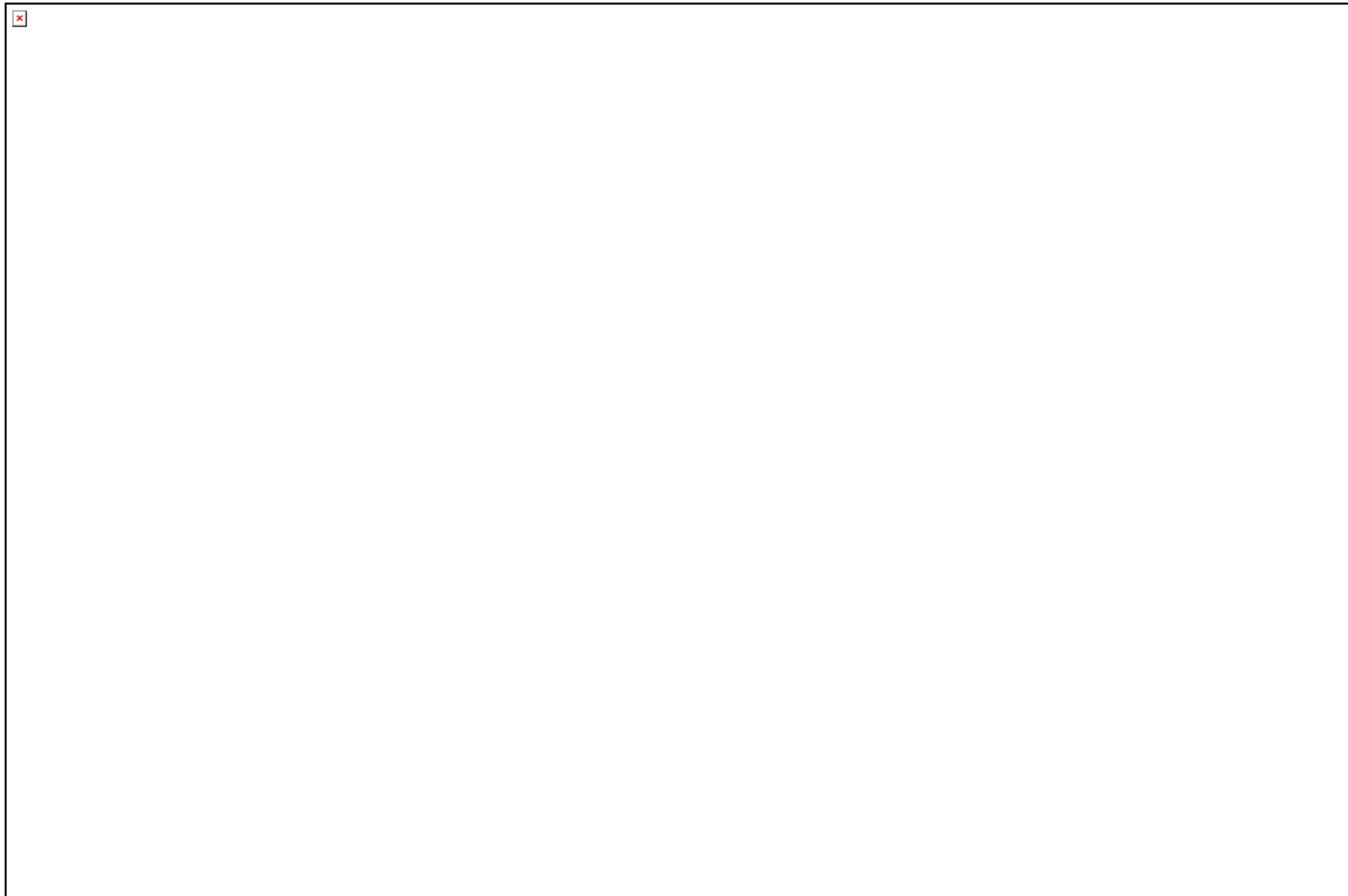
Merecem destaque também os municípios de Tamarana e São Jerônimo da Serra que, além de localizarem-se em áreas com o relevo muito acidentado também são dois dos municípios paranaenses com piores índices de vulnerabilidade social.

**Tabela 49** - Ranking dos dez municípios com maior quantidade total de áreas de alto risco de ocorrência de desastres naturais relacionados aos deslizamentos.

<b>Município</b>	<b>Área de Alto Risco (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Percentual de área do município (%)</b>
Guaraqueçaba	127,60	6,31
Antonina	48,09	5,44
Morretes	42,46	6,20
São José dos Pinhais	19,89	2,10
Cândido de Abreu	8,80	0,58
São Jerônimo da Serra	7,46	0,90
Tamarana	4,48	0,95
Campo Largo	4,33	0,34
Rio Branco do Ivaí	3,55	0,92
Campina Grande do Sul	3,22	0,59

**Fonte:** o próprio autor.

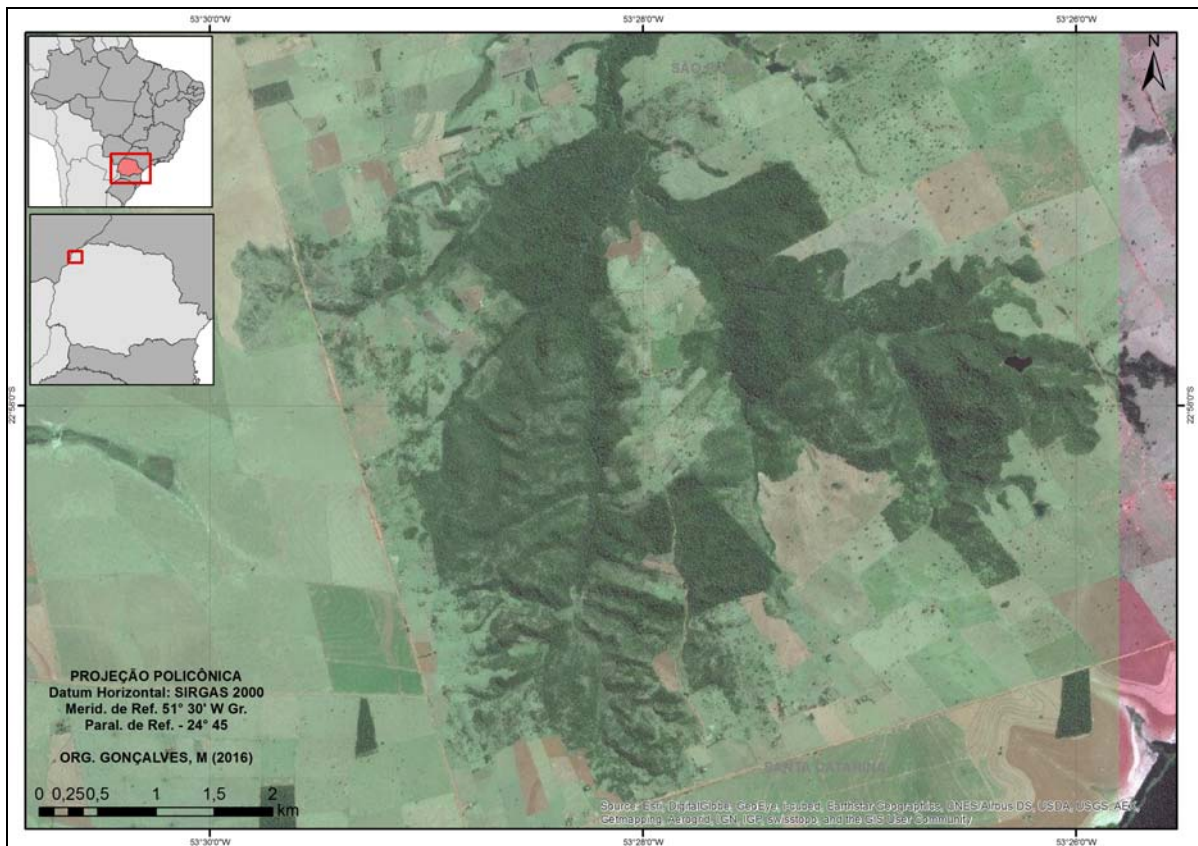
**Figura 45** – Mapa das áreas de risco no Estado do Paraná de acordo com o Índice GTP-Risco de Deslizamento



Um fato chamou a atenção na análise dos indicadores de risco de deslizamento, a existência de áreas com risco médio próximas à planície fluvial do Rio Paraná, região conhecidamente plana. Em primeiro momento procurou-se alguma inconsistência no modelo, não sendo encontrado nenhum problema. Ao verificar as características do relevo foram observados pequenos fragmentos de áreas onduladas em meio às áreas planas e suave onduladas (Figura 46).

Após verificação foi possível constatar a validade do modelo em identificar áreas com suscetibilidade a ocorrência de deslizamentos. Cabe ressaltar que esta área, além de possuir risco médio devido ao relevo, está situada em um setor censitário com existência de comunidades tradicionais de ilhéus.

**Figura 46** – Área com relevo ondulado em meio a áreas planas



O risco de desastres relacionados aos alagamentos é, proporcionalmente, o que mais apresentou percentuais de áreas com alto risco, mais de 1%. Quando falamos em números absolutos, o risco de desastres relacionado às enxurradas é o mais relevante, com mais de 600 km<sup>2</sup> de áreas com alto risco.

Com a análise dos resultados dos modelos foi possível observar que algumas áreas do Paraná possuem maior risco para os quatro eventos estudados,

especialmente algumas localizadas no litoral, regiões metropolitanas, extremo sul e noroeste do Estado.

Por fim, os mapas sínteses e os dados com índices de risco de ocorrência de alagamentos, enchentes, enxurradas e deslizamentos se mostraram importantes instrumentos para análise do espaço geográfico relacionados à ocorrência de desastres naturais, podendo servir de subsídios para o planejamento territorial, disciplinando a ocupação do solo, restringindo atividades e assentamentos humanos de acordo com o risco evidenciado pelo modelo.

Foi possível constatar que os municípios da RMC são os que possuem maior índice de risco relacionado aos quatro tipos de desastres naturais decorrentes de alagamentos, enchentes, enxurradas e deslizamentos, além destes, municípios com áreas localizadas na Serra do Mar possuem alto risco relacionado aos eventos de deslizamentos e enxurradas, enquanto que municípios localizados nas regiões sul e noroeste do Estado possuem maior risco relacionado aos eventos de enchentes e alagamentos.

## CONCLUSÕES

A hipótese de utilização do conceito GTP para a análise de riscos por meio de um modelo conceitual se mostrou uma importante ferramenta para a integração de temas, elementos, entidades e atributos de múltiplas variáveis, permitindo a criação de indicadores e índices que expressaram qualitativamente e quantitativamente as condições do espaço geográfico, a ponto de fornecer subsídios para novas pesquisas e elaboração de possíveis instrumentos para planejamento territorial, captando, mapeando e analisando os elementos da natureza que geram os eventos naturais perigosos.

A incorporação de elementos negligenciados ou pouco valorizados em outras metodologias de análise de riscos permitiu dar um caráter de multiplicidade espaço-temporal para o modelo, trazendo, além de complementações metodológicas, novas formas de análise sobre o risco de ocorrência de desastres, possibilitando a incorporação e o cruzamento de informações que permitiram entender o grau de risco que a incidência de eventos naturais perigosos trazem para as diferentes variáveis que representam a sociedade e a cultura do Paraná.

A escolha do estado do Paraná se mostrou acertada especialmente do ponto de vista do prévio conhecimento de características fundamentais para a construção do modelo, permitindo uma análise qualitativa e quantitativa dos três componentes do GTP por meio de informações de diversas fontes e órgãos de pesquisa e monitoramento.

A elaboração e aplicação de tal modelo no Estado do Paraná como forma de identificar e analisar os locais mais expostos ao risco de ocorrência de desastres naturais relacionados com eventos de alagamentos, enchentes, enxurradas e deslizamentos forneceu uma gama variada de indicadores e índices capazes de quantificar e qualificar os componentes do espaço geográfico de acordo com as características dos geossistemas, territórios e paisagens.

Os conceitos teóricos e metodológicos de análise de risco, bem representados pela periculosidade e vulnerabilidade, e os conceitos de Geossistema, Território e Paisagem, trouxeram um enriquecimento inestimável ao modelo, construído com elementos inerentes aos muitos trabalhos realizados sob estas perspectivas.

A elaboração de um modelo conceitual, construído a priori, com toda carga teórica necessária foi fundamental para o planejamento das ações e andamento dos

trabalhos desta tese, servindo para que, nos caminhos muitas vezes tortuosos da aplicação de teorias geográficas, não houvesse risco de se perder.

Isso se deu especialmente pela maleabilidade do modelo conceitual, de fácil entendimento e manejo, ao ponto de ter sido alterado e refeito algumas vezes, de acordo com o andamento da pesquisa, especialmente quando elementos eram incorporados à análise.

O fato do amplo conhecimento da área de estudo contribuiu para alguns testes de aplicação e validação do modelo, porém, deve ficar como consideração que tal modelo ainda precisa passar por maiores testes e possíveis calibrações de acordo com os eventos observados em locais específicos.

A operacionalização deste modelo, rodando em ambiente SIG, com utilização de ferramentas de geoprocessamento, construído, pensado e executado para traduzir os tempos do GTP em componentes do espaço geográfico foi de grande importância para a elaboração de indicadores e índices que expressaram o risco de ocorrência de desastres naturais no estado do Paraná.

As variáveis dos geossistemas, como fonte dos eventos naturais perigosos, se mostraram importantes indicadores para as áreas que possuem suscetibilidade natural à ocorrência de alagamentos, enchentes, enxurradas e deslizamentos.

O território, como tempo do recurso, forneceu importantes subsídios para o entendimento de como os aspectos sociais e de infraestrutura influenciam negativamente ou positivamente na potencialização dos efeitos de um evento natural perigoso incidindo sob determinada área.

Já a paisagem, como tempo do ressurgimento, com seus aspectos culturais, foi importante para estabelecer as áreas de influência das paisagens a serem protegidos e preservados em caso de incidência de eventos perigosos, indicando os locais com maiores vulnerabilidades culturais, por representarem resquícios de formas diferentes de sociedades.

Os indicadores mostraram qualitativamente e quantitativamente os componentes e variáveis do espaço geográfico da área de estudo e suas ligações, trocas e interdependência em relação aos desastres analisados, desde características físicas até elementos culturais que fizeram do modelo bastante completo diante dos anseios das análises de risco.

Os índices originados da combinação dos indicadores permitiram traçar um panorama do Estado com relação ao risco de ocorrência de desastres naturais.

Cada componente do GTP gerou um índice capaz de expressar os fenômenos presentes na análise do espaço. O produto da multiplicação dos três componentes originou o Índice GTP de Risco de acordo com o evento escolhido.

Mais uma vez o Sistema de Informações Geográficas se mostrou uma importante ferramenta no trabalho de interação dos elementos de análise, atuando no processamento das variáveis do modelo, inclusive com a função de interdependência e recuperação da totalidade do espaço.

Ao fim deste trabalho, conclui-se que a escolha da escala de análise estadual para aplicação do modelo se mostrou acertada uma vez que foi possível trabalhar de maneira homogênea o processamento dos dados de uma diversidade de variáveis e componentes do espaço geográfico.

Os resultados finais e suas apresentações foram satisfatórios do ponto de vista da representação e cartografia do risco, ilustrando cada componente com devido valor de acordo com sua importância dentro do modelo. Além disso, a flexibilidade de operação do modelo contribuiu para que muitas adaptações fossem possíveis, respondendo inclusive à questão sobre a possibilidade de aplicação em outras escalas.

Sendo assim, o modelo criado e experimentado em escala estadual, analisado por meio de uma multiplicidade de escalas, com a concepção de espaço total e a decomposição da totalidade em variáveis, culminando no agrupamento relacionado ao conceito tripolar GTP permite que o pesquisador escolha escalas de trabalho que podem variar do local ao global, dependendo dos dados a serem empregados e do objetivo de representação cartográfica do risco.

Por fim, pode-se considerar que o modelo GTP-Risco aplicado à análise de áreas com risco de ocorrência de desastres naturais decorrente de eventos de alagamentos, enchentes, enxurradas e deslizamentos se mostrou muito eficiente na elaboração de subsídios ao planejamento territorial por meio de mapas sínteses indicando áreas com maiores ou menores graus de risco, dado essencial para disciplinar a utilização do solo no Estado.

Assim, acredita-se no êxito desta proposta de estudo, com a criação e experimentação de um modelo de análise de risco de ocorrência de desastres naturais que, apoiado em referencial teórico conciso, na concepção de espaço total e no conceito GTP, ofereceu importantes subsídios para o planejamento territorial, com possibilidades de aplicações em múltiplas escalas.

## REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. Bases Conceituais e papel do conhecimento na previsão de impactos. In: **Previsão de Impactos**. O estudo de impacto ambiental no Leste, Oeste e Sul: experiências no Brasil, na Alemanha e na Rússia. São Paulo: Edusp, 1994, pg. 27-49.
- \_\_\_\_\_. **Os Domínios de Natureza no Brasil**: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2012.
- ADAMS, C. As populações caiçaras e o mito do bom selvagem. **Revista de Antropologia**, São Paulo, V. 43 nº 1, 2000.
- ALMEIDA, L. Q. de. **Riscos ambientais e vulnerabilidades nas cidades brasileiras**: conceitos, metodologias e aplicações. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2012.
- ALMEIDA, P. R. P. **Povos Indígenas no Norte do Paraná**. Catálogo da Exposição Itinerante, Museu Histórico de Londrina "Pe. Carlos Weiss". Londrina: UEL, 2011.
- ANA, Agência Nacional de Águas. Dados hidrológicos. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br/default.asp> . Acesso em: fevereiro de 2016.
- AUGUSTO FILHO, O. et al. Riscos Geológicos: um modelo de abordagem e exemplos de aplicação no sudeste. In: **Simpósio de Geologia do Sudeste**. Sociedade Brasileira de Geologia/SP-RJ, 2, São Paulo: Atas, p. 297-302, 1991.
- BARLOW, David. **Anxiety and Its Disorders**. New York: Guilford Press, 1988.
- BECK U. La politique dans la société du risque. **Revue du MAUSS**, nº 17, p. 376-392. 2001
- BECK, A. T.; EMERY, G. **Anxiety Disorders and Phobias**: a cognitive perspective, New York: Basic Books, 1985.
- \_\_\_\_\_, **Cognitive Therapy and the Emotional Disorders**, New York: Penguin, 1979.
- BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**, São Paulo, n. 13, p. 1-27, 1971.
- BERTRAND, C.; BERTRAND, G. **Uma geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades**. Org. PASSOS, M. M.. Maringá: Ed. Massoni, 2009.
- BITENCOURT, A. B. O. de; ALMEIDA, F. M. de. Da semelhança à peculiaridade: Algumas transformações nas interpretações sobre o risco desde a Idade Média à Modernidade Tardia. **RBSE – Revista Brasileira de Sociologia da Emoção**, João Pessoa, v. 13, n. 37, pp. 95-103, Abril de 2014.

BORGES, K.A.V. **Modelagem de Dados Geográficos – Uma extensão do modelo OMT para Aplicações Geográficas**. Dissertação de Mestrado, Mestrado em Administração Pública, Belo Horizonte: Escola de Governo João Pinheiro, 1997.

BRANSFORD, J.. **Human cognition: learning, understanding and remembering**. Belmont, Clif: Wadsworth Pub. Co., 1979.

BRANSFORD, J.; STEIN, B. S. **The ideal problem solver: a guide for improving thinking, learning and creativity**. New York: W. H. Freeman, 1993.

BRASIL, Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. **Anuário brasileiro de desastres naturais: 2011 / Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres**. - Brasília: CENAD, 2012.

BRASIL, Ministério da Integração Nacional. **Manual de Desastres: Desastres naturais**. Brasília, 2003.

BRASIL , Decreto nº 6.040 de 7 de fevereiro de 2007.  
Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais. Brasília, 2007

BURROUGH, P.A.; e FRANK, A.U. Concepts and paradigms in spatial information: are current geographical information systems truly generic? **International Journal of Geographical Information Systems**, 9:101-116, 1995.

CANNON, T.; TWIGG, J.; ROWELL, J. **Social Vulnerability, Sustainable Livelihoods and Disasters**. Department for International Development, 2003. 63 p.

CAMARA, G.; MEDEIROS, J. S. Princípios Básicos em Geoprocessamento. In: ASSAD, E. D., SANO, E. E. Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura. 2. ed. rev. ampl. Brasília: Embrapa, 2003. p. 411-424.

CASTRO, I. E. “O problema da escala”. In: Castro, I. E. et al. (Orgs.) **Geografia: conceitos e temas**. Rio de Janeiro, Bertrand, 2000.

CASTRO, A. L. C. **Manual de Desastres Naturais: Desastres Naturais**. Vol I. Brasília, 2003.

CASTRO, C. M. de; PEIXOTO, M. N. de O; RIO, G. A. P. do. Riscos Ambientais e Geografia: Conceituações, Abordagens e Escalas. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**, v. 28. n 2, p. 11-30. 2005.

CERRI, L. E. S. & AMARAL, C. P. Riscos Geológicos. In: OLIVEIRA, A. M. S. & BRITO, S. N. A. (eds.) **Geologia de Engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998.

CHANG, M. Y. Faxinais no Paraná. **Informe de Pesquisa**. Curitiba, v. 12, nº 80, março, 1988a. 20.p.

CHESNAIS, M. **Réseaux ET niveaux de territorialité**. Paris: Géopoint. 1982.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

CHRISTOFOLETTI, A. (Org.). **Perspectivas da Geografia**. São Paulo: Difel, 1982. 318p

\_\_\_\_\_. **Análise de Sistemas em Geografia**. Hucitec – EDUSP. São Paulo, 1979.

CONTI, J. B. Geografia e Paisagem. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 36 Ed. Especial, 2014, p. 239–245.

CREPANI, E. et al. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001

CREPANI, E. et al. **Curso de sensoriamento remoto aplicado ao zoneamento Ecológico- Econômico**. São José dos Campos: INPE, maio de 1996, 18p. (INPE-6145-PUD/028).

CUTTER, S. L. A ciência da vulnerabilidade: modelos, métodos e indicadores. **Revista Crítica de Ciências Sociais**, 2011, 93, pp. 59-69.

CUNHA, L. Vulnerabilidade: a face menos visível do estudo dos riscos naturais. In: **Riscos naturais, antrópicos e mistos: homenagem ao professor doutor Fernando Rebelo**. Coimbra: Universidade de Coimbra, 2013.

CUNHA, L. et al. Construção de modelos de avaliação de vulnerabilidade social a riscos naturais e tecnológicos. O desafio das escalas. In: SANTOS, N.; CUNHA, L. (Org.). **Trunfos de uma geografia activa**. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2011. p. 627-637.

CUNHA, L.; LEAL, C. Natureza e sociedade no estudo dos riscos naturais. Exemplos de aplicação ao ordenamento do território no município de Torres Novas (Portugal). In: PASSOS, M. M., CUNHA, L. e JACINTO, R. **As novas geografias dos países de língua portuguesa**. Paisagens territórios e políticas no Brasil e em Portugal. São Paulo: Geografia em Movimento, pp. 47-66, 2012.

CUNHA, L.; RAMOS, A. M. Riscos naturais em Portugal: alguns problemas, perspectivas e tendências no estudo dos riscos geomorfológicos. In: LOMBARDO, M. A.; FREITAS, M. I. C. **Riscos e vulnerabilidades: teoria e prática no context luso-brasileiro**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2013.

CUNHA, S. B.; FREITAS, M. W. S. Geossistemas e gestão ambiental na bacia hidrográfica do rio São João-RJ. **GEOGRAPHIA**, v. 6, n. 12, p. 87 - 110, 2004.

D'ERCOLE, R.; PIGEON P. L'expertise internationale des risques dits naturels: intérêt géographique. **Annales de géographie**, nº 608, p. 339-357, 1999.

DEFFONTAINES, J. P.; PETIT, M. **Comment étudier lês exploitations agricoles d'une region**; Présentation d'une ensemble méthodologique. Dijon: INRA-SAD, 1985.

DEMATTEIS, G.. **Le metafore della terra**. La geografia umana tra mito e scienza. Milano: Feltrinelli, 1985.

\_\_\_\_\_. **Progetto implicito**. Il contributo della geografia umana alle scienze del territorio. Milano: Angeli, 1995.

\_\_\_\_\_. Il tessuto delle cento città. In: COPPOLA, P. (Org.). **Geografia politica delle regioni italiane**. Torino: Einaudi, 1997. p. 192-229.

\_\_\_\_\_. Sul crocevia della territorialità urbana. In: DEMATTEIS, G. et al. (Org.). **I futuri della città – Tesi a confronto**. Milano: Angeli, 1999. p. 117-128.

DIAS, J.; SANTOS, L. A paisagem e o geossistema como possibilidade de leitura da expressão do espaço sócio-ambiental rural. **Confins**, Paris, número 1, 2º semestre, 2007.

DIAS, R. L.; OLIVEIRA, R. C. Análise das paisagens do litoral Sul do Estado de São Paulo. **Sociedade & Natureza**. Uberlândia. v. 24, n. 3, p. 505-517, 2012.

DOS SANTOS, R. F. **Vulnerabilidade Ambiental**: Desastres naturais ou fenômenos induzidos? Brasília, MMA. 2007.

EGLER, C. A. G., Risco Ambiental como Critério de Gestão do Território: Uma Aplicação à Zona Costeira Brasileira. **Revista Território**. Número 01 - jul/dez. 1996.

ELIAS, D.. Milton Santos: a construção da geografia cidadã. **Geosul**. Florianópolis, v.18, n. 35, p. 131-148, jan./jun. 2003.

EMBRAPA, **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 1ª Ed, Brasília: Embrapa, 1999.

\_\_\_\_\_, **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ª Ed, Brasília: Embrapa, 2006.

EYSENCK, M. W. Anxiety and cognition: a unified theory. Hove, East Sussex, UK: **Psychology Press**, 1997.

FRANÇA, M. A. G. et al. **Ressignificando o conceito de risco nas pesquisas e práticas voltadas à infância contemporânea**. O Social em Questão, Rio de Janeiro, PUC-RJ. Departamento de Serviço Social, ano 6, n. 7, p. 22-44, primeiro semestre de 2002.

FREITAS, M. I. C.; CUNHA, L. Cartografia da vulnerabilidade socioambiental: convergências e divergências a partir de algumas experiências em Portugal e no Brasil. Urbe. **Revista Brasileira de Gestão Urbana** (Brazilian Journal of Urban Management), v. 5, n. 1, p. 15-31, jan./jun. 2013

FAUGÉRES, L. La dimension des faits et la théorie des risques. **Le Risque et la Crise, Foundation for International Studies (FIS)**, Malta, p.31-60. 1990.

GEORGE, P. – **Sociologie et Géographie**. Paris: Presses Universitaires de France, 1966, 215 p. 1966.

GIRARDI, E. P. **Proposição teórico-metodológica de uma Cartografia Geográfica Crítica e sua aplicação no desenvolvimento do Atlas da Questão Agrária Brasileira**. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2008. Disponível em: < <http://www2.fct.unesp.br/nera/atlas/>>

GOMES, A. R. **Avaliação da vulnerabilidade à perda de solo em região semi-árida utilizando sensoriamento remoto e geoprocessamento** – área piloto de Parnamirim (PE). Dissertação de Mestrado. São José dos Campos: INPE, 160p, 2000.

GONÇALVES, M. **Geossistemas da Bacia do Rio Tibagi: Uma Proposta de Zoneamento Geográfico**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Geociências, Mestrado em Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento, Londrina: Edição do Autor, 2009.

GONÇALVES, M e VIZINTIM, M. F. B. Risco de alagamentos no Estado do Paraná: análise da periculosidade e da vulnerabilidade, Paris: **Confins** [Online], nº 27, p.1-19, julho/2016 .

GONÇALVES M., SPINELI, K. **Hidrogeografia** Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2014

GOTMANN, J. A evolução do conceito de território. Tradução: Isabela Fajardo e Luciano Duarte. Revisão: Fabricio Gallo. **Boletim Campineiro de Geografia**, v. 2, n.3. Campinas 2012. P. 523-545. Tradução de “The evolution of the concept of territory”

GILLROY, J. M., **Environmental Risk, Environmental Values, and Political Choices: Beyond Efficiency Tradeoffs in Public Policy Analysis**. Boulder, Colorado: Westview. 1993.

GRZEBIELUKA, D. Por uma tipologia das comunidades tradicionais brasileiras. **Revista Geografar**. [www.ser.ufpr.br/geografar](http://www.ser.ufpr.br/geografar) Curitiba, v.7, n.1, p. 116-137, jun./2012.

HARTSHORNE, R. **Propósitos e Natureza da Geografia**. São Paulo: Hucitec/Edusp, 1978.

HASBAERT, R. Território e multiterritorialidade : um debate. **GEOgraphia** - Ano IX - N 17 – Rio de Janeiro, 2007.

\_\_\_\_\_. Região, Diversidade Territorial e Globalização, **GEOgraphia** - Ano I - N 1 – Rio de Janeiro, 1999

HETÚ, B. Une géomorphologie socialement utile: La question des risques naturels. In: LAURIN, S.; KLEIN, Juan-Luis; TARDIF, C. (sous la direction) **Géographie et société: vers une géographie citoyenne**. Québec. p.61-92), 2001.

HORTON, R.E. **Erosional development of streams and their drainage basins: a hydrophysical approach to quantitative morphology**. Geol. Soc. Am. Bull., v.56, n.3, p.275-370, 1945.

IBGE. **Regiões de influência das cidades 2007**. Rio de Janeiro: IBGE, 2008. 201 p.. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/regic.shtm>> Acesso em: dez. 2015.

\_\_\_\_\_. Dados do **Censo Demográfico de 2010**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: < [http://downloads.ibge.gov.br/downloads\\_estatisticas.htm](http://downloads.ibge.gov.br/downloads_estatisticas.htm)>. Acesso em: janeiro de 2015

\_\_\_\_\_. **Malha municipal digital do Brasil**: situação em 2010. Rio de Janeiro. 2010. Disponível em [http://downloads.ibge.gov.br/downloads\\_geociencias.htm](http://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm). Acesso em: janeiro de 2015.

\_\_\_\_\_. **Base de informações do Censo Demográfico 2010**: Resultados do Universo por setor censitário. Rio de Janeiro, 2011

\_\_\_\_\_. **Estados@**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=pr>. Acesso em: julho de 2016.

IPARDES. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. Informações sobre Censos Demográficos de 2000, 2008 e 2010. Disponível em <http://www.ipardes.pr.gov.br/imp/index.php>. Acesso em maio e junho de 2014.

\_\_\_\_\_. Base de Dados do Estado - BDEweb. Disponível em <http://www.ipardes.pr.gov.br/imp/index.php>. Acesso em maio e junho de 2015.

IPEA. **Atlas da vulnerabilidade social nos municípios brasileiros**. editores: Marco Aurélio Costa, Bárbara Oliveira Marguti. Brasília: IPEA, 2015. 77 p.

ITCG. Instituto de Terras, Cartografia e Geociências. Dados e informações geoespaciais temáticos. Disponível em: <http://www.itcg.pr.gov.br/modules/faq/category.php?categoryid=9>. Acesso entre janeiro de 2013 e junho de 2016.

JEFFCOTT, M. Investigating the Perception of Technological Incidents: A case study in the application of psychometric techniques to understand risk perceptions toward obstetric technology within the UK National Health Service. Tese de Doutorado. Glasgow: University of Glasgow, 2004.

JULIÃO, R. P.; NERY, F.; RIBEIRO, J. L.; CASTELO BRANCO, M. e ZÊZERE, J. L. **Guia metodológico para a produção de cartografia municipal de risco e para a criação de sistemas de informação geográfica (sig) de base municipal**. Lisboa: ANPC, 92 p. 2009.

KAZTMAN, R. Seducidos y abandonados: el aislamiento social de los pobres urbanos. **Revista de la CEPAL**, Santiago do Chile, n.75, p.171-189. dec.2001.

\_\_\_\_\_. (Coord.). **Activos y estructura de oportunidades**. Estudios sobre las raíces de la vulnerabilidad social en Uruguay. Uruguay: PNUD-Uruguay e CEPAL-Oficina de Montevideo, 1999

KOFFLER, N.F. Carta de Declividade da Bacia do Rio Corumbataí para análise Digital (SIG). **Geografia**. Rio Claro, v.19, n.2, p.167-182, 1994.

LACOSTE, Y. A Geografia – isso serve, em primeiro lugar para fazer a guerra, Campinas, Papirus, 1988.

LADIK, D.; SOUZA, R. M. de. Cipozeiros em fase final de seu mapeamento situacional. Disponível em: <<http://redepuxirao.blogspot.com/2010/02/cipozeiros-em-fase-final-de%20seu.html>> . Acesso em: 25 de fevereiro de 2016.

LICCO E. A.; SEO E. S. M. Perigos e Riscos Naturais: Estudo de Caso do Jardim Pantanal. InterfacEHS - **Revista de Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade**. 2013. Vol. 8, N. 1. p. 3-24.

LISBOA F., J.; e IOCHPE, C. Um Estudo sobre Modelos Conceituais de Dados para Projeto de Bancos de Dados Geográficos. **Revista IP-Informática Pública**. Belo Horizonte, V.1 nº2, 1999.

LOEWENSTEIN, G. F.; WEBER, E. U.; HSEE, C. K.; WELCH, N.. Risk as feelings. **Psychological Bulletin**, 2001, 127, 267-286.

LUHMANN, N. **Risk: a sociological theory**. New York: Aldine de Gruyter, 1993.

LUPTON, D. Introduction: Risk and sociocultural theory. In Deborah Lupton (Org), **Risk and sociocultural theory: new directions and perspectives**. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.

MARANDOLA JR., E. e HOGAN, D. J. Vulnerabilidades e riscos: entre geografia e demografia. **R. bras. Est. Pop.**, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 29-53, jan./jun. 2005.

MARQUES, J. S. Ciência Geomorfológica. In: **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. da. (Org). 5ª ed. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, 2003.

MEDEIROS, C. B.; PIRES, F.. Bancos de Dados e Sistemas de Informações Geográficas. In: ASSAD, E. D., SANO, E. E. **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura**. 2. ed. rev. ampl. Brasília: Embrapa, 2003. p. 411-424.

MARTINELLI, M. **Mapas da geografia e a cartografia temática**. São Paulo: Contexto, 2003.

MIRANDA, E. E. de; (Coord.). **Brasil em Relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 9 out. 2015.

MIRANDA, J. I.. EMBRAPA INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA. Fundamentos de sistemas de informações geográficas. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2005.- 425p.

MITCHELL, G. **Problems and fundamentals of sustainable development indicators**. Sustainable Development, v. 4, n. 1, p. 1-11, 1996.

MUELLER, C.; TORRES, M.; MORAIS, M. **Referencial básico para a construção de um sistema de indicadores urbanos**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 1997.

MINEROPAR, Minerais do paraná S/A. **Atlas Geológico do Estado do Paraná**. Curitiba, 2001.

\_\_\_\_\_. **Cartas Geológicas do Estado do Paraná** – Escala 1:250.000, Curitiba, 2005.

\_\_\_\_\_. **Atlas Geomorfológico do Estado do Paraná** – Escala 1:250.000. Curitiba, 2006.

MONTEIRO, C. A. F. Os Geossistemas como elemento de integração na síntese geográfica e fator de promoção interdisciplinar na compreensão do ambiente. **Revista de Ciências Humanas**. Florianópolis, v.14, n.19, p.67-101, 1996.

\_\_\_\_\_. **Geossistemas**: história de uma procura. Contexto. São Paulo, 2000.

MONTEIRO, R. R. A cartografia do fenômeno urbano e econômico no Paraná: uma leitura com auxílio da semiótica, *Confins* [Online], 27. Julho 2016.

MOTTA, P. R. de M. Ansiedade e medo no trabalho : a percepção do risco nas decisões administrativas. **VII Congresso Internacional del CLAD sobre la Reforma del Estado y de la Administración Pública**, Lisboa, Portugal, 8-11 Oct. 2002.

MUCHEMBLED, R. **Popular culture and elite culture in France. 1400- 1750**. Baton Rouge : Louisiana State University Press, 1985.

MUNANGA, K. Origem e Histórico do Quilombo na África, **Revista USP**, v.28. 1995/6.

MUNANGA, K.; GOMES, N. L. **O Negro no Brasil de Hoje**. São Paulo, Editora Global, 2006.

NERONE, M. M. **Terras de Plantar, Terras de Criar**: Sistema Faxinal – Rebouças – 1950-1997. 2000, 286 p. (Tese de Doutorado) – UNESP, SP, Assis, 2000.

NETTO, Ana L. Coelho. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. In: GUERRA, Antnio Jose Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da (org.). **Geomorfologia — uma atualização de bases e conceitos**. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003, p. 93-148.

NOSSA, P.; SANTOS, N.; CRAVIDÃO, F. Risco e vulnerabilidade: a importância de factores culturais e sociodemográficos na interpretação e reacção aos perigos. In: **Riscos naturais, antrópicos e mistos**: homenagem ao professor doutor Fernando Rebelo. Coimbra: Universidade de Coimbra, 2013.

PARANÁ, Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil. **Relatório de ocorrências e micro dados do SISDC**. Disponível em < <http://www.defesacivil.pr.gov.br/>>. Acesso em: junho a dezembro de 2014.

PARANÁ, Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil. Relatório de ocorrências do SISDC. Disponível em < <http://www.defesacivil.pr.gov.br/>>. Acesso em: junho de 2016.

PARANÁ, Secretaria de Estado da Cultura do Estado do Paraná. Patrimônio Cultural. Disponível em <http://www.patrimoniocultural.pr.gov.br/>. Acesso em janeiro de 2016b.

PASSOS, M. M. **Biogeografia e a Paisagem**. Maringá: UEM, 1988.

\_\_\_\_\_. **A Raia Divisória: geossistema, paisagem e eco-história**. Maringá: Eduem, 2006.

PEDROSA, A. L. O geógrafo como técnico fundamental no processo de gestão dos riscos naturais. *In: Boletim Goiano de Geografia*. Goiânia, v. 32, n. 1, p. 11-30, jan./jun. 2012.

PELLING, M. **The Vulnerability of Cities: Natural Disasters and Social Resilience**. London: Earthscan. P. 256, 2003.

PFAFSTETTER, O. **Classificação de Bacias Hidrográficas – Metodologia de Codificação**. Rio de Janeiro: DNOS, 1989.

PRABHU, R. et al. **Guidelines for developing, testing and selecting criteria and indicators for sustainable forest management**. Toolbox Series, n. 1. Indonesia: CIFOR, 1999.1999

RAMOS, C.. **Programa de hidrogeografia**. Lisboa: Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa, 2005.

REBELO, F. **Riscos naturais e ação antrópica**. Coimbra, IUC, 274 p. 2001.

\_\_\_\_\_. **Geografia física e riscos naturais**. Coimbra, IUC, 215 p. 2010.

RENN, O. (1992) – “Conceptsofrisk”. In: Krinsky, S. e Golding, D. (Org.) – **Social theoriesofrisk**. Preager Publishers, Westport, pp. 53-79

RODRIGUEZ, J. M. M. & SILVA, E. V. da. A classificação das paisagens a partir de uma visão geossistêmica. **Revista de Geografia da UFC**, Ano 1, n.1, Fortaleza, 2002.

ROSS, J. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

ROUGERIE, G.; BEROUTCHACHVILI, C. **Géosystème et paysages**. Bilans et méthodes. Paris, Armand Colin (Coll. U Géographie), 305 p. 1991

SAQUET, M. A. **Por uma Geografia das territorialidades e das tempotalidades: uma concepção multidimensional voltada para a cooperação e para o desenvolvimento territorial**. São Paulo: Outras Expressões, 2011.

SANTOS, M. **Por uma Geografia Nova**. São Paulo: Hucitec, Edusp, 1978.

\_\_\_\_\_. **Pensando o espaço do homem**, São Paulo: HUCITEC, 3ª edição, 1991.

\_\_\_\_\_. **A natureza do espaço** – Técnica e tempo. Razão e emoção. São Paulo: Hucitec, 1996.

\_\_\_\_\_. Região: globalização e identidade. In: LIMA, L. C. (Org.). **Conhecimento e reconhecimento: uma homenagem ao geógrafo cidadão do mundo**. Fortaleza: Eduece/LCR, p. 53-64. 2003

\_\_\_\_\_. **Espaço e Método**. 5ª Edição. São Paulo: EDUSP, 2012.

SAUER, C.O. **The morphology of landscape**. Publ Geogr (Berkeley: Univ Calif) 2:19–53, 1925.

SCHIAVETTI, A., CAMARGO, A. F. M. **Conceitos de Bacias Hidrográficas: teorias e aplicações**. 1ª ed. 2ª tiragem. Ilhéus: Editus, 2005.

SICHÉ, R. et al. Índices versus Indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países. **Revista Ambiente & Sociedade**. Campinas, v. X, n. 2 p. 137-148. Jul.-dez. 2007.

SHIELDS, D.; SOLAR, S.; MARTIN, W. The role of values and objectives in communicating indicators of sustainability. **Ecological Indicator**, v. 2, n. 1-2, p. 149-160, nov. 2002.

SILVA, C. A. BELLINI, L. M. Remanescentes populacionais nas ilhas do rio Paraná: aspectos sociais e econômicos. **Revista Acta Sci. Biol. Sci.** Maringá, v. 30, n. 2, p. 185-190, 2008.

SUDERHSA, Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. **Atlas de Recursos Hídricos do Estado do Paraná**. Curitiba, 1998.

\_\_\_\_\_. **Manual de Drenagem Urbana: Região Metropolitana de Curitiba-PR**. Curitiba, 2002.

SUERTEGARAY, D. M. A. Espaço Geográfico uno e múltiplo. Scripta Nova. n. 93, 15 de julho de 2001.

TAKAI, O. K.; ITALIANO, I. C.; FERREIRA, J. E. Introdução a Banco de Dados. São Paulo: DCC-IME-USP. 2005.

TAYLOR, S. **Anxiety sensitivity: theory, research and treatment of the fear of anxiety**. Mahwah, N.J.: L. Erlbaum Associates, 1998.

THÉRY, H. *et al.* Londrina no Paraná. In: Atlas Urbano de Londrina. ARCHELA, R. S.; VIZINTIM, M. F. B. Londrina: EDUEL, 2009.

THÉRY, H.; NAGY, A.; NONATO JUNIOR, R. O Paraná no Brasil: uma contextualização em treze imagens (e meia), *Confins* [Online], 27 | Julho/2016.

TINDALE, S. Sustentando a Democracia Social: política do meio ambiente. In: MILIBAND, D. (Org.) – **Reinventado a Esquerda**. São Paulo: Editora UNESP, 1997.

TOMINAGA L. K.; SANTORO J.; AMARAL R. do. **Desastres naturais**: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

TOMLIN, D. **Geographic information systems and Cartographic Modeling**. Prentice Hall, New York, 1990.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: FIBGE/SUPREN, 1977, 91p.

TROPPIAIR, H. Ecossistemas e geossistemas do Estado de São Paulo. **Beletim de Geografia Teorética**, v.13, n.25, p. 27-36, Rio Claro, 1983.

\_\_\_\_\_. **Biogeografia e Meio Ambiente**. 3ª Edição. Unesp. Rio Claro, 1989.

\_\_\_\_\_. **Biogeografia e Meio Ambiente**. Ed. do autor, 4ª ed., 259 pp., Rio Claro, 2000.

TURNER, B.; PIDGEON, N. **Man-made disaster**. Oxford: Butterworth-Heinemann. 1997.

VEADO, R. W. A. & TROPPIAIR, H. Geossistemas do Estado de Santa Catarina. In: **Teoria, Técnicas, Espaços e Atividades**: temas de Geografia contemporânea. GERARDI, L. H. O. & MENDES, I. A. (org). UNESP-AGETEO. Rio Claro, 2001.

VEADO, R. **Geossistemas do Estado de Santa Catarina**. Tese de Doutorado, IGCE, UNESP, Rio Claro, 1999

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.

XAVIER-DA-SILVA, J. et al. Índices de geodiversidade: aplicações de SGI em estudos de biodiversidade. In: GARAY, I.; DIAS, B. F. S. (Orgs.). **Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais**: avanços conceituais e revisão novas metodologias de avaliação e monitoramento. Rio de Janeiro: Vozes, 2001. p. 299-316.

YUNES, M. A. M.; SZYMANSKI, H. Resiliência: noção, conceitos afins e considerações críticas. In: TAVARES, J. (Org.). **Resiliência e educação**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2001.

**ANEXOS**

## ANEXO A

## Listagem das comunidades Caiçaras e Cipozeiras do Paraná

Comunidade	Município	Tipo
Boa Vista	Guaratuba	Cipozeira
Descoberto	Guaratuba	Cipozeira
Sítio Joãozinho	Guaratuba	Caiçara
Coroados	Guaratuba	Cipozeira
-	Guaraqueçaba	Cipozeira
-	Guaraqueçaba	Cipozeira
-	Guaraqueçaba	Cipozeira
-	Paranaguá	Cipozeira
-	Paranaguá	Cipozeira
-	Paranaguá	Cipozeira
Superagui	Guaraqueçaba	Cipozeira
-	Guaraqueçaba	Cipozeira
-	Guaraqueçaba	Cipozeira
-	Paranaguá	Cipozeira
-	Paranaguá	Cipozeira
-	Paranaguá	Cipozeira
-	Paranaguá	Cipozeira
Ribeirão Grande	Guaratuba	Cipozeira
Rasgadinho	Guaratuba	Cipozeira
Rasgado	Guaratuba	Cipozeira
Vitório	Guaratuba	Cipozeira
Riozinho	Guaratuba	Caiçara
Sítio Joãozinho	Guaratuba	Caiçara
Empanturrado	Guaratuba	Cipozeira
Descoberto	Guaratuba	Cipozeira
Rio do Cedro	Guaratuba	Cipozeira
Boa Vista	Guaratuba	Cipozeira
Olaria	Guaratuba	Cipozeira
Pedra Branca do Araraquara	Guaratuba	Cipozeira
Rio Bonito	Guaratuba	Cipozeira
Pinhal dos Borges	Tijucas do Sul	Cipozeira
Alto da Serra	Guaratuba	Cipozeira
Matulão	Tijucas do Sul	Cipozeira

Fonte: ITCG (2015)

## ANEXO B

## Listagem das comunidades de Faxinais do Paraná

Nome	Município
Postinho	Tijucas do Sul
São João do Pirai	Tijucas do Sul
Água Azul	Lapa
Bonito	Lapa
Paio	Lapa
Polvinho	Lapa
Faxinal do Antonios	Irati
Pinho de Baixo	Irati
Faxinal dos Canudos	São João do Triunfo
São Lourenço	São João do Triunfo
Rio Baio	São João do Triunfo
Cachoeira	São João do Triunfo
Bituva dos Lopes	Fernandes Pinheiro
Faxinal dos Mineiros	Teixeira Soares
Fazenda Velha - Fax. dos Ribeiros 6	Pinhão
Comunidade Avencal - Fax. dos Ribeiros	Pinhão
Faxinal dos Albinos	Pinhão
Faxinal do Poço Grande	Pinhão
Faxinal Taquara II	Pinhão
Faxinal dos Serpa	Reserva do Iguazu
Faxinal dos Soares	Reserva do Iguazu
Comunidade Limeira	Pitanga
Faxinal dos Naiverth	Pitanga
Comunidade Corumbati	Mato Rico
Charqueado da Entrada	Imbaú
Charqueada de Cima	Imbaú
Charqueada de Baixo	Imbaú
Faxinal dos Vidal	Turvo
Faxinal do Viana	Boa Ventura de São Roque
Faxinal do Saltinho	Guarapuava
Faxinal dos Elias	Guarapuava
Faxinal do Rio das Pedras	Guarapuava
Soares - Comunidade Campina Redonda	Guarapuava
Faxinalzinho – Borma	Guaraniaçu
Cachoeira dos Domingues	Rebouças
Faxinal dos França	Pinhão
Faxinal dos Stresser	Início Martins
Colônia Dallegrove	Início Martins
Faxinal dos Matoso	Início Martins
Faxinal do Posto	Início Martins
São Pedro	Cruz Machado

São Miguel	Cruz Machado
Gavazzoni	Início Martins
São Domingos	Início Martins
Quarteirão do	Início Martins
Faxinal Mansa	Início Martins
Rio Pequeno	Início Martins
Campina Bonita	Início Martins
Bom Retiro de	Início Martins
Queimadas	Início Martins
Potinga	Início Martins
Matão	Início Martins
Rio Claro	Início Martins
Faxinal Estan	São João do Triunfo
Espigão das Antas	Mandirituba
Meleiro	Mandirituba
Barco	Quitandinha
Rio da Vírzea	Quitandinha
Avencal	Quitandinha
Gavião	Mandirituba
Lagoa dos Ferreira	Mandirituba
Tronco	Tijucas do Sul
Ilha	Mandirituba
Campestre dos Paula	Mandirituba
Guapiara	Mandirituba
Paraguay	Mandirituba
Rio da Vírzea dos Borges	Mandirituba
Santo Antonio	Mandirituba
Caí de Cima	Mandirituba
Água Clara de Cima	Quitandinha
São Gabriel	Quitandinha
Barro Branco	Quitandinha
Salso	Quitandinha
Caizinho	Quitandinha
Reis	Quitandinha
Doce Grande e Quicé	Quitandinha
Quicé dos Alves	Quitandinha
Cerrinho	Quitandinha
Pangaré	Prudentópolis
Quebra Joelho	Quitandinha
Doce Fino	Quitandinha
Piraí	Tijucas do Sul
Campestre	Tijucas do Sul
Cangoera	Tijucas do Sul
Gama	Tijucas do Sul
Papanduva	Tijucas do Sul

Araçatuba	Tijucas do Sul
Ximbuva	Tijucas do Sul
Leão	Agudos do Sul
Ribeirãozinho	Agudos do Sul
Taboão	Agudos do Sul
Queimadas de Baixo	Agudos do Sul
Taquara Lisa	Agudos do Sul
Pedra Branca e Papanducas	Agudos do Sul
Gramado	Piên
Poço Frio dos Moreiras	Piên
Faxinal dos Rodrigues	Piên
Poço Frio	Piên
Dos Dias	Lapa
Dos Fior	Lapa
Segundo Castilho	Lapa
Carqueja	Lapa
Dos Pretos	Lapa
Paiquerê	Lapa
Os Paiol	Lapa
Mato Queimado	Lapa
Palmital	Lapa
Canoeiro	Lapa
Santo Amaro	Lapa
Floresta São João	Lapa
Marcondes	Prudentópolis
Tijuco Preto	Prudentópolis
Santo Antônio/Guarapuava	Prudentópolis
Taboãozinho	Prudentópolis
Ponte Nova	Prudentópolis
Patos Velhos	Prudentópolis
Paraní Anta Gorda	Prudentópolis
Ivaí Anta Gorda	Prudentópolis
Barra Bonita	Prudentópolis
Manduri	Prudentópolis
São Pedro	Prudentópolis
Papanduva de Baixo	Prudentópolis
Papanduva de Cima	Prudentópolis
Barro Branco	Prudentópolis
Água Quente dos Meiras	Rio Azul
Lajeado dos Mellos	Rio Azul
Taquari	Rio Azul
Emboque	São Mateus do Sul
Água Branca	São Mateus do Sul
Pirapó	Irati
Faxinal dos Mellos	Irati

Faxinal do Rio do Couro	Irati
Cachoeira do Pal	Irati
Cadeado Grande	Irati
Cadeado Santana	Irati
Itaparí	Irati
Monjolo	Irati
Rio Corrente	Irati
Campina do Guami	Irati
Rio Preto	Irati
Pedra Preta	Piên
Papua	Imbituva
Lagoa	Imbituva
Faxinal dos Augustos	Imbituva
Arroio Grande	Imbituva
Pedra Lisa	Imbituva
Água Suja	Imbituva
Valinhos ou Mato	Imbituva
Alto do Tigre	Guamiranga
Encruzilhada	Irati
Paiol do Fundo	Palmeira
Queimadas	Palmeira
Vileiros	Palmeira
Correias	Palmeira
Poço Grande	São João do Triunfo
Campestrinho	Palmeira
Guarauna das Tocas	Palmeira
Tocas	Palmeira
Guaica	São João do Triunfo
Guaica dos Pretos	São João do Triunfo
Coxilhão das Ameixeiras	São João do Triunfo
Faxinal dos Andrades	São João do Triunfo
Faxinal dos Ferreiras	São João do Triunfo
Coxilhão do Meio	São João do Triunfo
Boa Vista	São João do Triunfo
Barra Bonita	São João do Triunfo
Faxinal dos Rodrigues	São João do Triunfo
Faxinal dos Seixas	São João do Triunfo
Faxinal dos Fabrícios	São João do Triunfo
Marmeleiro de Baixo	Rebouças
Marmeleiro de Cima	Rebouças
Barro Branco	Rebouças
Salto	Rebouças
Barreirinho dos Beltão	Rebouças
Faxinal dos Francos	Rebouças
Conceição de Cima	Rebouças

Saltinho	Rebouças
Barra dos Andradas	Rebouças
Faxinal dos Vieiras	Rebouças
Pântano Preto	Rebouças
Faxinal Lapeanos	Fernandes Pinheiro
Faxinal Saruvas	Fernandes Pinheiro
Faxinal Barreiro	Fernandes Pinheiro
Faxinal Santo Antônio	Fernandes Pinheiro
Faxinal Lajeado	Mallet
Faxinal Sete Sal	Ponta Grossa
Água Amarela de Cima	Antônio Olinto
Comunidade São L	Pinhão
Assentamento 1G	Pinhão
Faxinal dos Silva	Pinhão
Faxinal dos Ferreiras	Pinhão
Faxinal Bom Retiro	Pinhão
Faxinal Taquara	Pinhão
Comunidade da Água Amarela	Pinhão
Comunidade São Roque	Pinhão
Faxinal São Roque	Pinhão
Faxinal Nova Iguaçu	Reserva do Iguaçu
Faxinal dos Tell	Pitanga
Faxinal de São Pedro	Imbaú
Charqueada dos B	Imbaú
Comunidade Gavião	Reserva
Faxinal Fino	Reserva
Faxinal Saudade Santa Anita	Turvo
Faxinal Carriel	Turvo
Comunidade Tamanduí	Turvo
Comunidade Arvor	Turvo
Arroio Fundo dos	Turvo
Comunidade Cacho	Turvo
Comunidade Joaquim	Turvo
Ilha da Bandeira	Turvo
Curitiba dos Mor	Turvo
Faxinal Arroio Fundo	Turvo
Faxinal Campina	Turvo
Faxinal Paiquerê	Turvo
Faxinal dos Kruger	Boa Ventura de São Roque
Faxinal das Araras	Campina do Simão
Monte Belo	Nova Laranjeiras
Invernada	Rio Azul
Porto Soares	Rio Azul
Rio Azul dos soa	Rio Azul
Vila Nova	Rio Azul

Taquaral dos Bugre	
Paiol Grande	São Mateus do Sul
Potinga	Rebouças
Água Quente dos Luz	Rebouças
Água Quente dos Luz	Rebouças
Lagoa Verde	Quitandinha

Fonte: ITCG (2015)

## ANEXO C

## Listagem das comunidades Quilombolas certificadas do Paraná

MUNICÍPIO	COMUNIDADE	Famílias	Habitantes
ADRIANÓPOLIS	João Surá	-	-
ADRIANÓPOLIS	Praia do Peixe	6	23
ADRIANÓPOLIS	Porto Velho	15	66
ADRIANÓPOLIS	Sete Barras	18	73
ADRIANÓPOLIS	Córrego das Moças	14	49
ADRIANÓPOLIS	São João	17	62
ADRIANÓPOLIS	Córrego do Franco	70	124
ADRIANÓPOLIS	Estreitinho	12	33
ADRIANÓPOLIS	Três Canais	4	13
BOCAIÚVA DO SUL	Areia Branca	16	30
CAMPO LARGO	Palmital dos Pretos	24	88
CANDÓI	Despraiado	42	210
CANDÓI	Vila Tomé	21	110
CANDÓI	Cavernoso 1	12	86
CASTRO	Serra do Apon	-	-
CASTRO	Limitão	26	95
CASTRO	Tronco	12	60
CASTRO	Mamans	25	96
CURIÚVA	Água Morna	19	61
CURIÚVA	Guajuvira	38	132
DR. ULYSSES	Varzeão	8	30
GUAÍRA	Manoel Ciríaco dos Santos	7	42
GUARAPUAVA	Invernada Paiol de Telha	-	-
GUARAQUEÇABA	Batuva	24	94
GUARAQUEÇABA	Rio Verde	22	80
IVAÍ	Rio do Meio	22	84
IVAÍ	São Roque	51	203
LAPA	Restinga	37	271
LAPA	Feixo	-	-
LAPA	Feixo:Vila Esperança	7	74
PALMAS	Adelaide M.Trindade Batista	88	391
PALMAS	Castorina Maria da Conceição	20	74
PONTA GROSSA	Sutil	41	144
PONTA GROSSA	Santa Cruz	11	39
SÃO MIGUEL DO IGUAÇU	Apepú	6	44
TURVO	Campina dos Morenos	10	66

Fonte: ITCG (2015)

## ANEXO D

## Listagem das comunidades Caiçaras e Cipozeiras do Paraná

COMUNIDADE	R_U	NFamilias	NHabit	Município
Bairro dos Roque	R	8	40	ADRIANÓPOLIS
Tatupeva	R	6	23	ADRIANÓPOLIS
Sete Saltos	R	10	53	PONTA GROSSA
Queimadinhos	R	5	25	DR. ULYSSES
Tobias Ferreira	R	19	98	PALMAS

Fonte: ITCG (2015)

## Anexo E

## Listagem das Terras Indígenas demarcadas e não demarcadas do Paraná

<b>NOME</b>	<b>SITUAÇÃO</b>
Área Indígena Barão de Antonina	Demarcada
Área Indígena Ivaí	Demarcada
Área Indígena Apucarantina	Demarcada
Área Indígena Laranjinha	Demarcada
Área Indígena Faxinal	Demarcada
Área Indígena Mangueirinha	Demarcada
Área Indígena Marrecas	Demarcada
Área Indígena Rio das Cobras	Demarcada
Área Indígena Lote do Vitorino	Demarcada
Área Indígena Palmas	Demarcada
Área Indígena Queimadas	Demarcada
Área Indígena Mococa	Demarcada
Área Indígena São Jerônimo	Demarcada
Área Indígena Pinhalzinho	Demarcada
Área Indígena Ilha da Cotinga	Demarcada
Área Indígena Ocoy	Demarcada
Área Indígena Rio D'Areia	Demarcada
Área Indígena Tekoha Añetete	Demarcada
Área Indígena Araçaí	Demarcada
Área Indígena Kakané Porã	Demarcada
Área Indígena Sambaqui do Guaraguaçu	Demarcada
Área Indígena Tekoha Itamarã	Demarcada
Área Indígena M' Byá Guarani Kuaray Oguatá	Demarcada
Área Indígena Xetá	Não Demarcadas
Área Indígena Tekohá Porã	Não Demarcadas
Área Indígena Toldo Boa Vista (Kóho Mu)	Não Demarcadas
Área Indígena Palmital	Não Demarcadas
Área Indígena Morro das Pacas	Não Demarcadas
Área Indígena Tekohá Marangatu	Não Demarcadas
Área Indígena Yvyporã Laranjinha	Não Demarcadas

Fonte: ITCG (2015)