ASSISTÊNCIA NA REVISÃO E ATUALIZAÇÃO DO PLANO AEROVIÁRIO ESTADUAL DO PARANÁ – PAE/PR

RELATÓRIO FINAL

Volume IV

Dezembro/2014

SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA DO PARANÁ – SEIL/PR

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA E EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA – FAPEU

ASSISTÊNCIA NA REVISÃO E ATUALIZAÇÃO DO PLANO AEROVIÁRIO ESTADUAL DO PARANÁ – PAE/PR

Relatório Final – Volume IV

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ

Carlos Alberto Richa
Governador

José Richa Filho
Secretário de Estado de Infraestrutura e Logística

SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA DO PARANÁ – SEIL/PR

Rejane Karam – Coordenadora Geral
Thiago Petchak Gomes – Coordenador Técnico
Fernando Raphael Ferro de Lima
Gino Schlesinger
Josil do Rocio Voidela Baptista

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA E EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA – FAPEU

Rariton Silva– Coordenador Geral

Equipe Técnica – Transporte e Logística

Fabiano Giacobo – Coordenador

Estudos

Edésio Elias Lopes – Coordenador Técnico
Cristhiano Zulianello dos Santos
Daiane Denise Masson
Maureani Simon Rizzatti

Alejandro Jarufe
Cyntia Alves Fernandes de Oliveira
Eloisa Gessele Bittencourt
João Pedro Abrahão Caron
Iuli Hardt
Luigi Carissimi Boff
Renata Letícia de Oliveira

Consultores

Assis Arantes Junior
Nilton Goldner

Análise Socioeconômica

Silvio Antônio Ferraz Cario – Responsável técnico
João Paulo Reco de Oliveira

Inventário

Gertrudes Luz – Responsável técnico
Rodrigo Paz

Cartografia e Geoprocessamento

Paulo Vela Junior – Responsável técnico
Guilherme Butter Scofano
Demis Marques
Pedro Henrique Machado Porath
Patricia Royes Schardosim

Projeção de Demanda

Fernando Seabra – Responsável técnico
Ana Carolina Lacerda
Gabriela Lemos Borba
Giulia Paggiarin Flores
Jonatas J. de Albuquerque
Thais Regina Balistieri
Carlo Vaz Sampaio
Gabriela Martini
Carla Acordi
Natália Tiemi Gomes Komoto

Administrativo – Financeiro

Marciel Santos

Design Gráfico

Guilherme Gentil Fernandes

Revisão de Textos

Emilene Lubianco de Sá
Diana Wiggers
Lennon Motta
Luísa Lentz
Luísa Menin

Lista de abreviaturas e siglas

ANA	Agência Nacional de Águas
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
ANTAQ	Agência Nacional de Transportes Aquaviários
ANTT	Agência Nacional de Transportes Terrestres
BCIM	Base Vetorial Contínua ao Milionésimo
CONCAR	Comissão Nacional de Cartografia
DF	Distrito Federal
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
DWG	*Drawing*
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ESRI	Environmental Systems Research Institute
ET-EDGV	Especificação Técnica para a Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais
EUA	Estados Unidos da América
FUNAI	Fundação Nacional do Índio
IATA	International Air Transport Association
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Id	Código Identificador
IFR	Instrument Flight Rules
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INDE	Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais
Infraero	Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
ISO	International Organization for Standardization
KML	*Keyhole Markup Language*
LabTrans	Laboratório de Transportes e Logística
Landsat	*Land Remote Sensing Satellite*
MDE	Modelo digital de elevação
MGB	Metadados Geoespaciais do Brasil
MMA	Ministério do Meio Ambiente
OD	Origem/Destino
OGC	Open Geospatial Consortium
OSGeo	Open Source Geospatial Foundation

OSM	Open Street Map
PAE/PR	Plano Aeroviário Estadual do Paraná
PBZPA	Plano básico de zona de proteção de aeródromo
PNV	Plano Nacional de Viação
PZPANA	Plano de zona de proteção de auxílios à navegação aérea
PZR	Plano de zoneamento de ruído
RBAC	Regulamento Brasileiro da Aviação Civil
ROTAER	Manual Oficial de Rotas Aéreas
SEIL/PR	Secretaria de Infraestrutura e Logística do Estado do Paraná
SIPRA	Sistema de Informações de Projetos de Reforma Agrária
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
SNV	Sistema Nacional de Viação
SRTM	*Shuttle Radar Topography Mission*
UC	Unidade de Conservação
UF	Unidade da Federação
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
USGS	United States Geological Survey
VFR	Visual Flight Rules
WCMC	World Conservation Monitoring Centre
WGS	*World Geodetic System*
XML	*Extensible Markup Language*

Lista de figuras

Figura 1 – Fragmento de uma tabela de atributos 17
Figura 2 – Camada de Aeródromos do Paraná 19
Figura 3 – Camada de Estruturas (formato pontos) 21
Figura 4 – Vetores do aeródromo de Palmas com deslocamento 23
Figura 5 – Aeródromo de Ponta Grossa Fonte: Elaboração própria 24
Figura 6 – Camada de Estruturas (formato linhas) 26
Figura 7 – Camada de Estruturas (formato de polígonos) 28
Figura 8 – Camada de Pistas 31
Figura 9 – Deslocamento do ponto de cabeceira de pista (em verde) no aeródromo de Umuarama 32
Figura 10 – Camada de Cabeceiras de Pista 34
Figura 11 – Delimitação das áreas pertencentes ao PBZPA segundo a Portaria n.º 256/GC5 35
Figura 12 – Camada de Zonas de Proteção 37
Figura 13 – Camada de Municípios 39
Figura 14 – Camada de Cidades 40
Figura 15 – Camada de Microrregiões 42
Figura 16 – Camada de Mesorregiões 43
Figura 17 Camada do Estado Paraná 44
Figura 18 – Camada de Estados do Brasil 46
Figura 19 – Camada Brasil 47
Figura 20 – Camada de Países 48
Figura 21 – Camada de Rodovias 50
Figura 22 – Camada de Malhas Viárias Municipais 52
Figura 23 – Camada de Ferrovias 54
Figura 24 – Camada de Hidrovias 55
Figura 25 – Camada de Portos 57
Figura 26 – Camada de Hidrografia (escala 1:2.500.000) 59
Figura 27 – Camada de hidrografia (escala 1:1.000.000) 61
Figura 28 – Camada de Massas d'Água 63
Figura 29 – Camada de Terras Quilombolas 64
Figura 30 – Camada de Terras Indígenas 66

Figura 31 – Camada de Assentamentos Rurais 67
Figura 32 – Camada de Manchas Urbanas 69
Figura 33 – Camada de Unidades de Conservação 70
Figura 34 – Camada de Travessias (formato de linhas) 72
Figura 35 – Camada de Travessias (formato de pontos) 73
Figura 36 – Representação das camadas de Travessia por pontos e linhas 74
Figura 37 – Relação de imagens SRTM obtidas para composição do mosaico 76
Figura 38 – Resultado do processo de mosaicagem e recorte das imagens SRTM 77
Figura 39 –Composição de bandas espectrais 78
Figura 40 – Etapa de fusão de imagens 79
Figura 41 – Mosaico de imagens Landsat 8 80
Figura 42 – Resultado do ajustamento das imagens Landsat 8 81
Figura 43 – Fragmento de imagem Landsat 8 82
Figura 44 – Modo de apresentação dos *attachments* (em vermelho) junto à tabela de atributos 85
Figura 45 – Relação espacial entre polígonos segundo a INDE 86
Figura 46 – Mapa digital visualizado em escala 1:2.000.000 89
Figura 47 – Mapa digital visualizado em escala 1:100.000 89
Figura 48 – Mapa digital, visualizado em escala 1:20.000 90
Figura 49 – Mapa digital visualizado em escala 1:2.000 91
Figura 50 – Catálogo de metadados *Geonetwork* 93
Figura 51 – Fragmento do metadado disponibilizado no modelo *Geonetwork* 94
Figura 52 – Metadado modelo *Geonetwork* em linguagem XML 94
Figura 53 – Mapa de localização do aeródromo de Cianorte 96
Figura 54 – Mapa de localização e acessos do aeródromo de União da Vitória 99
Figura 55 – Mapa de Infraestrutura do aeródromo de Cascavel 101

Lista de tabelas

Tabela 1 – Camadas adotadas no estudo 16
Tabela 2 – Ajustes realizados nos vetores de cerca de proteção 25
Tabela 3 – Aeródromos com arquivos vetoriais adotados para a camada de Estruturas (formato de polígonos) 27
Tabela 4 – Edições realizadas para elaboração da camada de Pistas 29
Tabela 5 – Pontos de cabeceira de pista com coordenadas inconsistentes e corrigidas 33
Tabela 6 – Aeródromos contemplados na camada de Zonas de Proteção 36
Tabela 7 – Relação de imagens Landsat 8 obtidas para composição do mosaico 78
Tabela 8 – Agrupamento dos dados no geodatabase 83
Tabela 9 – Execução das regras topológicas demandadas no Plano de Trabalho 86
Tabela 10 – Escalas de representação dos dados espaciais 88
Tabela 11 – Listagem dos aeródromos com mapeamento de localização e acessos 95
Tabela 12 – Listagem do segundo e último grupo de aeródromos representados no mapa de localização e acessos 98
Tabela 13 – Dados e escala de representação dos mapas de Infraestrutura 100
Tabela 14 – Síntese dos produtos entregues 102

Sumário

Introdução 13
1. Cartografia e geoprocessamento 15
1.1. Análise e edição das camadas geográficas 15
1.1.3. Detalhes dos aeródromos 20
1.1.4. Camadas complementares 37
1.2. Mosaico de imagens de satélite 75
1.2.1. Imagens SRTM 76
1.2.2. Imagens Landsat 8 77
1.3. Elaboração do geodatabase 82
1.3.1. Arquivos vetoriais e raster 82
1.3.2. *Attachments* 83
1.3.3. Topologia 85
1.4. Mapa digital 87
1.4.1. Simbologia, escalas e categorias de representação 87
1.4.2. Tutorial de uso 91
1.5. Criação de metadados 92
1.5.1. Metadados modelo *Geonetwork* 92
1.6. Elaboração dos mapas de localização e acessos 95
1.6.1. Elaboração dos mapas a partir de dados vetoriais encaminhados 95
1.6.2. Elaboração dos mapas sem dados vetoriais encaminhados 98
1.7. Elaboração dos mapas de infraestrutura aeroportuária 99
1.8. Síntese dos produtos entregues 101
Referências 103
Apêndice – Relação das regras topológicas aplicadas aos dados vetoriais 105

Introdução

O Brasil tem apresentado um desenvolvimento com perspectivas de continuidade no setor de transportes. Segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), o transporte aéreo tem respondido com rapidez à mudança de perfil socioeconômico do país, considerando o aumento no número de usuários desse serviço (IPEA, 2010).

Diante dessa mudança de perfil, o Governo Federal lançou, em dezembro de 2012, o Programa de Investimentos em Logística: Aeroportos, que busca melhorar a qualidade dos serviços aeroportuários a partir de investimentos na infraestrutura dos aeroportos do país (SAC/PR, 2012). Além da concessão de dois aeroportos nacionais à iniciativa privada, o programa prevê investimentos para ampliação da malha de aeródromos regionais e a normatização para autorização de aeródromos públicos com dedicação exclusiva a operações da aviação geral, de forma a ampliar a infraestrutura aeroportuária para esse tipo de operação. Tal projeto gera expectativas de alavancar o setor aeroviário do país.

Considerando essa perspectiva de desenvolvimento da infraestrutura aeroportuária nacional, e, por consequência, do tráfego aéreo, torna-se relevante o conhecimento da infraestrutura instalada no país. Nesse interim, os Planos Aeroviários Estaduais têm papel importante, pois representam o documento macrodiretor do planejamento integrado do transporte aéreo e da infraestrutura aeroportuária de interesse estadual. Segundo a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), o Plano Aeroviário Estadual:

> (...) tem por objetivo selecionar os aeródromos de interesse que estarão aptos a receber recursos financeiros de programas federais de investimento e definir as diretrizes de desenvolvimento para os aeroportos selecionados, nos horizontes de curto, médio e longo prazos, bem como quantificar os custos relativos das obras e serviços necessários ao desenvolvimento dos aeroportos. (ANAC, [s./d.])

Ressalta-se, entretanto, que os Planos Aeroviários Estaduais são documentos elaborados pelos Governos Estaduais e são independentes de Programas Federais. O horizonte temporal utilizado é de 20 anos e, tendo em vista a importância que o plano tem para o planejamento aeroportuário estadual, estes devem ser revisados periodicamente, a cada cinco anos.

Com base no exposto, este estudo busca apresentar os resultados da revisão e atualização do Plano Aeroviário Estadual do Paraná. O estudo é apresentado em quatro volumes, conforme descrição a seguir.

- **Volume I** – Este volume apresenta uma análise geral do transporte aéreo no estado, abordando aspectos históricos do transporte, além da análise de rotas atualmente operadas e da concorrência do modal aéreo com outros modais. Contempla-se, ainda neste volume, a análise socioeconômica dos aeroportos do estado, assim como a previsão de demanda de passageiros para cada um, e ainda a avaliação do potencial de movimentação de cargas no estado do Paraná.
- **Volume II** – O segundo volume traz informações sobre as características da infraestrutura dos aeroportos públicos do estado do Paraná na forma de um inventário. São apresentados também mapas de localização dos aeroportos e mapas representativos da infraestrutura de cada unidade aeroportuária, além de um diagnóstico sobre as condições de operação, conservação e possibilidades de expansão dos aeroportos.
- **Volume III** – Neste volume, abordam-se a definição do Sistema Estadual de Aeroportos, bem como da Rede Estadual de Aeroportos, e os resultados obtidos para o desenvolvimento desta rede.
- **Volume IV** – O último volume do estudo descreve os processos e produtos vinculados à cartografia e ao geoprocessamento. Neste volume, é fornecida uma base de dados que contém todas as informações referentes à localização dos aeródromos recolhidas na etapa de inventário.

O relatório ora apresentado trata-se do Volume IV do estudo e engloba todos os produtos desenvolvidos com relação à cartografia e ao geoprocessamento.

1. Cartografia e geoprocessamento

Este documento tem por objetivo descrever os processos e produtos referentes ao item 2.2 do Termo de Referência vinculados aos temas Cartografia e Geoprocessamento.

No Relatório RT3, anterior ao presente documento, foram descritas as edições realizadas nas camadas geográficas de aeródromos, de rodovias federais e estaduais e na camada de Malha Viária Urbana. Também foram apresentados os mapas de localização e os acessos dos 19 aeródromos paranaenses cujos dados vetoriais foram disponibilizados pela Secretaria de Infraestrutura e Logística do Estado do Paraná (SEIL/PR).

Neste Relatório Final, são descritos os seguintes processos, bem como seus respectivos produtos:

- análise e edição das camadas geográficas;
- elaboração do geodatabase;
- geração do Mapa Digital;
- criação de metadados;
- elaboração dos mapas de localização e acessos restantes; e
- elaboração dos mapas de infraestrutura aeroportuária.

Ressalta-se que o projeto, inicialmente, previa o estudo de 40 aeródromos localizados no estado Paraná. No entanto, constatou-se que, desse total, cinco aeródromos não necessitariam de avaliação por serem de responsabilidade da Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (Infraero) ou de particulares. Os aeródromos sob tutela dessa Empresa são os de Curitiba (Bacacheri), São José dos Pinhais (Afonso Pena), Foz do Iguaçu e Londrina. Já o aeródromo privado localiza-se em São Miguel do Iguaçu.

Os tópicos seguintes detalham os procedimentos executados e os produtos elaborados.

1.1. Análise e edição das camadas geográficas

A execução do geodatabase, do mapa digital e dos mapas de localização e acessos e infraestrutura aeroportuária foi precedida pelo processo de análise e edição das camadas geográficas adotadas para o projeto, essencial ao desenvolvimento dos produtos entregues. A Tabela 1 lista as camadas utilizadas, bem como suas respectivas fontes.

Tabela 1 – Camadas adotadas no estudo

Camada	Fonte
Inventário de Aeródromos	SEIL/PR
Estruturas (formato pontos)	SEIL/PR
Estruturas (formato linhas)	SEIL/PR
Estruturas (formato polígonos)	SEIL/PR
Pistas	SEIL/PR
Cabeceiras da Pista	SEIL/PR
Zonas de proteção	SEIL/PR
Municípios	IBGE[1]
Cidades	IBGE
Microrregião	IBGE
Mesorregião	IBGE
Paraná	IBGE
Estado	IBGE
Brasil	IBGE
Países	*ESRI*[2]
Rodovias	SEIL/PR
Malhas Viárias Municipais	OSM[3]
Ferrovia	ANTT[4]
Hidrovias	ANTAQ[5]
Porto	ANTAQ
Hidrografia 1:2.500.000	ANA[6]
Hidrografia 1:1.000.000	ANA
Massa d'Água	BCIM[7]/UNESCO[8]
Terras quilombolas	INCRA[9]
Terras Indígenas	FUNAI[10]
Assentamentos Rurais	INCRA
Manchas urbanas	SEIL/PR
Unidade de Conservação	MMA[11]
Travessias (formato linhas)	SEIL/PR
Travessias (formato pontos)	SEIL/PR

Fonte: Elaboração própria

[1] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
[2] Environmental Systems Research Institute
[3] Open Street Map.
[4] Agência Nacional de Transportes Terrestres.
[5] Agência Nacional de Transportes Aquaviários.
[6] Agência Nacional de Águas.
[7] Base Vetorial Contínua ao Milionésimo
[8] United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
[9] Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária.
[10] Fundação Nacional do Índio.
[11] Ministério do Meio Ambiente.

As camadas relacionadas receberam tratamento em seus dados geométricos e nas tabelas de dados alfanuméricos vinculadas. A descrição das referências governamentais para as edições, bem como das etapas executadas para o ajuste das camadas, constam nos tópicos seguintes.

1.1.1. Compatibilização das camadas à INDE

Os ajustes nas camadas geográficas foram realizados com base nas orientações da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), definida por meio do Decreto n.º 6.666, de 27 de novembro de 2008. Concebida a partir da integração de instituições de diferentes ramos do conhecimento, a INDE indica a arquitetura básica segundo a qual os dados geoespaciais devem ser moldados.

As orientações da Infraestrutura estão compiladas em um documento denominado "Especificação Técnica para a Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-EDGV)", elaborado pela Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR). Nele, são definidas as características geométricas dos objetos espaciais existentes em cada camada, além dos conteúdos básicos a integrarem as tabelas de atributos descritivos que acompanham os elementos geométricos.

O documento ET-EDGV orienta, também, a respeito da arquitetura das tabelas descritivas. São definidos padrões referentes ao tipo e ao número de caracteres possíveis a cada atributo e à forma com a qual os conteúdos são descritos. As informações descritivas são ordenadas por meio de linhas e colunas. Cada linha está relacionada a um objeto geométrico; enquanto cada coluna refere-se a um atributo específico dos objetos. A Figura 1 exemplifica a estrutura de uma tabela de atributos.

idAerodromo	nome	revestimento e resistência homologada
1	Aeródromo João Galdino	Asfalto (5.600 KG)
2	Aeródromo Capitão João Busse	Asfalto (9/F/C/Y/U)
4	Aeródromo Avelino Antônio Vieira	Asfalto - CBUQ (5.700 KG)
3	Aeródromo Alberto Bertelli	Asfalto - CBUQ / Lama Asfáltica (6/F/B/Y/U)
5	Aeródromo de Yara	Grama
6	Aeródromo Coronel Geraldo Guia de Aquino	Asfalto - CBUQ (14/F/C/Y/U)
7	Aeródromo Cel Adalberto Mendes da Silva	Asfalto - Microrevestimento (25/F/A/X/T)
8	Aeródromo Major Neudo S. Pereira	Asfalto - CBUQ (8/F/A/Y/T)
9	Aeródromo Major Ariovaldo Vilela	Grama
10	Aeroporto Municipal Gastão de Mesquita Filho	Asfalto (5.700 KG)

Nota: As linhas referem-se aos objetos geométricos, e as colunas aos atributos deles.

Figura 1 – Fragmento de uma tabela de atributos

Fonte: Elaboração própria

Ressalta-se que a INDE está em constante processo de atualização, em função da diversidade e complexidade de temas passíveis de manipulação geoespacial. Por esse motivo, algumas camadas adotadas para o geodatabase ainda não são contempladas pelo documento ET-EDGV e apresentam conteúdos descritivos não relacionados nas especificações técnicas.

Para os casos de camadas não mencionadas pelo documento ET-EDGV, as tabelas de atributo foram configuradas com base em camadas de temática semelhante citadas nas especificações técnicas. Os ajustes foram realizados de maneira a evitar a supressão de informações originais, conforme recomendação da própria INDE.

Por fim, as camadas tiveram seus respectivos sistemas de referência ajustados para o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS), desenvolvido no ano 2000 e definido como padrão oficial brasileiro por meio da Resolução PR-01/2005 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Quanto ao sistema de coordenadas, todas as camadas se encontram no sistema geodésico.

Os itens a seguir detalham as especificações de cada camada utilizada no geodatabase.

1.1.2. Inventário dos aeródromos

A camada de Inventário dos aeródromos tem como fonte a SEIL/PR e representa, por meio de pontos, os 40 aeródromos citados no projeto de revisão e atualização do Plano Aeroviário Estadual do Paraná (PAE/PR). Os dados foram enviados pela secretaria por meio de um arquivo do tipo *Keyhole Markup Language* (KML), padrão internacional mantido pelo Open Geospatial Consortium (OGC) e compatível, dentre outros, com o *software* livre Google *Earth*. O arquivo KML foi convertido para o formato *Feature class*, adequado ao geodatabase. A Figura 2 apresenta a distribuição espacial dos aeródromos existentes na camada.

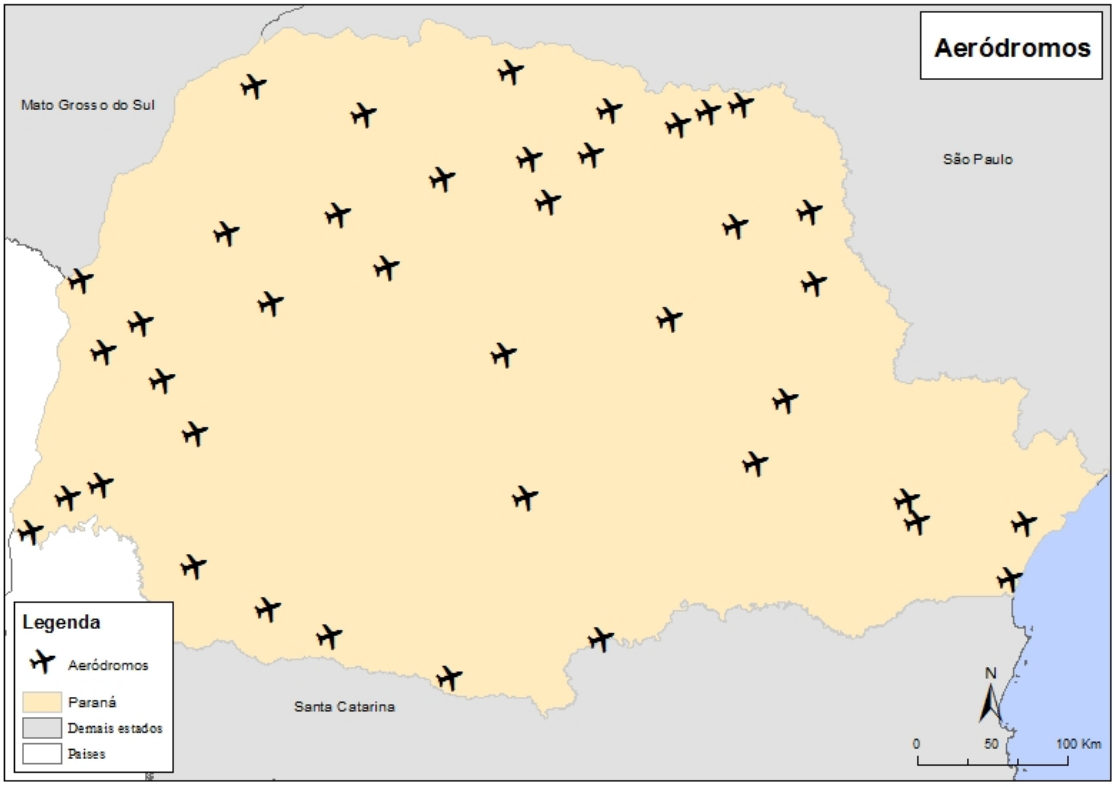


Figura 2 – Camada de Aeródromos do Paraná

Fonte: Elaboração própria

Além do arquivo em formato KML, foi recebido uma série de dados pertencentes ao inventário dos aeródromos paranaenses. As informações levantadas por meio dele foram vinculadas aos dados espaciais originários do arquivo KML. Dessa forma, os conteúdos do inventário foram inseridos na tabela de atributos da camada de Aeródromos.

A camada de Aeródromos é, então, composta pelas seguintes colunas[12]:

- idAerodromo: código identificador do aeródromo;
- nome: denominação do aeródromo;
- Indicador: código ICAO[13] do aeródromo;
- siglaAero: sigla oficial do complexo aeroportuário estabelecido pela International Air Transport Association (IATA)
- tipoComplAero: tipo do complexo aeroportuário;
- classificação: classe do aeródromo (doméstico, internacional ou desconhecido);

[12] A nomenclatura das colunas é apresentada com o mesmo padrão de escrita com o qual aparecem nas camadas existentes no geodatabase.

[13] International Civil Aviation Organization.

- latOficial: latitude informada pelo Manual Oficial de Rotas Aéreas (ROTAER);
- longOficial: longitude informada pelo ROTAER;
- nomeAbrev: nome ou abreviatura padronizada;
- município: nome do município onde se localiza o aeródromo;
- endereço: endereço do aeródromo;
- esfera administrativa (jurisdição): instituição governamental responsável;
- código de referência: codificação interna do dado;
- temperatura de referência (C°): valor de temperatura;
- área patrimonial (m²): área física pertencente ao aeródromo
- área do pátio de aeronaves (m²): área física referente ao pátio para circulação de aeronaves;
- heliponto: informa a presença de helipontos;
- área do terminal de passageiros (m²): área física do terminal para passageiros;
- área do estacionamento (m²): área física para estacionamento;
- tipo de operação: identificação da operação (Visual Flight Rules - VFR/Instrument Flight Rules - IFR/diurno /noturno);
- número de hangares e área (m²): quantidade de hangares e valor físico de área;
- revestimento e resistência homologada: tipo de revestimento (asfalto ou grama) e detalhamento da resistência;
- tipo de combustível no PPA e empresa fornecedora: combustível utilizado e empresa responsável pelo fornecimento;
- Tipo de aviação que opera: especificações dos tipos de voo;
- Cabeceiras: denominação e coordenadas de cabeceiras; e
- Dimensões da pista de pouso e decolagem: largura e comprimento da pista.

1.1.3. Detalhes dos aeródromos

O geodatabase contém um grupo de *feature classes* para detalhamento das estruturas e dos zoneamentos existentes nos aeródromos do Paraná. Para melhor interpretação dos dados, as estruturas foram divididas em seis camadas: três para representação de estruturas diversas – em formato de pontos, linhas e polígonos –; uma camada de Cabeceiras de Pista; uma para representação das pistas de pouso e decolagem e áreas correlatas; e a última para as zonas de proteção.

Ressalta-se que as camadas foram desenvolvidas, fundamentalmente, a partir dos dados geoespaciais disponibilizados pela SEIL/PR. Os itens a seguir detalham cada uma das seis camadas citadas.

1.1.3.1. Estruturas (formato de pontos)

A camada de Estruturas em formato de pontos identifica os equipamentos aeroportuários de largura reduzida, tais como antenas, birutas e faróis etc., cuja escala de representação não condiz com elementos geométricos do tipo linha ou polígono.

As informações que compõem a tabela de atributos e as coordenadas de cada ponto são derivadas dos arquivos vetoriais disponibilizados pela SEIL/PR. A Figura 3 ilustra os pontos de estrutura.

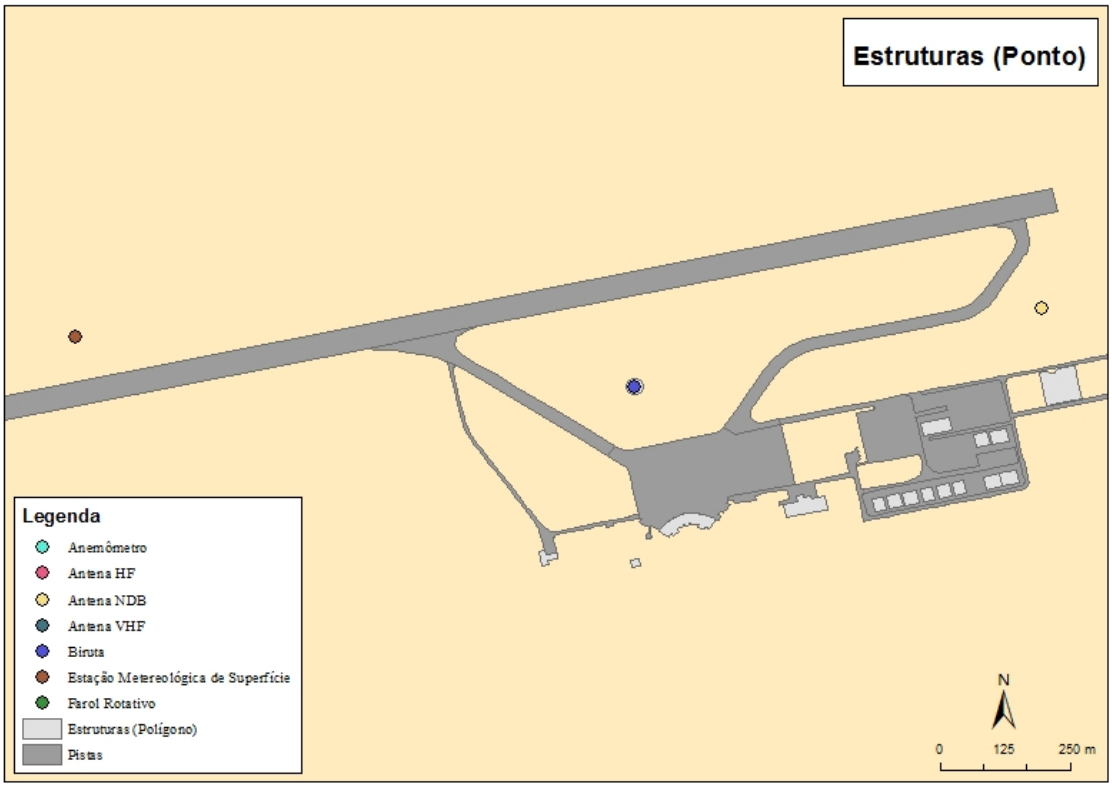


Figura 3 – Camada de Estruturas (formato pontos)

Fonte: Elaboração própria

A camada é constituída pelas seguintes colunas:

- nome: nomenclatura da estrutura;
- geometriaAproximada: indica se a geometria é próxima à escala prevista para o produto cartográfico;
- tipoEdifAero: tipo de construção;

- administracao: instituição governamental responsável;
- marConstr: material de construção predominante;
- operacional: situação de uso;
- situacaoFisica: situação atual da estrutura;
- indicador: código ICAO do aeródromo;
- nomeAerodromo: nome do aeródromo ao qual pertence a estrutura;
- nomeAbrev: nome ou abreviatura padronizada;

1.1.3.2. Estruturas (formato linhas)

A camada de Estruturas Aeroportuárias do tipo linha destina-se, exclusivamente, à representação das cercas de proteção dos aeródromos do Paraná. São delimitadas as cercas de proteção de 18 aeródromos originárias dos arquivos vetoriais disponibilizados pela SEIL/PR.

A avaliação dos arquivos vetoriais resultou na identificação de 19 aeródromos com arquivos disponíveis no formato *Drawing* (DWG), compatível com *softwares* de edição espacial gráfica. No entanto, para o aeródromo de Apucarana, não foi possível distinguir os vetores de delimitação da cerca, de maneira que sua utilização foi descartada.

Entre os demais dados recebidos, constatou-se alguns casos em que os vetores de estrutura não possuíam referência espacial; e outros em que os aeródromos apresentavam deslocamento em relação a imagens de satélite georreferenciadas. A Figura 4 demonstra, como exemplo, o aeródromo de Palmas, no qual se percebe a inconsistência do dado, quando sobreposto a uma imagem de coordenadas ajustadas.

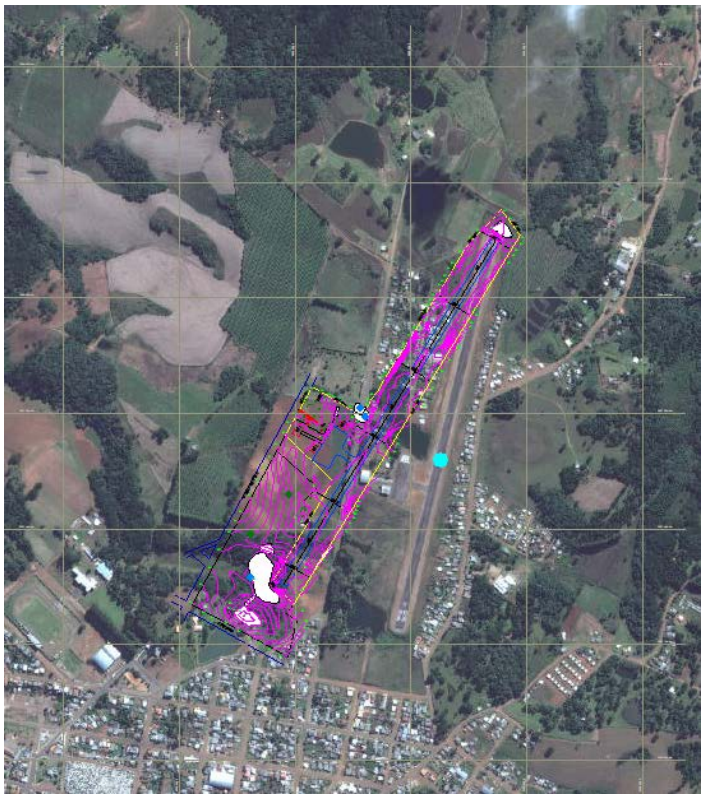


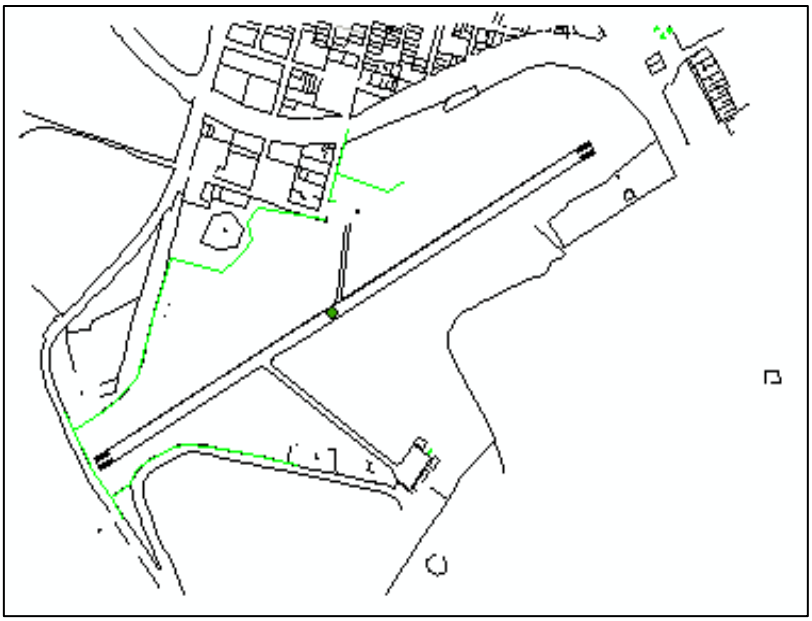
Figura 4 – Vetores do aeródromo de Palmas com deslocamento

Fonte: Elaboração própria

Nesse caso, foi realizada a correção do posicionamento dos aeródromos a partir do georreferenciamento dos vetores sobre as imagens de satélite atualizadas.

Houve, também, a ocorrência de casos em que a constituição dos vetores gerou dificuldades na interpretação dos limites de cerca. A Nota: **Em verde: cercas de arame; em preto: muro e grade.**

Figura 5 apresenta o aeródromo de Ponta Grossa, cujos vetores estavam denominados “cerca de arame” ou “muro e grade”. Nenhum dos vetores delimitava um perímetro completo no entorno do aeródromo.



Nota: Em verde: cercas de arame; em preto: muro e grade.

Figura 5 – Aeródromo de Ponta Grossa
Fonte: Elaboração própria

Para essas ocorrências, foi necessário correlacionar os vetores às imagens de satélite para identificação do correto limite da cerca de proteção e vetorização dos trechos sem linha. Por fim, as imagens de satélite enviadas disponibilizadas pela SEIL/PR foram utilizadas para definição da cerca do aeródromo de Palotina e Campo Mourão.

A Tabela 2 resume as inconsistências identificadas nos vetores e as edições realizadas para o devido ajustamento dos dados.

Tabela 2 – Ajustes realizados nos vetores de cerca de proteção

Aeródromo	Inconsistência	Ajuste realizado
Apucarana	Sem identificação da cerca	Aeródromo não representado na camada
Campo Mourão	Sem arquivo de vetores	Vetorização com base em imagens georreferenciadas
Cascavel	Vetores incompletos; Deslocamento da geometria	Vetorização dos trechos ausentes; Reposicionamento a partir de imagens georreferenciadas
Castro	-	-
Cianorte	-	-
Francisco Beltrão	Vetores incompletos	Vetorização dos trechos ausentes
Guarapuava	-	-
Loanda	Sem identificação da cerca	Aeródromo não representado na camada
Manoel Ribas	Vetores sem identificação	Avaliação espacial para identificação do vetor correto
Maringá	Deslocamento da geometria	Reposicionamento a partir de imagens georreferenciadas
Palmas	Deslocamento da geometria	Reposicionamento a partir de imagens georreferenciadas
Palotina	Sem identificação da cerca	Aeródromo não representado na camada
Paranaguá	Deslocamento da geometria	Reposicionamento a partir de imagens georreferenciadas
Paranavaí	Deslocamento da geometria	Reposicionamento a partir de imagens georreferenciadas
Pato Branco	Sem identificação da cerca	Aeródromo não representado na camada
Ponta Grossa	Vetores incompletos	União de vetores com identificação semelhante
Realeza	Vetores sem identificação	Avaliação espacial para identificação do vetor correto
Sertanópolis	Deslocamento da geometria	Reposicionamento a partir de imagens georreferenciadas
Siqueira Campos	Deslocamento da geometria	Reposicionamento a partir de imagens georreferenciadas
Telêmaco Borba	Vetores incompletos; Deslocamento da geometria	Vetorização dos trechos ausentes; Reposicionamento a partir de imagens georreferenciadas
Umuarama	Vetores sem identificação	Avaliação espacial para identificação do vetor correto

Fonte: Elaboração própria

A Figura 6 exemplifica a forma de representação final das estruturas do tipo linha, que delimitam as cercas de proteção dos aeródromos paranaenses.

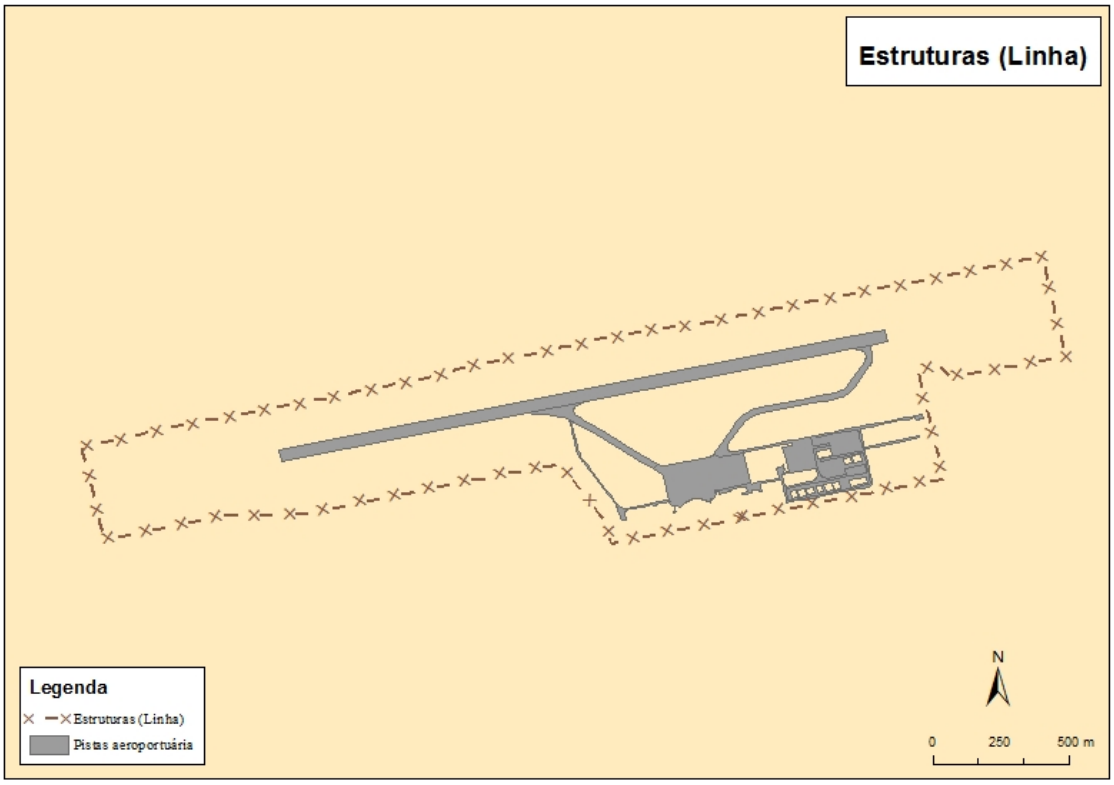


Figura 6 – Camada de Estruturas (formato linhas)

Fonte: Elaboração própria

A tabela de atributos descritivos contém os seguintes temas:

- nome: nomenclatura da estrutura;
- geometriaAproximada: indica se a geometria é próxima à escala prevista para o produto cartográfico;
- tipoEdifAero: tipo de construção;
- administracao: instituição governamental responsável;
- marConstr: material de construção predominante;
- operacional: situação de uso;
- situacaoFisica: situação atual da estrutura;
- indicador: código ICAO do aeródromo;
- nomeAerodromo: nome do aeródromo ao qual pertence a estrutura;
- nomeAbrev: nome ou abreviatura padronizada;

1.1.3.3. Estruturas (formato de polígonos)

A camada de Estruturas do tipo ponto destina-se à representação das edificações que compõem os aeródromos paranaenses. São identificados elementos como hangares, terminais

e postos de abastecimento, entre outros. Os dados são originários dos mesmos arquivos disponibilizados pela SEIL/PR dos quais foram extraídos os vetores para a camada de Estruturas em formato de linhas.

As edições na camada de Estruturas em formato de polígonos seguiram o mesmo método realizado para a camada de Linhas. Os arquivos vetoriais com deslocamento foram ajustados a partir de imagens de satélite georreferenciadas, enquanto os vetores incompletos foram complementados.

Os ajustes foram realizados para os 20 aeródromos cujos dados vetoriais foram disponibilizados pela SEIL/PR. A Tabela 3 relaciona os aeródromos contemplados.

Tabela 3 – Aeródromos com arquivos vetoriais adotados para a camada de Estruturas (formato de polígonos)

Código ICAO	Aeródromo
SBCA	Aeródromo Cel. Adalberto Mendes da Silva
SBMH	Aeroporto Regional de Maringá Sílvio Name Júnior
SBTL	Aeródromo Monte Alegre
SSAP	Aeródromo Capitão João Busse
SSCT	Aeroporto Municipal Gastão de Mesquita Filho
SSFB	Aeródromo Dr. Paulo Abdala
SSGY	Aeroporto de Guaíra
SSKM	Aeródromo Coronel Geraldo Guia de Aquino
SSMR	Aeródromo de Águia Branca
SSPG	Aeroporto Santos Dumont
SSPI	Aeródromo de Paranavaí
SSPT	Aeródromo Brasílio Marques
SSQC	Aeródromo Aguinaldo Pereira Lima
SSQT	Aeródromo Major Neudo S. Pereira
SSRE	Aeroporto de Realeza
SSSZ	Aeródromo Odilon Extra Molineiro
SSTD	Aeroporto Municipal Luiz Dalcanale Filho
SSUM	Aeroporto Orlando de Carvalho
SSUW	Aeródromo Tancredo Thomaz de Faria
SSZW	Aeródromo de Santana - Comandante Antônio Amilton Beraldo

Fonte: Elaboração própria

A Figura 7 apresenta um exemplo de estruturas no formato de polígono.

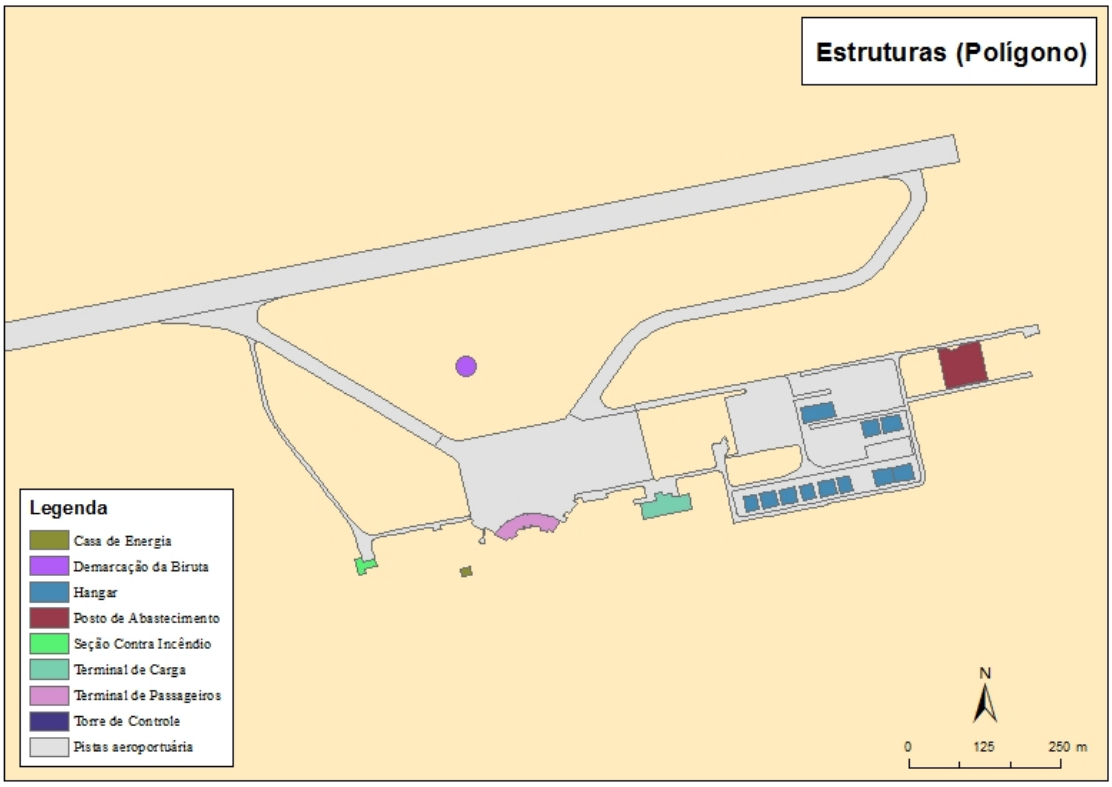


Figura 7 – Camada de Estruturas (formato de polígonos)

Fonte: Elaboração própria

A tabela de atributos é formada pelas seguintes informações:

- nome: nomenclatura da estrutura;
- geometriaAproximada: indica se a geometria é próxima à escala prevista para o produto cartográfico;
- tipoEdifAero: tipo de construção;
- administracao: instituição governamental responsável;
- marConstr: material de construção predominante;
- operacional: situação de uso;
- situacaoFisica: situação atual da estrutura;
- indicador: código ICAO do aeródromo;
- nomeAerodromo: nome do aeródromo ao qual pertence a estrutura;
- nomeAbrev: nome ou abreviatura padronizada;

1.1.3.4. Pistas

As pistas de pouso e decolagem existentes nos 40 aeródromos paranaenses citados no projeto são representadas por meio de uma camada de Polígonos. Ela, embora receba o nome "Pistas", delimita áreas físicas referentes às seguintes categorias:

- Pistas de pouso e decolagem de aeronaves;
- Acesso ao terminal de passageiros;
- Áreas de espera de aeronaves;
- Helipontos;
- Pátios;
- Pátio de hangares; e
- Áreas de *taxiway*.

O processo de elaboração da camada, já descrito no Relatório RT3 deste projeto, deu-se por meio dos mesmos procedimentos executados para as camadas de estruturas em formato de linhas e polígonos. A

Tabela 4 identifica a origem de cada arquivo utilizado para a delimitação das pistas e demais áreas existentes na camada.

Tabela 4 – Edições realizadas para elaboração da camada de Pistas

Aeródromo	Origem do dado de pista	Edições realizadas
Arapoti	Raster	Vetorização a partir do arquivo enviado
Campo Mourão	Raster	Vetorização a partir do arquivo enviado
Guaíra	Raster	Vetorização a partir do arquivo enviado
Palotina	Raster	Vetorização a partir do arquivo enviado
Toledo	Raster	Vetorização a partir do arquivo enviado
Cascavel	Vetorial[14]	Vetorização a partir de imagens de satélite georreferenciadas
Andirá	Sem dados disponibilizados	Vetorização a partir de imagens de satélite georreferenciadas (2013)
Arapongas	Sem dados disponibilizados	Vetorização a partir de imagens de satélite georreferenciadas (2014)
Bandeirantes	Sem dados disponibilizados	Vetorização a partir de imagens de satélite georreferenciadas (2013)
Centenário do Sul	Sem dados disponibilizados	Vetorização a partir de imagens de satélite georreferenciadas (2013)
Cornélio Procópio	Sem dados disponibilizados	Vetorização a partir de imagens de satélite georreferenciadas (2014)
Curitiba	Sem dados disponibilizados	Vetorização a partir de imagens de satélite georreferenciadas (2009)
Foz do Iguaçu	Sem dados disponibilizados	Vetorização a partir de imagens de satélite georreferenciadas

[14] O dado foi disponibilizado em formato vetorial, entretanto a pista precisou ser vetorizada novamente, visto que o atual dado não considerava a ampliação da pista sofrida recentemente.

Aeródromo	Origem do dado de pista	Edições realizadas
		(2014)
Continua		
Goioerê	Sem dados disponibilizados	Vetorização a partir de imagens de satélite georreferenciadas (2013)
Guaratuba	Sem dados disponibilizados	Vetorização a partir de imagens de satélite georreferenciadas (2013)
Ibati	Sem dados disponibilizados	Vetorização a partir de imagens de satélite georreferenciadas (2013)
Londrina	Sem dados disponibilizados	Vetorização a partir de imagens de satélite georreferenciadas (2014)
Mal. Cândido Rondon	Sem dados disponibilizados	Vetorização a partir de imagens de satélite georreferenciadas (2013)
Medianeira	Sem dados disponibilizados	Vetorização a partir de imagens de satélite georreferenciadas (2014)
São José dos Pinhais	Sem dados disponibilizados	Vetorização a partir de imagens de satélite georreferenciadas (2009)
São Miguel do Iguaçu	Sem dados disponibilizados	Vetorização a partir de imagens de satélite georreferenciadas (2013)
União da Vitória	Sem dados disponibilizados	Vetorização a partir de imagens de satélite georreferenciadas (2013)
Maringá	Vetorial	Correção do deslocamento da pista em relação à imagem de satélite (2014)
Palmas	Vetorial	Correção do deslocamento da pista em relação à imagem de satélite (2014)
Paranaguá	Vetorial	Correção do deslocamento da pista em relação à imagem de satélite (2014)
Paranavaí	Vetorial	Correção do deslocamento da pista em relação à imagem de satélite (2014)
Sertanópolis	Vetorial	Correção do deslocamento da pista em relação à imagem de satélite (2014)
Siqueira Campos	Vetorial	Correção do deslocamento da pista em relação à imagem de satélite (2014)
Telêmaco Borba	Vetorial	Correção do deslocamento da pista em relação à imagem de satélite (2014)
Umuarama	Vetorial	Manutenção dos vetores disponibilizados
Apucarana	Vetorial	Manutenção dos vetores disponibilizados
Loanda	Vetorial	Manutenção dos vetores disponibilizados
Pato Branco	Vetorial	Manutenção dos vetores disponibilizados
Francisco Beltrão	Vetorial	Manutenção dos vetores disponibilizados
Ponta Grossa	Vetorial	Manutenção dos vetores disponibilizados
Castro	Vetorial	Manutenção dos vetores disponibilizados
Cianorte	Vetorial	Manutenção dos vetores disponibilizados
Guarapuava	Vetorial	Manutenção dos vetores disponibilizados
Manoel Ribas	Vetorial	Manutenção dos vetores disponibilizados
Realeza	Vetorial	Manutenção dos vetores disponibilizados

Fonte: Elaboração própria

A Figura 8 ilustra alguns elementos geométricos que compõem a camada de Pistas.

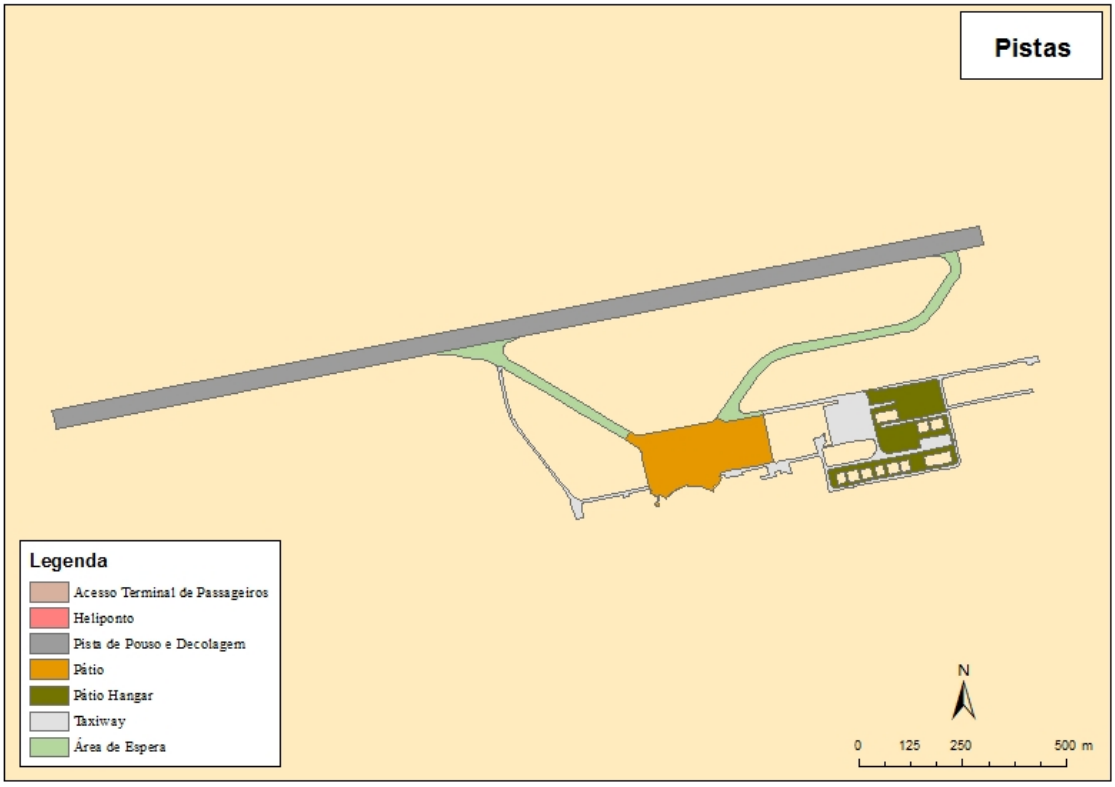


Figura 8 – Camada de Pistas

Fonte: Elaboração própria

Quanto à tabela de atributos, constam os seguintes conteúdos:

- geometriaAproximada: indica se a geometria é próxima à escala prevista para o produto cartográfico;
- tipoPista: categoria do elemento geométrico representado;
- revestimento: tipo de pavimentação;
- homologação: indica se a pista de pouso é homologada;
- operacional: situação de uso;
- situacaoFisica: situação atual da estrutura;
- largura: valor de largura em metros;
- extensão: comprimento da pista;
- indicador: código ICAO do aeródromo;
- nomeAerodromo: nome do aeródromo ao qual pertence o elemento geométrico; e
- nomeAbrev: nome ou abreviatura padronizada;

1.1.3.5. Cabeceiras de pista

A Portaria n.º 256/GC5, de 13 de maio de 2011, interpreta cabeceira de pista como o "início da parcela da pista utilizável para a operação de pouso ou decolagem". A camada de Cabeceiras de Pista identifica, por meio de pontos, os dois extremos de cada uma das 35 pistas de pouso e decolagem efetivamente contempladas no projeto. Dessa forma, a camada é composta por um total de 70 pontos, cujas informações descritivas foram disponibilizadas pela equipe de campo responsável pelos questionários dos aeródromos.

Foram repassadas à equipe de Geoprocessamento todas as coordenadas das 70 cabeceiras de pista consideradas no projeto. Para garantia da fidelidade dos dados, o posicionamento espacial de cada cabeceira foi avaliado junto à imagens de satélite georreferenciadas.

A análise espacial realizada pelos técnicos identificou inconsistências em 29 das 68 coordenadas informadas, resultando no deslocamento de 29 pontos. A Figura 9 exemplifica o exposto apresentando o deslocamento da representação de cabeceiras para o aeródromo de Umuarama.

Figura 9 – Deslocamento do ponto de cabeceira de pista (em verde) no aeródromo de Umuarama

Fonte: Elaboração própria

Para os casos em que se constatou inconsistências, foi executado o reposicionamento dos pontos com base em imagens de satélite georreferenciadas. A Tabela 5 relaciona os aeródromos e as cabeceiras de pistas com deslocamento.

Tabela 5 – Pontos de cabeceira de pista com coordenadas inconsistentes e corrigidas

Código ICAO	Aeródromo	Cabeceira	Lat. original	Long. original	lat. corrigida	long. corrigida
SBCA	Aeródromo Cel. Adalberto Mendes da Silva	15	-24,986194	-53,5075	-24,995908	-53,506114
SSZS	Aeródromo Major Ariovaldo Vilela	Y	-22,830333	-51,608417	-22,830419	-51,609281
SSCT	Aeroporto Municipal Gastão de Mesquita Filho	22	-23,686417	-52,639417	-23,686889	-52,639700
SSGW	Aeródromo Manoel Ribas	05	-24,224	-53,047361	-24,231111	-53,047031
SSGW	Aeródromo Manoel Ribas	23	-24,216778	-53,041444	-24,217117	-53,041742
SSGY	Aeroporto de Guaíra	25	-24,078083	-54,186	-24,078322	-54,186414
SSGY	Aeroporto de Guaíra	07	-24,083944	-54,196972	-24,083717	-54,196567
SSUW	Aeródromo Tancredo Thomaz de Faria	08	-25,39125	-51,52975	-25,391094	-51,529556
SSGB	Aeródromo Municipal de Guaratuba	01	-25,885361	-48,61175	-25,884944	-48,611728
SSGB	Aeródromo Municipal de Guaratuba	19	-25,877806	-48,611778	-25,876753	-48,611775
SSLO	Aeroporto Attillio Accorsi	05	-22,920917	-53,152167	-22,920525	-53,151919
SSCR	Aeródromo Rubem Berta	01	-24,519028	-54,055694	-24,518497	-54,055636
SBMH	Aeroporto Regional de Maringá Sílvio Name Júnior	10	-23,478056	-52,026389	-23,477961	-52,025811
SSMD	Aeroporto Municipal Miguel Adolfo Orth	13	-25,3085	-54,075917	-25,308483	-54,075864
SSPS	Aeródromo de Palmas	20	-26,467583	-51,973972	-26,468064	-51,474086
SSPT	Aeródromo Brasílio Marques	03	-24,348611	-53,830333	-24,348175	-53,830222
SSPT	Aeródromo Brasílio Marques	21	-24,338194	-53,827083	-24,338625	-53,827197
SSPB	Aeródromo Juvenal Loureiro Cardoso	25	-26,212861	-52,687778	-26,213775	-52,689239
SSZW	Aeródromo de Santana - Comandante Antonio Amilton Beraldo	07	-25,187806	-50,149861	-25,187433	-50,149225
SSZW	Aeródromo de Santana - Comandante Antonio Amilton Beraldo	25	-25,181556	-50,138444	-25,181436	-50,138283
SSRE	Aeroporto de Realeza	06	-25,805028	-53,517056	-25,804619	-53,516733
SSRE	Aeroporto de Realeza	24	-25,797056	-53,508694	-25,797197	-54,394167
SSSZ	Aeródromo Odilon Extra Molineiro	10	-23,062667	-51,019444	-23,062636	-51,019175
SSSZ	Aeródromo Odilon Extra Molineiro	28	-23,061639	-51,008528	-23,061672	-51,008789
SSQC	Aeródromo Aguinaldo Pereira Lima	28	-23,675	-49,809639	-23,674961	-49,810108
SBTL	Aeródromo Monte Alegre	02	-24,323806	-50,651972	-24,323369	-50,651961
SSUM	Aeroporto Orlando de Carvalho	03	-23,804583	-53,316278	-23,804133	-53,316089
SSUV	Aeródromo José Cleto	35	-26,236778	-51,064528	-26,229300	-51,069086
SSUV	Aeródromo José Cleto	17	-26,238	-51,063778	-26,236350	-51,064731

Fonte: Elaboração própria

A Figura 10 ilustra a simbologia dos pontos de cabeceiras sobrepostas à camada de Pista de pouso e decolagem.

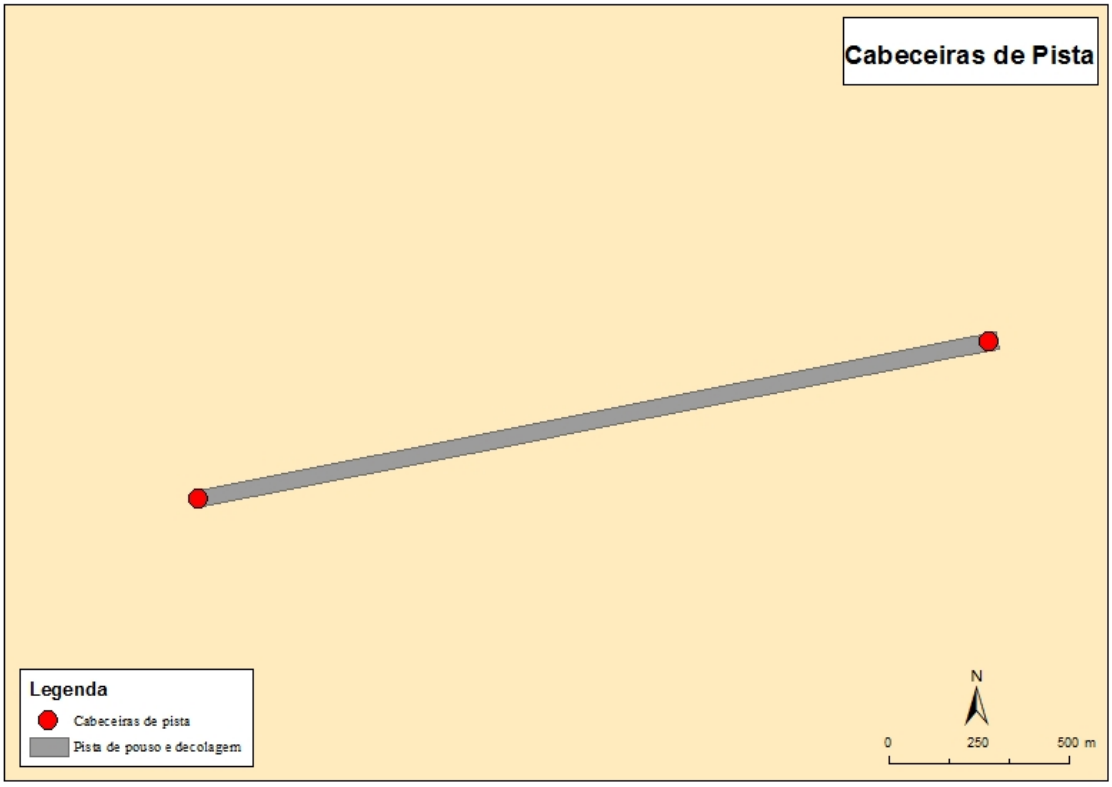


Figura 10 – Camada de Cabeceiras de Pista

Fonte: Elaboração própria

Compõem a tabela de atributos os seguintes conteúdos:

- indicador: código ICAO do aeródromo;
- nomeAerodromo: nome do aeródromo ao qual pertence a cabeceira de pista;
- nomeCabeceira: identificação da cabeceira;
- latitude: coordenada de latitude do ponto de cabeceira de pista no modelo de grau, minuto e segundo; e
- longitude: coordenada de longitude do ponto de cabeceira de pista nos modelos grau, minuto e segundo.

1.1.3.6. Zonas de Proteção

A camada de Zonas de Proteção delimita, por meio de polígonos, as áreas vinculadas aos seguintes planos:

- Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromo (PBZPA);
- Plano de Zona de Proteção de Auxílios à Navegação Aérea (PZPANA); e
- Plano de Zoneamento de Ruído (PZR).

A Portaria n.º 256/GC5 interpreta o PBZPA como o "conjunto de superfícies limitadoras de obstáculos que estabelece as restrições impostas ao aproveitamento das propriedades dentro da zona de proteção de um aeródromo".

A portaria citada apresenta, também, uma ilustração na qual é identificada a disposição das superfícies que compõem o PBZPA, conforme demonstra a Figura 11.

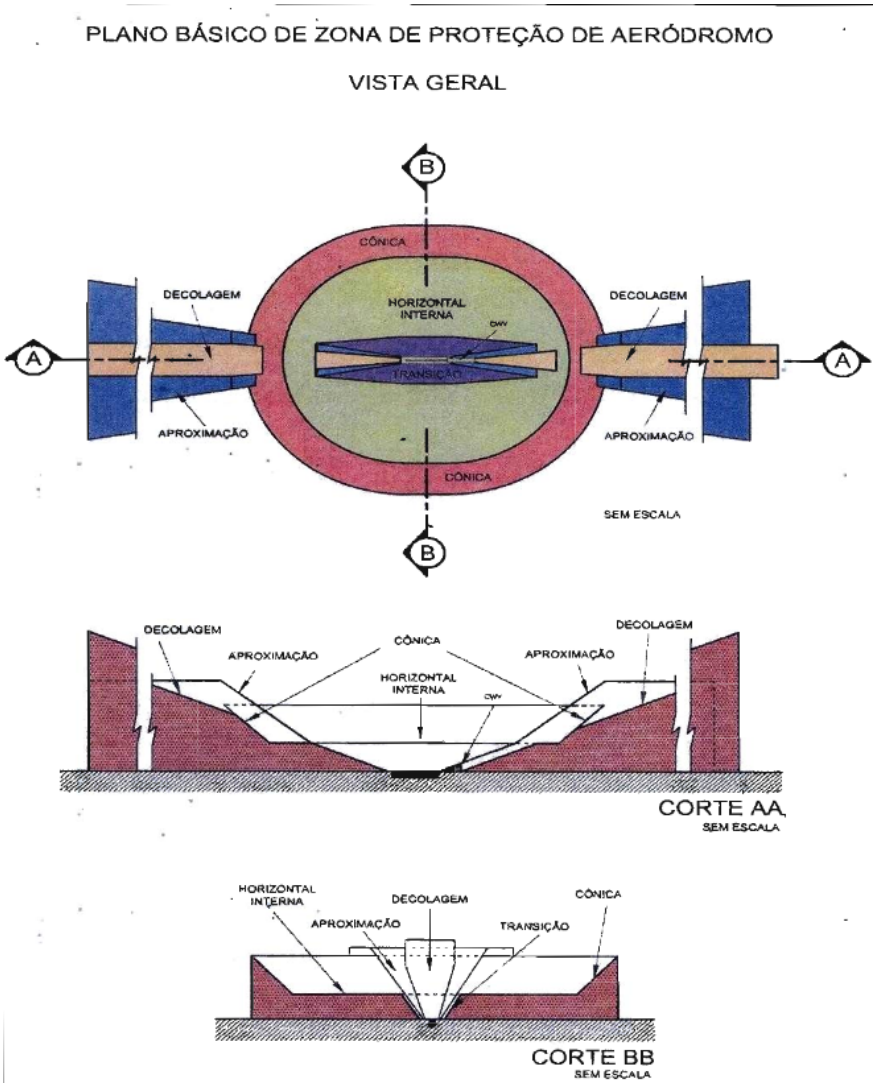


Figura 11 – Delimitação das áreas pertencentes ao PBZPA segundo a Portaria n.º 256/GC5

Fonte: Comando da Aeronáutica (2011)

Já o PZPANA é descrito pela mesma portaria como o

> conjunto de superfícies limitadoras de obstáculos que estabelece as restrições impostas ao aproveitamento das propriedades no entorno dos auxílios, necessárias ao funcionamento dos mesmos, estando estes localizados dentro ou fora dos limites da área de um determinado aeródromo.

Por fim, o PZR é definido pelo Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) n.º 161 como “composto pelas Curvas de Ruído e pelas compatibilizações e incompatibilizações ao uso do solo estabelecidas para as áreas delimitadas por essas curvas.”.

A camada de Zonas de Proteção foi gerada para 16 dos 35 aeródromos contemplados no projeto a partir dos dados disponibilizados pela SEIL/PR. A Tabela 6 lista os aeródromos cujos dados foram disponibilizados.

Tabela 6 – Aeródromos contemplados na camada de Zonas de Proteção

Código ICAO	Aeródromo
SBCA	Aeródromo Cel. Adalberto Mendes da Silva
SBMH	Aeroporto Regional de Maringá Sílvio Name Júnior
SBTL	Aeródromo Monte Alegre
SSAP	Aeródromo Capitão João Busse
SSCT	Aeroporto Municipal Gastão de Mesquita Filho
SSLO	Aeroporto Attillio Accorsi
SSMR	Aeródromo de Águia Branca
SSPB	Aeródromo Juvenal Loureiro Cardoso
SSPG	Aeroporto Santos Dumont
SSPI	Aeródromo de Paranavaí
SSQT	Aeródromo Major Neudo S. Pereira
SSRE	Aeroporto de Realeza
SSSZ	Aeródromo Odilon Extra Molineiro
SSUM	Aeroporto Orlando de Carvalho
SSUW	Aeródromo Tancredo Thomaz de Faria
SSZW	Aeródromo de Santana - Comandante Antonio Amilton Beraldo

Fonte: Elaboração própria

A Figura 12 exemplifica a representação da camada de Zonas de Proteção.

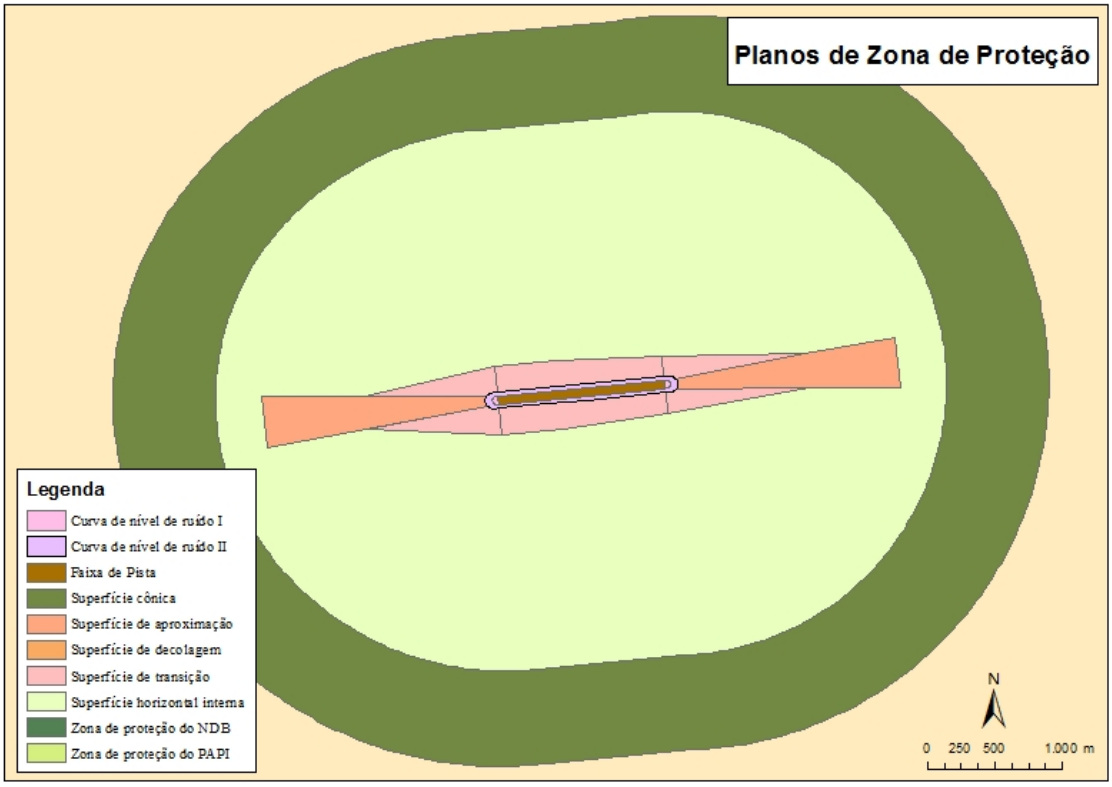


Figura 12 – Camada de Zonas de Proteção

Fonte: Elaboração própria

Os atributos descritivos inseridos na tabela que acompanha a camada são os seguintes:

- Nome: denominação da zona de proteção;
- geometriaAproximada: indica se a geometria é próxima à escala prevista para o produto cartográfico;
- tipo: categoria do elemento geométrico representado;
- indicador: código ICAO do aeródromo;
- nomeAerodromo: nome do aeródromo ao qual pertence o elemento geométrico; e
- nomeAbrev: nome ou abreviatura padronizada.

1.1.4. Camadas complementares

Além dos dados geoespaciais listados nos itens anteriores, voltados especificamente à temática aeroportuária, o geodatabase contém, também, outras 23 camadas. Elas abordam temas relevantes ao setor aeroportuário estadual do Paraná, uma vez que influenciam

aspectos como o planejamento logístico, a compatibilização entre os modais viários e a adequação das ações da SEIL/PR aos condicionantes socioambientais.

Os itens seguintes descrevem cada uma das 23 camadas complementares.

1.1.4.1. Municípios

A camada de Municípios apresenta, por meio de polígonos, a delimitação dos 399 municípios pertencentes ao estado Paraná. O arquivo vetorial que dá origem à camada tem como fonte o IBGE e foi elaborado pelo instituto no ano de 2013.

Devido ao território municipal ser a menor unidade de representação política representada no geodatabase, adotou-se a camada de Municípios como referência geométrica para todo o conjunto de camadas político-territoriais trabalhadas no presente projeto constituído pelas camadas de Microrregiões, Mesorregiões, Estados, Brasil e Países.

Dada a importância da camada de Municípios para a composição do geodatabase, foi necessário executar uma rotina pormenorizada de testes topológicos para identificação de eventuais sobreposições ou espaços vazios entre os perímetros municipais. As inconsistências identificadas foram devidamente corrigidas.

A Figura 13 apresenta a delimitação dos municípios paranaenses.

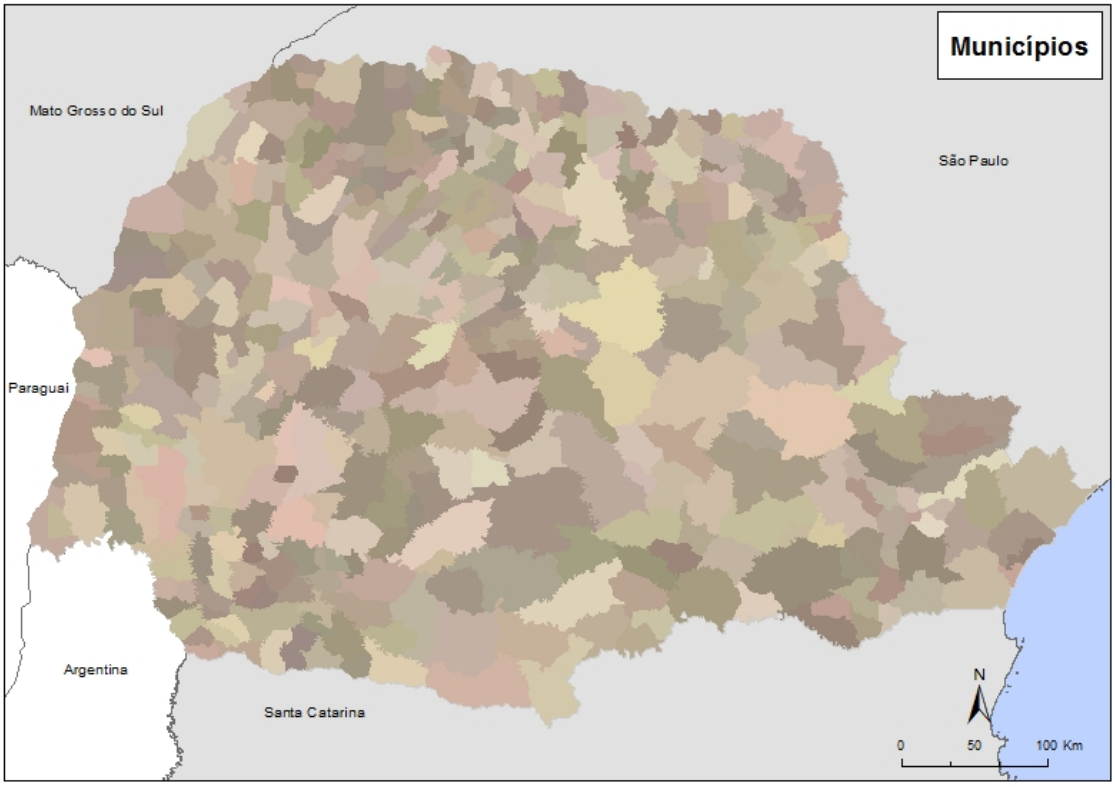


Figura 13 – Camada de Municípios

Fonte: Elaboração própria

Os atributos alfanuméricos disponíveis na tabela de atributos da camada de Municípios são:

- Nome: nome oficial do município;
- geometriaAproximada: indica se a geometria é próxima à escala prevista para o produto cartográfico;
- geocodigo: código identificador do município segundo o padrão IBGE;
- anoDeReferencia: ano de ocorrência da atualização ou instalação do município;
- nomeAbrev: nome ou abreviatura padronizada;
- mic_regiao: identificação da microrregião à qual pertence o município;
- mes_regiao: identificação da mesorregião à qual pertence o município;
- capital: identificação dos municípios que são capitais estaduais; e
- população: número de habitantes do município.

1.1.4.2. Cidades

O IBGE (2002, p. 08) conceitua uma cidade como “a sede do município e quem lhe dá nome. É constituída pela área urbana do distrito sede e delimitada pelo perímetro urbano estabelecido por lei municipal”. A camada de Cidades representa, por meio de pontos, cada uma das 399 sedes dos municípios paranaenses e é originária da camada de Cidades do Brasil desenvolvida pelo IBGE em 2013.

Para validação da camada, a equipe de geoprocessamento realizou procedimentos de verificação topológica, na qual se buscou identificar se os pontos de representação de cada cidade sobrepunham-se corretamente aos polígonos de delimitação dos territórios municipais. Verificou-se, também, se os dados descritivos existentes na tabela original disponibilizada pelo IBGE estavam em consonância com as informações da camada de Municípios.

Uma vez homologada, a camada de Cidades do Paraná pôde ser inserida no geodatabase, assim, foi adotada como padrão geométrico para as demais camadas políticas. A Figura 14 identifica todas as 399 cidades do estado paranaense.

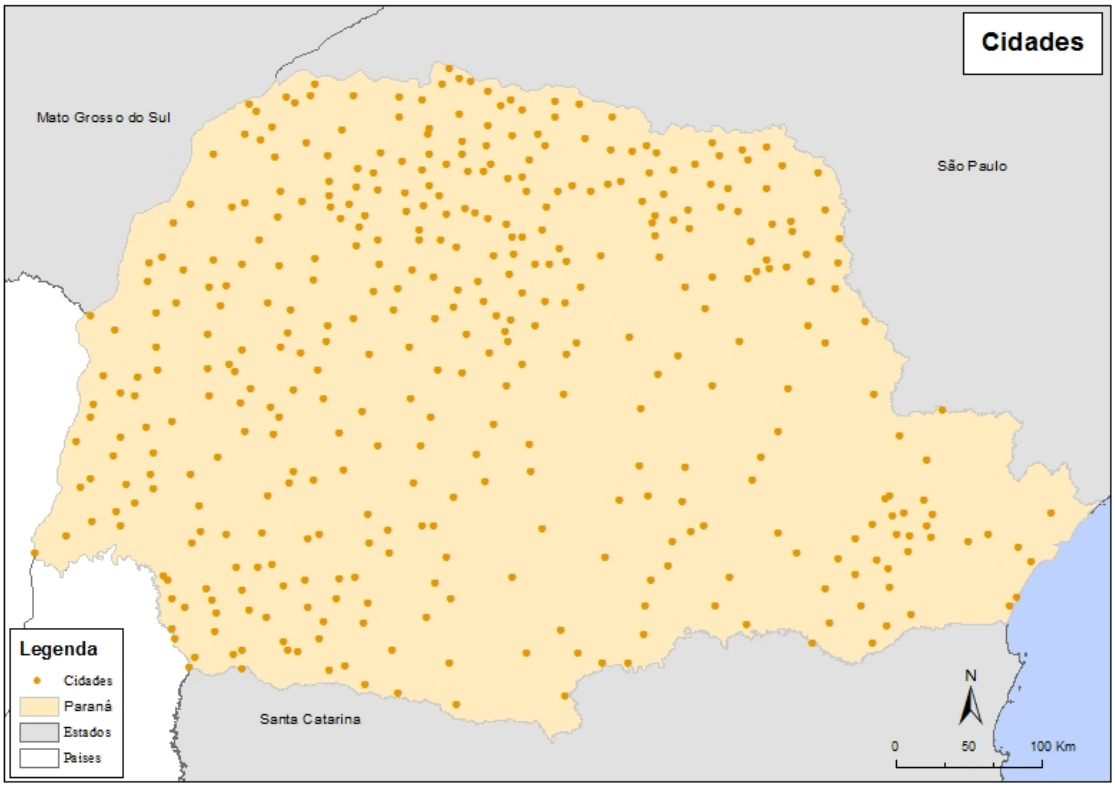


Figura 14 – Camada de Cidades

Fonte: Elaboração própria

Os atributos descritivos existentes na tabela da camada de Cidades são semelhantes aqueles relacionados na camada de Municípios, mas são complementados por outros dados. Constam as seguintes informações:

- Nome: nome oficial do município;
- geometriaAproximada: indica se a geometria é próxima à escala prevista para o produto cartográfico;
- nomeAbrev: nome ou abreviatura padronizada;
- idm_ioibge: código identificador do município segundo o padrão IBGE;
- are_icipio: área territorial do município;
- mic_regiao: identificação da microrregião à qual pertence o município;
- mes_regiao: identificação da mesorregião à qual pertence o município;
- capital: identificação dos municípios que são capitais estaduais;
- população: número de habitantes do município;
- Faixa_de_Pop: categoria na qual a cidade se enquadra em função do valor populacional.

1.1.4.3. Microrregiões

O conceito de microrregiões é assim interpretado pelo IBGE (1990, p. 8):

> partes das mesorregiões que apresentam especificidades quanto à organização do espaço. [...] Essas especificidades referem-se à estrutura de produção agropecuária, industrial, extrativismo mineral ou pesca.

A camada de Microrregiões deriva da camada de Microrregiões elaborada pelo IBGE em 2013 e é formada por elementos geométricos do tipo polígono, cuja geometria equivale ao agrupamento de municípios do estado Paraná. Para garantia da equivalência entre as camadas de Microrregiões e Municípios, foi necessário executar ajustes topológicos, de modo que a delimitação das microrregiões se adequasse aos perímetros municipais.

A Figura 15 ilustra as 39 microrregiões existentes no estado Paraná.

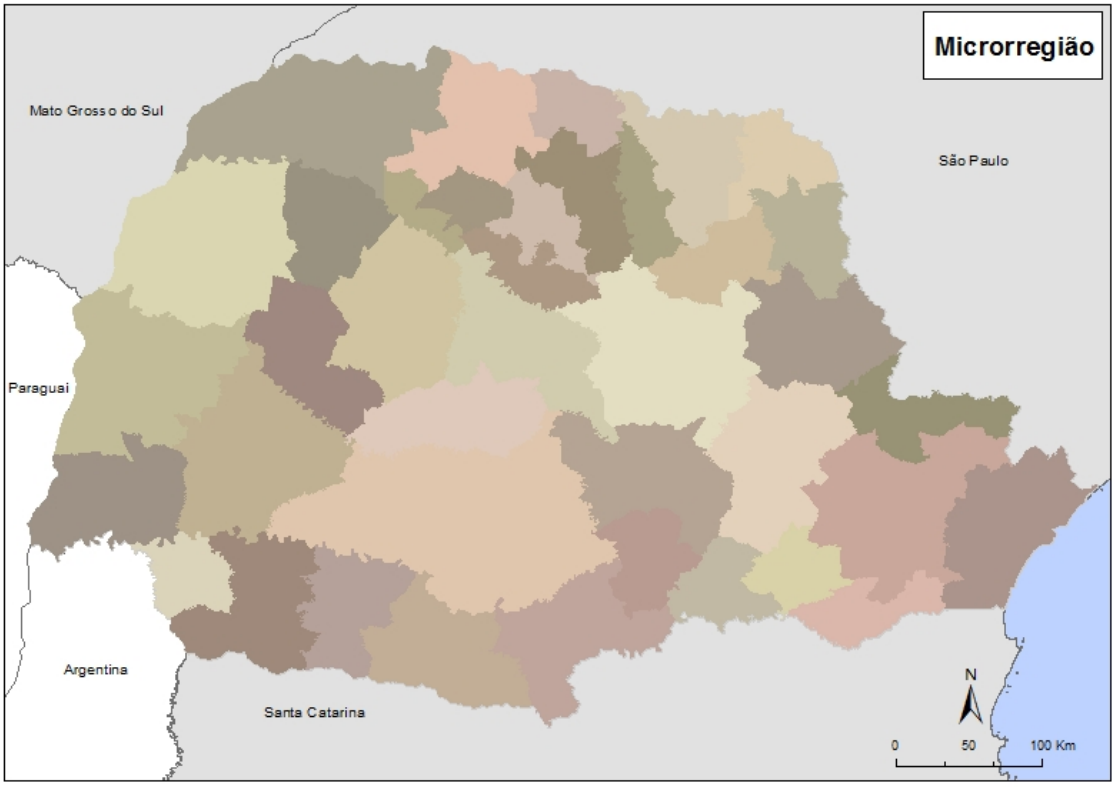


Figura 15 – Camada de Microrregiões

Fonte: Elaboração própria

As informações atributais da camada de Microrregiões são distribuídas entre as seguintes categorias:

- Nome: nome oficial da microrregião;
- geometriaAproximada: indica se a geometria é próxima à escala prevista para o produto cartográfico;
- geocodigo: código identificador da microrregião segundo o padrão IBGE;
- sigla: sigla de identificação da microrregião;
- nomeAbrev: nome ou abreviatura padronizada; e
- mes_regiao: identificação da mesorregião à qual pertence o município.

1.1.4.4. Mesorregiões

Segundo o IBGE (1990, p. 08), a mesorregião é interpretada como

> uma área individualizada em uma Unidade da Federação que apresenta formas de organização do espaço geográfico definidas pelas seguintes dimensões: o processo social como determinante, o quadro natural como condicionante e a rede de comunicação e de lugares como elemento de articulação espacial.

A camada de Mesorregiões é formada por polígonos e foi disponibilizada, em 2013, pelo IBGE. Ela é responsável pelos dados espaciais referentes à delimitação político-territorial brasileira. Da mesma forma que o executado para a camada de Microrregiões, a primeira foi submetida a um tratamento topológico com o objetivo de ajustar a geometria às camadas de Municípios e Microrregiões.

Além disso, foram avaliadas as informações constantes na tabela de atributos e comparados os dados aqueles existentes nas camadas políticas apresentadas anteriormente. Ademais, a avaliação da tabela teve como objetivo a padronização da forma de apresentação dos conteúdos, evitando-se a ocorrência de palavras com erro de digitação ou com caracteres especiais não adequados às informações transmitidas.

A Figura 16 demonstra as 10 mesorregiões do estado Paraná.

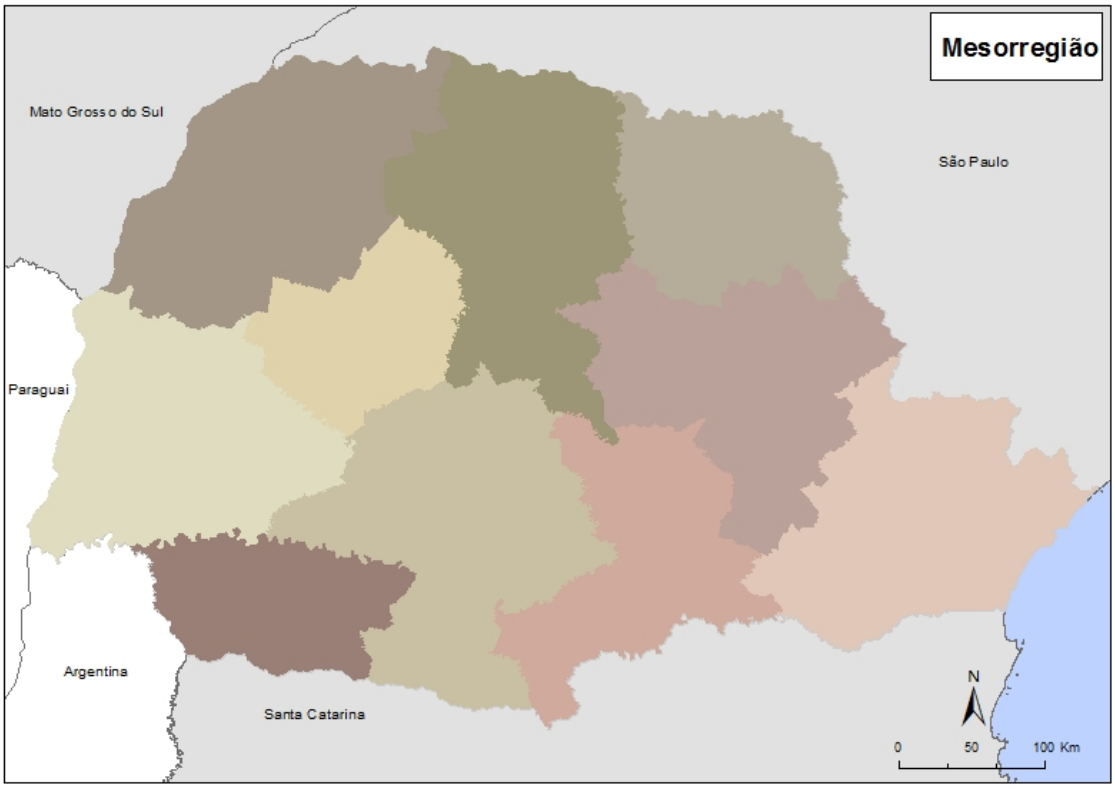


Figura 16 – Camada de Mesorregiões

Fonte: Elaboração própria

Compõem a tabela de atributos descritivos os seguintes itens:

- Nome: nome oficial da mesorregião;
- geometriaAproximada: indica se a geometria é próxima à escala prevista para o produto cartográfico;

- geocodigo: código identificador da mesorregião segundo o padrão IBGE;
- sigla: sigla de identificação da mesorregião; e
- nomeAbrev: nome ou abreviatura padronizada.

1.1.4.5. Estado do Paraná

A camada do Estado Paraná, assim como as demais camadas políticas brasileiras, tem como origem o IBGE e foi disponibilizada em 2013. O arquivo foi desenvolvido a partir da exportação do polígono do Paraná da camada de Estados do Brasil. O procedimento foi realizado respeitando-se o padrão espacial e as informações descritivas originais da camada disponibilizada pelo Instituto.

O dado elaborado apresenta, então, por meio de um polígono, a delimitação físico-territorial da Unidade da Federação (UF) paranaense. Os limites geométricos do polígono foram ajustados topologicamente em função das camadas de menor hierarquia (Municípios, Microrregiões e Mesorregiões), tornando possível a sobreposição entre as camadas no geodatabase.

A Figura 17 ilustra a camada desenvolvida.

Figura 17 Camada do Estado Paraná

Fonte: Elaboração própria

As seguintes categorias compõem a tabela de atributos da camada do Estado Paraná:

- nome: nome oficial do estado;
- geometriaAproximada: indica se a geometria é próxima à escala prevista para o produto cartográfico;
- geocodigo: Código Identificador (id) da Unidade da Federação segundo o padrão IBGE;
- sigla: sigla de identificação da Unidade da Federação; e
- nomeAbrev: nome ou abreviatura padronizada.

1.1.4.6. Estados do Brasil

A camada de Estados do Brasil representa, por meio de polígonos, as 26 Unidades da Federação que compõem o território brasileiro mais o Distrito Federal (DF). Elaborada pelo IBGE em 2013, essa camada foi adotada como referência para a criação da camada do Estado Paraná, relatada no item anterior.

A geometria da camada foi submetida à avaliação topológica, com o objetivo de adequação dos polígonos de delimitação dos estados as demais camadas políticas existentes no geodatabase. Além disso, foram corrigidas inconsistências pontuais causadas pela sobreposição ou por espaços vazios entre estados limítrofes.

Em relação à tabela de atributos descritivos, avaliou-se se as informações descritas estavam de acordo com os conteúdos existentes nas demais camadas políticas. A Figura 18 apresenta a camada de Estados do Brasil, conforme geometria adotada no geodatabase.

Figura 18 – Camada de Estados do Brasil

Fonte: Elaboração própria

A tabela de atributos possui os mesmos campos que a camada do estado do Paraná. As informações disponibilizadas são as seguintes:

- Nome: nome oficial do estado;
- geometriaAproximada: indica se a geometria é próxima à escala prevista para o produto cartográfico;
- geocodigo: id da Unidade da Federação segundo o padrão IBGE;
- sigla: sigla de identificação da Unidade da Federação; e
- nomeAbrev: nome ou abreviatura padronizada.

1.1.4.7. Brasil

A camada Brasil é a última da sequência de camadas de tema político-territorial disponibilizadas pelo IBGE no ano 2013. O dado possui apenas um polígono com a delimitação de todo o território brasileiro.

Para adequação da camada ao geodatabase, foi necessário executar ajustes topológicos de maneira que o polígono de representação do Brasil mantivesse geometria

adequada às demais camadas políticas. Quanto aos atributos, realizou-se a padronização da forma de apresentação dos conteúdos a exemplo do executado para as outras camadas.

A Figura 19 ilustra a camada Brasil.

Figura 19 – Camada Brasil

Fonte: Elaboração própria

A tabela de atributos é constituída pelos seguintes itens:

- Nome: nome oficial do país;
- geometriaAproximada: indica se a geometria é próxima à escala prevista para o produto cartográfico;
- sigla: sigla de identificação do país;
- codIso3166: codificação da nação; e
- nomeAbrev: nome ou abreviatura padronizada.

1.1.4.8. Países

A camada de Países foi disponibilizada pela Environmental Systems Research Institute (ESRI), tendo como referência o ano de 2000. Por meio de polígonos, são representados 248 países do globo, incluindo o Brasil.

Os ajustes topológicos executados nesta camada basearam-se na adequação de espaços vazios e sobreposição de polígonos fronteiriços. Ademais, foi dada especial atenção ao polígono de delimitação do Brasil para que ele mantivesse sua geometria adequada às camadas políticas de Municípios, Microrregiões, Mesorregiões, Estados e Brasil, todas originárias do IBGE.

A Figura 20 apresenta a camada de Países.

Figura 20 – Camada de Países

Fonte: Elaboração própria

Os seguintes atributos compõem a camada de Países:

- Nome: nome oficial do país;
- geometriaAproximada: indica se a geometria é próxima à escala prevista para o produto cartográfico;
- sigla: sigla de identificação do país;
- codIso3166: codificação da nação;
- nomeAbrev: nome ou abreviatura padronizada;
- capital: nome da capital do país;
- continente: identificação do continente ao qual pertence o país; e
- blo_nomico: identificação, caso haja, dos blocos econômicos dos quais o país faz parte.

1.1.4.9. Rodovias

O processo de elaboração da camada de Rodovias foi descrito no Relatório RT3 deste projeto. A camada tem origem em dados disponibilizados pela SEIL/PR e representa, por meio de linhas, as rodovias federais e estaduais existentes no território paranaense. O DNIT (2007, p. 04) define as rodovias federais como aquelas "que constam na lei 5.917/73 e suas alterações, que estabelece o Plano Nacional de Viação – PNV". Já as rodovias sob jurisdição estadual são aquelas

> [...] cujos trechos estão sob regime de administração direta ou contratada, controladas pelos órgãos rodoviários estaduais, e que constam do plano de viação de cada estado, nelas incluídas aquelas construídas pelos Estados sobre a diretriz de uma Rodovia Federal Planejada.
>
> O DNIT só reconhece oficialmente como Rodovias Estaduais aquelas que constam do Sistema Rodoviário Estadual de cada unidade da Federação. (DNIT, 2007, p. 05)

Para adequação dos dados de rodovia ao padrão adotado para o geodatabase, foram realizados ajustes na tabela de atributos de maneira a auxiliar a leitura das informações alfanuméricas constantes na camada. Aos conteúdos apresentados originalmente por meio de siglas, abreviações ou códigos, foram adicionadas descrições textuais completas, simplificando a interpretação da tabela.

A Figura 21 apresenta a totalidade das rodovias existentes na camada.

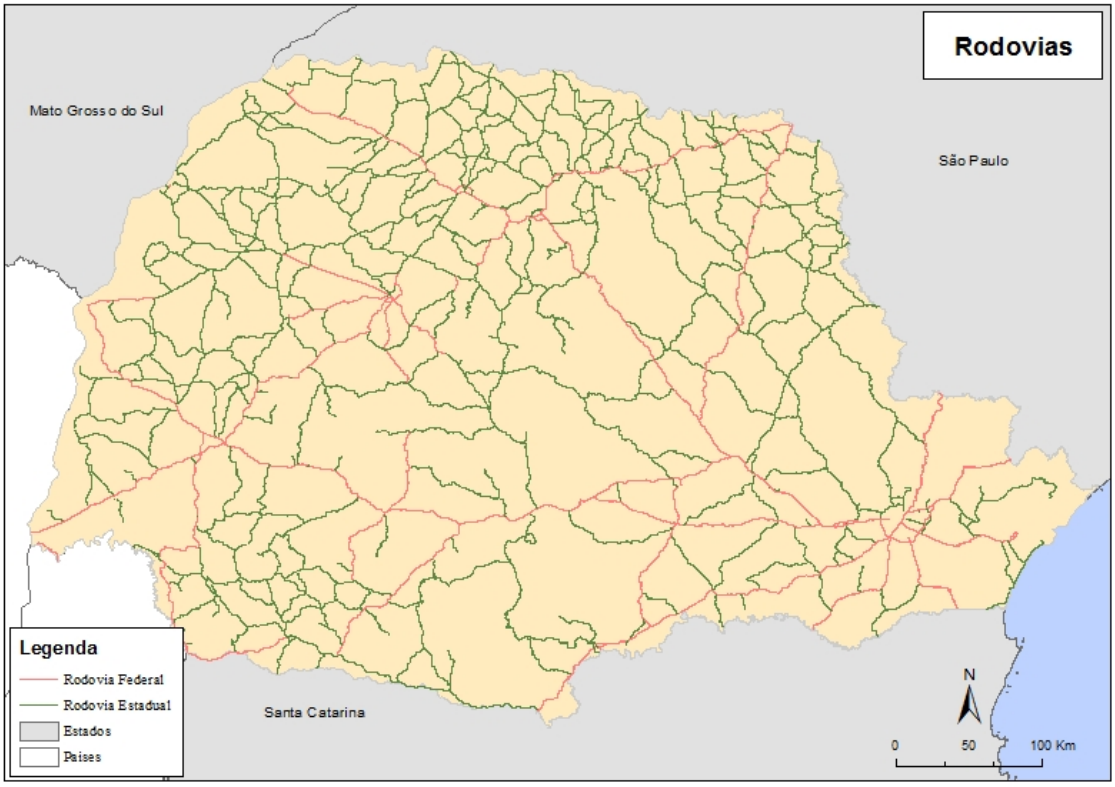


Figura 21 – Camada de Rodovias

Fonte: Elaboração própria

Integram a tabela de atributos os seguintes conteúdos:

- sigla: sigla da rodovia;
- geometriaAproximada: indica se a geometria é próxima à escala prevista para o produto cartográfico;
- codTrechoRodov: codificação do trecho rodoviário;
- tipoTrechoRod: tipo de trecho viário (rodovia ou autoestrada);
- jurisdicao: esfera governamental vinculada à rodovia;
- administracao: identificação da instituição ou esfera responsável;
- concessionaria: nome da concessionária atuante na rodovia;
- revestimento: tipo de revestimento da pista;
- operacional: informação sobre condição de operacionalização da pista;
- situacaoFisica: informação sobre a condição da pista;
- nrPistas: número de pistas;
- nrFaixas: número de faixas;
- trafego: tipo de tráfego viário;
- canteiroDivisorio: existência de canteiro central divisório;
- capacCarga: valor de capacidade de carga da pista;

- De: local de Origem do trecho viário;
- Para: local de Destino do trecho viário;
- Coinci1: identificação da 1ª pista coincidente vinculada ao trecho viário;
- Coinci2: identificação da 2ª pista coincidente vinculada ao trecho viário;
- Respons: responsável pela rodovia;
- Esc_Reg: segmentação regional;
- TipoConc: tipologia do dado;
- siglaNum: identificação numérica da rodovia;
- siglaCoin: identificação da sigla vinculada à rodovia com pistas coincidentes;
- responsa: responsável pela rodovia;
- idRodovia: código identificador da rodovia conforme dado disponibilizado pela SEIL/PR.

1.1.4.10. Malhas viárias municipais

Assim como a camada de Rodovias, a camada de Malhas Viárias Municipais teve seu processo de edição descrito no Relatório RT3 pertencente a esse projeto. A camada apresenta, por meio de linhas, a malha rodoviária vinculada à esfera municipal, dado não representado na camada de Rodovias. Segundo interpretação do DNIT (2007), as rodovias municipais são aquelas:

> [...] efetivamente sob jurisdição municipal, cujos trechos estão sob regime de administração direta ou contratada, controladas pelas Prefeituras Municipais, incluídas aquelas construídas pelos Municípios sobre a diretriz de uma Rodovia Federal Planejada. (DNIT, 2007, p. 5).

A camada de Malhas Viárias Municipais tem como origem o ambiente OSM, no qual são disponibilizados dados geoespaciais abertos e de qualidade compatível aos objetivos do projeto. Em função da grande quantidade de dados disponíveis no ambiente OSM, foi necessário restringir a obtenção da malha viária municipal do território paranaense a um raio de 8 km no entorno dos aeródromos contemplados no projeto, bem como das travessias representadas no geodatabase. Ressalta-se que, caso toda a malha municipal disponível no OSM fosse utilizada, a camada gerada apresentaria dificuldades para manipulação, em função do tamanho, comprometendo seu uso dentro do geodatabase.

Uma vez gerada, a camada de Malhas Viárias Municipais teve sua geometria adequada à camada de Rodovias, de forma a integrar todo o modal representado. A Figura 22 apresenta as vias municipais existentes na camada.

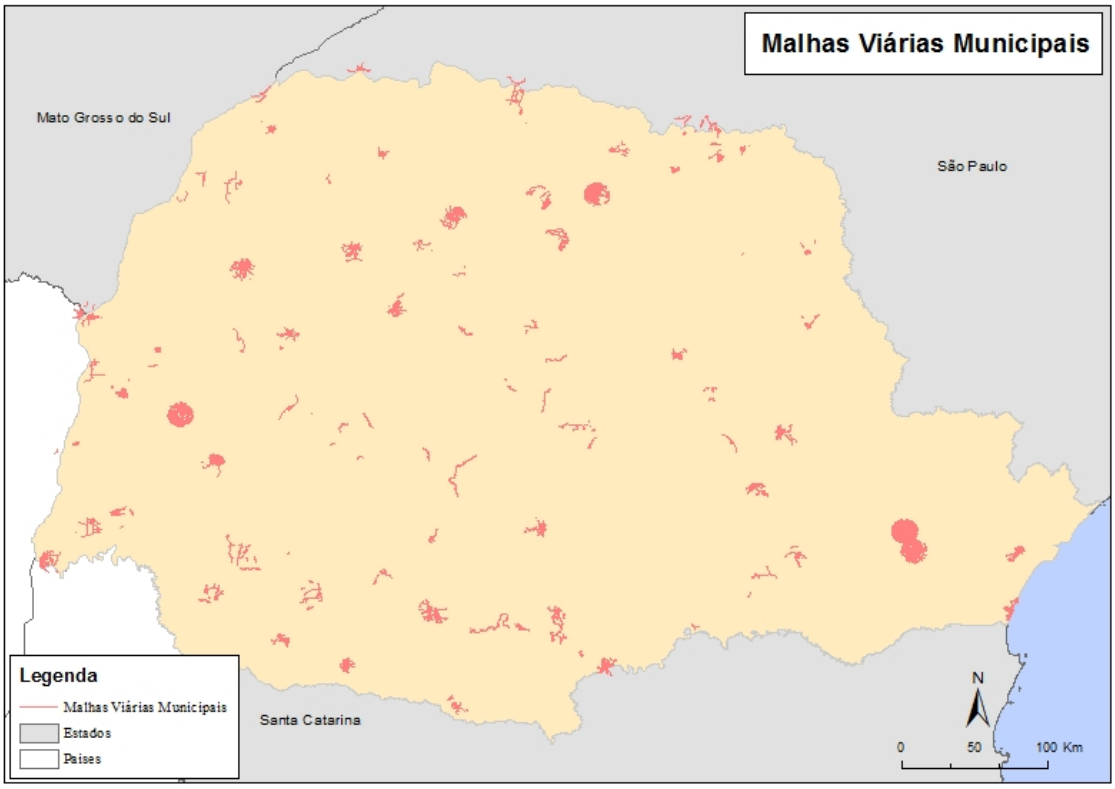


Figura 22 – Camada de Malhas Viárias Municipais

Fonte: Elaboração própria

A tabela de atributos teve seu conteúdo ajustado aos padrões das demais camadas inseridas no geodatabase. Foram corrigidos os conteúdos escritos com caracteres especiais ou não condizentes com a norma culta brasileira. Por fim, a tabela recebeu a configuração recomendada pela INDE da mesma forma que todas as camadas trabalhadas para o presente projeto.

Constam, então, os seguintes temas na tabela de atributos:

- nome: identificação nominal da rodovia;
- sigla: sigla da rodovia;
- nomeAbrev: nome ou abreviatura padronizada;
- geometriaAproximada: indica se a geometria é próxima à escala prevista para o produto cartográfico;
- codTrechoRodov: codificação do trecho rodoviário;
- tipoTrechoRod: tipo de trecho viário (rodovia ou autoestrada);

- jurisdicao: esfera governamental vinculada à rodovia;
- administracao: identificação da instituição ou esfera responsável;
- concessionaria: nome da concessionária atuante na rodovia;
- revestimento: tipo de revestimento da pista;
- operacional: informação sobre condição de operacionalização da pista;
- situacaoFisica: informação sobre a condição da pista;
- nrPistas: número de pistas;
- nrFaixas: número de faixas;
- trafego: tipo de tráfego viário;
- canteiroDivisorio: existência de canteiro central divisório;
- capacCarga: valor de capacidade de carga da pista;
- osm_id: código identificador da rodovia segundo padrão OSM;
- higway: classificação da rodovia segundo padrão OSM; e
- other_tags: informações adicionais sobre a rodovia apresentadas no padrão OSM.

1.1.4.11. Ferrovias

A camada de Ferrovias representa, por meio de linhas, a malha ferroviária existente no estado Paraná. Os dados são provenientes de um arquivo KML de ferrovias brasileiras, desenvolvido pela Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) e referem-se ao ano 2014.

Para elaboração da camada, foi necessário, inicialmente, converter o arquivo KML em um formato compatível com o geodatabase. Uma vez convertido o dado, a geometria das linhas férreas que compõem a camada foi avaliada para identificação de eventuais trechos de ferrovia não conectados entre si. Quanto à tabela de atributos, foi realizada a padronização das informações descritivas conforme as orientações da INDE segundo os mesmos procedimentos executados para as demais camadas.

A Figura 23 apresenta as ferrovias existentes na camada.

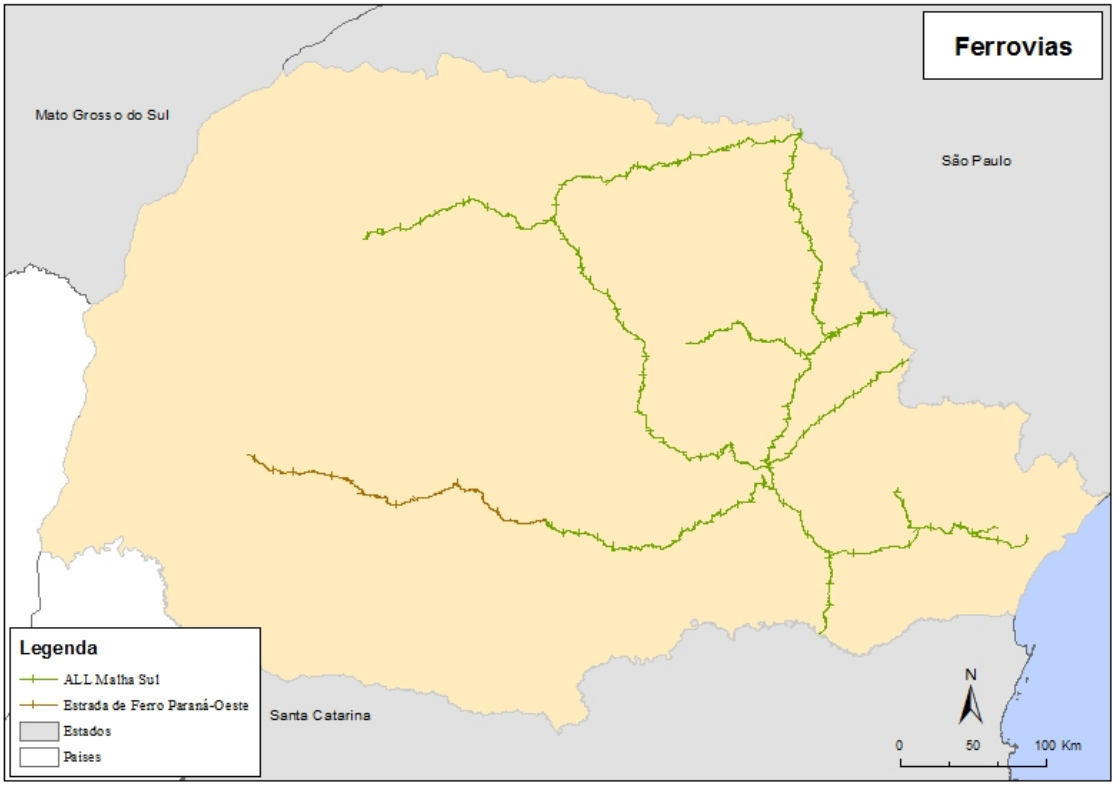


Figura 23 – Camada de Ferrovias

Fonte: Elaboração própria

Constituem a tabela de atributos os seguintes itens:

- nome: identificação nominal da linha férrea;
- geometriaAproximada: indica se a geometria é próxima à escala prevista para o produto cartográfico;
- codTrechoFerrov: codificação do trecho ferroviário;
- posicaoRelativa: posição do trecho em relação ao terreno;
- tipoTrechoFerrov: tipo de trecho ferroviário (relativo ao tipo de veículo);
- bitola: tamanho da bitola;
- eletrificada: indicação se o trecho é eletrificado;
- nrLinhas: número de linhas;
- emArruamento: indica se o trecho coincide com um arruamento;
- jurisdicao: esfera governamental vinculada à ferrovia;
- administracao: identificação do responsável;
- concessionaria: nome da concessionária atuante na ferrovia;
- operacional: informação sobre a condição de operacionalização do trecho;
- situacaoFisica: informação sobre a condição do trecho;
- cargaSuportMaxima: peso máximo, em toneladas, admitido no trecho; e

- nomeAbrev: nome ou abreviatura padronizada.

1.1.4.12. Hidrovias

A camada de Hidrovias representa as vias navegáveis existentes no estado Paraná. Os dados são originários da camada de Hidrovias do Brasil disponibilizada pela ANTAQ em 2014. Foram mantidos os percursos hidroviários total ou parcialmente inseridos no território paranaense. A Figura 24 ilustra as hidrovias representadas.

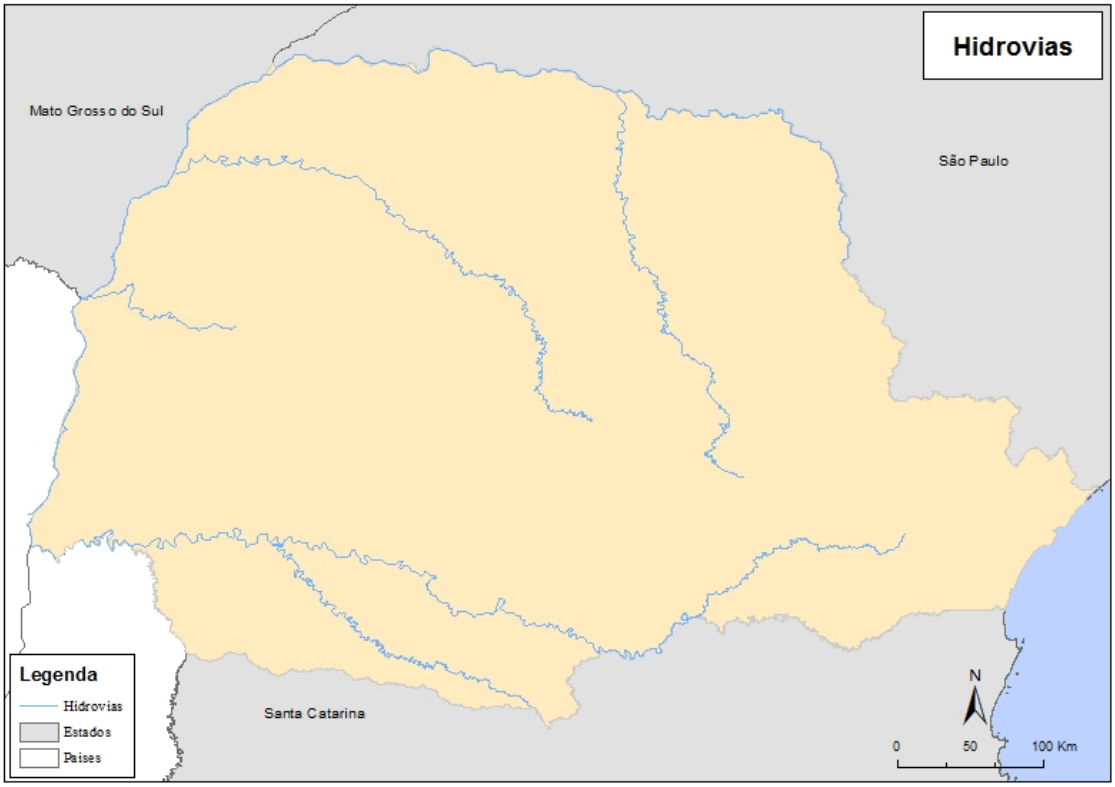


Figura 24 – Camada de Hidrovias

Fonte: Elaboração própria

Os seguintes atributos são representados na tabela de informações alfanuméricas:

- nome: identificação nominal da hidrovia;
- geometriaAproximada: indica se a geometria é próxima à escala prevista para o produto cartográfico;
- operacional: informa sobre a condição de operacionalização do trecho;
- situacaoFisica: informa sobre a condição da hidrovia;
- regime: sazonalidade do trecho em função do regime de águas;
- extensaoTrecho: extensão do trecho de hidrovia;
- caladoMaxSeca: valor máximo do calado durante o período de estiagem;

- nomeAbrev: nome ou abreviatura padronizada;
- idhidrovia: código identificador da hidrovia;
- navegacao: tipo de navegação realizada;
- tipo: identificação do tipo de massa d'água;
- vel_cional: velocidade operacional;
- extensão: extensão do trecho viário;
- tempo: tempo estimado para percorrer o trecho;
- cla_icacao: classificação do trecho viário;
- nome_rio: nome do rio;
- nom_eclusa: nome da eclusa, quando existente;
- jurisdicao: jurisdição vinculada à gestão da hidrovia;
- reg_rafica: região hidrográfica à qual pertence a hidrovia;
- pro_de_min: profundidade mínima;
- pro_de_max: profundidade máxima;
- dominio: esfera política responsável;
- observacao: observações gerais sobre o trecho hidroviário;
- snv: ocorrência da hidrovia no Sistema Nacional de Viação (SNV);
- fonte: fonte dos dados; e
- idantaq: código do trecho, segundo padrão ANTAQ.

1.1.4.13. Portos

A camada de Portos apresenta, por meio de elementos geométricos do tipo ponto, os portos organizados de Paranaguá e Antonina, localizados na Baía de Paranaguá. A Lei n.º 12.815, de 5 de junho de 2013, assim define um porto organizado:

> bem público construído e aparelhado para atender a necessidades de navegação, de movimentação de passageiros ou de movimentação e armazenagem de mercadorias e cujo tráfego e operações portuárias estejam sob jurisdição de autoridade portuária.

Os dados constantes na camada disponibilizada no geodatabase derivam da camada de Portos organizados brasileiros desenvolvida pela ANTAQ e disponibilizada no ano de 2014. A Figura 25 ilustra os portos retratados na camada.

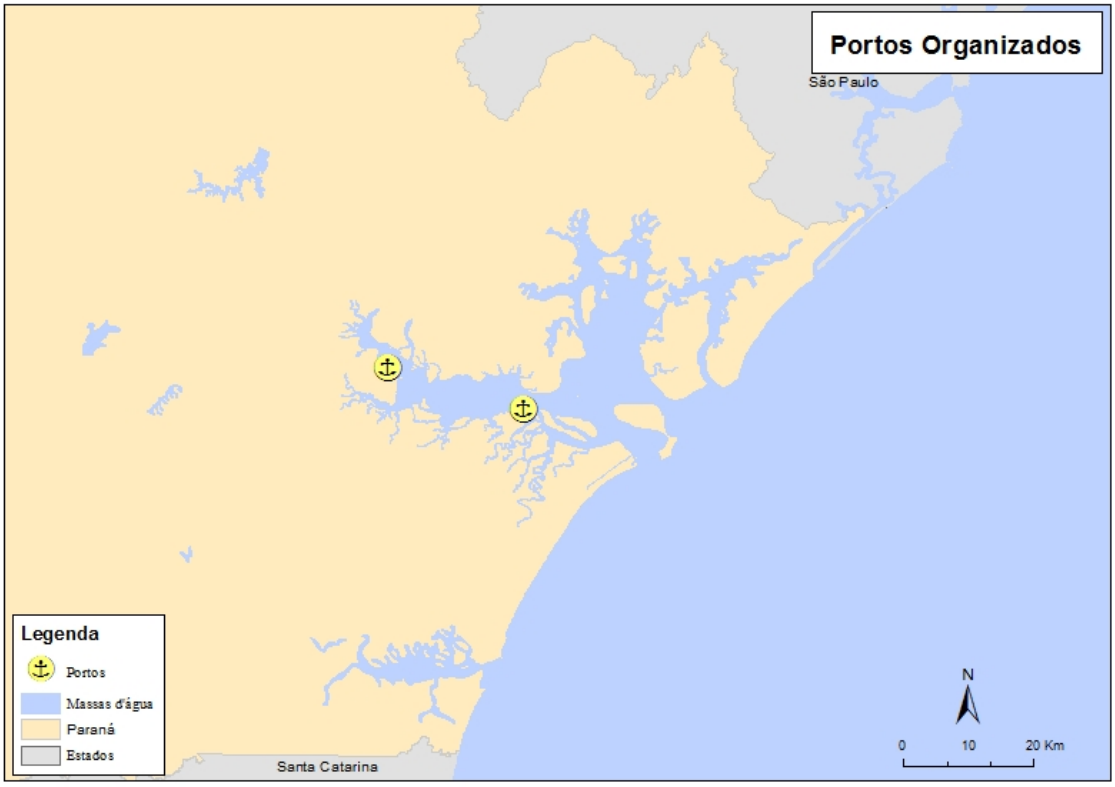


Figura 25 – Camada de Portos

Fonte: Elaboração própria

São descritos na tabela de informações alfanuméricas os seguintes conteúdos:

- nome: identificação nominal do porto;
- tipoTransporte: tipo de transporte atendido pelo porto;
- tipoComplexoPortuario: tipo do complexo portuário;
- nomeAbrev: nome ou abreviatura padronizada do porto;
- cdi_tuaria: código da instalação portuária;
- cdbigrama: código bigrama do porto;
- cdtrigrama: código trigrama do porto;
- situacao: informação sobre a condição de operacionalidade do porto;
- gestao: instituição responsável pela gestão;
- companhia: companhia administradora do porto;
- legislacao: lei de estabelecimento do porto;
- pro_didade: profundidade do porto;
- endereço: rua na qual se localiza a sede do porto;
- numero: número da rua na qual se localiza o porto;
- bairro: bairro de localização do porto;
- cep: código postal do porto;

- cidade: nome da cidade na qual se localiza o porto;
- Estado: sigla do estado no qual se localiza o porto;
- Loc_izacao: descrição da localização espacial do porto;
- Latitude: coordenada de latitude do ponto de representação do porto;
- Longitude: coordenada de longitude do ponto de representação do porto; e
- fonte: fonte dos dados.

1.1.4.14. Hidrografia em escala 1:2.500.000

Os dados de hidrografia são apresentados no geodatabase por meio de duas camadas – em escalas de 1:2.500.000 e 1:1.000.000. Ambas representam, por meio de linhas, os cursos d'água inseridos total ou parcialmente no território paranaense. A diferença entre elas baseia-se na quantidade de rios apresentados, na escala de representação dos dados e no nível de *zoom* em que aparecem dentro do geodatabase.

A camada de Hidrografia em escala de 1:2.500.000 apresenta os principais cursos d'água do estado Paraná atendendo à visualização do geodatabase quando em níveis reduzidos de *zoom*. O detalhamento dos objetos espaciais exigidos para esse nível de visualização não é elevado de maneira que a apresentação de todos os corpos d'água locais poderia comprometer a observação das demais camadas. Assim, optou-se por manter a visualização da camada em escala 1:2.500.000 para afastamentos maiores.

Os dados de hidrografia são provenientes da ANA e referem-se ao ano de 2012. De toda a hidrografia brasileira representada na camada da ANA, foram mantidos os cursos d'água que cruzam ou localizam-se integralmente no território paranaense. A Figura 26 ilustra o exposto.

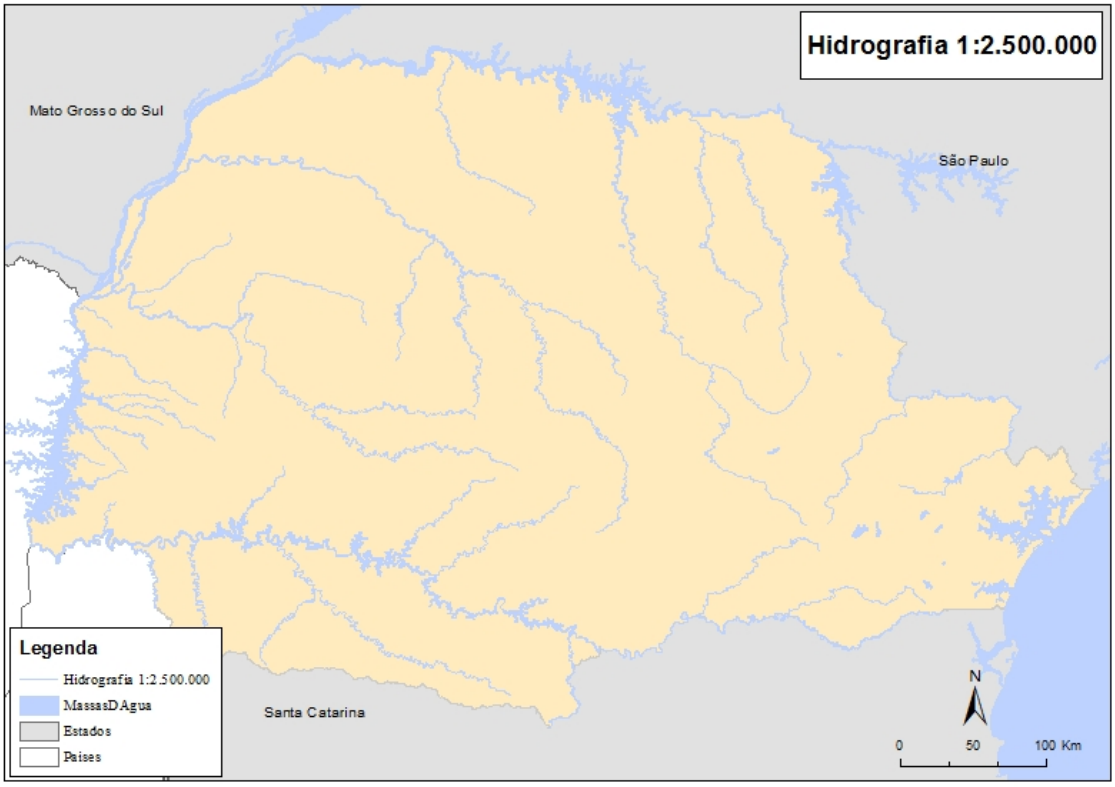


Figura 26 – Camada de Hidrografia (escala 1:2.500.000)

Fonte: Elaboração própria

Integram a tabela de atributos da camada de Hidrografia os seguintes atributos (devidamente tratados e padronizados conforme orientações da INDE):

- nome: identificação nominal do curso d'água;
- nomeAbrev: nome ou abreviatura padronizada;
- COTRECHO: código do trecho segundo padrão ANA;
- COCURSODAG: código do curso d´água de Pfafstetter;
- COBACIA: codificação da bacia Pfafstetter;
- CORIO: código do rio;
- NUCOMPTREC: comprimento do trecho;
- NUDISTBACT: distância ao mar em relação ao trecho de drenagem;
- NUDISTCDAG: distância à foz do curso d´água;
- NUAREACONT: área de contribuição direta da ottobacia;
- NUAREAMONT: área a montante a partir do trecho de drenagem;
- NUNIVOTTO: nível de Otto Pfafstetter da ottobacia;
- DEDIREC: direção do curso;
- DECORPODAG: nome genérico do nome do trecho de drenagem;
- NUCOMPRIO: comprimento do rio;

- NUDISTBACR: distância à foz da bacia em relação ao rio;
- COCDADESAG: código de curso d´água onde deságua;
- NUCOMPCDA: comprimento do curso d'água;
- NUTRJUS: código do trecho de drenagem a jusante;
- NUTRMON: código do trecho de drenagem a montante;
- NUTRAFL: código do trecho de drenagem afluente;
- NUDISTBACC: distância à foz da bacia em relação ao curso d'água;
- NUAREABACC: área da bacia
- DEMARGCONF: margem de confluência;
- NUORDEMCDA: ordem do curso d´água;
- NUNIVOTCDA: nível de Otto Pfafstetter do curso d´água;
- NULONGNOPA: coordenada de longitude;
- NULATNOPA: coordenada de latitude;
- NULONGNODE: longitude do curso d'água;
- NULATNODE: latitude do curso d'água; e
- DTVERSAO: data da versão.

1.1.4.15. Hidrografia em escala 1:1.000.000

A camada de Hidrografia em escala de 1:1.000.000 representa, por meio de linhas, os cursos d'água do estado Paraná. A camada em questão possui elevado número de rios, em valores muito maiores que a camada de Hidrografia em escala 1:2.500.000 (mais de três mil trechos para a primeira camada contra menos de 600 da segunda). Por esse motivo, sua visualização não se mostra compatível com níveis de detalhamento reduzidos, uma vez que a grande quantidade de rios prejudicaria a observação dos demais elementos espaciais do geodatabase.

A camada em questão tem como origem os dados do ano 2012 disponibilizados pela ANA. A Figura 27 ilustra a camada.

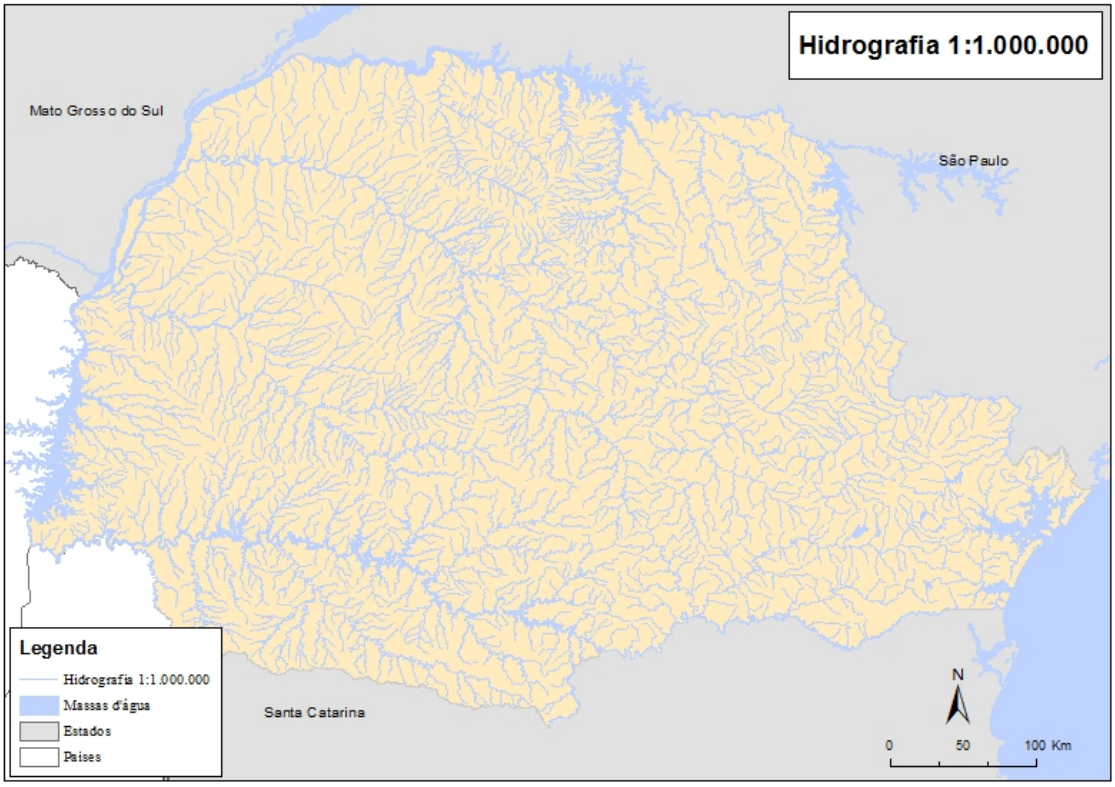


Figura 27 – Camada de hidrografia (escala 1:1.000.000)

Fonte: Elaboração própria

Integram a tabela de atributos os seguintes itens:

- nome: identificação nominal do curso d'água;
- nomeAbrev: nome ou abreviatura padronizada;
- COTRECHO: código do trecho segundo padrão ANA;
- COCURSODAG: código do curso d´água de Pfafstetter;
- COBACIA: codificação da bacia Pfafstetter;
- CORIO: código do rio;
- NUCOMPTREC: comprimento do trecho;
- NUDISTBACT: distância ao mar em relação ao trecho de drenagem;
- NUDISTCDAG: distância à foz do curso d´água;
- NUAREACONT: área de contribuição direta da ottobacia;
- NUAREAMONT: área a montante a partir do trecho de drenagem;
- NUNIVOTTO: nível de Otto Pfafstetter da ottobacia;
- DEDIREC: direção do curso;
- DECORPODAG: nome genérico do nome do trecho de drenagem;
- NUCOMPRIO: comprimento do rio;
- NUDISTBACR: distância à foz da bacia em relação ao rio;

- COCDADESAG: código de curso d´água onde deságua;
- NUCOMPCDA: comprimento do curso d'água;
- NUTRJUS: código do trecho de drenagem a jusante;
- NUTRMON: código do trecho de drenagem a montante;
- NUTRAFL: código do trecho de drenagem afluente;
- NUDISTBACC: distância à foz da bacia em relação ao curso d'água;
- NUAREABACC: área da bacia
- DEMARGCONF: margem de confluência;
- NUORDEMCDA: ordem do curso d´água;
- NUNIVOTCDA: nível de Otto Pfafstetter do curso d´água;
- NULONGNOPA: coordenada de longitude;
- NULATNOPA: coordenada de latitude;
- NULONGNODE: longitude do curso d'água;
- NULATNODE: latitude do curso d'água; e
- DTVERSAO: data da versão.

1.1.4.16. Massas d'água

A camada de Massas representa, por meio de polígonos, as principais massas d'água do estado Paraná, além das águas oceânicas. A delimitação das massas d'água tem como fonte a Base Vetorial Contínua ao Milionésimo (BCIM) referente ao ano 2012; enquanto os limites oceânicos globais são originários da United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) por meio de dados disponibilizados em 2013.

Os polígonos tiveram sua geometria tratada e foram compatibilizados aos limites político-territoriais das demais camadas retratadas no geodatabase. A Figura 28 ilustra a camada de Massas d'Água.

Figura 28 – Camada de Massas d'Água

Fonte: Elaboração própria

Os seguintes itens compõem a tabela de atributos:

- nome: identificação nominal;
- geometriaAproximada: indica se a geometria é próxima à escala prevista para o produto cartográfico;
- tipoMassaDagua: categoria da massa d'água;
- regime: perenidade do trecho de massa d'água;
- salinidade: nível de salinidade;
- nomeAbrev: nome ou abreviatura padronizada;
- cur_ociado: curso d'água associado;
- esc_amento: escala de mapeamento;
- esc_ntacao: escala de representação;
- data: data de atualização do dado; e
- fonte: fonte originária das informações.

1.1.4.17. *Terras quilombolas*

O Decreto n.º 4.887/03 define os remanescentes de comunidades quilombos como

> grupos étnico-raciais, segundo critérios de auto-atribuição, com trajetória histórica própria, dotados de relações territoriais específicas, com presunção de ancestralidade negra relacionada com a resistência à opressão histórica sofrida.

A camada de Terras Quilombolas tem como fonte o INCRA e foi disponibilizada no ano de 2013. São representadas, por meio de polígonos, as áreas delimitadas como pertencentes às comunidades quilombolas cujos fragmentos territoriais localizam-se no estado Paraná.

Por se tratar de áreas homologadas pelo INCRA, não houve necessidade de ajustes geométricos na camada. Ressalta-se a ocorrência de terras quilombolas cujos limites ultrapassam o território paranaense. Para esses casos, optou-se por representar a totalidade da área quilombola sem alteração da geometria.

Foram identificadas quatro áreas de terra quilombola no estado. A Figura 29 apresenta a distribuição das comunidades no território paranaense.

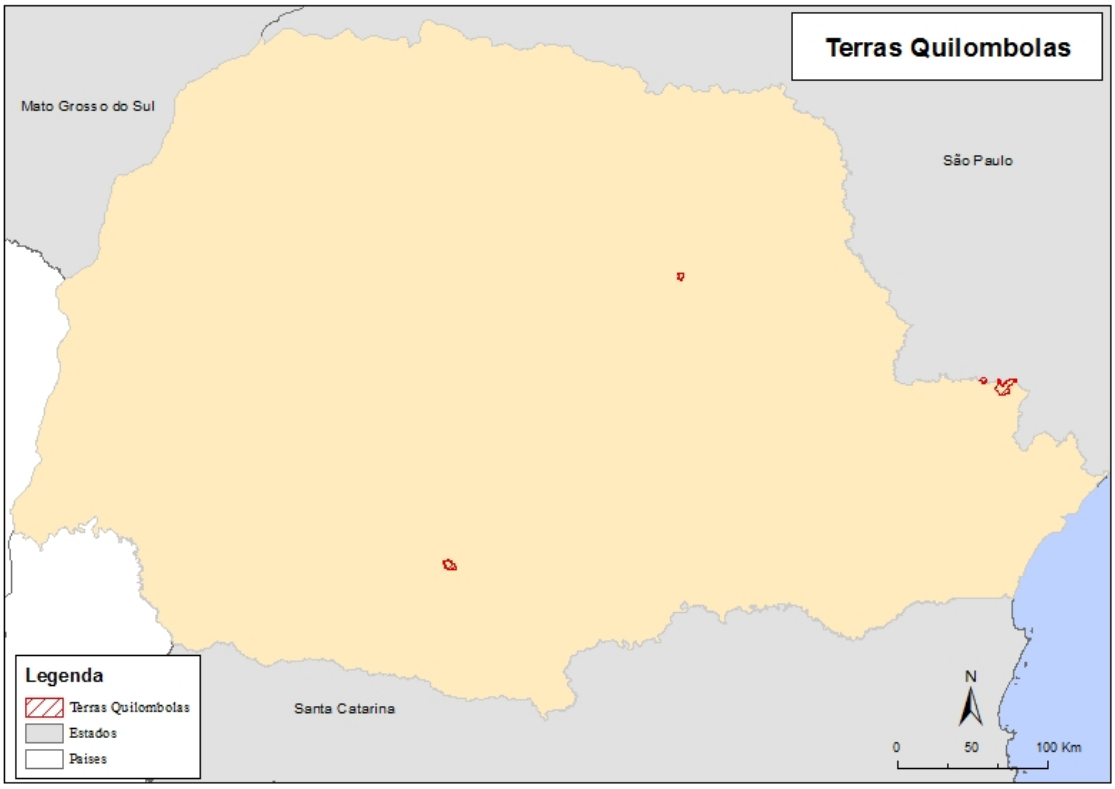


Figura 29 – Camada de Terras Quilombolas

Fonte: Elaboração própria

Quanto aos atributos descritivos da tabela, constam os seguintes itens:

- Nome: nome da terra quilombola;
- geometriaAproximada: indica se a geometria é próxima à escala prevista para o produto cartográfico;
- tipoAreaUsoComum: identificação do tipo de uso da área;
- nomeAbrev: nome ou abreviatura padronizada;
- gid0: id da terra quilombola, conforme padrão do INCRA;
- cdRr1: código da Superintendência responsável pela terra;
- nrProce2: número do processo administrativo;
- nmComun3: nome da comunidade quilombola;
- nmMunic4: município de localização da terra quilombola;
- cdUf5: código da UF;
- dtPubli6: data de publicação oficial;
- nrFamil8: número de famílias residentes;
- dtTitul9: data de titulação da terra;
- areaCal10: área calculada da terra quilombola; e
- perimetr11: perímetro da terra quilombola.

1.1.4.18. Terras indígenas

O Artigo 231 da Constituição Federal de 1988 assim conceitua as terras indígenas:

> § 1º - São terras tradicionalmente ocupadas pelos índios as por eles habitadas em caráter permanente, as utilizadas para suas atividades produtivas, as imprescindíveis à preservação dos recursos ambientais necessários a seu bem-estar e as necessárias a sua reprodução física e cultural, segundo seus usos, costumes e tradições.

A camada de Terras Indígenas representa, por meio de polígonos, as 19 áreas homologadas ou regularizadas para usufruto de comunidades indígenas localizadas total ou parcialmente no estado Paraná. A camada tem como fonte a FUNAI e refere-se ao ano de 2011.

A Figura 30 ilustra as terras indígenas identificadas.

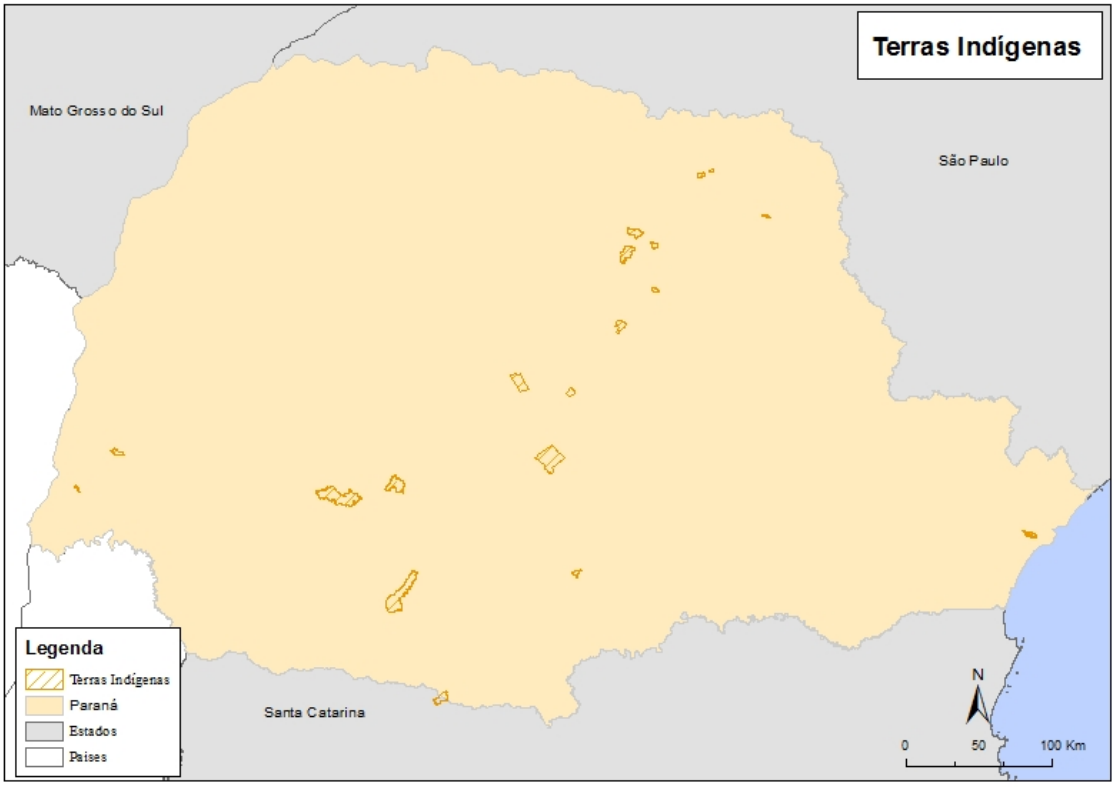


Figura 30 – Camada de Terras Indígenas

Fonte: Elaboração própria

A tabela de atributos possui as seguintes informações para cada terra indígena:

- Nome: nome da terra indígena;
- geometriaAproximada: indica se a geometria é próxima à escala prevista para o produto cartográfico;
- nomeTi: nome da terra indígena;
- situacaoJuridica: informa se a terra é regularizada, declarada ou homologada;
- dataSituacaoJuridica: data de definição da situação jurídica informada;
- grupoEtnico: etnia à qual a terra está vinculada;
- areaOficialHa: área oficial, em hectares;
- perimetroOficial: perímetro oficial;
- nomeAbrev: nome ou abreviatura padronizada;
- terrai_cod: código da terra indígena segundo padrão da FUNAI;
- municipio: município de localização da terra indígena;
- uf_sigla: sigla da UF onde se localiza a terra indígena;
- superficie: área de superfície da terra indígena; e
- modalidade: categoria de ocupação indígena.

1.1.4.19. Assentamentos rurais

Um assentamento rural é interpretado pela INDE (CONCAR, 2010, p. 124) como a

> Área de terra de tamanho limitado, subdividida em lotes ou parcelas rurais, destinada a assentar famílias de produtores rurais sem terra ou com pouca terra, de acordo com projeto de viabilidade.

A camada de Assentamentos Rurais apresenta, por meio de polígonos, os lotes de assentamento rural localizados no estado Paraná. O dado tem como fonte o INCRA e foi disponibilizado no ano de 2013.

São identificadas 225 áreas de assentamento no estado ilustradas na Figura 31.

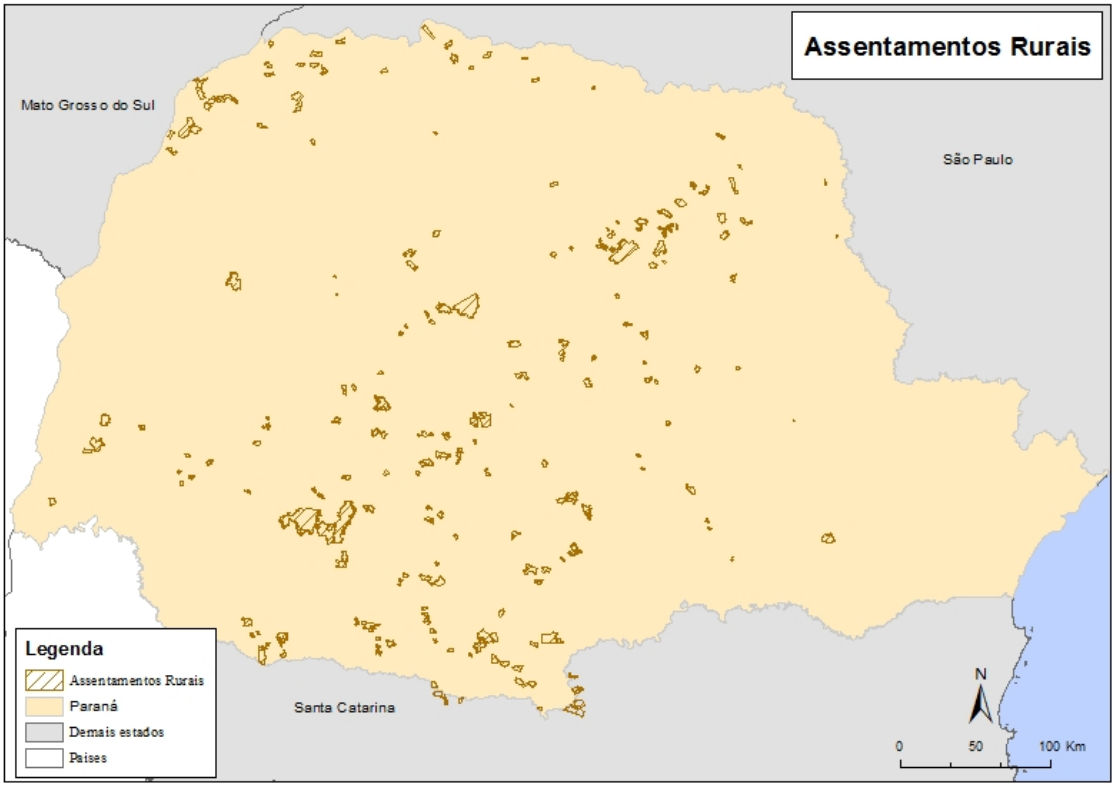


Figura 31 – Camada de Assentamentos Rurais

Fonte: Elaboração própria

Do mesmo modo que as camadas de terras quilombolas e terras indígenas, a camada de Assentamentos Rurais delimita polígonos cujas coordenadas são certificadas. Desse modo, a análise espacial baseou-se na verificação de inconsistências no dado, tais como duplicidade de polígonos ou presença de elementos estranhos ao padrão da camada.

Quanto aos atributos alfanuméricos que integram a tabela, são relacionados os seguintes itens:

- nome: nome do assentamento;
- geometriaAproximada: indica se a geometria é próxima à escala prevista para o produto cartográfico;
- tipoAreaUsoComum: identificação do tipo de uso da área;
- nomeAbrev: nome ou abreviatura padronizada;
- gid0: id do assentamento, conforme padrão do INCRA;
- cdSipra1: código do assentamento dentro do Sistema de Informações de Projetos de Reforma Agrária (SIPRA);
- modalid2: sigla da modalidade de assentamento;
- nomeproj3: nome do projeto de assentamento;
- fase4: fase do processo de assentamento;
- capacid5: capacidade de assentados da área;
- benefic6: número de beneficiários do projeto;
- srN7: superintendência vinculada;
- regiao8: região do país de localização do projeto de assentamento;
- municipi9: nome do município de localização;
- geocodig10: código do município, segundo padrão IBGE;
- dataCr11: data de criação do assentamento;
- anoCria12: ano de criação do assentamento;
- formaOb13: forma de obtenção da terra para o projeto;
- esfera14: esfera política vinculada ao projeto de assentamento;
- areaCal15: área calculada do assentamento; e
- perímetr16: perímetro calculado.

1.1.4.20. Manchas urbanas

A camada de Manchas Urbanas demonstra, por meio de polígonos, as regiões de concentração urbana existentes no Paraná. O dado tem como fonte a SEIL/PR. A Figura 32 apresenta a delimitação das manchas.

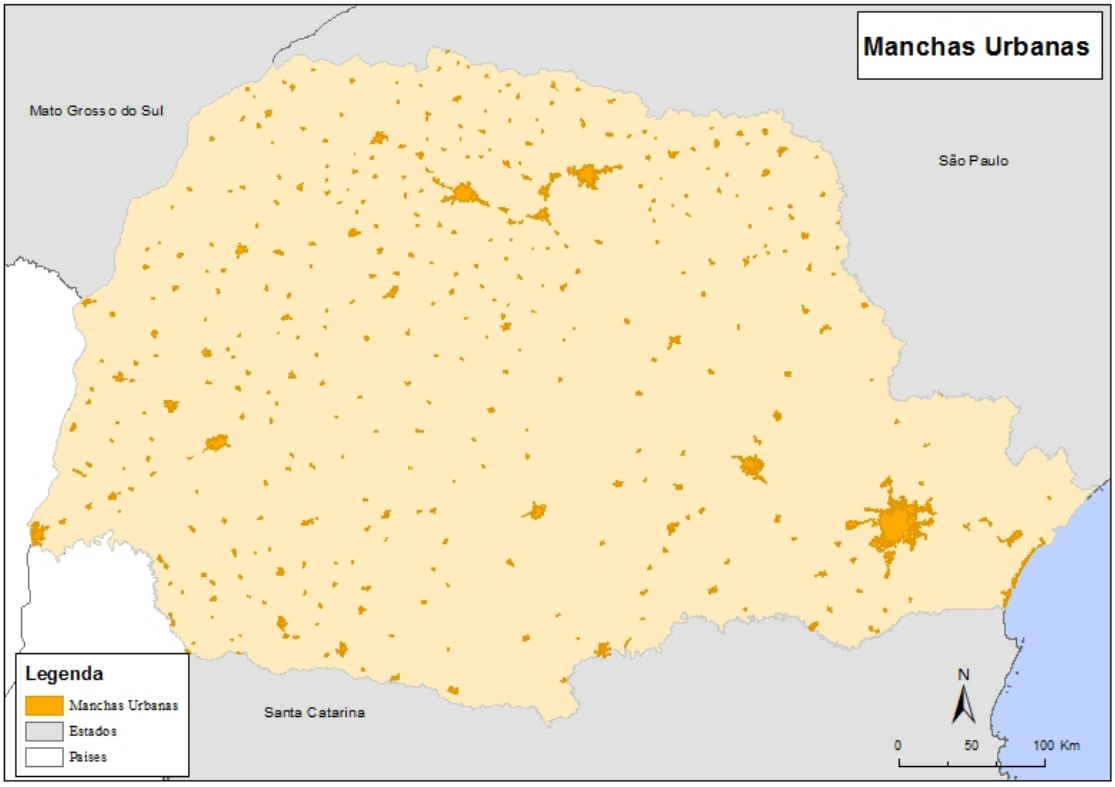


Figura 32 – Camada de Manchas Urbanas

Fonte: Elaboração própria

As seguintes informações alfanuméricas compõem a camada:

- nome: nomenclatura da mancha urbana;
- geometriaAproximada: indica se a geometria é próxima à escala prevista para o produto cartográfico;
- tipoAssociado: tipo de localidade associada; e
- nomeAbrev: nome ou abreviatura padronizada.

1.1.4.21. Unidades de Conservação

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) conceitua uma Unidade de Conservação (UC) como o

> Espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção.

A camada de UC delimita, por meio de polígonos, as Unidades cujos limites sobrepõem-se total ou parcialmente ao estado. O dado tem como fonte a Camada de Unidades de Conservação do Brasil do Ministério do meio Ambiente, que data de 2014. A Figura 33 ilustra as UCs representadas na camada.

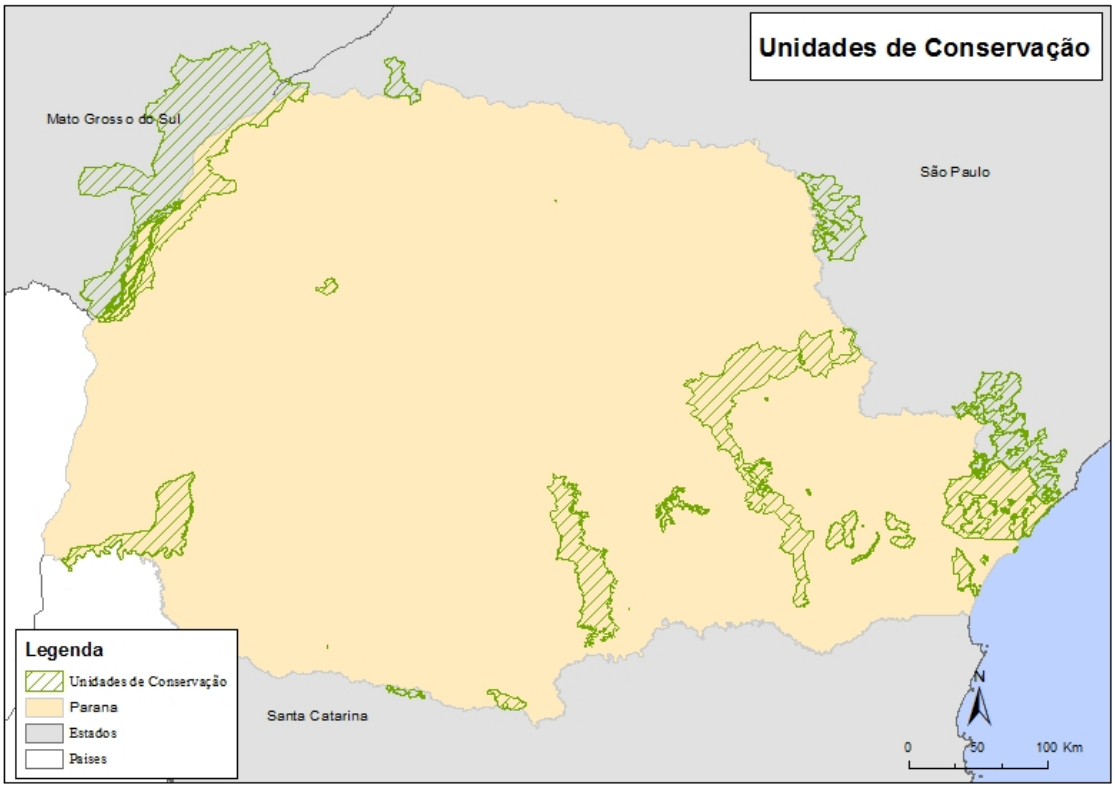


Figura 33 – Camada de Unidades de Conservação

Fonte: Elaboração própria

A tabela de atributos vinculada à camada apresenta as seguintes informações descritivas:

- Nome: nome da Unidade de Conservação;
- geometriaAproximada: indica se a geometria é próxima à escala prevista para o produto cartográfico;
- anoCriacao: ano de criação da UC;
- sigla: sigla da UC;
- areaOficialHa: valor de área oficial da UC;
- atoLegal: documento legal de definição da UC;
- administracao: esfera política à qual se vincula a UC;
- tipoUnidadeConservacao: identificação da UC como de proteção integral ou de uso sustentável;

- tipo: categoria de UC;
- nomeAbrev: nome ou abreviatura padronizada;
- idUc0: código identificador da UC, segundo padrão do MMA;
- idWcmc2: código identificador da UC, segundo padrão da World Conservation Monitoring Centre (WCMC);
- qid7: id da UC;
- qualid8: descrição da qualidade do polígono delimitador da UC;
- dtUltim10: data da última atualização do dado;
- codigoU11: id processual da UC; e
- nomOrg12: nome da instituição ou órgão responsável pela UC.

1.1.4.22. Travessias (formato de linhas)

Segundo documento de terminologias rodoviárias adotadas pelo DNIT (2007, p. 04), as travessias são "trechos de transposição de rios em que não há ponte".

Os dados de travessias têm como fonte a SEIL/PR. Foram consultados diferentes formatos de arquivos, os quais são listados a seguir:

- Questionários de campo com informações das coordenadas das travessias;
- Arquivo do tipo KML com a identificação dos pontos de travessia; e
- Mapa de travessias por balsas, disponível na página eletrônica da SEIL/PR[15].

Os dados disponibilizados foram avaliados, e as coordenadas de cada ponto de travessia foram projetadas sobre imagens de satélite georreferenciadas para homologação da distribuição espacial. Uma vez definidos os pontos de Origem e Destino (OD) de cada travessia, foi possível interligá-los por meio de linhas, originando a camada de Travessias no formato de linhas.

Essa camada representa 62 travessias existentes no Paraná. Cada travessia conecta-se a dois extremos de *link* da camada de Rodovias em áreas cortadas por cursos d'água. A Figura 34 exemplifica o descrito.

[15] Disponível em: <http://www.infraestrutura.pr.gov.br/arquivos/File/12MapaOficialBalsas%281%29.pdf>. Acesso em: 28 out. 2014

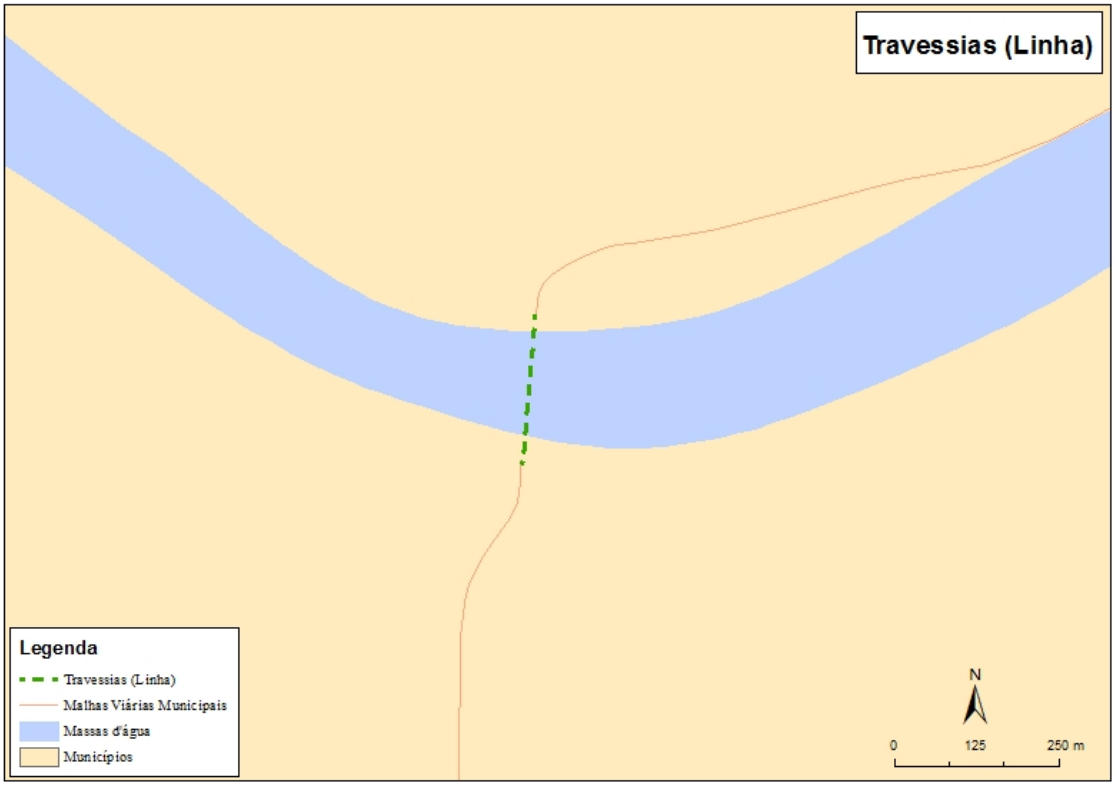


Figura 34 – Camada de Travessias (formato de linhas)

Fonte: Elaboração própria

Constam na tabela de atributos da camada os seguintes conteúdos:

- idTravessia: id sequencial da travessia;
- Nome: nome da travessia;
- geometriaAproximada: indica se a geometria é próxima à escala prevista para o produto cartográfico;
- nomeRio: nome do Rio onde se localiza a travessia;
- munMargemDireita: nome do município da margem direita do rio;
- munMargemEsquerda: nome do município da margem esquerda do rio;
- latitudeMargemDireita: latitude do ponto de travessia na margem direita do rio;
- longitudeMargemDireita: longitude do ponto de travessia na margem direita do rio;
- latitudeMargemEsquerda: latitude do ponto de travessia na margem esquerda do rio;
- longitudeMargemEsquerda: longitude do ponto de travessia na margem esquerda do rio;
- tipoTravessia: tipo de travessia;

- tipoEstrutura: identificação de travessia ou porto; e
- nomeAbrev: nome ou abreviatura padronizada.

1.1.4.23. Travessias (formato de pontos)

A camada de Travessias no formato pontos identifica, por meio de pares de coordenadas, os pontos de localização de 62 travessias paranaenses.

A geração de uma camada no formato de pontos deve-se à necessidade de compatibilizar a geometria da camada de Travessias às diferentes escalas de visualização permitidas pelo geodatabase. Por representar uma forma de fluxo viário que ocorre em pequenos trechos do território paranaense, a camada de Travessias não se mostra compatível com a forma de representação por polígonos. Ademais, a criação da camada de Pontos justifica-se pela necessidade de adequação da geometria das travessias às camadas de hidrografia, que apresentam os cursos d'água por meio de linhas.

A camada de Travessias em formato de pontos está adequada, também, à camada de Massas d'Água, que representa os principais corpos d'água por meio de polígonos. A Figura 35 exemplifica o exposto.

Figura 35 – Camada de Travessias (formato de pontos)

Fonte: Elaboração própria

A camada de Travessias em formato de pontos tem como fonte os mesmos dados utilizados para a elaboração da camada no formato de linhas fornecidos pela SEIL/PR. Cada ponto de identificação de travessia deriva das coordenadas do centro de cada linha da camada de Travessias em formato linhas. A Figura 36 ilustra o descrito.

Figura 36 – Representação das camadas de Travessia por pontos e linhas

Fonte: Elaboração própria

Os atributos descritivos da camada de Pontos são os seguintes:

- idTravessia: is sequencial da travessia;
- Nome: nome da travessia;
- geometriaAproximada: indica se a geometria é próxima à escala prevista para o produto cartográfico;
- nomeRio: nome do Rio onde se localiza a travessia;
- munMargemDireita: nome do município da margem direita do rio;
- munMargemEsquerda: nome do município da margem esquerda do rio;
- latitudeMargemDireita: latitude do ponto de travessia na margem direita do rio;
- longitudeMargemDireita: longitude do ponto de travessia na margem direita do rio;

- latitudeMargemEsquerda: latitude do ponto de travessia na margem esquerda do rio;
- longitudeMargemEsquerda: longitude do ponto de travessia na margem esquerda do rio;
- tipoTravessia: tipo de travessia;
- tipoEstrutura: identificação de travessia ou porto; e
- nomeAbrev: nome ou abreviatura padronizada.

1.2. Mosaico de imagens de satélite

Em complemento aos dados vetoriais, representados pelas camadas descritas nos tópicos anteriores, o geodatabase disponibilizado à SEIL/PR contém um grupo de arquivos do tipo *raster*, formado por imagens de satélite georreferenciadas originárias de três fontes:

- Imagens SRTM: disponibilizadas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa);
- Imagens *Landsat* 8: disponibilizadas pela United States Geological Survey (USGS); e
- Imagens *Basemap*: disponibilizadas pela ESRI;

As imagens inseridas no geodatabase auxiliam na interpretação espacial da composição do território paranaense, uma vez que permitem a avaliação de temas não retratados pelos dados vetoriais. Informações diversas podem ser extraídas a partir da análise das imagens, tais como formas de uso do solo, classes de vegetação e aspectos geomorfológicos.

Além dos dados de imagens SRTM e Landsat 8, que integram o geodatabase, é possível utilizar, complementarmente, o serviço Basemap, cujas imagens são provenientes do serviço de mapas virtuais do *World Imagery*, disponibilizado pela Esri. Este serviço é constituído por imagens aéreas e de satélite originárias de diferentes fontes, que, quando unidas e conectadas ao serviço, permitem o a visualização de áreas da superfície terrestre.

Os itens a seguir detalham as características de cada um dos dois tipos de imagens de satélite incorporados ao geodatabase.

1.2.1. Imagens SRTM

A sigla SRTM designa o projeto "*Shuttle Radar Topography Mission*", desenvolvido pelas agências espaciais dos Estados Unidos da América (EUA), da Alemanha e da Itália. Segundo informações oficiais do ambiente virtual da Embrapa[16], durante o projeto em questão, foram geradas imagens do relevo terrestre a partir de sensores de radar acoplados no ônibus espacial Endeavour. As imagens geradas são acompanhadas por informações numéricas de topografia, que permitem a identificação da variação altimétrica das áreas consultadas.

Os dados brutos foram cedidos ao Brasil e receberam tratamento pelos técnicos da própria Embrapa. As imagens referentes ao território brasileiro foram, então, disponibilizadas gratuitamente, já com os devidos ajustes.

No ambiente virtual da Embrapa, é possível fazer o *download* das imagens, segmentadas por meio de folhas compatíveis com a divisão cartográfica nacional. A Figura 37 apresenta o grupo de 22 imagens obtidas pelos técnicos de geoprocessamento para elaboração do mosaico do estado Paraná.

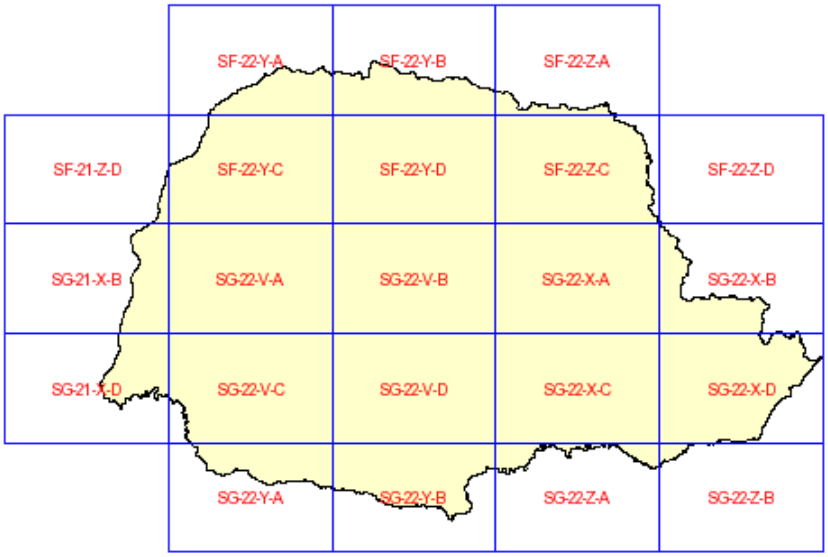


Figura 37 – Relação de imagens SRTM obtidas para composição do mosaico

Fonte: Elaboração própria

Uma vez obtidos os arquivos SRTM, executou-se o processo de mosaicagem (unificação das imagens em um mosaico), recorte, ajuste de cores e adequação do sistema de projeção para posterior inserção no geodatabase. A Figura 38 ilustra o resultado dos trabalhos.

[16] Disponível em: <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/conteudo/resumo.htm>. Acesso em: 30 out. 2014.

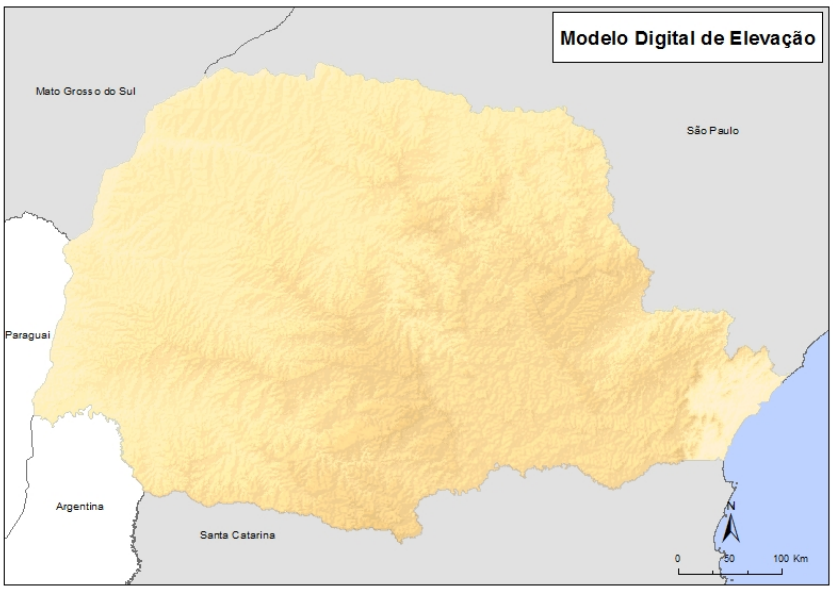


Figura 38 – Resultado do processo de mosaicagem e recorte das imagens SRTM

Fonte: Elaboração própria

As imagens SRTM apresentam resolução espacial de 90 metros, adequadas a análises espaciais para as quais não há exigência de alto nível de detalhamento. O mosaico elaborado permitiu a inserção do Modelo Digital de Elevação (MDE) do estado Paraná no geodatabase, e, a partir dele, é possível distinguir a morfologia terrestre, identificar os caminhamentos dos cursos d'água ou gerar curvas de nível para todo o estado, entre outras aplicabilidades.

1.2.2. Imagens Landsat 8

As imagens Landsat 8 são geradas por sensores acoplados ao satélite de mesmo nome, cujo significado é "*Land Remote Sensing Satellite*". Pertencente ao governo dos Estados Unidos, o conteúdo gerado pelo satélite é disponibilizado pelo Serviço Geológico Americano (USGS) por meio de seu ambiente virtual[17].

O processo de manipulação das imagens deu-se inicialmente pelo download dos arquivos, diretamente do site da USGS. Foram obtidas 14 pacote de imagens, garantindo o imageamento de todo o estado do Paraná. Cada pacote é formado por onze bandas espectrais, atingindo resolução espacial de 15 metros para a banda pancromática, 30 metros para bandas multiespectrais, e 100 metros para as bandas termais. A Tabela 7 relaciona as imagens e suas respectivas datas de obtenção e cobertura de nuvens.

[17] Disponível em: <http://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 30 out. 2014.

Tabela 7 – Relação de imagens Landsat 8 obtidas para composição do mosaico

Código da imagem obtida	Data do imageamento	Cobertura de Nuvens (%)
LC82210772014181LGN00	30/06/2013	1.05
LC82240762014154LGN00	03/06/2014	0.00
LC82240772014170LGN00	19/06/2014	0.33
LC82240782014170LGN00	19/06/2014	0.19
LC82210782014037LGN00	06/02/2014	0.78
LC82230762014131LGN00	11/05/2014	0.02
LC82230772014131LGN00	11/05/2014	0.02
LC82230782014131LGN00	11/05/2014	0.01
LC82210762014069LGN00	10/03/2014	0.22
LC82220772013281LGN00	08/10/2013	0.21
LC82220782013281LGN00	08/10/2013	0.11
LC82200782014030LGN00	25/12/2013	7.53
LC82220762014028LGN00	28/01/2014	0.55
LC82200772013315LGN00	11/11/2013	2.67

Fonte: Elaboração própria

As bandas multiespectrais referentes a cada imagem foram combinadas com a composição RGB distribuída na sequência Banda 4 (vermelho), Banda 3 (verde) e Banda 2 (azul). O resultado da composição pode ser visualizado na Figura 39.

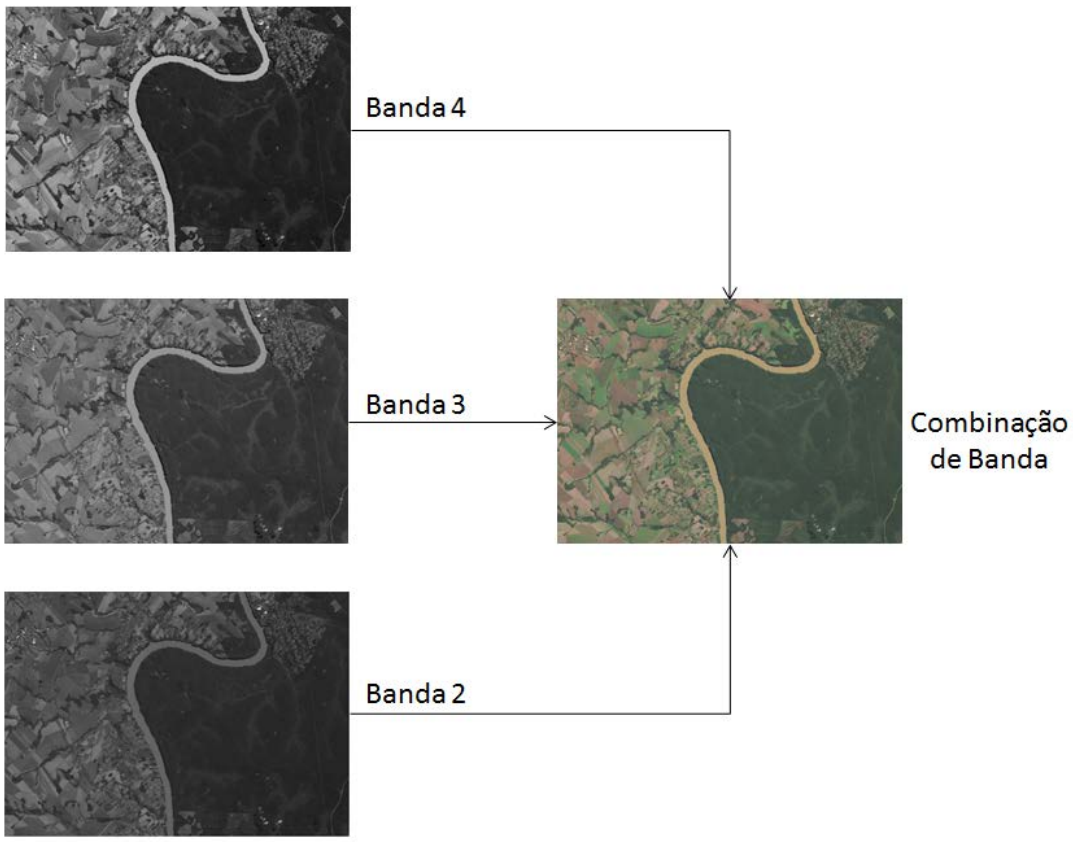


Figura 39 -–Composição de bandas espectrais

Fonte: Elaboração própria

As imagens Landsat 8 possuem 30 metros de resolução espacial para bandas multiespectrais e 15 metros para pancromáticas. Por meio de procedimentos técnicos para fusão de imagens multiespectrais e pancromáticas, foi possível gerar um *raster* colorido com resolução de 15 metros. A Figura 40 ilustra o executado.

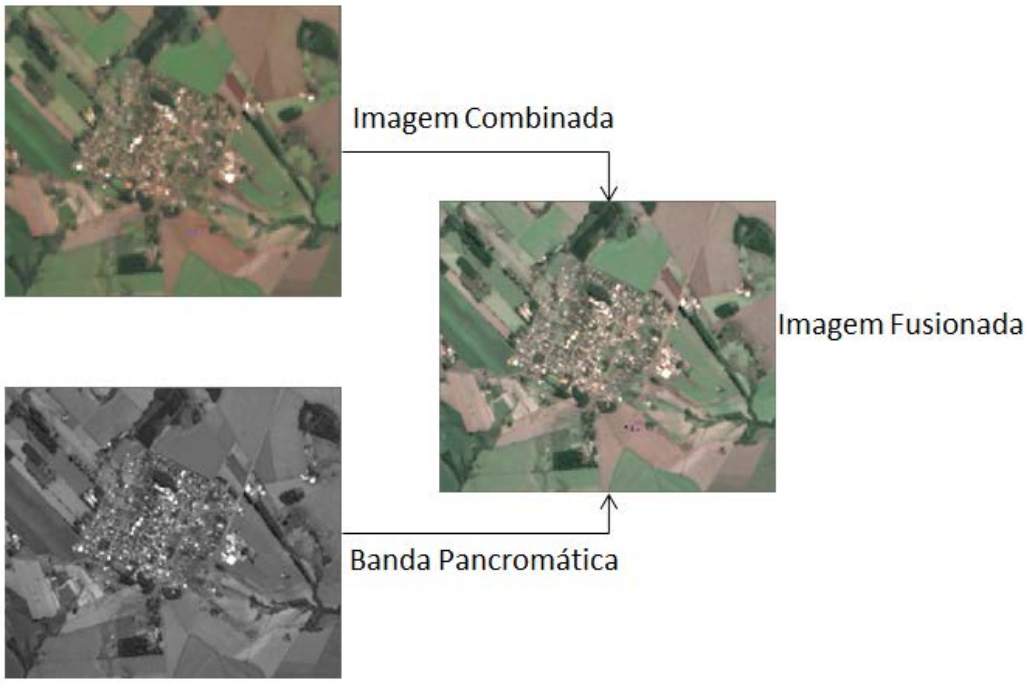


Figura 40 – Etapa de fusão de imagens

Fonte: Elaboração própria

Ajustados os arquivos, passou-se ao procedimento de mosaicagem para união das imagens em um único arquivo *raster*. O mosaico derivado do processo consta na Figura 41.

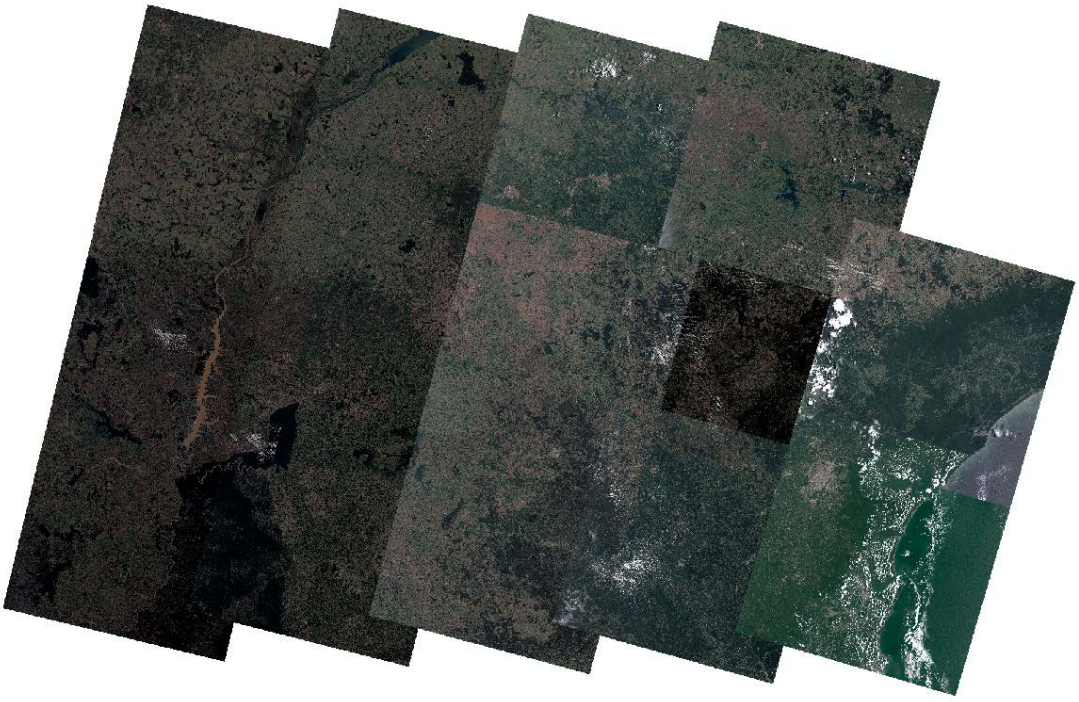


Figura 41 – Mosaico de imagens Landsat 8

Fonte: Elaboração própria

Em seguida, foi realizada a transformação do sistema de projeção original, de *World Geodetic System* (WGS-84) para o padrão brasileiro SIRGAS2000. Por fim, o mosaico gerado foi recortado a partir da delimitação territorial do estado Paraná definida pelos arquivos vetoriais integrantes do geodatabase. A Figura 42 ilustra o produto final resultante da manipulação das imagens Landsat 8.

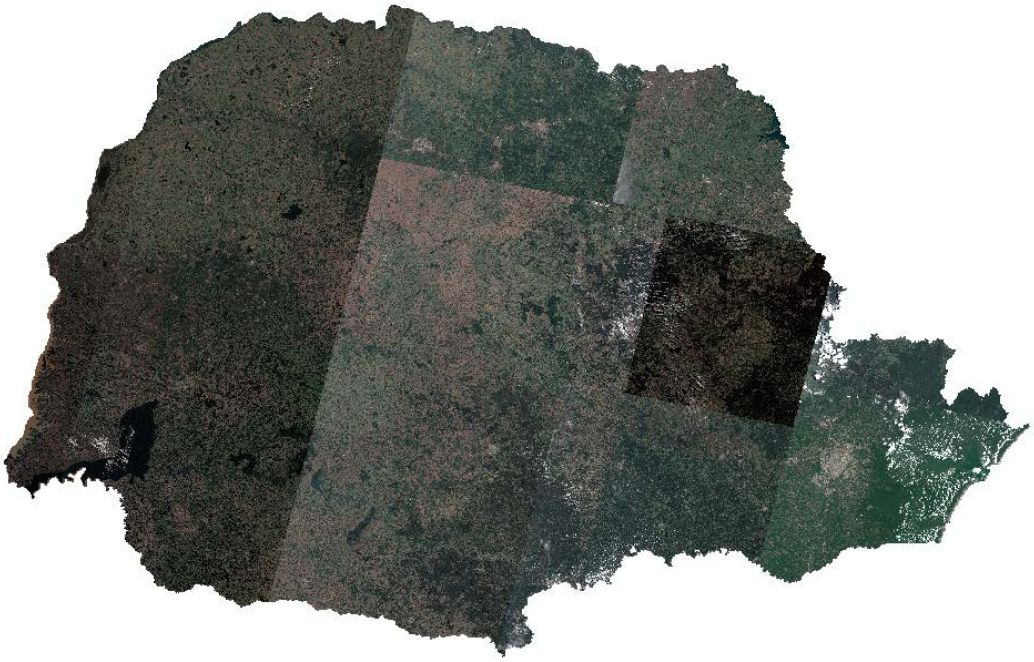


Figura 42 – Resultado do ajustamento das imagens Landsat 8

Fonte: Elaboração própria

As imagens Landsat 8 não possuem informações referentes à altimetria, existente nas imagens SRTM, mas apresentam maior resolução espacial, permitindo avaliações diferenciadas. É possível delimitar as formas de uso do solo (áreas agrícolas, ocupações urbanas, áreas florestadas etc.) com nível de detalhamento mais elevado que os dados disponibilizados pela Embrapa. A Figura 43 demonstra um trecho de imagem Landsat, no qual se distingue, por meio de texturas, cores e padrões geométricos, as diferentes formas de uso da terra.

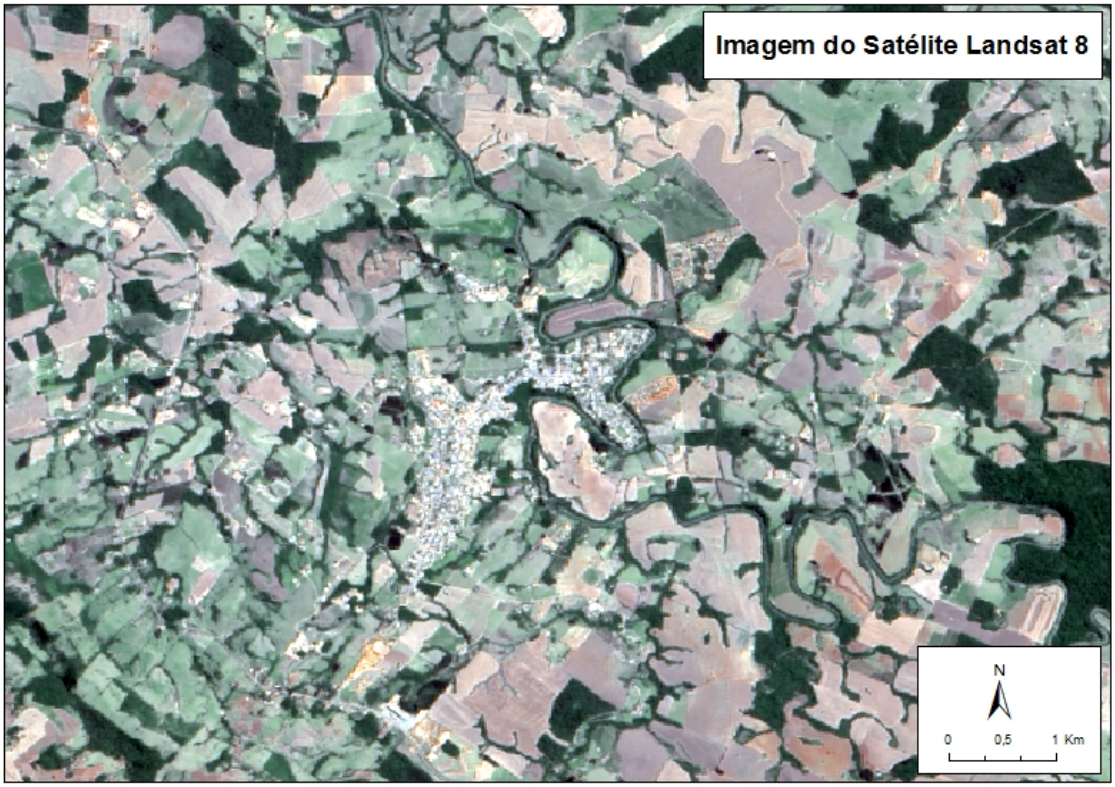


Figura 43 – Fragmento de imagem Landsat 8

Fonte: Elaboração própria

1.3. Elaboração do geodatabase

O geodatabse desenvolvido para o projeto de revisão e atualização do Plano Aeroviário Estadual do Paraná é formado pela composição dos arquivos do tipo vetorial e *raster* já descritos nos tópicos anteriores, agrupados em função dos temas retratados. Estão agrupados, também, arquivos descritivos e imagens complementares.

A descrição do modelo de gerenciamento desses itens no geodatabase é apresentada nos itens seguintes.

1.3.1. Arquivos vetoriais e raster

Os arquivos do tipo vetor, também chamados de camadas geográficas, bem como os arquivos do tipo *raster*, estão disponibilizados nos seguintes conjuntos, denominados "*datasets*":

- AER_VET_Inventario: exclusivo para o dado vetorial de aeródromos;
- AER_VET_Detalhe: agrupa os dados vetoriais de detalhamento aeroportuário;
- COM_VET: para dados vetoriais complementares, de temas viários, ambientais e políticos;

- PLA_RAS_Landsat: contém o plano de fundo em formato *raster* referente à imagem de satélite Landsat 8; e
- PLA_RAS_MDE: contém o plano de fundo em formato *raster* referente ao Modelo Digital de Elevação oriundo das imagens SRTM.

Ressalta-se que os *datasets* foram nomeados por meio de siglas para evitar nomenclaturas muito extensas. Dessa forma, permite-se, ao usuário, relacionar com maior agilidade os dados vetoriais e *raster* de temas semelhantes. A Tabela 8 relaciona os dados a seus respectivos *datasets*.

Tabela 8 – Agrupamento dos dados no geodatabase

Dataset	Dados vinculados	
AER_VET_Inventario	Inventário de Aeródromos	
AER_VET_Detalhe	Estruturas (formato de pontos)	Pistas
	Estruturas (formato de linhas)	Cabeceiras da Pista
	Estruturas (formato de polígonos)	Zonas de proteção
COM_VET	Municípios	Porto
	Cidades	Hidrografia 1:2.500.000
	Microrregião	Hidrografia 1:1.000.000
	Mesorregião	Massa d'Água
	Paraná	Terras quilombolas
	Estado	Terras Indígenas
	Brasil	Assentamentos Rurais
	Países	Manchas urbanas
	Rodovias	Unidade de Conservação
	Malhas Viárias Municipais	Travessias (formato de linhas)
	Ferrovia	Travessias (formato de pontos)
	Hidrovias	
PLA_RAS_Landsat	Mosaico de imagens *landsat* 8	
PLA_RAS_MDE	Modelo Digital de Elevação SRTM	

Fonte: Elaboração própria

Os dados tabelados podem ser exportados individualmente para fora do geodatabase, caso o usuário deseje trabalhar com uma camada específica, um arquivo *raster*, um outro *software* ou um ambiente de manipulação.

1.3.2. *Attachments*

Attachments, ou anexos, possuem funcionalidade similar a de um *hiperlink*. Um *attachment* permite que se vincule um arquivo a uma camada geográfica. As principais vantagens do *attachment* em relação ao *hiperlink* são a possibilidade de vinculação de

múltiplos documentos a uma camada e de armazenamento desses documentos dentro do próprio geodatabase.

Segundo Glennon (2010), *attachments* permitem, de uma maneira simples, o gerenciamento de informações adicionais que são relacionadas a um arquivo vetorial[18]. No geodatabase disponibilizado à SEIL/PR, foram utilizados *attachments* na camada de Aeródromos, Cabeceiras de pista, Pistas e Estruturas (nos formatos ponto, linha e polígono), além das camadas de Travessias em formato de linhas e pontos.

Os dados inseridos são os formados por uma tabela com informações coletadas em campo para o inventário, além de fotografias, em formato .jpg, .pdf e .rar, para identificação do aeródromo ou da travessia selecionada. A imagem .jpg é referente a uma fotografia para cada aeródromo, enquanto o arquivo .pdf é formado por uma coleção de fotografias, assim como o arquivo .rar.

O processo de vinculação dos arquivos às camadas por meio de *attachments* deu-se, inicialmente, pela conferência e pelo agrupamento das tabelas e fotografias disponibilizadas pela SEIL/PR, garantindo a correta relação entre os elementos geométricos e seus respectivos dados. Em seguida, os arquivos foram renomeados, adotando-se uma estrutura de nomenclatura padronizada e de simples interpretação.

Na etapa posterior, os arquivos já organizados foram inseridos no geodatabase para serem disponibilizados à SEIL/PR juntamente com os dados vetoriais aos quais estão vinculados. A Figura 44 demonstra o resultado do processo, no qual é possível, com um clique sobre um objeto da camada, visualizar a tabela de atributos do elemento geométrico de interesse e salvar o arquivo desejado.

[18] Disponível em: <http://blogs.esri.com/esri/arcgis/2010/12/21/using-attachments-to-manage-associated-feature-content/>. Acesso em 30 out. 2014.

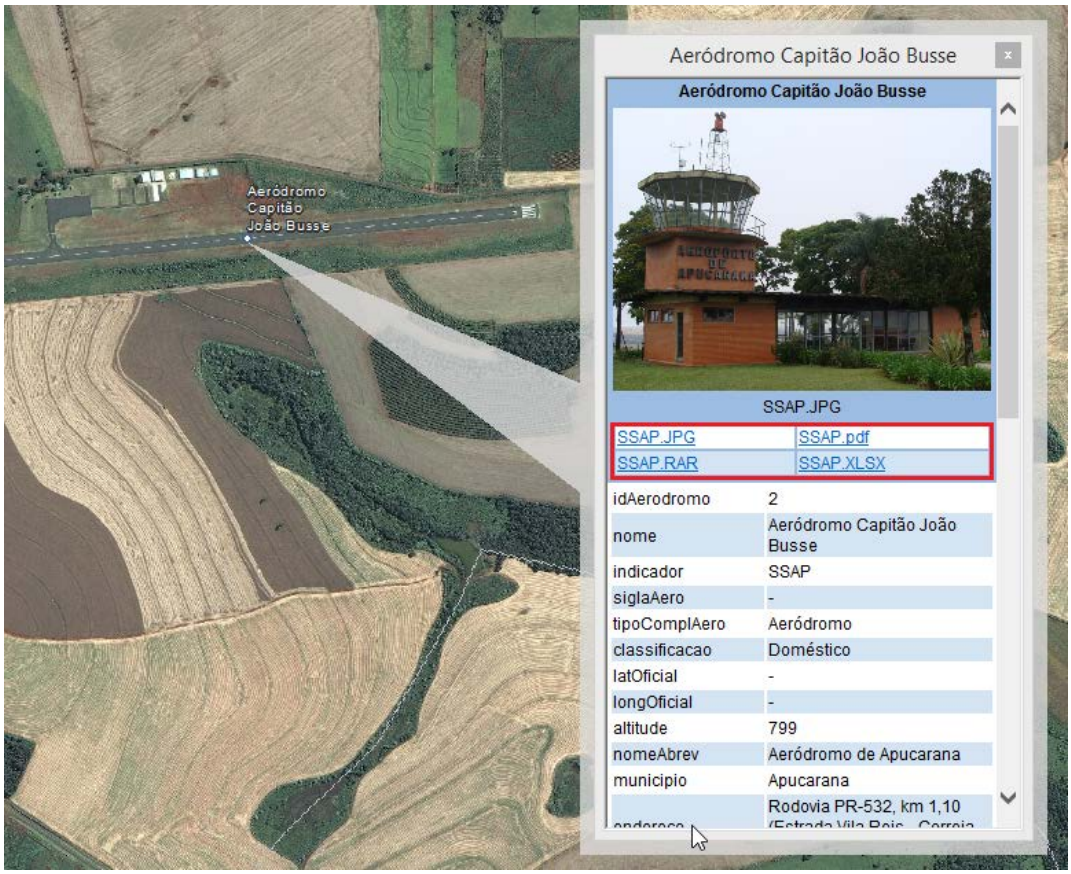


Figura 44 – Modo de apresentação dos *attachments* (em vermelho) junto à tabela de atributos

Fonte: Elaboração própria

Ressalta-se que a vinculação entre as camadas e os *attachments* não ocorrerá se o usuário exportar uma camada para fora da estrutura do geodatabase, pois ela perderá o arquivo de conexão. Nesse caso, é necessário gerar um novo *attachment*.

1.3.3. Topologia

Segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), "a definição da topologia explicita os relacionamentos espaciais entre os objetos através de um processo matemático"[19]. O ajuste topológico é de fundamental importância para a garantia da qualidade geométrica do dado a ser trabalhado, a fim de evitar inconsistências na representação dos pontos, das linhas e dos polígonos que compõem os arquivos vetoriais.

O Termo de Referência pertencente ao projeto do PAE relaciona uma série de regras de topologia a serem executadas para verificação de eventuais inconsistências nas camadas editadas. No entanto, a aplicação de algumas regras não foi necessária ou por apresentarem

[19] Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/estrutura.html>. Acesso em 31 out. 2014.

os mesmos resultados, ou por contemplarem relações não existentes entre as camadas do geodatabase. As restrições topológicas demandadas pelo Termo de Referência, bem como os procedimentos efetivamente executados, são relacionadas na Tabela 9.

Tabela 9 – Execução das regras topológicas demandadas no Plano de Trabalho

Regra topológica	Descrição da Regra topológica	Execução	Justificativa
1	Interseções entre os polígonos	Sim	-
2	Não deve haver fendas entre os polígonos	Sim	-
3	Não deve haver interseções entre os polígonos de um *layer* com os de outro	Sim	-
4	A área de um *layer* deve sobrepor à área de outro *layer*	Não	A Regra 6 já contempla esta regra
5	Deve haver a sobreposição mútua entre a área de um *layer* e a área de outro *layer*	Não	Não há camadas com esse relacionamento de geometria
6	A área de um *layer* deve estar contida na área de outro *layer*	Sim	-
7	Os limites de uma área de um *layer* devem estar contidos nos limites de uma linha de outro *layer*	Sim	-
8	Os limites de uma área de um *layer* devem estar contidos nos limites de uma área de outro *layer*	Não	A Regra 6 já contempla esta regra
9	Uma área de um *layer* de polígonos deve conter pelo menos um ponto de um *layer* de pontos	Não	Não há camadas com esse relacionamento de geometria

Fonte: Elaboração própria

Para embasamento das regras topológicas demandadas, foram adotados os conceitos oficiais da INDE aplicados aos relacionamentos espaciais de objetos vetoriais. A Figura 45 ilustra os conceitos para o relacionamento entre polígonos, bem como seus respectivos exemplos.

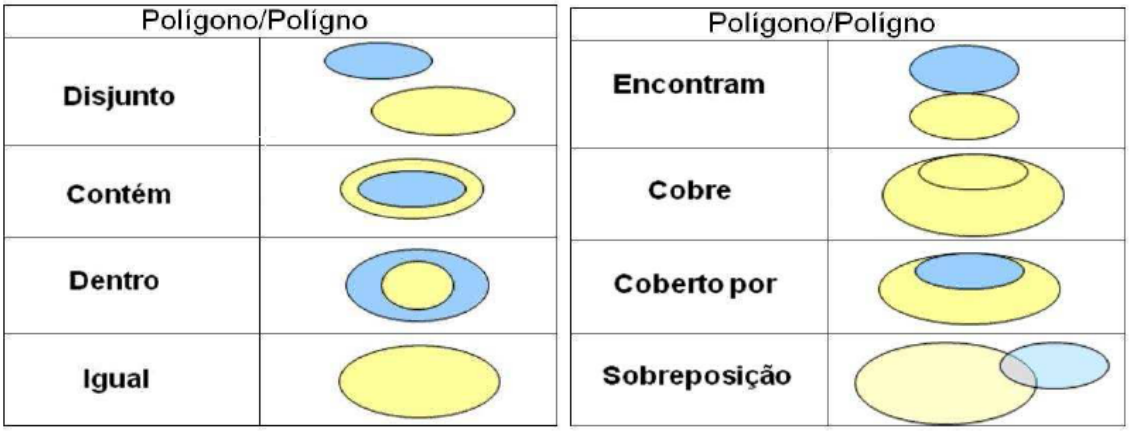


Figura 45 – Relação espacial entre polígonos segundo a INDE

Fonte: Elaboração própria

Ressalta-se que as regras topológicas requisitadas no Plano de Trabalho dizem respeito, exclusivamente, ao relacionamento entre objetos do tipo polígono, não contemplando a totalidade de camadas disponibilizadas no geodatabase, geradas por meio de

pontos e linhas. Para garantir a qualidade dos produtos disponibilizados à SEIL/PR, foram executadas verificações topológicas para todas as camadas trabalhadas.

A avaliação de topologia entre as camadas de pontos e linhas também baseou-se nos conceitos de relacionamento espacial da INDE. As regras aplicadas a cada camada constam no Apêndice deste documento.

Ressalta-se que foram constatados erros topológicos nas camadas de UCs, Terras Indígenas, Terras Quilombolas e Assentamentos Rurais. Entretanto, decidiu-se por não realizar ajustes nelas, visto que qualquer alteração na geometria dos polígonos acarretaria na alteração das áreas oficiais descritas nas tabelas de atributos.

1.4. Mapa digital

As camadas geográficas e os arquivos *raster* existentes no geodatabase foram agrupados em um mapa digital dinâmico, a partir do qual tem-se a possibilidade de visualizar todos os planos de informação demandados pelo projeto.

As etapas de geração do mapa digital envolvem procedimentos de ajuste de simbologia e definição de escalas de representação, descritos nos itens que se seguem.

1.4.1. Simbologia, escalas e categorias de representação

Uma vez avaliadas e corrigidas as ocorrências topológicas, os arquivos vetoriais foram ordenados, juntamente com os dados *raster*, em um *software* de visualização espacial, dando origem ao mapa digital. Em função da grande quantidade de temas e símbolos representados, foi necessário definir as categorias a serem representadas e realizar a edição da simbologia. Foram ajustadas as nomenclaturas, cores e transparências apropriadas a cada camada ou *raster*.

Para evitar a sobreposição excessiva de informações e símbolos, foram delimitados intervalos de escalas espaciais, de maneira a condicionar a apresentação de cada camada ou *raster* a um determinado nível de visualização. A Tabela 10 relaciona os dados a seus respectivos intervalos de escala.

Tabela 10 – Escalas de representação dos dados espaciais

Plano de informação	Intervalo de escala
Inventário de Aeródromos	A partir de 1:3.000.000
Estruturas (formato de pontos)	1:3.000.000 a 1:100.000
Estruturas (formato de linhas)	A partir de 1:100.000
Estruturas (formato de polígonos)	A partir de 1:10.000
Pistas	A partir de 1:20.000
Cabeceiras da Pista	A partir de 1:50.000
Zonas de proteção	A partir de 1:100.000
Municípios	A partir de 1:150.000
Cidades	A partir de 1:3.000.000
Microrregião	1:1.000.000 a 1:150.000
Mesorregião	1:2.000.000 a 1:1.000.000
Paraná	A partir de 1:3.000.000
Estado	A partir de 1:3.000.000
Brasil	A partir de 1:3.000.000
Países	A partir de 1:3.000.000
Rodovias	A partir de 1:2.000.000
Malhas Viárias Municipais	A partir de 1:80.000
Ferrovia	1:2.000.000 a 1:500.000
Hidrovias	1:2.000.000 a 1:100.000
Porto	A partir de 1:2.000.000
Hidrografia 1:2.500.000	1:1.000.000 a 1:250.000
Hidrografia 1:1.000.000	1:250.000 a 1:100.000
Massa d'Água	A partir de 1:3.000.000
Terras quilombolas	A partir de 1:250.000
Terras Indígenas	A partir de 1:250.000
Assentamentos Rurais	A partir de 1:250.000
Manchas urbanas	A partir de 1:80.000
Unidade de Conservação	A partir de 1:250.000
Travessias (formato de linhas)	A partir de 1:100.000
Travessias (formato de pontos)	1:3.000.000 a 1:100.000
Imagens *Basemap*	A partir de 1:30.000
Imagens *Landsat 8*	1:100.000 a 1:20.000
Imagens SRTM	1:3.000.000 a 1:100.000

Fonte: Elaboração própria

Ressalta-se que o mapa digital foi configurado para alterar a visualização das camadas de modo automático. Assim, não foi necessário qualquer ajuste por parte do usuário. Para exemplificar o funcionamento do mapa, a Figura 46 demonstra os planos de informação visualizados em uma escala de 1:2.000.000.

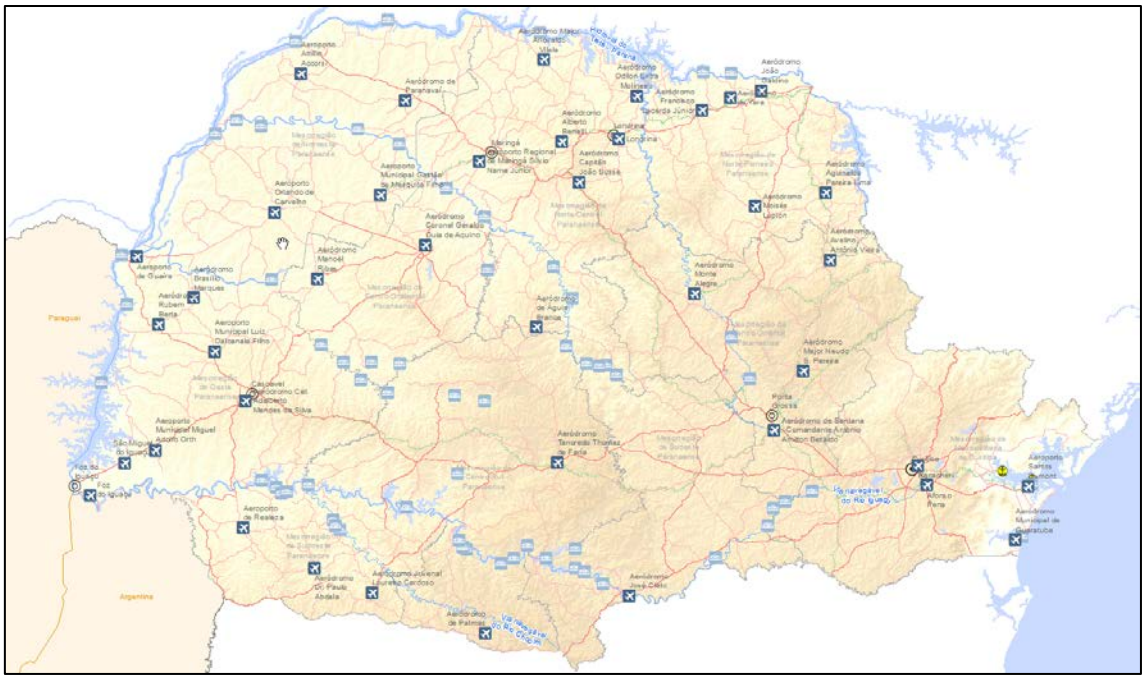


Figura 46 – Mapa digital visualizado em escala 1:2.000.000

Fonte: Elaboração própria

Nessa escala, é possível visualizar o MDE derivado das imagens SRTM, além das camadas de países, massas d'água, estados, travessias e aeródromos, entre outras. Já a Figura 47 demonstra o mesmo mapa com nível de escala em 1:100.000.

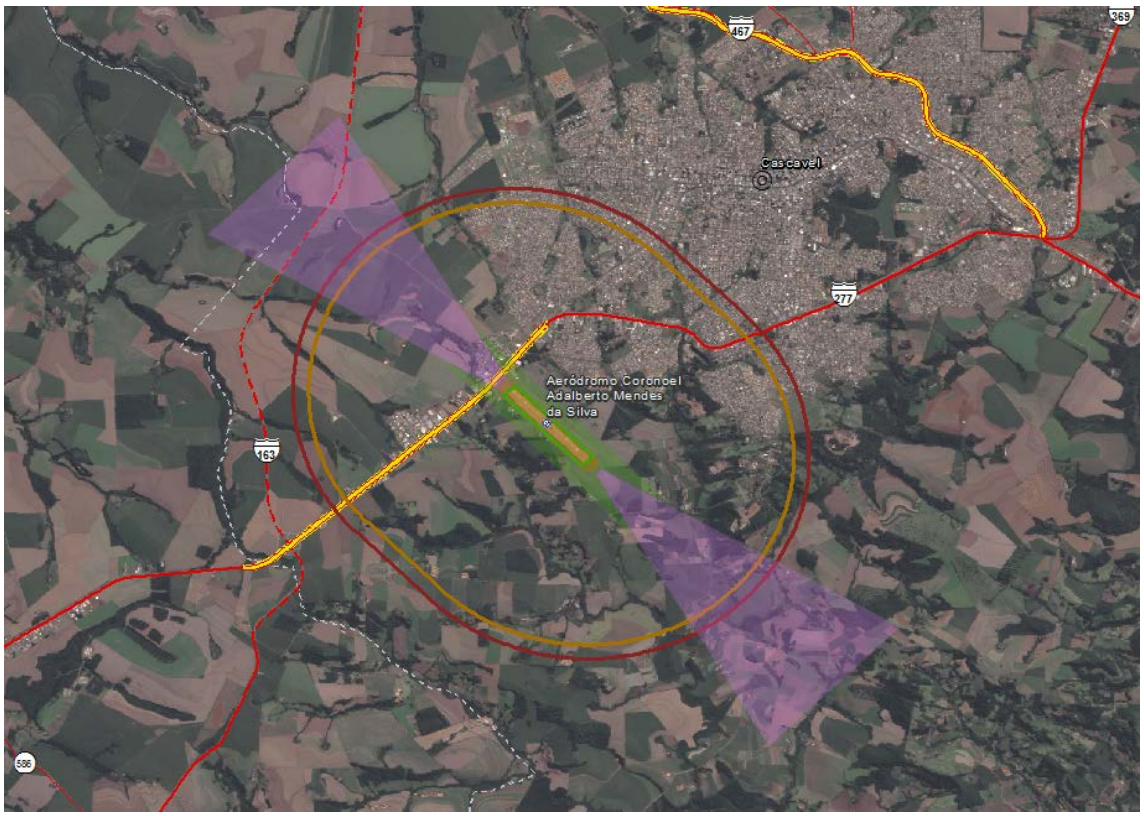


Figura 47 – Mapa digital visualizado em escala 1:100.000

Fonte: Elaboração própria

A escala de 1:1.00.000 permite a visualização das zonas de proteção e estruturas em linha do aeródromo, além das camadas Viárias, de Limites Municipais etc. Os dados vetoriais aparecem sobrepostos à imagem *Landsat 8*, de maneira que é possível avaliar aspectos referentes à proximidade entre os complexos aeroportuários paranaenses e as diferentes formas de ocupação populacional.

Alterando o nível de visualização para a escala 1:20.000, altera-se a composição de elementos vetoriais e dos dados *raster* representados, como ilustra a Figura 48.

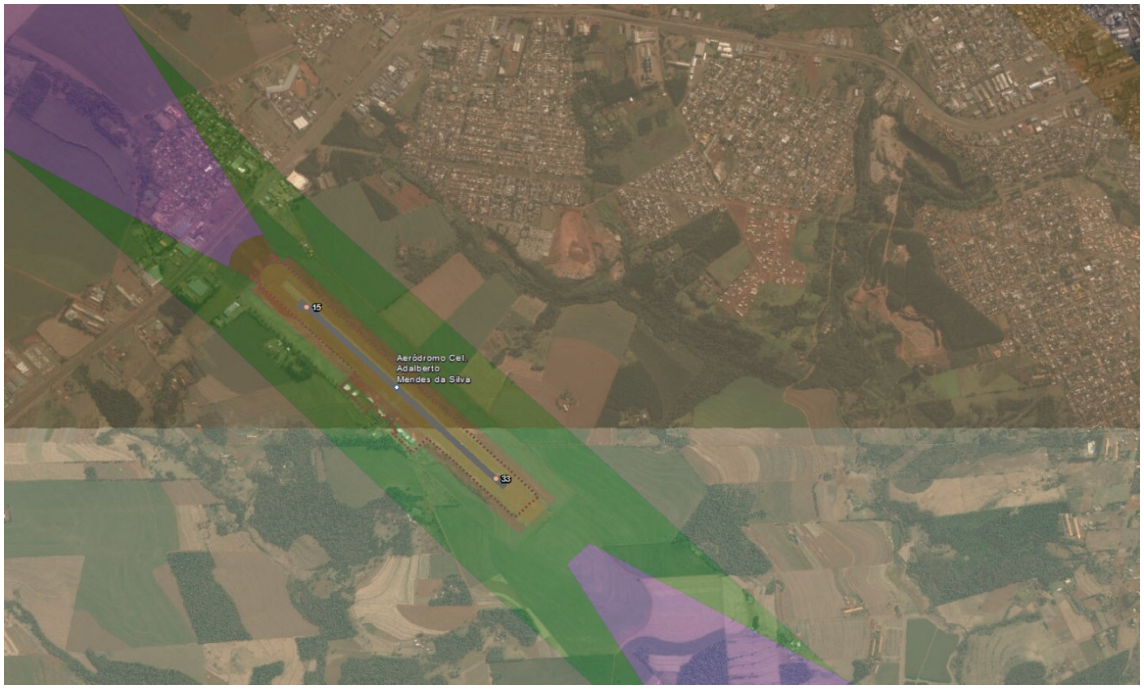


Figura 48 – Mapa digital, visualizado em escala 1:20.000

Fonte: Elaboração própria

Nessa imagem, podem ser visualizadas a pista, as cabeceiras e as zonas de proteção, além das imagens *Basemap*. Aproximando-se a uma escala de 1:2.000, é possível verificar cada uma das estruturas componentes do aeródromo, como demonstra a Figura 49.

Figura 49 – Mapa digital visualizado em escala 1:2.000

Fonte: Elaboração própria

1.4.2. Tutorial de uso

Para visualização e manipulação do mapa digital, é necessário que o usuário da SEIL/PR organize os arquivos geoespaciais em uma estrutura de pastas compatível com os endereços armazenados internamente no mapa digital e nas versões virtuais dos mapas de infraestrutura e de localização e acessos. O usuário também necessita ter instalado o *software* para a devida leitura dos dados dentro das configurações pré-ajustadas pelos técnicos de geoprocessamento da FAPEU.

Visando a orientação desses procedimentos, foi elaborado um tutorial, no qual são descritas as etapas para instalação do *software* e a estruturação das pastas disponibilizadas. Nele, informa-se os formatos de cada arquivo disponível, bem como os endereços nos quais deve ser salvo o geodatabase para que seja realizada a conexão entre as camadas e o mapa digital.

O tutorial conta, também, com um resumo acerca dos demais produtos disponibilizados à SEIL/PR por meio de mídias digitais. Assim, permite-se identificar com

facilidade o formato e a localização dos arquivos desejados sem a necessidade de pesquisar as pastas individualmente.

1.5. Criação de metadados

O Decreto n.º 6.666/08, que institui a INDE, determina a seguinte conceituação para os metadados de informações geoespaciais:

> Conjunto de informações descritivas sobre os dados, incluindo as características do seu levantamento, produção, qualidade e estrutura de armazenamento, essenciais para promover a sua documentação, integração e disponibilização, bem como possibilitar a sua busca e exploração.

Os metadados disponibilizados à SEIL/PR descrevem as especificações técnicas referentes a cada uma das camadas que constituem o geodatabase, garantindo, ao usuário, o conhecimento do dado a ser trabalhado. De posse dos metadados, os técnicos da SEIL/PR têm a possibilidade de avaliar com maior clareza a aplicabilidade de cada camada aos estudos e projetos desenvolvidos pela secretaria.

Os metadados entregues à SEIL/PR foram desenvolvidos seguindo as orientações da INDE, a partir do ambiente *Geonetwork*. A descrição do modelo consta no item seguinte.

1.5.1. Metadados modelo *Geonetwork*

Foram elaborados metadados segundo o modelo *Geonetwork*, desenvolvido pela Open Source Geospatial Foundation (OSGeo). O *Geonetwork* é definido pela OSGeo como

> Um padronizado e descentralizado ambiente de informação espacial, destinado a permitir o acesso a bases de dados georreferenciados, cartográficos e produtos relacionados com metadados a partir de uma variedade de fontes de informação, [...] para que tenham fácil e rápido acesso a dados geográficos disponíveis e aos mapas temáticos existentes onde possam apoiar a tomada de decisões informadas[20].

A estrutura adotada para os metadados do Geonetwork respeita o padrão ISO19115, adotado, oficialmente, como a referência para o perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil (MGB). Segundo conceituação da CONCAR (2009, p. 14), os metadados geoespaciais têm como funções específicas:

[20] Disponível em: <http://www.labtrans.ufsc.br/geonetwork/>. Acesso em: 05 nov. 2014.

- Identificar o produtor e a responsabilidade técnica de produção;
- Padronizar a terminologia utilizada;
- Garantir o compartilhamento e a transferência de dados;
- Viabilizar a integração de informações;
- Possibilitar o controle de qualidade; e
- Garantir os requisitos mínimos de disponibilização.

Os metadados de padrão *Geonetwork* são dispostos em um ambiente virtual, de maneira semelhante a um catálogo on-line. Para obtê-los via *internet*, o usuário da SEIL/PR deve acessar o ambiente *Geonetwork* desenvolvido pelo LabTrans/UFSC, no qual estão relacionados todos os metadados confeccionados. A Figura 50 ilustra o ambiente *Geonetwork* elaborado pelo Laboratório.

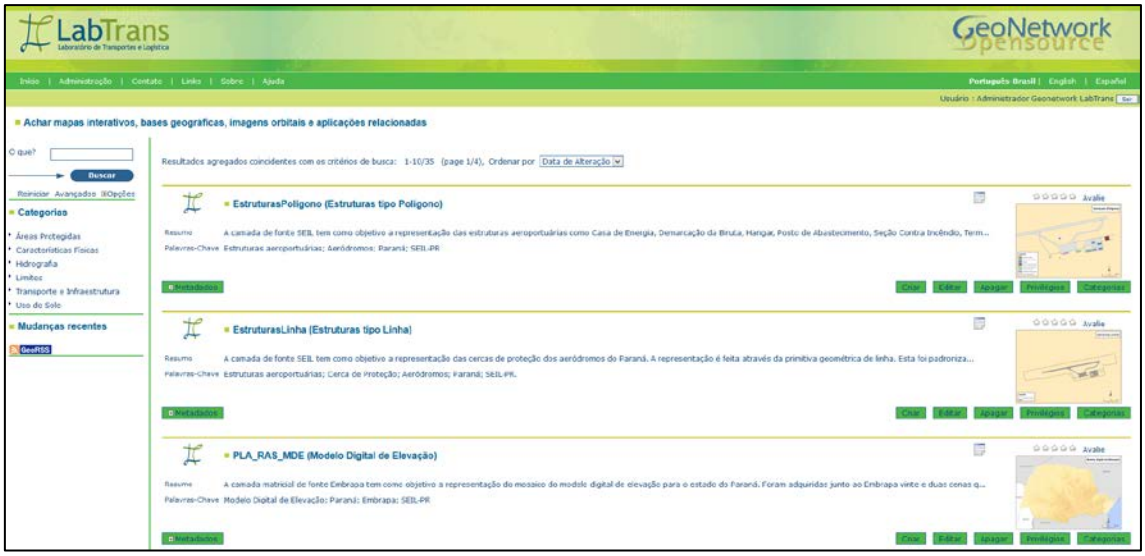


Figura 50 – Catálogo de metadados *Geonetwork*

Fonte: Elaboração própria

Selecionando um dos metadados, é possível realizar a leitura das principais características vinculadas à camada. A Figura 51 demonstra um fragmento do metadado elaborado para a camada de Estruturas em formato polígono.

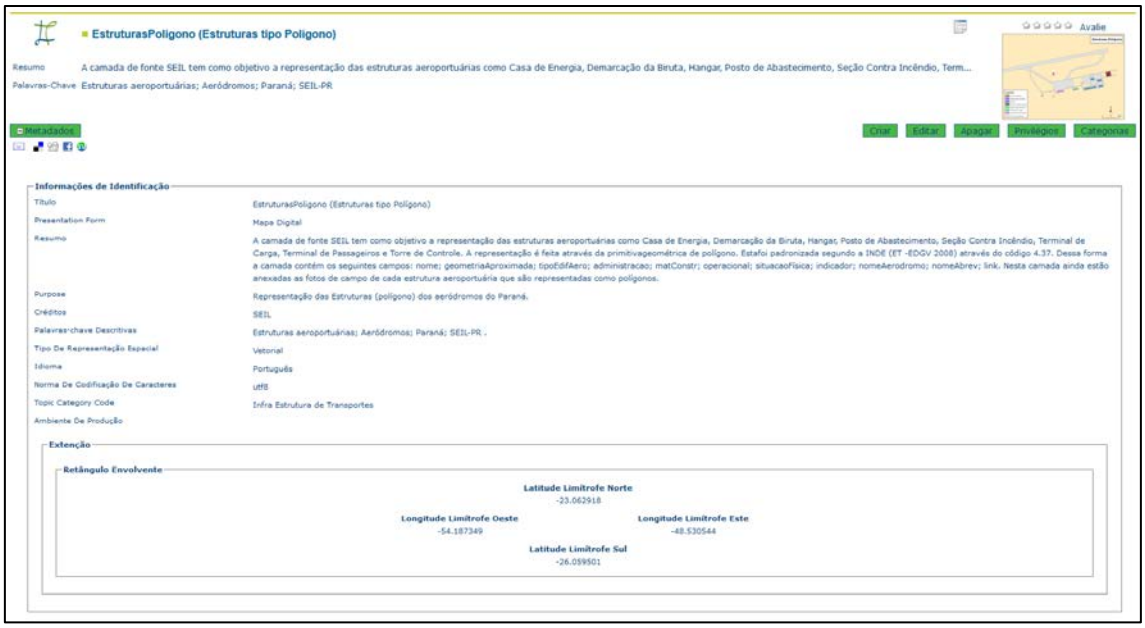


Figura 51 – Fragmento do metadado disponibilizado no modelo *Geonetwork*

Fonte: Elaboração própria

O modelo de metadados do *Geonetwork* permite, ao usuário, avaliar as características dos dados espaciais em meio virtual, sem a necessidade de salvar documentos ou manipular camadas e arquivos *raster*. Ademais, é possível exportar as informações descritivas para um arquivo de linguagem XML e transferir os dados para outro ambiente *Geonetwork*. A Figura 52 ilustra o metadado de estruturas do tipo polígono em linguagem XML.

Figura 52 – Metadado modelo *Geonetwork* em linguagem XML

Fonte: Elaboração própria

1.6. Elaboração dos mapas de localização e acessos

Em complemento à criação do Geodatabase, foram elaborados Mapas de Localização e Acessos, equivalentes a plantas de situação para cada aeroporto. Esses mapas identificam individualmente os aeródromos e, também, os ambientes de entorno de cada sítio aeroportuário.

O processo de confecção dos mapas deu-se em duas etapas: a primeira foi voltada à confecção de 19 mapas de localização e acessos, vinculados aos aeródromos cujos dados vetoriais foram repassados pela SEIL/PR; e a segunda etapa voltou-se à confecção dos mapas para os outros 16 aeródromos sem dados vetoriais encaminhados.

1.6.1. Elaboração dos mapas a partir de dados vetoriais encaminhados

Os 19 mapas elaborados, cujos aeródromos são listados na Tabela 11, foram desenvolvidos a partir de um padrão acordado por meio de reuniões entre a FAPEU e a SEIL/PR. Adotou-se como referência espacial o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas, o SIRGAS – 2000, em acordo com a Resolução R.PR – 1/2005 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2005). Quanto ao tamanho físico dos mapas, acordou-se a produção compatível com a do modelo de folha A2. A Figura 53**Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta como exemplo o mapa de localização para o aeródromo de Cianorte.

Tabela 11 – Listagem dos aeródromos com mapeamento de localização e acessos

Aeródromos mapeados		
Apucarana	Loanda	Pato Branco
Cascavel	Manoel Ribas	Ponta Grossa
Castro	Maringá	Realeza
Cianorte	Palmas	Sertanópolis
Francisco Beltrão	Paranaguá	Siqueira Campos
Guarapuava	Paranavaí	Telêmaco Borba
		Umuarama

Fonte: SEIL/PR (2014). Elaboração própria

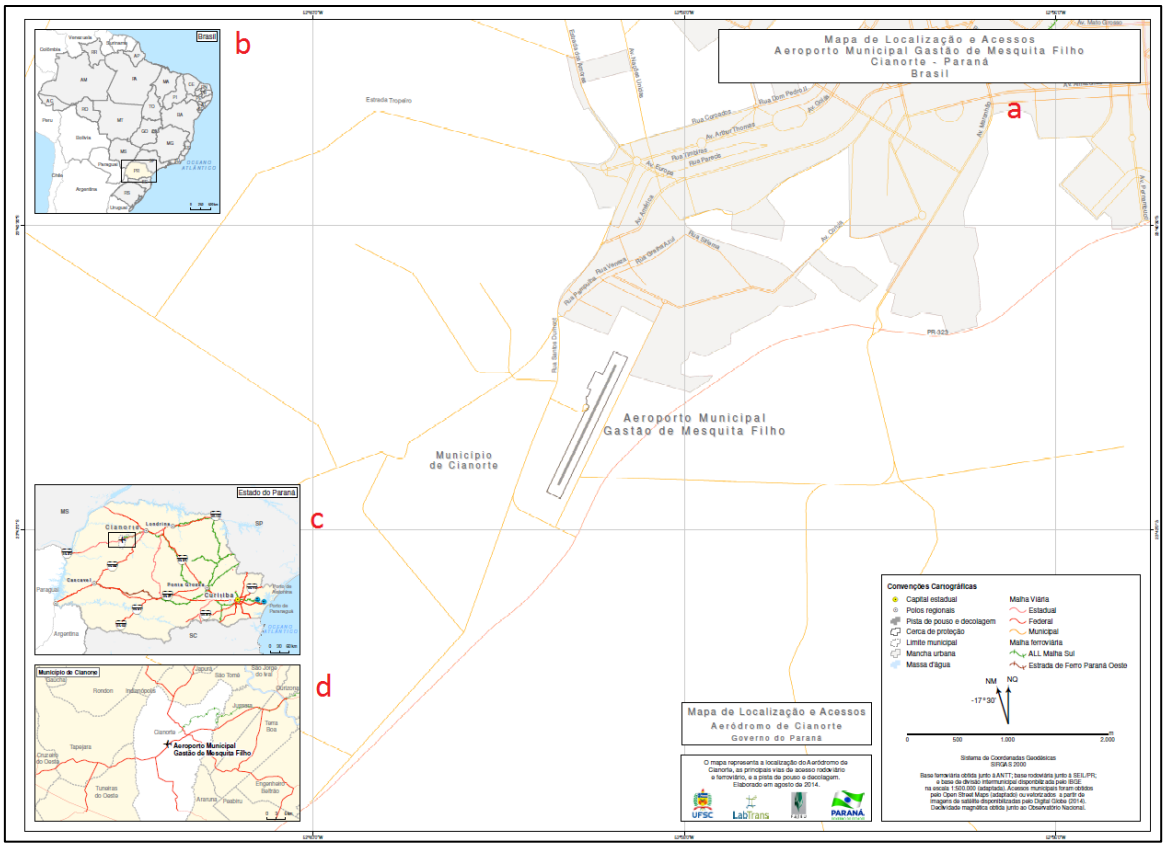


Figura 53 – Mapa de localização do aeródromo de Cianorte

Fonte: SEIL/PR (2014). Elaboração própria

Esse produto é uma composição de quatro mapas: um principal e outros três de situação. O mapa principal é classificado como um "mapa que constitui o elemento essencial de um conjunto de mapas ou folhas, em comparação com os mapas ou folhas que compõem o referido conjunto" (OLIVEIRA, 1980, p.243). Já o mapa de situação é descrito como aquele "geralmente em escala pequena, situando uma ou várias zonas geográficas em relação a uma zona mais vasta" (OLIVEIRA, 1980, p. 237). Cada um deles encontra-se destacado na Figura 53 por meio de letras em vermelho e representa o aeródromo de Cianorte a partir de uma escala espacial definida. As especificações deles estão listadas a seguir:

1.6.1.1. Mapa Principal

Neste mapa é apresentada a área do aeródromo como elemento central, em escala de 1:20.000. São representados, também, os acessos rodoviário e ferroviário, quando existentes. As rodovias são classificadas em função da hierarquia de gerência (federal, estadual ou municipal), com a identificação dos nomes das principais vias locais ou daquelas que permitem o acesso ao aeródromo. As ferrovias são diferenciadas em função das concessionárias responsáveis e apresentam o nome da linha ilustrada no mapa.

Constam, no mapa principal de visualização, as seguintes camadas relacionadas juntamente às suas respectivas fontes:

- Pista de Pouso e Decolagem (SEIL/PR; FAPEU);
- Cerca de proteção (SEIL/PR; FAPEU);
- Ferrovias (Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT));
- Rodovias (SEIL/PR); e
- Malha Viária Urbana (OSM).

A camada de Cerca de proteção não está presente em todos os mapas de localização e acessos, uma vez que a delimitação das cercas dos aeródromos não foi verificada em alguns arquivos vetoriais disponibilizados pela SEIL/PR.

1.6.1.2. Mapa de situação na escala Brasil

Este mapa tem por objetivo representar a localização do estado do Paraná dentro do território brasileiro. O mapa apresenta os elementos espaciais em escala 1:50.000.000. Nela constam as seguintes camadas:

- Países (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (ONU/FAO); IBGE;
- Estados (IBGE); e
- Massa D'água (Base Cartográfica Internacional ao Milionésimo (BCIM)).

1.6.1.3. Mapa de situação na escala Estado do Paraná

Este mapa representa a localização do município ao qual pertence o aeródromo dentro do estado do Paraná. Os dados são apresentados na escala 1:6.500.000. Nele constam as seguintes camadas:

- Países (ONU/FAO; IBGE);
- Estados (IBGE);
- Cidades (IBGE);
- Portos Organizados (Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ));
- Rodovias (SEIL/PR);
- Ferrovias (ANTT); e
- Massa D'água (BCIM).

1.6.1.4. Mapa de situação na escala do Município

Este mapa representa a localização do aeródromo dentro dos limites de seu respectivo município. Os dados são apresentados na escala 1:650.000. Nele constam as seguintes camadas:

- Países (ONU/FAO; IBGE);
- Estados (IBGE);
- Municípios (IBGE);
- Rodovias (SEIL/PR);
- Ferrovias (ANTT); e
- Massa D'água (BCIM).

1.6.2. Elaboração dos mapas sem dados vetoriais encaminhados

Para cada um dos 16 aeródromos sem dados vetoriais encaminhados, foi realizada a vetorização das pistas de pouso e decolagem, cujo processo se encontra descrito nas páginas referentes à edição da camada em questão.

Uma vez vetorizadas as pistas faltantes, foi possível elaborar os mapas de localização e acessos dos 16 aeródromos ainda não representados. A Tabela 12 relaciona o grupo de aeródromos representados.

Tabela 12 – Listagem do segundo e último grupo de aeródromos representados no mapa de localização e acessos

Aeródromos mapeados	
Andirá	Guaíra
Arapongas	Guaratuba
Arapoti	Ibati
Bandeirantes	Mal. Cândido Rondon
Campo Mourão	Medianeira
Centenário do Sul	Palotina
Cornélio Procópio	Toledo
Goioerê	União da Vitória

Fonte: SEIL/PR (2014). Elaboração própria

A configuração dos mapas de localização e acessos dos aeródromos listados segue o mesmo padrão dos demais mapas já entregues. A diferença restringe-se às estruturas aeroportuárias representadas, pois somente as pistas e cercas de proteção puderam ser delimitadas. Destaca-se a inexistência de cercas de proteção para alguns aeródromos, de maneira que não houve representação deste dado em seus respectivos mapas. A Figura 54 exemplifica o produto final entregue para o aeródromo de União da Vitória.

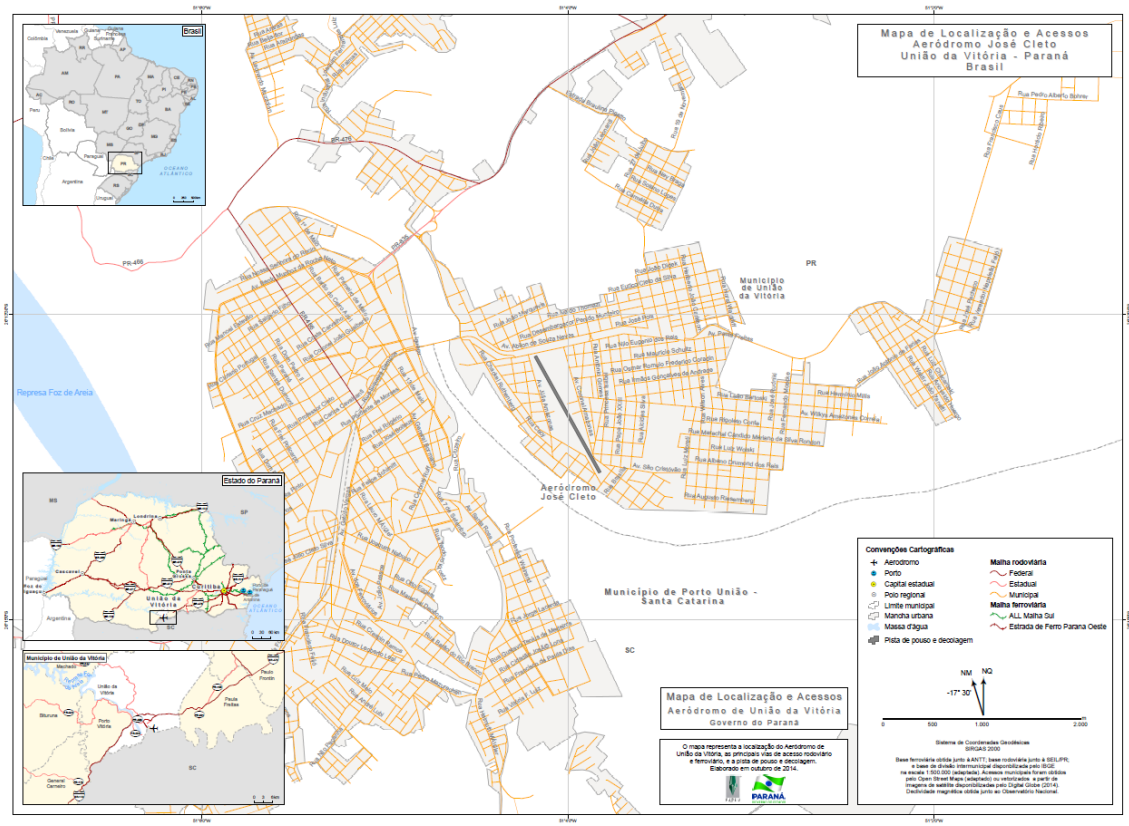


Figura 54 – Mapa de localização e acessos do aeródromo de União da Vitória

Fonte: Elaboração própria

1.7. Elaboração dos mapas de infraestrutura aeroportuária

Além dos mapas de localização e acessos, são apresentados neste relatório os produtos cartográficos referentes à categoria de Infraestrutura aeroportuária. Foram elaborados 35 mapas temáticos, um para cada aeródromo trabalhado no projeto do PAE/PR. Ressalta-se a ocorrência de 12 aeródromos para os quais não foi possível representar suas respectivas estruturas, uma vez que não tiveram seus dados vetoriais disponibilizados pela SEIL/PR. Outros oito aeródromos apresentaram camadas de Estruturas, mas não possuíam dados de zoneamento. Os 15 aeródromos restantes apresentaram todas as camadas previstas para mapeamento, todavia, eles não puderam ser representados em uma mesma escala de mapeamento em função da extensão dos planos de zoneamento delimitados.

A Tabela 13 relaciona cada aeródromo aos conteúdos mapeados. Todos os 35 aeródromos foram divididos em cinco grupos, em função dos dados disponíveis em cada mapa e das diferentes escalas de representação.

Tabela 13 – Dados e escala de representação dos mapas de Infraestrutura

Grupo	Dados aeroportuários representados	Aeródromos	
1	Somente pistas e cabeceiras (escala 1:10.000)	Andirá	Goioerê
		Arapongas	Guaratuba
		Arapoti	Ibati
		Bandeirantes	Mal. Cândido Rondon
		Centenário do Sul	Medianeira
		Cornélio Procópio	União da Vitória
2	Todas as estruturas (escala 1:10.000)	Campo Mourão	Palmas
		Francisco Beltrão	Palotina
		Guaíra	Siqueira Campos
		Manoel Ribas	Toledo
3	Todas as estruturas e o Zoneamento (escala 1:10.000)	Apucarana	Telêmaco Borba
		Loanda	
4	Todas as estruturas e o Zoneamento (escala 1:20.000)	Castro	Realeza
		Cianorte	Sertanópolis
		Paranaguá	Umuarama
		Paranavaí	Cascavel
		Pato Branco	Guarapuava
		Ponta Grossa	
5	Todas as estruturas e o Zoneamento (escala 1:30.000)	Maringá	

Fonte: SEIL/PR (2014). Elaboração própria

Embora o Termo de Referência solicite que os mapas sejam entregues em escala de 1:5.000, os técnicos de geoprocessamento identificaram a incompatibilidade entre o nível de visualização solicitado e a extensão dos elementos a serem representados. Dessa forma, foi necessário reavaliar as escalas mais apropriadas a cada aeródromo.

Ressalta-se que o aeródromo de Maringá difere-se dos demais, exclusivamente, em função da extensão das superfícies delimitadas no plano de zoneamento. Caso fosse adotada uma escala de maior detalhamento, os elementos constituintes do mapa não seriam representados em sua totalidade.

A Figura 55 demonstra, como exemplo, o mapa do aeródromo de Cascavel.

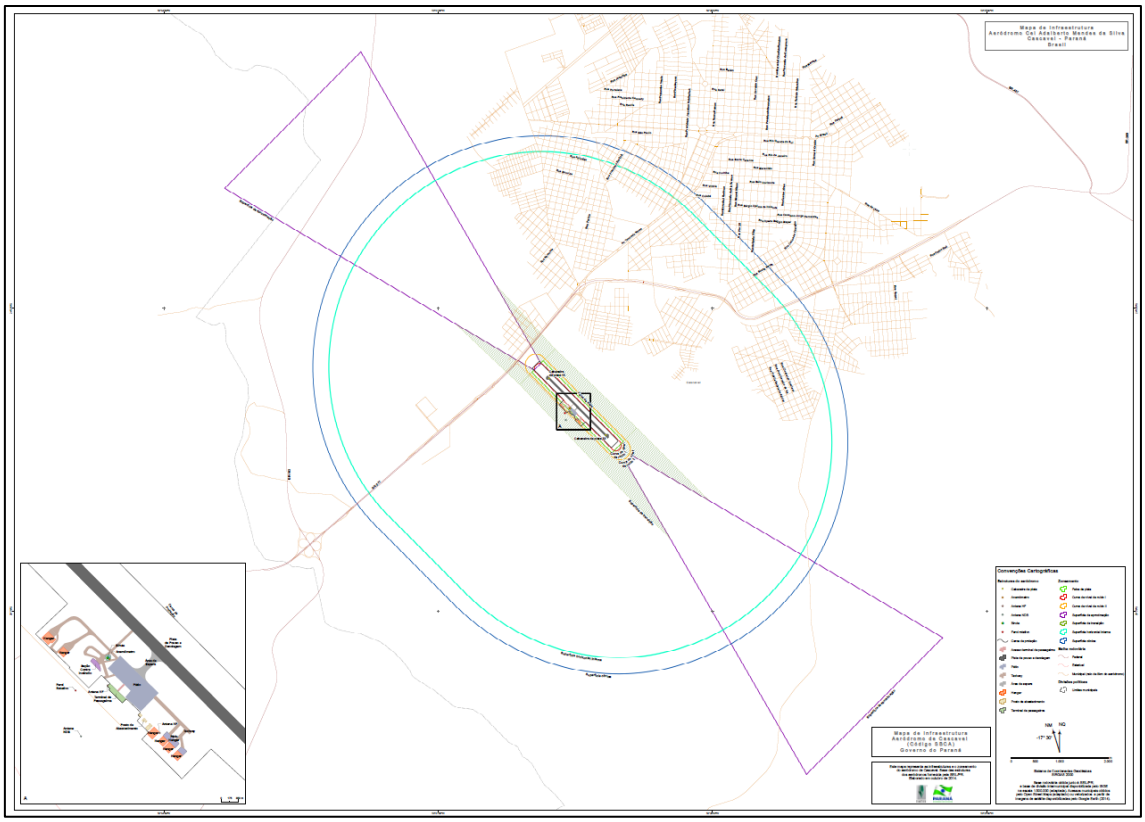


Figura 55 – Mapa de Infraestrutura do aeródromo de Cascavel

Fonte: Elaboração própria

Todos os produtos cartográficos confeccionados são compostos por dois mapas: um principal e outro de situação. O mapa principal representa as camadas viárias e os elementos vinculados ao tema aeroportuário (pista, cabeceiras, estruturas e planos de zoneamento); já o mapa auxiliar tem por objetivo representar, exclusivamente, as estruturas portuárias, a partir de uma escala 1:2.000.

1.8. Síntese dos produtos entregues

Ao longo do projeto de assistência na revisão e atualização do PAE/PR, foram desenvolvidos e entregues os seguintes produtos vinculados à cartografa e geoprocessamento, listados na Tabela 14.

Tabela 14 – Síntese dos produtos entregues

Produto	Descrição	Tipo
Produtos cartográficos	35 mapas de localização e acessos	.pdf
	35 layouts de edição aberta de localização e acessos	.mxd
	35 mapas de infraestrutura aeroportuária	.pdf
	35 layouts de edição aberta de infraestrutura aeroportuária	.mxd
Geodatabase	7 camadas de temas aeroportuários	Vetorial
	23 camadas de temas complementares	Vetorial
	1 imagem com o Modelo Digital de Terreno	Raster
	1 mosaico de imagens Landsat 8	Raster
Mapa digital	1 layout dinâmico para visualização e manipulação dos arquivos do geodatabase	.pmf
Metadados	Página virtual com descrição dos metadados do geodatabase	Site

Fonte: Elaboração própria

Referências

ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil. **Plano Aeroviário Estadual**. [s./d.]. Disponível em: <http://www2.anac.gov.br/sepc/planoAeroviario.asp>. Acesso em: 1º dez. 2014.

_____. **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil** n.º **161**. Plano de zoneamento de ruído – PZR. Disponível em: <http://www2.anac.gov.br/biblioteca/rbac/RBAC161EMD01.pdf>. Acesso em: 27 out 2014.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 28 out. 2014.

BRASIL. **Decreto n.º 4.887, de 20 de novembro de 2003**. Regulamenta o procedimento para identificação, reconhecimento, delimitação, demarcação e titulação das terras ocupadas por remanescentes das comunidades dos quilombos de que trata o art. 68 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2003/d4887.htm>. Acesso em: 28 out. 2014.

BRASIL. **Decreto n.º 6.666, de 27 de novembro de 2008**. Institui, no âmbito do Poder Executivo federal, a Infra-Estrutura Nacional de Dados Espaciais - INDE, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6666.htm>. Acesso em: 22 out. 2014.

BRASIL. **Lei n.º 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm>. Acesso em: 28 out. 2014.

BRASIL. **Lei n.º 12.815, de 5 de junho de 2013**. Dispõe sobre a exploração direta e indireta pela União de portos e instalações portuárias e sobre as atividades desempenhadas pelos operadores portuários; altera as Leis nos 5.025, de 10 de junho de 1966, 10.233, de 5 de junho de 2001, 10.683, de 28 de maio de 2003, 9.719, de 27 de novembro de 1998, e 8.213, de 24 de julho de 1991; revoga as Leis nos 8.630, de 25 de fevereiro de 1993, e 11.610, de 12 de dezembro de 2007, e dispositivos das Leis nos 11.314, de 3 de julho de 2006, e 11.518, de 5 de setembro de 2007; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/Lei/L12815.htm>. Acesso em: 29 out. 2014.

BRASIL. **Portaria no. 256/GC5, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as restrições relativas às implantações que possam afetar adversamente a segurança e a regularidade das operações aéreas e dá outras providências. 2011b. Disponível em: <http://www.decea.gov.br/wp-content/uploads/2011/05/Portaria-n-256-GC5-de-13.05.2011_atualizada-port-1256.pdf>. Acesso em: 27 out. 2014.

CONCAR – Comissão Nacional de Cartografia. **Especificações técnicas para estruturação de dados geoespaciais vetoriais**. Rio de Janeiro: DSG, 2010.

_____. **Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil (Perfil MGB)**. Rio de Janeiro: CEMG-CONCAR, 2009.

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Terminologias rodoviárias usualmente utilizadas**. Versão 1.1. agosto de 2007. Disponível em: <http://www.dnit.gov.br/rodovias/rodovias-federais/terminologias-rodoviarias>. Acesso em: 28 out. 2014.

GLENNON, R. **Using attachments to manage associated feature content**. Disponível em: <http://blogs.ESRI.com/ESRI/arcgis/2010/12/21/using-attachments-to-manage-associated-feature-content/>. Acesso em: 30 out. 2014..

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Divisão regional do Brasil e Mesorregiões e Microrregiões geográficas**. Volume I. Rio de Janeiro: IBGE, 1990.

_____. **Divisão Territorial Brasileira - 2002**. Disponível em: <http://www.academia.edu/336067/Divis%C3%A3o_Territorial_Brasileira>. Acesso em: 27 out. 2014.

_____. **Resolução do Presidente 1/2005**. Altera a caracterização do Sistema Geodésico Brasileiro. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/pmrg/legislacao/RPR_01_25fev2005.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2014.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Panorama e Perspectivas para o Transporte Aéreo no Brasil e no Mundo. **Comunicados do IPEA**, Série Eixos do Desenvolvimento Brasileiro, n. 54, 31 mai. 2010. Disponível em:<http://www.v-brazil.com/world-cup/documents/ipea-airports.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2013.

OLIVEIRA, C. de. **Dicionário cartográfico**. Rio de Janeiro: IBGE, 1980.

SAC/PR – Secretaria de Aviação Civil da Presidência da República. **Governo anuncia programa de investimento em aeroportos**. 20 dez. 2012. Disponível em: <http://www.aviacaocivil.gov.br/noticias/2012/12/governo-anuncia-programa-de-investimento-em-aeroportos>. Acesso em: 2 set. 2013.

SEIL/PR – Secretaria de Infraestrutura e Logística do Estado do Paraná. **Termo de Referência para contratação do Plano Aeroviário do Estado do Paraná junto ao LabTrans – UFSC**. 2014. 25 p.

Apêndice – Relação das regras topológicas aplicadas aos dados vetoriais

Camada	Regra topológica aplicada
Inventário de Aeródromos	-
Estruturas (formato pontos)	Deve estar contida na camada de Estruturas (formato polígonos)
Estruturas (formato linhas)	Não é permitida a coincidência entre linhas de uma mesma camada. Não é permitido o cruzamento (interseção) entre linhas de uma mesma camada. A linha de uma camada precisa tocar linhas da mesma camada em seus dois extremos. Não é permitida a auto coincidência de uma linha da camada de ferrovia. Não é permitido o auto cruzamento de uma linha.
Estruturas (formato polígonos)	Não é permitida a sobreposição de polígonos de uma mesma camada. Não são permitidos espaços vazios entre polígonos de uma mesma camada. Não é permitida a sobreposição de polígonos de camadas diferentes. Para este caso não poderia haver sobreposição com a camada de Pista. Os limites da área de um polígono de uma camada devem estar cobertos por uma camada de linha. Para este caso foi utilizado a camada de “Estrutura Linha”.
Pistas	Não é permitida a sobreposição de polígonos de uma mesma camada. Não é permitida espaços vazios entre polígonos de uma mesma camada. Não é permitida a sobreposição de polígonos de camadas diferentes. Para este caso não poderia haver sobreposição com a camada de “Estrutura Polígono”. Os limites da área de um polígono de uma camada devem estar cobertos por uma camada de linha. Para este caso foi utilizado a camada de “Estrutura Linha”.
Cabeceiras da Pista	Deve estar contida na camada de Pistas
Zonas de proteção	Não é permitido espaços vazios de uma mesma camada.
Municípios	Não é permitida a sobreposição de polígonos de uma mesma camada Não é permitida espaços vazios entre polígonos de uma mesma camada O polígono de uma camada deve estar contido (sobreposto completamente) por outra camada. Neste caso a camada em questão é a Paraná
Cidades	A camada deve estar contida na camada do estado do Paraná
Microrregião	Não é permitida a sobreposição de polígonos de uma mesma camada Não é permitida espaços vazios entre polígonos de uma mesma camada O polígono de uma camada deve estar contido (sobreposto completamente) por outra camada. Neste caso a camada em questão é a Paraná
Mesorregião	Não é permitida a sobreposição de polígonos de uma mesma camada Não é permitida espaços vazios entre polígonos de uma mesma camada O polígono de uma camada deve estar contido (sobreposto completamente) por outra camada. Neste caso a camada em questão é a Paraná
Paraná	Não é permitida a sobreposição de polígonos de uma mesma camada Não é permitida espaços vazios entre polígonos de uma mesma camada O polígono de uma camada deve estar contido (sobreposto completamente) por outra camada. Neste caso a camada em questão é o Brasil

Continua

Camada	Regra topológica aplicada
Estado	Não é permitida a sobreposição de polígonos de uma mesma camada Não é permitida espaços vazios entre polígonos de uma mesma camada O polígono de uma camada deve estar contido (sobreposto completamente) por outra camada Neste caso a camada em questão é a Brasil
Brasil	Não é permitida a sobreposição de polígonos de uma mesma camada. Não é permitida espaços vazios entre polígonos de uma mesma camada. O polígono de uma camada deve estar contido (sobreposto completamente) por outra camada. Neste caso a camada em questão é a de Países.
Países	Não é permitida a sobreposição de polígonos de uma mesma camada Não é permitida espaços vazios entre polígonos de uma mesma camada
Rodovias	Não é permitida a coincidência entre linhas de uma mesma camada. Não é permitido o cruzamento (interseção) entre linhas de uma mesma camada. A linha de uma camada precisa tocar linhas da mesma camada em seus dois extremos. Não é permitida a auto coincidência de uma linha da camada de Rodovia. Não é permitido o auto cruzamento de uma linha. É necessário que todas as linhas dessa camada estejam contidasna camada do estado do Paraná. Não é permitido o cruzamento (interseção) entre linhas da camada de Rodovia com as de Malha Viária Municipal.
Malhas Viárias Municipais	Não é permitida a coincidência entre linhas de uma mesma camada. Não é permitido o cruzamento (interseção) entre linhas de uma mesma camada. A linha de uma camada precisa tocar linhas da mesma camada em seus dois extremos. Não é permitida a auto coincidência de uma linha da camada de Malha Viária Municipal. Não é permitido o auto cruzamento de uma linha da camada de Malha Viária Municipal. Não é permitida a coincidência entre linhas da camada de Malha Viária Municipal com as de Rodovia. Não é permitido o cruzamento (interseção) entre linhas da camada de Malha Viária Municipal com as de Rodovia.
Ferrovia	Não é permitida a coincidência entre linhas de uma mesma camada Não é permitido o cruzamento (interseção) entre linhas de uma mesma camada A linha de uma camada precisa tocar linhas da mesma camada em seus dois extremos Não é permitida a auto-coincidência de uma linha da camada de ferrovia Não é permitido o auto-cruzamento de uma linha É necessário que todas as linhas estejam contidas na camada do estado do Paraná
Hidrovias	Não é permitida a coincidência entre linhas de uma mesma camada Não é permitido o cruzamento (interseção) entre linhas de uma mesma camada A linha de uma camada precisa tocar linhas da mesma camada em seus dois extremos Não é permitida a auto coincidência de uma linha da camada de Navegação Interior Não é permitido o auto cruzamento de uma linha da camada de Navegação Interior
Porto	A camada deve estar contida na camada do estado do Paraná

Continua

Camada	Regra topológica aplicada
Hidrografia 1:2.500.000 e Hidrografia 1:1.000.000	Não é permitida a coincidência entre linhas de uma mesma camada Não é permitido o cruzamento (interseção) entre linhas de uma mesma camada A linha de uma camada precisa tocar linhas da mesma camada em seus dois extremos Não é permitida a auto coincidência de uma linha da camada de hidrografia 1:2500000 Não é permitido o auto cruzamento de uma linha da camada de hidrografia 1:2500000
Massa D'água	Não é permitida a sobreposição de polígonos de uma mesma camada Não é permitida espaços vazios entre polígonos de uma mesma camada
Terras quilombolas	Não é permitida a sobreposição de polígonos de uma mesma camada Não é permitida espaços vazios entre polígonos de uma mesma camada
Terras Indígenas	Não é permitida a sobreposição de polígonos de uma mesma camada Não é permitida espaços vazios entre polígonos de uma mesma camada
Assentamentos Rurais	Não é permitida a sobreposição de polígonos de uma mesma camada Não é permitida espaços vazios entre polígonos de uma mesma camada
Manchas urbanas	Não é permitida a sobreposição de polígonos de uma mesma camada. Não é permitida espaços vazios entre polígonos de uma mesma camada. O polígono de uma camada deve estar contido (sobreposto completamente) por outra camada. Neste caso a camada em questão é a Paraná.
Unidade de Conservação	Não é permitida a sobreposição de polígonos de uma mesma camada Não é permitida espaços vazios entre polígonos de uma mesma camada
Travessias (formato linhas)	-
Travessias (formato pontos)	-

Fonte: Elaboração própria