PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO RURAL

– PRODUTO 3 –
LEVANTAMENTO DE DADOS E ESTIMATIVA POPULACIONAL DA ZONA

Município de Pindamonhangaba - SP
2025

LÍDER
ENGENHARIA &
GESTÃO DE CIDADES

www.liderengenharia.eng.br
administrativo@liderengenharia.eng.br

PREFEITURA MUNICIPAL DE PINDAMONHANGABA - SP

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO RURAL

PRODUTO 3 - LEVANTAMENTO DE DADOS E ESTIMATIVA POPULACIONAL DA ZONA RURAL

EMPRESA LÍDER ENGENHARIA E GESTÃO DE CIDADES LTDA

RICARDO PIORINO

PREFEITO

EMPRESA DE PLANEJAMENTO CONTRATADA

LÍDER
ENGENHARIA &
GESTÃO DE CIDADES

EMPRESA LÍDER ENGENHARIA E GESTÃO DE CIDADES LTDA

CNPJ: 23.146.943/0001-22
Avenida Antônio Diederichsen, nº 400 – sala 210.
CEP 14020-250 – Ribeirão Preto/SP
www.liderengenharia.eng.br

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Robson Ricardo Resende
Engenheiro Sanitarista e Ambiental
CREA/SC 99639-2

Juliano Mauricio da Silva
Engenheiro Civil
CREA/PR 117165-D

Ricardo Pena Edwards
Cientista Social
CPF: 343.106.858-89

Daniel Ferreira de Castro Furtado
Engenheiro Sanitarista e Ambiental
CREA/SP 5070433080

Solange Passos Genaro
Serviço Social
CRESS/PR 6676

Lara Ricardo da Silva Pereira
Arquiteta e Urbanista
CAU A172020-1

Larissa de Souza Correia
Engenheira Cartógrafa
CREA/PR 119410

Marcelo Gonçalves
Geografo
CREA/PR 95232

Murilo Lopes da Silva
Publicitário
CPF: 330.544.088-62

Paula Evaristo dos Reis Ferraz de Barros
Advogada
OAB/MG 107935

Bruno Mineli Macêdo
Engenheiro Ambiental e Sanitarista
CREA/SP 5071436434

COMITÊ EXECUTIVO

Maria Eduarda San Martins
Secretaria de Meio Ambiente

Rafael Lamana
Secretaria de Desenvolvimento Rural Sustentável e Clima

Paulo Ricardo Nicolas Imparato

Mauro Muassab Junior

Secretaria de Obras e Planejamento

Marcela Franco Moreira Dias

André Cesar Forgati

Secretaria de Governo e Serviços Públicos

Thiago Gonçalves

Nilton Carlos Eugênio

Secretaria de Saúde

GRUPO TÉCNICO DE ACOMPANHAMENTO

Representando a Departamento de Licenciamento e Fiscalização Ambiental.
Titular: Marcelo Durci Rodrigues.
Suplente: Sílvia Vieira Mendes Pires.

Representando a Secretaria de Desenvolvimento Rural Sustentável e Clima.
Titular: Elisa Arai Sato;
Suplente: Jamile Duarte Irias.

Representando o Sindicato Rural de Pindamonhangaba.
Titular: Carlos Maximo Moura Marcondes Junior.
Suplente: Claudio Salgado de Macedo.

Representando a Associação do Profissionais de Engenharia, Arquitetura e Agronomia de Pindamonhangaba.
Titular: Jussara Carmo dos Santos Moreira.
Suplente: Luciano Alves de Araújo

Representando o Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente.
Titular: Walmir Medeiros
Suplente: Maria José Mendes

Representando a empresa Líder Engenharia e Gestão de Cidades Ltda.
Titular: Henrique Moraes Kruger
Suplente: Guilherme Ribeiro Nogueira

Representando a Secretaria de Saúde
Titular: André Marcos Pereira
Suplente: Marcia Maria Cabral Wakasugi

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO 13
INTRODUÇÃO 14
1. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO 16
1.1 Aspectos Regionais 16
1.1.1 Localização e Acesso 16
1.1.2 Histórico e Patrimônio 21
1.1.3 Estradas Rurais 22
1.1.4 Turismo 25
1.2 ASPECTOS AMBIENTAIS 31
1.1.5 Parâmetros Climáticos 31
1.1.6 Hidrografia 40
1.1.7 Geologia 47
1.1.8 Geomorfologia 51
1.1.9 Pedologia 54
1.1.10 Declividade 58
1.1.11 Vegetação 61
1.1.12 Uso e Cobertura do Solo 74
1.1.13 Cemitérios 79
1.3 ASPECTOS SOCIAIS 80
1.1.14 Densidade Demográfica 80
1.1.15 Distribuição Etária por gênero 82
1.1.16 Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) 84
1.1.17 Longevidade e Mortalidade 85
1.1.18 Educação 86
1.1.19 Saúde 88
1.4 ASPECTOS ECONÔMICOS 93
1.1.20 Economia 93
1.1.21 Produto Interno Bruto (PIB) 94
1.1.22 Renda 96
1.1.23 Vulnerabilidade Social 97
1.1.24 Atividades Econômicas 98

1.1.25 Projeção populacional da zona rural 100
2. ARCABOUÇO LEGAL 106
2.1 ÂMBITO FEDERAL 106
2.1.1 Principais fontes sobre as Políticas Nacionais de Saneamento Básico 108
2.2 ÂMBITO ESTADUAL 112
2.3 ÂMBITO MUNICIPAL 114
2.4 PROGRAMAS EXISTENTES NO MUNICÍPIO DE INTERESSE DE SANEAMENTO BÁSICO 116
2.5 POSSIBILIDADE DE CONSÓRCIO COM MUNICÍPIOS DA REGIÃO 118
2.6 LEVANTAMENTO DE DADOS DAS PROPRIEDADES RURAIS 119
2.7 Estimativa do Crescimento Populacional para cada Área Identificada no Estudo 125
2.8 LEVANTAMENTO DAS ÁREAS SUSCETÍVEIS À INUNDAÇÃO 129
2.9 LEVANTAMENTO DAS ÁREAS SUSCETÍVEIS À EROSÃO 133
2.10 DESCRIÇÃO DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO 138
3. RELATÓRIO FOTOGRÁFICO 146
3.1 Situação atual dos quatro eixos de Saneamento Básico Rural 146
4. REFERÊNCIAS 183

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa do Brasil de acordo com a classificação de Köppen-Geiger. 33
Figura 2 – Classificação Climática do IBGE para o Brasil. 36
Figura 3 – Nível de umidade do Município de Pindamonhangaba. 40
Figura 4 – Mapa da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul e suas Sub-bacias...42
Figura 5 – Bacia do Paraíba do Sul no estado de São Paulo.....43
Figura 6 – Mapa de abrangência dos biomas brasileiros. 62
Figura 7 – Extensão dos biomas brasileiros. 64
Figura 8 – Redução da cobertura vegetal nativa do Bioma Mata Atlântica entre 2013 a 2017. 65
Figura 9 – Classes de uso e cobertura do solo no estado de São Paulo. 75
Figura 10 - Situação dos imóveis rurais em relação ao eixo de drenagem das águas pluviais (considerando a delimitação de rural do PNSR). 130
Figura 11 - Exemplo de ravinas.....133
Figura 12 - Exemplo de voçoroca.....134
Figura 13 - Suscetibilidade a erosão hídrica no Brasil. 135
Figura 14 - Reservatórios de água da zona rural de Pindamonhangaba. 146
Figura 15 - Poços de água da zona rural de Pindamonhangaba. 151
Figura 16 - Erosões e Estradas e alagamentos da zona rural de Pindamonhangaba. 179
Figura 17 - Pontes da zona rural de Pindamonhangaba. 180
Figura 18 - Descarte irregular de resíduos sólidos na zona rural de Pindamonhangaba. 182

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Média de temperaturas e precipitação em Pindamonhangaba. 38
Gráfico 2 – Precipitação em Pindamonhangaba - SP. 39
Gráfico 3 – Crescimento populacional em Pindamonhangaba - SP entre 1970 e 2022. 81
Gráfico 4 – Pirâmide Etária 2022 – Pindamonhangaba - SP.....83
Gráfico 5 – Fluxo escolar por faixa etária – Pindamonhangaba - SP - 2000 e 2010. 87
Gráfico 6 – Escolaridade da população de 25 anos ou mais de idade – Pindamonhangaba – SP – 2010.....88
Gráfico 7 – Cobertura da atenção primária à saúde.....89
Gráfico 8 – Cobertura vacinal infantil. 90
Gráfico 9 – Internações hospitalares causadas por doenças relacionadas ao saneamento inadequado. 91
Gráfico 10 – Produto Interno Bruto (PIB) per capita de Pindamonhangaba - SP. 95
Gráfico 11 – Produto Interno Bruto (PIB) per capita de Pindamonhangaba e São Paulo. 95
Gráfico 12 – Evolução da população rural do Município de Pindamonhangaba. ..101
Gráfico 13 – Taxa dde crescimento rural do Município de Pindamonhangaba. 102
Gráfico 14 – Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Linear.....103
Gráfico 15 - Evolução da população rural de Pindamonhangaba ao longo dos anos. 126

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 – Localização e acesso. 19
Mapa 2 – CAR do município de Pindamonhangaba - SP. 20
Mapa 3 – Estradas rurais 24
Mapa 4 – Pontos turísticos. 30
Mapa 5 – Classificação Köppen-Geiger. 35
Mapa 6 – Hidrografia do município. 46
Mapa 7 – Classificação Geológica. 50
Mapa 8 – Classificação Geomorfológica. 53
Mapa 9 – Classificação Pedológica. 57
Mapa 10 – Declividade do município. 59
Mapa 11 – Hipsometria do município. 60
Mapa 12 – Áreas Protegidas. 70
Mapa 13 – Fitofisionomias 73
Mapa 14 – Uso e cobertura do solo. 78
Mapa 15 – Unidades de Saúde de Pindamonhangaba/SP. 92
Mapa 16 - Aglomerados de Pindamonhangaba/SP 122
Mapa 17 - Local dos Questionários Aplicados 123
Mapa 18 - Aglomerados rurais e propriedades isoladas 124
Mapa 19 - Propriedades rurais suscetíveis à inundação. 131
Mapa 20 – Propriedades rurais suscetíveis à erosão 136
Mapa 21 - Área de Proteção Ambiental Bacia do Paraíba do Sul. 139
Mapa 22 - Área de Proteção Ambiental Serra da Mantiqueira. 141
Mapa 23 - Parque Municipal do Trabiju. 143
Mapa 24 – Propriedades rurais localizadas em Unidades de Conservação 145

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Atrativos turísticos do município de Pindamonhangaba - SP. 26
Quadro 2 – Caracterização das Unidades Geológicas de Pindamonhangaba - SP..49
Quadro 3 – Caracterização das Unidades Geomorfológicas de Pindamonhangaba - SP. 52
Quadro 4 – Caracterização Pedológica de Pindamonhangaba - SP.....56
Quadro 5 – Legislação pertinente ao Saneamento Básico no âmbito federal. 107
Quadro 6 – Legislação pertinente ao Saneamento Básico no âmbito estadual. 113
Quadro 7 – Legislação pertinente ao Saneamento Básico no âmbito municipal. 114

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados climatológicos de Pindamonhangaba - SP.....38
Tabela 2 – Classes de declividade com indicações gerais da adequabilidade e restrições para o planejamento. 58
Tabela 3 – Evolução da população do Município de Pindamonhangaba - SP. 81
Tabela 4 – Estrutura etária de Pindamonhangaba - SP (2000 e 2010). 83
Tabela 5 – Série histórica do Índice de Desenvolvimento Humano – IDH. 84
Tabela 6 – Evolução do Índice de Desenvolvimento Humano – IDH por indicador...85
Tabela 7 – Longevidade e mortalidade - Pindamonhangaba – 2000, 2010 e 2019. .86
Tabela 8 – Fluxo escolar por faixa etária no município – Pindamonhangaba - SP - e na UF – São Paulo – 2010. 87
Tabela 9 – Classificação pela renda domiciliar *per capita* no município. 96
Tabela 10 – Vulnerabilidade social em Pindamonhangaba - SP.....97
Tabela 11 – Principais culturas agrícolas produzidas – Lavoura permanente. 98
Tabela 12 – Principais culturas agrícolas produzidas – Lavoura temporária. 99
Tabela 13 – Produção pecuarista.....100
Tabela 14 – Principais produtos da pecuária. 100
Tabela 15 – Silvicultura. 100
Tabela 16 – População rural do Município de Pindamonhangaba. 101
Tabela 17 – Projeção da população rural do município de Pindamonhangaba. 105

APRESENTAÇÃO

Este documento é parte integrante da elaboração do Plano Municipal de Saneamento Rural de Pindamonhangaba - SP, referente ao contrato nº 084/2024.

A elaboração do Plano Municipal de Saneamento Rural (PMSR) abrange o conjunto de serviços de infraestruturas e instalações dos setores de saneamento básico rural, que, por definição, inclui o abastecimento de água, o esgotamento sanitário, o manejo de resíduos sólidos, a drenagem e manejo de águas pluviais rurais.

O Plano Municipal de Saneamento Rural de Pindamonhangaba visa estabelecer um planejamento das ações de saneamento na área rural do município, alinhando-se aos princípios da Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB), conforme a Lei n° 11.445/2007, alterada pela Lei nº 14.026/2020, bem como às diretrizes da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), Lei Federal nº 12.305/2010. O objetivo é melhorar a salubridade ambiental, proteger os recursos hídricos e promover a saúde pública.

Vale ressaltar que, além de ser um dispositivo de planejamento, a elaboração do PMSR é peça fundamental na promulgação e incentivo à integração de visão dos diferentes atores em relação aos serviços de saneamento em áreas rurais.

INTRODUÇÃO

A abordagem do planejamento de ações voltadas para o saneamento básico em áreas rurais enfrenta vários desafios, que impõem dificuldades para sua consolidação e obstáculos à sua incorporação nos municípios.

O saneamento rural envolve a implementação de sistemas e práticas que garantam o acesso a serviços essenciais de saneamento em áreas rurais, como o abastecimento de água potável, o tratamento e disposição de esgoto, o manejo adequado de resíduos sólidos e a drenagem rural. Devido às características específicas dessas áreas, como baixa densidade populacional, distâncias consideráveis entre os domicílios e menor infraestrutura, as soluções de saneamento rural geralmente diferem das adotadas em áreas urbanas, sendo frequentemente descentralizadas e adaptadas às realidades locais.

O Plano Municipal de Saneamento Rural (PMSR) é um documento de planejamento estratégico que visa identificar, propor e implementar soluções adequadas para melhorar as condições de saneamento nas zonas rurais do município. Seu objetivo principal é garantir que as comunidades rurais tenham acesso a serviços de saneamento ambiental adequados, promovendo saúde pública, qualidade de vida e preservação ambiental.

Alguns dos principais componentes do plano incluem:

- Abastecimento de água potável: identificação de fontes de água seguras, como poços, cisternas ou pequenos sistemas de abastecimento comunitários, e a implementação de mecanismos de tratamento e distribuição;
- Esgotamento sanitário: sistemas simplificados e descentralizados para o tratamento e disposição de efluentes domésticos, como fossas sépticas e unidades de tratamento de esgoto;
- Manejo de resíduos sólidos: estratégias para coleta, tratamento e disposição final dos resíduos, que podem incluir compostagem, reciclagem e aterros controlados;
- Drenagem e manejo de águas pluviais: soluções para o escoamento e manejo de águas de chuva, evitando inundações e erosão, que podem incluir valetas, canais ou soluções naturais como bacias de infiltração.

O plano geralmente é elaborado com a participação ativa da comunidade por meio de consultas públicas e audiências, garantindo o engajamento social e a aderência às especificidades locais, como características geográficas, climáticas e socioeconômicas. Esse processo assegura que as soluções propostas sejam viáveis e sustentáveis a longo prazo, e estejam alinhados com a Lei nº 11.445 de 2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, atualizada pelo Novo Marco Legal do Saneamento, Lei 14.026 de 2020 e esteja em conformidade com o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), que estabelece diretrizes e metas para o setor em todo o país.

Este documento apresenta ao município de Pindamonhangaba - SP o Levantamento de Dados e Estimativa Populacional da Zona Rural para a elaboração do PMSR.

1. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

A caracterização do município de Pindamonhangaba visa fornecer uma análise de suas diversas dimensões, considerando aspectos regionais, sociais, econômicos, ambientais e legais. Este tópico abrange a localização geográfica e suas principais vias de acesso, além de resgatar o histórico do município, seu patrimônio cultural e o potencial turístico. Complementarmente, são apresentados dados socioeconômicos, incluindo a estrutura populacional, os índices de desenvolvimento humano e as principais atividades econômicas. A análise ambiental aborda as características físicas e ecológicas que influenciam o território, enquanto o panorama legal destaca os instrumentos normativos que orientam o planejamento urbano e rural, servindo de base para a implementação das ações de saneamento propostas no plano.

1.1 Aspectos Regionais

Neste tópico, foram analisados os principais aspectos regionais que influenciam a elaboração do Plano Municipal de Saneamento Rural para Pindamonhangaba. Isso inclui aspectos históricos, que fornecem contexto sobre o desenvolvimento local; aspectos culturais, que refletem as tradições e valores da comunidade; aspectos turísticos, que destacam as atrações regionais e sua demanda por infraestrutura; e aspectos de localização e acesso, que influenciam a viabilidade e os custos dos projetos de saneamento. Compreender esses fatores é essencial para criar um plano de saneamento eficaz e adaptado às particularidades locais, promovendo a melhoria da qualidade de vida e a sustentabilidade ambiental.

1.1.1 Localização e Acesso

Pindamonhangaba é um município localizado na região central do Vale do Paraíba Paulista, no estado de São Paulo. Sua posição geográfica é estratégica, com coordenadas aproximadas da sede localizadas a 22°55'50" de latitude sul e 45°27'22" de longitude oeste. O município está situado entre a Serra da Mantiqueira ao norte e a Serra do Quebra Cangalha ao sul, o que proporciona uma paisagem montanhosa e

um clima subtropical, caracterizado por invernos secos e verões quentes (Prefeitura de Pindamonhangaba, 2024).

Pindamonhangaba está localizada na Região Administrativa de São José dos Campos e integra a Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte. O município faz fronteira com Campos do Jordão e Santo Antônio do Pinhal ao noroeste, Tremembé ao sudoeste, Guaratinguetá ao nordeste, Roseira e Potim a leste, e Taubaté ao sul.

O município encontra-se a 140 km da capital paulista e a 260 km do Rio de Janeiro, ocupando uma posição estratégica no eixo de transporte entre essas duas importantes metrópoles. O principal acesso a Pindamonhangaba, partindo da capital paulista, se dá pela Rodovia Presidente Dutra (BR-116), uma das mais relevantes vias do país, que conecta São Paulo ao Rio de Janeiro. Além disso, o município é acessível por outras rodovias, como a Floriano Rodrigues Pinheiro (SP-123) e a Doutor Caio Gomes Figueiredo (SP-132), a partir de Santo Antônio do Pinhal, e pela Vereador Abel Fabrício Dias (SP-062), que liga Pindamonhangaba a Roseira.

Com uma área total de 731,355 km^2 (IBGE, 2022), Pindamonhangaba é um município em crescimento, que se beneficia de sua localização privilegiada e de uma malha viária bem desenvolvida. A cidade não apenas serve como um ponto de passagem entre São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, mas também se destaca como um polo industrial e comercial na região do Vale do Paraíba, contribuindo significativamente para a economia local e regional (Prefeitura de Pindamonhangaba, 2024).

A malha ferroviária em Pindamonhangaba é composta por linhas que foram inicialmente estabelecidas no século XIX, com a inauguração da Estrada de Ferro São Paulo-Rio, que se tornou um ponto importante para o transporte de mercadorias e pessoas. A estação ferroviária de Pindamonhangaba, inaugurada em 1877, é um marco histórico e continua a ser um ponto de referência na cidade (Estações Ferroviárias, 2024).

A MRS Logística opera em áreas que incluem a Estrada de Ferro Campos do Jordão, que conecta Pindamonhangaba a Campos do Jordão, e outras linhas que fazem parte da malha ferroviária sob sua gestão. Essa infraestrutura é vital para o transporte da produção agrícola e industrial da região, permitindo que produtos cheguem a mercados mais amplos, tanto em São Paulo quanto em outros estados (MRS, 2024).

A integração entre as diversas modalidades de transporte e a manutenção da infraestrutura ferroviária são fundamentais para garantir que Pindamonhangaba continue a ser um ponto estratégico no Vale do Paraíba. Além disso, a preservação da estação ferroviária e suas instalações históricas reforça a identidade cultural da cidade, tornando-a um ponto turístico e um símbolo de sua rica história (CONDEPHAAT, 2024).

O CAR, Cadastro Ambiental Rural, é um documento eletrônico que registra as informações das propriedades rurais, incluindo a localização, a área, a cobertura vegetal e os passivos ambientais. O município conta com 1.248 CARs registrados, com tamanho médio de 56,10 hectares. O Mapa 1 apresenta as características de localização e acesso à Pindamonhangaba, o Mapa 2 ilustra os imóveis cadastrados do CAR no município de Pindamonhangaba.

Mapa 1 – Localização e acesso.

Prefeitura Municipal de Pindamonhangaba - SP

Legenda

- Unidades Federativas do Brasil
- Municipios limitrofes
- Estado de São Paulo
- Limite municipal de Pindamonhangaba
- Perímetro rural
- Rodovia Federal
- Rodovia Estadual
- Ferrovias

Plano Municipal de Saneamento Rural

Sistema de Coordenadas Geográficas
Sistema Geodésico de Referência: SIRGAS 2000
Elaborado em: Abr., 2024.

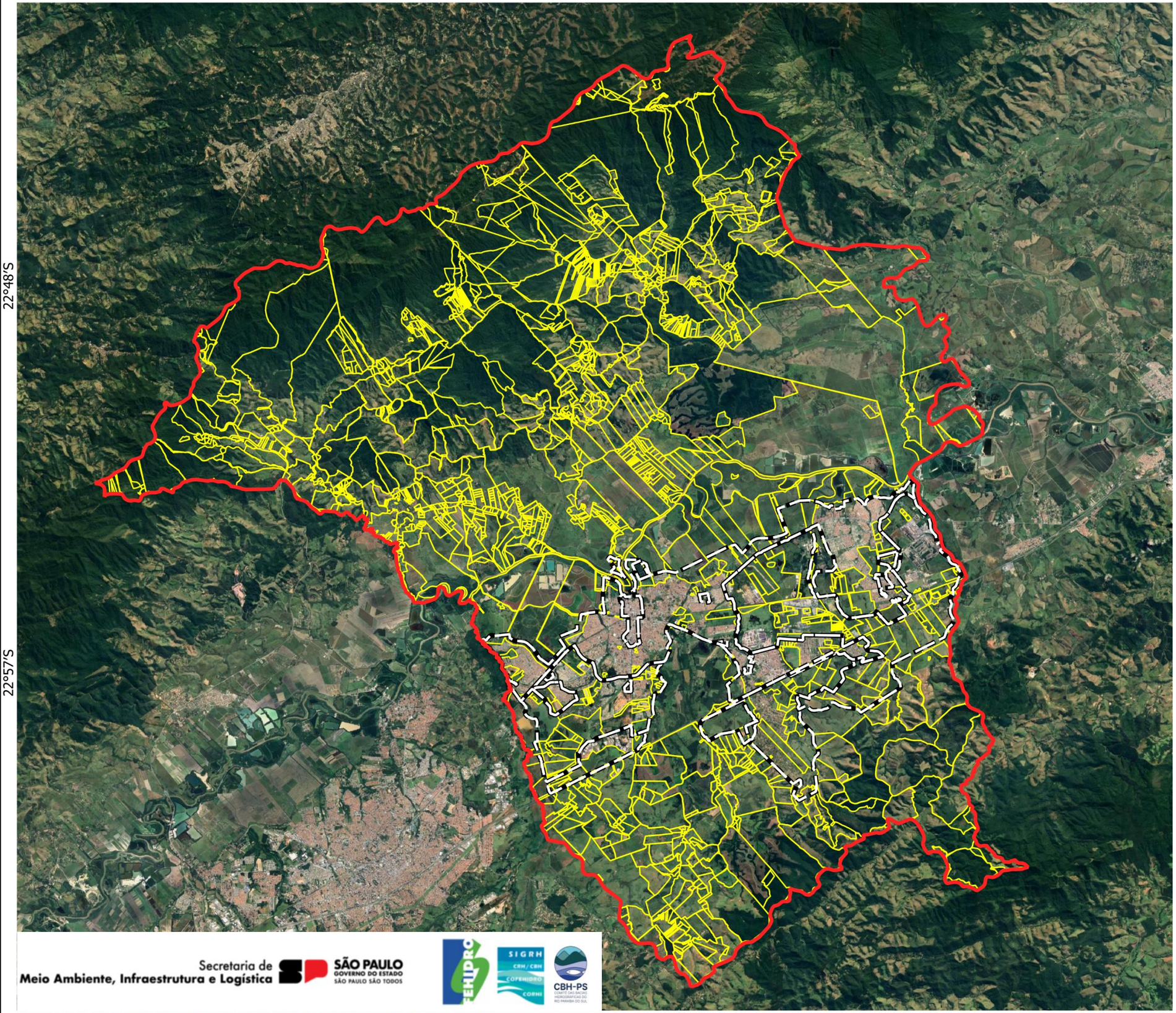
Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística
SÃO PAULO GOVERNO DO ESTADO SÃO PAULO SÃO TODOS

LÍDER ENGENHARIA & GESTÃO DE CIDADES

45°36′W 45°27′W 45°18′W

22°48′S

22°57′S



Mapa 2 – CAR do município de Pindamonhangaba - SP.

Prefeitura Municipal de Pindamonhangaba

LEGENDA

- Limite Municipal
- Perímetro Urbano
- Área Imóvel [1248]

N

Plano Municipal de Saneamento Rural

Sistema de Coordenadas Cartesianas
Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM)
Datum horizontal: SIRGAS 2000, Zona 23 S
Elaborado em: Out., 2024.

Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística
SÃO PAULO GOVERNO DO ESTADO SÃO PAULO SÃO TODOS

LÍDER ENGENHARIA & GESTÃO DE CIDADES

1.1.2 Histórico e Patrimônio

Pindamonhangaba é um município localizado no estado de São Paulo, inserido na Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte. Sua história remonta ao século XVII, com a primeira referência à região datando de 1628, quando terras foram concedidas a Jacques Feliz e seus filhos (Pintassilgo, 2023).

O município foi inicialmente estabelecido como freguesia sob o nome de Nossa Senhora do Bonsucesso de Pindamonhangaba, estando subordinado a Taubaté entre os anos de 1690 e 1705. Posteriormente, foi elevado à categoria de vila com o mesmo nome, por Carta Régia em 1705, quando se desmembrou de Taubaté. Em 1849, por meio de Lei Provincial, Pindamonhangaba foi promovida à condição de cidade e sede do município.

Segundo a divisão administrativa de 1911, o município era composto apenas pelo distrito sede. Em 1959, a Lei Estadual nº 5.285 criou o distrito de Moreira César, anexado ao município. Na divisão territorial de 1960, Pindamonhangaba passou a ser formada por dois distritos: Pindamonhangaba e Moreira César, configuração que permanece até hoje. Moreira César, situado a 13 km da sede, é considerado um dos maiores distritos do Estado de São Paulo, com uma área de 234 km², correspondendo a cerca de um terço do território municipal (Prefeitura de Pindamonhangaba, 2024).

O nome "Pindamonhangaba" tem origem na língua Tupi, significando "lugar onde se fazem anzóis", uma referência à abundância de palmeiras na área (Pintassilgo, 2023). A cidade começou a se desenvolver em torno de uma capela dedicada à Nossa Senhora do Bom Sucesso, erguida pelo padre João de Faria Fialho, com a formalização da vila ocorrendo em 1705 (Pintassilgo, 2023). Durante o ciclo do café, Pindamonhangaba prosperou, resultando na construção de casarões e palacetes que ainda compõem seu patrimônio arquitetônico. O município é conhecido por sua rica herança cultural, com bens tombados como o Palácio 10 de julho e a Casa Rosa, que refletem a importância histórica da cidade (Prefeitura de Pindamonhangaba, 2024).

Atualmente, Pindamonhangaba se destaca como um polo industrial e é reconhecida pela ABNT como uma cidade inteligente e resiliente, tendo conquistado certificações que a colocam como referência mundial em inovação na gestão pública (BRASIL PAÍS DIGITAL, 2024). Essas transformações econômicas e sociais têm

contribuído para a preservação de sua história, garantindo que a cidade mantenha sua relevância no cenário paulista.

1.1.3 Estradas Rurais

As estradas rurais são importantes para o desenvolvimento econômico e social das áreas rurais. Elas permitem o acesso a mercados, serviços, escolas e hospitais, além de facilitar o transporte de mercadorias e pessoas. As estradas rurais também são importantes para a preservação do meio ambiente, pois permitem o acesso a áreas de cultivo, pastagem e florestas.

Manter as estradas rurais em boas condições é essencial para garantir a segurança dos motoristas e pedestres, além de facilitar o acesso aos serviços. As estradas rurais também devem ser mantidas em boas condições para evitar a erosão do solo e a degradação do meio ambiente. Alguns dos benefícios de manter as estradas rurais em boas condições incluem:

- **Segurança:** estradas rurais em boas condições são mais seguras para motoristas e pedestres. Elas permitem que os motoristas dirijam em velocidades mais baixas e com mais visibilidade, o que reduz o risco de acidentes.
- **Acesso aos serviços:** estradas rurais em boas condições permitem que as pessoas tenham acesso a mercados, serviços, escolas e hospitais. Isso melhora a qualidade de vida das pessoas que vivem nas áreas rurais.
- **Transporte de mercadorias:** estradas rurais em boas condições facilitam o transporte de mercadorias, o que estimula o desenvolvimento econômico das áreas rurais.
- **Preservação do meio ambiente:** estradas rurais em boas condições ajudam a preservar o meio ambiente, pois evitam a erosão do solo e a degradação das florestas.

Os custos de manutenção das estradas rurais são relativamente baixos, quando comparados aos benefícios que elas proporcionam. Por isso, é importante investir na manutenção das estradas rurais, para garantir a segurança e o desenvolvimento das áreas rurais.

O município de Pindamonhangaba possui algumas leis sobre estradas rurais. A principal é a Lei Complementar nº 66 de 14 de janeiro de 2022, que aprovou a revisão e atualização do Plano Diretor do Município. Essa lei estabelece que as estradas rurais são vias de circulação destinadas ao transporte de pessoas e bens, e que devem ser mantidas em boas condições de trafegabilidade.

Neste sentido, o Mapa 3 mostra a representação das estradas rurais do município de Pindamonhangaba.

45°40,8′W 45°36,0′W 45°31,2′W 45°26,4′W 45°21,6′W 45°16,8′W

22°43,2′S 22°48,0′S 22°52,8′S 22°57,6′S 23°2,4′S

São Bento do Sapucaí
Campos do Jordão
Guaratinguetá
Santo Antônio do Pinhal
Potim
Monteiro Lobato
Tremembé
Roseira
Aparecida
Taubaté
Lagoinha

3 0 3 km

Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística
SÃO PAULO GOVERNO DO ESTADO SÃO PAULO SÃO TODOS

Mapa 3 – Estradas rurais

Prefeitura Municipal de Pindamonhangaba

Legenda

- Rodovias
- Estradas Rurais
- Limite Municipal
- Municípios Limítrofes

N

Plano Municipal de Saneamento Rural

Sistema de Coordenadas Cartesianas
Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM)
Datum horizontal: SIRGAS 2000, Zona 23 S
Elaborado em: Out., 2024.

LÍDER ENGENHARIA & GESTÃO DE CIDADES

1.1.4 Turismo

Pindamonhangaba, localizada no Vale do Paraíba, é um município que se destaca por sua diversidade turística, oferecendo uma gama de atrações que vão desde o turismo religioso e cultural até atividades de lazer e aventura. Essa variedade torna a cidade um destino atrativo para diferentes perfis de visitantes, desde aqueles que buscam experiências espirituais até os amantes da natureza e da adrenalina.

Dentre as principais atrações do município, a Igreja Matriz Nossa Senhora do Bom Sucesso se destaca como um importante marco arquitetônico e religioso, datada do século XVIII. Este edifício colonial não apenas representa a beleza estética da época, mas também desempenha um papel significativo nas celebrações religiosas da comunidade, refletindo a cultura e as tradições locais.

O Museu Dom Pedro I e Dona Leopoldina, situado no antigo prédio da Câmara Municipal, é outra atração de destaque, com um acervo que enriquece o entendimento da história do Brasil, especialmente durante o período imperial. Este espaço não apenas serve como um repositório cultural, mas também como um testemunho do desenvolvimento histórico da cidade, evidenciando a importância da preservação do patrimônio cultural.

Além da relevância histórica, o Parque da Cidade oferece uma extensa área verde, propícia para diversas atividades de lazer e práticas esportivas. O mirante localizado no parque proporciona uma vista privilegiada da Serra da Mantiqueira, permitindo que os visitantes apreciem a beleza natural da região, fator que contribui para o bem-estar da comunidade local.

Essas diversas atrações não apenas ressaltam a riqueza cultural e natural de Pindamonhangaba, mas também posicionam o município como um destino turístico de relevância, capaz de atender diferentes perfis de visitantes e promover a valorização do patrimônio histórico e cultural.

A seguir, no Quadro 1 e no Mapa 4, podemos conhecer um pouco mais sobre alguns dos pontos turísticos do município de Pindamonhangaba – SP, os atrativos naturais e histórico-culturais. Tais informações foram retirados do site da Prefeitura.

Quadro 1 – Atrativos turísticos do município de Pindamonhangaba - SP.

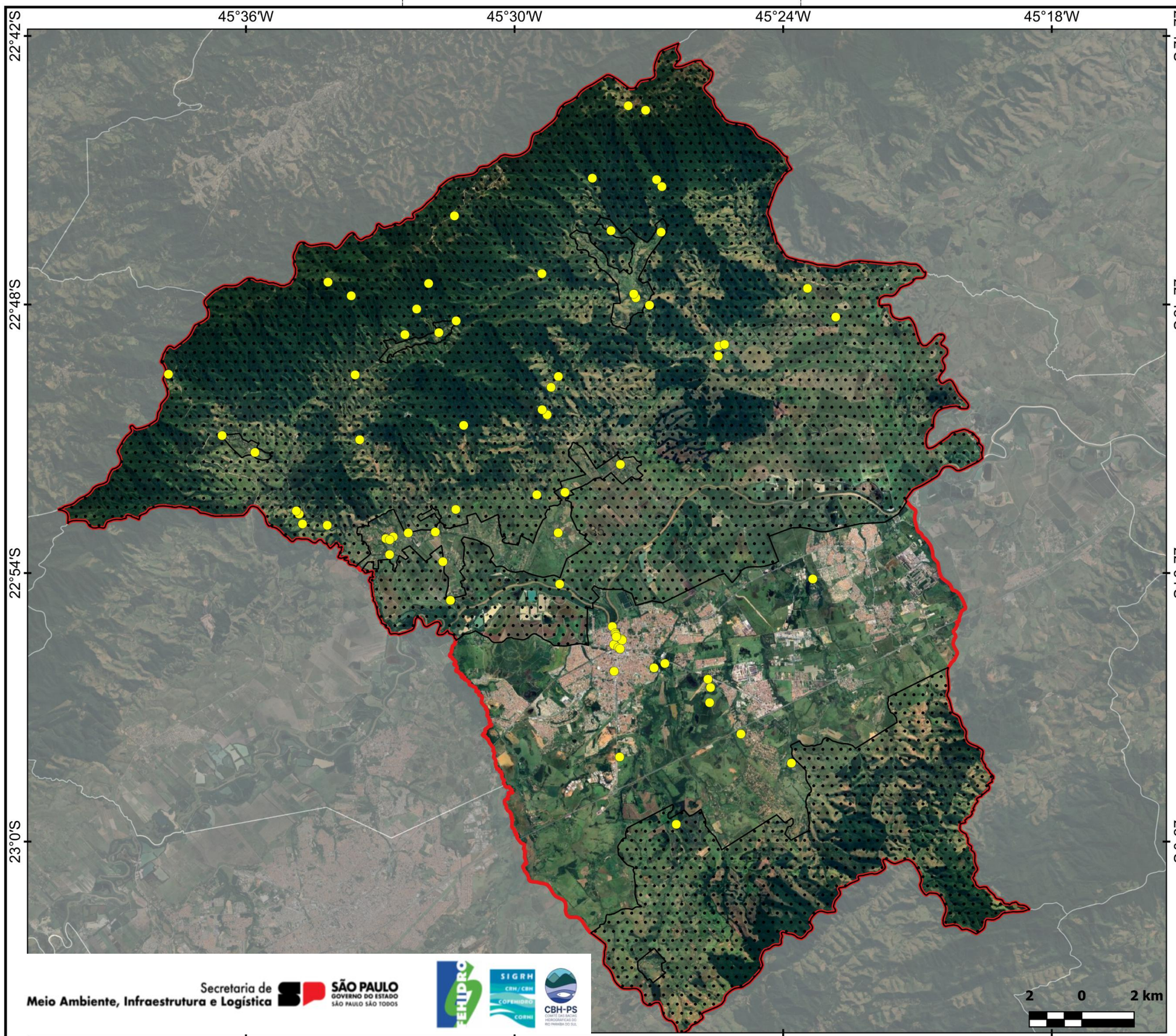
Nº	Ponto Geoespacial	Nome	Categorias
1	PointZ (-45.42797967960640193 -22.93955536017750063 0)	Aeroclube	Aventura
2	PointZ (-45.54082587309449792 -22.81123255327599963 0)	Bairro das Oliveiras	Cultural
3	PointZ (-45.44975967276950257 -22.80027445689490051 0)	Balneário do Ribeirão Grande - Pindamonhangaba	Ecoturismo
4	PointZ (-45.60888957475609828 -22.84880825105970104 0)	Balneário Piracuama – Pindamonhangaba	Ecoturismo
5	PointZ (-45.42735768003470298 -22.9482793603527 0)	Balonismo	Aventura
6	PointZ (-45.45482857262390297 -22.79750455663640096 0)	Bar do Edmundo	Rural
7	PointZ (-45.5697366584819008 -22.88223890325929943 0)	Bar Rancho Fundo	Aventura e Rural
8	PointZ (-45.46357867856939805 -22.91994135834839952 0)	Bosque da Princesa	Cultural
9	PointZ (-45.56079217234449885 -22.79677305219960104 0)	Cachoeira do Índio	Ecoturismo
10	PointZ (-45.55935457377849929 -22.82621465275320105 0)	Cachoeira dos Búfalos	Ecoturismo
11	PointZ (-45.45561227255330294 -22.79608575657960046 0)	Capela Nossa Senhora da Aparecida	Religioso
12	PointZ (-45.4606909331726996 -22.92822462377489856 0)	Central do Brasil	Cultural
13	PointZ (-45.47102427042840134 -22.75296435520790084 0)	Céu do Vale	Religioso
14	PointZ (-45.44512417063759813 -22.75610655634050161 0)	Chalés Pesque Truta Ribeirão Grande	Rural
15	PointZ (-45.5576486749582017 -22.85037535323009905 0)	Clube de Pesca Arca de Noé	Rural
16	PointZ (-45.46057367562980289 -22.85956935744830076 0)	Colméia	Rural
17	PointZ (-45.4608423809546025 -22.96854105929130085 0)	Colonial Plaza Hotel Resort & Convention Center	Negócios e Eventos
18	PointZ (-45.46136410895530133 -22.92773142357389915 0)	E.E. Dr. Alfredo Pujol	Cultural
19	PointZ (-45.62885367359489663 -22.82597934984390164 0)	EFCJ - Estação Bondinho Eugenio Lefreve	Cultura
20	PointZ (-45.59664567509319966 -22.85510335167739981 0)	EFCJ - Estação Bondinho Piracuama	Cultura
21	PointZ (-45.54790667677499982 -22.88716935425690124 0)	EFCJ - Estação Expedicionaria	Cultura
22	PointZ (-45.58021167625189918 -22.87804535275000006 0)	EFCJ Parque Reino das Águas Claras	Cultura

Nº	Ponto Geoespacial	Nome	Categorias
23	PointZ (-45.53958167669350132 -22.88509335457089833 0)	EFCJ: Estação São Judas	Cultura
24	PointZ (-45.52385867795590002 -22.9101923556537983 0)	EFCJ: Parada Cerâmica	Cultura
25	PointZ (-45.48639847417420157 -22.83085235588150042 0)	Falesia do Quintal	Aventura
26	PointZ (-45.48367327398400306 -22.82681525592720106 0)	Falésia Paraíso	Aventura e Esportes
27	PointZ (-45.38894867786380161 -22.90223236117689964 0)	Fazenda Coruputuba Guanandi	Rural e Estudos e Intercâmbio
28	PointZ (-45.46407177139160183 -22.77252335582799958 0)	Fazenda Nova Gokula Templo	Cultural e Religioso
29	PointZ (-45.52185767630800228 -22.87633535516570049 0)	Hotel Fazenda Pé da Serra	Rural e Ecoturismo
30	PointZ (-45.48971867457200347 -22.8391833558834989 0)	Igreja Bom Jesus	Religioso
31	PointZ (-45.48121667609070329 -22.8699693567604001 0)	Igreja Bom Pastor	Religioso
32	PointZ (-45.48317967775400206 -22.90414935725770107 0)	Igreja de Santa Rita Massaim	Religioso
33	PointZ (-45.42181667353950303 -22.8148863583103001 0)	Igreja de Santo Agostinho	Religioso
34	PointZ (-45.46210074375809995 -22.92373187447489968 0)	Igreja Matriz	Cultural e Religioso
35	PointZ (-45.52950667669990281 -22.88473735498709871 0)	Igreja Nossa Senhora da Conceição	Religioso
36	PointZ (-45.38040867312950155 -22.80467035986620061 0)	Igreja Nossa Senhora da Piedade	Religioso
37	PointZ (-45.48375867682059948 -22.88505425690960138 0)	Igreja Santa Cruz	Religioso
38	PointZ (-45.39092247258930257 -22.79398845924490047 0)	Igreja Santa Luzia	Religioso
39	PointZ (-45.54647967680129739 -22.88763835432470017 0)	Igreja Santa Rita de Cássia	Religioso
40	PointZ (-45.44543567145829854 -22.77305835661439914 0)	Igreja São João Batista	Religioso
41	PointZ (-45.45990705082500227 -22.92500187558859892 0)	Igreja São José	Cultural
42	PointZ (-45.46301763990310008 -22.92674045048759979 0)	Mercado Municipal	Cultural e Negócios e Eventos
43	PointZ (-45.45765586915290157 -22.72599625530969902 0)	Mirante São José dos Alpes	Ecoturismo
44	PointZ (-45.42701467976070262 -22.94266736027120146 0)	Motocross	Aventura

Nº	Ponto Geoespacial	Nome	Categorias
45	PointZ (-45.54514957675269926 -22.88657615436250126 0)	O Bom da Roça	Rural
46	PointZ (-45.43977068222989857 -22.9935993606058986 0)	Orquidário Feiticeira	Rural
47	PointZ (-45.46223509472120128 -22.92298342545650058 0)	Palacete 10 de Julho	Cultural
48	PointZ (-45.46248164269219671 -22.92240127243620051 0)	Palacete da Palmeira	Cultural
49	PointZ (-45.46000485680740155 -22.92464696657840051 0)	Palacete Tiradentes	Cultural
50	PointZ (-45.44400717928549938 -22.93370525940450122 0)	Parque Da Cidade Pinda	Cultural
51	PointZ (-45.41570293663210123 -22.95996954804260071 0)	Parque Happy Kids	Aventura
52	PointZ (-45.51893867478860045 -22.84501145475950068 0)	Parque Natural do Trabiju	Aventura, Ecoturismo e Estudo e Intercâmbio
53	PointZ (-45.58125167619289897 -22.87688935268700163 0)	Parque Temático Reino das Águas Claras	Cultural e Aventura
54	PointZ (-45.42415557374400237 -22.81919535828579981 0)	Pesqueiro Armazém da Graminha	Rural
55	PointZ (-45.54651217707039734 -22.89315395441629875 0)	Pesqueiro do Bonsucesso	Rural
56	PointZ (-45.44805087935699817 -22.93534605926259928 0)	Pesqueiro e Restaurante Santa Luzia	Rural
57	PointZ (-45.52817202908799743 -22.81048593779210165 0)	Pesqueiro Serra Azul	Rural
58	PointZ (-45.39690928120349867 -22.97082296201890017 0)	Pesqueiro Tres Lagos	Rural
59	PointZ (-45.56946267207560197 -22.79166445175210143 0)	Pico do Diamante	Ecoturismo
60	PointZ (-45.52237267099160078 -22.767003353303501 0)	Pico do Itapeva	Aventura e Ecoturismo
61	PointZ (-45.42401067356109934 -22.81542545822770052 0)	Quiosque Beira Rio	Rural
62	PointZ (-45.57895617643450237 -22.88172785286440103 0)	Reserva Rio das Pedras	Rural e Estudos e Intercâmbio
63	PointZ (-45.53642667264149679 -22.80169335329960134 0)	Restaurante e Pesqueiro Serra Azul	Rural
64	PointZ (-45.46218588472400057 -22.92303920945949969 0)	Secretaria de Cultura e Turismo	Apoio
65	PointZ (-45.49169470721370345 -22.87086772990500094 0)	Sítio Algodão Doce	Rural e Estudos e Intercâmbio
66	PointZ (-45.48786777466740006 -22.84105675599250063 0)	Sitio Eco Recanto Lótus	Rural e Estudos e Intercâmbio

Nº	Ponto Geoespacial	Nome	Categorias
67	PointZ (-45.46291797938619794 -22.93661025865990055 0)	Terminal Rodoviária de Passa-geiros	Apoio
68	PointZ (-45.4897994721101 -22.78852395502460126 0)	Trilha da Borboleta	Aventura
69	PointZ (-45.52666367724560104 -22.89578345529270109 0)	Trilha da Cerâmica São Gerando	Aventura
70	PointZ (-45.5217286728901982 -22.80610435398759961 0)	Trilha do Rodeio	Aventura
71	PointZ (-45.53198537219029873 -22.79218365332529928 0)	Trilha para o Pico do Itapeva	Aventura
72	PointZ (-45.45119706924769787 -22.72766315560679828 0)	Trilha Usina Izabel	Aventura
73	PointZ (-45.44711997050649899 -22.7534894562129999 0)	Usina Izabel	Cultural

Fonte: Prefeitura Municipal de Pindamonhangaba, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



Mapa 4 – Pontos turísticos.

Prefeitura Municipal de Pindamonhangaba - SP

Legenda

- Municípios limítrofes
- Limite municipal de Pindamonhangaba
- Perímetro rural
- Áreas Turísticas

N

Plano Municipal de Saneamento Rural

Sistema de Coordenadas Geográficas
Sistema Geodésico de Referência: SIRGAS 2000
Elaborado em: Abr., 2024.

Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística
SÃO PAULO GOVERNO DO ESTADO SÃO PAULO SÃO TODOS

LÍDER ENGENHARIA & GESTÃO DE CIDADES

1.2 ASPECTOS AMBIENTAIS

Neste capítulo, serão analisados os principais aspectos ambientais do Município de Pindamonhangaba, que caracterizam o ambiente natural e influenciam a sustentabilidade e qualidade de vida na região. Esses aspectos incluem, mas não se limitam a parâmetros climáticos, rede hidrológica, geologia, geomorfologia, declividade, pedologia e vegetação.

Eles são fundamentais para entender como o ambiente natural se estrutura e funciona, como os diferentes elementos interagem entre si e como essas interações impactam a vida humana e a biodiversidade local. Compreender esses aspectos é essencial para planejar ações de conservação ambiental, promover o desenvolvimento sustentável e assegurar um ambiente equilibrado e saudável para as futuras gerações.

1.1.5 Parâmetros Climáticos

A classificação climática é uma tentativa de reunir o maior número de elementos possíveis que possam caracterizar os diferentes climas existentes em grupos distantes como, por exemplo: temperatura, precipitação, radiação e vento. É feita a partir de zonas, como as zonas polares, temperadas, tropical, subtropical e equatorial.

O sistema de classificação climática mais utilizada na climatologia, ecologia e geografia é o de Köppen–Geiger, que é uma classificação genérica lançado pela primeira vez no ano de 1900, e Köppen relacionava o clima com a vegetação, a partir de critérios numéricos que definiriam os tipos climáticos, porém, em algumas ocasiões esta classificação não apresenta parâmetros para distinguir quanto às regiões e biomas distintos.

Segundo Ayoade (1996), este primeiro modelo baseava-se nas zonas de vegetação do mapa feito por Alphonse de Candolle. O modelo foi revisado em 1918, dando maior atenção à temperatura, à precipitação pluvial e às suas características sazonais. Estabeleceu-se assim cinco tipos climáticos principais designados pelas letras maiúsculas:

A - Climas tropicais chuvosos;
B - Climas secos;
C - Climas temperados chuvosos e moderadamente quentes;
D - Climas frios com neve-floresta;
E - Climas polares.

Sendo:

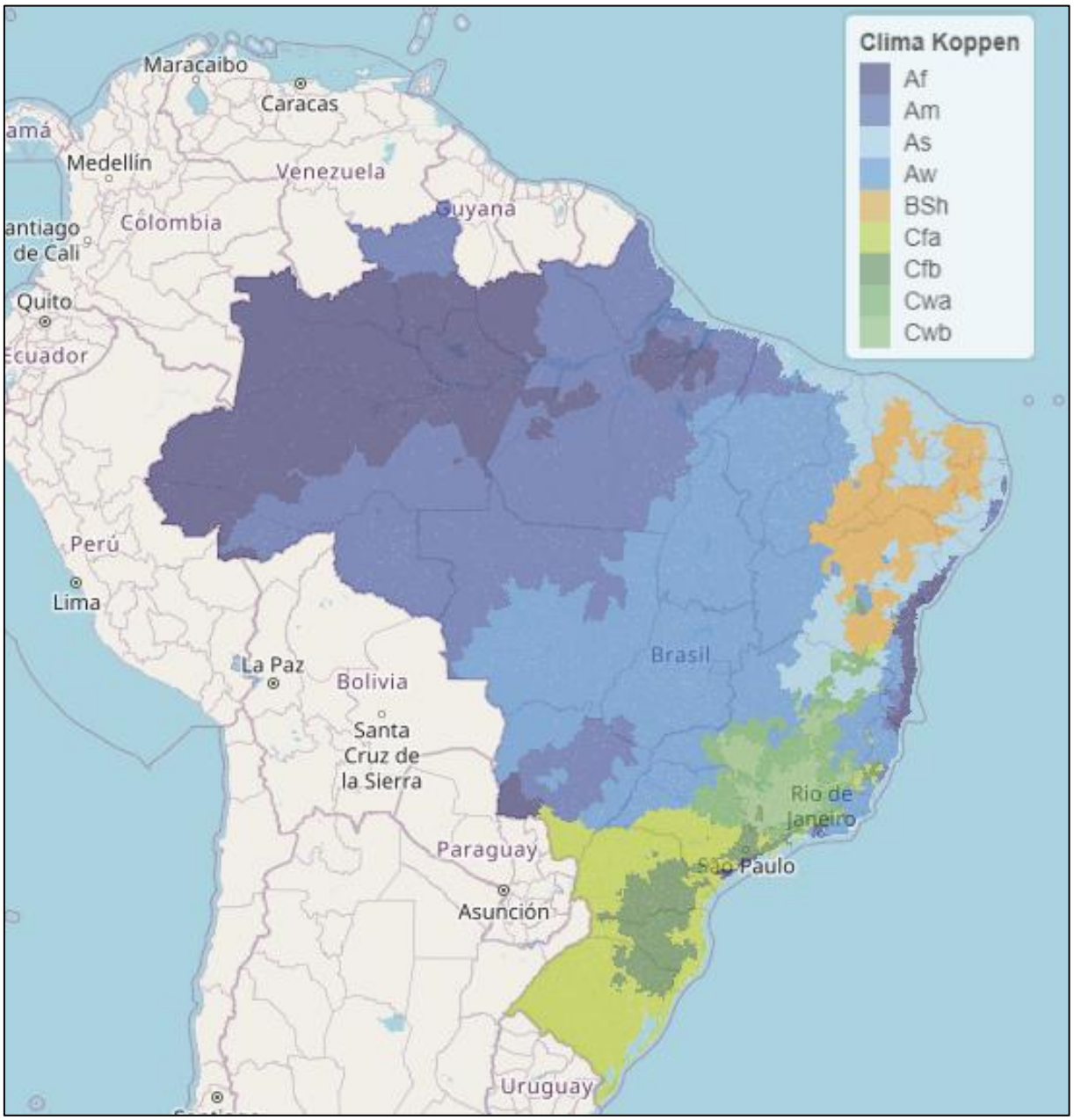
A - o mês mais frio tem temperatura média superior a 18ºC. A precipitação pluvial é maior que a evapotranspiração anual, prejudicando a sobrevivência de algumas plantas tropicais;
B - a evapotranspiração média anual é maior do que a precipitação anual;
C - a temperatura média varia entre -3ºC e 18ºC no mês mais frio;
D - com temperatura média abaixo de -3ºC o mês mais frio e temperatura média maior do que 10ºC para o mês mais quente;
E - temperatura média menor do que 10ºC para o mês mais moderadamente quente.

Seguido desta classificação, adicionou-se um grupo de climas de terras-altas, que ficou representado pela letra H. Esta classificação ainda passou a ter duas subdivisões. A primeira realizada pela distribuição sazonal de precipitação, como podemos visualizar abaixo:

f – úmido o ano todo (A, C, D);
m – de monção, breve estação seca com chuvas intensas durante o resto do ano (A);
w – chuva de verão (A, C, D);
S – estação seca de verão (B);
W – estação seca de inverno (B).

Abaixo segue o mapa do Brasil de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger.

Figura 1 – Mapa do Brasil de acordo com a classificação de Köppen-Geiger.



Fonte: Köppen Brasil, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Após este entendimento sobre a classificação climática de Köppen-Geiger, é possível classificar o clima predominante de um município, pois, sabe-se que o clima de uma região é determinante para as atividades econômicas nela desenvolvidas.

No caso do Estado de São Paulo, este, é caracterizado por possuir clima bem diversificado em função da sua topografia acidentada, como morros, serras, vales e região de baixada. Especificamente para o Pindamonhangaba, dentro da classificação de Köppen-Geiger, a região se encontra na divisão **Cfa**, **Cfb**, **Cwa** e **Cwb**, como ilustrado no Mapa 5.

O clima subtropical do tipo Cfa caracteriza-se por verões quentes, com temperaturas superiores a 22ºC, e um índice de precipitação de mais de 30 mm no mês mais seco. Esse tipo de clima é predominante em diversas regiões do Brasil, incluindo o litoral e sul do Rio Grande do Sul, o litoral de Santa Catarina, o planalto norte e centro-leste do Paraná, bem como nas bacias dos rios Uruguai e Paraná (GOLLFARI et al., 1978). Também ocorre no sudoeste do Estado de São Paulo (VENTURA, 1964), na serra do extremo sul de Mato Grosso do Sul, na região das matas do altiplano da Chapada Diamantina Setentrional e na Microrregião do Senhor do Bonfim, na Bahia (MELLO, 1973). No norte e noroeste do Paraná, esse clima é classificado como Cfa (h), onde a letra "h" indica que o clima tropical foi modificado pela altitude (MAACK, 1968).

O clima Cfb é temperado, com verões amenos e chuvas distribuídas de forma uniforme ao longo do ano, sem uma estação seca. A temperatura média do mês mais quente não ultrapassa 22ºC, e a precipitação anual varia entre 1.100 e 2.000 mm. Esse clima é caracterizado por geadas severas e frequentes, com uma média de ocorrência entre 10 a 25 dias por ano. O tipo Cfb predomina no planalto do Rio Grande do Sul, em Santa Catarina, Paraná, além da região de Campos do Jordão, no Estado de São Paulo (VENTURA, 1964). Também ocorre na Serra do Itatiaia, no Rio de Janeiro, e no planalto do Morro do Chapéu, na Bahia (MELLO, 1973).

Já o clima Cwb é um subtropical de altitude, com invernos secos e verões amenos. A temperatura média do mês mais quente é inferior a 22ºC. Esse tipo climático é comum nas regiões de altitude mais elevadas de Minas Gerais, como nas serras da Canastra, Espinhaço e Mantiqueira, além de uma pequena área ao redor de Araguari e outra ao sul de Carmo do Paranaíba (ANTUNES, 1986).

Por fim, o clima Cwa é um subtropical com inverno seco e temperaturas médias abaixo de 18ºC, e verões quentes, com temperaturas superiores a 22ºC. Esse tipo de clima é predominante nas regiões serranas do centro e sul de Minas Gerais, e no norte de Minas Gerais, nas serras do Espinhaço e Cabral (ANTUNES, 1986).

45°36'W 45°30'W 45°24'W 45°18'W

22°42'S 22°48'S 22°54'S 23°0'S

SÃO BENTO DO SAPUCAÍ
CAMPOS DO JORDÃO
GUARATINGUETÁ
SANTO ANTÔNIO DO PINHAL
POTIM
MONTEIRO LOBATO
TREMEMBÉ
APARECIDA
ROSEIRA
TAUBATÉ
LAGOINHA
SÃO LUIZ DO PARAITINGA

2 0 2 km

Mapa 5 – Classificação Köppen-Geiger.

Prefeitura Municipal de Pindamonhangaba - SP

Legenda

- Municípios limítrofes
- Limite municipal de Pindamonhangaba
- Perímetro rural

Classificação Köppen-Geiger

- Cfa
- Cfb
- Cwa
- Cwb

N

Plano Municipal de Saneamento Rural

Sistema de Coordenadas Geográficas
Sistema Geodésico de Referência: SIRGAS 2000
Elaborado em: Ago., 2024.

Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística
SÃO PAULO GOVERNO DO ESTADO SÃO PAULO SÃO TODOS

FEHIDRO SIGRH CBH/CBH COFEHIDRO CORHI CBH-PS

LÍDER ENGENHARIA & GESTÃO DE CIDADES

Além da classificação de Köppen-Geiger, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, utiliza outra classificação para caracterizar o clima do Brasil. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) utiliza uma classificação climática específica para o Brasil. Nela, o país é dividido em 5 diferentes zonas climáticas: i) Equatorial, ii) Tropical Zona Equatorial, iii) Tropical Nordeste Oriental, iv) Tropical Brasil Central e v) Temperado (Figura 2).

Figura 2 – Classificação Climática do IBGE para o Brasil.

Fonte: IBGE, 2012. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A área em estudo, de acordo com essa classificação, é caracterizada como Tropical Brasil Central. Esse clima abrange áreas no centro do Brasil, incluindo o

Sudeste, o centro-oeste e parte do nordeste. Os verões são caracterizados por chuvas frequentes, enquanto no inverno há pouca precipitação e episódios de estiagem. As temperaturas médias variam de 20°C a 28°C ao longo do ano. Durante o inverno, a influência de massas de ar polar do Sul pode resultar em frentes frias e quedas de temperatura, levando a períodos prolongados de frio.

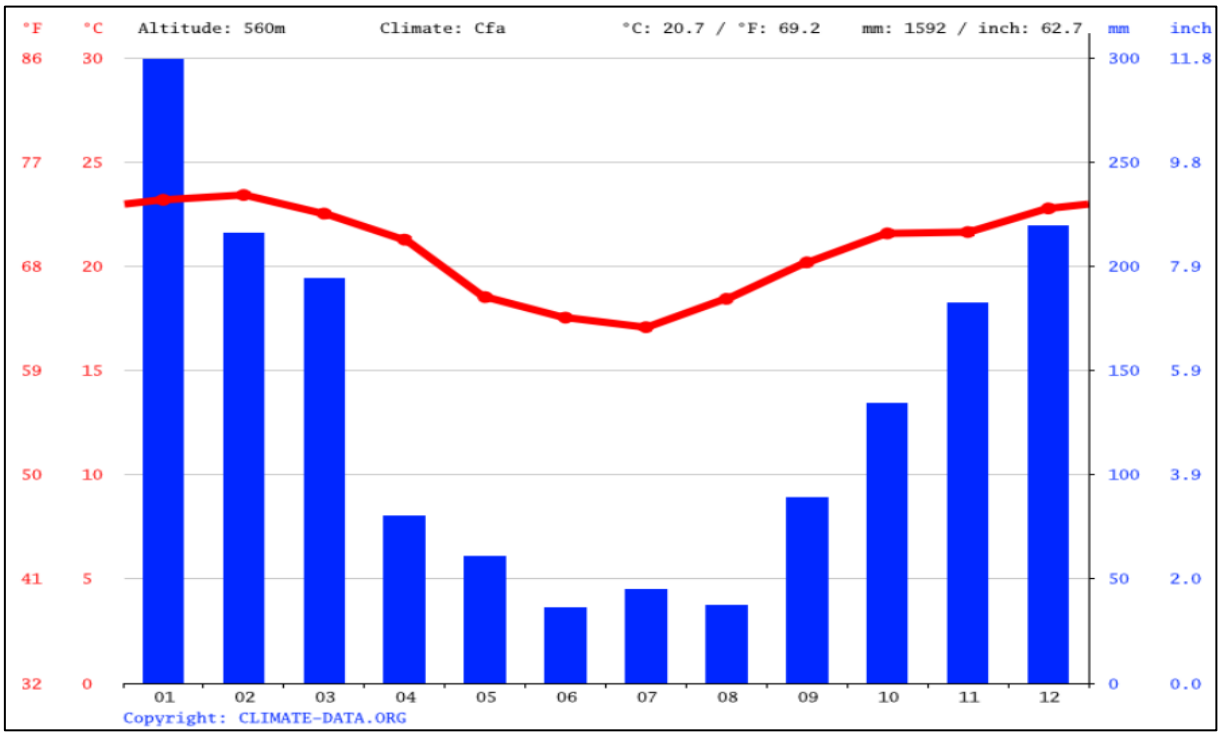
No Estado de São Paulo, de acordo com a classificação de Köppen-Geiger, o clima recebe várias caracterizações, como já demonstrado anteriormente, com áreas quentes, áreas úmidas, semiúmidas e secas, dependendo da região do estado.

Em Pindamonhangaba, o verão é quente, abafado, com precipitação e de céu encoberto; o inverno é curto, agradável e de céu quase sem nuvens. Ao longo do ano, em geral a temperatura varia de 12 °C a 31 °C e raramente é inferior a 9 °C ou superior a 35 °C. Fevereiro é o mês que apresenta a temperatura mais elevada, com um valor médio de 23.4 °C e julho com uma temperatura média de 17.1 °C.

Caracterizado como um clima quente e temperado com verão moderadamente quente, o município possui precipitação mesmo no mês mais árido, sendo junho o mês com menor índice de precipitação e janeiro apresenta o maior índice.

Sendo assim, através do Gráfico 1 abaixo é possível observar estas variações de temperatura no município.

Gráfico 1 – Média de temperaturas e precipitação em Pindamonhangaba.



Fonte: Climate-Data, (1991 – 2021). Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A precipitação é um fenômeno que inclui a chuva, a neve, a neblina, o granizo, o orvalho ou outros fenômenos relacionados à queda de água no céu. A unidade de medida utilizada para calcular a quantidade ocorrida de precipitação em um determinado local é o mm/m², podemos averiguar tais dados de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 – Dados climatológicos de Pindamonhangaba - SP.

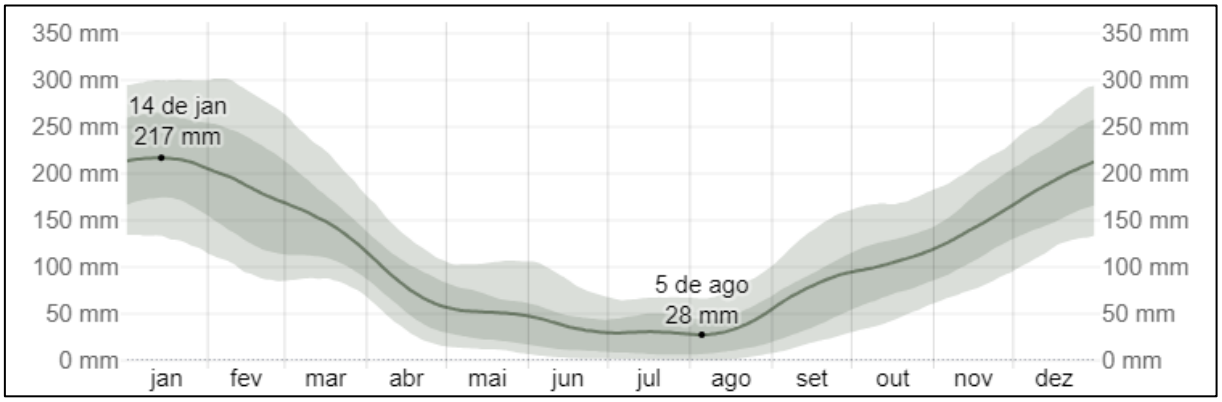
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Temperatura média (°C)	23.2	23.4	22.5	21.3	18.5	17.5	17.1	18.4	20.2	21.6	21.6	22.8
Temperatura mínima (°C)	19.3	19.2	18.6	17.2	14.1	12.5	11.8	12.7	14.9	17	17.6	18.8
Temperatura máxima (°C)	27.8	28.3	27.2	26	3.5	23.2	23.1	24.8	26.3	27.1	26.5	27.5
Chuva (mm)	299	216	194	80	61	36	45	37	89	1334	182	219
Umidade (%)	79%	78%	80%	77%	75%	74%	72%	67%	68%	72%	77%	79%
Dias chuvosos	17	14	15	9	6	4	4	5	8	12	13	16
Horas de sol (h)	8.6	8.9	7.8	7.0	6.7	7.3	7.4	8.0	7.7	7.6	7.4	8.1

Fonte: Climate-Data, (1991 – 2021). Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A estação de maior precipitação dura 5,5 meses, variando de outubro a abril. O mês com maior número de dias com precipitação é o mês de janeiro com cerca de 22,7 dias com pelo menos 1 milímetro de precipitação.

A estação seca dura entre os meses de abril a outubro durando em média 6,2 meses. Julho é o mês com menor número de dias com precipitação em Pindamonhangaba, sendo em média 4,2 dias com pelo menos um milímetro de precipitação. Desta forma, o Gráfico 2 abaixo mostra o índice de chuva média anual para o Município de Pindamonhangaba.

Gráfico 2 – Precipitação em Pindamonhangaba - SP.

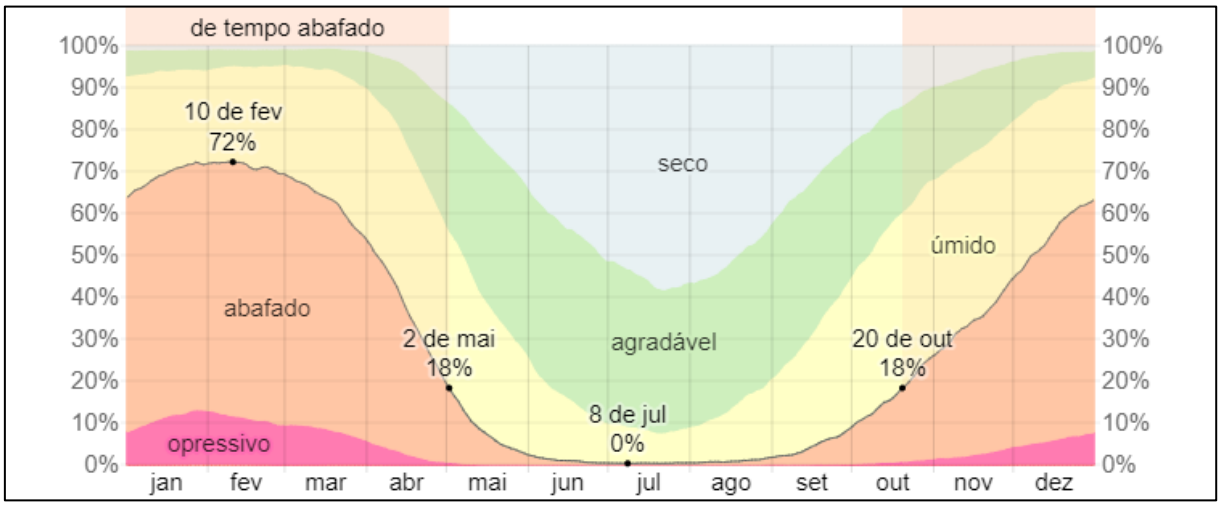


Fonte*: Wheathesrpark*. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A umidade relativa é uma das formas de expressar o conteúdo de vapor existente na atmosfera. A presença de vapor d'água na atmosfera contribui para a redução da amplitude térmica, sendo essa a diferença entre a temperatura mínima e máxima registrada.

Pindamonhangaba apresenta uma extrema variação sazonal na sensação de umidade. Os meses considerados os mais abafados do ano são de outubro a maio, com duração de 6,4 meses com níveis de conforto variando entre abafado, opressivo ou extremamente úmido em pelo menos 18% do tempo. O mês que apresenta maior número de dias abafados é o mês de janeiro com 21,4 dias abafados ou classificados como piores. Enquanto o mês com menor número de dias abafados ou pior é o mês de julho com 0,1 dia.

Figura 3 – Nível de umidade do Município de Pindamonhangaba.



Fonte: *Weatherspark*. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

1.1.6 Hidrografia

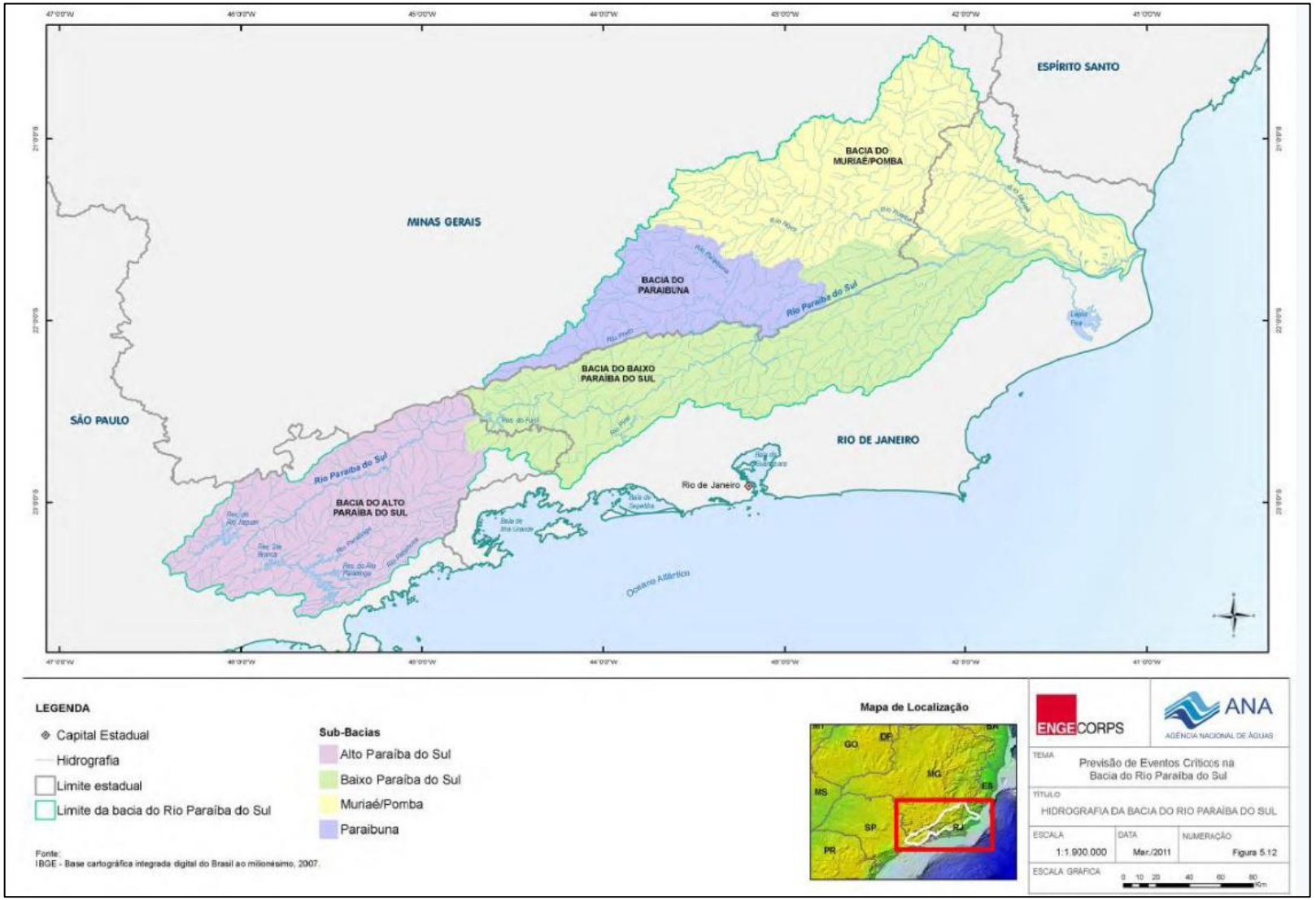
A rede hidrográfica do município é definida como bacia hidrográfica, sendo a bacia hidrográfica o conjunto de terras banhadas por um rio e seus afluentes, de forma que toda vazão seja descarregada através de um curso principal, limitada perifericamente por uma unidade topográfica mais elevada, denominada divisor de águas.

A hidrologia do município de Pindamonhangaba, localizado no estado de São Paulo, é caracterizada por sua inserção na bacia do rio Paraíba do Sul, uma das mais importantes do Brasil, abrangendo áreas significativas dos estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro. A bacia do Paraíba do Sul possui uma área de drenagem de aproximadamente 65.500 km², com cerca de 14.510 km² situados em São Paulo, e é fundamental para o abastecimento de água de milhões de habitantes, incluindo os da região metropolitana do Rio de Janeiro e do Vale do Paraíba Paulista (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2024).

A área da bacia corresponde a cerca de 0,7% da área do país e, aproximadamente, a 6% da região sudeste do Brasil. No Rio de Janeiro, a bacia abrange 63% da área total do estado; em São Paulo, 5% e em Minas Gerais, apenas 4%. A bacia situa-se na região da Mata Atlântica, que se estendia, originariamente, por toda a costa brasileira (do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul) numa faixa de 300 km. No entanto, somente 11% da sua área total é ocupada pelos remanescentes da floresta, a qual se pode encontrar nas regiões mais elevadas e de relevo mais acidentado.

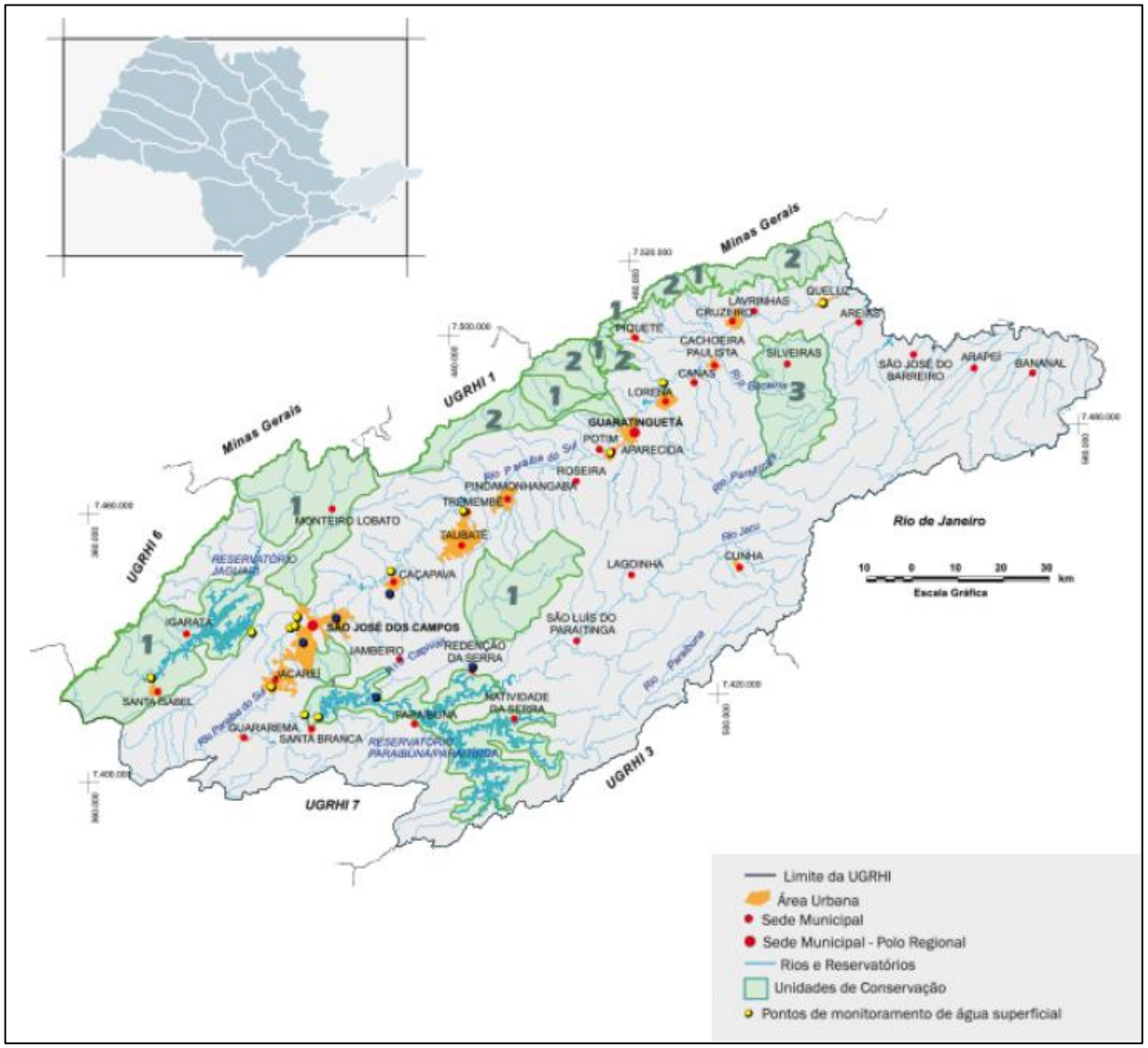
Sendo assim, O Comitê das Bacias Hidrográficas do Rio Paraíba do Sul, doravante designado simplesmente COMITÊ, criado pela Lei 9034 de 27/12/94, é um órgão colegiado, de caráter consultivo e deliberativo do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SIGRH, instituído pela Lei 7.663 de 30/12/91, com atuação nas Bacias Hidrográficas do Rio Paraíba do Sul, no Estado de São Paulo, podendo ser avaliado nas Figura 4 e Figura 5.

Figura 4 – Mapa da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul e suas Sub-bacias.



Fonte: ANA. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Figura 5 – Bacia do Paraíba do Sul no estado de São Paulo.



Fonte: SIGRH. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Devido à grande extensão territorial, o Comitê instituiu sua Câmara Técnica Consultiva (CTC) através da Deliberação CEIVAP nº 89 do ano de 2008.

A CTC é responsável por debater, em uma instância mais específica e técnica, assuntos relacionados a gestão de recursos hídricos na Bacia do Rio Paraíba do Sul e articular a atuação das entidades integrantes do sistema. Devido à diversidade e complexidade dos temas a serem tratados no âmbito do CEIVAP, foram criados também Grupos de Trabalho, para atuar em conjunto com a Câmara Técnica, com a finalidade de subsidiar os trabalhos do Comitê.

A hidrologia da região é influenciada por diversos fatores, incluindo a vegetação nativa, que se caracteriza por florestas estacionais semideciduais e áreas de mata atlântica. A cobertura vegetal é essencial para a manutenção do ciclo hidrológico, pois ajuda na infiltração da água no solo e na redução da erosão. No entanto, o desmatamento e a urbanização têm impactado negativamente esses processos, aumentando o risco de deslizamentos e a degradação da qualidade da água (COMITÊ DE INTEGRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL, 2024).

O rio Paraíba do Sul é um dos principais cursos d'água do Brasil, atravessando os estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais. No município de Pindamonhangaba ele desempenha um papel tanto ecológico quanto econômico, sendo uma fonte vital de água para a população local e para as atividades produtivas da região.

Sua nascente localiza-se na Serra da Bocaina, no município de Areias, e é formado pela confluência dos rios Paraitinga e Paraibuna. Com um percurso total de aproximadamente 1.137 km, desaguando no oceano Atlântico, na praia de Atafona, em São João da Barra, no estado do Rio de Janeiro (CEIVAP, 2021). A bacia abrange uma área de cerca de 61.500 km², sendo que aproximadamente 14.000 km² estão localizados em São Paulo, onde Pindamonhangaba se insere (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2024).

O curso d’água é essencial para o equilíbrio do ecossistema regional, atuando como habitat para uma ampla diversidade de espécies de fauna e flora. Contudo, sua qualidade tem sido afetada por intervenções humanas, incluindo o avanço da urbanização e a expansão agrícola. Esses fatores contribuem significativamente para problemas como assoreamento e poluição, que ameaçam sua preservação e capacidade de sustentar os serviços ecossistêmicos na região.

A preservação das margens do rio é essencial para a manutenção da biodiversidade e para a mitigação dos impactos ambientais, como a erosão e a degradação do solo (COMITÊ DE INTEGRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL, 2024).

O lançamento de efluentes domésticos e industriais, bem como o assoreamento causado pelo carreamento de sedimentos, são alguns dos principais problemas enfrentados (CETESB, 2020). Para mitigar esses impactos e garantir a sustentabilidade dos recursos hídricos, é fundamental a implementação de projetos de conservação e recuperação de áreas ripárias, além da adoção de práticas de saneamento rural adequadas.

O Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de Pindamonhangaba, em consonância com a Lei Federal nº 11.445/2007, estabelece diretrizes e metas para a universalização do acesso aos serviços de saneamento, incluindo o abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos (BRASIL, 2007; PREFEITURA DE PINDAMONHANGABA, 2021).A implementação do PMSB, aliada a ações de educação ambiental e à participação da comunidade, é fundamental para a preservação dos recursos hídricos e para a melhoria da qualidade de vida da população rural de Pindamonhangaba. Dessa forma, a gestão integrada e sustentável do Rio Paraíba e seus afluentes é essencial para garantir a disponibilidade e a qualidade da água, contribuindo para o desenvolvimento socioeconômico e ambiental do município (CEIVAP, 2021).

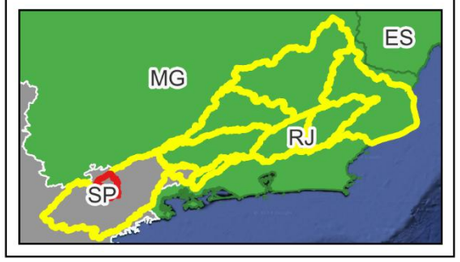
Assim, o Mapa 6 apresenta a hidrografia municipal.

Mapa 6 – Hidrografia do município.

Prefeitura Municipal de Pindamonhangaba - SP

Legenda

- Unidades Federativas do Brasil
- Estado de São Paulo
- Municípios limítrofes
- Limite municipal de Pindamonhangaba
- Perímetro rural
- Bacia do Rio Paraíba do Sul
- Rio Paraíba do Sul
- Rios e riachos



N

Plano Municipal de Saneamento Rural

Sistema de Coordenadas Geográficas
Sistema Geodésico de Referência: SIRGAS 2000
Elaborado em: Ago., 2024.

LÍDER ENGENHARIA & GESTÃO DE CIDADES

Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística — SÃO PAULO GOVERNO DO ESTADO SÃO PAULO SÃO TODOS

CBH-PS

2 0 2 km

45°36'W 45°30'W 45°24'W 45°18'W

22°42'S 22°48'S 22°54'S 23°0'S

Ribeirão Baú
Rio Sapucaí-Guaçu
Rio Sapucaí
Ribeirão das Barradas
CAMPOS DO JORDÃO
Rio Capivari
Ribeirão do Paiol Velho
Ribeirão dos Melos
Ribeirão do Lajeado
Ribeirão do Guamera ou Piratinga
Rio Piagui
Rio Guaratinguetá
GUARATINGUETÁ
Ribeirão dos Buenos ou dos Moreiras
Rio da Prata
SANTO ANTÔNIO DO PINHAL
Rio Piracuama
Ribeirão do Oliveira
Ribeirão do Pau-d'Alho
Ribeirão da Ponte Alta
Ribeirão Tequera ou Grande
POTIM
Ribeirão Pequeno ou do Bicudinho
Rio Paraíba do Sul
Ribeirão Pirapitingui
Ribeirão do Machado
MONTEIRO LOBATO
Água Preta
Ribeirão Ipiranga
Rio Capituba
Ribeirão dos Surdos
APARECIDA
ROSEIRA
Ribeirão da Serragem
TREMEMBÉ
Rio Una ou das Almas
Ribeirão do Bonfim
Rio do Vaticano
Ribeirão Itaim
TAUBATÉ
Ribeirão das Pedras
Ribeirão do Pouso Frio
LAGOINHA
Ribeirão da Pedra Grande ou do Macaco
Ribeirão da Serra

1.1.7 Geologia

O município de Pindamonhangaba, localizado na região do Vale do Paraíba, é caracterizado por uma diversidade de unidades geológicas que refletem a complexa evolução geológica da área. Este capítulo descreve as principais unidades geológicas do município, com foco em suas características litológicas, estruturais e cronológicas.

Abaixo, são descritas as principais unidades geológicas, com suas características e é possível averiguar junto ao Mapa 7.

- **Depósitos Aluvionares Holocênicos**: Os depósitos aluvionares holocênicos são formados por sedimentos inconsolidados que incluem arenitos, siltes, argilas e cascalhos. Esses depósitos estão localizados principalmente nas planícies de inundação dos rios e são caracterizados por uma variedade de litologias, como arenito quartzoso e turfa. A formação desses depósitos está associada a processos fluviais, onde a sedimentação é influenciada pelas dinâmicas de cheia e vazante dos rios. As acumulações mais expressivas ocorrem em rios com cursos meândricos, como o Paraíba do Sul, e são importantes do ponto de vista geológico e econômico, pois podem conter recursos minerais.
- **Formação Pindamonhangaba**: A Formação Pindamonhangaba é uma unidade sedimentar que se estende pela Bacia de Taubaté. Ela é composta por uma sequência de conglomerados, arenitos e siltitos, apresentando uma gradação de granodecrescência ascendente. Essa formação é datada do Oligoceno ao Mioceno e é caracterizada por um ambiente fluvial, onde os sedimentos foram depositados em um sistema de planície de inundação. A Formação Pindamonhangaba é uma das principais unidades da Bacia de Taubaté, que possui uma extensão de aproximadamente 150 km.
- **Granito Fumaça**: O Granito Fumaça é uma unidade intrusiva que faz parte do magmatismo do Domínio Embu. Este granito é classificado como plutônico ácido e é conhecido por sua foliagem peralcalina. A unidade é encontrada na região sudoeste de São Paulo, próximo a Juquitiba, e é composta predominantemente por granito, com características que refletem a evolução geológica da área durante o Neoproterozoico.
- **Pico de Itapeva**: A unidade do Pico do Itapeva é composta por metaconglomerados, metarenitos e metarritmitos, com uma característica metamórfica regional de

grau baixo. Esses sedimentos são levemente metamórficos e foram inicialmente descritos na região do Pico de Itapeva, a sudeste de Campos do Jordão. A unidade é importante para a compreensão dos processos geológicos que moldaram a Serra da Mantiqueira e suas interações tectônicas.

- **Formação Resende**: A Formação Resende é uma das unidades que compõem a Bacia de Taubaté e é caracterizada por uma sequência de rochas sedimentares que incluem arenitos e argilitos. Essa formação é crucial para entender a evolução geológica da região, pois reflete um ambiente de deposição fluvial e lacustre, com características que variam em função das condições paleoclimáticas e tectônicas ao longo do tempo.
- **Formação Tremembé**: A Formação Tremembé é também parte da Bacia de Taubaté, composta por sedimentos que indicam um ambiente fluvial. Os depósitos incluem arenitos e siltitos, e são importantes para a análise da sedimentação e da paleoecologia da região. A formação é datada do Mioceno e fornece insights sobre as condições ambientais que prevaleceram durante sua deposição.
- **Formação Embu:** A Formação Embu é uma unidade geológica que se destaca pela presença de rochas ígneas e metamórficas, predominantemente graníticas. Essa formação é caracterizada por granitos foliados peralcalinos, que são resultado de processos magmáticos ocorridos no Neoproterozoico. Os granitos da Formação Embu são conhecidos por sua composição mineralógica rica, incluindo feldspato, quartzo e biotita, e são frequentemente utilizados na construção civil devido à sua resistência e estética.
- **Serra dos Órgãos:** A Serra dos Órgãos é uma unidade montanhosa que apresenta uma complexa geologia, composta por rochas metamórficas e ígneas. A região é caracterizada por metaconglomerados, metarenitos e metarritmitos, que indicam um histórico de metamorfismo regional de grau baixo. Essas rochas são importantes para a compreensão da evolução tectônica da Serra da Mantiqueira, que é uma das principais cadeias montanhosas do Brasil.
- **Formação Socorro-Guaxupé:** A Formação Socorro-Guaxupé é uma unidade sedimentar que se estende pela região, caracterizada por uma sequência de rochas que incluem arenitos, siltitos e argilitos. Essa formação é datada do Neógeno e reflete um ambiente de deposição fluvial, onde os sedimentos foram acumulados em

condições que variam de fluviais a lacustres. A análise dessas rochas fornece informações valiosas sobre as condições paleoclimáticas da região.

- **Formação Varginha-Guaxupé:** A Formação Varginha-Guaxupé é uma unidade geológica que se caracteriza por uma variedade de litologias, incluindo arenitos e argilitos, que indicam um ambiente de deposição fluvial. Essa formação é importante para a compreensão da dinâmica sedimentar da Bacia de Taubaté, onde se localiza, e reflete as interações entre os processos fluviais e as condições ambientais ao longo do tempo.
- **Afloramento:** Os afloramentos rochosos são formações geológicas que se caracterizam pela exposição de rochas na superfície terrestre, permitindo a observação de suas composições internas. Esses afloramentos ocorrem frequentemente em áreas onde a erosão é predominante, resultando na remoção de camadas de solo e na exposição de rochas intrusivas, que normalmente se formam no interior da Terra. A erosão e o tectonismo são fatores principais que contribuem para a formação desses afloramentos, sendo que o primeiro atua de forma gradual, enquanto o segundo pode provocar mudanças abruptas no relevo em escalas geológicas.

Quadro 2 – Caracterização das Unidades Geológicas de Pindamonhangaba - SP.

Unidade Geológica	Tipo de Unidade	Litologias Predominantes	Período Geológico
Corpo d'Água Continental	Sistema hidrológico	Arenito, argila, cascalho	Holoceno
Depósitos Aluvionares Holocênicos (Q2a)	Depósito inconsolidado	Areia, cascalho, silte, argila	Holoceno
Formação Embu	Formação metamórfica	Gnaisse, micaxisto, quartzito	Proterozoico
Granito Fumaça (NP3(G)fu)	Rocha ígnea plutônica	Granito peralcalino	Neoproterozóico
Formação Pico do Itapeva (NP3(C)i)	Formação ígnea/ metamórfica	Metaconglomerado, metarenito,metassiltito	Neoproterozóico
Formação Pindamonhangaba (N3E1p)	Formação sedimentar	Conglomerado, arenito, siltito	Neogeno
Formação Resende	Formação sedimentar	Argilito, siltito	Neogeno
Formação Serra dos Órgãos	Formação metamórfica	Gnaisse, migmatito	Proterozoico
Complexo Socorro-Guaxupé	Complexo metamórfico	Granulito, migmatito	Proterozoico
Formação Tremembé	Formação sedimentar	Argilito, folhelho, arenito	Oligoceno
Complexo Varginha-Guaxupé	Complexo metamórfico	Granulito, migmatito	Proterozoico

Fonte: BDiA. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

45°36'W 45°30'W 45°24'W 45°18'W

22°42'S

22°48'S

22°54'S

23°0'S

SÃO BENTO DO SAPUCAÍ

CAMPOS DO JORDÃO

GUARATINGUETÁ

SANTO ANTÔNIO DO PINHAL

POTIM

MONTEIRO LOBATO

TREMEMBÉ

APARECIDA

ROSEIRA

TAUBATÉ

LAGOINHA

SÃO LUIZ DO PARAITINGA

2 0 2 km

Mapa 7 – Classificação Geológica.

Prefeitura Municipal de Pindamonhangaba - SP

Legenda

- Municípios limítrofes
- Limite municipal de Pindamonhangaba
- Perímetro rural

Classificação Unidades Geológicas

- Corpo d'água continental
- Depósitos Aluvionares Holocênicos
- Embu
- Granito Fumaça
- Pico do Itapeva
- Pindamonhangaba
- Resende
- Serra dos Órgãos
- Socorro-Guaxupé
- Tremembé
- Varginha-Guaxupé
- Pontos de Afloramentos

N

Plano Municipal de Saneamento Rural

Sistema de Coordenadas Geográficas
Sistema Geodésico de Referência: SIRGAS 2000
Elaborado em: Ago., 2024.

Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística

SÃO PAULO GOVERNO DO ESTADO SÃO PAULO SÃO TODOS

LÍDER ENGENHARIA & GESTÃO DE CIDADES

1.1.8 Geomorfologia

A geomorfologia de Pindamonhangaba é marcada por uma complexa interação de unidades geomorfológicas que refletem a história geológica da região. Este capítulo tem como objetivo caracterizar as principais unidades geomorfológicas do município, abordando suas características geológicas, processos formadores e a relação entre elas.

As principais unidades geomorfológicas que compõem o município de Pindamonhangaba incluem:

- **Planalto de Campos do Jordão:** O Planalto de Campos do Jordão é uma unidade elevada, com altitudes variando entre 1.600 e 2.000 metros. A geologia é dominada por rochas ígneas e metamórficas, que formam um relevo suavemente ondulado. Os processos erosivos e a atividade tectônica moldaram a paisagem, resultando em vales profundos e topos aplainados.
- **Depressão do Médio Vale do Paraíba do Sul:** Esta unidade é caracterizada por um relevo rebaixado, com altitudes entre 500 e 650 metros. A geologia é composta por biotita-xistos e gnaisses, formando uma área deprimida entre as Serras do Mar e da Mantiqueira. O padrão de drenagem é dendrítico, refletindo a ação de processos erosivos que atuaram sobre as rochas cristalinas.
- **Escarpas da Serra da Mantiqueira:** As escarpas da Serra da Mantiqueira apresentam desníveis acentuados, com altitudes variando de 800 a 1.600 metros. Esta unidade é formada por rochas metamórficas resistentes e é caracterizada por vales encaixados e vertentes íngremes.
- **Patamar de Paratinga:** O Patamar de Paraitinga é uma unidade intermediária, com altitudes entre 800 e 1.000 metros. O relevo é ondulado, e a geologia é composta por rochas sedimentares que foram dissecadas por processos erosivos.
- **Planícies do Rio Paraíba do Sul:** As planícies do Rio Paraíba do Sul são áreas planas a suavemente onduladas, formadas por depósitos aluviais. A altimetria é inferior a 500 metros, e a geologia é composta por sedimentos recentes que se acumulam ao longo do rio.
- **Serranias das Bacias dos Rios Paratinga e Paraibuna:** As serranias apresentam um relevo acidentado, com altitudes entre 800 e 1.200 metros. A geologia é

dominada por rochas cristalinas, e a unidade é caracterizada por vales profundos e escarpas.

- **Tabuleiros e Colinas da Bacia Sedimentar de Taubaté:** Esta unidade é caracterizada por colinas suaves e topos tabulares, com altitudes entre 520 e 700 metros. A geologia é composta por rochas sedimentares que foram dissecadas, formando um relevo tubuliforme. A drenagem é pouco densa, com um padrão paralelo em direção ao Rio Paraíba do Sul.

A formação das unidades geomorfológicas de Pindamonhangaba está intimamente ligada a processos tectônicos e erosivos. Segundo Asmus e Ferrari (1978), a evolução geológica da região é resultado de um complexo sistema de riftes e falhas que se formaram durante o Cenozoico, influenciando a dinâmica do relevo.

Os processos de erosão fluvial e a sedimentação ao longo do Rio Paraíba do Sul também desempenham um papel crucial na modelagem do relevo. A captura de drenagem, como descrito por Ab'Sáber (1957), é uma característica marcante da região, refletindo a interação entre os sistemas hídricos e a tectônica.

A geomorfologia de Pindamonhangaba é um reflexo da complexa história geológica da região, caracterizada por uma diversidade de unidades que interagem de maneira dinâmica que pode ser melhor observada através do Quadro 3 e do Mapa 8.

Quadro 3 – Caracterização das Unidades Geomorfológicas de Pindamonhangaba - SP.

Unidade Geomorfológica	Altitude (m)	Tipo de Relevo	Composição Geológica
Planalto de Campos do Jordão	1.600 - 2.000	Elevado	Rochas ígneas e metamórficas
Depressão do Médio Vale do Paraíba do Sul	500 - 650	Rebaixado	Biotita-xistos, gnaisses, rochas cristalinas
Escarpas da Serra da Mantiqueira	800 - 1.600	Íngreme	Rochas metamórficas resistentes
Patamar de Paraitinga	800 - 1.000	Ondulado	Rochas sedimentares dissecadas
Planícies do Rio Paraíba do Sul	< 500	Plana a suavemente ondulada	Depósitos aluviais recentes
Serranias das Bacias dos Rios Paratinga e Paraibuna	800 - 1.200	Acidentado	Rochas cristalinas
Tabuleiros e Colinas da Bacia Sedimentar de Taubaté	520 - 700	Tabuliforme	Rochas sedimentares dissecadas

Fonte: BDiA. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

45°36'W 45°30'W 45°24'W 45°18'W

22°42'S 22°48'S 22°54'S 23°0'S

SÃO BENTO DO SAPUCAÍ
CAMPOS DO JORDÃO
GUARATINGUETÁ
SANTO ANTÔNIO DO PINHAL
POTIM
MONTEIRO LOBATO
APARECIDA
ROSEIRA
TREMEMBÉ
TAUBATÉ
LAGOINHA
SÃO LUIZ DO PARAITINGA

2 0 2 km

Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística
SÃO PAULO GOVERNO DO ESTADO SÃO PAULO SÃO TODOS

Mapa 8 – Classificação Geomorfológica.

Prefeitura Municipal de Pindamonhangaba - SP

Legenda

- Municípios limítrofes
- Limite municipal de Pindamonhangaba
- Perímetro rural

Unidades Geomorfológicas

- Corpo d´água continental
- Depressão do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul
- Escarpas da Serra da Mantiqueira
- Patamar de Paraitinga
- Planalto de Campos do Jordão
- Planícies do rio Paraíba do Sul
- Serranias das Bacias dos Rios Paraitinga e Paraibuna
- Tabuleiros e Colinas da Bacia Sedimentar de Taubaté

N

Plano Municipal de Saneamento Rural

Sistema de Coordenadas Geográficas
Sistema Geodésico de Referência: SIRGAS 2000
Elaborado em: Abr., 2024.

LÍDER ENGENHARIA & GESTÃO DE CIDADES

1.1.9 Pedologia

O capítulo sobre a pedologia do município de Pindamonhangaba pode ser desenvolvido com base nas informações sobre os principais tipos de solos presentes na região, suas características morfológicas, físicas e químicas, e a importância ambiental desses solos.

Os pedossolos de Pindamonhangaba são formados por processos de intemperismo e alteração das rochas que compõem o substrato geológico da região. O clima úmido e as variações de temperatura contribuem para a formação de um manto de alteração profundo, resultando em solos bem desenvolvidos.

A presença de rochas ígneas e metamórficas na região, como gnaisses e biotita-xistos, influencia a composição mineral dos solos. A erosão e a sedimentação, especialmente em áreas de encosta, também desempenham um papel importante na formação e na dinâmica dos pedossolos.

Os pedossolos de Pindamonhangaba são fundamentais para a agricultura local, pois influenciam a produtividade das culturas. Solos como os Latossolos e Argissolos são altamente valorizados devido à sua fertilidade e capacidade de retenção de água.

Além disso, a diversidade de pedossolos contribui para a biodiversidade da região, fornecendo habitat para diversas espécies de flora e fauna. A conservação e o manejo adequado desses solos são essenciais para garantir a sustentabilidade ambiental e a qualidade de vida da população local.

A pedologia do município de Pindamonhangaba é marcada pela diversidade de solos, que resulta da interação entre a geologia, a morfologia e o clima local. Entre os principais tipos de solos encontrados na região, de acordo com o Mapa 9 são:

- **Cambissolo Húmico Distrófico**: Solos jovens, pouco evoluídos, encontrados em áreas de relevo suave a ondulado. Caracterizam-se pela alta capacidade de retenção de água e pela presença de matéria orgânica, o que lhes confere uma cor mais escura. A baixa fertilidade natural é uma característica marcante, associada ao caráter distrófico.

- **Cambissolo Háplico Tb Distrófico**: Similar aos Cambissolos Húmicos, porém com menor teor de matéria orgânica. Estes solos são comuns em áreas de relevo inclinado, onde a rápida drenagem favorece a lixiviação dos nutrientes.
- **Gleissolo Melânico Tb Distrófico**: Solos saturados com água, encontrados em áreas de baixada e próximos a corpos d'água. Possuem alta fertilidade natural, mas são limitados pelo excesso de umidade, que pode prejudicar o desenvolvimento de plantas em culturas agrícolas.
- **Latossolo Amarelo Distrófico**: Solos profundos e bem drenados, encontrados em áreas de relevo suave. Apresentam baixa fertilidade natural devido à intensa lixiviação de bases, com predomínio de minerais de ferro na forma de goethita, responsável pela coloração amarela.
- **Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico**: Solos similares aos Latossolos Amarelos, mas com maior proporção de hematita, que confere uma coloração avermelhada em certas áreas. São também solos ácidos e de baixa fertilidade, mas muito utilizados na agricultura devido à sua estrutura favorável.
- **Argissolo Vermelho-Amarelo Alumínico**: Solos caracterizados pela alta acidez e presença significativa de alumínio trocável. Encontrados em áreas de relevo ondulado, apresentam problemas de toxicidade para plantas, exigindo correção para uso agrícola.
- **Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico**: Solos com baixa saturação de bases, moderadamente férteis, localizados em áreas de relevo variado. A coloração vermelho-amarelada é influenciada pela presença de óxidos de ferro, e sua fertilidade depende de intervenções agronômicas.

Os solos de Pindamonhangaba refletem a influência direta da geologia e do relevo que podem ser avaliados no Quadro 4 e no Mapa 9.

Quadro 4 – Caracterização Pedológica de Pindamonhangaba - SP.

Tipo de Pedossolo	Características Principais	Ocorrência na Região	Formação Geológica Associada
Cambissolo Húmico Distrófico	Solo pouco desenvolvido, com horizonte A, apresenta alta retenção de água, baixa fertilidade e escuro devido ao alto acúmulo de matéria orgânica	Áreas de encosta e vales	Formações Embu e Serra dos Órgãos
Cambissolo Háplico Tb Distrófico	Solo jovem, com boa drenagem e fertilidade moderada	Áreas de relevo suave	Formações Embu e Serra dos Órgãos
Gleissolo Melânico Tb Distrófico	Solo saturado, com alta capacidade de retenção de água, alta drenagem e grande taxa de fertilidade	Regiões próximas a cursos d'água	Depósitos Aluvionares
Latossolo Amarelo Distrófico	Solo profundo, bem drenado, alta fertilidade, textura argilosa	Áreas elevadas,	Formações Resende e Tremembé
Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico	Solo profundo, com boa drenagem e fertilidade moderada	Regiões de relevo mais alto	Formações Resende e Tremembé
Argissolo Vermelho-Amarelo Alumínico	Solo argiloso, com boa capacidade de retenção de água e nutrientes, fertilidade moderada, com presença de alumínio e problemas de toxicidade	Áreas de transição entre latossolos e argissolos	Formações Embu e Serra dos Órgãos
Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico	Solo com textura argilosa, boa fertilidade, mas com acidez elevada devido a influência de óxido de sódio	Áreas de relevo suave e colinas	Formações Embu e Serra dos Órgãos

Fonte: BDiA. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

45°36'W
45°30'W
45°24'W
45°18'W
22°42'S
22°48'S
22°54'S
23°0'S

SÃO BENTO DO SAPUCAÍ
CAMPOS DO JORDÃO
GUARATINGUETÁ
SANTO ANTÔNIO DO PINHAL
POTIM
MONTEIRO LOBATO
APARECIDA
ROSEIRA
TREMEMBÉ
TAUBATÉ
LAGOINHA
SÃO LUIZ DO PARAITINGA

2 0 2 km

Mapa 9 – Classificação Pedológica.

Prefeitura Municipal de Pindamonhangaba - SP

Legenda

- Municípios limítrofes
- Limite municipal de Pindamonhangaba
- Perimetro rural

Cassificação Pedológica

- Área Urbana
- Cambissolo Húmico Distrófico
- Corpo d'água continental
- Cambissolo Háplico Tb Distrófico
- Gleissolo Melânico Tb Distrófico
- Latossolo Amarelo Distrófico
- Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico
- Argissolo Vermelho-Amarelo Alumínico
- Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico

N

Plano Municipal de Saneamento Rural

Sistema de Coordenadas Geográficas
Sistema Geodésico de Referência: SIRGAS 2000
Elaborado em: Abr., 2024.

Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística
SÃO PAULO GOVERNO DO ESTADO SÃO PAULO SÃO TODOS
FEHIDRO
SIGRH CRH/CBH COFEHIDRO CORHI
CBH-PS
LÍDER ENGENHARIA & GESTÃO DE CIDADES

1.1.10 Declividade

No que tange ao declive do Município de Pindamonhangaba, a tabela a seguir relaciona as classes de declividades com indicações gerais de adaptabilidade e restrições para o planejamento.

Tabela 2 – Classes de declividade com indicações gerais da adequabilidade e restrições para o planejamento.

Intervalos	Inclinações	Indicações para o planejamento
0 – 5%	2°51’	**Áreas com muito baixa declividade**. Restrições à ocupação por dificuldades no escoamento de águas superficiais e subterrâneas.
5 – 10%	2°51’ – 5°42’	**Áreas com baixa declividade**. Dificuldades na instalação de infraestrutura subterrânea como redes de esgoto e canalizações pluviais.
10 – 20%	5°42’ – 11°18’	**Áreas com média declividade**. Aptas à ocupação considerando-se as demais restrições como: espessura dos solos, profundidade do lençol freático, susceptibilidade a processos erosivos, adequabilidade a construções etc.
20 – 30%	11°18’ – 18°26’	**Áreas com alta declividade**. Restrições à ocupação sem critérios técnicos para arruamentos e implantação de infraestrutura em loteamentos
> 30%	> 18°26’	**Áreas com muito alta declividade.** Inaptas à ocupação face aos inúmeros problemas apresentados.

Fonte: Embrapa. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Analisando a tabela acima e as figuras abaixo contendo os mapas de declividade e hipsometria, no Município de Pindamonhangaba a declividade é mais acentuada ao norte e sul e a região central tem menor declividade.

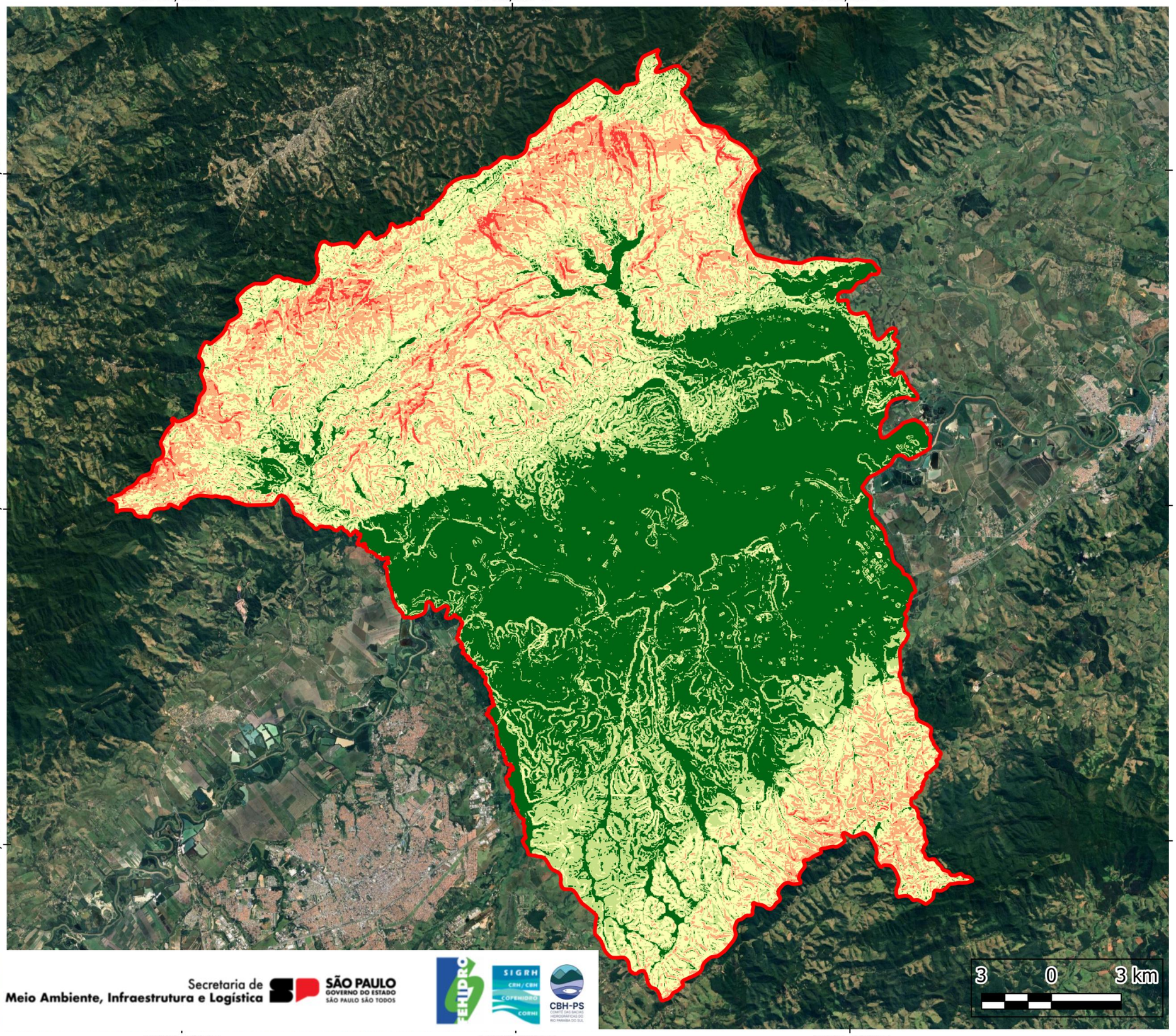
Com relação a hipsometria, o município possui a diferença de 1.453,32 m da região com maior altitude e menor altitude (1.977,82 m a 524,5 m), sendo o Norte a região com maior altitude e o centro com a menor altitude. O Mapa 10 ilustra os níveis de declividade e o Mapa 11 a altitude encontrada no município.

45°38,400'W 45°30,000'W 45°21,600'W

22°45,000'S

22°52,800'S

23°0,600'S



Mapa 10 – Declividade do município.

Prefeitura Municipal de Piindamonhangaba - SP

LEGENDA

Limite Municipal

Declividade (%)

- 0 - 3
- 3 - 8
- 8 - 20
- 20 - 45
- 45 - 75
- > 75

N

3 0 3 km

Plano Municipal de Saneamento Rural

Sistema de Coordenadas Cartesianas
Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM)
Datum horizontal: SIRGAS 2000, Zona 23 S
Elaborado em: Out., 2024.

Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística

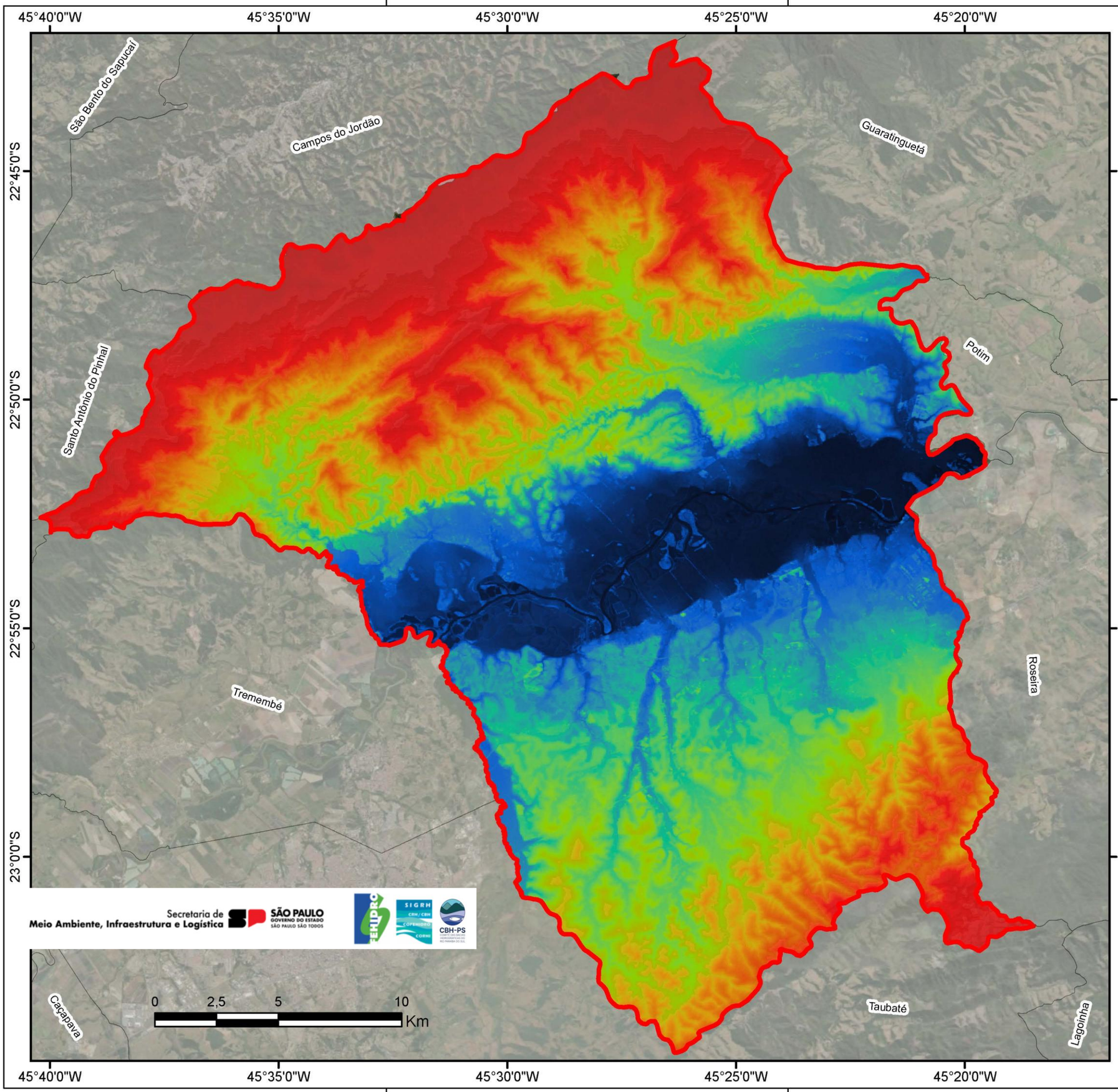
SÃO PAULO GOVERNO DO ESTADO SÃO PAULO SÃO TODOS

SIGRH CRH/CBH COPEHIDRO CORHI

CBH-PS

LÍDER ENGENHARIA & GESTÃO DE CIDADES

45°38,400'W 45°30,000'W 45°21,600'W



Mapa 11 – Hipsometria do município.

Prefeitura Municipal de Pindamonhangaba - SP

Legenda

- Limite Municipal
- Municipios Limítrofes

HIPSOMETRIA

- 524 m
- 542 m
- 564 m
- 605 m
- 850 m
- 1200 m
- 1984 m

N

Plano Municipal de Saneamento Rural

Sistema de Coordenadas Geográficas
Sistema Geodésico de Referência
SIRGAS 2000
Elaborado em: Out., 2024.

LÍDER ENGENHARIA & GESTÃO DE CIDADES

A topografia, hipsometria e a pressão são fatores que influenciam diretamente os sistemas de drenagem. A topografia é a configuração da superfície terrestre, e a hipsometria é a representação da topografia em um mapa. A pressão é a força que atua em uma superfície. A declividade é a inclinação do terreno, que interfere no escoamento de água e na disposição de infraestrutura

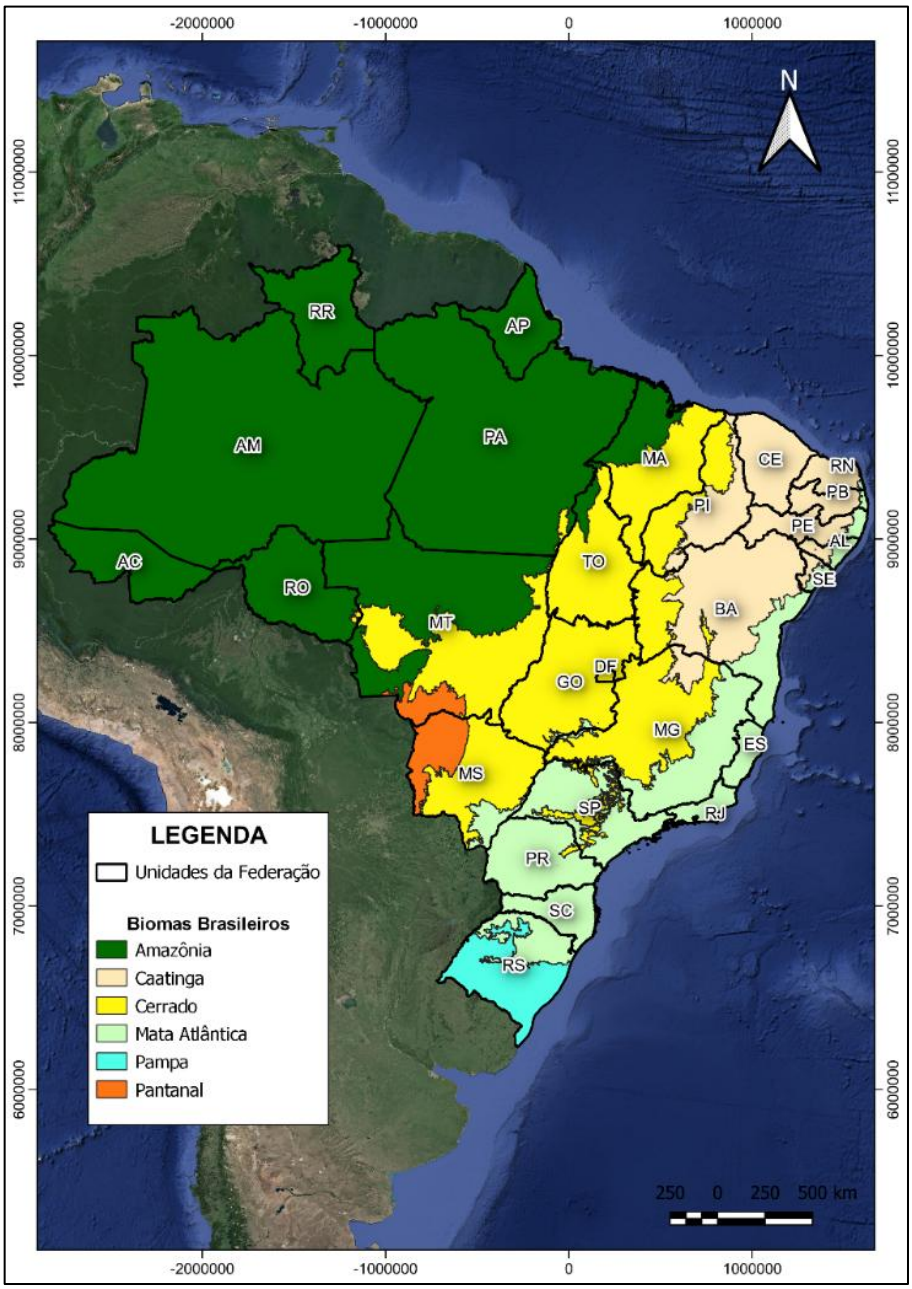
No município, a topografia apresenta grandes variações, com altitudes que vão de 524,5 a 1.977,82 metros, sendo a maior variação observada na região norte. A hipsometria revela que uma parte significativa do município está abaixo de 1.000 metros de altitude, especialmente nas áreas centrais.

Compreender a correlação entre esses fatores é crucial para o planejamento dos sistemas de drenagem na área rural de Pindamonhangaba, permitindo mitigar problemas como erosão, degradação do solo e enchentes.

1.1.11 Vegetação

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE, o Brasil é dividido em seis biomas, sendo estes o Bioma Amazônia, o Bioma Caatinga, o Bioma Cerrado, o Bioma Mata Atlântica, o Bioma Pampa e o Bioma Pantanal. Nesse sentido, o Estado de São Paulo está inserido nos biomas Mata Atlântica e Cerrado, conforme Figura 6.

Figura 6 – Mapa de abrangência dos biomas brasileiros.



Fonte: IBGE. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A vegetação do Estado de São Paulo está situada dentro do Bioma Mata Atlântica e Cerrado.

O Cerrado está presente em todas as Regiões brasileiras, e ocupa uma área de aproximadamente 2 milhões de km², cerca de 23,3% do território nacional. Neste bioma estão situadas as nascentes das três maiores bacias hidrográficas da América do Sul (Amazônica/Tocantins, São Francisco e Prata), fato este que resulta em um elevado potencial aquífero e favorece a sua biodiversidade. Possui diversos tipos de

fitofisionomias, que abrangem formações campestres, savânicas, e florestais, além de ser considerado como um hotspot mundial de biodiversidade devido a abundância de espécies endêmicas.

> "O bioma também tem importante papel social: muitas populações sobrevivem de seus recursos naturais, incluindo etnias indígenas, geraizeiros, ribeirinhos, babaçueiras, vazanteiros e Comunidades quilombolas que, juntas, fazem parte do patrimônio histórico e cultural brasileiro, e detêm um conhecimento tradicional de sua biodiversidade." (MMA, 2022).

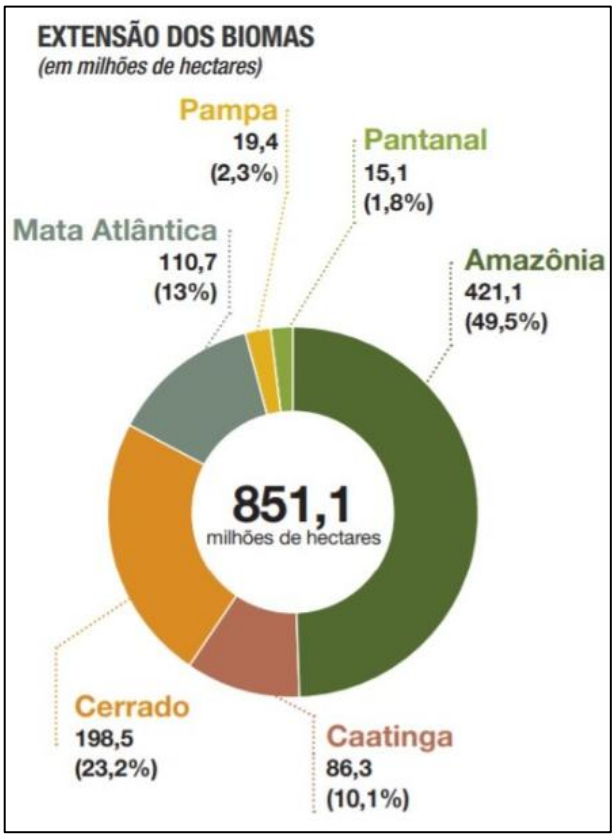
A Mata Atlântica é um dos biomas mais importantes e biodiversos do Brasil e da América do Sul, sendo considerado um *hotspot* da biodiversidade pela *Conservation International* como área de alta prioridade para conservação, com uma extensão territorial de aproximadamente 1.300.000 Km² possui um alto índice de endemismo (*SILVA; CASTELETI, 2005*).

Estende-se ao longo da costa leste do Brasil, abrangendo 17 estados do país, desde o Rio Grande do Norte até o Rio Grande do Sul. Além disso, ela se estende por partes do Paraguai e da Argentina (SOS Mata Atlântica, 2023).

Em termos quantitativos, o número total de espécies vegetais presentes na Mata Atlântica somam cerca de 15.700 espécies, das quais aproximadamente 7.000 espécies (45% do total) são endêmicas (Pinto et al., 2012). Em relação ao estado atual da vegetação, encontra-se em estado de fragmentação florestal.

A Figura 7 demonstra a extensão de todos os biomas no Brasil.

Figura 7 – Extensão dos biomas brasileiros.



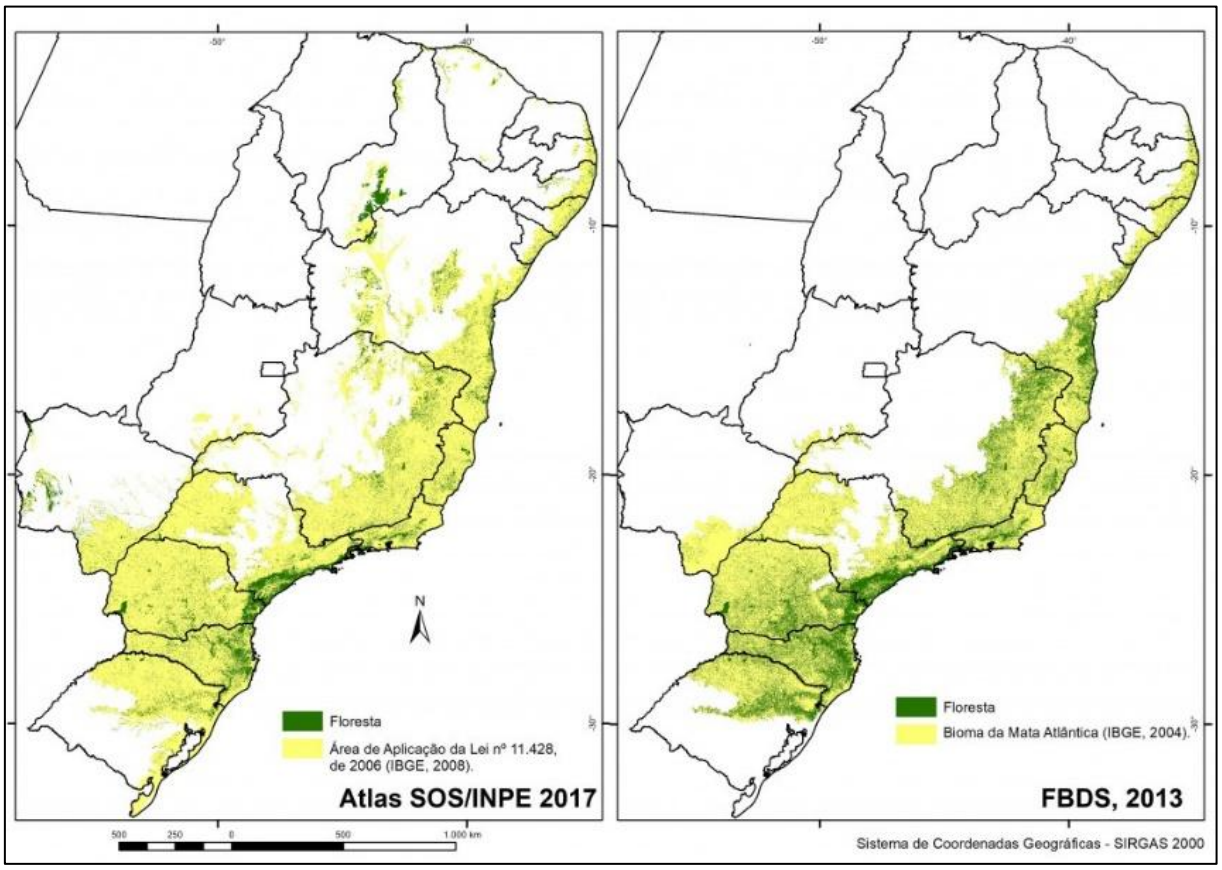
Fonte: MapBiomas, 2020. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

De acordo com a Fundação SOS Mata Atlântica (2016), cerca de 8% dos fragmentos florestais remanescentes de vegetação nativa apresentam área igual ou acima de 100 hectares, enquanto a somatória dos fragmentos florestais com áreas superiores a 3 hectares totaliza apenas 12% da área original.

A expansão urbana, desmatamento, agricultura, mineração e outros impactos humanos são os responsáveis pela fragmentação da vegetação nativa do Bioma. É evidente a necessidade de ações visando reduzir e/ou mitigar estes impactos ambientais negativos, como a criação de unidades de conservação.

A Figura 8 demonstra a degradação do Bioma Mata Atlântica no período de 2013 a 2017, onde é possível observar o desaparecimento de fragmentos florestais bem como o aumento do número de fragmentos (INPE; SOS Mata Atlântica, 2017).

Figura 8 – Redução da cobertura vegetal nativa do Bioma Mata Atlântica entre 2013 a 2017.



Fonte: INPE; SOS Mata Atlântica, 2017. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Em virtude das pressões que são exercidas sobre o Bioma Mata Atlântica, foi então criada a Lei da Mata Atlântica (Lei nº 11.428 de 2006, regulamentada pelo Decreto nº 6.660 de 2008).

A referida Lei estabelece diretrizes e normas gerais para a proteção, conservação e uso sustentável do Bioma, visando promover a preservação da biodiversidade, a manutenção dos recursos hídricos, o controle da erosão, a regulação do clima e o uso responsável dos recursos naturais nesse ecossistema (Brasil, 2006). Neste sentido, a legislação também prevê a promoção da educação ambiental e a participação da sociedade na gestão da conservação e preservação (Brasil, 2006).

As Reservas da Biosfera são áreas designadas pela UNESCO, através do Programa "O Homem e a Biosfera" (MaB), com o objetivo de promover a conservação da biodiversidade e o desenvolvimento sustentável.

Criadas em 1972, essas reservas representam um modelo de gestão integrada que busca equilibrar a proteção ambiental com o uso sustentável dos recursos

naturais, sendo reconhecidas internacionalmente pela sua importância na conservação e pesquisa científica (UNESCO, 1996).

As Reservas da Biosfera são estruturadas em três zonas principais:

- Zona Núcleo: que consiste em áreas de proteção integral, como parques e estações ecológicas, onde a biodiversidade é conservada sem interferência humana significativa;
- Zona de Amortecimento: que compreende regiões adjacentes à Zona Núcleo, onde atividades humanas são permitidas, mas devem ser geridas de forma a minimizar impactos negativos sobre a biodiversidade;
- Zona de Transição: que abrange áreas onde as comunidades locais podem desenvolver atividades econômicas sustentáveis, promovendo a interação entre conservação e desenvolvimento (UNESCO, 1996).

Essas zonas permitem que as Reservas da Biosfera funcionem como laboratórios naturais, onde práticas inovadoras de gestão e conservação podem ser testadas e demonstradas, além de atuarem como centros de educação ambiental e pesquisa, promovendo a conscientização sobre a importância da conservação da biodiversidade e do uso sustentável dos recursos naturais (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2023).

As Reservas da Biosfera desempenham um papel importante em vários aspectos, como a conservação da biodiversidade, proporcionando um ambiente protegido que abriga uma variedade de espécies e ecossistemas, contribuindo para a manutenção da diversidade biológica; o desenvolvimento sustentável, incentivando práticas que conciliam a conservação ambiental com as necessidades econômicas das comunidades locais, promovendo o uso sustentável dos recursos naturais; a educação e pesquisa, servindo como locais para a realização de pesquisas científicas e para a educação ambiental, permitindo que cientistas e comunidades aprendam sobre a interação entre atividades humanas e ecossistemas; e a colaboração internacional, fazendo parte de uma rede global que facilita a troca de informações e experiências entre diferentes regiões, promovendo a cooperação internacional em questões ambientais (UNESCO, 1996).

O Brasil abriga sete Reservas da Biosfera reconhecidas pela UNESCO, incluindo a Reserva da Mata Atlântica, a do Cerrado e a da Caatinga. Cada uma dessas reservas é projetada para atender às características ecológicas únicas da região, promovendo a conservação e o desenvolvimento sustentável de acordo com as necessidades locais (REDE BRASILEIRA DE RESERVAS DA BIOSFERA, 2023).

Essas reservas são reconhecidas internacionalmente como modelos de gestão integrada, participativa e sustentável dos recursos naturais, funcionando como locais de pesquisa científica, experimentação e demonstração de enfoques para a conservação e o desenvolvimento sustentável (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2023).

No Brasil, existem sete Reservas da Biosfera reconhecidas, de acordo com a Rede Brasileira de Reservas da Biosfera:

- Reserva da Biosfera da Amazônia Central;
- Reserva da Biosfera da Caatinga;
- Reserva da Biosfera do Cerrado;
- Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo;
- Reserva da Biosfera da Mata Atlântica;
- Reserva da Biosfera do Pantanal;
- Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço.

A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, onde o município de Pindamonhangaba está inserido, foi criada em 1991, é uma das mais significativas do Brasil, abrangendo uma vasta área que inclui porções de vegetação de Mata Atlântica.

Este bioma é reconhecido por sua rica biodiversidade e por ser um dos mais ameaçados do planeta. A reserva ocupa uma área de 89.687 km² e é considerada a maior Reserva da Biosfera do mundo (CONSELHO NACIONAL DA RESERVA DA BIOSFERA DA MATA ATLÂNTICA, 2023).

A Mata Atlântica é vital não apenas para o Brasil, mas também para o equilíbrio ecológico do planeta. Ela desempenha um papel crucial na regulação do clima, na preservação de recursos hídricos e na proteção de inúmeras espécies de flora e fauna. A gestão da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica envolve a colaboração entre o governo, organizações não governamentais (ONGs) e a sociedade civil, visando a proteção e o uso sustentável dos recursos naturais.

O Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica tem promovido diversas iniciativas, como o mapeamento das áreas de Mata Atlântica e o apoio à criação de Unidades de Conservação, fortalecendo a articulação entre os diferentes segmentos da sociedade e contribuindo para a conscientização sobre a importância desse bioma (CONSELHO NACIONAL DA RESERVA DA BIOSFERA DA MATA ATLÂNTICA, 2023).

O município de Pindamonhangaba, localizado no estado de São Paulo, está inserido na Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, uma das áreas de conservação mais significativas do Brasil. Esta reserva, reconhecida pela UNESCO, abrange uma vasta extensão de território que visa proteger a rica biodiversidade da Mata Atlântica, um dos biomas mais ameaçados do planeta (UNESCO, 2023). Pindamonhangaba, com suas características geográficas e climáticas favoráveis, desempenha um papel importante dentro deste contexto de conservação.

Dentro da Reserva da Biosfera, Pindamonhangaba abriga diversas unidades de conservação, incluindo a Área de Proteção Ambiental (APA) da Bacia do Paraíba do Sul e a APA da Serra da Mantiqueira, além do Parque Municipal do Trabiju. Estas áreas são fundamentais para a preservação dos ecossistemas locais e para a promoção de práticas sustentáveis.

- **Área de Proteção Ambiental da Bacia do Paraíba do Sul:** foi criada com o objetivo de proteger os recursos hídricos da região, abrangendo uma área de aproximadamente 292.599,92 hectares. Esta unidade de conservação é crucial para a manutenção da qualidade da água e para a proteção da biodiversidade aquática e terrestre (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio, 2022). A APA também promove a educação ambiental e incentiva o uso sustentável dos recursos naturais, envolvendo a comunidade local em ações de preservação;
- **Área de Proteção Ambiental da Serra de Mantiqueira:** com uma área de 437.524,57 hectares, é outra unidade de conservação importante que se estende por Pindamonhangaba. Criada para proteger a rica biodiversidade da Serra da Mantiqueira, esta APA abriga uma variedade de espécies endêmicas e ameaçadas, além de desempenhar um papel fundamental na regulação do clima e na proteção dos mananciais (Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2023). A Serra da

Mantiqueira é conhecida por suas montanhas e florestas densas, que são essenciais para a conservação do bioma da Mata Atlântica;

- **Parque Municipal do Trabiju:** é uma área de conservação localizada em Pindamonhangaba, que se destaca pela sua biodiversidade e beleza natural. A reserva abriga diversas espécies de flora e fauna, incluindo espécies raras e ameaçadas. O parque é um espaço de lazer e educação ambiental, oferecendo trilhas, cachoeiras e áreas para atividades ao ar livre. A criação da reserva foi formalizada pela Lei Municipal nº 1627, de 27 de junho de 1979, que visa proteger a fauna e a flora locais, proibindo desmatamentos e a exploração indevida dos recursos naturais (Prefeitura Municipal de Pindamonhangaba, 1979).

Em suma, Pindamonhangaba não apenas faz parte da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, mas também abriga importantes áreas de proteção ambiental que são vitais para a conservação da biodiversidade e para o desenvolvimento sustentável da região. A interação entre as comunidades locais e as políticas de conservação são essenciais para garantir a preservação desses ecossistemas e promover um futuro sustentável.

Abaixo, no Mapa 12 é possível observar as reservas de biosfera do Brasil e as unidades de conservação que abrangem o município de Pindamonhangaba.

Mapa 12 – Áreas Protegidas.

Prefeitura Municipal de Pindamonhangaba - SP

Legenda

- Unidades Federativas do Brasil
- Municipios limitrofes
- Estado de São Paulo
- Limite municipal de Pindamonhangaba
- Perímetro rural

Reservas de Biosfera

- Amazônia Central
- Caatinga
- Cerrado
- Cinturão Verde da Cidade de São Paulo
- Mata Atlântica
- Pantanal
- Serra do Espinhaço

Unidades de Conservação

- APA BACIA DO PARAÍBA DO SUL
- APA SERRA DA MANTIQUEIRA
- PARQUE NATURAL MUNICIPAL DO TRABIJU

N

Plano Municipal de Saneamento Rural

Sistema de Coordenadas Geográficas
Sistema Geodésico de Referência: SIRGAS 2000
Elaborado em: Ago., 2024.

LÍDER ENGENHARIA & GESTÃO DE CIDADES

Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística – SÃO PAULO GOVERNO DO ESTADO

CBH-PS

a) Fitofisionomias

A vegetação é um dos atributos de maior significância da biota, por isso, sua conservação é essencial para manutenção de serviços ambientais, existência de hábitats para as espécies e garantia de bens necessários à sobrevivência humana. Sendo assim, é um tópico indispensável de análises para estabelecimento de políticas públicas que visem sua preservação e uso sustentável (MMA, 2023).

As principais fitofisionomias encontradas no município são:

- **Floresta Estacional Semidecidual:** uma fitofisionomia pertencente ao bioma da Mata Atlântica. Ela é caracterizada por uma dupla estacionalidade climática: uma tropical, com chuvas intensas no verão seguidas por uma estiagem acentuada; e outra subtropical, sem período seco, mas com seca fisiológica provocada pelo frio intenso no inverno, com temperaturas médias inferiores a 15°C (IBGE, 2012). A floresta é constituída por fanerófitos (plantas lenhosas) com gemas foliares protegidas da seca por escamas (catáfilos ou pelos) e folhas adultas esclerófilas (duras) ou membranáceas deciduais. Entre 20 a 50% das árvores perdem suas folhas no conjunto florestal durante a época desfavorável (VELOSO et al., 1991). Nas áreas tropicais, a Floresta Estacional Semidecidual é composta por mesofanerófitos (árvores de 8 a 30m de altura) que revestem solos areníticos distróficos (pobres). Já nas áreas subtropicais, é composta por macrofanerófitos (árvores acima de 30m) em solos basálticos eutróficos (férteis) (OLIVEIRA-FILHO & FONTES, 2000);
- **Floresta Ombrófila Mista:** é uma fitofisionomia da Mata Atlântica caracterizada por um clima úmido sem período seco definido. Algumas características marcantes são a presença de epífitas, lianas e palmeiras, além de uma grande diversidade de espécies arbóreas que formam um dossel uniforme e contínuo (VELOSO et al., 1991). Também conhecida como Mata de Araucária, esta formação florestal é caracterizada pela presença marcante de araucária (*Araucaria angustifolia*), árvore símbolo do Sul do Brasil. Além da araucária, a Floresta Ombrófila Mista apresenta uma grande diversidade de espécies arbóreas, como imbuia, erva-mate e diversas espécies de pinheiros (IBGE, 2012). Outras espécies comuns incluem diversas mirtáceas, lauráceas, podocarpáceas e aquifoliáceas. O sub-bosque é geralmente denso, com a presença de samambaias arborescentes (OLIVEIRA-FILHO & FONTES, 2000);

- **Ecótono de Savana e Floresta Estacional**: é uma zona de transição entre o bioma do Cerrado (savanas) e a Floresta Estacional Semidecidual. Nesta região, ocorre uma mistura de elementos florísticos dos dois biomas, com a presença de espécies típicas de cerrado (como o pequi e o baru) e de floresta estacional (IBGE, 2012). A fisionomia é variável, podendo apresentar desde um aspecto de cerrado sensu stricto até uma floresta estacional mais densa, dependendo das condições edáficas e climáticas locais (OLIVEIRA-FILHO & FONTES, 2000);
- **Ecótono de Floresta Ombrófila com Floresta Ombrófila Mista:** é uma zona de transição entre a Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica) e a Floresta Ombrófila Mista (Mata de Araucárias). Nesta região, ocorre uma mistura de espécies típicas dos dois tipos florestais (IBGE, 2012). A presença da Araucária (*Araucaria angustifolia*) é um elemento diagnóstico, mas ela geralmente ocorre de forma esparsa e com menor dominância em relação à Floresta Ombrófila Mista típica (VELOSO et al., 1991). Onde é possível averiguar no Mapa 13.

45°36'W 45°30'W 45°24'W 45°18'W

22°42'S 22°48'S 22°54'S 23°0'S

SÃO BENTO DO SAPUCAÍ
CAMPOS DO JORDÃO
GUARATINGUETÁ
SANTO ANTÔNIO DO PINHAL
POTIM
MONTEIRO LOBATO
TREMEMBÉ
APARECIDA
ROSEIRA
TAUBATÉ
LAGOINHA
SÃO LUIZ DO PARAITINGA

2 0 2 km

Mapa 13 – Fitofisionomias.

Prefeitura Municipal de Pindamonhangaba - SP

Legenda

- Municípios limítrofes
- Limite municipal de Pindamonhangaba
- Perimetro rural

Fitofisionomias

- Contato Floresta Ombrófila/Floresta Ombrófila Mista
- Contato Savana/Floresta Estacional
- Floresta Estacional Semidecidual
- Floresta Ombrófila Densa
- Floresta Ombrófila Mista

N

Plano Municipal de Saneamento Rural

Sistema de Coordenadas Geográficas
Sistema Geodésico de Referência: SIRGAS 2000
Elaborado em: Ago., 2024.

Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística
SÃO PAULO GOVERNO DO ESTADO SÃO PAULO SÃO TODOS

LÍDER ENGENHARIA & GESTÃO DE CIDADES

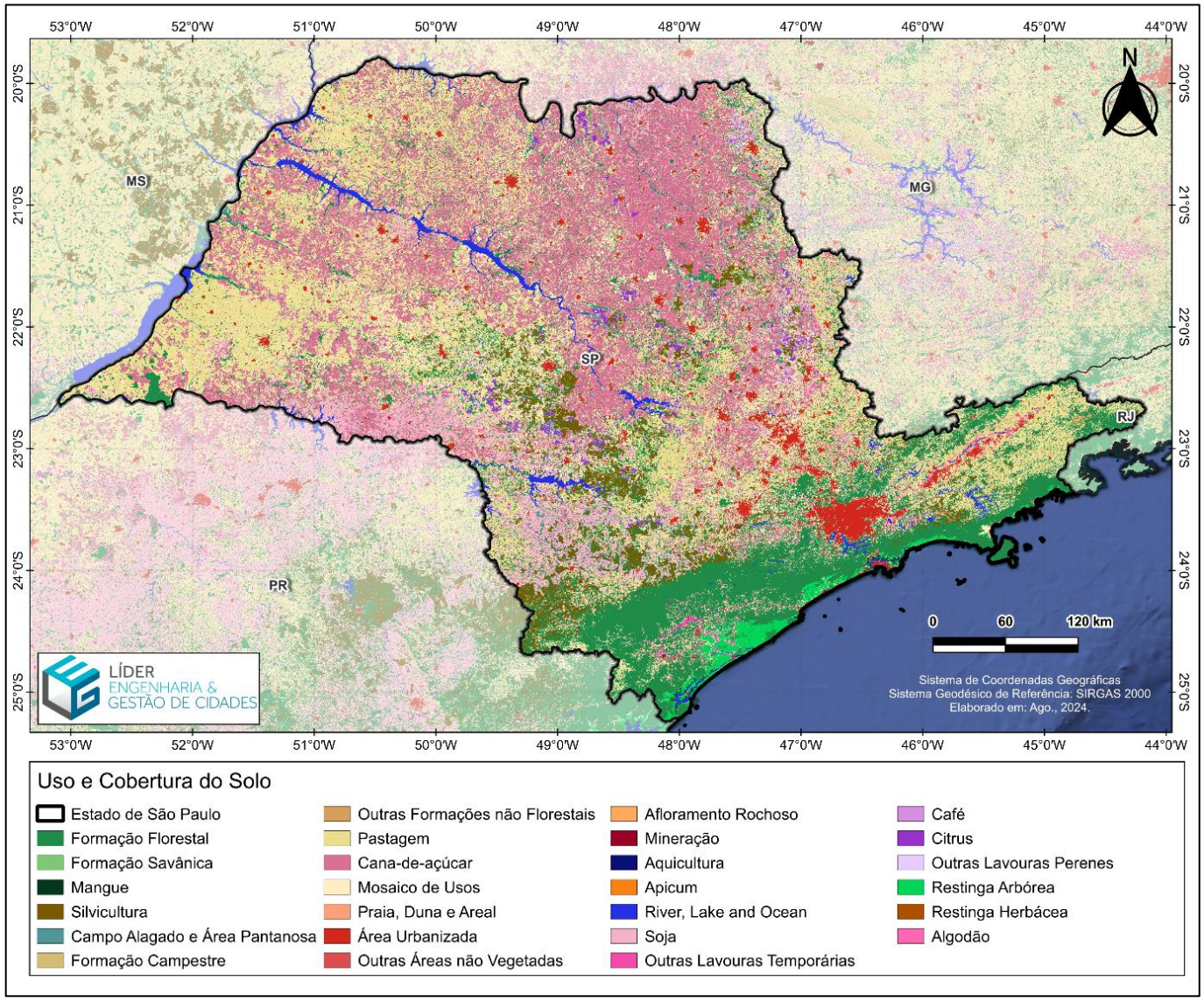
1.1.12 Uso e Cobertura do Solo

O Estado de São Paulo possui uma extensão territorial de aproximadamente 248.219,63 km^2, sendo que as atividades agrícolas ocupam cerca de 16,3% dessa área, as pastagens correspondem a 8,8%, florestas nativas cobrem 16,2%, vegetação campestre ocupa 3,2%, áreas úmidas representam 1,8%, enquanto áreas não vegetadas, de infraestrutura, mineração e mosaicos de ocupações perfazem 0,1% cada. Ainda há 53,3% da área do estado classificada como indeterminada. Ao longo das últimas décadas, observou-se uma redução na cobertura florestal nativa, que passou de 20,1% em 1985 para 16,2% em 2022, reflexo da expansão agrícola e do crescimento urbano.

No setor agrícola, o cultivo de cana-de-açúcar, soja e milho destaca-se entre as culturas que ocupam 16,3% do território. Já as pastagens ocupam 8,8%, sendo que uma parte significativa apresenta sinais de degradação, com 27,6% delas em condições de baixo ou muito baixo vigor em 2022. Quanto às florestas nativas, a maior parte encontra-se em estágios sucessionais secundários, refletindo a pressão sobre esses ecossistemas ao longo do tempo. No período entre 1985 e 2022, o desmatamento acumulado foi de cerca de 1,2 milhões de hectares, impactando principalmente áreas de vegetação nativa.

A distribuição das classes de uso e cobertura do solo no Estado de São Paulo é apresentada na Figura 9.

Figura 9 – Classes de uso e cobertura do solo no estado de São Paulo.



Fonte: MapBiomas, 2022. Elaborado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

O município de Pindamonhangaba possui uma área total de 731,90 km^2. A agropecuária ocupa aproximadamente 63,93% do território do município, sendo a principal atividade econômica e de uso do solo. As áreas de formação florestal cobrem 28,93%, concentrando-se em grande parte em zonas protegidas, como a Área de Proteção Ambiental (APA) da Serra da Mantiqueira e o Parque Natural Municipal (PNM) do Trabiju.

As áreas não vegetadas representam 5,95%, a vegetação arbustiva e herbácea ocupa 0,06% e os corpos d'água, essenciais para o abastecimento e a manutenção dos ecossistemas aquáticos, correspondem a 1,13% da área total.

Entre 1985 e 2022, o município registrou um pequeno aumento na cobertura de formações florestais, de 28,16% para 28,93%. Contudo, Pindamonhangaba também sofreu com o desmatamento acumulado, somando aproximadamente 1.889 hectares entre 1990 e 2023, com destaque para o ano de 2023, que registrou o maior desmatamento, com 281 hectares de áreas de formação florestal suprimidas.

As áreas urbanizadas incluem áreas residenciais, comerciais, industriais e de serviços. As áreas agrícolas incluem pastagens, lavouras e áreas de florestas plantadas, principalmente das culturas de soja e café e outras lavouras temporárias. As pastagens são áreas onde o gado é criado. As florestas são áreas de mata natural. As águas são rios, lagos e represas.

A agropecuária é uma atividade que pode causar degradação do solo, o que pode levar à redução da infiltração de água e aumento da erosão. Isso pode prejudicar a qualidade da água, tornando-a mais propensa à contaminação por poluentes, como agrotóxicos, esgoto e resíduos sólidos, além de gerar grandes quantidades de dejetos animais que podem contaminar o solo, a água e o ar.

A agricultura é uma atividade que também pode causar degradação do solo e poluição da água. O uso de agrotóxicos e fertilizantes pode contaminar o solo e a água, tornando-os mais propensos à contaminação por poluentes.

O turismo é uma atividade que pode gerar grandes quantidades de resíduos sólidos e esgoto, que podem contaminar o meio ambiente e os sistemas de saneamento básico.

A supressão da vegetação nativa em áreas de nascentes pode comprometer a recarga hídrica, reduzindo o fluxo de água e favorecendo a degradação de sua qualidade. Além disso, a retirada da cobertura vegetal contribui para processos de erosão,

que podem causar o assoreamento de corpos hídricos como rios e lagos, dificultando o tratamento da água e reduzindo a capacidade de armazenamento natural desses ambientes.

Os problemas e demandas dos serviços de saneamento básico relacionados às atividades mencionadas acima incluem:

- Aumento da demanda por tratamento de esgoto;
- Aumento da demanda por tratamento de água;
- Aumento da demanda por coleta de resíduos sólidos.

As atividades mencionadas acima podem aumentar a susceptibilidade à contaminação ambiental, riscos à saúde pública e econômicos, como:

- Contaminação ambiental: A contaminação da água, do solo e do ar pode causar danos à saúde humana e ao meio ambiente;
- Riscos à saúde Pública: A contaminação da água pode causar doenças diarreicas, hepatite, febre tifoide, cólera e outras doenças;
- Perdas econômicas: A contaminação da água pode causar perdas econômicas na agricultura, na indústria e no turismo.

Os mapas de uso e ocupação do solo são uma ferramenta importante para a gestão do meio ambiente e do desenvolvimento rural. Eles podem ajudar a garantir que o uso do solo seja sustentável e que os recursos naturais sejam preservados. Neste sentido, o Mapa 14 representa o uso e ocupação do solo do município de Pindamonhangaba.

45°40,8'W 45°36,0'W 45°31,2'W 45°26,4'W 45°21,6'W 45°16,8'W

22°43,2'S
22°48,0'S
22°52,8'S
22°57,6'S
23°2,4'S

São Bento do Sapucaí
Campos do Jordão
Guaratinguetá
Santo Antônio do Pinhal
Potim
Monteiro Lobato
Tremembé
Roseira
Aparecida
Taubaté
Lagoinha

3 0 3 km

Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística
SÃO PAULO GOVERNO DO ESTADO SÃO PAULO SÃO TODOS
SIGRH CRH/CBH COPENHIDRO CORHI
CBH-PS

Mapa 14 – Uso e cobertura do solo.

Prefeitura Municipal de Pindamonhangaba

LEGENDA

- Municipios Limítrofes
- Limite Municipal

Uso e ocupação do solo

- Formação Florestal
- Silvicultura
- Pastagem
- Cana
- Mosaico de usos
- Área Urbanizada
- Outras Áreas não Vegetadas
- Afloramento Rochoso
- Aquicultura
- Rio, Lago e Occeano
- Soja
- Outras Lavouras Temporárias
- Café
- Outras Lavouras Perenes

N

Plano Municipal de Saneamento Rural

Sistema de Coordenadas Cartesianas
Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM)
Datum horizontal: SIRGAS 2000, Zona 23 S
Elaborado em: Out., 2024.

LÍDER ENGENHARIA & GESTÃO DE CIDADES

1.1.13 Cemitérios

O necrochorume é um líquido escuro e fétido que se forma durante o processo de decomposição dos corpos humanos em cemitérios. Ele é composto por uma mistura de água, sangue, urina, fezes, fluidos corporais e produtos químicos usados para embalsamar os corpos. O necrochorume pode conter uma variedade de bactérias e vírus patogênicos, que podem causar doenças em humanos e animais.

Além disso, o necrochorume pode causar uma série de impactos negativos nos serviços de saneamento, incluindo a contaminação da água, a obstrução das redes de esgoto, a geração de odores desagradáveis, a atração de vetores de doenças, como mosquitos e moscas, a poluição do ar e do solo, bem como diversos danos ao meio ambiente. Algumas das doenças que podem ser causadas pelo necrochorume incluem:

- **Doenças transmitidas por água**: a água contaminada com necrochorume pode transmitir uma variedade de doenças, como hepatite A, hepatite E, cólera, febre tifoide e disenteria.
- **Doenças transmitidas por insetos**: os insetos que se alimentam do necrochorume, como mosquitos e moscas, podem transmitir doenças como dengue, febre amarela, malária e leishmaniose.
- **Doenças transmitidas por contato**: o contato direto com o necrochorume pode causar doenças como tétano, botulismo e infecção por fungos.

É importante tomar medidas para evitar o contato com o necrochorume. Essas medidas incluem, evitar andar ou se sentar em cemitérios onde o necrochorume pode estar presente, usar luvas e botas ao trabalhar em cemitérios, não comer ou beber água que pode estar contaminada com necrochorume e manter os cemitérios limpos e livres de detritos.

O município de Pindamonhangaba possui três cemitérios, ambos localizados na zona urbana do município, sendo o Cemitério Municipal localizado na Av. Voluntário Vitoriano Borges, 935 - São Benedito, o Cemitério Memorial da Paz, localizado na Rua Francisco de Oliveira Linha, 221 – Alvarenga, e o Cemitério de Moreira César, localizado na Av. Nilcéia Aparecida Borges de Freitas, S/N - Laerte Assumpção.

Para evitar os impactos negativos do necrochorume, é importante que os cemitérios sejam projetados e operados de forma adequada. As medidas mais importantes incluem:

- A construção de sistemas de drenagem eficientes para evitar o vazamento do necrochorume no solo e na água;
- A utilização de embalsamadores certificados e produtos químicos aprovados pelos órgãos reguladores;
- A realização de manutenção regular dos cemitérios para evitar o acúmulo de lixo e detritos;
- A educação da população sobre os riscos do necrochorume.

1.3 ASPECTOS SOCIAIS

Os aspectos sociais do município de Pindamonhangaba são essenciais para entender as dinâmicas populacionais e suas necessidades em relação ao saneamento rural. Este tópico aborda a densidade demográfica, que permite avaliar a distribuição da população no território, assim como o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), que reflete a qualidade de vida local. Também são analisados os indicadores de educação e saúde, componentes fundamentais para o bem-estar social e que influenciam diretamente na formulação de políticas públicas. Com essas informações, busca-se compreender o perfil social da população e os desafios a serem enfrentados na implementação de serviços de saneamento adequados para as áreas rurais.

1.1.14 Densidade Demográfica

Densidade demográfica, densidade populacional ou população relativa é a medida expressa pela relação entre a população e a superfície do território, geralmente aplicada a seres humanos e expressa em habitantes por quilômetro quadrado.

O município de Pindamonhangaba apresentou, em 2022, uma população total de 165.428 habitantes e uma densidade demográfica de 226,19 hab/km^2 de acordo com o último censo demográfico do IBGE (2022). É um município em que se observou uma tendência de crescimento populacional, demonstrado por meio dos dados do

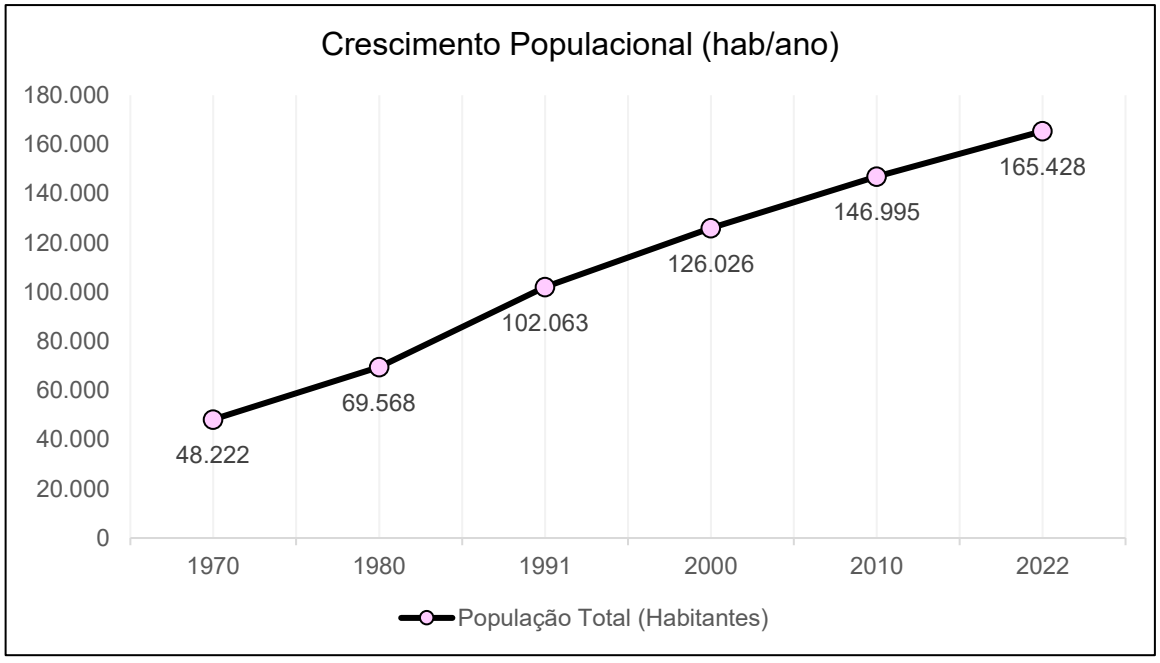
IBGE, utilizados para realizar o estudo da evolução da população total do município. Os valores na Tabela 3 e Gráfico 3 apresentam os dados de população do município, entre 1970 e 2022.

Tabela 3 – Evolução da população do Município de Pindamonhangaba - SP.

Ano	População Urbana (habitantes)	População Rural (habitantes)	População Total (habitantes)
1970	29.346	18.876	48.222
1980	62.683	6.885	69.568
1991	95.611	6.452	102.063
2000	119.078	6.948	126.026
2010	141.708	5.287	146.995
2022	-	-	165.428

Fonte: IBGE, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 3 – Crescimento populacional em Pindamonhangaba - SP entre 1970 e 2022.



Fonte: IBGE, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Quanto ao número de habitantes em áreas urbanas e rurais, ainda não foram divulgadas as informações para o município de acordo com o último censo do IBGE de 2022, porém, em 2019, o município de Pindamonhangaba - SP apresentava 40,74 km^2 de área urbanizada de acordo com o IBGE. Ainda de acordo com o IBGE, em 2021, o município apresentava cerca de 96,4% de população urbana e 3,6% população em área rural.

Esses 3,6% da população rural residiam em aglomerados rurais. Esses aglomerados rurais se concentram principalmente nos bairros de Ribeirão Grande, Cruz Grande e Bonsucesso, ao norte do município, e no bairro Goiabal, ao sul. O IBGE define "Aglomerado Rural" como uma localidade situada em área que não é legalmente urbana, caracterizada por edificações permanentes e adjacentes, com arruamentos reconhecíveis ao longo de uma via de comunicação.

Em relação à ocupação do solo no município, o IBGE (2020) identificou um aglomerado subnormal em Pindamonhangaba, denominado Araretama, localizado à margem esquerda da rodovia Francisco Alves Monteiro, com cerca de 30 domicílios irregulares. Os aglomerados subnormais, segundo o IBGE, são formados por um mínimo de 30 unidades habitacionais, geralmente em situação de carência de serviços públicos essenciais, situadas em terrenos de propriedade alheia, seja pública ou privada, e dispostas de forma desordenada e densa.

Além da ausência de serviços públicos básicos, como saneamento, a irregularidade fundiária é uma característica marcante desses aglomerados, agravada pela ocupação de áreas ambientalmente protegidas, como margens de rios, encostas e topos de morros. Essa condição dificulta ou até impede que os serviços de saneamento básico sejam adequadamente ofertados a essas populações.

1.1.15 Distribuição Etária por gênero

A estrutura etária da população, resultado da combinação de fecundidade, mortalidade e migração, gera diferentes demandas por serviços públicos para atender às necessidades básicas da população. A estrutura etária da população em Pindamonhangaba, nos anos de 2000 e 2010 é apresentada na Tabela 4.

.

Tabela 4 – Estrutura etária de Pindamonhangaba - SP (2000 e 2010).

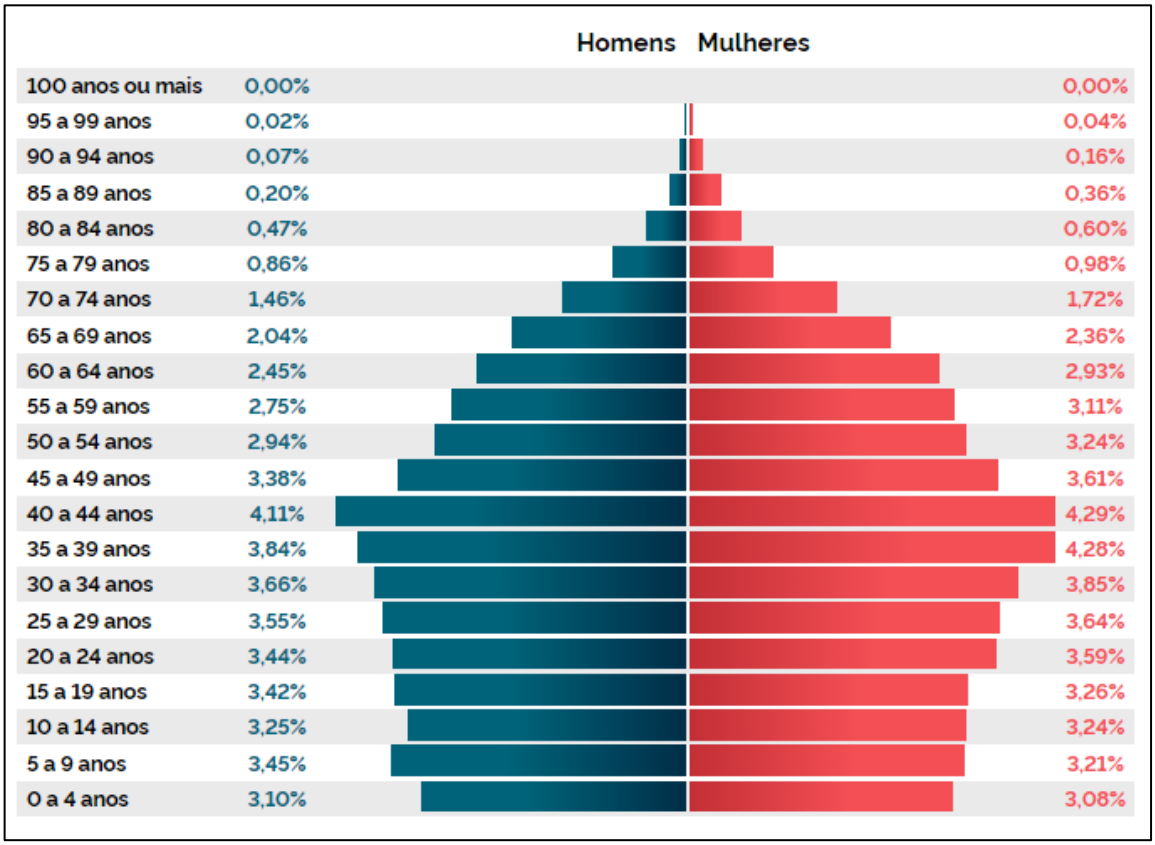
Estrutura Etária	População (2000)	% do total (2000)	População (2010)	% do total (2010)
Menor de 15 anos	35,982	28,55	33,887	23,05
15 a 64 anos	83,790	66,49	103,471	70,39
65 anos ou mais	6,254	4,96	9,637	6,56
Razão de dependência	50,40	-	42,06	-
Taxa de envelhecimento	4,96	-	6,55	-

Fonte: Censo Demográfico (2000; 2010). Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024

Em 2022, de acordo com o IBGE, a população de Pindamonhangaba - SP, apresenta uma idade mediana de 36 anos, um índice de envelhecimento de 86,40.

Vale pontuar que a conformação etária constitui resultados dos efeitos combinados entre fecundidade, mortalidade e migração, gerando pressões de demanda diferenciadas sobre os serviços públicos de atendimento às necessidades básicas da população. O Gráfico 4 mostra a pirâmide etária para Pindamonhangaba de acordo com o último levantamento do IBGE de 2022.

Gráfico 4 – Pirâmide Etária 2022 – Pindamonhangaba - SP.



Fonte: Censo IBGE 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

1.1.16 Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)

O cálculo do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) visa avaliar a qualidade do desenvolvimento humano com base em três indicadores: longevidade, renda e educação. O Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) estabelece que o valor desse índice varia de 0 a 1, sendo que quanto mais próximo de 1, melhor é a qualidade do desenvolvimento, e quanto mais próximo de 0, pior é o desenvolvimento.

A Tabela 5 apresenta a série histórica do IDH para o estado de São Paulo e os municípios de São Paulo, sua capital, e Pindamonhangaba, com base no censo de 2010. O município de São Paulo é incluído na tabela por ser a capital do estado, servindo como referência para comparação com Pindamonhangaba.

Observa-se um significativo avanço na qualidade, com o IDHM do município aumentando de 0,549 para 0,773, estando bem próximo ao IDH do estado, 0,783, em 2010. A evolução do IDHM de Pindamonhangaba - SP durante os censos realizados pelo IBGE nos anos de 1991, 2000 e 2010 para cada indicador, demonstrou um aumento de 11,38% no IDH do Município de Pindamonhangaba, em comparação com 2000 e 2010. Enquanto o IDH do estado de São Paulo passou de 0,702 para 0,783 em dez anos, indicando uma evolução do índice em 11,54%, ficando bem próximo do índice da capital paulista.

Tabela 5 – Série histórica do Índice de Desenvolvimento Humano – IDH.

Ano	IDH São Paulo (Estado)	IDHM São Paulo (Município)	IDHM Pindamonhangaba
1991	0,578	0,626	0,549
2000	0,702	0,733	0,694
2010	0,783	0,805	0,773

Fonte: IBGE, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Na Tabela 6 é apresentada a evolução do IDH do município de Pindamonhangaba durante os censos realizados pelo IBGE de 2000 e 2010, destacando o avanço na renda, educação e longevidade no município.

Tabela 6 – Evolução do Índice de Desenvolvimento Humano – IDH por indicador.

IDHM Pindamonhangaba	1991	2000	2010
IDHM Renda	0,669	0,710	0,745
IDHM Educação	0,350	0,583	0,736
IDHM Longevidade	0,708	0,809	0,843

Fonte: IBGE, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Ao considerar as dimensões que compõe o IDH do município de Pindamonhangaba, também entre 2000 e 2010, verifica-se que o IDH Longevidade apresentou um aumento de 4,20 %, enquanto o IDH Educação apresentou um aumento de 26,20% e o IDH renda apresentou um aumento de 4,93%.

1.1.17 Longevidade e Mortalidade

A esperança de vida ao nascer é o indicador utilizado para compor a dimensão Longevidade do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) e está em consonância com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 3 – Saúde e Bem-estar.

De acordo com Atlas Brasil no município de Pindamonhangaba - SP, esse indicador era de 73,52 anos em 2000, elevando-se para 75,58 anos em 2010. No estado de São Paulo, a esperança de vida ao nascer era de 72,16 anos em 2000 e aumentou para 75,69 anos em 2010.

A taxa de mortalidade infantil, definida como o número de óbitos de crianças com menos de um ano de idade para cada mil nascidos vivos, reduziu-se de 17 por mil nascidos vivos em 2000 para 12,90 por mil nascidos vivos em 2010 no município de Pindamonhangaba (IBGE, 2010). No estado de São Paulo, essa taxa diminuiu de 19,35 para 13,86 óbitos por mil nascidos vivos no mesmo período (IBGE, 2010). De acordo com a Fundação SEADE, em 2019 a taxa de mortalidade infantil no município reduziu para 9,40, quando no estado caiu para 10,93.

A Tabela 7 apresenta a esperança de vida ao nascer e a taxa de mortalidade infantil, para os anos de 2000 e 2010, segundo o IBGE, bem como a taxa de mortalidade infantil para o ano de 2019 de acordo com a Fundação SEADE.

Tabela 7 – Longevidade e mortalidade - Pindamonhangaba – 2000, 2010 e 2019.

		2000 (IBGE)	2010 (IBGE)	2019 (SEADE)
Mortalidade Infantil	Pindamonhangaba	17,00	12,90	9,40
	São Paulo (Estado)	19,35	13,86	10,93
Esperança de vida ao nascer	Pindamonhangaba (anos)	73,52	75,58	-
	São Paulo (anos)	72,16	75,69	-

Fonte: SEADE, 2019; IBGE, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024

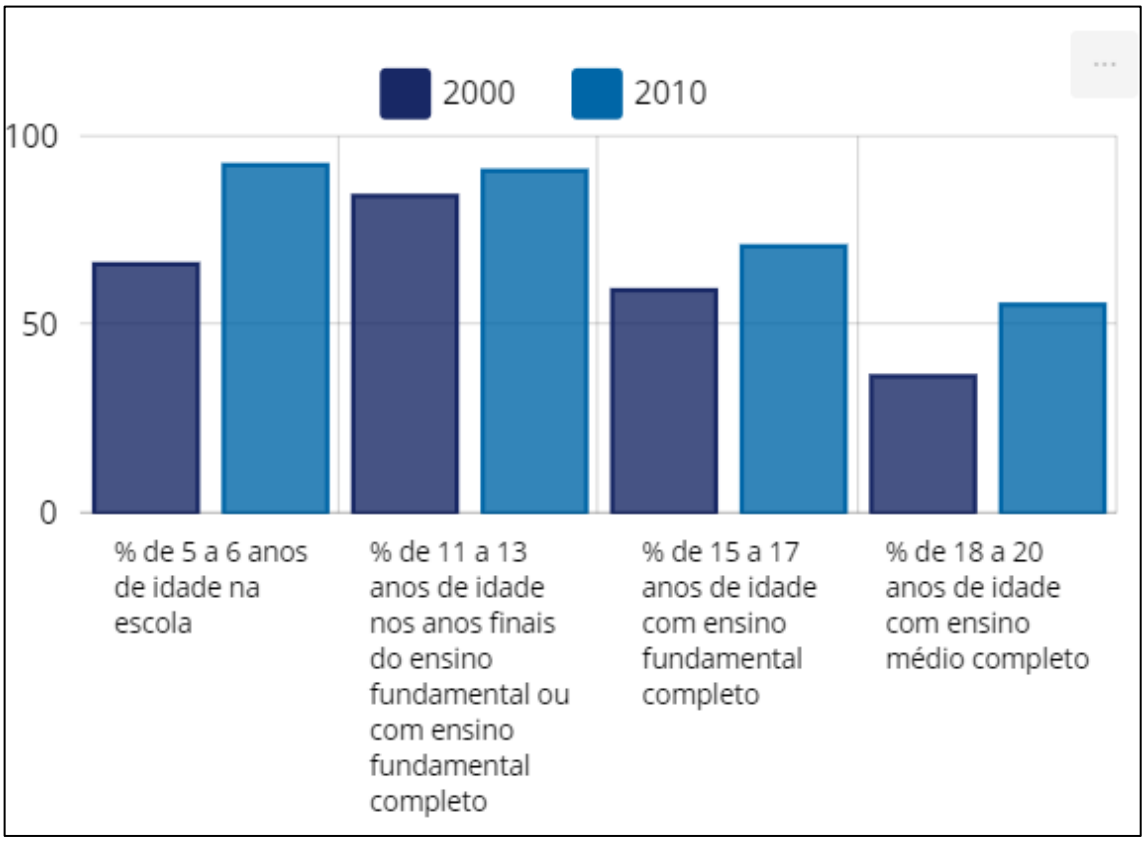
Com a taxa observada em 2019 e evidenciada na Tabela 7, o município cumpre com a meta 3.2 dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS das Nações Unidas, segundo a qual a mortalidade infantil no país deve estar abaixo de 12 óbitos por mil nascidos vivos até 2030.

1.1.18 Educação

De Censo Demográfico de 2000 e 2010 relativos ao município de Pindamonhangaba, observa-se que a proporção de crianças de 5 a 6 anos frequentando a escola era de 92,61% em 2010. No mesmo ano, a proporção de crianças de 11 a 13 anos matriculadas nos anos finais do ensino fundamental era de 91,09%.

Além disso, a parcela de jovens entre 15 e 17 anos que concluíram o ensino fundamental representava 71,03%, enquanto a proporção de jovens de 18 a 20 anos com ensino médio completo era de 55,54%, como apresentado no Gráfico 5.

Gráfico 5 – Fluxo escolar por faixa etária – Pindamonhangaba - SP - 2000 e 2010.



Fonte: Atlas Brasil, 2017. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Em comparação ao Brasil, o município de Pindamonhangaba, apresenta uma porcentagem maior em todas as categorias, e fica bem próximo das porcentagens de São Paulo, como é possível verificar na Tabela 8.

Tabela 8 – Fluxo escolar por faixa etária no município – Pindamonhangaba - SP - e na UF – São Paulo – 2010.

Idade escolar	Pindamonhangaba (%)	São Paulo (%)	Brasil (%)
5 a 6 anos	92,61	94,49	91,12
11 a 13 anos	91,09	84,86	84,86
15 a 17 anos	71,03	71,21	57,24
18 a 20 anos	55,54	52,33	41,01

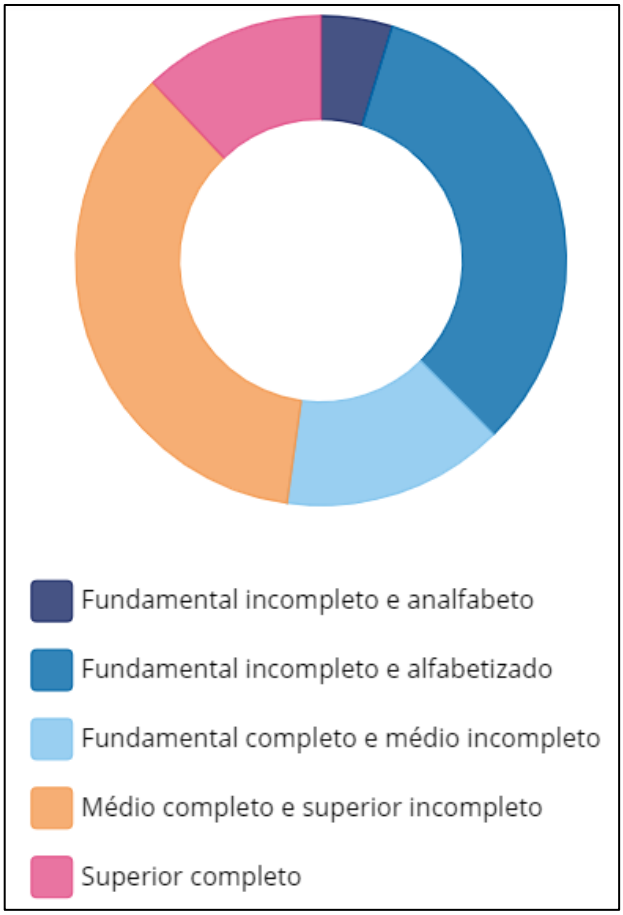
Fonte: Atlas Brasil, 2017. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Outro indicador que compõe o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) na dimensão Educação é o percentual da população adulta, com 18 anos ou

mais, que possui o ensino fundamental completo. Este indicador reflete as defasagens educacionais das gerações mais antigas, caracterizadas por uma menor escolaridade.

Entre 2000 e 2010, esse percentual no município de Pindamonhangaba aumentou de 52,21% para 66,32%, considerando a população de 25 anos ou mais no município, 4,69% eram analfabetos, 62,44% tinham o ensino fundamental completo, 47,77% possuíam o ensino médio completo e 12,03% possuíam o ensino superior completo, dados de 2010.

Gráfico 6 – Escolaridade da população de 25 anos ou mais de idade – Pindamonhangaba – SP – 2010.



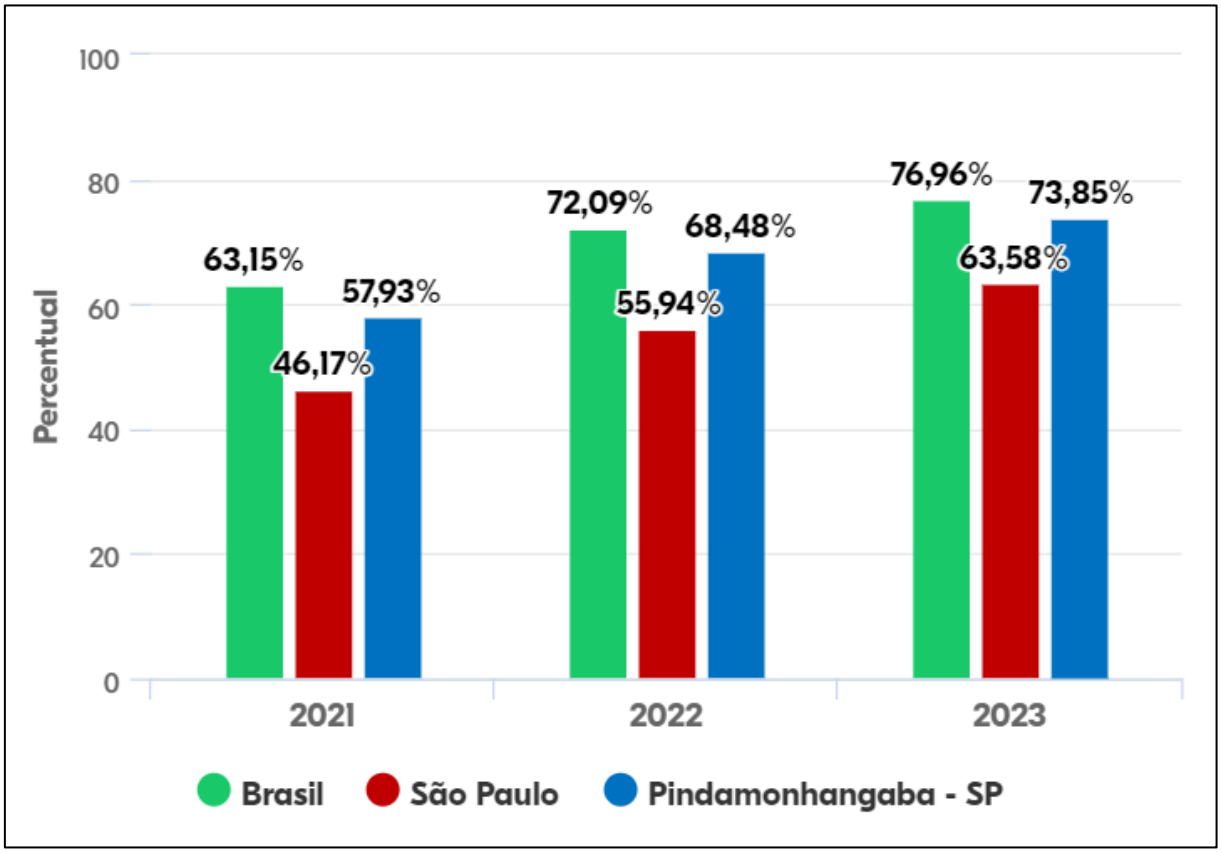
Fonte: Atlas Brasil, 2017. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

1.1.19 Saúde

A Cobertura da atenção primária à saúde é um indicador importante, no sentido de que as prefeituras podem colaborar em várias políticas públicas ao mesmo tempo: alerta para risco de violência contra crianças, incentivo à matrícula na creche e aleitamento materno, cuidados contra obesidade etc.

O Gráfico 7 mostra a evolução da população cadastrada pelas equipes de atenção primária e de saúde da família nos anos de 2021 a 2023 em comparativo entre Pindamonhangaba, São Paulo e o Brasil.

Gráfico 7 – Cobertura da atenção primária à saúde.

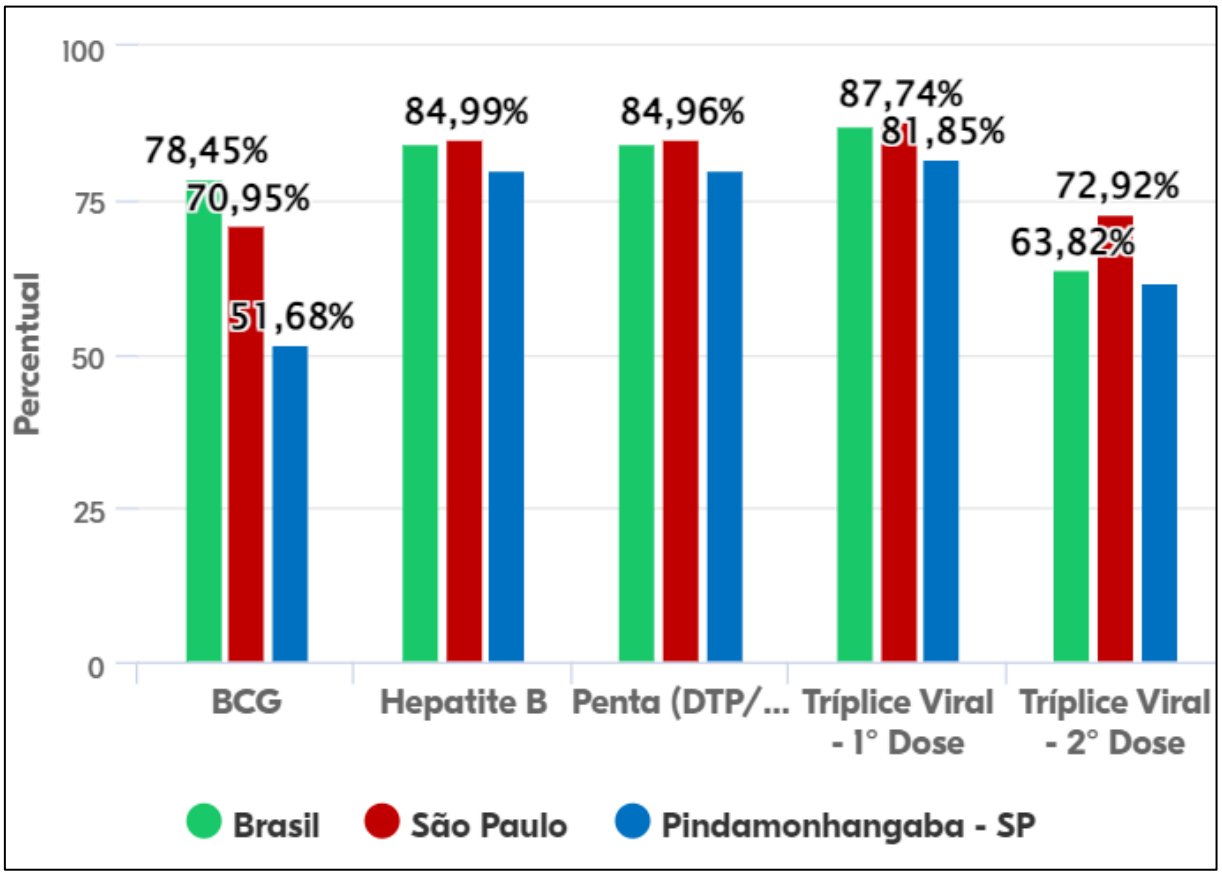


Fonte: Ministério da Saúde e-Gestor (2021 - 2023). Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A vacinação também é essencial para a manutenção da saúde do ser humano, desde o nascimento. Uma conquista científica que passou a ser fundamental para o avanço na prevenção, controle, eliminação e erradicação das doenças preveníveis.

Apresentamos o indicador de cobertura vacinal e o número de crianças vacinadas para 5 das vacinas infantis do calendário nacional de vacinação, onde o município de Pindamonhangaba também apresenta a maior porcentagem em todas as vacinas em comparação com São Paulo e Brasil, como é possível observar no Gráfico 8.

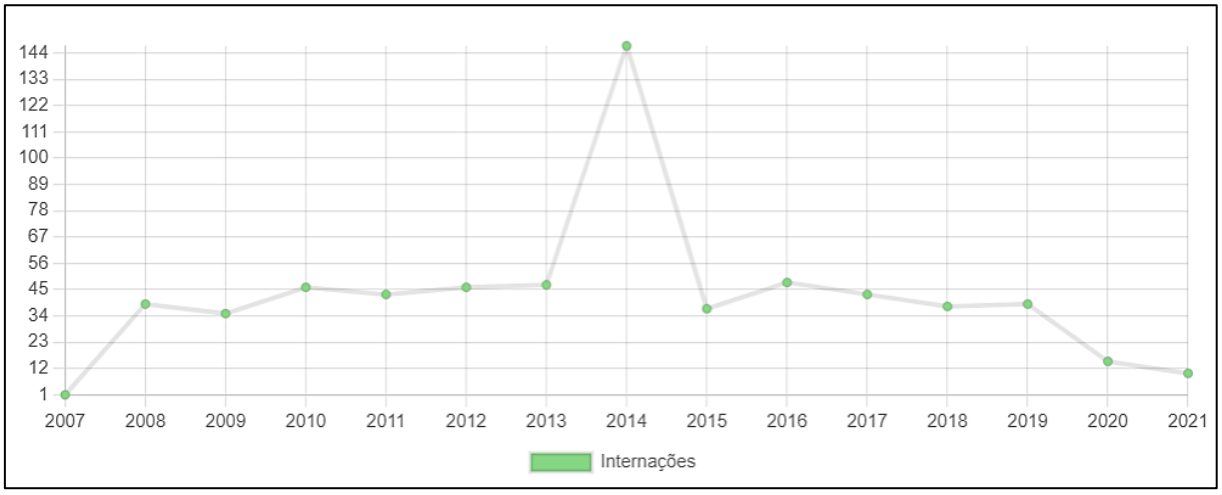
Gráfico 8 – Cobertura vacinal infantil.



Fonte: Ministério da Saúde - Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente (SVSA) (2023). Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A gestão de saneamento básico e tratamento de resíduos sólidos no município de Pindamonhangaba, é de extrema importância para qualidade de vida e bem-estar da população, onde quando bem estruturados podem evitar internações relacionadas a doenças devido ao saneamento inadequado, apresentado no Gráfico 9.

Gráfico 9 – Internações hospitalares causadas por doenças relacionadas ao saneamento inadequado.



Fonte: Internações Hospitalares – SIH/DATASUS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

O município de Pindamonhangaba possui em sua zona rural 3 unidades de saúde distribuídas pelo seu território, sendo uma localizada na Macrozona Rural, uma localizada na Zona de Ocupação Restrita e uma localizada na Zona de Ocupação Controlada, e 28 unidades na zona urbana, totalizando 31 unidades. Os bairros rurais que possuem unidades de saúde são: Bom Sucesso, Cruz Grande e Ribeirão Grande.

Nesse sentido, o Mapa 15 abaixo expõe sobre a localização das respectivas unidades de saúde da zona rural do município.

Mapa 15 – Unidades de Saúde de Pindamonhangaba/SP.

Prefeitura Municipal de Pindamonhangaba

LEGENDA

- Unidades de Saúde
- Zona de Ocupação Restrita (ZOR)
- Zona de Ocupação Controlada (ZOC)
- Macrozona rural (MZR)
- Limite Municipal

N

Plano Municipal de Saneamento Rural

Sistema de Coordenadas Cartesianas
Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM)
Datum horizontal: SIRGAS 2000, Zona 23 S
Elaborado em: Out., 2024.

LÍDER ENGENHARIA & GESTÃO DE CIDADES

Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística
SÃO PAULO GOVERNO DO ESTADO SÃO PAULO SÃO TODOS

3 0 3 km

430000.000 440000.000 450000.000 460000.000 470000.000

7488000.000
7476000.000
7464000.000
7452000.000

São Bento do Sapucaí
Campos do Jordão
Guaratinguetá
Santo Antônio do Pinhal
Potim
Monteiro Lobato
Tremembé
Roseira
Aparecida
Taubaté
Lagoinha

1.4 ASPECTOS ECONÔMICOS

Neste capítulo, serão analisados os principais indicadores econômicos do Município de Pindamonhangaba, que caracterizam a dinâmica econômica local e influenciam as oportunidades de desenvolvimento e crescimento da região. Esses aspectos incluem, mas não se limitam a renda per capita, setores produtivos predominantes, índices de desenvolvimento econômico.

Eles são fundamentais para entender como a economia do município se comporta, como as empresas operam e como os indivíduos e grupos se beneficiam das atividades econômicas

1.1.20 Economia

Pindamonhangaba, município situado no Vale do Paraíba, estado de São Paulo, apresenta uma economia em constante evolução, marcada por sua diversificação e crescimento significativo nos últimos anos. Com uma população de aproximadamente 165.428 habitantes, a cidade se destaca como um importante polo industrial e comercial da região.

Historicamente, a economia de Pindamonhangaba teve suas raízes na agricultura, especialmente no cultivo de café e cana-de-açúcar. No entanto, a partir da década de 1950, com a construção da Rodovia Presidente Dutra e a implementação de políticas de incentivo à industrialização, o município começou a se transformar em um centro industrial. Esse processo foi acelerado pela instalação de diversas indústrias, principalmente no setor metalúrgico, que hoje é um dos principais motores da economia local (PINDAMONHANGABA, 2024).

Em termos de desempenho econômico, Pindamonhangaba apresentou um PIB de R$ 9,03 bilhões em 2020, com uma composição setorial que reflete a diversificação da economia: 32,8% do PIB proveniente da indústria, 40% do setor de serviços e apenas 0,3% da agropecuária (IBGE, 2022). O PIB per capita do município é de R$ 79.951,7, um valor que demonstra um nível de desenvolvimento econômico superior à média regional (IBGE, 2022).

Um dos destaques da economia de Pindamonhangaba é seu desempenho nas exportações. Em 2022, o município alcançou um volume de exportações de US$ 1,73

bilhão, posicionando-se como o 10º maior exportador do estado de São Paulo e o 38º no ranking nacional. Esse crescimento de 300% em relação a 2017 é atribuído à diversificação dos produtos exportados, que incluem alumínio, petróleo e produtos metalúrgicos (PINDAMONHANGABA, 2024; G1, 2023).

A geração de empregos também é um aspecto relevante da economia local. Em 2022, a cidade registrou um saldo positivo de empregos, refletindo um ambiente econômico favorável. O setor industrial é responsável por uma parte significativa da ocupação, com destaque para a metalurgia e a produção de alumínio (IBGE, 2022).

Além disso, a administração municipal tem implementado iniciativas para promover o desenvolvimento econômico, como a digitalização de processos e a atração de novos investimentos. O programa "Investe Pinda" é um exemplo de esforço para facilitar a instalação de novas empresas e a expansão das já existentes, contribuindo para o fortalecimento da economia local (PINDAMONHANGABA, 2024).

Em resumo, a economia de Pindamonhangaba é caracterizada pela sua diversificação e crescimento contínuo, com um forte desempenho no setor industrial e nas exportações. A cidade se posiciona como um importante polo econômico no Vale do Paraíba, atraindo investimentos e gerando oportunidades de emprego.

1.1.21 Produto Interno Bruto (PIB)

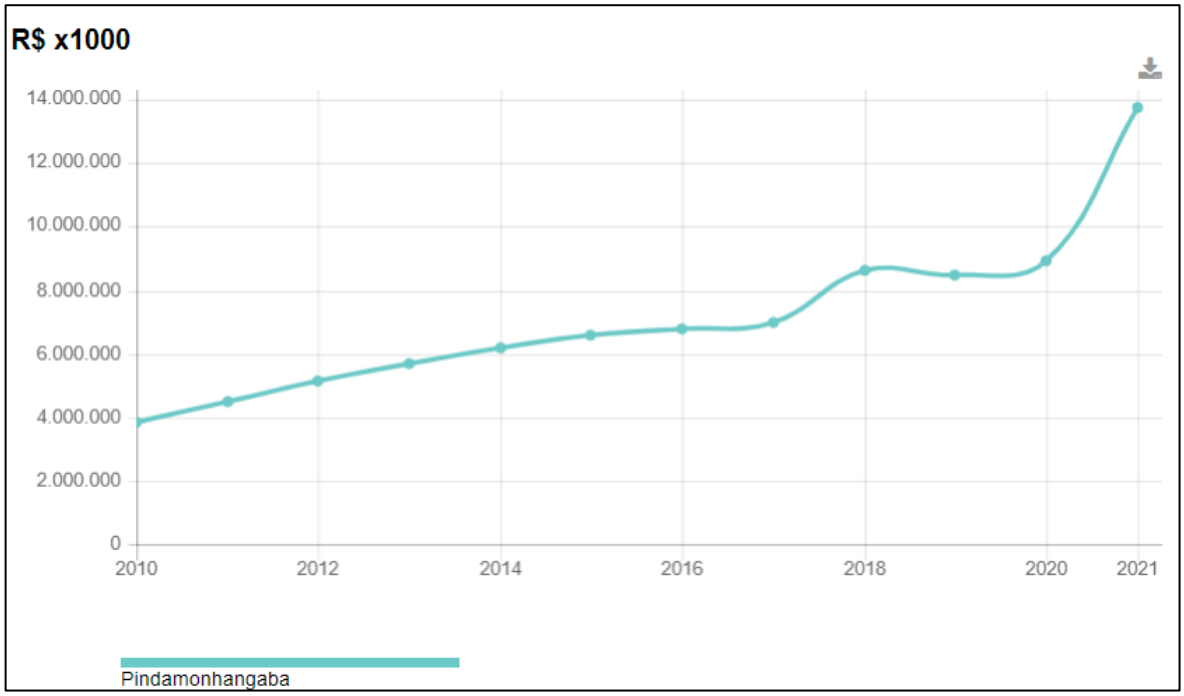
O Produto Interno Bruto (PIB) é a soma em valores monetários de todos os bens e serviços finais produzidos em uma determinada região durante um período específico. Amplamente utilizado na macroeconomia, o PIB é um indicador fundamental para mensurar a atividade econômica de uma região.

No entanto ele é apenas um indicador síntese, pois embora forneça uma visão geral da economia de um país, estado ou cidade, o PIB não reflete aspectos importantes como distribuição de renda, qualidade de vida, educação e saúde. É possível que um país com um PIB relativamente baixo tenha um alto padrão de vida, enquanto outro com um PIB elevado apresente um padrão de vida mais modesto.

Segundo dados do IBGE de 2021, o PIB *per capita* de Pindamonhangaba era de R$ 79.951,70, enquanto na capital São Paulo esse valor era de R$ 66.872,84, fornecendo uma base de comparação entre os dois locais. O Gráfico 10 ilustra a evolução do PIB de Pindamonhangaba ao longo dos anos de 2011 a 2021, e o Gráfico 11

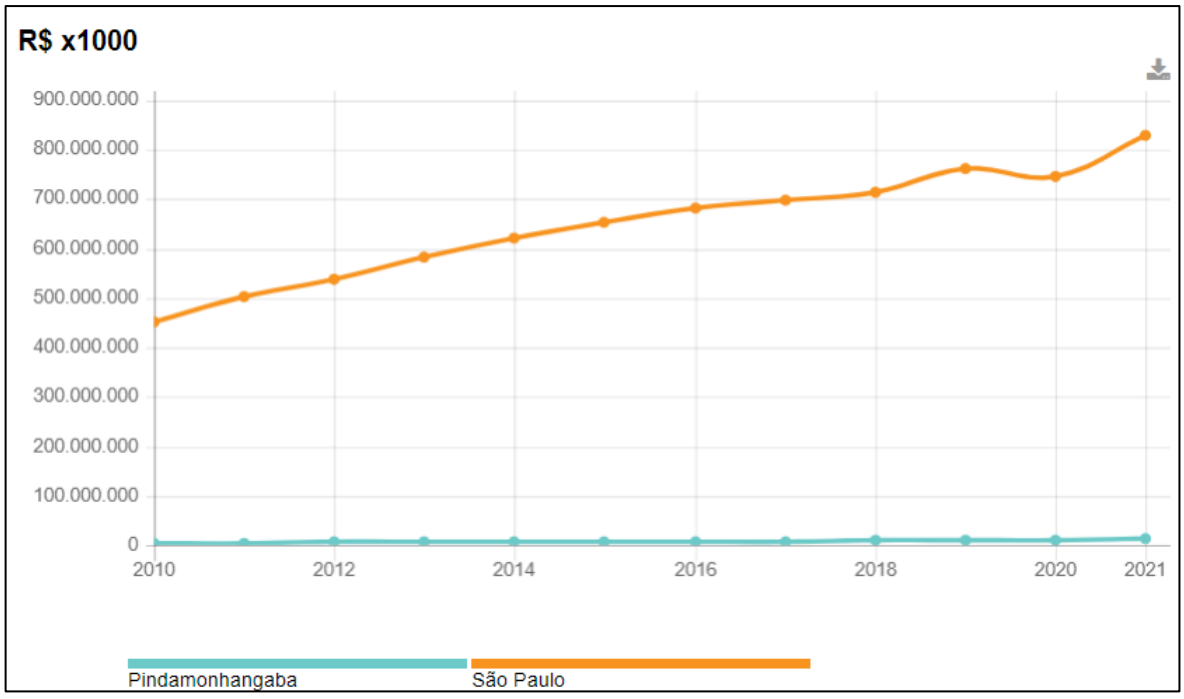
oferecendo uma representação visual da dinâmica econômica do município em comparativo com São Paulo.

Gráfico 10 – Produto Interno Bruto (PIB) per capita de Pindamonhangaba - SP.



Fonte: IBGE, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 11 – Produto Interno Bruto (PIB) per capita de Pindamonhangaba e São Paulo.



Fonte: IBGE, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Na classificação estadual, Pindamonhangaba encontrava-se na 50ª posição do *ranking* em 2021. A receita do PIB gerado em Pindamonhangaba tem origem principalmente no setor da indústria (cerca de 55,4%), seguido pelo setor de serviços (37,4%), administração pública (6,8%) e da agropecuária (0,4%) (Caravela, 2024).

1.1.22 Renda

Analisando as informações do Atlas do Desenvolvimento Humano, os dados de renda *per capita* mensal nos anos 2000 e 2010 indicam um aumento na renda do município, em cerca de 24,61%. Em 2000, a renda per capita mensal era de R$ 662,88, aumentando para R$ 826,02 em 2010 (para convertê-los para preços de fevereiro de 2020, multiplicar por 1,71765 - variação do IPCA).

O Atlas classifica a população mais vulnerável dos municípios em extremamente pobres, pobres e vulneráveis à pobreza, com base na renda domiciliar *per capita* mensal (valores em 01 de agosto de 2010). A Tabela 9 apresenta as proporções para cada classe em Pindamonhangaba - SP.

Tabela 9 – Classificação pela renda domiciliar *per capita* no município.

Categoria	Extremamente pobre	Pobre	Vulneráveis a pobreza
Renda *per capita*	< R$ 70,00	< R$ 140,00	< R$ 255,00
Proporção em 2000	5,35%	15,73%	35,35%
Proporção em 2010	1,32%	6,79%	20,90%

Fonte: Atlas Brasil (2000; 2010). Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Analisando os dados do Cadastro Único (CadÚnico) do Governo Federal, a proporção de pessoas extremamente pobres (com renda familiar per capita mensal inferior a R$ 70,00), inscritas no CadÚnico e beneficiárias do Bolsa Família, aumentou de 18,10% em 2014 para 22,91% em 2017. A proporção de pessoas pobres (com renda familiar per capita mensal inferior a R$ 140,00), também inscritas no cadastro e beneficiárias do Bolsa Família, aumentou de 46,82% em 2014 para 58,96% em 2017. Por fim, a proporção de pessoas vulneráveis à pobreza (com renda familiar per capita mensal inferior a R$ 255,00), inscritas no cadastro e beneficiárias do Bolsa Família, aumentou de 55,45% em 2014 para 78,63% em 2017.

No que se refere ao índice de desigualdade, o índice de Gini é uma das métricas de disparidade de renda presentes no Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. Seu valor varia de 0 a 1, em que um valor mais alto indica uma maior desigualdade de renda. No caso de Pindamonhangaba, o índice Gini passou de 0,56 em 2000 para 0,52 em 2010, evidenciando uma diminuição na desigualdade de renda ao longo desse período.

1.1.23 Vulnerabilidade Social

O Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) é um indicador que oferece uma análise detalhada das condições de vida de todas as camadas socioeconômicas do país, identificando aquelas que estão em situação de vulnerabilidade e risco social. A Vulnerabilidade Social refere-se à susceptibilidade à pobreza e é calculada utilizando variáveis relacionadas à renda, educação, emprego e habitação de indivíduos e famílias em situação vulnerável.

No contexto de Pindamonhangaba, os resultados dessas quatro dimensões de indicadores podem ser visualizados na Tabela 10.

Tabela 10 – Vulnerabilidade social em Pindamonhangaba - SP.

	Indicadores	Ano	
		2000	2010
Crianças e Jovens	% de crianças de 0 a 5 anos de idade que não frequentam a escola	85.88	61.00
	% de 15 a 24 anos de idade que não estudam nem trabalham em domicílios vulneráveis à pobreza	13.22	8.87
	% de crianças com até 14 anos de idade extremamente pobres	9.46	2.68
Adultos	% de pessoas de 18 anos ou mais sem ensino fundamental completo e em ocupação informal	38.14	26.27
	% de mães chefes de família, sem fundamental completo e com pelo menos um filho menor de 15 anos de idade	10.02	12.10
	% de pessoas em domicílios vulneráveis à pobreza e dependentes de idosos	2.06	1.14
	% de pessoas em domicílios vulneráveis à pobreza e que gastam mais de uma hora até o trabalho	-	0.52
Condição de Moradia	% da população que vivem em domicílios com banheiro e água encanada	96.90	95.92

Fonte: Atlas Brasil (2000; 2010). Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A situação da vulnerabilidade social no município pode ser analisada pela dinâmica de alguns indicadores:

- Entre 2000 e 2010, ocorreu uma redução no percentual de crianças extremamente pobres, que passou de 9,46% para 2,68%.
- Houve um aumento representativa de mães chefes de família com ensino fundamental incompleto e com filhos menores de 15 anos, de 10,02% para 12,10%.
- Redução no percentual de indivíduos entre 15 e 24 anos que não estudam nem trabalham e que estão vulneráveis à pobreza, reduzindo de 13,22% para 8,87%.
- Diminuição no percentual da população em residências com acesso a banheiro e água encanada no município. Em 2000, o percentual era de 96,90% e, em 2010, o indicador registrou 95,92%.

1.1.24 Atividades Econômicas

Conforme os indicadores municipais referentes ao Censo Agropecuário de 2017, o município possuía 301 estabelecimentos agropecuários, abrangendo uma extensão total de 38.397 hectares. A Tabela 11 e a Tabela 12 apresentam dados de produção agrícola, com as principais culturas cultivadas em lavoura permanente e temporária no ano de 2017.

Tabela 11 – Principais culturas agrícolas produzidas – Lavoura permanente.

Principais Culturas	Nº de Estabelecimentos Agropecuários	Quantidade Produzida (t)	Área Colhida (ha)	Valor de Produção (x 1000) R$
Banana	9	70	16	118,540
Café grão verde	2	-	-	-
Goiaba	1	-	-	-
Laranja	1	-	-	-
Maracujá	5	60	6	121,000
Pêssego	2	-	-	-
Tangerina, Bergamota, Mexerica	1	-	-	-
Usa de Mesa	2	-	-	-

Fonte: Censo Agro, 2017. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Tabela 12 – Principais culturas agrícolas produzidas – Lavoura temporária.

Principais Culturas	Nº de Estabelecimentos Agropecuários	Quantidade Produzida (t)	Área Colhida (ha)	Valor de Produção (x 1000) R$
Abóbora, Moranga, Jerimum	5	10	1	13,262
Alho	1	-	-	-
Arroz com casca	9	4.560	738	3.529,253
Batata-inglesa	1	-	-	-
Cana-de-açúcar	2	-	-	-
Cana-de-açúcar-forrageira	527	2.305	63	174,838
Cebola	1	-	-	-
Ervilha grão	1	-	-	-
Feijão Cor	4	2	8	6.417
Mandioca (Aipim, Macaxeira)	11	26	4	399,815
Milho grão	15	4.242	525	2.057,990
Milho forrageiro	46	39.362	824	3.043,635
Soja grão	1	-	-	-
Sorgo forrageiro	6	3.520	125	218,693
Tomate rasteiro	1	-	-	-

Fonte: Censo Agro, 2017. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Os dados de produção pecuarista, outra atividade econômica bem difundida no território municipal, são apresentados na Tabela 13, e os principais produtos da pecuária na Tabela 14.

Tabela 13 – Produção pecuarista.

Principais Rebanhos	Nº de Estabelecimentos Agropecuários	Quantidade Produzida (cabeças)
Asininos	4	58
Bovinos	240	35.413
Bubalinos	2	-
Caprinos	8	378
Codornas	1	-
Equinos	126	1.127
Galináceos (Galinhas, Galos, Frangas, Frangos e Pintos	17	217
Muares	27	66
Ovinos	5	733
Suínos	17	733

Fonte: Censo Agro, 2017. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Tabela 14 – Principais produtos da pecuária.

Principais Produtos da Pecuária	Quantidade Produzida (x 1000) litros/dúzias	Valor da Produção (x 1000) R$
Leite	18.903	24.191,740
Ovos	2.885	9.584,717

Fonte: Censo Agro, 2017. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Os dados referentes a Extração Vegetal e Silvicultura, estão representados na Tabela 15 .

Tabela 15 – Silvicultura.

Silvicultura	Área	Valor de Produção
Eucalipto	1.833 ha	-
Eucalipto em tora para Papel e Celulose	75.000 m²	5.296,00 x 1000 R$

Fonte: IBGE, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

1.1.25 Projeção populacional da zona rural

As metas para o acesso e a promoção da saúde pública previstas no Plano Municipal de Saneamento Rural têm horizonte de planejamento de 20 anos. Para alcançá-las, é necessário conhecer a população do município no final desse período.

Diversos métodos podem ser utilizados para estimar o crescimento populacional. Neste estudo, foram utilizados os métodos do Crescimento, Aritmético, Previsão e Geométrico. Para isso, foram utilizados os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) dos anos de 1970 até 2010.

Com base nos dados do IBGE, foi realizado o estudo da evolução da população total do município por meio dos métodos citados. A tabela a seguir apresenta os dados de população rural do município, dos anos de 1970 até 2010.

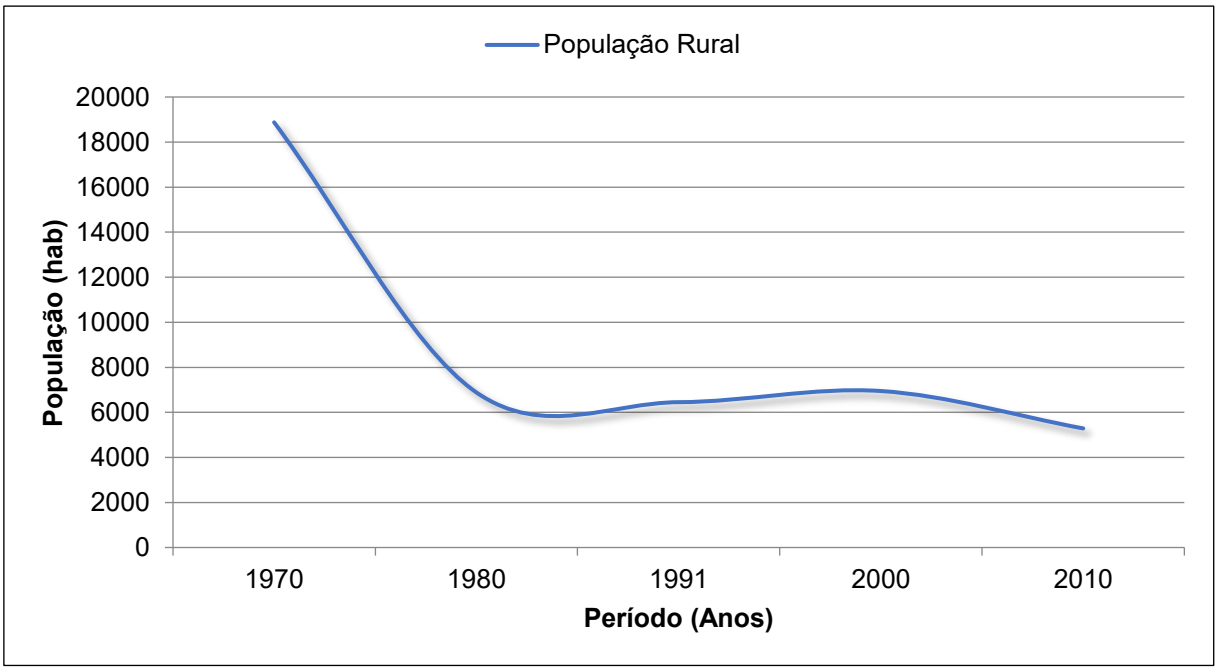
Tabela 16 – População rural do Município de Pindamonhangaba.

Ano	1970	1980	1991	2000	2010
População	18.876	6.885	6.452	6.948	5.287

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

O Gráfico 12 apresenta a distribuição da população do município entre os anos de 1970 e 2010, conforme dados disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

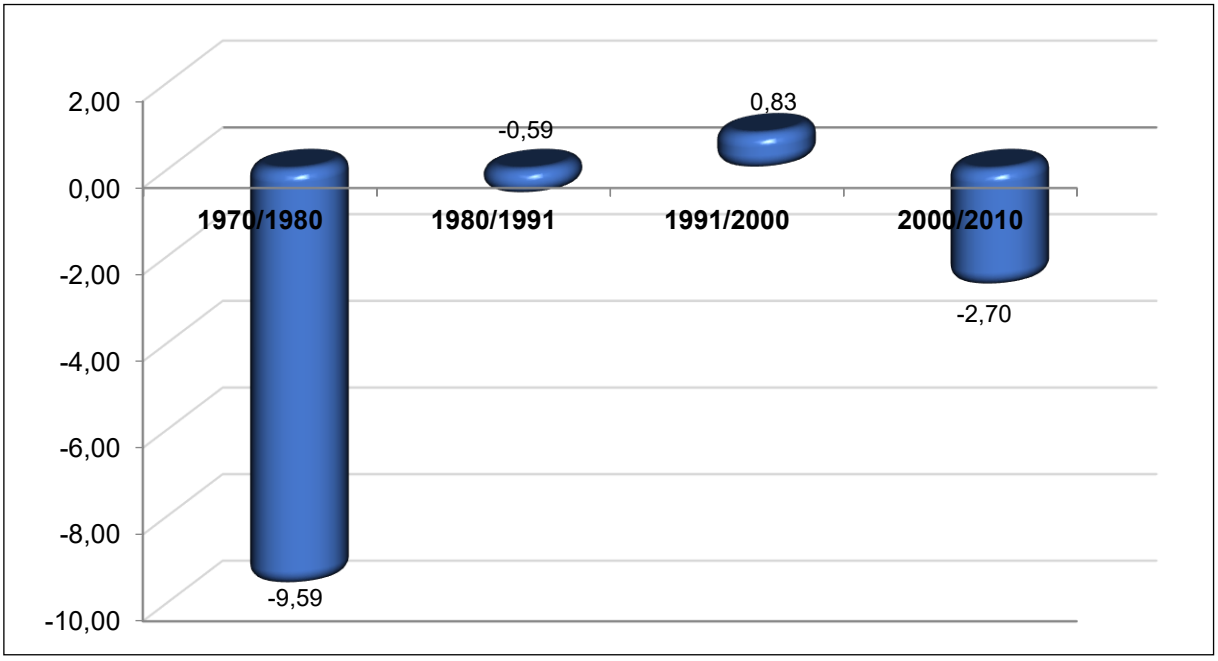
Gráfico 12 – Evolução da população rural do Município de Pindamonhangaba.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A taxa de crescimento anual do período intercensitário da população rural apresentou variações significativas. No período entre 1970 e 1980, a taxa foi negativa, com uma diminuição de -9,59% ao ano, refletindo uma queda expressiva no número de habitantes na zona rural. Entre 1980 e 1991, a taxa de crescimento foi de -0,59% ao ano, ainda negativa, mas com um ritmo de decréscimo menor. No período de 1991 a 2000, a taxa foi positiva, indicando um pequeno aumento de 0,83% ao ano. Contudo, entre 2000 e 2010, a taxa voltou a ser negativa, com uma redução anual de -2,70%, demonstrando novamente uma diminuição no número de habitantes da zona rural.

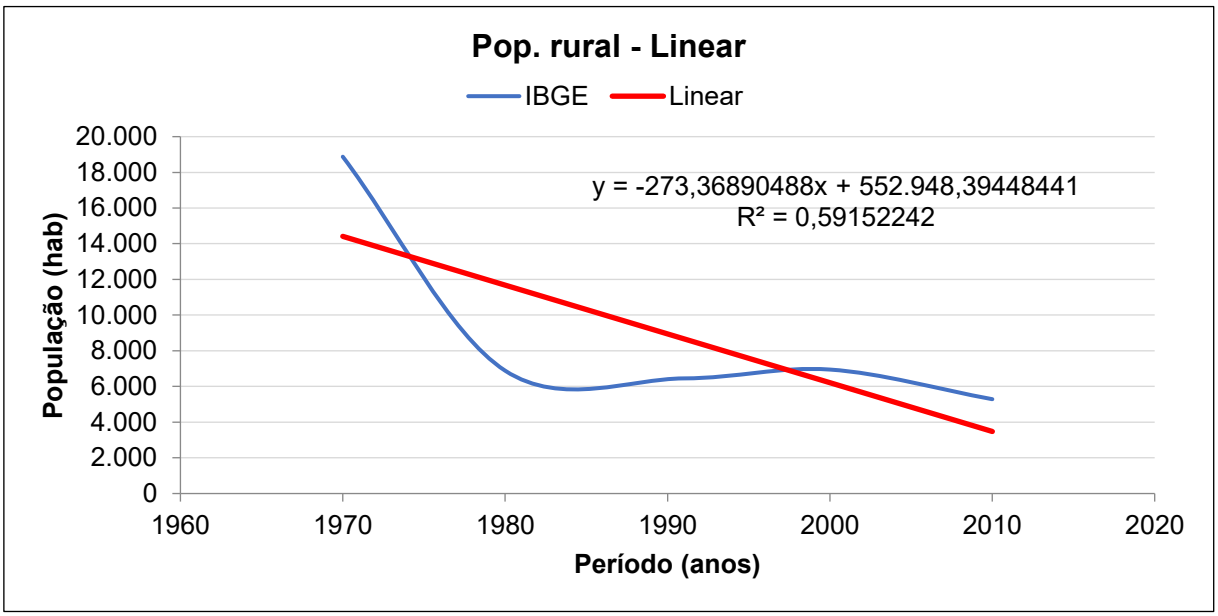
Gráfico 13 – Taxa dde crescimento rural do Município de Pindamonhangaba.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

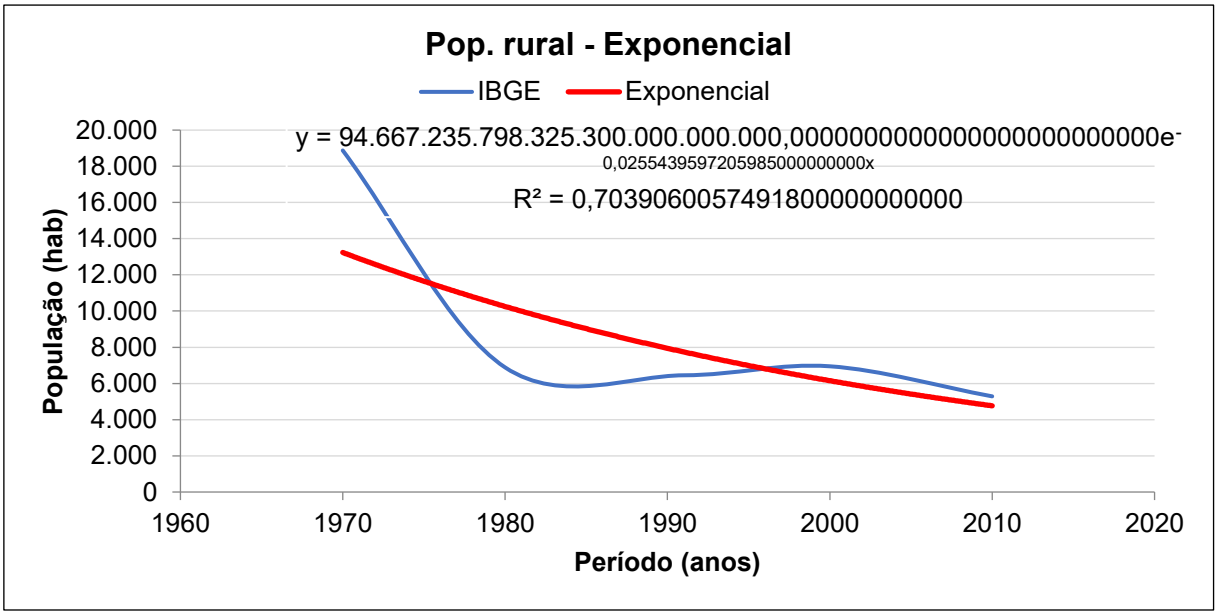
A fim de definir qual dos métodos matemáticos mais se adequa a realidade da zona rural do município, obteve-se as linhas de tendência para os dados do IBGE, através do Software EXCEL, utilizando-se quatro tipos diferentes de curvas: logarítmica, linear, polinomial e exponencial. Os Gráfico 14 ao Gráfico ilustram o estudo populacional e o desvio padrão (R^2) de cada um dos métodos para população rural do Município de Pindamonhangaba.

Gráfico 14 – Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Linear.



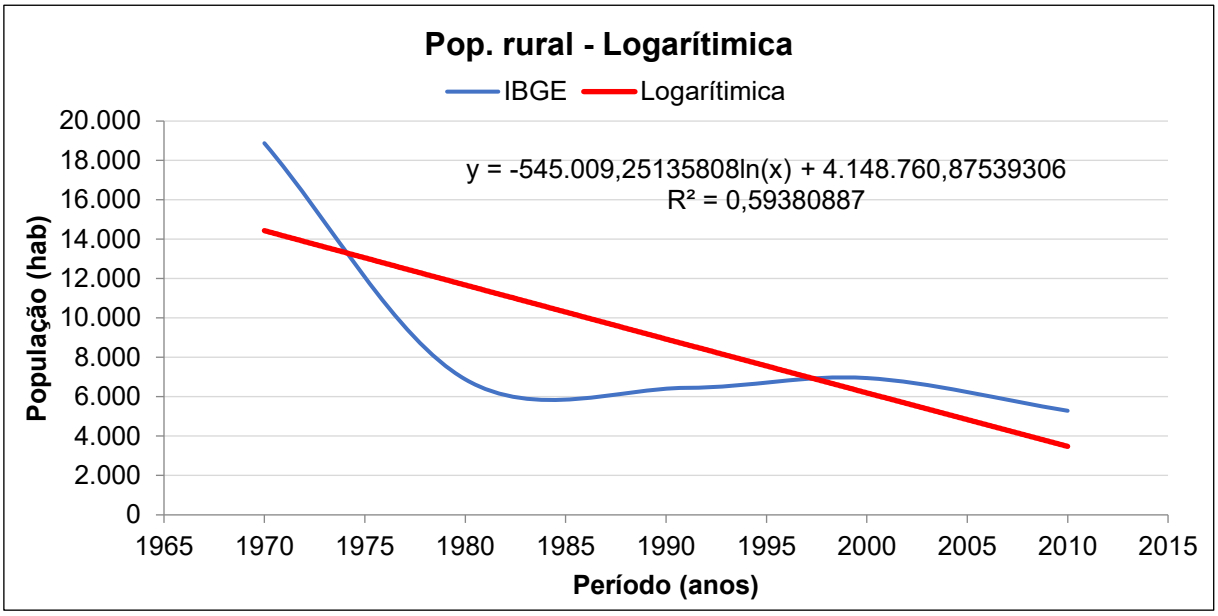
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 15 – Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Exponencial.



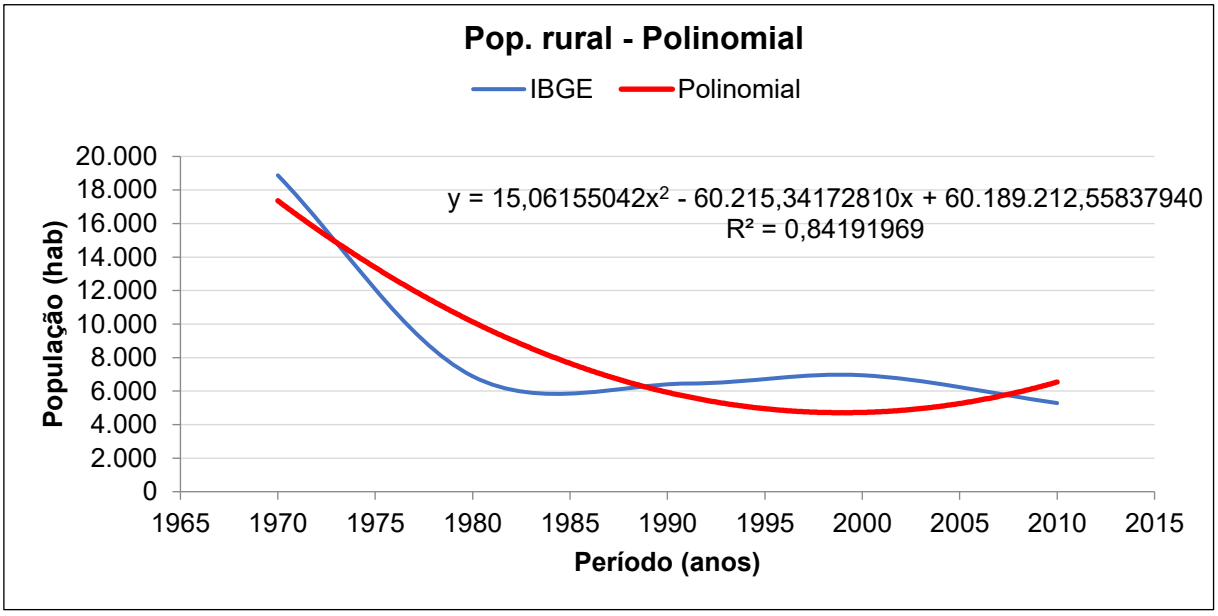
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 16 – Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Logarítmica.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 17 – Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Polinomial.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Dessa forma, a linha de tendência que apresentou o melhor ajuste, com o menor desvio padrão, para os dados do IBGE, para a população rural, foi a curva polinomial. O coeficiente de determinação (R^2) obtido foi 0,84191969 resultando na seguinte equação:

$$y = 15{,}06155042x^2 - 60.215{,}34172810x + 60.189.212{,}55837940$$

Em que “y” é a população em um determinado tempo “t” e “x” é o ano no mesmo tempo “t”.

Após definidas as taxas de crescimento da linha de tendência compara-se os valores com os obtidos por cada método de crescimento. Desta forma, foi indicado como o mais aplicável ao comportamento da área rural do município, o método Crescimento, que retratou melhor a evolução da população e permitiu estimá-la no futuro.

A partir da aplicação destes métodos, a projeção da população para os próximos vinte anos é apresentada na Tabela 17.

Tabela 17 – Projeção da população rural do município de Pindamonhangaba.

Ano	População Rural
2024	4.794
2025	4.742
2026	4.691
2027	4.641
2028	4.591
2029	4.542
2030	4.493
2031	4.445
2032	4.397
2033	4.350
2034	4.303
2035	4.257
2036	4.211
2037	4.166
2038	4.121
2039	4.077
2040	4.033
2041	3.990
2042	3.947
2043	3.905
2044	3.863

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Com base nas projeções populacionais, observa-se uma tendência de declínio contínuo da população na área rural do município de Pindamonhangaba, com uma redução estimada de aproximadamente 20% entre 2024 e 2044. Esse cenário indica

que o município deve se preparar para potenciais mudanças na dinâmica demográfica rural, incluindo um possível aumento da população flutuante, especialmente em períodos de colheita e atividades agrícolas sazonais.

Nesse contexto, é essencial que o município adote medidas que assegurem infraestrutura e serviços adequados para atender tanto à população residente quanto à população flutuante, garantindo qualidade de vida na área rural. A adoção de políticas voltadas ao desenvolvimento rural sustentável, aliada ao fortalecimento dos serviços de transporte, saúde e saneamento, será fundamental para evitar o agravamento do êxodo rural e manter condições adequadas de vida para os habitantes permanentes e temporários da região.

2. ARCABOUÇO LEGAL

2.1 ÂMBITO FEDERAL

A gestão do saneamento básico representa uma esfera essencial garantida ao cidadão pela Constituição Federal (BRASIL, 1988). Este direito visa à preservação da saúde, do meio ambiente, além de promover a cidadania, a infraestrutura e o desenvolvimento urbano.

É relevante observar que, antes da promulgação da CF/1988, já existiam legislações com aplicação mais indireta ao tema, as quais também são abordadas e consideradas neste relatório, uma vez que foram incorporadas pela Constituição e, portanto, permanecem em vigor.

Desde a promulgação da CF, uma série de instrumentos legais relacionados ao saneamento básico foi desenvolvida com o propósito de aprimorar a qualidade do saneamento, buscando garantir o acesso universal ao sistema com qualidade e controle social. Isso impõe ao gestor público o desafio de promover a sustentabilidade, com ênfase na gestão adequada do abastecimento hídrico.

Ao abordar especificamente a legislação do saneamento básico e outros instrumentos correlatos, que, de maneira resumida, evoluíram ao longo dos anos após a promulgação da CF, convergindo para políticas que buscam aprimorar o ambiente em relação ao saneamento, apresentam-se no Quadro 5 os principais atos legais (leis e decretos) formalizados no âmbito federal.

Quadro 5 – Legislação pertinente ao Saneamento Básico no âmbito federal.

Legislação	Descrição
Decreto nº 11.599/2023	Dispõe sobre a prestação regionalizada dos serviços públicos de saneamento básico, o apoio técnico e financeiro de que trata o art. 13 da Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, a alocação de recursos públicos federais e os financiamentos com recursos da União ou geridos ou operados por órgãos ou entidades da União de que trata o art. 50 da Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007.
Decreto nº 10.936/2022	Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.
Decreto nº 10.240/2020	Regulamenta a Lei nº 12.305/10, e complementa o Decreto 9.177/2017, quanto à implementação de sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos e seus componentes de uso doméstico.
Decreto nº 10.000/2019	Dispõe sobre o Conselho Nacional de Recursos Hídricos.
Lei Federal nº 14.026/2020	Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera diversas legislações relacionadas.
Decreto nº 9.177/2017	Regulamenta o art. 33 da Lei nº 12.305/10, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, e complementa os art. 16 e art. 17 do Decreto 7.404/10 e dá outras providências.
Portaria MS 2.914/2011	Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.
Decreto nº 7.217/2010	Regulamenta a Lei nº 11.445/07, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências.
Lei Federal nº 12.305/2010	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605/98; e dá outras providências.
Lei Federal nº 11.445/2007	Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico.
Resolução CONAMA 430/2011	Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução 357/05, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA.
Resolução CONAMA 357/2005	Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
Decreto nº 5.440/2005	Estabelece definições e procedimentos sobre o controle de qualidade da água de sistemas de abastecimento e institui mecanismos e instrumentos para divulgação de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano.
Lei Federal nº 9.984/2000	Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh) e responsável pela instituição de normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico.
Lei Federal nº 9.433/1997	Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001/90, que modificou a Lei nº 7.990/89.

Legislação	Descrição
Lei Federal nº 6.938/1981	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.
Lei Federal nº 9.795/1999	Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências.
Lei Federal nº 12.187/2009	Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências.
Lei Federal nº 9.605/1998	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.
Decreto nº 6.514/2008	Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências
Lei Federal nº 8.080/1990	Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

2.1.1 Principais fontes sobre as Políticas Nacionais de Saneamento Básico

Neste subcapítulo, são descritas as principais fontes relacionadas às políticas nacionais de Saneamento Básico. Essas políticas visam assegurar a universalização do acesso aos serviços de saneamento, promovendo melhorias na saúde pública e na qualidade de vida, além de contribuir para a preservação ambiental e o uso sustentável dos recursos naturais.

a) Lei Federal 11.445, de 5 de janeiro de 2007

Esta lei instituiu o Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab) e estabeleceu as diretrizes para o setor de saneamento básico no Brasil. O Plansab tem como objetivo universalizar o acesso à água potável, ao esgotamento sanitário e à coleta e disposição dos resíduos sólidos até 2033. O Plansab é um plano decenal que define os objetivos, metas e ações para o setor de saneamento básico no Brasil. O plano é dividido em quatro eixos estratégicos:

- Universalização do acesso à água potável: o plano tem como objetivo universalizar o acesso à água potável até 2033, garantindo que todas as pessoas tenham acesso à água potável de qualidade, em quantidade suficiente e a um preço acessível;

- Universalização do esgotamento sanitário: o plano tem como objetivo universalizar o acesso ao esgotamento sanitário até 2033, garantindo que todas as pessoas tenham acesso a um sistema de esgotamento sanitário que trate os dejetos de forma adequada;
- Melhorar a gestão dos resíduos sólidos: o plano tem como objetivo melhorar a gestão dos resíduos sólidos, incentivando a reciclagem, a compostagem e a redução do consumo de recursos naturais;
- Proteger o meio ambiente: o plano tem como objetivo proteger o meio ambiente, evitando a poluição da água, do ar e do solo, e promovendo o desenvolvimento sustentável.

b) Lei Federal n° 14.026, de 15 de julho de 2020

Esta lei alterou a Lei 11.445 de 2007 e criou o Sistema Nacional de Saneamento Básico (SNSB). O SNSB é um sistema descentralizado de gestão do saneamento básico, composto pela União, estados, municípios e Distrito Federal. O SNSB tem como objetivo coordenar, integrar e promover a universalização do acesso aos serviços de saneamento básico. O SNSB é composto por cinco órgãos:

- Conselho Nacional de Saneamento Básico (Conasan): órgão máximo de deliberação do SNSB. É composto por representantes da União, dos estados, dos municípios e do Distrito Federal;
- Agência Nacional de Águas (ANA): a ANA é o órgão responsável pela regulação e fiscalização dos serviços de saneamento básico;
- Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR): o MDR é o órgão responsável pela coordenação da política de saneamento básico;
- Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES): o BNDES é o órgão responsável pela concessão de financiamentos para projetos de saneamento básico;
- Fundo Nacional de Saneamento Básico (FNS): o FNS é o órgão responsável pela gestão dos recursos financeiros destinados ao saneamento básico.

c) Lei Federal n° 12.305, de 2 de agosto de 2010

Esta lei instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). A PNRS tem como objetivo criar condições e promover a gestão integrada e sustentável dos resíduos sólidos, considerando as dimensões ambiental, social e econômica. A PNRS também estabeleceu metas para a redução, reutilização, reciclagem e compostagem dos resíduos sólidos. A PNRS é composta por cinco princípios:

- Prevenção e redução à geração: a PNRS tem como objetivo prevenir e reduzir a geração de resíduos sólidos;
- Reutilização: a PNRS tem como objetivo reutilizar os resíduos sólidos, sempre que possível;
- Reciclagem: a PNRS tem como objetivo reciclar os resíduos sólidos, sempre que possível;
- Compostagem: a PNRS tem como objetivo compostar os resíduos orgânicos, sempre que possível;
- Destinação final ambientalmente adequada: a PNRS tem como objetivo destinar os resíduos sólidos que não podem ser reutilizados, reciclados ou compostados de forma ambientalmente adequada.

d) Lei Federal n° 9.433, de 8 de janeiro de 1997

A Lei nº 9.433/1997, também conhecida como Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), é uma lei federal que estabelece as diretrizes para a gestão dos recursos hídricos no Brasil. A lei foi sancionada em 8 de janeiro de 1997 e entrou em vigor em 1º de janeiro de 1998.

A PNRH tem como objetivo garantir a disponibilidade de água em quantidade e qualidade adequadas para a população e para o desenvolvimento econômico e social. A lei também busca proteger os recursos hídricos contra poluição e degradação.

A PNRH estabelece uma série de princípios para a gestão dos recursos hídricos, tais como:

- A água é um bem público de domínio da União;
- A água é um recurso finito e renovável;
- A água deve ser usada de forma racional e sustentável;
- A água deve ser protegida contra poluição e degradação;
- A água deve ser compartilhada de forma justa e equitativa;
- A água deve ser acessível a todos.

A PNRH também estabelece uma série de instrumentos para a gestão dos recursos hídricos, tais como:

- O Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH);
- Os Planos Estaduais de Recursos Hídricos (PERH);
- Os Planos Municipais de Recursos Hídricos (PMRH);
- O Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH);
- O Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CONARH);
- Os Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH).

A PNRH é uma lei importante para a melhoria da qualidade de vida da população brasileira e para o desenvolvimento sustentável do país. A lei tem como objetivo garantir que todos tenham acesso à água potável, que os recursos hídricos sejam usados de forma racional e sustentável e que o meio ambiente seja protegido.

e) Programa Nacional de Saneamento Rural

O Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR) é uma iniciativa do governo federal para melhorar o saneamento básico nas áreas rurais do Brasil. O programa foi criado em 2007 e tem como objetivo universalizar o acesso à água potável, ao esgotamento sanitário e ao manejo de resíduos sólidos nas áreas rurais até 2033.

O PNSR é financiado pelo governo federal e pelos governos estaduais e municipais. Os recursos do programa são utilizados para a construção e manutenção de sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos nas áreas rurais e manejo das águas pluviais. O PNSR tem como objetivos:

- Universalizar o acesso à água potável nas áreas rurais;
- Universalizar o acesso ao esgotamento sanitário nas áreas rurais;
- Promover o manejo adequado dos resíduos sólidos nas áreas rurais;
- Melhorar a qualidade de vida da população rural;
- Proteger o meio ambiente.

O PNSR é um programa importante para a melhoria da qualidade de vida da população rural e para a proteção do meio ambiente. Tem como objetivo garantir que todas as pessoas que vivem nas áreas rurais tenham acesso à água potável, ao esgotamento sanitário e ao manejo de resíduos sólidos de forma adequada. É o primeiro programa do governo federal que tem como foco o saneamento básico nas áreas rurais. O programa tem como objetivo promover a melhoria da qualidade de vida da população rural e para a proteção do meio ambiente.

2.2 ÂMBITO ESTADUAL

No âmbito estadual, o estado de São Paulo possui um conjunto abrangente de legislações e normativas que regem o saneamento básico, visando garantir o acesso universal a serviços de qualidade e promover o desenvolvimento sustentável em todas as regiões do estado.

Entre as diretrizes, destacam-se as normas sobre a gestão sustentável dos recursos hídricos, o uso responsável do solo agrícola, a prevenção de contaminações ambientais e o apoio às populações de baixa renda para acesso às infraestruturas de saneamento.

O Quadro 6 organiza as principais leis e decretos estaduais, evidenciando a evolução normativa do setor e o esforço contínuo para promover a proteção ambiental e a saúde pública no território paulista.

Quadro 6 – Legislação pertinente ao Saneamento Básico no âmbito estadual.

Legislação	Descrição
Decreto nº 48.896/2004	Regulamenta o Fundo Estadual de Recursos Hídricos - FEHIDRO.
Lei Estadual nº 9.034/1994	Dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH, a ser implantado no período 1994 e 1995, em conformidade com a Lei nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991, que instituiu normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos.
ARSESP Nº 106/2009	Estabelece as condições gerais para a prestação e utilização dos serviços públicos de abastecimento de água e de esgotamento sanitário.
Decreto Nº 45.805/ 2001	Institui o Programa Estadual de Uso Racional da Água Potável e dá providências correlatas.
Lei Estadual nº 17.383/2021	Dispõe sobre a criação de unidades regionais de saneamento básico, com fundamento nos artigos 2º, inciso XIV, e 3º, inciso VI, alínea “b”, da Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, e dá providências correlatas.
Lei Estadual nº 7.750/1992	Dispõe sobre a Política Estadual de Saneamento, e dá outras providências.
Lei Estadual nº 7.663/1991	Estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos.
Lei Estadual nº 8.421/1993	Altera a redação de dispositivos da Lei n° 6.171, de 4 de julho de 1988, que dispõe sobre uso, conservação e preservação do solo agrícola e dá outras providências.
Lei Estadual n° 9.509/1997	Dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação (SEAQUA).
Lei Estadual n° 10.547/2000	Define procedimentos, proibições, estabelece regras de execução e medidas de precaução a serem obedecidas quando do emprego do fogo em práticas agrícolas, pastoris e florestais, e dá outras providências correlatas.
Lei Estadual nº 12.300/2006	Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios e diretrizes.
Lei Estadual nº 12.780/2007	Institui a Política Estadual de Educação Ambiental.
Decreto nº 54.644/2009	Dispõe sobre a composição, a organização e o funcionamento do Conselho Estadual de Saneamento - CONESAN e dá providências correlatas
Decreto nº 50.470/2006	Dispõe sobre a prestação de serviços públicos de saneamento básico no Estado de São Paulo e dá providências correlatas
Decreto nº 67.814/2023	Institui o Programa "UniversalizaSP", sob a coordenação das Secretarias de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística e de Parcerias em Investimentos, e dá providências correlatas.
Decreto nº 66.565/2022	Autoriza a Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente a representar o Estado de São Paulo na celebração de convênios com Municípios paulistas, tendo por objeto a transferência de recursos financeiros para a contratação de serviços técnicos especializados visando à elaboração de diagnóstico do sistema de saneamento básico municipal.

Legislação	Descrição
Decreto nº 67.880/2023	Altera o Decreto nº 66.289, de 2 de dezembro de 2021, que regulamenta a Lei nº 17.383, de 5 de junho de 2021, para dispor sobre a adesão dos Municípios às respectivas Unidades Regionais de Serviços de Abastecimento de Água Potável e Esgotamento Sanitário - URAEs e sobre a estrutura de governança interfederativa de que trata o artigo 5º da referida lei e dá providências correlatas.
Lei Estadual nº 14.687/2012	Institui o Programa Pró Conexão de subsídio financeiro à população de baixa renda para a realização de obras necessárias à efetivação de ligações domiciliares de esgoto que demandem execução de ramais intradomiciliares.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

2.3 ÂMBITO MUNICIPAL

No contexto municipal de Pindamonhangaba, uma série de leis e regulamentos foram estabelecidos para orientar e regular o saneamento básico, fundamental para garantir a qualidade de vida e o bem-estar da população local. Estas legislações abrangem desde a prestação dos serviços até questões relacionadas à gestão ambiental e à saúde pública, refletindo o compromisso da cidade com o acesso universal a serviços de saneamento de qualidade e o desenvolvimento sustentável.

O Quadro 7 apresenta uma síntese das principais leis municipais de saneamento básico em Pindamonhangaba, organizadas em ordem cronológica, evidenciando a evolução das políticas e regulamentações neste importante setor.

Quadro 7 – Legislação pertinente ao Saneamento Básico no âmbito municipal.

Legislação	Descrição
Lei Municipal nº 6.504/2021	Cria o Programa Municipal Ambiental Conservador da Natureza, autoriza o Poder Executivo Municipal a prestar apoio técnico de fomento e financeiro aos proprietários rurais e dá outras providências.
Lei Municipal Complementar nº 035/2013	Institui o Plano Municipal de Saneamento Básico – Plansab e dá outras providências.
Lei Municipal nº 5.452/2012	Institui a Política Municipal de Proteção aos mananciais de água destinados ao abastecimento público e dá outras providências.
Lei Municipal nº 5.149/2010	Dispõe sobre a regularização de núcleos habitacionais irregulares consolidados, estabelecendo critérios e diretrizes para a regularização urbanística e fundiária e dá outras providências.
Lei Municipal nº 4.976/2009	Autoriza o Executivo Municipal a celebrar convênio com o Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE, órgão vinculado à Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento do Estado de São Paulo.
Lei Municipal nº 4.975/2009	Institui o Programa de Saneamento por meio de tratamento primário de esgoto no âmbito do município, e dá outras providências.

Legislação	Descrição
Lei Municipal nº 4.927/2009	Autoriza a Prefeitura Municipal de Pindamonhangaba a celebrar convênio com o Estado de São Paulo, através da Secretaria de Saneamento e Energia, objetivando a elaboração de Plano Municipal de Saneamento Básico, e sua consolidação no Plano Estadual de Saneamento Básico, em conformidade com as diretrizes gerais instituídas pela lei federal n°. 11.445, de 05 de janeiro de 2007.
Lei Municipal nº 4.753/2008	Autoriza o Poder Executivo a celebrar Convênio de Cooperação com o Estado de São Paulo com a Secretaria de Estado de Saneamento e Energia para delegação ao Estado das competências de Fiscalização, Regulação, inclusive tarifária dos serviços Municipais de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário e a Autorização da execução de tais serviços pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo-Sabesp, por intermédio de Contrato de Programa.
Lei Municipal nº 4.573/2007	Dispõe sobre a instituição do Índice de Qualidade Ambiental no Município de Pindamonhangaba, e dá outras providências.
Lei Municipal nº 3.269/1996	Autoriza a Prefeitura Municipal de Pindamonhangaba a assinar, com a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - Sabesp, Termo De Cooperação Mútua para execução de Obras para o Sistema de Abastecimento de Água no Município.
Lei Municipal nº 3.202/1996	Autoriza a Prefeitura Municipal de Pindamonhangaba a assinar, com a Companhia de Saneamento Básico do Estado e São Paulo - Sabesp, Termos de Cooperação Mútua para execução de obras para o Sistema de Esgotos Sanitários no Município.
Lei Municipal nº 2.753/1992	Dispõe sobre saneamento de água potável em caixas d'água e reservatórios, bem como limpeza e conservação e dá outras providências.
Lei Municipal nº 2.021/1985	Autoriza a celebração de convênio com a Secretaria da Saúde para o Planejamento e Desenvolvimento conjunto de programações básicas de saúde e saneamento.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A Lei Complementar nº 35, de 2013, institui o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de Pindamonhangaba. Esse plano estabelece diretrizes, objetivos e ações voltadas para a organização dos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e drenagem urbana no município. O PMSB é um elemento essencial para o desenvolvimento sustentável de Pindamonhangaba, promovendo a proteção da saúde pública e assegurando o acesso universal aos serviços de saneamento, o que contribui para a prevenção de doenças e a melhoria da qualidade de vida da população.

Além de seus objetivos voltados à saúde, o PMSB busca a preservação ambiental por meio da redução da poluição do solo, água e ar. Para isso, são previstas ações que incentivam o tratamento adequado do esgoto, a melhoria da qualidade da água e a destinação apropriada dos resíduos sólidos, visando a conservação dos

recursos naturais. O plano, portanto, alinha-se às metas de sustentabilidade e proteção ambiental, essenciais para o equilíbrio ecológico do município.

Outro aspecto relevante do PMSB é seu impacto socioeconômico. O plano incentiva a participação comunitária na gestão dos serviços de saneamento básico, criando oportunidades de geração de emprego e renda para a população. Ao fomentar o envolvimento dos moradores, o PMSB contribui não apenas para a eficiência dos serviços, mas também para o desenvolvimento social e econômico de Pindamonhangaba.

Posteriormente, em 2021, foi aprovada a Lei Municipal nº 6.407, que estabelece o Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (PMGIRS) de Pindamonhangaba. Esse plano define diretrizes e ações específicas para o manejo adequado dos resíduos sólidos gerados no município, com vistas à promoção da saúde pública, da proteção ambiental e da sustentabilidade. A implementação do PMGIRS visa fortalecer a gestão dos resíduos, adequando-se às normas ambientais vigentes e integrando-se às diretrizes do PMSB para um saneamento básico mais eficiente e abrangente.

2.4 PROGRAMAS EXISTENTES NO MUNICÍPIO DE INTERESSE DE SANEAMENTO BÁSICO

Em Pindamonhangaba, existem programas voltados ao saneamento básico para a população rural, com iniciativas que buscam melhorar a qualidade de vida, a proteção da saúde e o uso sustentável dos recursos naturais. Entre os principais programas destacam-se o Programa Municipal de Saneamento Rural e o Complexo Ambiental Municipal de Pindamonhangaba (CAMS), ambos direcionados a atender as demandas específicas das comunidades rurais e promover soluções de saneamento ambientalmente responsáveis.

O Programa Municipal de Saneamento Rural tem como objetivo implementar sistemas de tratamento de esgoto doméstico em áreas rurais do município, especificamente nas regiões do Rio do Peixe e Moraes/Lagoa, beneficiando 311 famílias. Financiado pelo Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO), o programa promove a instalação de sistemas compactos de tratamento unifamiliar, compostos por biodigestores e caixas de gordura. Esses sistemas são eficientes na remoção de

poluentes, de fácil manutenção e adequados para propriedades de pequeno porte, além de terem um baixo custo operacional. Estão previstas 311 instalações desse tipo de sistema, com enfoque na sustentabilidade, pois esses métodos não utilizam produtos químicos nem geram resíduos sólidos.

No município de Pindamonhangaba, além do Programa Municipal de Saneamento Rural, outras iniciativas apoiam o desenvolvimento de soluções sustentáveis de saneamento básico para áreas rurais e isoladas. Destaca-se o Programa de Universalização Rural e Integração do Saneamento do Vale do Paraíba (PURIS-VP), promovido em parceria com a Fundação de Apoio à Pesquisa Agrícola (FUNDAG) e financiado pelo FEHIDRO. Este programa visa desenvolver diagnósticos participativos e levantamentos socioambientais para melhor direcionar investimentos e ações de saneamento em áreas rurais.

O PURIS-VP utiliza métodos como oficinas participativas e visitas técnicas, onde os moradores são convidados a compartilhar suas perspectivas e necessidades sobre o saneamento em suas comunidades. Esses encontros são fundamentais para a formulação de políticas públicas específicas para o contexto rural, integrando aspectos como o abastecimento de água, tratamento de esgoto e manejo de resíduos sólidos.

Para assegurar a correta utilização desses sistemas, o programa oferece materiais informativos, como o Manual de Apoio ao Programa de Saneamento Rural, e cartilhas orientativas sobre a instalação e manutenção dos sistemas de tratamento. Além disso, foram realizados treinamentos com técnicos locais, moradores da própria região, para capacitá-los na instalação dos equipamentos, promovendo a autonomia das comunidades atendidas.

O Complexo Ambiental Municipal de Pindamonhangaba (CAMS) também desempenha um papel importante no gerenciamento de resíduos nas áreas rurais do município. Inaugurado em 2015 e localizado na Estrada Farmacêutico Oswaldo Paiva, nº 1385, o CAMS oferece uma estrutura que inclui centro de triagem, centro de compostagem e uma área de disposição final dos resíduos. Esse complexo contribui para a correta gestão de resíduos sólidos gerados nas áreas rurais, estimulando a separação, o reaproveitamento e a compostagem, além de reduzir o impacto ambiental das práticas convencionais de descarte. Dessa forma, o CAMS fortalece as ações de

saneamento rural em Pindamonhangaba e apoia a preservação dos recursos naturais locais.

Com relação à estrutura atual de remuneração dos serviços não foi encontrada nenhuma informação a respeito.

2.5 POSSIBILIDADE DE CONSÓRCIO COM MUNICÍPIOS DA REGIÃO

Os consórcios intermunicipais representam uma importante ferramenta de cooperação entre municípios, permitindo a prestação de serviços públicos de maneira mais eficiente, econômica e integrada. A formação desses consórcios pode envolver municípios de um mesmo estado ou de diferentes estados, e são estabelecidos com o objetivo de viabilizar serviços públicos essenciais como saúde, educação, infraestrutura e, especialmente, o saneamento básico, em que a gestão compartilhada pode resultar em soluções mais eficazes para desafios comuns, como a expansão da cobertura e a melhoria da qualidade dos serviços.

Nos últimos anos, os consórcios intermunicipais têm se multiplicado no Brasil, sendo uma resposta estratégica para a superação das limitações orçamentárias e operacionais de municípios menores, sem infraestrutura ou recursos suficientes para executar grandes projetos isoladamente. Em 2023, o país contava com aproximadamente 1.000 consórcios ativos, abrangendo mais de 70% dos municípios brasileiros. Esses consórcios são fundamentais para a realização de ações de interesse regional, facilitando a implementação de políticas públicas em áreas que exigem atuação coletiva.

A Lei Complementar n° 8.678, sancionada em 30 de outubro de 2018, estabeleceu diretrizes para a participação do Poder Executivo em consórcios intermunicipais, com foco na articulação e desenvolvimento de ações socioambientais. Esta legislação reflete a crescente importância das ações intermunicipais, promovendo uma gestão mais coordenada e eficaz de serviços públicos e garantindo uma distribuição mais equitativa dos recursos e responsabilidades entre os municípios participantes. Dessa forma, a cooperação entre municípios não apenas fortalece a gestão pública local, mas também promove a sustentabilidade das políticas públicas voltadas ao desenvolvimento regional, com destaque para o saneamento básico, saúde, e proteção ambiental.

Em Pindamonhangaba, três consórcios principais atendem às necessidades da região:

- **Consórcio de Desenvolvimento Integrado do Vale do Paraíba (CODIVAP)**: este consórcio tem como missão promover boas práticas na gestão pública, capacitar servidores e gestores municipais e facilitar a transferência de conhecimentos e tecnologias entre os municípios membros. Além disso, busca o desenvolvimento socioeconômico e ambiental da região do Vale do Paraíba, abrangendo áreas essenciais como o saneamento básico;
- **Consórcio Intermunicipal Serra da Mantiqueira (CISMA)**: o CISMA foi criado com o intuito de promover o desenvolvimento sustentável da região da Serra da Mantiqueira, articulando ações públicas em nível federal, estadual e municipal, com o apoio da sociedade civil e iniciativa privada. Esse consórcio também visa integrar os municípios em ações conjuntas, atuando em diversas frentes como turismo, saúde pública, meio ambiente, e, claro, saneamento básico;
- **Consórcio Intermunicipal do Serviço de Atendimento Móvel de Urgência do Vale do Paraíba e da Região Serrana (CISAMU)**: Este consórcio tem como objetivo principal garantir o controle e a transparência na gestão dos repasses financeiros dos municípios para o funcionamento do SAMU (Serviço de Atendimento Móvel de Urgência). Embora focado na saúde, o CISAMU também contribui para a integração regional, essencial para o fortalecimento de políticas públicas intermunicipais, incluindo aquelas relacionadas ao saneamento básico.

2.6 LEVANTAMENTO DE DADOS DAS PROPRIEDADES RURAIS

O objetivo da aplicação do questionário para a população rural do município de Pindamonhangaba é levantar por dados primários os indicadores que irão compor o diagnóstico para os quatro eixos do saneamento rural, sendo estes o abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, manejo de resíduos sólidos e o manejo das águas pluviais.

O cálculo padrão de amostra utilizado para a pesquisa e a aplicação dos questionários foi baseado nos parâmetros estatísticos de 95% de grau de confiança e 5,91% de margem de erro, levando em consideração o número de aglomerados rurais

contabilizados, por meio de análise de imagens de satélite, seguindo a metodologia estabelecida pelo IBGE.

Segundo o procedimento técnico utilizado para a definição de um aglomerado rural, em locais onde houver, no mínimo, cinco (5) unidades habitacionais e/ou comerciais dentro de um raio de até 200 metros entre si, deverão ser realizadas visitas em campo para coleta de informações e registro da quantidade de moradores em cada localidade.

Após a identificação dos aglomerados rurais e a contagem do número de imóveis, foi utilizada uma fórmula estatística para determinar o tamanho da amostra necessária, garantindo que os resultados sejam representativos e confiáveis.

$$Tamanho\ da\ Amostra = \frac{\frac{z^2\ x\ p(1-p)}{e^2}}{1 + (\frac{z^2\ x\ p(1-p)}{e^2\ x\ N})}$$

Onde:

N = Número de imóveis identificados;

e = Margem de erro;

p = Proporção;

z = 1,95 (constante tabelada para 95% de grau de confiança).

A fórmula aplicada considera o tamanho da população total, a margem de erro e o nível de confiança, o que assegura que o número de questionários aplicados seja adequado para fornecer um panorama fiel das condições observadas na zona rural de Pindamonhangaba.

A definição do roteiro de campo ocorreu por parte da Equipe Técnica Municipal e considerando os critérios de seleção dos pontos para aplicação. Nas propriedades visitadas foram obtidos 230 questionários.

De face com o contexto apresentado, foram respondidos o total de 230 questionários na zona rural do município de Pindamonhangaba, durante as visitas realizadas entre os meses de novembro de 2024 à março de 2025.

A metodologia adotada consistiu em uma abordagem quantitativa, na qual a amostra levantada foi proporcionalmente expandida, considerando a representatividade da amostra em relação ao total de propriedades habitadas. Isso permitiu gerar uma estimativa estatística coerente para toda a área rural do município, mantendo a precisão dos dados coletados.

A aplicação do questionário ocorreu por meio de dois técnicos em campo, que visitaram as propriedades e coletaram as informações com os moradores. Os questionários foram preenchidos pelos próprios respondentes e, nos casos específicos, a leitura e preenchimento foi realizada pelo próprio técnico com a orientação do respondente.

Em relação às localidades rurais abrangidas, no Mapa 16 é apresentado o mapa indicando os aglomerados identificados a partir de dados secundários, com intuito de auxiliar no levantamento de informações em campo. Já no Mapa 17 são elencados os pontos de aplicação dos questionários em propriedades rurais do Município de Pindamonhangaba.

O Shapefile disponibilizado pelo IBGE (2022) indica um total de 79.431 propriedades rurais no município de Pindamonhangaba. Contudo, essa estimativa não reflete a realidade, pois foram identificadas diversas duplicidades nas informações, como a existência de vários pontos referindo-se a uma mesma propriedade, a inclusão de pontos que não representavam propriedades reais, o registro de currais e galpões como unidades independentes e condomínios residenciais como propriedades rurais. Para corrigir essa distorção, foi realizado um mapeamento detalhado dos aglomerados rurais. A soma das propriedades identificadas dentro desses aglomerados, somadas às unidades habitacionais isoladas, resultou em um total de 1.470 propriedades rurais habitadas no município. Após a aplicação dos questionários, os resultados obtidos foram extrapolados para representar a totalidade das propriedades rurais habitadas.

O Mapa 17 apresenta a localização da aplicação dos questionários nas propriedades rurais, o Mapa 18 apresenta a localização das propriedades rurais isoladas dos aglomerados.

430000.000 440000.000 450000.000 460000.000 470000.000

7488000.000 7476000.000 7464000.000 7452000.000

Mapa 16 - Aglomerados de Pinda-monhangaba/SP

Prefeitura Municipal de Pindamonhangaba

LEGENDA

- Aglomerados dentro da ZOC [31]
- Aglomerados dentro da ZOR [23]
- Aglomerados dentro da Macrozona Rural [96]
- Limite Municipal
- Zona de Ocupação Restrita (ZOR)
- Zona de Ocupação Controlada (ZOC)

N

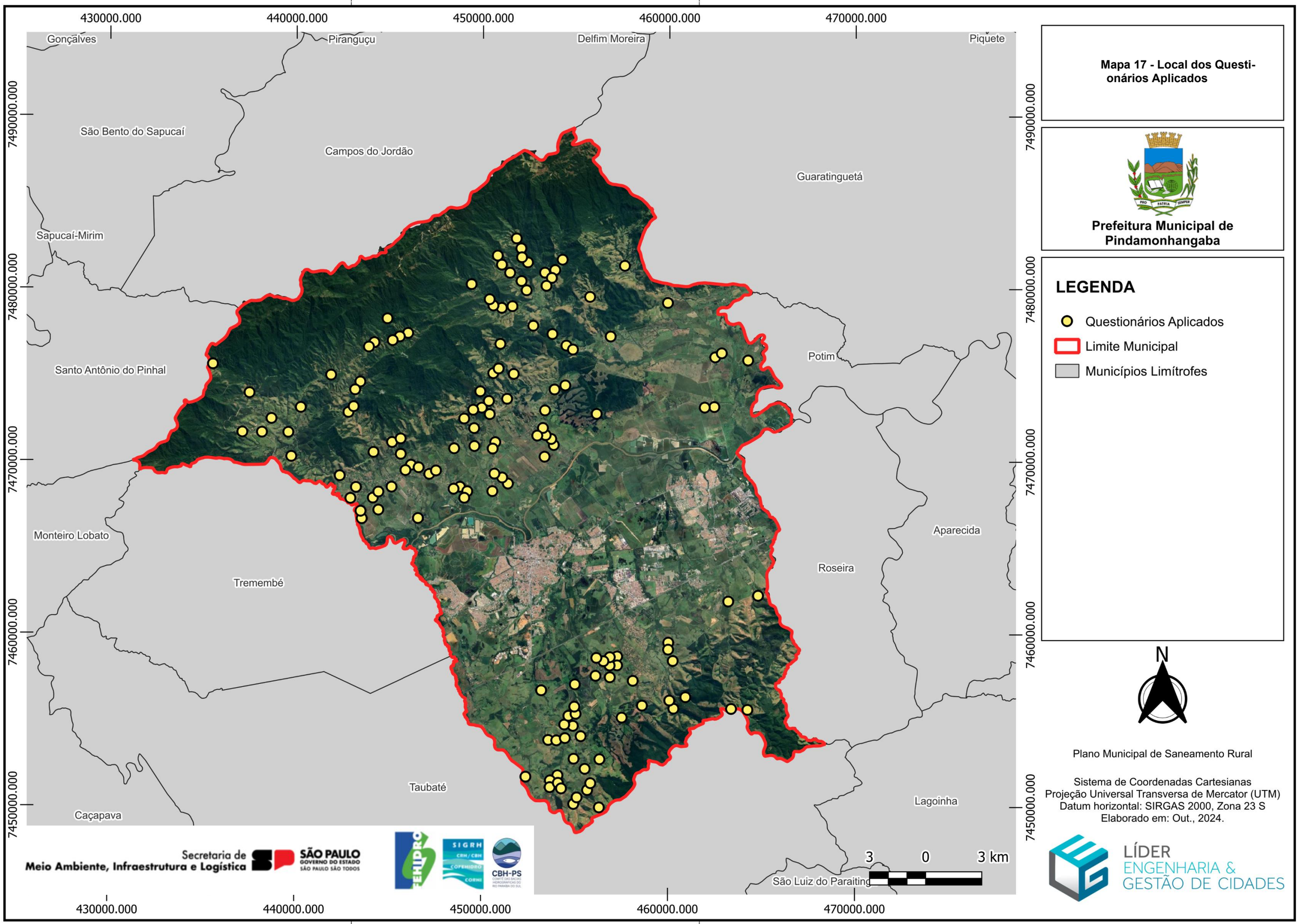
3 0 3 km

Plano Municipal de Saneamento Rural

Sistema de Coordenadas Cartesianas
Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM)
Datum horizontal: SIRGAS 2000, Zona 23 S
Elaborado em: Out., 2024.

Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística
SÃO PAULO GOVERNO DO ESTADO SÃO PAULO SÃO TODOS

LÍDER ENGENHARIA & GESTÃO DE CIDADES


430000.000
440000.000
450000.000
460000.000
470000.000
7490000.000
7480000.000
7470000.000
7460000.000
7450000.000
Gonçalves
Piranguçu
Delfim Moreira
Piquete
São Bento do Sapucaí
Campos do Jordão
Guaratinguetá
Sapucaí-Mirim
Santo Antônio do Pinhal
Potim
Monteiro Lobato
Tremembé
Aparecida
Roseira
Taubaté
Caçapava
Lagoinha
São Luiz do Paraitinga
3 0 3 km
Mapa 17 - Local dos Questionários Aplicados
Prefeitura Municipal de Pindamonhangaba
LEGENDA
Questionários Aplicados
Limite Municipal
Municípios Limítrofes
N
Plano Municipal de Saneamento Rural
Sistema de Coordenadas Cartesianas
Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM)
Datum horizontal: SIRGAS 2000, Zona 23 S
Elaborado em: Out., 2024.
Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística
SÃO PAULO GOVERNO DO ESTADO SÃO PAULO SÃO TODOS
SIGRH CBH/CBH COPENHIDRO CORHI
CBH-PS
LÍDER ENGENHARIA & GESTÃO DE CIDADES

430000.000 440000.000 450000.000 460000.000 470000.000

7490000.000 7480000.000 7470000.000 7460000.000 7450000.000

São Bento do Sapucaí

Campos do Jordão

Guaratinguetá

Santo Antônio do Pinhal

Potim

Monteiro Lobato

Aparecida

Roseira

Tremembé

Taubaté

Lagoinha

3 0 3 km

Mapa 18 - Aglomerados rurais e propriedades isoladas

Prefeitura Municipal de Pindamonhangaba

LEGENDA

- Pontos dentro da ZOC [31]
- Pontos dentro da ZOR [23]
- Pontos dentro da Macrozona Rural [96]
- Propriedades rurais isoladas [543]
- Limite Municipal
- Zona de Ocupação Restrita (ZOR)
- Zona de Ocupação Controlada (ZOC)
- Municípios Limítrofes

N

Plano Municipal de Saneamento Rural

Sistema de Coordenadas Cartesianas
Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM)
Datum horizontal: SIRGAS 2000, Zona 23 S
Elaborado em: Out., 2024.

Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística
SÃO PAULO GOVERNO DO ESTADO SÃO PAULO SÃO TODOS

CBH-PS

LÍDER ENGENHARIA & GESTÃO DE CIDADES

Ressalta-se que um dos desafios enfrentados durante o levantamento em campo foi a resistência de parte dos moradores em permitir o acesso dos técnicos às suas propriedades para o registro fotográfico das infraestruturas.

Embora tenham consentido em participar da pesquisa e responder aos questionários, muitos se negaram a responder, e muitos demonstraram relutância em autorizar a entrada nas áreas internas das propriedades, o que limitou a documentação visual de sistemas importantes, como os de captação de água e de esgotamento sanitário.

2.7 Estimativa do Crescimento Populacional para cada Área Identificada no Estudo

A metodologia adotada para estimar a população de cada aglomerado rural identificado em campo no município de Pindamonhangaba baseou-se nas visitas técnicas aos aglomerados rurais, durante as quais foram aplicados os questionários presenciais.

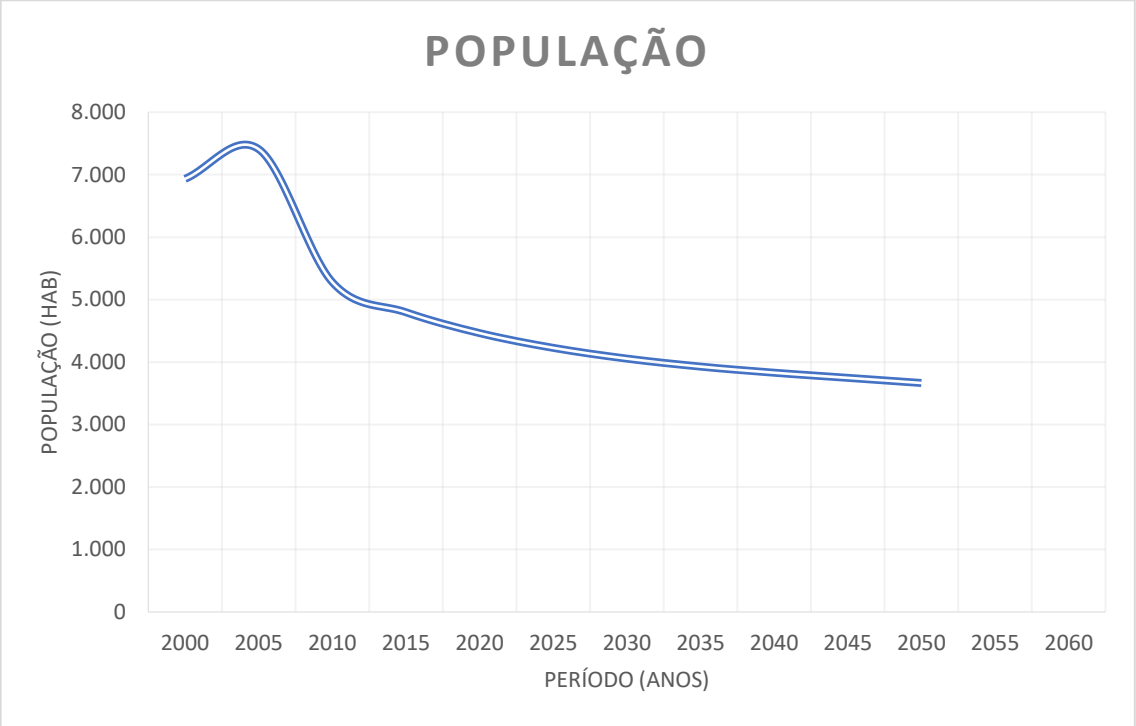
Os estudos de evolução populacional nessas localidades utilizaram métodos previamente estabelecidos para a zona rural de Pindamonhangaba ao longo de um horizonte de 20 anos, bem como os valores disponíveis pelo Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE), que estima a evolução da população urbana e rural para os anos de 2000 até 2050, elencados na Tabela 18.

Tabela 18 - Evolução da população rural de Pindamonhangaba entre os anos de 2000 e 20250.

Ano	População Rural	Taxa de Decréscimo
2000	6.934	-
2005	7.409	6,84%
2010	5.280	-28,74%
2015	4.798	-9,14%
2020	4.464	-6,96%
2025	4.228	-5,28%
2030	4.056	-4,07%
2035	3.928	-3,16%
2040	3.830	-2,49%
2045	3.748	-2,14%
2050	3.666	-2,19%

Fonte: POPULAÇÃO SEADE, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Gráfico 15 - Evolução da população rural de Pindamonhangaba ao longo dos anos.



Fonte: POPULAÇÃO SEADE, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Durante a elaboração do levantamento, foram identificadas algumas dificuldades na obtenção de dados consistentes para o cálculo da estimativa populacional nas áreas rurais, principalmente devido à ausência de informações históricas sobre a população residente nos bairros e aglomerados.

A inexistência de séries temporais que retratem a evolução populacional nessas localidades impôs a necessidade de se adotar uma metodologia baseada na projeção populacional fornecida pelo SEADE, que aponta uma tendência de decréscimo da população rural no município de Pindamonhangaba, considerando o número de moradores informado diretamente pelos proprietários em cada ponto de aplicação dos questionários.

Outro fator a ser destacado é que a estimativa populacional apresentada não abrange a totalidade dos bairros rurais, mas sim os aglomerados identificados e visitados pelos técnicos de campo. Essa delimitação se fez necessária devido à dificuldade em distinguir com precisão a transição entre as zonas urbanas e rurais.

Em várias localidades, foram identificados condomínios residenciais fechados que, embora situados em áreas mais afastadas do centro urbano, não podem ser caracterizados como propriedades rurais devido à ausência de atividades agrícolas ou

pecuárias, além de muitos desses condomínios possivelmente possuírem seus próprios sistemas de abastecimento de água e tratamento de esgoto sanitário, o que os distingue das propriedades rurais convencionais e contribui para a complexidade do levantamento populacional.

Não foi disponibilizado o *shapefile* com a delimitação dos bairros rurais do município de Pindamonhangaba, portanto o método adotado foi dividir o número de propriedades rurais por cada sub-bacia presente no município. A estimativa da população rural levou em consideração a soma das propriedades rurais identificadas em aglomerados onde foram aplicados os questionários, com as propriedades rurais isoladas dos aglomerados.

A Tabela 19 apresenta o número de propriedades rurais por sub-bacia estimada no município de Pindamonhangaba.

Tabela 19 - Número de propriedades rurais por sub-bacia.

Sub-bacia	Nº de propriedades em 2024
Rio Piracuama	345
Ribeirão Grande	350
Ribeirão dos Buenos	64
Ribeirão da Ponte Alta	107
Ribeirão das Pedras	92
Área de contribuição 1	122
Rio Una	4
Ribeirão da Galega	3
Ribeirão do Cortume	292
Ribeirão Água Preta	14
Ribeirão Ipiranga	37
Ribeirão Capituba	28
Ribeirão do Barranco Alto	1
Ribeirão Pirapitingui	1
Ribeirão dos Surdos	9
Córrego do Rosário (Área de contribuição 2)	1

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A Tabela 20 mostra a evolução da população por bairro rural dos anos de 2024 a 2044, levando em consideração a taxa de decréscimo apresentada pelo SEADE no horizonte de 20 anos.

Com base nas respostas do questionário sobre o número de habitantes por propriedade, foi calculada uma média, que resultou no número de 3 habitantes por propriedade. A média foi adotada para representar o número de habitantes por propriedade rural, e em seguida foi adotada a estimativa apresentada pelo SEADE para ilustrar o número de habitantes rurais no horizonte de 20 anos.

Tabela 20 - Evolução para a população por bairro rural nos anos de 2024 2 2044 .

Sub-bacia	Nº de habitantes em 2024	Nº de habitantes em 2044
Rio Piracuama	1035	741
Ribeirão Grande	1050	752
Ribeirão dos Buenos	192	137
Ribeirão da Ponte Alta	321	230
Ribeirão das Pedras	276	198
Rio Paraíba do Sul	366	263
Rio Una	12	9
Ribeirão da Galega	9	6
Ribeirão do Cortume	876	627
Ribeirão Água Preta	42	30
Ribeirão Ipiranga	111	79
Ribeirão Capituba	84	60
Ribeirão do Barranco Alto	3	2
Ribeirão Pirapitingui	3	2
Ribeirão dos Surdos	27	19
Córrego do Rosário	3	2
Total	**4.410**	**3.161**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A projeção populacional para 2044 foi realizada utilizando a taxa de decréscimo média anual obtida a partir dos dados da Tabela 18. Essa taxa foi estimada como 3,47% ao ano, considerando a média das reduções observadas entre 2025 e 2045 na pesquisa do SEADE, para representar um horizonte de 20 anos. No cálculo dos valores projetados de cada sub-bacia, aplicou-se uma fórmula matemática que considera a redução acumulada ao longo do tempo:

$$P_f = P_i \times (1 - r)^t$$

Onde:

- P(f): População final (2044)
- P(i): População inicial (2024)
- r: Taxa de decréscimo anual (3,47% = 0,0343)
- t: Número de anos (20)

Para sub-bacias com populações iniciais muito pequenas, como o Ribeirão da Galega ou o Córrego do Rosário, o impacto da redução ao longo do tempo foi menos perceptível, mantendo os valores arredondados para o número inteiro mais próximo. Esse arredondamento foi aplicado em todos os casos para facilitar a interpretação dos

dados e garantir a consistência com o levantamento realizado. O uso dessa metodologia permitiu projetar, de forma objetiva, a redução da população rural ao longo de 20 anos, refletindo a tendência de decréscimo populacional identificada pelo SEADE e considerando a realidade específica de cada sub-bacia.

2.8 LEVANTAMENTO DAS ÁREAS SUSCETÍVEIS À INUNDAÇÃO

A realização de estudos de drenagem na zona rural, no âmbito do saneamento básico, é crucial por motivos que visam promover a qualidade de vida, a preservação ambiental e a sustentabilidade nas áreas rurais. O entendimento aprofundado dos padrões hidrológicos, o impacto das atividades agrícolas no solo e a avaliação dos sistemas de drenagem são fundamentais para prevenir inundações, erosões e contaminação hídrica.

Além disso, a eficiente gestão da drenagem rural contribui para a preservação dos recursos hídricos, essenciais para a produção agrícola e a manutenção dos ecossistemas locais. Ao analisar e otimizar os sistemas de drenagem na zona rural, é possível minimizar os riscos de doenças relacionadas à água, promover práticas agrícolas sustentáveis e garantir a utilização responsável dos recursos naturais, consolidando, assim, um ambiente rural mais resiliente e saudável.

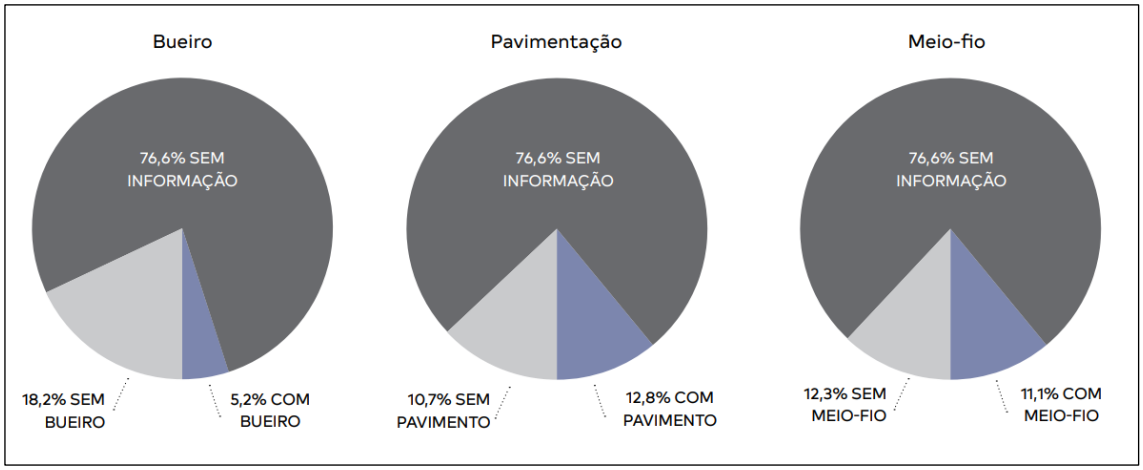
Os principais desafios associados à drenagem de águas pluviais no meio rural estão interligados aos problemas nas estradas rurais e aos processos erosivos. A persistência desses processos erosivos frequentemente leva à remoção da camada fértil do solo, resultando em danos consideráveis às culturas. Em circunstâncias extremas, essa erosão pode evoluir para deslizamentos de terra.

As estradas rurais desempenham um papel crucial no desenvolvimento e na conectividade das áreas rurais, facilitando o acesso a mercados, escolas, serviços de saúde e promovendo o intercâmbio econômico. No contexto da drenagem na zona rural, a importância das estradas é ainda mais evidente.

A drenagem adequada nas estradas rurais desempenha um papel vital na prevenção de impactos ambientais negativos. Além de garantir o livre acesso, evita a formação de poças d'água, reduzindo o potencial de proliferação de vetores de doenças e preservando a qualidade dos recursos hídricos locais.

De acordo com o Manual do Programa Nacional de Saneamento Rural (2019), o eixo do saneamento básico de drenagem das águas pluviais quando comparado com os demais eixos (abastecimento de água, sistema de esgotamento sanitário e manejo dos resíduos sólidos), apresenta pouca ou nenhuma informação sobre a situação atual. Sendo este dado exposto pelo gráfico abaixo:

Figura 10 - Situação dos imóveis rurais em relação ao eixo de drenagem das águas pluviais (considerando a delimitação de rural do PNSR).



Fonte: Manual do Programa Nacional de Saneamento Rural, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Ainda de acordo com Manual do Programa Nacional de Saneamento Rural (2019), é exposto que 12,8% das propriedades rurais (1.428.345 propriedades) encontram-se em vias pavimentadas, enquanto 11,1% (1.245.561 propriedades) estão localizados em vias com meio-fio e 5,2% (582.527 propriedades) estão situados em vias com bueiros. Importante notar que 76,6% das propriedades (8.564.631 propriedades) carecem de informações sobre a presença de pavimentação, bueiros e meio-fio nas proximidades.

Neste contexto, abaixo segue o mapa que representa a suscetibilidade a inundação na área rural do município de Pindamonhangaba, produzido a partir do Atlas de Suscetibilidades dos Solos do Estado de São Paulo, com o *shapefile* disponibilizado pelo IPA – Instituto de Pesquisas Ambientais.

Mapa 19 - Propriedades rurais suscetíveis à inundação.

Prefeitura Municipal de Pindamonhangaba

LEGENDA

- Pontos dentro da ZOC [31]
- Pontos dentro da ZOR [23]
- Pontos dentro da Macrozona Rural [96]
- Limite Municipal

Risco de Inundação

- Alta
- Área Urbana
- Baixa
- Massa d'água
- Média
- Mineração
- Muito Baixa

N

Plano Municipal de Saneamento Rural

Sistema de Coordenadas Cartesianas
Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM)
Datum horizontal: SIRGAS 2000, Zona 23 S
Elaborado em: Out., 2024.

3 0 3 km

430000.000 440000.000 450000.000 460000.000 470000.000

7490000.000 7480000.000 7470000.000 7460000.000 7450000.000

Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística — SÃO PAULO GOVERNO DO ESTADO SÃO PAULO SÃO TODOS

LÍDER ENGENHARIA & GESTÃO DE CIDADES

A partir da análise do mapa obtido, foi possível identificar que diversos aglomerados rurais estão inseridos em áreas suscetíveis a inundações, com diferentes níveis de risco. Ao todo, 140 aglomerados rurais encontram-se em zonas classificadas como de alto, médio ou baixo risco, conforme a seguinte distribuição:

- 24 aglomerados estão situados em zonas de alto risco, onde há maior probabilidade de ocorrência de inundações severas, podendo causar impactos significativos às comunidades locais.
- 77 aglomerados encontram-se em zonas de risco médio, onde há possibilidade moderada de alagamentos, demandando medidas de monitoramento e mitigação.
- 39 aglomerados estão localizados em zonas de risco baixo, onde os eventos de inundação podem ocorrer com menor frequência e intensidade, mas ainda exigem atenção.

Informações mais detalhadas sobre a drenagem pluvial da zona rural de Pindamonhangaba serão discutidas na fase de diagnóstico. Diante desse cenário, a implantação de sistemas eficientes de drenagem pluvial torna-se fundamental para mitigar os impactos das inundações nessas áreas. O planejamento e execução de infraestruturas como valas de infiltração, bacias de detenção, canais de drenagem e melhorias no escoamento natural da água podem contribuir significativamente para a redução do acúmulo de água e minimizar os riscos associados.

2.9 LEVANTAMENTO DAS ÁREAS SUSCETÍVEIS À EROSÃO

O processo erosivo causado por intemperismo hídrico é responsável pela formação de ravinas e voçorocas. A ravina é caracterizada pela formação de uma vala profunda e estreita que é moldada pela erosão da água. As ravinas são normalmente encontradas em áreas montanhosas ou com muita chuva. A água da chuva corre pelas ravinas, levando consigo terra e detritos. Isso pode causar a formação de ravinas maiores e mais profundas (Franco, 2015).

Figura 11 - Exemplo de ravinas.

Fonte: Brasil Escola, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

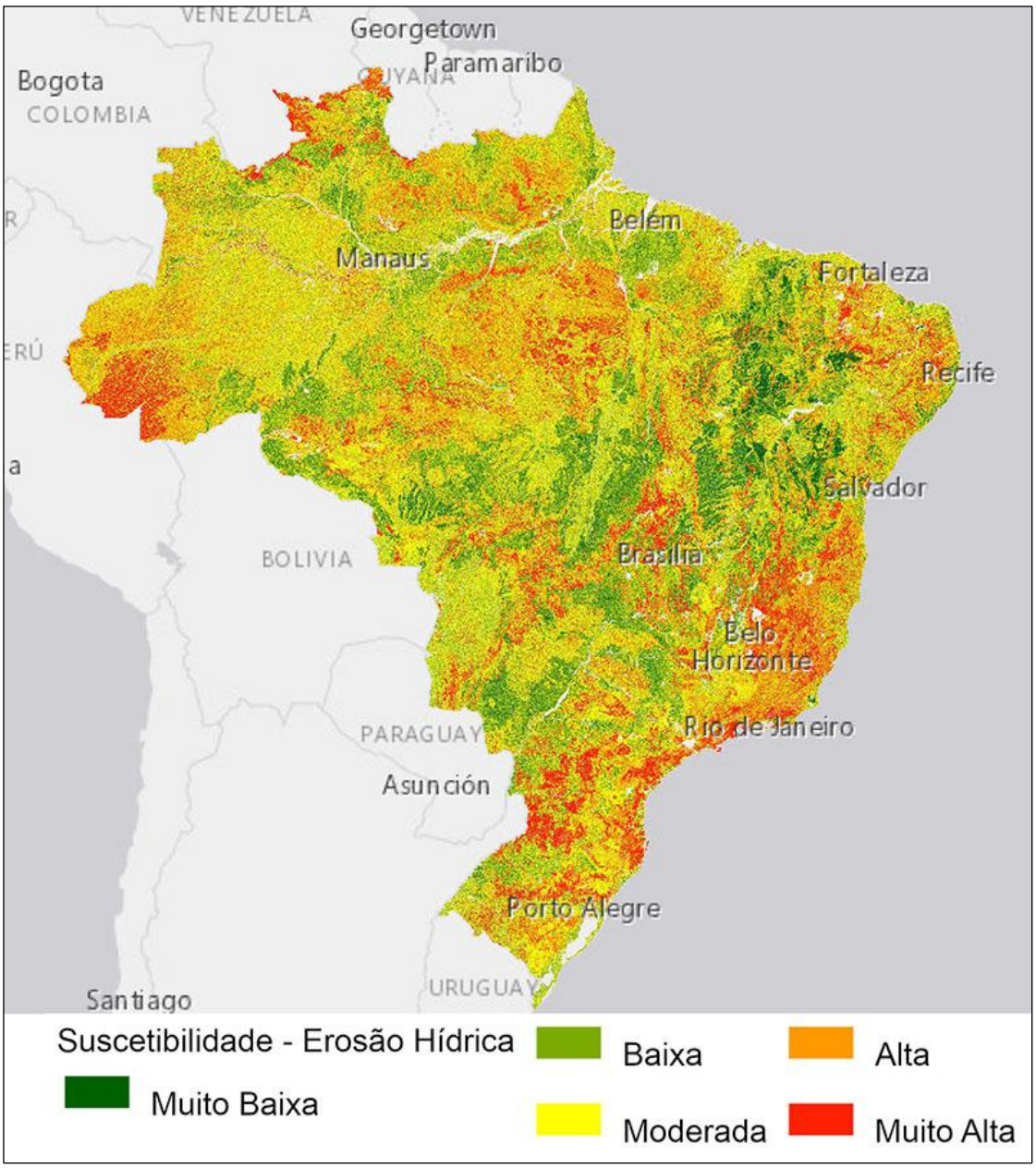
Enquanto as voçorocas são normalmente encontradas em áreas com solos frágeis e muita chuva. A água da chuva corre pelas voçorocas, levando consigo grandes quantidades de terra e detritos. Isso pode causar a formação de voçorocas muito grandes e profundas, onde em níveis mais avançados do processo erosivo pode comprometer construções e estradas (Silva Marques *et al*., 2020).

Figura 12 - Exemplo de voçoroca.

Fonte: Mannarino, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

De acordo com o exposto, segue o mapa de suscetibilidade a erosão hídrica no Brasil e os mapas que indicam a suscetibilidade a formação de ravinas e voçorocas no perímetro territorial do município de Pindamonhangaba, produzido a partir do Atlas de Suscetibilidades dos Solos do Estado de São Paulo, com o *shapefile* disponibilizado pelo IPA – Instituto de Pesquisas Ambientais.

Figura 13 - Suscetibilidade a erosão hídrica no Brasil.



Fonte: Embrapa, 2020. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

De acordo com o exposto, segue o mapa de suscetibilidade a erosão hídrica no Brasil e os mapas que indicam a suscetibilidade a formação de ravinas e voçorocas no perímetro territorial do município de Pindamonhangaba, produzido a partir do Atlas de Suscetibilidades dos Solos do Estado de São Paulo, com o *shapefile* disponibilizado pelo IPA – Instituto de Pesquisas Ambientais.

Mapa 20 – Propriedades rurais suscetíveis à erosão

Prefeitura Municipal de Pindamonhangaba

LEGENDA

- Pontos dentro da ZOC [31]
- Pontos dentro da ZOR [23]
- Pontos dentro da Macrozona Rural [96]
- Limite Municipal

Erodibilidade

- Alta
- Media
- Baixa
- Muito baixa
- Area urbana
- Corpos dagua

N

Plano Municipal de Saneamento Rural

Sistema de Coordenadas Cartesianas
Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM)
Datum horizontal: SIRGAS 2000, Zona 23 S
Elaborado em: Out., 2024.

LÍDER ENGENHARIA & GESTÃO DE CIDADES

Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística
SÃO PAULO GOVERNO DO ESTADO SÃO PAULO SÃO TODOS

CBH-PS

3 0 3 km

430000.000 440000.000 450000.000 460000.000 470000.000

7490000.000 7480000.000 7470000.000 7460000.000 7450000.000

A partir da análise do mapa obtido, foi possível identificar que diversos aglomerados rurais estão inseridos em áreas com diferentes níveis de suscetibilidade à erosão do solo. A erosão é um processo natural que pode ser intensificado por fatores como desmatamento, uso inadequado do solo e ausência de práticas conservacionistas, resultando na degradação ambiental e comprometendo a qualidade dos recursos hídricos e da produção agrícola.

Foi realizada a classificação de acordo com os níveis de erodibilidade do solo, conforme a seguinte distribuição:

- 0 aglomerados em áreas de erodibilidade alta, indicando que não há registros de locais com solos extremamente suscetíveis à erosão na região analisada.
- 43 aglomerados estão situados em áreas de erodibilidade média, onde há um risco moderado de erosão, exigindo atenção para práticas de manejo sustentável do solo.
- 65 aglomerados encontram-se em zonas de erodibilidade baixa, onde o risco de erosão é reduzido, mas ainda pode ocorrer em casos de manejo inadequado.
- 36 aglomerados estão em áreas de erodibilidade muito baixa, o que indica uma menor suscetibilidade à erosão, favorecendo a estabilidade do solo e minimizando riscos ambientais.

Informações mais detalhadas sobre o grau de erosão de Pindamonhangaba nas proximidades das propriedades rurais, serão discutidas na fase de diagnóstico. Diante desse cenário, a adoção de práticas de conservação do solo e manejo sustentável torna-se essencial para reduzir os impactos da erosão. Medidas como terraceamento, plantio em curvas de nível, rotação de culturas, uso de cobertura vegetal permanente e recuperação de áreas degradadas podem minimizar a perda de solo e manter sua fertilidade.

2.10 DESCRIÇÃO DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

Para o Município de Pindamonhangaba, segundo o Cadastro Nacional das Unidades de Conservação, (CNUC) mantido pelo Ministério do Meio Ambiente, são dispostas em seu território, total ou parcialmente, 3 UCs divididas entre duas Áreas de Proteção Ambiental, (APA), e um Parque Estadual (PE) que serão descritos neste capítulo.

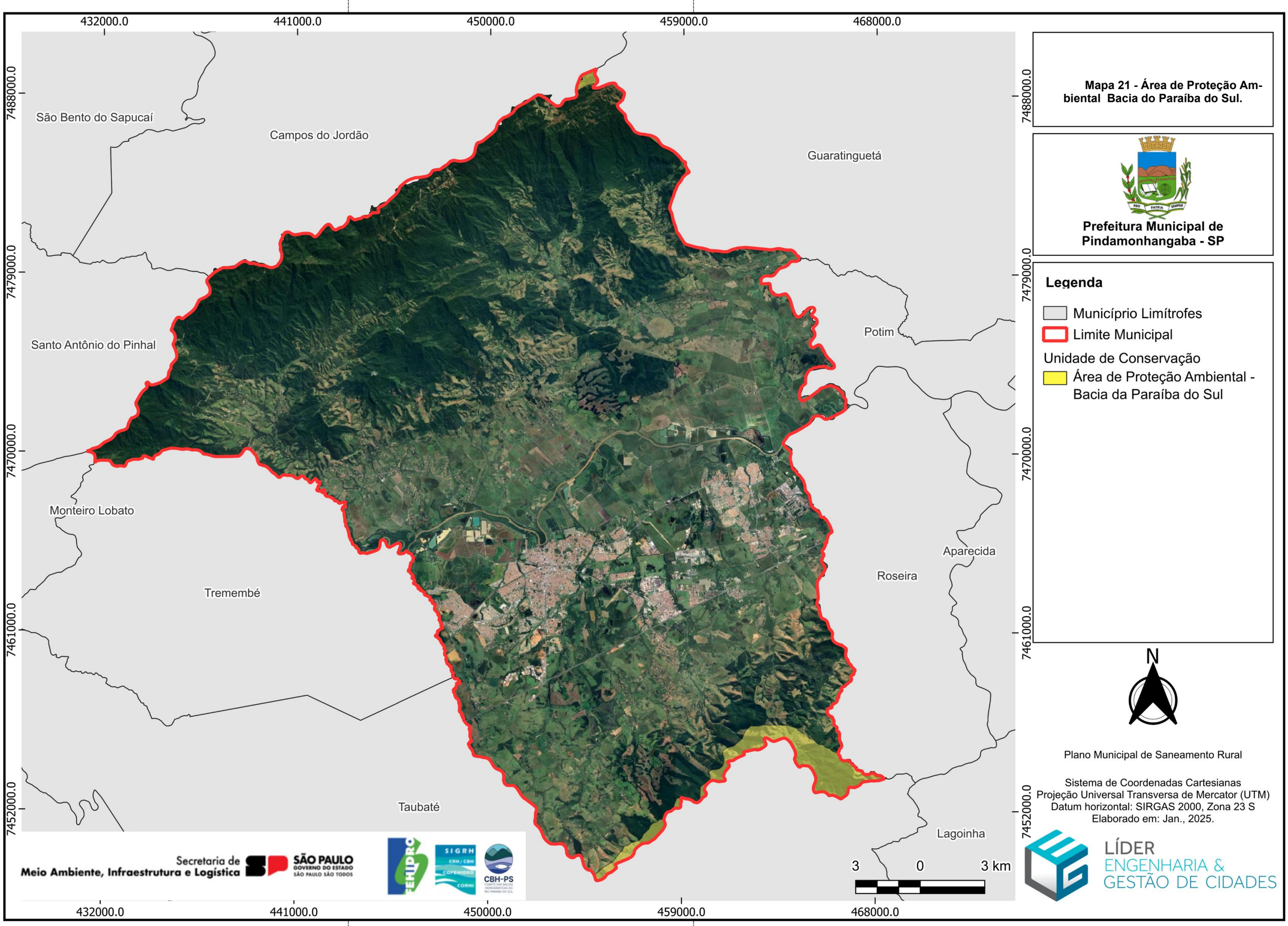
Além da área atribuída para as unidades de conservação, tem-se as zonas de amortecimento, que são áreas que se encontram no entorno das unidades de conservação (UCs) e que estão sujeitas a restrições e normas específicas para as atividades humanas. O objetivo é minimizar os impactos negativos que essas atividades podem causar nas UCs.

ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL – BACIA DO PARÍABA DO SUL

A Área de Proteção Ambiental (APA) da Bacia do Rio Paraíba do Sul é uma unidade de conservação de caráter federal, instituída pelo Decreto nº 87.561. Localizada na Mata Atlântica, essa APA se estende pelos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais.

Com uma área total de 292.599,92 hectares, parte dela está situada no município de Pindamonhangaba e é classificada como uma unidade de uso sustentável.

Além de preservar o meio ambiente, a APA oferece espaço para atividades de turismo, lazer e contemplação. Na Figura 41, é possível visualizar a área da APA que está inserida no território de Pindamonhangaba.


432000.0
441000.0
450000.0
459000.0
468000.0
7488000.0
7479000.0
7470000.0
7461000.0
7452000.0
São Bento do Sapucaí
Campos do Jordão
Guaratinguetá
Santo Antônio do Pinhal
Potim
Monteiro Lobato
Tremembé
Aparecida
Roseira
Taubaté
Lagoinha
3 0 3 km
Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística
SÃO PAULO GOVERNO DO ESTADO SÃO PAULO SÃO TODOS
SIGRH CBH/CBH COFEHIDRO CORHI
CBH-PS
Mapa 21 - Área de Proteção Ambiental Bacia do Paraíba do Sul.
Prefeitura Municipal de Pindamonhangaba - SP
Legenda
Municíprio Limítrofes
Limite Municipal
Unidade de Conservação
Área de Proteção Ambiental - Bacia da Paraíba do Sul
N
Plano Municipal de Saneamento Rural
Sistema de Coordenadas Cartesianas
Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM)
Datum horizontal: SIRGAS 2000, Zona 23 S
Elaborado em: Jan., 2025.
LÍDER ENGENHARIA & GESTÃO DE CIDADES

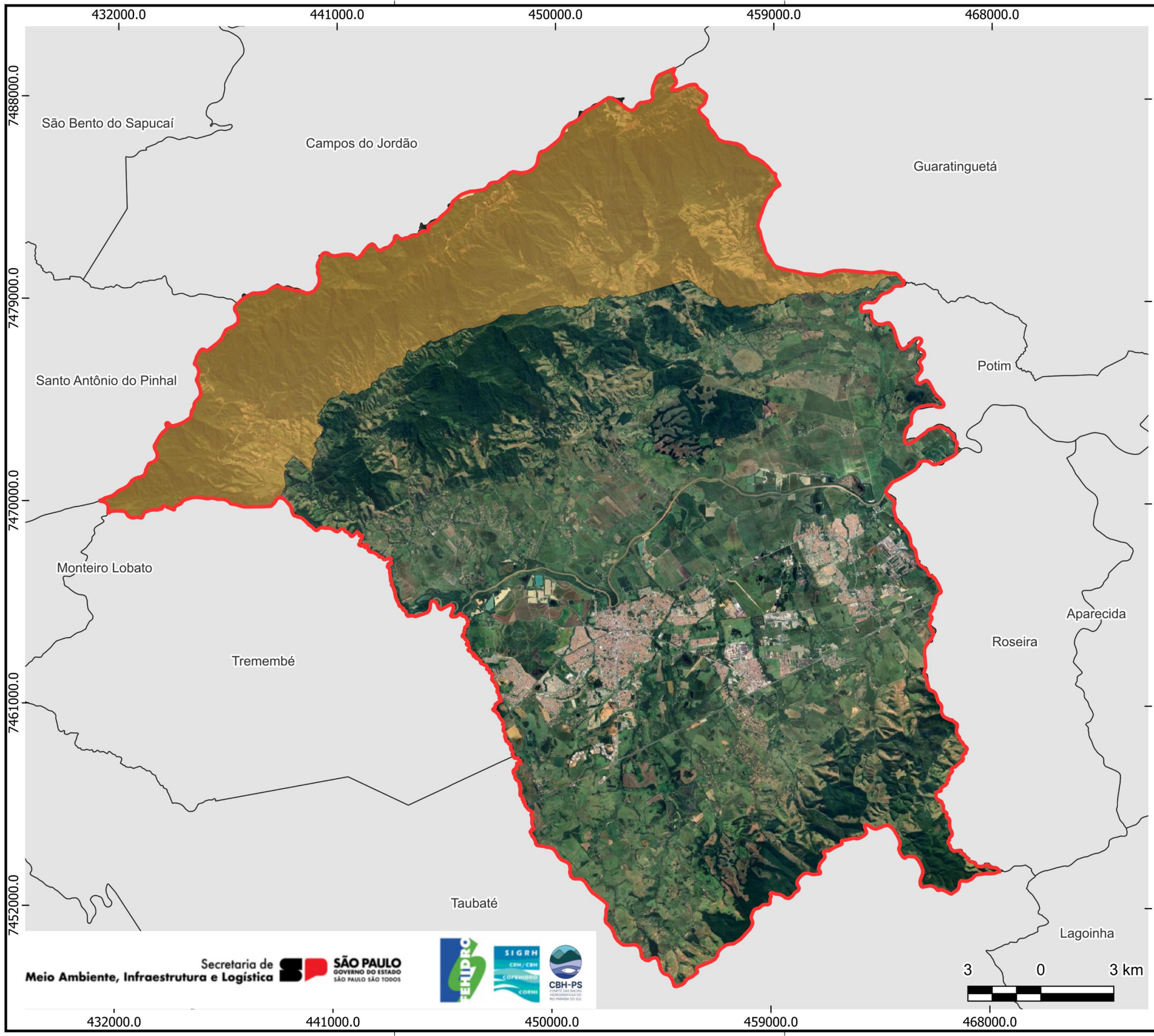
ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL – SERRA DA MANTIQUEIRA

A Área de Proteção Ambiental (APA) da Serra da Mantiqueira é uma unidade de conservação ambiental que abrange partes dos estados de Minas Gerais São Paulo.

Com uma extensão de 437.524,57 hectares, a APA inclui parte do município de Pindamonhangaba e é classificada como uma unidade de uso sustentável.

Criada pelo Decreto nº 91.304, em 3 de junho de 1985, a APA tem como principal objetivo a proteção da biodiversidade única da região. Situada no bioma Mata Atlântica, a área conserva espécies em risco de extinção, bosques remanescentes de araucária e plantas endêmicas. Além disso, desempenha um papel fundamental na preservação dos ecossistemas locais e da vida selvagem.

A Figura 42 apresenta a localização da APA dentro do território de Pindamonhangaba.



Mapa 22 - Área de Proteção Ambiental Serra da Mantiqueira.

Prefeitura Municipal de Pindamonhangaba - SP

Legenda

- Municíprio Limítrofes
- Limite Municipal

Unidade de Conservação

- Área de Proteção Ambiental - Serra da Mantiqueira

N

Plano Municipal de Saneamento Rural

Sistema de Coordenadas Cartesianas
Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM)
Datum horizontal: SIRGAS 2000, Zona 23 S
Elaborado em: Jan., 2025.

Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística
SÃO PAULO GOVERNO DO ESTADO SÃO PAULO SÃO TODOS

LÍDER ENGENHARIA & GESTÃO DE CIDADES

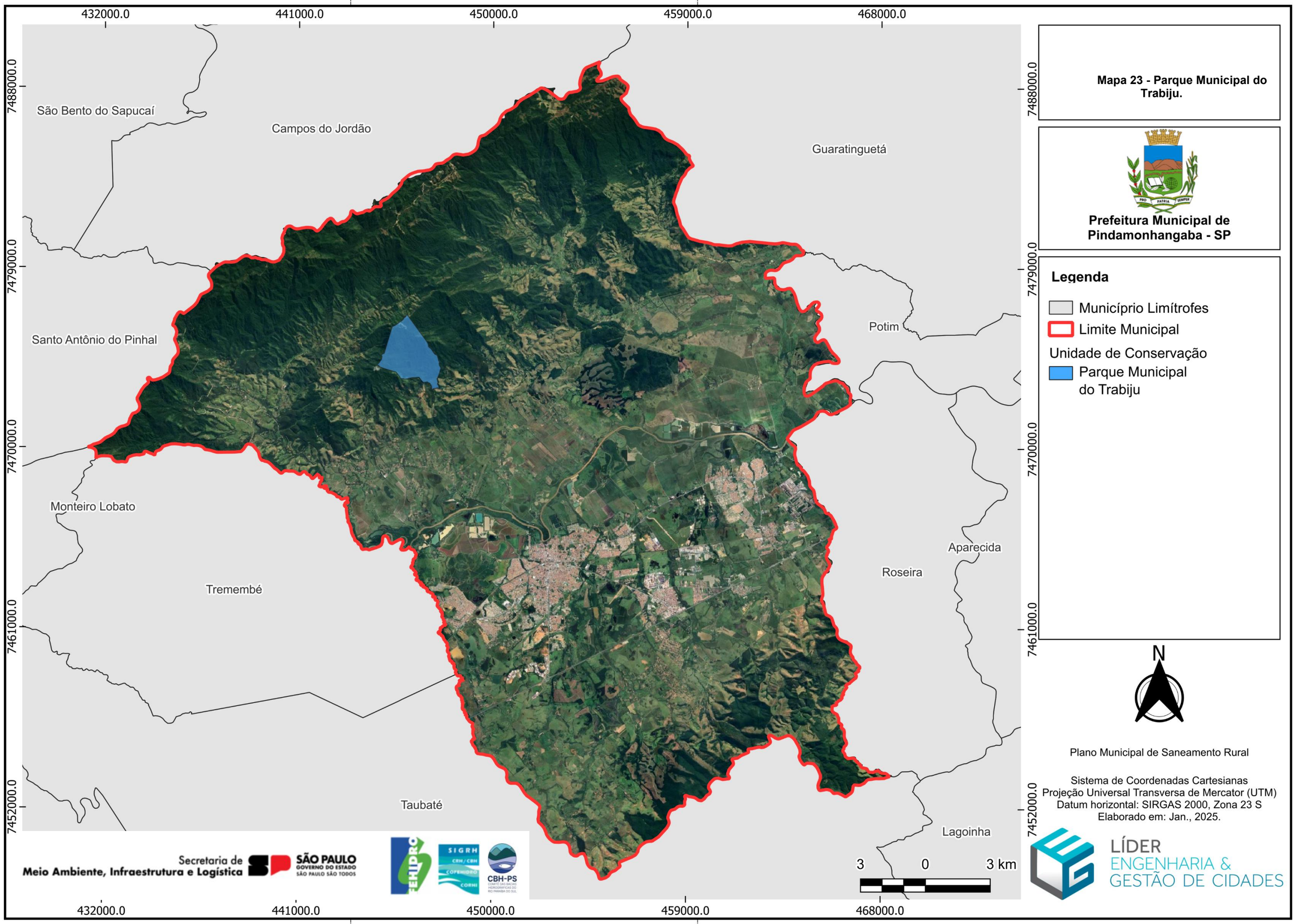
PARQUE MUNICIPAL DO TRABIJU

O Parque Natural Municipal do Trabiju, situado em Pindamonhangaba, São Paulo, destaca-se como uma relevante unidade de conservação da Mata Atlântica, reconhecida por abrigar uma biodiversidade excepcional. Com uma área protegida que serve de habitat para espécies raras e ameaçadas de extinção, o parque desempenha um papel essencial na preservação ambiental.

Além disso, oferece trilhas bem estruturadas, proporcionando oportunidades de contato com a natureza, sendo um atrativo importante para o ecoturismo. Como parte integrante da Reserva da Biosfera, o Parque do Trabiju colabora com iniciativas globais voltadas à conservação e à sustentabilidade, promovendo a harmonia entre atividades turísticas e a preservação ambiental.

Com uma área total de 603,09 hectares, o parque está totalmente localizado no município de Pindamonhangaba e é classificado como uma reserva ecológica.

A Figura 43 ilustra a localização da unidade de conservação no território de Pindamonhangaba.


432000.0
441000.0
450000.0
459000.0
468000.0
7488000.0
7479000.0
7470000.0
7461000.0
7452000.0
São Bento do Sapucaí
Campos do Jordão
Guaratinguetá
Santo Antônio do Pinhal
Potim
Monteiro Lobato
Tremembé
Aparecida
Roseira
Taubaté
Lagoinha
3 0 3 km
Mapa 23 - Parque Municipal do Trabiju.
Prefeitura Municipal de Pindamonhangaba - SP
Legenda
Municíprio Limítrofes
Limite Municipal
Unidade de Conservação
Parque Municipal do Trabiju
N
Plano Municipal de Saneamento Rural
Sistema de Coordenadas Cartesianas
Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM)
Datum horizontal: SIRGAS 2000, Zona 23 S
Elaborado em: Jan., 2025.
Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística
SÃO PAULO GOVERNO DO ESTADO SÃO PAULO SÃO TODOS
LÍDER ENGENHARIA & GESTÃO DE CIDADES

No Mapa 24 é possível verificar que alguns aglomerados estão inseridos em área de proteção ambiental. A inserção de aglomerados rurais dentro de unidades de conservação representa um aspecto relevante para a gestão ambiental e o planejamento territorial, uma vez que essas áreas possuem diretrizes específicas para a preservação dos recursos naturais e a mitigação de impactos antrópicos. As unidades de conservação desempenham um papel fundamental na manutenção da biodiversidade, na proteção dos mananciais hídricos e na regulação climática, exigindo estratégias de manejo compatíveis com seus objetivos de conservação.

A distribuição dos aglomerados rurais nas unidades de conservação da região analisada ocorre da seguinte forma:

- 28 aglomerados estão inseridos na Área de Proteção Ambiental (APA) Serra da Mantiqueira, unidade de conservação de uso sustentável que tem como principal objetivo a proteção dos ecossistemas montanhosos e dos recursos hídricos estratégicos para a região. A APA possui restrições específicas quanto ao uso do solo e às atividades antrópicas, visando minimizar processos erosivos, conservar fragmentos florestais e garantir a estabilidade ambiental da bacia hidrográfica.
- 3 aglomerados encontram-se dentro da Área de Proteção Ambiental (APA) Bacia do Paraíba do Sul, unidade voltada à conservação dos recursos hídricos e à sustentabilidade dos sistemas agropecuários e urbanos situados ao longo da bacia. Essa APA possui diretrizes para a manutenção da qualidade da água, o controle do uso do solo e a mitigação de impactos decorrentes de atividades produtivas na região.

Estratégias como a recuperação de áreas degradadas, a implementação de sistemas agroflorestais, o controle da supressão vegetal e a adoção de tecnologias conservacionistas no uso do solo são essenciais para minimizar os impactos ambientais e garantir a integridade ecológica dessas áreas protegidas. A fase de diagnóstico permitirá uma avaliação mais detalhada dos desafios e das oportunidades para a implementação de estratégias de gestão ambiental eficazes na região.

430000.000 440000.000 450000.000 460000.000 470000.000

7490000.000 7480000.000 7470000.000 7460000.000 7450000.000

Mapa 24 – Propriedades rurais localizadas em Unidades de Conservação

Prefeitura Municipal de Pindamonhangaba

LEGENDA

- Pontos dentro da ZOC [31]
- Pontos dentro da ZOR [23]
- Pontos dentro da Macrozona Rural [96]
- Limite Municipal

Unidades de Conservação

- Área de Proteção Ambiental Bacia do Paraíba do Sul
- Área de Proteção Ambiental Serra da Mantiqueira
- Parque Natural Municipal do Trabiju

N

Plano Municipal de Saneamento Rural

Sistema de Coordenadas Cartesianas
Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM)
Datum horizontal: SIRGAS 2000, Zona 23 S
Elaborado em: Out., 2024.

3 0 3 km

Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística
SÃO PAULO GOVERNO DO ESTADO SÃO PAULO SÃO TODOS

LÍDER ENGENHARIA & GESTÃO DE CIDADES

3. RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

Durante as visitas técnicas realizadas, houve significativa dificuldade no registro fotográfico de problemas relacionados ao saneamento. Isso se deveu, em grande parte, à resistência dos moradores em permitir a entrada dos técnicos em suas propriedades, o que inviabilizou boa parte do registro visual dessas situações. Maiores detalhes a respeito da situação atual das propriedades rurais relativo aos 4 eixos de saneamento, serão discutidos na fase de Diagnóstico.

3.1 Situação atual dos quatro eixos de Saneamento Básico Rural

Figura 14 - Reservatórios de água da zona rural de Pindamonhangaba.

22 de jan. de 2025 11:12:28
22.7931983333333333S 45.4827750000000W

22 de jan. de 2025 11:12:29
22.793805S 45.482765W

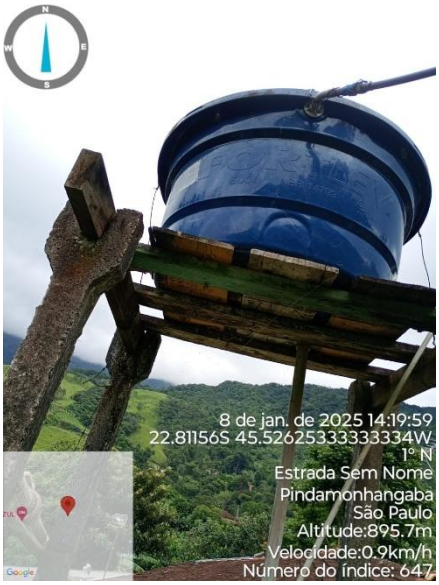
22 de jan. de 2025 09:39:47
22.7966283333333334S 45.478215W

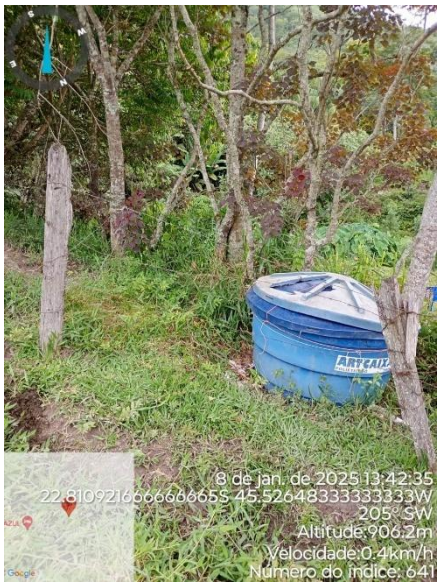
15 de jan. de 2025 13:43:10
22.8814631S 45.5118153W
Número do índice: 721

14 de jan. de 2025 14:54:38
22.7849482833333332S 45.45225975W
Altitude:663.5m
Velocidade:1.0km/h
Número do índice: 646

14 de jan. de 2025 13:48:08
22.8873166666666667S 45.476938333333333W
77° E
13915 Estrada Municipal Jorge Emílio Vieira
Cruz Pequena
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:543.3m
Velocidade:0.8km/h
Número do índice: 873

10 de jan. de 2025 10:00:12
22.882623333333335 45.51611333333334W
179° S
Estrada Sem Nome
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:554.1m
Velocidade:0.2km/h
Número do índice: 731

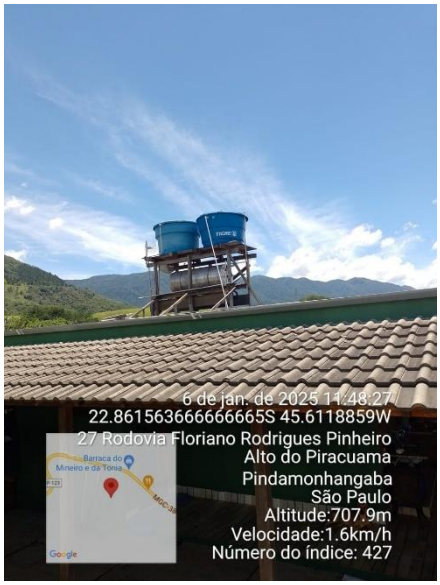

8 de jan. de 2025 14:19:59
22.81156S 45.52625333333334W
1° N
Estrada Sem Nome
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:895.7m
Velocidade:0.9km/h
Número do índice: 647


8 de jan. de 2025 13:42:35
22.810921666666665S 45.52648333333333W
205° SW
Altitude:906.2m
Velocidade:0.4km/h
Número do índice: 641

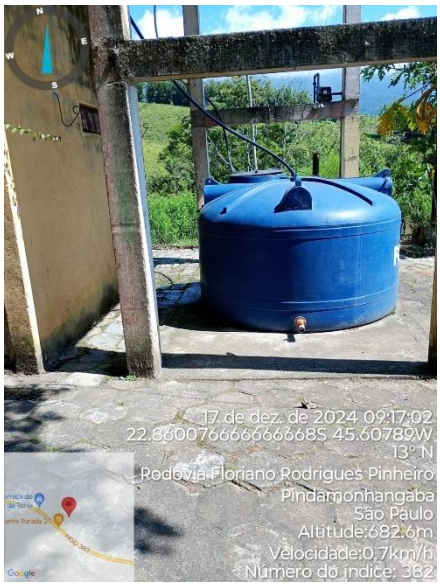
8 de jan. de 2025 13:16:08
22.810203333333334S 45.527815W
173° S
Altitude:888.3m
Velocidade:0.4km/h
Número do índice: 639

8 de jan. de 2025 12:20:47
22.81283S 45.52915500000001W
199° S
Altitude:881.7m
Velocidade:1.9km/h
Número do índice: 628

7 de jan. de 2025 08:48:37
23.05909685S 45.42511376666666W
Altitude:717.6m
Velocidade:0.0km/h
Número do índice: 440


6 de jan. de 2025 11:48:27
22.8615636666666665S 45.6118859W
27 Rodovia Floriano Rodrigues Pinheiro
Alto do Piracuama
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:707.9m
Velocidade:1.6km/h
Número do índice: 427

18 de dez. de 2024 09:21:18
22.84952S 45.5818016666666664W
154° SE
Estrada Sem Nome
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:611.7m
Velocidade:0.0km/h
Número do índice: 442


17 de dez. de 2024 09:17:02
22.8600766666666668S 45.60789W
13° N
Rodovia Floriano Rodrigues Pinheiro
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:682.6m
Velocidade:0.7km/h
Número do índice: 382

17 de dez. de 2024 09:09:38
22.8604416666666663S 45.60798W
129° SE
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:684.7m
Velocidade:0.9km/h
Número do índice: 381

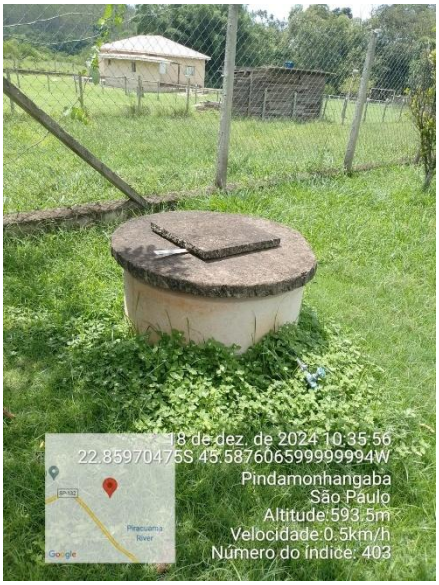
9 de dez. de 2024 10:38:44
22.838845S 45.45024W
265° W
Altitude:566.3m
Velocidade:0.1km/h
Número do índice: 232

6 de dez. de 2024 11:34:32
22.81593S 45.44240333333334W
260° W
Altitude:592.9m
Velocidade:1.6km/h
Número do índice: 188

Fonte: Líder Engenharia, 2025.

Figura 15 - Poços de água da zona rural de Pindamonhangaba.

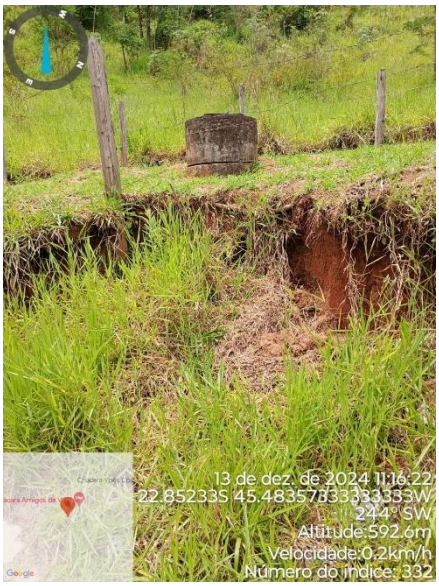
13 de jan. de 2025 10:26:06
22.778162950000002S 45.47278655W
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:706.3m
Velocidade:0.0km/h
Número do índice: 546


18 de dez. de 2024 10:35:56
22.85970476S 45.587606599999994W
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:593.5m
Velocidade:0.5km/h
Número do índice: 403

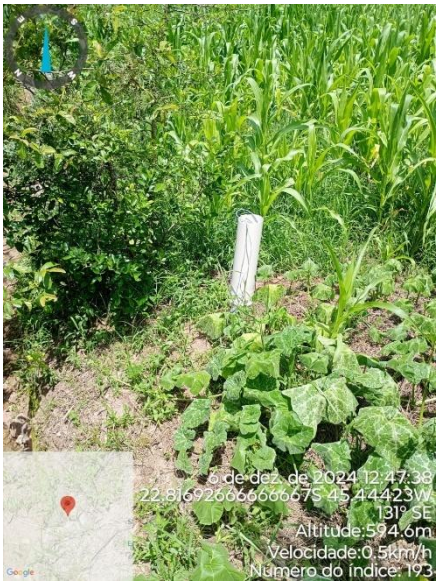
18 de dez. de 2024 09:35:43
22.848858333333336S 45.581515W
107° S
Estrada Sem Nome
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:611.9m
Velocidade:0.4km/h
Número do índice: 459

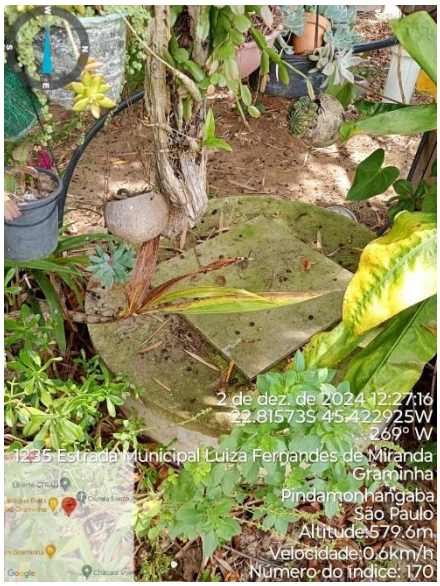
18 de dez. de 2024 09:33:14
22.849159999999998S 45.581985W
67° NE
Estrada Sem Nome
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:610.7m
Velocidade:0.2km/h
Número do índice: 456

16 de dez. de 2024 13:44:46
22.8609894S 45.49270203333334W
Altitude:591.9m
Velocidade:1.7km/h
Número do índice: 361


13 de dez. de 2024 11:16:22
22.85233S 45.48357833333333W
244° SW
Altitude:592.6m
Velocidade:0.2km/h
Número do índice: 332

13 de dez. de 2024 10:52:24
22.8515949999999965 45.48391W
320° NW
Altitude:591.1m
Velocidade:0.1km/h
Número do índice: 327


6 de dez. de 2024 12:47:38
22.816926666666675 45.44423W
131° SE
Altitude:594.6m
Velocidade:0.5km/h
Número do índice: 193


2 de dez. de 2024 12:27:16
22.8157 3S 45.422925W
269° W
1235 Estrada Municipal Luiza Fernandes de Miranda
Graminha
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:579.6m
Velocidade:0.6km/h
Número do índice: 170

2 de dez. de 2024 10:47:28
22.8148455 45.424395000000004W
311° NW
1235 Estrada Municipal Luiza Fernandes de Miranda
Graminha
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:577.4m
Velocidade:1.0km/h
Número do índice: 156

2 de dez. de 2024 09:40:40
22.813608283333333S 45.42368033333334W
Altitude:530.3m
Velocidade:0.5km/h
Número do índice: 225

2 de dez. de 2024 09:14:57
22.813634433333335 45.42056775W
Estrada Municipal Claudio Ferreira de Macedo
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:568.8m
Velocidade:0.0km/h
Número do índice: 205

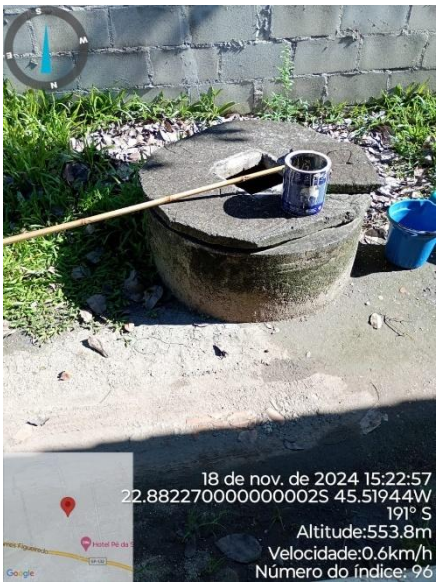
19 de nov. de 2024 11:53:21
22.870633333333333S 45.46098W
10° N
20 Rua Capitão José Alves Geraldo Filho
Residencial Parque Das Palmeiras
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:541.0m
Velocidade:4.9km/h
Número do índice: 122

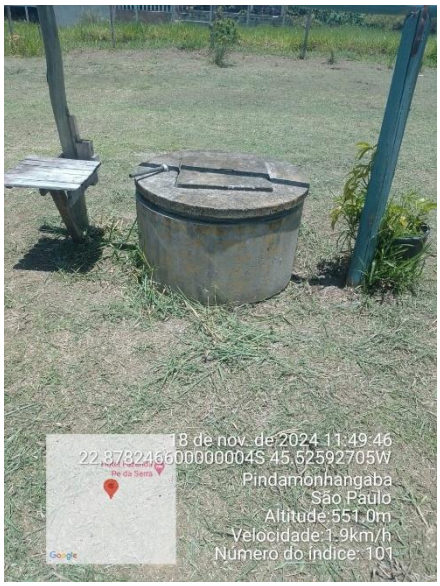
19 de nov. de 2024 11:14:20
22.877651033333336S 45.45423753333333W
Estrada Pedro Inoue
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:532.6m
Velocidade:1.5km/h
Número do índice: 146

19 de nov. de 2024 10:23:44
22.876995000000003S 45.45418666666667W
12.75° W
Estrada Pedro Inoue
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:538.3m
Velocidade:0.0km/h
Número do índice: 107

19 de nov. de 2024 09:36:16
22.87365501666666S 45.45462166W
Rua Kayoko Inoue
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:520.4m
Velocidade:0.3km/h
Número do índice: 132

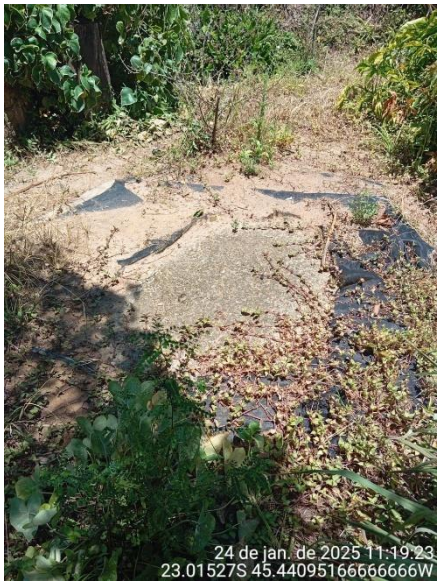
19 de nov. de 2024 09:31:29
22.87348S 45.454634W
Rua Kayoko Inoue
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:535.3m
Número do índice: 131


18 de nov. de 2024 15:22:57
22.8822700000000002S 45.51944W
191° S
Altitude:553.8m
Velocidade:0.6km/h
Número do índice: 96



Fonte: Lider Engenharia, 2025

Figura 16 – Fossas/Biodigestores da zona rural de Pindamonhangaba.


24 de jan. de 2025 11:19:23
23.01527S 45.440951666666666W

24 de jan. de 2025 08:32:09
23.0233033333333335S 45.436043333333333W
Estrada Sem Nome
Pindamonhangaba
São Paulo

23 de jan. de 2025 12:36:44
22.790106666666663S 45.42958W
310° NW
Altitude:647.6m
Velocidade:0.5km/h
Número do índice: 1131

23 de jan. de 2025 12:09:37
22.790995S 45.429578333333333W
283° W
Altitude:653.4m
Velocidade:0.4km/h
Número do índice: 1123

23 de jan. de 2025 09:22:03
22.783656666666667S 45.491606666666667W

23 de jan. de 2025 09:46:26
22.788763333333333S 45.492955W

23 de jan. de 2025 10:20:37
22.7627600000000004S 45.468285W
94° E
Altitude:745.1m
Velocidade:0.0km/h
Número do índice: 1106

22 de jan. de 2025 09:37:59
22.796655S 45.47823W

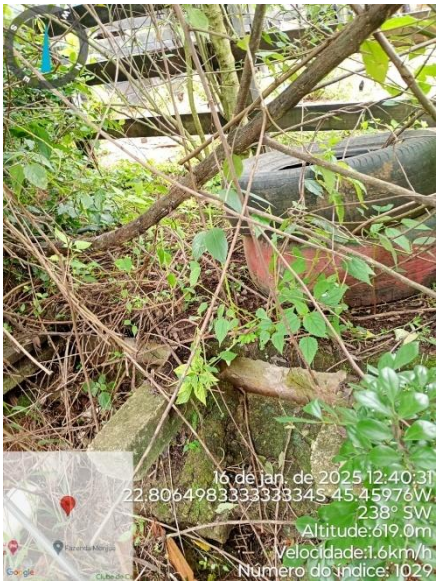
22 de jan. de 2025 10:30:02
22.797205S 45.47892W

22 de jan. de 2025 11:07:38
22.79387666666666S 45.48281999999999W

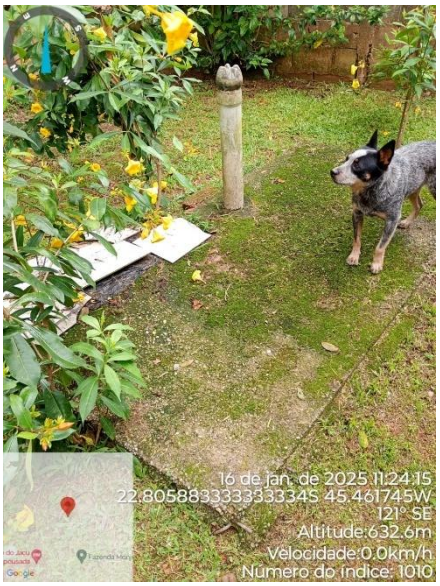
22 de jan. de 2025 11:48:20
22.7936999999999998S 45.48303666666667W

22 de jan. de 2025 11:22:46
22.77038S 45.47871499999999W
146° SE
Altitude:805.6m
Velocidade:0.4km/h
Número do índice: 1062

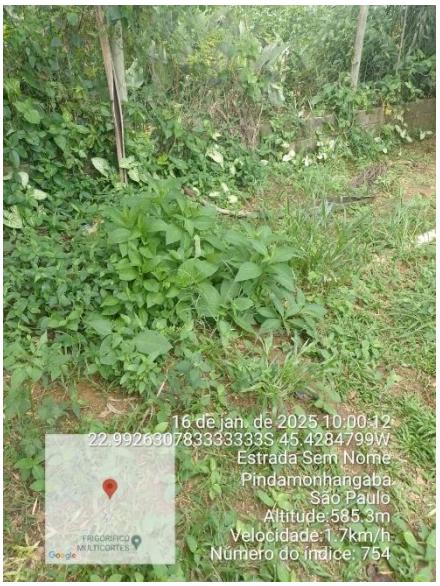
22 de jan. de 2025 10:49:26
22.769191666666664S 45.479236666666667W
130° SE
Altitude:819.0m
Velocidade:0.8km/h
Número do índice: 1052

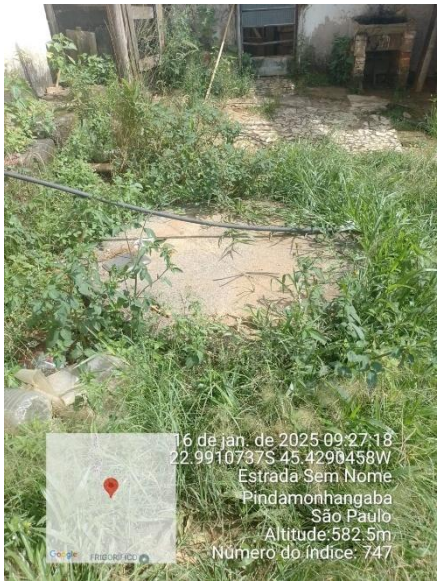

16 de jan. de 2025 12:40:31
22.806498333333334S 45.45976W
238° SW
Altitude:619.0m
Velocidade:1.6km/h
Número do índice: 1029

16 de jan. de 2025 12:03:46
22.805875S 45.461623333333335W
82° E
Estrada Sem Nome
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:620.0m
Velocidade:0.6km/h
Número do índice: 1022


16 de jan. de 2025 11:24:15
22.805883333333334S 45.461745W
121° SE
Altitude:632.6m
Velocidade:0.0km/h
Número do índice: 1010

16 de jan. de 2025 11:21:43
22.805875S 45.46200999999999W
35° NE
Altitude:631.1m
Velocidade:0.5km/h
Número do índice: 1009


16 de jan. de 2025 10:00:12
22.992630783333333S 45.4284799W
Estrada Sem Nome
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:585.3m
Velocidade:1.7km/h
Número do índice: 754


16 de jan. de 2025 09:27:18
22.9910737S 45.4290458W
Estrada Sem Nome
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:582.5m
Número do índice: 747

15 de jan. de 2025 15:43:10
22.887569999999997S 45.536873333333334W
316° NW
10866 Rodovia Doutor Caio Gomes Figueiredo
Ribeirão Grande
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:566.5m
Velocidade:0.2km/h
Número do índice: 995

15 de jan. de 2025 13:49:29
22.85319455666666666S 45.5115278W
Altitude:546.5m
Velocidade:0.4km/h
Número do índice: 723

15 de jan. de 2025 13:05:16
22.86379S 45.452051666666666W
352° N
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:543.4m
Velocidade:0.2km/h
Número do índice: 956

15 de jan. de 2025 11:13:20
22.7730454S 45.44480795W
Altitude:653.6m
Velocidade:0.0km/h
Número do índice: 700

15 de jan. de 2025 11:22:12
22.77325895S 45.4453918W
Altitude:664.4m
Velocidade:0.0km/h
Número do índice: 705

15 de jan. de 2025 09:19:33
22.7808866S 45.45145581666667W
Altitude:628.6m
Velocidade:1.0km/h
Número do índice: 658

15 de jan. de 2025 09:44:01
22.86911S 45.48202166666667W
280° W
Altitude:559.1m
Velocidade:1.0km/h
Número do índice: 906

14 de jan. de 2025 14:59:38
22.784848583333336S 45.4523348W
Altitude:670.1m
Velocidade:0.5km/h
Número do índice: 652

14 de jan. de 2025 14:20:40
22.88737S 45.476815W
18° N
13915 Estrada Municipal Jorge Emílio Vieira
Cruz Pequena
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:543.9m
Velocidade:0.7km/h
Número do índice: 881

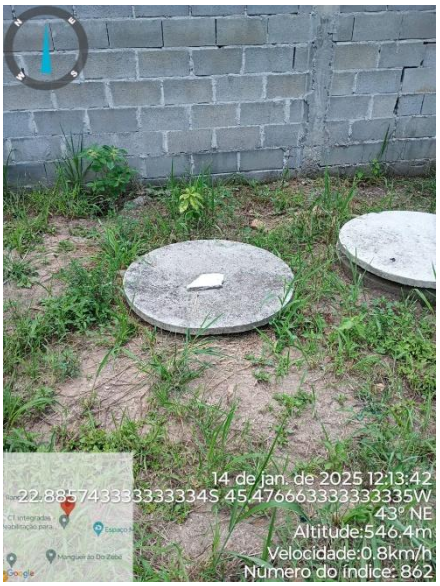
14 de jan. de 2025 14:17:54
22.887465S 45.476866666666666W
220° SW
13915 Estrada Municipal Jorge Emílio Vieira
Cruz Pequena
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:542.9m
Velocidade:0.9km/h
Número do índice: 879

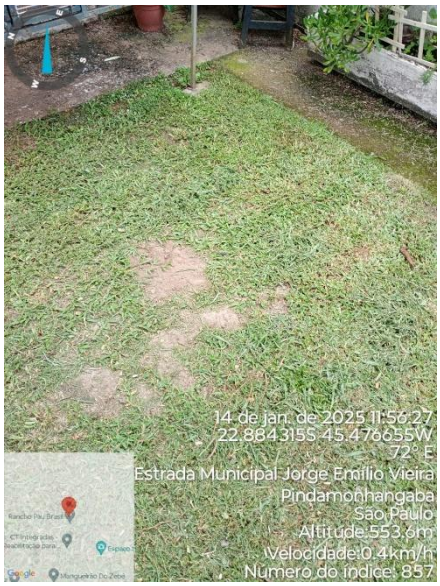
14 de jan. de 2025 13:46:00
22.88733666666667S 45.476835W
56° NE
13915 Estrada Municipal Jorge Emílio Vieira
Cruz Pequena
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:551.6m
Velocidade:0.2km/h
Número do índice: 871

14 de jan. de 2025 13:34:39
22.886928333333337S 45.47716833333334W
90° E
13915 Estrada Municipal Jorge Emílio Vieira
Cruz Pequena
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:541.1m
Velocidade:0.4km/h
Número do índice: 866

14 de jan. de 2025 12:34:39
22.7781118S 45.45276895W
Altitude:666.4m
Velocidade:0.6km/h
Número do índice: 634

14 de jan. de 2025 12:27:26
22.778177783333333S 45.45360801666667W
Altitude:621.4m
Velocidade:1.0km/h
Número do índice: 626


14 de jan. de 2025 12:13:42
22.885743333333334S 45.476663333333335W
43° NE
Altitude:546.4m
Velocidade:0.8km/h
Número do índice: 862

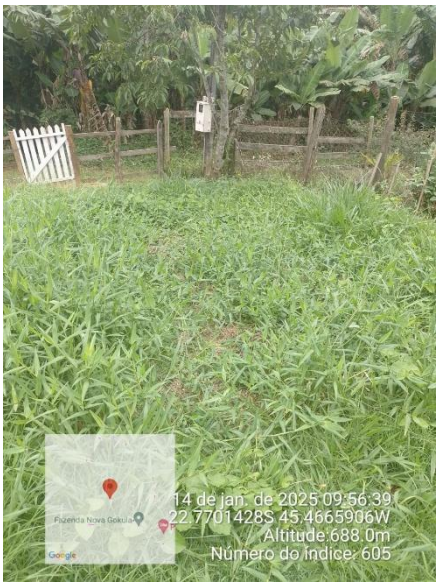

14 de jan. de 2025 11:56:27
22.884315S 45.476655W
72° E
Estrada Municipal Jorge Emílio Vieira
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:553.6m
Velocidade:0.4km/h
Número do índice: 857

14 de jan. de 2025 11:53:58
22.88436S 45.476603333333333W
142° SE
Altitude:553.5m
Velocidade:0.1km/h
Número do índice: 852

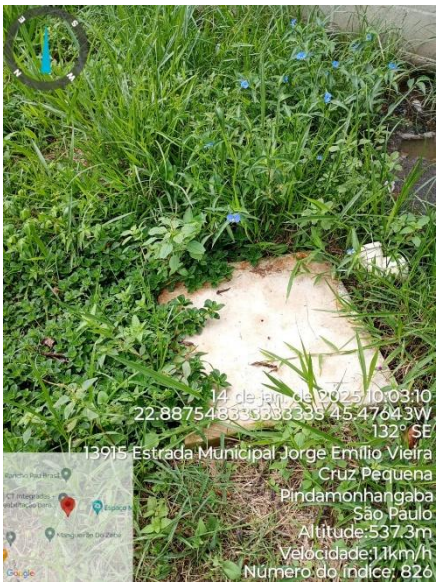
14 de jan. de 2025 11:07:37
22.885198333333333S 45.47664666666666W
78° E
Altitude:539.8m
Velocidade:0.5km/h
Número do índice: 841

14 de jan. de 2025 10:51:01
22.7724249S 45.46392035W
Altitude:691.7m
Velocidade:0.5km/h
Número do índice: 618

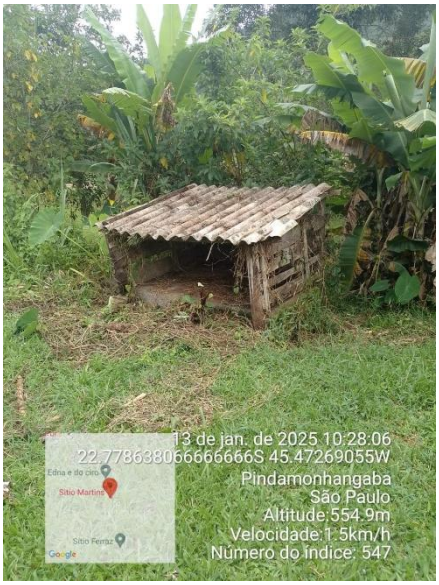
14 de jan. de 2025 10:15:28
22.772243S 45.4643731W
Altitude:668.3m
Número do índice: 609


14 de jan. de 2025 09:56:39
22.7701428S 45.4665906W
Altitude:688.0m
Número do índice: 605

14 de jan. de 2025 09:31:40
22.7701463S 45.4665904W
Altitude:685.5m
Número do índice: 603

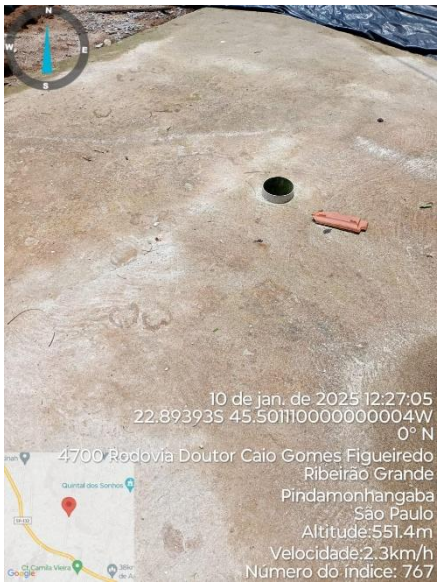

14 de jan. de 2025 10:03:10
22.887545333333333S 45.47643W
132° SE
13915 Estrada Municipal Jorge Emílio Vieira
Cruz Pequena
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:537.3m
Velocidade:1.1km/h
Número do índice: 826

13 de jan. de 2025 11:18:11
22.774125266666667S 45.47647376666667W
Altitude:757.4m
Velocidade:1.1km/h
Número do índice: 553


13 de jan. de 2025 10:28:06
22.778638066666666S 45.47269055W
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:554.9m
Velocidade:1.5km/h
Número do índice: 547

13 de jan. de 2025 08:55:06
22.783099749999998S 45.467448216666666W
Altitude:642.5m
Velocidade:0.6km/h
Número do índice: 533

10 de jan. de 2025 12:58:06
22.894501666666665S 45.501483333333333W
281 W
4700 Rodovia Doutor Caio Gomes Figueiredo
Ribeirão Grande
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:549.2m
Velocidade:0.6km/h
Número do índice: 778


10 de jan. de 2025 12:27:05
22.89393S 45.501110000000004W
0° N
4700 Rodovia Doutor Caio Gomes Figueiredo
Ribeirão Grande
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:551.4m
Velocidade:2.3km/h
Número do índice: 767

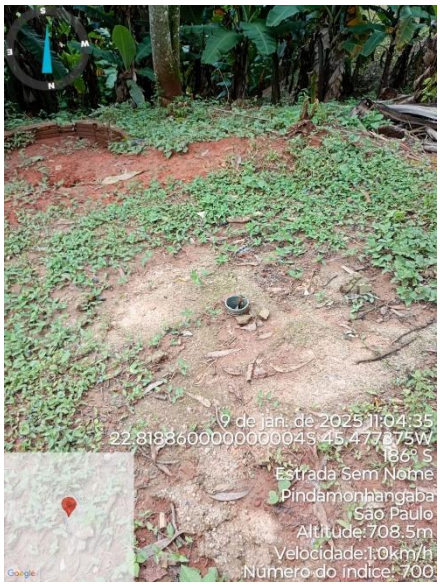
10 de jan. de 2025 10:33:19
22.89238819S 45.55240043333333W
Altitude:556.3m
Velocidade:0.6km/h
Número do índice: 524

10 de jan. de 2025 10:29:27
22.8824983333333345 45.515275W
191° S
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:555.1m
Velocidade:1.0km/h
Número do índice: 741

10 de jan. de 2025 10:27:38
22.8825466666666665 45.515235W
1° N
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:574.7m
Velocidade:0.2km/h
Número do índice: 737

10 de jan. de 2025 09:55:40
22.88261S 45.5158999999999W
65° NE
Altitude:551.9m
Velocidade:0.8km/h
Número do índice: 727

10 de jan. de 2025 09:37:31
22.89149985S 45.552819116666666W
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:349.0m
Velocidade:0.6km/h
Número do índice: 521


9 de jan. de 2025 11:04:35
22.818860000000004S 45.477875W
186° S
Estrada Sem Nome
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:708.5m
Velocidade:1.0km/h
Número do índice: 700

9 de jan. de 2025 10:45:16
22.8[64783333333335 45.477795W
214° SW
Estrada Sem Nome
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:712.3m
Velocidade:0.5km/h
Número do índice: 691

9 de jan. de 2025 10:38:51
22.816725 45.47873666666666W
136° SE
114 Avenida das Rosas
Residencial Vale das Acacias
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:714.6m
Velocidade:2.0km/h
Número do índice: 687

9 de jan. de 2025 09:51:18
22.8151753S 45.47895166666666W
346° N
Altitude:723.3m
Velocidade:0.6km/h
Número do índice: 662

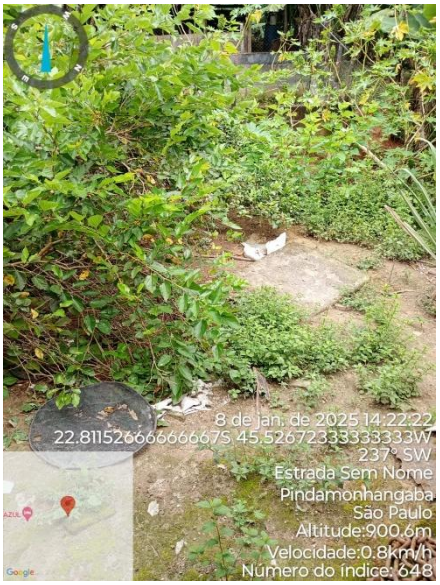
9 de jan. de 2025 09:58:15
22.81551333333333S 45.478695W
6° N
Altitude:720.8m
Velocidade:0.6km/h
Número do índice: 665

8 de jan. de 2025 13:28:54
22.8046886833333335 45.4312873W
Altitude:638.5m
Velocidade:0.7km/h
Número do índice: 497

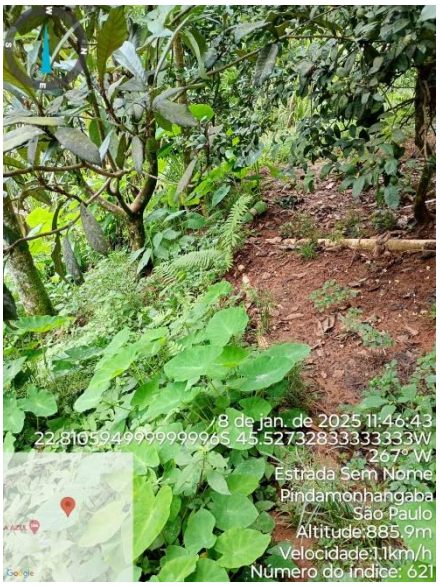
8 de jan. de 2025 12:27:20
23.0498584S 45.4329291W
Altitude:617.1m
Velocidade:0.6km/h
Número do índice: 480

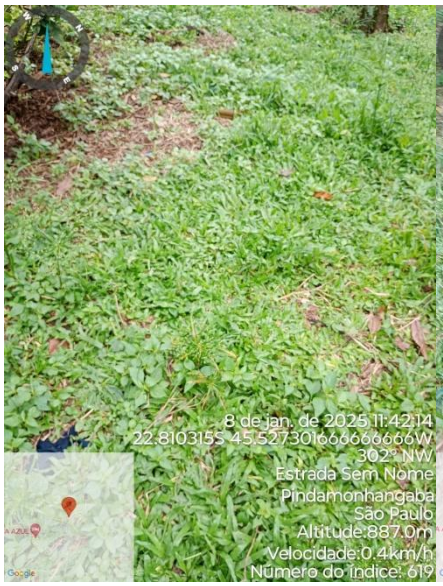
8 de jan. de 2025 11:13:43
23.0529618499999996S 45.4370643W
Altitude:612.3m
Velocidade:6.9km/h
Número do índice: 478

8 de jan. de 2025 14:43:43
22.8113S 45.5261850000000005W
248° W
Altitude:915.0m
Velocidade:0.5km/h
Número do índice: 654


8 de jan. de 2025 14:22:22
22.8115266666666675 45.526723333333333W
237° SW
Estrada Sem Nome
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:900.6m
Velocidade:0.8km/h
Número do índice: 648

8 de jan. de 2025 11:49:53
22.810243333333332S 45.52706W
58° NE
Altitude:888.5m
Velocidade:0.8km/h
Número do índice: 622


8 de jan. de 2025 11:46:43
22.81059499999999965 45.527328333333333W
267° W
Estrada Sem Nome
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:885.9m
Velocidade:1.1km/h
Número do índice: 621

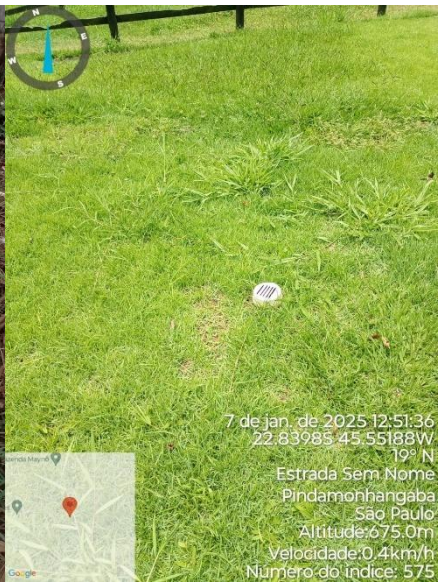

8 de jan. de 2025 11:42:14
22.810315S 45.527301666666666W
302° NW
Estrada Sem Nome
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:887.0m
Velocidade:0.4km/h
Número do índice: 619

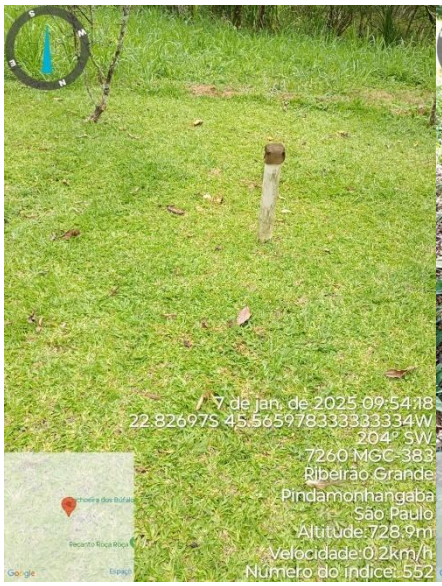
8 de jan. de 2025 11:44:33
22.810495S 45.52718499999996W
149° SE
Altitude:890.3m
Velocidade:0.0km/h
Número do índice: 620

8 de jan. de 2025 10:44:06
22.80774S 45.52820499999999W
61° NE
Altitude:923.7m
Velocidade:0.8km/h
Número do índice: 602

7 de jan. de 2025 12:03:40
23.05671735S 45.440720750000004W
Altitude:647.5m
Velocidade:0.6km/h
Número do índice: 455

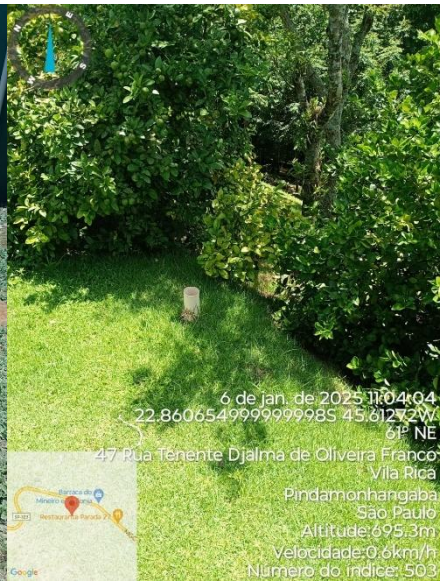
7 de jan. de 2025 13:00:20
23.05586225 45.438636749999999W
Altitude:631.1m
Velocidade:1.3km/h
Número do índice: 467


7 de jan. de 2025 12:51:36
22.83985 45.55188W
19° N
Estrada Sem Nome
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:675.0m
Velocidade:0.4km/h
Número do índice: 575


7 de jan. de 2025 09:54:18
22.82697S 45.565978333333334W
204° SW
7260 MGC-383
Ribeirão Grande
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:728.9m
Velocidade:0.2km/h
Número do índice: 552

6 de jan. de 2025 13:52:46
22.84055S 45.6081W
337° NW
Estrada Municipal João Jorge Saad
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:695.9m
Velocidade:1.2km/h
Número do índice: 513

6 de jan. de 2025 11:44:22
22.861499683333333S 45.61192265W
Altitude:712.4m
Velocidade:1.4km/h
Número do índice: 425


6 de jan. de 2025 11:04:04
22.8606549999999985 45.61272W
61° NE
47 Rua Tenente Djalma de Oliveira Franco
Vila Rica
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:695.3m
Velocidade:0.6km/h
Número do índice: 503

18 de dez. de 2024 10:34:04
22.859628333333333S 45.587939333333333W
Rodovia Floriano Rodrigues Pinheiro
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:595.7m
Velocidade:0.0km/h
Número do índice: 399

18 de dez. de 2024 09:29:12
22.849355S 45.58209W
306° NW
Altitude:627.2m
Velocidade:0.7km/h
Número do índice: 452

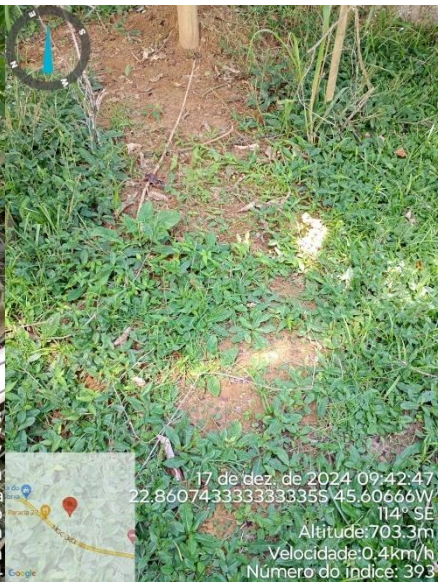
17 de dez. de 2024 16:07:38
22.8524916666666665 45.55672W
87° E
Altitude:653.9m
Velocidade:0.2km/h
Número do índice: 432

17 de dez. de 2024 14:48:04
22.8525119S 45.5567457W
Altitude:664.7m
Número do índice: 388

17 de dez. de 2024 15:12:21
22.85229S 45.556821666666667W
106° E
Altitude:649.9m
Velocidade:0.1km/h
Número do índice: 423

17 de dez. de 2024 15:08:44
22.85224S 45.55681500000001W
218° SW
Altitude:648.5m
Velocidade:0.2km/h
Número do índice: 422

17 de dez. de 2024 14:24:33
22.851975S 45.556808333333333W
231° SW
18000 Estrada Municipal Anhanguera
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:680.7m
Velocidade:0.5km/h
Número do índice: 414


17 de dez. de 2024 09:42:47
22.860743333333335S 45.60666W
114° SE
Altitude:703.3m
Velocidade:0.4km/h
Número do índice: 393

16 de dez. de 2024 10:12:26
22.850963333333335S 45.490785W
120° SE
Altitude:604.6m
Velocidade:0.0km/h
Número do índice: 358

16 de dez. de 2024 07:44:56
22.850994999999985S 45.491345W
210° SW
Altitude:627.0m
Velocidade:0.4km/h
Número do índice: 355

16 de dez. de 2024 09:04:27
22.8503381666666675 45.4916864W
Estrada Municipal José Candido Pereira
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:628.4m
Velocidade:0.0km/h
Número do índice: 350

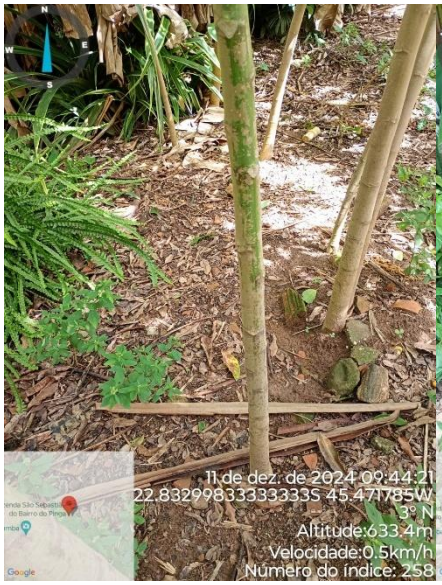
13 de dez. de 2024 12:05:44
22.85088166666667S 45.484675W
23° NE
Altitude:572.5m
Velocidade:0.0km/h
Número do índice: 341

13 de dez. de 2024 09:49:06
22.8516041S 45.482659216666666W
Altitude:604.5m
Velocidade:0.0km/h
Número do índice: 328

13 de dez. de 2024 09:46:31
22.8516403S 45.48267546666666W
Altitude:616.3m
Velocidade:0.0km/h
Número do índice: 325

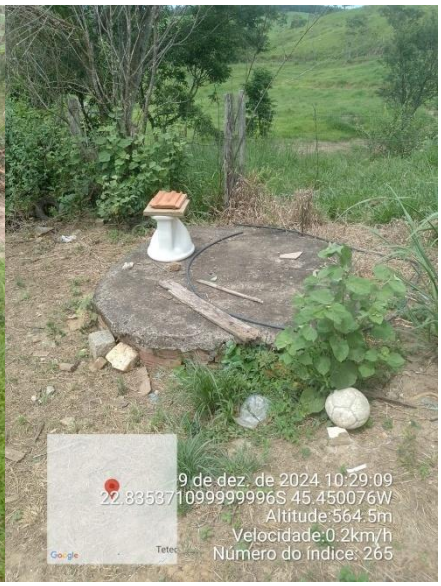
13 de dez. de 2024 09:44:41
22.851582483333333S 45.48257935W
Altitude:619.9m
Velocidade:0.0km/h
Número do índice: 323

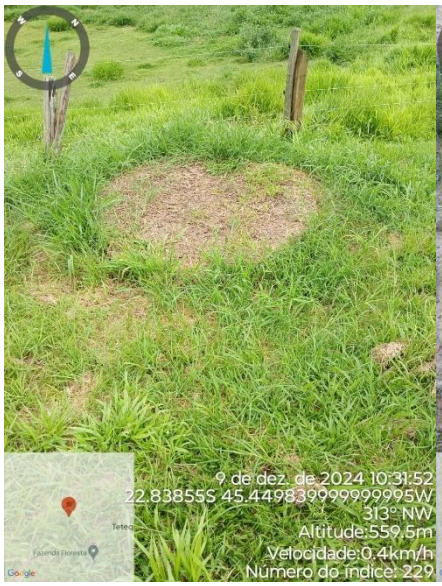
12 de dez. de 2024 13:55:16
22.8416555 45.487993333333333W
301° NW
150 Rua das Violetas
Residencial Vale das Acácias
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:665.9m
Velocidade:0.3km/h
Número do índice: 302


11 de dez. de 2024 09:44:21
22.832998333333335 45.471785W
3° N
Altitude:633.4m
Velocidade:0.5km/h
Número do índice: 258

11 de dez. de 2024 09:57:02
22.83274333333333S 45.47114W
68° E
Altitude:632.1m
Velocidade:0.5km/h
Número do índice: 266

9 de dez. de 2024 13:00:41
22.84652335S 45.4777243W
Altitude:572.3m
Velocidade:0.6km/h
Número do índice: 274


9 de dez. de 2024 10:29:09
22.835371099999996S 45.450076W
Altitude:564.5m
Velocidade:0.2km/h
Número do índice: 265

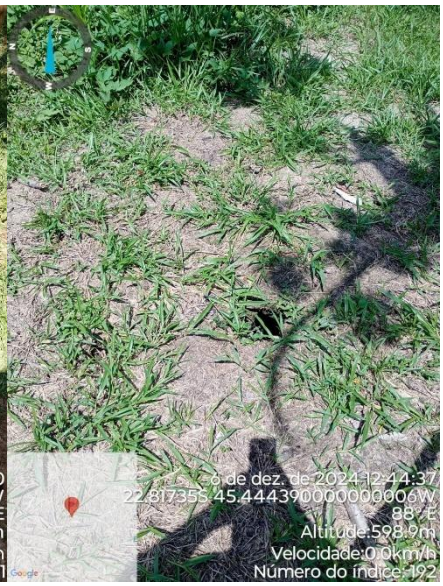

9 de dez. de 2024 10:31:52
22.83855S 45.449839999999995W
313° NW
Altitude:559.5m
Velocidade:0.4km/h
Número do índice: 229

9 de dez. de 2024 10:15:41
22.840235S 45.450253333333334W
234° SW
Altitude:575.1m
Velocidade:0.2km/h
Número do índice: 221

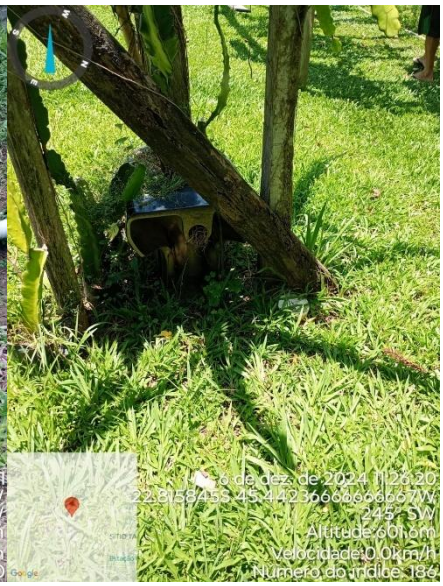
9 de dez. de 2024 10:40:43
22.838805S 45.45030166666667W
254° W
Altitude:567.4m
Velocidade:0.6km/h
Número do índice: 233

9 de dez. de 2024 10:14:19
22.840205S 45.45030333333334W
281° W
Altitude:573.9m
Velocidade:0.0km/h
Número do índice: 220

6 de dez. de 2024 13:08:50
22.8156433333333334S 45.443325W
48° NE
Altitude:594.4m
Velocidade:0.7km/h
Número do índice: 201


6 de dez. de 2024 12:44:37
22.817355 45.444390000000006W
88° E
Altitude:598.9m
Velocidade:0.0km/h
Número do índice: 192

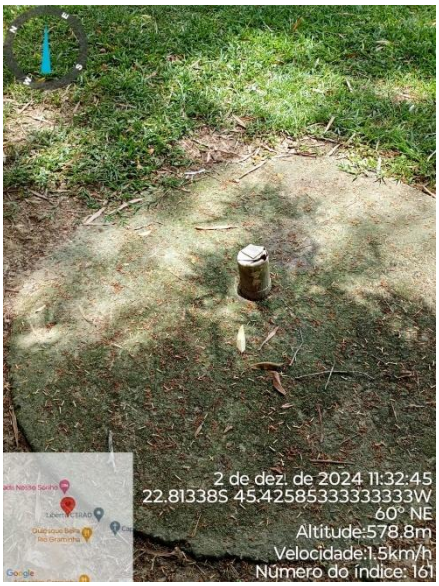
6 de dez. de 2024 11:07:41
22.816405S 45.44228833333333W
330° NW
Altitude:590.6m
Velocidade:0.2km/h
Número do índice: 180


6 de dez. de 2024 11:26:20
22.815845S 45.44236666666667W
245° SW
Altitude:601.6m
Velocidade:0.0km/h
Número do índice: 186

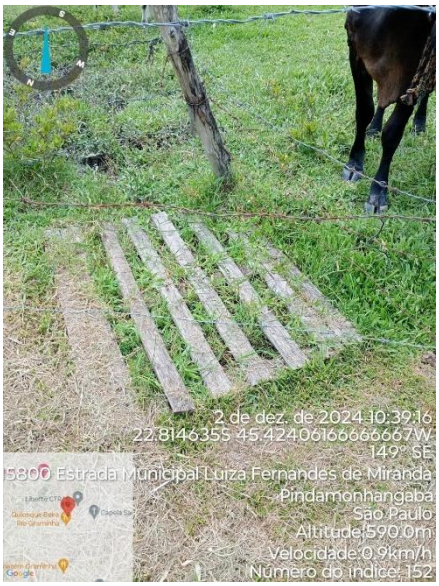
2 de dez. de 2024 12:05:15
22.8144693S 45.4224693W
9 Estrada Municipal Luiza Fernandes de Miranda
Pindamonhangaba
São Paulo
Número do índice: 237

2 de dez. de 2024 12:24:04
22.8157S 45.4232066666666W
266° W
1235 Estrada Municipal Luiza Fernandes de Miranda
Graminha
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:585.1m
Velocidade:0.0km/h
Número do índice: 169

2 de dez. de 2024 11:36:25
22.8105302S 45.4264014W
Número do índice: 231


2 de dez. de 2024 11:32:45
22.81338S 45.425853333333333W
60° NE
Altitude:578.8m
Velocidade:1.5km/h
Número do índice: 161

2 de dez. de 2024 10:40:48
22.8147753 45.4240966666666667W
35° NE
5800 Estrada Municipal Luiza Fernandes de Miranda
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:582.8m
Velocidade:9.3km/h
Número do índice: 153


2 de dez. de 2024 10:39:16
22.8146355 45.4240616666666667W
149° SE
5800 Estrada Municipal Luiza Fernandes de Miranda
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:590.0m
Velocidade:0.9km/h
Número do índice: 152

2 de dez. de 2024 09:37:43
22.81348725S 45.42304151666667W
0 Estrada Municipal Luiza Fernandes de Miranda
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:587.6m
Velocidade:0.7km/h
Número do índice: 223

2 de dez. de 2024 09:21:50
22.81330935S 45.42097776666666W
9 Estrada Municipal Luiza Fernandes de Miranda
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:570.2m
Velocidade:0.7km/h
Número do índice: 210

22 de nov. de 2024 10:19:33
22.8160500000000004S 45.42159W
131° SE
1235 Estrada Municipal Luiza Fernandes de Miranda
Graminha
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:574.4m
Velocidade:1.1km/h
Número do índice: 143

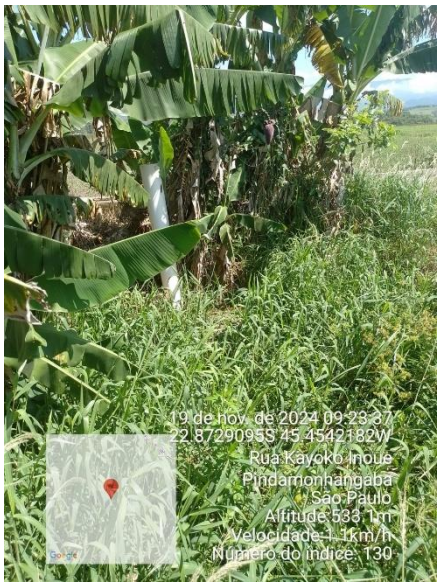
22 de nov. de 2024 09:42:15
22.81779175S 45.420788099999996W
Altitude:562.1m
Velocidade:0.1km/h
Número do índice: 191

21 de nov. de 2024 14:54:42
22.795150133333333S 45.38961195W
Altitude:582.2m
Velocidade:1.4km/h
Número do índice: 181

19 de nov. de 2024 11:55:48
22.870606666666664S 45.460845W
2° N
Estrada Pedro Inoue
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:542.6m
Velocidade:0.6km/h
Número do índice: 125

19 de nov. de 2024 11:20:56
22.919337S 45.4302421W
20 Rua Capitão José Alves Beraldo Filho
Residencial Parque Das Palmeiras
Pindamonhangaba
São Paulo
Número do índice: 148

19 de nov. de 2024 10:28:12
22.87567S 45.4548299999999W
9° N
79 Rua Mariz e Barros
Jardim Boa Vista
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:539.8m
Velocidade:0.5km/h
Número do índice: 109

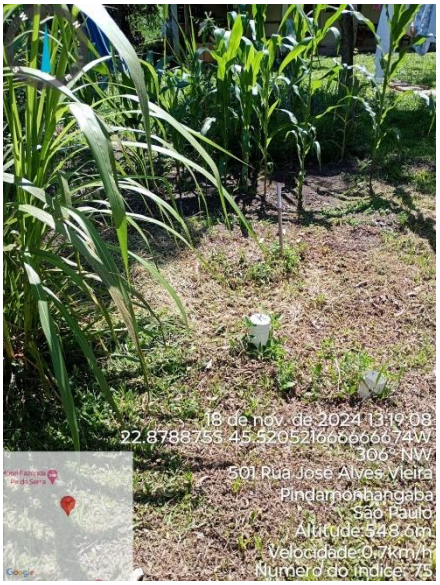

19 de nov. de 2024 09:23:37
22.8729095S 45.4542182W
Rua Kayoko Inoue
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:538.1m
Velocidade:1.1km/h
Número do índice: 130

18 de nov. de 2024 15:26:58
22.8821516666666665S 45.5193816666666677W
74° E
151 Rua José Alves Vieira
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:552.4m
Velocidade:0.7km/h
Número do índice: 94

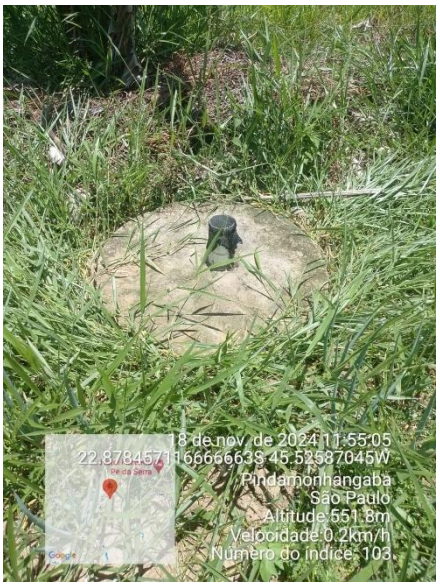
18 de nov. de 2024 14:45:50
22.881128333333335S 45.519455W
35° NE
151 Rua José Alves Vieira
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:554.5m
Velocidade:0.3km/h
Número do índice: 91

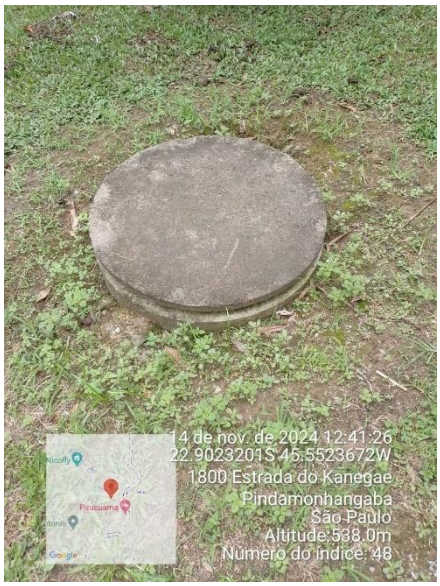
18 de nov. de 2024 14:19:37
22.8803955 45.5200500000000005W
170° S
501 Rua José Alves Vieira
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:553.1m
Velocidade:2.8km/h
Número do índice: 85

18 de nov. de 2024 13:28:13
22.8785985S 45.520954716666665W
501 Rua José Alves Vieira
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:552.8m
Velocidade:0.1km/h
Número do índice: 121


18 de nov. de 2024 13:19:08
22.8788753 45.52052166666674W
306 NW
501 Rua José Alves Vieira
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:548.0m
Velocidade:0.7km/h
Número do índice: 75

18 de nov. de 2024 12:28:06
22.877741666666665S 45.525088333333334W
176 S
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:569.1m
Velocidade:1.5km/h
Número do índice: 89

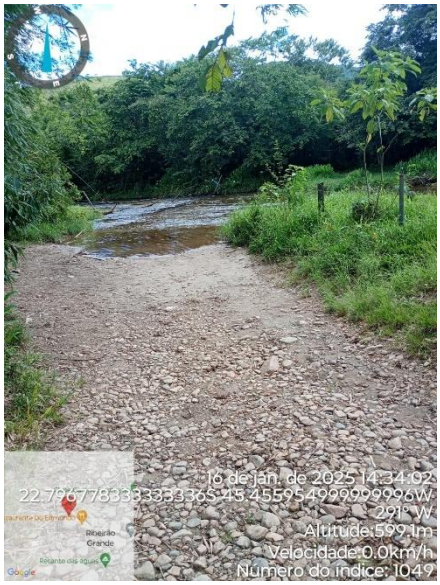

18 de nov. de 2024 11:55:05
22.878457116666663 45.52587045W
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:551.8m
Velocidade:0.2km/h
Número do índice: 103

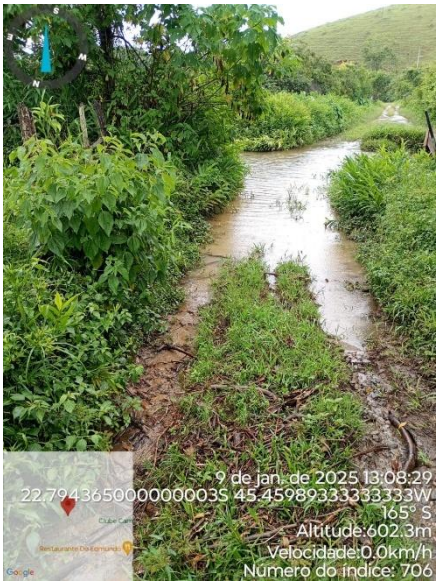

14 de nov. de 2024 12:41:26
22.9023201S 45.5523672W
1800 Estrada do Kanegae
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:538.0m
Número do índice: 48

14 de nov. de 2024 09:39:08
22.90864925S 45.55044751666666W
170 Estrada do Kanegae
Pindamonhangaba
São Paulo
Altitude:544.2m
Velocidade:0.5km/h
Número do índice: 15

Fonte: Líder Engenharia, 2025.

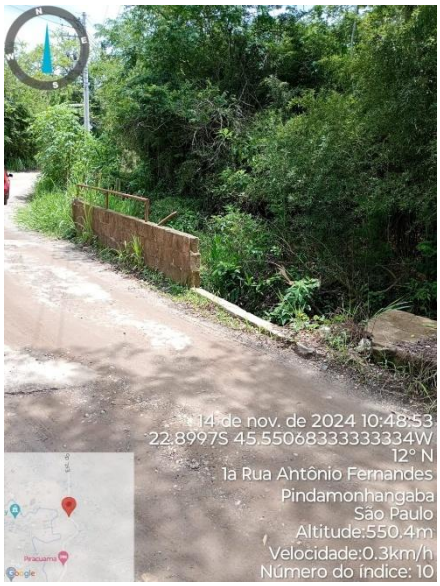
Figura 16 - Erosões e Estradas e alagamentos da zona rural de Pindamonhangaba.





Fonte: Líder Engenharia, 2025.

Figura 17 - Pontes da zona rural de Pindamonhangaba.



Fonte: Líder Engenhaira, 2025.

Figura 18 - Descarte irregular de resíduos sólidos na zona rural de Pindamonhangaba.

Fonte: Líder Engenharia, 2025.

4. REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. O problema das conexões antigas e da separação da drenagem do Paraíba e do Tietê. **Boletim Paulista de Geografia**, v. 26, p. 38-49, 1957.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004:2004: Resíduos sólidos – Classificação.** Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. NBR 10157:1987: Aterros de resíduos perigosos – Critérios para projeto, construção e operação**. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11682:2009: Estabilidade de encostas**. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12235:1992: Armazenamento de resíduos sólidos perigosos – Procedimento**. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12980:1993: Coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos – Terminologia**. Rio de Janeiro, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13591:1996: Compostagem – Terminologia.** Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13896:1997: Aterros de resíduos não perigosos – Critérios para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15113:2004: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15114:2004: Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação.** Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15849:2010: Resíduos sólidos urbanos – Aterros sanitários de pequeno porte – Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento.** Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8419:1992: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos**. Errata de 1996. Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8843:1996: Aeroportos – Gerenciamento de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, 1995.

ANGELIN, L. A. A.; KOSIN, M. **Geologia da folha SC.24-V - Aracaju NW, estados da Bahia, Pernambuco e Piauí.** Recife: CPRM, 2000. Escala 1:500.000. (Série Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB).

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). **Resolução RDC nº 306, de 7 dezembro de 2004.**

ARAÚJO, H. J. T. Geologia. In: BRASIL. **Projeto RADAMBRASIL. Folha SB.20 Purus - BA1**. Série Levantamento de Recursos Naturais, v. 17. Rio de Janeiro: DNPM, 1978.

ASMUS, H. E.; FERRARI, A. L. **Hipótese sobre a causa do tectonismo cenozoico na região SE do Brasi**l. Projeto REMAC-CENPES/PETROBRAS, v. 4, p. 88, 1978.

ASMUS, H. E.; FERRARI, A. L**. Hipótese sobre a causa do tectonismo cenozoico na região SE do Brasil**. Projeto REMAC-CENPES/PETROBRAS, v. 4, p. 88, 1978.

AYOADE, J. O. **Introdução a climatologia para os trópicos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. 332 p.

BARROS, T. A. et al. Concentração de metais pesados em solos do sistema agrário de Piracicaba-SP: Efeitos ambientais e riscos à saúde humana**. Revista Brasileira de Engenharia Ambiental,** v. 22, n. 3, p. 215-225, 2023.

BEZERRA, P. E. L. **Zoneamento das potencialidades dos recursos naturais da Amazônia Legal**. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais.

BRASIL PAÍS DIGITAL. **Pindamonhangaba é reconhecida pela ABNT como cidade inteligente.** Disponível em: https://brasilpaisdigital.com.br/pindamonhangaba-e-reconhecida-pela-abnt-como-cidade-inteligente/. Acesso em: 9 ago. 2024.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação das águas doces, salgadas e as potáveis. Diário Oficial da União, Brasília, 2005.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: http://www4.planalto.gov.br/legislacao. Acesso em: 9 ago. 2024.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 8 jan. 2007.

CAMARGO, A. F. et al. **Impacto de atividades industriais no solo de áreas urbanas**. Revista de Geografia Física e Ambiente, v. 8, n. 2, p. 118-130, 2022.

CARVALHO, P. Clima. **Ageitec - Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Brasília, DF**. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/especies_arboreas_brasileiras/arvore/CONT000fwc2vmaz02wyiv80166sqf14e0r8d.html#:~:text=Temperatura%20m%C3%A9dia%20anual%3A%2018%2C8,%C2%BAC%20(Gua%C3%ADra%2C%20PR). Acesso em: 9 ago. 2024.

CAVALCANTE, L. G. et al. **Estudo sobre a contaminação do solo por metais pesados em áreas urbanas da Região Metropolitana de São Paulo**. Revista Brasileira de Geociências, v. 33, p. 158-165, 2021.

CAVALCANTE, J. C. et al**. Projeto Sapucaí - Relatório Final**. Geologia - Volume I. [s.l.: s.n.], 1977.

CEIVAP. **Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul**. Disponível em: http://www.ceivap.org.br/. Acesso em: 8 ago. 2024.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo 2019**. São Paulo: CETESB, 2020.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 275, de 25 de abril de 2001**. Brasília, DF.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002**. Brasília, DF.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 358, de 29 de abril de 2005**. Brasília, DF.

CONDEPHAAT. **Estação Ferroviária de Pindamonhangaba e seu pátio.** Disponível em: http://condephaat.sp.gov.br/benstombados/estacao-ferroviaria-de-pindamonhangaba-e-seu-patio-envoltorio/. Acesso em: 9 ago. 2024.

COSTA, J. F.; SANTOS, R. P. **Monitoramento da qualidade da água subterrânea em regiões metropolitanas do Brasil**. Revista Brasileira de Engenharia Ambiental, v. 28, n. 4, p. 325-335, 2024.

DEL' ARCO, J. O. et al. Geologia. In: BRASIL**. Projeto RADAM. Folha SC. 19 Rio Branco.** Rio de Janeiro: DNPM, 1977. (Série Levantamento de Recursos Naturais, v. 12).

DRESSEL, B. C. **Relações de colocação, deformação e tipologia dos granitos Varginha, Morro Grande, Piedade e Cerne, leste do Paraná**. 2011. Dissertação

(Mestrado em Geologia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011. Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo d'Avila de Andrade.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Contando ciência na web.** Disponível em: https://www.embrapa.br/contando-ciencia/bioma-cerrado. Acesso em: 9 ago. 2024.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Solos**. Disponível em: https://www.embrapa.br/solos/sibcs/classificacao-de-solos/ordens/argissolos. Acesso em: 9 ago. 2024.

FRANCO, M. S. F. Levantamento de solos. In: BRASIL. **Projeto RADAMBRASIL: folha SB.4, Manaus.** Rio de Janeiro: DNPM, 1978. (Levantamento de Recursos Naturais, v. 10).

FREITAS, M. A.; OLIVEIRA, E. M. **Aspectos geotécnicos e ambientais em áreas de disposição de resíduos sólidos urbanos**. Geotecnia e Meio Ambiente, v. 19, p. 204-215, 2020.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual de saneamento**. Brasília: Funasa, 2019.

GOMES, P. R. et al. **Avaliação da eficiência de sistemas de drenagem em áreas de aterros sanitários**. Revista Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 15, p. 90-100, 2022.

GOMES, R. M.; RIBEIRO, L. A. **Qualidade da água em regiões de baixo índice pluviométrico e seus impactos ambientais**. Revista de Gestão Ambiental, v. 29, n. 1, p. 55-66, 2021.

IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Manual técnico e administrativo de outorga do uso da água em Minas Gerais.** Belo Horizonte: IGAM, 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico de geodésia**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **População residente no Brasil: Censo Demográfico 2022.** Brasília, 2023. Disponível em: https://www.ibge.gov.br. Acesso em: 9 ago. 2024.

LIMA, C. A.; SOUSA, M. M. **Impactos ambientais do descarte inadequado de resíduos sólidos no solo e águas superficiais**. Revista de Ciências Ambientais, v. 7, p. 45-56, 2023.

LOMBARDI, A. T. **Ecotoxicologia aquática**. São Paulo: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB, 2009.

LOURENÇO, E. J. **Hidrologia e qualidade da água subterrânea**. 2. ed. São Paulo: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB, 2007.

MACHADO, J. P. et al. **Eficiência de métodos de remediação de solos contaminados por metais pesados**. Jornal de Pesquisa Ambiental, v. 16, n. 3, p. 227-238, 2024.

MARTINS, D. F.; ALMEIDA, T. R. **Contaminação de solos em áreas urbanas: Diagnóstico e propostas de remediação**. Revista Brasileira de Engenharia Ambiental, v. 14, p. 220-230, 2023.

MELO, D. S.; SOARES, A. R. **Análise da mobilidade de metais pesados em solos urbanos**. Revista de Ciências do Solo e Meio Ambiente, v. 23, p. 110-122, 2022.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Conselho Nacional de Recursos Hídricos. **Resolução CNRH nº 15, de 11 de janeiro de 2001**. Estabelece critérios para a outorga de direitos de uso de recursos hídricos. Brasília, 2001.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. *Brasília, 2005.*

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Áreas prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira**. Brasília, 2018.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil. *2***. ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 1990.

OLIVEIRA, D. C. et al. **Avaliação do uso de tecnologias de monitoramento ambiental em áreas urbanas**. Revista Brasileira de Monitoramento Ambiental, v. 31, n. 2, p. 68-79, 2024.

OLIVEIRA, J. M.; SOUZA, L. C. **Geologia ambiental**. Belo Horizonte: Editora da UFMG, 2018.

PEREIRA, R. F. et al. **Avaliação de riscos ambientais em áreas de disposição de resíduos sólidos urbanos**. Geotecnia Ambiental, v. 18, p. 125-137, 2021.

PEREIRA, W. A.; CARVALHO, J. T. **Protocolos de monitoramento de águas subterrâneas em áreas industriais**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 33, n. 1, p. 89-97, 2023.

PINHEIRO, A. B. **Solo e suas propriedades físicas.** São Paulo: Editora Blucher, 2016.

PONTES, R. M. **Gestão ambiental em áreas de influência de aterros sanitários**. 2. ed. Curitiba: Editora Positivo, 2020.

RODRIGUES, M. A.; SILVA, T. G. **Sistemas de saneamento básico no Brasil**. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, 2019.

SALES, T. A.; BARROS, L. F. **Gestão de resíduos sólidos urbanos.** Brasília: Agência Nacional de Águas - ANA, 2021.

SILVA, A. S.; FERREIRA, J. C. **Manual de planejamento e gestão ambiental municipal.** São Paulo: Editora Senac, 2019.

SILVA, G. T. et al. **Estudo sobre a mobilidade de contaminantes em aterros sanitários e seus impactos ambientais**. Revista Brasileira de Geotecnologia, v. 28, p. 145-155, 2022.

SILVA, R. A.; SOUZA, F. M. **Impactos da disposição inadequada de resíduos em áreas de drenagem natural**. Revista de Ciências Ambientais, v. 35, p. 105-115, 2023.

SILVEIRA, M. P. et al. **Riscos ambientais relacionados ao uso de solos urbanos e suas implicações para a saúde pública**. Revista de Estudos Ambientais, v. 17, p. 211-222, 2021.

SOARES, T. M.; GARCIA, A. E. **Análise da contaminação de solos por substâncias químicas em áreas de aterros sanitários**. Revista Brasileira de Engenharia Ambiental, v. 30, n. 1, p. 92-104, 2024.

SOUZA, L. F. et al. **Estudo sobre a evolução da qualidade do solo em áreas de disposição de resíduos sólidos urbanos**. Jornal de Engenharia Ambiental, v. 32, n. 3, p. 177-185, 2023.

TUCCI, C. E. M. **Modelagem hidrológica.** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Pesquisas Hidráulicas, 1998.

VIEIRA, G. H. **Gestão de resíduos sólidos: conceitos, práticas e legislações**. 3. ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2021.

VIEIRA, P. A.; COSTA, C. B. **Metodologia para diagnóstico ambiental de áreas impactadas por atividades industriais**. Revista Brasileira de Engenharia e Meio Ambiente, v. 21, n. 2, p. 190-200, 2022.

WAGNER, R. A. et al. **Análise dos impactos ambientais em áreas de zonas industriais em expansão**. Revista de Impacto Ambiental, v. 11, n. 3, p. 77-86, 2021.

XAVIER, D. A. et al. **Desafios e soluções para a remediação de solos contaminados por metais pesados**. Revista de Engenharia Ambiental, v. 16, p. 138-149, 2022.

YOUNG, T. S.; VAZ, P. R. **O impacto da urbanização no uso de recursos hídricos e solos**. Revista de Planejamento Urbano e Ambiental, v. 25, n. 1, p. 98-108, 2023.

ZANOTTI, F. M. et al. **Contaminação do solo por produtos químicos e as implicações para a saúde pública em áreas urbanas**. Revista Brasileira de Saúde e Meio Ambiente, v. 22, p. 176-187, 2021.

ZIMMER, C. P.; COSTA, F. F. **Estudo da erosão e contaminação do solo por resíduos industriais no litoral paulista**. Revista Brasileira de Engenharia Sanitária, v. 29, p. 111-123, 2023.