

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO RIO DE JANEIRO**

Programa de Pós-Graduação em Gestão Ambiental

Campus Nilópolis

Camila de Cássia Silva Bueno

**AVALIAÇÃO AMBIENTAL PRELIMINAR NO ENTORNO DO MACIÇO DO
TINGUÁ, RJ, VISANDO MEDIDAS DE GESTÃO AMBIENTAL**

Nilópolis - RJ

2016

Camila de Cássia Silva Bueno

**AVALIAÇÃO AMBIENTAL PRELIMINAR NO ENTORNO DO MACIÇO DO
TINGUÁ, RJ, VISANDO MEDIDAS DE GESTÃO AMBIENTAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Especialização em Gestão Ambiental no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro.

Orientador: Marco Aurélio Passos Louzada, Dr.

Co-orientador: Tiago Badre Marino, Dr.

Nilópolis - RJ

2016

Camila de Cássia Silva Bueno

**AVALIAÇÃO AMBIENTAL PRELIMINAR NO ENTORNO DO MACIÇO DO
TINGUÁ, RJ, VISANDO MEDIDAS DE GESTÃO AMBIENTAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Especialização em Gestão Ambiental no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro.

Data de aprovação: _____

Professor Dr. Marco Aurélio Passos Louzada (Orientador)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

Professor Dr. Tiago Badre Marino (Co-orientador)
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Professora Msc. Luiggia Girardi Bastos Reis de Araújo
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

Professora Msc. Cristina Maria Teixeira Soares Carneiro
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

Nilópolis – RJ

2016

BUENO, Camila de Cássia Silva. *Avaliação Ambiental Preliminar no Entorno do maciço do Tinguá, RJ, visando medidas de Gestão Ambiental*. 53 p. Trabalho de Conclusão de Curso. Programa de Pós-Graduação em Gestão Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Campus Nilópolis, Nilópolis, RJ, 2016.

RESUMO

A análise de risco envolve a identificação, avaliação, gerenciamento e comunicação de riscos ao meio ambiente e à saúde pública e permite antecipar e atuar sobre eventos ambientalmente danosos, de forma a planejar ações de controle, montar equipes e a agir em emergências. A determinação da qualidade de vida, por meio de estudo de aplicações de zoneamento ambiental e uso e ocupação de solos, aliados a procedimentos de geoprocessamento é de grande importância para se tomar medidas preventivas frente a enchentes e deslizamentos. Este trabalho objetivou, de forma geral, realizar uma avaliação ambiental da área do Tinguá com o intuito de propor medidas de gestão ambiental. De forma específica, avaliar as áreas de alto e baixo risco de deslizamento através de mapas de declividade, geologia, uso do solo e cobertura vegetal, proximidade de vias e geomorfologia; avaliar as áreas de alto e baixo risco de enchente através dos mesmos mapas somente alterando o de proximidade de vias pelo de proximidade de drenagem; propor medidas socioambientais para minimizar o risco de deslizamento e enchente; analisar a possibilidade de manejo da população localizada em áreas de alto risco de deslizamento e/ou enchente. Foram utilizados desta área os mapas de declividade, proximidade de vias (risco de deslizamento), proximidade de drenagem (risco de enchentes), geomorfologia, geologia e uso do solo e cobertura vegetal para a avaliação através do programa VISTA/SAGA. As avaliações ambientais demonstraram os locais onde a expansão urbana deve ser evitada, localidades estas, sujeitas a elevados riscos de enchentes ou deslizamento. Por outro lado, os locais em que a expansão urbana poderá ser realizada sem problemas para a população e para o poder público em relação a enchentes ou deslizamentos também foram indicados. Sugere-se uma análise mais aprofundada utilizando dados censitários do IBGE para avaliar áreas críticas em relação à qualidade de vida. A demonstração da eficácia do software VISTA/SAGA como uma ferramenta de aplicação que viabiliza a condução da metodologia foi comprovada. A metodologia utilizada neste trabalho auxiliou na geração de resultados diagnósticos e prognósticos que deram apoio à decisão quanto à melhoria na prevenção de acidentes, podendo ser adotados em demais áreas que envolvam risco ambiental. O conhecimento adquirido nesse estudo, permitiu o aprofundamento da temática do uso do geoprocessamento como ferramenta em ações de gestão ambiental, tema que ganha crescente relevância na realidade brasileira, podendo ser adotado como modelo em demais áreas urbanas que necessitem de gerenciamento de riscos ambientais.

Palavras-chave: geoprocessamento, avaliação ambiental, risco ambiental.

BUENO, Camila de Cássia Silva. *Environmental Preliminary Assessment not Surrounding massive Tinguá, RJ, Aiming Environmental Management Measures*. 53 p. Trabalho de Conclusão de Curso. Programa de Pós-Graduação em Gestão Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Campus Nilópolis, Nilópolis, RJ, 2016.

ABSTRACT

Risk analysis involves the identification, assessment, management and communication of risks to the environment and public health and allows us to anticipate and act on environmentally damaging effects, in order to plan control actions, build teams and to act in emergencies. Determining the quality of life through the study of environmental zoning and use and occupation of land applications, combined with geoprocessing procedures is very important to take preventive measures to face floods and landslides. This study aimed, in general, carry out an environmental assessment of Tinguá area in order to propose environmental management measures. Specifically, assess the areas of high and low risk of sliding through steepness maps, geology, land use and vegetation cover, proximity to roads and geomorphology; evaluate the areas of high and low risk of flooding therethrough maps changing only the vicinity of the drainage pathways proximity; propose environmental measures to minimize the risk of slip and flood; examine the possibility of managing the population located in areas of high risk of slip and / or flood. We used this area the steepness maps, routes proximity (risk of slipping), drainage proximity (risk of flooding), geomorphology, geology and land use and vegetation cover for the evaluation through the VISTA / SAGA program. Environmental assessments have shown the places where urban sprawl should be avoided, these locations are subject to high risk of flooding or landslide. On the other hand, places where urban expansion can be performed without problems for the population and the government in relation to flooding or landslides were also nominated. It is suggested further analysis using census data from IBGE to assess critical areas in relation to quality of life. The demonstration of efficacy of VISTA / SAGA software as an application tool that enables the conduct of the methodology has been proven. The methodology used in this study helped in generating diagnostic results and predictions that supported the decision to improve the prevention of accidents, can be adopted in other areas who involve environmental risk. The knowledge obtained in this study allowed the deepening of the theme of GIS use as a tool in environmental management actions, a topic that gains increasing relevance in the Brazilian reality and can be adopted as a model in other urban areas that require management of environmental risks.

Keyword: geoprocessing, environmental assessment, environmental risk.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
2 JUSTIFICATIVA.....	13
3 OBJETIVOS.....	14
3.1 OBJETIVO GERAL.....	14
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
4 METODOLOGIA.....	15
4.1 ÁREA DE ABRANGÊNCIA.....	15
4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	15
4.2.1 Organização metodológica do trabalho.....	15
4.2.2 Formulação da avaliação ambiental.....	19
5 RESULTADOS.....	21
5.1 RISCO DE DESLIZAMENTOS.....	21
5.2 RISCO DE ENCHENTES.....	21
5.3 MÓDULO DE COMBINAÇÃO DE MAPAS.....	21
6 DISCUSSÃO.....	28
6.1 IMPORTÂNCIA DO ZONEAMENTO AMBIENTAL COMO PREVENÇÃO PARA DESASTRES AMBIENTAIS.....	29
6.2 AVALIAÇÃO DE RISCO AMBIENTAL DE ENCHENTES	30
7 CONCLUSÕES.....	34
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35
9 ANEXOS.....	38

1 INTRODUÇÃO

Compreende-se como ambiente o conjunto estruturado de elementos que oferecem espacialidade e podem ser apresentados abrangendo as diferentes áreas do conhecimento, e são de natureza física, biótica, social e política (MELLO FILHO, 2003). Segundo Xavier da Silva & Souza (1987), de um ponto de vista geográfico, ambiente é a parcela da superfície terrestre em condições ainda predominantemente natural ou transformada, em diferentes níveis, pelo homem. Analisar um ambiente equivale a desagregá-lo em suas partes constituintes e apreender as suas funções internas e externas, com a conseqüente criação de conjunto integrado de informações, que constitui o conhecimento assim adquirido. A Geografia Teórica Quantitativa possibilita a sistematização de regiões, com propósitos especificados, cuja estratificação é aplicada pelas análises ambientais, zoneamentos e planos de manejo.

A questão ambiental manifestou-se ao final da década 1960, como uma crise de civilização. Desde essa época desenvolvem-se estudos e se configura um pensamento epistemológico que tomou o ambiente como objeto de reflexão (MELLO FILHO, 2003). Isto vai além do que se compreende como ecologia, e que abarca toda a complexidade do mundo atual. Segundo MELLO FILHO (2003), a crise ambiental é a crise de nosso tempo. De acordo com a Constituição Federal de 1988, art. 225: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.” § 1º V: “controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente.” A Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), Lei 6938/81, afirma em seu art. 2º que “tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana.” Com isso, percebe-se o direito garantido por lei ao cidadão à proteção contra riscos ambientais e ao próprio meio ambiente.

Perdas, mau uso e desperdícios dos recursos naturais, que ocorrem e ocorreram em todas as épocas, nas mais distintas regiões, e para todas as civilizações, não se mostraram significativos, até que as populações e os espaços ocupados começaram a gerar tensões, variadas formas de poluição, e graves deteriorações do meio ambiente (MARINO, 2008). Se o objetivo dos governos é a manutenção ou restauração do ambiente natural, de meio que propicie adequadas e dignas condições para o bem-estar das populações humanas, segundo

Forman & Godron (1986), o levantamento das situações regionais deve considerar o seu grau de sensibilidade à influência e determinação do homem em produzir alterações no meio ambiente.

Os problemas de desordem ambiental gerados e dispersos por todo o planeta, especialmente nas áreas ocupadas por complexos urbanos, sempre foram temas de estudos de natureza acadêmica, cujos resultados ficavam restritos quase exclusivamente ao meio científico, passaram a ser de conhecimento e do interesse de toda a população, principalmente devido ao maior acesso e à maior eficiência das fontes de informação (XAVIER & ZAIDAN, 2007). Entretanto, ainda há uma grande dificuldade em passar essa informação para as populações mais carentes.

Acidentes ambientais representam uma ruptura, um desequilíbrio ou desestabilização das relações de convivência do ser humano e de suas estruturas econômicas, sociais e políticas (moradias, infra-estrutura, instituições, etc.), com o meio sócio-natural que o rodeia e que dá suporte à sua existência (LAVELL, 1996). Representam o ponto culminante do risco, sua revelação e materialização (METZGER, 1996), indicando extremos da degradação ambiental (HERZER & GUREVICH, 1996).

Para possibilitar o estabelecimento de condições ideais de qualidade de vida, segundo os fundamentos de ordem social e econômica, sem se abrir mão do progresso científico e tecnológico, e com a compreensão de que o conhecimento é a base estrutural para o desenvolvimento, o homem tem formulado métodos e processos, em conformidade com os princípios e conceitos geográficos fundamentais (MARINO, 2008). Assim, conforme George (1982), a análise geográfica deve considerar os elementos e fatores heterogêneos múltiplos, que pertencem tanto às ciências da natureza quanto às ciências econômicas e sociais.

O direito à segurança ambiental está implícito na concepção de uma cidade sustentável. Nas diretrizes acima expostas, as atividades do gerenciamento de riscos de escorregamentos (e de outros riscos ambientais cuja detecção e enfrentamento possam ser similarmente tratados) são fundamentais para o ordenamento do pleno funcionamento das funções sociais da cidade, hoje marcadas pela urbanização de risco (NOGUEIRA, 2002).

A análise ambiental, como instrumento metodológico e técnico para os pesquisadores diretamente envolvidos, constitui eficiente ferramenta intermediária entre as contribuições das diversas disciplinas específicas e o levantamento, planejamento e monitoramento ambiental. É fundamental ferramenta de apoio à decisão – um elo entre a produção científica e o real

fornecimento das informações imprescindíveis às decisões político-administrativas concernentes aos recursos ambientais (XAVIER DA SILVA & SOUZA, 1987).

Para possibilitar novos caminhos que se vislumbram para as atividades de análises, zoneamento, planejamento e gestão dos recursos ambientais territoriais, do meio urbano ou do rural, e assim estabelecer metodologias para melhor efetuar o uso mais racional e eficiente dos espaços e regiões, é indispensável o incentivo à aplicação de instrumentos de geoprocessamento. Estes por serem capazes de fornecer informações completas, precisas (em função da base de dados disponível) e atualizadas, permitem a manipulação eficiente dos dados e conduzir à tomada de decisão. Isto para que se atinjam os objetivos definidos por programas de gerenciamento ambiental ou de administração pública (MELLO FILHO, 2003).

A gestão ambiental torna-se prática indispensável ao processo de transformação da realidade com vistas ao desenvolvimento sustentável, tendo no zoneamento ecológico-econômico o instrumento mais importante de sua viabilização. A gestão ambiental territorial pressupõe a adoção do zoneamento ecológico-econômico e volta-se, centralmente, para a produção sem rompimento da estabilidade territorial com base nos princípios da viabilidade ambiental e do uso racional dos recursos. Traz como proposta inovadora a indução a ações preventivas em contraposição a concepções corretivas e reparacionistas mais associadas a óticas estritamente setoriais (PP/G7, MMA, 1997).

O zoneamento ecológico-econômico vem, antes de mais nada, sendo colocado como instrumento técnico de informação sobre o território, essencial ao planejamento da ocupação racional e ao uso sustentável dos recursos naturais. As informações integradas em uma base geográfica (bacia hidrográfica, município, região) classificam o território segundo as potencialidades e condições de vulnerabilidade, prestando-se à racionalização da ocupação de espaços e ao redirecionamento de atividades, subsidiando estratégias e ações do planejamento com vistas ao desenvolvimento sustentável (BECKER, 1996).

O geoprocessamento, ao propiciar análise consistente de grandes volumes de dados ambientais, impede o risco de não se analisar adequadamente os dados obtidos, ou analisá-los fragmentariamente, sem a necessária integração. Isto porque constitui um meio científico de se investigar realidades ambientais complexas, de modo abrangente, consistente e com economia de tempo e esforços (XAVIER DA SILVA e SOUZA, 1987). Segundo Xavier & Zaidan (2007), o geoprocessamento tornou possível analisar a geotopologia de um ambiente, ou seja, investigar sistematicamente as propriedades e relações posicionais dos eventos e

entidades representados em uma base de dados georreferenciados, transformando dados em informação destinada ao apoio à decisão.

O confronto entre mapas de uso e estimativas de riscos ambientais permite a definição de áreas com diferentes níveis de ocorrências simultâneas de riscos e de usos da terra específicos. Uma área crítica pode ser exemplificada quando um local com forte potencial de urbanização se apresenta com riscos de enchentes. Como esses riscos se concretizam episodicamente, é comum que urbanizações desordenadas, tais como favelas, sejam sujeitas a enchentes esporádicas com perdas materiais e de vidas. A ocupação em encostas (favelas), em áreas de risco de deslizamentos, também é outro problema enfrentado pela sociedade (MARINO, 2008).

Deslizamentos de encostas e as enchentes são os principais fenômenos relacionados a desastres naturais no Brasil (Fig. 1). Estes estão associados a eventos pluviométricos intensos e prolongados, repetindo-se a cada período chuvoso mais severo. Apesar de produzirem as maiores perdas econômicas e os impactos mais significativos na saúde pública, enchentes são processos que geram o menor número de vítimas fatais, ao contrário dos deslizamentos (ROCHA, 2005). Este fato justifica a concepção e implantação de políticas públicas municipais específicas para a gestão de riscos de deslizamentos em encostas. Segundo Rocha (2005), os deslizamentos de encostas são fenômenos naturais, que podem ocorrer em qualquer área de alta declividade, por ocasião de chuvas intensas e prolongadas. Pode-se mesmo dizer que, em uma escala de tempo geológica (milhares de anos), é certo que algum deslizamento vai ocorrer em todas as encostas. No entanto, a remoção da vegetação original e a ocupação urbana tendem a tornar mais frágil o equilíbrio naturalmente precário, fazendo com que os deslizamentos passem a ocorrer em uma escala de tempo menor (dezenas de anos ou anualmente).

A ocupação das encostas por assentamentos precários, favelas, vilas e loteamentos irregulares são fatores que aumentam ainda mais a frequência dos deslizamentos nas cidades brasileiras que são marcadas pela exclusão sócio-espacial. Tanto a frequência das ocorrências como a magnitude dos acidentes é aumentada pela remoção da vegetação, execução de cortes e aterros instáveis para construção de moradias e vias de acesso, deposição de lixo nas encostas, ausência de drenagem de águas pluviais e coleta de esgotos, elevada densidade populacional e fragilidade das moradias (MARINO, 2008).

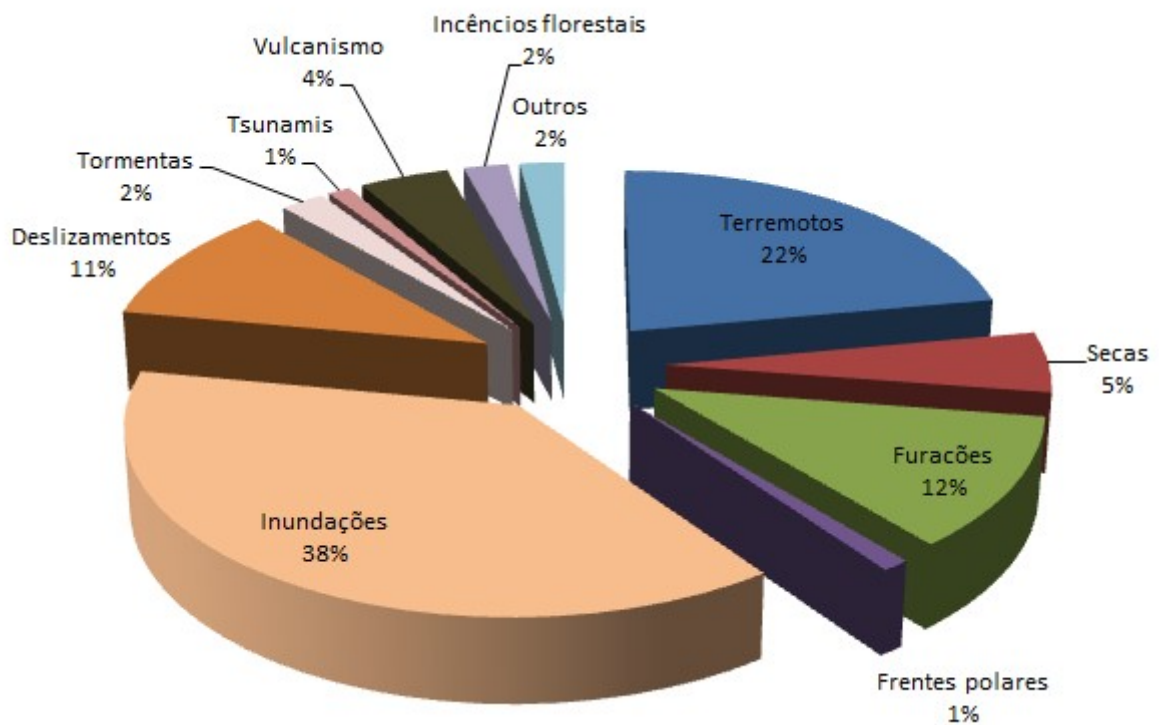


Figura 1: Causas dos desastres ambientais na América Latina (modificado de BID, 2000).

De acordo com Marino (2008), a capacidade preventiva e resposta dos países têm sido inibidas pela falta de desenvolvimento institucional e pela não aplicação de instrumentos dentro de um contexto de prevenção e gestão antecipada do risco. A análise de risco envolve a identificação, avaliação, gerenciamento e comunicação de riscos ao meio ambiente e à saúde pública e permite antecipar e atuar sobre eventos ambientalmente danosos, de forma a planejar ações de controle, montar equipes e a agir em emergências. Marino (2008) afirmou que o padrão está norteado para o desenvolvimento de planos de contingência para responder emergências, sendo estes planos aplicados invariavelmente sobre os efeitos e não sobre as causas. A falta de vínculos entre o planejamento do desenvolvimento, uso do território, seus recursos e a gestão de risco, conformam um panorama que reforça um círculo vicioso de desastres: baixa qualidade de obras de infraestrutura em consequência da inexistência ou não aplicação das normas e procedimentos de prevenção e gestão ambiental; legislação inadequada; debilidade institucional; influência de políticas públicas; crescimento demográfico acelerado; carência de habitação; desemprego ou subemprego; entre outros.

Carvalho & Galvão (2006) afirmaram que a falta de infraestrutura urbana é uma das principais causas dos deslizamentos no Brasil. Assim, uma política eficiente de prevenção de risco de deslizamentos em encostas deve considerar como áreas prioritárias de atuação

moradias precárias localizadas em locais de alto risco e deve também fazer parte das políticas municipais de habitação, saneamento e planejamento urbano. Dessa forma, Rocha (2005) afirmou que o Brasil já dispõe de conhecimento técnico capaz de subsidiar a elaboração de políticas públicas urbanas de prevenção de riscos. Entretanto, o número de municípios que contam com a componente específica de gestão de riscos, em suas políticas permanentes de desenvolvimento urbano, é reduzido.

Conforme Gullo (2015), a fiabilidade na elaboração de mapas de zoneamento de susceptibilidade e de risco, que são importantes ferramentas para o planejamento de uso do solo nas cidades vem sendo aumentada através das melhorias metodológicas e as recentes técnicas para reconhecimento do terreno, captação e análise de dados (Sistema de Informação Geográfica e Sensoriamento Remoto). Para se determinar a ordem de prioridade das intervenções estruturais e não estruturais abarcadas na redução de riscos de desastres na região compreendida pelo mapeamento, o zoneamento de risco é utilizado.

2 JUSTIFICATIVA

Na avaliação de riscos, deve-se identificar e analisar as ameaças e a vulnerabilidade dos elementos expostos (CARDONA, 1993). O geoprocessamento é ferramenta de suma importância na avaliação de riscos ambientais. A urbanização é o fenômeno social, econômico e ambiental mais significativo das últimas quatro décadas, afetando significativamente todos os aspectos do planejamento, desenvolvimento e gestão das sociedades humanas. Estima-se que 50% da população do planeta vivam em menos de 0,4% da superfície terrestre (BENNET & DOYLE, 1997). O processo de urbanização ainda que acelerado, dispõe de condições de controle se utilizado planejamento e gestão por parte dos governantes. O geoprocessamento permite avaliar áreas de risco e a permite prevenir desastres ambientais no que tange à gestão do território.

A escolha da região do maciço de Tinguá se deu ao observar que esta, trata-se de uma região montanhosa, composta por uma Reserva Biológica (REBIO Tinguá), a qual às margens do Rio Guandu sofreu processo de urbanização desordenada. As consequências ambientais e sociais atualmente resultam na poluição de bacia hidrográfica, bem como assoreamento de rios e condições precárias de saneamento e saúde.

Neste contexto, visa o trabalho, aplicar a metodologia de Avaliação Ambiental para a região de interesse, de maneira que, o documento possa servir futuramente como modelo, para demais regiões que sofrem com ocupação populacional sem planejamento, a fim de evitar e reduzir possíveis impactos ambientais e sociais, além de proporcionar melhoria de qualidade de vida à população ali inserida. A base de dados completa desta área, para enriquecimento e viabilização do proposto estudo, foi cedida pelo Laboratório de Geoprocessamento Ambiental (LGA) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Realizar uma avaliação ambiental em uma área no entorno do maciço do Tinguá com o intuito de propor medidas de gestão ambiental.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar as áreas de alto e baixo risco de deslizamento através de mapas de declividade, geologia, uso do solo e cobertura vegetal, proximidade de vias e geomorfologia.
- Avaliar as áreas de alto e baixo risco de enchente através de mapas de declividade, geologia, uso do solo e cobertura vegetal, proximidade de drenagem e geomorfologia.
- Propor medidas socioambientais para minimizar o risco de deslizamento e enchente.
- Analisar a possibilidade de manejo da população localizada em áreas de alto risco de deslizamento e/ou enchente.

4 METODOLOGIA

4.1 ÁREA DE ABRANGÊNCIA

A área de estudo se deu no entorno do maciço do Tinguá inserido na bacia do Guandu (Fig. 2). A região delimitada possui 740 km² com coordenadas UTM NE 7510000-670000 e UTM SW 7490000-633000. A parte realmente estudada, ou seja, utilizada no geoprocessamento foi de 102,82 km². Foram utilizados desta área os mapas de declividade, proximidade de vias (risco de deslizamento), proximidade de drenagem (risco de enchentes), geomorfologia, geologia e uso do solo e cobertura vegetal para a avaliação através do programa VISTA/SAGA.



Figura 2: Área de estudo limitada em vermelho com a REBIO Tinguá ao centro.

4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

4.2.1 Organização metodológica do trabalho

A figura 3 ilustra os materiais e processos aplicados no trabalho. De uma maneira diferenciada, as caixas foram coloridas com a finalidade de afrontar os processos e produtos específicos da metodologia apresentada (azul) da aplicação específica para o Tinguá (laranja). “Árvore de Decisão” foi a estrutura organizacional escolhida para representar o processo modelado (BURROUGH & MCDONNELL, 1998). Esta estrutura apresenta cada avaliação intermediária indispensável a se chegar ao resultado final (“Transposições Indicadas para Riscos de Enchentes e/ou Deslizamentos”), mostrando o passo a passo realizado. Constituem os procedimentos metodológicos de acordo com Marino (2008):

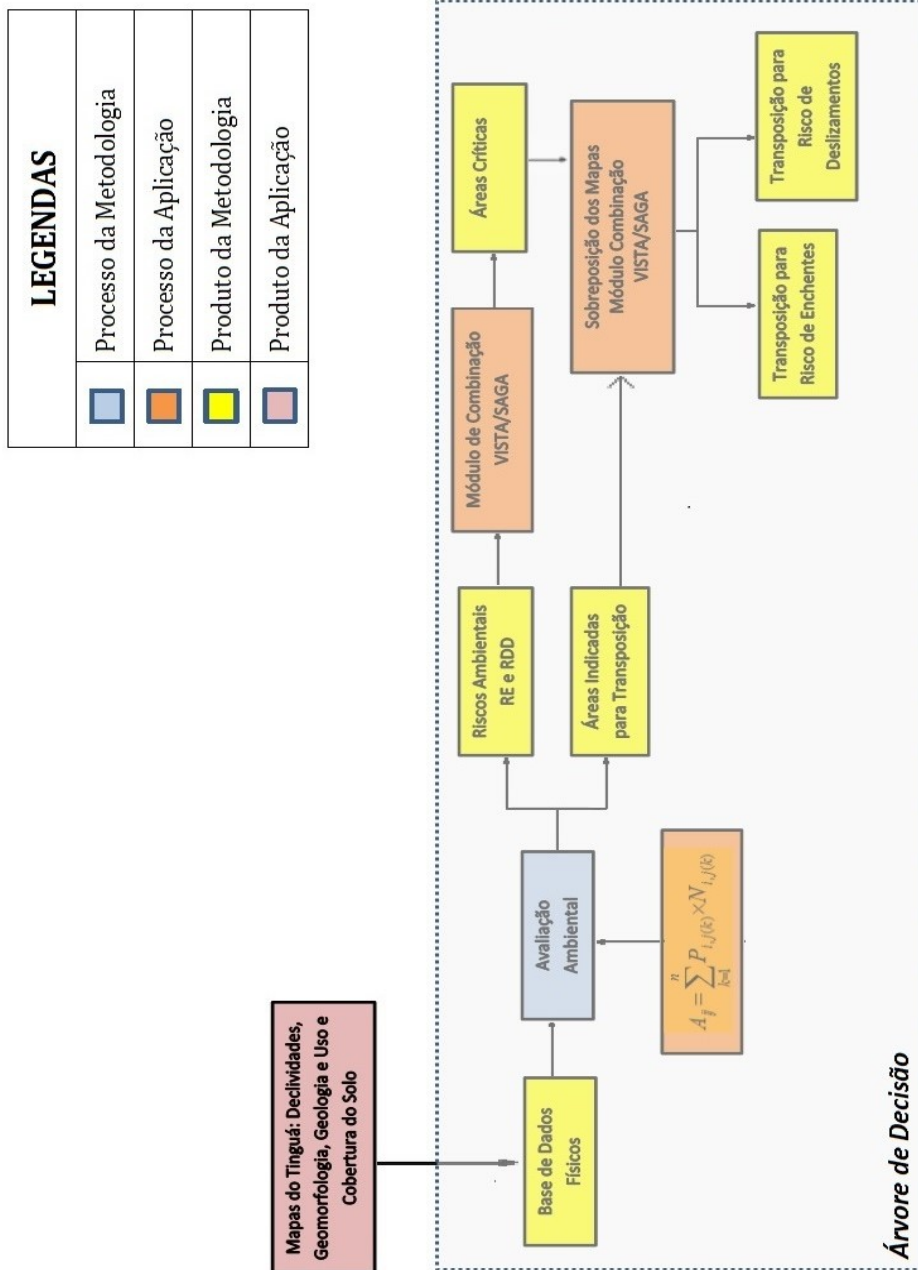


Figura 3: Organização metodológica do trabalho. Fonte: Autoria própria.

- Base de Dados Físicos – é o conjunto de mapeamentos físicos da região de estudo. É constituído pelos fatores físicos que afetam diretamente na ocorrência dos riscos ambientais analisados de acordo com o entendimento de quem está analisando. Para a aplicação na área de estudo deste trabalho, no qual se deu no entorno do maciço do

Tingüá, foram utilizados os mapas de Uso do Solo e Cobertura Vegetal, Declividades, Proximidade Viária (Risco de Deslizamento), Proximidade Drenagem (Risco de Enchentes), Geomorfologia e Geologia, disponíveis à época desta aplicação.

- Avaliação Ambiental – Este método é aplicado a partir da base de dados físicos, para que a obtenção dos mapas de “Riscos Ambientais” (Riscos de Enchentes - RE e Riscos de Deslizamentos – RDD) seja adquirida através da aplicação da fórmula. A critério do avaliador, outras formulações e aplicativos podem ser utilizados no algoritmo avaliativo para processamento das análises, já que a escolha deste é flexível.
- Módulo Combinação VISTA/SAGA – através de uma análise geotopológica realizada nesta ferramenta (Módulo Combinação) é identificada as “Áreas Críticas”, posto que a sobreposição (overlay) do mapa de “Risco Ambiental de Deslizamento” e “Risco Ambiental de Enchente” resulta na combinação das entidades (classes baixíssimo a altíssimo risco) do primeiro com o segundo mapa. O resultado propicia a identificação de ocorrências de incidências mútuas de duas classes de interesse para o estudo. Análise geotopológica é a aquisição de conhecimento proveniente do resultado desta combinação, visto que áreas mapeadas com baixo risco de deslizamento podem incidir com áreas de alto risco de enchentes, sendo estas áreas críticas.

O diagrama da figura 4 é denominado “Árvore de Decisão”. De acordo com Xavier da Silva (2001) e Marino *et al.* (2013):

Cada um dos retângulos representa um mapeamento digital de um parâmetro de análise ou uma avaliação ambiental que tenha sido executada. A inspeção desta árvore de decisão, como também das parciais seguintes, possibilita que se apresentem constatações relevantes quanto à origem dos dados:

- ✓ No estrato inferior da figura (nós folhas da árvore) constam os mapas básicos elaborados e que constituem os componentes ambientais decisivos para as análises que se vai empreender.
- ✓ Os mapas da geografia física, utilizados nos ramos de riscos de enchentes e deslizamentos, [foram cedidos pelo professor Tiago Marino (Departamento de Geociências / UFRRJ)]. Todos estes em formato Raster/SAGA (.rs2).
- ✓ Os mapas derivados e resultantes de análises mostram-se de forma assimétrica no modelo, e foram elaborados no ambiente do programa VISTA/SAGA.
- ✓ A estimativa de mais alto nível foi obtida a partir da conjugação e integração dos mapas de Risco de Deslizamento e Risco de Enchente, e constitui, para o elevado nível de detalhe possibilitado pela escala e resolução adotadas, a distribuição territorial de locais indicados para transposições de moradias.
- ✓ Deve-se esclarecer que as escolhas dos parâmetros (mapas) envolvidos bem como atribuições de pesos e notas para as avaliações realizadas neste trabalho foram realizadas de acordo com a opinião do pesquisador deste projeto, que não detém ainda todos os conhecimentos necessários para uma análise deste nível de

complexidade. Vale lembrar que este é um processo interativo, interdisciplinar e com muitas interpretações, devendo contar com técnicos especializados nos temas em discussão a fim de se obter valores mais próximos da realidade.

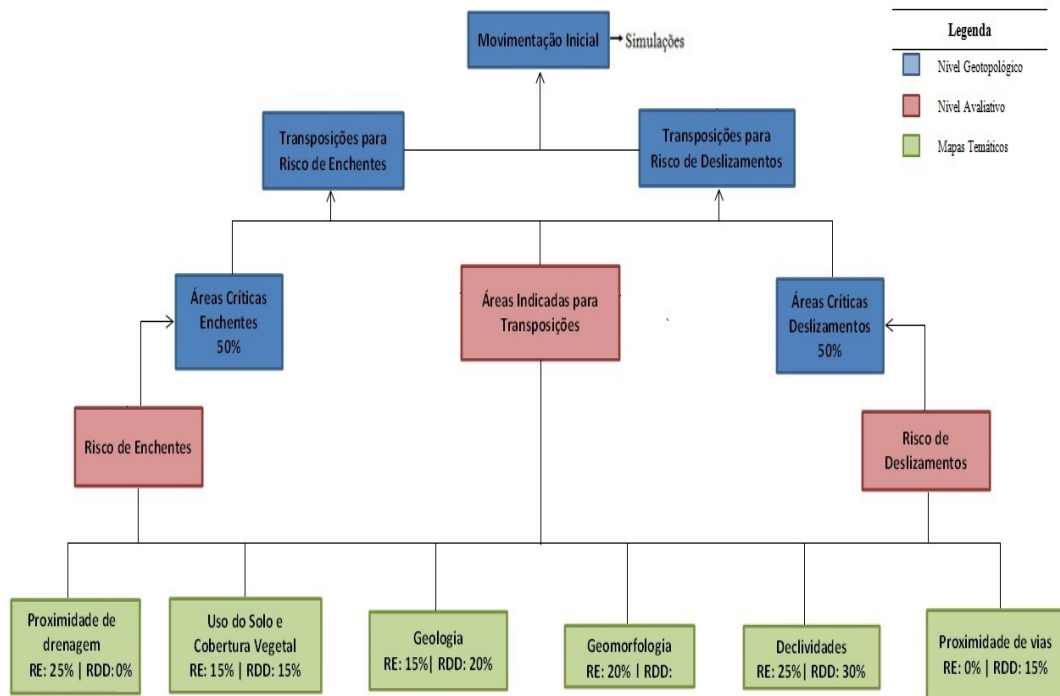


Figura 4: Árvore de Decisão – Transposição de população em áreas de risco.
Fonte: Autoria própria.

4.2.2 Formulação da análise ambiental

A formulação de média ponderada é proposta nas avaliações ambientais, conforme a seguir exposta (MARINO, 2008).

$$A_{ij} = \sum_{k=1}^n P_{ij(k)} \times N_{ij(k)}$$

, onde:

n - número de parâmetros (mapas) utilizados;

$A_{i,j}$ - possibilidade de ocorrência do evento analisado no elemento (pixel) i,j da matriz (mapa) resultante;

$P_{ij(k)}$ - peso (percentual) da contribuição do parâmetro “k”, em relação aos demais, para a ocorrência do evento analisado;

$N_{ij(k)}$ - nota, segundo o(s) avaliador(es), dentro da escala de “0 a 10”, da ocorrência do evento analisado, na presença da classe encontrada na linha i , coluna j do mapa k .

A partir desta formulação de Análise Ambiental, podem ser feitas as seguintes proposições, também segundo Xavier da Silva (2001) e Marino *et al.* (2013):

- $A_{i,j}$ exprime a possibilidade resultante do produto da formulação ambiental, em uma escala de 0 a 10, para a ocorrência de um evento, ou entidade ambiental, que seja causado, em princípio, pela atuação convergente dos parâmetros ambientais nela considerados;
- Os dados envolvidos na avaliação podem ser lançados em uma escala ordinal que varie entre 0 e 10 ou entre 0 e 100, para que seja gerada uma amplitude de variação suficiente a permitir maior percepção da variabilidade das estimativas;
- A normalização dos pesos, restritos entre os valores 0 e 1, resulta na definição do valor do peso atribuído a um mapa como o valor máximo que qualquer das classes daquele mapa pode assumir. Por exemplo: atribuir um peso de 40% ao parâmetro “declividades”, em uma análise, significa que o máximo que uma determinada classe deste mapa pode contribuir na determinação da probabilidade de ocorrência do evento analisado é de 4, em uma escala de 0 a 10.

Os pesos dados em cada mapa na Avaliação Ambiental de Risco de Deslizamento seguem na figura 5. Já os pesos postos para cada mapa na Avaliação Ambiental de Risco de Enchente se encontram na figura 6. No caso de Risco de Deslizamento, as notas atribuídas no mapa de Geomorfologia segue no Anexo I, Geologia no Anexo II, Proximidade de Vias no Anexo III, Declividades no Anexo IV, Uso do Solo e Cobertura Vegetal no Anexo V. Para o Risco de Enchente, as notas dadas no mapa de Geomorfologia se encontram no Anexo VI, Geologia no Anexo VII, Proximidade de Drenagem no Anexo VIII, Declividades no Anexo IX, Uso do Solo e Cobertura Vegetal no Anexo X. As classes que não foram processadas pelo

algoritmo na análise foram “BLOQUEADAS”. As classes de risco foram renomeadas para baixíssimo, baixo, médio, alto e altíssimo risco de deslizamento e de enchente.

Tanto as notas quanto os pesos foram dados sob meus critérios de conhecimento sobre a ligação entre tipos de litologia, tipos de uso do solo e cobertura vegetal, feições geomorfológicas, proximidade de vias, proximidade de drenagens e declividade com riscos de deslizamentos e de enchentes. Quanto maior a nota dada a classe (0-10), maior a sua contribuição ao risco ambiental. Por exemplo, áreas com declividade maiores de 80% receberam nota 10, ou seja, nestas áreas ocorre altíssimo risco de deslizamento.



Figura 5: Pesos atribuídos para cada mapa utilizado na Avaliação Ambiental de Risco de Deslizamento. Fonte: Autoria própria.

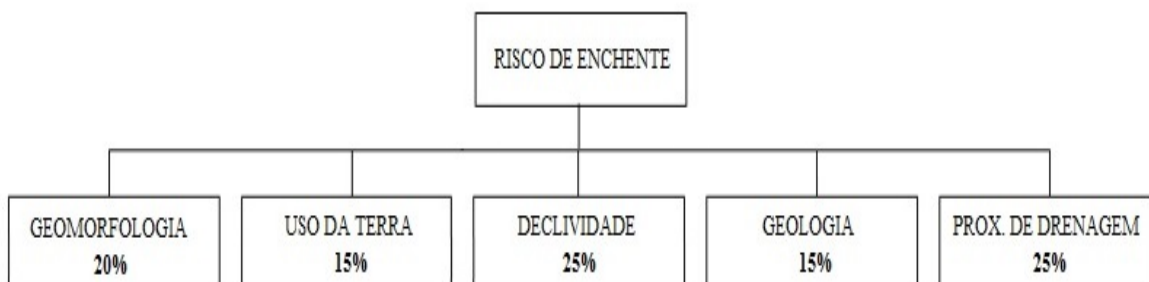


Figura 6: Pesos atribuídos para cada mapa utilizado na Avaliação Ambiental de Risco de Enchente. Fonte: Autoria própria.

5 RESULTADOS

5.1 RISCOS DE DESLIZAMENTOS

Primeiramente, através da ferramenta *Buffer* foi confeccionado um mapa de “Proximidade de Vias” com as distâncias de 1000, 500, 200, 100 e 50 metros de Estradas Pavimentadas (Anexo XI). A análise foi realizada somente utilizando esta classe. Após a geração deste mapa, foi feita a análise ambiental em conjunto com os mapas de Declividades (Anexo XII), Geomorfologia (Anexo XIII), Geologia (Anexo XIV) e Uso do Solo e Cobertura Vegetal (Anexo XV) gerando um mapa de Risco de Deslizamento (Fig. 7 e 8). Através deste pode-se perceber que há pouquíssimas áreas de alto-altíssimo risco e que a maioria se enquadra nas classes de baixíssimo, baixo e médio risco de deslizamento. As áreas de baixíssimo risco são áreas em que a declividade se encontra entre 0-5%, logo está entre 0-2°. As de baixo risco se encontram entre 5-20%, isto é, entre 2-9°. As de médio risco se encontram entre 20-40%, ou seja, entre 9-18°. As de alto risco entre 40-80%, sendo assim entre 18-36°. Por fim, as de altíssimo risco de deslizamento são as declividades maiores que 80%, portanto acima de 36°.

5.2 RISCOS DE ENCHENTES

Inicialmente, pelo meio da ferramenta *Buffer* foi confeccionado um mapa de “Proximidade de Drenagem” com as distâncias de 1000, 500, 200, 100 e 50 metros da Rede de Drenagem (Anexo XVI). Após a geração deste mapa, foi feita a análise ambiental em conjunto com os mapas de Declividades, Geomorfologia, Geologia e Uso do Solo e Cobertura Vegetal gerando um mapa de Risco de Enchentes (Fig. 9 e 10). Pode-se perceber que a maioria são áreas de baixíssimo-médio risco, sendo as áreas de alto e altíssimo risco de enchentes mais próximas do Rio Guandu, da área urbana e onde a declividade é menor.

5.3 MÓDULO DE COMBINAÇÃO DE MAPAS

Não houve a ocorrência de áreas de alto risco de deslizamento com áreas de alto ou altíssimo risco de enchentes (Fig. 11 e 12). O mesmo ocorreu para regiões de altíssimo risco deslizamento e/ou enchente. Isto quer dizer que no resultado da combinação não houve o aparecimento das classes: Altíssimo risco RDD + Altíssimo risco RE, Altíssimo risco RDD + Alto risco RE, Alto risco RDD + Altíssimo risco RE e Alto risco RDD + Alto risco RE. O aparecimento da classe Médio risco RDD + Médio risco RE demonstra que a classe apresenta áreas que podem apresentar os dois tipos de problemas em conjunto.

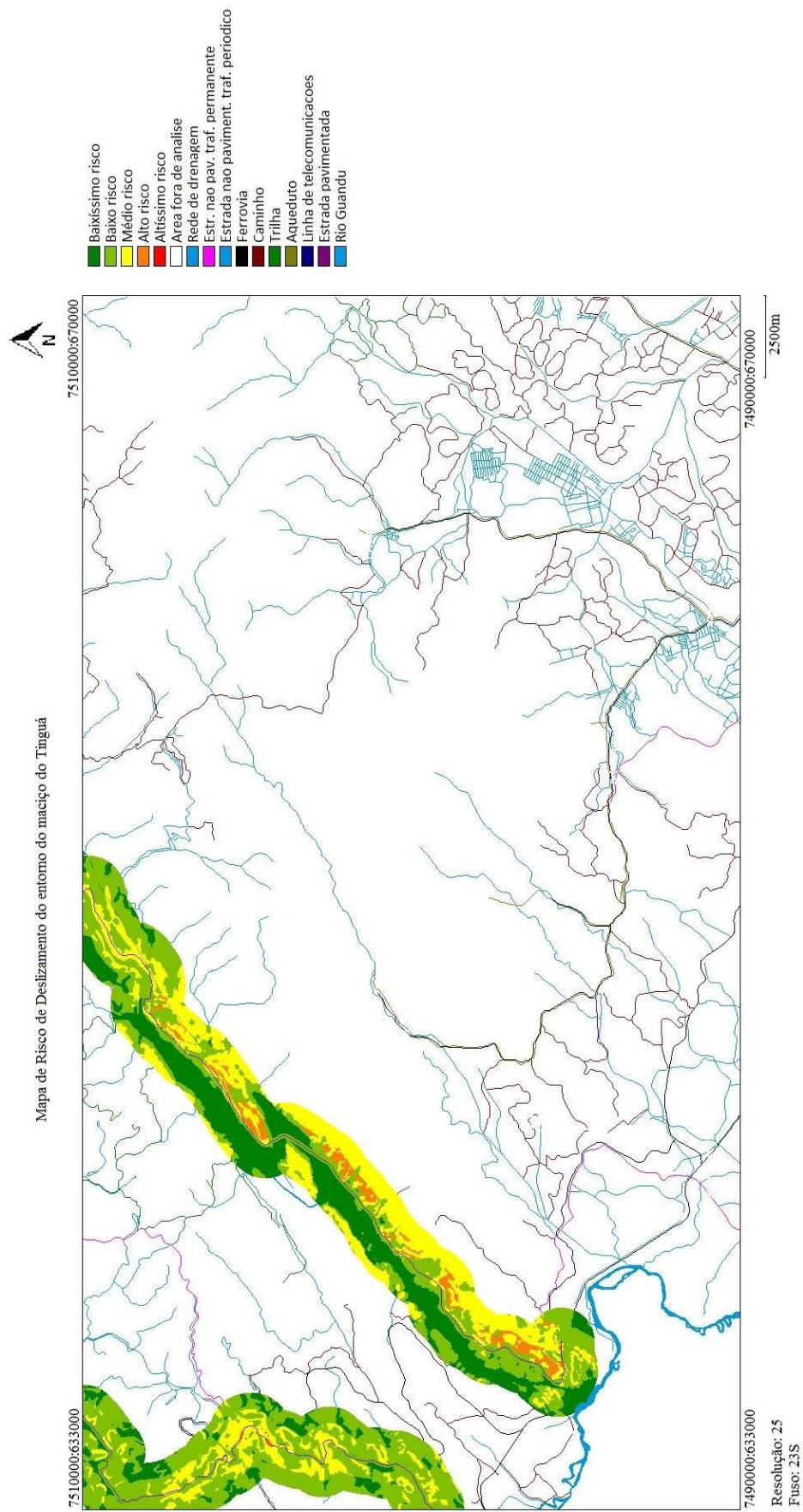


Figura 7: Mapa de Risco Ambiental de Deslizamento.

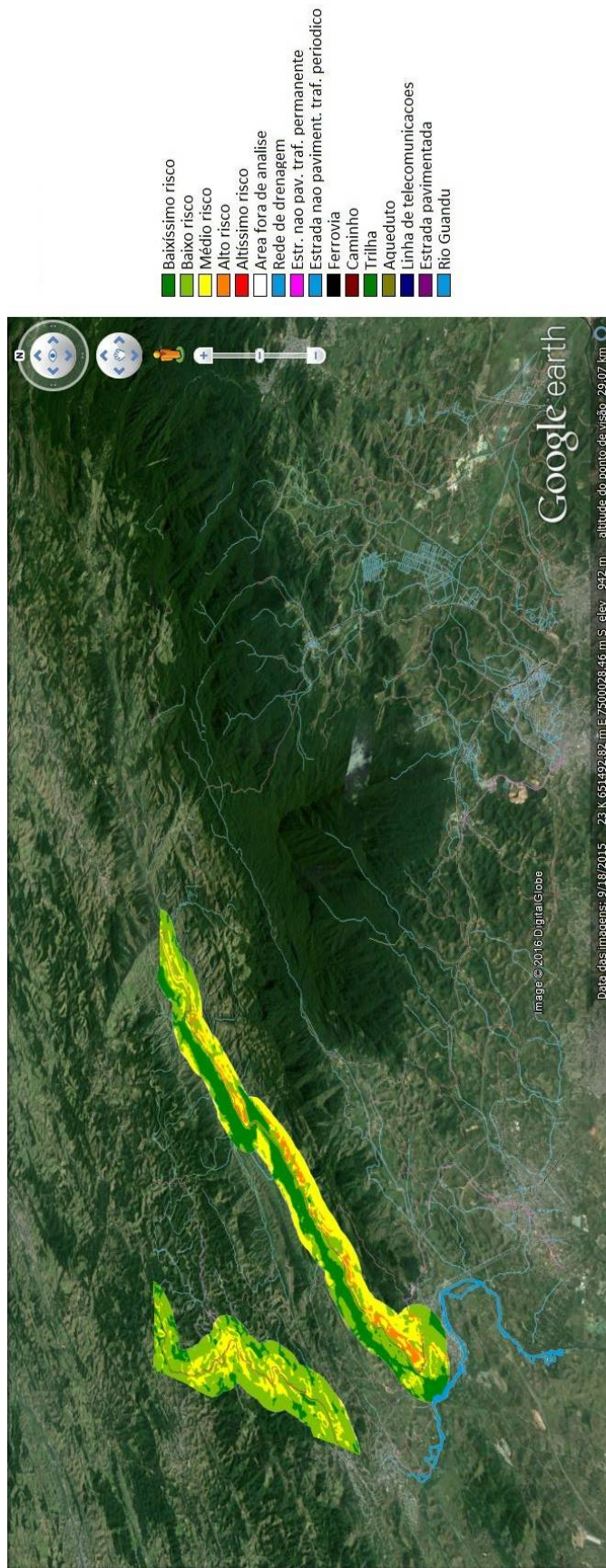


Figura 8: *Shape* de risco de deslizamento sobreposto no Google Earth através do SAGA.

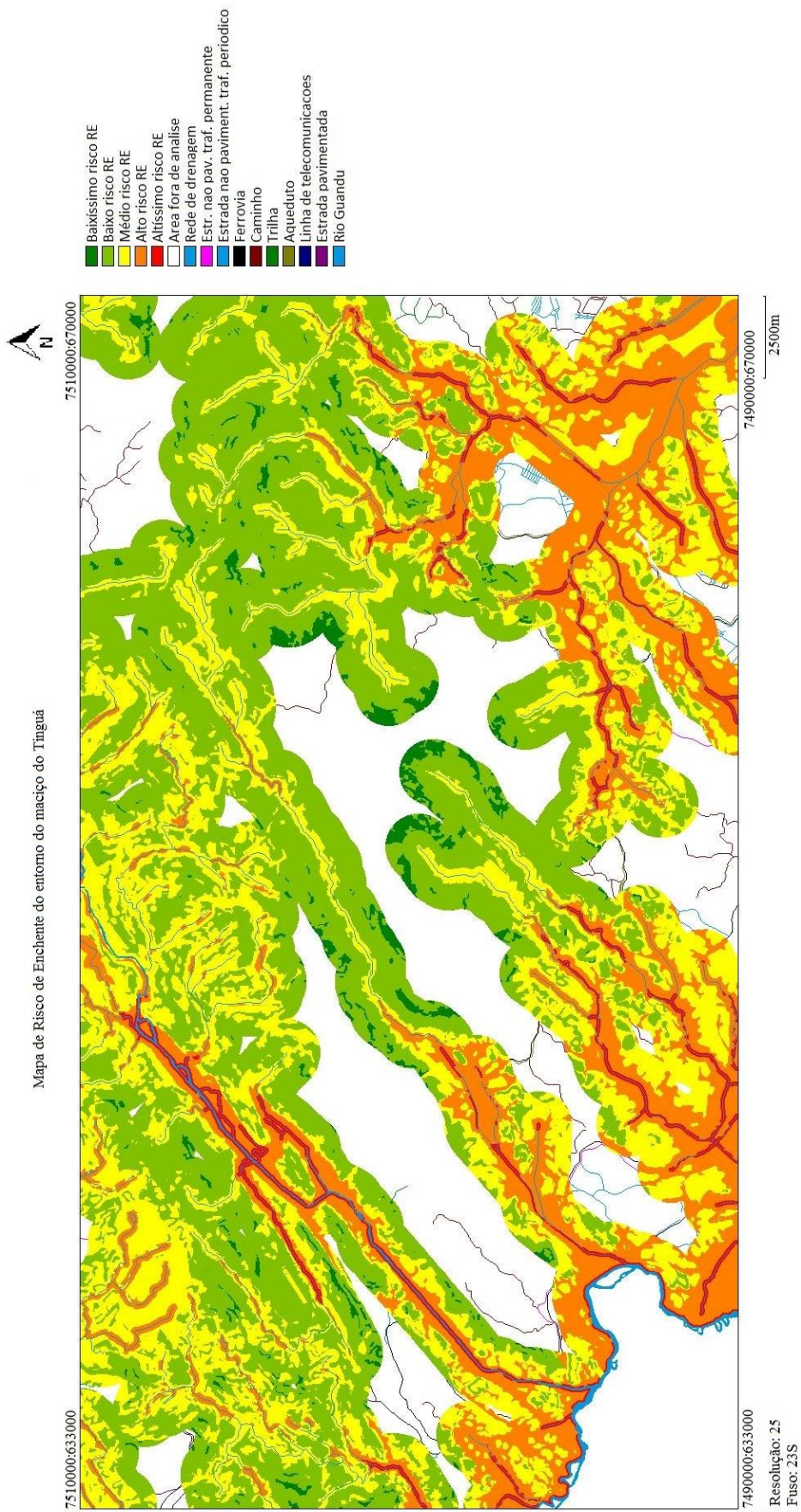


Figura 9: Mapa de Risco Ambiental de Enchentes.

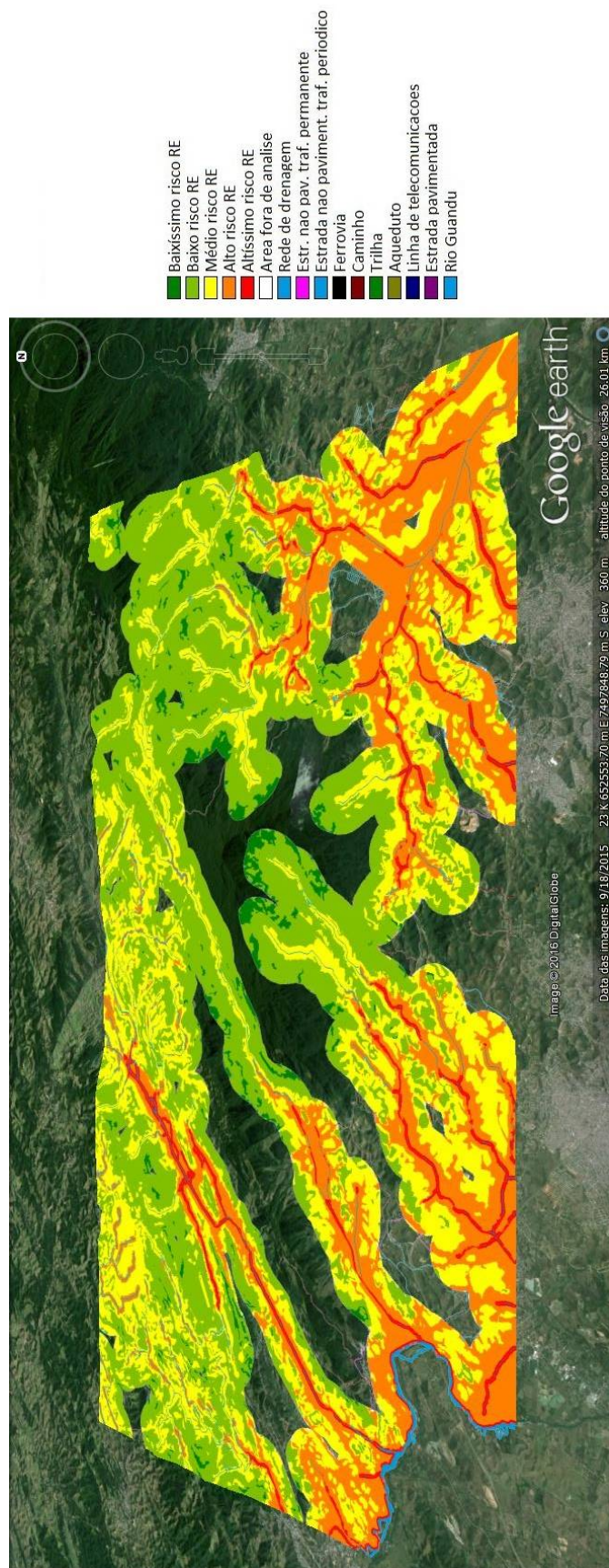


Figura 10: *Shape* de risco de enchentes sobreposto no Google Earth através do SAGA.

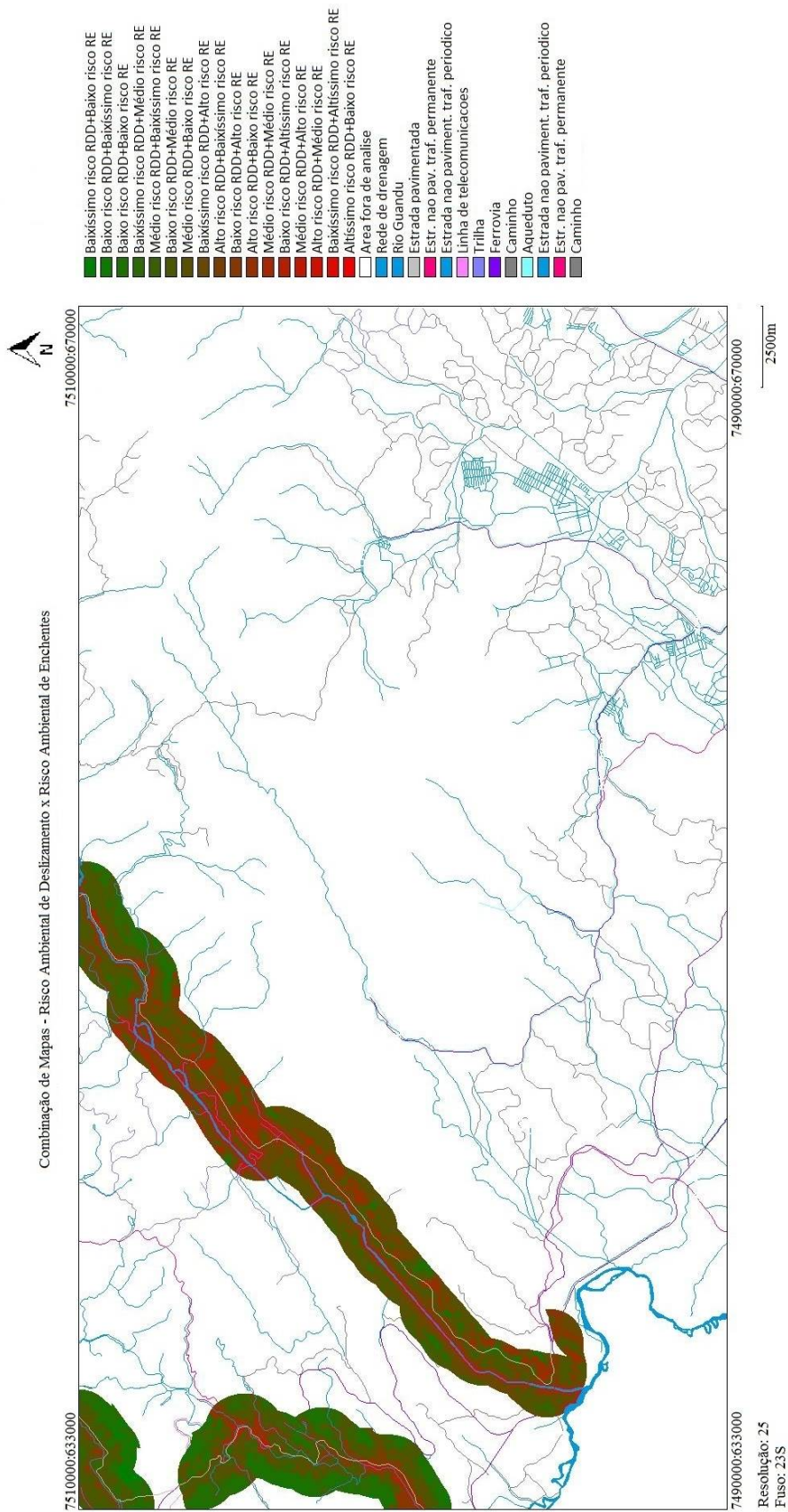


Figura 11: Mapa combinado Risco de Deslizamento x Risco de Enchente.

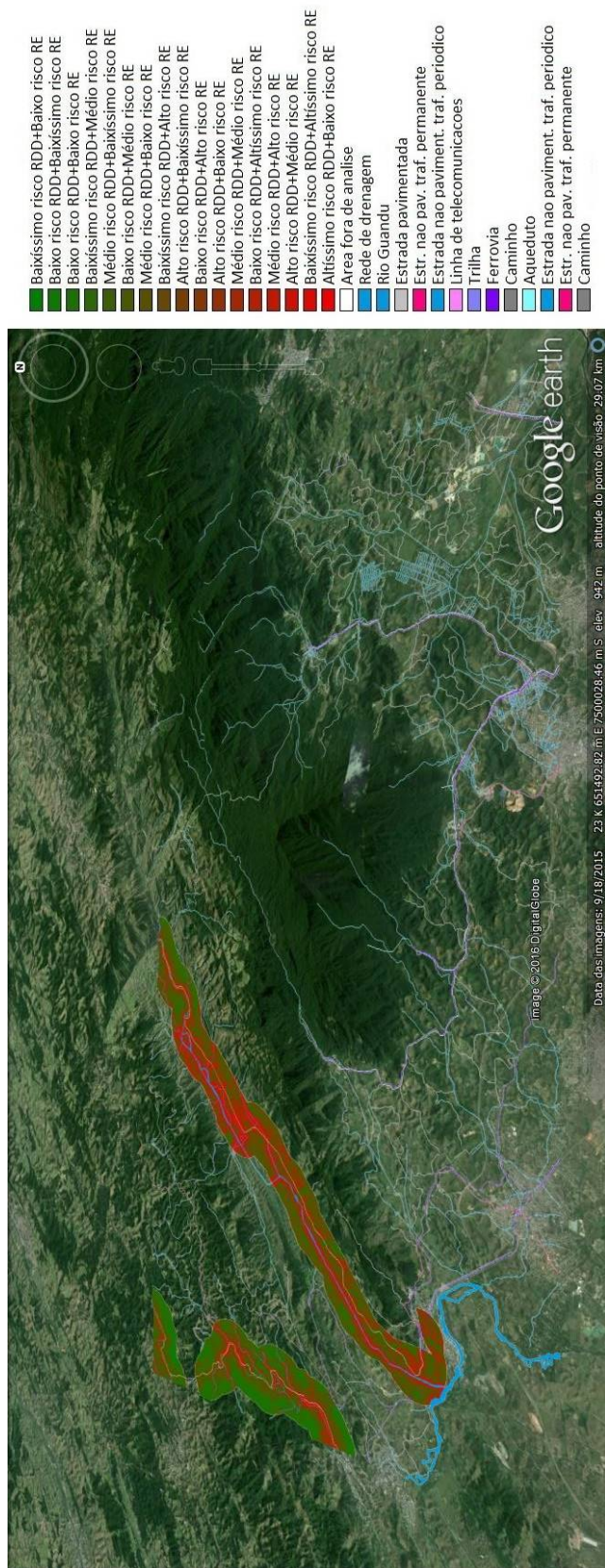


Figura 12: *Shape* do mapa combinado risco de deslizamento x risco de enchente no Google Earth através do SAGA.

6 DISCUSSÃO

O ambiente passa a ser compreendido como um sistema, cujo conjunto estruturado de elementos e fenômenos que o compõem, sejam esses físicos, bióticos ou socioeconômicos, mantêm-se inter-relacionados. Conforme suas partes componentes tenham condições de se integrar, sob particulares condições de espaço e de tempo, poderão gerar situações ambientais específicas (MELLO FILHO, 2003). Xavier & Zaidan (2007) destacaram inúmeros exemplos práticos do uso da metodologia da avaliação ambiental na produção de conhecimento de suporte a políticas públicas.

Analisando os resultados obtidos no mapa de Risco Ambiental de Deslizamentos, vimos que existem pouquíssimas áreas de altíssimo risco, sendo estas imperceptíveis no mapa. Já as de alto risco são áreas de maior abrangência, devendo haver maior atenção sobre elas. Essas áreas são caracterizadas principalmente pela alta declividade e por serem próximas a estradas pavimentadas. De acordo com Marino (2008) as regiões periféricas estão geralmente concentradas nas extremidades das cidades e são caracterizadas pela ocupação informal de espaços urbanos, públicos ou privados, de forma intensa e desordenada, sem a intervenção do estado, com infraestrutura precária e constituída basicamente de moradias improvisadas, sem planejamento algum. Essas moradias localizadas em locais não adequados e acomodadas de forma desordenada aumentam o risco de deslizamento juntamente com os fatores físicos.

A medida recomendada nesta situação é que as habitações localizadas nessas áreas de risco devem ser realocadas para as áreas de baixíssimo e baixo risco e evitar que sejam construídas novas casas. Deve-se alertar a população que está inserida nesta área para os possíveis desastres que possam ocorrer. Fazê-los entender a importância da realocação. Conforme Gullo (2015), ainda não há no Brasil uma cultura de risco que privilegie a prevenção e valorize o engajamento das pessoas e grupos sociais expostos a situações de riscos. Espera-se que a maior compreensão do morador sobre como se prevenir do impacto de um desastre diminua a sua vulnerabilidade e aumente sua resiliência.

O planejamento e a execução de ações para redução dos desastres, tais como obras, realocação de moradores, sistemas de alarme, evacuação emergencial, entre outras devem ser precedidos do levantamento da percepção dos moradores em relação ao risco associado a deslizamentos. O interesse e a participação da população nessas ações dependem do grau de suscetibilidade percebido pelos moradores em relação à ameaça dos deslizamentos. A partir dessa percepção, juntamente com as análises ambientais, medidas voltadas para o âmbito da

gestão ambiental possam ser tomadas, como por exemplo, realocação da população moradora de área de riscos de deslizamento, conscientização da população sobre a não construção de moradias irregulares, de forma desordenada, reflorestamento de locais de encosta desmatado para construção de habitações, entre diversas outras atribuições (GULLO, 2015).

Apesar da Constituição Federal estabelecer, no seu artigo 21, que "*compete à União*" e, no inciso 28, "*planejar e promover a defesa permanente contra as calamidades públicas, especialmente as secas e as inundações*", as administrações estaduais, em geral, não estão preparadas técnica e financeiramente para planejar e controlar esses impactos, já que os recursos hídricos são, normalmente, tratados de forma setORIZADA (energia elétrica, abastecimento urbano e tratamento de esgoto, irrigação e navegação), sem que haja maior interação na administração e seu controle (TUCCI, 1993).

A regulamentação do impacto ambiental envolve o controle da ação do homem sobre o meio ambiente e não a prevenção e controle de enchentes. Os municípios foram pressionados a estabelecerem o Plano Diretor Urbano, o qual, na sua quase totalidade, não contempla os aspectos de prevenção contra a ocupação dos espaços de risco de enchentes. Observa-se que os Planos Diretores já tratam de aspectos de preservação ambiental do espaço, disseminados pela divulgação da proteção ambiental, mas, por falta de conhecimento e orientação, não se observa nenhum dispositivo de prevenção da ocupação das áreas de risco de enchentes (TUCCI, 1993).

6.1 IMPORTÂNCIA DO ZONEAMENTO AMBIENTAL COMO PREVENÇÃO PARA DESASTRES AMBIENTAIS

As políticas e medidas para reduzir o risco dos desastres naturais devem ser implementadas com um duplo propósito: capacitar as sociedades para se tornarem resistentes aos perigos naturais e evitar que os esforços para o desenvolvimento não aumentem a vulnerabilidade a esses perigos (ISDR, 2002).

A urbanização é um dos processos mais impactantes no meio ambiente, notadamente no que se refere à qualidade dos recursos hídricos. Além disso, o avanço da urbanização sobre o meio natural, de maneira desordenada, tem causado a degradação progressiva de áreas de mananciais, com a implantação de loteamentos irregulares e a instalação de usos e índices de ocupação incompatíveis com a capacidade de suporte do meio. A ordenação do processo do uso e ocupação do solo urbano, atividade de competência municipal, deve ser questão prioritária em uma política de gestão ambiental (BRAGA, 2001).

O zoneamento de uso e ocupação do solo consiste no ordenamento do uso da propriedade do solo e das edificações, bem como de sua densidade de ocupação, nas zonas urbanas e de expansão urbana do município. O modelo tradicional de zoneamento de caráter funcional, ou seja, a divisão da cidade em zonas, de acordo com as categorias de usos e atividades, é adotada pela maior parte das cidades brasileiras. (CARVALHO & BRAGA, 2001).

O zoneamento é baseado no mapeamento das áreas de inundação dentro da delimitação da cheia de 100 anos ou maior registrada. Dentro dessa faixa, são definidas áreas de acordo com o risco e com a capacidade hidráulica de interferir nas cotas de cheia a montante e a jusante. A regulamentação depende das características de escoamento, topografia e tipo de ocupação dessas faixas. O zoneamento é incorporado pelo Plano Diretor Urbano da cidade e regulamentado por legislação municipal específica ou pelo Código de Obras. Para as áreas já ocupadas, o zoneamento pode estabelecer um programa de transferência da população e/ou convivência com os eventos mais frequentes. O sistema de alerta tem a função de prevenir com antecedência de curto prazo, reduzindo os prejuízos, pela remoção, dentro da antecipação permitida. (TUCCI, 1993).

Tendo sido previsto como um dos instrumentos da PNMA (Política Nacional do Meio Ambiente) – Lei 6.938/81, seu objetivo tem como foco “a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana”.

6.2 AVALIAÇÃO DE RISCO AMBIENTAL DE ENCHENTES

No caso da Avaliação de Risco Ambiental de Enchentes, áreas de altíssimo risco foram mais perceptíveis comparadas ao mapa de risco de deslizamento. Estas se restringiram a partes próximas a rede de drenagem e onde a declividade é muito baixa, facilitando o acúmulo de água. A presença de inúmeras áreas de alto risco chama atenção. O maciço do Tinguá é localizado no município de Nova Iguaçu, conhecido por ter enchentes esporádicas. Isto acontece devido a sua urbanização ter ocorrido de forma desordenada e por a área urbanizada estar localizada entre os vales e próximo à rede de drenagem e rios, como está ilustrada na figura 13. Nas áreas de médio-altíssimo risco de enchente são recomendados como medidas o manejo da população alocada nas regiões de alto risco se possível, realização

de obras de controle de enchentes, como por exemplo, o piscinão construído na Praça da Bandeira, ou construção de um túnel extravasor, como feito no Rio Joana.

A translocação de residências de áreas de risco de enchente é um pouco mais complexa, pois geralmente são áreas consolidadas como centros urbanos, exemplificadas na figura 13. Mello Filho (2003) em seu estudo nos Canais do Mangue e do Maracanã percebeu que o processo de urbanização interfere no aumento de enchente. Isto porque este autor afirmou que a intensidade e artificialização dos traçados e as características hidráulicas destes Canais, associadas à intensa impermeabilização do terreno especialmente nos locais estratégicos para circulação de pessoas e veículos, geraram nesses locais a concentração de fortes vazões de enchentes. O agravamento dessa situação ocorre devido à favelização causa maiores concentrações de deflúvios e de descargas hídricas, transporte de lixo disperso e maiores transportes de sólidos derivados de processos erosivos (COPPETEC, 2000). Com isso, percebe-se que centros urbanos com declividade baixa e sem local para escoamento da água são mais susceptíveis a enchentes.

Marques (1998) considerou que as formas de relevo não são componentes independentes na paisagem geográfica. Entretanto, formam o todo ambiental junto aos demais elementos do ambiente, a que estão conectadas e promovem ações de mútua intervenção. Também afirmou que a progressiva propriedade desses conhecimentos possibilita a concepção de modelos explicativos, por meio dos quais se permite diagnosticar a origem de fenômenos e constituir previsões de seus acontecimentos.

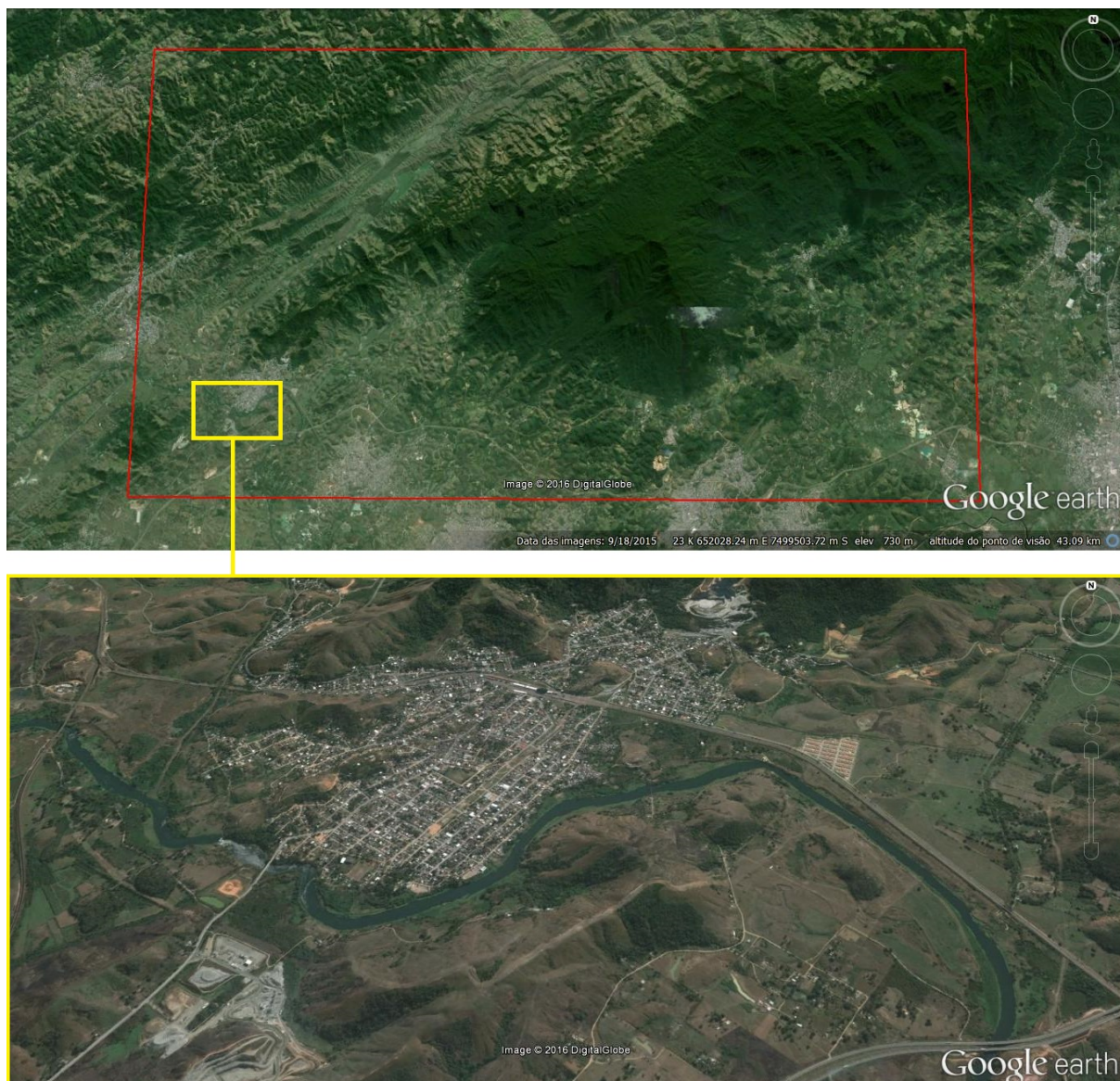


Figura 13: Imagem ilustrando parte da área analisada próxima ao Rio Guandu e localizada em vales.

Quanto aos resultados obtidos através da combinação entre os mapas de Risco Ambiental de Deslizamento e Risco Ambiental de Enchentes, percebeu-se que é melhor discutir as classes separadamente em seus respectivos mapas. Isto porque ocorreu as classes Altíssimo risco RDD + Altíssimo risco RE, Altíssimo risco RDD + Alto risco RE, Alto risco RDD + Altíssimo risco RE e Alto risco RDD + Alto risco RE, fazendo com que não haja área combinada de alto risco para os dois tipos de desastres ambientais. Entretanto, ocorreu a presença de áreas Médio risco RDD + Médio risco RE. Estas merecem atenção, pois não apresentam um alto risco, mas são susceptíveis a ocorrência de deslizamentos e enchentes. Devem ser feitas avaliações mais precisas, como as em campo, para que sejam avaliadas as

medidas preventivas que podem ser tomadas, tais como as já cotadas anteriormente (construção de um túnel extravasor, obras de controle de enchentes, obras de contenção de encostas, realocação de população em área de risco, conscientização das pessoas, evitar novas construções, entre outras).

7 CONCLUSÕES

As avaliações ambientais demonstraram os locais na região do maciço do Tinguá onde a expansão urbana deve ser evitada, localidades estas, sujeitas a elevados riscos de enchentes ou deslizamento. Por outro lado, os locais em que a expansão urbana poderá ser realizada sem problemas para a população e para o poder público em relação a enchentes ou deslizamentos também foram indicados.

Entretanto, sugere-se uma análise mais aprofundada em estudos a posteriori utilizando dados censitários do IBGE para avaliar áreas críticas em relação à qualidade de vida. Assim, identificará onde estão localizadas famílias com condições precárias localizadas em áreas de riscos de deslizamentos e/ou de enchentes. Através do módulo de combinação de mapas, conseguirá gerar um mapa com possíveis áreas para transposição dessas pessoas, respeitando um limite de distância da localização de origem. Já áreas que não haja locais próximos para realocação, são sugeridas obras de infraestrutura dos locais de alto risco de enchente e/ou deslizamento.

Através dos mapas apresentados no presente estudo, permite-se observar a possibilidade de remanejamento populacional para locais que apresentam baixo risco ou nulo, provando desta maneira que o software VISTA/SAGA permite a execução de avaliação de risco ambiental.

A aplicação do modelo, dos conceitos e dos instrumentos técnicos, dispostos na metodologia deste trabalho, pode contribuir não apenas para a prevenção dos riscos ambientais associados a deslizamentos e enchentes no entorno do maciço do tinguá, mas também na prevenção de acidentes nas cidades brasileiras.

O conhecimento adquirido nesse estudo permitiu o aprofundamento da temática do uso do geoprocessamento como ferramenta em ações de gestão ambiental, tema que ganha crescente relevância na realidade brasileira, podendo ser adotado como modelo em demais áreas urbanas que necessitem de gerenciamento de riscos ambientais.

8 REFERÊNCIAS

_____. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente.**

BECKER, B. K.; EGLER, C. A. G. **Detalhamento da Metodologia para Execução do Zoneamento Ecológico-Econômico pelos Estados da Amazônia Legal.** Brasília. SAESecretaria de Assuntos Estratégicos/ MMA-Ministério do Meio Ambiente. 1996.

BENNET, M.R.; DOYLE, P. **Environmental geology: geology and the human environment.** New York: John Wiley, 1997. 501p.

BID (BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO). 2000. **Panorama dos Desastres Naturais na América Latina e Caribe.** Washington.

BRASIL. **Constituição Federal de 1988.** Brasília, 1988.

BURROUGH, P. A. & MCDONNELL, R. A. 1998. **Principles of geographical information systems.** Oxford: Oxford University Press, 327 p.

CARDONA, O.D. **Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo: elementos para el ordenamiento y la planeación del desarrollo.** In: MASKREY, A. (Org.) **Los desastres no son naturales.** Bogotá: La Red, 1993. Disponível em: <<http://www.lared.org.pe/publicaciones/libros/2042/cap3.htm> > . Acesso em abril de 2016.

CARVALHO, C. S. & GALVÃO, T. 2006. **Prevenção de Riscos de Deslizamentos em Encostas: Guia para Elaboração de Políticas Municipais.** Brasília: Ministério das Cidades, Cities Alliance, 111p.

CARVALHO, P. F. & BRAGA, R. 2001. **Perspectivas de Gestão Ambiental em Cidades Médias.** Rio Claro: LPM-UNESP, 95-109 p. (ISBN 85-89154-03-3).

COPPETEC. 2000. **Execução de concepção e de projetos de obras civis e ações de controle das enchentes na bacia hidrográfica do Canal do Mangue.** Fundação Coppetec, UFRJ, Rio de Janeiro, Relatório, 257 p.

FERNÁNDEZ, M.A. **Los gobiernos locales de América del Sur enfrentando la gestión de desastres.** DIRDN - Informa, edição especial, n.9-10, 1996. Disponível em: <<http://www.vdl-dvd.desastres.net:5000/images/taSPACE.gif> > . Acesso em abril de 2016.

FORMAN, R. T. & GODRON, M. 1986. **Landscape ecology.** John Wiley & Sons. New York, 619 p.

GEORGE, P. 1982. **Geografia rural.** Difel. São Paulo, 252 p.

GULLO, F. T. 2015. **Percepção de Risco Associado a Deslizamentos nas Comunidades do Morro da Carioca, Morro do Abel e Morro do Santo Antônio, Angra dos Reis, RJ. Monografia de graduação.** Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 196 p.

HERZER, H.; GUREVICH, R. **Degradación y desastres: parecidos y diferentes. Tres casos para pensar y algunas dudas para plantear.** In: FERNANDES, M.A. (compiladora) *Ciudades en riesgo: degradación ambiental, riesgos urbanos y desastres en América Latina.* 1996. Disponível em: < <http://www.lared.org.pe/Publicaciones/libros/4194/8cap3.htm> >. Acesso em abril de 2016.

ISDR – UNITED NATIONS INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION. **Disaster risk and sustainable development: understanding the links between development, environment and natural hazards leading to disasters.** Background document for the World Summit on Sustainable Development (WSSD) n.o.5, revised version 14 April 2002. Disponível em < <http://www.unisdr.org> >. Acesso em abril de 2016.

LAVELL, A. **Degradación ambiental, riesgo y desastre urbano. Problemas y conceptos: hacia la definición de una agenda de investigación.** In: FERNANDES, M.A. (Compiladora) *Ciudades en riesgo: degradación ambiental, riesgos urbanos y desastres en América Latina.* 1996. Disponível em < <http://www.lared.org.pe/Publicaciones/libros/4194/8cap3.htm> >. Acesso em abril de 2016.

MARINO, T. B. 2008. Metodologia para Tomadas de Decisão no Âmbito de Riscos Sócio-ambientais em Áreas Urbanas: Desmoraamentos e Enchentes em Assentamentos Precários na Bacia do Córrego Cabuçu de Baixo – SP. **Dissertação de mestrado**, Programa de Pós-graduação em Engenharia, Universidade de São Paulo, 138.

MARINO, T. B., GOES, M. H. B. & SILVA, N. M. F. 2013. Geoprocessamento no Apoio à Avaliação da Qualidade de Vida no Município de Seropédica (RJ). Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, 5226 -5233 p.

MARQUES, J. S. 1998. Ciência geomorfológica (cap. 1). In: GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. (Orgs.) **Geomorfologia – Uma atualização de bases e conceitos.** Bertrand Brasil, 3ed. Rio de Janeiro, 23-50 p.

MELLO FILHO, J. A. 2003. Qualidade de Vida na Região da Tijuca, RJ, por geoprocessamento. **Tese de doutorado**, Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 288 p.

METZGER, P. **Medio ambiente urbano y riesgos: elementos de reflexión.** In: FERNANDES, M.A. (Compiladora) *Ciudades en riesgo: degradación ambiental, riesgos urbanos y desastres en América Latina.* Disponível em < <http://www.lared.org.pe/Publicaciones/libros/4194/8cap3.htm> >. Acesso em abril de 2016.

NOGUEIRA, F. R. 2002. **Gerenciamento de riscos ambientais associados a escorregamentos: contribuição às políticas públicas municipais para áreas de ocupação subnormal.** Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro, 268 f.

PP/G7 – MMA [PROGRAMA PILOTO PARA A PROTEÇÃO DE FLORESTAS TROPICAIS DO BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Recursos Naturais e da Amazônia Legal, Secretaria de Coordenação da Amazônia Legal]. Brasília, 1997. 165p.

ROCHA, G. C. 2005. **Riscos Ambientais: Análise e Mapeamento em Minas Gerais**. Ed. UFJF. Juiz de Fora, 126 p.

TUCCI, C.E.M., 1993b. **Controle de Enchentes**, In: Tucci, C. (org). Hidrologia ciência e aplicação. Porto Alegre: Ed. da Universidade: ABRH, cap. 16, 621-658 p, 952 p.

XAVIER da SILVA, J. 2001. **Geoprocessamento para Análise Ambiental**. Ed. Do Autor, Rio de Janeiro, 227 p.

XAVIER da SILVA, J. & SOUZA, M. J. L. 1987. **Análise ambiental**. UFRJ. Rio de Janeiro, 199 p.

XAVIER da SILVA, J. & ZAIDAN, R. T. 2007. **Geoprocessamento para análise ambiental: aplicações**. 2^a edição. Bertrand.

ANEXO I
Notas dadas no mapa de Geomorfologia – Risco de Deslizamento

Categoria	Nota
[1] TERRACOS COLUVIO ALUVIONAR DE BAIXADA	0
[2] TERRACOS COLUVIO ALUVIONAR DE VALE ESTRU	0
[3] ALVEOLOS INTERCOLINAS	0
[4] RAMPA DE COLUVIO	2
[5] ENCOSTA DE TALUS	4
[6] COLINA ISOLADA	6
[7] COLINA APLAINADA	6
[8] COLINA ESTRUTURAL	6
[9] VALE ESTRUTURAL	0
[10] ALVEOLOS INTERMONTANOS	0
[11] PLANALTO DISSECADO	0
[12] BORDAS DISSECADAS	8
[13] ENCOSTAS DISSECADAS DE MACICO ALCALINO	10
[14] ENCOSTAS DISSECADAS DE VALE ESTRUTURAL	10
[15] Rio Guandu	BLOQUEADA
[16] AREA FORA DE ANALISE	BLOQUEADA

ANEXO II

Notas dadas no mapa de Geologia – Risco de Deslizamento

Categoria	Nota
[0] Area fora de analise	BLOQUEADA
[2] Aluviao	0
[3] Rochas de diques basalticas	0
[4] Rochas de diques alcalinas	0
[5] Macico Alcalino do Tingua	5
[6] Aplogranito Leucocratico	5
[7] Unidade Rio Negro (migmatito)	5
[8] Unidade Rio Negro (granito)	5
[9] Unidade Rio Negro (quartzito)	5
[10] Batolito Serra dos Orgaos	0
[11] Batolito Serra das Araras (granitoide)	5
[12] Batolito Serra das Araras (migmatito)	5
[13] Batol. Serra das Araras(migmat.Itaocara)	5
[14] Unidade Itaocara (biotita gnaisse)	5
[16] Rio Guandu	BLOQUEADA

ANEXO III

Notas dadas no mapa de Proximidade de Vias – Risco de Deslizamento

Categoria	Nota
[0] Area fora de analise	BLOQUEADA
[1] 501 ATÉ 1000 METROS DE Estrada pavimentada	0
[3] 201 ATÉ 500 METROS DE Estrada pavimentada	4
[5] 101 ATÉ 200 METROS DE Estrada pavimentada	6
[7] 51 ATÉ 100 METROS DE Estrada pavimentada	8
[9] ATÉ 50 METROS DE Estrada pavimentada	10
[25] Rede de drenagem	BLOQUEADA
[26] Estr. nao pav. traf. permanente	BLOQUEADA
[27] Estrada nao paviment. traf. periodico	BLOQUEADA
[28] Ferrovia	BLOQUEADA
[29] Caminho	BLOQUEADA
[30] Trilha	BLOQUEADA
[31] Aqueduto	BLOQUEADA
[32] Linha de telecomunicacoes	BLOQUEADA
[33] Estrada pavimentada	BLOQUEADA

ANEXO IV

Notas dadas no mapa de Declividades – Risco de Deslizamento

Categoria	Nota
[12] 0 a 2,5%	0
[13] 2,5 a 5 %	0
[14] 5 a 10 %	0
[15] 10 a 20 %	0
[16] 20 a 40 %	2
[17] 40 a 60 %	6
[18] 60 a 80 %	10
[19] >80%	10
[25] Area fora da Analise	BLOQUEADA
[26] Rio Guandu	BLOQUEADA

ANEXO V

Notas dadas no mapa de Uso do Solo e Cobertura Vegetal – Risco de Deslizamento

Categoria	Nota
[26] Pastagem	0
[27] Mata Atlântica - Estágio Tardio	0
[28] Mata Atlântica - Estágio Inicial	0
[29] Macega	0
[30] Cultivo	0
[31] Eucalipto	0
[32] Afloramento de Rocha	8
[33] Solo Exposto	6
[34] Lazer	0
[35] Area Institucional	0
[36] Area Urbana	10
[37] Em urbanizacao	8
[38] Pedreira	6
[39] Capoeira	0
[40] Extrativismo de Areia	6
[41] Granja	0
[42] Vegetacao Higrofitas	0
[43] Area fora de Analise	BLOQUEADA
[45] Rio Guandu	BLOQUEADA

ANEXO VI

Notas dadas no mapa de Geomorfologia – Risco de Enchente

Categoria	Nota
[1] TERRACOS COLUVIO ALUVIONAR DE BAIXADA	5
[2] TERRACOS COLUVIO ALUVIONAR DE VALE ESTRU	5
[3] ALVEOLOS INTERCOLINAS	5
[4] RAMPA DE COLUVIO	5
[5] ENCOSTA DE TALUS	5
[6] COLINA ISOLADA	5
[7] COLINA APLAINADA	5
[8] COLINA ESTRUTURAL	5
[9] VALE ESTRUTURAL	5
[10] ALVEOLOS INTERMONTANOS	5
[11] PLANALTO DISSECADO	5
[12] BORDAS DISSECADAS	5
[13] ENCOSTAS DISSECADAS DE MACICO ALCALINO	5
[14] ENCOSTAS DISSECADAS DE VALE ESTRUTURAL	5
[15] Rio Guandu	BLOQUEADA
[16] AREA FORA DE ANALISE	BLOQUEADA

ANEXO VII

Notas dadas no mapa de Geologia – Risco de Enchente

Categoria	Nota
0] Area fora de analise	BLOQUEADA
2] Aluviao	10
3] Rochas de diques basalticas	5
4] Rochas de diques alcalinas	5
5] Macico Alcalino do Tingua	5
6] Aplogranito Leucocratico	5
7] Unidade Rio Negro (migmatito)	5
8] Unidade Rio Negro (granito)	5
9] Unidade Rio Negro (quartzito)	5
10] Batolito Serra dos Orgaos	5
11] Batolito Serra das Araras (granitoide)	5
12] Batolito Serra das Araras (migmatito)	5
13] Batol. Serra das Araras(migmat.Itaocara)	5
14] Unidade Itaocara (biotita gnaisse)	5
16] Rio Guandu	BLOQUEADA

ANEXO VIII

Notas dadas no mapa de Proximidade de Drenagem – Risco de Enchente

Categoria	Nota
0] Area fora de analise	BLOQUEADA
[1] 501 ATÉ 1000 METROS DE Rede de drenagem	2
[3] 201 ATÉ 500 METROS DE Rede de drenagem	4
[5] 101 ATÉ 200 METROS DE Rede de drenagem	6
[7] 51 ATÉ 100 METROS DE Rede de drenagem	8
[9] ATÉ 50 METROS DE Rede de drenagem	10
[25] Rede de drenagem	BLOQUEADA
[26] Estr. nao pav. traf. permanente	BLOQUEADA
[27] Estrada nao paviment. traf. periodico	BLOQUEADA
[28] Ferrovia	BLOQUEADA
[29] Caminho	BLOQUEADA
[30] Trilha	BLOQUEADA
[31] Aqueduto	BLOQUEADA
[32] Linha de telecomunicacoes	BLOQUEADA
[33] Estrada pavimentada	BLOQUEADA

ANEXO IX

Notas dadas no mapa de Declividades – Risco de Enchente

Categoria	
[12] 0 a 2,5%	10
[13] 2,5 a 5 %	10
[14] 5 a 10 %	8
[15] 10 a 20 %	8
[16] 20 a 40 %	6
[17] 40 a 60 %	4
[18] 60 a 80 %	2
[19] >80%	0
[25] Area fora da Analise	BLOQUEADA
[26] Rio Guandu	BLOQUEADA

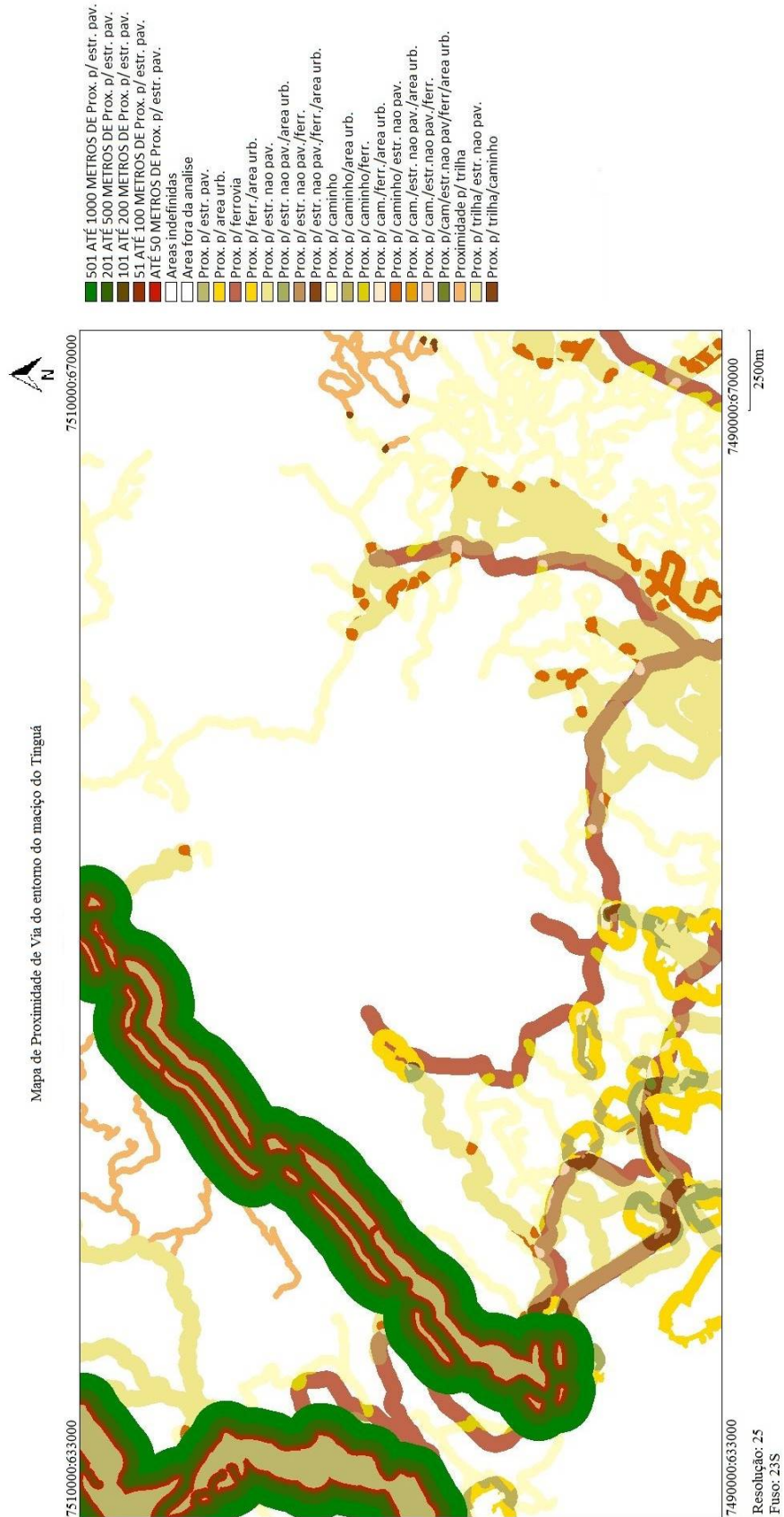
ANEXO X

Notas dadas no mapa de Uso do Solo e Cobertura Vegetal – Risco de Enchente

Categoria	Nota
[26] Pastagem	8
[27] Mata Atlântica - Estágio Tardio	0
[28] Mata Atlântica - Estágio Inicial	0
[29] Macega	5
[30] Cultivo	5
[31] Eucalipto	0
[32] Afloramento de Rocha	0
[33] Solo Exposto	0
[34] Lazer	0
[35] Area Institucional	0
[36] Area Urbana	10
[37] Em urbanizacao	7
[38] Pedreira	5
[39] Capoeira	5
[40] Extrativismo de Areia	5
[41] Granja	5
[42] Vegetacao Higrofitas	5
[43] Area fora de Analise	BLOQUEADA
[45] Rio Guandu	BLOQUEADA

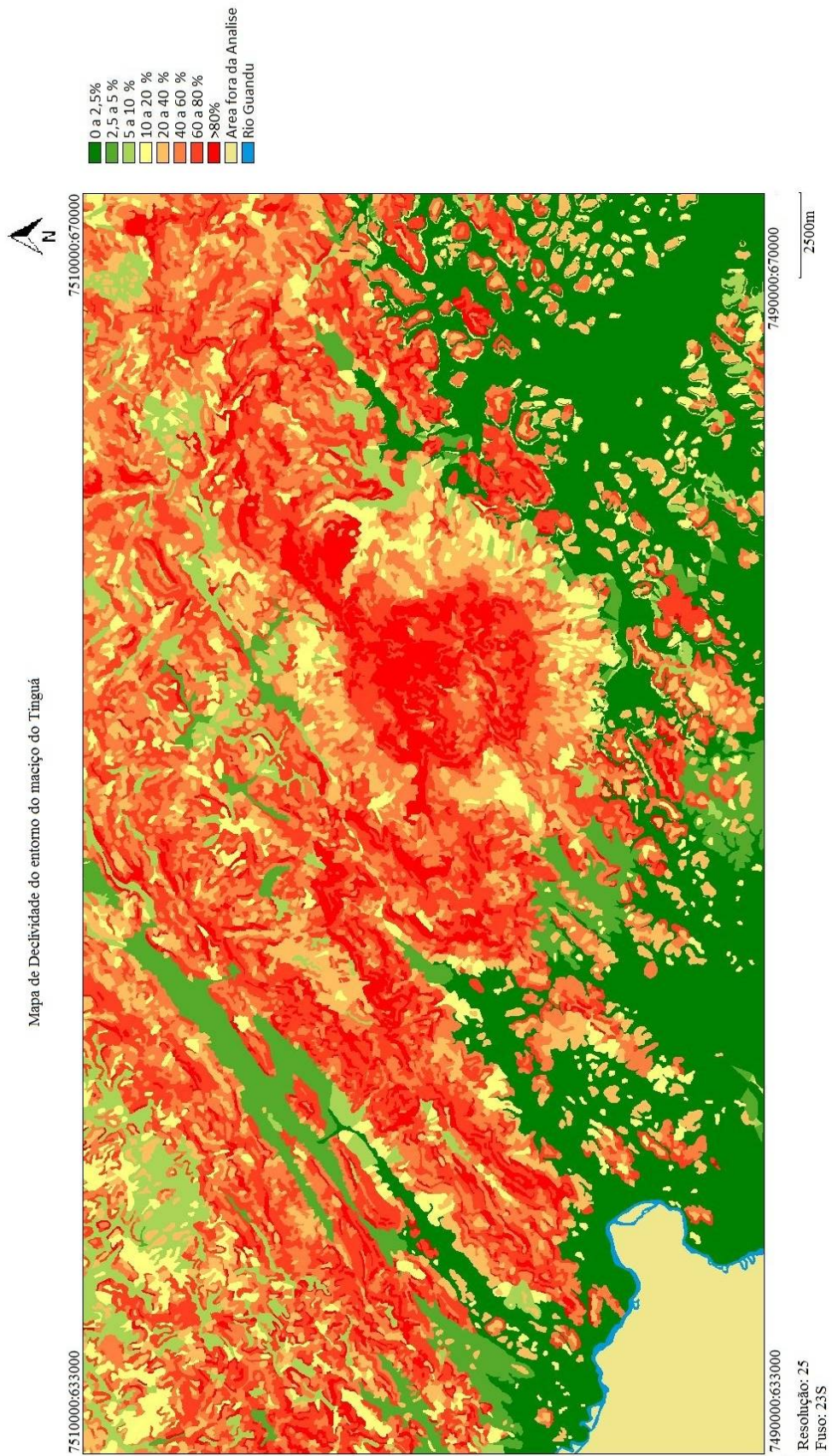
ANEXO XI

Mapa de Proximidade de Via



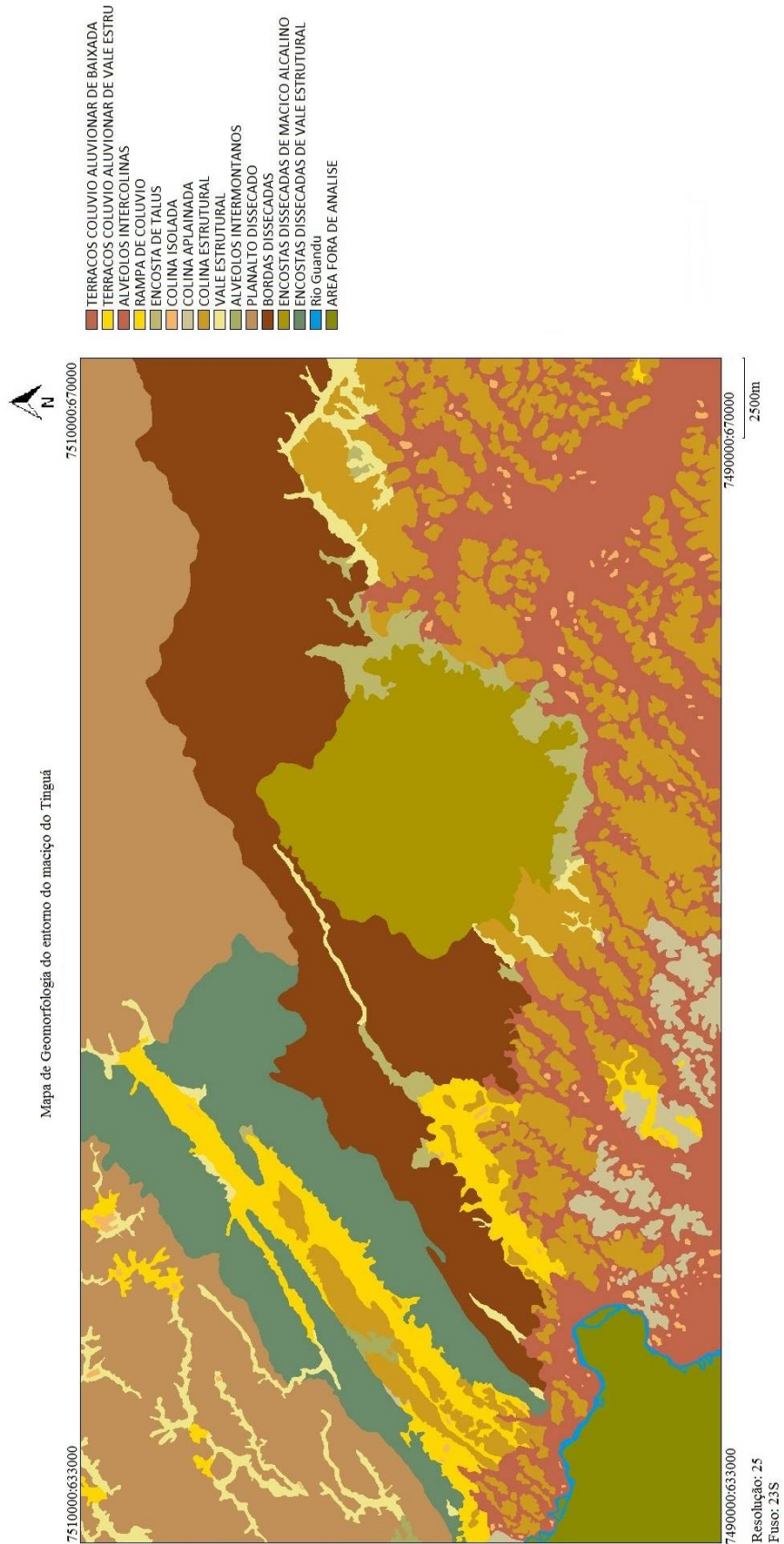
ANEXO XII

Mapa de Declividade



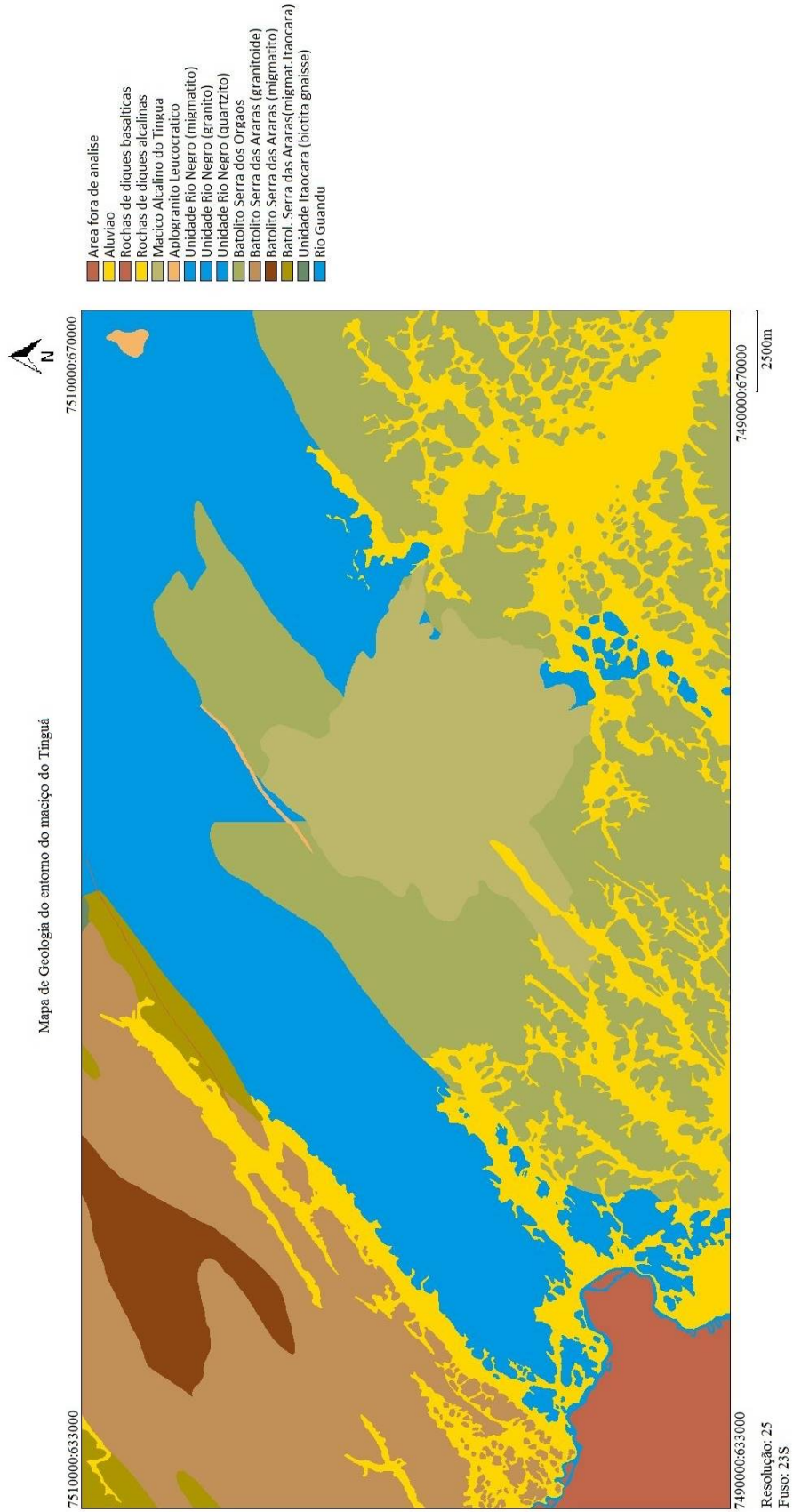
ANEXO XIII

Mapa de Geomorfologia



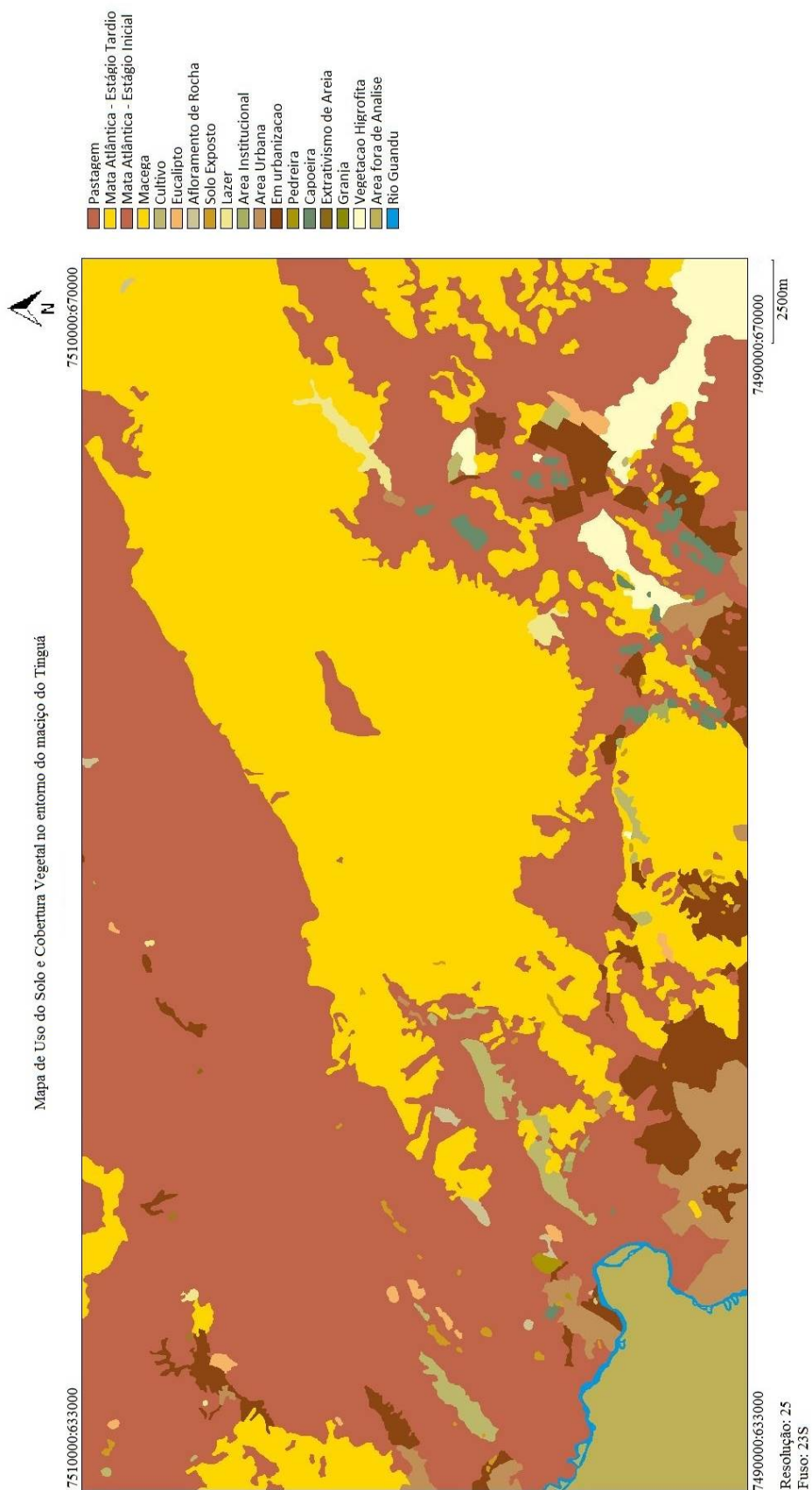
ANEXO XIV

Mapa de Geologia



ANEXO XV

Mapa de Uso do Solo e Cobertura Vegetal



ANEXO XVI

Mapa de Proximidade de Drenagem

