

Gabriel Phelipe Nascimento Rosolem

**ANÁLISE DA VULNERABILIDADE A DESLIZAMENTOS DA  
OCUPAÇÃO URBANA NA BACIA DO RIO COMPRIDO –  
JOINVILLE/SC**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial.

Orientador: Prof. Dr Carlos Loch.

Florianópolis  
2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor através do  
Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Rosolem, Gabriel Phelipe Nascimento  
Análise da vulnerabilidade a deslizamentos da  
ocupação urbana na bacia do Rio Comprido - Joinville  
SC / Gabriel Phelipe Nascimento Rosolem ;  
orientador, Carlos Loch, 2018.  
156 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de  
Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós  
Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão  
Territorial, Florianópolis, 2018.

Inclui referências.

1. Engenharia de Transportes e Gestão  
Territorial. 2. Vulnerabilidade. 3. Deslizamento.  
4. Cadastro. 5. Joinville. I. Loch, Carlos. II.  
Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de  
Pós-Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão  
Territorial. III. Título.

Gabriel Phelipe Nascimento Rosolem

**ANÁLISE DA VULNERABILIDADE A DESLIZAMENTOS DA  
OCUPAÇÃO URBANA NA BACIA DO RIO COMPRIDO –  
JOINVILLE/SC**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Transporte e Gestão Territorial, e aprovada em sua forma final pelo Programa Pós Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial.

Florianópolis, 20 de fevereiro de 2018.

---

Prof. Norberto Hochheim, Dr.  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**

---

Prof. Carlos Loch, Dr.  
Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Everton da Silva, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Rafael Augusto dos Reis Higashi, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Mario Jorge Cardoso Coelho Freitas, Dr.  
Universidade do Minho





## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por mais esta etapa alcançada em minha trajetória, por ter me dado forças em meio às dificuldades, ter colocado boas pessoas ao meu lado e por me guiar nas decisões tomadas.

Aos meus pais e irmãos pelo amor e pelo apoio, por terem feito tudo ao seu alcance para que eu seguir atrás dos meus objetivos, compreendendo a distância e minha ausência durante os estudos, e quando não puderam me apoiar diretamente terem orado por mim. Vocês são meu exemplo.

Agradeço também ao professor Carlos Loch, além da orientação, por todos os ensinamentos e conselhos desde o início de minha graduação e pelo exemplo de dedicação profissional.

Aos amigos Yuzi A. Z. Rosenfeldt, Guilherme A. Barea e toda equipe do LabFSG pela amizade e o apoio no desenvolvimento desta pesquisa. Agradeço em especial os meus amigos e futuros engenheiros: Luís Henrique Tiegs; Daniela A. Sanchez; Fernanda S. Goulard; Guilherme Wolkan W. Pereira; Kauê W. Pacheco; Mateus G. Algayer, Nikolas Barbosa; Ricardo A. Eger; Vinicius N. Garcia – sem o auxílio de vocês este trabalho não seria possível.

Aos professores Mario Jorge C. C. Freitas; Everton da Silva e Rafael A. R. Higashi, pelas correções e o aprimoramento desta dissertação.

Aos amigos João Vitor C. Machado, Guilherme Balvedi, Danielle C. Jatahy, Aline Sardá e demais colegas da pós-graduação, com quem tive a felicidade de estudar junto este período.

À Ana Cristina Vidalis Frasson e Elisa Juliano Leal de Moraes pela amizade de longa data, pela paciência, incentivo e ajuda na conclusão deste trabalho, minha gratidão.

Agradeço também Fabio R. M. Rodrigues, Cristiane Muller, Naiara Czarnobai Augusto e demais colegas da Gerência de Análise Multidisciplinar do MPSC pela valiosa experiência profissional que me proporcionaram, pelo companheirismo e apoio de toda a equipe.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudo e o investimento na minha formação profissional.

Aos velhos e novos amigos que tornaram o caminho trilhado mais animado.



## RESUMO

Os desastres naturais são resultantes de uma complexa interação entre as ameaças naturais, as vulnerabilidades e a capacidade da sociedade exposta ao impacto. Uma vez que em muitos casos não é possível reduzir a intensidade das ameaças, as medidas de prevenção e mitigação devem focar em modificar as condições das vulnerabilidades e a capacidade das pessoas e instituições expostas a fim de reduzir os riscos. Neste contexto, esta pesquisa se propõe analisar a vulnerabilidade a deslizamentos na bacia do Rio Comprido em Joinville-SC sob as dimensões socioeconômica e física bem como o contexto histórico da ocupação urbana. Para tanto, o contexto histórico da ocupação urbana foi verificado por meio da fotointerpretação de fotografias aéreas corroboradas por estudos realizados na área e entornos. Já a vulnerabilidade socioeconômica da população foi analisada utilizando os dados do censo 2010, enquanto a vulnerabilidade física das edificações foi avaliada por meio de um método semi-quantitativo com base nos dados cadastrais das unidades de avaliação. Os resultados apontam que a evolução da ocupação urbana na bacia ocorreu de maneira rápida e intensa a partir da mudança do complexo fabril da Fundação Tupy no bairro Boa Vista, que induziu o desenvolvimento das áreas ao redor da indústria. A partir da análise dos dados censitários, inferiu-se que uma parcela significativa da população se encontra com vulnerabilidade social alta e a grande maioria, vulnerabilidade econômica alta. Quanto a vulnerabilidade física das edificações, constatou-se que 27,6% dos lotes ocupados e expostos a deslizamento possuem pelo menos uma de suas edificações principais dentro da classe mais vulnerável. O estudo fornece importantes informações para gestão do risco de desastres e territorial, contudo mesmo com dados obtidos a nível cadastral, estudos mais detalhados são necessários nas áreas com alto perigo a deslizamento.

**Palavras-chave:** Vulnerabilidade; Deslizamento; Cadastro; Joinville.

## ABSTRACT

Natural disasters are the result of a complex interaction among natural hazards, vulnerabilities and the capacity of the exposed society to the impact. Since in many cases it is not possible to reduce the hazard intensity, prevention and mitigation measures should focus on changing the vulnerability conditions and the capacity of individuals and institutions exposed in order to reduce risks. In that context, this research proposes to analyze landslide vulnerability in the Rio Comprido watershed in Joinville-SC under socioeconomic and physical dimensions as well as the historical context of urban occupation. For that, the history context was verified through photointerpretation of aerial photographs associated to studies undertaken in the area and its surroundings. Thereafter, the population's socioeconomic vulnerability was analyzed using census data of 2010, while the physical vulnerability of buildings was assessed by means of a semi-quantitative method based on cadastral data of the evaluation units. The results indicate that the evolution of urban occupation in the watershed occurred in a rapid and intense manner after the change of the Fundação Tupy factory complex in Boa Vista neighborhood, which induced the development of areas around the industry. From the analysis of census data, it was inferred that a significant ratio of the population is found to have high social vulnerability and the great majority, high economic vulnerability. Regarding the physical vulnerability of buildings, it was discovered that 27.6% of occupied and exposed parcels have at least one of their main buildings within the most vulnerable class. This study provides important information for land and disaster risk management, but even with data obtained at cadastral level, more detailed studies are needed in areas with high landslide hazard.

**Keywords:** Vulnerability; Landslide; Cadastre; Joinville.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - As influências sociais dos desastres .....	2
Figura 2 - Aumento dos registros de ocorrências entre as décadas de 1990 e 2000. ....	3
Figura 3 - mortes por tipo de desastre.....	4
Figura 4 - Ciclo de Gestão de Proteção e Defesa Civil .....	14
Figura 5 - Esferas chaves dos conceitos de vulnerabilidade .....	22
Figura 6 - Método de oito passos para avaliação da vulnerabilidade a mudanças globais.....	25
Figura 7 - Curva de vulnerabilidade e curva de validação baseada nos dados dos danos de fluxo de detritos do evento de 1987 em Martell.....	26
Figura 8 - Modelo conceitual da análise da vulnerabilidade proposto por Fernández (2009).....	29
Figura 9 - a) deslizamento circular, b) deslizamento translacional e c) deslizamento em cunha. ....	37
Figura 10 - Mapa de localização de Joinville.....	43
Figura 11 - Mapa de localização da sub-bacia do Rio Comprido. ....	45
Figura 12 - Mapa Geológico e de declividades da sub-bacia do rio Comprido. ....	47
Figura 13 - Mapa pedológico da sub-bacia do rio Comprido.....	49
Figura 14 - Porcentual de desastres oficialmente notificados entre 1991 a 2012, por grupo da COBRADE. ....	52
Figura 15 - Deslizamentos ocorridos em novembro de 2008.....	54
Figura 16 - Danos nas edificações, a esquerda soterramento, e a direita dano grave. ....	54
Figura 17 - Quantidade de informações sobre os elementos em risco obtidas através das ocorrências de 2012 a 2016. ....	55
Figura 18 - Quantidade de informações sobre os tipos de consequências obtidas através das ocorrências de 2012 a 2016. ....	56
Figura 19 - Mapa de ameaças naturais da sub-bacia do rio Comprido. ....	57
Figura 20 – Sequência dos passos adaptados de Polsky et al. (2003), sendo o sétimo passo não abordado nesta pesquisa. ....	64
Figura 21 - Distribuição dos PCTs sobre a fotografia de 1957. ....	66
Figura 22 – Adaptação da abordagem teórica e análise das informações do modelo conceitual de Fernández (2009). ....	69
Figura 23 – Resumo do processo de seleção do portfólio bibliográfico. ....	71
Figura 24 - a) Galpão de alvenaria, em branco, junto a casa de madeira, em azul. b) casa de dois pavimentos, o primeiro em alvenaria e o segundo em madeira. ....	74
Figura 25 – a) Ruína de edificação atingida por deslizamento; b) Edificação de madeira atingida por deslizamento em 2008.....	76
Figura 26 - Sub-bacia do rio Comprido sobre fotografia aérea de 1957. ....	85
Figura 27 - Sub-bacia do rio Comprido sobre fotografia aérea de 1966 e 1977/1979.....	87
Figura 28 - Sub-bacia do rio Comprido sobre fotografia aérea de 1989 e 2007.....	91
Figura 29 – Área com irregularidades na sub-bacia.....	93

Figura 30 - Retaludamento com presença de degraus de abatimento e erosão, abaixo edificações irregulares.....	95
Figura 31 – Casa construída próxima a talude de corte desprotegido e com via a cima dele sem drenagem pluvial.....	95
Figura 32 - Muro de arrimo de aterro sem drenagem e com armadura exposta.	96
Figura 33 - Localização dos lotes expostos a deslizamentos da sub-bacia. ....	99
Figura 34 - Porcentagem da população com rendimento per capita domiciliar em faixas de Salários Mínimos (SM), entre parênteses o grau de vulnerabilidade de acordo com CEPED UFSC (2014a).....	102
Figura 35 – Mapa de variáveis sociais analisadas nos setores dos lotes expostos a deslizamentos.....	105
Figura 36 - Mapa de variáveis econômicas analisadas nos setores dos lotes expostos a deslizamentos.....	107
Figura 37 - Tipologia das unidades de avaliação da área exposta a deslizamento. ....	110
Figura 38 - a) Casa com estrutura em concreto armado e paredes em alvenaria e b) Casa de estrutura em madeira simples e paredes de madeira .....	111
Figura 39 - a) Casa com estrutura de concreto/alvenaria e paredes de alvenaria e b) Casa com estrutura concreto/alvenaria com paredes de alvenaria. ....	113
Figura 40 - Amostras escolhidas e aleatórias.....	114
Figura 41 - Porcentagem de unidades de avaliação por intervalo de resistência. ....	117
Figura 42 - Mapa da vulnerabilidade física da edificação principal mais vulnerável dos lotes expostos. ....	121
Figura 43 - Classes de vulnerabilidade por setor censitário dos lotes expostos a deslizamentos .....	123
Figura 44 - Classes de vulnerabilidade das edificações principais mais vulneráveis por setor censitário dos lotes expostos a deslizamentos .....	123

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Resumo das características para classificação dos desastres. ....	8
Quadro 2 - Resumo da COBRADE para os desastres naturais, entre parênteses os tipos. ....	9
Quadro 3 - Resumo da COBRADE para os desastres tecnológicos, entre parênteses os tipos. ....	10
Quadro 4 - Definições de vulnerabilidade .....	20
Quadro 5 - Variáveis da dimensão físico-ambiental e graus da vulnerabilidade a deslizamentos. ....	30
Quadro 6 - Características das edificações e pesos das resistências correspondentes .....	32
Quadro 7 – Exemplos de indicadores/variáveis de análise da vulnerabilidade física na literatura .....	33
Quadro 8 - Principais tipos de movimentos de massa em encostas .....	36
Quadro 9 - <i>Checklist</i> de causas de movimentos de massa .....	38
Quadro 10 - Registros oficiais de desastres por ameaça natural entre 1991 e 2012 .....	53
Quadro 11 - Dados alfanuméricos utilizados. ....	60
Quadro 12 - Dados matriciais utilizados. ....	61
Quadro 13 - Dados vetoriais utilizados. ....	62
Quadro 14 - Eixos e palavras-chaves para pesquisa do portfólio bibliográfico. ....	70
Quadro 15 - Nível de danos das edificações .....	77
Quadro 16 - Associação dos atributos do indicador Resistência das Edificações de Silva e Pereira (2014) aos dados do cadastro de Joinville. ....	79
Quadro 17 - Indicadores e atributos escolhidos com base em Silva e Pereira (2014) .....	81
Quadro 18 - Identificação dos setores censitários e os lotes expostos a deslizamento na sub-bacia. ....	97
Quadro 19 – porcentagem da população dos setores censitários por cor e gênero. ....	98
Quadro 20 – Porcentagem da população dos setores censitários por faixas etárias. ....	101
Quadro 21 - Combinações de estrutura, forro e paredes nas unidades de avaliação expostas a deslizamento, destacadas em itálico e sublinhado as pouco usuais. ....	111
Quadro 22 - Combinações de estrutura, forro e paredes nas unidades de avaliação da sub-bacia, destacadas em itálico e sublinhado as pouco usuais. ....	112
Quadro 23 - Exemplos de edificações das classes de vulnerabilidade física ...	118

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ARIE	Área de Relevante Interesse Ecológico
CEPED	Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
COBRADE	Classificação e Codificação Brasileira de Desastres
CRED	<i>Centre for Research on the Epidemiology of Disasters</i>
DATA	<i>Disaster Loss Data Project</i>
EM-DAT	<i>Emergency Events Database</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDNDR	International Decade for Natural Disaster Reduction
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
ISDR	<i>International Strategy for Disaster Reduction</i>
LabFSG	Laboratório de Fotogrametria, Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento
MAH	Marco de Ação de Hyogo
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PCT	Pontos de controle terrestre
PMJ	Prefeitura Municipal de Joinville
PNPDEC	Política Nacional de Proteção e Defesa Civil
SDS-SC	Secretaria do Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável de Santa Catarina
SGB	Sistema Geodésico Brasileiro
SPG	Secretaria do Estado de Planejamento
SINDEC	Sistema Nacional de Defesa Civil
SINPDEC	Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil
SIRGAS2000	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UNDRO	<i>United Nations Disaster Relief Coordinator Office</i>
UNISDR	<i>United Nations Office for Disaster Risk Reduction</i>
UTM	Universal Transversa de Mercator



## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
1.1.	JUSTIFICATIVA	3
1.2.	OBJETIVOS	5
<b>1.2.1.</b>	<b>Objetivo Geral</b>	<b>5</b>
<b>1.2.2.</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>5</b>
1.3.	DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	6
<b>2.</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>7</b>
2.1.	DESASTRES	7
<b>2.1.1.</b>	<b>Conceitos e terminologias relacionados aos desastres</b>	<b>11</b>
<b>2.1.2.</b>	<b>Ciclo de Proteção e Defesa Civil</b>	<b>14</b>
<b>2.1.3.</b>	<b>A gestão do risco de desastres no mundo</b>	<b>15</b>
<b>2.1.4.</b>	<b>A gestão do risco de desastres no Brasil</b>	<b>17</b>
2.2.	A EVOLUÇÃO E DIVERSIDADE DO CONCEITO DE VULNERABILIDADE	19
2.3.	MÉTODOS PARA ANÁLISE DA VULNERABILIDADE	23
<b>2.3.1.</b>	<b>Métodos de Avaliação da vulnerabilidade física a deslizamentos</b>	<b>27</b>
2.4.	DESLIZAMENTOS	36
<b>3.</b>	<b>ÁREA DE ESTUDO</b>	<b>41</b>
3.1.	JOINVILLE	41
3.2.	SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO COMPRIDO	42
<b>3.2.1.</b>	<b>Deslizamentos no município e na sub-bacia</b>	<b>51</b>
<b>4.</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODO</b>	<b>59</b>
4.1.	MATERIAL	59
<b>4.1.1.</b>	<b>Dados matriciais</b>	<b>59</b>
<b>4.1.2.</b>	<b>Dados vetoriais</b>	<b>59</b>
<b>4.1.3.</b>	<b>Dados alfanuméricos</b>	<b>60</b>
<b>4.1.4.</b>	<b>Softwares</b>	<b>60</b>
4.2.	MÉTODO	63
<b>4.2.1.</b>	<b>Passos anteriores à modelagem</b>	<b>63</b>

4.2.1.1.	Definição da área de estudo, coleta de dados e escala de análise	65
4.2.1.2.	Análise da série histórica de dados da sub-bacia	65
4.2.1.3.	População exposta aos deslizamentos	67
<b>4.2.2.</b>	<b>Passos que envolvem a modelagem</b>	<b>68</b>
4.2.2.1.	Adaptação do modelo com enfoque teórico	68
4.2.2.2.	Escolha do método e indicadores para avaliar a vulnerabilidade física	69
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>83</b>
5.1.	A EVOLUÇÃO DA OCUPAÇÃO NA SUB-BACIA DO RIO COMPRIDO	83
5.2.	POPULAÇÃO E ÁREA EXPOSTA A DESLIZAMENTOS	96
<b>5.2.1.</b>	<b>Condições socioeconômicas da população</b>	<b>97</b>
5.3.	VULNERABILIDADE FÍSICA DAS EDIFICAÇÕES A DESLIZAMENTOS	104
<b>5.3.1.</b>	<b>Os dados do cadastro para avaliar a resistência das Edificações</b>	<b>109</b>
5.3.1.1.	Avaliação do mapa	116
5.3.1.2.	Vantagens, incertezas e restrições	124
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>127</b>
<b>7.</b>	<b>RECOMENDAÇÕES PARA PESQUISAS FUTURAS</b>	<b>131</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>132</b>
	<b>APÊNDICES</b>	<b>146</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>149</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Por muito tempo a forma de se ver os desastres naturais foi atribuir as consequências dos danos humanos e materiais ao impacto de forças da natureza de grande magnitude. Neste paradigma, a forma de se reduzir as consequências dos desastres era aumentar o conhecimento técnico-científico sobre os fenômenos naturais, de forma a aumentar o controle ou mesmo melhorar a previsão da ocorrência dos eventos.

Este predomínio de estudos de desastres voltados às ameaças passou a ser questionado a partir da década de 80 por cientistas, principalmente sociais, que começaram a analisar a exposição da sociedade as ameaças naturais em termos de vulnerabilidade. Nesta perspectiva, os desastres não devem ser analisados apenas da visão de um evento peculiar desencadeado por um fenômeno da natureza, mas também sob o ponto de vista das estruturas sociais que influenciam como os eventos afetam a população (Figura 1).

O termo vulnerabilidade pode ser entendido, de maneira geral, como condições de que aumentam a propensão de uma comunidade ao impacto de ameaças. Sob esta ótica, a ocorrência de dois eventos semelhantes em comunidades distintas terão consequências igualmente diferentes por conta da estrutura política, socioeconômica, física e ambiental que envolve os diferentes grupos de pessoas.

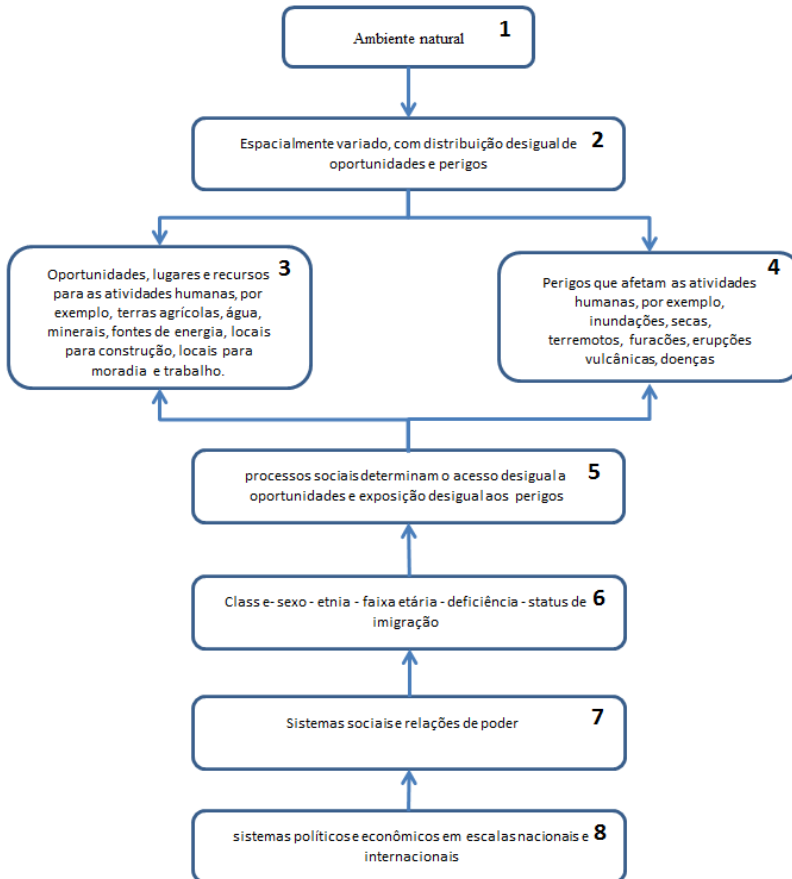
Isto pode ser evidenciado em uma análise superficial das consequências dos terremotos que atingiram o Haiti em 2010 e a Nova Zelândia em 2011. No país caribenho, o tremor de magnitude 7,0 na escala Richter causou a destruição de milhares de edificações e a morte de aproximadamente 230.000 pessoas, tendo o custo para reconstrução calculado em 14 bilhões de dólares (TERRA, 2010). Por outro lado, a Nova Zelândia foi atingida em 2011 por um tremor de magnitude 6,3 enquanto estava se recuperando de outro tremor ocorrido 6 meses antes (magnitude 7,1), tendo o segundo tremor causado, além da destruição de milhares de construções, a morte de 184 pessoas e um prejuízo econômico estimado em 20 bilhões de dólares neozelandeses (Eguchi et al., 2012).

Embora existam diversas definições, o risco de desastres nesta nova perspectiva pode ser considerado como uma função da ameaça (*hazard*), exposição, vulnerabilidade e capacidade, e expresso em termos do potencial de perdas de vidas, feridos ou danos materiais que podem ocorrer a um sistema em um período específico de tempo (UNISDR, 2015b). Uma vez que em muitos casos não é possível modificar a intensidade das ameaças, por exemplo, tempestades, as

medidas de prevenção e mitigação devem focar em modificar as condições da vulnerabilidade dos elementos e pessoas expostas a fim de reduzir os riscos.

Desta forma, o estudo da vulnerabilidade é parte essencial na avaliação do risco e deve incorporar as condições determinadas pelos fatores físicos, sociais, econômicos e ambientais, bem como considerar os contextos político-sociais e as percepções de risco das pessoas expostas ao impacto das ameaças.

Figura 1 - As influências sociais dos desastres



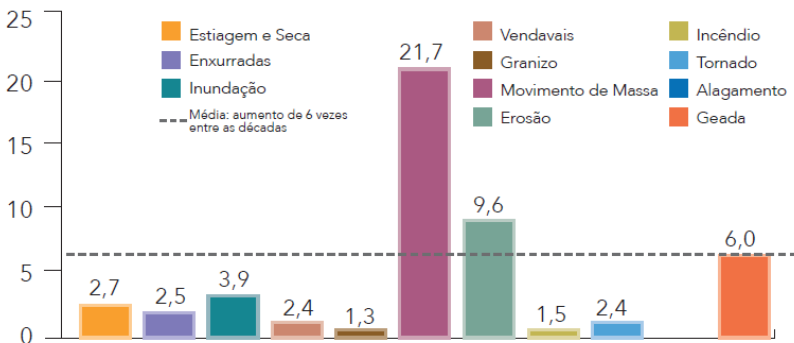
Fonte: Wisner et al (2003, p. 18, tradução nossa)

## 1.1. JUSTIFICATIVA

A dinâmica da ocupação urbana proporcionada pelo processo de industrialização no Brasil permitiu um rápido crescimento das cidades sem políticas públicas e planejamento territorial que acompanhassem este desenvolvimento. Desta forma, o uso e ocupação urbana do solo cresceram de forma desordenada e sem a infraestrutura adequada, proporcionando principalmente um aumento dos assentamentos ilegais, clandestinos, muitos deles precários, em áreas expostas ao risco de desastres e legalmente inaptas para ocupação, como áreas de elevada declividade e margens de rios.

Dados do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (CEPED UFSC, 2013) demonstram que no período de 1991 a 2012 houve um aumento no número de registro de desastre no país e que destes a tipologia movimento de massa, da qual os deslizamentos fazem parte, teve um aumento de 21 vezes quando comparada às duas décadas analisadas (Figura 2) e é segunda tipologia com maior letalidade (Figura 3). Embora destacado por CEPED UFSC (2013) que o valor porcentual de aumento é impreciso, devido à fragilidade histórica de atualidade do registro do Sistema de Defesa Civil, é possível afirmar que os desastres têm potencial crescimento no período.

Figura 2 - Aumento dos registros de ocorrências entre as décadas de 1990 e 2000.

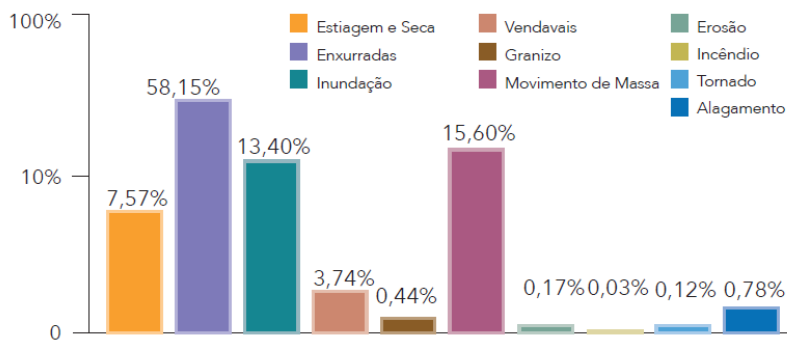


Fonte: CEPED UFSC (2013, p. 35).

Diante desta realidade, o poder público vem reconhecendo a necessidade da gestão dos riscos de desastres para atender os preceitos do planejamento efetivo. Neste contexto, o governo federal instituiu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) através da Lei

Federal nº 12.608, de 10 de abril de 2012. Em um de seus objetivos, a PNPDEC destaca a necessidade de promover a identificação e avaliação das ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades a desastres. Além disso, a lei também compete aos municípios identificar e mapear os riscos de desastres e incorporar as ações de proteção e defesa civil no planejamento municipal.

Figura 3 - mortes por tipo de desastre.



Fonte: CEPED UFSC (2013, p. 35).

O município de Joinville, não distante da realidade nacional, teve a expressão da urbanização a partir da década de 50 com o surgimento de indústrias de vulto nacional que projetaram seu crescimento econômico. A demanda das indústrias da cidade faz com que haja um incentivo para a imigração de mão de obra vinda de outros estados, sobretudo paranaense, para suprir a necessidade local. Algumas destas, como a Fundação Tupy empregam milhares de trabalhadores, que acabam fixando residências na proximidade da indústria sobre áreas ambientalmente protegidas (CRISTOFOLINI, 2013, p 142).

Além disso, devido as condicionantes regionais, como geomorfologia e sistemas atmosféricos, o município está suscetível a precipitações anormais, que são os principais gatilhos de deslizamentos. Em novembro de 2008, as precipitações acumuladas ao longo dos três meses anteriores desencadearam 350 deslizamentos em apenas 03 dias.

Mapear as áreas de risco a deslizamentos do município implica em mapear a vulnerabilidade da população e elementos expostos a tais eventos. Deste modo, necessita-se de um instrumento que seja capaz de descrever o território em todas as suas características e permitir a gestão de forma integrada. Partindo desta premissa, torna-se claro a utilização

do Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM). Este tem a capacidade de unificar todas as informações descritivas do território e vinculá-las ao sistema cartográfico, também possibilitando acesso aos dados gerados a todos os usuários que necessitam de tais informações (LOCH, 2005).

O município de Joinville-SC possui destaque nacional pelo sistema cadastral a partir de uma base cartográfica e seu uso para a gestão territorial (JULIÃO, LOCH e ROSENFELDT, 2014). Em 2007, o município atualizou as informações cartográficas por meio de voo fotogramétrico em escala 1:5.000, e os produtos ortofotos em escala 1:1000, cadastro territorial, Sistema de Gestão Cadastral e Sistema de Informações Geográficas (SIG), além de contar com uma série histórica de recobrimentos aerofotogramétricos datados desde 1938. Ainda, Joinville faz parte do programa da Organização das Nações Unidas *Construindo Cidades Resilientes*, que incentiva os governos locais a promoverem ações preventivas para a redução de riscos.

Deste modo, o mapeamento da vulnerabilidade a deslizamentos na sub-bacia do Rio Comprido utilizando produtos fotogramétricos e dados cadastrais, se justifica como passo necessário para avaliação do risco de uma ameaça recorrente do ambiente urbano do município e para possibilitar insumos para políticas e estratégias na redução do risco de desastres. Ao final espera-se que este trabalho possa vir a gerar subsídios para medidas de preventivas e um método que venha a ser utilizado para avaliar o risco a deslizamento no município.

## 1.2. OBJETIVOS

### 1.2.1. Objetivo Geral

Mapear a vulnerabilidade a deslizamentos da Bacia Hidrográfica do Rio Comprido, em Joinville-SC, utilizando produtos fotogramétricos e dados cadastrais.

### 1.2.2. Objetivos Específicos

Os objetivos específicos desta pesquisa são:

- i. Contextualizar e delimitar a vulnerabilidade a deslizamentos nos estudos de desastres.

- ii. Analisar a evolução da ocupação antrópica identificando os fatores que colaboram para aumentar a suscetibilidade ao impacto de deslizamentos na sub-bacia;
- iii. Avaliar o potencial e restrições do uso dos dados cadastrais para quantificar a vulnerabilidade física das edificações;

### 1.3. DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Para esta pesquisa, utilizou-se o termo desastres naturais com o entendimento de serem resultantes de uma complexa interação de um fenômeno da natureza com as estruturas socioeconômicas, física e ambiental de um sistema, ou seja, desencadeado por uma força, mas não causado somente por esta. No caso dos conceitos de vulnerabilidade e outros associados a redução do risco de desastres, utilizou-se as definições do grupo de trabalho de especialistas intergovernamentais do Escritório da Nações Unidas Para Redução do Risco de Desastres (UNISDR). É necessário ressaltar que o termo *hazard*, do inglês, foi traduzido como ameaça nesta pesquisa.

Quanto à vulnerabilidade, a análise é multidimensional e requer uma equipe multidisciplinar para conseguir abrangê-la no seu sentido mais amplo. De modo a desenvolver esta pesquisa, o método utilizado foi adaptado para ser desenvolvido por um único pesquisador utilizando os dados públicos disponíveis, sem perder o foco da interdisciplinaridade nas análises. Deste modo a pesquisa limitou-se a avaliar a vulnerabilidade física das edificações a deslizamento e apresentar o contexto socioeconômico e ambiental da área analisada, bem como o histórico da ocupação urbana.

Nas dimensões socioeconômica, ambiental e histórica da ocupação urbana, esta pesquisa fez a correlação da fotointerpretação da série histórica de fotografias com as publicações e análises dos dados censitários, sem assim avaliar a capacidade de enfrentar e superar os desastres pela população. No aspecto físico, a vulnerabilidade física das edificações foi analisada pelas características das unidades de avaliação contidas nos dados cadastrais, sem considerar a posição relativa do deslizamento em relação às construções.



## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A fim de uma adequada compreensão, apresentar-se-á aqui conceitos essenciais relacionados a temática do trabalho.

### 2.1. DESASTRES

Ao longo de toda a história, os seres humanos conviveram com inúmeros desastres que moldaram e guiaram a sua evolução - ao passo que durante este processo grande parte da população ou civilizações inteiras foram dizimadas (COPPOLA, 2015, p. 2). Segundo UNISDR (2009, p. 9, tradução nossa) desastre é:

uma grave perturbação do funcionamento de uma comunidade ou uma sociedade envolvendo perdas ou impactos humanos, materiais, econômicas ou ambientais generalizados, que excedem a capacidade da comunidade ou sociedade afetada lidar usando os próprios recursos.

Ainda EM-DAT/CRED (2016) definem desastres como situações ou eventos, que superam a capacidade local, necessitando um pedido de assistência externa, seja em nível nacional ou internacional. Para um desastre ser adicionado ao Banco de Dados Internacional de Desastres (EM-DAT) do Centro para Pesquisa sobre Epidemiologia de Desastres (CRED) da Organização Mundial de Saúde (OMS/ONU) pelo menos um dos critérios deve ser satisfeito (IFRC, 2015, p. 214): Dez ou mais pessoas relatadas mortas; ou cem ou mais pessoas relatadas desaparecidas; ou declaração de estado de emergência; ou pedido de assistência internacional.

No Brasil, por meio da Instrução Normativa n. 2, de 20 de dezembro de 2016, o Ministério da Integração Nacional, ao qual a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil está vinculada, definiu desastre como (BRASIL, 2016, Anexo VI):

Resultado de eventos adversos, naturais tecnológicos ou de origem antrópica, sobre um cenário vulnerável exposto a ameaça, causando danos humanos, materiais e ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais.

Já quanto a intensidade dos desastres, ou critério para definir um desastre, estes são classificados em três níveis: nível I – desastres de

pequena intensidade; nível II - desastres de média intensidade, e nível III – desastres de grande intensidade. Os de nível I caracterizam-se por aqueles em que há apenas danos humanos consideráveis e a situação anterior ao desastre pode ser restabelecida com recursos locais ou complementada pelos estados e união. Já os de nível II possuem danos e prejuízos maiores que os de pequena intensidade, porém a situação de normalidade ainda pode ser restabelecida com o mesmo critério que o anterior. Por fim, nos desastres de nível III, os danos não são suportáveis pelos governos locais e o reestabelecimento da situação de normalidade necessita da mobilização e da ação coordenada das três esferas de atuação do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC) e, em alguns casos, de ajuda internacional.

Tal classificação de intensidade também é utilizada para decretar o estado de emergência (desastres de nível I e nível II) e estado de calamidade pública (desastres de nível III). Para classificar os desastres, devem ocorrer danos humanos, materiais e/ou ambientais, que em conjunto, importem em prejuízos econômicos públicos ou privados e, comprovadamente, afetam a capacidade do poder público local de gerenciar a crise instalada. O Quadro 1 resume as características para classificar os desastres, conforme descrito em Brasil (2016, p. 60). Cabe destacar que a instrução normativa ainda descreve todos os critérios para reconhecimento federal das ocorrências de desastres notificadas pelos municípios ou estados.

Quadro 1 - Resumo das características para classificação dos desastres.

	<b>Decretação</b>	<b>Características</b>
<b>Nível I – Desastres de pequena intensidade</b>	Situação de Emergência	Danos humanos consideráveis
<b>Nível II – Desastres de média intensidade</b>	Situação de Emergência	Ocorrência de ao menos dois danos, sendo um deles obrigatoriamente danos humanos que importem no prejuízo econômico público ou no prejuízo econômico privado que afetem a capacidade do poder público local em responder e gerenciar a crise instalada.
<b>Nível III – Desastres de grande intensidade</b>	Estado de Calamidade Pública	Concomitância na existência de óbitos, isolamento de população, interrupção de serviços essenciais, interdição ou destruição de unidades habitacionais, danificação ou destruição de instalações públicas prestadoras de serviços essenciais e obras de infraestrutura pública.

Fonte: autor com dados de Brasil (2016, p. 60).

Quanto à origem dos desastres, EM-DAT introduziu em 2007 um primeiro passo para uma padronização da classificação, distinguindo os desastres em duas categorias: naturais e tecnológicos. Os desastres de origem natural são os que têm por gênese fenômenos da natureza agravado ou não por ações humanas, que implicam em impactos e perdas humanas, saúde ao meio ambiente, e/ou distúrbios socioeconômicos (BRASIL, 2012a, p. 30; TOMINAGA, 2009, p 14).

Já os desastres de origem tecnológica são os de consequências de condições tecnológicas ou industriais, por ações ou omissões humanas relacionadas com atividades do homem, incluindo acidentes, procedimentos perigosos, falhas de infraestrutura, entre outros, que impliquem em perdas ou danos humanos, materiais ao meio ambiente, e distúrbios socioeconômicos. (BRASIL, 2012a, p. 30; TOMINAGA, 2009, p 14).

A Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE) adotada em Brasil (2012a, p. 31) segue a estrutura adotada pela EM-DAT em 2007 inclusive a simbologia, porém com algumas adaptações, se alinhando as terminologias e acompanhamento das mudanças na gestão de desastres internacionais. A classificação é estruturada em categoria (natural ou tecnológico), grupo, subgrupo, tipo e subtipo (Quadro 2 e Quadro 3).

Quadro 2 - Resumo da COBRADE para os desastres naturais, entre parênteses os tipos.

<b>Grupo</b>	<b>Subgrupo e tipo</b>
Geológico	Terremoto (tremor de terra e tsunami); Emissões vulcânicas; Movimentos de massa (queda, tombamentos e rolamentos; deslizamentos; corridas de massa; subsidências); Erosão (costeira/marinha; margem fluvial; continental).
Hidrológico	Inundações; enxurradas; alagamentos.
Meteorológico	Sistemas de grande escala/escala regional (ciclones; frentes frias/zonas de convergência); tempestade local/ convectiva; onda de calor; onda de frio.
Climatológico	Seca (estiagem; seca; incêndio florestal; baixa umidade do ar).
Biológico	Epidemias (doenças infecciosas virais, bacterianas, parasíticas, fúngicas); infestações/pragas (infestações de animais; infestações de algas ; outras infestações).

Fonte: adaptado de Brasil (2016, Anexo V).

Quadro 3 - Resumo da COBRADE para os desastres tecnológicos, entre parênteses os tipos.

<b>Grupo</b>	<b>Subgrupo e tipo</b>
Relacionados a Substâncias radioativas	Desastres siderais com riscos radioativos (Queda de satélite); Desastres com substâncias e equipamentos radioativos de uso em pesquisas, indústrias e usinas nucleares (Fontes radioativas em processos de produção); Desastres relacionados com riscos de intensa poluição ambiental provocada por resíduos radioativos (Outras fontes de liberação de radionuclídeos para o meio ambiente)
Relacionados a Produtos Perigosos	Desastres em plantas e distritos industriais, parques e armazenamentos com extravasamento de produtos perigosos (Liberação de produtos químicos para a atmosfera causada por explosão ou incêndio); Desastres relacionados à contaminação da água (Liberação de produtos químicos nos sistemas de água potável; Derramamento de produtos químicos em ambiente lacustre, fluvial, marinho e aquíferos); Desastres Relacionados a Conflitos Bélicos (Liberação produtos químicos e contaminação como consequência de ações militares); Desastres relacionados a transporte de produtos perigosos (Transporte rodoviário; Transporte ferroviário; Transporte aéreo; Transporte dutoviário; Transporte marítimo; Transporte aquaviário)
Relacionados a Incêndios Urbanos	Incêndios urbanos (Incêndios em plantas e distritos industriais, parques e depósitos); Incêndios em aglomerados residenciais
Relacionados a obras civis	Colapso de edificações; Rompimento/colapso de barragens.
Relacionados a transporte de passageiros e cargas não perigosas	Transporte rodoviário; Transporte ferroviário; Transporte aéreo; Transporte marítimo; Transporte aquaviário.

Fonte: adaptado de Brasil (2016, Anexo V).

Atualmente, o grupo de trabalho do Projeto sobre Perdas de Dados de Desastres (DATA) da Investigação Integrada sobre Riscos de Desastres (IRDR), cooperada da Estratégia Internacional para Redução de Desastres das Nações Unidas, publicou uma atualização da classificação internacional dos desastres. Dentre algumas das mudanças está que a estrutura é dividida em três níveis: família, evento principal e perigo/ameaça, do mais abrangente ao mais específico, respectivamente. Uma das outras mudanças está na distinção dos movimentos de massa associados aos fenômenos hidrológicos e geológicos. Por exemplo, deslizamentos consequentes de terremotos ou erupções vulcânicas se

enquadram dentro dos eventos principais da categoria geológicos, enquanto corrida de detritos e de lama dentro dos eventos da categoria hidrológicos (IRDR, 2014, p. 9).

O ponto essencial sobre o entendimento de porque os desastres acontecem não é somente sobre os fenômenos naturais que os causam, é também o ambiente social, político e econômico que estruturam a vida dos diferentes grupos de pessoas. Desta forma, a vulnerabilidade é determinada por estruturas sociais e pelo poder, assim precisa ser entendida em um contexto político e econômico, que opera em diferentes escalas (WISNER et al., 2003, p. 4 e 7). Assim sob esta perspectiva, os desastres naturais podem e devem ser vistos como “não naturais” (BIRKMANN, 2006a, p.10).

Segundo UNISDR (2005, p. 7) o ponto de início para reduzir o risco de desastres e para uma cultura de resiliência é por meio do conhecimento das ameaças e a vulnerabilidade física, social, econômica e ambiental as quais as sociedades estão expostas. Desta forma, é necessário um entendimento dos diferentes termos e a terminologia utilizada nacionalmente e internacionalmente relacionadas a gestão do risco de desastres.

### **2.1.1. Conceitos e terminologias relacionados aos desastres**

O estudo sobre desastres envolve diversas disciplinas e áreas do conhecimento, por consequência, os conceitos e terminologias são variados no qual os profissionais tendem a defini-los de acordo com a sua atuação.

O Escritório das Nações Unidas para Redução do Risco de Desastres (UNISDR) tem proposto terminologias a respeito da redução do risco de desastres ao longo dos anos e constantemente atualizando-as. O primeiro conjunto de terminologia ocorreu com a publicação da primeira edição do *Convivendo com o risco: uma revisão global das iniciativas de redução de desastres*<sup>1</sup>. Posteriormente, após sugestões de especialistas e profissionais, uma atualização ocorreu com a segunda edição em UNISDR (2004). Com a aprovação do Marco de Ação de Hyogo (UNISDR, 2005), o qual tinha como uma das atividades chaves a disseminação de uma terminologia padrão internacional, pelo menos nos idiomas oficiais da Organização das Nações Unidas (ONU), a UNISDR (2009) publicou uma versão atualizada por especialistas e profissionais

---

<sup>1</sup> Tradução nossa para: *Living with risk: a global review of disaster reduction initiatives*

internacionais, gerada a partir de discussões regionais e nacionais. Atualmente, existe um grupo de trabalho revisando os conceitos e terminologias que devem ser atualizados com uma nova publicação ao fim de 2016, de acordo com previsão do Marco de Sendai (UNISDR, 2015a).

Embora não seja a publicação final, UNISDR (2015b) publicou um trabalho intitulado *Terminologia proposta atualizada sobre a redução do risco de desastres: uma revisão técnica*. Da extensa lista de conceitos utilizada, introduzir-se-á ameaça, vulnerabilidade e risco por serem termos recorrentes neste trabalho.

#### 2.1.1.1. Ameaça

Segundo Kobayama et al. (2006, p. 17) o termo *hazard* é comumente traduzido por “perigo” ou “ameaça” pelos profissionais e instituições brasileiras. De acordo com a UNISDR (2015b, p. 19), *hazard* (ameaça) é evento físico, fenômeno ou atividade humana potencialmente danosa, que pode causar a perda de vidas ou ferimentos, danos de propriedade e perturbações socioeconômicas e ambientais.

As ameaças podem ser individuais, sequenciais ou combinadas em sua origem e efeitos, as quais podem ser caracterizadas por sua localização, intensidade, frequência e probabilidade. Ainda EM-DAT/CRED (2016) definem a *hazard* (ameaça) como a probabilidade de ocorrência de um potencial evento danoso em dado período de tempo e área.

No *Glossário de Defesa Civil, Estudos de Risco e Medicina de Desastres* traz que existe uma tendência do termo perigo ser substituído por ameaça, a qual pode ser “um evento adverso provocador de desastre, quando ainda potencial [...] Estimativa da ocorrência e magnitude de um evento adverso, expressa em termos de probabilidade estatística de concretização do evento (ou acidente) e a provável magnitude de sua manifestação” (BRASIL, 1998, p. 18).

#### 2.1.1.2. Vulnerabilidade

Vulnerabilidade é a medida da propensão de um objeto, área, indivíduo, grupo, país ou outra entidade de estar sujeita às consequências de um desastre (COPPOLA, 2015, p. 33). Tal propensão é determinada pelos processos ou fatores físicos, econômicos, sociais e ambientais, os quais aumentam a suscetibilidade de uma comunidade ao impacto de um perigo (UNISDR, 2015b, p 31). Brasil (1998, p. 188)

define a vulnerabilidade como a condição intrínseca que caracteriza os efeitos adversos da interação de um corpo ou sistema receptor a uma ameaça de determinada magnitude, medida como intensidade do dano consequente.

### 2.1.1.3. Risco

O conceito de risco é muito variado e depende do contexto utilizado, podendo ser utilizado até com sentido positivo, e mesmo dentro da gestão de desastre não há consenso. Segundo a definição da UNISDR (2015b, p. 27), o risco é a combinação da probabilidade de um evento perigoso e sua consequência, que é resultado da interação do ameaça, vulnerabilidade, exposição e capacidade. Já IPCC (2012, p. 5) define como a probabilidade, em um período de tempo específico, de alterações graves no funcionamento da sociedade devido a interação de um evento físico perigoso e as condições sociais de vulnerabilidade. Brasil (1998, p. 162) conceitua como a “[...] relação existente entre a probabilidade de que uma ameaça de evento adverso ou acidente determinado se concretize e o grau de vulnerabilidade do sistema receptor a seus efeitos”. Equacionando matematicamente, o risco é (EM-DAT/CRED, 2016) descrito conforme a Equação (1):

$$\text{Risco} = \text{Perigo (Ameaça)} \times \text{Vulnerabilidade} \quad (1)$$

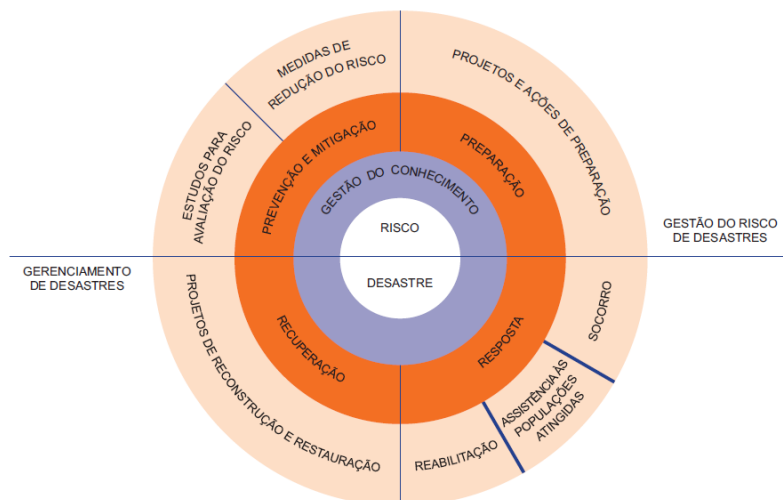
O risco pode ser tanto expresso na forma de probabilidade, por exemplo, em porcentagem, ou frequência, uma vez por ano. Nota-se que pela Equação (1) que qualquer ação na redução do perigo ou da vulnerabilidade, reduz-se efetivamente o risco, da mesma forma, o oposto também é válido (COPPOLA, 2015, p. 33). Quando se trata de ameaças naturais, a incidência deles está além do controle humano, porém a vulnerabilidade pode ser controlada. Cabe ressaltar que os riscos, assim como a ameaça e a vulnerabilidade, são dinâmicos e se modificam com o decorrer do tempo, também dependentes da percepção individual de cada envolvido (CEPED UFSC, 2014b, p. 73).

Neste sentido, a gestão do risco de desastres é um processo de identificação, avaliação e implementação de medidas, estratégias e políticas destinadas a melhorar o entendimento, transferência e redução do risco de desastres e melhorias contínuas na preparação, resposta e recuperação de desastres (IPCC, 2012, p. 5).

## 2.1.2. Ciclo de Proteção e Defesa Civil

A gestão dos riscos de desastres é um processo sistemático de diretrizes administrativas, organizacionais e operacionais para implementar estratégias e políticas a fim de reduzir os impactos das ameaças e a possibilidade de desastres, por meio de medidas de prevenção, mitigação e preparação (UNISDR, 2008, p. 105-114). Segundo Coppola (2015, p. 12), a gestão dos riscos de desastres é composta por quatro aspectos: mitigação, preparação, resposta e recuperação. Já pela Política Nacional de Proteção e Defesa Civil além dos quatros anteriores, também inclui a prevenção (Figura 4) (BRASIL, 2012b).

Figura 4 - Ciclo de Gestão de Proteção e Defesa Civil



Fonte: CEPED UFSC (2014c, p. 17)

A prevenção contempla atividades e medidas para evitar riscos de desastres novos e existentes, cujo conceito expressa a intenção de evitar completamente os efeitos adversos do impacto de perigos/ameaças, condições de vulnerabilidade e exposição com ações antecedentes ao evento. As medidas de prevenção também devem ser realizadas seguidas a um desastre de forma a prevenir ameaças secundárias (UNISDR, 2015b, p. 24-25).

A mitigação, às vezes chamada de prevenção, é definida como qualquer esforço realizado para reduzir os riscos de uma ameaça, as suas



probabilidades e/ou efeitos adversos (COPPOLA, 2015, p. 12). Como evitar completamente as perdas relacionadas aos desastres nem sempre é viável, muitas vezes os termos prevenção e mitigação são casualmente usados como sinônimos (UNISDR, 2015b, p. 25).

Já preparação é um conjunto de ações realizadas com antecedência do desastre, de forma a garantir organização apropriada, eficiente e a tempo para ações de resposta ao desastre. Respostas são ações realizadas imediatamente após e durante o evento e têm por finalidade minimizar os danos materiais, de vidas, propriedades e meio ambiente. Por fim, a recuperação é o conjunto de ações de reconstrução e reparos dos danos do desastre (COPPOLA, 2015, p. 12).

UNISDR (2008, p. 105-114) sugere que sejam cheçadas as seguintes ações para uma gestão integrada do risco de desastres como: conhecer o território, caracterizar as ameaças e os fatores de vulnerabilidade, identificar os riscos, inventariar as ferramentas de intervenção, identificar os recursos disponíveis e os que se devem providenciar, elaborar planos e cronogramas de ação e estabelecer sistemas de monitoramento.

### **2.1.3. A gestão do risco de desastres internacional**

Embora, a abordagem da gestão do risco de desastres seja relativamente nova, muitos dos conceitos que guiam a prática atual podem ser verificados em civilizações passadas em ações isoladas ou programas que abordassem determinados eventos, com o propósito de aliviar tanto o sofrimento humano quanto os danos às construções. Dentre estas ações, Coppola (2015, p. 4) cita: o controle das cheias do Rio Nilo pelos egípcios entre 1871 a 1722 a.C, as origens do Corpo de Bombeiro atuais com a unidade do exército do império romano chamada de corpo de “Vigiles” – responsáveis por patrulhar e vigiar as ruas contra possíveis incêndios, e o terraceamentos realizados pelos Incas que facilitaram a ocupação em terrenos íngremes bem como serviam para a conservação da água e proteção dos cultivos contra os deslizamentos.

O atual formato da gestão dos desastres, no sentido dos padrões e esforços organizados direcionados a preparação, mitigação e resposta a um amplo espectro de catástrofes, começou a surgir nos meados do século XX. Apesar de inicialmente ser aplicada na maioria dos países apenas como resposta a desastres específicos, principalmente aos ataques militares, a evolução tecnológica militar e a tensão de ataques nucleares durante a guerra fria iniciaram o desenvolvimento de sistemas de defesa

civil com inclusão de alarmes de alerta precoce, abrigos, equipes de busca e resgate, e coordenadores locais e regionais. Muitas nações então passaram a estabelecer estruturas legais para a criação e manutenção destes sistemas por meio de leis, criação de organizações de defesa civil nacionais, e locações de fundos e pessoas (COPPOLA, 2015, p. 6).

Devido ao momento e propósitos que surgiu, a defesa civil é uma combinação de forças militares e paramilitares agindo sob regras militares. A partir de 1970, as pesquisas em desastres propuseram modelos não militares de proteção civil. Embora os militares tenham grande autonomia em campo, robusta estrutura de comunicação, equipamentos especiais e diversas habilidades úteis em desastres, as ações deles tendem a ser rígidas e autoritárias (ALEXANDER, 2002, p. 210).

A proteção civil surgiu como uma contrapartida a defesa civil, uma vez que a demanda desta diminuiu, a demanda daquela aumentou sob a pressão de mais e mais sérios desastres civis, como terremotos, enchentes e acidentes de transporte (ALEXANDER, 2002, p. 210). Assim em alguns países os termos defesa civil, em inglês, “*civil defence*”, e proteção civil, “*civil protection*”, ou ainda o termo usado pelos estadunidenses “gestão da emergência”, “*emergency management*”, podem não ser utilizados como sinônimos, embora tenham propósitos similares.

Na década de 70 e 80, a defesa e proteção civil começou a tomar mais relevância a medida que os países começaram a criar sistemas em nível nacionais. Muitos criaram ao reconhecer a necessidade da formalização e destinar orçamento para um órgão tratar da gestão do risco de desastres, enquanto outros criaram apenas após pressão popular por conta da resposta aos eventos catastróficos ocorridos (COPPOLA, 2015, p. 6).

Com o propósito de fomentar a cooperação internacional na redução de desastres naturais, em 1989, a ONU declarou a década de 90 como o *Decênio Internacional sobre a Redução de Desastres Naturais* (IDNDR, sigla em inglês). O IDNDR tinha por objetivo geral convergir ações internacionais para diminuir as perdas humanas, econômicas e sociais causadas pelos desastres naturais, principalmente nos países em desenvolvimento (UN, 1989).

Em 1994, os países membro da ONU se reuniram na *Conferência Mundial sobre Redução de Desastres Naturais*<sup>2</sup> em Yokohama no Japão, para avaliar os avanços no IDNDR. A conferência resultou na

---

<sup>2</sup> Tradução própria para: *World Conference on Natural Disaster Reduction*

*Estratégia e Plano de ação de Yokohama para um Mundo mais Seguro*, que dentre as diretrizes definidas ressalta a importância da prevenção, preparação e mitigação para uma redução efetiva dos desastres. Em continuidade às políticas desenvolvidas no decênio (1990-1999), estabeleceu-se em Assembleia Geral das Nações Unidas a *Estratégia Internacional para Redução de Desastres* (ISDR, sigla em inglês). Esta estratégia visa possibilitar as comunidades se tornarem resilientes aos efeitos dos riscos e prosseguir da proteção para o gerenciamento dos riscos.

Na Segunda Conferência Mundial sobre a Redução de Desastres, em 2005, os 168 presentes, incluindo o Brasil, comprometeram-se a adotar as iniciativas constantes no *Marco de Ação de Hyogo* (MAH). O MAH estabeleceu três objetivos estratégicos a serem atingidos até 2015: i) integração da redução dos riscos de desastres nas políticas de desenvolvimento e planejamento em todos os níveis, ii) fortalecimento e desenvolvimento de instituições, mecanismos e capacidades em todos os níveis, que sistematicamente contribuam para aumentar a resiliência e iii) incorporação sistemática da redução do risco de desastres na implementação de programas e projetos de preparação, resposta e recuperação de áreas afetadas por desastres (UNISDR, 2005).

Passados os dez anos do Marco de Ação de Hyogo, ocorreu novamente no Japão, em março de 2015, a *Terceira Conferência Mundial da Redução dos Riscos de Desastres*. Nesta conferência foram discutidos os avanços, as lacunas identificadas bem como os desafios futuros. Com base nestas discussões foi proposto o *Marco de Sendai para Redução do Risco de Desastres 2015-2030*. O resultado esperado por este marco é reduzir substancialmente o risco de desastre e perdas de vidas e na saúde, bem como nos bens físicos, econômicos, sociais, culturais e ambientais das pessoas, empresas e comunidades. Para tanto, o objetivo geral é prevenir novos e reduzir os riscos de desastres existentes por meio da implementação de medidas integrativas e inclusivas, que previna e reduza a exposição e vulnerabilidade a desastres.

#### **2.1.4. A gestão do risco de desastres no Brasil**

No Brasil, CEPED UFSC (2014b, p. 12) analisa que em todas as cartas magnas desde 1824 a 1937 são abordadas as temáticas de proteção ao indivíduo, socorro público, calamidade pública, efeitos da seca, desastres e perigos públicos, mas que até 1940 não havia nenhum

órgão cuja finalidade era atender a população em situações de desastres. Durante a segunda guerra mundial quando o Brasil declarou guerra ao Eixo, por meio do Decreto-Lei n. 4.716 de 21 de setembro de 1942, criou-se o Serviço de Defesa Passiva Antiaérea, que passou a ser o Serviço de Defesa Civil, pelo Decreto-Lei n. 5.861/1943 – porém quando a guerra acabou o serviço foi desativado.

A partir da década de 1960, principalmente pelas graves secas na região Nordeste e consequências das chuvas intensas na região Sudeste, o foco da proteção e defesa civil deixou de ser relacionado a questões bélicas e voltaram-se mais aos desastres naturais. Ainda nesta década, foi criada a primeira Defesa Civil estadual, do então Estado da Guanabara, o Ministério do Interior, o Fundo de Calamidades Públicas e o Grupo Especial para Assuntos de Calamidades Públicas. As estratégias desenvolvidas neste período frente aos desastres eram predominantemente a ações de resposta e reconstrução (ALMEIDA, 2015, p. 6).

Em 1988, por meio do Decreto n. 97.274 foi instituído o Sistema Nacional de Defesa Civil (SINDEC). Diferentemente das estratégias desenvolvidas até então, agora este sistema continha já nos objetivos a estratégia de prevenção de danos causados pelos desastres. Já em 1992, o Conselho Nacional de Defesa Civil – criado juntamente com o SINDEC – estabeleceu por meio da Resolução n. 2, de 12 de dezembro de 1994, a Política Nacional de Defesa Civil. Esta política estava estruturada em quatro pilares: prevenção, preparação, resposta e reconstrução (CEPED UFSC, 2014b, p. 14).

Durante a década de 2000, as mudanças legais e institucionais continuaram a ocorrer na Defesa Civil quando, por exemplo, a Defesa Civil é incorporada a estrutura do Ministério da Integração Nacional – estrutura mantida atualmente (ALMEIDA, 2015, p. 7). Os desastres ocorridos no Estado de Santa Catarina e Rio de Janeiro em 2008 e 2011, respectivamente, somado a adesão do Brasil a regulamentações da ONU como o MAH, impulsionaram a criação da Lei n° 12.608/2012 – que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC).

Destaca-se na PNPEC em relação às políticas anteriores o fato da correlação da Proteção e Defesa Civil ser pensada de forma integrada com outras políticas de diversas áreas, tais como o Estatuto da Cidade, Lei de Parcelamento do Solo Urbano e Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Além disto, a PNPEC ressalta o enfoque na prevenção dos desastres e estipula as competências de cada um dos níveis da federação.

## 2.2. A EVOLUÇÃO E DIVERSIDADE DO CONCEITO DE VULNERABILIDADE

No uso cotidiano, o termo vulnerabilidade, segundo definição do dicionário Michaelis, refere-se a qualidade de vulnerável, ou seja, a fragilidade em um assunto ou questão e por onde alguém ou algo pode ser atacado ou ofendido (MICHAELIS, 2016). Do ponto de vista científico, o termo vulnerabilidade pode ter diversos conceitos (Quadro 4), diferenciados principalmente pela entidade vulnerável estudada, pelos envolvidos no estudo e contexto específico (mudanças climáticas, ciências sociais,..) (CIUREAN, SCHRÖTER e GLADE, 2013, p. 4; NATHAN, 2011, p. 560).

Até por volta da década de 1970, os estudos sobre o risco e desastre eram com ênfase puramente orientada a ameaça e reações pós-desastres (NATHAN, 2011, p. 559). A partir da década de 1980, o predomínio de estudos técnicos orientados às ameaças, os quais tratavam os desastres como resultados de eventos naturais extremos, começaram a ser questionados pela abordagem da vulnerabilidade como ponto de início para a redução dos riscos (BIRKMANN, 2006a, p.11; WISNER et al., 2003, p. 10).

Heijmans (2004, p. 116) cita que diversos autores têm analisado como o termo vulnerabilidade mudou e se ampliou historicamente, ou como os diferentes atores na sociedade têm percebido os desastres e vulnerabilidade. Segunda esta autora, três pontos de vistas e estratégias resultantes podem ser distinguidos: a natureza como causa; custo como causa; e a estrutura da sociedade como causa.

No primeiro ponto de vista, comum até a década de 1970, a culpa é da natureza e dos perigos naturais como causa da vulnerabilidade das pessoas, que variam de acordo com a intensidade, magnitude e duração do fenômeno externo. Para redução da vulnerabilidade, as estratégias adotadas são soluções científicas e tecnológicas por meio de sistemas de predição dos perigos e tecnologias para melhorar as condições físicas, por exemplo, infraestruturas e edificações, aos efeitos negativos do impacto (HEIJMANS, 2004, p. 116).

No segundo, o custo como causa, mesmo com os avanços científicos e tecnológicos as pessoas continuam a sofrer com os desastres, pois as soluções adotadas são caras. Assim a vulnerabilidade será reduzida se os governos, em nível nacional, se adaptarem as redes de segurança, seguros e fundos de calamidade e prover assistência financeira para fortalecer os bens da população (HEIJMANS, 2004, p. 116).

Quadro 4 - Definições de vulnerabilidade

<b>Vulnerabilidade é:</b>	<b>Fonte:</b>
O grau de perda para um determinado elemento em risco ou um conjunto de elementos em risco resultantes da ocorrência de um fenômeno natural de uma dada magnitude e expresso numa escala de 0 (ausência de danos) de 1 (dano total)	UNDRO (1979, p.5)
As condições determinadas por fatores ou processos físicos, sociais, econômicos e ambientais, que aumentam a suscetibilidade de uma comunidade ao impacto de perigos/ameaças.	UNISDR (2015b, p. 31)
As características de uma pessoa ou grupo em termos da sua capacidade para antecipar, enfrentar, resistir e se recuperar de impactos de um perigo/ameaça.	Wisner et al. (2003, p. 11)
Um fator de risco interno do objeto ou sistema que está exposto a um perigo/ameaça e corresponde à sua predisposição intrínseca de ser afetado, ou ser suscetível a danos. Em outras palavras, a vulnerabilidade representa a suscetibilidade física, econômica, política ou social ou predisposição de uma comunidade a danos no caso de um fenômeno desestabilizador de origem natural ou antrópica.	Cardona (2004, p. 37)

Fonte: adaptado de Ciurean, Schröter e Glade (2013, p. 7, tradução nossa).

Por fim, no terceiro ponto de vista, não é somente a exposição da população em áreas de impacto das ameaças que as colocam em risco, mas também todo um processo socioeconômico e político. Desta forma, a solução em longo prazo está na transformação das estruturas sociais e políticas e atitudes que perpetuam a pobreza e suas dinâmicas sociais. Heijmans (2004, p. 117) ressalta que em uma mesma agência ou órgão pode haver mais de um ponto de vista entre os decisores políticos e implementadores, assim os pontos de vista apresentados não são exclusivos. Este contexto histórico também pode ser visto nas diferentes disciplinas em Cardona (2004, p. 40-47) e Alwang, Siegel e Jorgensen (2001).

Segundo Brooks (2003, p. 3), as definições de vulnerabilidade relacionadas a mudanças climáticas tendem em duas categorias: (i) a vulnerabilidade tanto em termos dos potenciais danos causados a um

sistema por uma ameaça (perspectiva das ciências aplicadas); ou (ii) como um estado existente dentro de um sistema antes da interação com a ameaça (perspectiva das ciências sociais). Esta tendência também é observada por Nathan (2011, p. 561, tradução nossa), o autor indica que é possível distinguir dois tipos de definições de vulnerabilidade e suas variações:

*Vulnerabilidade como suscetibilidade:* um conjunto de condições, que aumentam a suscetibilidade de uma comunidade ao impacto de um fenômeno danoso;

*Vulnerabilidade como capacidade:* a maneira a qual uma unidade exposta pode antecipar, enfrentar e recuperar-se do impacto de uma ameaça.

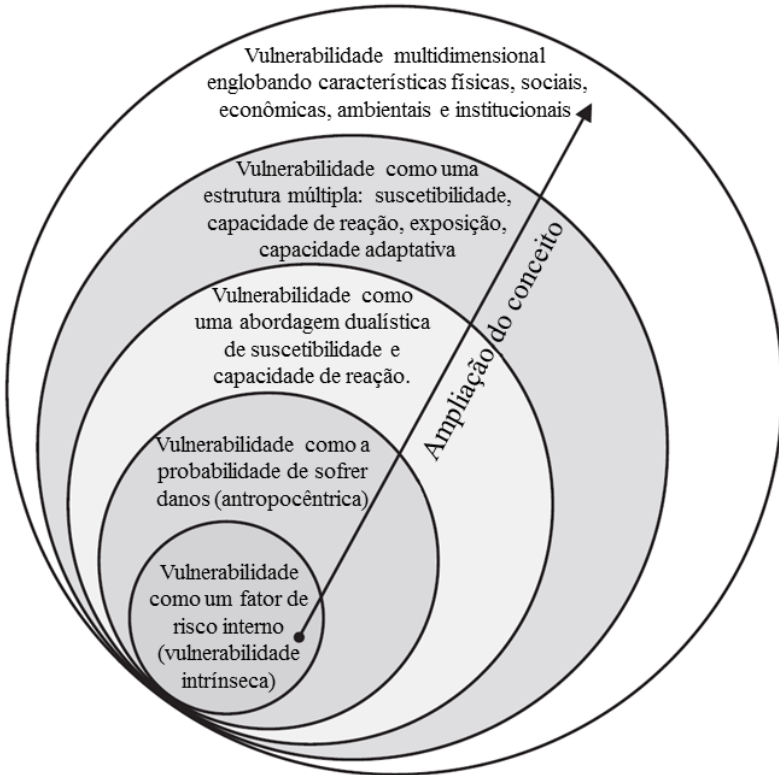
Vogel e O'Brien (2004, apud CIUREAN, SCHRÖTER e GLADE, 2013, p. 7) enfatizam que a vulnerabilidade é: (a) multidimensional e diferencial (varia de diferentes dimensões de um elemento a um conjunto de elementos e de um contexto físico para outro); (b) dependente da escala (relacionado a unidade de análise, por exemplo, individual, local, regional,...) ; (c) dinâmica (as características que influenciam a vulnerabilidade estão constantemente mudando no espaço e tempo). Quanto à multidimensionalidade e diferenciação, os autores ressaltam que geralmente há cinco dimensões a serem investigadas: física/funcional; econômica; social; ambiental; e política/institucional. Já para Wilches-Chaux (apud CARDONA, 2011, p. 115-116) as dimensões são: física; ambiental; econômica; social; política; institucional; educacional; cultural; e ideológica.

Birkmann (2006a) apresenta uma visão geral dos diferentes conceitos de vulnerabilidade em forma de círculos concêntricos, sem intenção de esgotar todas as definições (Figura 5). O autor parte do conceito de vulnerabilidade como suscetibilidade, apresentado anteriormente, como círculo mais interno e comum as outras definições, ampliando o conceito nos círculos circunscritos até o círculo mais externo, na qual a vulnerabilidade é analisada interdisciplinarmente dentro de um conceito multidimensional.

Embora a análise da vulnerabilidade seja ampla, complexa e dinâmica, esta pode ser dividida de forma a tornar a análise possível (NATHAN, 2011, p. 562). Desta forma algumas estruturas, modelos

conceituais e métodos foram desenvolvidos com o objetivo final de mensurar a vulnerabilidade.

Figura 5 - Esferas chaves dos conceitos de vulnerabilidade



Fonte: adaptado de Birkmann (2005, p.4, tradução nossa).



### 2.3. MÉTODOS PARA ANÁLISE DA VULNERABILIDADE

Segundo Ciurean, Schröter e Glade (2013, p. 12), os métodos de avaliação da vulnerabilidade têm sido desenvolvidos dentro do contexto da análise de risco, principalmente direcionados a um perigo/ameaça específico. Independente da abordagem utilizada, seja das ciências naturais ou das ciências sociais, existem algumas questões fundamentais que devem ser abordadas, tais como o objetivo e a escala da análise.

O objetivo e a escala da análise irão ditar o método a ser utilizado considerando os dados e recursos disponíveis. Por exemplo, análises mais detalhadas são realizadas em escala local, indivíduos ou edificações, porém os dados necessários não são prontamente disponíveis. Por outro lado, análises em escalas regionais ou nacionais podem ser aplicadas, porém resultam em perda de informações. Por fim, o aumento ou diminuição da escala implicam em diferentes níveis de generalização ou suposições, que são particularmente importantes quando a qualidade e quantidade dos dados são baixas – influenciando assim a precisão dos resultados (CIUREAN, SCHRÖTER e GLADE, p. 12).

Polski et al. (2003) propõem um método de oito passos para avaliação da vulnerabilidade a mudanças globais (Figura 6). O objetivo do método é expandir a discussão presente na literatura e incluir a apreciação das perspectivas de diversas disciplinas e análises requeridas. Os oito passos foram desenvolvidos de forma a satisfazer a cinco critérios: a base de conhecimentos envolvidos para análise tem de ser variada e flexível; a avaliação da vulnerabilidade deve ser local, com consciência da progressão de escalas; os condutores das mudanças globais devem ser múltiplos e interagindo; as avaliações da vulnerabilidade devem permitir a capacidade de adaptação diferencial; a informação deve ser tanto prospectiva e histórica. Os passos contidos na Figura 6 deveriam ser seguidos sequencialmente, entretanto sabe-se que o processo de pesquisa na prática é caracterizado por sobreposição e iterações, assim a espiral ao lado sugere o fluxo natural da pesquisa e avaliação (SCHRÖTER, POLSKY E PATT, 2005, p. 576-579).

Em geral, a vulnerabilidade pode ser mensurada tanto em uma escala métrica, por exemplo, em termos de dada moeda, quanto não numérica, baseada em valores sociais ou percepções (CIUREAN, SCHRÖTER e GLADE, 2013, p. 13). Cientistas das ciências sociais e naturais geralmente abordam o termo vulnerabilidade sob diferentes aspectos, conseqüentemente, abordagens participativas e dedutivas têm sido consideradas como opostas. As abordagens participativas, em geral

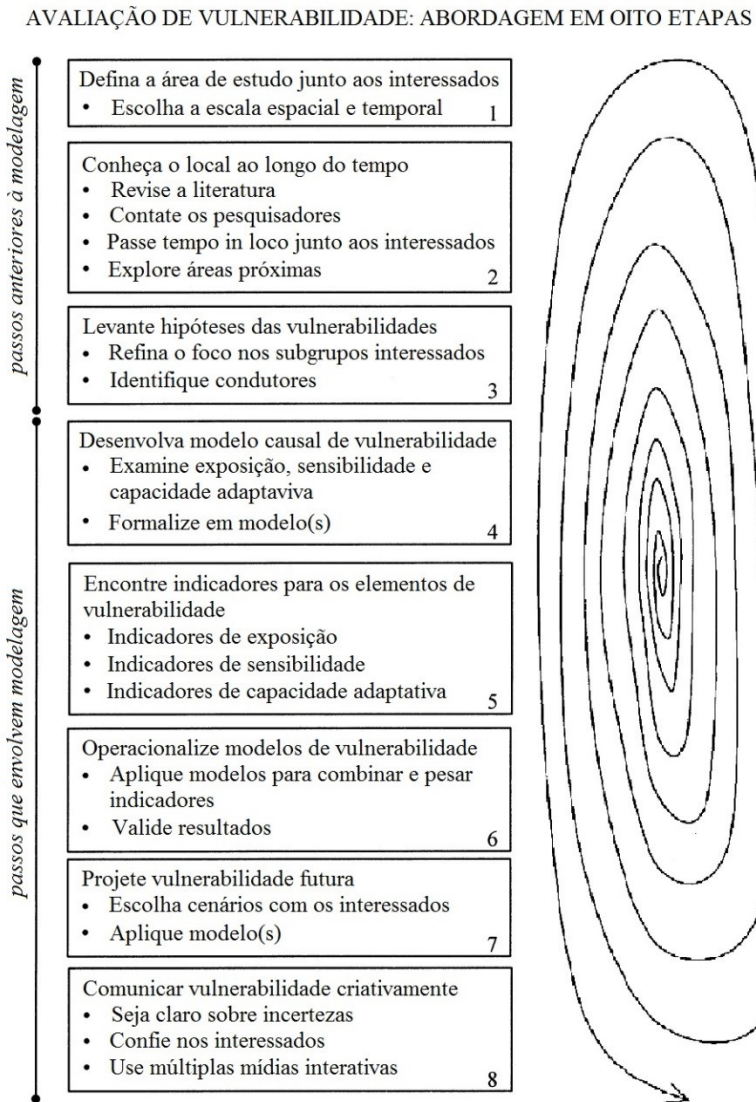
das ciências sociais, têm como objetivo dar poder às pessoas, tentando estimular o desenvolvimento local e incorporando estratégias de adaptações e enfrentamento. Já as abordagens dedutivas, em geral das ciências naturais e aplicadas, são voltadas a quantificação da vulnerabilidade dos elementos e pessoas expostas ao risco de forma a desenvolver medidas individuais e comparáveis (FUCHS, KUHLCHE e MEYER, 2011, p. 616).

Segundo Ciurean, Schröter e Glade (2013, p. 13) a avaliação da vulnerabilidade social reflete-se em duas perspectivas: uma que se refere a danos intangíveis e elementos em risco que os valores não podem ser facilmente contados ou mensurados em termos econômicos; e outra que interpreta os fatores socioeconômicos que causam ou produzem vulnerabilidade na sociedade. Os autores indicam que um papel central na avaliação da vulnerabilidade social é atribuído aos métodos baseados em indicadores. Uma revisão sobre estes métodos pode ser verificada em Birkmann (2006b).

Já para a avaliação física ou técnica, Ciurean, Schröter e Glade (2013, p. 15-16) avaliam que a ênfase é dada no papel da ameaça, enquanto os sistemas humanos têm uma influência menor nos resultados. A vulnerabilidade na literatura da engenharia é geralmente definida como por UNDRO (1979) no Quadro 4 (p. 20) e a avaliação é direcionada a uma ameaça específica. A forma mais comum de expressar a vulnerabilidade física para diferentes tipos de ameaças são: curvas de vulnerabilidade, matrizes de danos e indicadores de vulnerabilidade (KAPPES, PPATHOMA-KÖHLE e KEILER, 2012, p. 578).

As curvas de vulnerabilidade, fragilidade ou danos são abordagens muito difundidas entre engenheiros. Estas são desenvolvidas para tipos específicos de ameaças e relacionam a intensidade da ameaça aos danos esperados ou ainda os custos destes danos relacionados ao custo total em risco. As desvantagens deste método são que as curvas são relacionadas a uma única característica da edificação e a construção delas requer grande número de edificações danificadas (KAPPES, PPATHOMA-KÖHLE e KEILER, 2012, p. 578).

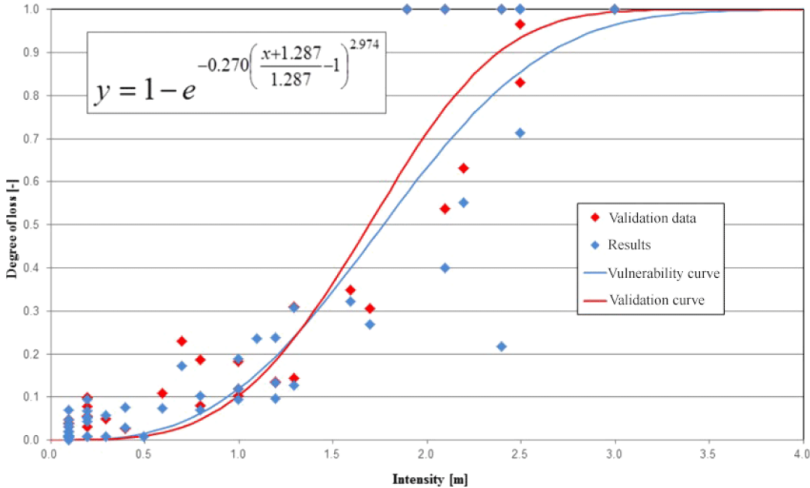
Figura 6 - Método de oito passos para avaliação da vulnerabilidade a mudanças globais



Fonte: adaptado de Schröter, Polsky e Patt (2005, p. 579, tradução nossa).

A Figura 7 exemplifica uma curva de vulnerabilidade para fluxo de detritos, na abscissa é a intensidade e na ordenada, o grau do dano.

Figura 7 - Curva de vulnerabilidade e curva de validação baseada nos dados dos danos de fluxo de detritos do evento de 1987 em Martell



Fonte: Papathoma-Köhle (2016).

Já as matrizes de danos são simples e compostas por classificação de intensidade e níveis graduais de danos, com resultados semi-quantitativos. Ambos, curvas e matrizes têm as desvantagens de generalizar demais e negligenciar outras propriedades que também contribuem para a vulnerabilidade. (KAPPES, PAPATHOMA-KÖHLE e KEILER, 2012, p. 578).

Os indicadores de vulnerabilidade são variáveis que representam a qualidade característica de um sistema capaz de prover informações a respeito da suscetibilidade, capacidade de enfrentar e resiliência do impacto de uma ameaça de origem natural (BIRKMANN, 2006). Uma das vantagens dos indicadores é que são ferramentas simples e flexíveis que podem ser usados para diferentes propósitos e por diferentes usuários. Por outro lado, as dificuldades do seu uso estão relacionadas a seleção dos indicadores, os dados requeridos, a padronização e a atribuição de pesos.

### 2.3.1. Métodos de Avaliação da vulnerabilidade física a deslizamentos

Uzelli et al. (2008) propõem um método quantitativo para estimar a vulnerabilidade física de ambientes construídos a deslizamentos, na qual a vulnerabilidade é definida quantitativamente como uma função da suscetibilidade dos elementos e da intensidade dos deslizamentos, ambos variando em um valor de 0 a 1, conforme a Equação (2):

$$V = I \times S \quad (2)$$

Onde: V é a vulnerabilidade; I é intensidade do deslizamento; S é a suscetibilidade dos elementos que estão em risco;

Neste contexto, a suscetibilidade refere-se à falta de capacidade dos elementos em preservar sua integridade física e seu uso em uma interação física com uma massa deslizante genérica. Os autores afirmam que o modelo pode acomodar vários fatores e no método propõem a suscetibilidade das estruturas e pessoas. Na proposta, suscetibilidade é proposta com a seguinte equação (3):

$$S = 1 - \prod_{i=1}^{n_s} (1 - \xi_i) \quad (3)$$

Onde:  $\xi_i$  é o número de fatores de suscetibilidade, e também fica definido numa faixa entre 0 e 1

Já a intensidade do deslizamento é definida por um conjunto de parâmetros que consideram características tanto cinéticas quanto cinemáticas da interação entre a massa deslizante e a área no qual está sendo estudada. Para quantificar a intensidade, os autores chegaram a seguinte equação (4):

$$I = k_s \times [r_K \times I_K + r_M \times I_M] \quad (4)$$

Onde:  $k_s = (A_i/A_t)$ , definido como taxa de impacto espacial, sendo que as medidas  $A_i$  e  $A_t$  referem à área afetada pelo deslizamento de terra e a área total do local ao que está sendo estudado, respetivamente;  $r_K$  corresponde ao fator cinético e  $r_M$  o fator cinemático;  $I_K$  é o parâmetro de intensidade cinética e  $I_M$  o parâmetro de intensidade cinemático.

Silva (2015) desenvolveu uma metodologia para a estimativa quantitativa da vulnerabilidade das estruturas utilizando parâmetros de fácil acesso a um usuário comum. As variáveis consideradas são geométricas: a diferença entre a cota mais alta e a cota mais baixa do

deslizamento, considerando o impacto; e a distância entre o centro de gravidade da estrutura e o ponto de partida da massa deslizante. Estes valores são calculados em ambiente SIG para cada edificação em relação ao ponto crítico de falha, obtido de um mapa de suscetibilidade.

Estes parâmetros são aplicados a uma equação que simula o comportamento do deslizamento, conforme a equação (5):

$$V = [1 + \left(\frac{T}{0,55}\right)^{-\delta}]^{-1} \quad (5)$$

Onde: V é vulnerabilidade física, T é a relação entre o gradiente modificado (Z) e a resistência das estruturas (R) expostas ao evento adverso, e  $\delta$  é o coeficiente de proporcionalidade.

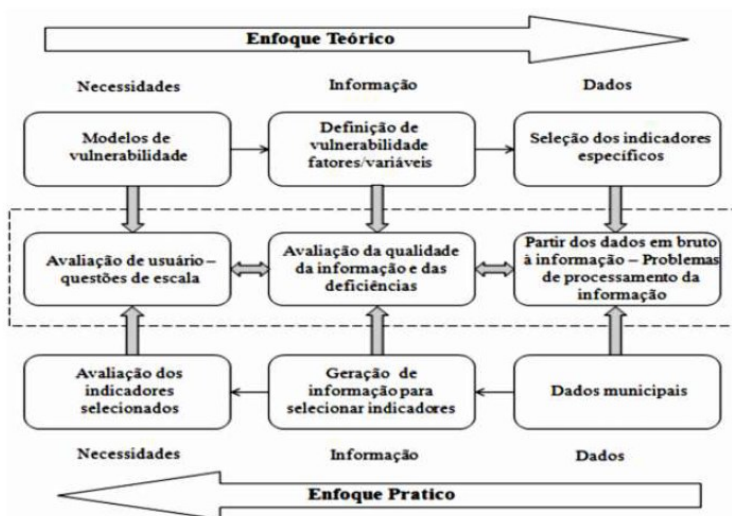
Fernández (2009) analisou a vulnerabilidade da população a movimentos sísmicos, cuja metodologia pode ser adaptada aos deslizamentos. O conceito desenvolvido por essa autora é de uma abordagem em dois sentidos, um sentido com enfoque em uma série de passos teóricos para avaliação da vulnerabilidade e outro sentido com enfoque prático e orientado aos dados já disponíveis pela municipalidade. A Figura 8 ilustra os dois enfoques.

No enfoque teórico, a sequência dos passos se inicia com a definição dos modelos de vulnerabilidade que existem na literatura de gestão de riscos para diferentes perspectivas e tipos de vulnerabilidade. Em seguida são definidos os fatores e as variáveis necessárias para desenvolver os modelos. Por fim, a identificação das informações disponíveis nos municípios e avaliação dos indicadores selecionados (FERNÁNDEZ, 2009, p. 57).

Já no enfoque prático ocorre o inverso, como é desenvolvido com base em estudo de caso o início é a partir dos dados disponíveis pela municipalidade, seguido de processamento das informações e avaliação dos indicadores específicos.

A principal proposta da autora é a análise da vulnerabilidade em 3 estágios do desastres, impacto, resposta e recuperação, que são estágios cronologicamente seguidos e que necessitam diferentes estratégias do município para enfrentá-los.

Figura 8 - Modelo conceitual da análise da vulnerabilidade proposto por Fernández (2009)



Fonte: Adaptado de Fernandez (2009, p. 58) por Silva (2015, p. 38).

CEPED UFSC (2014a) definiu um conjunto de indicadores para análise da vulnerabilidade a deslizamentos e inundações divididos em 6 dimensões principais: fator socioeconômico; físico-ambiental; saúde; educação; percepção de risco; e infraestrutura e ocupação do solo.

As variáveis definidas pelo autor para avaliar cada indicador decorreram dos dados disponíveis na base de dados do IBGE e informações possíveis de serem coletadas em campo. Os pesos dos campos e das variáveis são definidos seguindo lógica de Fibonacci, iniciando pelo valor 0,123581321, sendo destacado pelo autor que os pesos estão em processo de aperfeiçoamento. As variáveis definidas para a vulnerabilidade físico-ambiental a deslizamentos são as apresentadas no Quadro 5, onde se observa que a maioria delas necessita de trabalhos de campo para a coleta.

Silva e Pereira (2014) utilizam uma metodologia semi-quantitativa para avaliar a vulnerabilidade física das edificações expostas a deslizamentos rasos no município português de Santa Marta de Penaguião.

Quadro 5 - Variáveis da dimensão físico-ambiental e graus da vulnerabilidade a deslizamentos.

Variável	Grau de vulnerabilidade	
No logradouro; quadra face ou face confrontante do imóvel:	Existe lixo acumulado nos logradouros	Muito Alta Vulnerabilidade
	Existe esgoto a céu aberto	Alta Vulnerabilidade
	Não Existe bueiro/boca-de-lobo	Muito Alta Vulnerabilidade
Tipo do Solo do imóvel	Terreno sob aterro sanitário	Muito Alta Vulnerabilidade
Presença de material no solo	Presença materiais no solo - Bananeira	Alta Vulnerabilidade
	Presença materiais no solo – Entulho	Alta Vulnerabilidade
	Presença materiais no solo - Matacões	Alta Vulnerabilidade
	Presença materiais no solo - Bloco de rocha	Muito Alta Vulnerabilidade
	Presença materiais no solo - Paredão de rocha	Alta Vulnerabilidade
Tempo em que o solo leva para secar	Concentração da água de chuva em superfície	Muito Alta Vulnerabilidade
Qual a inclinação do solo em que se encontra a edificação e/ou corte do talude	Declividade - Mais de 45 graus	Muito Alta Vulnerabilidade
	Declividade - De 22,5 graus a 45 graus	Alta Vulnerabilidade
Existe próximo a edificação ou na edificação (considere ate 100m de distancia)	Inclinação muros	Muito Alta Vulnerabilidade
	Inclinação de árvores	Muito Alta Vulnerabilidade
	Inclinação de postes	Alta Vulnerabilidade
	Embarrigamento de Muros de contenção	Muito Alta Vulnerabilidade
	Embarrigamento de Muros da edificação	Alta Vulnerabilidade
	Trincas na moradia	Muito Alta Vulnerabilidade
	Cicatrizes de escorregamento	Muito Alta Vulnerabilidade
	Degraus de abatimento	Muito Alta Vulnerabilidade
	Feições erosivas - Linear	Alta Vulnerabilidade
	Feições erosivas - Ravina	Muito Alta Vulnerabilidade
	Feições erosivas - Sulco	Alta Vulnerabilidade
	Feições erosivas - Voçoroca	Muito Alta Vulnerabilidade
	Minas d'água no talude ou aterro - No meio	Alta Vulnerabilidade
	Minas d'água no talude ou aterro - No sopé	Moderada Vulnerabilidade
	Minas d'água no talude ou aterro - No topo	Muito Alta Vulnerabilidade
Tipo de Talude - Corte	Muito Alta Vulnerabilidade	
Tipo de Talude - Extração mineral	Moderada Vulnerabilidade	

Continua



## Conclusão

Variável		Grau de vulnerabilidade
Material da cobertura do solo ao redor da edificação (considere até 10m de distância)	Drenagem superficial - Precário	Alta Vulnerabilidade
	Drenagem superficial – Inexistente	Muito Alta Vulnerabilidade
A edificação possui calha, dutos e caixa pluvial (águas da chuva)	Lançamento de água da chuva em superfície - A céu aberto	Muito Alta Vulnerabilidade
Distância da edificação, em metros, ao agente desencadeador de possível evento	2 a 5 m; 5 a 10m; 10 a 25m; 25 a 50m; 50 a 100m. mais de 100m.	Muito Alta Vulnerabilidade (o inverso da distância X peso)
A moradia foi afetada por deslizamentos		Muito Alta Vulnerabilidade

Fonte: adaptado de CEPED UFSC (2014a)

A metodologia consiste em combinar a Intensidade dos Deslizamentos (LM) e a Resistência das Edificações (BR), que é empiricamente obtida atribuindo pesos a um conjunto de parâmetros relacionados às características das edificações. A equação (6) define o cálculo da vulnerabilidade:

$$PV = \{1 - BR\} \times LM \quad (6)$$

A Intensidade dos Deslizamentos é definida com base nas características dos deslizamentos, tais como tipo de ruptura, parâmetros morfométricos, velocidade e danos observados. De acordo com essas características os autores definem o peso para o indicador em um valor de 0 a 1 heurísticamente.

Já na Resistência das Edificações (BR), os autores atribuem pesos a 5 atributos das edificações, Técnica Construtiva (CT), Material de Construção (CM), Estrutura do pavimento e Telhado (FRS), Número de Pavimentos (NF) e Estado de Conservação (CS) conforme a Equação (7):

$$BR = (0,3 \times CT) + (0,3 \times CM) + (0,2 \times FRS) + (0,1 \times NF) + (0,1 \times CS) \quad (7)$$

Os autores avaliam estes atributos em 27 classes empiricamente ponderadas com um valor variando entre 0 e 1, sendo 1 máxima resistência e 0 sem resistência (Quadro 6). O Material de Construção é a o material predominante de preenchimento das paredes, que influencia a capacidade de resistir os esforços solicitantes de um movimento de massa sobre estas.

Quadro 6 - Características das edificações e pesos das resistências correspondentes

<b>Características das edificações</b>	<b>Classe de característica das edificações</b>	<b>Classe de Resistência</b>
Técnica Construtiva	Paredes de tijolos ligadas a concreto armado;	1,0
	Estruturas metálicas (resistentes);	0,8
	Paredes de pedra com concreto;	0,7
	Paredes de tijolos com concreto;	0,5
	Paredes de pedra irregulares com concreto;	0,5
	Estruturas de madeira (resistentes);	0,4
	Paredes de pedra soltas;	0,3
	Paredes de pedra irregulares e soltas;	0,2
	Adobe;	0,2
	Estruturas metálicas (frágeis);	0,1
Estruturas de madeira (frágeis);	0,1	
Material de Construção	Concreto armado;	1,0
	Metal (resistente);	0,8
	Granito;	0,7
	Tijolo;	0,5
	Xisto;	0,5
	Madeira (resistente);	0,4
	Metal (frágil);	0,1
Madeira (frágil)	0,1	
Estrutura do pavimento e telhado	Concreto;	1,0
	Outros elementos reforçados (madeira e metal);	0,2
Nº Pavimentos	1	0,7
	≥2	1,0
Estado de Conservação	Muito bom	1
	Bom	0,7
	Médio	0,3
	Ruim	0,1

Fonte: adaptado de Silva e Pereira (2014, p. 1037, tradução nossa).

Já a Estrutura do pavimento e Telhado reforça a integridade das paredes e configura a edificação, enquanto o Número de Pavimentos adapta o atributo profundidade das fundações – uma vez que geralmente edificações mais altas possuem fundações mais sólidas e profundas. Enfim, Estado de Conservação está diretamente relacionado ao nível de resistência devido a fadiga e desgaste do material (SILVA e PEREIRA, 2014, p. 1049, 1050). Os valores da resistência das edificações é um valor entre 0 e 1, sendo 0 sem resistência e 1 máxima resistência.

O Quadro 7 sintetiza demais autores que desenvolveram análise da vulnerabilidade por métodos quantitativos ou semi-quantitativos.

Quadro 7 – Exemplos de indicadores/variáveis de análise da vulnerabilidade física na literatura

Autor	Ameaça	Indicadores/Variáveis
Guillard-Gonçalves <i>et al.</i> (2016)	Deslizamento	Intensidade do deslizamento Tipo de estrutura e material de construção
Kaynia <i>et al.</i> (2008)	Deslizamento	Susceptibilidade de estruturas (susceptibilidade fator de topologia estrutural, Susceptibilidade fator de estado de manutenção) Susceptibilidade de pessoas (susceptibilidade de pessoas em espaços abertos e veículos, fator de susceptibilidade da densidade população, Fator de susceptibilidade ao rendimento, fator de susceptibilidade da idade, suscetibilidade de pessoas em estruturas) Intensidade dos deslizamentos Quantificação das incertezas (estatísticas)
Peng <i>et al.</i> (2014)	Deslizamento	Resistência das edificações (técnica construtiva, material construtivo, número de pavimentos, estado de conservação) Resistência das infraestruturas ( redes [redes de comunicação, rede elétrica, rede de água] vias, portos e pontes) Resistência dos recursos territorial (Uso do solo, declividade) Intensidade dos deslizamentos
Li <i>et al.</i> (2010)	Deslizamento	Intensidade do deslizamento (Fator de profundidade de detritos, fator deformação para estruturas, fator intensidade geométrica, fator intensidade dinâmica) Resistencia das estruturas ( tipologia estrutural, número de pavimentos, estado de manutenção) Resistência das pessoas Resistência das pessoas dentro das estruturas
Papathoma-Köhle (2016)	Fluxo de detritos	Informações das Edificações (Material, número de pavimentos, condições, abertura em direção a encosta, sinais de danos de deslizamento, porão, cobertura, tipo de fundação) Informações do arredor (Linha de edificações a cima na encosta, Linha de edificações a jusante do rio, protegido por vegetação, medidas de proteção, objetos que podem ser levados pela ameaça)

Continua

## Continuação

Autor	Ameaça	Indicadores/Variáveis
Kappes, Papathoma- Köhle e Keiler (2012)	Multiameaças	<p>Informações das Edificações (Material, número de pavimentos, condições, abertura em direção a encosta, sinais de danos de deslizamento, porão, cobertura, tipo de fundação)</p> <p>Informações do arredor (Linha de edificações a cima na encosta, Linha de edificações a jusante do rio, protegido por vegetação, medidas de proteção, objetos que podem ser levados pela ameaça)</p> <p>Informações da população (uso, população vulnerável [escolas/hospitais, etc.], densidade da população [inverno/dia], den. p [inverno/noite], den. p. [verão/dia], den. p. [verão/noite])</p>
Silva (2016) Mantovani (2016) Henrique (2014)	Deslizamentos	<p>Quantidade de edificações</p> <p>Características da edificação (Tipo de edificação, Material das paredes, Cobertura, Piso, Existência de danos)</p> <p>Características do acesso à edificação (Tipo do acesso, Qualidade do acesso)</p> <p>Características do acesso ao subsetor (Número de acesso, tipo de acesso, distância para próxima comunidade, veículo que transita)</p> <p>Localização da edificação (Posição no talude, Distância até o pé do talude, Distância até o topo do talude)</p> <p>Infraestrutura básica (Condições de abastecimento de água, Esgotamento sanitário)</p> <p>Frequência da coleta de lixo, Destino do lixo não coletado, Fornecimento de energia elétrica)</p>

Continua

## Conclusão

Autor	Ameaça	Indicadores/Variáveis
Dutra (2011)	Deslizamentos	<p>Percentual de domicílios sem acesso regular a infraestrutura e serviços básicos (água, energia elétrica, rede de esgoto, coleta de lixo, drenagem pluvial, drenagem de água servida e iluminação pública);</p> <p>Percentual de domicílios sem acesso a calçamento e com difícil acessibilidade;</p> <p>Percentual de domicílios sem acondicionamento adequado de água potável;</p> <p>Percentual de domicílios com acesso a abastecimento de água de poço ou nascente;</p> <p>Percentual de domicílios sem instalação de banheiro e sanitário;</p> <p>Percentual de domicílios do tipo cômodo (barraco de madeira sem divisão interna);</p> <p>Percentual de domicílios com divisão interna de material improvisado: resto de madeira, compensado, papelão, tecido, plástico e lona;</p> <p>Percentual de domicílios em precário estado de construção e conservação, apresentando sinais de fragilidade nas estruturas;</p> <p>Percentual de domicílios sem acesso a serviços de utilidade pública emergencial na comunidade;</p> <p>Percentual de domicílios sem acesso aos serviços públicos sociais na comunidade.</p>

Fonte: autor

## 2.4. DESLIZAMENTOS

Os movimentos de massa são processos geológicos, que juntamente com o intemperismo e erosão, contribuem para a evolução da paisagem, modificando as formas do relevo. Estes movimentos podem ser compreendidos como qualquer movimento de materiais terrosos ou rochosos sob ação da gravidade, com presença ou não de água, gelo, e/ou ar, sem levar em conta a forma, a velocidade e o processo de formação (NUMMER e PINHEIRO, 2013, p.68).

Segundo Nummer e Pinheiro (2013, p.69), as classificações de movimentos de massa de forma geral seguem a combinação dos seguintes critérios: (i) velocidade; (ii) natureza do material, textura, conteúdo de água; (iii) geometria da massa movimentada; (iv) taxa de deformação do movimento. Devido à complexidade do fenômeno, diversas classificações foram realizadas, cada qual com sua limitação. Augusto Filho (1992 apud TOMINAGA, 2009b) classifica os movimentos de massa em 4 tipos básicos: rastejos, escorregamentos (deslizamentos), corridas e quedas de blocos (Quadro 8).

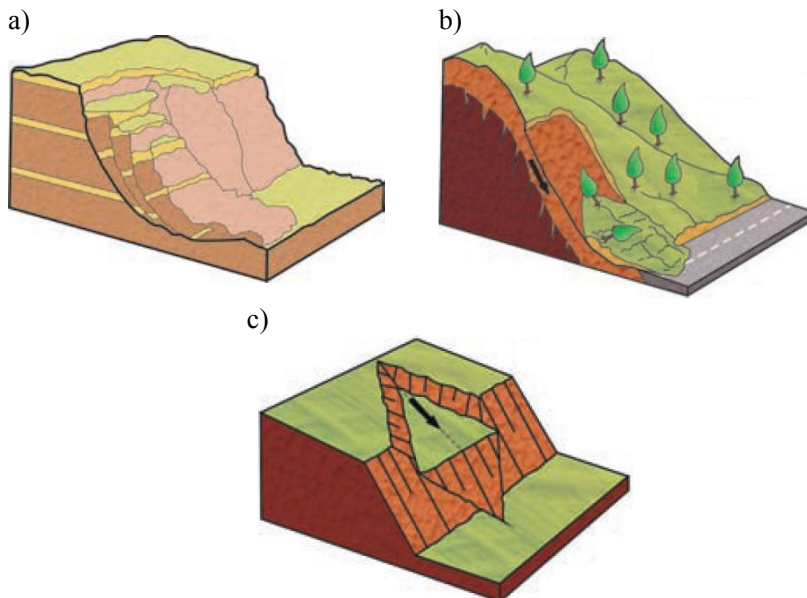
Quadro 8 - Principais tipos de movimentos de massa em encostas

Processos	Dinâmica/Geometria/Material
Rastejos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vários planos de deslocamento (internos)</li> <li>• velocidades muito baixas (cm/ano) a baixas e decrescentes com a profundidade</li> <li>• movimentos constantes, sazonais ou intermitentes</li> <li>• solo, depósitos, rocha alterada/fraturada</li> <li>• geometria indefinida</li> </ul>
Escorregamentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• poucos planos de deslocamento (externos)</li> <li>• velocidades médias (m/h) a altas (m/s)</li> <li>• pequenos a grandes volumes de material</li> <li>• geometria e materiais variáveis:</li> </ul> <p>Planares – solos pouco espessos, solos e rochas com um plano de fraqueza;            Circulares – solos espessos homogêneos e rochas muito fraturadas            Em cunha – solos e rochas com dois planos de fraqueza</p>
Quedas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sem planos de deslocamento</li> <li>• movimentos tipo queda livre ou em plano inclinado</li> <li>• velocidades muito altas (vários m/s)</li> <li>• material rochoso</li> <li>• pequenos a médios volumes</li> <li>• geometria variável: lascas, placas, blocos, etc.</li> </ul> <p>Rolamento de matacão            Tombamento</p>
Corridas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• muitas superfícies de deslocamento</li> <li>• movimento semelhante ao de um líquido viscoso</li> <li>• desenvolvimento ao longo das drenagens</li> <li>• velocidades médias a altas</li> <li>• mobilização de solo, rocha, detritos e água</li> <li>• grandes volumes de material</li> <li>• extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas</li> </ul>

Fonte: Augusto Filho (1992 apud TOMINAGA, 2009b, p. 28)

Segundo a definição do COBRADE (2012a, p. 31), os deslizamentos<sup>3</sup> “são movimentos rápidos de solo ou rocha, apresentando superfície de ruptura bem definida, de duração relativamente curta, de massas de terreno geralmente bem definidas quanto ao seu volume, cujo centro de gravidade se desloca para baixo e para fora do talude”. Nummer e Pinheiro (2013, p.74) afirmam que os deslizamentos se desenvolvem ao longo de uma ou mais superfícies de ruptura e que de acordo com a geometria dessas superfícies (Figura 9), os movimentos podem ser classificados em circulares (rotacionais), planares (translacionais) ou em cunha.

Figura 9 - a) deslizamento circular, b) deslizamento translacional e c) deslizamento em cunha.



Fonte: a) Lopes (2006 apud TOMINAGA, 2009b, p.29), b) e c) Tominaga (2009b, p. 31-32).

Existe na natureza a tendência dos solos e rochas das encostas se movimentarem até atingir um nível base, ou seja, alcançar uma posição onde as forças atuantes, por exemplo, as componentes gravitacionais

<sup>3</sup> Os escorregamentos são comumente utilizados como sinônimo de deslizamentos. Assim, neste trabalho preferiu-se por utilizar preferencialmente o último por ser o termo a constar na codificação oficial brasileira.

(peso), estejam próxima do equilíbrio com as componentes de resistência ao cisalhamento do solo.

Segundo Cruden e Varnes (1996), a instabilização de encostas e taludes pode ser dividida em três mecanismos: i) fatores que aumentam a tensão de cisalhamento; ii) fatores que diminuem a resistência ao cisalhamento; e iii) fatores que reduzem a resistência do material. O Quadro 9 sintetiza os principais mecanismos deflagradores de movimentos de massa segundo estes autores.

Quadro 9 - *Checklist* de causas de movimentos de massa

Causas geológicas	Materiais fracos Materiais sensíveis Materiais intemperizados Materiais cisalhados Materiais fissurados ou fraturados Orientação desfavorável de descontinuidades (acamadamento, xistosidade, etc.) Orientação desfavorável de descontinuidades estruturais (falhas, etc.) Contraste de permeabilidade Contraste de rigidez
Causas morfológicas	Levantamento vulcânico ou tectônico Alívio de degelo Erosão fluvial no pé do talude Erosão por ondas no pé do talude Erosão glacial no pé do talude Erosão nas margens laterais Erosão subterrânea (solução, <i>piping</i> ) Deposição de cargas no talude ou na crista Remoção de vegetação (fogo, seca)
Causas físicas	Chuva intensa Derretimento rápido de neve Precipitações prolongadas Rebaixamentos rápidos (enchentes e marés) Terremotos Erupções vulcânicas Descongelamento Intemperismo por congelamento e descongelamento Intemperismo por expansão e retração
Causas humanas	Escavações do talude ou na base Carregamento no talude ou crista Rebaixamento dos reservatórios Desmatamento Irrigação Mineração Vibração artificial Vazamento de água

Fonte: Cruden e Varnes (1996, p. 60, tradução Nummer e Pinheiro, 2013)



Embora existam diferentes agentes condicionantes e deflagradores de deslizamentos, para Vedovello e Macedo (2007, p. 80) as precipitações é o principal deles, especialmente para as condições climáticas e geológicas-geotécnicas do Brasil. Por outro lado, o trabalho de Mendes et al. (2018) sobre os deslizamentos em Campos do Jordão-SP demonstram que as chuvas de alta intensidade e as condições geotécnicas não foram severas o suficiente para desencadear os deslizamentos na encosta ocupada da área de estudo, e que a interferência antrópica foi a responsável pelos eventos em ocorridos em 2000.

O aumento no perigo a deslizamento tem sido relacionado à corte e aterro impróprios de edificações autoconstruídas em encostas íngremes depois da remoção da vegetação. Além disto, a falta de sistema coletor implica que as águas servidas sejam despejadas nas encostas, aumentando assim a suscetibilidade de deslizamento bem como o perigo a saúde associados à falta de saneamento (MENDES et al., 2018, p. 15).



### 3. ÁREA DE ESTUDO

#### 3.1. JOINVILLE

O município de Joinville localiza-se na mesorregião nordeste do estado de Santa Catarina, tendo como municípios limítrofes ao norte Garuva e Campo Alegre, a leste, São Francisco do Sul, ao sul, Araquari, Guaramirim e Schroeder, e a oeste, Jaguará do Sul (Figura 10). Fundado em 1851, Joinville tem sua origem com a chegada dos primeiros imigrantes alemães, suíços e noruegueses a nova terra chamada Colônia Dona Francisca – terras que faziam parte do dote de casamento da princesa Francisca Carolina, filha de Dom Pedro I. O município possui uma área de aproximadamente 1.126km<sup>2</sup> e população em 515.288 pessoas, predominantemente urbana, sendo o município catarinense mais populoso (IBGE, 2010).

Do ponto de vista social ocupa a 21<sup>o</sup> posição no Índice de Desenvolvimento Humano Municipal brasileiro (IDHM). Teve o uso e ocupação de seu território intensificado pelo crescimento urbano e econômico e caracteriza-se como um polo industrial nacional. No Produto Interno Bruto (PIB) do município, a indústria contribui com 47,1%, os serviços com 52,6% e a agropecuária com somente 0,3%.

O relevo de Joinville caracteriza-se por três feições geomorfológicas distintas: escarpas da vertente Atlântico e reverso para o plano da Serra do Mar (ii) planícies abrangendo colinas e morros isolados com direção Norte-Sul (Morro do Boa Vista, Iriiriú, Guanabara e Itinga) e (iii) Complexo lagunar-estuarino da Baía da Babitonga e seus manguezais, caracterizados por diversos bolsões de turfa (GONÇALVES, 1993). A altitude do município varia entre 0 a 1325m, com a predominância de planícies no perímetro urbano com altitude média entre 0 a 15 metros.

A precipitação média anual é da ordem de 2200mm, com os meses de verão sendo os mais chuvosos e com maiores precipitações em curtos períodos de tempo – principalmente por conta de chuvas convectivas (OLIVEIRA et al., 2017).

O clima de Joinville é classificado como “mesotérmico, úmido, sem estação seca” na classificação de Köppen, a região apresenta características tropicais com temperatura média de 22° e verões quentes. A vegetação é predominante do domínio Mata Atlântica, Floresta Ombrófila Densa, além de áreas com manguezais e campos de altitude (OAP, 2010).

### 3.2. SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO COMPRIDO

A sub-bacia hidrográfica do Rio Comprido é uma das bacias que compõem as Bacias Independentes da Vertente Leste, que se caracterizam principalmente por desaguar diretamente na Baía da Babitonga (Figura 10). Com área de aproximadamente 1,2km<sup>2</sup>, a bacia abrange parte dos bairros Iririú, Comasa e Boa Vista, os mais populosos de Joinville e tem densidade demográfica aproximada de 4000 habitantes por km<sup>2</sup>.

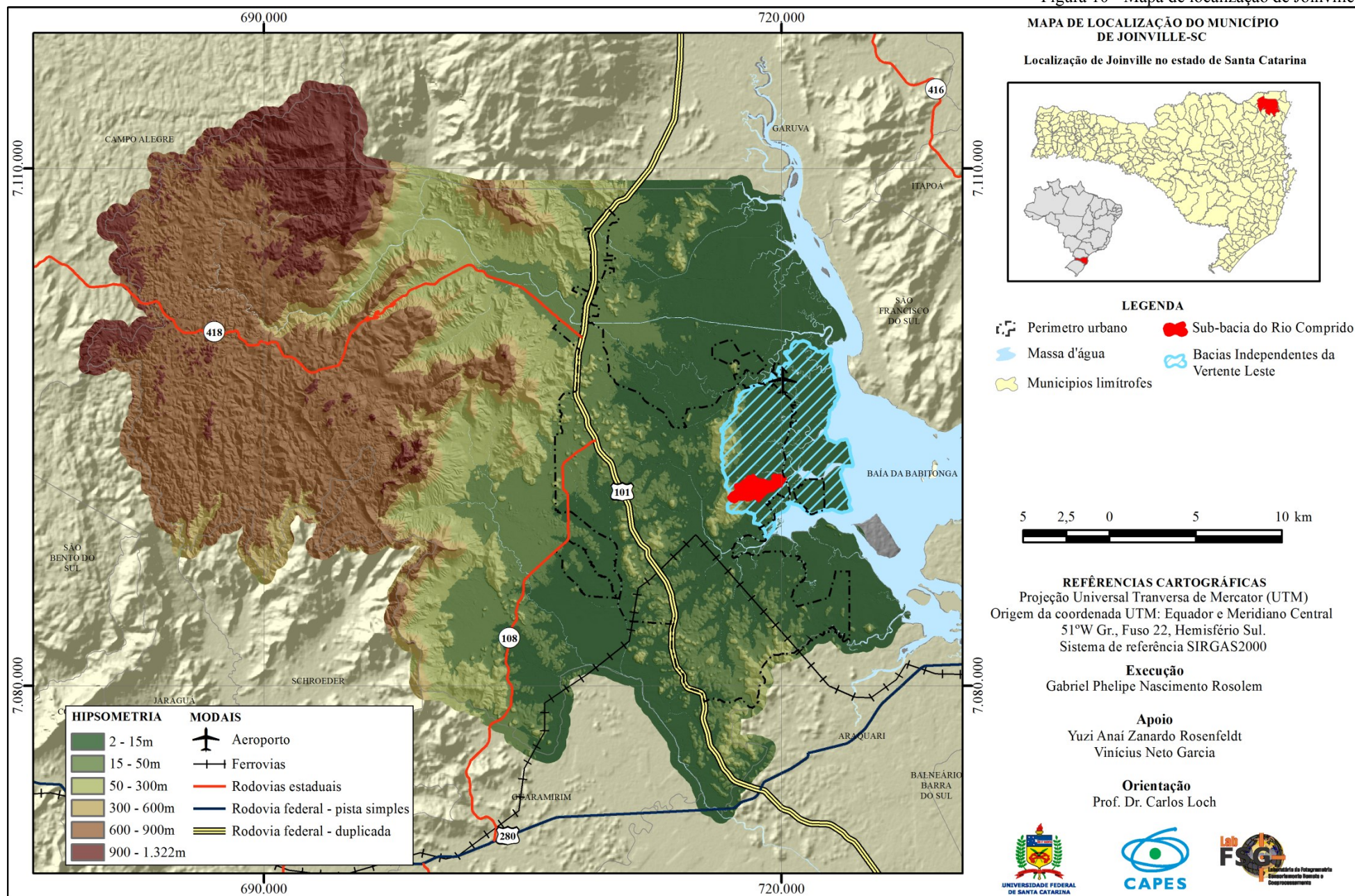
A sub-bacia está inserida totalmente na área urbana, sendo ocupada predominantemente por residências. A ocupação está distribuída nas áreas planas abaixo da altitude 40m e acima desta altitude é definida a Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) do Morro Boa Vista. A ARIE está localizada nas áreas de encostas e possui vegetação de Mata atlântica preservada, caracterizando-se por vegetação primária e secundária em estágio avançado de regeneração.

O relevo caracteriza-se por altitude variando do nível do mar a 225m no topo do Morro do Boa Vista. Quanto à declividade (Figura 12), é predominantemente plano na área urbanizada, e com declividade superior a 16° nas encostas. Os compartimentos geomorfológicos podem ser classificados em planícies e terraços fluviais e/ou marinhos, planícies fluviomarinhas (mangues), colinas, morrotes baixos e morros altos (IPT, 2015). A geologia é composta por gnaisses granulíticos, gnaisses bandeados e quartzitos com formações ferríferas subordinadas, e o manto de intemperismo sobre esses podem atingir até 60 metros (BAGGIO, 1997) (Figura 12).

Na bacia, a cobertura pedológica (Figura 13) é composta por Neossolos Litólicos, Cambissolo Háplico e Argissolo Amarelo nas encostas, Cambissolo Háplico e solos indiscriminados de mangue nas planícies. Os argissolos amarelos estão associados ao relevo fortemente ondulado com pendentes longas, sendo de alta suscetibilidade a erosão, e possuem gradiente textural sugerindo a tendência de desaceleração da infiltração e concentração de água nos horizontes B<sub>2</sub> e B<sub>3</sub> (UBERTI e SARTOR, 2012).

Já os Cambissolos Háplicos estão localizados em relevo ondulado, são argilosos, mediamente profundos e bem drenados ou com drenagem impedida diante de prolongadas chuvas. Enfim, os neossolos litólicos estão na paisagem na fase de relevo montanhoso, são solos rasos, bem drenados e com transição abrupta com a rocha (UBERTI e SARTOR, 2012).

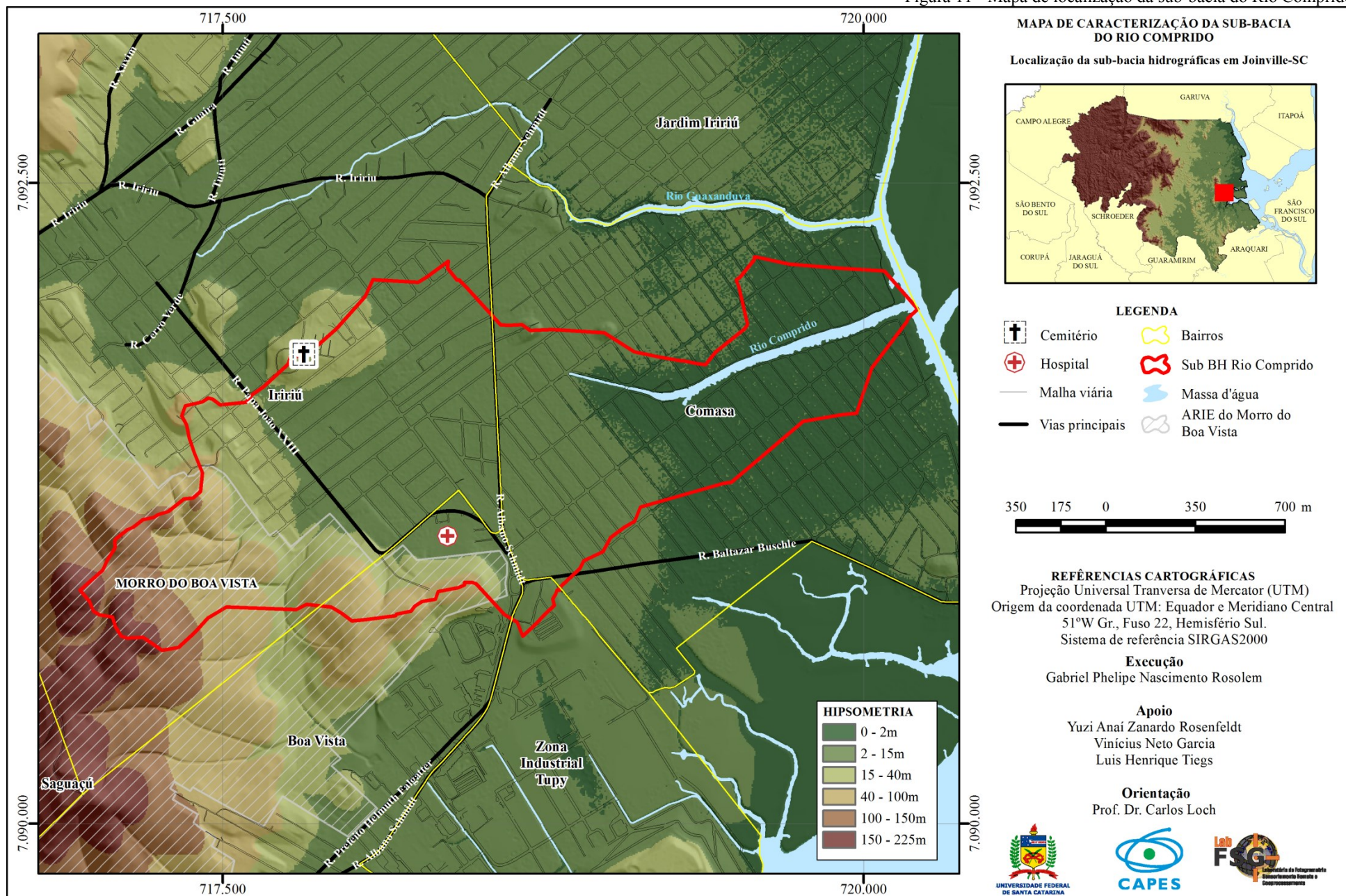
Figura 10 - Mapa de localização de Joinville.



Página intencionalmente em branco – verso do mapa impresso em A4.



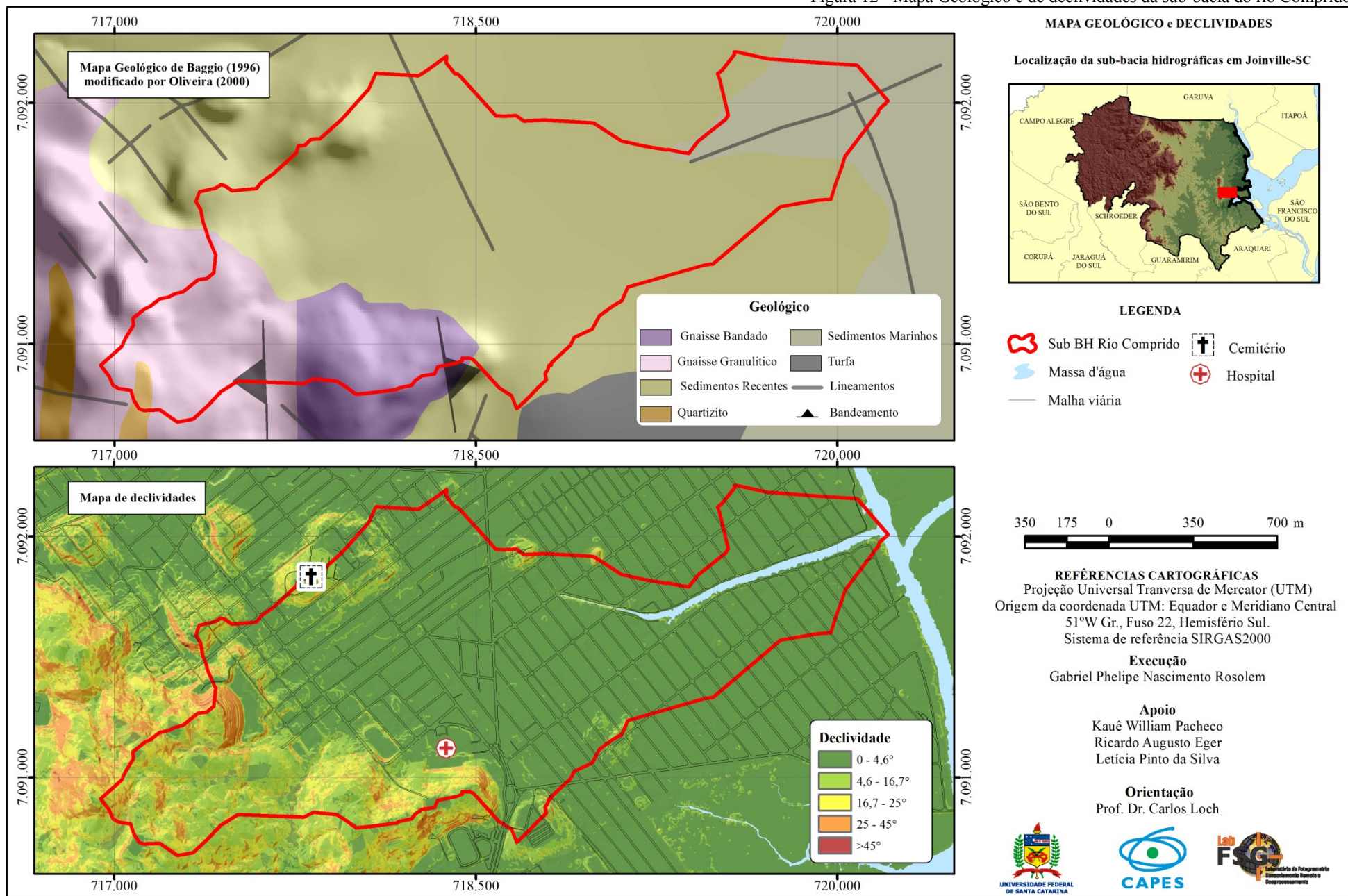
Figura 11 - Mapa de localização da sub-bacia do Rio Comprido.



Página intencionalmente em branco – verso do mapa impresso em A4.



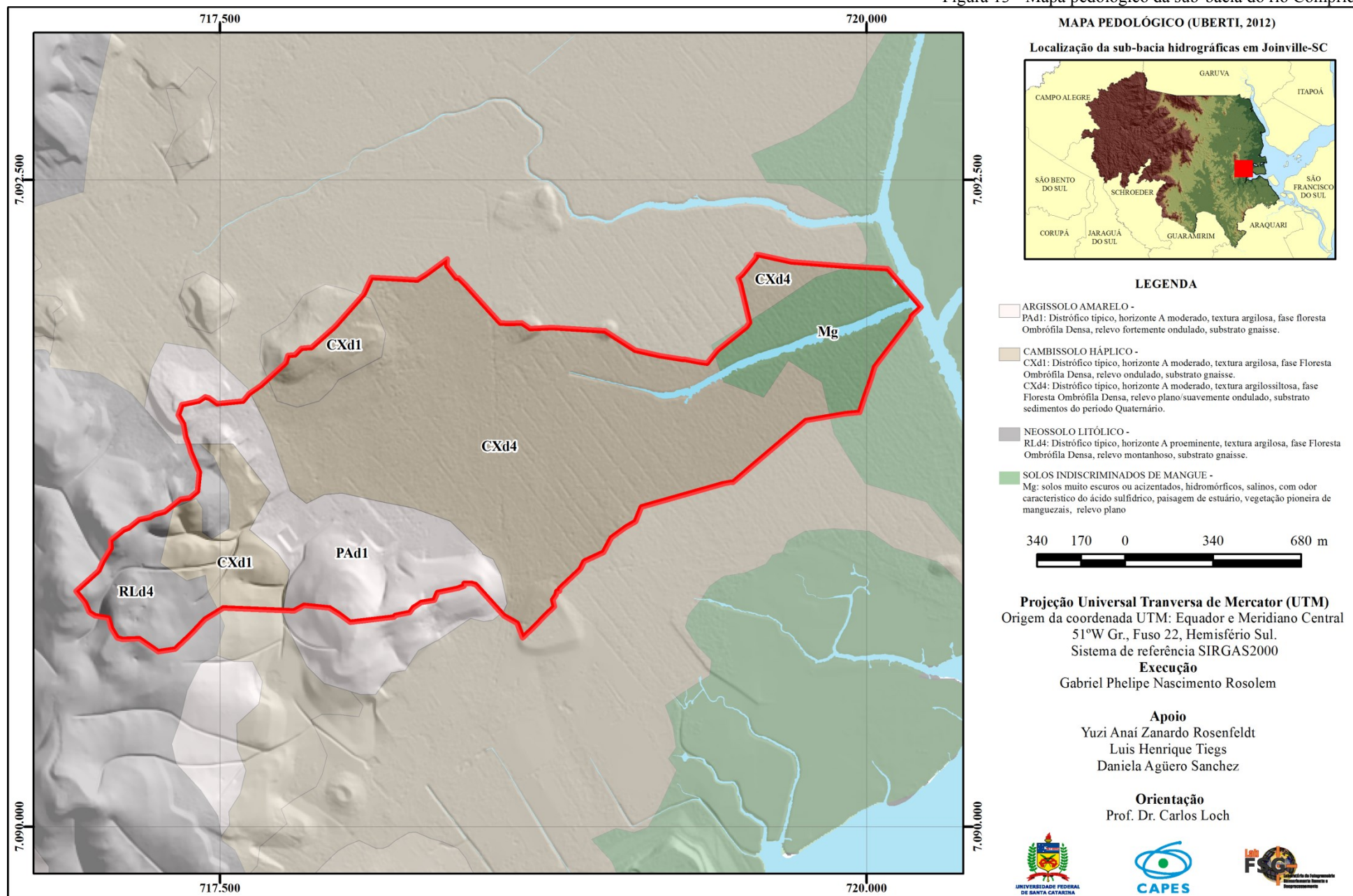
Figura 12 - Mapa Geológico e de declividades da sub-bacia do rio Comprido.



Página intencionalmente em branco – verso do mapa impresso em A4.



Figura 13 - Mapa pedológico da sub-bacia do rio Comprido



Página intencionalmente em branco – verso do mapa impresso em A4.

A partir das características fisiográficas, constata-se que a sub-bacia do rio Comprido se localiza em uma área sensível a ocupação e uso do solo frente às ameaças naturais de inundações e deslizamentos.

A sub-bacia é predominantemente formada por planícies que se encontram em áreas de baixas altitudes e limítrofes a Baía da Babitonga. Os solos argilosos das planícies e a baixa profundidade do lençol freático dificultam a infiltração de água no solo, que aliada à alta pluviosidade no município e a impermeabilização do solo, favorece a ocorrência de inundações. Além disto, a conexão do Rio Comprido com a Baía da Babitonga faz com que as partes baixas da bacia sejam recorrentemente inundadas por picos de maré alta, mesmo sem o episódio de chuvas (v.g A NOTÍCIA, 2016).

Nas encostas, os solos presentes apresentam camadas e/ou horizontes com diferente grau de permeabilidade, ao passo que estes reduzem a infiltração de água no solo. Em episódios de chuvas intensas e/ou contínuas, a redução da infiltração de água nestas camadas tende a concentrar o volume nos horizontes superiores e podem favorecer a ocorrência de deslizamentos rasos.

Quanto a geologia, Gonçalves (1993, p. 61) afirma que em Joinville existe um mergulho predominante das foliações dos gnaisses para a direção leste, recomendando que os cortes realizados nos morros sejam realizados preferencialmente pela encosta oeste de modo a dificultar a ocorrência de deslizamentos. Ou seja, no caso da sub-bacia, localizada na parte leste, os cortes realizados na encosta aumentariam a susceptibilidade de deslizamentos.

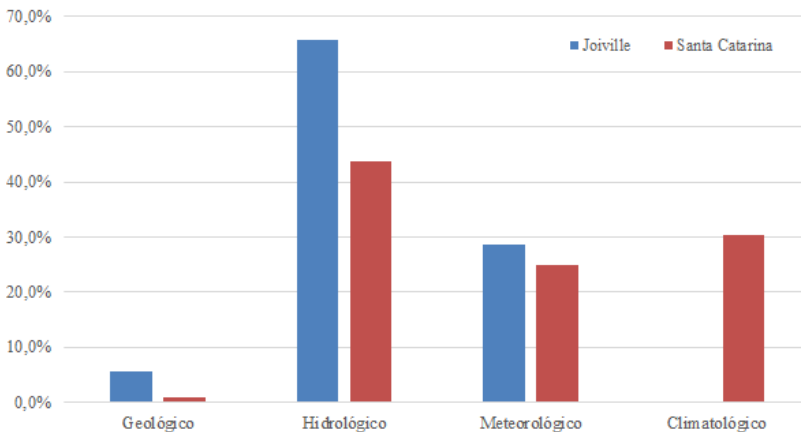
Assim, verifica-se que uma vez que a ocupação já é consolidada nas áreas baixas e planas, a preservação das encostas pela ARIE se deve não somente pela função ecológica, mas também do ponto de vista de estabilidade e segurança geotécnica.

### **3.2.1. Deslizamentos no município e na sub-bacia**

Em Santa Catarina, os desastres naturais severos são, em sua grande maioria, desencadeados por fenômenos relacionados diretamente às instabilidades atmosféricas. De acordo com os registros oficiais compilados por CEPED UFSC (2013), o estado de Santa Catarina registrou 5001 desastres naturais entre os anos de 1991 e 2012, dos quais 44% são hidrológicos, 30% climatológicos, 25% meteorológicos e o restante, geológicos. Comparativamente no mesmo período, 66% das ocorrências registradas em Joinville foram eventos hidrológicos, 29% a meteorológicos e 5% a geológicos. A Figura 14 ilustra a comparação

dos desastres ocorridos em Joinville e no Estrado conforme os grupos da COBRADE.

Figura 14 - Porcentual de desastres oficialmente notificados entre 1991 a 2012, por grupo da COBRADE.



Fonte: Autor com dados coletados por CEPED UFSC (2013).

Ao analisar os desastres ocorridos por ameaça natural no mesmo período anterior (Quadro 10), verifica-se que no município de Joinville as enxurradas e inundações somadas representam mais da metade das ocorrências. Ainda, constata-se que todos os desastres ocorridos em Joinville no período de 1991 a 2012 estão associados diretamente ou indiretamente à precipitação intensa. Por outro lado, os movimentos de massa, no qual estão incluídos os deslizamentos, apresentam apenas dois registros, embora os acontecimentos sejam recorrentes no município, como verificado em G1 SC (2017), A Notícia (2017) e Silveira *et al.* (2009, p. 98 a 122).

Segundo Herrmann, Pellerin e Saito (2014, p. 129), o total de registros oficiais de movimentos de massa não representa a realidade de episódios, pois os documentos de Avaliação de Danos (AVADAN) registravam como ocorrência principal os movimentos que resultaram em danos materiais e humanos, sendo os demais relacionados a ocorrências secundárias de inundações bruscas - quando mencionados. Os mesmos autores destacam a exemplo o desastre de 2008, causado por precipitações excepcionais, no qual foram identificados 1.787 deslizamentos e 144 fluxos de detritos no estado.

Quadro 10 - Registros oficiais de desastres por ameaça natural entre 1991 e 2012

Grupo COBRADE	Ameaça	Joinville		Estado	
		Registros		Registros	
Geológico	Movimento de Massa	2	5,7%	36	0,7%
	Erosão	-	-	13	0,3%
Hidrológico	Enxurradas	13	37,1%	1696	33,9%
	Inundação	8	22,9%	449	9,0%
	Alagamento	2	5,7%	38	0,8%
Meteorológico	Tornado	-	-	33	0,7%
	Granizo	6	17,1%	536	10,7%
	Vendaval	4	11,4%	659	13,2%
	Geada	-	-	23	0,5%
Climatológico	Estiagem	-	-	1515	30,3%
	Incêndio Florestal	-	-	3	0,1%
<b>Total</b>		35	100%	5001	100%

Fonte: Autor com dados coletados por CEPED UFSC (2013).

Em Joinville, o AVADAN do desastre de 2008 informa como evento principal as enxurradas e inundações decorrentes de chuvas contínuas e intensas ao longo do mês de novembro, citando os deslizamentos somente nas descrições dos prejuízos sociais (BRASIL, 2008). Segundo Joinville (2017), foram registradas 549 ocorrências envolvendo deslizamentos no período.

No município, os deslizamentos de 22 de novembro de 2008, data com o maior número de ocorrências do desastre, foram desencadeados por 454mm de chuvas acumuladas nos 6 dias anteriores ao evento, sendo que somente no dia 22 foram 247mm - a intensidade desta precipitação foi estimada tendo um período de retorno de 120 anos (UNIVILLE, 2008 *apud* LUIZ, 2009a).

Devido às proporções do desastre, o município firmou um consórcio com a Ad Fidúcia Avaliações e Perícias de Engenharia, que em parceria com a Defesa Civil de Joinville, realizasse um diagnóstico, hierarquização dos danos e medidas corretivas, decorrentes dos deslizamentos de novembro de 2008 a fevereiro de 2009.

Luiz (2009a, 2009b) apresenta estatística a respeito dos resultados obtidos do diagnóstico realizado pela empresa AD Fidúcia. Segundo o autor, 56% das 549 ocorrências eram de grande magnitude e os outros 44%, eventos localizados. Também afirma que das estruturas de contenção vistoriadas, apenas 27% podem ter sido executadas com base em projeto e com supervisão de profissional habilitado. Em Krüger (2010) é possível verificar que das ocorrências inspecionadas pela empresa, 6 ocorreram dentro da sub-bacia do Rio Comprido.

A Figura 15 e Figura 16 apresentam os exemplos de deslizamentos e danos a edificações em 2008, respectivamente. Percebe-se pelas fotografias que tanto a intensidade dos deslizamentos quanto os seus danos são variáveis, não permitindo estabelecer um padrão com as fotografias.

Figura 15 - Deslizamentos ocorridos em novembro de 2008



Fonte: Luiz (2009b) e Ad Fidúcia (2009, apud KRÜGER, 2010, p. 57)

Figura 16 - Danos nas edificações, a esquerda soterramento, e a direita dano grave.



Fonte: adaptado de Luiz (2009a)

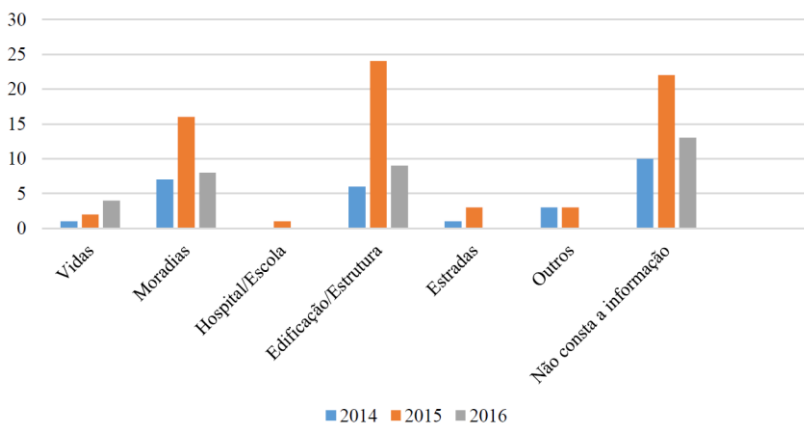


Sobre os deslizamentos ocorridos entre 2012 e 2015, Bilesimo, (2017) levantou 192 registros de deslizamentos no período, das quais 2 ocorreram na sub-bacia do rio Comprido. Dos resultados obtidos pela autora para a área urbana do município, verifica-se que os principais elementos em risco são as edificações/estruturas e moradias e que os danos a bens particulares é o tipo de consequência mais frequente. A Figura 17 e Figura 18 ilustram detalhes referentes a quantidade de informações sobre os elementos em risco e tipos de consequências, respectivamente.

Após os eventos de ocorridos em 2008 e 2011, Joinville foi incluído nos municípios prioritários contemplado pelo programa do governo federal de mapeamento das áreas de riscos a ser realizado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) e o Serviço Geológico do Brasil (CPRM).

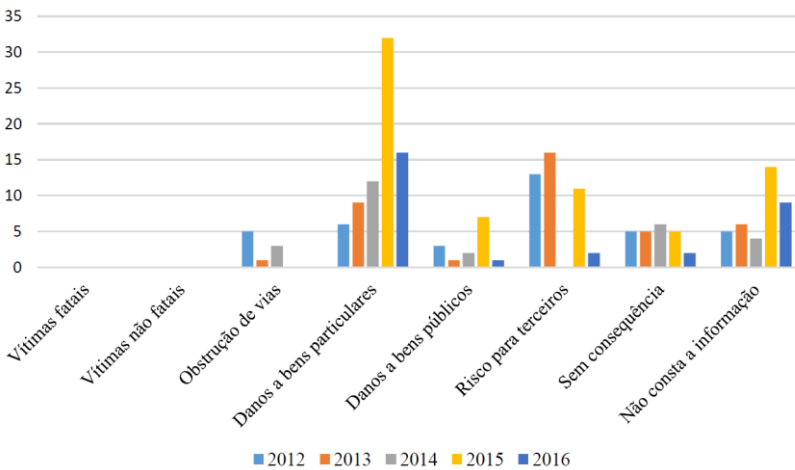
O mapeamento resultou em uma carta de suscetibilidade a movimentos de massa e inundações, além de 59 setores de riscos delimitados. A Figura 19 ilustra as áreas suscetíveis a movimentos de massa e inundação da sub-bacia do rio Comprido com base no mapeamento de IPT (2015), e locais de ocorrência de deslizamentos e inundações fornecidos pela Defesa Civil de Joinville.

Figura 17 - Quantidade de informações sobre os elementos em risco obtidas através das ocorrências de 2012 a 2016.



Fonte: Bilesimo (2017, p. 108)

Figura 18 - Quantidade de informações sobre os tipos de consequências obtidas através das ocorrências de 2012 a 2016.

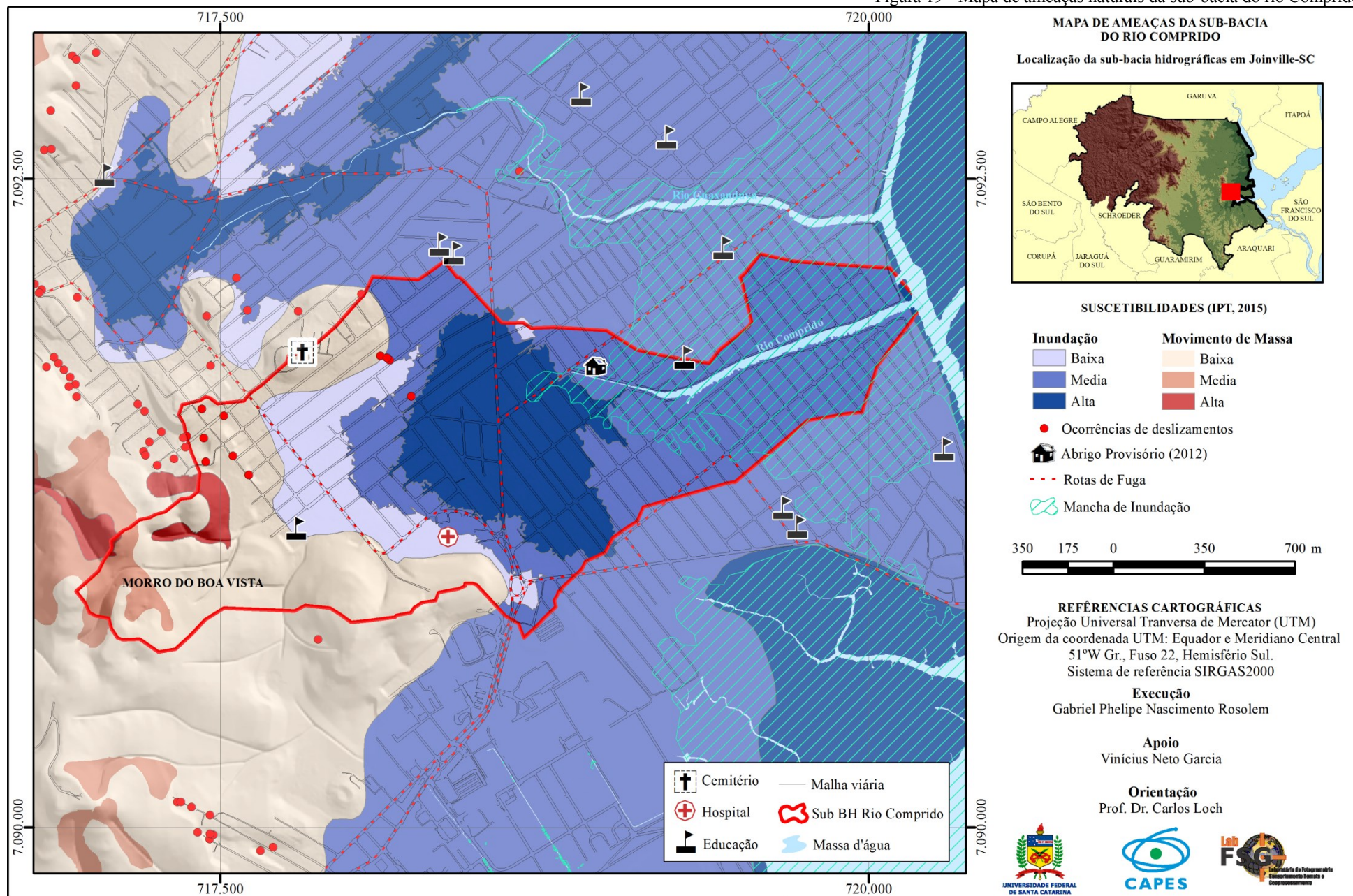


Fonte: Bilesimo (2017, p. 107)

A partir da Figura 19 constata-se que as ocorrências estão concentradas na base do Morro do Boa Vista, área com declividade predominante inferior a 30% ou 16,7°. Ao mesmo tempo, estas ocorreram em áreas classificadas por IPT (2015) como de baixa suscetibilidade, enquanto as áreas mais propensas de dentro da bacia, coberta por vegetação nativa, não houveram registros. De acordo com os dados da Defesa Civil de Joinville, foram registrados 11 deslizamentos, dos quais a maioria foi durante os desastres registrados em 2008 e 2011.

Atualmente, as encostas do Morro do Boa Vista inseridas na sub-bacia do Rio Comprido encontram-se cobertas por vegetação nativa secundária e primária. Embora as ocupações antrópicas não estejam nos morros, os deslizamentos se fazem presentes na sub-bacia. Estes fatos reforçam o entendimento que os deslizamentos na área urbana de Joinville ocorrem principalmente por fatores antrópicos, como cortes e aterros mal realizados e estruturas de contenção mal projetadas e executadas. Kohentopp (2010, p. 275) observa que praticamente todos os deslizamentos são frutos de terraplenagem e obras irregulares ou em desacordo com o projeto previamente aprovado.

Figura 19 - Mapa de ameaças naturais da sub-bacia do rio Comprido.



Página intencionalmente em branco – verso do mapa impresso em A4.

## 4. MATERIAIS E MÉTODO

### 4.1. MATERIAL

Os dados obtidos ou produzidos neste trabalho são compostos por imagens, cartas e dados alfanuméricos, podem ser divididos em três grupos: dados matriciais, dados vetoriais e dados alfanuméricos. Dentre as fontes de dados utilizados, seja por meio digital nas respectivas páginas da internet e/ou solicitação, destacam-se as seguintes instituições: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Prefeitura Municipal de Joinville (PMJ), Secretaria do Estado de Planejamento (SPG) e Secretaria do Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS-SC).

#### 4.1.1. Dados matriciais

Os dados matriciais obtidos são principalmente compostos das fotografias aéreas e terrestres, mas também contém imagens de satélite e mapas digitalizados. Foram utilizadas as fotografias aéreas de voos fotogramétricos do Estado de Santa Catarina, anos de 1957 e 1977/1979, do município de Joinville, anos de 1966, 1989, 1996, 2007 e 2010, e imagens de satélites disponibilizadas no software Google Earth Pro, ano 2017.

Já as fotografias e imagens terrestres foram utilizadas imagens do Google Street View, anos 2011 e 2015. Também foram utilizados mapas que cobrem o território de Joinville, mapas base e temáticos do município de Joinville e mapas de características físicas, como o mapa geológico em Baggio (1997) adaptado por Oliveira (2000). O Quadro 12 sumariza os dados matriciais utilizados e descreve brevemente seus metadados.

#### 4.1.2. Dados vetoriais

Os dados vetoriais, pontos, linhas e polígonos, são compostos principalmente das características físicas e ambientais da área de estudo, dos quais se destaca a restituição aerofotogramétrica, a qual contém as curvas de nível, pontos cotados, edificações, e demais feições que contribuíram para as análises.

Os dados utilizados tiveram como principal fonte o Sistema de Informações Municipais Georreferenciadas (SIMGeo) de Joinville, no qual foram obtidos em formato *shapefile*: limite municipal, malha

fundiária, equipamentos urbanos, saneamento básico, manchas de inundação, unidades de conservação, restituições aerofotogramétricas, entre outros. O Quadro 13 sumariza os dados vetoriais utilizados e descreve brevemente seus metadados.

#### 4.1.3. Dados alfanuméricos

Os dados alfanuméricos são compostos principalmente pelas características socioeconômicas e físicas advindas do censo de 2010 do IBGE e os campos correspondentes às características das edificações do cadastro técnico municipal, respectivamente, como também laudos técnicos e notícias que abrangem a área de estudo. O Quadro 11 resume as tabelas utilizadas.

Quadro 11 - Dados alfanuméricos utilizados.

<b>Dados</b>	<b>Ano</b>	<b>Formato</b>	<b>Cedido por</b>
Dados censitários	2010	xls	IBGE
Dados cadastrais	2017	dbf	PMJ
Laudos de vistorias	2008/2009	Word//pdf	Defesa Civil/PMJ
Notícias de jornais	(2008-2017)	Online	Vários

Fonte: autor

#### 4.1.4. Softwares

No processo de produção dos resultados desta pesquisa, foram utilizados os seguintes softwares: ArcGIS 10.5; Google Earth Pro; pacote Office e Endnote X7. O software ArcGIS 10.5, da empresa ESRI, foi licenciado pelo Laboratório de Fotogrametria, Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento/UFSC, para visualização, edição, processamento e produção de dados geográficos.

Já no software Google Earth Pro, da empresa Google, foram obtidas imagens a partir do ano de 2010 para análises de mudanças no uso do solo. Os softwares do pacote Office, Microsoft Excel e Word, licenciados pelo SeTIC/UFSC, foram utilizados para a tabulação, padronização, cálculos, registro das informações coletadas e produzidas e produção de gráficos. Por fim, o software EndNote X7, da empresa Clarivate Abalytics, foi utilizado para gerenciar o resultado das buscas de publicações nas bases de dados disponíveis na internet – por meio da versão demonstrativa.

Quadro 12 - Dados matriciais utilizados.

<b>Dados</b>	<b>Escala</b>	<b>Ano</b>	<b>Formato</b>	<b>Sistema de referência</b>	<b>Projeção</b>	<b>Cedido por</b>
Mapa Geológico (Oliveira, 2000)	1:50.000	2000	pdf	-	-	-
Fotografia aérea pancromática	1:30.000	1957	tif	-	-	SPG
Fotografia aérea pancromática	1:60.000	1966	bmp	-	-	PMJ
Fotografia aérea pancromática	1:25.000	1977/1979	tif	-	-	SPG
Fotografia aérea cor natural	1:8.000	1989	jpg	-	-	PMJ
Fotografia aérea pancromática	1:60.000	1996	jpg	-	-	PMJ
Ortofoto	1:1.000	2007	ecw	SIRGAS 2000	UTM	PMJ
Ortofoto	1:10.000	2010	ecw	SIRGAS 2000	UTM	PMJ
Modelo Digital de Terreno	1:10.000	2012	tif	SIRGAS 2000	UTM	SDS
Imagem orbital	-	2017	jpg	-	-	Google Earth Pro
Imagens terrestres	-	2011/2015	jpg	-	-	Google Street View

Fonte: autor



Quadro 13 - Dados vetoriais utilizados

<b>Dados</b>	<b>Escala</b>	<b>Ano</b>	<b>Formato</b>	<b>Sistema de referência</b>	<b>Projeção</b>	<b>Cedido por</b>
Sub-bacias hidrográficas	1:10.000	2010	shp	SIRGAS 2000	UTM	PMJ
Limite de bairros	1:5.000	2010	shp	SIRGAS 2000	UTM	PMJ
Massa D'água	1:10.000	2015	shp	SIRGAS 2000	UTM	PMJ
Malha viária	1:5.000	2010	shp	SIRGAS 2000	UTM	PMJ
Malha dos Municípios	1:250.000	2013	shp	SIRGAS 2000	UTM	SDS
Lotes	1:1.000	2017	shp	SIRGAS 2000	UTM	PMJ
Setores Censitários	*	2010	shp	SIRGAS 2000	-	IBGE
Ocorrências de deslizamentos	*	2016	kmz	WGSS4	UTM	Defesa Civil/PMJ
Pedologia	1:10.000	2011	shp	SIRGAS 2000	UTM	PMJ
Perímetro Urbano	1:5.000	2010	shp	SIRGAS 2000	UTM	PMJ
Equipamentos Públicos	*	*	shp	SIRGAS 2000	UTM	PMJ
Restrição aerofotogramétrica	1:1.000	2007	dwg	SIRGAS 2000	UTM	PMJ
Unidades de Conservação	-	2010	shp	SIRGAS 2000	UTM	PMJ
Suscetibilidade a movimentos de massa e inundação	1:25.000	2014	shp	SIRGAS 2000	UTM	CPRM
Mapa de regularização fundiária	*	2017	kmz	WGSS4	UTM	PMJ

Fonte: autor



## 4.2. MÉTODO

A abordagem principal para o desenvolvimento desta pesquisa é baseado na metodologia 8 Passos desenvolvida por Polsky et al. (2003), publicado em periódico por Schröter, Polsky e Patt (2005), para a avaliação da vulnerabilidade a mudanças globais. O método consiste em oito passos divididos em duas etapas: passos antes da modelagem e passos que envolvem a modelagem – conforme demonstrado na Figura 6 (p. 25).

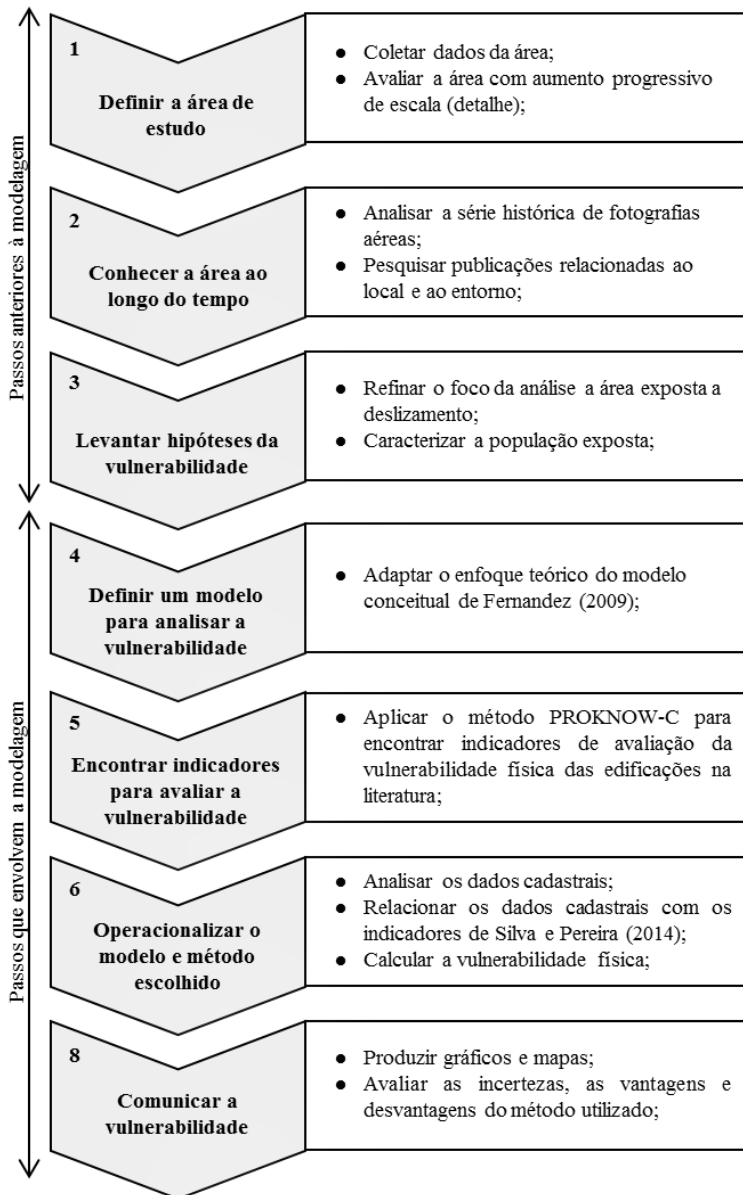
Segundo Schröter, Polsky e Patt (2005) cada um dos passos do método foi intencionalmente vago para que métodos específicos fossem desenvolvidos para atender o detalhe de cada projeto. Além disto, os autores do método ressaltam que a avaliação da vulnerabilidade é uma tarefa complexa, portanto o método é mais adequado a uma equipe interdisciplinar.

Desta forma, o método foi adaptado para ser desempenhado por um único pesquisador sem perder o foco da interdisciplinaridade. A adaptação da metodologia 8 Passos desenvolvida por Polsky et al. (2003) manteve as duas etapas prevista do modelo original. Os passos anteriores à modelagem consistem do primeiro até o terceiro passo, enquanto os que a envolvem são do quarto ao oitavo passo. O sétimo passo na metodologia de Polsky et al. (2003), que trata de projeções futuras, não é abordado neste trabalho, porém sugere-se que em estudos futuros seja incluído. A Figura 20 ilustra a sequência dos passos utilizados, porém ressalta-se que ainda que sejam apresentados sequencialmente no processo de pesquisa podem acontecer sobreposição e iterações nos passos apresentados.

### 4.2.1. Passos anteriores à modelagem

Nesta etapa, conforme Figura 20, o primeiro passo consistiu em definir a área de estudo, a escala temporal e espacial, que consequentemente influenciam nos custos e tempo da pesquisa. O segundo passo foi conhecer a sub-bacia ao longo do tempo, procedendo a análise de dados espaciais e/ou históricos da extensão e seus entornos. Já o terceiro passo da etapa anterior à modelagem foi definir as hipóteses da pesquisa, logo, refinar o foco da área exposta a deslizamentos e caracterizar a sua população.

Figura 20 – Sequência dos passos adaptados de Polsky et al. (2003), sendo o sétimo passo não abordado nesta pesquisa.



Fonte: autor.

#### 4.2.1.1. Definição da área de estudo, coleta de dados e escala de análise

A área de estudo escolhida e apresentada no capítulo anterior é a sub-bacia do Rio Comprido. Esta sub-bacia foi escolhida por apresentar ocorrências de movimentos de massa e inundações. Devido às suas dimensões, facilitou a análise por um único pesquisador, bem como os custos e tempo de pesquisa. Além disto, o inciso IV do art. 4º da Lei Federal nº 12.608/2012 prevê como diretriz da PNDEC a adoção da bacia hidrográfica como unidade de análise das ações de prevenção de desastres relacionados a corpos d'água. Assim, a adoção de uma bacia hidrográfica como limite da área de estudo se justifica uma vez que os deslizamentos em Joinville são associados a eventos hidrológicos.

A partir da área definida buscaram-se os dados disponíveis em meio digital diretamente nas páginas de instituições e órgãos públicos na internet. No caso das características das edificações contidas no cadastro técnico, foi realizada uma solicitação formal para a disponibilização destes dados para o setor responsável na PMJ.

De posse dos dados descritos no item 4.1 (p. 59), optou-se por analisar a vulnerabilidade com um aumento progressivo de escala<sup>4</sup>, ou seja, iniciando no contexto da sub-bacia até a edificação. Deste modo, a análise da vulnerabilidade foi desenvolvida por tema para que a escala fosse proporcional a da origem do dado, por exemplo, a vulnerabilidade física das edificações foi analisada em nível de lote enquanto o contexto socioeconômico, em nível de setor censitário e bacia hidrográfica.

Destaca-se que todos os dados espaciais utilizados e mapas produzidos nesta pesquisa foram adequadamente referenciados no Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) SIRGAS 2000 e no sistema de projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), fuso 22, hemisfério sul.

#### 4.2.1.2. Análise da série histórica de dados da sub-bacia

O conhecimento de como procedeu a evolução na ocupação e uso do solo da sub-bacia e seu entorno foi realizado por meio da fotointerpretação da série histórica de fotografia aéreas e apoio de publicações a respeito da área.

Realizar análises temporais de determinada área utilizando fotografias aéreas, requer muitas vezes que estas fotografias estejam

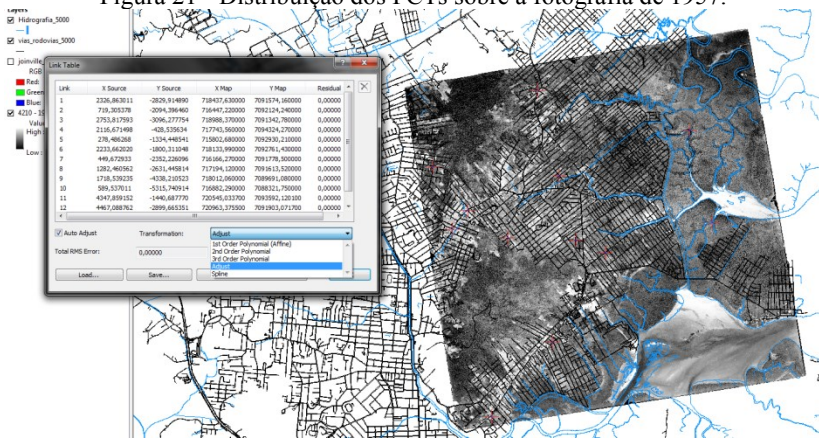
---

<sup>4</sup> Por aumento de escala entende-se aumentar o detalhe na área de análise.

montadas de forma que correspondam precisamente ao local do instante da tomada da foto. Desta forma, utiliza-se o georreferenciamento para associar pontos da foto a pontos de controle no terreno com sistema de referência e coordenadas conhecidos e assim, conseqüentemente, integrá-la a base de dados em um sistema de informações geográficas.

O procedimento utilizado consiste em usar pontos com características distintas, como intersecções de ruas, visíveis e inequívocos tanto na fotografia não corrigida quanto na restituição aerofotogramétrica de 2010. Estes pontos foram denominados pontos de controle terrestres (PCTs). Com o uso do software ArcGIS 10, utilizou-se a ferramenta *georeferencing*, na qual localizou-se e associou-se 10 a 12 PCTs de intersecções viárias da fotografia na restituição aerofotogramétrica de 2010 em escala 1:5.000, de forma que todos os pontos fossem bem distribuídos por toda a fotografia (Figura 21). Uma vez associado os pontos de controle terrestres, o software interpola e transforma a posição dos pixels remanescentes.

Figura 21 - Distribuição dos PCTs sobre a fotografia de 1957.



Fonte: autor.

Para georreferenciar as fotografias foi utilizado o polinômio de 2º grau. Definido estes parâmetros, o software gerou um relatório com o valor quadrático médio (RMS), que estima o nível de erro na retificação. Verificando este relatório, analisou-se o erro residual de cada um dos PCTs e excluíram-se os que apresentaram erros mais grosseiros e mantiveram-se os de maior confiança. Assim as fotografias georreferenciadas mantiveram entre 8 a 10 PCTs e RMS total entre 0 a

3m. Tal precisão se mostra adequada à escala das fotografias e ao propósito de uso, que são as interpretações das mudanças no uso do solo. Por fim, procedeu-se para a reamostragem das fotografias usando o método do “vizinho mais próximo”.

A interpretação das imagens e fotografias muitas vezes é dificultada por ruídos produzidos na aquisição e/ou registro da imagem. Muitas vezes uma interpretação visual precisa pode necessitar de modificação no brilho dos pixels de forma a melhorar a qualidade da imagem. Assim, em algumas fotografias também foram realizados realces do contraste por meio do controle do histograma, a fim de melhorar a nitidez para a fotointerpretação.

#### 4.2.1.3. População exposta aos deslizamentos

A identificação da população exposta a ameaças naturais foi realizada com base na “Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações” realizado por IPT (2015), em escala 1:25.000 e disponibilizada em formato vetorial, bem como mancha de inundação e os pontos de deslizamentos ocorridos em 2008 e 2011, a partir de dados fornecidos pela Defesa Civil do município de Joinville-SC. A partir destes dados, produziu-se um mapa temático com as ameaças naturais já mapeadas contidas na sub-bacia (Figura 19, p. 57) com sobreposição da malha fundiária. Deste modo, verificou-se a qual tipo de ameaças os lotes da sub-bacia estavam expostos.

Com base neste mapa de ameaças, constatou-se a existência de deslizamentos em áreas consideradas de baixa suscetibilidade a movimentos de massa. Assim, devido à ausência de mapeamentos disponíveis em maior escala, os lotes que intersectavam com as áreas classificadas como susceptibilidade baixa, média e alta a movimentos de massa foram classificados como expostos a ameaça de deslizamento e a análise da vulnerabilidade física das edificações ficaram restritos a estes.

A caracterização da população exposta aos deslizamentos foi realizada com base nos dados do Censo 2010. Para tanto, as variáveis utilizadas por CEPED UFSC (2014a, p. 14) foram representadas em tabelas e mapas temáticos para avaliar a vulnerabilidade socioeconômica, as quais são: população por gênero, quantidade de pessoas por faixa etária e domicílios particulares com rendimento nominal por faixa salarial. Adicionalmente, analisou-se também a distribuição por cor de pele.

Os mapas temáticos produzidos a partir dos dados censitários foram gerados com a integração de planilhas eletrônicas com a malha de setores censitários fornecido pelo IBGE, no software ArcGIS 10. Primeiro, sistematizou-se em uma única planilha dados censitários disponibilizados em planilhas diferentes, por exemplo, renda e população. Para tanto, utilizou-se a equação *procv* do Microsoft Excel para que a variável que fosse inserida na planilha compilada tivesse seu dado vindo do mesmo setor censitário da planilha de origem.

Após sistematizar os dados, ligou-se a planilha dos dados censitários compilados, contendo os valores dos indicadores socioeconômicos escolhidos por CEPED UFSC (2014a, p. 14), a malha de setores censitários de Joinville-SC - utilizando o código do setor censitário para o relacionamento entre tabela e o *shapefile*. No ArcGIS 10, utilizou-se a ferramenta *Join* para tal procedimento, devido a cardinalidade 1:1 entre o dado espacial e a tabela, ou seja, cada setor censitário do *shapefile* só possuía um correspondente na tabela.

Enfim, depois da ligação dos dados, as variáveis foram representadas em mapas temáticos utilizando como método de implantação o setor censitário (polígono). A forma de representação variou de acordo com o tipo de variável (qualitativo ou quantitativo), nível de medida (nominal, intervalo, proporcional, etc.) e variável visual (cor, textura, forma, etc.).

#### **4.2.2. Passos que envolvem a modelagem**

Na etapa de modelagem (Figura 20, p. 64), o quarto passo foi definir o modelo a ser utilizado para avaliar a vulnerabilidade. O quinto passo consistiu da seleção de um método e indicadores para a análise da vulnerabilidade física, enquanto o sexto passo foi avaliar os dados cadastrais e relacioná-los com método escolhido para mensurar a vulnerabilidade. Enfim, o último passo foi comunicação dos resultados por meio de mapas, interpretação interdisciplinar e análise das incertezas.

##### **4.2.2.1. Adaptação do modelo com enfoque teórico**

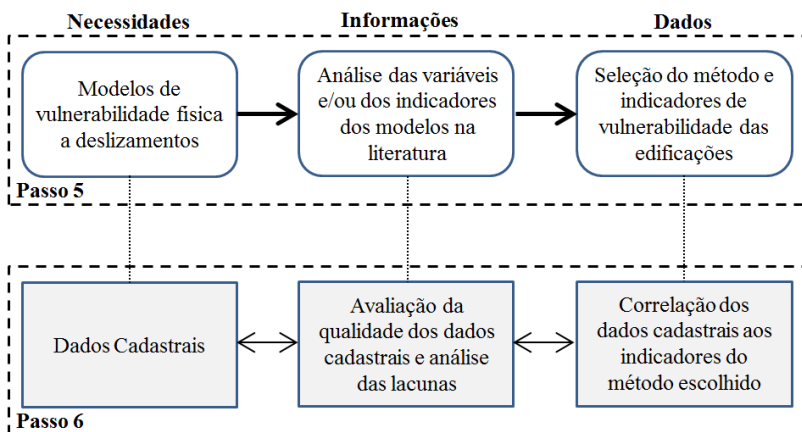
O abordagem teórica do modelo conceitual de Fernández (2009) parte do princípio que avaliação da vulnerabilidade segue a sequência: necessidades, informações e dados. “Necessidades” consistem dos

modelos de vulnerabilidade existentes na literatura de gestão de desastres, enquanto “informações” são as variáveis e/ou fatores necessários para analisar tais modelos e dados, as informações disponíveis nos municípios e avaliação dos indicadores selecionados.

A adaptação do modelo consistiu em utilizar um método completo disponível na literatura, ou seja, os mesmos indicadores ou variáveis e ponderações utilizadas na referência escolhida. Também foi adaptada a forma de análise das informações disponíveis, de forma que a análise foi simplificada e somente aplicada aos dados cadastrais necessários para operacionalizar o método e feita somente pelo autor - sem a distribuição de questionários semiestruturados a especialistas.

A Figura 22 ilustra a adaptação realizada no modelo conceitual, no qual a sequência de seleção do método e indicadores da vulnerabilidade física das edificações corresponde ao Passo 5 do método proposto nesta pesquisa e a sequência de análise dos dados cadastrais, a parte do Passo 6.

Figura 22 – Adaptação da abordagem teórica e análise das informações do modelo conceitual de Fernández (2009).



Fonte: autor.

#### 4.2.2.2. Escolha do método e indicadores para avaliar a vulnerabilidade física

Devido à vasta quantidade de referência disponíveis na literatura de gestão de desastres em uma variedade de fontes de pesquisa, utilizou-

se um método sistemático que permitiu identificar e selecionar artigos mais alinhados ao tema de interesse. Para tanto, utilizou-se o processo *Knowledge Development Process – Constructivist* (ProKnow-C) proposto por Ensslin et al. (2010c apud AFONSO et al., 2011).

O processo ProKnow-C é um método de construção de conhecimento constituído de quatro etapas: (i) seleção de portfólio bibliográfico de artigos do tema da pesquisa; (ii) análise bibliométrica do portfólio; (iii) análise sistêmica do portfólio bibliográfico; (iv) elaboração dos objetivos de pesquisa. Nesta pesquisa focou-se apenas na primeira etapa do processo, cujas atividades se encontram resumidas na Figura 23.

Para a seleção do portfólio bibliográfico, definiram-se as palavras chaves que melhor tivessem aderência com o objetivo da pesquisa. Estas palavras foram encaixadas em 4 eixos, conforme o Quadro 14, para que durante a procura na literatura os artigos buscados tivessem ao menos uma de cada eixo. Todas as palavras chaves foram pesquisadas em inglês no título, resumo e palavras chaves de artigos de 03 bases de dados disponíveis (Web of Science; Scopus; OnFile) no portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Os resultados das buscas nas bases de dados foram exportados para o software gerenciador Endnote X7, onde se procederam a eliminação de artigos duplicados, filtragem dos artigos publicados nos últimos 10 anos e a leitura dos títulos dos artigos remanescentes para verificar o alinhamento com o tema da pesquisa. Os títulos alinhados foram exportados para o software Microsoft Excel e tiveram o número de citações pesquisadas no Google Acadêmico.

Quadro 14 - Eixos e palavras-chaves para pesquisa do portfólio bibliográfico.

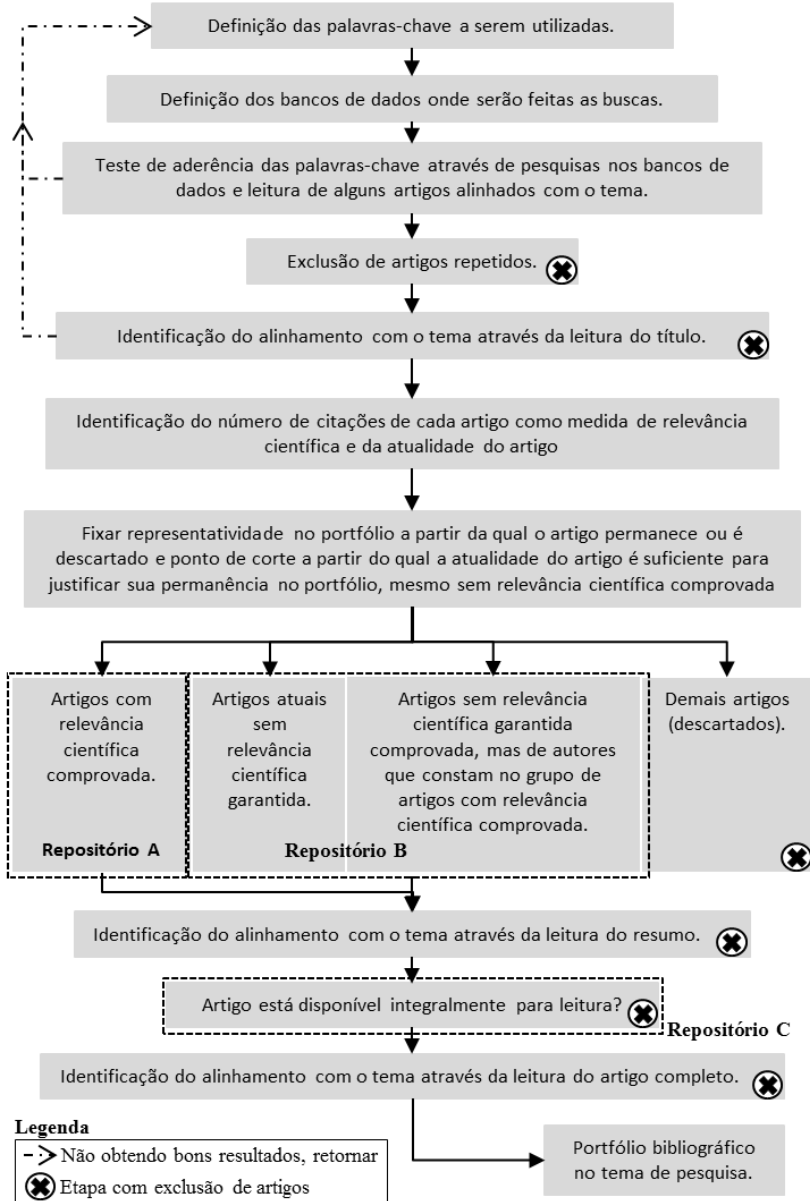
<b>Eixo 1</b>	<b>Eixo 2</b>	<b>Eixo 3</b>	<b>Eixo 4</b>
<b>Avaliação</b>	<b>Ameaças</b>	<b>Vulnerabilidade</b>	<b>Métodos e dados</b>
<i>Assess*</i>	<i>landslide</i>	<i>Risk</i>	<i>Cadast*</i>
<i>Evaluation</i>	<i>"Mass movement"</i>	<i>Vulnerab*</i>	<i>'Geographic information system'</i>
<i>Analys*</i>	<i>Multi-hazards</i>		<i>GIS</i>
<i>Measure*</i>	<i>Multiple hazards</i>		<i>Physical</i>
<i>Appraisal</i>			<i>Buil*</i>
			<i>Elements</i>
			<i>Quantitative</i>

\* radical da palavra pesquisado, por exemplo, *assess\** inclui os resultados *assessment* e *assessed*; *analys\** (*analysis, analyses*); *measure\** (*measurement, measured*); *Vulnerab\** (*vulnerability, vulnerable*); *cadast\** (*cadastre, cadastral*); *buil\** (*buildings, built*)

Fonte: autor



Figura 23 – Resumo do processo de seleção do portfólio bibliográfico.



Fonte: adaptado de Ensslin et al. (2010c apud AFONSO et al., 2011, p. 52)

Com o número de citações de cada um destes artigos com o título alinhado ao tema, fixou-se o ponto de representatividade sendo os artigos que respondessem por 90% das citações do portfólio até o momento e selecionando-se estes para o repositório A cuja relevância científica é comprovada. Os demais artigos sem relevância científica comprovada foram reservados no repositório B.

Procedeu-se a leitura dos resumos do repositório A e os artigos cujo resumo estava alinhado ao tema foram para o repositório C. Já os artigos do repositório B, analisou-se o ano de publicação desses, e quando tinham menos de 02 anos de publicação procedeu-se a leitura do resumo. Se não, verificou-se se um dos autores dos artigos deste repositório também pertencia ao grupo de artigos com relevância científica comprovada, repositório A, e assim também se procedeu a leitura - caso contrário o artigo foi descartado. Os artigos do repositório B cujos resumos foram lidos e estavam alinhados à pesquisa, foram movidos para o repositório C.

Após todas estas etapas de filtragem, restou verificar a disponibilidade de texto completo gratuito e leitura integral do artigo. Por fim, o portfólio bibliográfico do tema da pesquisa ficou composto de 8 artigos alinhados ao tema da pesquisa.

Além de artigos, procurou-se por pesquisas realizadas no Brasil que não estavam publicadas nas bases de dados do portal de periódicos da CAPES. Foram pesquisadas dissertações e teses que continham as palavras chaves vulnerabilidade e deslizamentos no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BBTD). Após remover os resultados duplicados e leitura dos títulos para verificar o alinhamento, procedeu-se a leitura completa das teses e dissertações. Deste procedimento resultou em 2 teses de doutorado e 4 dissertações de mestrado.

Ressalta-se que a busca por métodos de avaliação da vulnerabilidade física não ficou restrita aos artigos, teses e dissertações encontrados pelos métodos sistemáticos supracitados. Também foram vistos métodos desenvolvidos por órgãos de pesquisa como IPT e CEPED UFSC, e analisado as citações dos textos lidos. Os resultados desta etapa compuseram a revisão de literatura no item 2.3.1 (p. 27).

A seleção do método e seus respectivos indicadores foi realizada após a leitura das referências selecionadas nos procedimentos supracitados e confrontação com os dados disponíveis pela municipalidade. A escolha resultou no método de Silva e Pereira (2014).

#### 4.2.2.3. Operacionalização do método e indicadores escolhido

A operacionalização incluiu os sub-passos de análise dos dados e aplicação do método escolhido para avaliar a vulnerabilidade física das edificações.

##### 4.2.2.3.1. *Dados Cadastrais*

O município de Joinville é tido como uma referência nacional em relação ao seu sistema cadastral. No final dos anos 80, no sentido de modernizar seu sistema de gestão territorial, o município é a primeira cidade brasileira a elaborar a base cartográfica em meio digital, porém esta base não foi referenciada para utilização sistemática do cadastro. Em 2007, Joinville modernizou seu sistema cadastral com implantação de sistema gestão próprio e digital, deixando de ser administrado pelo sistema de tributação e em meio físico (MACHADO, 2017).

Esta mudança no sistema cadastral foi estruturada de forma a permitir uma maior sustentabilidade do cadastro, com relação a frequência e rapidez na atualização. Entretanto, esta modernização não foi seguida de uma atualização em massa dos dados e reestruturação das variáveis da base do cadastro, que continuam as mesmas desde a década de 80. Poucas inclusões ou modificações foram realizada nos campos, por exemplo, a inserção do número de pavimentos da unidade, número de pavimento total e número de andares, que foram sendo atualizado aos poucos e não em uma atualização em massa no momento da inserção - de forma que há ainda campos vazios.

Neste novo sistema de Joinville, a estrutura de dados alfanuméricos do preenchimento do Boletim do Cadastro Imobiliário alimenta um banco de dados relacional em que os dados do imóvel são divididos em três tabelas principais: unidade territorial, unidade autônoma<sup>5</sup> (com os dados do proprietário) e unidades prediais (unidades de avaliação<sup>6</sup>) (MACHADO, 2017).

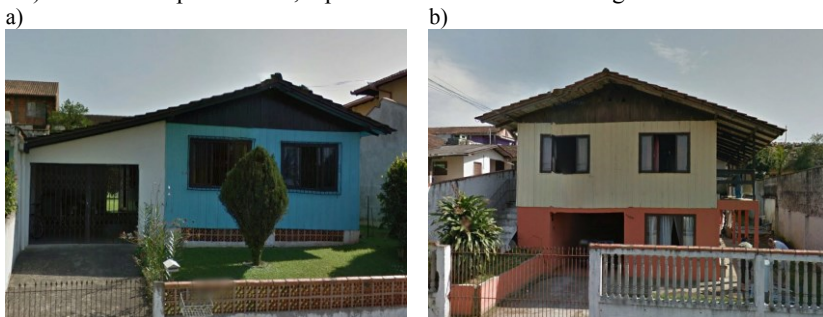
---

<sup>5</sup> Unidade autônoma é a forma de registro no cadastro das edificações presente no lote em função do proprietário, regime de utilização, e uso ou destinação. Por exemplo, duas casas em um lote podem ser registradas como duas unidades autônomas se as duas tiverem proprietários distintos – assim cada um pode receber um carne de IPTU distinto – ou se for requerido no caso de um único proprietário.

<sup>6</sup> Unidade de avaliação pode ser entendida como uma sub-divisão das unidades autônomas com base na tipologia da edificação, ou seja, uma mesma edificação pode ter mais de uma unidade de avaliação se for construída com diferentes tipos de materiais atendo os critérios estabelecidos em Tahoka (2007).

Dentro desta estrutura, as unidades de avaliação são classificadas sempre que possível como uma única edificação, porém há exceções. Isto ocorre quando há dois tipos de construção bem distintos em um único corpo, por exemplo, uma casa adjacente a uma grande garagem (Figura 24a). Outro caso é quando uma edificação possui dois ou mais materiais distintos, por exemplo, uma casa de dois pavimentos sendo o primeiro em alvenaria e o segundo em madeira. Nesses casos cada parte da edificação será uma unidade de avaliação (Figura 24b) (TAHOKA, 2007, p. 60).

Figura 24 - a) Galpão de alvenaria, em branco, junto a casa de madeira, em azul.  
b) casa de dois pavimentos, o primeiro em alvenaria e o segundo em madeira.



Fonte: adaptado de Google Street View.

Os dados cadastrais da sub-bacia do Rio Comprido foram cedidos em formato de planilha eletrônica, juntamente com a malha fundiária em formato vetorial, que constavam todas unidades de avaliação da bacia. No software ArcGIS, realizou-se a intersecção da malha fundiária com a mancha de suscetibilidade para obter-se somente os lotes expostos a deslizamentos. Posteriormente, filtraram-se os dados do cadastro para manterem-se somente os referentes aos lotes expostos.

Com base nesta estrutura do cadastro, analisaram-se as características de cada campo e suas respectivas opções de resposta presentes no Manual de Preenchimento do Cadastro Imobiliário, cujas descrições dos campos utilizados estão no Anexo B.

Analisando as tipologias das edificações constantes nos lotes exposto, verificou-se que casas, galpões e telheiros eram a maioria. Já quanto ao uso, o residencial era predominante sobre os demais. Com base na descrição de telheiro, considerando que estes são estruturas que não possuem parede e em usos residenciais seriam em sua maioria

partes de edificações já constantes no cadastro, optou-se por filtrá-los a fim de reduzir o volume de dados e facilitar as análises.

#### *4.2.2.3.2. Análise da qualidade e lacunas dos dados*

A partir das duas filtragens, realizou-se a análise da qualidade dos dados para fins de avaliação da vulnerabilidade física das edificações. Esta análise consistiu em verificar a completude, consistência e atualidade dos dados cadastrais para os seguintes campos: estrutura, material predominante (paredes), estado de conservação, forro e número de pavimentos total. A análise de completude consistia em verificar se todos os campos estavam completos para todas as unidades de avaliação.

Já a de consistência servia para atestar se os campos estavam preenchidos corretamente, por exemplo, se o campo estrutura não estava preenchido com uma resposta do campo estado de conservação. Na consistência também se verificou se havia combinação de campos preenchidos pouco usuais, como casa com estrutura de concreto/alvenaria com paredes metálicas.

Por fim, conferiu-se a atualidade do dado cadastral por meio de duas amostragens. A primeira consistiu na escolha de 40 lotes (aproximadamente 10% dos lotes), cuja comparação da imagem orbital de 2017 sobre ortofoto de 2007 permitisse inferir que houve mudança na cobertura do solo, e a segunda de 35 lotes escolhidos aleatoriamente. O conteúdo presente nos dados nas unidades de avaliação das amostras foi comparado a imagens terrestres do *Google Street View* para verificar se estavam diferentes. Adicionalmente, também se fotointerpretou as imagens de 2017 para aferir se os lotes constantes no cadastro tinham alguma edificação.

Este diagnóstico serviu posteriormente para analisar o uso e as limitações impostas.

#### *4.2.2.3.3. Operacionalização dos indicadores*

Neste trabalho aplicou-se o método de Silva e Pereira (2014), cujos indicadores para analisar a vulnerabilidade física das edificações a deslizamentos são dois: a Resistência das Edificações (RE) e a Intensidade dos Deslizamentos (ID). No método dos autores, tanto a vulnerabilidade quanto os seus indicadores são avaliados em um intervalo de 0 a 1.

### i. Intensidade dos Deslizamentos

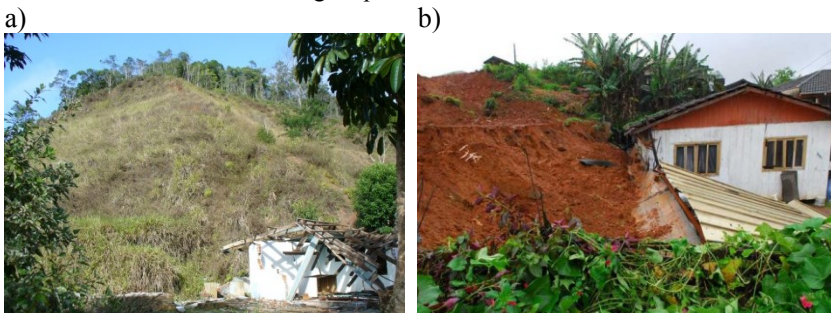
A intensidade dos deslizamentos é composta pelas características dos deslizamentos relacionados a seus danos. Para tanto, são necessários registros detalhados de parâmetros morfométricos e das consequências quando ocorre um evento.

Tais dados são dificilmente coletados, sendo que isto não é uma exclusividade da realidade brasileira. Normalmente, um deslizamento notificado à defesa civil são eventos que afetam a população, em condições climáticas desfavoráveis e com acesso prejudicado, de forma que a prioridade no atendimento não é voltada ao registro de características morfométricas do movimento.

Assim, buscou-se caracterizar os deslizamentos na sub-bacia por meio de referências a estes dados na Defesa Civil municipal, na literatura e notícias de jornais. Em literatura foram consultados trabalhos como Bilesimo (2017), Luiz (2009a, 2009b) e Krüger (2010), que permitiram verificar características e estatísticas gerais de eventos ocorridos no município, porém sem permitir inferir diretamente características necessárias a intensidade dos deslizamentos.

Com a Defesa Civil foram obtidos 05 laudos de vistoria do evento de 2008 de atendimentos localizados na sub-bacia e adjacências. Somente um dos laudos, a que se teve acesso, se tratava sobre a ocorrência de um deslizamento com danos a edificação - este único ainda não tinha foto do deslizamento ou a marca do evento na ruína da edificação (Figura 25a).

Figura 25 – a) Ruína de edificação atingida por deslizamento; b) Edificação de madeira atingida por deslizamento em 2008.



Fonte: a) Defesa Civil de Joinville b) Salmo Duarte em A Notícia (2008)

Nas diversas notícias vinculadas em jornal a respeito de deslizamentos, nenhuma apresentava detalhes ou fotografias que

permitissem obter características dos deslizamentos e seus danos ao mesmo tempo. Entre as notícias, destaca-se A Notícia (2008) que registra um deslizamento na sub-bacia do Rio Comprido, cujo deslizamento atingiu uma edificação de madeira, movendo-a e danificando-a, sem causar vítima aos residentes (Figura 25b).

Com base nas poucas informações para inferir as características físicas e dos danos associados aos movimentos, estimou-se a intensidade dos deslizamentos na sub-bacia com base na classificação de níveis de danos de Guillard-Gonçalves *et al.* (2016) contida no Quadro 15. Deste modo, escolheu-se o nível Danos Significativos para as estruturas de madeira simples e definiu-se o valor de 0,6 para o indicador Intensidade dos Deslizamentos.

Quadro 15 - Nível de danos das edificações

<b>Classe de dano</b>	<b>Vulnerabilidade Física</b>	<b>Nível de dano das construções.</b> Baseado em Alexander (1986); AGS (2000); Tinti <i>et al.</i> (2011); Garcia (2012)
1 - Danos negligenciáveis	[0; 0.2]	Sem danos significativos - pequeno acúmulo de material, causando danos estéticos (Sujeira, pintura descascada, etc.)
2 - Danos pequenos	]0.2; 0.4]	Sem danos estruturais - pequenos danos reparáveis: desagregação de revestimentos, trincas, danos a portas e janelas.
3 - Danos significativos	]0.4; 0.6]	Sem danos estruturais - grandes danos requerendo reparos complexos: movimentações ou quedas parciais de paredes ou painéis sem comprometer a integridade da estrutura, rachaduras. Requer evacuação
4 - Danos graves	]0.6; 0.8]	Danos estruturais que podem afetar a estabilidade da construção: Queda de alvenaria, queda parcial de lajes, rachaduras ou queda de seções da estrutura devido ao assentamento. Evacuação imediata; demolição do elemento pode ser necessária.
5 - Danos muito graves	]0.8; 1]	Dano severo comprometendo a integridade estrutural: Colapso parcial ou total da construção. Evacuação imediata e imperativa; Demolição completa da edificação.

Fonte: Guillard-Gonçalves *et al.* (2016, p. 316, tradução nossa)

A escolha de uma estrutura em específico para definir a classe de danos teve por objetivo de manter a mesma intensidade para toda a área. Deste modo, deslizamentos com dimensões e velocidade semelhante a que produza estes danos em estruturas de madeira, teoricamente produziriam menores danos em estruturas mais resistentes ou maiores em estruturas menos resistentes.

i. Resistência das edificações

Silva e Pereira (2014) utilizam uma abordagem heurística para avaliar a resistência das edificações com um método semi-quantitativo. Para tanto, utilizaram 5 características das edificações: Técnica Construtiva, Material de Construção, Estrutura do pavimento e telhado, número de Pavimentos e Estado de Conservação. Estas características foram avaliadas por 27 classes empiricamente ponderadas com um valor variando entre 0 e 1, sendo 1 máxima resistência e 0 sem resistência. O Quadro 6 demonstra as características e classes avaliadas pelos autores.

Silva e Pereira (2014) destacam que a variável Número do Pavimento foi usado como uma aproximação para a profundidade da fundação, uma vez que normalmente edificações mais altas apresentam uma fundação mais sólida e profunda. A partir destas características, buscaram-se correlacionar os atributos e classes com os dados presentes no cadastro técnico. Embora a similaridade entre os atributos utilizados pelos autores para avaliá-los com dados constantes no cadastro técnico de Joinville, as classes não possuíam uma associação direta, conforme se pode verificar no Quadro 16.

O atributo Estrutura do Pavimento e Telhado foi associado somente ao campo Forro do cadastro, embora também houvesse o campo Piso. Tal associação foi para facilitar a análise mantendo a correlação de um atributo a um único campo, bem como da hipótese que a edificação que apresenta laje em material resistente, tem a maior probabilidade que o pavimento também seja. Da mesma forma que para os atributos, tentou-se correlacionar as classes de avaliação com as respostas dos campos do cadastro.



Quadro 16 - Associação dos atributos do indicador Resistência das Edificações de Silva e Pereira (2014) aos dados do cadastro de Joinville.

Silva e Pereira (2014, tradução nossa)		Associação realizada	
Atributos	Dados	Atributos	Dados
Técnica Construtiva	<p>Paredes de tijolos ligadas a concreto armado;</p> <p>Estruturas metálicas (resistentes);</p> <p>Paredes de pedra com concreto;</p> <p>Paredes de tijolos com concreto;</p> <p>Paredes de pedra irregulares com concreto;</p> <p>Estruturas de madeira (resistentes);</p> <p>Paredes de pedra soltas;</p> <p>Paredes de pedra irregulares e soltas;</p> <p>Adobe;</p> <p>Estruturas metálicas (frágeis);</p> <p>Estruturas de madeira (frágeis);</p> <p>Concreto armado;</p> <p>Metal (resistente);</p> <p>Granito;</p> <p>Tijolo;</p> <p>Xisto;</p> <p>Madeira (resistente);</p> <p>Metal (frágil);</p> <p>Madeira (frágil)</p>	Estrutura	<p>Madeira Simples;</p> <p>Madeira Especial;</p> <p>Concreto/Alvenaria;</p> <p>Metálica;</p>
Material de Construção		Material Predominante (paredes)	<p>Alvenaria;</p> <p>Concreto;</p> <p>Metal;</p> <p>Madeira;</p> <p>Mista;</p> <p>Fiberglass;</p> <p>Vinil;</p>
Estrutura do pavimento e telhado	<p>Concreto;</p> <p>Outros elementos reforçados (madeira e metal)</p>	Forro	<p>Sem;</p> <p>Madeira/Chapas;</p> <p>Fibra de vidro;</p> <p>Laje Simples Ou Estuque;</p> <p>Laje Especial;</p> <p>Especial.</p>
Nº Pavimentos	<p>1</p> <p>≥2</p>	Nº Pavimentos	Preenchimento livre
Estado de Conservação	<p>Muito bom;</p> <p>Bom;</p> <p>Médio; Ruim</p>	Estado de Conservação	<p>Bom;</p> <p>Regular;</p> <p>Má;</p>

Fonte: autor

Os pesos dos atributos do cadastro e suas respostas foram as mesmas utilizadas por Silva e Pereira (*op cit.*) A ponderação de cada dado dos atributos foi correlacionada diretamente dos valores utilizados pelos autores *op cit.*, com exceção dos dados que tinham somente no cadastro técnico, como os dados sobre forro. Neste caso, foram atribuídos valores maiores ou menores a resistência do material em comparação a única associação encontrada que foi ‘laje especial’ – cuja descrição no Manual de Preenchimento do Cadastro Imobiliário é equivalente às lajes maciças de concreto armado.

Os destaques na atribuição de pesos são para as edificações com estruturas classificadas como Concreto/Alvenaria e as de Material predominante Metal e Madeira. Edificações com estrutura em concreto armado possuem resistência diferenciada em relação à Alvenaria Estrutural e os dados do cadastro não os distinguem. Além disto, sabe-se que edificações em áreas mais carentes são construídas predominantemente sem assistência técnica de engenheiros e arquitetos, resultando em muitas vezes em edificações em alvenaria estrutural com blocos de vedação.

Optou-se assim por atribuir o valor de 0,5 para os dados deste campo, que Silva e Pereira (2014) atribuíram as ‘paredes de tijolos com concreto’ ao invés de ‘Paredes de tijolos ligadas a concreto armado’. Já para o material predominante Metal e Madeira, foram atribuídos os valores correspondentes aos mesmos materiais só que os valores de frágeis. O Quadro 17 detalha os indicadores, os atributos e os dados presentes no Cadastro Técnico utilizados para avaliar as edificações.

O indicador Resistência das Edificações é quantificado para cada uma das unidades de avaliação conforme a Equação (8). O resultado do indicador é um valor entre 0 (sem resistência) e 1 (máxima resistência).

$$RE = (0,3 \times E) + (0,3 \times MP) + (0,2 \times F) + (0,1 \times PAV) + (0,1 \times C) \quad (8)$$

Onde: E é estrutura; MP é material predominante; F é forro; PAV é N° total de pavimentos; C é estado de conservação.

#### 4.2.2.3.4. Cálculo da vulnerabilidade física

A vulnerabilidade física de cada edificação pelo método de Silva e Pereira (2014) então resulta na seguinte Equação (9):

$$VF = \{1 - RE\} \times ID \quad (9)$$

Silva e Pereira (2014) explicam que teoricamente os valores da vulnerabilidade pode variar de 0 (sem perdas) a 1(perdas total), porém os valores irão variar entre 0 e o valor definido para a Intensidade dos Deslizamentos. Assim, neste trabalho, assume-se que se uma edificação tiver RE igual a 1 (máxima resistência), a VF será 0. Por outro lado, se RE for igual a 0 (sem resistência) a VF será 0,6 (Danos Significativos).

Quadro 17 - Indicadores e atributos escolhidos com base em Silva e Pereira (2014)

<b>Indicador</b>	<b>Peso</b>	<b>Atributo</b>	<b>Dados/informações</b>	<b>Classe Resistência [0;1]</b>
Resistência das Edificações (RE)	0,3	Estrutura (E)	Madeira simples	0,1
			Madeira especial	0,4
			Concreto/alvenaria	0,5
			Metálica	0,8
	0,3	Material Predominante (MP)	Alvenaria	0,5
			Concreto	0,9
			Metal	0,1
			Madeira	0,1
	0,2	Forro (F)	Mista	0,3
			Sem	0,1
			Madeira/chapas	0,2
			Laje simples ou estuque	0,7
	0,1	Número de pavimentos (PAV)	Laje especial	1
			Especial	0,7
0,1	Estado de conservação (C)	1	0,7	
		$\geq 2$	1	
		Bom	0,7	
0,1	Estado de conservação (C)	Regular	0,5	
		Má	0,1	
Intensidade dos Deslizamentos (ID)	]0;1]	Características dos deslizamentos	Defesa Civil de Joinville Literatura	-

Fonte: autor

#### 4.2.2.4. Comunicação da vulnerabilidade física das edificações

A Equação (9), página anterior, foi aplicada para todas as unidades de avaliação dos lotes expostos. O arquivo *shapefile* contendo as edificações da restituição aerofotogramétrica de 2007 não identificam as unidades de avaliação, somente era possível associar as edificações aos lotes. Com esta limitação, para a representação cartográfica da vulnerabilidade física das edificações a deslizamento foi utilizado o lote e associando a este o valor encontrado para a edificação principal<sup>7</sup> mais vulnerável no imóvel.

A representação foi possível por meio do relacionamento da tabela contendo a vulnerabilidade calculada e o *shapefile* da malha fundiária do município. No ArcGIS 10, utilizou-se a ferramenta *Join* devido a cardinalidade 1:1 entre o dado espacial e a tabela, por meio da inscrição cadastral para o relacionamento. Também foram produzidos gráficos no Microsoft Excel.

---

<sup>7</sup> Consideraram-se como edificações principais as unidades de avaliação com o menor valor no campo de preenchimento do cadastro, uma vez que o preenchimento deste campo – numeração – segue a hierarquia em termos de importância da construção (menor o valor numérico do campo, mais importante) na unidade autônoma do lote em questão.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos e a discussão são apresentados ao longo deste capítulo conforme a estrutura do Método 8 passos exposto na Figura 20 (p. 64).

### 5.1. A EVOLUÇÃO DA OCUPAÇÃO NA SUB-BACIA DO RIO COMPRIDO

A urbanização da sub-bacia do rio Comprido tem seu início na metade da década de 50 com a instalação da Fundação Tupy no bairro Boa Vista em 1954. A área escolhida para a expansão da indústria, que era localizada anteriormente no centro da cidade, foi sobre uma grande gleba de mata e manguezal a beira da Lagoa do Saguçu.

Segundo Silivi Junior (2017, p. 89), a instalação da indústria na zona leste do município instalou um vetor de expansão urbana nesta área da cidade. O autor completa que ao afastar o parque fabril do centro da cidade, os funcionários tinham que percorrer grande distância para o trabalho, fazendo com que passassem a se instalar em áreas próximas a indústria.

Santana (1998, p. 77) analisando a distribuição espacial dos loteamentos aprovados pela prefeitura entre 1949 e 1966, afirma que em 1959 há uma reorientação no vetor dos loteamentos para a zona sul e leste. Segundo o autor, os locais destes novos empreendimentos eram popularmente chamados de “bairros dos caboclos”:

“pois eram ocupados eram ocupados em sua grande maioria pela mão de obra operárias das indústrias e não possuíam vínculos com a etnia germânica, que ainda influencia sobremaneira na formação social da cidade...” (SANTANA, 1998, p. 77)

Esta segregação étnica e econômica do processo de ocupação da cidade assumiu uma grande importância, sob o aspecto espacial e de estruturação do espaço urbano.

Na fotografia aérea de 1957 (Figura 26) é possível ratificar as informações dos autores. Nela verifica-se que a indústria Fundação Tupy ainda não está concretizada, mas já se tem o início de loteamentos com as aberturas de vias perpendiculares a Rua Albano Schmitt, provavelmente fruto da especulação imobiliária.

Já na fotografia aérea de 1966 (Figura 27), já é possível verificar um aumento de novos loteamentos e novas vias indutoras de urbanização na sub-bacia, tais como a Rua Papa João XXIII e a Rua Prefeito Baltazar Buschle.

No período da década de 50 e 60, Joinville assim como restante do Brasil passou por um acelerado crescimento econômico pela consolidação e expansão da industrialização no período pós-segunda guerra mundial. O desenvolvimento e criação de novas indústrias em Joinville intensificam o aumento populacional com a imigração de pessoas em busca de trabalho.

A partir da década de 60, o crescimento demográfico do município apresentou taxas de cerca de 6% ao ano até meados de 1980, superando em mais que o dobro as taxas do estado e do país (SILIVI JUNIOR, 2017, p. 75). O interesse imobiliário e o fato que não havia punição para o descumprimento da lei de parcelamento do solo, favoreceu o surgimento de inúmeros loteamentos irregulares nas áreas periféricas. Estes loteamentos surgiram sem condições adequadas, sem saneamento, com as ocupações gerando estímulos migratórios e elevado custo para municipalidade (SGANZERLA, 2001, p. 55).

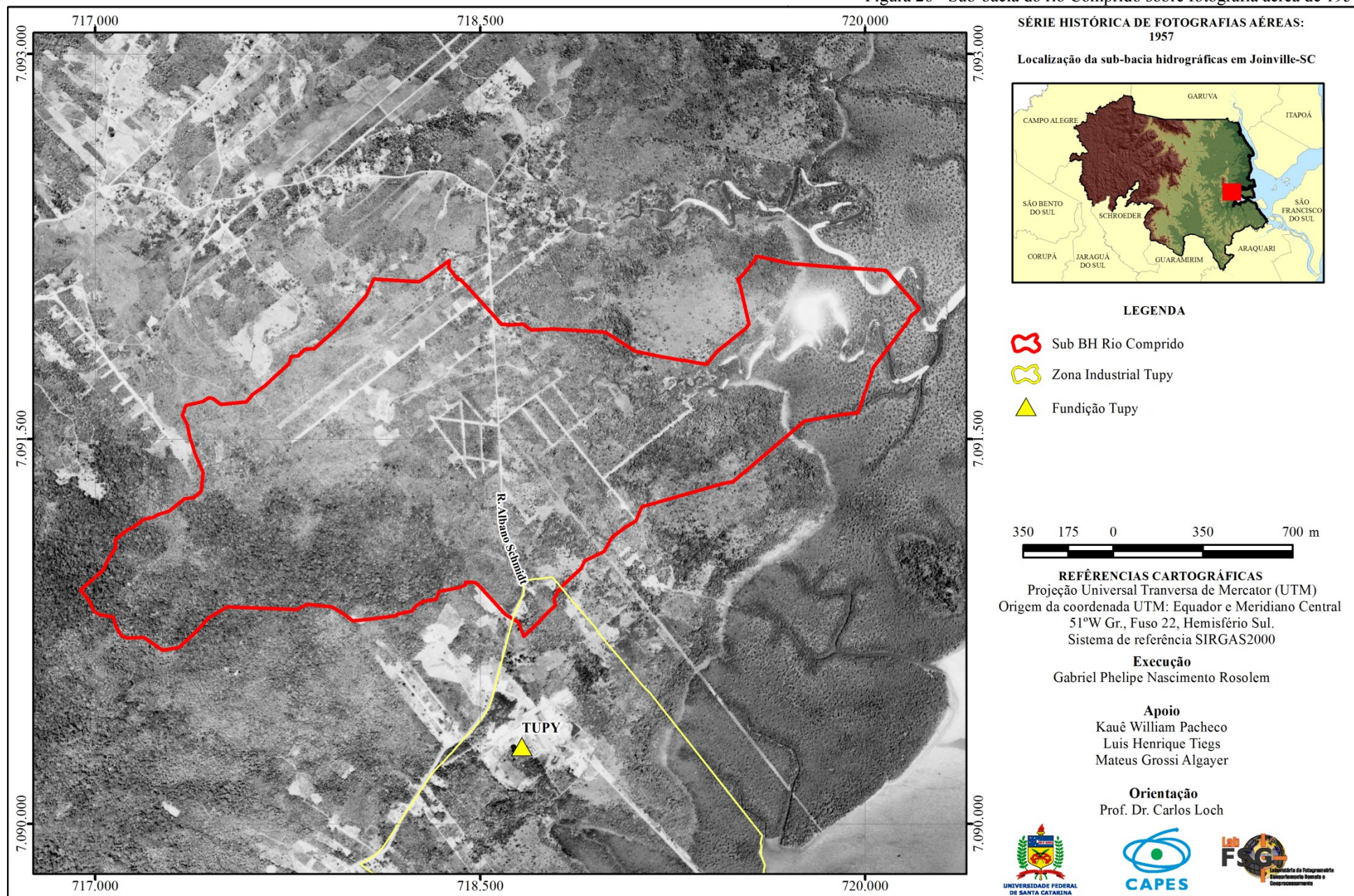
Muito imigrantes atraídos por oportunidades de emprego na Fundação Tupy e demais indústrias, sem remuneração suficiente para moradias formais, acabaram por se instalar próximos sobre as áreas impróprias, como mangues e áreas sujeitas a ameaças naturais.

Embora Joinville tivesse um enorme déficit habitacional, cerca de 20mil unidades, levantamento realizado pelo poder público identificou mais de 28mil lotes vazios no perímetro urbano à época. Contudo, as famílias carentes não possuíam poder aquisitivo para obter estas terras (SOUZA, 1991, p. 54). Segundo Santana (1998, p. 78), a segregação espacial por condições econômicas ganhava força e começou a se materializar, além do favorecimento da segregação étnica, já que os imigrantes chegavam a uma terra com valores fortemente germânicos.

Durante este período é importante destacar que a Lei Municipal de n. 1.262/73 estabeleceu que as áreas acima da cota 40m (em anos posteriores corrigida para altitude 40m) no Morro do Boa Vista eram não edificáveis. OAP (2013, p.38) sugere que a implantação desta restrição urbanística somente no morro do Boa Vista se deve pelo mesmo estar sendo ocupado na vertente leste por famílias de baixa renda, fruto da instalação da Fundação Tupy.



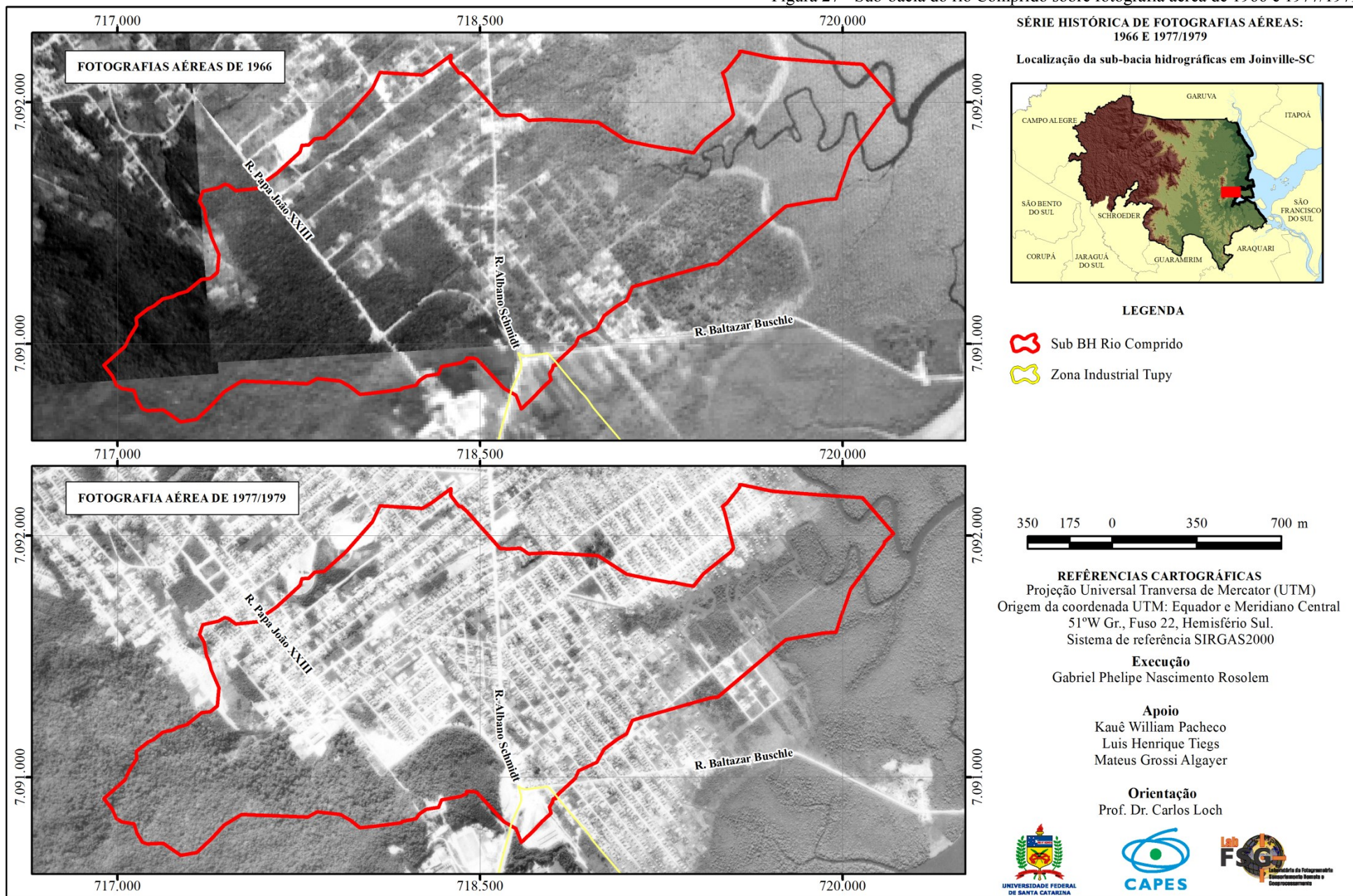
Figura 26 - Sub-bacia do rio Comprido sobre fotografia aérea de 1957.



Página intencionalmente em branco – verso do mapa impresso em A4.



Figura 27 - Sub-bacia do rio Comprido sobre fotografia aérea de 1966 e 1977/1979.



Página intencionalmente em branco – verso do mapa impresso em A4.

Deste modo, percebe-se que o poder público procurou evitar que os mesmos problemas das áreas baixas acontecessem nas encostas do Boa Vista, embora não tenha sido de todo efetivo.

A fotografia aérea de 1977/1979 (Figura 27) permite verificar que no intervalo de 12 anos ocorreu um crescimento vertiginoso na ocupação do solo na sub-bacia. Também é possível aferir a abertura de novos loteamentos adjacente Rua Papa João XXIII ao pé do Morro do Boa Vista. Santana (1998, p. 116) explica que a tendência de ocupação de bairros como o Iriirú (parte da sub-bacia, conforme visto na Figura 11, p.45) se dava pelo fato de estarem nas periferias de expansão, com menor infraestrutura instalada, e deste modo, no baixo preço da terra a viabilização dos loteamentos populares.

Ainda na Figura 27 é possível constatar os efeitos da rápida urbanização com as ocupações avançando sobre os terrenos alagadiços próximos ao mangue e às margens do rio Comprido – áreas que já eram protegidas pela Lei n. 4.771/1965 (antigo código florestal). Ainda é possível verificar que dentro do limite da sub-bacia existe um avanço sobre a encosta possivelmente para a exploração de solo para aterro.

Na década de 80, o poder público começa a intervir nas áreas de mangue invadidas. Após levantamentos socioeconômicos e estudos a solução encontrada pela prefeitura foi a implantação do Projeto Mangue. O projeto consistia na urbanização do mangue, com a realização de aterro e infraestruturas para melhorar as condições habitacionais precárias. A fim de conter novas invasões, o projeto construiu um canal artificial com 40 metros de largura por 5 de profundidade entre o mangue e as ocupações, como pode se visto na Figura 28.

Gonçalves e Oliveira (2001, p. 76) cita que a urbanização e a industrialização exigiram a exploração de jazidas de solos para realização dos aterros de áreas baixas, causando desmontes nos morros, principalmente na face leste do morro do Iriirú.

Ainda na Figura 28, verifica-se a densificação horizontal da ocupação na sub-bacia sobre as fotografias aéreas de 1989, com quase todos os lotes preenchidos. Constata-se também que os lotes em áreas mais declivosas, localizados a oeste no mapa, comparativamente, também possuem a mesma densidade de ocupação que os em áreas planas - tendo as dimensões do lote aproximadamente iguais.

Em análise comparativa da realidade de Joinville com grandes cidades brasileiras à época, Moser (1993, p. 73) afirma que Joinville se assemelha em relação a autoconstrução das moradias, a inexistência de infraestrutura e equipamentos urbanos nas periferias.

Entre 1989 e 2007 a ocupação se intensificou e ocupou toda a área até o canal artificial e Rio Comprido retificado (Figura 28). Nota-se também que em 2007 a maioria das ruas criadas no Projeto Mangue e as localizadas na base do Morro do Boa Vista ainda careciam de pavimentação. Verifica-se também que em 2007, a sub-bacia está predominantemente ocupada, restando poucos imóveis particulares sem edificações.

Tal fato tem colocado pressão sobre as áreas públicas ou dos lotes inseridos dentro da Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) do Morro do Boa Vista, que estão sofrendo invasões. A Figura 29 demonstra esta situação na sub-bacia.

Nota-se pela a Figura 29 que a maior concentração de episódios de deslizamentos está próxima a área que é considerada um parcelamento irregular identificado pela prefeitura municipal. Além desta área, constata-se que há ocupações próximas a encosta, mais precisamente na base de um talude que na carta de IPT (2005) é considerado de alta suscetibilidade a movimento de massa (Figura 30).

Esta porção de encosta é resultado de um retaludamento<sup>8</sup> no Morro do Boa Vista mal executado. Conforme aponta CPRM (2013), a obra não apresenta um bom sistema de drenagem, com canaletas verticais e horizontais, muitas vezes estando ausente. A Figura 30 demonstra que o retaludamento apresenta erosão e degraus de abatimento, que em eventos de chuvas podem evoluir para deslizamentos, além de uma edificação na base.

As edificações irregulares (Figura 29) próximas ao retaludamento atualmente são pleito do Inquérito Civil Público (IC) 06.2014.00003481-1 movido pelo Ministério Público de Santa Catarina (MPSC), que ainda está em andamento. O IC tem por objetivo apurar a construção irregular de casas e tanques de peixes em Área de Preservação Permanente (APP) bem como apurar se a área é de risco geológico.

As edificações na sub-bacia localizadas próximas ao Morro do Boa Vista são em sua maioria casas simples de alvenaria ou madeira simples de um pavimento com duas águas.

---

<sup>8</sup> Retaludamento: “obra de mudança da inclinação e/ou da altura de um talude, objetivando melhorar suas condições de estabilidade” (ABNT, 2009, p. 3). É importante que junto a estas obras sejam executados sistemas de drenagem e proteção à erosão dos taludes.



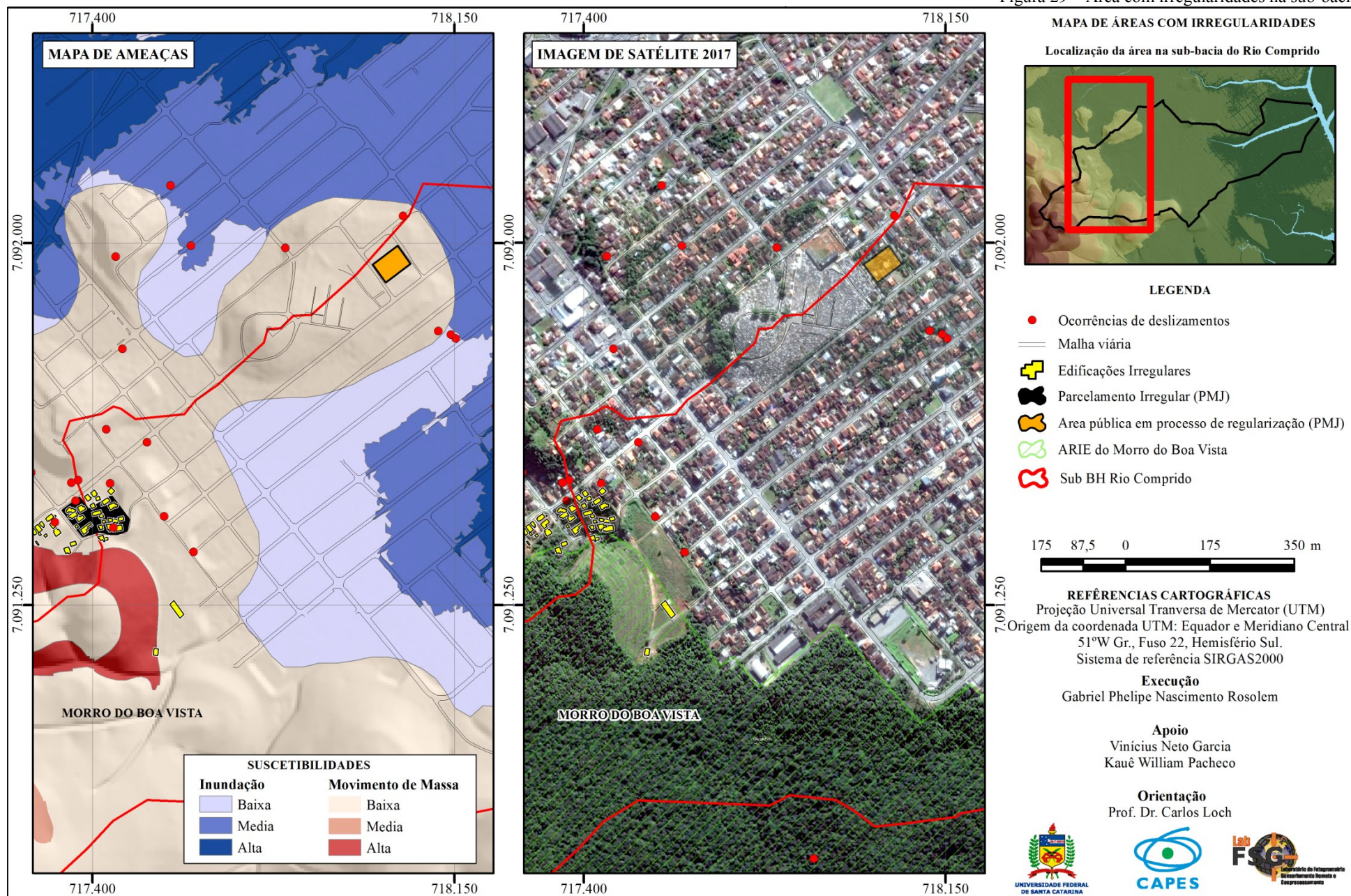
Figura 28 - Sub-bacia do rio Comprido sobre fotografia aérea de 1989 e 2007.





Página intencionalmente em branco – verso do mapa impresso em A4.

Figura 29 – Área com irregularidades na sub-bacia.



Página intencionalmente em branco – verso do mapa impresso em A4.



No geral, para ocuparem os lotes que não são planos, realizam terraplenagem no terreno com taludes íngremes e sem proteção (Figura 31) ou constroem muros de arrimo sem observar os preceitos técnicos – por exemplo, armaduras expostas e ausência de drenagem (Figura 32).

Somado a isto, a ausência de redes de coleta de esgoto sanitário e drenagem pluvial faz com que o lançamento destas águas nos terrenos aumente a zona de saturação do solo e conseqüentemente a suscetibilidade de deslizamentos em episódios de precipitação.

Figura 30 - Retaludamento com presença de degraus de abatimento e erosão, abaixo edificações irregulares.



Fonte: Google Earth Pro.

Figura 31 – Casa construída próxima a talude de corte desprotegido e com via a cima dele sem drenagem pluvial



Fonte: Google Earth Pro e Google Street View.

Figura 32 - Muro de arrimo de aterro sem drenagem e com armadura exposta.



Fonte: Google Earth Pro e Google Street View.

## 5.2. POPULAÇÃO E ÁREA EXPOSTA A DESLIZAMENTOS

Para verificar a vulnerabilidade física das edificações e socioeconômica da população da sub-bacia a deslizamentos, consideraram-se os lotes que intersectavam as manchas de suscetibilidade a movimento de massa da carta de IPT (2005). Destaca-se que em nota na carta de suscetibilidades, em escala 1:25.000, IPT (2015) afirma:

"[...] O zoneamento apresentado é de nível básico e está fundamentado em fatores naturais predisponentes espacializáveis, obtidos por meio de compilação e tratamento de dados secundários disponíveis e validação [...] Dentro das zonas pode haver áreas com classes distintas, mas sua identificação não é possível devido à escala da carta [...] Suscetibilidade baixa não significa que os processos não poderão ser gerados em seu domínio, pois atividades humanas podem modificar sua dinâmica. A presença de feições associadas a processos pode alterar localmente a classe indicada. O zoneamento não pode ser utilizado para avaliar a estabilidade dos terrenos, bem como não se destina a emprego em escala que não seja a de origem, sendo que tais usos inapropriados podem resultar em conclusões incorretas [...] Nas áreas urbanizadas/edificadas, ressalva-se o fato de que as classes indicadas podem estar alteradas, para mais ou para menos, a depender do grau de influência da ocupação existente [...]" (grifos nossos)

Em nota explicativa Bitar (2014, p.10) salienta que as cartas de suscetibilidades têm fins preferencialmente consultivos e informativos, podendo ser útil em ações de normalização técnica e de regulamentação legal, porém nesses últimos usos deve-se ter cautela. Os autores concluem que é recomendável tratar os resultados inicialmente em caráter informativo.

Embora a escala da carta de suscetibilidade, 1:25.000, seja incompatível para análises a nível cadastral e devido as limitações dos autores já expostas, a utilização dela justifica-se pela falta de produtos públicos em maior escala.

A intersecção das manchas com a malha fundiária do cadastro resultou em 359 lotes considerados expostos aos deslizamentos, para efeito da análise da vulnerabilidade física das edificações. Estes lotes estão inseridos em 6 setores censitários distintos, que foram enumerados de 1 a 6 devido ao tamanho da identificação do geocódigo do IBGE, conforme o Quadro 18.

Quadro 18 - Identificação dos setores censitários e os lotes expostos a deslizamento na sub-bacia.

Setor	Geocódigo IBGE	Lotes da malha fundiária municipal			Unds. de Avaliação
		Total <sup>1</sup>	Expostos	% Expostos	
Setor 1	420910205000355	285	125	43,9	276
Setor 2	420910205000685	140	21	15,0	43
Setor 3	420910205000356	219	52	23,7	130
Setor 4	420910205000687	165	106	64,2	250
Setor 5	420910205000360	145	23	15,9	57
Setor 6	420910205000683	154	32	20,8	84

<sup>1</sup> Valores aproximados por conta da escala da malha de setores censitários

Fonte: autor

### 5.2.1. Condições socioeconômicas da população

As condições socioeconômicas da população residente exposta a deslizamentos influenciam diretamente na capacidade de resistir, se adaptar e transformar após o impacto da ameaça. Para tanto, utilizou-se os dados do Censo 2010 para analisar os setores censitários que interceptavam a área exposta a deslizamentos (Figura 33). Estes dados foram analisados a luz dos indicadores socioeconômicos definidos por

CEPED UFSC (2014a), que avalia as características biológicas e econômicas das pessoas expostas a ameaça.

As características biológicas das pessoas influenciam direta ou indiretamente a sua vulnerabilidade. Diversos são os aspectos biológicos que podem ser analisados, como gênero, idade, cor da pele, entre outros. Ao enfoque do gênero, Zulaika (2017) afirma que mulheres, meninos e meninas são 14 vezes mais suscetíveis a morrer durante um desastre que os homens.

As mulheres tendem a dispor menos recursos materiais, são politicamente marginalizadas e muitas vezes possuem o fardo adicional de serem as zeladoras da família (LICO, 2013, p. 32). Nos setores expostos a deslizamentos, as mulheres são a maioria da população, exceto nos setores 2 e 5. Em relação a cor de pele declarada pelos residentes ao censo de 2010, a população da área é majoritariamente branca, com mais de 90%, exceto pelo setor 4 que apresenta aproximadamente 11% de pessoas declaradas pretas e pardas (Quadro 19).

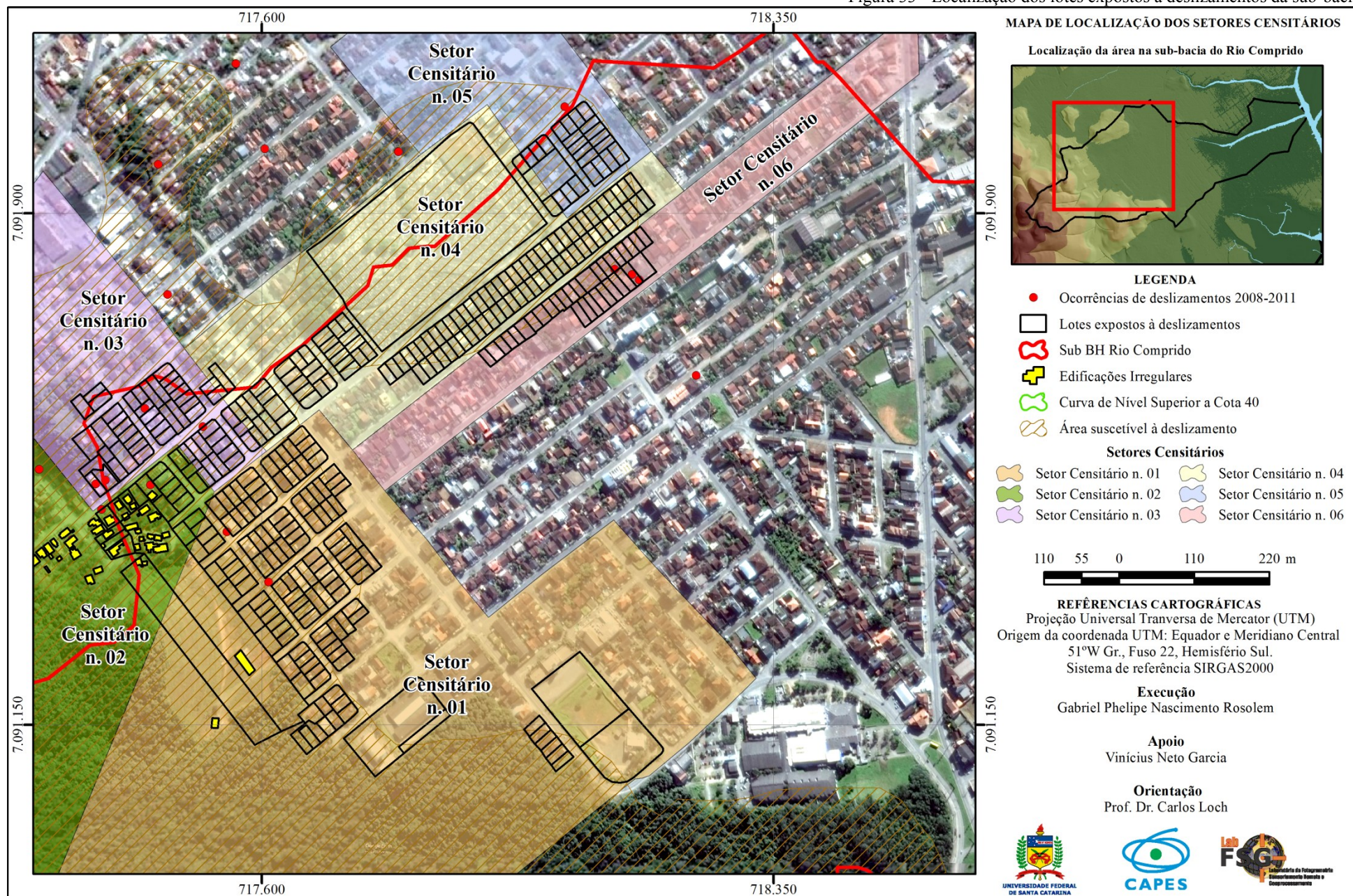
Quadro 19 – porcentagem da população dos setores censitários por cor e gênero.

Setor	n° Pessoas	Por cor					Por gênero	
		Branca	Preta	Amarela	Parda	Indígena	Masculino	Feminino
S. 1	770	91,0%	5,5%	0,1%	3,4%	-	49,9%	50,1%
S. 2	347	96,0%	1,7%	0,0%	2,3%	-	51,3%	48,7%
S. 3	576	92,5%	2,1%	0,2%	5,2%	-	49,7%	50,3%
S. 4	642	88,9%	2,8%	0,2%	8,1%	-	47,8%	52,2%
S. 5	487	96,9%	0,2%	0,2%	2,7%	-	50,3%	49,7%
S. 6	520	92,1%	5,0%	0,4%	2,5%	-	48,5%	51,5%
Grau de Vulnerabilidade CEPED UFSC (2014a)							Moderada	Alta

Fonte: Autor, produzidos com dados do Censo 2010/CEPED UFSC 2014a.



Figura 33 - Localização dos lotes expostos a deslizamentos da sub-bacia.





Página intencionalmente em branco – verso do mapa impresso em A4.

Sob a ponto de vista etário, os grupos mais vulneráveis são as crianças e os idosos, que tendem a ser mais afetados sob a ocorrência de um desastre. As crianças pequenas possuem uma menor capacidade cognitiva, já os idosos possuem menor capacidade sensorial, além de ambos os grupos serem fisicamente mais frágeis e requererem maior auxílio diante de situações de perigo.

A partir do Quadro 20, verifica-se que a distribuição etária da população dos seis setores analisados possui pouca variação entre si. O setor 2 é o que possui a maior porcentagem de crianças pequenas, 0 a 6 anos, enquanto o setor 5, a maior de idosos. Ao analisar a quantidade destas duas faixas etárias em conjunto o Setor 5 soma 17,2% da população no grupo de alta vulnerabilidade, enquanto o setor 1, o menor, com 10,9%.

Quadro 20 – Porcentagem da população dos setores censitários por faixas etárias.

Setor	Pessoas	Por idade				
		[0, 6] anos	[7, 12] anos	[13, 18] anos	[19, 64] anos	>65 anos
S. 1	770	6,0%	7,1%	8,6%	73,4%	4,9%
S. 2	347	10,1%	9,5%	6,9%	69,2%	4,3%
S. 3	576	9,4%	6,6%	9,2%	68,4%	6,4%
S. 4	642	9,3%	10,9%	8,3%	67,3%	4,2%
S. 5	487	8,2%	7,0%	10,1%	65,7%	9,0%
S. 6	520	5,6%	8,7%	8,5%	71,0%	6,3%
Vulnerabilidade CEPED UFSC (2014a)		Muito alta	Moderada	Baixa	Muito Baixa	Alta

Fonte: Autor, produzidos com dados do Censo 2010.

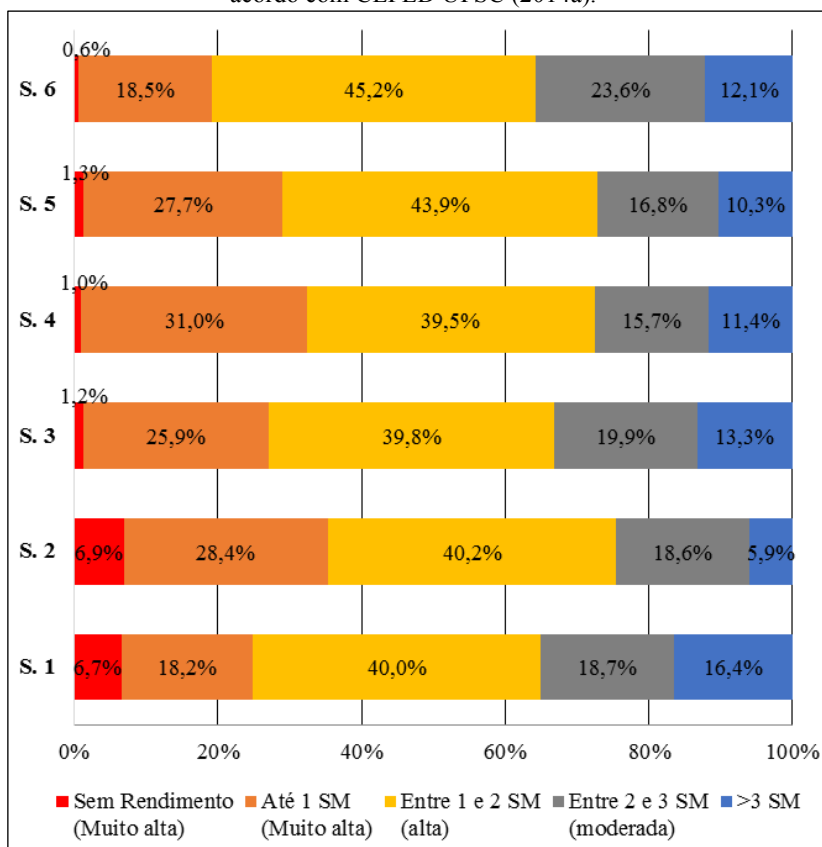
Quanto ao aspecto econômico, a capacidade financeira das pessoas expostas ao perigo está relacionada a resistência de suas edificações ao impacto de uma ameaça, bem como a capacidade de absorver os danos materiais e a sua saúde. A Figura 34 ilustra a porcentagem dos domicílios por faixa de renda domiciliar *per capita*. Constata-se que o Setor 1 e o Setor 2 são os com maior percentual de domicílios sem rendimento salarial.

Porém quando analisado dentro da faixa correspondente a vulnerabilidade muito alta, o setor 2 e 4 possuem mais de 30% dos domicílios nesta classe. Considerando o valor do salário mínimo do ano

de 2010 de R\$ 510 e os intervalos para as classes econômicas determinadas em Neri (2010 p. 30), a maioria da população residente na área exposta a deslizamento seria classe D e E - sendo estas inferiores a classe média (Classe C) da época.

CEPED UFSC (2014a) analisa também como um dos indicadores a quantidade de pessoas desempregadas, porém esta é uma variável coletada em campo e não disponível nos dados do censo do universo. Alternativamente, se relacioná-las ao número de domicílio sem rendimento, embora os números resultantes sejam subestimados, o Setor 2 e 1 seriam os com maior número de desempregados.

Figura 34 - Porcentagem da população com rendimento per capita domiciliar em faixas de Salários Mínimos (SM), entre parênteses o grau de vulnerabilidade de acordo com CEPED UFSC (2014a).



Fonte: Autor, produzidos com dados do Censo 2010.



A Figura 35 e Figura 36 demonstram, sinteticamente, as variáveis analisadas de forma gráfica para um melhor entendimento da distribuição espacial dos dados apresentados. Na Figura 35 é possível verificar que o Setor 3 possui uma média de 4 pessoas por domicílio, maior que os demais, enquanto na Figura 36, nota-se que o Setor 2 é o que possui menor renda per capita entre os setores, com pouco mais que meio salário mínimo.

Com base nos dados apresentados é possível verificar que a maioria da população exposta a deslizamento na sub-bacia é branca, pobre e do sexo feminino. Embora com pequenas variações, os seis setores analisados são similares socioeconomicamente. Dos setores observados é possível verificar que o Setor 2 se destaca nas pequenas variações em comparação com os demais, sobretudo economicamente. Assim, é possível inferir a partir do exposto que uma parcela significativa da população se encontra com vulnerabilidade social alta e a grande maioria em vulnerabilidade econômica alta.

Dos resultados tem-se que os dados censitários possuem a vantagem de serem dados públicos com coleta e atualização sistemáticas, georreferenciados, além de abranger diversos aspectos da população, desde as características do local da moradia a bens de consumo que esta possui.

Entretanto, a utilização destes dados apresenta limitação para a análise da vulnerabilidade, principalmente a nível cadastral. Apesar de coletados por domicílios, os resultados do censo são disponibilizados agregados por setores censitários, que são áreas definidas pelo IBGE por critérios operacionais e limites político-administrativos - não considerando a homogeneidade socioeconômica. Os próprios limites dos setores também nem sempre são os mesmos em outros censos (ABREU, 2011, p. 46), tornando mais difícil análise da variação da vulnerabilidade ao longo do tempo.

Os limites dos setores também não são coincidentes com a delimitação da sub-bacia e da exposição aos deslizamentos, uma vez que esses dois são demarcados por características fisiográficas. Assim os valores encontrados contem valores de fora da área de interesse. Além disto, os dados são atualizados a cada dez anos, ritmo inferior as dinâmicas territoriais do município, por consequência, não acompanham a mudança na vulnerabilidade.

Na área exposta a deslizamento da sub-bacia, nenhum dos setores censitários estava totalmente dentro da área de interesse e quando inseridos totalmente na sub-bacia, nem todos os lotes do setor estavam expostos. A defasagem temporal de 8 anos entre a coleta do censo de 2010 e a utilização foi outra limitação, uma vez que os indicadores socioeconômicos são mais dinâmicos que as características físicas das edificações. Por exemplo, toda a população analisada entre 0 e 6 anos do Censo de 2010, atualmente já são de outra faixa de vulnerabilidade, e assim por diante. Desta forma, a utilização de questionários socioeconômicos se mostra uma alternativa tecnicamente viável para contornar a desatualização dos dados censitários, embora seja economicamente desfavorável para grandes áreas.

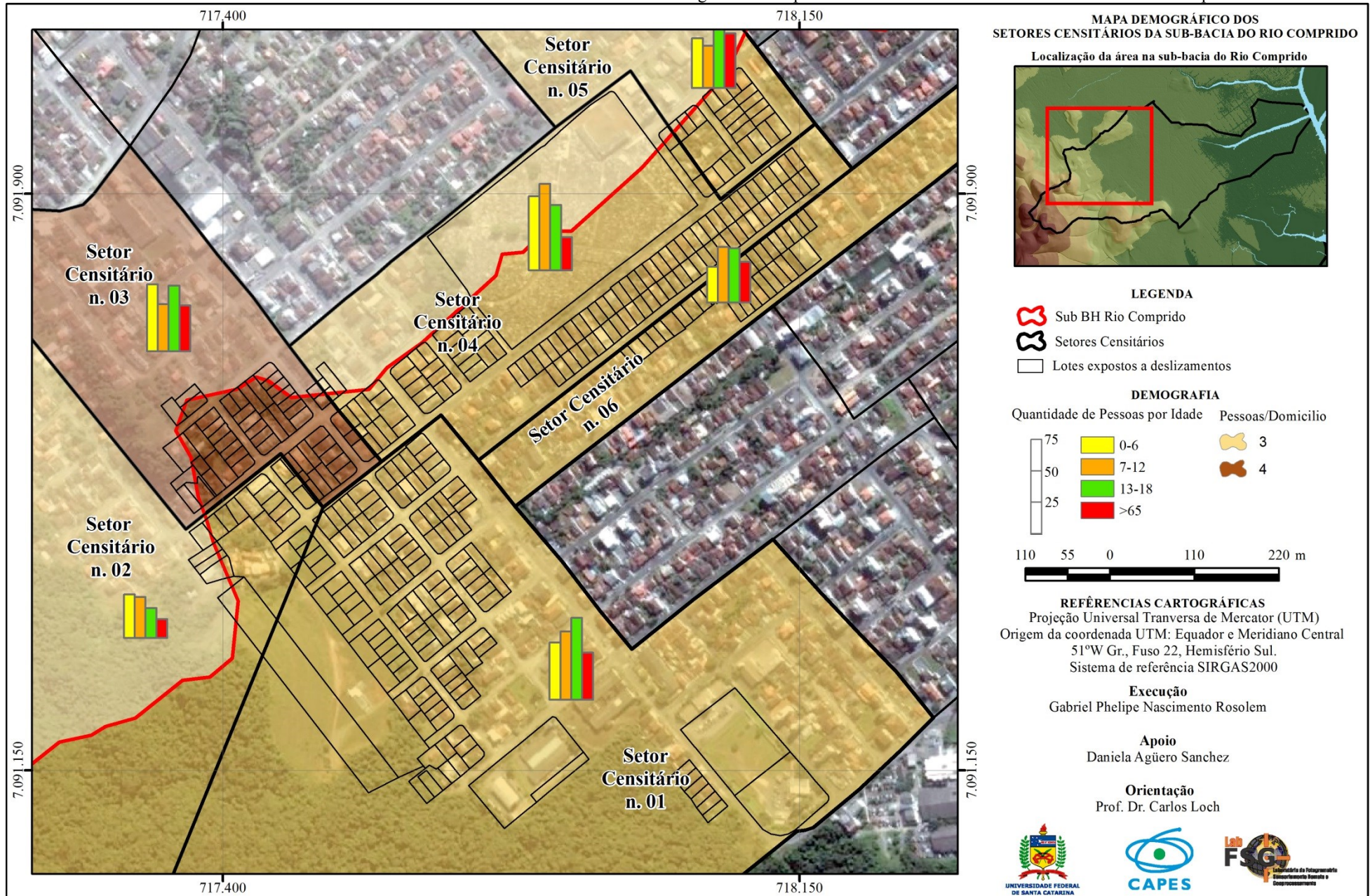
A extrapolação dos dados do Censo às parcelas seria possível se os setores censitários fossem homogêneos. Abreu (2011) propõe em seu trabalho um método de integração dos limites censitários ao Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM) como áreas homogêneas socioeconomicamente amarradas às parcelas. Assim, seria possível ter um retrato mais fiel do território e ampliar as finalidades do cadastro nos municípios, podendo com isso aplicar as informações também a defesa e proteção civil.

Em suma, a utilização dos dados coletados pelo IBGE neste trabalho teve o objetivo de diagnosticar as características socioeconômicas da população exposta ao deslizamento, assumindo que os setores censitários são homogêneos socioeconomicamente e destacando o grau de vulnerabilidade atribuído por CEPED UFSC (2014a) às variáveis.

### 5.3. VULNERABILIDADE FÍSICA DAS EDIFICAÇÕES A DESLIZAMENTOS

A análise da vulnerabilidade física das edificações foi realizada para os 308 lotes ocupados contidos no cadastro, utilizando a adaptação do método de Silva e Pereira (2014). A partir do levantamento de dados realizado em Bilesimo (2017), Luiz (2009a e 2009b), Laudos da Defesa Civil e notícias de jornal, estimaram-se os danos da sub-bacia do rio Comprido como Danos Significativos a estruturas de madeira simples na escala de Guillard-Gonçalves et al. (2016) contida no Quadro 15 (p. 77).

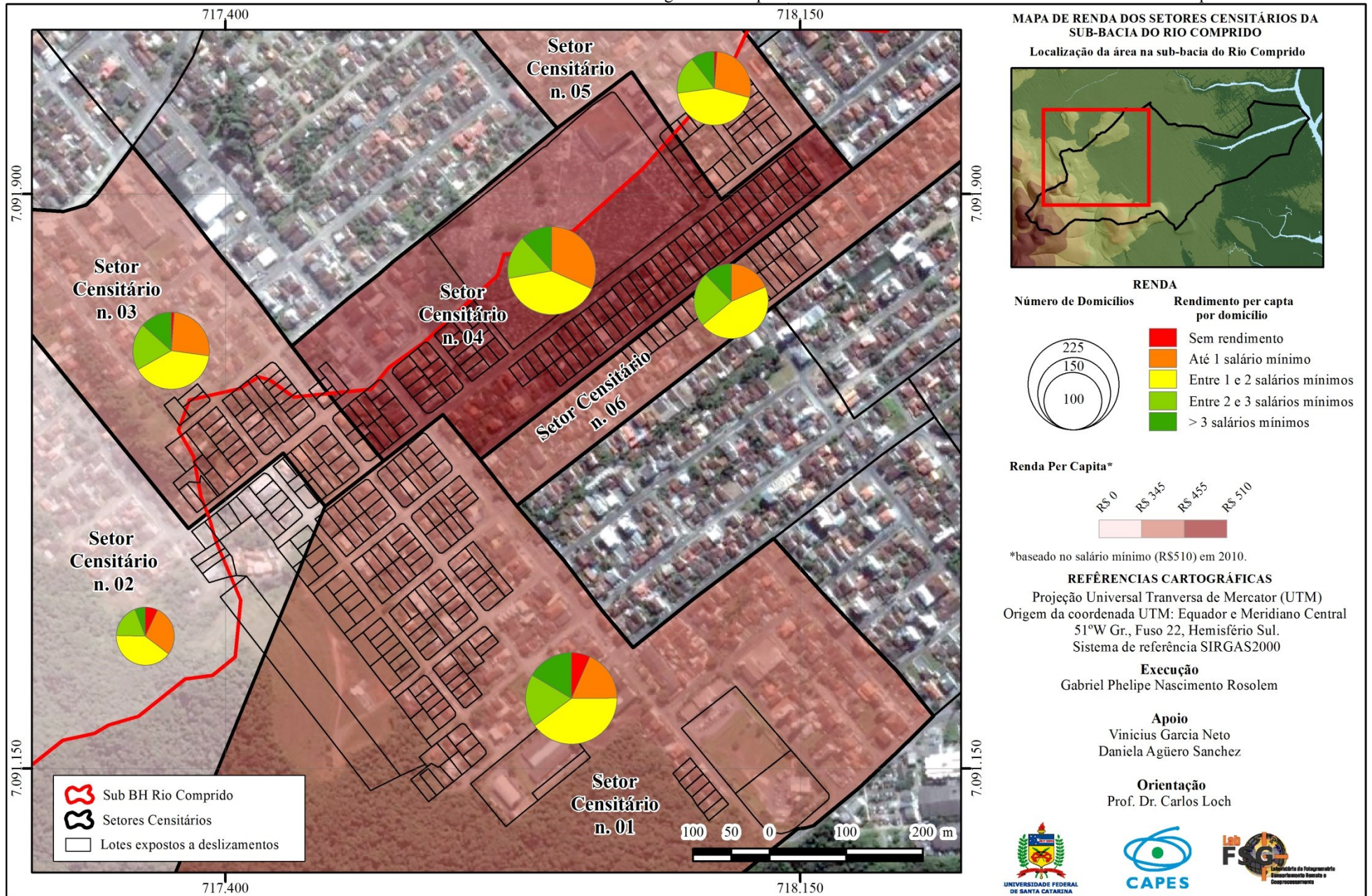
Figura 35 – Mapa de variáveis sociais analisadas nos setores dos lotes expostos a deslizamentos.



Página intencionalmente em branco – verso do mapa impresso em A4.



Figura 36 - Mapa de variáveis econômicas analisadas nos setores dos lotes expostos a deslizamentos.



Página intencionalmente em branco – verso do mapa impresso em A4.

Escolheu-se o valor superior do intervalo definido para a classe, resultando o valor de 0,6 para o indicador magnitude dos deslizamentos. Cumpre destacar que esta é uma estimativa especificamente para a sub-bacia deste estudo, baseado na limitação de ter poucos dados disponíveis para caracterização da intensidade dos eventos e os danos proporcionados.

Silva e Pereira (2014, p. 1048) ressaltam que a metodologia que eles aplicaram em Santa Marta de Penaguião tem a desvantagem ao assumir o mesmo valor da intensidade dos deslizamentos para toda a área. Por esse lado, a aplicação em bacia hidrográfica pequenas, como a área de estudo deste trabalho, minimizaria tal desvantagem por se ter uma área de estudo menor e mais homogênea do ponto de vista das características fisiográficas. Contudo, tal limitação continua pela área ser urbanizada com deslizamentos causados principalmente pela forma de ocupação do solo, variando a intensidade pelo tipo de intervenção que foi realizada.

### **5.3.1. Os dados do cadastro para avaliar a resistência das edificações**

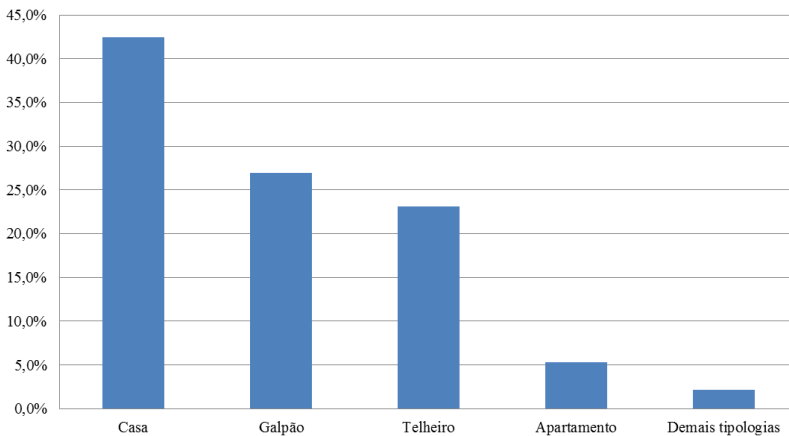
Por meio de requerimento a prefeitura de Joinville foi solicitado os dados cadastrais dos imóveis da sub-bacia do rio Comprido referentes às características das edificações, campos 90 a 128 do boletim de cadastro imobiliário de Joinville (Anexo A).

Os dados brutos fornecidos em planilha eletrônica foram filtrados de forma a serem utilizados somente para os 308 lotes ocupados expostos a deslizamento e 51 lotes vazios. A filtragem dos dados brutos resultou em 1093 unidades de avaliação e, uma média de 3,5 unidades de avaliação por lote ocupado. Verificou-se que as casas eram o tipo de construção com maior número de unidades (42,5%), seguido de galpão (27%) e telheiro (23%). A Figura 37 apresenta a distribuição das unidades de avaliação por tipo de construção da área de análise da sub-bacia.

As unidades de avaliação com tipologia telheiros são definidas pelo Manual de Preenchimento do Cadastro Imobiliário como “edificação que não apresenta paredes e possui apenas a cobertura e os pilares de sustentação da mesma. Pode ser utilizado para vários usos. Um caso típico são aqueles de postos de combustíveis”. Devido a estas características e a área de análise ser predominantemente residencial, optou-se pela exclusão deste tipo de construção por serem normalmente áreas de serviço ou garagem de casas - além que superestimariam a

vulnerabilidade quando a unidade de representação fosse o lote. Após esta filtragem deste tipo de construção restou 840 unidades para análise.

Figura 37 - Tipologia das unidades de avaliação da área exposta a deslizamento.



Fonte: autor

A partir da filtragem dos lotes e unidades de avaliação, realizou-se a análise de completude, consistência e atualidade dos dados cadastrais, a saber: estrutura, material predominante (paredes), forro, estado de conservação e número de pavimento. Constatou-se que 401 (48%) unidades de avaliação apresentavam preenchido o campo “Número total de pavimentos” com 0 (zero) ou vazio e 101(12%) tinham sido preenchidos com 0 (zero) ou vazio tanto o “Número total de pavimentos” quanto “Número de pavimentos da unidade”. Quanto ao campo Estado de Conservação, 97,5% estão em bom estado de conservação, 2%, regular e o restante, em mau estado.

Quanto à consistência, conferiram-se combinações pouco usuais de materiais construtivos (Quadro 21), verificando-se: i) casa com estrutura de concreto/alvenaria com material predominante (paredes) de concreto e ii) casa com estrutura de madeira simples e paredes metálicas.

No primeiro caso, constataram-se por meio de imagens do Google Street View que as paredes são de alvenaria pelos tipos de aberturas de esquadrias e aparelhos antigos de ar condicionado (Figura 38a). Já no segundo, o material predominante é visivelmente madeira (Figura 38b). As combinações de estrutura e forros não foram analisadas



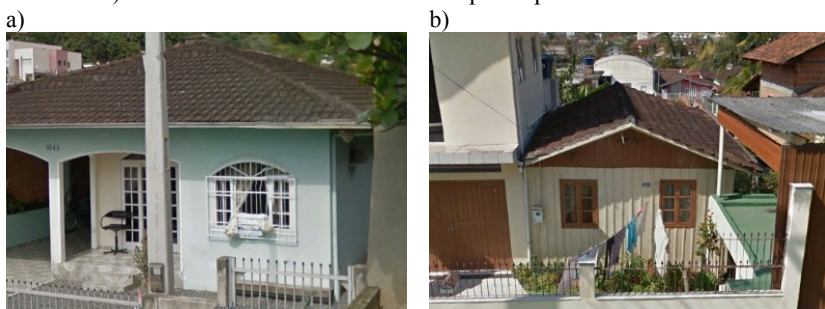
por não serem possíveis de aferir sem adentrar o imóvel. Estas inconsistências somadas não chegam a 1% das unidades de avaliação.

Quadro 21 - Combinações de estrutura, forro e paredes nas unidades de avaliação expostas a deslizamento, destacadas em *itálico e sublinhado* as pouco usuais.

Estrutura	Forro	Material predominante (paredes)				Total Geral
		Alvenaria	Concreto	Metálica	Madeira	
Madeira simples	Sem				35	35
	Madeira/chapas			<u>1</u>	112	113
	Laje simples/estruque				2	2
Concreto/ Alvenaria	Sem	51	<u>1</u>			52
	Madeira/chapas	147	<u>2</u>			149
	Laje simples/estruque	255	<u>2</u>			257
	Laje especial	226				226
	Especial	4				4
Metálica	Sem			2		2
<b>Total Geral</b>		683	5	3	149	<b>840</b>

Fonte: autor com dados do cadastro.

Figura 38 - a) Casa com estrutura em concreto armado e paredes em alvenaria e b) Casa de estrutura em madeira simples e paredes de madeira



Fonte: autor com imagens do Google Street View

Adicionalmente, repetiram-se os mesmos procedimentos de filtragem para os dados brutos de toda a bacia com a finalidade de verificar se as constatações anteriores não eram pontuais. Quanto à completude, confirmou-se a ausência de preenchimento em campos de

número de pavimento, 28% das unidades com ambos os campos em branco e/ou vazios, e também se verificou três unidades de avaliação, de um mesmo lote, com todos os valores dos campos estavam deslocados uma célula a direita na planilha, por exemplo, a resposta do campo Estrutura continha a resposta do campo Regime de Utilização.

Já quanto à consistência (Quadro 22), verificou-se: i) casa de estrutura metálica com paredes de vinil (Figura 39a) e ii) casas de estrutura de madeira simples com paredes de alvenaria (Figura 39b). Quando eram: i) paredes em alvenaria e ii) estrutura em concreto, respectivamente.

Quadro 22 - Combinações de estrutura, forro e paredes nas unidades de avaliação da sub-bacia, destacadas em *itálico* e sublinhado as pouco usuais.

Estrutura	Forro	Material Predominante (paredes)						Total Geral
		Alvenaria	Concreto	Metálica	Madeira	Mista	Vinil	
Madeira simples	Sem	1			287			288
	Madeira/ chapas	<u>1</u>		<u>1</u>	628			630
	Laje simples/ estuque			<u>1</u>	9	1		11
	Laje especial	<u>1</u>			3			4
	Especial				4			4
Madeira especial	Sem				5			5
	Madeira/ chapas			<u>1</u>	8			9
	Laje especial	<u>1</u>						1
Concreto/ Alvenaria	Sem	751	37		<u>1</u>			789
	Madeira/ chapas	1626	62					1688
	Laje simples/ estuque	2356	94			1		2451
	Laje especial	1842	28					1870
	Especial	52	1					53
Metálica	Sem			29				29
	Madeira/ chapas	<u>1</u>		1				2
	Laje simples/ estuque			1				1
	Especial						<u>1</u>	1
<b>Total Geral</b>		6632	222	34	945	2	1	7836

\* foram excluídas as unidades cujo preenchimento dos campos estava deslocado uma célula para a direita e as com tipologia igual a telheiro e piscina.

Fonte: autor com dados do cadastro.

Figura 39 - a) Casa com estrutura de concreto/alvenaria e paredes de alvenaria e  
 b) Casa com estrutura concreto/alvenaria com paredes de alvenaria.



Fonte: autor com imagens do Google Street View.

Percebe-se que o não preenchimento dos campos cadastrais relacionados ao número de pavimento e andar, se justifica por terem sido criados durante a atualização do sistema cadastral e também não ter ocorrido a atualização em massa do cadastro do município neste período. O fato do valor do campo Número de Pavimento Total não estar disponível prejudica tanto a finalidade econômica para cobrança do imposto quanto de outras finalidades, as quais os dados cadastrais igualmente poderiam ser utilizados.

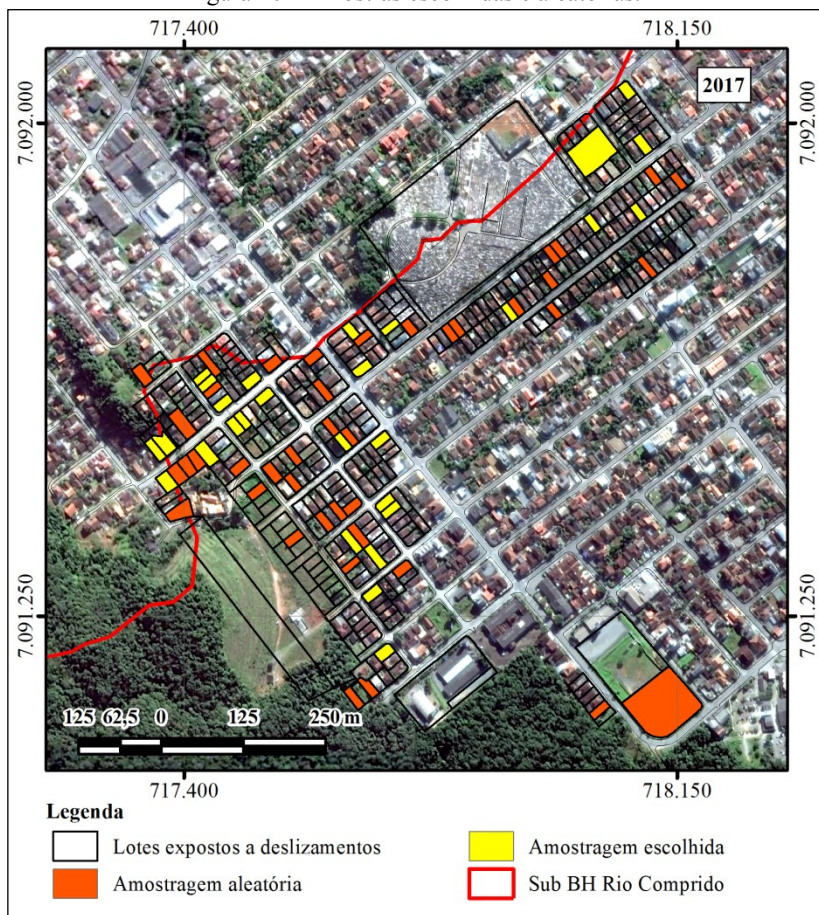
Também, em número muito menor, há dados coletados pelo cadastrador cujos valores estão errados, como verificado na análise de consistência, tanto por má interpretação quanto por inclusão no sistema. Porém, deve-se ressaltar que o cadastrador não é um profissional da área da construção civil e que a descrição do Manual de Preenchimento do Cadastro pode deixar margens a dúvidas, por exemplo, o preenchimento do campo “Material Predominante – paredes”. Neste campo para a resposta Alvenaria é definida como blocos de cerâmica e lajotas, enquanto a resposta Concreto o define vagamente como mistura de água, cimento, areia e pedra britada, permitindo o cadastrador interpretar uma parede de alvenaria de blocos de concreto tanto como Alvenaria quanto Concreto – quando a descrição da resposta Concreto deveria ser incluir somente as paredes em concreto armado.

Para verificar a atualidade dos dados dos lotes expostos aos deslizamentos, foram registradas as imagens orbitais do ano de 2017 disponíveis no software Google Earth Pro sobre as ortofotos do ano 2010. Sobrepondo os 51 lotes constantes como vazios no cadastro imagem de 2017 e por meio de técnicas de fotointerpretação, verificou-

se que 17 (33%) deles estão ocupados, dos quais 4 lotes, de dimensão padrão, estão inseridos dentro do cemitério.

Ainda, compararam-se as ortofoto de 2007, ano em que houve a mudança e atualização do sistema cadastral, às imagens de 2017 para analisar possíveis mudanças no uso e cobertura do solo neste período. A partir da fotointerpretação da área escolheram-se 40 amostras com possíveis mudanças na cobertura e 35 amostras aleatórias, totalizando 25% da quantidade de lotes ocupados, distribuídas ao longo da área analisada. A Figura 40 ilustra as 75 amostras na área.

Figura 40 - Amostras escolhidas e aleatórias.



Fonte: autor

Comparando-se as imagens do Google Street View (imagens terrestres de 2015) às características das edificações constantes no cadastro, 10 lotes (13,3% das amostras) tinham edificações diferentes; 37 (49,3%) constavam “0” no número de pavimento da unidade ou número total de pavimento, mas continham edificações; e 28 (37,3%) lotes atualizados e preenchidos corretamente.

Extrapolando estas estatísticas para estimar a atualidade dos dados da área exposta aos deslizamentos, estima-se que 57 (15,9%) lotes tenham os dados das características das edificações não preenchidos ou desatualizados; uma média de 200 unidades de avaliação. Desta forma, é possível que muitas das construções sejam irregulares e que o órgão público municipal falha na fiscalização para coibir esta prática. O fato das obras serem irregulares aumenta também probabilidade de as construções serem executadas sem um profissional técnico habilitado, resultando em edificações mais vulneráveis e o aumento do perigo de deslizamento por más intervenções no terreno.

Dos lotes amostrados verificou-se que os que se encontravam diferentes do cadastro, a maioria atualmente estão com atributos mais resistentes, sendo compostas por edificações de concreto armado com pelo menos 2 pavimentos. Já dos lotes que eram vazios, as edificações construídas que foram passíveis de verificação no Google Street View, todas também são de estrutura em concreto armado com pelo menos 2 pavimentos, com exceção de uma em estrutura de madeira simples de um pavimento.

A fim de realizar a análise da vulnerabilidade física, foi necessário alterar o dado público quanto ao número de pavimentos das unidades cujo campo “número de pavimento total” era zero ou em branco. Neste caso, assumiu-se o valor do campo “número do pavimento da unidade”, e se este estava em branco, assumiu-se o valor 1. Esta escolha se justifica por ser o menor número de pavimento que uma edificação pode ter e também para não subestimar a vulnerabilidade.

Quanto à inconsistência, estas eram cerca de 1% das unidades da bacia, portanto eram pouco significativas para limitar o uso do dado na análise requerida. Contudo, este valor em um contexto municipal pode beneficiar ou prejudicar diretamente um grande número pessoas - dependendo da finalidade a que for usado.

Já para a atualidade, embora um número significativo dos lotes possa estar desatualizado, verificou-se que a utilização era possível, porém teria a limitação de que a vulnerabilidade do imóvel seria superestimada. Tal fato foi considerado significativo, visto que se

constatou que as novas edificações eram teoricamente mais resistentes que as anteriores contidas no cadastro.

Estas constatações influenciam não só a multifinalidade como podem gerar injustiça social, já que a estrutura e forro são atributos para a definição do ‘padrão especial de construção’. Este por sua vez junto com o estado de conservação compõe variáveis da equação do valor da edificação no cálculo do IPTU.

Este diagnóstico dos dados cadastrais permitiu confirmar o entendimento que o cadastro é contínuo e não se encerra com a implantação e que um bom sistema cadastral necessita de constante investimento em pessoas e informações para poder-se manter atualizado.

#### 5.3.1.1. Avaliação do mapa

Na área em análise, as estruturas mais comuns eram de concreto/alvenaria e madeira simples, com 82% e 17,8% do total, respectivamente. Da mesma maneira, as paredes (material predominante) são constituídas predominantemente por alvenaria (81,4%) e madeira (17,7%), sendo o restante pelas inconsistências citadas anteriormente, as de concreto e metálicas.

Já pelo estado de conservação, 97,5% das unidades de avaliação estão boas, 2,3% regular e 0,2% má. Na análise da quantidade de pavimentos, cerca de 69,8 % tem (um) pavimento, 22,4% com 2 (dois) e 7,8% maiores que 2, porém estes valores têm ressalvas. Devido ao cadastro apresentar 12% deste campo vazio ou zero, a mesma porcentagem foi atribuída 1. Também tem o fato do cadastro ser por unidade de avaliação e não por edificação, assim os valores de porcentual de número de pavimentos é superestimado para edificações mais altas.

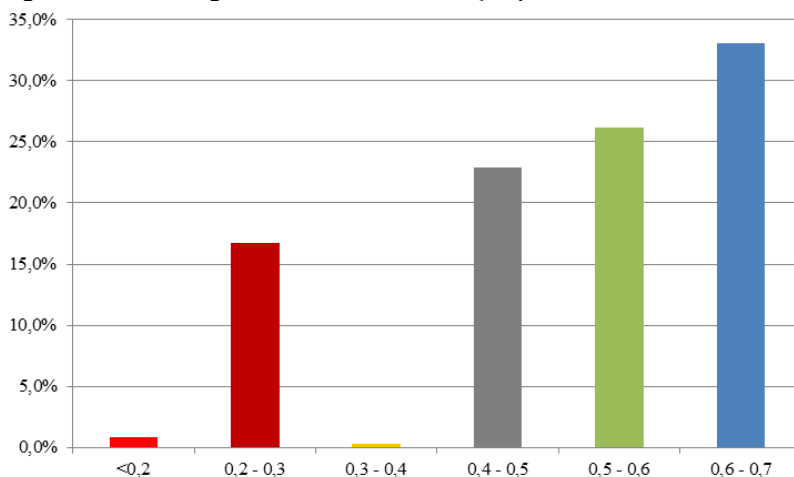
A Figura 41 apresenta a resistência empírica das construções, constituídas por unidades de avaliação no cadastro, calculadas conforme a Equação 2. Pela equação tem-se que o resultado é um valor entre 0 e 1, sendo que quanto maior, próximo de 1, mais resistente. Desta forma, a partir do gráfico tem-se que 58% das edificações possui a resistência entre 0,5 e 0,7, média a alta, e 17% entre 0,2 a 0,3, muito baixa. Por exemplo, uma edificação com estrutura de madeira simples; paredes em madeira; com forro de madeira/chapas; um pavimento e bom estado de conservação tem resistência de 0,24.

Por meio da Equação 8 e 9 (p. 80) foi calculada a vulnerabilidade física a todas as edificações, considerando um deslizamento de

intensidade que causaria danos significativos (Quadro 15, p. 77) a estruturas de madeira simples. Se calculado o valor da vulnerabilidade da mesma edificação do exemplo da resistência, tem-se que a vulnerabilidade física seria 0,46 – coerente para as estruturas de madeira simples.

O Quadro 10 ilustra exemplos de edificações por classe de intervalo. Na área analisada os valores da vulnerabilidade variaram entre 0,16 a 0,5. Verifica-se que o intervalo de maior vulnerabilidade (0,4 a 0,5) tem aproximadamente 18% do total de unidades de avaliação e é composto pelas edificações com estrutura de madeira simples. Nas classes intermediárias (0,2 a 0,4), que são a maioria das unidades avaliadas (60% do total), estão as edificações de estruturas de concreto/alvenaria com paredes de alvenaria e um pavimento, variando o tipo de forro e estado de conservação. Por fim, verifica-se que na classe menos vulnerável são edificações de estruturas de concreto/alvenaria com dois pavimentos ou mais.





Figura 41 - Porcentagem de unidades de avaliação por intervalo de resistência.



Fonte: autor.



Quadro 23 - Exemplos de edificações das classes de vulnerabilidade física

Classe	Exemplo	%	Fotografia
0,1-0,2	Estrutura: <u>Concreto/Alvenaria</u> Material Predominante: <u>Alvenaria</u> Estado de Conservação: <u>Bom</u> Forro: <u>Laje Especial</u> N° de Pavimentos: <u>2</u>	22%	
0,2-0,3	Estrutura: <u>Concreto/Alvenaria</u> Material Predominante: <u>Alvenaria</u> Estado de Conservação: <u>Bom</u> Forro: <u>Laje simples/ Estuque</u> N° Pavimentos: <u>1</u>	37%	
0,3- 0,4	Estrutura: <u>Concreto/Alvenaria</u> Material Predominante: <u>Alvenaria</u> Estado de Conservação: <u>Bom</u> Forro: <u>Sem</u> N° de Pavimentos: <u>1</u>	23%	
0,4- 0,5	Estrutura: <u>Madeira Simples</u> Material Predominante: <u>Madeira</u> Estado de Conservação: <u>Regular</u> Forro: <u>Sem</u> N° de Pavimentos: <u>1</u>	18%	

Fonte: Autor com imagens do Google Street View



Ao comparar Quadro 23 (p.118) com os níveis de danos do Quadro 15 (p. 77), verifica-se que os resultados encontrados são coerentes, uma vez que indicam a relatividade dos danos esperados entre as edificações com características distintas. Desta análise percebe-se que as edificações com estruturas de madeira simples estariam predominantemente propensas a danos significativos e estruturas em concreto/alvenaria a danos mais brandos.

A Figura 42 ilustra o mapa que representa a vulnerabilidade física da edificação principal mais vulnerável encontrada em cada lote exposto às ameaças de deslizamentos, na qual a tipologia casa corresponde a 93,5% das edificações, seguida da tipologia galpões com 2,6%. Consta-se a partir dos dados que 27,6% dos lotes ocupados possui pelo menos uma de suas edificações principais dentro da classe mais vulnerável (0,4 a 0,5), contra apenas 9,7% na menor (<0,2), o restante (62,7%) nas classes intermediárias.

Esta variação na porcentagem relativa nos intervalos de vulnerabilidade analisados se justifica por duas razões: o limite de construção do gabarito vertical faz com que se tenha uma maior densidade horizontal de construções, ou seja, mais de uma edificação por lote com material construtivo diferente; e/ou uma mesma edificação construída com materiais distintos. Quanto à análise dos resultados da vulnerabilidade física das edificações por setor censitário, esta requer uma atenção especial. Conforme visualizado na Figura 43 e Figura 44, verifica-se que o Setor 2 é o que apresenta proporcionalmente a maior quantidade de unidade de avaliação na classe de menor vulnerabilidade, o que poderia parecer incoerente visto que o mesmo setor é o que apresenta menor renda per capita domiciliar entre os demais analisados.

Contudo, comparando-se a proporção de lotes expostos à ameaça de deslizamento dentro da sub-bacia com a quantidade de lotes do setor (Quadro 18, p.97), o Setor 2 e Setor 5 são os que menos possuem lotes avaliados em relação ao setor como um todo. Isto faz com que seja necessária cautela ao relacionar a caracterização socioeconômica do Censo 2010 com a vulnerabilidade física das edificações a nível cadastral por setor censitário. Assim, a correlação da vulnerabilidade física das edificações por setor censitário às variáveis socioeconômicas é mais adequada ao Setor 4, que possui aproximadamente 64% dos lotes do setor expostos aos movimentos de massa.

Com base na análise da Figura 43 e Figura 44, nota-se que 22,4% das unidades de avaliação do Setor 4 estão mais propensas a sofrerem danos significativos ao impacto de deslizamento e este número cresce para 33% quando analisada a edificação principal mais vulnerável do

lote. Estes valores ainda são superiores a média observada para a área expostas em ambas as situações.

Analisando os graus alto e muito alto das variáveis adotadas por CEPED UFSC (2014a) para análise da vulnerabilidade socioeconômica, o Setor 4 é o que apresenta a maior porcentagem de pessoas do gênero feminino (52%), cerca de 13,5% das população entre crianças de 0 a 6 anos e idosos com mais de 65 anos, bem como 71,5% da população com renda per capita domiciliar menor que 2 salários mínimos. Ou seja, isto demonstra que existe uma grande parcela da população com alta vulnerabilidade socioeconômica e em moradias com elevada vulnerabilidade física.

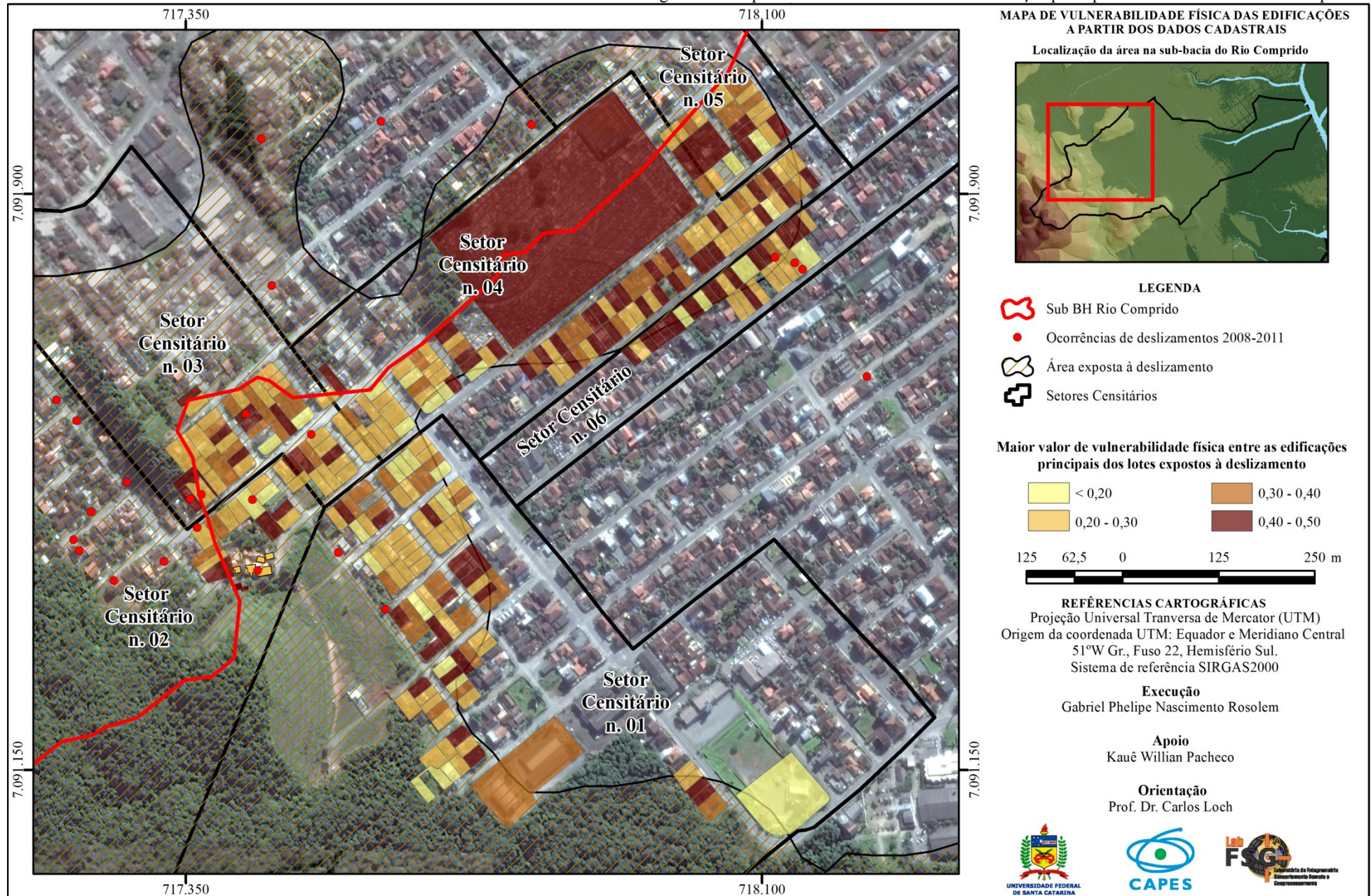
Do mesmo modo, ao relacionar a vulnerabilidade física das edificações da área exposta a deslizamento da sub-bacia com as variáveis da vulnerabilidade socioeconômica, é possível afirmar que há muitos dos lotes com elevada vulnerabilidade em ambas as dimensões, porém não é possível identificá-los geograficamente por conta que as variáveis advindas do censo não são a nível cadastral. Também não é possível concluir que estes lotes são de alto risco a deslizamento (conforme apresentado na Equação 1, p. 13), uma vez que não se dispõe de uma mapa da ameaça (*hazard*) em escala adequada para se ter tais conclusões.

Por outro lado, a correlação destas dimensões analisadas permite comprovar que existe uma relação entre a vulnerabilidade socioeconômica, principalmente econômica, da população e a vulnerabilidade física das edificações.

Ressalta-se que o mapa da Figura 42 tem caráter informativo para auxiliar as atividades de planejamento e gestão do risco de desastres. Dentre destas aplicações cita-se o auxílio a tomada de decisões em situações de emergência, por exemplo, como uma das informações que podem ser utilizadas para a hierarquização dos chamados de atendimento no caso de desastres. Demais usos devem ser feitos com cautela, levando em consideração os aspectos apresentados a seguir.

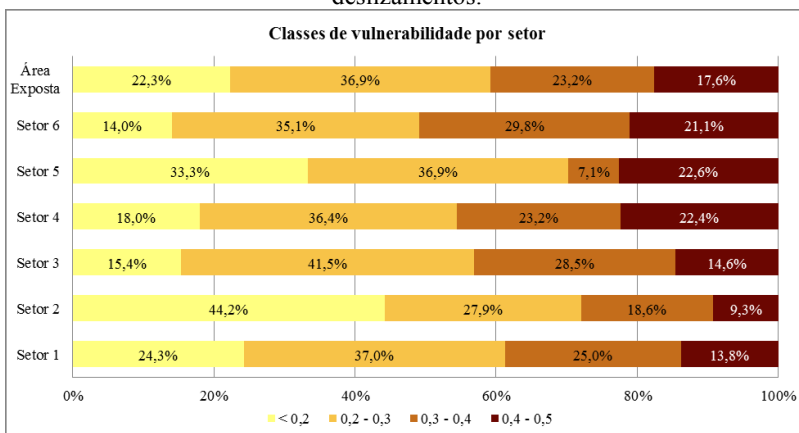


Figura 42 - Mapa da vulnerabilidade física da edificação principal mais vulnerável dos lotes expostos.



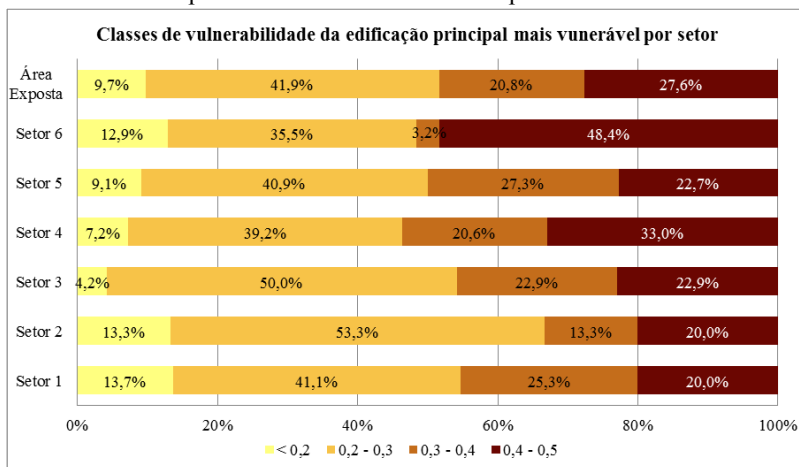
Página intencionalmente em branco – verso do mapa impresso em A4.

Figura 43 - Classes de vulnerabilidade por setor censitário dos lotes expostos a deslizamentos.



Fonte: autor

Figura 44 - Classes de vulnerabilidade das edificações principais mais vulneráveis por setor censitário dos lotes expostos a deslizamentos.



Fonte: autor



### 5.3.1.2. Vantagens, incertezas e restrições

O uso do método de Silva e Pereira (2014) demonstrou-se de fácil aplicação e transferência para outras áreas de estudo, bem como o uso dos indicadores permitiu que a ponderação dos dados fosse ajustada à realidade dos campos disponíveis do cadastro.

As características das edificações disponíveis no cadastro foram de fácil correlação com as utilizadas pelos autores para o cálculo da resistência das edificações. Por utilizar dados já disponíveis pela municipalidade, reduziram-se os custos e tempo gasto que seriam necessários para intensos levantamentos de campo. Além disto, os dados possuem uma padronização definida na coleta e armazenamento, o que fornece uma confiabilidade maior a informação disponível.

Outro ponto de destaque é que a estrutura do cadastro de Joinville em unidades de avaliação permitiu que uma mesma edificação com partes construídas com técnicas e materiais distintos tivessem a vulnerabilidade calculada separada. Também, por estarem vinculados à parcela, os dados cadastrais puderam ser espacializados em software SIG para correlação com outros dados espaciais. Uma vez que são sistemáticos e cobrem toda a área urbana, é possível replicar o método em outra área para analisar a aderência no município sem ter que coletá-los novamente.

Ainda, o cadastro técnico possui dados a respeito das características da edificação e do seu entorno, que podem ser combinados e processados para compor outros indicadores para enriquecer a análise da vulnerabilidade. Outro aspecto é que o cadastro contém um histórico das informações, o que a princípio permitiria monitorar a vulnerabilidade física das edificações ao longo do tempo.

Contudo, os dados cadastrais referentes às características das edificações foram coletados com finalidade fundamentalmente tributária. Decorrente disto os dados de estrutura e forro apresentam agrupados materiais e métodos construtivos com características mecânicas distintas, por exemplo, estrutura “concreto/alvenaria” e forro “lajes simples/estruque”.

Deste modo, para o cálculo da resistência das edificações no método de Silva e Pereira (2014), as estruturas em concreto armado tiveram que ter o peso dos atributos reduzidos devido às estruturas em alvenaria, já que estas apresentam respostas diferentes às solicitações mecânicas de um deslizamento, e pela alta probabilidade de haver estruturas tipo alvenaria estrutural feitas com blocos de vedação. Por outro lado, é visualmente muito difícil distinguir uma edificação com

estrutura de concreto armado de uma em alvenaria estrutural após ambas estarem rebocadas.

Além da resistência, a redução do peso dado a estas estruturas se justifica também com a cultura brasileira de autoconstrução sem supervisão de profissional habilitado. Pesquisas indicam que 85% dos brasileiros que já construíram ou fizeram reforma, realizaram sem acompanhamento de um arquiteto ou engenheiro. Como consequência, têm-se edificações erguidas sem os preceitos técnicos de segurança e mais vulneráveis ao impacto de ameaças naturais. Assim, as edificações com a vulnerabilidade física calculada com valores até 0,4 podem incluir edificações de menor resistência devido ao exposto.

No caso do forro, as lajes simples do cadastro são as lajes pré-fabricadas de concreto armado (treliçadas) e tem a função tanto de preenchimento quanto estrutural, enquanto estuques são, simplificarmente, forros de madeira com revestimento de argamassa e servem basicamente como preenchimento. Neste campo do cadastro ambos estão agrupados na mesma resposta, que além da resistência mecânica ser muito distinta e terem funções diferentes na edificação, estuque é uma técnica mais antiga, pouco usual atualmente.

Outro aspecto em relação a este campo é a incerteza nas suas respostas, visto que é necessário adentrar a edificação para obter os dados e fatores como a violência urbana fazem com que os proprietários dificultem a entrada do cadastrador. Do mesmo modo, o campo Estado de Conservação também possui uma incerteza intrínseca a subjetividade na avaliação do cadastrador quanto aos aspectos visuais da edificação e o funcionamento das instalações.

Além disso, os dados cadastrais precisam estar atualizados para refletir a realidade presente no território e por consequência a vulnerabilidade física das edificações analisada com estes parâmetros de entrada. Em Joinville, observou-se que a desatualização dos dados ocorre tanto nas áreas de parcelamentos regulares quanto em irregulares, principalmente nestes últimos, pela dificuldade do poder público em coibir as construções irregulares.

Embora sejam satisfatórios, os resultados também possuem limitações inerentes às incertezas e dificuldades decorrentes dos dados e da pesquisa. Deste modo, a delimitação da exposição a deslizamento na sub-bacia não ficou restrita as zonas com alta e média suscetibilidade, resultando em uma área muito grande com muitas edificações. Na prática isso incidiria em maiores custos para poder analisar a vulnerabilidade e, conseqüentemente, o risco. Se os municípios investirem em carta das ameaças em escalas adequadas a área urbana,

estas além de embasarem a carta geotécnica de aptidão a urbanização prevista na Lei nº 12.608/2012, também reduziriam o custo e o tempo para avaliar áreas de riscos.

Quanto a análise da vulnerabilidade, a metodologia de Pereira e Silva (2014) é dependente da intensidade dos deslizamentos. Isso implica em conhecimento de características, como as dimensões e velocidade, que não são facilmente identificadas em campo logo após a ocorrência. A adaptação da ponderação da intensidade dos deslizamentos na escala de níveis de danos de Guilliard-Gonçalves *et al.* (2016) para uma estrutura específica, se demonstrou adequada para avaliar a vulnerabilidade física com o método escolhido. Entretanto, mesmo tendo os danos esperados nas outras estruturas sido relativamente proporcionais, ainda não se tem as características dos deslizamentos que os produzem.

Há de se destacar também que a vulnerabilidade física das edificações pelo método não considera outras características que podem aumentar ou diminuir a vulnerabilidade das construções bem como das pessoas no interior delas, por exemplo, danos já existentes na edificação e a presença de aberturas em direção ao talude, respectivamente.

Assim, os resultados são bons indicativos para usos em planejamento e gestão territorial, contudo mesmo com dados obtidos a nível cadastral, estudos mais detalhados envolvendo outras características das edificações e do entorno são necessários principalmente nas áreas com perigo de deslizamentos alto.



## 6. CONCLUSÕES

O estudo da vulnerabilidade evoluiu concomitantemente com a forma de se abordar os desastres. A partir da década de 80, os desastres naturais passaram a ser vistos não somente como um evento desencadeado por um fenômeno natural, mas também fruto das estruturas sociais que condicionam a interação da população com as ameaças. Este entendimento convergiu para que os estudos dos desastres fossem além do conhecimento das ameaças e conhecessem os diferentes níveis de vulnerabilidade das pessoas.

Sobre este aspecto, o conceito da vulnerabilidade evoluiu e se ampliou, assumindo diferentes definições conforme a dimensão e perspectiva da ciência que está analisando. Na literatura, verificou-se que existe um esforço dos especialistas no mundo no sentido de se chegar a um consenso nas terminologias relacionadas a gestão do risco de desastres, porém ainda nota-se que existe confusão na utilização dos termos. Por exemplo, o termo vulnerabilidade associado aos movimentos de massa era frequentemente utilizado como sinônimo para suscetibilidade a deslizamento da encosta.

Por conta de seu caráter multidimensional, a vulnerabilidade é interdisciplinar e complexa, de forma que foi necessário delimitá-la a fim de que a análise fosse possível. Assim, neste trabalho adotou-se a definição apresentada por UNISDR (2016) para o diagnóstico dos aspectos socioeconômicos e físicos que contribuem para aumentar o impacto de deslizamentos na sub-bacia do rio Comprido.

Neste sentido, verificou-se que a evolução da ocupação urbana da sub-bacia ocorreu de maneira rápida e intensa a partir da mudança do complexo fabril da Fundação Tupy no bairro Boa Vista, que induziu o crescimento das áreas ao redor da indústria. O desenvolvimento econômico e as oportunidades de emprego na Fundação Tupy e demais indústrias causaram um fluxo migratório ao município, que aliado a falta de políticas habitacionais, a especulação imobiliária e ausência de fiscalização resultaram em loteamentos e ocupações irregulares.

O processo de ocupação da sub-bacia foi caracterizado por uma segregação espacial por condições econômicas e étnicas, cujos bairros eram partes dos chamados “bairros dos caboclos”, por conta que eram ocupados principalmente pela mão de obra operária das indústrias e não possuíam vínculo com a etnia germânica, que ainda influenciava socialmente a cidade.

Na sub-bacia, estes imigrantes sem remuneração suficiente para adquirir moradias formais, acabaram por se instalar sobre os terrenos

alagadiços próximos às margens do rio Comprido e ao manguezal, áreas que já eram protegidas pelo antigo Código Florestal. As moradias construídas eram precárias, sem acesso a água tratada, saneamento ou energia elétrica, aumentando a vulnerabilidade dos moradores às ameaças existentes, como enchentes e doenças.

Por outro lado, verificou-se que o município ao restringir a edificação em áreas superior à altitude de 40 metros procurou evitar que problemas análogos aos das ocupações irregulares das áreas alagadiças ocorressem nas encostas do Morro do Boa Vista. Embora na sub-bacia tenha sido bem sucedido a limitação da ocupação na encosta, notou-se que os loteamentos realizados na base do Morro do Boa Vista foram precários, isto é, não instalaram todas as infraestruturas necessárias, carecendo, por exemplo, de redes de drenagem, coletoras de esgoto e pavimentação das vias.

No geral, as edificações localizadas próximas ao Morro do Boa Vista e contidas na área exposta a deslizamento, são em sua maioria casas de alvenaria ou madeira simples de um pavimento, que para ocuparem os lotes com desníveis, realizam terraplenagem com taludes íngremes e sem proteção e/ou constroem contenções que não observam preceitos técnicos de segurança. Além disto, a ausência de redes de esgotamento sanitário e drenagem pluvial resultam que as águas pluviais e/ou servidas das residências sejam lançadas no solo contribuindo para aumentar a zona de saturação. Estes fatores somados colaboram para aumentar a suscetibilidade a deslizamento em episódios de precipitação, mesmo em locais com baixa propensão natural como a ocupação urbana da sub-bacia.

Com base nos indicadores socioeconômicos de CEPED UFSC (2014a) para análise desta dimensão da vulnerabilidade a deslizamento e os dados do Censo 2010, a população dos setores censitários que interceptavam as áreas expostas ao movimento de massa é composta em 22% por idosos e crianças, intervalos etários mais vulneráveis, e em sua maioria por pessoas do gênero feminino. Quanto ao aspecto econômico, mais de 60% da população possui renda domiciliar *per capita* menor que 2 salários mínimos, considerado como grau alto a muito alto de vulnerabilidade.

Contudo, estas análises a partir dos dados censitários possuem a limitação de que os setores não são delimitados para serem homogêneos do ponto de vista socioeconômico e nenhum dos setores analisados estava totalmente contido na área exposta a deslizamentos da sub-bacia. Também há o fato da defasagem temporal de cerca de 8 anos entre a coleta do censo e a utilização nesta pesquisa, de forma que as pessoas

classificadas em determinado intervalo etário naquele momento fazem parte de outro intervalo atualmente.

Anterior à análise da vulnerabilidade física das edificações foi realizado um diagnóstico para avaliar a completude, consistência e atualidade dos dados cadastrais na área exposta a deslizamentos. Verificou-se que 12% das unidades de avaliação analisadas não possuíam o campo “Número de pavimento total” e “Número de pavimentos da unidade” preenchidos. Quanto a consistência, cerca de 1% das unidades tinham preenchido combinações de estrutura e paredes pouco convencionais, que em checagem nas fotografias terrestres estas combinações não eram condizentes.

Já a atualidade foi checada com amostras escolhidas e aleatórias e extrapolando os valores amostrados estimou-se que aproximadamente 16% das unidades de avaliação estariam desatualizadas. A partir deste diagnóstico verificou-se que seria possível utilizar os dados, porém com a limitação de se alterar os campos de número de pavimento não preenchido com o valor 1 e que a desatualização estaria superestimando os valores de vulnerabilidade das edificações.

Da análise da vulnerabilidade física das edificações produziu-se em um mapa contendo a edificação principal mais vulnerável de cada lote exposto a deslizamento da sub-bacia, avaliada segundo o método de Silva e Pereira (2014). Verificou-se que cerca de 30% dos lotes ocupados possuem pelo menos uma das edificações principais dentro da classe mais vulnerável, contra aproximadamente 10% na menor e o restante nas classes intermediárias – sendo que destas edificações representadas no mapa, 93,5% correspondem a tipologia casa.

A correlação das dimensões da vulnerabilidade na escala dos mapas produzidos permite corroborar com a existência de uma relação entre vulnerabilidade socioeconômica, principalmente econômica, da população e a vulnerabilidade física da edificação. A partir disto constatou-se que muitos dos lotes são vulneráveis nas duas dimensões analisadas, contudo não sendo possível identificá-los por conta que os dados censitários são disponibilizados agregados por setor censitário. Esta incompatibilidade da escala dos dados também não permite identificar os lotes que teriam maiores risco a deslizamento com base no mapa da ameaça disponível.

Os resultados da vulnerabilidade física permitiram verificar que os dados cadastrais possuem a vantagem de reduzir o tempo e custo na coleta de dados, terem padronização na coleta e armazenamento e grande quantidade de informações que podem vir a compor outros indicadores. Também se destaca o fato de cobrir toda a área urbana do

município bem como da vinculação com a parcela, que permite visualizar os resultados espacialmente a nível do lote e servir de insumo para análises de planeamento e gestão da redução do risco de desastres.

Quanto às desvantagens, os dados do cadastro referente as estruturas e forro das edificações agrupam atributos dos materiais e métodos construtivos com resistências mecânicas distintas, o número de pavimentos totais não era disponível a todas as unidades e, de maior destaque, a desatualização de uma quantidade relevante de unidades. Também destaca-se que os dados do cadastro não levam em consideração como foi realizada a construção, ou seja, se houve a participação de um técnico habilitado desde o projeto a execução.

Ainda que se tenha a discussão sobre custo para coletar e atualizar quantidade excessiva de dados, é necessário que em uma próxima atualização massiva dos dados cadastrais seja estudado a separação dos atributos e atualização destes parâmetros a técnicas mais usuais ao tempo que for feito o levantamento, a fim que os dados possam ter multifinalidade mais efetiva.

O cadastro se mostra como uma importante fonte de dados para as análises da vulnerabilidade física, porém devido a dinâmica territorial, problemas de atualização e completude é indispensável que se tenha trabalhos de campos e a participação de engenheiros civis e/ou arquitetos. Este diagnóstico dos dados cadastrais confirma que o cadastro é contínuo e que um bom sistema cadastral precisa de constante investimento em pessoas e informações para poder-se manter atualizado.

## 7. RECOMENDAÇÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

Para que em futuros trabalhos seja possível avaliar a vulnerabilidade, tanto de deslizamento quanto de outras ameaças, é necessário o desenvolvimento de uma cultura de coleta e descrição pormenorizada de cada ocorrência contendo as características da ameaça e dos danos causados. Para tanto, sugere-se um estudo para o desenvolvimento de um questionário para os atendimentos Defesa Civil de Joinville e que este inclua um atributo para que possa ser posteriormente incluído em um Sistema de Informações Geográficas.

Ainda, para o aperfeiçoamento do método utilizado nesta pesquisa, na análise da vulnerabilidade socioeconômica e ambiental, recomenda-se a aplicação do método de Fernández (2009) para compor indicadores que incluam várias dimensões da vulnerabilidade e que sejam mais próximos às características locais e aos dados disponíveis. Também se propõe que sejam realizadas entrevistas semiestruturadas para levantar dados socioeconômicos atualizados, para os quais se sugere que seja aplicado o método da autora para avaliar a qualidade dos dados e ponderação dos indicadores escolhidos.

Já para análise da vulnerabilidade física, no momento das entrevistas semiestruturadas, recomenda-se a conferência e a atualização dos dados cadastrais a serem utilizados na análise da vulnerabilidade física das edificações a partir das visitas in loco. Cabe destacar que os dados de *laser scanning* do voo aerofotogramétrico de 2007 do município podem auxiliar o preenchimento do número de pavimentos total das edificações em escritório, porém devido o intervalo temporal é necessário conferência em campo.

Por fim, recomenda-se que seja realizada uma análise de sensibilidade dos pesos atribuídos as variáveis no método de Silva e Pereira (2014).

## REFERÊNCIAS

**A NOTÍCIA.** Deslizamento de barranco põe casa em risco em Joinville. 2008. Disponível em: <<http://anoticia.clicrbs.com.br/sc/noticia/2008/11/deslizamento-de-barranco-poe-casa-em-risco-em-joinville-2291037.html>> Acesso em: 03 de novembro de 2017

**A NOTÍCIA.** Pico de maré provoca alagamentos em Joinville e região. NSC Comunicação. 2016. Disponível em: <<http://anoticia.clicrbs.com.br/sc/geral/joinville/noticia/2016/10/pico-de-mare-provoca-alagamentos-em-joinville-e-regiao-8070921.html>> Acesso em: 03 de novembro de 2017

**A NOTÍCIA.** Duas casas são interditadas por causa de deslizamentos em Joinville. NSC Comunicação. 2017. Disponível em: <<http://anoticia.clicrbs.com.br/sc/geral/noticia/2017/06/duas-casas-sao-interditadas-por-causa-de-deslizamentos-em-joinville-9805509.html>> Acesso em: 30 de outubro de 2017.

ABREU, M. V. S. **Proposta metodológica para redefinição de limites censitários a partir da estatística espacial e integração dos dados do censo ao cadastro territorial multifinalitário.** 2011. 148f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) –Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2011.

AFONSO, M. H. F. et al. Como construir conhecimento sobre o tema de pesquisa? Aplicação do processo ProKnow-C na busca de literatura sobre avaliação do desenvolvimento sustentável. DOI 10.5773/rgsa.v5i2.424. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 5, n. 2, p. 47-62, 2011.

ALEXANDER, D. From civil defence to civil protection – and back again. **Disaster Prevention And Management: An International Journal**, [s.l.], v. 11, n. 3, p.209-213, ago. 2002. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/09653560210435803>.

ALMEIDA, P. E. G. de. A Política Nacional de Proteção e Defesa Civil: os desastres como problema político. In: I Seminário Internacional de Ciência Política, 2015, Porto Alegre. **Anais do I Seminário Internacional de Ciência Política**. Porto Alegre: UFRGS, 2015.

ALWANG, J.; SIEGEL, P. B, JORGENSEN, S. L. **Vulnerability**: a view from different disciplines. Social protection discussion paper series, nº 115. Social Protection Unit. Human Development Network. The World Bank, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 11682:2009**: Estabilidade de encostas. 2. ed. ABNT, 2009. 33 p.

AUSTRALIAN GEOMECHANICS SOCIETY. **Practice Note Guidelines for landslide risk management**. Australian Geomechanics Society, extract from: Australian Geomechanics Journal, Vol 42, No 1, 2007.

BAGGIO, S. B. **Água subterrânea em Joinville SC**– avaliação hidrológica do aquífero fraturado. 1997 Dissertação (Mestrado em Recursos Minerais e Hidrologia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. Texto de: CASTRO, A. L. C. **Glossário de Defesa Civil estudos de riscos e medicina de desastres**. 5 ed. Brasília, DF: SEDEC, 1998.

\_\_\_\_\_. Ministério da Integração Nacional. Instrução Normativa nº 1, de 24 de agosto de 2012. Estabelece procedimentos e critérios para a decretação de situação de emergência ou estado de calamidade pública dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Seção 1, nº 169, p. 30-39, 30 de agosto de 2012a. ISSN 1677-7042.

\_\_\_\_\_. Lei n. 12.608, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm)>. Acesso em : 10 de julho de 2016.

\_\_\_\_\_. Ministério da Integração Nacional. Instrução Normativa nº 2, de 20 de dezembro de 2016. Estabelece procedimentos e critérios para a decretação de situação de emergência ou estado de calamidade pública pelos Municípios, Estados e pelo Distrito Federal, e para o reconhecimento federal das situações de anormalidade decretadas pelos entes federativos e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Seção 1, nº 245, p. 60, 22 de dezembro de 2016. ISSN 1677-7042.

BILESIMO, Natássia Cardoso. **Estudo dos limiares pluviométricos para a ocorrência de deslizamentos em Joinville (2012 - 2016)**. 2017. 177 P. Dissertação (Mestrado)-Universidade do Estado de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Joinville, 2017.

BIRKMANN, J. **Danger Need Not Spell Disaster But How Vulnerable are We?**. Research Brief, Number I. Bonn : United Nations University Press, 2005. ISSN 1816-5796.

\_\_\_\_\_. Measuring vulnerability to promote disaster-resilient societies: Conceptual frameworks and definitions. In : BIRKMANN, J (ed). **Measuring Vulnerability to Natural Hazards: Towards Disaster Resilient Societies**. 1st ed. New York : United Nations University Press, 2006a. p 09-54.

\_\_\_\_\_. Indicators and criteria for measuring vulnerability: Theoretical bases and requirements. In : BIRKMANN, J (ed). **Measuring Vulnerability to Natural Hazards: Towards Disaster Resilient Societies**. 1st ed. New York : United Nations University Press, 2006b. p 55-77.

BITAR, O. Y. (Coord.) **Cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações 1:25.000: nota técnica explicativa**. São Paulo: IPT, 2014. 50p. ( IPT Publicação 3016 ).

BROOKS, N. **Vulnerability, Risk and Adaptation: A Conceptual Framework**. Tyndall Centre for Climate Change Research. Paper 38. 2003. 16p.



BURITY, E. F.. **Determinação da vulnerabilidade física em área de risco de deslizamento a partir do posicionamento GNSS, com técnica RTK-NTRIP**. 2016. 315f. Tese de Doutorado – Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

CARDONA, O. The Need for Rethinking the Concepts of Vulnerability and Risk from a Holistic Perspective: A Necessary Review and Criticism for Effective Risk Management. In: BANKOFF, G; FRERKS, G; HILHORST, D (ed.). **Mapping vulnerability: Disasters development and people**. London: Earthscan, 2004. p. 37-51.

\_\_\_\_\_. Disaster risk and vulnerability: Concepts and measurement of human and environmental insecurity. In: BRAUCH, H.G et al. (eds.) **Coping with Global Environmental Change, Disasters and Security**. Hexagon Series on Human and Environmental Security and Peace 5. Springer Berlin Heidelberg, 2011. DOI 10.1007/978-3-642-17776-7\_3, p. 107-121.

CEPED UFSC. Centro Universitário e Pesquisa e Estudos sobre Desastres. Universidade Federal de Santa Catarina. **Atlas brasileiro de desastres naturais: 1991 a 2012**. JUNGLES, E. A. *et al.* (org). 2. Ed. Florianópolis: CEPED UFSC, 2013. 168p.

\_\_\_\_\_. Centro Universitário e Pesquisa e Estudos sobre Desastres. Universidade Federal de Santa Catarina. **Metodologia de avaliação de vulnerabilidade para mapeamento de áreas suscetíveis a deslizamentos e inundações: proposta piloto em Santa Catarina**. FURTADO, J. R. Et al. (coord). Florianópolis: CEPED UFSC, 2014a. 47p.

\_\_\_\_\_. Centro Universitário e Pesquisa e Estudos sobre Desastres. Universidade Federal de Santa Catarina. **Capacitação básica em Defesa Civil**. FURTADO, J. R. Et al. (org). 5. ed. Florianópolis: CEPED UFSC, 2014b. 157p.

\_\_\_\_\_. **Gestão de desastres e ações de recuperação**. FURTADO, J. R. (org). ISBN 978-85-64695-79-5. Florianópolis: CEPED UFSC, 2014c. 242p.

CIUREAN, R. L.; SCHRÖTER, D.; GLADE, T. Conceptual Frameworks of Vulnerability Assessments for Natural Disasters Reduction. In: Tiefenbacher, J (ed.). **Approaches to Disaster Management** - Examining the Implications of Hazards, Emergencies and Disasters. DOI: 10.5772/55538. 2013. p. 1-32. Disponível em: <http://www.intechopen.com/books/approaches-to-disaster-management-examining-the-implications-of-hazards-emergencies-and-disasters/conceptual-frameworks-of-vulnerability-assessments-for-natural-disasters-reduction>. Acesso em: 10 de maio de 2016.

COPPOLA, D. P. **Introduction to international disaster management**. Burlington, MA, US : Elsevier, 2015.

CPRM. Departamento de Gestão Territorial. **Ação emergencial para delimitação de áreas em alto e muito risco a enchentes e movimentos de massa**. Joinville: DEGET, 2013.

CRISTOFOLINI, N. J. **Desenvolvimento socioeconômico de Joinville/SC e a ocupação dos manguezais do bairro Boa Vista**. 2013. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

CRUDEN, D. M.; VARNES, D. J. Landslide types and processes. In: TURNER, A. K.; SHUSTER, R. L. (ed.). **Landslides investigation and mitigation, Transportation Research Board, Special Report 247**. Washington: National Research Council, 1996. p. 36-75.

DUTRA, R. de C.. **Indicadores de vulnerabilidade: No contexto da habitação precária em área de encosta sujeita a deslizamento**. 2011. 172f. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

EGUCHI, R. et al. **The 2010 Canterbury and the 2011 Christchurch New Zealand Earthquakes and the 2011 Tohoku Japan Earthquake: Emerging Research Needs and Opportunities**. Oakland, California: Earthquake Engineering Research Institute, 2012. 63 f. Workshop Report.

ESRI. **Fundamentals of georeferencing a raster dataset**. Disponível em : < <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/manage-data/raster-and-images/fundamentals-for-georeferencing-a-raster-dataset.htm>>. Acesso em : 01 de junho de 2016.

FERNÁNDEZ, V. B.. **Geo-information for measuring vulnerability to earthquakes: a fitness for use approach**. 2009. 212f. Tese de Doutorado - Universidade de Utrecht, Utrecht, 2009.

FUCHS, S.; KUHLLICKE, C.; MEYER, V. Editorial for the special issue: vulnerability to natural hazards—the challenge of integration. **Natural Hazards**, v. 58, n. 2, p. 609-619, 2011.

G1 SC. Chuva provoca alagamentos e deslizamentos de terra em Joinville. **Globo**. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sc/santa-catarina/noticia/2017/01/chuva-provoca-alagamentos-e-deslizamentos-de-terra-em-joinville.html>>. Acesso em: 30 de outubro de 2017

GONÇALVES, M. L. **Geologia para planejamento de uso e ocupação territorial do município de Joinville**. Tese de Doutorado. Pós-graduação de Recursos Minerais e Hidrogeologia. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993. 75f

GONÇALVES, M. L.; KAUL, P. F. T. Evolução geológica. In: FATMA. **Atlas Ambiental da Região de Joinville: Complexo Hídrico da Baía da Babitonga**: FATMA/GTZ, p. 05-08, 139p, 2002.

GONÇALVES, M. L.; OLIVEIRA, T. M. N. **O meio ambiente e a sua dinâmica na região de Joinville**. In: VIEIRA, R.; OLSEN, A.; GIULIARI, C. F.; OLTRAMARI, E.; BAGGENTOSS, G.; LOYOLA, H.; HARDT, H.; DOUBRAVA, I.; SILVEIRA, I. A.; MARTINELLI, J.; LOPES, M. G. M.; WIEST, M.; ABUHAB, M.; LINZMEYER, S. V. V.; ALLAGE, V. **Joinville 150** . Joinville: Editora Letradágua, 2001. p 67-84.

GUILLARD-GONÇALVES, C. et al. Assessment of physical vulnerability of buildings and analysis of landslide risk at the municipal scale: application to the Loures municipality, Portugal. **Natural Hazards And Earth System Sciences**, [s.l.], v. 16, n. 2, p.311-331, 3 fev. 2016. Copernicus GmbH. <http://dx.doi.org/10.5194/nhess-16-311-2016>.

HEIJMANS, A. From vulnerability to empowerment. In: BANKOFF, G; FRERKS, G; HILHORST, D (ed.). **Mapping vulnerability: Disasters development and people**. London: Earthscan, 2004. p. 115-127.

HENRIQUE, H. M. **Mapa de risco a deslizamento e erosão do bairro Rurópolis, Município do Ipojuca-PE**. 2014. 160f. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014.

HERRMANN, M. L. P.; PELLERIN, J. R. G. M. ; SAITO, S. M. . Escorregamentos. In: HERRMANN, M. L. (org). **Atlas de Desastres Naturais do Estado de Santa Catarina: período de 1980 a 2010**. 2 ed. Florianópolis: IHGSC/Cadernos Geográficos, 2014. p. 129 – 134.

IBGE. **Resolução 1/2005 Altera a caracterização do Sistema Geodésico Brasileiro** – Disponível em: <[ftp://geofp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/projeto\\_mudanca\\_referencial\\_geodesico/legislacao/rpr\\_01\\_25fev2005.pdf](ftp://geofp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/projeto_mudanca_referencial_geodesico/legislacao/rpr_01_25fev2005.pdf)> Acesso em: Fevereiro de 2016.

IBGE. **Santa Catarina - Joinville**. 2010. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=420910>> Acesso em: Fevereiro de 2016.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações: município de Joinville - SC**. Rio de Janeiro, 2015. 1 mapa, color. Escala 1:50.000.

INTEGRATED RESEARCH ON DISASTER RISK. **Peril classification and hazard glossary** (IRDR DATA publication No. 1). Beijing: Integrated Research on Disaster Risk, 2014. Disponível em: <[http://www.irdrinternational.org/wp-content/uploads/2014/04/IRDR\\_DATA-Project-Report-No.-1.pdf](http://www.irdrinternational.org/wp-content/uploads/2014/04/IRDR_DATA-Project-Report-No.-1.pdf)> Acesso em: 03 de maio de 2016.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Summary for Policymakers. In: FIELD, C. B et al. (eds.). **Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation**. A Special Report of Working Groups I and II of the

Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK and New York, USA: Cambridge University Press, 2012. p. 3-21.

INTERNATIONAL FEDERATION OF RED CROSS AND RED CRESCENT SOCIETIES. **World Disasters Report 2015: focus on local actors, the key to humanitarian effectiveness**. International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies, 2015. ISBN: 978-92-9139-226-1. Disponível em: <[https://ifrc-media.org/interactive/wp-content/uploads/2015/09/1293600-World-Disasters-Report-2015\\_en.pdf](https://ifrc-media.org/interactive/wp-content/uploads/2015/09/1293600-World-Disasters-Report-2015_en.pdf)> Acesso em: 03 de maio de 2016.

JOINVILLE. Decreto Nº 15.890, de 13 de agosto de 2009. Decreta situação de emergência no município de Joinville, em face de ameaça da gripe a (Influenza H1N1). Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/sc/j/joinville/decreto/2009/1589/15890/decreto-n-15890-2009-decreta-situacao-de-emergencia-no-municipio-de-joinville-em-face-de-ameaca-da-gripe-a-influenza-h1n1>> Acesso em : 10 de dezembro de 2017.

JOINVILLE. INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Plano de manejo da ARIE do Morro do Boa Vista**. 2010. Joinville 2013

JOINVILLE. Secretaria de Proteção Civil e Segurança Pública. **Plano de contingência de proteção e Defesa Civil 2017**. Joinville 2017.

JULIÃO, R.; LOCH, C. ROSENFELDT, Y.A.Z. Sistemas de Informação Geográfica no Suporte à Gestão Municipal Estudo Comparativo dos Casos de Joinville, SC (Brasil) e Amadora, Aml (Portugal). In: **I Jornadas Lusofonas sobre Ciência e Tecnologia de CTIG2014**. Coimbra/ PT, 2014.

KAPPES, M.s.; PAPHATHOMA-KÖHLE, M.; KEILER, M.. Assessing physical vulnerability for multi-hazards using an indicator-based methodology. **Applied Geography**, [s.l.], v. 32, n. 2, p.577-590, mar. 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apgeog.2011.07.002>

KAYNIA, A.M. et al. Probabilistic assessment of vulnerability to landslide: Application to the village of Lichtenstein, Baden-Württemberg, Germany. **Engineering Geology** – Volume 101, Issues 1-2, 2008. Páginas 33-48.

KOBIYAMA, M. et al. **Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos.** ISBN – 85-87755-03-X. Curitiba: Organic Trading, 2006. 109p.

KOEHNTOPP, P. I. **Governança e mudança climática nas cidades contemporâneas: o caso de Joinville – SC.** 2010 Tese (Doutorado em Ciências Humanas) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis 2010

KRÜGER, L. **Estudos de casos de movimentos de massa ocorridos no município de Joinville.** 98 f. Monografia (Graduação) - Universidade Estadual de Santa Catarina, Centro de Ciências Tecnológico, Curso de Engenharia Civil, Joinville, 2010.

LI, Z. et al. Quantitative vulnerability estimation for scenario-based landslide hazards. **Landslides**, [s.l.], v. 7, n. 2, p.125-134, 29 jan. 2010. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s10346-009-0190-3>.

LICCO, E. A. **Vulnerabilidade social e desastres naturais: uma análise preliminar sobre Pretrópolis, Rio de Janeiro.** Revista de Saúde, Meio ambiente e Sustentabilidade Vol 8, n. 1 2013 p. 25-41

LOCH, C. Cadastro técnico multifinalitário instrumento de política fiscal e urbana. In: BRASIL. **Cadastro técnico multifinalitário como instrumento de política fiscal e urbana.** ISBN : 859057111X. Rio de Janeiro, 2005.

LUIZ, G. **Diagnóstico de estabilidade aparente de encostas – hierarquização de riscos e planejamento de intervenções.** In: 5º CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE PATOLOGIA E REABILITAÇÃO DE ESTRUTURAS, junho, 2009a, Curitiba

LUIZ, G. **Diagnóstico das Condições de Estabilidade Aparente de Encostas e Risco de Edificações – sinistros Ocorridos em Joinville/SC.** In: 5º CONFERÊNCIA BRASILEIRA DE ESTABILIDADE DE ENCOSTAS, novembro, 2009b, São Paulo.

MACHADO, J. V. C. **Análise das características construtivas dos bens imóveis no cadastro de Joinville/sc.** 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transporte e Gestão Territorial) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2017. (em preparação)

MANTOVANI, B. **Mapeamento de risco a movimentos de massa e inundação em áreas urbanas do município de Camaragibe**. 2016. 290f. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.

MENDES, R. M. et al. Understanding shallow landslides in Campos do Jordão municipality – Brazil: disentangling the anthropic effects from natural causes in the disaster of 2000. **Natural Hazards And Earth System Sciences**, [s.l.], v. 18, n. 1, p.15-30, 3 jan. 2018. Copernicus GmbH. <http://dx.doi.org/10.5194/nhess-18-15-2018>.

MICHELIS. **Dicionário de Português Online**. Editora Melhoramentos. Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/index.php>> Acesso em: 20 de maio de 2016.

MOSER, L. **Como o mangue virou cidade: um estudo sobre condições de vida e a organização institucional do espaço urbano nas áreas de mangue em Joinville/SC**. 1993. 220p. Dissertação (Mestrado em Sociologia Política)- Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC,1993.

NERI, M. C (Coord). **A nova classe média: o lado brilhante dos pobres**. Rio de Janeiro: FGV/CPS, 2010. Disponível em: <[https://www.cps.fgv.br/ibrecps/ncm2010/NCM\\_Pesquisa\\_FORMATAD\\_A.pdf](https://www.cps.fgv.br/ibrecps/ncm2010/NCM_Pesquisa_FORMATAD_A.pdf)>.

NATHAN, F. Vulnerability to Natural Hazards: Case Study on Landslide Risks in La Paz. In: BRAUCH H. et al. (eds) Coping with Global Environmental Change, Disasters and Security. **Hexagon Series on Human and Environmental Security and Peace, vol 5**. Springer, Berlin, Heidelberg. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-17776-7>.

NUMMER, A. V.; PINHEIRO, R. J. B. Dinâmica de encostas. In ROBAINA, L. E. de S.; TRENTIN, R. (org). **Desastres Naturais no Rio Grande do Sul**. Santa Maria: ed. da UFSM, 2013. p. 67-96.

OAP CONSULTORES ASSOCIADOS LTDA. **Plano de Manejo da Arie do Morro do Boa Vista**. Joinville, 2010.800p.

OLIVEIRA, M. S. C. de. **Os sambaquis da planície costeira de Joinville, litoral norte de Santa Catarina: Geologia, paleogeografia e conservação in situ.** 2000. 328 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

OFFICE OF THE UNITED NATIONS DISASTER RELIEF COORDINATOR. **Natural Disasters and Vulnerability Analysis.** Report of Expert Group Meeting. 9-12 July. Geneva: UNDR0, 1979. Disponível em: < <https://archive.org/details/naturaldisasters00offi>>. Acesso em: 04 de junho de 2016.

PAPATHOMA-KÖHLE, Maria. Vulnerability curves vs. vulnerability indicators: application of an indicator-based methodology for debris-flow hazards. **Natural Hazards And Earth System Sciences**, [s.l.], v. 16, n. 8, p.1771-1790, 3 ago. 2016. Copernicus GmbH. <http://dx.doi.org/10.5194/nhess-16-1771-2016>.

PENG, L. et al. Quantitative risk analysis for landslides: the case of the Three Gorges area, China. **Landslides**, [s.l.], v. 12, n. 5, p.943-960, 4 out. 2014. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s10346-014-0518-5>.

POLSKY, C. et al. **Assessing Vulnerabilities to the Effects of Global Change: An Eight-Step Approach.** Research and Assessment Systems for Sustainability Program Discussion Paper 2003-05. Cambridge, MA: Environment and Natural Resources Program, Belfer Center for Science and International Affairs, Kennedy School of Government, Harvard University, 2003.

SANTANA, N. A. **A produção do espaço urbano e os loteamentos na cidade de Joinville (SC) – 1949/1996.** 1998. 232p. Dissertação (Mestrado em Geografia)- Departamento de Geociências, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC,1998.

SCHRÖTER, D.; POLSKY, C.; PATT, A. G.. Assessing vulnerabilities to the effects of global change: an eight step approach. **Mitigation And Adaptation Strategies For Global Change**, [s.l.], v. 10, n. 4, p.573-595, out. 2005. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s11027-005-6135-9>



SILVI JR., O. L. **Avaliação de áreas urbanas consolidadas: o caso de Joinville / SC.** 2017. 238p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transporte e Gestão Territorial) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2017.

SILVA, D. J. **Mapa de risco de deslizamento e erosão em encostas com ocupações desordenadas no município de Abreu e Lima – PE.** 2016. 201f. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.

SILVA, M.; PEREIRA, S. Assessment of physical vulnerability and potential losses of buildings due to shallow slides. **Natural Hazards**, [s.l.], v. 72, n. 2, p.1029-1050, 20 jan. 2014. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s11069-014-1052-4>.

SILVA, M. T. de M. G.. **Avaliação quantitativa da vulnerabilidade física associada a processos d deslizamentos de encostas.** 2015. 106f. Tese de Doutorado - Universidade de Brasília, Brasília, 2015

SILVEIRA, W. N. *et al.* **história das inundações de Joinville.** 1 ed. Curitiba: Organic Trading, 2009. 153p.

SOUZA, L. A. **O processo de ocupação das áreas de mangues em Joinville: agentes, estratégias e conflitos.** 1991. 127f. Dissertação (Mestrado em Geografia), Departamento de Geociências do Centro de Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 1991.

THE INTERNATIONAL DISASTER DATABASE. CENTRE FOR REASEARCH ON THE EPIDEMIOLOGY OF DISASTERS. **Glossary.** Disponível em : < <http://www.emdat.be/Glossary>>. Acesso em : 05 de maio de 2016.

THE UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION. **Living with risk:** a global review of disaster reduction initiatives. Volume II Annexes. 2 ed. New York and Geneva: United Nations, 2004.

\_\_\_\_\_. Hyogo framework for action 2005-2015: building the resilience of nations and communities to disasters. In: **Final report of the World Conference on Disaster Reduction**, A/CONF. 206/6, 18-22 Jan, 2005, Kobe, Hyogo, Japan.

\_\_\_\_\_. **La gestión del riesgo de desastres hoy: contextos globales, herramientas locales**. Publicação online, 2008. Disponível em: < <http://www.eird.org/gestion-del-riesgo/index.html>> Acesso em: 01 de dezembro de 2012.

\_\_\_\_\_. **Terminology on disaster risk reduction**. Geneva: UNISDR, 2009. 35 p. Disponível em: < [http://www.unisdr.org/files/7817\\_UNISDRTerminologyEnglish.pdf](http://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologyEnglish.pdf)> Acesso em: 02 de maio de 2016.

\_\_\_\_\_. **Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030**. Geneva: UNISDR, 2015a.

\_\_\_\_\_. **Background Paper: Proposed Updated Terminology on Disaster Risk Reduction - A Technical Review**. UNISDR, 2015b. Disponível em: < [http://www.preventionweb.net/files/45462\\_backgroundpaperonterminologyaugust20.pdf](http://www.preventionweb.net/files/45462_backgroundpaperonterminologyaugust20.pdf)> Acesso em: 04 de maio de 2016.

TAHOKA. JOINVILLE. Secretária da Fazenda. **Manual de Preenchimento do Cadastro Imobiliário**. Joinville, 2007. 136f.

TOMINAGA, L. K. Desastres naturais: porque ocorrem?. In: TOMINAGA, L. K; SANTORO, J; AMARAL, R. **Desastres naturais : conhecer para prevenir**. São Paulo : Instituto Geológico, 2009a. 1 ed. p. 11-24.

\_\_\_\_\_. Escorregamentos. In: TOMINAGA, L. K; SANTORO, J; AMARAL, R. **Desastres naturais : conhecer para prevenir**. São Paulo : Instituto Geológico, 2009b. 1 ed. p. 25-38.

UBERTI, A. A. A; SARTOR, L R. JOINVILLE. **Cobertura pedológica das bacias independentes da Vertente Leste**. Secretaria de Planejamento, Orçamento e Gestão: Joinville, 2012. Escala 1:10.000

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **Landslide Types and Processes**. Fact Sheet 2004-3072. U.S. Department of Interior. U.S. Geological Survey, 2004. Disponível em: <<http://pubs.usgs.gov/fs/2004/3072/pdf/fs2004-3072.pdf>>. Acesso em: 25 de junho de 2014.

VEDOVELLO, R; MACEDO, E. Deslizamentos de encostas. In: SANTOS, R. F. (org.). **Vulnerabilidade ambiental: desastres naturais ou fenômenos induzidos?** Brasília, Ministério do Meio Ambiente – MMA, 2007. p. 75 –94.

WORLD BANK. UNITED NATIONS. **Natural hazards, unnatural disasters: the economics of effective prevention**. eISBN: 978-0-8213-8141-0. Washington: The World Bank, 2010. 280p.

WISNER, B. et al. **At Risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters**. 2<sup>nd</sup> ed. London: Routledge, 2003. 134p.

ZULAIKA, J. **Gênero, gestão de desastres e mudança**. PNUD. 2017. Disponível<<Http://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/presscenter/articles/2017/11/14/g-nero-gest-o-de-desastres-e-mudan-a-.html>>Acesso em: 12 de dezembro de 2017.

## APENDICE A – Erro de atualidade no cadastro

<b>AMOSTRA 2 - IQ: 13-31-0-19-780</b>		
LOCAL	Coordenadas UTM SIRGAS2000 FUSO 22j	
SOLEDADE, IRIRIU JOINVILLE	X	Y
	717.349,046m	7.091.509,254m

### Dados do Cadastro

Estrutura:	Madeira Simples
Material predominante:	Madera
Estado de Conservação:	Bom
Forro:	Madeira/Chapa
Numero de Pavimentos:	1



### Dados da Fotografia

Estrutura:	Concreto/Alvenaria
Material predominante:	Alvenaria
Estado de Conservação:	Bom
Forro:	Laje Simples/Estuque
Numero de Pavimentos:	2

## APENDICE B – Erro de completude

AMOSTRA 2 - IQ: 13-21-40-89-1935		
LOCAL	Coordenadas UTM SIRGAS2000 FUSO 22j	
DEPUTADO LAURO CARNEIRO DE LOYOLA, IRIRIU JOINVILLE	X	Y
	717.900,175m	7.091.726,631m

Estrutura:	Concreto/Alvenaria
Material predominante:	Alvenaria
Estado de Conservação:	REGULAR
Forro:	MADEIRA/CHAPAS
Numero de Pavimentos:	0

### Dados do Cadastro



### Dados da fotografia

Estrutura:	Concreto/Alvenaria
Material predominante:	Alvenaria
Estado de Conservação:	REGULAR
Forro:	MADEIRA/CHAPAS
Numero de Pavimentos:	2

### APENDICE C – Erro de consistência

AMOSTRA 2 - IQ: 13-21-40-17-345		
LOCAL	Coordenadas UTM SIRGAS2000 FUSO 22j	
ARCO-IRIS,	X	Y
IRIRIU JOINVILLE	717.395,349m	7.091.412,207m

#### Dados do cadastro

Estrutura:	Concreto/Alvenaria
Material predominante:	Alvenaria
Estado de Conservação:	Bom
Forro:	MADEIRAS/CHAPAS
Numero de Pavimentos:	2



#### Dados da fotografia

Estrutura:	Concreto/Alvenaria
Material predominante:	Alvenaria
Estado de Conservação:	Bom
Forro:	MADEIRAS/CHAPAS
Numero de Pavimentos:	1

# ANEXO A – Boletim de Informações do Cadastro Imobiliário



PREFEITURA MUNICIPAL JOINVILLE - SC  
SECRETARIA MUNICIPAL DE FAZENDA  
CADASTRO TÉCNICO MUNICIPAL

## BOLETIM DE CADASTRO IMOBILIÁRIO

SERVICO

1- Inscrito  
 2- Excluído  
 3- Anulado

### IDENTIFICAÇÃO DO IMÓVEL

1 INSCRIÇÃO CADASTRAL QTE. SETOR QUADRA LOTE UNIDADE AUTÔNOMA

2 INSCRIÇÃO ANTERIOR QTE. SETOR QUADRA LOTE UNIDADE AUTÔNOMA

### REFERÊNCIAS PARCELA

3 PROC. DESMEMB. MAN. 4 LOTEAMENTO 5 QUADRA 6 LOTE 7 MATRÍCULA RI 8 OFÍCIO RI

9 LIVRO 10 FOLHA 11 COD. IMÓVEL RURAL - INCRA 12 ZONA ALIC. 13 ZONA SOLO 14 SETOR

15 TAXA 16 IMPLANTAÇÃO 17 EXERCÍCIO 18 CANCELAMENTO 19 COD. CONDOMÍNIO 20 ANO BALDIO

### LOCALIZAÇÃO DO IMÓVEL

21 COD. LOGRAD. 22 NOME DO LOGRADOURO

23 MÉTRICA 24 LADO  
25 NÚMERO 26 COMPLEMENTO 27 COD. BARRIO 28 BARRIO

### DADOS DO PROPRIETÁRIO

32 NOME DO PROPRIETÁRIO

33 COD. PROPRIETÁRIO

34 CPF/CNPJ 35 RG 36 TELEFONE

37 E-MAIL

### ENDEREÇO DE CORRESPONDÊNCIA

38 COD. LOGRAD. 39 NOME DO LOGRADOURO

40 NÚMERO 41 COMPLEMENTO

42 COD. BARRIO 43 BARRIO 44 MUNICÍPIO

45 UF 46 CEP 47 CX. POSTAL 48 BLOCO 49 APTO 50 SALA

### CARACTERÍSTICAS DO IMÓVEL

52 LIMITE FRONTAL  
1- Sem  
2- Alamiado  
3- Muro  
4- Gradil  
5- Mureta  
6- Gradil/Muro

53 CALÇADA  
1- Sem  
2- Pavê  
3- Granilírio  
4- Placas concreto  
5- Concreto lavado  
6- Concreto alisado  
7- Mosaico português (petit pave)  
8- Pedras naturais  
9- Blocos/placas com juntas de grama  
10- Asfalto  
11- Cerdânica  
12- Outros

54 OCUPAÇÃO DO LOTE  
1- Não construído  
2- Obra em andamento  
3- Obra paralisada  
4- Construído  
5- Não edificável

55 PATRIMÔNIO  
1- Particular  
2- Municipal  
3- Estadual  
4- Federal  
5- Religioso

### CARACTERÍSTICAS DO TERRENO

56 SITUAÇÃO  
1- Meio de quadra  
2- Fundos  
3- Encovado  
4- Esquina

57 TIPO DE OCUPAÇÃO  
1- Única  
2- Condomínio vertical  
3- Condomínio horizontal  
4- Conjunto habitacional

58 IRREG. NA OCUPAÇÃO  
1- Não constatada  
2- Total  
3- Parcial

59 IRREGULARID. NO LOTE  
1- Não tem  
2- Desmatado. Não oficial  
3- Unificação não oficial  
4- Loteamento não oficial

60 TOPOGRAFIA  
1- Plano  
2- Ativo  
3- Declive  
4- Irregular

61 PEDOLOGIA  
1- Normal  
2- Rochoso  
3- Inundável  
4- Alagado/Enjoo

62 FORMA  
1- Regular  
2- Irregular

63 INÍCIO SUPERF. PRINC.  
1- No nível  
2- Abaixo do nível  
3- Acima do nível

64 PERMISSÃO DE USO  
1- Tem  
2- Não tem  
3- Não se enquadra

### DIMENSÕES

65 ÁREA DO TERRENO 66 TESTADA PRINCIPAL 67 ÁREA TRIBUTÁVEL 68 F RENTES

69 TESTADA 2 70 COD. LOGRADOURO 2 71 MÉTRICA 2 72 LADO 2

73 TESTADA 3 74 COD. LOGRADOURO 3 75 MÉTRICA 3 76 LADO 3

77 TESTADA 4 76 COD. LOGRADOURO 4 75 MÉTRICA 4 76 LADO 4

81 TESTADA PAVIMENTAÇÃO 82 TESTADA ILUMINAÇÃO 83 ÁREA REMANESCENTE DE C.O. 80

### UNIDADE AUTÔNOMA - DADOS COMPLEMENTARES

84 ÁREA PRIVATIVA CONDOMÍNIO HORIZONTAL 85 ÁREA CLÁUSULA CONDOMÍNIO HORIZONTAL 86 ÁREA OCUPAÇÃO IRREGULAR

87 TAXA LINHA DE AUTÔNOMA 88 MEDIDOR CELESC

### OBSERVAÇÕES

Observações:

**GABARITO DAS CARACTERÍSTICAS I**

<b>90</b> TIPOLOGIA 1 - Casa 2 - Apartamento 3 - Esgrório 4 - Lige 5 - Galpão 6 - Telheiro	7 - Indústria 8 - Especial 9 - Outros 10 - Box/Garagem 11 - Piscina	<b>91</b> USO 1 - Residencial 2 - Industrial 3 - Comercial 4 - Serviço 5 - Saúde	6 - Ensino 7 - Cultural/Ent. Social 8 - Religiosa 9 - Inst. Financeira 10 - Instituição	11 - Flural	<b>92</b> RESPONS. PELO USO 1-Particular 2-Municipal 3-Estadual 4-Federal	<b>93</b> REGIME DE UTILIZAÇÃO 1-Própria 2-Cedida 3-Aluguel 4-Facada	<b>94</b> ESTRUTURA 1-Madeira Simples 2-Madeira Especial 3-Concreto/Alvenaria 4-Metálica
<b>95</b> MAT. PREDOM. 1-Madeira 2-Concreto 3-Metálica 4-Madeira 5-etc... 6-Fibr Sílica 7-out.	<b>96</b> COBERTURA 1-Cerâmica simples 2-Fibrocimento 3-Alumínio 4-Zinco/Metálica 5-Asp. 6-Especial 7-Out.	<b>97</b> TIPO COBERTURA 1-Uma Água 2-Cheia/Dois águas 3-Várias Águas 4-Plano 5-Volumétrica 6-Sem cobertura	<b>98</b> ACAB. EXTERNO 1-Sem 2-Calcado 3-Pedra Simples 4-Faixa Lavarel 5-Especial	<b>99</b> REV. EXTERNO 1-Sem 2-Matouco 3-Tijolo 4-Cerâmica 5-Pedra Ornamental 6-Tijolo à Vista 7-Especial	<b>100</b> ESGUARIAS 1-Sem 2-Madeira 3-Ferro 4-Alumínio 5-Outro Temperado 6-PVC 7-Madeira Especial		
<b>101</b> LOC. NO PRÉDIO 1-Frente 2-Fundo 3-Dep. de frente 4-Dep. de fundos	<b>102</b> LOC. NO LOTE 1-Alinhada 2-Recuada 3-Fundosa	<b>103</b> AFASTAMENTOS 1-Sem em 1 Lado 2-Sem em 2 Lados 3-Sem em 3 Lados 4-Sem em todos Lados 5-Em linha ou Lado	<b>104</b> DISPOSIÇÃO 1 - Isolada 2 - Conjugada 3 - Gemada	<b>105</b> CONSERV. 1-Bom 2-Regular 3-Má	<b>106</b> CONDICÃO DA EDIFICAÇÃO 1-Boa 2-Sem defeitos 3-Ruim ou Danificada		

**CARACTERÍSTICAS DAS EDIFICAÇÕES I**

INSCRIÇÃO CADASTRAL	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	SP	
UNIDADE DE AVALIAÇÃO																			
UNIDADE DE AVALIAÇÃO																			
UNIDADE DE AVALIAÇÃO																			
UNIDADE DE AVALIAÇÃO																			
UNIDADE DE AVALIAÇÃO																			

**GABARITO DAS CARACTERÍSTICAS II**

<b>107</b> REV. INTERNO 1 - Residencial 2 - Rescom 3 - Rescom 4 - Comércio 5 - Especial	<b>108</b> ACAB. INTERNO 1 - Cimento 2 - Cerâmica 3 - Pedra Simples 4 - Pedra Lavarel 5 - Especial	<b>109</b> PISO 1 - Sem 2 - Tapete/Carpete 3 - Parquetado/Taco 4 - Cerâmica 5 - Especial	<b>110</b> FORRO 1 - Sem 2 - Lata 3 - Lata Simples 4 - Lata decorada 5 - Escovado	<b>111</b> INST. SANITARIA 1 - Sim 2 - Não 3 - Interio simples 4 - Completa 5 - Mais de uma completa	<b>112</b> INST. ELÉTRICA 1 - Sim 2 - Não 3 - Simples 4 - Semi-elétrica 5 - Especial	<b>113</b> PAINEL ESPECIAL DE CONSTRUÇÃO 1 - Madeira forte diplo 2 - Enxofre 3 - Concreto popular 4 - Sem padrão especial
<b>114</b> H. EXTERNO 1 - Sem 2 - Um 3 - Mais de um	<b>115</b> DETAL 1 - Utilizável 2 - Habitável					

**CARACTERÍSTICAS DAS EDIFICAÇÕES II**

INSCRIÇÃO CADASTRAL	107	108	109	110	111	112	113	114	115	SP
UNIDADE DE AVALIAÇÃO										
UNIDADE DE AVALIAÇÃO										
UNIDADE DE AVALIAÇÃO										
UNIDADE DE AVALIAÇÃO										
UNIDADE DE AVALIAÇÃO										

**OUTRAS CARACTERÍSTICAS**

UNIDADE DE AVALIAÇÃO																				
<b>116</b> ÁREA CONSTRUIDA																				
<b>117</b> Nº TOTAL DE PAVIMENTOS																				
<b>118</b> Nº DE PAVIMENTOS NA UNIDADE																				
<b>119</b> ANDAR																				
<b>120</b> ANO DE CONSTRUÇÃO																				
<b>121</b> ANO DA ÚLTIMA REFORMA																				
<b>122</b> IMPLANTAÇÃO																				
<b>123</b> EXERCÍCIO																				
<b>124</b> CANCELAMENTO																				
<b>125</b> BLOCO																				
<b>126</b> APARTAMENTO																				
<b>127</b> SALA																				
<b>128</b> BOX																				

**COMPLEMENTO**

UNIDADE DE AVALIAÇÃO																				
<b>129</b> REQUERIMENTO DE LICENÇA / DATA																				
<b>130</b> REQUERIMENTO DE VISTORIA / DATA																				
<b>131</b> REQUERIMENTO DE DEMOLIÇÃO / DATA																				
<b>132</b> CMC - COD. MUNIC. DE CONTRIBUINTE																				
<b>133</b> RAZÃO SOCIAL																				

CADASTRADOR: \_\_\_\_\_ REVISOR: \_\_\_\_\_



**ANEXO B – Definições do Manual de Preenchimento do Cadastro Imobiliário. Trechos retirado na íntegra de TAHOKA (2007 p. 42 a 58)**

**“11.90 – Tipologia – tipo de construção**

Via de regra a finalidade das edificações define o seu tipo. Entretanto, ocorrem as exceções. A tipologia do imóvel está relacionada com o custo de construção, uma vez que para um mesmo padrão construtivo, as diferentes tipologias apresentam custos diferentes de reprodução.

1. *Casa*: entendida como a edificação construída para servir de residência, mas que também pode, por interesse do usuário, servir a outra destinação, como comércio, por exemplo. Abriga, no mínimo, um conjunto de cômodos necessários a moradia (cozinha, quarto, sala e banheiro). Pode conter um ou mais pavimentos.

2. *Apartamento*: é uma edificação construída para fins residenciais em prédios de dois ou mais pavimentos, normalmente fazendo parte de um condomínio. Abriga, no mínimo, um conjunto de cômodos necessários a moradia.

3. *Escritório*: quando se tratar de unidades construídas, normalmente, para o exercício de atividades de prestação de serviços e comércio, mas também podem ser encontradas salas servindo de escritórios para indústrias. Normalmente estão situadas em prédios de condomínios ou pavimentos térreos.

4. *Loja*: quando se tratar de unidades construídas para o exercício de atividades comerciais, geralmente localizada nos pavimentos térreos – dos prédios, podendo, também se localizarem em pavimentos intermediários (sobreloja). Ocorre situação onde constituem centros comerciais (ex: *shopping center*).

5. *Galpão*: edificação que se caracteriza por formar um grande salão interno, apresentando poucas ou nenhuma divisória. É constituída normalmente para fins industriais, de serviços e de comércio.

6. *Telheiro*: edificação que não apresenta paredes e possui apenas a cobertura e os pilares de sustentação da mesma. Pode ser utilizado para vários usos. Um caso típico são aqueles de postos de combustíveis.

7. *Indústria*: são grandes edificações que contêm os requisitos técnicos de instalação industrial. Não confundir com galpão ou telheiro, utilizados como indústria.

8. *Especial*: edificações que não se enquadram nos itens anteriores. Apresentam características especiais. Ex: campo de futebol, ginásio de esportes, teatro, centro de eventos, dentre outros.

9. *Outros*: quando não houver qualquer definição para o tipo levantado.

10. *Box/Garagem*: edificações com o objetivo único de abrigar veículos, formadas normalmente por pelo menos duas paredes e sem divisórias. Inclui-se nesse caso a meia-parede. Quando localizadas em prédios são geralmente chamadas de “Box”.

11. *Piscina*: construção na forma de um tanque para servir de reservatório de água para banho (lazer).

### **11.91- Uso**

Indicar a destinação ou uso do imóvel no momento do recadastramento. É importante ressaltar que embora a tipologia do imóvel guarde uma forte relação com o seu uso, não significa que seja uma regra. Por exemplo: uma casa que foi construída para servir de residência pode estar sendo utilizada para prestação de serviços ou comércio.

1. *Residencial*: quando a edificação estiver sendo utilizada para fins de moradia. Este uso normalmente é dado a casas e apartamentos.

2. *Industrial*: quando a edificação for utilizada por empresas que produzem, transformam ou manufaturam qualquer produto. Ex: produção de equipamentos, confecção de tecidos e roupas, extração de minérios, dentre outras. Não confundir com um pequeno artesanato, isto é, quando a pessoa e membros da família produzem alguma utilidade em sua casa.

3. *Comercial*: quando a edificação for utilizada para fins de venda de quaisquer produtos. Ex: lojas de roupas, supermercados, bares,

padarias, farmácias, etc... Normalmente se localiza em unidades situadas no pavimento térreo, podendo estar em sobrelojas e raramente em andares mais elevados de um prédio.

4. *Serviços*: quando a edificação estiver abrigando atividades que visem a prestação de serviços, de maneira a atender alguma necessidade de pessoas ou mesmo empresas. Ex: oficinas mecânicas, oficinas de conserto de eletrodomésticos, escritórios de advocacia e contabilidade, postos de lavagem de carros, salão de beleza, etc...

5. *Saúde*: edificações que estiverem sendo utilizadas para a prestação de serviços de saúde, sejam estabelecimentos privados ou públicos. Ex: postos de saúde, hospitais, clínicas médicas e odontológicas ou veterinárias, etc.

6. *Ensino*: edificações que estiverem sendo utilizadas para ensino, público ou particular, como: escolas, creches e faculdades.

7. *Cultura/Entidade Social*: edificações que estiverem sendo utilizadas para atividades culturais, como: teatros, museus, cinemas, exposições permanentes, dentre outros; ou para entidades que atendem grupos específicos ou toda sociedade, como por exemplo: associações.

8. *Religioso*: quando a edificação estiver servindo para o culto de qualquer tipo de religião.

9. *Instituição financeira*: edificações que estiverem sendo utilizadas para atividades relacionadas ao mercado financeiro. Ex: bancos, cooperativas de crédito, *factoring*, casas de câmbio, etc...

10. *Instituição*: edificações que estiverem sendo utilizadas por instituições distintas das já definidas nos itens anteriores. As instituições, em essência, são responsáveis pela organização das interações sociais. Exemplos de instituições: políticas, religiosas, educacionais, entre outras.

11. *Rural*: edificações que estiverem sendo utilizadas para fins rurais. Deve-se observar que estas edificações são aquelas que fazem parte de um imóvel rural.

### **11.94- Estrutura**

Trata-se do material construtivo que serve de sustentação da edificação (pilares ou colunas e vigas). As construções mais simples de alvenaria ou madeira tendem a apresentar a estrutura no mesmo material das paredes, enquanto que construções mais complexas possuem estruturas como concreto ou metálica (casas de mais de um pavimento, prédios, galpões, etc.).

*1. Madeira simples:* quando os pilares e vigas da edificação forem de madeira simples.

Normalmente encontrada em edificações de padrão inferior.

*2. Madeira especial:* quando os pilares e vigas da edificação forem de madeira nobre, de lei. Normalmente encontrada em edificações de padrão médio a superior.

*3. Concreto/Alvenaria:* quando os pilares e vigas forem de concreto ou a própria parede da edificação é a sustentação. A estrutura de alvenaria é normalmente encontrada em casas de um pavimento e pequenos galpões, enquanto que a de concreto é encontrada em construções maiores que as comuns, prédios, edificações especiais e galpões. Via de regra, edificações em alvenaria com dois ou mais pavimentos possuem estrutura de concreto..

*3. Metálica:* quando os pilares e vigas de sustentação forem metálicos. Normalmente encontrada em postos de combustíveis e prédios especiais.

### **11.95- Material predominante - paredes**

Material empregado na construção das paredes que definem o perímetro da edificação. Sendo assim, deve-se observar, para preenchimento deste campo, somente as paredes externas da edificação.

*1. Alvenaria:* combinação de tijolos cerâmicos ou lajotas (sobrepostos) com uma massa de ligação entre os mesmos formando a parede. Pode ser revestida ou não (reboco).

*2. Concreto:* quando predominar paredes com o uso de concreto. O concreto é resultado da mistura de água, cimento, areia e pedra britada. Edificações com paredes em concreto são raras, mas podem existir.

3. *Metal*: quando as paredes forem constituídas por placas de metal ou nos casos de telheiros em que predomina o uso de estruturas metálicas nos pilares e cobertura.

4. *Madeira*: conjunto de tábuas de madeira ligadas entre si, formando as paredes da edificação.

5. *Mista*: quando as paredes forem formadas por parte de alvenaria e parte de madeira. Nas edificações em que até 30% (trinta por cento) de um dos materiais diferir do material predominante não deverá considerar-se como mista. Ex: casa de madeira com o banheiro em alvenaria.

6. *Fiberglass*: é um material estrutural composto por resina plástica e reforços de fibras de vidro, normalmente utilizada em piscinas.

7. *Vinil*: material plástico utilizado para revestir piscinas

### **11.105- Estado de conservação**

Refere-se ao estado de conservação da unidade, que poderá ser independente do seu tempo de construção, ou seja, uma edificação poderá ser antiga e ter um bom estado de conservação.

1. *Bom*: quando for uma edificação nova ou com aparência de nova, normalmente recém reformada, apresentando um bom estado de conservação.

2. *Regular*: edificação razoavelmente conservada, apresentando geralmente poucas falhas nos acabamentos e pequenas rachaduras nas paredes, com instalações em boas condições.

3. *Má*: edificação cujos elementos construtivos apresentam visivelmente falta de conservação, com estrutura precisando de reparos, instalações defeituosas ou em mau funcionamento e acabamento de regular a péssimo estado.

**11.110- Forro**

Refere-se ao tipo de forro e ao material empregado, podendo apresentar-se da seguinte forma:

*1- Sem:* quando a unidade for desprovida de forro; podendo haver forro em alguns cômodos e outros não. Nesse caso, se atingir cerca de metade da área interna da edificação, assinalar a existência de forro conforme os itens seguintes, caso contrário (menos da metade), indicar a inexistência.

*2- Madeira/Chapas:* trata-se de forro de madeira em tábuas comuns, ou chapas de madeira pré-fabricadas.

*3- Fibra de vidro:* é um material estrutural composto por resina plástica e reforços de fibras de vidro, normalmente utilizada em piscinas, mas podendo-se aplicar no revestimento de tetos de edificações.

*4- Laje simples ou estuque:* quando o forro for de laje pré-fabricada ou de estuque, que combina argamassa com madeira.

*5- Laje especial:* quando o forro for de laje maciça, normalmente empregada por apresentar maior resistência e melhor isolamento acústico.

*6- Especial:* quando o forro for de algum tipo de material diferente dos itens anteriores, mas de maior valor econômico (ex: madeira de lei).”