

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE  
SEGURANÇA DO TRABALHO

DYEISON CESAR MLENEK

**MAPEAMENTO DO RISCO OPERACIONAL PARA ATIVIDADES COM  
AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS NO ESTADO DO  
PARANÁ.**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA - PR

2018

DYEISON CESAR MLENEK

**MAPEAMENTO DO RISCO OPERACIONAL PARA ATIVIDADES COM  
AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS NO ESTADO DO  
PARANÁ.**

Monografia de Especialização apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito final para obtenção do título de Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai

CURITIBA - PR

2018

**DYEISON CESAR MLENEK**

**MAPEAMENTO DO RISCO OPERACIONAL PARA ATIVIDADES  
COM AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS NO ESTADO DO  
PARANÁ**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, pela comissão formada pelos professores:

Banca:

---

Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai  
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

---

Prof. Dr. Adalberto Matoski  
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

---

Prof. M.Eng. Massayuki Mário Hara  
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Curitiba  
2018

“O termo de aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso”

## DEDICATÓRIA

*A minha irmã Stephany, como estímulo de evolução intelectual e perseverança na busca incessável do conhecimento.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço em primeiro lugar a Deus, o qual me guia e ilumina nos diversos caminhos da vida terrena e espiritual.

Aos meus pais, que desde o início me ensinaram os verdadeiros valores para a convivência básica em sociedade, compreendem e incentivam as minhas decisões com muito amor e carinho.

Ao meu amigo e sócio Luís Fernando Silva, pela amizade e incentivo em ingressar no Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho.

Ao orientador Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai, pela confiança, auxílio no direcionamento e otimização deste trabalho.

Aos amigos e colegas do XXXVI CEEST, pela amizade e troca de experiências.

Aos professores do XXXVI CEEST, pela dedicação e compartilhamento do conhecimento prático.

Aos funcionários Sr. Paulo e a Sra. Izabel, que sempre nos auxiliaram com dedicação em questões administrativas mesmo frente a adversidades.

## RESUMO

MLENEK, Dyeison Cesar. **Mapeamento do risco operacional para atividades com aeronaves remotamente pilotadas no estado do Paraná**. 2018. 72 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2018

O constante crescimento do emprego de aeronaves remotamente pilotadas com diversas finalidades de uso, caracterizado por um grupo heterogêneo de usuários, demandou de atenção especial à segurança principalmente do acesso ao espaço aéreo. Baseado na legislação vigente e em conhecimentos práticos de pilotos, os objetivos do trabalho foram identificar as variáveis que influenciam diretamente na segurança operacional de aeronaves remotamente pilotadas relacionadas ao uso do solo, a classificação de acordo com a severidade e probabilidade de ocorrências danosas considerando cenários pessimistas, o mapeamento do risco operacional no estado do Paraná, seguido da implementação de uma plataforma de consulta baseado em sistemas de informação geográfica. O processo de mapeamento consistiu no levantamento e validação dos dados espaciais de interesse, delimitação das áreas de influência, atribuição das classes de risco, hierarquização dos riscos, representação cartográfica e a implementação de um sistema de informação geográfica para consulta dos riscos operacionais. Como resultado o mapeamento proporcionou a observação da distribuição espacial do risco operacional e do tempo de aprovação para as solicitações de acesso ao espaço aéreo, verificou-se a correlação positiva do risco operacional com a altitude de voo, indicou-se as cidades críticas para as operações com aeronaves remotamente pilotadas, foram propostas medidas de mitigação dos riscos relacionados as variáveis de uso de solo e foi implementado um protótipo de sistema de informação geográfica para a consulta de riscos de acordo com a área de estudo. A interpretação da legislação e transformação em produtos cartográficos, visou a simplificação do entendimento das questões de segurança operacional, possibilitando uma nova perspectiva aos operadores e gestores para a construção das análises de risco de porte obrigatório nos locais de operação com aeronaves remotamente pilotadas.

**Palavras-chave:** Acesso ao espaço aéreo, Drones, RPAS, Segurança operacional, Sistemas de Informações Geográficas.

## ABSTRACT

MLENEK, Dyeison Cesar. **Mapping of operational risk for activities with remotely piloted aircraft in the state of Paraná. 2018.** 72 p. Monography (Specialization in Work Safety Engineering) - Post-Graduation Program in Civil Engineering, University Technological Federal of Paraná. Curitiba, 2018.

The constant growth of the use of remotely piloted aircraft with different purposes of use, characterized by a heterogeneous group of users, demanded of special attention to the security mainly of the access to the airspace. Based on current legislation and practical pilot knowledge, the objectives of the study were to identify the variables that directly influence the operational safety of remotely piloted aircraft related to land use, classification according to severity and probability of harmful occurrences considering pessimistic scenarios, the mapping of operational risk in the state of Paraná, followed by the implementation of a consultation platform based on geographic information systems. The mapping process consisted of the collection and validation of spatial data of interest, delimitation of areas of influence, assignment of risk classes, hierarchy of risks, cartographic representation and the implementation of a geographic information system to consult operational risks. As a result, the mapping provided the observation of the spatial distribution of operational risk and the time of approval for requests for access to airspace, a positive correlation of operational risk with flight altitude was indicated, operations with remotely piloted aircraft, measures were proposed to mitigate the risks related to the variables of land use and a prototype of a geographic information system was implemented to consult the risks according to the study area. The interpretation of the legislation and transformation into cartographic products, aimed at simplifying the understanding of safety issues, providing a new perspective for operators and managers to construct risk analysis of mandatory dimensions in the operating locations with remotely piloted aircraft.

**Keywords:** Access to airspace, Drones, RPAS, Operational safety, Geographic Information Systems.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - RPAS Multirotor – DJI Phantom 4 Pro. ....	13
Figura 2- Resumo da Regulamentação da ANAC.....	17
Figura 3 - Órgãos regionais do DECEA.....	18
Figura 4 - Matriz proposta para classificação de riscos.....	22
Figura 5 - Evolução de RPAS cadastradas. ....	24
Figura 6 - Fluxograma simplificado da etapa de geoprocessamento.....	32
Figura 7 - Mapa de riscos para voos até 30 metros de altitude. ....	37
Figura 8 - Mapa de riscos para voos acima de 30 metros de altitude.....	38
Figura 9 - Percentual de riscos no estado para voos até 30 metros de altitude. ....	39
Figura 10 - Percentual de riscos no estado para voos acima de 30 metros de altitude.....	39
Figura 11 - Municípios com maior percentual de risco extremo em voos até 30 metros.....	40
Figura 12 - Municípios com maior percentual de risco extremo em voos acima de 30 metros.....	40
Figura 13 - Resumo de regras para acesso ao espaço aéreo. ....	41
Figura 14 - Tempo de aprovação para voos até 30 metros de altitude. ....	42
Figura 15 - Tempo de aprovação para voos acima de 30 metros de altitude. ....	42
Figura 16 - Diagrama de casos de uso.....	43
Figura 17 - Diagrama de classes.....	44
Figura 18 - Interface da plataforma de consulta de riscos operacionais.....	45

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1- Ferramentas Mobile.....	30
Tabela 2 - Áreas de influência.....	33
Tabela 3 - Classificação de risco operacional para voos menores que 30 metros de altitude..	34
Tabela 4 - Classificação de risco operacional para voos maiores que 30 metros de altitude...	35

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIC - Circular de Informações Aeronáuticas  
ANA – Agência Nacional de Águas  
ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil  
ANATEL – Agência Nacional de Telecomunicações  
APR – Análise Preliminar de Risco  
ATC - Controle de Tráfego Aéreo  
ATM - Gerenciamento do Tráfego Aéreo  
ATS - Serviços de Tráfego Aéreo  
BVLOS - Operação Além da Linha de Visada Visual  
CBA - Código Brasileiro de Aeronáutica  
CINDACTA – Centro Integrado de Defesa Aérea e Controle de Tráfego Aéreo  
CMA – Certificado Médico Aeronáutico  
CSS – *Cascading Style Sheets*  
DECEA – Departamento de Controle do Espaço Aéreo  
DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes  
EVLOS – Operação em Linha de Visada Visual Estendida  
FMEA – *Failure Mode and Effect Analysis*  
HAZOP – *Hazard and Operability Studies*  
HTML – *HyperText Markup Language*  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
ICA – Instrução do Comando da Aeronáutica  
IDE - *Integrated Development Environment*  
IS – Instrução Suplementar  
JS – *JavaScript*  
NOTAM – *Notice to Airmen*  
OACI – Organização de Aviação Civil Internacional  
OMT-G – *Object Modeling Technique for Geographic Applications*  
ONU – Organização das Nações Unidas  
OSM – *Open Street Map*  
PMBOK – Project Management Body of Knowledge  
RBAC-E – Regulamento Brasileiro de Aviação Civil Especial  
RPA – Aeronave Remotamente Pilotada  
RPAS – Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada  
RPS – Estação de Pilotagem Remota SARPAS  
SARPAS – Sistema de Autorização de Acesso ao Espaço Aéreo por RPAS  
SFA – Serviço Fixo Aeronáutico  
SIG – Sistema de Informações Geográficas  
SISANT – Sistema de Aeronaves Não Tripuladas  
SMA – Serviço Móvel Aeronáutico  
SQL – *Structured Query Language*  
UML – *Unified Modeling Language*  
UTC – *Universal Time Coordinated*  
VANT – Veículo Aéreo Não Tripulado  
VLOS – Operação em Linha de Visada Visual  
VMC – Condições Meteorológicas De Voo Visual  
WEBSIG – Sistema de Informações Geográficas para internet

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
1.1 OBJETIVOS .....	11
1.1.1 Objetivo Geral .....	11
1.1.2 Objetivos Específicos .....	11
1.2 JUSTIFICATIVAS .....	12
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>13</b>
2.1 AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS .....	13
2.2 TIPOS E CLASSES DE RPAS .....	14
2.3 PRINCIPAIS USOS DE RPAS .....	14
2.4 MODOS DE OPERAÇÃO DE RPAS .....	15
2.5 LEGISLAÇÃO VIGENTE.....	16
2.6 ACESSO AO ESPAÇO AÉREO .....	17
2.7 DOCUMENTAÇÃO E RESPONSABILIDADES DO OPERADOR DE RPAS .....	18
2.8 NOTAM .....	20
2.9 SEGURANÇA OPERACIONAL .....	20
2.10 PLANEJAMENTO DE VOO.....	23
2.11 CRESCIMENTO DO MERCADO DE RPAS .....	24
2.12 ACIDENTES, INCIDENTES E OCORRÊNCIAS COM RPAS.....	25
2.13 GERENCIAMENTO DE RISCOS .....	25
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>28</b>
3.1 DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS DE USO DO SOLO .....	28
3.2 DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS.....	29
3.3 FERRAMENTAS MOBILE.....	30
3.4 CLASSIFICAÇÃO DOS RISCOS OPERACIONAIS .....	30
3.5 LEVANTAMENTO DE DADOS ESPACIAIS.....	31
3.6 GEOPROCESSAMENTO .....	31
3.6 CONTROLE DE RISCOS PRÉ-VOO .....	32
<b>4 RESULTADOS</b> .....	<b>33</b>
4.1 CLASSIFICAÇÃO DOS RISCOS .....	33
4.2 MAPEAMENTO DOS RISCOS .....	37
4.3 FERRAMENTA DE ANÁLISE GEOESPACIAL .....	43
4.4 PROPOSTAS PARA MITIGAÇÃO DOS RISCOS OPERACIONAIS.....	46
4.5 OUTRAS VARIÁVEIS A SEREM CONSIDERADAS .....	48
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	<b>49</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>50</b>
<b>APÊNDICES</b> .....	<b>53</b>

# 1 INTRODUÇÃO

O emprego de novas tecnologias exige o desenvolvimento de novas técnicas e novas diretrizes. O que vem ocorrendo com as aeronaves remotamente pilotadas, difundidas com o termo drone, primeiramente a comunidade adotou a plataforma como uma ferramenta para desenvolver atividades específicas, com a popularização surgiram problemas atingindo principalmente questões relacionadas à segurança de terceiros.

No ano de 2017 as diretrizes de uso de aeronaves remotamente pilotadas foram definidas oficialmente no Brasil, com base em documentos confeccionados por órgãos relacionados a aviação civil no exterior. A principal preocupação é com a segurança da aviação civil, visando que as atividades não interfiram na segurança da aviação com aeronaves tripuladas, causem danos a patrimônios de terceiros ou apresente risco à vida.

Ainda são levadas em consideração quesitos a eficiência de sistemas de comunicação das aeronaves remotamente pilotadas, condições mínimas para o piloto ser considerado apto a pilotar, as principais diferenças entre operações recreativas e não-recreativas e a proteção a fauna e flora.

Cabe aos operadores de aeronaves remotamente pilotadas, seguir as legislações vigentes sendo responsáveis pela manutenção da segurança em suas operações na maioria dos casos, o mapeamento da variável risco operacional para operações com aeronaves remotamente pilotadas, visa simplificar a percepção do risco por parte do operador, que habituado com a atividade pode não considerar determinados fatores que influenciam na segurança das operações. O risco operacional é classificado e representado nas classes de acordo com o proposto pela IS N° E94-003.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desta monografia foi mapear o risco operacional relacionado a atividades que envolvam aeronaves remotamente pilotadas no estado do Paraná.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos foram:

- Identificar locais e situações onde o uso de aeronaves remotamente pilotadas apresenta riscos potenciais.

- Classificar os riscos operacionais, de acordo com a instrução suplementar IS N° E94-003 da ANAC, baseado no uso do solo.
- Implementar um protótipo de ferramenta, baseado em sistemas de informação geográfica, para pré-análise de riscos operacionais.

## 1.2 JUSTIFICATIVAS

A recente regulamentação, visando a operação de aeronaves remotamente pilotadas, trouxe várias diretrizes a serem seguidas pelos operadores ou responsáveis diretos por tal atividade. Além do cadastro de operadores, aeronaves, homologação do sistema de comunicação, definição de um plano de voo, informar a intenção da execução deste plano é requisitado uma avaliação de risco operacional, análise esta desenvolvida pelo responsável direto da execução do plano de voo pré-definido.

Devido a complexibilidade no desenvolvimento de uma análise crítica dos riscos, por um profissional que executa atividades práticas com aeronaves remotamente pilotadas, considerando-se autoconfiante no trabalho que executa, e levando em conta a discrepância entre tais profissionais na capacidade em identificar a severidade e a probabilidade de ocorrências em determinadas situações de risco. A avaliação de riscos por autoria dos profissionais será discrepante, para a mesma área de estudo, devido a inserção de seu conhecimento prático, classificação errônea dos riscos e negligência a legislação vigente.

O mapeamento dos riscos operacionais, tem por finalidade informar os operadores, com relação ao risco máximo possível de ocorrer na área de voo e quais as variáveis envolvidas na segurança operacional, porém não é excluída uma análise detalhada de autoria do operador ou ainda de um profissional capaz de analisar o risco operacional para tal atividade. Considerando fatores de ocorrência momentânea que alterem a classificação do risco.

A instrução suplementar IS N° E94-003, fornece diretrizes para a elaboração de avaliação de risco operacional para operadores de aeronaves remotamente pilotadas, documento qual servirá de subsídio às operações sendo de porte obrigatório em casos de fiscalização por órgãos competentes. Portanto é essencial o conhecimento dos riscos operacionais que envolvem atividades com aeronaves remotamente pilotadas, observando-se que o uso de sistemas de informações geográficas e dados georreferenciados visa otimizar as análises e visualizar espacialmente diferenças de risco operacional de acordo com a área de operação de aeronaves remotamente pilotadas.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS

As aeronaves remotamente pilotadas denominadas RPA (*Remotely-Piloted Aircraft*), popularmente conhecidas como Drones devido ao som emitido por alguns modelos se assemelhar com um zangão, ou conhecidos ainda como Veículos aéreos não tripulados – VANT, consistem em aeronaves não tripuladas pilotadas a partir de uma estação de pilotagem remota com finalidade diversa de recreação, aeronaves não tripuladas com a finalidade de recreação correspondem a aeromodelos (ANAC, 2017, p. 4).

O termo adotado tecnicamente pela Organização de Aviação Civil Internacional (OACI), com abrangência internacional, para esse tipo de aeronave é o RPAS (*Remotely Piloted Aircraft System*) (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2017, p. 7).

Existem vários indícios de quando e como surgiram as RPA, porém de modo como conhecemos as RPA atualmente, se deu com finalidades militares, conforme é apresentado no estudo sobre a indústria brasileira e europeia de veículos aéreos não tripulados.

O primeiro emprego conhecido de veículos aéreos não tripulados (VANT) ocorreu em 22 de agosto de 1849 quando o exército austríaco atacou a cidade de Veneza usando balões carregados de explosivos. Porém, foi na Segunda Guerra do Golfo, iniciada em 2003, que se tornaram mais conhecidos pelo público em geral ao serem usados em grande escala pelas forças norte-americanas para o monitoramento de inimigos, designação de alvos e até lançamento de armamentos guiados. (BRASIL, 2016, p. 7)



*Figura 1 - RPAS Multirotor – DJI Phantom 4 Pro.*

*Fonte: DJI (2018).*

## 2.2 TIPOS E CLASSES DE RPAS

Existem diversas classificações para RPA, dentre elas classificações por peso, alcance, resistência do voo, altura máxima, carga máxima, tipo de motor e potência. Já as categorias, levam em consideração qual é o padrão construtivo da plataforma. Eles podem ser divididos em duas categorias, os de asas fixas, e os de asas rotativas (SILVA, 2015, p.1).

As RPA estão divididas em três classes, de acordo com o peso máximo de decolagem, no qual devem ser considerados os pesos do equipamento, da bateria ou combustível, e da carga eventualmente transportada. As classes são as seguintes (ANAC, 2017, p.7):

- Classe 1 – RPA: Peso máximo de decolagem maior que 150 kg;
- Classe 2 – RPA: Peso máximo de decolagem maior que 25 kg e até 150 kg;
- Classe 3 – RPA: Peso máximo de decolagem de até 25 kg.

## 2.3 PRINCIPAIS USOS DE RPAS

Além do objetivo inicial que era militar, as RPA são utilizadas na agricultura, defesa, segurança pública, energia, marketing, petróleo e gás, construção civil, meio ambiente, defesa civil, busca e salvamento (BOANOVA FILHO, 2014, p.49).

Boery (2016), detalha alguns serviços especializados onde são empregados o uso de RPA, dentre eles:

- Busca e salvamento;
- Controle aviário na imediação de aeroportos;
- Controle de lavouras e aplicação de inseticidas;
- Controle de multidões;
- Controle de tráfego;
- Exploração mineral;
- Filmagens cinematográficas e comerciais;
- Imageamento, levantamento topográfico, monitoramento de desmatamento;
- Inspeção de aeronaves;
- Investigação de acidentes, avaliação e gestão de desastres;
- Medição de imóveis para fins do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU);
- Medição de radiação;
- Monitoramento de linhas de transmissão de energia e de distribuição de gás, óleo e água;

- Patrulhamento de fronteiras;
- Pesquisa e levantamento de dados;
- Proteção da fauna e flora;
- Reflorestamento;
- Serviços meteorológicos;
- Transporte de cargas;
- Vigilância, monitoramento e controle de incêndios florestais;
- Vigilância territorial e marítima;

E junto com o crescimento das operações é possível surgir diversas situações que podem interferir nas operações de outras aeronaves tripuladas ou não (BOERY, 2016, p. 5).

#### 2.4 MODOS DE OPERAÇÃO DE RPAS

São proibidas operações de aeronaves não tripuladas completamente autônomas, operações que coloquem em risco vidas ou propriedades de terceiros e operações para transporte de pessoas, animais e artigos perigosos ou carga vedada por autoridades competentes (ANAC, 2017, p. 20).

Não estão proibidas as operações automatizadas, nas quais o piloto remoto pode intervir no voo a qualquer tempo (ANAC, 2017, p. 20).

São reconhecidos três modos de operação de RPA, denominadas de VLOS, EVLOS e BVLOS, as quais são definidas a seguir conforme a RBAC-E nº 94, que trata dos requisitos gerais para aeronaves não tripuladas de uso civil.

Operação em Linha de Visada Visual (Visual Line of Sight – VLOS operation) significa a operação em condições meteorológicas visuais (VMC), na qual o piloto, sem o auxílio de observadores de RPA, mantém o contato visual direto (sem auxílio de lentes ou outros equipamentos) com a aeronave remotamente pilotada, de modo a conduzir o voo com as responsabilidades de manter as separações previstas com outras aeronaves, bem como de evitar colisões com aeronaves e obstáculos (ANAC, 2017, p. 4).

Operação em Linha de Visada Visual Estendida (Extended Visual Line of Sight – EVLOS operation) significa a operação em VMC, na qual o piloto remoto, sem auxílio de lentes ou outros equipamentos, não é capaz de manter o contato visual direto com a RPA, necessitando dessa forma do auxílio de observadores de RPA para conduzir o voo com as responsabilidades de manter as separações previstas com outras aeronaves, bem como de evitar colisões com aeronaves e obstáculos, seguindo as mesmas regras de uma operação VLOS (ANAC, 2017, p. 5).

Operação Além da Linha de Visada Visual (Beyond Visual Line of Sight – BVLOS operation) significa a operação que não atenda às condições VLOS ou EVLOS (ANAC, 2017, p. 4).

## 2.5 LEGISLAÇÃO VIGENTE

Atualmente para operações padrões, ou com finalidades recreativas são direcionadas por uma série de legislações formuladas pela ANAC, ANATEL e DECEA. A seguir são citadas as legislações aplicáveis.

- Como base geral tem-se o código brasileiro de aeronáutica, Lei nº 7.565/86;
- O Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial - RBAC-E nº 94, aprovada em 2 de maio de 2017, de autoria na ANAC. Trata basicamente dos requisitos gerais para a utilização de RPA de uso civil;
- Características de projeto de RPA são dadas pelas instruções suplementares IS nº 94-001 (Procedimentos para autorização de projetos) e IS nº 94-002 (Requisitos técnicos);
- Procedimentos para a elaboração e utilização de avaliação de risco operacional é regida pela IS nº 94-003;
- O acesso ao espaço aéreo por RPAS, é direcionado pela ICA 100-40;
- Os serviços de tráfego aéreo, são regidos pela ICA 100-37, tal documento é fundamental para compreensão das operações de tráfego aéreo e familiarização com termos técnicos;
- As regras do ar, onde são tratadas de diretrizes para operações aéreas, é regida pela ICA 100-12;
- A AIC nº 17/17 trata de procedimentos e responsabilidades necessários para o acesso ao espaço aéreo brasileiro por aeromodelos;
- A AIC nº 23/17 trata do acesso ao espaço aéreo brasileiro por RPAS, voltados a interesses de órgãos ligados aos governos federal, estaduais e municipais;
- A AIC nº 24/17 trata do acesso ao espaço aéreo brasileiro por RPAS, á serviço de órgãos de segurança pública, defesa civil e receita federal;
- O regulamento para certificação e homologação de produtos de telecomunicações é regido pela resolução nº 242/2000 da ANATEL;
- O regulamento sobre equipamentos de radiocomunicação de radiação restrita, segue a resolução nº 506/2008 da ANATEL;
- A resolução nº 635/2014 da ANATEL, regulamenta a autorização de uso temporário de radiofrequências.

As aeronaves remotamente pilotadas com a finalidade de recreação são denominadas de aeromodelos e seguem regras distintas das RPAS, portanto, não são autorizados voos não recreativos, utilizando as regras específicas para aeromodelismo (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2017).

Na Figura 1 apresenta-se um resumo da regulamentação da ANAC, de acordo com as classes dos equipamentos, finalidades e modos de operação.

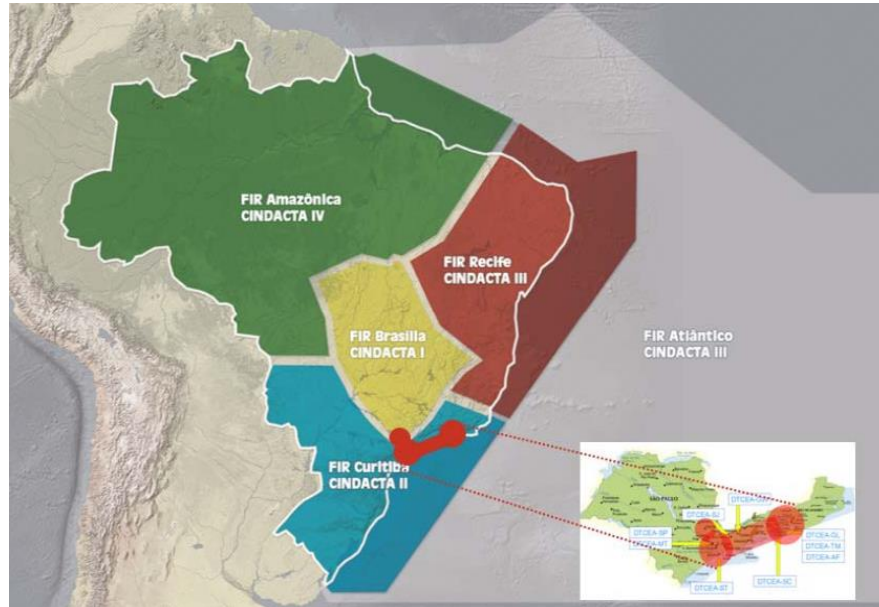
<b>Resumo da Regulamentação da ANAC</b>				
	<b>RPA Classe 1</b>	<b>RPA Classe 2</b>	<b>RPA Classe 3</b>	<b>Aeromodelos</b>
Registro da aeronave?	Sim	Sim	BVLOS: Sim VLOS: Sim <sup>1</sup>	Sim <sup>1</sup>
Aprovação ou autorização do projeto?	Sim	Sim <sup>2</sup>	Apenas BVLOS ou acima de 400 pés <sup>2</sup>	Não
Limite de idade para operação?	Sim	Sim	Sim	Não
Certificado médico?	Sim	Sim	Não	Não
Licença e habilitação?	Sim	Sim	Apenas para operações acima de 400 pés	Apenas para operações acima de 400 pés
Local de operação	A distância da aeronave não tripulada NÃO poderá ser inferior a 30 metros horizontais de pessoas não envolvidas e não anuentes com a operação. O limite de 30 metros não precisa ser observado caso haja uma barreira mecânica suficientemente forte para isolar e proteger as pessoas não envolvidas e não anuentes. Esse limite não é aplicável para operações por órgão de segurança pública, de polícia, de fiscalização tributária e aduaneira, de combate a vetores de transmissão de doenças, de defesa civil e/ou do corpo de bombeiros, ou operador a serviço de um destes.			

*Figura 2- Resumo da Regulamentação da ANAC.  
Fonte: ANAC (2017).*

## 2.6 ACESSO AO ESPAÇO AÉREO

Sendo a RPAS uma aeronave, o acesso ao espaço aéreo brasileiro estará sujeito às regulamentações do DECEA e a autorizações emitidas pelo órgão regional (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2017, p.18).

Os órgãos regionais do DECEA são os CINDACTA I, II, III, e IV e o SRPV-SP (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2017, p. 18), jurisdições de acordo com a figura 2.



**Figura 3 - Órgãos regionais do DECEA.**

**Fonte: Ministério da Defesa (2017).**

Atualmente existe uma plataforma online (SARPAS) na qual são solicitadas as autorizações para acesso ao espaço aéreo.

Depois de cumpridas todas as etapas de certificação e habilitação ou emissão da respectiva documentação, por parte das demais autoridades reguladoras, a solicitação para o acesso ao espaço aéreo deverá ser feita por intermédio do Sistema de Autorização para acesso ao espaço aéreo por RPAS (SARPAS) pelo requerente, seja explorador/operador ao órgão regional do DECEA responsável pela área na qual a operação pretendida ocorrerá majoritariamente (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2017, p. 34).

Para que seja possível a utilização do SARPAS, serão necessários o cadastro do usuário, o cadastro do equipamento (com as devidas certificações/autorizações da ANAC e ANATEL), bem como o preenchimento do formulário de solicitação de acesso ao espaço aéreo por RPAS (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2017, p.34). Para compreensão dos processos de acesso ao espaço aéreo, os fluxogramas de solicitação de acesso ao espaço aéreo e o de análise para emissão das autorizações podem ser consultadas na ICA 100-40.

## 2.7 DOCUMENTAÇÃO E RESPONSABILIDADES DO OPERADOR DE RPAS

No instante das operações com RPAS, o operador deve estar sob posse documentos essenciais para as operações, dentre eles a autorização de acesso ao espaço aéreo emitida pelo DECEA, certificado de homologação do sistema de comunicação frente a ANATEL e a documentação exigida pela ANAC.

Somente é permitido operar uma RPA de peso máximo de decolagem acima de 250 gramas se, durante toda a operação, estiverem disponíveis na RPS os seguintes documentos:

- (a) a Certidão de Cadastro, o Certificado de Matrícula ou o Certificado de Marca Experimental, conforme aplicável, todos válidos;
- (b) o certificado de aeronavegabilidade válido, se aplicável;
- (c) o manual de voo;
- (d) a apólice de seguro ou o certificado de seguro com comprovante de pagamento, dentro da validade, se aplicável;
- (e) documento que contém a avaliação de risco a que se referem os parágrafos E94.103(f)(2) e E94.103(g)(2) deste Regulamento Especial; e
- (f) licença, habilitação e extrato do CMA, válidos e conforme aplicáveis segundo este Regulamento Especial (ANAC, 2017, p. 7).

O piloto remoto em comando de uma aeronave não tripulada é diretamente responsável pela condução segura da aeronave, pelas consequências advindas, e tem a autoridade final por sua operação (ANAC, 2017, p.6).

O Código Brasileiro de Aeronáutica - CBA orienta a apuração e a aplicação das sanções administrativas através de várias penalidades previstas em seu artigo 289, inclusive multa, para quando o piloto de RPA infringir quaisquer orientações (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2017, p. 44).

De acordo com a ICA 100-40, são consideradas infrações:

- a) Acessar o espaço aéreo sem autorização para tal;
- b) Acessar o espaço aéreo próximo a aeródromos, rotas de navegação aérea ou de aeronaves tripuladas;
- c) Sobrevoar aeródromos, áreas de segurança ou infraestruturas críticas sem autorização para tal;
- d) Interferir na navegação aérea;
- e) Interferir nas frequências do Serviço Móvel Aeronáutico (SMA) ou do Serviço Fixo Aeronáutico (SFA);
- f) Utilizar de informações falsas para obtenção de autorização de acesso ao espaço aéreo;
- g) Inobservância das prescrições estabelecidas na ICA 100-12 “Regras do Ar”, ICA 100-37 “Serviços de Tráfego Aéreo” e MCA 100-16 “Fraseologia de Tráfego Aéreo”;
- h) Voar próximo ou sobrevoar aglomeração de pessoas ou patrimônios que não sejam anuentes com a operação;
- i) Descumprimento de qualquer regra ou requisito previsto na presente instrução (ICA 100-40);
- j) Deixar de cumprir as demais Normas e Instruções emitidas pelo DECEA; e
- k) Descumprimento das demais normas constantes do Código Brasileiro de Aeronáutica e da legislação complementar (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2017, p. 44).

Além do citado pela ICA 100-40, o operador deve observar as demais legislações nacionais, estando sujeito a sanções civis e/ou penais, cabendo destacar, dentre outras:

- a) Art. 33 do Decreto Lei nº 3.688 (Lei das Contravenções Penais) - Dirigir aeronave sem estar devidamente licenciado;
- b) Art. 35 do Decreto Lei nº 3.688 - Entregar-se na prática da aviação fora da zona em que a lei permite, ou fazer descer a aeronave fora dos lugares destinados a esse fim;
- c) Art. 132 do Decreto Lei nº 2.848 (Código Penal) - Expor a vida ou a saúde de outrem a perigo direto e iminente; e
- d) Art. 261 do Decreto Lei nº 2848 (Código Penal) - Expor a perigo aeronave, própria ou alheia, ou praticar qualquer ato tendente a impedir ou dificultar navegação aérea (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2017, p. 44).

## 2.8 NOTAM

Para alguns modos de operação combinado com a altura de voo, que condicionem operação considerada perigosa, é necessário a emissão de NOTAM (*Notice to Airmem* - Aviso aos aviadores). Um NOTAM tem por finalidade divulgar antecipadamente a informação aeronáutica de interesse direto e imediato para a segurança e regularidade da navegação aérea (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2017, p.37).

## 2.9 SEGURANÇA OPERACIONAL

Além de toda a legislação que regem as operações aeronáuticas, o operador deve manter no local da operação uma avaliação de risco operacional, seguindo a IS nº 94-003, a qual estabelece os procedimentos para a elaboração e utilização da avaliação de risco, item obrigatório para aeronaves com peso máximo de decolagem acima de 250 gramas.

É obrigatório o porte da avaliação de risco operacional confeccionada de acordo com esta IS pelo piloto-remoto da aeronave. É admitido o porte do documento em formato digital, mas se a assinatura for a tinta, a cópia deverá estar digitalizada e com a assinatura e rubricas visíveis. O operador deve manter o documento físico original para referência e apresentá-lo para fiscalização sempre que solicitado (ANAC, 2017, p. 7).

A ANAC não receberá nem aprovará as avaliações de risco operacional, e elas podem ser utilizadas assim que forem impressas e assinadas por um responsável (ANAC, 2017, p.7).

De acordo com a IS nº 94-003, os responsáveis são alternados de acordo com o risco assumido pelas operações. Como apresentado a seguir:

- Risco extremo, o responsável é o presidente da empresa;
- Riscos alto, moderado e baixo, o responsável é a chefia imediata do operador de RPAS;

- Riscos muito baixos, o próprio operador pode ser o responsável pela avaliação de risco.

De acordo com a IS nº 94-003, perigo significa condição, objeto ou atividade que potencialmente pode causar lesões às pessoas, danos a bens (equipamentos ou estruturas), perda de pessoal ou redução da habilidade para desempenhar uma função determinada (ANAC, 2017, p. 2).

Em consequência a definição de risco pela IS nº 94-003, significa a avaliação das consequências de um perigo, expressa em termos de probabilidade e severidade, tomando como referência a pior condição possível (ANAC, 2017, p. 2).

Probabilidade e severidade tem as seguintes definições:

Probabilidade significa a frequência com que um evento, como consequência de um perigo existente, possa ocorrer. A divisão dos níveis de probabilidade fica a critério do operador, mas como orientação ela pode ser dividida em 5 níveis:

Nível 5 (frequente): é provável que ocorra muitas vezes, ou historicamente tem ocorrido frequentemente;

Nível 4 (ocasional): é provável que ocorra algumas vezes, ou historicamente tem ocorrido com pouca frequência;

Nível 3 (remoto): é improvável, mas é possível que venha a ocorrer, ou ocorre raramente;

Nível 2 (improvável): é bastante improvável que ocorra e não se tem notícia de que tenha alguma vez ocorrido; e

Nível 1 (muito improvável): é quase impossível que o evento ocorra (ANAC, 2017, p. 2).

Severidade significa o grau da consequência de um evento, como decorrência de um perigo existente ou de uma situação insegura, tomando como referência a pior condição possível. A divisão dos níveis de severidade fica a critério do operador, mas como orientação ela pode ser dividida em 5 níveis;

Nível A (catastrófico): morte de múltiplas pessoas;

Nível B (crítico): morte de pessoa, lesões gravíssimas, capazes de deixar sequelas significativas e/ou incapacitantes, tais como cegueira, paralisia, amputações, etc.;

Nível C (significativo): lesões sérias a pessoas, mas não incapacitantes nem com sequelas significativas;

Nível D (pequeno): incidentes menores, danos a objetos, animais ou vegetação no solo, lesões leves;

Nível E (insignificante): somente danos ao equipamento (ANAC, 2017, p. 2).

Tolerabilidade significa o grau de aceitabilidade em razão do resultado da avaliação de risco. A tolerabilidade deve ser estabelecida pelo operador e a seu critério (ANAC, 2017, p. 2).

Como base a tolerabilidade pode seguir o proposto pela IS nº 94-003, para a classificação dos riscos operacionais através da matriz conforme a figura 3.

			Severidade				
			Catastrófico	Critico	Significativo	Pequeno	Insignificante
			A	B	C	D	E
Probabilidade	Frequente	5	5A	5B	5C	5D	5E
	Ocasional	4	4A	4B	4C	4D	4E
	Remoto	3	3A	3B	3C	3D	3E
	Improvável	2	2A	2B	2C	2D	2E
	Muito improvável	1	1A	1B	1C	1D	1E

**Figura 4 - Matriz proposta para classificação de riscos.**

*Fonte: ANAC (2017).*

Podendo ser interpretada e enquadrada em cinco classes, conforme descritas a seguir:

Risco extremo (classificações 4A, 5A e 5B): a operação não deve ocorrer e, caso esteja ocorrendo, deve cessar imediatamente, enquanto persistir a condição ou até que medidas mitigadoras suficientes reduzam o risco para um nível aceitável pelo operador. Caso ainda se decida prosseguir com a operação, controles preventivos para mitigação do risco devem ser estabelecidos, devem estar em vigor e a aprovação da hierarquia mais alta da empresa (presidente) deve ser requerida (ANAC, 2017, p. 3).

Alto risco (classificações 3A, 4B e 5C): a operação não deveria ocorrer e, caso esteja ocorrendo, deveria cessar imediatamente, enquanto persistir a condição ou até que medidas mitigadoras suficientes reduzam o risco para um nível aceitável pelo operador. Caso ainda se decida prosseguir com a operação, controles preventivos para mitigação do risco devem ser estabelecidos, devem estar em vigor e a aprovação da hierarquia de gestão da empresa (gerente ou diretor) deve ser requerida (ANAC, 2017, p. 3).

Risco moderado (classificações 1A, 2A, 2B, 3B, 3C, 4C, 4D, 5D, 5E): a operação pode ocorrer com controles preventivos para mitigação do risco estabelecidos e que devem estar em vigor, conforme necessários. Operações neste nível de risco deveriam ser aprovadas por nível hierárquico imediatamente superior (chefia imediata) (ANAC, 2017, p. 3).

Baixo risco (classificações 1B, 1C, 2C, 2D, 3D, 3E, 4E): a operação pode ocorrer e controles preventivos para mitigação de risco e aprovação por nível hierárquico imediatamente superior (chefia imediata) são opcionais (ANAC, 2017, p. 3).

Risco muito baixo (classificações 1D, 1E e 2E): a operação é aceitável como concebida, e nenhum controle preventivo para mitigação de risco e aprovação é requerida para que ela ocorra (ANAC, 2017, p. 3).

De acordo com a ANAC, pelo menos três tipos de situações deveriam ser considerados na avaliação em cada cenário (dentre outros que o operador conseguir identificar):

- Perda do link;
- Existência de tráfego aéreo local; e
- Presença de pessoas não anuentes.

## 2.10 PLANEJAMENTO DE VOO

Para a solicitação ao espaço aéreo, qual é realizado pela plataforma SARPAS, é necessário um planejamento mínimo da operação a ser executada, assim como a necessidade de documentos específicos e pleno conhecimento de como decorrerá o voo.

- Escolha da aeronave (A mesma deve ser previamente cadastrada na plataforma SISANT);
- A finalidade da operação;
  - Padrão;
  - Recreativo;
  - Princípio da Sombra;
  - Aerolevanteamento;
- Localização da operação (Home Point):
  - Latitude (Graus decimais);
  - Longitude (Graus decimais);
- Detalhes da operação:
  - Tipo de operação;
  - Regra de voo aplicável;
  - Janela de operação:
    - Data (início e fim);
    - Horário referenciado ao UTC-Zulu (início e fim);
  - Ponto de decolagem e destino (quando aplicável);
  - Especificações do trajeto;
  - Altura de voo;
  - Documentação requerida;
  - Meios de comunicação (Serviço de Tráfego Aéreo ou Observador RPA) ;

O piloto em comando da aeronave é responsável pela ciência de todas as informações necessárias ao planejamento do voo (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2017, p. 12).

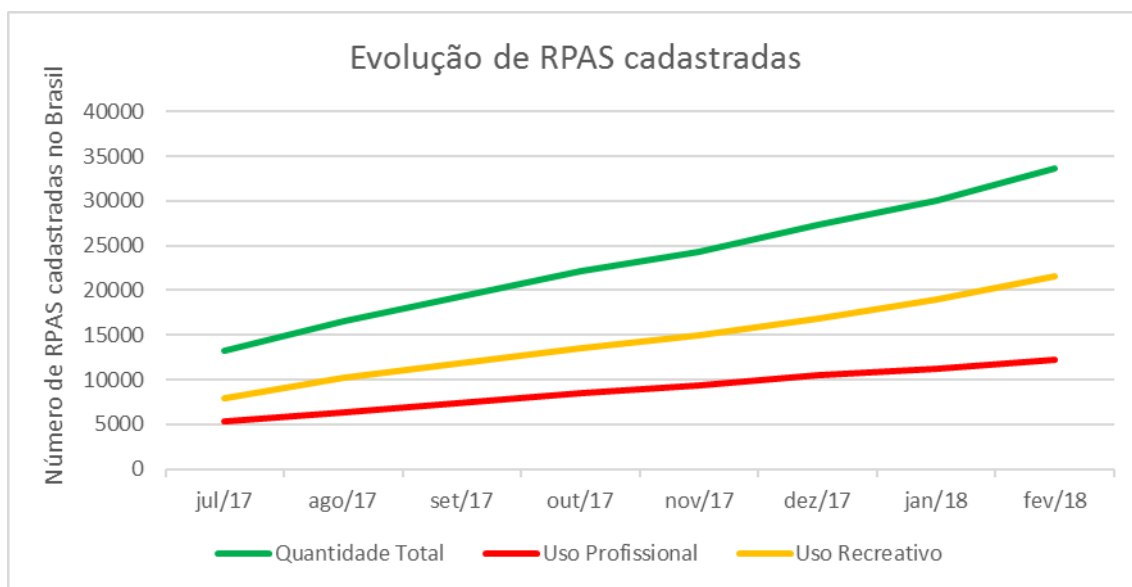
## 2.11 CRESCIMENTO DO MERCADO DE RPAS

De acordo com o último estudo de mercado publicado pelo Teal Group em agosto de 2015, que fornece previsões de dez anos, os RPAS continuam como o mais dinâmico setor de crescimento do mundo aeroespacial (BRASIL, 2016, p. 59).

Os custos dos RPAS variam consideravelmente, dependendo das especificações do produto e como a aeronave será utilizada. O mercado e as faixas de preço de RPAS militares e comerciais são, logicamente, muito diferentes (BRASIL, 2016, p. 61).

O Relatório sobre Drones da BI Intelligence, emitido em março de 2016, prevê, US\$ 12 bilhões de receita esperada da venda de drones em 2021 (BRASIL, 2016, p. 59).

No mês de fevereiro de 2018, 33675 aeronaves não tripuladas estavam cadastradas na ANAC, sendo 63,85% cadastradas como uso recreativo e 36,15% de uso profissional (ANAC, 2018), a figura 4 apresenta a evolução de RPAS e aeronaves recreativas cadastradas junto a ANAC.



**Figura 5 - Evolução de RPAS cadastradas.**  
**Fonte: ANAC (2018).**

## 2.12 ACIDENTES, INCIDENTES E OCORRÊNCIAS COM RPAS

Com o mercado em ascensão, a probabilidade de pessoas não capacitadas ou cientes dos perigos das operações com RPAS, estão tornando-se frequentes notícias de incidentes, acidentes ou situações adversas provocadas por RPAS.

A presença de um drone causou o fechamento do aeroporto de Congonhas, em São Paulo, para pousos e decolagens na noite de 12 de novembro de 2017 (DELFIM, 2017).

Um avião Boeing 737-700 entrou em colisão com um drone enquanto entrava em terra no aeroporto de Moçambique. A aeronave pertencente a Linhas Aéreas de Moçambique (LAM), estava se aproximando da capital da Tete com 80 passageiros a bordo quando ocorreu o incidente (JONES, 2017).

Em 2 de julho de 2017, o aeroporto de Gatwick no Reino Unido foi forçado a suspender suas pistas durante um total de 14 minutos porque um drone foi visto em espaço aéreo restrito (NICHOLLS, 2017).

Um avião que se preparava para aterrissar no aeroporto do Porto, quase colidiu com um drone a 450 metros de altitude, obrigando a tripulação a realizar várias manobras (PÚBLICO, 2017)

Seis pessoas ficaram feridas depois que um drone ficou fora de controle e caiu do céu no Japão (EDUARDO, 2017).

Um drone que fazia imagens da manifestação na Avenida Paulista a favor da Operação Lava Jato caiu perto do Museu de Arte de São Paulo (Masp) e atingiu a cabeça de uma mulher que estava junto a um grupo de pessoas (G1, 2017).

O pequeno Oscar Webb, de apenas 16 meses, brincava próximo a Simon Evans, que operava seu drone descuidadamente. Evans então perdeu o controle do aparelho, que atingiu o garotinho no rosto e danificou seriamente um de seus globos oculares (FARINACCIO, 2015).

## 2.13 GERENCIAMENTO DE RISCOS

De acordo com o dicionário Michaelis, risco é a possibilidade de perigo, que ameaça as pessoas ou o meio ambiente e ainda a probabilidade de prejuízo ou de insucesso em determinado empreendimento, projeto, coisa etc. em razão de acontecimentos incertos, que independe da vontade dos envolvidos.

Risco é a possibilidade de ocorrência de um evento que venha a ter impacto no cumprimento dos objetivos. O risco é medido em termos de probabilidade e de impacto (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2017, p. 4).

Probabilidade é a quantificação da possibilidade de ocorrência do evento, e impacto a consequência resultante da ocorrência do evento sobre os objetivos (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2017, p. 5).

Na prevenção de acidentes pode-se dizer que a análise de riscos consiste no estudo detalhado de um objeto, com a finalidade de identificar perigos e avaliar os riscos associados (CAPONI, 2004, p. 33).

O gerenciamento de risco, consiste no processo de controle de riscos compreendendo a formulação e a implantação de medidas e procedimentos técnicos e administrativos que têm por objetivo prevenir, reduzir e controlar os riscos, bem como manter uma instalação operando dentro de padrões de segurança considerados toleráveis ao longo de sua vida útil (Reis, 2006, p. 12).

O Gerenciamento de Riscos pode ser definido como o conjunto de procedimentos que visa controlar, monitorar e hierarquizar os riscos ASSOCIADOS (KLEMMANN, 2014, p. 16).

Já a avaliação de riscos é o processo de utilização dos resultados da análise de riscos para a tomada de decisão, através de critérios comparativos de riscos, para definição da estratégia de gerenciamento dos riscos e aprovação do licenciamento de um empreendimento (REIS, 2006, p. 7).

A análise de riscos, uma das principais linhas deste trabalho, é baseado na avaliação qualitativa ou quantitativa dos riscos apresentados por uma instalação ou atividade, baseada em técnicas de identificação de perigos, estimativa de frequências e consequências, análise de vulnerabilidade e na estimativa do RISCO (REIS, 2006, p. 7).

Existem diferentes métodos de gerenciamento de riscos, dentre eles alguns vantajosos outros não, de acordo com os processos envolvidos, muitas vezes a combinação de metodologias de gerenciamento fazem-se necessárias.

Dentre as metodologias de gerenciamento de riscos podem ser citadas as seguintes: APR, Árvore de falhas, *Checklist*, Diagrama de Ishikawa, FMEA, HAZOP, Matriz de risco, PMBOK, *What if* entre outras.

A metodologia proposta pela IS nº 94-003, enquadra-se em uma matriz de risco, sendo usual de operadores de RPAS o emprego de *checklists* antes, durante e ao fim das operações.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS DE USO DO SOLO

Visando o maior detalhamento possível, a etapa preliminar do estudo foi o levantamento da base cartográfica da área de estudo de diversas fontes, onde as feições de interesse foram definidas com base na legislação vigente, literaturas, notícias e conhecimento prático.

De acordo com a ICA 100-40, devem ser preservadas distâncias seguras de patrimônios em geral e pessoas não anuentes, essa distância considerada segura é igual ou maior que 30 metros, já para aeródromos a distância está entre 5 quilômetros para alturas de voo até 30 metros e 9 quilômetros para alturas de voo superiores a 30 metros.

Portanto as distâncias pré-determinadas de aeródromos cadastrados visam manter a segurança da aviação tripulada, sendo considerada assim áreas críticas para operações com RPAS.

Com relação a densidade populacional, o risco foi classificado utilizando como base uma área circular de raio igual a 30 metros e o número de pessoas não anuentes nesta área. Para que a operação em eventos com a presença de pessoas possa ser executada todos os presentes devem concordar com tal operação assim como estarem informados dos riscos inerentes.

As refinarias e postos de combustíveis foram definidos afastamentos mínimos de 30 metros, para além da preservação do patrimônio de terceiros, as RPAS não venham a ocasionar explosões em contato ou queda em áreas com suspensão de gases combustíveis.

Os corpos hídricos, em alguns sensores embarcados menos modernos e em baixas altitudes de voo, os sensores podem sofrer interferência da diferença de pressão atmosférica, acabando por cair na água.

Demais elementos, considerados como patrimônios públicos ou privados, foram respeitadas as distâncias mínimas (30 metros) exigidas na legislação vigente, definidos como elementos de interesse, os estabelecimentos de ensino onde ocorre elevada concentração de pessoas em intervalos de tempo bem definidos, os estabelecimentos penais além da concentração de pessoas as questões relacionadas a segurança pública, os estabelecimentos de saúde também é observado a concentração de pessoas e ainda o ruído emitido pelas RPAS, as rodovias e ferrovias são levadas em consideração devido ao fluxo de veículos ou locomotivas

possíveis prejuízos e transtornos aos usuários em caso de ocorrências adversas, linhas de transmissão podem oferecer interferências no sistema de navegação ou comunicação, a proximidade de torres de comunicação principalmente as que trabalham na mesma frequência são relatadas perdas de comunicação constantes e por fim as hidrelétricas que alterações no ciclo normal de trabalho, poderá prejudicar um grande número de pessoas.

Resumindo o raciocínio anterior, as feições que podem afetar as operações com RPAS, ou em decorrência de acidentes com RPAS, são consideráveis ou até catastróficas, são as seguintes:

- Aeródromos cadastrados;
- Densidade Populacional;
- Estabelecimentos de ensino;
- Estabelecimentos penais;
- Estabelecimentos de saúde;
- Ferrovias;
- Hidrelétricas;
- Hidrografia;
- Linhas de transmissão;
- Postos de combustíveis;
- Refinarias;
- Rodovias;
- Torres de telecomunicação.

### 3.2 DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS

Condições climáticas, também influenciam na segurança operacional, deve-se seguir sempre as especificações do fabricante do equipamento. Normalmente é indicado para preservar a segurança, não realizar voos em períodos com chuva ou neve, somente durante o dia, temperaturas extremas são definidas pelos fabricantes, com ventos inferiores a 10 m/s, visibilidade mínima de 5 quilômetros, índice de atividade solar menor que 5 Kp - Planetarische Kennziffer (índice planetário) este influencia na recepção de sinais de satélite que auxiliam no posicionamento das RPAS, e no mínimo 9 satélites da constelação GPS/GLONASS. Parâmetros estes definidos como ideais pela plataforma UAV Forecast, os fabricantes de RPAS podem propor valores diferentes.

### 3.3 FERRAMENTAS MOBILE

Com a popularidade dos dispositivos móveis, aplicativos de suporte às operações de RPAS são cada vez mais usuais, tratam desde a pilotagem, tráfego aéreo em tempo real e condições climáticas ideais as operações. A tabela 1, apresenta os aplicativos para dispositivos móveis mais populares.

*Tabela 1- Ferramentas Mobile.*

<i>Aplicativo</i>	<i>Proposta principal</i>
<i>UAV forecast</i>	Condições climáticas
<i>Hover</i>	Condições climáticas
<i>Flightradar24</i>	Tráfego aéreo
<i>Litchi</i>	Pilotagem
<i>Google Earth</i>	Planejamento
<i>Airmap</i>	Planejamento
<i>B4UFly</i>	Planejamento
<i>DroneDeploy</i>	Captura
<i>Pix4D Capture</i>	Captura
<i>Kittyhawk</i>	Gerenciamento e Planejamento
<i>Verifly</i>	Seguro sob demanda

*Fonte: O Autor (2018).*

Alguns dos aplicativos citados, não são funcionais no Brasil em decorrência da base de dados que o aplicativo faz uso não englobando o Brasil ou não atende a legislação vigente, por exemplo o B4UFly e o Verifly.

A aplicação Kittyhawk, reúne uma série de funcionalidades como as condições climáticas, uso do espaço aéreo em tempo real, *check-list* de verificação, criação de planos de voo, condições dos sensores, baterias e componentes, gerenciamento de aeronaves, gerenciamento de missões entre outras funcionalidades. É considerada pelos usuários umas das ferramentas mais completas para plataformas mobile para o gerenciamento de operações com RPAs.

### 3.4 CLASSIFICAÇÃO DOS RISCOS OPERACIONAIS

A classificação dos riscos, aconteceu para dois cenários, com voos até 30 metros de altura e para voos com altura de voo maior que 30 metros a 120 metros de altura. Seguindo a área de influência de cada feição de acordo com a ICA 100-40 e índices de probabilidade, severidade e classificação do risco da IS nº94-003, com aplicação da matriz de classificação, já apresentada na figura 3.

Algumas feições do uso de solo se sobrepõe, por consequência os seus riscos classificados, nestes casos prevaleceu o maior risco classificado. Visto que as análises têm como objetivo avaliar o pior cenário possível.

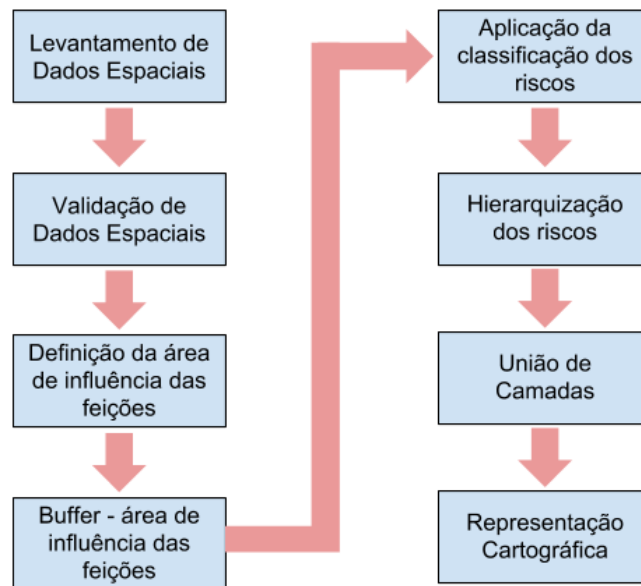
### 3.5 LEVANTAMENTO DE DADOS ESPACIAIS

O mapeamento de risco demanda de dados geoespaciais, onde cada feição possui uma ou um conjunto de coordenadas associadas, possibilitando análises baseadas na disposição espacial. De acordo com a classificação dos riscos foi necessário a coleta de dados geoespaciais para a composição de um banco de dados geográfico, dados estes referentes a feições que apresentam influência na segurança em operações com RPAS, sendo os seguintes com respectivas fontes:

- Limites do estado do Paraná (IBGE).
- Aeródromos cadastrados (ANAC);
- Refinarias (OSM);
- Estabelecimentos de ensino (GOOGLE);
- Estabelecimentos penais (GOOGLE);
- Estabelecimentos de saúde (GOOGLE);
- Rodovias (DNIT);
- Ferrovias (ANTAQ);
- Hidrografia (ANA, OSM);
- Hidrelétricas (IBGE);
- Linhas de transmissão (OSM);
- Torres de comunicação (ANATEL);
- Postos de combustível (GOOGLE, OSM);
- Densidade Populacional (ONU).

### 3.6 GEOPROCESSAMENTO

Com o banco de dados pré-estabelecido, áreas de influência de cada feição e classificação dos riscos, foram compiladas todas as informações em uma única camada, onde é possível analisar a feição de origem do risco, severidade, probabilidade e o risco operacional. Para construção da camada de risco seguiu-se o fluxograma a seguir (Figura 5), com o emprego de software de Sistema de Informação Geográfica (SIG).



*Figura 6 - Fluxograma simplificado da etapa de geoprocessamento.*

*Fonte: O Autor (2018).*

### 3.6 CONTROLE DE RISCOS PRÉ-VOO

Para operações com RPAS seguras, o piloto ou observador deve seguir todas as diretrizes regidas pela legislação vigente.

Previamente às operações deve inspecionar a aeronave com a finalidade de verificar a integridade da mesma e perfeito funcionamento dos componentes embarcados.

Verificar as condições climáticas citadas anteriormente e analisar se as mesmas não acarretam riscos à operação.

Observar a existência de concentração de pessoas, pássaros voando nas proximidades da RPAS, enxame de insetos, dentre outras variáveis esporádicas que possam vir a causar a elevação do risco operacional.

Ainda ter bem definido quais serão as ações, que o piloto deverá tomar em casos de emergência. A fim de evitar principalmente danos a terceiros ou patrimônios de terceiros.

Para delinear estas questões pré-voo, é de suma importância a análise e verificação de todas as variáveis citadas anteriormente, com o emprego de *check-lists* antes, durante e depois do voo.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 CLASSIFICAÇÃO DOS RISCOS

Utilizando como base a ICA 100-40, que trata de sistemas de aeronaves remotamente pilotadas e o acesso ao espaço aéreo brasileiro, foram compiladas informações a respeito de feições de interesse, distâncias mínimas a serem respeitadas, e quais as condições quando as distâncias mínimas não são respeitadas, tais são apresentadas na tabela a seguir.

**Tabela 2 - Áreas de influência.**

<i>Descrição</i>	<i>Afastamento</i>	<i>Autorização</i>
<i>Edificações</i>	> 30m	Proprietário
<i>Estruturas</i>	> 30m	Proprietário
<i>Patrimônios</i>	> 30m	Proprietário / responsável
<i>Animais</i>	> 30m	Proprietário / responsável
<i>Pessoas não anuentes</i>	> 30m	Não realizar a operação
<i>Helipontos - Alt. Voo &lt; 30m</i>	> 5,6 km	DECEA e demais atingidos
<i>Aeródromos cadastrados - Alt. Voo &lt; 30m</i>	> 5,6 km	DECEA e demais atingidos
<i>Rotas conhecidas de aeronaves - Alt. Voo &lt; 30m</i>	> 5,6 km	DECEA e demais atingidos
<i>Aeródromos cadastrados - Alt. Voo &gt; 30m e &lt; 120m</i>	> 9,3 km	DECEA e demais atingidos
<i>Helipontos - Alt. Voo &gt; 30m e &lt; 120m</i>	> 9,3 km	DECEA e demais atingidos
<i>Rotas conhecidas de aeronaves - Alt. Voo &gt; 30m e &lt; 120m</i>	> 9,3 km	DECEA e demais atingidos
<i>Refinarias</i>	> 30m	Autoridades responsáveis
<i>Plataformas de exploração de petróleo</i>	> 30m	Autoridades responsáveis
<i>Depósitos de combustível</i>	> 30m	Autoridades responsáveis
<i>Estabelecimentos penais</i>	> 30m	Autoridades responsáveis
<i>Áreas militares</i>	> 30m	Autoridades responsáveis
<i>Redes elétricas</i>	> 30m	Proprietário / concessionária
<i>Usinas hidroelétricas</i>	> 30m	Proprietário / concessionária
<i>Usinas termelétricas</i>	> 30m	Proprietário / concessionária
<i>Usinas nucleares</i>	> 30m	Proprietário / concessionária
<i>Redes de abastecimento de água</i>	> 30m	Proprietário / concessionária
<i>Redes de abastecimento de gás</i>	> 30m	Proprietário / concessionária
<i>Barragens ou represas</i>	> 30m	Proprietário / concessionária
<i>Redes de comunicação</i>	> 30m	Proprietário / concessionária
<i>Redes de vigilância de navegação aérea</i>	> 30m	Proprietário / concessionária
<i>Eventos com concentração de pessoas</i>	> 30m	Anuência dos presentes
<i>Hospitais</i>	> 30m	Proprietário / responsável
<i>Escolas</i>	> 30m	Proprietário / responsável

**Fonte: O Autor (2018).**

Definidas as feições de interesse e respectivas áreas de influência, considerando as ocorrências mais significativas, os riscos foram classificados para voos até 30 metros de altitude, apresentados na tabela 3.

**Tabela 3 - Classificação de risco operacional para voos menores que 30 metros de altitude.**

<i>Risco operacional RPAS - IS E94-003 &lt; 30 metros</i>				
<i>Feições</i>	<i>Área de</i>	<i>Probabilidade</i>	<i>Severidade</i>	<i>Risco</i>
<i>Aeródromos cadastrados</i>	5,6 km	3	A	Alto
<i>Aeródromos cadastrados</i>	9,3 km	2	A	Moderado
<i>Aeródromos cadastrados</i>	2,8 km	5	A	Extremo
<i>Helipontos</i>	5,6 km	3	A	Alto
<i>Helipontos</i>	9,3 km	2	A	Moderado
<i>Helipontos</i>	2,8 km	5	A	Extremo
<i>Densidade Populacional: &gt; 25</i>	Raio 30m	4	B	Alto
<i>Densidade Populacional: 16 - 25</i>	Raio 30m	3	B	Moderado
<i>Densidade Populacional: 11 - 15</i>	Raio 30m	2	B	Moderado
<i>Densidade Populacional: 4 - 10</i>	Raio 30m	1	B	Baixo
<i>Densidade Populacional: 0 - 1</i>	Raio 30m	1	E	Muito Baixo
<i>Linhas de transmissão</i>	30 m	3	D	Baixo
<i>Torres de comunicação</i>	30 m	3	D	Baixo
<i>Corpos Hídricos</i>	Local	4	E	Baixo
<i>Rodovias</i>	30 m	3	C	Moderado
<i>Ferrovias</i>	30 m	3	D	Baixo
<i>Refinarias</i>	30 m	3	A	Alto
<i>Depósitos de combustível</i>	30 m	3	B	Moderado
<i>Estabelecimentos penais</i>	30 m	3	D	Baixo
<i>Usinas de energia</i>	30 m	3	B	Moderado
<i>Hospitais</i>	30 m	3	D	Baixo
<i>Escolas</i>	30 m	3	B	Moderado

**Fonte: O Autor (2018).**

Com os mesmos parâmetros de uso do solo, foram classificados os riscos das operações com RPAS, para voos com altitude maior que 30 metros, conforme a tabela 4.

Considerando situações críticas de cada cenário para a operação de RPAS, as variáveis, aeródromos e helipontos (APÊNDICE A – Mapa de aeródromos cadastrados) foram classificadas considerando uma colisão de RPAS com uma aeronave tripulada, com morte ou danos graves a múltiplas pessoas, considerando ainda a probabilidade maior na metade (2,8 km) do raio definida pela ICA 100-40.

Para áreas com presença de pessoas (APÊNDICE I – Mapa de densidade populacional) foi considerado a queda ou a colisão de uma RPAS, atingindo uma ou diversas pessoas, acarretando em danos graves à saúde ou a vida do mesmo.

**Tabela 4 - Classificação de risco operacional para voos maiores que 30 metros de altitude.**

<i>Risco operacional RPAS - IS E94-003 &gt; 30 metros</i>				
<i>Feições</i>	<i>Área de</i>	<i>Probabilidade</i>	<i>Severidade</i>	<i>Risco</i>
<i>Aeródromos cadastrados</i>	5,6 km	4	A	Extremo
<i>Aeródromos cadastrados</i>	9,3 km	3	A	Alto
<i>Aeródromos cadastrados</i>	2,8 km	5	A	Extremo
<i>Helipontos</i>	5,6 km	4	A	Extremo
<i>Helipontos</i>	9,3 km	3	A	Alto
<i>Helipontos</i>	2,8 km	5	A	Extremo
<i>Densidade Populacional: &gt; 25</i>	Raio 30m	4	B	Alto
<i>Densidade Populacional: 16 - 25</i>	Raio 30m	3	B	Moderado
<i>Densidade Populacional: 11 - 15</i>	Raio 30m	2	B	Moderado
<i>Densidade Populacional: 4 - 10</i>	Raio 30m	1	B	Baixo
<i>Densidade Populacional: 0 - 1</i>	Raio 30m	1	E	Muito Baixo
<i>Linhas de transmissão</i>	30 m	2	D	Baixo
<i>Torres de comunicação</i>	30 m	2	D	Baixo
<i>Corpos Hídricos</i>	Local	3	E	Baixo
<i>Rodovias</i>	30 m	3	C	Moderado
<i>Ferrovias</i>	30 m	3	D	Baixo
<i>Refinarias</i>	30 m	3	A	Alto
<i>Depósitos de combustível</i>	30 m	3	B	Moderado
<i>Estabelecimentos penais</i>	30 m	3	D	Baixo
<i>Usinas de energia</i>	30 m	3	B	Moderado
<i>Hospitais</i>	30 m	3	D	Baixo
<i>Escolas</i>	30 m	3	B	Moderado

**Fonte: O Autor (2018).**

Na ocorrência de linhas de transmissão (APÊNDICE H – Mapa de linhas de transmissão de energia elétrica), foi considerada a colisão da RPAS com as linhas de alta tensão ou com as torres, onde as consequências são perda da RPAS devido a colisão, necessidade de reparos na linha de transmissão e danos ambientais (fogo, contaminação do solo).

As torres de comunicação (APÊNDICE M – Mapa de torres de comunicação), foi considerado a interferência no sistema de comunicação da RPAS, colisão com a própria torre ou elementos vizinhos, acarretando em danos a RPAS, danos a patrimônios de terceiros e danos ambientais.

Em áreas de corpos hídricos (APÊNDICE G – Mapa de hidrografia, corpos d'água), o fator agravante foi a mudança da interpretação da pressão pelo barômetro, instrumento que auxilia a manter a altura de voo, considerando assim a perda da RPAS, e danos ambientais, como a contaminação do corpo hídrico por componentes da bateria.

Nas rodovias (APÊNDICE L – Mapa de rodovias federais e estaduais), considerou-se a colisão com veículos em deslocamento, conseqüente danos a RPAS, danos aos veículos atingidos, a ocorrência acidentes envolvendo outros veículos ou pessoas, a distração do motorista quando percebida a presença de uma RPAS nas proximidades da rodovia e danos ambientais.

Para as ferrovias (APÊNDICE E – Mapa de ferrovias), considerou-se a queda ou colisão da RPAS com elementos da ferrovia ou locomotivas, acarretando em danos a RPAS, danos a componentes da ferrovia e danos ambientais.

Em diferentes proporções, porém com riscos semelhantes as refinarias (APÊNDICE K – Mapa de refinarias) e depósitos de combustíveis (APÊNDICE J – Mapa de postos e depósitos de combustíveis), em decorrência da queda ou colisão da RPAS com a estrutura, acarretará danos a RPAS, danos a equipamentos, vazamento de gases, líquidos inflamáveis ou demais oriundos de processos específicos, adentrando em atmosfera explosiva os motores geralmente elétricos podem provocar incêndios ou explosões, danos ao patrimônio de terceiros ao redor e danos ambientais graves.

As usinas de energia (APÊNDICE F – Mapa de hidrelétricas), em caso de colisão com elementos expostos da mesma, acarretará em perda da RPAS, danos ambientais (incêndios, contaminação do lago), danos ao patrimônio de terceiros e possíveis interrupções de distribuição e geração de energia.

Em operações próximas a estabelecimentos de saúde (APÊNDICE D – Mapa de estabelecimentos de saúde) e instituições de educação (APÊNDICE B – Mapa de estabelecimentos de ensino), em caso de acidentes considerando quedas, colisões ou a simples operação RPAS nas proximidades, acarretará na poluição sonora devido aos rotores da RPAS, danos ambientais (incêndios), danos ao patrimônio de terceiros e colisão com uma ou mais pessoas danos estes classificados de leves a graves a saúde dos atingidos.

Em estabelecimentos penais (APÊNDICE C – Mapa de estabelecimentos penais), o sobrevoo nas proximidades pode acarretar risco a segurança pública, onde a aeronave pode vir a ser abatida, levando ao ônus do proprietário em perda da RPAS e danos ambientais.

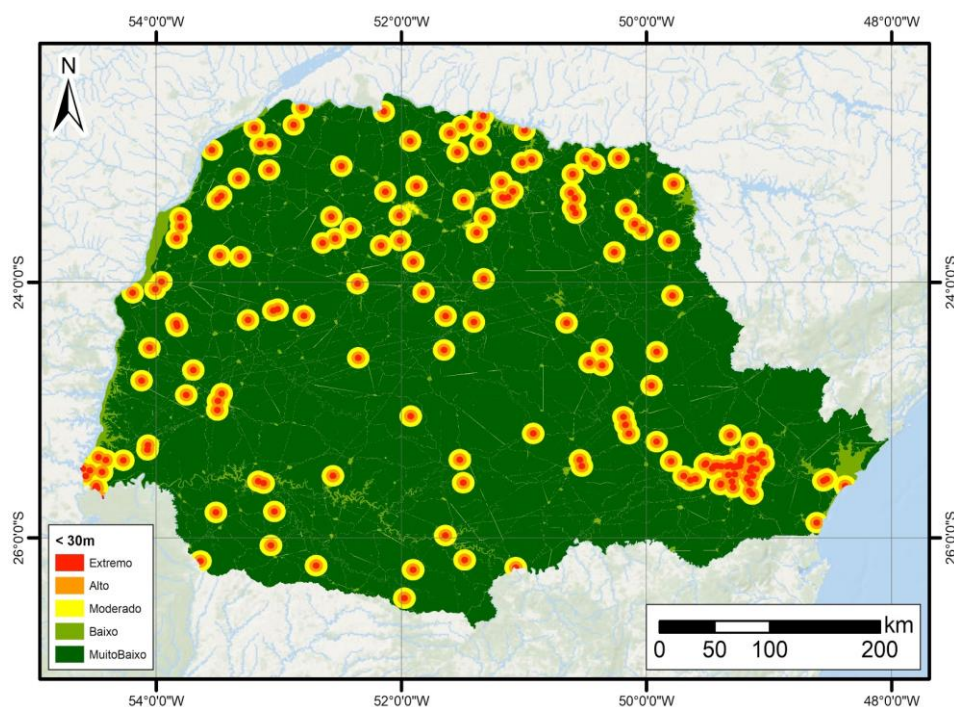
## 4.2 MAPEAMENTO DOS RISCOS

O mapeamento de riscos, decorreu-se em função das variáveis consideradas influentes a segurança operacional de RPAS, onde aeródromos, refinarias, estabelecimentos de ensino, estabelecimentos penais, estabelecimentos de saúde, rodovias, ferrovias, corpos d'água, hidrelétricas, linhas de transmissão, torres de comunicação, depósitos de combustíveis e densidade populacional são apresentados em mapas temáticos no item apêndice.

Outra variável mapeada, apresentada no item apêndice, foram as áreas especiais (APÊNDICE N – Mapa de área especiais para a aviação civil), na qual se enquadram as áreas perigosas, proibidas e as restritas. Áreas estas que demandam atenção especial para manter a segurança na aviação civil, mas que devem ser observadas também nas operações com RPAS.

Utilizando os limites do estado do Paraná disponibilizados pelo IBGE, e uma projeção cilíndrica equivalente, calculou-se a área total do estado, atingindo 199.307,34 km<sup>2</sup>, as análises a seguir são baseadas no percentual de área do estado.

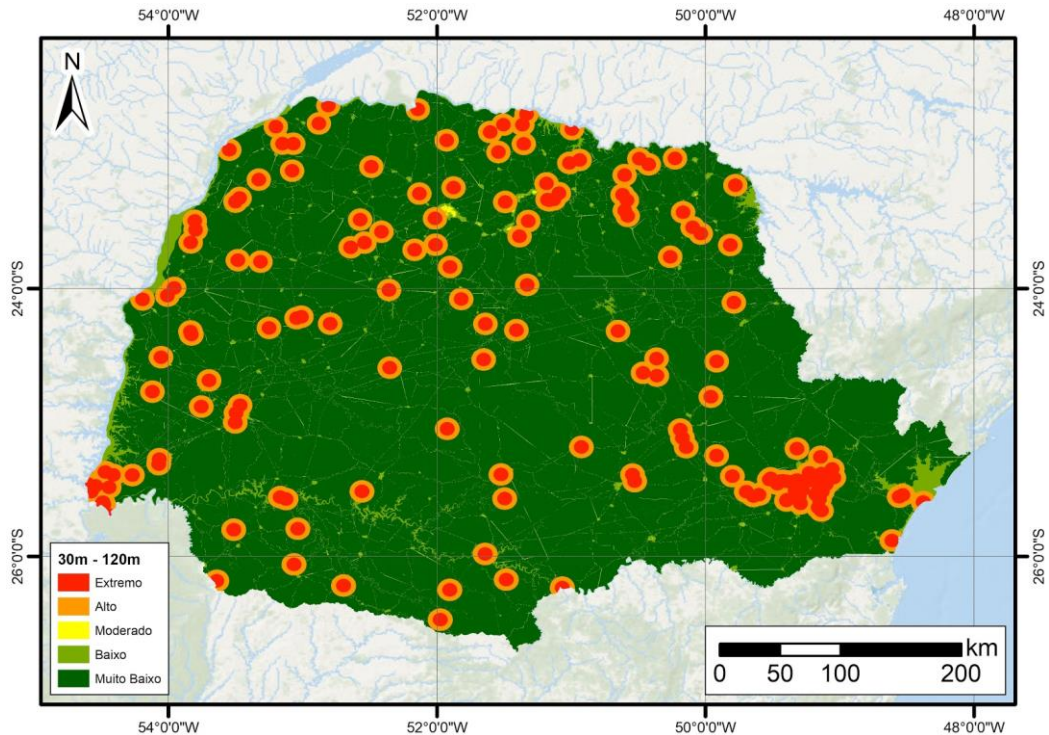
Seguindo a metodologia e a classificação de riscos definida, foi possível construir mapas de risco, para os dois cenários analisados. Para voos até 30 metros os riscos são apresentados na figura 6 e no apêndice O – Mapa de risco operacional para voos com até 30 metros de altitude.



*Figura 7 - Mapa de riscos para voos até 30 metros de altitude.*

*Fonte: O autor (2018).*

E para voos acima de 30 metros de altura, seguindo as diretrizes regidas pela legislação vigente, com altitude máxima de 120 metros. Os riscos para este cenário são apresentados na figura 7 e no apêndice P – Mapa de risco operacional para voos acima de 30 metros de altitude..



**Figura 8 - Mapa de riscos para voos acima de 30 metros de altitude.**

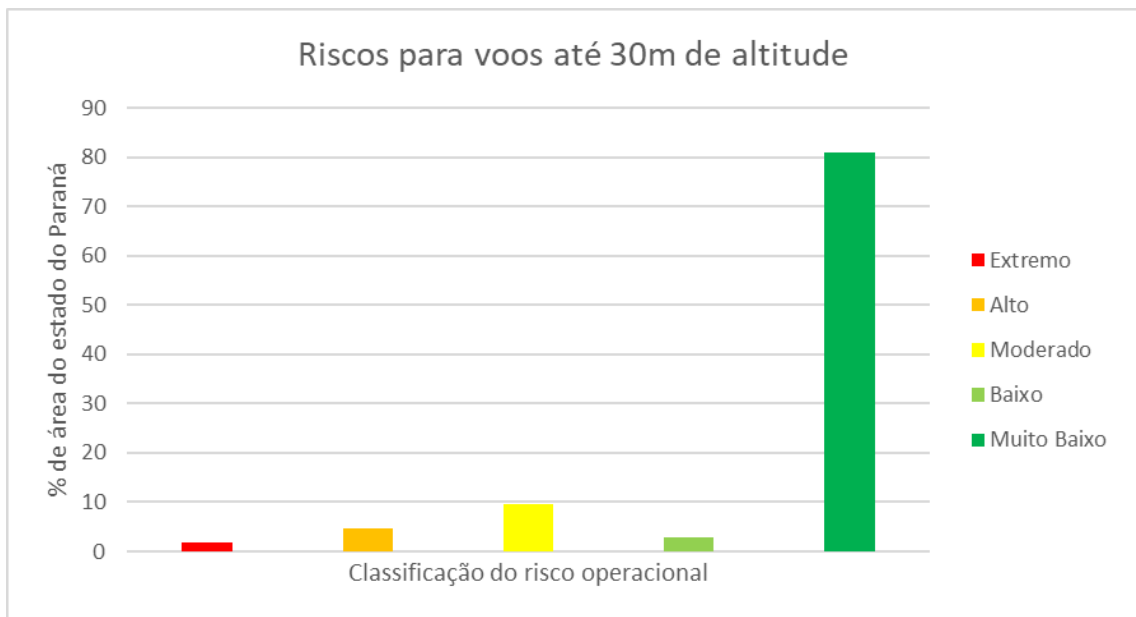
*Fonte: O Autor (2018).*

Na figura 8, são apresentados os riscos em percentual de área para voos até 30 metros de altitude, onde áreas com risco considerado muito baixo somam 80,86%, risco baixo 2,94%, risco moderado 9,58%, risco alto 4,71% e risco extremo 1,91% da área total do estado do Paraná.

Do mesmo modo na figura 9, são apresentados os riscos em percentual de área no estado para voos acima de 30 metros até 120 metros de altitude em relação ao solo, as áreas classificadas com riscos muito baixo e baixo não sofreram alterações, já para os demais foram observadas variações significativas onde o risco classificado como moderado agora corresponde a apenas 0,51% da área total do estado, risco alto 9,07% e o risco extremo 6,63%.

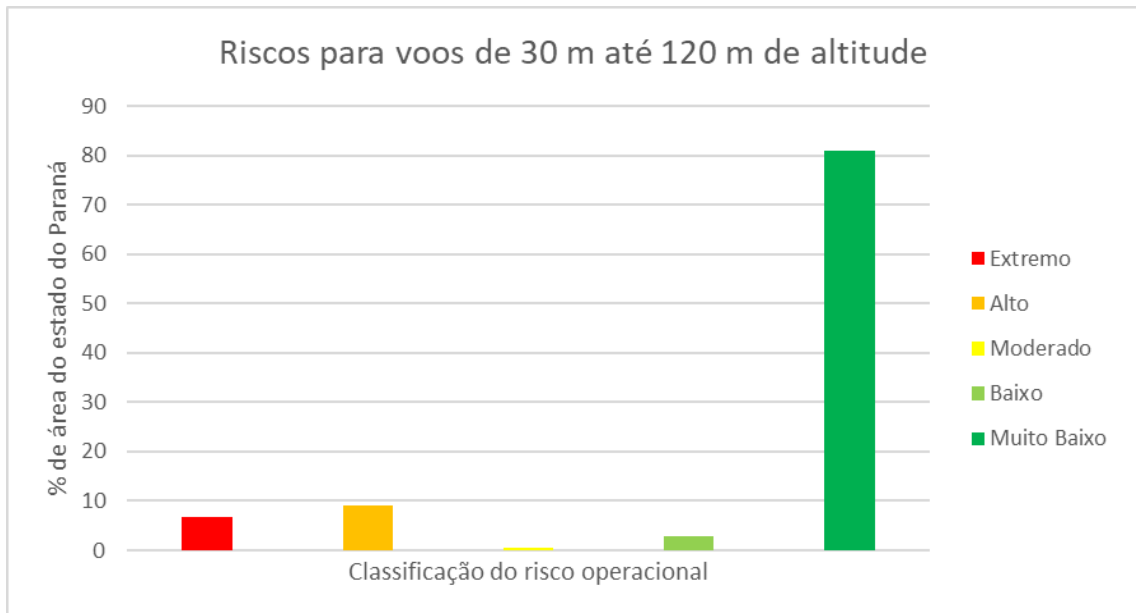
Efetuada a interseção dos dados de risco operacional com a área dos municípios, foi possível determinar quais municípios tem maior extensão de área considerada crítica para a

operação de RPAS. Para tal foi considerado somente as parcelas de risco extremo incidente nos municípios.



**Figura 9 - Percentual de riscos no estado para voos até 30 metros de altitude.**

*Fonte: O Autor (2018).*

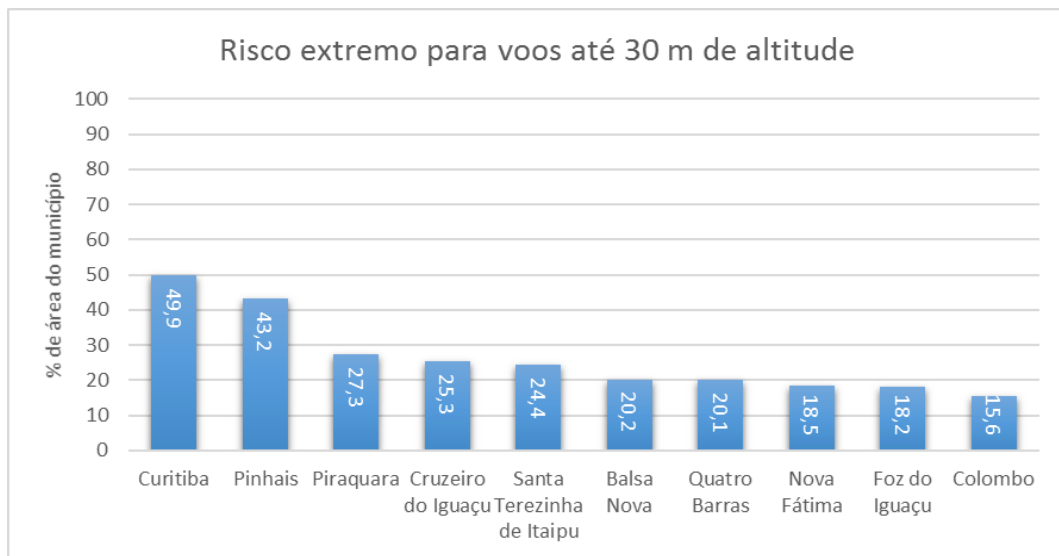


**Figura 10 - Percentual de riscos no estado para voos acima de 30 metros de altitude.**

*Fonte: O Autor (2018).*

No cenário com voos até 30 metros de altitude em relação ao solo, o município mais crítico é Curitiba com 49,9% da área total classificada como risco extremo para as operações de RPAS,

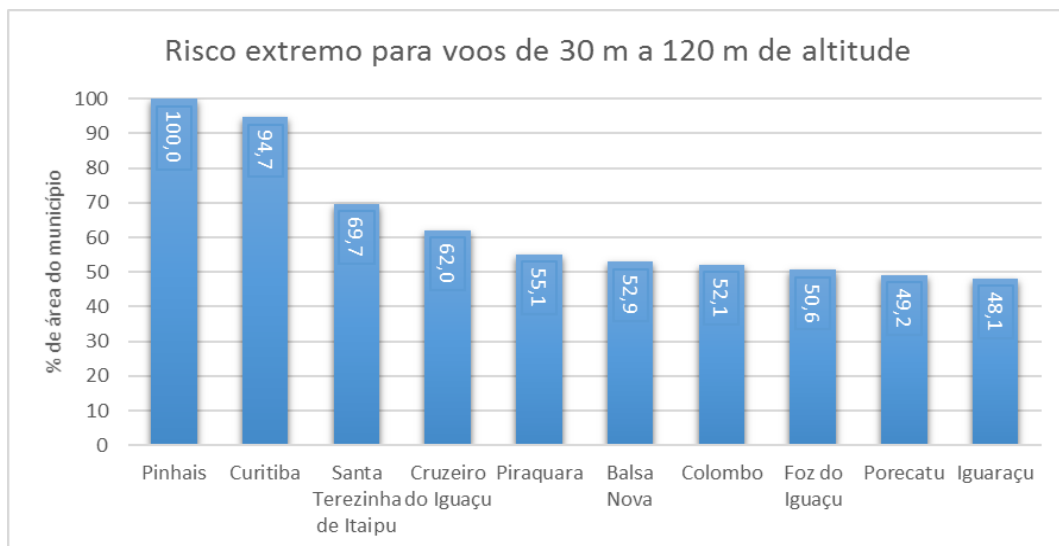
O gráfico a seguir (figura 10) mostra os 10 municípios com maior percentual de risco extremo para as operações até 30 metros de altitude.



**Figura 11 - Municípios com maior percentual de risco extremo em voos até 30 metros.**

*Fonte: O Autor (2018).*

Com o cenário com voos com altitudes acima de 30 metros até 120 metros em relação ao solo, tem-se o município de Pinhais com a área total classificada como risco extremo, Curitiba com 94,7% da área total também classificada como risco extremo. Os 10 municípios com maior percentual são apresentados no gráfico a seguir (figura 11).



**Figura 12 - Municípios com maior percentual de risco extremo em voos acima de 30 metros.**

*Fonte: O Autor (2018).*

O tempo de aprovação das solicitações de uso do espaço aéreo na plataforma sarpas é baseado em apenas duas variáveis (os aeródromos e as rotas de aeronaves tripuladas) as

demais ficam a cargo do operador analisar a área de estudo, seguir a legislação vigente e tomar as medidas de mitigação de risco, a ICA 100-40 apresenta um resumo das regras para acesso ao espaço aéreo (Figura 12).

REGRAS PARA ACESSO AO ESPAÇO AÉREO	PMD < 25 KG							PMD > 25 KG
	VOO ATÉ 100 FT AGL			VOO ENTRE 100 E 400 FT AGL			VOO ACIMA DE 400FT AGL	-
TIPO DE OPERAÇÃO	VLOS	VLOS	BVLOS (FPV)	VLOS	VLOS	BVLOS (FPV)	VLOS/BVLOS	-
GROUND SPEED MÁX	30 KTS	30 KTS	30 KTS	60 KTS	60 KTS	60 KTS	-	-
DISTÂNCIA DE AERODROMOS	≥ 03 NM	< 03 NM	-	≥ 05 NM	< 05 NM	-	-	-
AFASTAMENTO* DE PESSOAS NÃO ANUENTES	≥ 30 Metros	≥ 30 Metros	≥ 30 Metros	≥ 30 Metros	≥ 30 Metros	≥ 30 Metros	≥ 30 Metros	C. A.
AFASTAMENTO* DE PATRIMÔNIOS	≥ 30 Metros	≥ 30 Metros	≥ 30 Metros	≥ 30 Metros	≥ 30 Metros	≥ 30 Metros	-	-
AFASTAMENTO DE ROTAS DE AERONAVES TRIPULADAS	≥ 03 NM	< 03 NM	-	≥ 05 NM	< 05 NM	-	-	-
PERÍODO DA OPERAÇÃO	DIURNO NOTURNO	DIURNO NOTURNO	DIURNO NOTURNO	DIURNO NOTURNO	DIURNO NOTURNO	DIURNO NOTURNO	DIURNO NOTURNO	DIURNO NOTURNO
COMUNICAÇÃO BILATERAL COM ÓRGÃO ATS	NÃO	TALVEZ**	SIM	NÃO	TALVEZ**	SIM	SIM	SIM
SOLICITAÇÃO	SARPAS	SARPAS	SARPAS	SARPAS	SARPAS	SARPAS	SARPAS	SARPAS
EMIÇÃO DE NOTAM	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM
PRAZO PARA AUTORIZAÇÃO	ATÉ 45 MINUTOS	02 DIAS ÚTEIS	18 DIAS	02 DIAS ÚTEIS	18 DIAS	18 DIAS	18 DIAS	18 DIAS

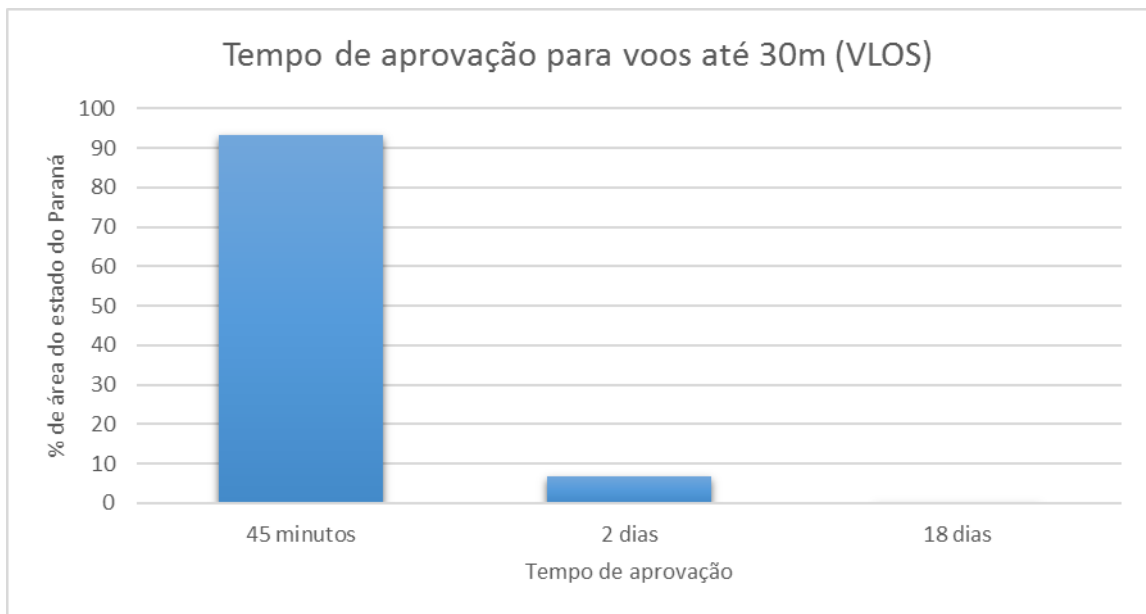
*Figura 13 - Resumo de regras para acesso ao espaço aéreo.*

*Fonte: Ministério da Defesa (2017).*

Para voos com até 30 metros de altitude, o tempo de aprovação (APÊNDICE Q – Mapa do tempo de aprovação para acesso ao espaço aéreo para voos com até 30 metros de altitude e operações VLOS) pode ser de até 2 dias, no estado do Paraná corresponde a 6,6% da área total, o restante 93,4% as autorizações de uso do espaço aéreo são concedidas em até 45 minutos, como é ilustrado no gráfico a seguir (Figura 13).

Em voos com altitude a partir de 30 metros até 120 metros de altitude (APÊNDICE R – Mapa do tempo de aprovação para acesso ao espaço aéreo para voos acima de 30 metros até 120 metros de altitude e operações VLOS.), as autorizações não são analisadas em 45 minutos

conforme no cenário anterior, para 84,3% levam até dois dias para emissão da autorização ou em 15,7% do estado chega a levar 18 dias (Figura 14).



**Figura 14 - Tempo de aprovação para voos até 30 metros de altitude.**

**Fonte: O Autor (2018).**



**Figura 15 - Tempo de aprovação para voos acima de 30 metros de altitude.**

**Fonte: O Autor (2018).**

Quando a operação for caracterizada como BVLOS (distância do operador maior de 500 metros), altitude acima do nível do solo maior que 400 pés (120 metros) ou ainda com peso máximo de decolagem maior que 25 quilogramas, o tempo de autorização de uso do espaço aéreo pode levar até 18 dias (APÊNDICE S – Mapa do tempo de aprovação para acesso ao

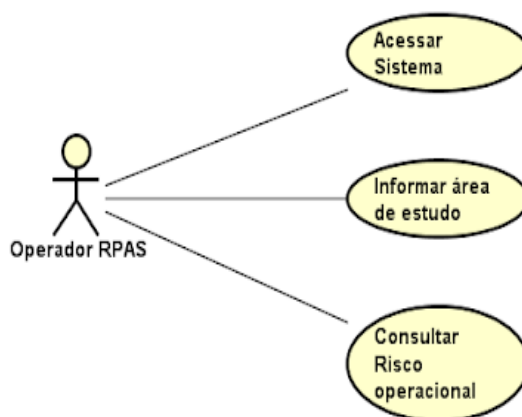
espaço aéreo para voos acima de 120 metros ou operações BVLOS). Visto estas situações, o pré-planejamento das operações se torna essencial para que as condições de segurança sejam mantidas e o operador esteja seguindo a legislação vigente.

#### 4.3 FERRAMENTA DE ANÁLISE GEOESPACIAL

Foi desenvolvida uma plataforma online para consulta do risco operacional nas atividades com RPAS, baseado em uma estrutura de WEBSIG, a seguir são apresentados o diagrama de casos de uso e o diagrama de classes.

O Diagrama de Casos de Uso nos permite distinguir o papel de cada o personagem envolvido em um sistema, desconsiderando o comportamento interno do sistema ou seja representa a interatividade do sistema.

Através do Diagrama de Casos de Uso, podemos fazer relações entre o usuário que exerce o papel de ator, tipo de ligação que exerce o papel de relacionamento de comunicação e uma ação que tem o papel de caso de uso, na figura 15 é apresentado o diagrama de casos de uso com respectivos usuários e suas possíveis operações no sistema



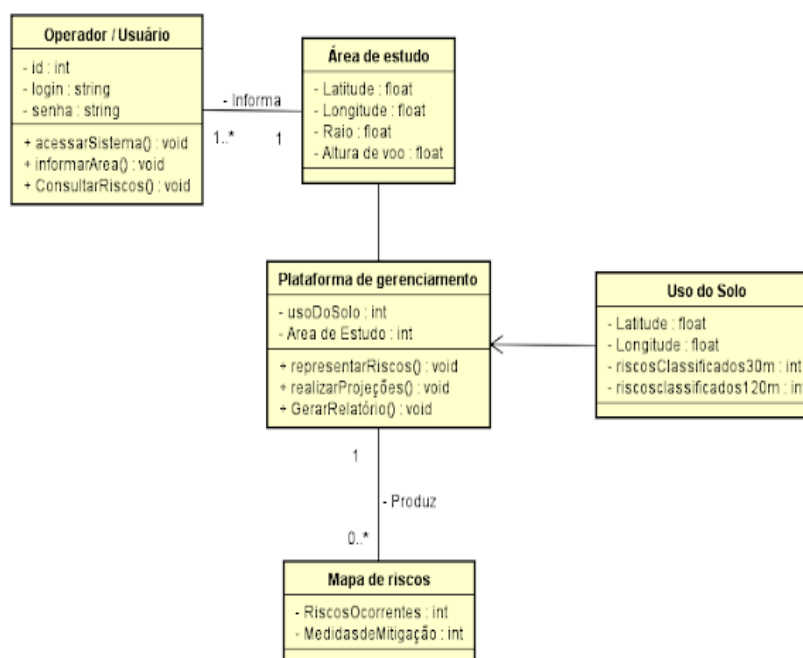
*Figura 16 - Diagrama de casos de uso.*

*Fonte: O Autor (2018).*

As classes utilizadas pelo OMT–G podem ser georreferenciadas ou convencionais. A classe georreferenciada descreve objetos ou um conjunto de objetos que possuem representação espacial e são associados a elementos reais que podem ser encontrados na superfície terrestre.

A classe convencional descreve um conjunto de objetos com instancia, atributos e operações, a qual pode ter relacionamentos com objetos espaciais porem não possui propriedades geográficas.

O diagrama de classes se encarrega da representação dos dados manipulados e armazenados pelos programas de acordo com os conceitos de orientação a objetos, no diagrama de classes onde cada instância que significa um objeto com propriedades geográficas ou não, dentro do sistema, estes dados representados se dividem em dois grupos de informações que são os atributos e as operações relacionadas ao objeto, na figura 16 é apresentado o diagrama de classes para o sistema de informação geográfica.



**Figura 17 - Diagrama de classes**

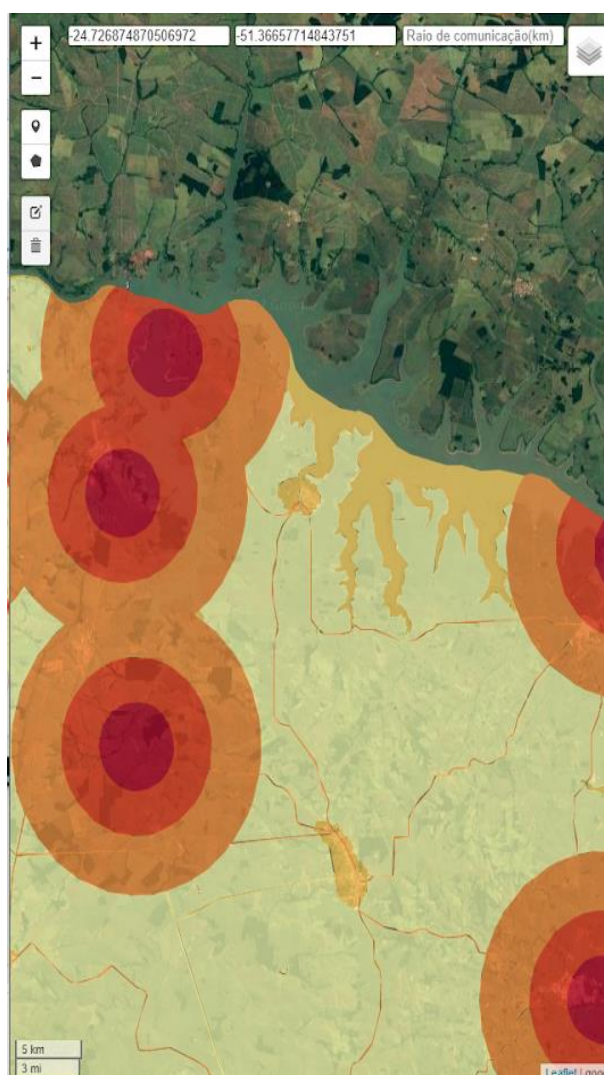
*Fonte: O Autor (2018).*

O desenvolvimento da plataforma, fez uso da IDE PyCharm, linguagens de programação HTML, CSS, JS e Python, as bibliotecas utilizadas foram Psycopg2 e Leaflet, o framework Flask, além das ferramentas GIS Qgis e PostgreSQL.

Resumidamente na plataforma o usuário entra com as coordenadas de seu Home-point (ponto de decolagem) ou seta o mesmo no mapa com auxílio de uma ferramenta gráfica da própria plataforma, informa o raio máximo de operação entorno deste Home-point a qual a altura máxima que a aeronave irá operar.

Em posse das informações inseridas pelo usuário, é criado no banco de dados temporariamente um buffer entorno do home-point com o valor de raio também inserido pelo usuário, de acordo com a altura de voo busca-se o shapefile específico com a classificação dos riscos. E retorna somente o risco da área de interesse do usuário, onde o mesmo pode verificar alguns atributos da classificação de riscos.

Para acessar a plataforma o usuário necessita somente de um navegador em um computador ou dispositivo móvel com acesso à internet, e posse das informações exigidas pelo sistema (Coordenadas geográficas decimais no sistema de referência WGS-84, raio máximo de operação em metros e altitude de voo em metros). Na figura 17 é apresentado a interface da plataforma.



**Figura 18 - Interface da plataforma de consulta de riscos operacionais.**

**Fonte: O Autor (2018).**

#### 4.4 PROPOSTAS PARA MITIGAÇÃO DOS RISCOS OPERACIONAIS

Sendo os riscos classificados em função do uso do solo, levando em consideração os piores cenários possíveis, serão dispostos cuidados e medidas de mitigação dos riscos classificados na área de influência de cada tipo de feição.

Para os aeródromos, helipontos e pistas de pouso:

- Solicitar autorização para acesso ao espaço aéreo na plataforma SARPAS, utilizando os parâmetros corretos e com antecedência;
- Estar atento a movimentação de aeronaves tripuladas;
- Emitir NOTAM sempre que necessário;
- Definir crash-sites para interromper a operação em segurança em caso de emergências;
- Fazer uso de plataformas online com informações do tráfego aéreo local em tempo real;
- Estabelecer comunicação efetiva com o órgão ATS;
- Examinar cartas aeronáuticas, com a finalidade de identificar rotas e cones de aproximação.

Para as refinarias e postos de combustíveis:

- Manter a distância mínima recomendada (30 metros) dos limites do empreendimento;
- Definir crash-sites para interromper a operação em segurança em caso de emergências;
- Não realizar operações quando houver o manuseio de produtos químicos ou inflamáveis na planta (Ex: descarga de combustível);
- Evitar ambientes com atmosfera explosiva.

Para rodovias e ferrovias:

- Manter a distância mínima recomendada (30 metros) do eixo;
- Evitar períodos com grande fluxo de veículos;
- Não sobrevoar em baixas altitudes, tomando a atenção dos usuários da via.

Para hidrografia e corpos d'água:

- Não sobrevoar em baixas altitudes;

- Estimar a altura de ondas, quando ocorrerem;
- Evitar transportar substâncias contaminantes.

Para usinas hidrelétricas:

- Não sobrevoar em baixas altitudes, na área do lago;
- Evitar transportar substâncias contaminantes.
- Manter a distância segura recomendada (30 metros) do demais elementos da usina. (Ex: Áreas de geração e transmissão de energia)

Para linhas de transmissão:

- Manter a distância mínima recomendada (30 metros), dos cabos de alta tensão e torres;
- Analisar as interferências provenientes do campo eletromagnético sobre os sensores de posicionamento da RPAS;
- Verificar a direção do vento, para posicionamento quando possível a jusante da linha de acordo com a direção.

Para as torres de comunicação:

- Manter a distância mínima recomendada (30 metros);
- Estimar a altura das torres na área de operação;
- Operar em pequenas distâncias entre a RPAS e o RPS, para que a qualidade do sinal de comunicação se mantenha;
- Analisar as interferências provenientes do campo eletromagnético sobre os sensores de posicionamento da RPAS;
- Analisar as interferências provenientes das frequências de comunicação;

Para estabelecimentos de ensino e pesquisa:

- Manter a distância mínima recomendada (30 metros), dos limites das instituições;
- Operar em horários com baixo fluxo de pessoas, evitando horários de entrada, saída e intervalo;
- Não operar em baixas altitudes, acarretando distrações nos ocupantes do recinto.

Para estabelecimentos de saúde:

- Manter a distância mínima recomendada (30 metros), dos limites das instituições;
- Não operar em baixas altitudes, devido a perturbação sonora emitida pelas RPAS.

Para estabelecimentos penais:

- Manter a distância mínima recomendada (30 metros), dos limites das instituições, devido a manutenção da segurança pública.

Para concentração elevada de pessoas:

- Manter a distância mínima recomendada (30 metros);
- Buscar anuência dos envolvidos;
- Isolar a área de pouso e decolagem;
- Definir crash-sites para interromper a operação em segurança em caso de emergências.

#### 4.5 OUTRAS VARIÁVEIS A SEREM CONSIDERADAS

Vale ressaltar que além do uso do solo, as demais variáveis que exercem influências sobre a operação de RPAS devem ser levadas em consideração, dentre elas as variáveis climáticas: vento, temperatura de operação, probabilidade de precipitação, distância de visibilidade, índice kp. As variáveis de posicionamento como: A máscara de elevação GNSS, com a finalidade de mitigar a ocorrência de multicaminhamento, utilizar o maior número de satélites saudáveis quando o dispositivo permite selecionar constelações diversas (Ex: GPS + GLONASS), verificação e calibração quando necessário dos sensores inerciais e demais sensores internos. Observação criteriosa de variáveis esporádicas como a presença de pessoas, presença de aves, voos de outros RPAS, voos de aeronaves tripuladas que estão sobrevoando a área em caráter de emergência dentre outras que possam acarretar em acidentes em virtude das operações.

## 5 CONCLUSÃO

O mapeamento do risco operacional para o estado do Paraná, possibilitou a distribuição espacial das classes de risco, servindo de base para construção da análise de risco para atender a IS N° E94-003, possibilitando a identificação de áreas e municípios críticos a operação de RPAS no estado, indicando o tempo máximo para a aprovação de acesso ao espaço aéreo, assim como uma diretriz a respeito dos fatores que influenciam na segurança operacional de RPAS seguido da proposta de medidas de mitigação dos mesmos.

A legislação atual, além de apresentar as diretrizes a serem seguidas em operações com RPAS, direcionam o usuário a analisar o meio no qual irá operar construindo uma análise crítica principalmente em relação a operação segura. Podem ser identificadas na legislação vigente as situações e locais que apresentam riscos às atividades desenvolvidas com RPAS, no que diz respeito a segurança de aeronaves tripuladas, pessoas e patrimônio de terceiros. É ainda válido, mesmo que a legislação não destaque considerar danos ambientais e danos ao próprio equipamento. Pois seguindo o raciocínio que o operador não quer em hipótese alguma ter prejuízos por menor que seja com seus equipamentos as demais variáveis também estarão protegidas.

A classificação de riscos e posterior mapeamento possibilita uma nova perspectiva no quesito segurança a respeito das operações RPAS, onde ainda muitas pessoas operam tais equipamentos sem o preparo necessário e sem consciência das possíveis consequências de operações em desacordo com a legislação podem vir a causar. A IS N° E94-003 da ANAC apresenta-se de fundamental importância para início das análises de risco, onde a mesma sugere que os operadores a otimizem de acordo com demandas específicas, no caso deste trabalho onde foram adicionadas e classificadas novas variáveis a análise inicialmente proposta.

A implementação de uma ferramenta de pré-análise de risco operacional, baseado em sistemas de informação geográfica para plataformas web, vem a facilitar as atividades de gestores e operadores de RPA, para a determinação da classe de risco de acordo com a área de estudo determinada, além de minimizar a tendenciosidade das análises de risco, visto a negligência aos riscos expostos ou a elevada autoconfiança de operadores experientes.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL **Orientações para usuários de drones**. 1ª Edição, Assessoria de Comunicação Social, Brasília, DF, 2017. 24 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL **Procedimentos para elaboração e utilização de avaliação de risco operacional para operadores de aeronaves não tripuladas – IS N° E94-003**. 2017. 10 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL **Requisitos gerais para aeronaves não tripuladas de uso civil – RBAC-E n° 94**. 2017. 26 p.

BRASIL **Estudo sobre a indústria brasileira e europeia de veículos aéreos não tripulados**. Diálogos Setoriais União Europeia - Brasil, 2016. 92 p.

BRASIL **Lei n° 7.565, de 19 de dezembro de 1986 - dispõe sobre o código brasileiro de aeronáutica**. Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos, 1986. 45 p.

BOANOVA FILHO, J. L. B. **Aeronaves não tripuladas no brasil e sua regulação**. Revista Brasileira de Direito Aeronáutico e Espacial, Rio de Janeiro, RJ, n. 96, p. 49-51, 2014.

BOERY, M. N. de O. **Veículos aéreos não tripulados e a segurança de voo: uma análise no contexto internacional**. 3º Seminário de Relações Internacionais da Associação Brasileira de Relações Internacionais, Florianópolis, SC, 2016. 18 p.

CAPONI, A. C. **Proposta de método para identificação de perigos e para avaliação e controle de riscos na construção de edificações**. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2004. 210 p.

DELFIN, R. B. **Drone fecha Congonhas por 2 horas, afeta voos e complica rotina de passageiros**. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2017/11/1934992-drone-fecha-congonhas-por-2h-afeta-voos-e-complica-passageiros.shtml>>. Acesso em: 28 de fevereiro de 2018.

DJI **Phantom series.Pro-Level Aerial Imaging**. Disponível em: <<https://www.dji.com/products/phantom?site=brandsite&from=nav>>. Acesso em: 28 de maio de 2018.

EDUARDO, P. **Seis pessoas ficaram feridas depois que um drone ficou fora de controle e caiu do céu no Japão**. Disponível em: <<https://noticiaalternativa.com.br/drone-cai/>>. Acesso em: 28 de fevereiro de 2018.

G1 **Drone cai e atinge mulher durante manifestação na Av. Paulista**. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/drone-cai-e-atinge-mulher-durante-manifestacao-na-avenida-paulista-veja-video.ghtml>>. Acesso em: 28 de fevereiro de 2018.

JONES S. **Drone crashes into Boeing 737 jet plane coming into land at Mozambique airport**. Disponível em: <<https://www.mirror.co.uk/news/world-news/drone-crashes-boeing-737-jet-9574073>>. Acesso em: 28 de fevereiro de 2018.

KLEMMANN, L. **Riscos em atividades de uma obra rodoviária – análise em obra de mobilidade urbana na região metropolitana de Curitiba.** Monografia de especialização, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2014. 52 p.

MINISTÉRIO DA DEFESA **Aeronaves remotamente pilotadas para uso recreativo aeromodelos – AIC nº17/17.** Comando da Aeronáutica, Departamento do Controle do Espaço Aéreo, Rio de Janeiro, RJ, 2017. 12 p.

MINISTÉRIO DA DEFESA **Aeronaves remotamente pilotadas para uso em proveito dos órgãos ligados aos governos federal, estadual ou municipal – AIC nº23/17.** Comando da Aeronáutica, Departamento do Controle do Espaço Aéreo, Rio de Janeiro, RJ, 2017. 14 p.

MINISTÉRIO DA DEFESA **Aeronaves remotamente pilotadas para uso exclusivo em operações dos órgãos de segurança pública, da defesa civil e de fiscalização da receita federal – AIC nº 24/17.** Comando da Aeronáutica, Departamento do Controle do Espaço Aéreo, Rio de Janeiro, RJ, 2017. 15 p.

MINISTÉRIO DA DEFESA **Apostila de gestão de riscos.** Comando do Exército, 1ª Versão, Seção de planejamento e estudos, Brasília, DF, 2017. 33 p.

MINISTÉRIO DA DEFESA **ICA 100-11 – Plano de voo.** Comando da Aeronáutica, Departamento do Controle do Espaço Aéreo, Tráfego Aéreo, 2017. 31 p.

MINISTÉRIO DA DEFESA **ICA 100-12 - Regras do ar.** Comando da Aeronáutica, Departamento do Controle do Espaço Aéreo, Tráfego Aéreo, 2016. 79 p.

MINISTÉRIO DA DEFESA **ICA 100-37 - Serviços de tráfego aéreo.** Comando da Aeronáutica, Departamento do Controle do Espaço Aéreo, Tráfego Aéreo, 2016. 208 p.

MINISTÉRIO DA DEFESA **ICA 100-40 - Sistemas de aeronaves remotamente pilotadas e o acesso ao espaço aéreo brasileiro.** Comando da Aeronáutica, Departamento do Controle do Espaço Aéreo, Tráfego Aéreo, 2017. 55 p.

NICHOLLS, W. **This is the Chaos Caused by Flying a Drone Near an Airport.** Disponível em: <<https://petapixel.com/2017/10/30/chaos-caused-flying-drone-near-airport/>>. Acesso em: 28 de fevereiro de 2018.

PÚBLICO **Avião evita colisão com drone quando se preparava para aterrar no Porto.** Disponível em: <<https://www.publico.pt/2017/06/01/sociedade/noticia/aviao-evita-colisao-com-drone-quando-se-preparava-para-aterrar-no-aeroporto-do-porto-1774311>>. Acesso em: 28 de fevereiro de 2018.

REIS, H. G. dos. **Exigências de análise de risco de acidentes, para fins de licenciamento, em instalações que manipulam substâncias perigosas, e proposição de abordagem para atendimento.** Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2006. 165 p.

SILVA, L. T. G. **Modelagem, simulação e controle de um vant quadricóptero.** Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, 2015. 56 p.

**FARINACCIO Acidente terrível com drone termina com bebê perdendo um olho.**  
Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/drones/91103-acidente-terrivel-drone-termina-com-bebe-perdendo-olho.htm>>. Acesso em: 28 de fevereiro de 2018.

## APÊNDICES

APÊNDICE A – Mapa de aeródromos cadastrados (aeroportos, helipontos e pistas de pouso).

APÊNDICE B – Mapa de estabelecimentos de ensino.

APÊNDICE C – Mapa de estabelecimentos penais.

APÊNDICE D – Mapa de estabelecimentos de saúde.

APÊNDICE E – Mapa de ferrovias.

APÊNDICE F – Mapa de hidrelétricas.

APÊNDICE G – Mapa de hidrografia, corpos d'água.

APÊNDICE H – Mapa de linhas de transmissão de energia elétrica.

APÊNDICE I – Mapa de densidade populacional.

APÊNDICE J – Mapa de postos e depósitos de combustíveis.

APÊNDICE K – Mapa de refinarias.

APÊNDICE L – Mapa de rodovias federais e estaduais.

APÊNDICE M – Mapa de torres de comunicação.

APÊNDICE N – Mapa de área especiais para a aviação civil.

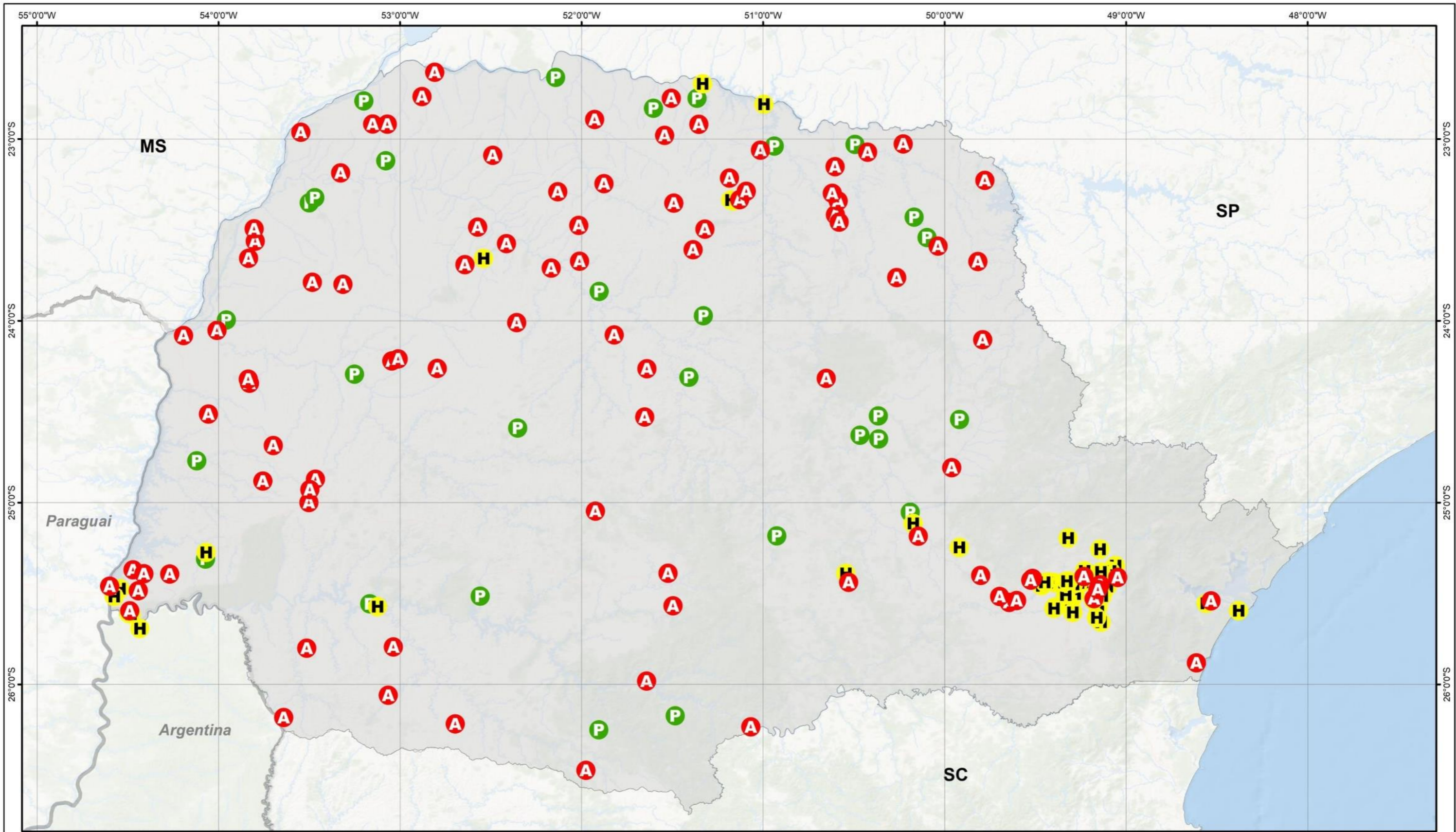
APÊNDICE O – Mapa de risco operacional para voos com até 30 metros de altitude.

APÊNDICE P – Mapa de risco operacional para voos acima de 30 metros de altitude.

APÊNDICE Q – Mapa do tempo de aprovação para acesso ao espaço aéreo para voos com até 30 metros de altitude e operações VLOS.

APÊNDICE R – Mapa do tempo de aprovação para acesso ao espaço aéreo para voos acima de 30 metros até 120 metros de altitude e operações VLOS.

APÊNDICE S – Mapa do tempo de aprovação para acesso ao espaço aéreo para voos acima de 120 metros ou operações BVLOS.



**LOCALIZAÇÃO GERAL**



**LOCALIZAÇÃO**



**LEGENDA**

- A Aeródromo
- H Heliponto
- P Pista de pouso
- Estado do Paraná
- Limites Estaduais
- Limites Internacionais

**CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS**

0 12.5 25 50 75 100 km

N

Sistema de Referência: WGS 1984

Fonte de dados  
 Aeródromos - ANAC 2017;  
 Limites estaduais - IBGE, 2015;  
 Limites internacionais - IBGE, 2015;  
 BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA & NGDC.

**INFORMAÇÕES GERAIS**

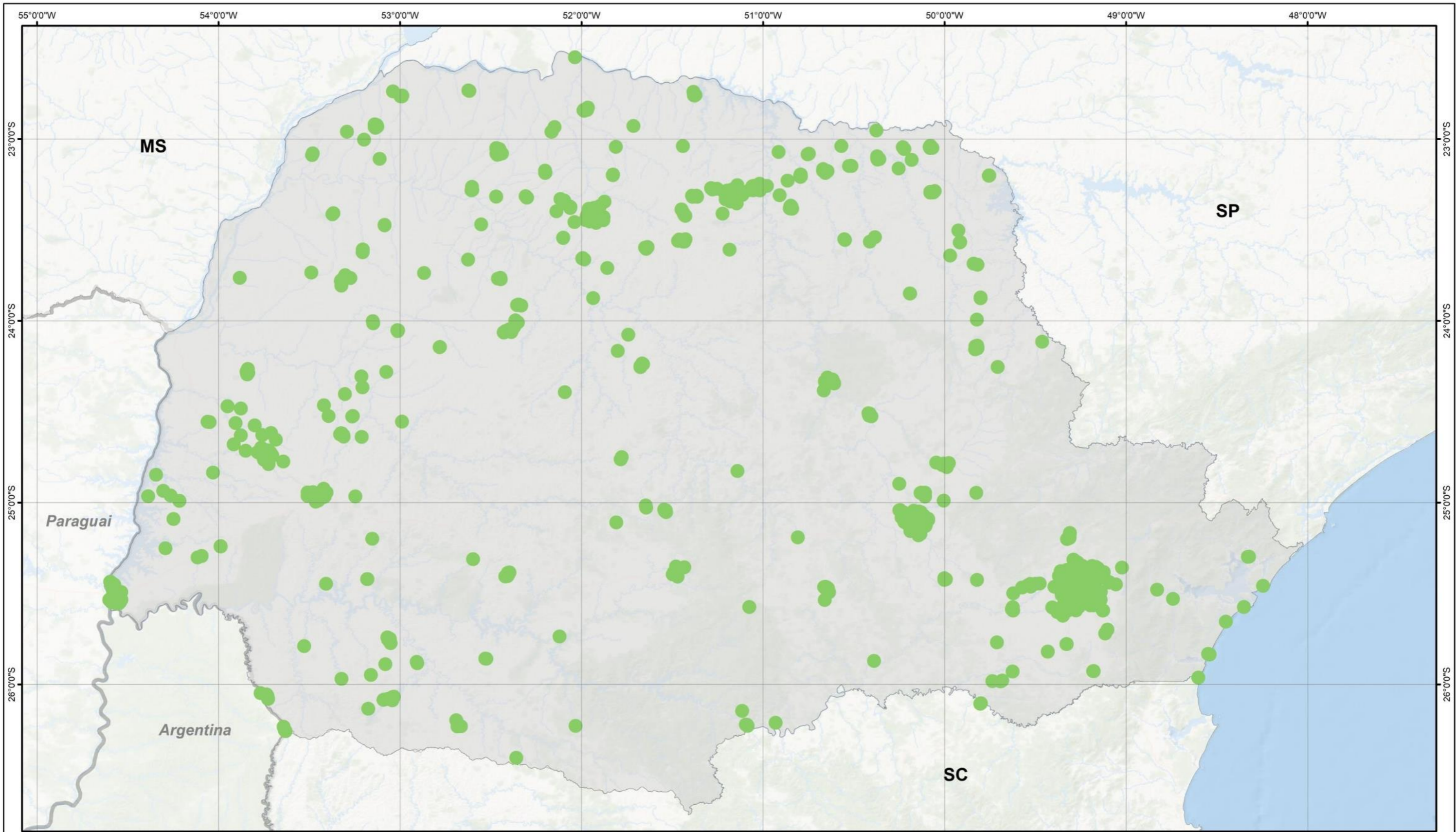
**UTFPR**  
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

**MAPA DE AERÓDROMOS CADASTRADOS**

**PROJETO**  
 MAPEAMENTO DO RISCO OPERACIONAL  
 PARA OPERAÇÃO DE RPAS NO ESTADO DO PARANÁ

**ESCALA**  
 1:2.250.000 | 1 cm = 22.5 km

**PRANCHA** p. 54  
 Aerodromos-RPAS-PR



**LOCALIZAÇÃO GERAL**



**LOCALIZAÇÃO**



**LEGENDA**

- Estabelecimentos de Ensino
- Estado do Paraná
- Limites Estaduais
- Limites Internacionais

**CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS**

0 12.5 25 50 75 100 km

N

Sistema de Referência: WGS 1984

Fonte de dados  
 Estabelecimentos de Ensino - GOOGLE 2017;  
 Limites estaduais - IBGE, 2015;  
 Limites internacionais - IBGE, 2015;  
 BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA & NGDC.

**INFORMAÇÕES GERAIS**

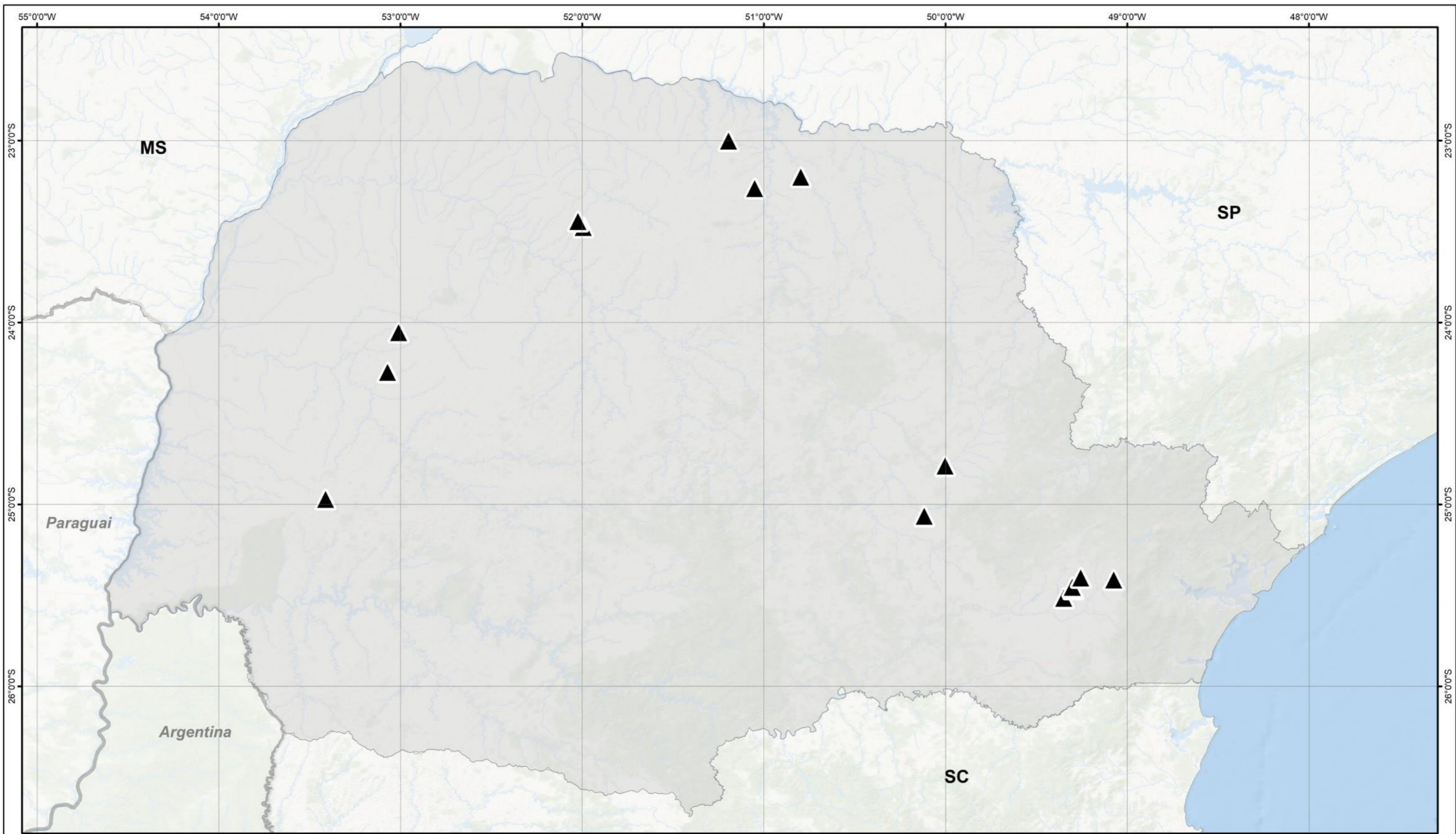
**UTFPR**  
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

**MAPA DE ESTABELECIMENTOS DE ENSINO**

**PROJETO**  
 MAPEAMENTO DO RISCO OPERACIONAL  
 PARA OPERAÇÃO DE RPAS NO ESTADO DO PARANÁ

**ESCALA**  
 1:2.250.000 | 1 cm = 22.5 km

**PRANCHA** p.55  
 Est-Ensino-RPAS-PR







**LOCALIZAÇÃO GERAL**




**LOCALIZAÇÃO**



**LEGENDA**

-  Estabelecimentos Penais
-  Estado do Paraná
-  Limites Estaduais
-  Limites Internacionais

**CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS**

0 12.5 25 50 75 100 km 

Sistema de Referência: WGS 1984

Fonte de dados  
 Estabelecimentos Penais - GOOGLE 2017;  
 Limites estaduais - IBGE, 2015;  
 Limites internacionais - IBGE, 2015;  
 BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA & NGDC.

**INFORMAÇÕES GERAIS**

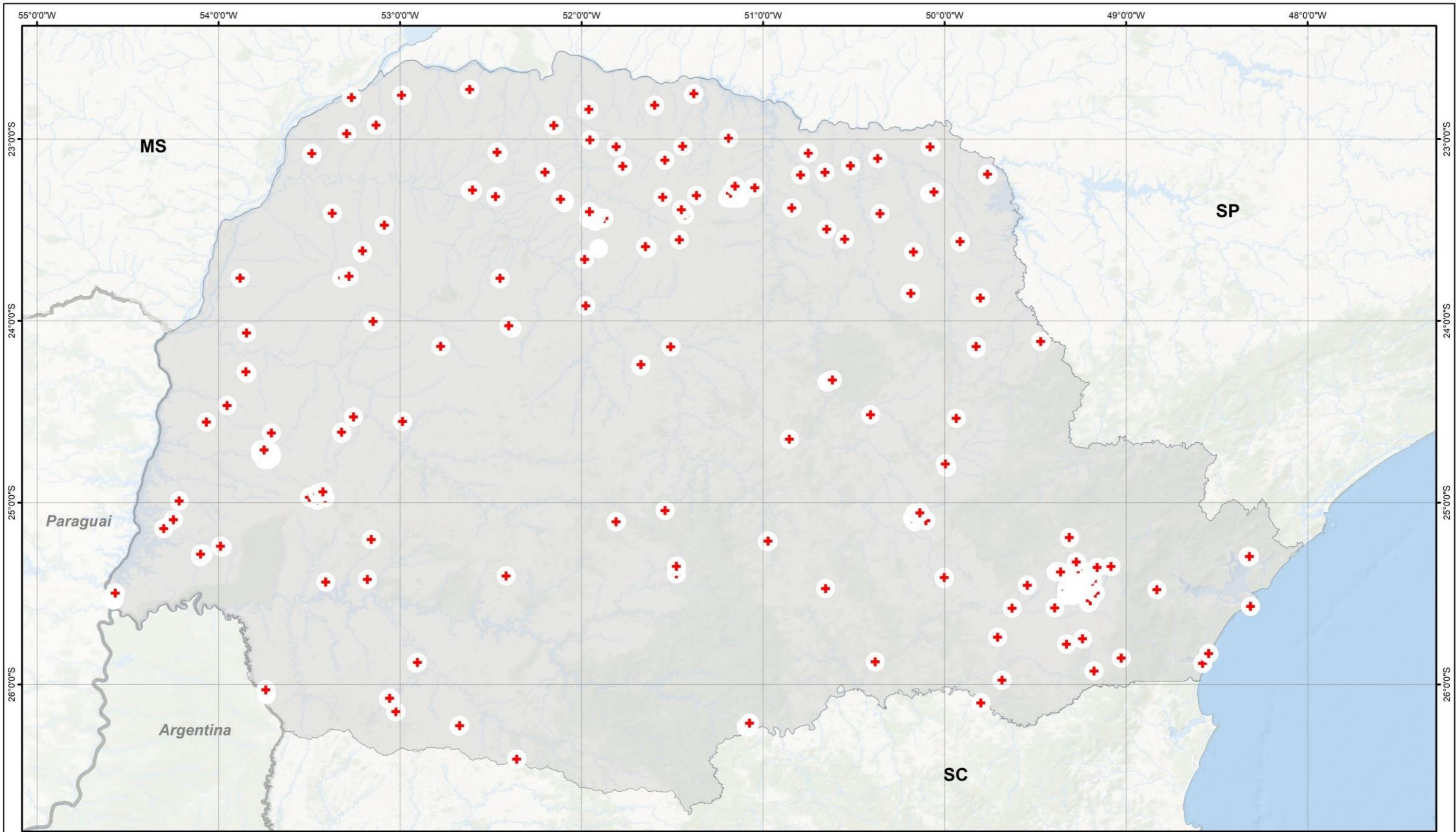
  
 UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

**MAPA DE ESTABELECIMENTOS PENAIS**

**PROJETO**  
 MAPEAMENTO DO RISCO OPERACIONAL  
 PARA OPERAÇÃO DE RPAS NO ESTADO DO PARANÁ

**ESCALA**  
 1:2.250.000 | 1 cm = 22.5 km

**PRANCHA** p. 56  
 Est-Penais-RPAS-PR



**LOCALIZAÇÃO GERAL**



**LOCALIZAÇÃO**



**LEGENDA**

- + Estabelecimentos de Saúde
- Estado do Paraná
- Limites Estaduais
- Limites Internacionais

**CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS**

0 12.5 25 50 75 100 km

N

Sistema de Referência: WGS 1984

Fonte de dados  
 Estabelecimentos de Saúde - GOOGLE 2017;  
 Limites estaduais - IBGE, 2015;  
 Limites internacionais - IBGE, 2015;  
 BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA & NGDC.

**INFORMAÇÕES GERAIS**

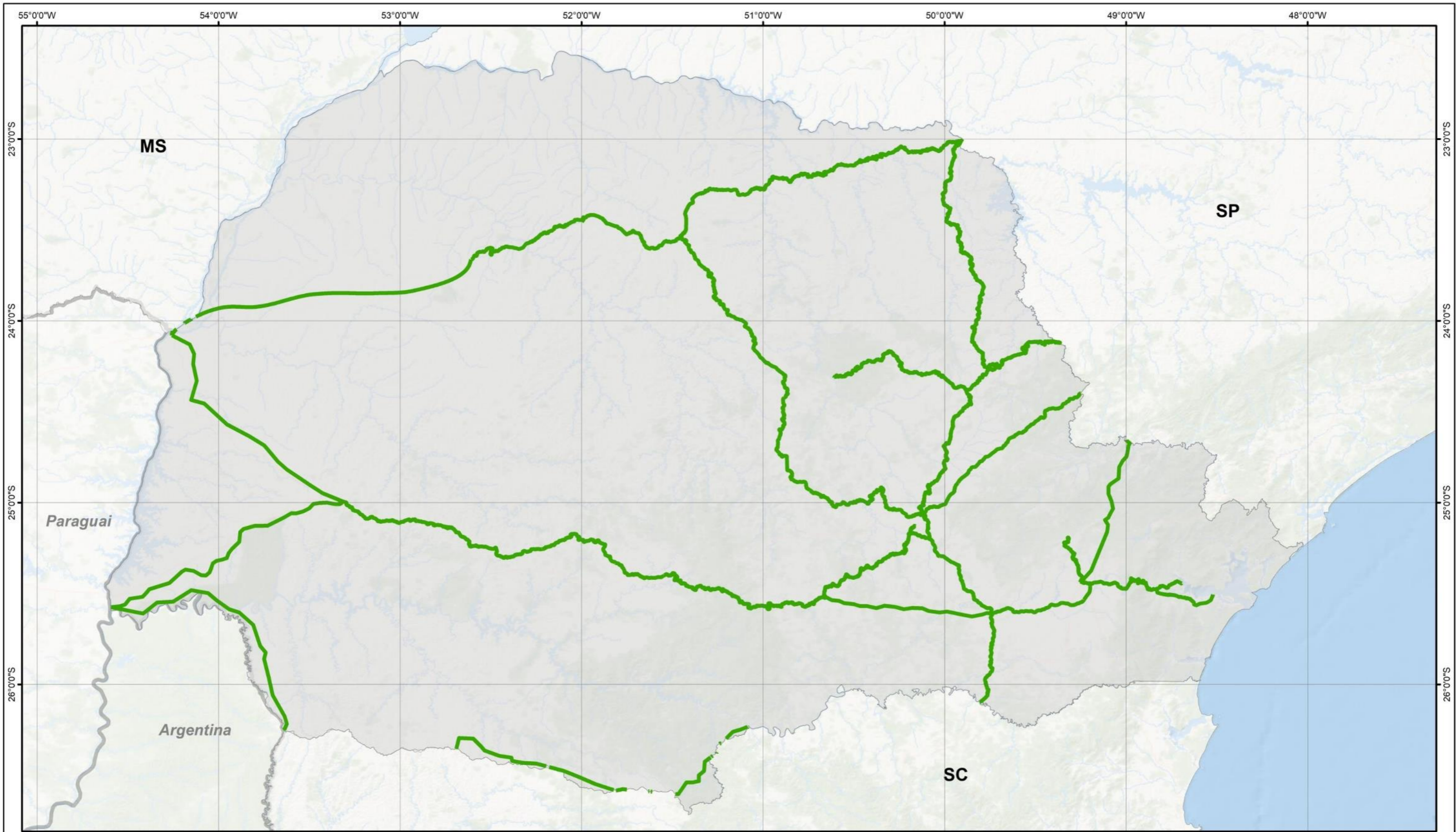
**UTFPR**  
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

**MAPA DE ESTABELECIMENTOS DE SAÚDE**

**PROJETO**  
 MAPEAMENTO DO RISCO OPERACIONAL  
 PARA OPERAÇÃO DE RPAS NO ESTADO DO PARANÁ

**ESCALA**  
 1:2.250.000 | 1 cm = 22.5 km

**PRANCHA** p. 57  
 Est-Saúde-RPAS-PR







**LOCALIZAÇÃO GERAL**




**LOCALIZAÇÃO**



**LEGENDA**

-  Ferrovias
-  Estado do Paraná
-  Limites Estaduais
-  Limites Internacionais

**CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS**

0 12.5 25 50 75 100 km 

Sistema de Referência: WGS 1984

Fonte de dados  
 Ferrovias - ANTAQ 2016;  
 Limites estaduais - IBGE, 2015;  
 Limites internacionais - IBGE, 2015;  
 BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA & NGDC.

**INFORMAÇÕES GERAIS**

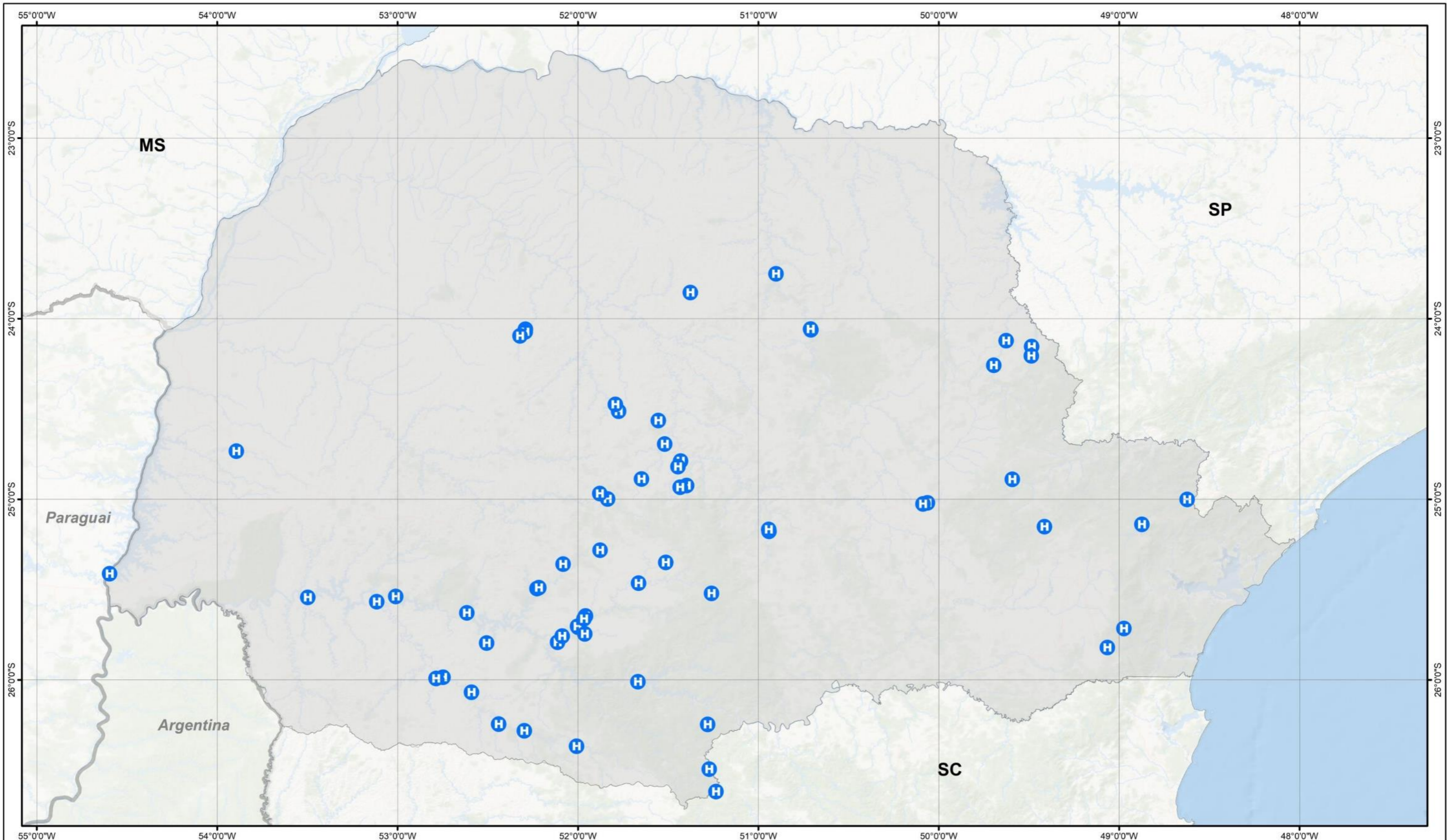
  
 UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

**MAPA DE FERROVIAS**

**PROJETO**  
 MAPEAMENTO DO RISCO OPERACIONAL  
 PARA OPERAÇÃO DE RPAS NO ESTADO DO PARANÁ

**ESCALA**  
 1:2.250.000 | 1 cm = 22.5 km

**PRANCHA** p. 58  
 Ferrovias-RPAS-PR



**LOCALIZAÇÃO GERAL**



**LOCALIZAÇÃO**



**LEGENDA**

- H Hidrelétricas
- Estado do Paraná
- Limites Estaduais
- Limites Internacionais

**CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS**

0 12.5 25 50 75 100 km

N

Sistema de Referência: WGS 1984

Fonte de dados  
 Hidrelétricas - IBGE 2015;  
 Limites estaduais - IBGE, 2015;  
 Limites internacionais - IBGE, 2015;  
 BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA & NGDC.

**INFORMAÇÕES GERAIS**

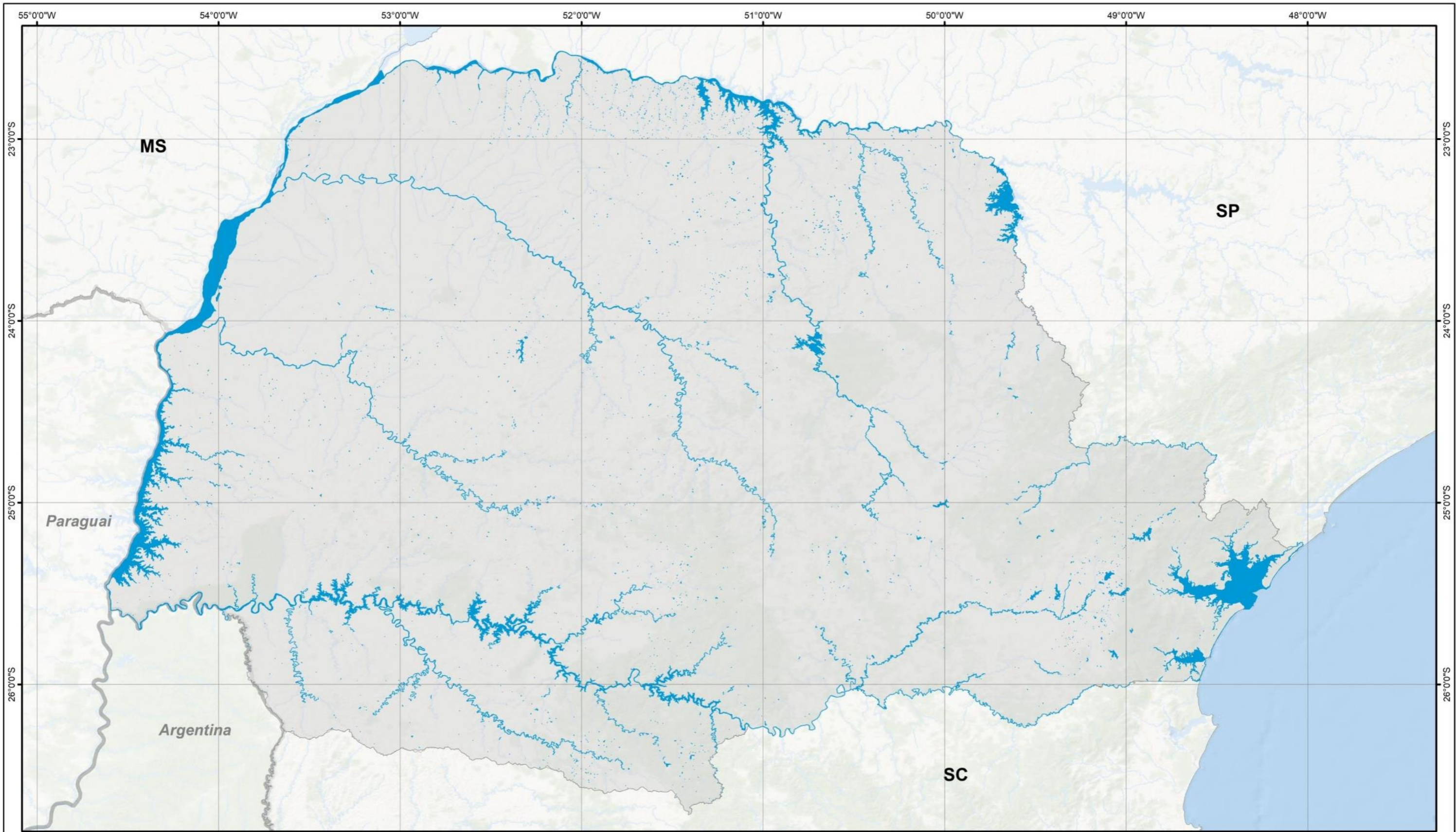
**UTFPR**  
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

**MAPA DE HIDRELÉTRICAS**

**PROJETO**  
 MAPEAMENTO DO RISCO OPERACIONAL  
 PARA OPERAÇÃO DE RPAS NO ESTADO DO PARANÁ

**ESCALA**  
 1:2.250.000 | 1 cm = 22.5 km

**PRANCHA** p. 59  
 Hidre-RPAS-PR



**LOCALIZAÇÃO GERAL**



**LOCALIZAÇÃO**



**LEGENDA**

- Hidrografia
- Estado do Paraná
- Limites Estaduais
- Limites Internacionais

**CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS**

0 12.5 25 50 75 100 km

Sistema de Referência: WGS 1984

Fonte de dados  
 Hidrografia - ANA 2015 & OSM 2017;  
 Limites estaduais - IBGE, 2015;  
 Limites internacionais - IBGE, 2015;  
 BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA & NGDC.

**INFORMAÇÕES GERAIS**

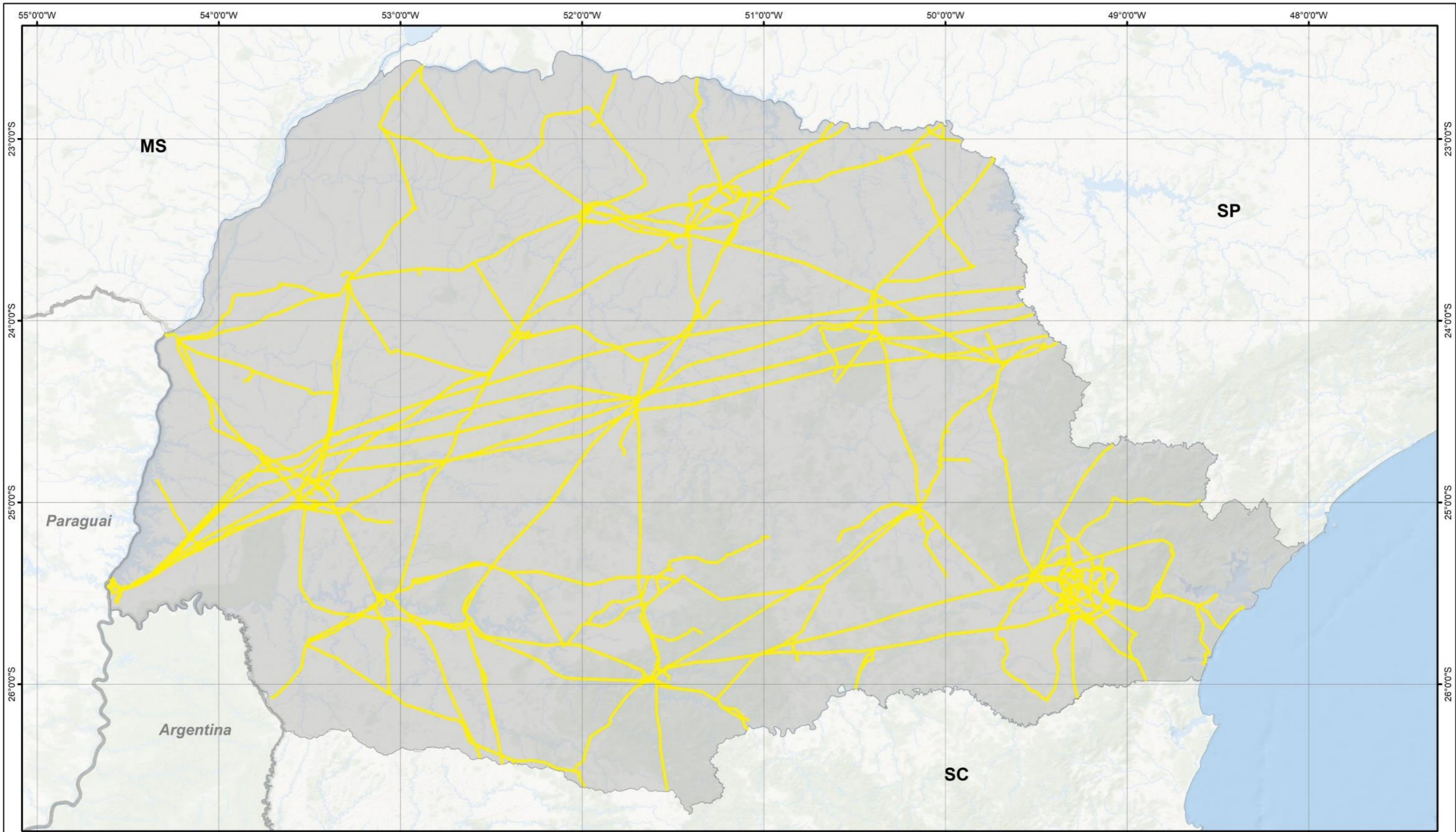
**UTFPR**  
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

**MAPA DE HIDROGRAFIA**

**PROJETO**  
 MAPEAMENTO DO RISCO OPERACIONAL  
 PARA OPERAÇÃO DE RPAS NO ESTADO DO PARANÁ

**ESCALA**  
 1:2.250.000 | 1 cm = 22.5 km

**PRANCHA** p. 60  
 Hidro-RPAS-PR







**LOCALIZAÇÃO GERAL**




**LOCALIZAÇÃO**



**LEGENDA**

-  Linhas de Transmissão
-  Estado do Paraná
-  Limites Estaduais
-  Limites Internacionais

**CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS**

0 12.5 25 50 75 100 km 

Sistema de Referência: WGS 1984

Fonte de dados  
 Linhas de Transmissão - OSM 2017;  
 Limites estaduais - IBGE, 2015;  
 Limites internacionais - IBGE, 2015;  
 BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA & NGDC.

**INFORMAÇÕES GERAIS**

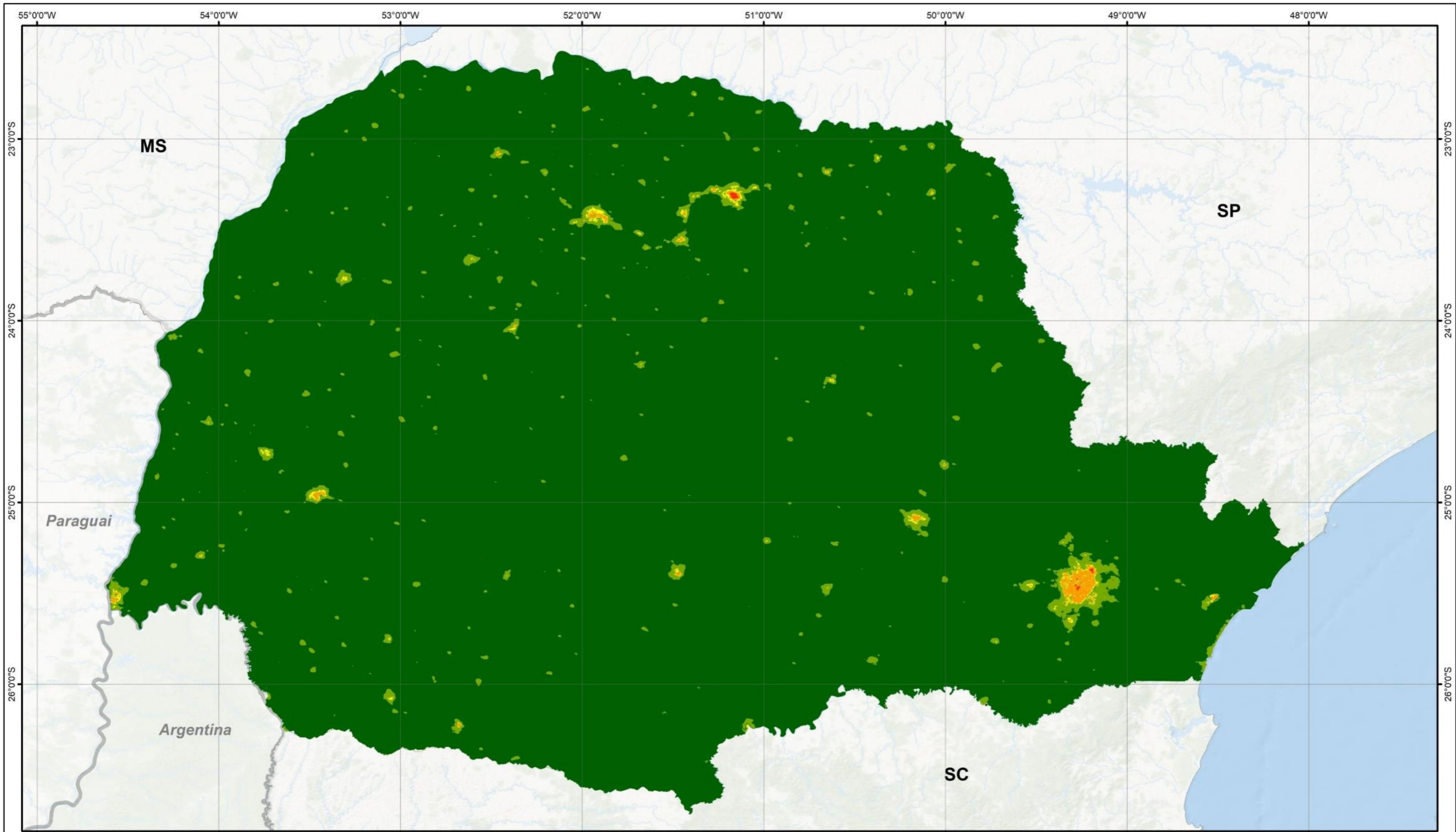
  
 UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

**MAPA DE LINHAS DE TRANSMISSÃO**

**PROJETO**  
 MAPEAMENTO DO RISCO OPERACIONAL  
 PARA OPERAÇÃO DE RPAS NO ESTADO DO PARANÁ

**ESCALA**  
 1:2.250.000 | 1 cm = 22.5 km

**PRANCHA** p. 61  
 Lin-Transm-RPAS-PR



**LOCALIZAÇÃO GERAL**



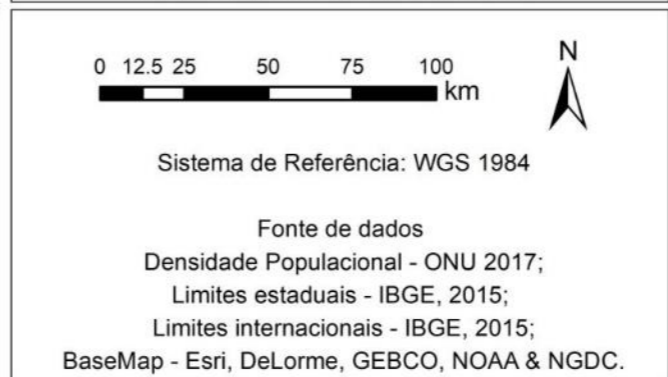
**LOCALIZAÇÃO**



**LEGENDA**



**CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS**



**INFORMAÇÕES GERAIS**

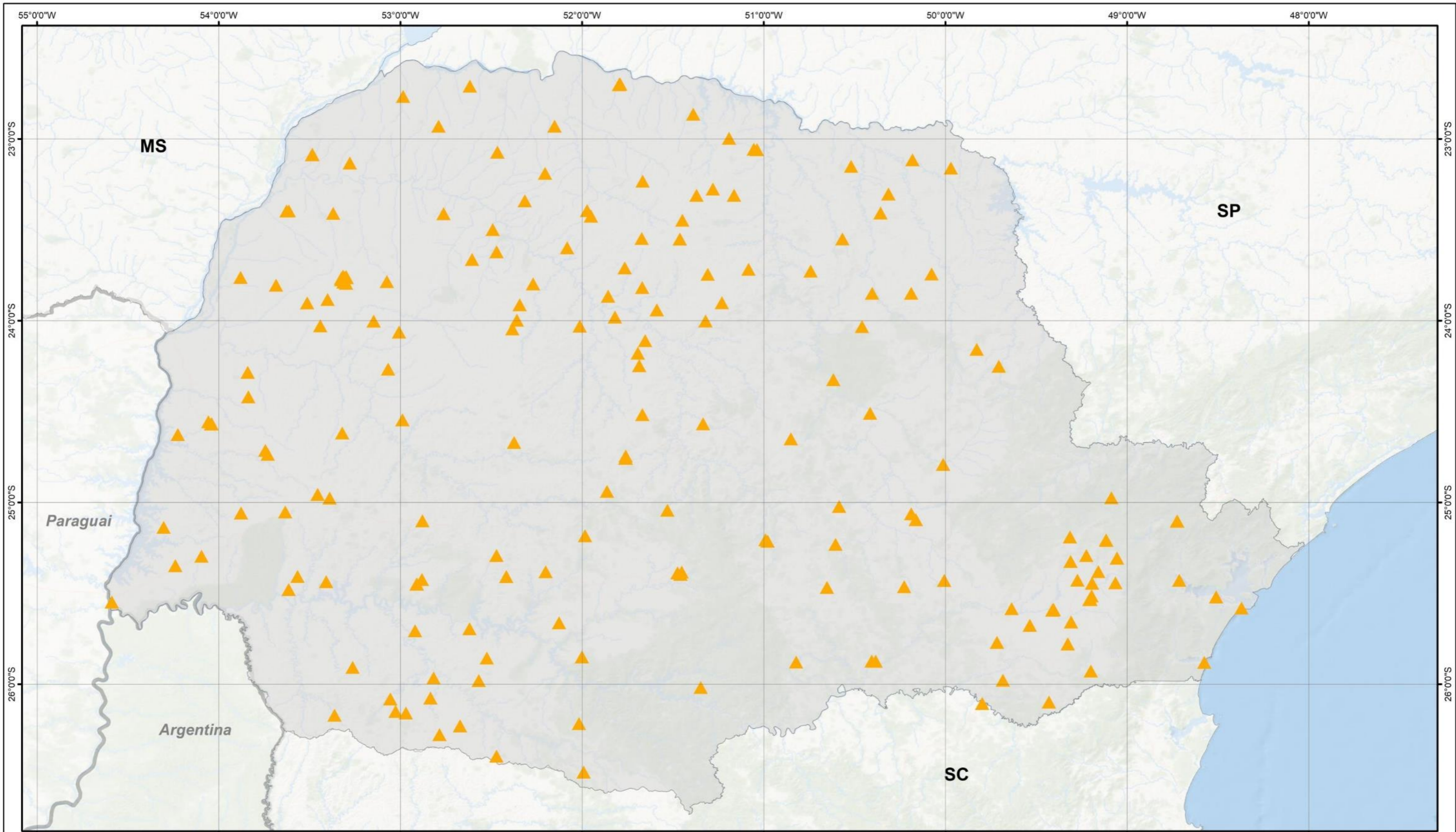


**MAPA DE DENSIDADE POPULACIONAL**

**PROJETO**  
 MAPEAMENTO DO RISCO OPERACIONAL  
 PARA OPERAÇÃO DE RPAS NO ESTADO DO PARANÁ

**ESCALA**  
 1:2.250.000 | 1 cm = 22.5 km

**PRANCHA** p. 62  
 Dense-Popul-RPAS-PR







**LOCALIZAÇÃO GERAL**



**LOCALIZAÇÃO**



**LEGENDA**

-  Postos de Combustíveis
-  Estado do Paraná
-  Limites Estaduais
-  Limites Internacionais

**CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS**

0 12.5 25 50 75 100 km

Sistema de Referência: WGS 1984

Fonte de dados  
 Postos de Combustíveis - GOOGLE & OSM 2017;  
 Limites estaduais - IBGE, 2015;  
 Limites internacionais - IBGE, 2015;  
 BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA & NGDC.

**INFORMAÇÕES GERAIS**

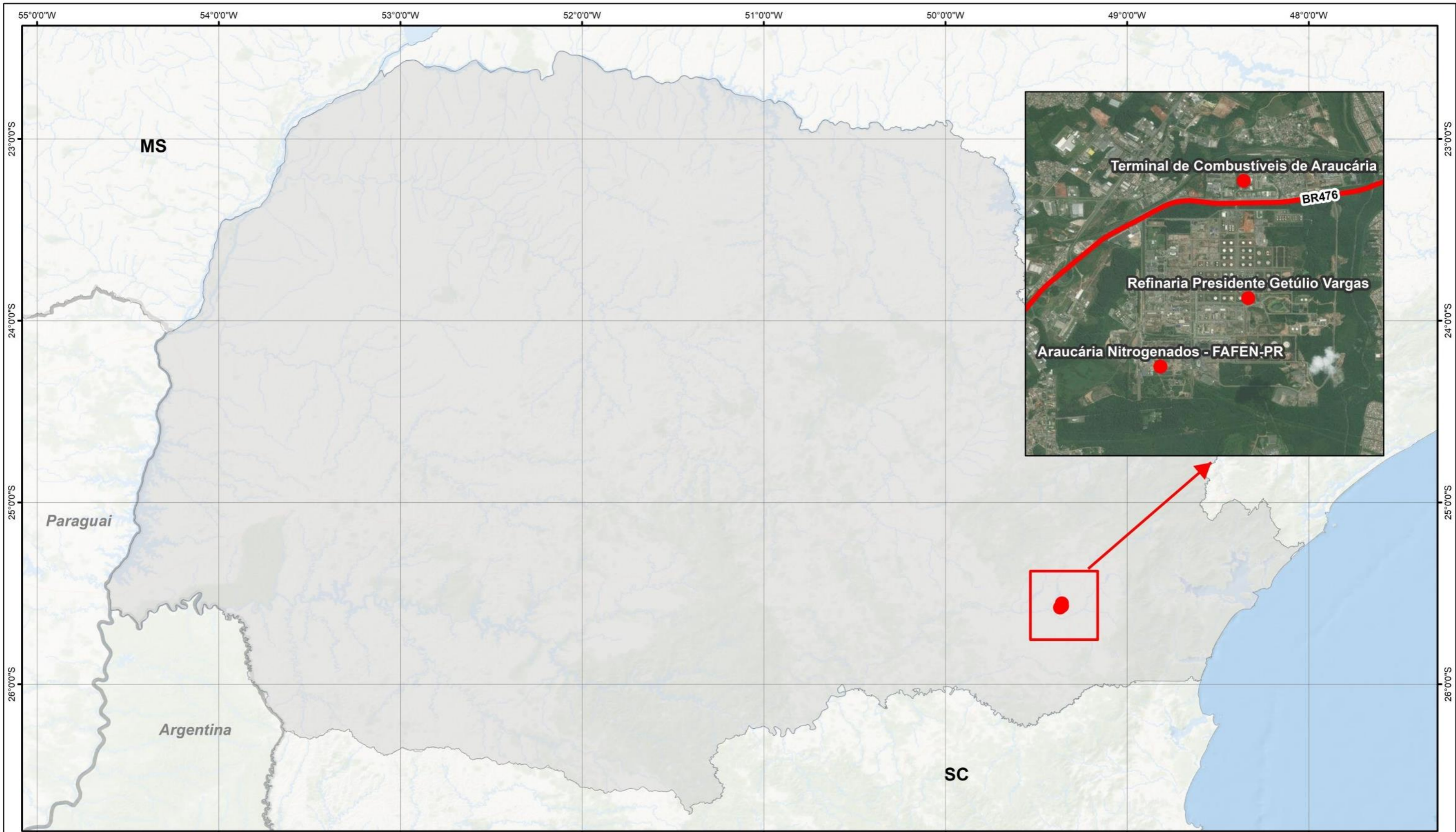
**UTFPR**  
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

**MAPA DOS PRINCIPAIS POSTOS DE COMBUSTÍVEIS**

**PROJETO**  
 MAPEAMENTO DO RISCO OPERACIONAL  
 PARA OPERAÇÃO DE RPAS NO ESTADO DO PARANÁ

**ESCALA**  
 1:2.250.000 | 1 cm = 22.5 km

**PRANCHA** p. 63  
 Post-Combus-RPAS-PR



**LOCALIZAÇÃO GERAL**



**LOCALIZAÇÃO**



**LEGENDA**

- Refinarias
- Estado do Paraná
- Limites Estaduais
- Limites Internacionais

**CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS**

0 12.5 25 50 75 100 km

N

Sistema de Referência: WGS 1984

Fonte de dados  
 Refinarias - OSM 2017;  
 Limites estaduais - IBGE, 2015;  
 Limites internacionais - IBGE, 2015;  
 BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA & NGDC.

**INFORMAÇÕES GERAIS**

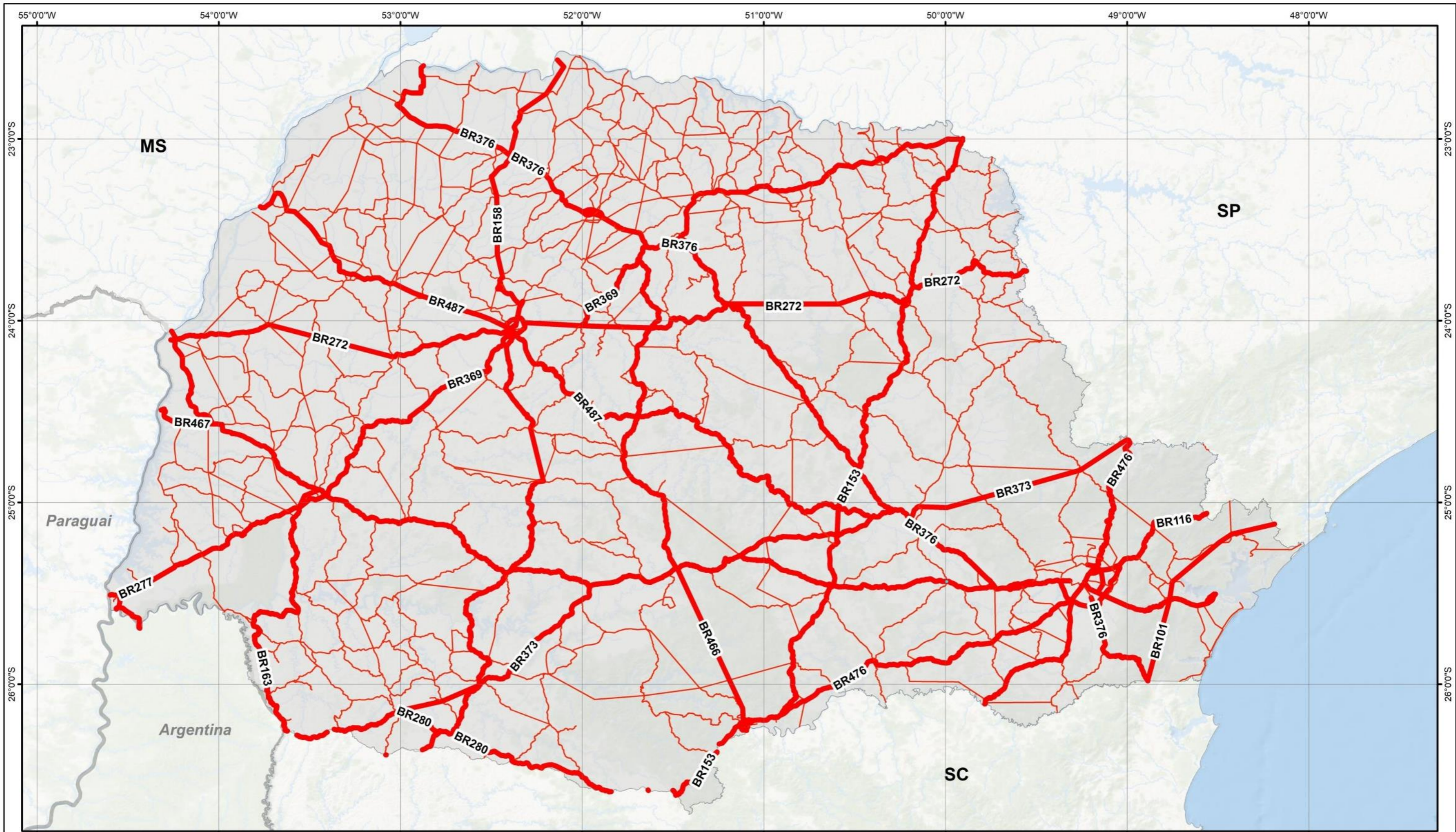
**UTFPR**  
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

**MAPA DE REFINARIAS**

**PROJETO**  
 MAPEAMENTO DO RISCO OPERACIONAL  
 PARA OPERAÇÃO DE RPAS NO ESTADO DO PARANÁ

**ESCALA**  
 1:2.250.000 | 1 cm = 22.5 km

**PRANCHA** p. 64  
 Refin-RPAS-PR



**LOCALIZAÇÃO GERAL**



**LOCALIZAÇÃO**



**LEGENDA**

- Rodovias**
- Estaduais
  - Federais
  - Estado do Paraná
  - Limites Estaduais
  - Limites Internacionais

**CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS**

0 12.5 25 50 75 100 km

N

Sistema de Referência: WGS 1984

Fonte de dados  
 Rodovias - DNIT 2015;  
 Limites estaduais - IBGE, 2015;  
 Limites internacionais - IBGE, 2015;  
 BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA & NGDC.

**INFORMAÇÕES GERAIS**

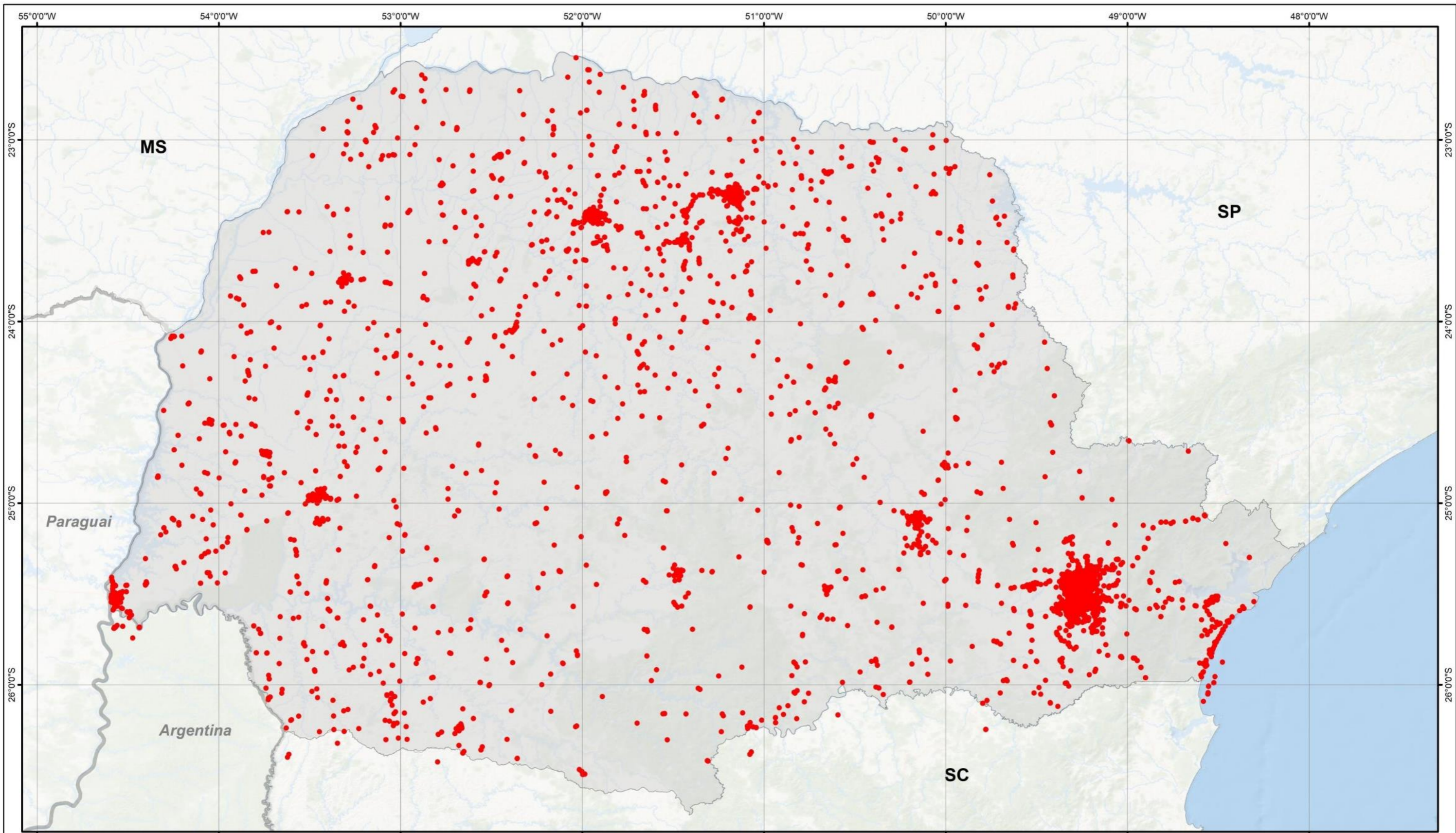
**UTFPR**  
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

**MAPA DE RODOVIAS**

**PROJETO**  
 MAPEAMENTO DO RISCO OPERACIONAL  
 PARA OPERAÇÃO DE RPAS NO ESTADO DO PARANÁ

**ESCALA**  
 1:2.250.000 | 1 cm = 22.5 km

**PRANCHA** p. 65  
 Rodo-RPAS-PR



**LOCALIZAÇÃO GERAL**



**LOCALIZAÇÃO**



**LEGENDA**

- Torres de Comunicação
- Estado do Paraná
- Limites Estaduais
- Limites Internacionais

**CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS**

0 12.5 25 50 75 100 km

N

Sistema de Referência: WGS 1984

Fonte de dados  
 Torres de Comunicação - ANATEL 2017;  
 Limites estaduais - IBGE, 2015;  
 Limites internacionais - IBGE, 2015;  
 BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA & NGDC.

**INFORMAÇÕES GERAIS**

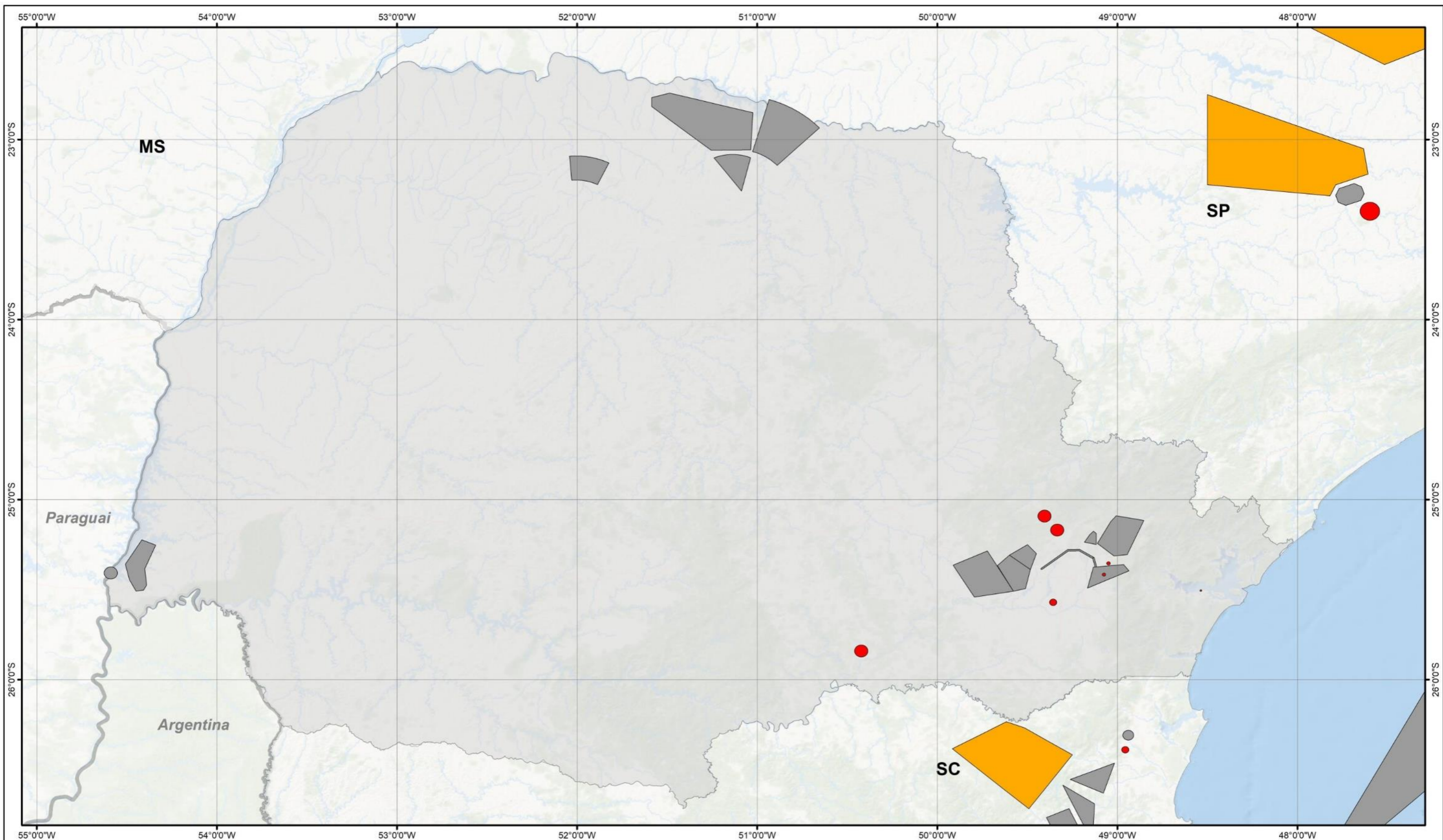
**UTFPR**  
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

**MAPA DE TORRES DE COMUNICAÇÃO**

**PROJETO**  
MAPEAMENTO DO RISCO OPERACIONAL  
PARA OPERAÇÃO DE RPAS NO ESTADO DO PARANÁ

**ESCALA**  
1:2.250.000 | 1 cm = 22.5 km

**PRANCHA** p. 66  
Tor-Comun-RPAS-PR



**LOCALIZAÇÃO GERAL**



**LOCALIZAÇÃO**



**LEGENDA**

- Áreas Perigosas
- Áreas Proibidas
- Áreas Restritas
- Estado do Paraná
- Limites Estaduais
- Limites Internacionais

**CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS**

0 12.5 25 50 75 100 km

N

Sistema de Referência: WGS 1984

Fonte de dados  
 Áreas especiais - DECEA 2018;  
 Limites estaduais - IBGE, 2015;  
 Limites internacionais - IBGE, 2015;  
 BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA & NGDC.

**INFORMAÇÕES GERAIS**

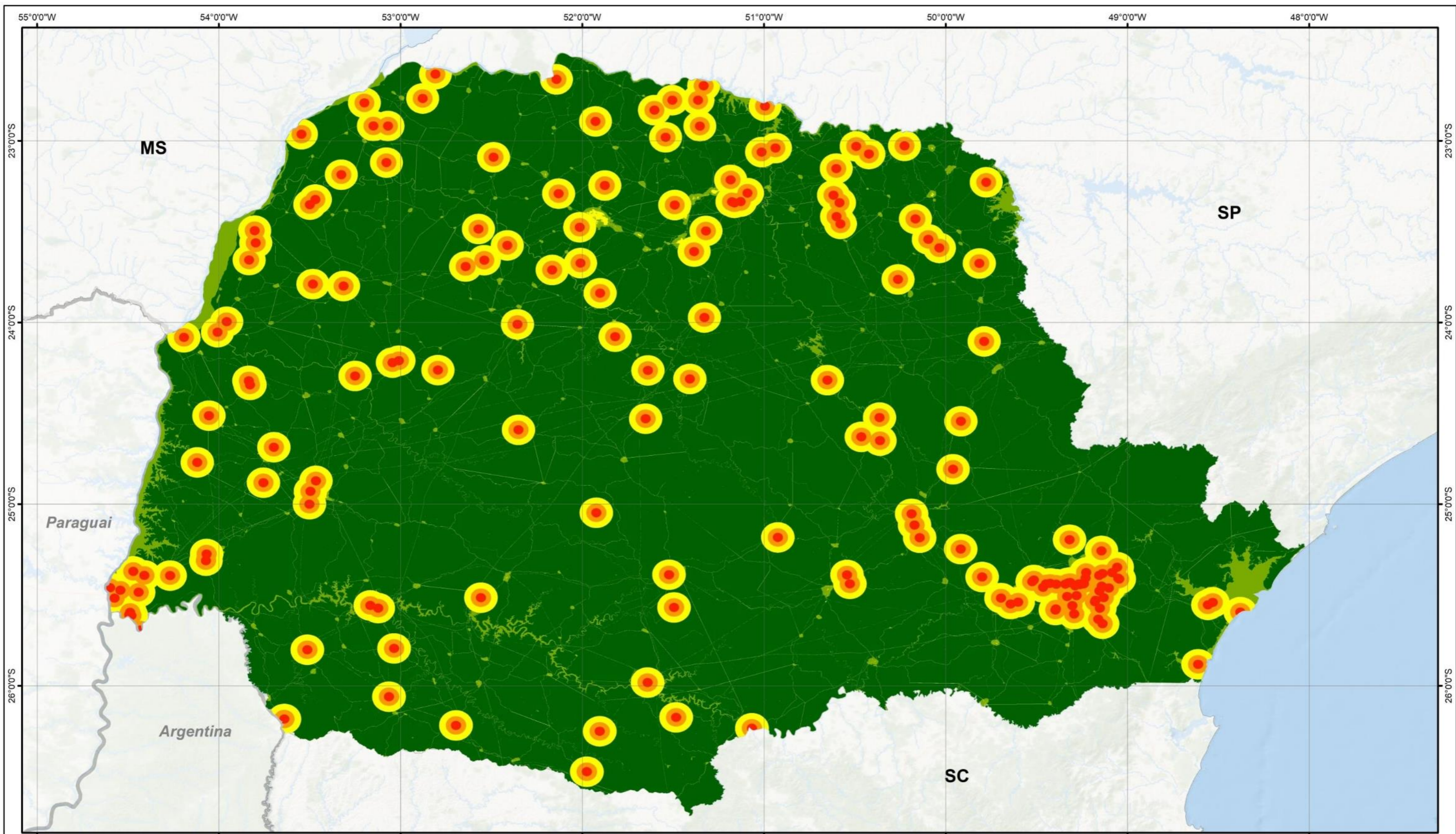
**UTFPR**  
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

**MAPA DE ÁREAS ESPECIAIS PARA A AVIAÇÃO CIVIL**

**PROJETO**  
 MAPEAMENTO DO RISCO OPERACIONAL  
 PARA OPERAÇÃO DE RPAS NO ESTADO DO PARANÁ

**ESCALA**  
 1:2.250.000 | 1 cm = 22.5 km

**PRANCHA** p. 67  
 A-Esp-RPAS-PR



**LOCALIZAÇÃO GERAL**



**LOCALIZAÇÃO**



**LEGENDA**

- Extremo
- Alto
- Moderado
- Baixo
- MuitoBaixo
- Limites Estaduais
- Limites Internacionais

**CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS**

0 12.5 25 50 75 100 km

N

Sistema de Referência: WGS 1984

Fonte de dados  
 Riscos Operacionais - Dyeison Mlenek 2017;  
 Limites estaduais - IBGE, 2015;  
 Limites internacionais - IBGE, 2015;  
 BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA & NGDC.

**INFORMAÇÕES GERAIS**

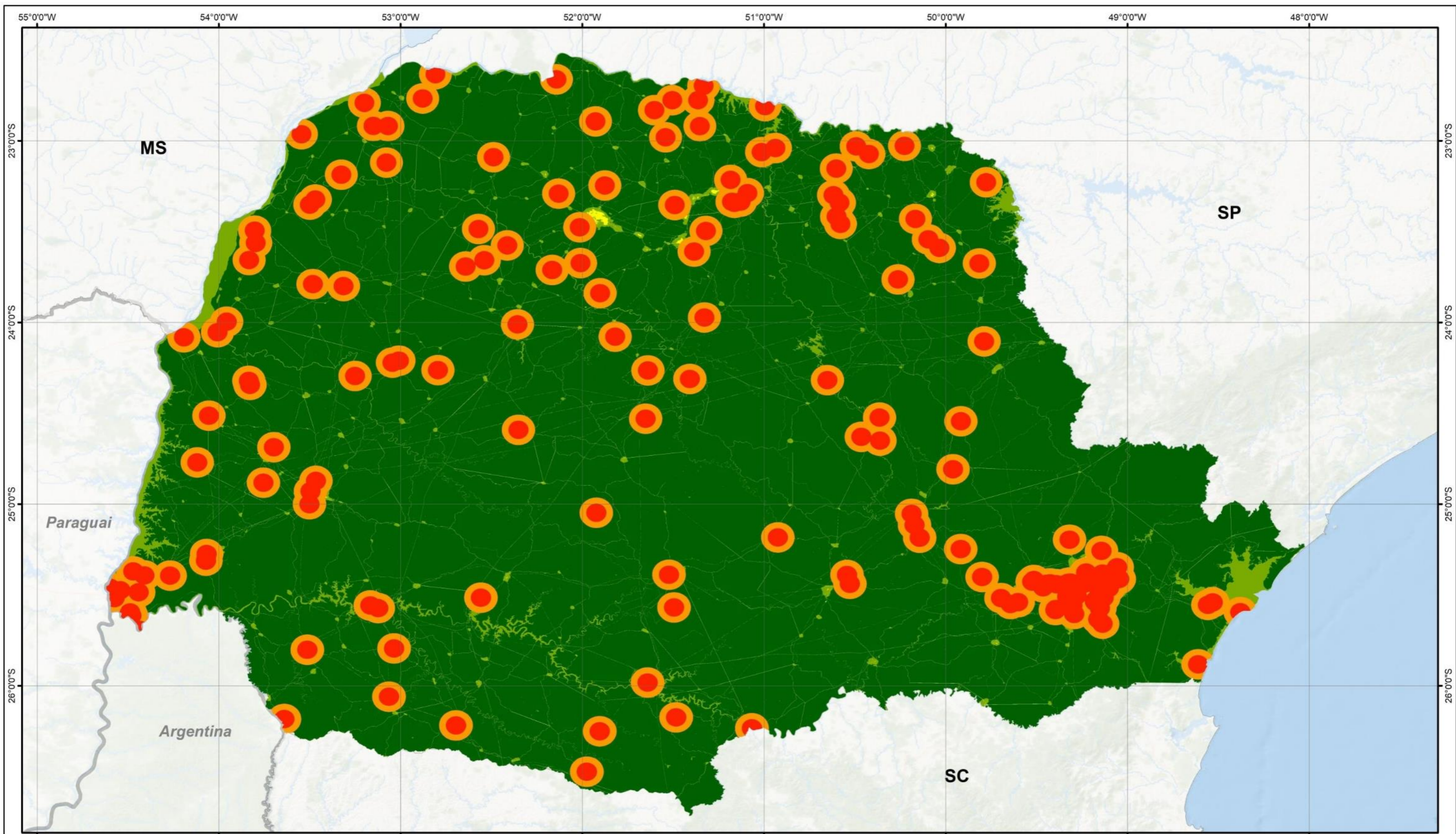
**UTFPR**  
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

**MAPA DE RISCOS PARA VOOS ATÉ 30 METROS DE ALTURA**

**PROJETO**  
 MAPEAMENTO DO RISCO OPERACIONAL  
 PARA OPERAÇÃO DE RPAS NO ESTADO DO PARANÁ

**ESCALA**  
 1:2.250.000 | 1 cm = 22.5 km

**PRANCHA** p. 68  
 Risco30-RPAS-PR



**LOCALIZAÇÃO GERAL**



**LOCALIZAÇÃO**



**LEGENDA**

- Extremo
- Alto
- Moderado
- Baixo
- MuitoBaixo
- Limites Estaduais
- Limites Internacionais

**CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS**

0 12.5 25 50 75 100 km

N

Sistema de Referência: WGS 1984

Fonte de dados  
 Riscos Operacionais - Dyeison Mlenek 2017;  
 Limites estaduais - IBGE, 2015;  
 Limites internacionais - IBGE, 2015;  
 BaseMap - Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA & NGDC.

**INFORMAÇÕES GERAIS**

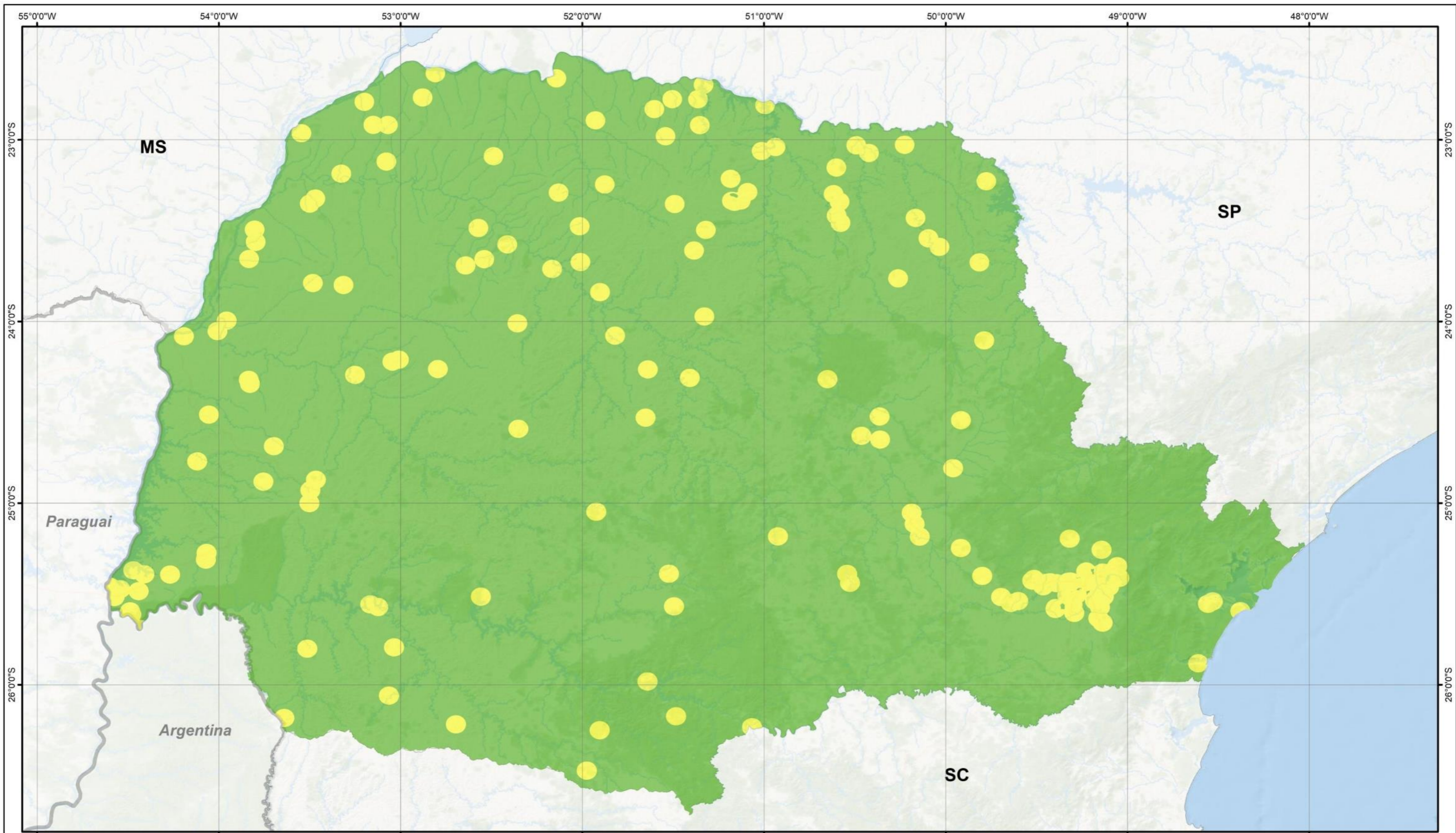
**UTFPR**  
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

**MAPA DE RISCOS PARA VOOS DE 30 METROS A 120 METROS DE ALTURA.**

**PROJETO**  
 MAPEAMENTO DO RISCO OPERACIONAL  
 PARA OPERAÇÃO DE RPAS NO ESTADO DO PARANÁ

**ESCALA**  
 1:2.250.000 | 1 cm = 22.5 km

**PRANCHA** p. 69  
 Risco120-RPAS-PR



**LOCALIZAÇÃO GERAL**



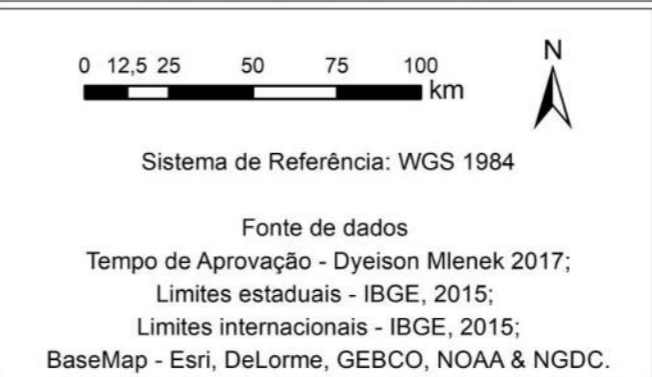
**LOCALIZAÇÃO**



**LEGENDA**



**CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS**



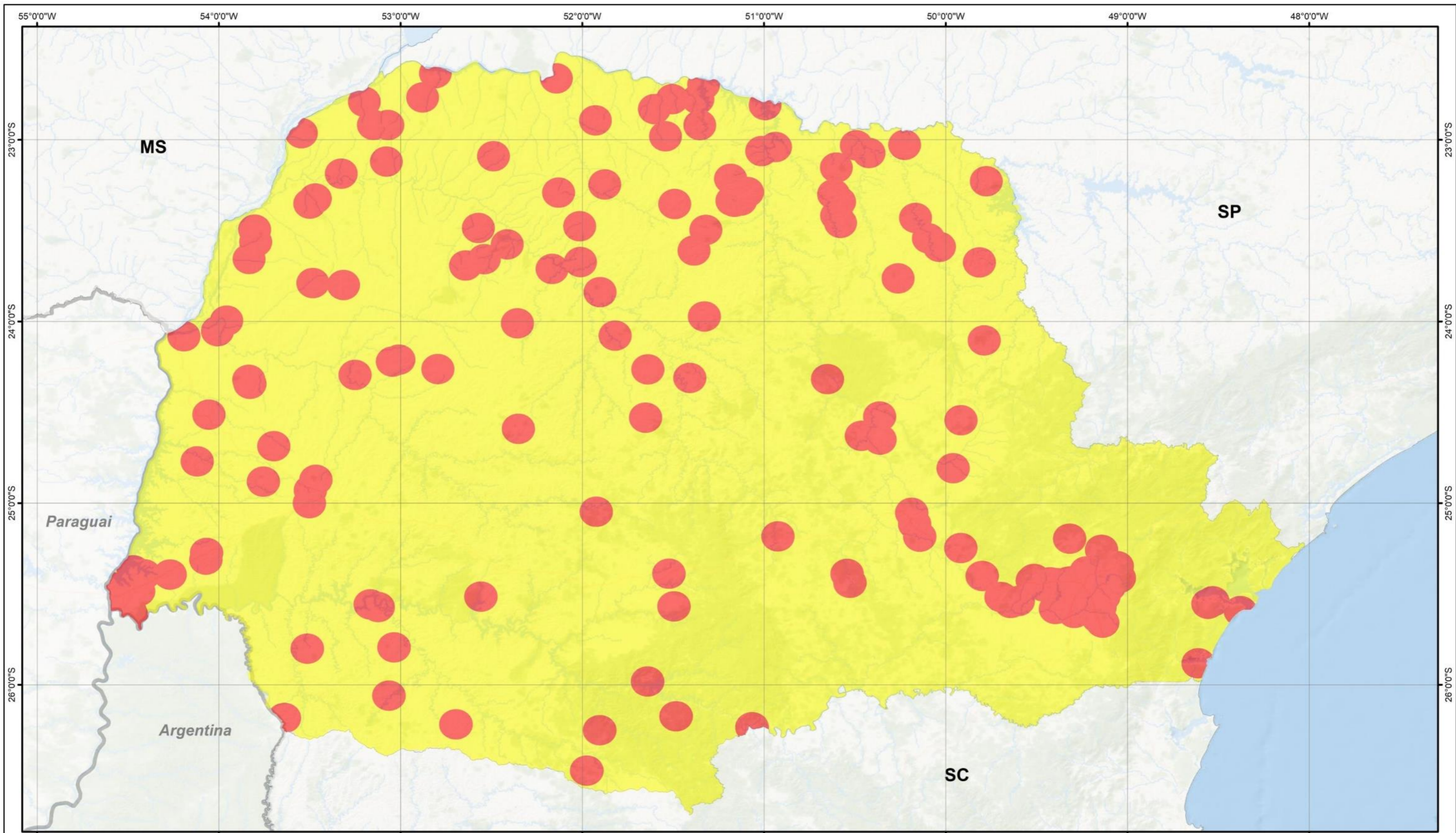
**INFORMAÇÕES GERAIS**



**MAPA DE TEMPO DE APROVAÇÃO PARA VOOS DE ATÉ 30 METROS DE ALTURA.**

**PROJETO**  
 MAPEAMENTO DO RISCO OPERACIONAL  
 PARA OPERAÇÃO DE RPAS NO ESTADO DO PARANÁ

<b>ESCALA</b> 1:2.250.000   1 cm = 22.5 km	<b>PRANCHA</b> p. 70 Aprov-30-RPAS-PR
---	--



**LOCALIZAÇÃO GERAL**



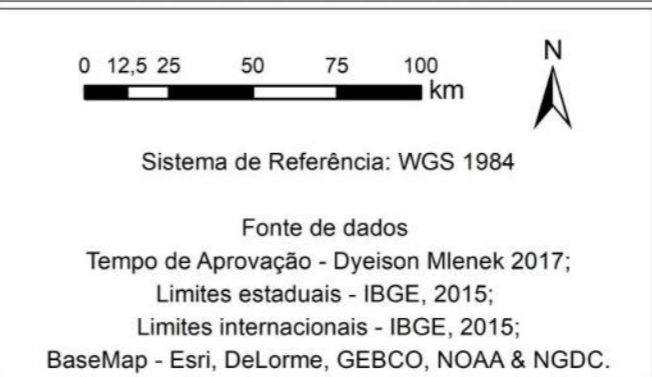
**LOCALIZAÇÃO**



**LEGENDA**



**CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS**



**INFORMAÇÕES GERAIS**

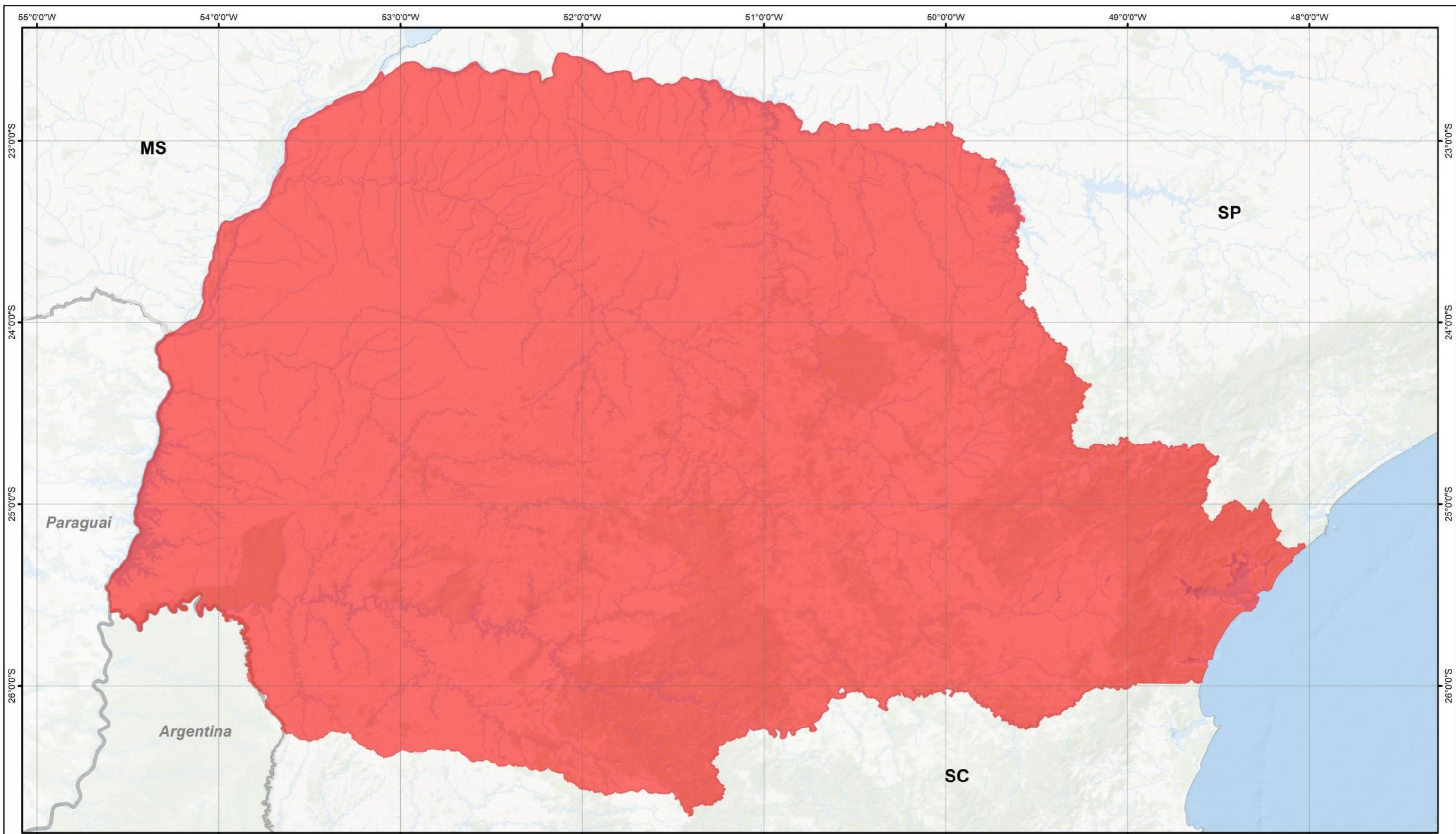


**MAPA DE TEMPO DE APROVAÇÃO PARA VOOS DE DE 30 A 120 METROS DE ALTURA.**

**PROJETO**  
 MAPEAMENTO DO RISCO OPERACIONAL  
 PARA OPERAÇÃO DE RPAS NO ESTADO DO PARANÁ

**ESCALA**  
 1:2.250.000 | 1 cm = 22.5 km

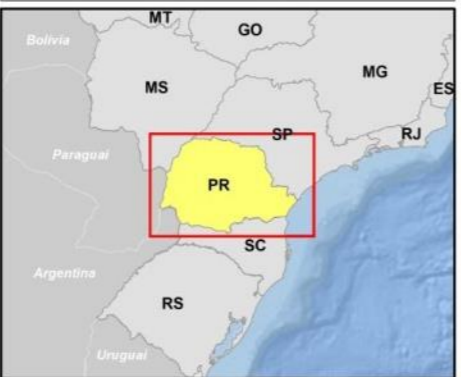
**PRANCHA** p. 71  
 Aprov-120-RPAS-PR



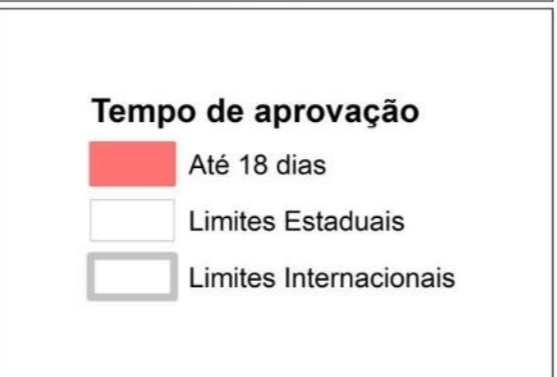
**LOCALIZAÇÃO GERAL**



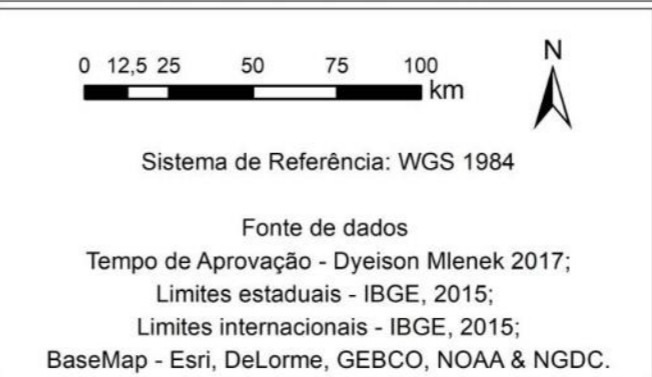
**LOCALIZAÇÃO**



**LEGENDA**



**CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS**



**INFORMAÇÕES GERAIS**

**MAPA DE TEMPO DE APROVAÇÃO PARA VOOS COM OPERAÇÃO BLVOS OU ACIMA DE 400 PÉS (120 M).**

**PROJETO**  
 MAPEAMENTO DO RISCO OPERACIONAL PARA OPERAÇÃO DE RPAS NO ESTADO DO PARANÁ

**ESCALA**  
 1:2.250.000 | 1 cm = 22.5 km

**PRANCHA** p. 72  
 Aprov-Outros-RPAS-PR