

Revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico

PRODUTO 2 – Diagnóstico da Situação do Saneamento Básico



Cordeirópolis – SP

2026



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



LÍDER
ENGENHARIA &
GESTÃO DE CIDADES

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



PREFEITURA MUNICIPAL DE CORDEIRÓPOLIS - SP

REVISÃO DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO

PRODUTO 2 – Diagnóstico da Situação do Saneamento Básico

EMPRESA LÍDER ENGENHARIA E GESTÃO DE CIDADES LTDA

CRISTINA SAAD

PREFEITA





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



EQUIPE TÉCNICA

Robson Ricardo Resende

Engenheiro Sanitarista e Ambiental
CREA/SP 5069666179

Ricardo Mattiello

Engenheiro Sanitarista e Ambiental
CREA/SC 097895/6

Juliano Mauricio da Silva

Engenheiro Civil
CREA/SP 5070401265

Marcelo Monte Carlo Silva Fonseca

Engenheiro Civil / Engenheiro Sanitarista e Ambiental
CREA/SC 092114-9

Solange Passos Genaro

Serviço Social
CRESS/PR 667



COMISSÃO TÉCNICA DE ACOMPANHAMENTO

Bruna Rafaela Vidoretti

Secretaria Municipal de Meio Ambiente

Pedro Alberto Caes

Serviço Autônomo de Água e Esgoto

Viviane Marino Marssola

Secretaria Municipal de Obras e Planejamento

Aparecido Ramos da Silva

Secretaria Municipal de Serviços Públicos



SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	3
INTRODUÇÃO.....	6
1 CARACTERIZAÇÃO MUNICIPAL	7
1.1. ASPECTOS REGIONAIS, LOCALIZAÇÃO E ACESSO	7
1.2. HISTÓRICO	10
1.3. ASPECTOS AMBIENTAIS	11
1.3.1 Clima	11
1.3.2 Temperatura	17
1.3.3 Precipitação e Umidade Relativa do Ar	18
1.3.4 Levantamento da Rede Hidrográfica do Município	20
1.3.5 Geologia	24
1.3.6 Geomorfologia	27
1.3.7 Declividade e Altitude	29
1.3.8 Solo	32
1.3.9 Vegetação	35
1.4. ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS	37
1.4.1 Densidade Demográfica	37
1.4.2 Taxa de Urbanização	37
1.4.3 Distribuição Populacional por Gênero	39
1.4.4 Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM	39
1.4.5 Economia	44
1.4.6 Saúde	47
1.4.7 Vulnerabilidade Social	49
2 DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL DE SANEAMENTO.....	51
2.1. SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E ÁGUA	52
2.1.1 Descrição dos Sistemas de Abastecimentos de Água Existentes	52
2.1.2 Indicadores Operacionais	81
2.1.3 Análise da Ocorrência de Doenças de Veiculação Hídrica	83
2.1.4 Regulação de Uso dos Recursos Hídricos	85
2.1.5 Segurança Hídrica	87
2.1.6 Balanço entre consumos e demandas de abastecimento de água na área de planejamento	89



2.1.7	Estrutura de Tarifação, Índice de Inadimplência, Receita Operacional e Indicadores Operacionais	90
2.1.8	Considerações Finais sobre o Sistema de Abastecimento de Água	92
2.1.9	Síntese do Diagnóstico do Sistema de Abastecimento de Água	94
2.2.	SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO.....	97
2.2.1	Características Gerais dos Sistemas de Esgotamento Sanitário.....	101
2.2.2	Corpo Hídrico Receptor – Ribeirão Tatu	115
2.2.3	Sistemas Individuais	117
2.2.4	Análise Crítica do Sistema de Esgotamento Sanitário	123
2.3.	GERENCIAMENTO E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	124
2.3.1.	Arcabouço Legal	130
2.3.2.	Limpeza Pública	146
2.3.3.	Resíduos Sólidos Domiciliares – RDO	148
2.3.4.	Resíduos Recicláveis.....	150
2.3.5.	Resíduos com Logística Reversa Obrigatória	154
2.3.6.	Resíduos dos Serviços de Saúde	163
2.3.7.	Resíduos dos serviços de saneamento	167
2.3.8.	Resíduos da construção civil e volumosos.....	169
2.3.9.	Resíduos de Mineração	173
2.3.10.	Resíduos Industriais	173
2.3.11.	Resíduos agrossilvopastoris	174
2.3.12.	Resíduos de Serviço de Transporte.....	175
2.3.13.	Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviço.....	176
2.3.14.	Destinação final	177
2.3.15.	Análise financeira	183
2.3.16.	Análise crítica do Sistema de gestão	183
2.4.	SISTEMA DE DRENAGEM URBANA E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS	185
2.4.1	Caracterização das Microbacias Urbanas	189
2.4.2	Estudos Hidrológicos	199
2.4.3	Erosão	215
2.4.4	Indicadores de Drenagem.....	227
2.4.5	Sistemas de Macrodrenagem	231
2.4.6	Sistemas de Microdrenagem	234



2.4.7	Ligações Irregulares	237
2.4.8	Síntese do Diagnóstico do Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais	238
REFERÊNCIAS		240



LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Umidade Relativa do Ar (1981 a 2020).....	19
Figura 2 - Grau de Urbanização do Brasil (%).....	38
Figura 3 - Radar dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.....	42
Figura 4 - Fluxo escolar por faixa etária no Município - 2000 e 2010.....	43
Figura 5 - Captação de água superficial para abastecimento público na Represa do Cascalho.....	54
Figura 6 – Tanque de desinfecção preliminar (cloração e alcalinização).....	58
Figura 7 – Tanques de coagulação e floculação, em Cordeirópolis.....	58
Figura 8 – Tanques de decantação, em Cordeirópolis.....	59
Figura 9 – Tanques de filtração, em Cordeirópolis.....	59
Figura 10 – Compartimentos para armazenamento de insumos como cloro, CAL, coagulante e flúor.	60
Figura 11 – Caixa de equilíbrio da ETA Cordeirópolis.....	61
Figura 12 – Final do tratamento da ETA Cordeirópolis.....	62
Figura 13 – Sistema Giswater.....	63
Figura 14 – Laboratório da ETA Cordeirópolis.....	64
Figura 15 – Reservatórios de abastecimento de água em Cordeirópolis.....	74
Figura 16 – Estação Elevatória em Cordeirópolis.....	79
Figura 17 - Classificação do acesso aos serviços de esgotamento sanitário.....	98
Figura 18 – Sistema de gradeamento.....	106
Figura 19 – Caçamba de armazenamento de resíduos sólidos grosseiros.....	106
Figura 20 – Sistema de Desarenação da ETE Cordeirópolis.....	107
Figura 21 – Calha Parshall da ETE Cordeirópolis.....	108
Figura 22 – Bomba elevatória secundária.....	109
Figura 23 – Sistema UASB e Lodo Ativado.....	110
Figura 24 – Tanque de contato e sistema de cloração da ETE Cordeirópolis.....	111
Figura 25 – Escada Dissipadora de Energia.....	112
Figura 26 - Lançamento no Corpo Receptor.....	113
Figura 27 - Laboratório de controle operacional da ETE Cordeirópolis.....	114
Figura 28 - Sistema Individual de Tratamento – Fossas Sépticas.....	119
Figura 29 – Sistema de tratamento individual – Valas de Infiltração.....	120
Figura 30 – Sistema individual de tratamento – Sumidouro.....	121
Figura 31 – Estação Compacta de Tratamento de Esgotos Sanitários.....	122
Figura 32 - Ponto de Descarte Irregular.....	127
Figura 33 - Mapa de pontos de descarte em Cordeirópolis.....	129
Figura 34 - Execução de varrição no Município de Cordeirópolis.....	146
Figura 35 - Limpeza pública em Cordeirópolis no Lago União.....	147
Figura 36 – Dispositivo de limpeza pública em Cordeirópolis.....	147
Figura 37 - Caminhões da frota da empresa Forty Construções e Engenharia Ltda.....	149



Figura 38 – Lixeira de Resíduos Sólidos Domiciliares.....	149
Figura 39 - Caminhões da frota da empresa Forty Construções e Engenharia Ltda.....	150
Figura 40 - Relação entre participação popular e coleta seletiva.	151
Figura 41 – Pontos de Coleta de Resíduo Recicláveis.....	151
Figura 42 – Pontos de Coleta de Resíduos Orgânicos.....	152
Figura 43 - Mapa de Ecopontos em Cordeirópolis	153
Figura 44 - Fluxo simplificado de resíduos nos sistemas de logística reversa.	155
Figura 45 – Contêiner da Programa Garimpar e EloForte para reciclagem de eletrônicos.	157
Figura 46 - Ciclo da logística reversa dos eletroeletrônicos e seus componentes.	157
Figura 47 –Local de coleta dos resíduos de lâmpada.	158
Figura 48 - Ciclo da logística reversa de lâmpadas inservíveis.....	158
Figura 49 - Ciclo da logística reversa de pneus inservíveis.....	160
Figura 50 - Ciclo da logística reversa das embalagens de agrotóxico.....	162
Figura 51 - Disposição de Resíduos de Serviço de Saúde.	166
Figura 52 – Armazenamento de Resíduos de Serviço de Saúde.....	167
Figura 53 – Descarte de resíduo de saneamento.....	168
Figura 54 – Disposição de resíduos de construção civil.....	172
Figura 55 – Poda, Roçagem e disposição de resíduos de construção civil.....	172
Figura 56 - Aterro sanitário onde ocorre a disposição final dos resíduos de Cordeirópolis.....	180
Figura 57 - Mapa aterro em Cordeirópolis.....	182
Figura 58 – Determinação da largura média da bacia.....	212
Figura 59 – Coeficiente de distribuição espacial da chuva (K).	213
Figura 60 – Exemplo de ravinas.....	217
Figura 61 – Exemplo de voçoroca.....	217
Figura 62 – Suscetibilidade a erosão hídrica no Brasil.....	218
Figura 63 – Erodibilidade dos solos no Brasil.....	219
Figura 64 – Barragem Santa Marina.	234
Figura 65 – Dispositivos de microdrenagem em Cordeirópolis.	236
Figura 66 – Exemplo de falta de manutenção em dispositivos de microdrenagem.....	237



LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Temperaturas 1991 a 2021 (°C).....	17
Tabela 2- Precipitação de 1991 a 2021.....	18
Tabela 3 - Classes de declividade com indicações para o planejamento.	29
Tabela 4 - Características dos Tipos de Solos do Município.....	33
Tabela 5 - Taxa de urbanização do Município.....	38
Tabela 6 - Série Histórica do IDH.....	40
Tabela 7 - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal e seus Componentes.....	40
Tabela 8 - Estrutura Etária da População do Município.	43
Tabela 9 - Taxa de Mortalidade Infantil e Esperança de Vida ao Nascer no Município.	44
Tabela 10 - Economia nos setores municipais.	45
Tabela 11 - Evolução do PIB de 2013 a 2023.	45
Tabela 12 – Evolução pela renda domiciliar no Cadastro Único pós Bolsa Família no Município.	46
Tabela 13 - Tipos de Estabelecimento no Município.....	48
Tabela 14 - Números de Leitos no Município.....	48
Tabela 15 - Vulnerabilidade Social do Município.....	49
Tabela 16 – Sistema de indicadores do SINISA utilizado na avaliação dos serviços do SAA.	81
Tabela 17 – Indicadores operacionais e comerciais do município de Cordeirópolis.	89
Tabela 18 – Indicadores do sistema de abastecimento de água – SAA da SAAE.....	91
Gráfico 19 – Panorama do atendimento da população total e urbana com rede coletora de esgoto. ..	99
Tabela 20 – Indicadores do sistema de esgotamento sanitário de Cordeirópolis.	100
Tabela 21 – Síntese do Sistema de Esgotamento Sanitário	123
Tabela 22 - Quantidade de resíduos gerados nas regiões do Brasil no ano de 2025.....	130
Tabela 23 - Unidades de saúde geradoras de RSS.....	165
Tabela 24 - Análise financeira da gestão dos resíduos sólidos de Cordeirópolis.....	183
Tabela 25 – Hierarquia do fluxo de drenagem computado.....	193
Tabela 26 – Dados extraídos das microbacias.....	198
Tabela 27 – Tempo de Concentração, extensão do canal principal e variação de altitude do canal para as diferentes microbacias analisadas.	201
Tabela 28 – Classes de uso e ocupação do solo utilizadas por microbacia.....	203
Tabela 29 – Coeficientes da equação de chuva.....	208
Tabela 30 – Valores da Equação de intensidade da chuva.	208
Tabela 31 – Valores para determinação de C2.....	213
Tabela 32 – Vazões para diferentes Tempos de Retorno pelo Método I-PAI-WU.	214
Tabela 33 – Indicadores de manejo e drenagem das águas pluviais de Cordeirópolis (2024).	228
Tabela 34 – Eventos Hidrológicos Impactantes (2025).....	229



LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Padrão microbiológico de potabilidade da água.....	65
Quadro 2 – Padrão Organoléptico de Potabilidade.....	66
Quadro 3 – Diferenças entre adutora e rede de distribuição.....	78
Quadro 4 – Doenças de veiculação hídrica.....	84
Quadro 5 – Síntese do Diagnóstico do SAA de Cordeirópolis.....	95
Quadro 6 - Breve descritivo das principais deliberações do CONAMA no âmbito federal que direta e/ou indiretamente se relacionam com a gestão de resíduos sólidos.	132
Quadro 7 - Breve descritivo das principais deliberações do CONAMA no âmbito federal que direta e/ou indiretamente se relacionam com a gestão de resíduos sólidos.	137
Quadro 8 - Breve descritivo das principais Normas da ABNT que direta e/ou indiretamente se relacionam com a gestão de resíduos sólidos.....	140
Quadro 9 - Instrumentos de implementação e operacionalização do sistema de logística reversa. ..	141
Quadro 10 - Legislações e normas estaduais de resíduos sólidos São Paulo.	144
Quadro 11 - Legislação Municipal aplicável à temática de resíduos sólidos.	145
Quadro 12 - Definição e tipos de serviços que caracterizam a limpeza pública.....	146
Quadro 13 - Síntese das potencialidades e desafios do sistema de gerenciamento e manejo de resíduos sólidos.....	184
Quadro 14 - Classes de uso e ocupação do solo identificadas.	202
Quadro 15 – Síntese do Diagnóstico do Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais de Cordeirópolis.	238



APRESENTAÇÃO

Este documento é parte integrante da revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Cordeirópolis – SP, conforme Contrato nº 047/2026. A revisão do PMSB abrange o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais dos setores de saneamento básico, compreendendo o abastecimento de água potável, o esgotamento sanitário, a limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos, e a drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

Nesse contexto, o Plano Municipal de Saneamento Básico de Cordeirópolis tem como objetivo estabelecer o planejamento das ações do setor de saneamento, em conformidade com a Política Nacional de Saneamento Básico e com o Novo Marco Legal do Saneamento Básico, instituído pela Lei Federal nº 14.026/2020, que atualiza a Lei Federal nº 11.445/2007, atendendo às demandas específicas do Município.

Dessa forma, este documento apresenta o diagnóstico da situação atual dos serviços municipais de saneamento básico do Município de Cordeirópolis para a revisão do PMSB vigente, com vistas à sua adequação às diretrizes legais incluindo a Lei nº 12.305/2010 e o Plano das Bacias PCJ 2020-2035, às normas técnicas aplicáveis e às necessidades locais, contemplando os quatro componentes do saneamento básico e assegurando o alinhamento com as exigências metodológicas definidas pelos órgãos competentes.





INTRODUÇÃO

A melhoria da qualidade de vida da população, associada às condições de saúde ambiental e ao uso adequado dos recursos naturais, evidencia a necessidade de políticas públicas de saneamento básico estruturadas e integradas. Essas políticas devem fundamentar-se em princípios como universalização do acesso, equidade e desenvolvimento sustentável, assegurando a prestação adequada e contínua dos serviços essenciais.

A ausência de planejamento setorial ou de análises integradas que considerem os aspectos sociais, econômicos e ambientais tende a resultar em ações isoladas e de baixa efetividade, com impactos negativos sobre o desenvolvimento urbano e o uso dos recursos públicos. A literatura técnica aponta que a precariedade dos serviços de saneamento está diretamente associada à degradação ambiental e a prejuízos à saúde pública, enquanto intervenções adequadas contribuem para a redução de custos em saúde e para a melhoria das condições ambientais.

Nesse contexto, a evolução do arcabouço normativo nacional, com destaque para o Marco Legal do Saneamento Básico instituído pela Lei Federal nº 14.026/2020, que atualizou a Lei nº 11.445/2007, reforçou a obrigatoriedade do planejamento municipal e estabeleceu diretrizes voltadas à universalização dos serviços. A legislação condiciona a prestação regular dos serviços à existência e à revisão periódica dos Planos Municipais de Saneamento Básico.

O saneamento básico compreende os serviços de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. A revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico de Cordeirópolis tem como finalidade atualizar o diagnóstico e o prognóstico desses serviços, adequando o planejamento às diretrizes legais vigentes e às características locais, de modo a subsidiar uma gestão mais eficiente e sustentável do saneamento no Município.





1 CARACTERIZAÇÃO MUNICIPAL

A caracterização geral apresenta um panorama sintético sobre a área de estudo, abordando a trajetória histórica do Município de Cordeirópolis, sua posição geográfica estratégica na Região Administrativa de Piracicaba, os principais corredores de circulação, as particularidades ambientais da região e o panorama socioeconômico local, incluindo os indicadores demográficos e o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM).

1.1. ASPECTOS REGIONAIS, LOCALIZAÇÃO E ACESSO

Cordeirópolis constitui um Município brasileiro no estado de São Paulo, integrando a Mesorregião de Piracicaba e a Microrregião de Limeira. O território municipal limita-se com as cidades de Araras, Limeira, Iracemápolis e Santa Gertrudes. Em termos de posicionamento geográfico, o Município encontra-se à latitude 22°28'55" sul e longitude 47°27'25" oeste, situando-se a uma altitude de 651 metros acima do nível do mar. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, a área territorial do Município compreende 137,678 km². O Censo Demográfico de 2022 registrou uma população de 24.514 habitantes, denominados cordeiropolenses, enquanto a estimativa para 2025 aponta para 25.286 residentes (IBGE, 2022).

Historicamente, Cordeirópolis desempenhou papel significativo no contexto ferroviário regional, constituindo-se como importante entroncamento da Linha Tronco com o Ramal de Descalvado da Companhia Paulista de Estradas de Ferro a partir de 1877. Esta linha férrea, desativada para passageiros na década de 1970 e para cargas nos anos 1980, escoava a produção agrícola, pecuária e industrial local, conectando o Município a Campinas, Jundiaí, Araras e Descalvado. O antigo leito do ramal foi posteriormente desativado, preservando-se a antiga estação ferroviária, hoje patrimônio histórico municipal. O acesso principal ao Município ocorre por meio da Rodovia Anhanguera (SP-330), complementado pela Rodovia Washington Luís (SP-310) e pela Rodovia dos Bandeirantes (SP-348). O território é banhado pelo Ribeirão Tatu e pelo Córrego do Ibicaba, situando-se na Bacia Hidrográfica dos Rios

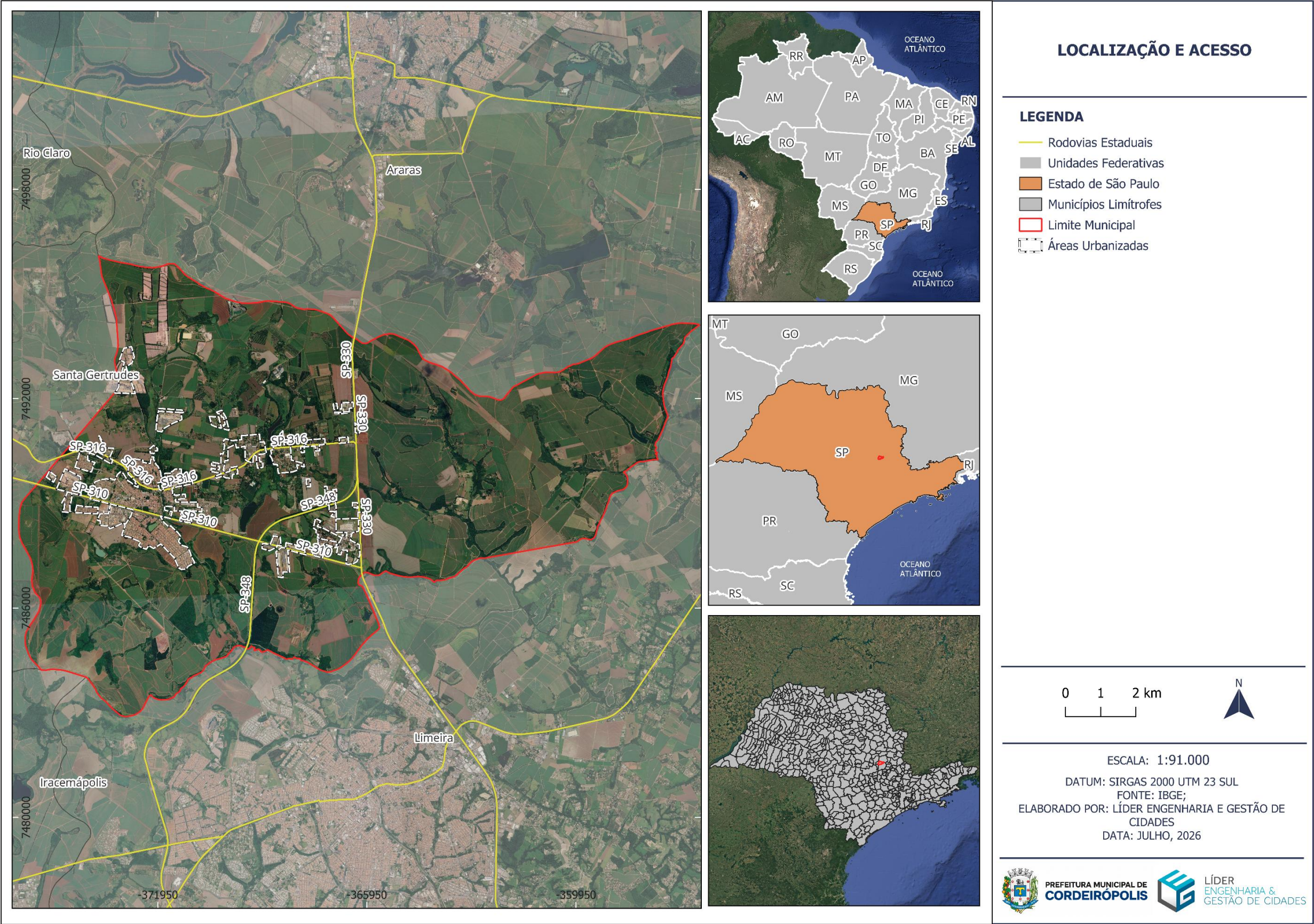


Piracicaba, Capivari e Jundiaí (Bacia PCJ). O **Mapa 1** a seguir demonstra as principais vias de acesso ao Município.





Mapa 1 - Localização e Acesso do Município.





1.2. HISTÓRICO

Cordeirópolis é um município brasileiro situado na Região Metropolitana de Piracicaba, no estado de São Paulo, integrando a microrregião de Limeira. A região, banhada pelas águas do Ribeirão Tatu e do Córrego do Ibicaba, está estrategicamente inserida na Bacia Hidrográfica dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (Bacia PCJ).

As terras que formam o município começaram a ser efetivamente ocupadas no início do século XIX, com a formação de grandes propriedades rurais, destacando-se as fazendas Ibicaba e a Sesmaria do Cascalho. A colonização foi impulsionada por imigrantes europeus, principalmente italianos, além de portugueses, espanhóis e alemães, e pelo trabalho de africanos escravizados, que construíram parte da infraestrutura rural da região. Essa ocupação transformou a paisagem local, posteriormente convertida em um dos principais polos industriais e logísticos do interior paulista.

O desenvolvimento urbano de Cordeirópolis ganhou impulso por volta de 1885–1886, quando surgiu a povoação de Capela de Santo Antônio do Cordeiro, erguida em terras loteadas pelo fazendeiro Manoel Barbosa Guimarães. Em 7 de agosto de 1899, o povoado foi elevado à categoria de distrito de paz, pela Lei nº 645, permanecendo como distrito do município de Limeira. A instalação do Núcleo Colonial de Cascalho em 1884 também foi fundamental para atrair imigrantes e comerciantes, moldando o traçado inicial da localidade.

A expansão de Cordeirópolis acelerou-se significativamente com a chegada da Companhia Paulista de Estradas de Ferro, que inaugurou a estação de Cordeiro em 1876. A ferrovia foi o principal eixo de crescimento, sendo essencial para a ocupação das terras e o escoamento da produção das grandes fazendas da região. A estação ferroviária permanece como um marco da fundação da cidade, embora o prédio histórico, adquirido pela prefeitura em 2004, encontre-se abandonado e degradado. A transição econômica do município foi marcada pelo desenvolvimento da indústria da seda e, posteriormente, da cerâmica, que se consolidou como a base econômica local.

Em 24 de dezembro de 1948, Cordeirópolis conquistou sua emancipação política, desmembrando-se de Limeira pela Lei Estadual nº 233. A denominação

atual foi decidida por plebiscito em 1943 e oficializada pelo Decreto-Lei Estadual nº 14.334, em 30 de novembro de 1944. A história cordeiopopolense reflete a persistência de seus habitantes, que transformaram o antigo núcleo colonial em um município de destaque no cenário industrial paulista. Com população de 24.514 habitantes registrada no Censo de 2022 e um PIB de R\$ 4,2 bilhões em 2021, o município une sua tradição industrial à memória ferroviária e ao legado dos imigrantes que ajudaram a construir sua identidade.

1.3. ASPECTOS AMBIENTAIS

O presente capítulo apresenta a caracterização dos aspectos ambientais do Município de Cordeirópolis – SP, abrangendo os elementos climáticos (temperatura, precipitação e umidade relativa do ar), bem como os aspectos físicos do território, incluindo geologia, geomorfologia e cobertura vegetal. A análise integrada desses componentes permite compreender as condicionantes naturais que influenciam a dinâmica ambiental local e subsidiam o planejamento das ações de saneamento.

1.3.1 Clima

A análise dos padrões atmosféricos é essencial para a compreensão das dinâmicas ambientais que influenciam o território. Em Cordeirópolis, município situado no interior de São Paulo, as variáveis meteorológicas exercem influência direta sobre as atividades produtivas que sustentam a economia local, com destaque para a indústria cerâmica, base do polo industrial da região, e para os setores dependentes de condições climáticas estáveis para sua operação e expansão. Alterações atípicas nos padrões de temperatura e precipitação têm reflexos imediatos na produção industrial e na gestão dos recursos hídricos, impactando o abastecimento das represas e a operação de toda a cadeia produtiva. Dessa forma, o monitoramento contínuo do clima local se torna um instrumento estratégico para o planejamento e o desenvolvimento sustentável do município.

A classificação climática baseia-se na avaliação de indicadores como temperatura média e extremas, regime pluviométrico, radiação solar e padrões de circulação atmosférica. A análise integrada desses elementos permite a delimitação

de zonas climáticas, tais como equatorial, tropical, subtropical, temperada e polar (PASSOS, 2009).

O sistema taxonômico desenvolvido por Wladimir Köppen e posteriormente refinado por Rudolf Geiger, apresentado originalmente em 1900, constitui o referencial mais difundido entre climatologistas, ecólogos e geógrafos. Sua predominância decorre da operacionalidade, utilizando critérios numéricos objetivos, correlacionando tipos climáticos com formações vegetais potenciais. No entanto, o modelo apresenta limitações reconhecidas, particularmente quando aplicado a contextos de transição ecológica ou a áreas de relevo acidentado, como observado na altitude aproximada de 668 metros que caracteriza a sede municipal de Cordeirópolis. Nesses casos, a classificação genérica pode não representar microvariações significativas para o planejamento territorial (PASSOS, 2009). Conforme aponta Ayoade (1996), a primeira versão do sistema fundamentava-se nas zonas de vegetação cartografadas por Alphonse de Candolle. A revisão de 1918 incorporou maior sofisticação analítica, priorizando a temperatura média mensal, o volume e a distribuição sazonal das precipitações. Dessa reformulação emergiram cinco categorias principais, identificadas por letras maiúsculas:

- A – Climas tropicais úmidos: caracterizam-se por temperatura média do mês mais frio superior a 18°C, com precipitação anual superior à evapotranspiração potencial, condição favorável ao desenvolvimento da vegetação;
- B – Climas secos: definidos pela superioridade da evapotranspiração média anual sobre a precipitação pluviométrica total;
- C – Climas temperados: apresentam temperatura média do mês mais frio entre -3°C e 18°C, abrangendo transições subtropicais;
- D – Climas continentais frios: registram temperatura média inferior a -3°C no mês mais frio e superior a 10°C no mês mais quente;
- E – Climas polares: temperatura média inferior a 10°C no mês mais quente.

Posteriormente, alguns estudos passaram a considerar a categoria H (climas de altitude), aplicada a áreas com influência orográfica significativa. A tipologia

climática apresenta ainda subdivisões que permitem maior detalhamento das condições observadas. A primeira refere-se à distribuição sazonal das precipitações:

- Para os climas dos tipos A, C e D, utilizam-se letras minúsculas:
 - f – sem estação seca;
 - s – verão seco, com chuvas concentradas no inverno;
 - w – inverno seco, com chuvas concentradas no verão;
 - m – regime de monção, com breve estação seca e elevada concentração de chuvas (apenas tipo A).
- Para os climas do tipo B, utilizam-se letras maiúsculas:
 - S – clima semiárido;
 - W – clima árido (desértico).

A segunda camada de subdivisão refere-se ao comportamento térmico. Para os climas dos tipos C e D, utilizam-se letras minúsculas para indicar a temperatura característica da região:

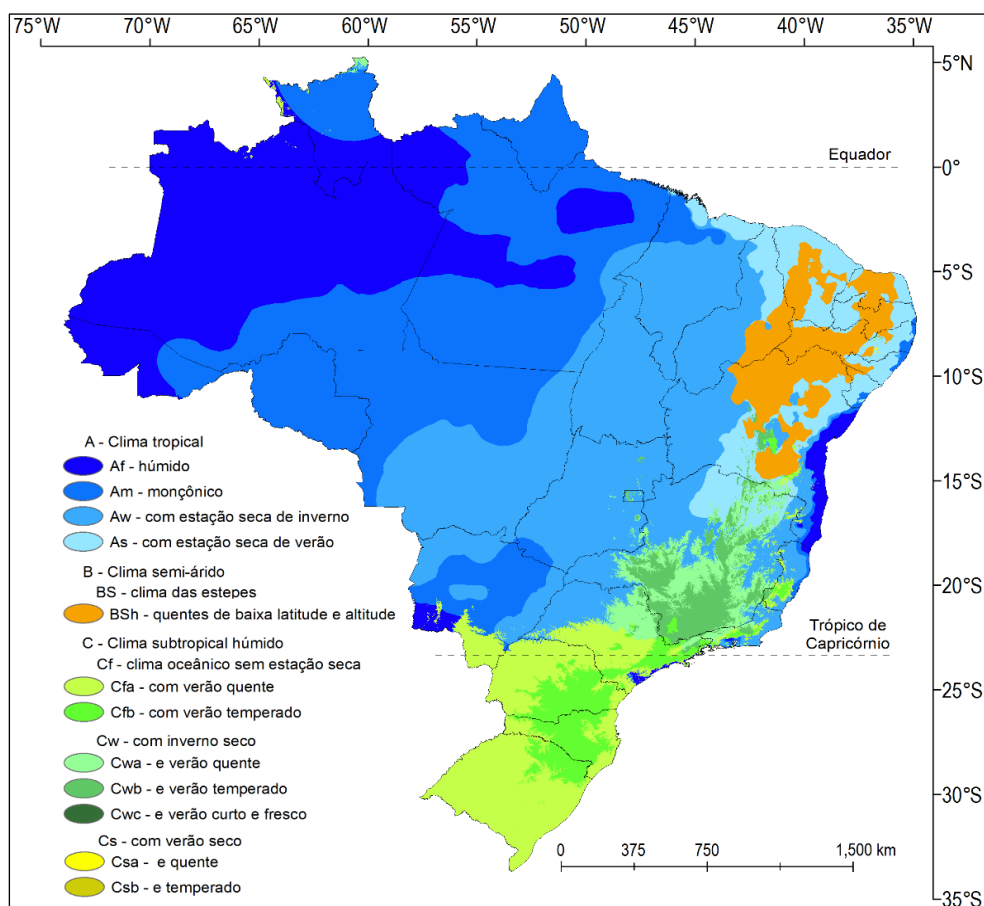
- a – verões quentes, com temperatura média do mês mais quente superior a 22°C;
- b – verões brandos, com temperatura média do mês mais quente inferior a 22°C;
- c – clima frio ao longo do ano, com no máximo três meses apresentando temperatura média superior a 10°C.

Para os climas do tipo B, também são utilizadas as letras minúsculas:

- h – clima árido ou semiárido quente, com temperatura média anual igual ou superior a 18°C;
- k – clima árido ou semiárido frio, com temperatura média anual inferior a 18°C.

O Mapa 2 mostra o Brasil de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger.

Mapa 2 - Brasil de acordo com a Classificação de Köppen-Geiger.



Fonte: ALVARES *et al.*, 2013. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

Após esse entendimento sobre a classificação climática de Köppen-Geiger, é possível classificar o clima predominante dos municípios brasileiros. Sabe-se que o clima de uma região é determinante para as atividades econômicas nela desenvolvidas, assim como o tipo de vegetação predominante e o tipo de solo.

A aplicação desse referencial ao território de Cordeirópolis permite compreender as condições ambientais que influenciam o desenvolvimento das atividades industriais, especialmente a indústria cerâmica, relevante para a economia local que reflete no PIB municipal de R\$ 4,2 bilhões (2021). A pluviosidade concentrada no período chuvoso, associada à ocorrência de estiagem no inverno, condiciona a gestão dos recursos hídricos e a operação de toda a cadeia produtiva. De acordo com mapeamentos climáticos do interior paulista, o município insere-se no domínio Cwa.



Especificamente para o município de Cordeirópolis, localizado a uma altitude de 668 metros, com pluviosidade média anual de 1.367,1 mm e temperatura média de 21,3°C, o clima é classificado, segundo Köppen, como subtropical úmido com inverno seco e verão quente (Cwa), podendo apresentar variações locais associadas à altitude e ao relevo.

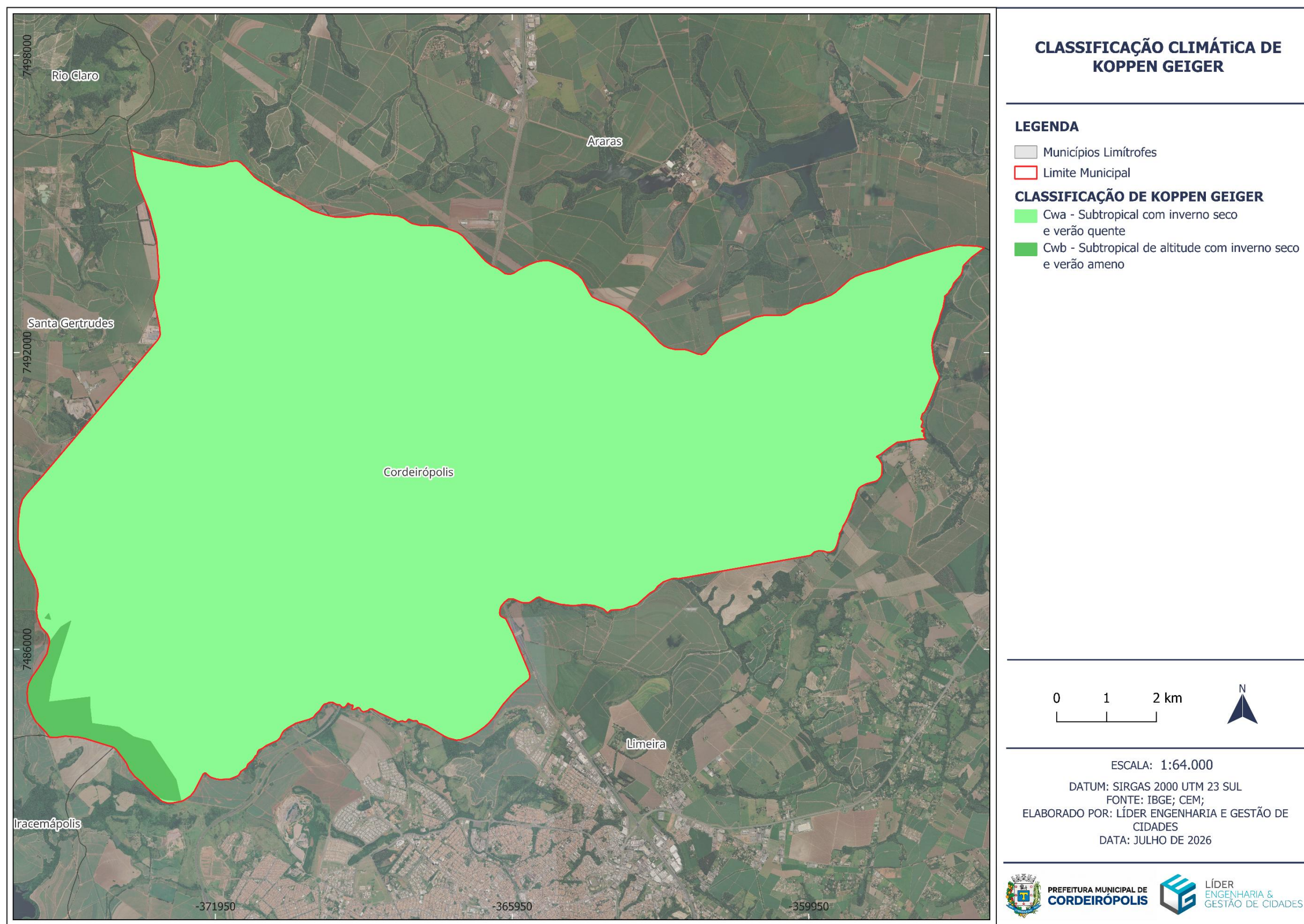
Esse padrão climático, típico da Região Metropolitana de Piracicaba, favorece as atividades industriais e produtivas desenvolvidas no município. A precipitação concentrada nos meses de verão (outubro a março), associada ao período seco no inverno, influencia a disponibilidade de água para o polo cerâmico e para os setores dependentes. O setor industrial responde por 37,4% da economia local, com destaque para a fabricação de azulejos e pisos. As temperaturas médias de 21,3°C contribuem para condições favoráveis ao desenvolvimento das atividades produtivas ao longo do ano.

A vegetação predominante, composta por Floresta Estacional Semidecidual, está associada às condições climáticas da região. Os solos da região, predominantemente Latossolo Vermelho Distrófico de textura argilosa a média, em conjunto com o regime pluviométrico bem definido, com estação seca no inverno e chuvas concentradas no verão, favorecem as dinâmicas ambientais que influenciam o território.

Neste sentido, Mapa a seguir mostra a classificação climática do Município de acordo com Köppen.



Mapa 3 - Classificação Climática do Município.





1.3.2 Temperatura

No que concerne ao Município de Cordeirópolis, localizado na Mesorregião de Piracicaba, a temperatura média anual situa-se em aproximadamente 21.8°C, conforme dados das normais climatológicas do INMET para o período de 1991 a 2020, considerando estação de referência regional de Piracicaba – SP. O mês de fevereiro destaca-se como o período mais quente do ano, com temperaturas máximas médias próximas de 29°C, enquanto julho representa o mês mais frio, com temperaturas mínimas médias em torno de 18°C. Dados complementares de plataformas meteorológicas, como o CLIMATEMPO, indicam comportamento térmico semelhante para o município.

Por meio da Tabela 1, é possível analisar as variações térmicas e o comportamento pluviométrico ao longo do ano no território do município de Cordeirópolis, situado a 668 metros de altitude e inserido na bacia hidrográfica do Rio Piracicaba.

Tabela 1 - Temperaturas 1991 a 2021 (°C).

Mês	Mínima	Máxima	Média
Janeiro	20	28	24,0
Fevereiro	20	29	24,5
Março	19	28	23,5
Abril	17	27	22,0
Maio	14	24	19,0
Junho	13	24	18,5
Julho	13	24	18,5
Agosto	14	26	20,0
Setembro	16	28	22,0
Outubro	18	29	23,5
Novembro	18	28	23,0
Dezembro	19	28	23,5
Temperatura Média Anual			21,8

Fonte: CLIMATEMPO, 2025. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

1.3.3 Precipitação e Umidade Relativa do Ar

A precipitação atmosférica compreende os fenômenos hidrometeorológicos que resultam na queda de água proveniente da atmosfera, incluindo chuva, neve e granizo. A quantificação desse elemento climático é realizada por meio de pluviômetros, sendo expressa em milímetros (mm), unidade que representa a altura da lâmina de água precipitada, equivalente ao volume de água acumulado sobre uma área de um metro quadrado.

No que tange ao Município de Cordeirópolis, situado na Mesorregião de Piracicaba, a análise das informações climatológicas disponíveis para a região indica um regime pluviométrico característico de clima subtropical úmido com inverno seco (Cwa). A precipitação média anual está em aproximadamente 1.555 mm, com distribuição sazonal concentrada nos meses de primavera e verão. O maior volume pluviométrico mensal ocorre em janeiro, com 294 mm, enquanto os menores valores são registrados nos meses de agosto e julho, com 32 mm e 36 mm, respectivamente, evidenciando a variabilidade típica da região. Observa-se uma redução significativa do volume precipitado no período de inverno, característica marcante desse regime climático. (Tabela 2).

Tabela 2- Precipitação de 1991 a 2021.

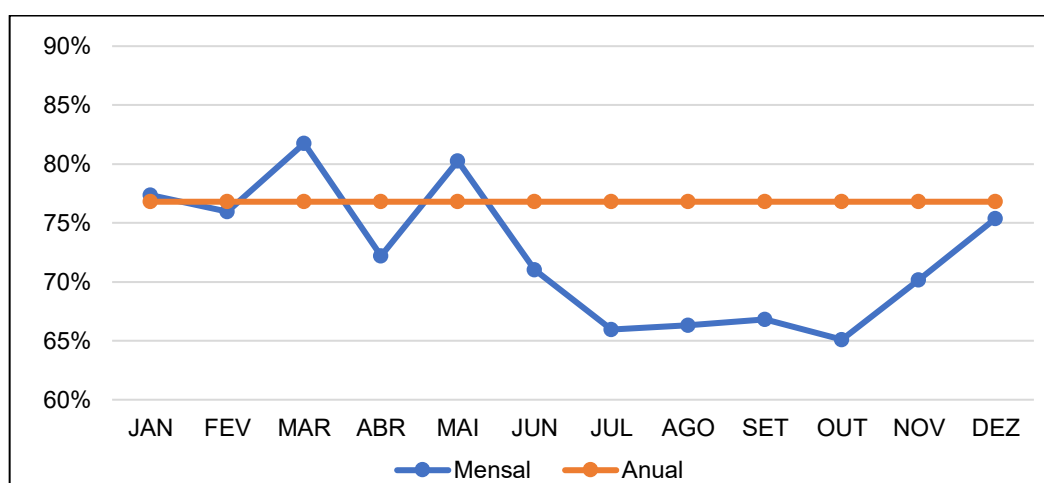
Mês	Chuva (mm)
JAN	294
FEV	216
MAR	179
ABR	72
MAI	58
JUN	39
JUL	36
AGO	32
SET	74
OUT	135
NOV	190
DEZ	230
TOTAL	1.555

Fonte: CLIMATEMPO, 2025. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

A umidade relativa do ar constitui parâmetro relevante para a caracterização do conforto térmico e das condições de desenvolvimento das atividades agropecuárias predominantes no território do Município de Cordeirópolis. Esse índice expressa a razão entre a quantidade de vapor d'água efetivamente presente na atmosfera e a quantidade máxima que poderia existir a uma determinada temperatura. A presença de vapor d'água atmosférico atua como moderador térmico, reduzindo a amplitude diária entre temperaturas mínimas e máximas, fator relevante para as atividades agropecuárias desenvolvidas no Município.

A Figura 1 apresenta as médias mensais em comparação à média anual de umidade relativa do ar para a região, evidenciando comportamento sazonal ao longo do ano. Observam-se valores mais elevados entre os meses de dezembro e março, coincidindo com o período chuvoso de verão, e menores índices entre julho e setembro, período associado à estiagem mais acentuada do inverno.

Figura 1 - Umidade Relativa do Ar (1981 a 2020).



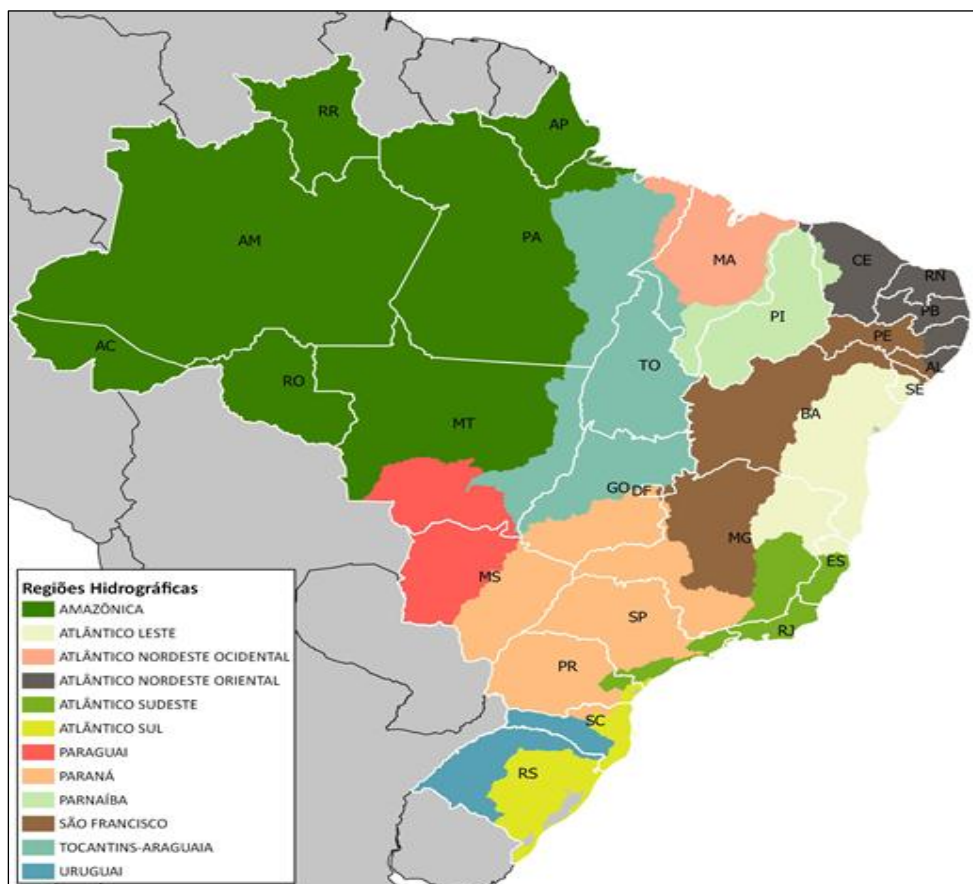
Fonte: INMET, 2025. Adaptado por: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

Para o Município de Cordeirópolis, com base em dados da estação de referência regional de São Carlos - SP (código 83726), a estação meteorológica convencional mais próxima com normais climatológicas oficiais publicadas pelo INMET, situada a aproximadamente 65 km do município, o mês de março apresentou o maior índice médio de umidade relativa do ar, com 81,75%, coincidindo com o período de temperaturas mais elevadas e precipitação intensa, típicas do verão na Mesorregião de Piracicaba. Por outro lado, outubro registrou o menor valor médio, com 65,10%, período associado à estiagem mais acentuada após o inverno.

1.3.4 Levantamento da Rede Hidrográfica do Município

Conforme o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (ANA), o Brasil é dividido em 12 regiões hidrográficas nacionais, sendo que Cordeirópolis se situa na Região Hidrográfica do Paraná, ilustrada pelo Mapa 4.

Mapa 4 - Bacias Hidrográficas do Brasil.



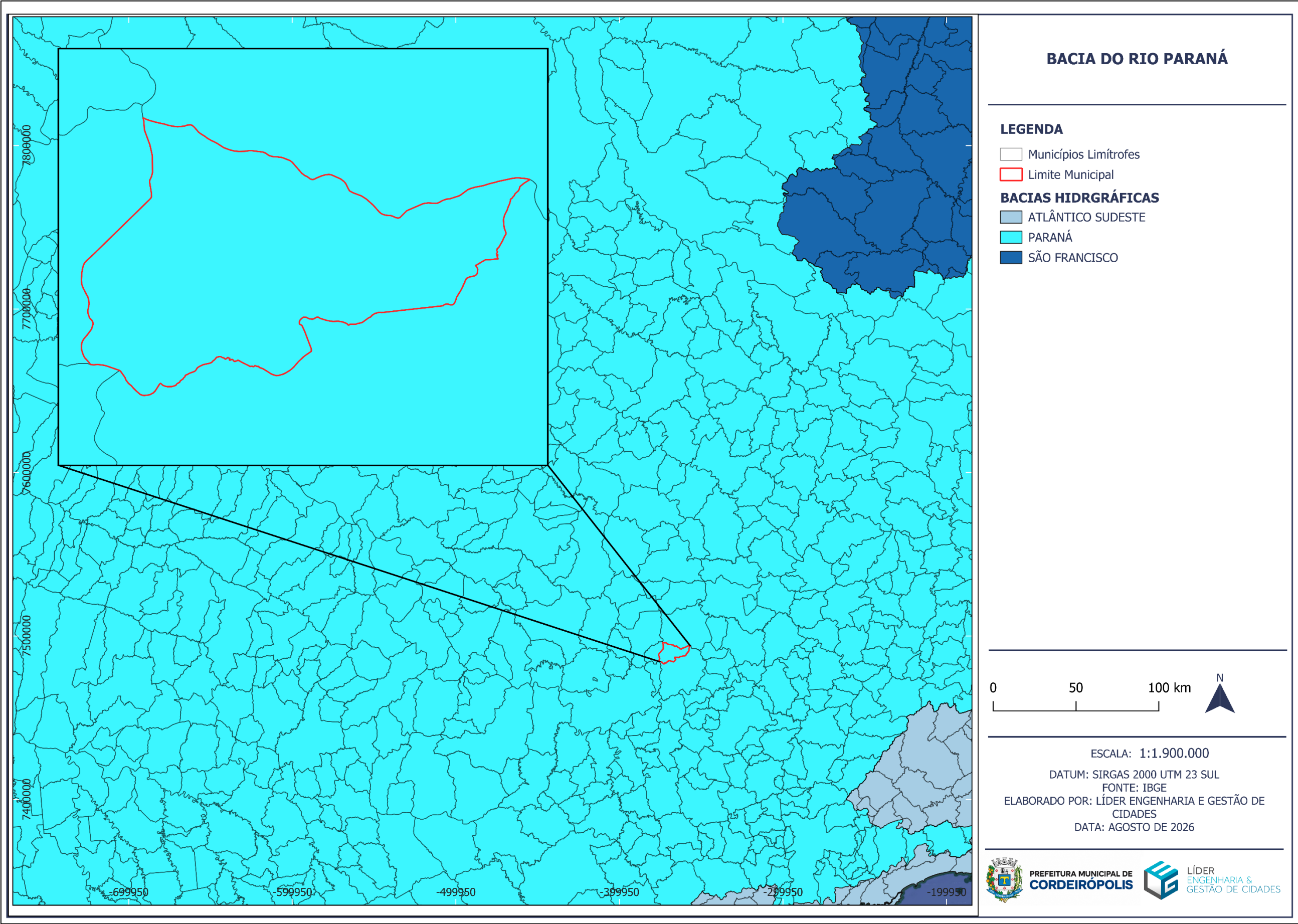
Fonte: SIGRH, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

O Município está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba, mais especificamente na sub-bacia do Rio Corumbataí, ilustrado pelo Mapa 5. A maior parte do território drena para o Rio Corumbataí, que passa pelo município e, após percorrer aproximadamente 136,5 km desde sua nascente em Analândia, deságua no Rio Piracicaba em Piracicaba.

Outros cursos d'água relevantes incluem o Ribeirão do Tatu, que nasce em Cordeirópolis, cruza Limeira e também contribui para a bacia do Rio Piracicaba, além do Rio das Araras e do Ribeirão Ferraz (ou do Pinhal), configurando Cordeirópolis como ponto integrante dessa importante macrocuenca do Paraná.



Mapa 5 - Bacia do Rio Paraná.



A rede hidrográfica de Cordeirópolis está inserida na bacia hidrográfica do Rio Piracicaba, sendo composta pelos territórios drenados pelo Ribeirão Tatu e por seus afluentes, como o Córrego do Cascalho, Córrego Água Branca, Córrego das Amoreiras, Córrego Ibicaba e Córrego São Francisco, de modo que a vazão superficial é direcionada a esses cursos principais. A região encontra-se próxima a divisores de água associados às escarpas de cuestas da Depressão Periférica Paulista, que separam, em escala regional, as sub-bacias do Piracicaba e do Jaguari.

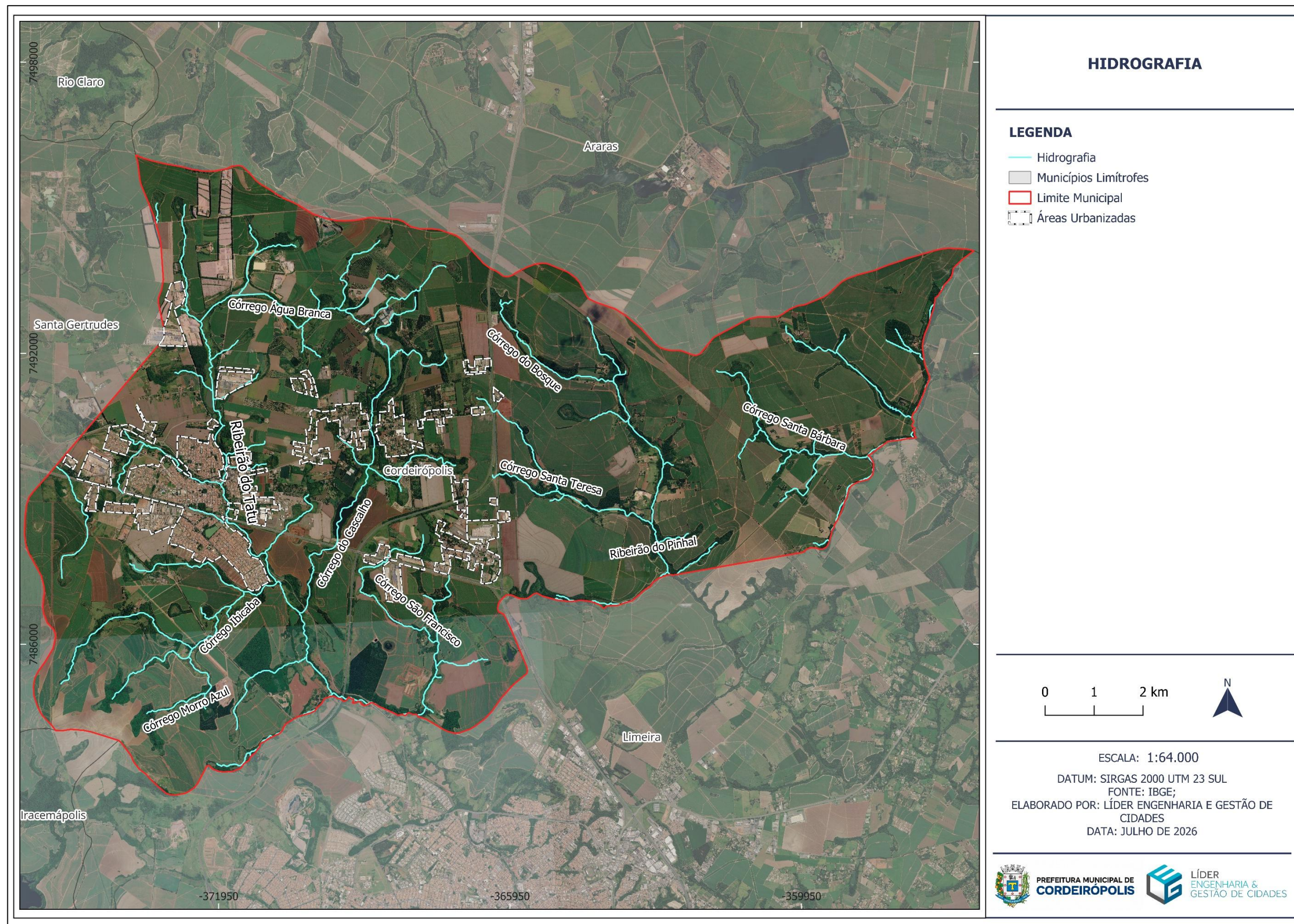
O Município de Cordeirópolis apresenta relevância para o uso dos recursos hídricos, especialmente no atendimento às demandas agropecuárias, com destaque para o cultivo de cana-de-açúcar, citros e atividades pecuárias.

Contudo, a sub-bacia do Ribeirão Tatu apresenta vulnerabilidade a eventos de cheia, agravada pela impermeabilização do solo em áreas urbanas e pela necessidade de manutenção da cobertura vegetal, fundamental para o controle do escoamento superficial decorrente das precipitações intensas características da Mesorregião de Piracicaba.

Além disso, as sub-bacias locais estão sujeitas a processos de erosão e assoreamento, associados à expansão urbana e à supressão da vegetação ciliar, o que reforça a necessidade de adoção de medidas de conservação e manejo adequado do solo e dos recursos hídricos. A configuração da rede hidrográfica municipal pode ser observada no Mapa 6.



Mapa 6 - Hidrografia do Município.



1.3.5 Geologia

Como disciplina científica, a geologia dedica-se ao estudo da formação e estrutura do planeta Terra, abrangendo sua composição interna, os processos dinâmicos que atuam em sua superfície e subsuperfície, bem como sua evolução ao longo do tempo geológico. Essa ciência possibilita a compreensão da gênese dos solos, da formação de rochas e minerais, do significado dos fósseis, da origem de terremotos e da configuração do relevo terrestre.

No âmbito do Município de Cordeirópolis, realizou-se o levantamento geológico com base nos dados disponibilizados pelo Banco de Dados e Informações Ambientais (BDiA), sistema mantido pelo IBGE. A análise das unidades geológicas presentes na área municipal indica o predomínio de formações pertencentes à Bacia Sedimentar do Paraná, caracterizado por rochas sedimentares de natureza arenítica, pelítica e ígneas básicas intrusivas.

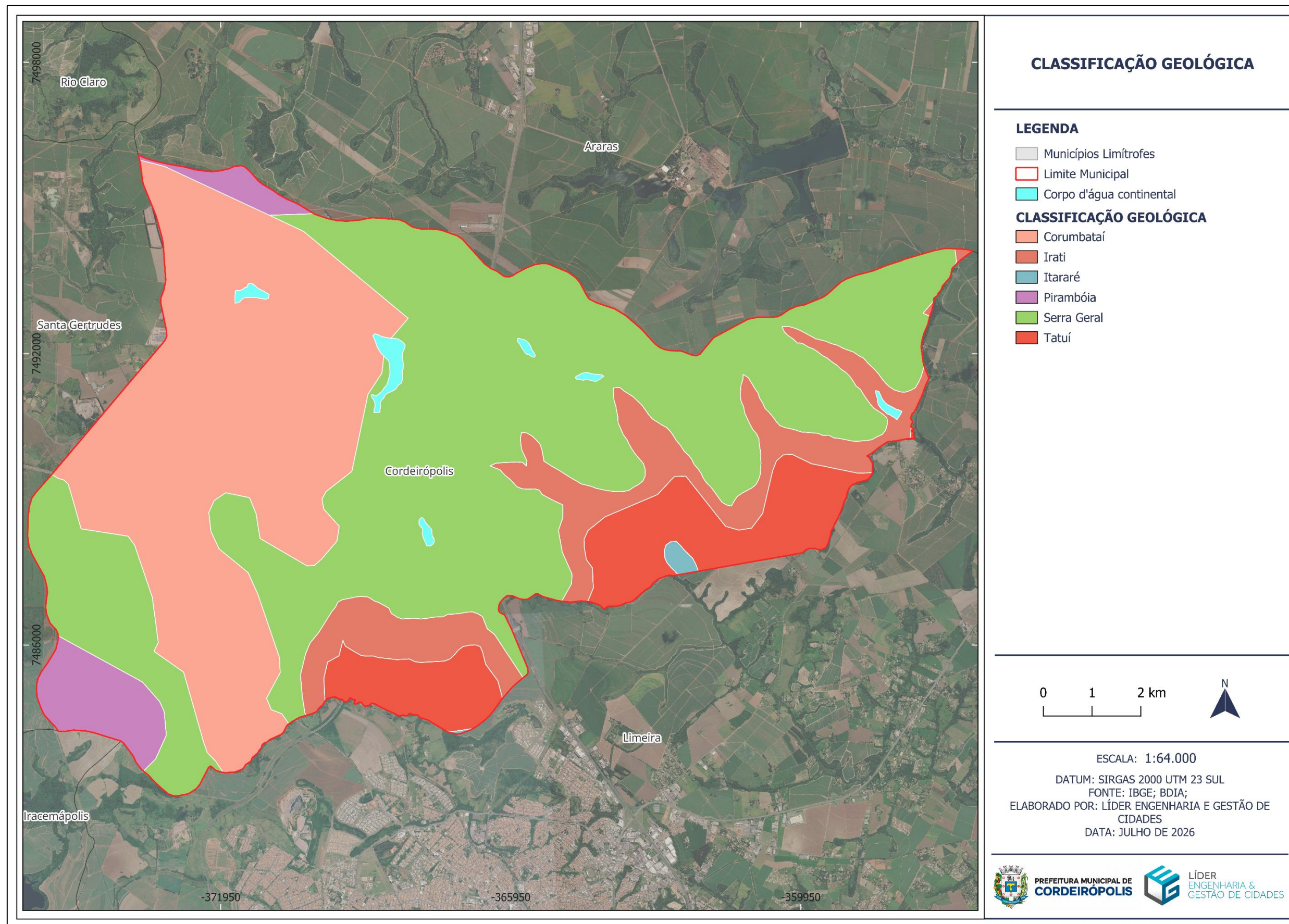
O domínio geológico da Bacia Sedimentar do Paraná, predominante no Município de Cordeirópolis, é caracterizado pelo predomínio de rochas sedimentares, como arenitos, siltitos, diamictitos e argilas, pertencentes ao Subgrupo Itararé (Supergrupo Tubarão) e às formações Pirambóia, Corumbataí, Irati e Tatuí, além de corpos intrusivos básicos de diabásio (soleiras e diques), formados a partir de processos tectônicos associados à abertura do oceano Atlântico. Essas formações apresentam estrutura geológica complexa, marcada por falhas normais e inversas que arranjam as unidades litoestratigráficas em blocos soerguidos e abatidos, influenciando diretamente a configuração do relevo e a organização da rede de drenagem. Além disso, as rochas sedimentares dessa bacia apresentam porosidade e permeabilidade variáveis: os arenitos de granulação média a grossa e bem selecionados podem apresentar porosidades entre 20% e 30% e permeabilidades de 10 a 800 mD, configurando aquíferos do tipo poroso (granular); já os diques e soleiras de diabásio, bem como os basaltos da Formação Serra Geral, apresentam baixa porosidade primária, mas desenvolvem aquíferos do tipo fissural em suas estruturas de fraturamento, com capacidade de armazenamento e transmissão de água subterrânea condicionada à densidade de fissuras. Os solos residuais e as coberturas cenozóicas (aluviões e colúvio-eluvionares) também contribuem para a recarga e circulação das águas subterrâneas.



De forma complementar, observam-se ocorrências de coberturas cenozóicas, associadas principalmente às áreas de fundo de vale e aos cursos d'água, constituídas por sedimentos inconsolidados, como areias, siltes, argilas e cascalhos dos terraços fluviais e depósitos aluvionares quaternários. O Mapa 7 apresenta a distribuição das unidades geológicas no Município, conforme as informações levantadas no BDiA.



Mapa 7 - Geologia do Município.





1.3.6 Geomorfologia

A Geomorfologia constitui o campo científico dedicado à análise das formas do relevo terrestre, compreendidas como resultado da atuação de processos geológicos ao longo do tempo. Essa disciplina investiga as formas superficiais do terreno, seus processos de formação e as dinâmicas de transformação, considerando a atuação de agentes endógenos e exógenos responsáveis pela configuração do relevo em diferentes escalas temporais.

No Município de Cordeirópolis, as características geomorfológicas se inserem no contexto do Planalto Centro-Ocidental Paulista, unidade que predomina na maior parte do território, caracterizada por relevo predominantemente plano a suavemente ondulado, com declividades inferiores a 20%.

Na porção oeste do Município, observa-se o contato entre as rochas basálticas da Formação Serra Geral e as rochas sedimentares da Formação Corumbataí, configurando uma transição litológica que influencia a modelagem do relevo local.

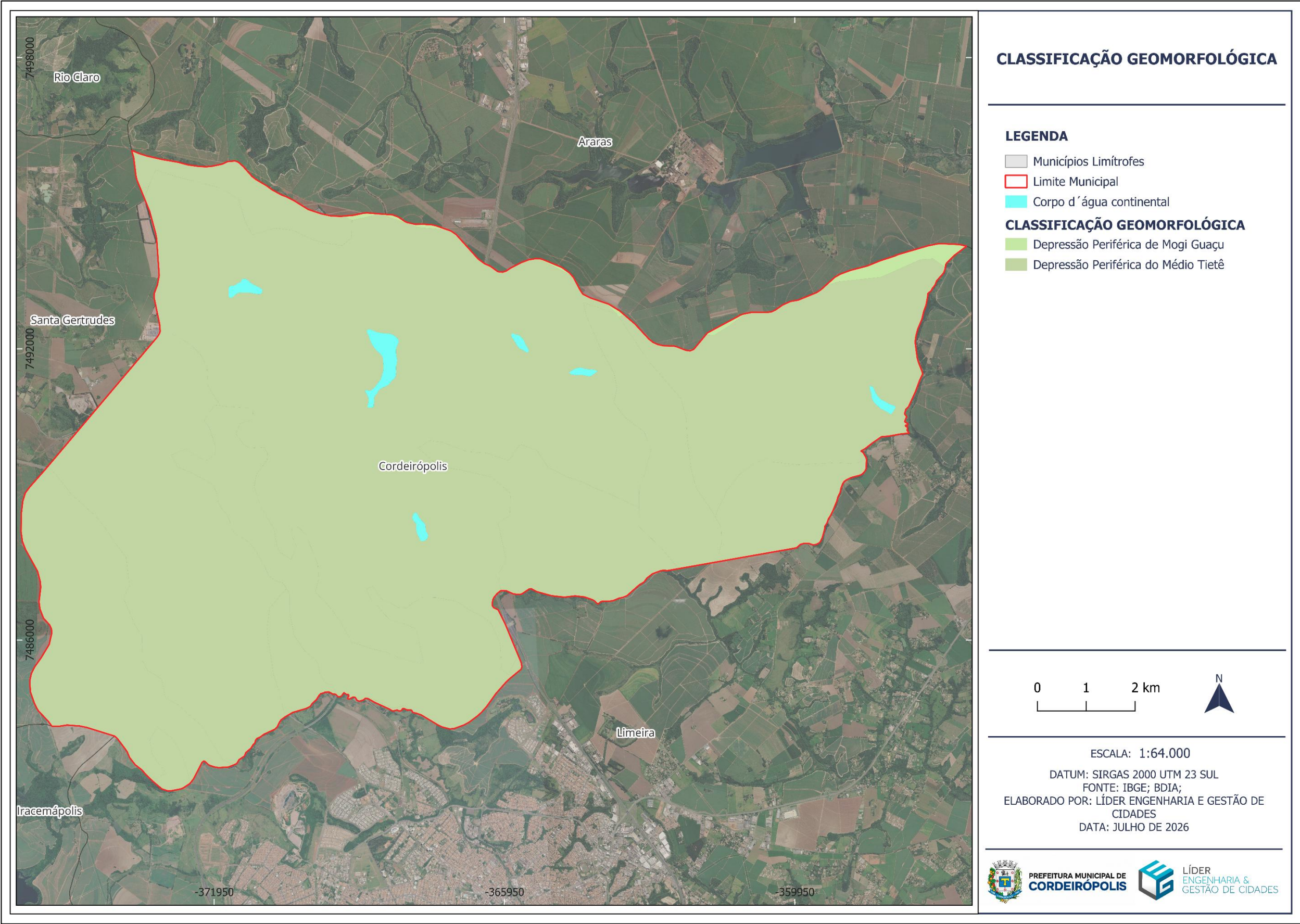
Além disso, ocorrem pequenas áreas de planícies associadas aos cursos d'água, como o Ribeirão Tatu e o Córrego do Ibicaba, caracterizadas por relevo plano e sujeitas a processos de inundação periódica.

A variação altimétrica do Município reflete essa compartimentação geomorfológica, com áreas mais baixas associadas às planícies fluviais (cota mínima de 663 metros) e setores mais elevados nas regiões de transição geológica (cota máxima de 681 metros).

O Mapa 8 apresenta a compartimentação geomorfológica do Município de Cordeirópolis.



Mapa 8 - Geomorfologia do Município.



1.3.7 Declividade e Altitude

A declividade corresponde à inclinação do relevo em relação ao plano horizontal, constituindo fator relevante para o uso e ocupação do solo no Município de Cordeirópolis. Em áreas com relevo plano a suavemente ondulado, característica predominante no território municipal, a inclinação do terreno favorece a mecanização agrícola, embora áreas com declividades mais acentuadas apresentem restrições à operação de máquinas para a colheita de cana-de-açúcar, cultura que ocupa a maior área do município, com 6.926,4 hectares, reduzindo a eficiência operacional e exigindo práticas de manejo adequadas. Por outro lado, essas condições são compatíveis com o desenvolvimento da avicultura de corte e da suinocultura, atividades pecuárias predominantes no Município, especialmente em sistemas baseados em integração e pastagens.

Além disso, a declividade influencia a incidência da radiação solar sobre as vertentes, contribuindo para a diferenciação das propriedades dos solos, como observado nos solos com horizonte B latossólico predominantes na região. Esse fator também condiciona o escoamento superficial das águas e o desenvolvimento das redes de drenagem associadas à Bacia Hidrográfica dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (Bacia PCJ), em especial aos cursos do Ribeirão Tatu e do Córrego do Ibicaba. No que se refere ao Município de Cordeirópolis, Tabela 3 apresenta as classes de declividade, acompanhadas de indicações gerais de adequabilidade e restrições para o planejamento territorial.

Tabela 3 - Classes de declividade com indicações para o planejamento.

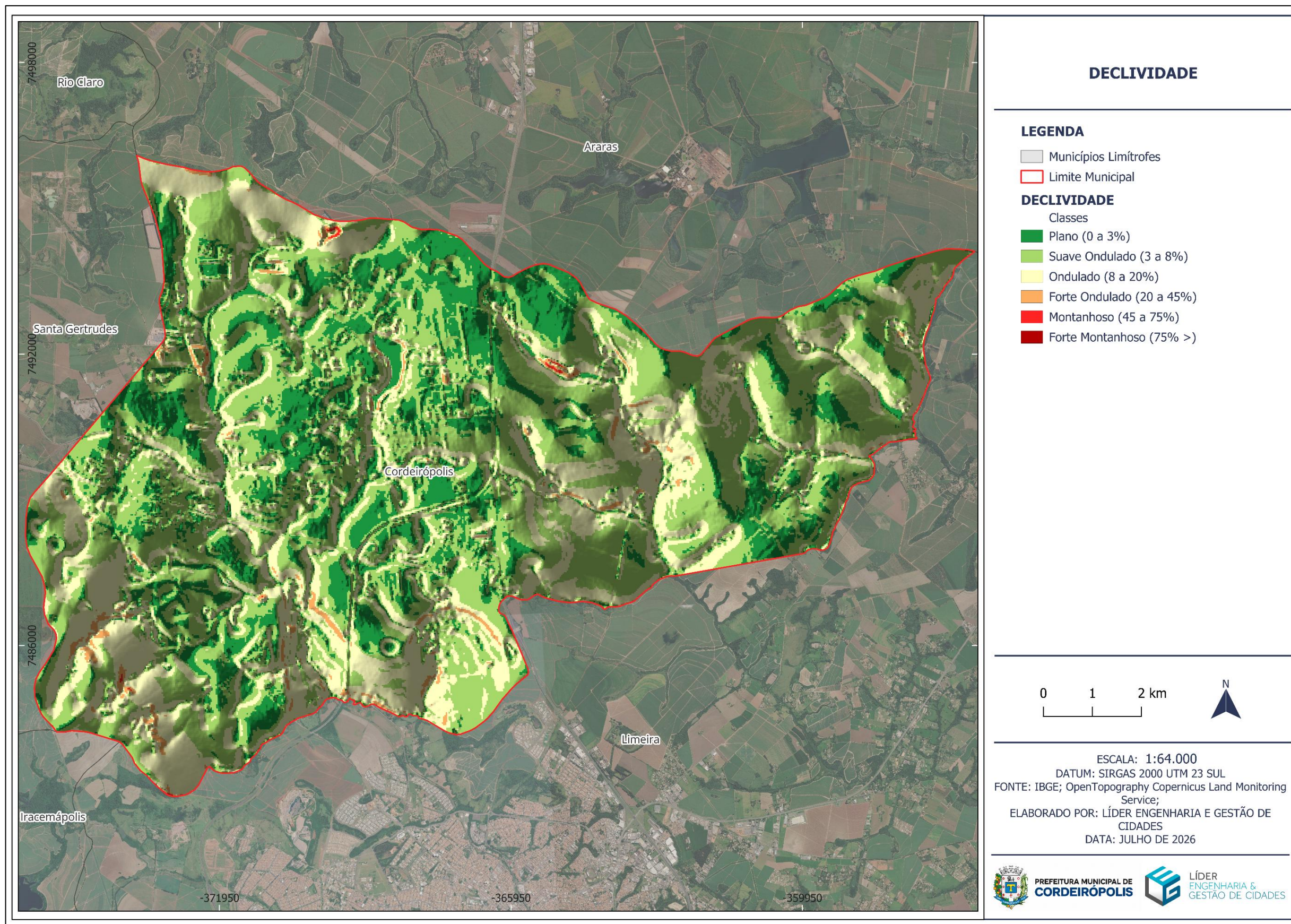
Intervalos	Indicações para o planejamento
0 – 5%	Áreas com muito baixa declividade. Restrições à ocupação por dificuldades no escoamento de águas superficiais e subterrâneas.
5 – 10%	Áreas com baixa declividade. Dificuldades na instalação de infraestrutura subterrânea como redes de esgoto e canalizações pluviais.
10 – 20%	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%	Áreas com alta declividade. Restrições à ocupação sem critérios técnicos para arruamentos e implantação de infraestrutura em loteamentos
> 30%	Áreas com muito alta declividade. Inaptas à ocupação face aos inúmeros problemas apresentados.

Fonte: EMBRAPA. Adaptado por: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

O Mapa 9 apresenta a declividade e o Mapa 10 a altitude do Município de Cordeirópolis.

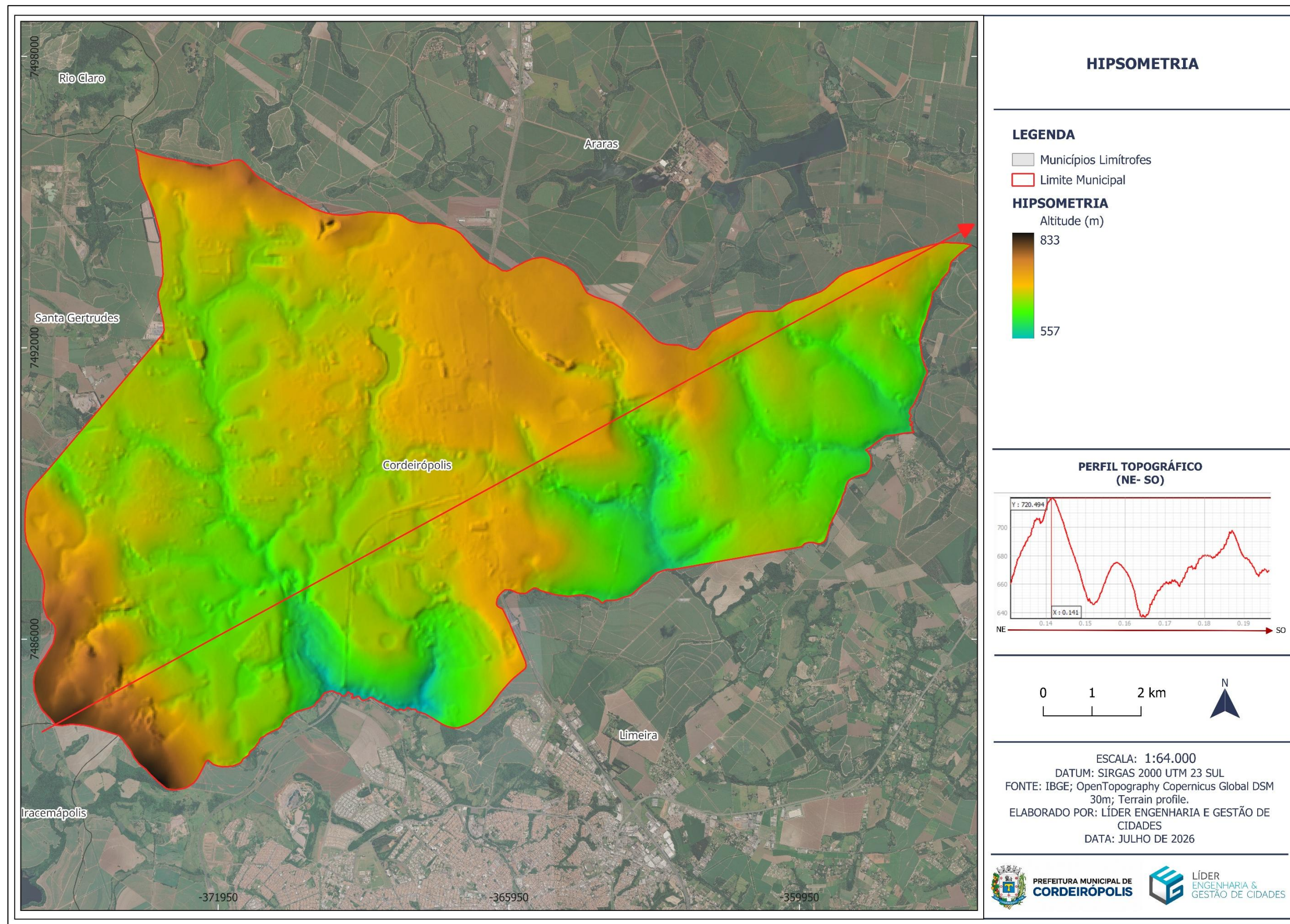


Mapa 9 - Declividade do Município.





Mapa 10 - Hipsometria do Município.



A análise integrada da tabela de classes de declividade no Mapa 9 e Mapa 10 indica que o Município apresenta predominância de relevo plano a suavemente ondulado, com declividades variando principalmente entre 0% e 20%, com predomínio entre 0% e 8% (conforme classes de relevo plano e suave ondulado), sem ocorrência significativa de áreas com inclinações entre 20% e 45%. As áreas de relevo mais suave concentram-se nos fundos de vale, especialmente ao longo do Ribeirão Tatu, onde também se localiza o perímetro urbano. Por outro lado, as maiores declividades distribuem-se nas zonas mais elevadas do território, condicionando o uso do solo e demandando práticas conservacionistas para mitigação de processos erosivos.

No que se refere à hipsometria, o Município de Cordeirópolis apresenta variação altimétrica moderada, refletindo a compartimentação do relevo e a dinâmica geomorfológica regional. De acordo com dados topográficos e da Prefeitura Municipal, a variação altimétrica do Município está aproximadamente entre 556 e 835 metros (com altitude média de 658 m e altitude da sede a 668 m).

Essa amplitude altimétrica contribui para a diferenciação das condições ambientais no território, influenciando diretamente fatores como temperatura, umidade, escoamento superficial e organização da rede de drenagem, além de condicionar os padrões de uso e ocupação do solo.

1.3.8 Solo

O Sistema Brasileiro de Classificação de Solos estabelece que o solo é um corpo natural tridimensional, dinâmico, constituído por materiais minerais e orgânicos, apresentando fases sólida, líquida e gasosa. A fase sólida é composta por minerais e matéria orgânica, enquanto as fases líquida e gasosa ocupam os poros do solo, sendo responsáveis pela circulação de água e ar no seu interior.

Para o Município de Cordeirópolis, situado na Região Metropolitana de Piracicaba, no estado de São Paulo, há duas classes de solo dominantes em seu território: Latossolo Vermelho Distrófico, predominante na maior parte da área municipal, e Argissolo Vermelho Distrófico, com ocorrência secundária em porções do território. Esses solos apresentam características distintas que influenciam diretamente as atividades produtivas do Município.



De acordo com a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), os Argissolos Vermelhos Distróficos são solos que apresentam acúmulo de argila no subsolo (horizonte B textural), com textura média a argilosa, sendo relativamente profundos, mas com baixa fertilidade natural. Estão geralmente associados a áreas de relevo suavemente ondulado a ondulado, podendo apresentar restrições ao uso agrícola mecanizado em declividades mais acentuadas.

Os Latossolos Vermelhos Distróficos, por sua vez, ocorrem em ambientes bem drenados, sendo solos profundos e relativamente homogêneos em cor, textura e estrutura ao longo do perfil, apresentando textura argilosa a muito argilosa, horizonte A moderado e relevo suave ondulado, com boa aptidão para uso agropecuário, especialmente sob manejo adequado.

A Tabela 4 - **Características dos Tipos de Solos do Município**, apresenta a caracterização das classes de solo identificadas no Município de Cordeirópolis, enquanto o Mapa 11 - **Pedologia do Município**, ilustra sua distribuição espacial.

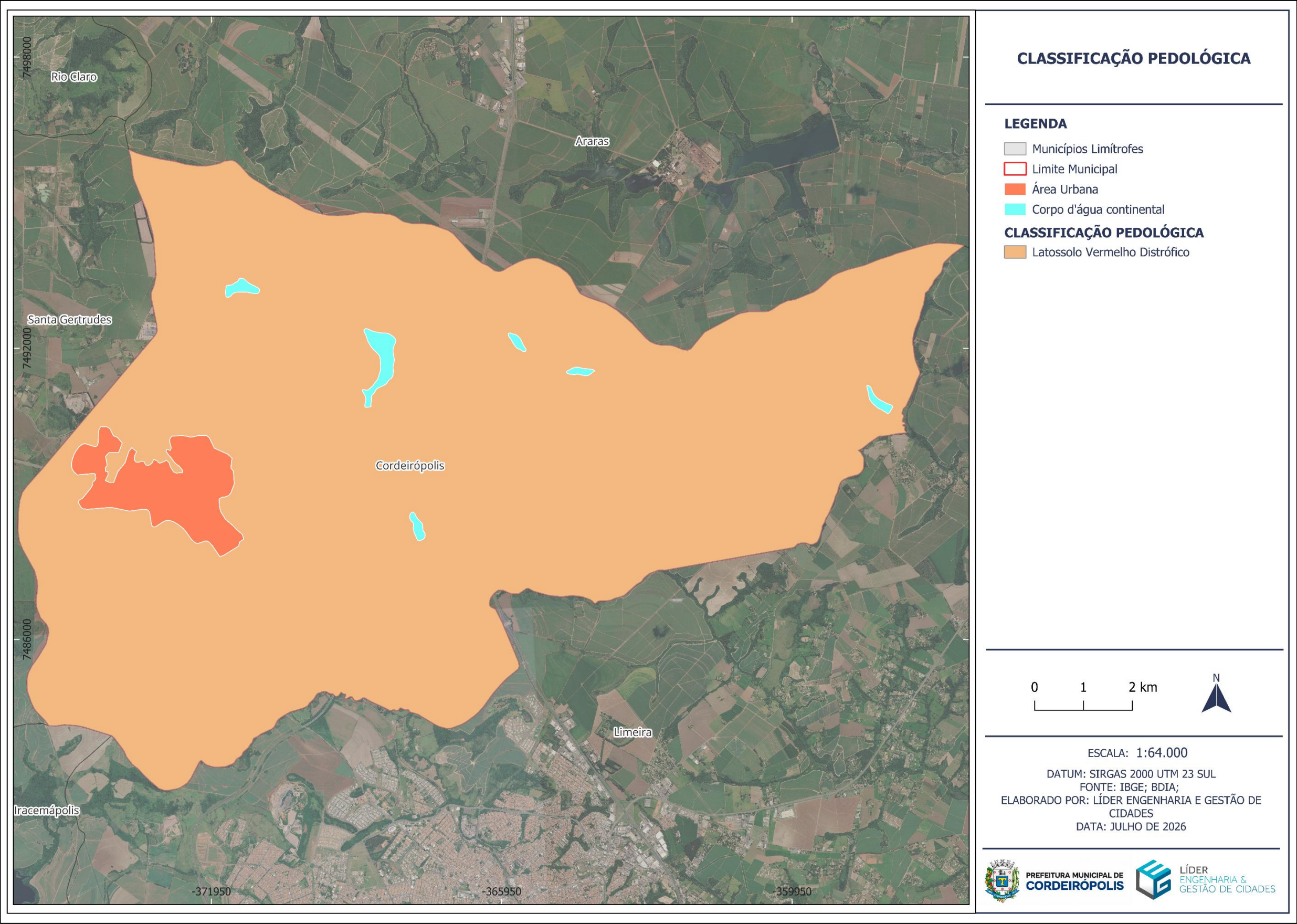
Tabela 4 - Características dos Tipos de Solos do Município.

Solo	Características
Latossolo Vermelho Distrófico	O Latossolo Vermelho Distrófico é um solo de intemperização intensa, muito profundo, com horizonte B espesso e uniforme em características de cor, textura e estrutura em profundidade. Ocorre em ambientes bem drenados, sendo muito poroso e permeável, com estrutura granular muito pequena, macio quando seco e friável quando úmido. Apresenta textura argilosa a muito argilosa, baixa capacidade de troca catiônica (CTC), acidez elevada (pH entre 4,0 e 5,5) e baixa saturação por bases, exigindo correção de acidez e adubação fosfatada para uso agrícola. É amplamente utilizado para a cultura de cana-de-açúcar, citricultura, avicultura de corte, suinocultura e pastagens, atividades que sustentam a economia local, desde que manejado com práticas de conservação do solo e manutenção da cobertura vegetal.

Fonte: 2026 IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Adaptado por: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.



Mapa 11 - Pedologia do Município.





1.3.9 Vegetação

A vegetação desempenha papel fundamental na manutenção dos processos ecológicos, contribuindo para a proteção dos recursos hídricos, conservação do solo e regulação do microclima. No estado de São Paulo, o bioma Mata Atlântica apresenta elevada diversidade fitofisionômica, abrangendo diferentes formações florestais, entre as quais se destaca a Floresta Estacional Semidecidual, predominante na Região Metropolitana de Piracicaba.

O Município de Cordeirópolis está integralmente no domínio da Mata Atlântica, com vegetação original associada à Floresta Estacional Semidecidual. Atualmente, a cobertura vegetal do território apresenta-se fragmentada, em decorrência da expansão das atividades agropecuárias, especialmente aquelas relacionadas à agricultura com culturas cíclicas e à pecuária.

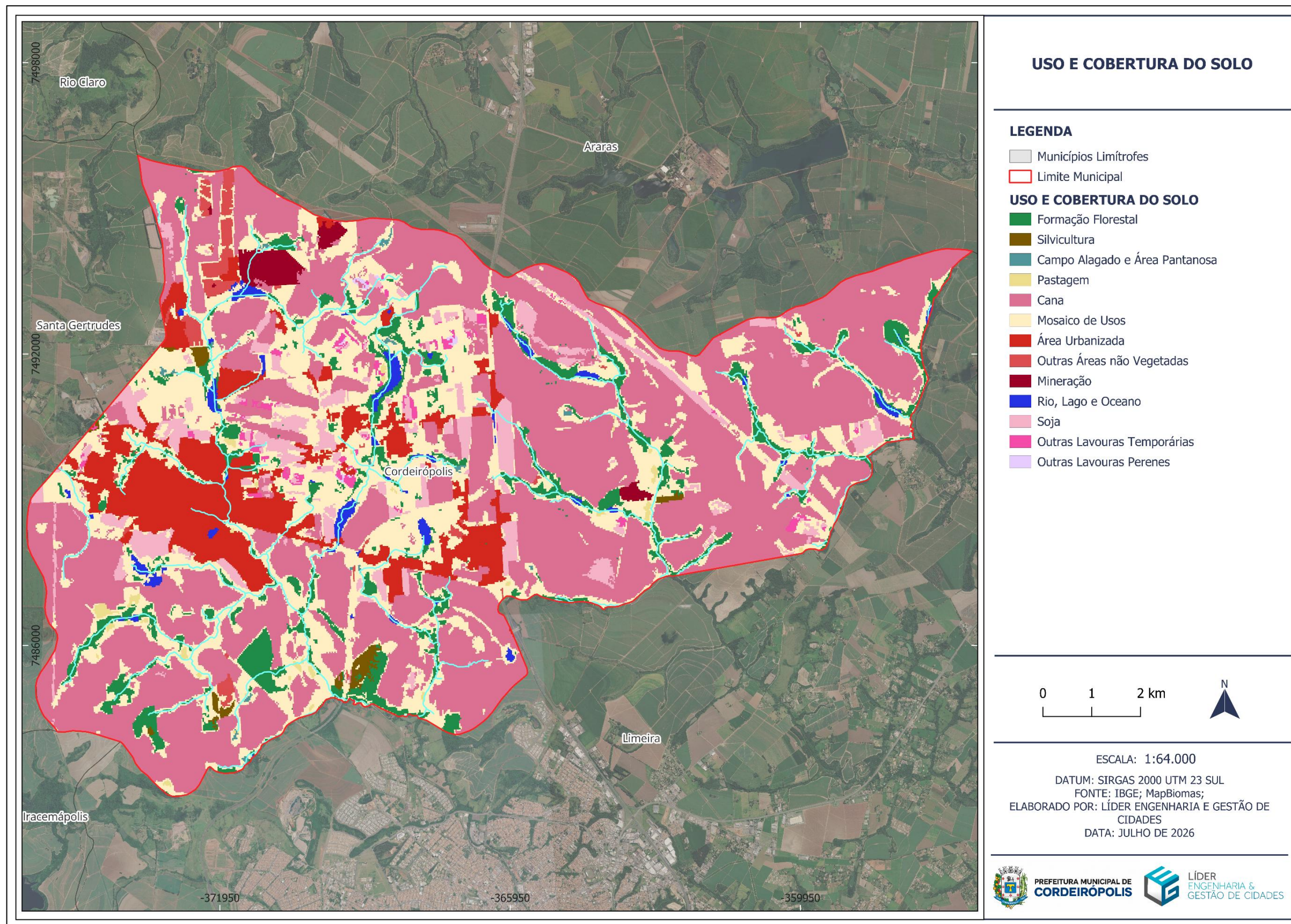
A análise do Mapa de Cobertura Vegetal indica a predominância de áreas antropizadas, intercaladas com fragmentos de vegetação florestal distribuídos ao longo do território. Esses remanescentes concentram-se principalmente em áreas de maior declividade e nas faixas associadas aos cursos d'água, como o Ribeirão Tatu e o Córrego do Ibicaba, configurando importantes áreas de preservação permanente, responsáveis pela proteção das margens fluviais e manutenção da qualidade hídrica.

A conservação dos remanescentes florestais, especialmente das matas ciliares, é essencial para a redução de processos erosivos, controle do escoamento superficial e manutenção da disponibilidade hídrica, aspectos diretamente relacionados à sustentabilidade ambiental do Município.

Dessa forma, a paisagem do Município caracteriza-se por um mosaico de uso do solo, composto por agricultura com culturas cíclicas, pastagens, vegetação secundária sem palmeiras e fragmentos florestais em diferentes estágios de regeneração. Essa configuração reflete a interação entre as condições naturais do relevo e as atividades produtivas desenvolvidas na região. O Mapa 12 apresenta a distribuição da cobertura vegetal no território do Município de Cordeirópolis.



Mapa 12 - Cobertura Vegetal do Município.



1.4. ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS

Neste capítulo serão analisados os principais indicadores socioeconômicos do Município, com vistas à compreensão do processo de produção do espaço e de sua relação com a população e a dinâmica econômica local, abrangendo:

- Caracterização demográfica;
- Dados econômicos;
- Indicadores de qualidade de vida.

1.4.1 Densidade Demográfica

A densidade demográfica, também denominada densidade populacional, expressa a relação entre o número de habitantes e a área territorial, sendo usualmente apresentada em habitantes por quilômetro quadrado (hab/km²). Esse indicador permite avaliar a distribuição espacial da população e subsidiar o planejamento territorial. No Município de Cordeirópolis, localizado na Região Metropolitana de Piracicaba, no estado de São Paulo, a densidade demográfica é de 183,66 hab/km², conforme estimativa populacional mais recente do IBGE (2025). O valor foi obtido a partir de uma população de 25.286 habitantes distribuída em uma área de 137,678 km², situando-se acima da média do estado de São Paulo no Censo 2022, que foi de 178,92 hab/km².

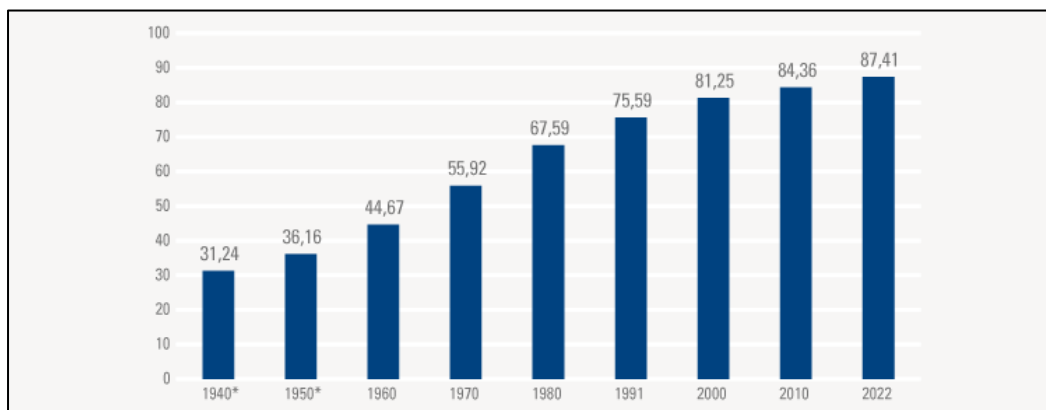
Esse padrão demográfico está associado ao predomínio de atividades industriais e agropecuárias, especialmente a indústria cerâmica, a cultura de cana-de-açúcar e a avicultura de corte, que demandam extensões territoriais amplas para a produção agrícola e áreas consolidadas para o polo industrial, contribuindo para a ocupação dispersa da população no território municipal. A análise da densidade populacional subsidia o planejamento de serviços e infraestruturas, bem como a avaliação das pressões antrópicas sobre o meio ambiente, incluindo o uso do solo, os recursos hídricos e a geração de resíduos.

1.4.2 Taxa de Urbanização

A taxa de urbanização, como conceito, é definida como o percentual da população residente em determinadas áreas urbanas, durante o ano considerado.

Conforme dados elaborados pela PNAD (Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios) realizado em 2022, 87,41% da população brasileira vive em áreas urbanas como pode ser observado na Figura 2 (IBGE, 2022). Por definição, a taxa de urbanização é encontrada pela divisão quantitativa da população urbana pela população total, multiplicada por 100.

Figura 2 - Grau de Urbanização do Brasil (%).



Fonte: IBGE, 2022. Adaptado por: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

No Município de Cordeirópolis, localizado na Região Metropolitana de Piracicaba, no estado de São Paulo, os dados mais recentes do IBGE referentes ao ano de 2022 indicam que a maior parte da população reside em área urbana, embora ainda haja presença significativa de população em área rural. De acordo com o Inventário Municipal de Emissões de Gases de Efeito Estufa, que utiliza dados do Censo Demográfico 2022 do IBGE, aproximadamente 90% dos 24.514 habitantes viviam na área urbana e 10% na área rural. Esse resultado reflete o padrão de urbanização característico de municípios de pequeno porte do interior paulista, onde a sede municipal concentra serviços e infraestrutura, enquanto as áreas rurais mantêm relevância em função das atividades agropecuárias e do polo industrial cerâmico, conforme ilustrado na Tabela 5.

Tabela 5 - Taxa de urbanização do Município.

Município	População urbana	População rural	População total	Taxa de Urbanização
Cordeirópolis	21.040 (2021)	2.385 (2021)	24.514 (2022)	89,92% (2021)

Fontes: SEADE/INPE (2017-2021) e IBGE. Adaptado por: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.



1.4.3 Distribuição Populacional por Gênero

A estrutura demográfica de Cordeirópolis, analisada segundo os quesitos sexo e grupos etários, revela equilíbrio entre os sexos, com predomínio masculino nas faixas etárias mais jovens e feminina a partir dos 50 anos. Segundo o Censo 2010 do IBGE, o Município contava com 10.600 homens e 10.480 mulheres. Dos 24.514 habitantes registrados no Censo 2022, a distribuição por sexo mantém esse equilíbrio histórico, conforme dados do IBGE.

A configuração etária observada está associada aos padrões de fecundidade, mortalidade e migração, influenciando a demanda por serviços públicos. Com densidade demográfica de 183,66 habitantes por quilômetro quadrado (estimativa populacional 2025), o Município apresenta características de transição demográfica, com tendência ao envelhecimento populacional, evidenciada pelo crescimento da população idosa e pelo índice de envelhecimento de 7,93%, e alterações na razão de dependência, que se situa em 12,5%.

1.4.4 Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) constitui indicador desenvolvido pelo PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento) que permite avaliar o nível de desenvolvimento humano da população a partir de três dimensões fundamentais: educação, longevidade e renda. A escala varia de 0 a 1, sendo que valores mais elevados indicam melhores condições de desenvolvimento (PNUD, 2010).

Em relação aos componentes do IDHM, são considerados indicadores associados à escolaridade da população, à expectativa de vida ao nascer e à renda per capita. Ressalta-se que diferenças metodológicas e temporais entre as bases de dados podem influenciar a comparação entre municípios e períodos distintos.

Conforme dados do Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, referentes ao ano de 2010, o Município de Cordeirópolis apresentou IDHM de 0,758, enquadrando-se na faixa de alto desenvolvimento humano. No contexto estadual, ocupou a 177ª posição entre os 645 municípios de São Paulo, enquanto, em âmbito

nacional, situou-se na 400ª colocação, apresentando desempenho inferior à média estadual (0,783) e superior à média nacional (0,727) para o mesmo período.

A Tabela 6 apresenta a série histórica do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de Cordeirópolis, situada na Região Metropolitana de Piracicaba, comparando sua evolução com a do estado de São Paulo e sua capital, São Paulo, referência estadual em desenvolvimento humano.

Tabela 6 - Série Histórica do IDH.

Ano	IDH Estado de São Paulo	IDHM São Paulo (capital)	IDHM Cordeirópolis
1991	0,578	0,626	0,578
2000	0,702	0,733	0,706
2010	0,783	0,805	0,758

Fonte: PNUD/IPEA/Fundação João Pinheiro: Adaptado por: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

A Tabela 7 demonstra a evolução do IDHM do Município nos censos demográficos, evidenciando o aumento de 0,706 no ano 2000 para 0,758 em 2010, o que indica avanço de 7,37% nas condições de desenvolvimento humano no período analisado. Os dados permitem ainda observar a contribuição das dimensões de educação, longevidade e renda, fundamentais para a compreensão das dinâmicas locais.

Tabela 7 - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal e seus Componentes.

Indicador	2000	2010
IDHM	0,706	0,758
IDHM Educação	0,571	0,674
% de 18 anos ou mais de idade com ensino fundamental completo	39,63	53,43
% de 4 a 5 anos na escola	73,21	99,52
% de 11 a 13 anos de idade nos anos finais do ensino fundamental ou com ensino fundamental completo	82,06	87,32
% de 15 a 17 anos de idade com ensino fundamental completo	66,10	65,82
% de 18 a 20 anos de idade com ensino médio completo	37,57	49,59
IDHM Longevidade	0,849	0,858
Esperança de vida ao nascer (anos)	75,93	76,45
IDHM Renda	0,725	0,754
Renda per capita (R\$)	726,80	873,87

Fonte: IBGE, 2010. Adaptado por: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.



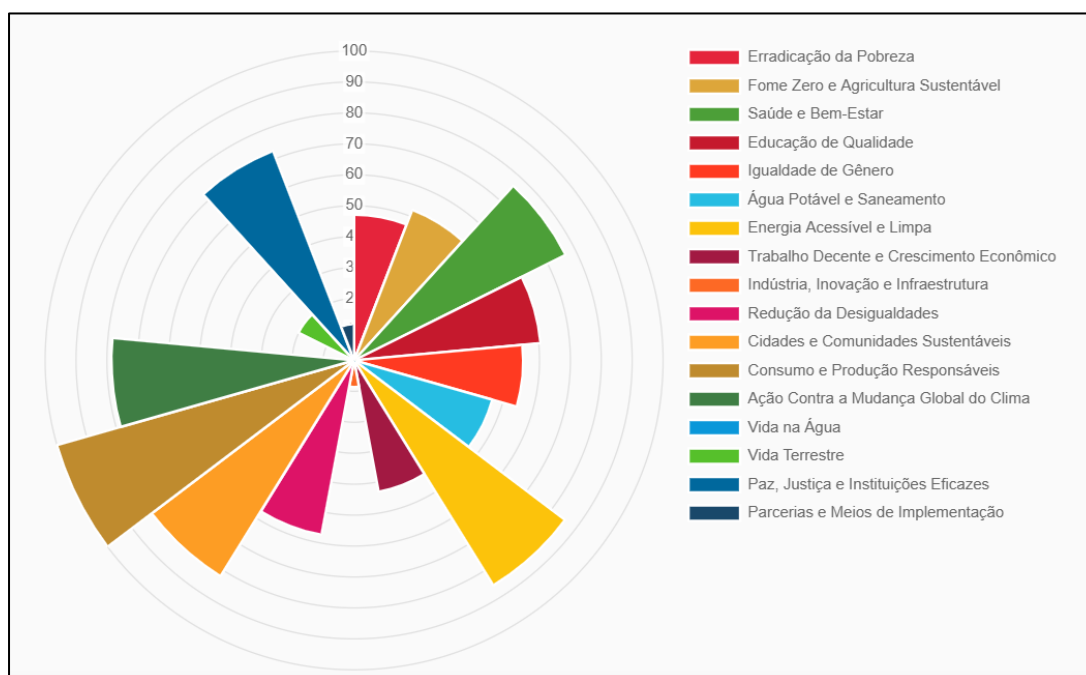
Em 2010, a dimensão que mais contribuiu para o IDHM do Município foi a longevidade, com índice de 0,858, seguida da renda, com índice de 0,754, e da educação, com índice de 0,674. Entre os anos de 2000 e 2010, observou-se evolução nos três componentes, com variações de 1,06% para longevidade, 4,00% para renda e 18,04% para educação, evidenciando avanços nas condições de desenvolvimento humano (Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2013).

Além do IDHM de 0,758, que classifica Cordeirópolis como Município de alto desenvolvimento humano, outros indicadores complementares permitem avaliar o desempenho local. O Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC) atribui ao Município a pontuação de 54,3 (dados mais recentes), enquadrando-o na faixa de desenvolvimento sustentável médio. Esse resultado indica avanços, mas também aponta desafios, especialmente nos indicadores relacionados ao ODS 6 – Água Potável e Saneamento. Nesse contexto, observam-se fragilidades associadas às condições de saneamento: embora 95,8% da população receba água potável por rede geral de distribuição e 92,8% afaste esgotos por rede coletora ou fossa ligada à rede, o índice de perdas na distribuição de água alcança 46,4%, bem acima das médias estadual (33,6%) e nacional (36,2%), reforçando a necessidade de planejamento e investimentos no setor.

A análise integrada desses indicadores demonstra que, embora Cordeirópolis apresente avanços em determinados aspectos, ainda existem limitações que devem ser consideradas no planejamento de políticas públicas. Nesse contexto, o saneamento básico destaca-se como componente estruturante para a melhoria das condições de saúde e qualidade ambiental, contribuindo para a gestão adequada dos recursos hídricos, especialmente na Bacia Hidrográfica dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá.

A Figura 3 apresenta o radar de desempenho do Município em relação aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Figura 3 - Radar dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.



Fonte: IDSC, 2025. Adaptado por: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

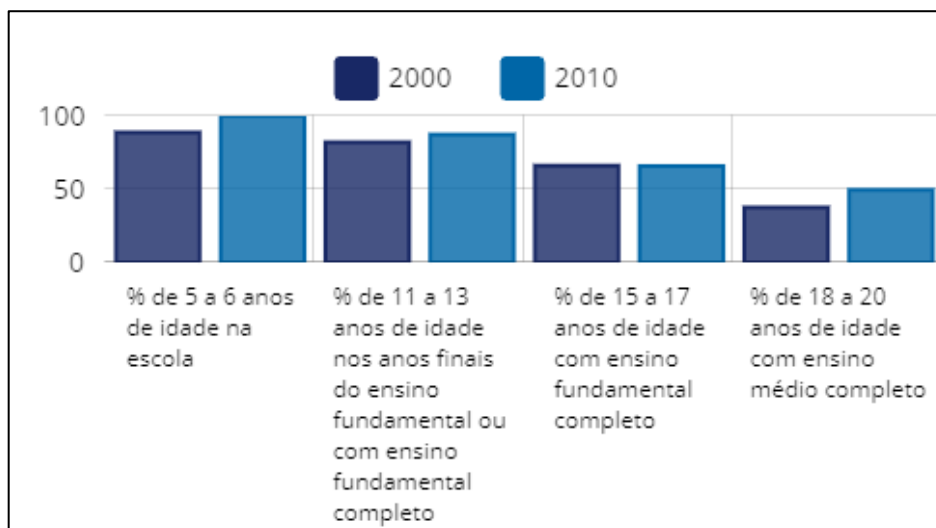
O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) é calculado a partir de três dimensões fundamentais: educação, longevidade e renda. Na dimensão educacional, são considerados indicadores relacionados ao fluxo escolar de crianças e jovens, bem como ao nível de escolaridade da população adulta, permitindo avaliar o acesso e a permanência no sistema de ensino (PNUD, 2010).

No Município de Cordeirópolis, os dados referentes ao ano de 2010 indicam que 100,00% das crianças de 5 a 6 anos estavam frequentando a escola, ante 73,21% da população de 4 a 5 anos em 2000. Entre a população de 11 a 13 anos, 87,32% encontravam-se nos anos finais do ensino fundamental ou já haviam concluído essa etapa em 2010, comparado a 82,06% em 2000. Para a faixa etária de 15 a 17 anos, 65,82% haviam concluído o ensino fundamental em 2010 (frente a 66,10% em 2000), enquanto, entre os jovens de 18 a 20 anos, 49,59% possuíam o ensino médio completo em 2010, contra 37,57% em 2000 (PNUD; Ipea; FJP, 2013).

Esses indicadores resultam em um IDHM Educação de 0,674 para o Município em 2010, classificado na faixa de alto desenvolvimento humano, evidenciando avanços nas condições de acesso e permanência escolar, embora ainda persistam desafios relacionados à conclusão das etapas de ensino e à continuidade da trajetória educacional da população jovem. A Figura 4 apresenta a

evolução dos indicadores educacionais do Município de Cordeirópolis entre os anos de 2000 e 2010, evidenciando melhorias no acesso e na permanência escolar nas diferentes faixas etárias.

Figura 4 - Fluxo escolar por faixa etária no Município - 2000 e 2010.



Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2010. Adaptado por: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

A razão de dependência representa a proporção da população considerada dependente, composta por indivíduos com menos de 15 anos e aqueles com 65 anos ou mais, em relação à população em idade ativa, compreendida entre 15 e 64 anos. Já o índice de envelhecimento corresponde à participação da população idosa (65 anos ou mais) no total de habitantes.

No Município de Cordeirópolis, a razão de dependência total apresentou redução ao longo da primeira década do século XXI, passando de 49,61% em 2000 para 42,28% em 2010. Em sentido oposto, observou-se aumento da participação da população idosa, que passou de 6,44% para 7,93% no mesmo período, evidenciando o processo de envelhecimento populacional (Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2013). A Tabela 8 apresenta a composição etária da população de Cordeirópolis entre os anos de 2000 e 2010.

Tabela 8 - Estrutura Etária da População do Município.

Estrutura etária	2000		2010	
	População	% do Total	População	% do Total
Menor de 15 anos	4.700	26,72	4.593	21,79



Estrutura etária	2000		2010	
	População	% do Total	População	% do Total
15 a 64 anos	11.758	66,84	14.816	70,29
65 anos ou mais	1.133	6,44	1.671	7,93
Razão de dependência	49,61	-	42,28	-
Taxa de envelhecimento	6,44	-	7,93	-

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2010. Adaptado por: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

A taxa de mortalidade infantil, definida como o número de óbitos de crianças menores de um ano por mil nascidos vivos, apresentou redução no Município de Cordeirópolis ao longo do período analisado, passando de 13,20 em 2000 para 11,60 em 2010. No mesmo intervalo, no estado de São Paulo, esse indicador variou de 19,35 para 13,86, evidenciando que o Município acompanhou e superou a tendência estadual de melhoria das condições de saúde infantil (Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2013).

A esperança de vida ao nascer, componente da dimensão longevidade do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), também apresentou evolução no Município. Em 2000, a expectativa de vida era de 75,93 anos, passando para 76,45 anos em 2010. No mesmo período, o estado de São Paulo registrou aumento de 72,16 anos para 75,69 anos, indicando comportamento semelhante ao observado em nível estadual. Os valores comparativos estão apresentados na Tabela 9 (Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2013).

Tabela 9 - Taxa de Mortalidade Infantil e Esperança de Vida ao Nascer no Município.

Indicadores	2000	2010
Mortalidade infantil (por mil nascidos vivos)	13,20	11,60
Esperança de vida ao nascer (anos)	75,93	76,45

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2010. Adaptado por: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

1.4.5 Economia

A economia compreende o conjunto de atividades relacionadas à produção, distribuição e consumo de bens e serviços, sendo fundamental para a análise da dinâmica socioeconômica municipal. Nesse contexto, o Valor Adicionado (VA)

constitui indicador relevante para mensurar a contribuição dos principais setores produtivos que compõem a economia local, quais sejam: serviços, indústria, agropecuária e administração pública, conforme apresentado na Tabela 10.

Tabela 10 - Economia nos setores municipais.

Setor	Atividade	Valores (R\$ mil)	(%)
Serviços	Serviços (não inclui adm. pública)	2.300.000,00	55,20
	Serviços de administração pública	239.000,00	5,70
Indústria	Diversas	1.600.000,00	37,40
Agropecuária	Produção agropecuária	71.000,00	1,70

Fonte: IBGE, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

O VA corresponde à riqueza gerada pelas atividades econômicas, sendo calculado pela diferença entre o valor bruto da produção e os custos dos bens e serviços intermediários utilizados no processo produtivo, representando, assim, a contribuição efetiva de cada setor para o Produto Interno Bruto (PIB) municipal.

A partir da consolidação desses valores, obtém-se o Produto Interno Bruto (PIB), que corresponde à soma monetária de todos os bens e serviços finais produzidos em uma determinada localidade, podendo ser aplicado a países, estados ou Municípios, em um período específico. Esse indicador é amplamente utilizado para avaliar a atividade econômica de uma região.

No entanto, o PIB representa um indicador sintético da economia e não contempla aspectos como distribuição de renda, qualidade de vida, educação e saúde da população. Dessa forma, valores mais elevados de PIB não necessariamente refletem melhores condições socioeconômicas.

Segundo dados do SEADE/IBGE, o PIB per capita do Município de Cordeirópolis era de R 170.021,84 em 2023. A Tabela 11 apresenta a evolução do PIB do Município no período considerado.

Tabela 11 - Evolução do PIB de 2013 a 2023.

Ano	Valor (R\$ x1000)
2015	91.461,33
2016	101.040,77
2017	110.418,99



Ano	Valor (R\$ x1000)
2018	116.446,48
2019	127.035,40
2023	170.021,84

Fonte: IBGE, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

A evolução dos indicadores de renda no Município de Cordeirópolis reflete as transformações socioeconômicas ocorridas ao longo da primeira década do século XXI. No ano de 2000, a renda per capita mensal era de R 873,87 em 2010, representando um aumento de aproximadamente 20,24% no período (Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2013). Esse crescimento está associado à dinâmica econômica local, historicamente vinculada à indústria cerâmica, ao setor logístico e à agropecuária, com destaque para a cultura de cana-de-açúcar, atividades que exercem papel relevante na geração de renda no Município.

O Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil classifica a população conforme faixas de renda domiciliar per capita mensal, categorizando-a em extremamente pobre, pobre e vulnerável à pobreza. No Município de Cordeirópolis, observa-se redução significativa da população em situação de pobreza entre os anos de 2000 e 2010, acompanhando a tendência verificada no estado de São Paulo. Em 2000, 1,02% da população era extremamente pobre, 8,03% era pobre e 20,76% era vulnerável à pobreza; em 2010, essas proporções eram, respectivamente, de 0,70%, 3,05% e 13,34%. A Tabela 12 apresenta a distribuição da população segundo essas faixas de renda, evidenciando a diminuição das proporções de extrema pobreza e pobreza após o período analisado.

Tabela 12 – Evolução pela renda domiciliar no Cadastro Único pós Bolsa Família no Município.

Categoria	Extremamente pobre	Pobre	Vulneráveis a pobreza
Renda per capita	< R\$ 70,00	< R\$ 140,00	< R\$ 255,00
2015	15,68%	41,31%	73,05%
2017	8,99%	39,25%	65,14%

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2017. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

No que se refere à desigualdade de renda, o Índice de Gini constitui uma das principais métricas utilizadas para mensurar a concentração de rendimentos na população. Esse indicador varia de 0 a 1, sendo que valores mais elevados indicam maior desigualdade na distribuição de renda.

Para o Município de Cordeirópolis, o Índice de Gini apresentou valor de 0,48 em 2000, reduzindo-se para 0,44 em 2010, indicando melhoria na distribuição de renda. Em termos comparativos, valores inferiores são observados em recortes territoriais mais amplos, evidenciando que o Município apresenta desigualdade compatível com as médias regionais (Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2013).

Esse resultado indica que, embora tenha ocorrido aumento da renda no Município, a distribuição desses ganhos entre a população ainda demanda atenção, aspecto relevante para o planejamento de políticas públicas voltadas à redução das desigualdades socioeconômicas.

1.4.6 Saúde

Conforme dados do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES), o Município de Cordeirópolis conta com 19 estabelecimentos de saúde cadastrados em dezembro de 2024, abrangendo diferentes níveis de atenção, desde a atenção básica até serviços especializados e de apoio diagnóstico.

A rede municipal é composta predominantemente por 7 centros de saúde/unidades básicas de saúde, 3 clínicas/centros de especialidades, 2 unidades de apoio diagnóstico e terapêutico (SADT), além de serviços complementares como 1 pronto atendimento, 1 policlínica, 1 centro de atenção psicossocial (CAPS), 1 centro de apoio à saúde da família, 1 polo academia da saúde, 1 unidade móvel de nível pré-hospitalar na área de urgência e 1 central de gestão em saúde. O Município não possui hospital geral cadastrado no CNES, sendo o atendimento de maior complexidade regionalizado para municípios vizinhos como Limeira e Piracicaba.

A Tabela 13 apresenta a distribuição dos estabelecimentos de saúde no Município de Cordeirópolis, conforme classificação do CNES.

Tabela 13 - Tipos de Estabelecimento no Município.

DESCRIÇÃO	TOTAL
Centro de Saúde/Unidade Básica	7
Clínica/Centro de Especialidade	3
Unidade de Apoio Diagnóstico e Terapia (SADT)	2
Pronto Atendimento	1
Policlínica	1
Centro de Atenção Psicossocial (CAPS)	1
Centro de Apoio à Saúde da Família	1
Polo Academia da Saúde	1
Unidade Móvel de Nível Pré-Hospitalar na Área de Urgência	1
Central de Gestão em Saúde	1
Central De Abastecimento	1
TOTAL	28

Fonte: CNESNet, 2026. Adaptado por: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

O Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES) reúne informações sobre a capacidade instalada dos serviços de saúde no território nacional, incluindo o quantitativo de leitos disponíveis nos estabelecimentos hospitalares. Esses dados são organizados por tipo de leito, especialidade e vínculo com o Sistema Único de Saúde (SUS). Para fins de análise da Tabela 14, os leitos são classificados em:

- Leitos existentes: correspondem ao total de leitos disponíveis para internação nos estabelecimentos de saúde;
- Leitos SUS: referem-se aos leitos destinados ao atendimento pelo Sistema Único de Saúde;

Tabela 14 - Números de Leitos no Município.

Categoria	Quantidade
Equipes de Saúde da Família (ESF/UBS)	7
Centro de Atenção Psicossocial (CAPS)	1
Centro de Especialidades	1
Centro de Reabilitação/Fisioterapia	1
Centro Odontológico	1
Unidade de Pronto Atendimento (UPA)	1



Categoria	Quantidade
Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU)	1
Farmácia	1
Laboratório de Próteses Dentárias	1
Academia da Saúde	1
Administração/Gestão em Saúde	1
Unidade de Orientação e Monitoramento (UOM)	1
Estratégia Multiprofissional	1
TOTAL	19

Fonte: CNES/DataSus, dezembro de 2024. Adaptado por: Líder Engenha e Gestão de Cidades, 2026.

1.4.7 Vulnerabilidade Social

O Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) consiste em um indicador elaborado pelo IPEA, utilizado para avaliar as condições de vulnerabilidade da população a partir de variáveis relacionadas à infraestrutura urbana, capital humano e renda e trabalho. Esse indicador permite identificar áreas e grupos populacionais com maior suscetibilidade a situações de exclusão social.

No Município de Cordeirópolis, localizado na Região Metropolitana de Piracicaba, no estado de São Paulo, a análise do IVS contribui para a compreensão das desigualdades socioeconômicas presentes no território, considerando sua população de 24.514 habitantes, conforme o Censo Demográfico de 2022. A Tabela 15 apresenta os resultados do IVS para o Município, discriminados por suas dimensões constituintes.

Tabela 15 - Vulnerabilidade Social do Município.

Indicadores	Ano	
	2000	2010
Crianças e Jovens		
% de crianças de 0 a 5 anos de idade que não frequentam a escola	66,18	43,00
% de 15 a 24 anos de idade que não estudam nem trabalham em domicílios vulneráveis à pobreza	5,29	5,94
% de crianças com até 14 anos de idade extremamente pobres	1,97	0,76
Adultos		
% de pessoas de 18 anos ou mais sem ensino fundamental completo e em ocupação informal	39,67	29,36



Indicadores	Ano	
	2000	2010
% de mães chefes de família, sem fundamental completo e com pelo menos um filho menor de 15 anos de idade	8,74	16,77
% de pessoas em domicílios vulneráveis à pobreza e dependentes de idosos	1,10	0,88
% de pessoas em domicílios vulneráveis à pobreza e que gastam mais de uma hora até o trabalho	-	-
Condição de Moradia		
% da população que vivem em domicílios com banheiro e água encanada	98,94	99,13

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2010. Adaptado por: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

A análise dos indicadores apresentados evidencia a redução da vulnerabilidade social no Município de Cordeirópolis entre os anos de 2000 e 2010. Na faixa etária de 0 a 5 anos, observa-se redução no percentual de crianças que não frequentam a escola, com queda de 66,18% para 43,00%, indicando melhora no acesso à educação infantil. Entre os jovens de 15 a 24 anos, verifica-se aumento no percentual daqueles que não estudam nem trabalham e que vivem em domicílios vulneráveis à pobreza, passando de 5,29% para 5,94%, sinalizando desafios na inserção socioeconômica dessa parcela da população.

Entre os adultos, verifica-se redução na proporção de pessoas com 18 anos ou mais sem ensino fundamental completo e em ocupação informal, que passou de 39,67% para 29,36%, evidenciando avanços no acesso à educação e no mercado de trabalho. Por outro lado, a proporção de mães chefes de família sem ensino fundamental completo e com filhos menores de 15 anos apresentou aumento, passando de 8,74% para 16,77%, indicando a persistência e agravamento de vulnerabilidades específicas nesse grupo. A proporção de pessoas em domicílios vulneráveis à pobreza e dependentes de idosos reduziu-se de 1,10% para 0,88%.

No que se refere às condições de moradia, houve melhora nos indicadores de infraestrutura domiciliar, com aumento da população residente em domicílios com banheiro e água encanada, que passou de 98,94% para 99,13%.

De forma geral, os indicadores analisados apontam avanços nas condições socioeconômicas do Município, ainda que persistam desafios relacionados à escolaridade, à inserção no mercado de trabalho e à desigualdade social. Nesse contexto, tais aspectos devem ser considerados no planejamento e na avaliação da



oferta e da qualidade dos serviços de saneamento básico, dada sua relação direta com as condições de saúde, bem-estar e qualidade ambiental da população.

2 DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL DE SANEAMENTO

O saneamento básico, conforme estabelecido pela Lei Federal nº 11.445/2007, atualizada pela Lei nº 14.026/2020, compreende o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais relacionados ao abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. Esses serviços são essenciais para a promoção da saúde pública, da qualidade ambiental e do desenvolvimento socioeconômico, sendo a universalização do acesso uma das principais diretrizes da política nacional de saneamento.

No Município de Cordeirópolis, observa-se a existência dos quatro componentes do saneamento básico, ainda que em diferentes níveis de estruturação e atendimento à população. O sistema de abastecimento de água apresenta cobertura consolidada na área urbana, enquanto nas áreas rurais são comuns soluções individuais. Em relação ao esgotamento sanitário, verifica-se a existência de rede de coleta e o tratamento dos efluentes, resultando em lançamentos nos corpos hídricos.

No manejo de resíduos sólidos urbanos, o Município dispõe de serviços de coleta regular e destinação final, embora ainda existem desafios relacionados à regularização da destinação final, a gestão integrada e à ampliação de práticas ambientalmente adequadas.

Quanto à drenagem e ao manejo das águas pluviais urbanas, o Município de Cordeirópolis dispõe de sistema composto predominantemente por dispositivos de microdrenagem, incluindo sarjetas, bocas de lobo e trechos de galerias pluviais, responsáveis pelo escoamento superficial nas áreas urbanizadas.

Diante desse cenário, o presente diagnóstico tem como objetivo avaliar as condições atuais de cada um dos componentes do saneamento básico no Município, identificando suas principais limitações e potencialidades, de modo a subsidiar a proposição de diretrizes e ações voltadas à melhoria da prestação dos serviços e à promoção da qualidade ambiental e das condições de vida da população.

2.1. SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E ÁGUA

O sistema de abastecimento de água constitui um dos componentes essenciais do saneamento básico, estando diretamente relacionado à disponibilidade e à qualidade dos recursos hídricos. A oferta adequada de água potável é fundamental para a manutenção da saúde pública, para o desenvolvimento das atividades econômicas e para a qualidade de vida da população.

Nesse contexto, a análise da disponibilidade hídrica e das condições de captação, tratamento, reservação e distribuição de água configura-se como instrumento fundamental para o planejamento dos serviços, permitindo a identificação de limitações e a definição de ações voltadas à ampliação da cobertura e à melhoria da eficiência do sistema.

Assim, a análise da disponibilidade hídrica torna-se um importante instrumento de planejamento, utilizado para previsão das ações futuras que visam a universalização dos serviços de saneamento.

2.1.1 Descrição dos Sistemas de Abastecimentos de Água Existentes

No município de Cordeirópolis, o Sistema de Abastecimento de Água é operado de forma exclusiva pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE. A água bruta é captada principalmente nas Represas do Cascalho, Barro Preto, Santa Marina, sendo conduzida por adutoras até a Estação de Tratamento de Água (ETA). A unidade de tratamento está localizada próxima à sede da autarquia, onde ocorre o processo de tratamento convencional, sendo o SAAE o responsável por todo o ciclo, desde a captação até a distribuição final aos munícipes.

De modo geral, o abastecimento na área urbana apresenta boa abrangência, atingindo quase 100% da população. Entretanto, as diretrizes da Revisão do Plano Diretor de Combate a Perdas de Água, concluída em 2024 apontam desafios pontuais, como baixas pressões em regiões de cotas mais baixas e um índice de perdas globais no sistema de 45,4%. Para enfrentar esse desafio, o SAAE estabeleceu como meta estratégica a redução desse índice para 20% em um horizonte de 20 anos.

Apesar desses desafios operacionais, o município mantém o atendimento urbano praticamente universalizado, conforme dados do SINISA 2025 e do próprio SAAE. O sistema público opera com fornecimento regular e contínuo, cujos detalhes técnicos serão apresentados nos tópicos seguintes.

a) Captação

O sistema de abastecimento de água de Cordeirópolis baseia-se na captação superficial, que cumpre o papel estratégico na segurança hídrica do município e na continuidade operacional do sistema, operado e de total responsabilidade do Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE), conforme as atribuições legais da autarquia.

Captação Superficial

As principais fontes de abastecimento de Cordeirópolis são as Represas do Cascalho, da Fazenda Santa Marina, do Barro Preto e integrantes da bacia hidrográfica dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ), especificamente na sub-bacia do Ribeirão Tatu. O sistema baseia-se em pontos de captação autorizados pelo SP Águas/SP, que emite as outorgas de vazão para a exploração municipal.

A estrutura de captação é composta por estações elevatórias de água bruta independentes em cada manancial. Na Represa do Cascalho, a estação conta com dois conjuntos motor-bomba dedicados ao recalque para a Estação de Tratamento de Água (ETA), sendo um de reserva. Na Represa Santa Marina, o recalque é realizado por um conjunto motor-bomba de 25 CV. Adicionalmente, o município conta com o projeto da Represa Santa Marina 2 para reforçar a segurança hídrica.

A água bruta captada é conduzida até a ETA por três adutoras distintas, totalizando uma vazão de projeto de aproximadamente 120 l/s (capacidade nominal de 435 m³/h).

Figura 5 - Captação de água superficial para abastecimento público na Represa do Cascalho.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

O sistema de mananciais de Cordeirópolis sofre pressão por uso intensivo do solo e risco de contaminação proveniente da forte atividade agrícola (monocultivo de cana-de-açúcar e citricultura) e do polo industrial cerâmico. O diagnóstico técnico da Revisão do Plano Diretor de Combate a Perdas (2024) aponta riscos de assoreamento de córregos e nascentes devido ao desmatamento de matas ciliares o que pode comprometer a qualidade da água bruta e o perigo de derramamento de cargas perigosas, especialmente na Represa Santa Marina, dada a sua proximidade com a Rodovia Washington Luiz.

Captação Subterrânea

Embora o abastecimento público de Cordeirópolis seja realizado predominantemente por fontes superficiais, há uma exploração significativa de recursos hídricos subterrâneos integrada ao sistema público de abastecimento. Conforme a Revisão do Plano Diretor de Combate a Perdas (2024), o SAAE opera diretamente 04 poços tubulares profundos ativos (Engenho Velho, Jardim Residencial Eldorado, Assentamento Santa Rita e Vinte de Novembro), que reforçam o abastecimento de bairros específicos e assentamentos.

Segundo dados do Censo Demográfico do IBGE (2022), o município apresentava 238 poços profundos ou artesianos e 83 poços rasos, freáticos ou de



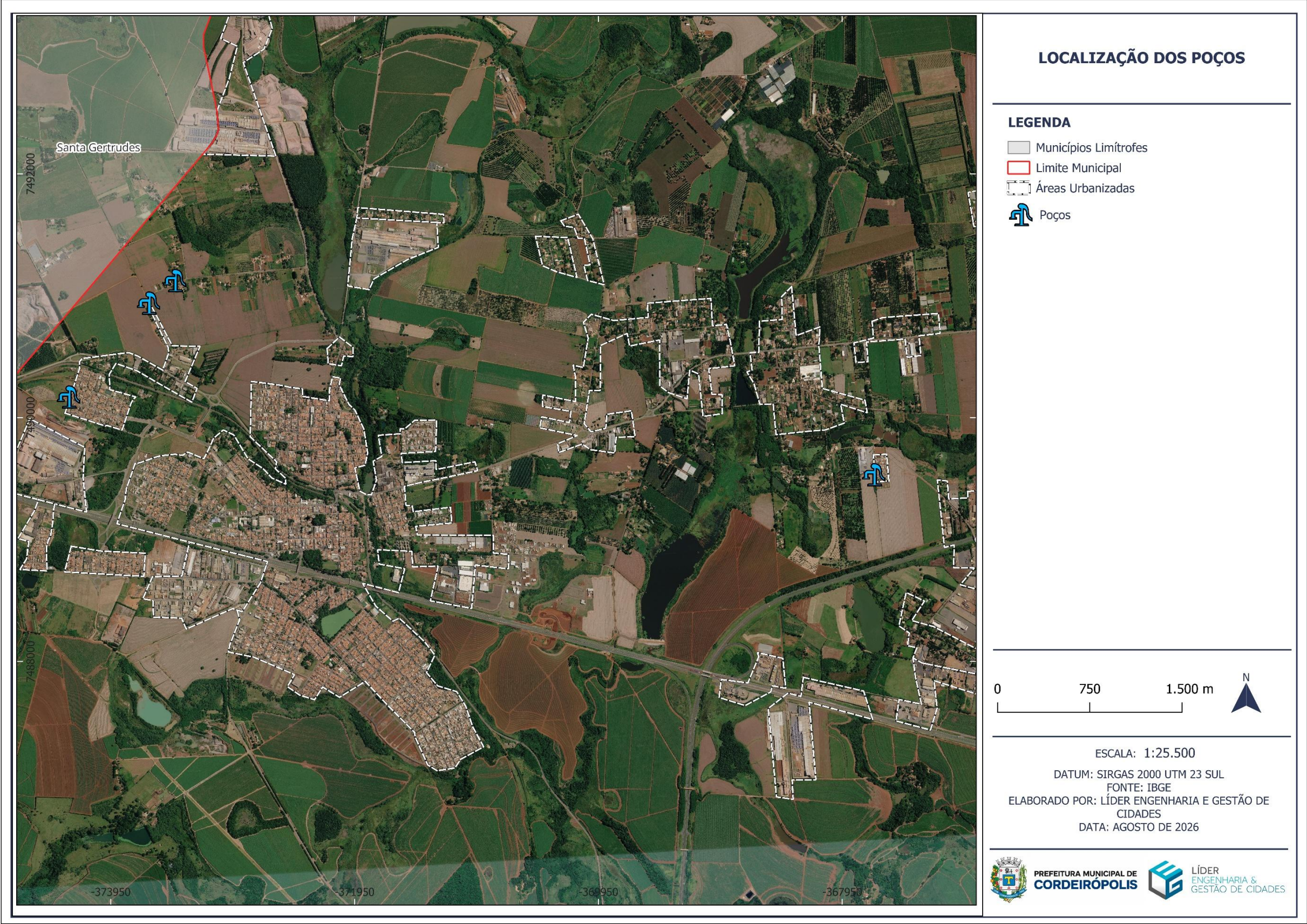
cacimba. Esse cenário estatístico quantifica a grande relevância das soluções individuais de captação de água na cidade, as quais atendem principalmente a propriedades rurais. Do ponto de vista hidrogeológico, o município localiza-se na borda nordeste da Bacia Sedimentar do Paraná, captando água principalmente dos aquíferos Itararé, Tubarão e formações freáticas. Técnicos da autarquia apontam que as perfurações na região exigem profundidades elevadas, variando entre 400 e 500 metros, o que torna o custo da água extraída superior ao das fontes superficiais. A operação das unidades ativas é monitorada com rigor e conta com tratamento local imediato por meio de pastilhas de cloro e flúor para assegurar a potabilidade da água distribuída.

Diante dos elevados custos de implantação de novos poços na região, a autarquia municipal chegou a cogitar uma parceria com uma empresa privada para a perfuração e o fornecimento de água subterrânea por um período de até 10 anos. No entanto, as análises técnicas e financeiras apontaram que a exploração subterrânea em larga escala sob este modelo terceirizado geraria custos por metro cúbico incompatíveis com a arrecadação e a receita tarifária do SAAE, tornando o projeto inviável para a realidade financeira da instituição.





Mapa 132 – Localização dos Poços



b) Tratamento

O tratamento da água destinada ao abastecimento público do município de Cordeirópolis é realizado na Estação de Tratamento de Água (ETA) localizada próxima à sede da autarquia, operada pelo SAAE. Essa unidade é responsável por tratar a água captada nas Represas do Cascalho, Fazenda Santa Marina e Barro Preto, principais mananciais superficiais que abastecem a cidade. A Estação adota o tratamento convencional completo, composto pelas etapas de floculação, decantação e filtração, adequado ao porte do município e às características físico-químicas da água bruta. O processo é estruturado para atender aos padrões de potabilidade para consumo humano estabelecidos pelo Ministério da Saúde. Embora a unidade atual já conte com sistema para recuperar e retornar a água de lavagem dos filtros ao ciclo de tratamento, a centrífuga projetada para a desidratação e prensa do lodo não funciona na prática.

Atualmente, a captação real conjunta operada pelo SAAE está em torno de 70 l/s. O sistema opera em regime de revezamento das bombas para preservar o nível de reservação das represas e evitar quedas críticas de vazão. A seguir é apresentado um maior detalhamento das etapas operacionais observadas na ETA de Cordeirópolis:

- **Desinfecção preliminar e cloração:** realizada na chegada da água bruta à ETA, com ponto de aplicação localizado logo a jusante da calha Parshall. O processo utiliza hipoclorito de sódio para realizar a desinfecção, o controle de algas e a oxidação de materiais que produzem cor, sabor e odor.

Figura 6 – Tanque de desinfecção preliminar (cloração e alcalinização).



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

- **Coagulação e floculação:** são adicionados coagulantes, especificamente o policloreto de alumínio (PAC), para promover a agregação de partículas suspensas presentes na água captada. O processo é realizado em unidades de floculadores, onde a agitação da água permite a formação de flocos que serão removidos posteriormente.

Figura 7 – Tanques de coagulação e floculação, em Cordeirópolis.

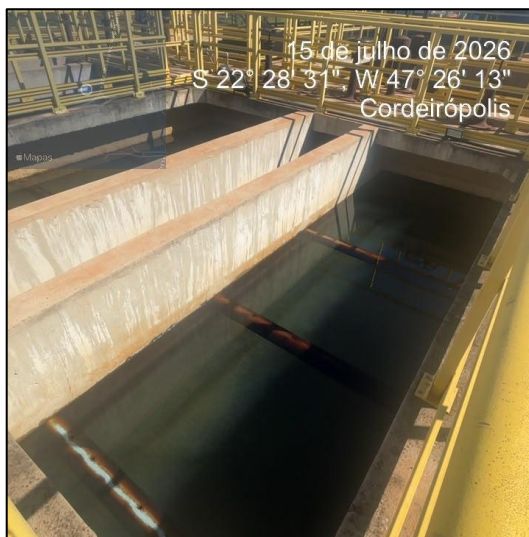


Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

- **Decantação:** os flocos formados na etapa anterior depositam-se por gravidade em tanques específicos (decantadores), reduzindo a turbidez da

água. O lodo resultante dessa sedimentação é removido e atualmente descartado no Ribeirão Tatu, situação que o projeto da nova ETA busca corrigir.

Figura 8 – Tanques de decantação, em Cordeirópolis.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

- **Filtração:** a água clarificada passa por três filtros descendentes compostos por camadas de areia e pedra, promovendo a retenção de impurezas remanescentes e microrganismos.

Figura 9 – Tanques de filtração, em Cordeirópolis.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

- **Cloração e fluoretação:** na etapa final, é realizada a desinfecção com a aplicação de hipoclorito de sódio. A fluoretação é executada mediante a adição de ácido fluorssilícico na entrada dos reservatórios de água tratada para a prevenção da cárie dentária. Adicionalmente, o SAAE utiliza o carvão ativado para assegurar a correção de cor, sabor e odor.

Figura 10 – Compartimentos para armazenamento de insumos como cloro, CAL, coagulante e flúor.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

- **Caixa de equilíbrio:** Localizada na etapa final da estação, após os processos de cloração e fluoretação, essa unidade atua na regularização hidráulica da água tratada, contribuindo para a estabilização do nível e da vazão de saída. A caixa também favorece a homogeneização dos produtos químicos aplicados e, conforme seu volume útil e tempo de retenção, pode complementar o tempo de contato necessário à ação do cloro.

Figura 11 – Caixa de equilíbrio da ETA Cordeirópolis.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

- **Final do tratamento:** O lodo residual gerado nas etapas de decantação e lavagem dos filtros é direcionado ao tanque de equalização da ETA. A partir dessa unidade, bombas helicoidais recalcam o material concentrado até a unidade de desidratação, composta por uma centrífuga de secagem instalada em nível elevado. Após passar pelo processo mecânico de centrifugação, o lodo desidratado cai diretamente por gravidade nas caçambas de transporte posicionadas logo abaixo do equipamento, de onde é retirado pela empresa contratada para destinação final.

Atualmente, a centrífuga consegue reduzir a desidratação do lodo em 80%. Contudo, para atender aos rigorosos parâmetros logísticos e operacionais da empresa concessionária responsável pela coleta e transporte, o SAAE tem como meta otimizar o processo de desidratação para atingir o limite máximo de 60%.

Figura 12 – Final do tratamento da ETA Cordeirópolis.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

Durante a visita técnica realizada na Estação de Tratamento de Água (ETA) do SAAE Cordeirópolis, foi apresentada pela equipe da autarquia a implementação do sistema Giswater, uma ferramenta de informação geográfica incentivada pelos Comitês PCJ para modernizar a gestão do saneamento. O sistema permite o monitoramento e a simulação remota em tempo real das variáveis operacionais, possibilitando, por exemplo, prever instantaneamente o impacto de novos loteamentos nas pressões da rede e identificar trechos com deficiência de vazão. Além de automatizar o cálculo de perdas físicas, a integração de dados comerciais e operacionais via Giswater permitirá que o SAAE direcione ações de manutenção de forma mais assertiva nos setores críticos. A implantação dessa tecnologia, somada ao futuro Centro de Controle Operacional (CCO), visa sistematizar as informações cadastrais e aumentar a eficiência do controle operacional do município.

Figura 13 – Sistema Giswater.



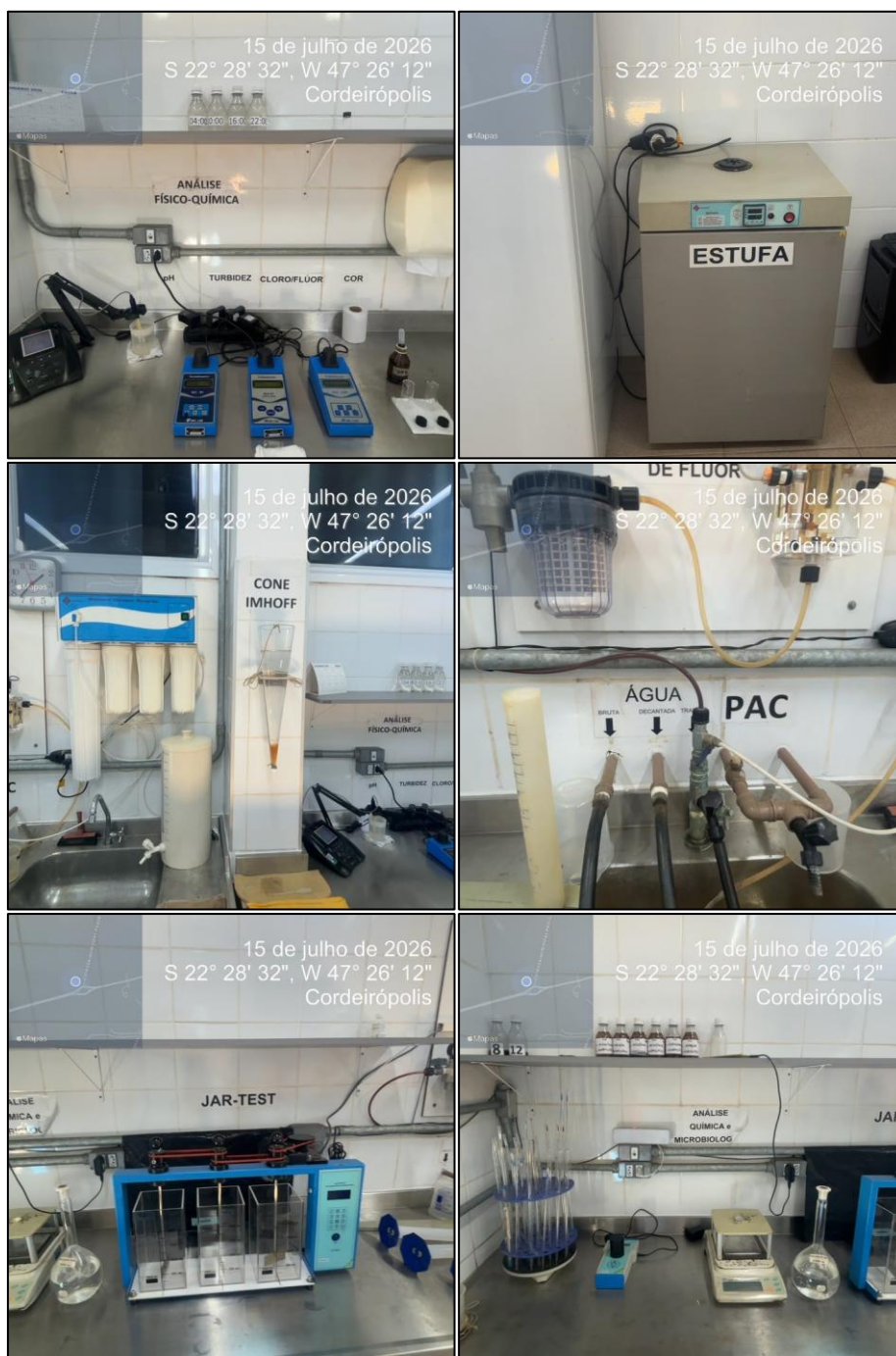
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026

A ETA de Cordeirópolis conta também com um laboratório destinado ao acompanhamento contínuo da qualidade da água ao longo do processo de tratamento. No local, são realizadas análises físico-químicas e microbiológicas que permitem verificar as condições da água bruta, da água em tratamento e da água já tratada, auxiliando diretamente no controle operacional da estação.

Parte das análises é realizada de hora em hora, permitindo acompanhar rapidamente possíveis alterações nos parâmetros de qualidade e ajustar, quando necessário, a dosagem dos produtos químicos utilizados no tratamento. Entre os controles observados estão a medição de turbidez, cor, cloro e flúor, além da verificação de outros parâmetros físico-químicos relacionados à eficiência do processo.

O laboratório também dispõe de equipamentos como Jar Test, utilizado para avaliar a dosagem mais adequada de coagulante; cone Imhoff, empregado na análise de sólidos sedimentáveis; estufa, balança e diferentes instrumentos de bancada. Também são preparadas e analisadas amostras da água decantada, filtrada e tratada, permitindo comparar o desempenho das diferentes etapas da ETA.

Figura 14 – Laboratório da ETA Cordeirópolis.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026

Ressalta-se, que em 07 de maio de 2021, foi publicada a Portaria GM/MS nº 888, que altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. A nova Portaria

entrou em vigor na data de sua publicação, ou seja, é válida a partir de 07 de maio de 2021.

As principais alterações incluem mudanças nos textos das definições, alterações nas responsabilidades das autoridades públicas e dos responsáveis pelos sistemas de abastecimento de água, adequações nos escopos analíticos de monitoramento e seus VMPs (Valores Máximos Permitidos) e mudanças nos Planos de Amostragem.

A Portaria 888, assim como a anterior PRC nº 5 Anexo XX, é aplicável aos responsáveis pelos Sistemas de Abastecimento de Água (como concessionárias) ou pelas Soluções Alternativas Coletivas de Abastecimento de Água (como poços artesianos em empresas).

Sendo assim, a tabela abaixo indica, de acordo com a Portaria GM/MS nº 888/2021, as análises quantitativas que devem ser feitas a fim de assegurar a qualidade da água. O padrão bacteriológico da água para consumo humano está detalhado na Portaria, além de orientações quanto ao procedimento de análise no caso de detectadas amostras com resultado positivo, assim como para amostragens individuais, por exemplo, de fontes e nascentes.

Quadro 1 – Padrão microbiológico de potabilidade da água.

Formas de abastecimento		Parâmetro		VMP ⁽¹⁾
Água para consumo humano		<i>Escherichia coli</i> ⁽²⁾		Ausência em 100 ml
Água tratada	Na saída do tratamento	Coliformes totais ⁽³⁾		Ausência em 100 ml
	Sistema de distribuição (reservatórios e rede)	<i>Escherichia coli</i> ⁽²⁾		Ausência em 100 ml
		Coliformes totais ⁽⁴⁾	Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes.	Apenas uma amostra, entre as examinadas no mês, poderá apresentar resultado positivo
			Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem a partir de 20.000 habitantes	Ausência em 100 ml em 95% das amostras examinadas no mês.

⁽¹⁾ Valor Máximo Permitido; ⁽²⁾ Indicador de contaminação fecal; ⁽³⁾ Indicador de eficiência de tratamento; ⁽⁴⁾ Indicador de integridade do sistema de distribuição (reservatório e rede).

Fonte: Portaria nº 888/2021 GM/MS. Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

Dentre as recomendações, limites e exigências técnicas presentes na Portaria 888/2021, destacam-se:

- Para turbidez, após filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta) ou simples desinfecção (tratamento da água subterrânea), a norma estabelece o limite de 1,0 uT (Unidade de Turbidez) em 95% das amostras. Entre os 5% dos valores permitidos de turbidez superiores ao valor máximo permitido citado, o limite máximo para qualquer amostra pontual deve ser de 5,0 uT. Para isso, o atendimento ao percentual de aceitação do limite de turbidez, deve ser verificado mensalmente, com base em amostras no mínimo diárias para desinfecção ou filtração lenta e a cada quatro horas para filtração rápida, preferivelmente no efluente individual das unidades de filtração;
- É obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L de cloro residual livre ou 2 mg/L de cloro residual combinado ou de 0,2 mg/L de dióxido de cloro em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede) e nos pontos de consumo.;
- A água potável também deve atender o padrão de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde, conforme relação apresentada na Portaria da nº 888/2021 – Anexo 13;
- Monitoramento de cianotoxinas e cianobactérias deve ser realizado, seguindo as orientações de amostragem para manancial de água superficial e padrões e recomendações estabelecidos na norma;
- A água potável também deve estar em conformidade com o padrão de aceitação de consumo humano, o qual está determinado na norma, sendo destacados na tabela abaixo os valores para os parâmetros mais comuns.

Sendo assim, a tabela abaixo mostra os parâmetros básicos e o seu valor máximo permitido de aceitação, da qualidade da água para o consumo humano.

Quadro 2 – Padrão Organoléptico de Potabilidade.

Parâmetro	CAS ⁽¹⁾	Unidade	VMP
Alumínio	7429-90-5	mg/L	0,2
Amônia (como N)	7664-41-7	mg/L	1,2
Cloreto	16887-00-6	mg/L	250
Cor Aparente ⁽²⁾		uH	15
1,2 diclorobenzeno	95-50-1	mg/L	0,001
1,4 diclorobenzeno	106-46-7	mg/L	0,0003



Parâmetro	CAS ⁽¹⁾	Unidade	VMP
Dureza total		mg/L	300
Ferro	7439-89-6	mg/L	0,3
Gosto e odor		Intensidade	6
Manganês	7439-96-5	mg/L	0,1
Monoclorobenzeno	108-90-7	mg/L	0,02
Sódio	7440-23-5	mg/L	200
Sólidos dissolvidos totais		mg/L	500
Sulfato	14808-79-8	mg/L	250
Sulfeto de hidrogênio	04/06/7783	mg/L	0,05
Turbidez (3)		uT	5
Zinco	7440-66-6	mg/L	5

(1) número de referência de compostos e substâncias químicas (*Chemical Abstract Service*).

Fonte: Portaria nº 88/2021 GM/MS. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

Para melhor compreensão dos processos e parâmetros, seguem abaixo algumas definições conforme a Portaria GM/MS nº 888/2021:

- **Cianobactérias:** microrganismos procarióticos autotróficos, também denominados cianofíceas ou algas azuis, que podem ocorrer em qualquer manancial superficial, especialmente nos com elevados níveis de nutrientes, podendo produzir toxinas com efeitos adversos à saúde;
- **Cianotoxinas:** toxinas produzidas por cianobactérias que apresentam efeitos adversos à saúde por ingestão oral, incluindo microcistinas, cilindrospermopsina e saxitoxinas;
- **Cloreto:** presente nas águas naturais em maior ou menor escala, contém íons da dissolução de minerais. Em determinadas concentrações confere sabor salgado à água. Ele pode ser de origem natural (dissolução de sais e presença de águas salinas) ou de origem antrópica (despejos domésticos, industriais e águas utilizadas em irrigação);
- **Cloro Residual Livre:** deve permanecer na água tratada até a sua utilização final. No tratamento o cloro é utilizado como oxidante de matéria orgânica e para destruir microrganismos. Quando aplicado, parte dele é consumido nas reações de oxidação e quando as reações se completam, o excesso que permanece é

denominado cloro residual. Teores positivos são desejáveis, pois é garantia de um processo de desinfecção eficiente;

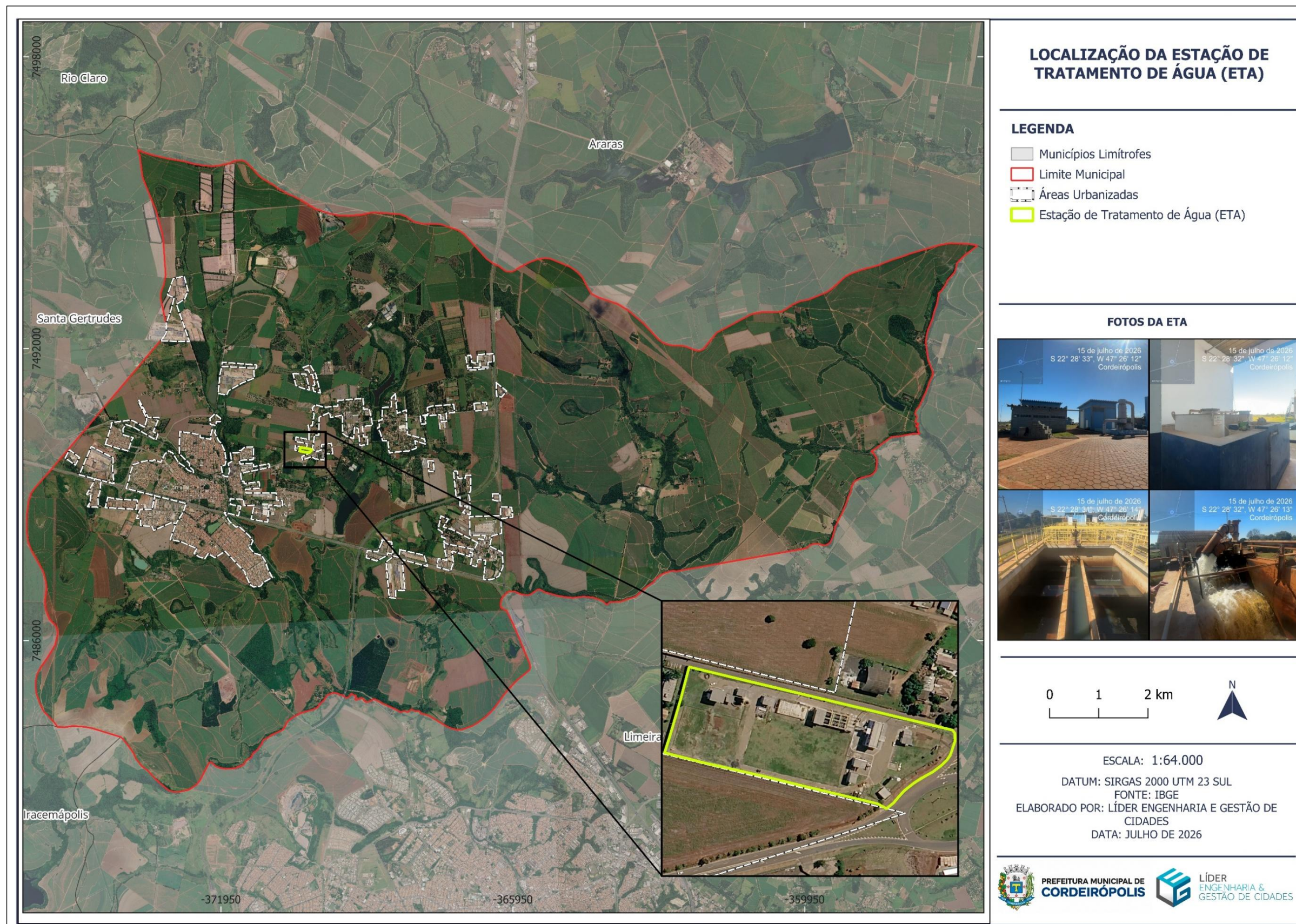
- **Coliformes totais:** bactérias do grupo coliforme, bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a $35,0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ em 24-48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima β - galactosidase. A maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, embora vários outros gêneros e espécies pertençam ao grupo, podendo existir bactérias que fermentam a lactose e podem ser encontradas tanto nas fezes como no meio ambiente (águas ricas em nutrientes, solos, materiais vegetais em decomposição). Nas águas tratadas não devem ser detectadas bactérias coliformes, pois se isso ocorre o tratamento pode ter sido insuficiente, ocorreu contaminação posterior ou a quantidade de nutrientes é excessiva. Espécies dos gêneros *Enterobacter*, *Citrobacter* e *Klebsiella* podem persistir por longos períodos e se multiplicarem em ambientes não fecais;
- **Coliformes termotolerantes:** a definição é a mesma de coliformes, porém restringem-se as bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ em 24 horas, tendo como principal representante a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal;
- **Contagem de bactérias heterotróficas:** determinação da densidade de bactérias que são capazes de produzir unidades formadoras de colônias (UFC), na presença de compostos orgânicos contidos em meio de cultura apropriada, sob condições pré-estabelecidas de incubação: $35,0, \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ por 48 horas;
- **Cor:** resulta da existência de substâncias dissolvidas, provenientes de matéria orgânica (principalmente da decomposição de vegetais – ácidos húmicos e fúlvicos), metais como ferro e manganês, resíduos industriais coloridos e esgotos domésticos. No valor da cor aparente pode estar incluída uma parcela devido à turbidez da água, sendo esta removida obtém-se a cor verdadeira;
- **Dureza:** resultante da presença de sais presentes com exceção de sódio e potássio. Nas águas naturais a dureza é predominantemente devido à presença de sais de cálcio e magnésio, no entanto sais de ferro, manganês e outros

também contribuem para a dureza das águas. A dureza elevada causa extinção de espuma do sabão, sabor desagradável e produzem incrustações nas tubulações e caldeiras;

- ***Escherichia coli (E. Coli)***: é a única espécie do grupo dos coliformes termotolerantes cujo habitat exclusivo é o intestino humano e de animais homeotérmicos, onde ocorre em densidades elevadas (CONAMA nº 357/2005);
- ***pH***: abreviação de potencial hidrogeniônico, que é usado para medir acidez ou alcalinidade de soluções através da medida de concentração do íon hidrogênio (logaritmo negativo da concentração na solução). O pH 7 é considerado neutro sendo abaixo de 7 ácido e acima alcalino. É um parâmetro importante por influenciar diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente na água ou em unidades de tratamento de água;
- ***Turbidez***: medida da capacidade de uma amostra de água em impedir a passagem de luz. Grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la, devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e de detritos orgânicos, algas e bactérias etc.

Na Figura a seguir é apresentado o mapa de localização da ETA, juntamente com uma imagem panorâmica de suas instalações.

Mapa 14 – Localização da ETA.



c) Reservação

O sistema de reservação de água tratada do município de Cordeirópolis é operado de forma exclusiva pelo SAAE e desempenha papel estratégico para a regulação da pressão e garantia da continuidade do abastecimento público. Atualmente, o município conta com cerca de 16 áreas de reservação distribuídas em diversos bairros, atendendo às zonas de pressão hidráulica definidas pela setorização do sistema. Essas unidades são responsáveis por armazenar a água tratada proveniente da Estação de Tratamento de Água (ETA) local, garantindo que o fornecimento alcance a área urbana, mesmo durante picos de consumo ou manutenções emergenciais.

Os reservatórios de Cordeirópolis apresentam características estruturais variadas, incluindo unidades metálicas e em concreto, distribuídas em modelos elevados (REL), apoiados (RAP), enterrados (REN) e semi-enterrados (RSE). Muitas dessas unidades estão associadas a estações elevatórias de água tratada e dispositivos tipo booster, que têm a função de pressurizar as redes nos pontos de cota geométrica mais elevada. Atualmente, a autarquia trabalha na modernização de sua telemetria, com planos para automatizar o controle de nível, pressão e bombeamento dos reservatórios, integrando-os ao Centro de Controle Operacional (CCO). O plano prevê a instalação de sensores de nível hidrostáticos submersíveis para garantir o monitoramento em tempo real dos volumes armazenados. Contudo, por questões de segurança e vulnerabilidade nos locais de instalação, o SAAE planeja desativar três reservatórios que sofrem com invasões e falta de controle de acesso, incluindo o reservatório apoiado de fibra de 20 m³.

A falta de manutenção preventiva e os vazamentos estruturais ativos representam um dos principais gargalos operacionais e financeiros do município. As vistorias técnicas revelaram que várias unidades permanecem expostas à deterioração por longos períodos sem intervenção. Na unidade elevada do Jardim Cordeiro, com 162 m³, foi constatada a presença de água acumulada no interior da estrutura, confirmando a existência de vazamento interno. No reservatório elevado do Jardim Módulo, com 270 m³, vazamentos ativos mantêm as paredes de concreto permanentemente úmidas, acelerando a fadiga do material. Outros pontos críticos incluem o reservatório do Jardim Eldorado, que demanda reformas urgentes devido



ao acúmulo de matéria orgânica, e os reservatórios da própria ETA, onde foram identificados vazamentos operacionais nas bombas de recalque.

Esses vazamentos e infiltrações colocam em risco a estabilidade estrutural das unidades e a potabilidade da água armazenada, além de elevar o índice de perdas físicas da autarquia, exigindo um volume de produção superior à demanda real de consumo, sem o devido retorno tarifário. Para mitigar esse passivo, a autarquia projetou a contratação de estudos de diagnóstico estrutural e impermeabilização, orçados em mais de R\$ 575 mil, além de reformas nos reservatórios metálicos e de concreto avaliadas em R\$ 350 mil. As execuções dependem da captação de recursos externos devido à indisponibilidade de caixa do SAAE.

Além disso, para viabilizar o abastecimento do Distrito Industrial Santa Marina sem a necessidade de boosters, o SAAE projeta a construção de um novo reservatório elevado de 1.000 m³, com 30 metros de altura, localizado na própria ETA



Mapa 14 – Localização dos Reservatórios

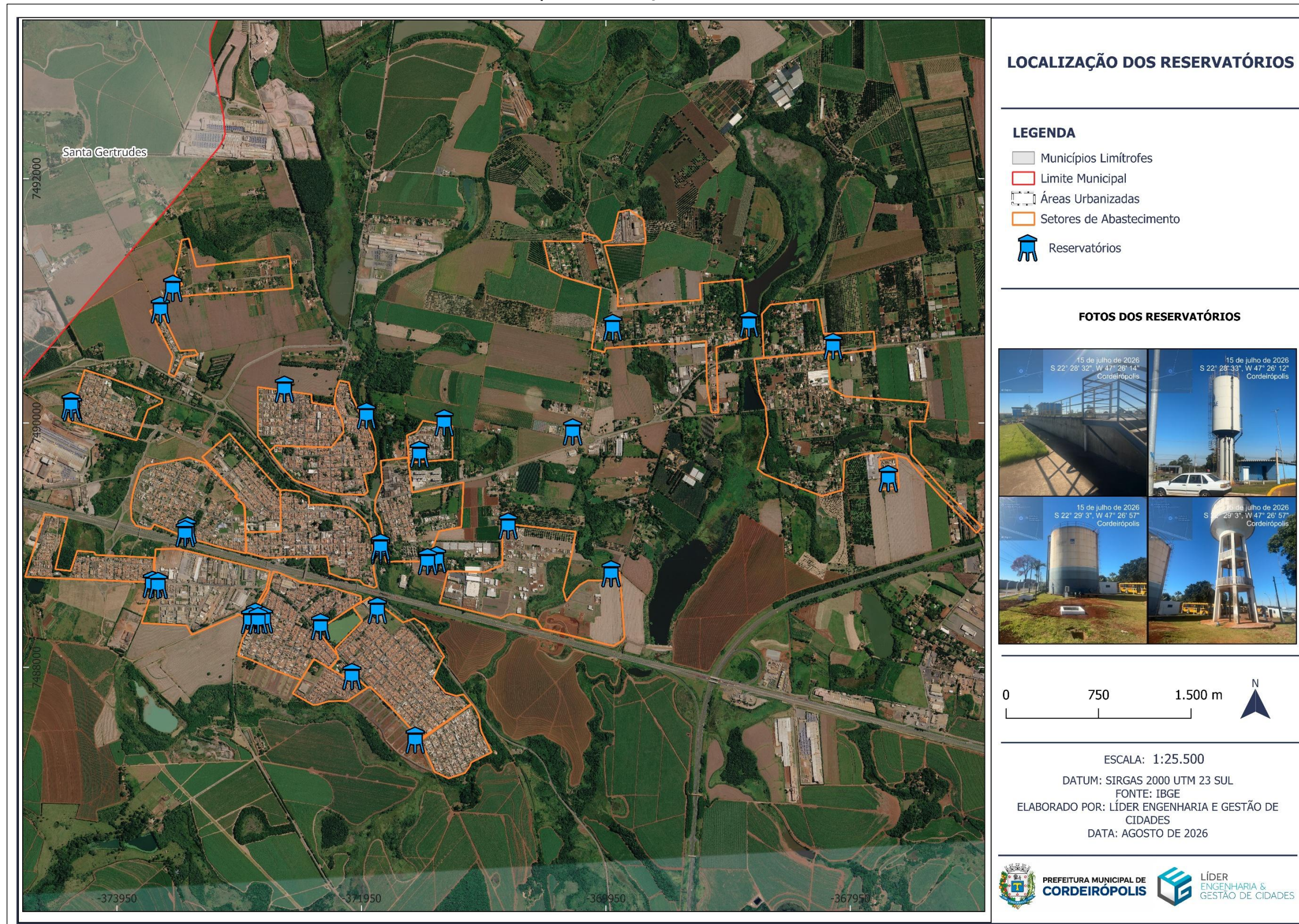


Figura 15 – Reservatórios de abastecimento de água em Cordeirópolis.





Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

d) Distribuição

A distribuição de água tratada em Cordeirópolis tem início a partir dos reservatórios e das unidades pressurizadoras da rede urbana, uma malha de distribuição que cobre quase 100% da área urbana do município, sendo responsável por conduzir a água até os consumidores finais. De acordo com dados técnicos do SAAE, o sistema é composto por aproximadamente 138,21 km de redes de água tratada, com ramificações que atendem a cerca de 9.840 ligações domiciliares e economias cadastradas.

A rede de distribuição de Cordeirópolis é composta por tubulações com diâmetros variados entre 50 mm e 300 mm, fabricadas principalmente em PVC, PVC DeFoFo, ferro fundido e ferro galvanizado.

Devido às variações altimétricas do relevo municipal, a gravidade por si só não é suficiente para garantir o abastecimento regular em todas as regiões. Por essa razão, a infraestrutura de distribuição do SAAE é integrada por um conjunto estratégico de 8 a 10 Estações Elevatórias de Água Tratada (EEAT) e dispositivos do tipo *booster*. Essas elevatórias operam após a reservação e desempenham o papel vital de pressurizar as redes e recalcar a água tratada para garantir pressão e vazão adequadas nos bairros e setores situados em cotas geométricas mais elevadas. Entre as unidades ativas mais relevantes, destacam-se a EEAT Juventude, a EEAT Progresso / Booster Progresso e a EEAT do Jardim do Bosque. Esse parque eletromecânico de recalque e pressurização está em fase de integração ao sistema de automação por telemetria e controle à distância.

O monitoramento hidráulico e a contenção de pressões nas tubulações são gerenciados de forma rigorosa para evitar rompimentos de rede. O sistema está sendo estruturado sob um modelo de setorização hidráulica subdividido em 22 setores de abastecimento projetados, garantindo que as pressões estáticas e dinâmicas permaneçam nos limites técnicos normatizados (variando prioritariamente de 10 mca a 40/50 mca) por meio da instalação de Válvulas Redutoras de Pressão (VRPs) setoriais e individuais nos cavaletes das áreas de relevo mais acidentado.

Como resultado dessas ações, busca-se reverter o índice de perdas globais, que foi diagnosticado em 45,4% no primeiro semestre de 2023. A autarquia

estabeleceu como meta prioritária reduzir esse patamar para 20% em um horizonte de 20 anos, alinhando-se aos padrões de eficiência e sustentabilidade hídrica.

Ressalta-se que a importância do diagnóstico e da avaliação dos índices de perdas nos sistemas de abastecimento e distribuição de água se deve ao poder de aferir a eficiência dos prestadores em atividades como distribuição, planejamento, investimentos e manutenção.

A *International Water Association* – IWA classifica as perdas levando em conta a sua natureza como reais ou aparentes. As perdas reais equivalem ao volume de água perdido durante as diferentes etapas de produção, como a captação, o tratamento, o armazenamento e a distribuição antes de chegar ao consumidor final.

Estas possuem efeito direto sobre os custos de produção e a demanda hídrica. Neste sentido, um elevado nível de perdas reais equivale a uma captação e a uma produção superior ao volume efetivamente demandado, gerando ineficiências nos seguintes âmbitos:

Produção:

- maior custo dos insumos químicos, energia para bombeamento, entre outros fatores de produção;
- maior custo de manutenção da rede e de equipamentos;
- desnecessário uso da capacidade de produção e distribuição existente;
- maior custo pela possível utilização de fontes de abastecimento alternativas de menor qualidade ou difícil acesso.

Ambiental:

- desnecessária pressão sobre as fontes de abastecimento do recurso hídrico;
- maior custo de mitigação dos impactos negativos desta atividade (externalidades).

Referente ao sistema, vale dizer que a adutora e a rede de distribuição desempenham papéis complementares em um sistema de abastecimento de água, contribuindo para o transporte eficiente e a distribuição adequada de água potável. Portanto, é de grande importância que as diferenças entre as duas estejam bem

claras. Para isso, o quadro abaixo mostra as diferenças entre suas características e funções principais.

Quadro 3 – Diferenças entre adutora e rede de distribuição.

	CARACTERÍSTICAS	FUNÇÃO PRINCIPAL
ADUTORA	As adutoras, frequentemente constituídas por tubulações de considerável diâmetro, são concebidas com o propósito de sustentar elevadas taxas de fluxo, assegurando a eficácia no deslocamento de volumes significativos de água, seja ela em estado natural ou após tratamento.	A função primordial da adutora é conduzir volumes expressivos de água por extensas distâncias, ligando fontes hídricas, como rios, reservatórios ou poços, aos locais de processamento ou diretamente às regiões de distribuição.
REDE DE DISTRIBUIÇÃO	Constituída por uma malha de tubulações menores, a rede de distribuição se estende a partir das principais adutoras, viabilizando uma distribuição eficaz e controlada da água tratada às zonas de consumo. Em resumo, enquanto as adutoras desempenham um papel crucial no transporte de água em larga escala, a rede de distribuição concentra-se na entrega precisa e localizada aos usuários finais. Ambas são fundamentais para assegurar o acesso confiável e seguro à água potável em comunidades e áreas urbanas, promovendo a eficiência e sustentabilidade dos sistemas de abastecimento hídrico.	A rede de distribuição desempenha o papel fundamental de disponibilizar água tratada diretamente aos usuários finais, tais como residências, empresas e instituições. Sua operação é focada em atender às demandas específicas de áreas particulares de forma localizada.

Fonte: ÁGUABRASIL, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

Desta forma, salienta-se a importância do monitoramento constante em todo o processo produtivo, incluindo a elaboração ou até mesmo, a manutenção de um cadastro técnico que relate a realidade da infraestrutura na rede de distribuição local, com avaliações periódicas no controle dos possíveis vazamentos e implantando uma gestão de perdas através de macro medidores e do gerenciamento das pressões na rede. A incorporação deste conjunto de boas práticas, colabora para a continuação dos altos índices de qualidade, que foram constatados no município em relação a gestão do sistema de abastecimento de água como um todo.

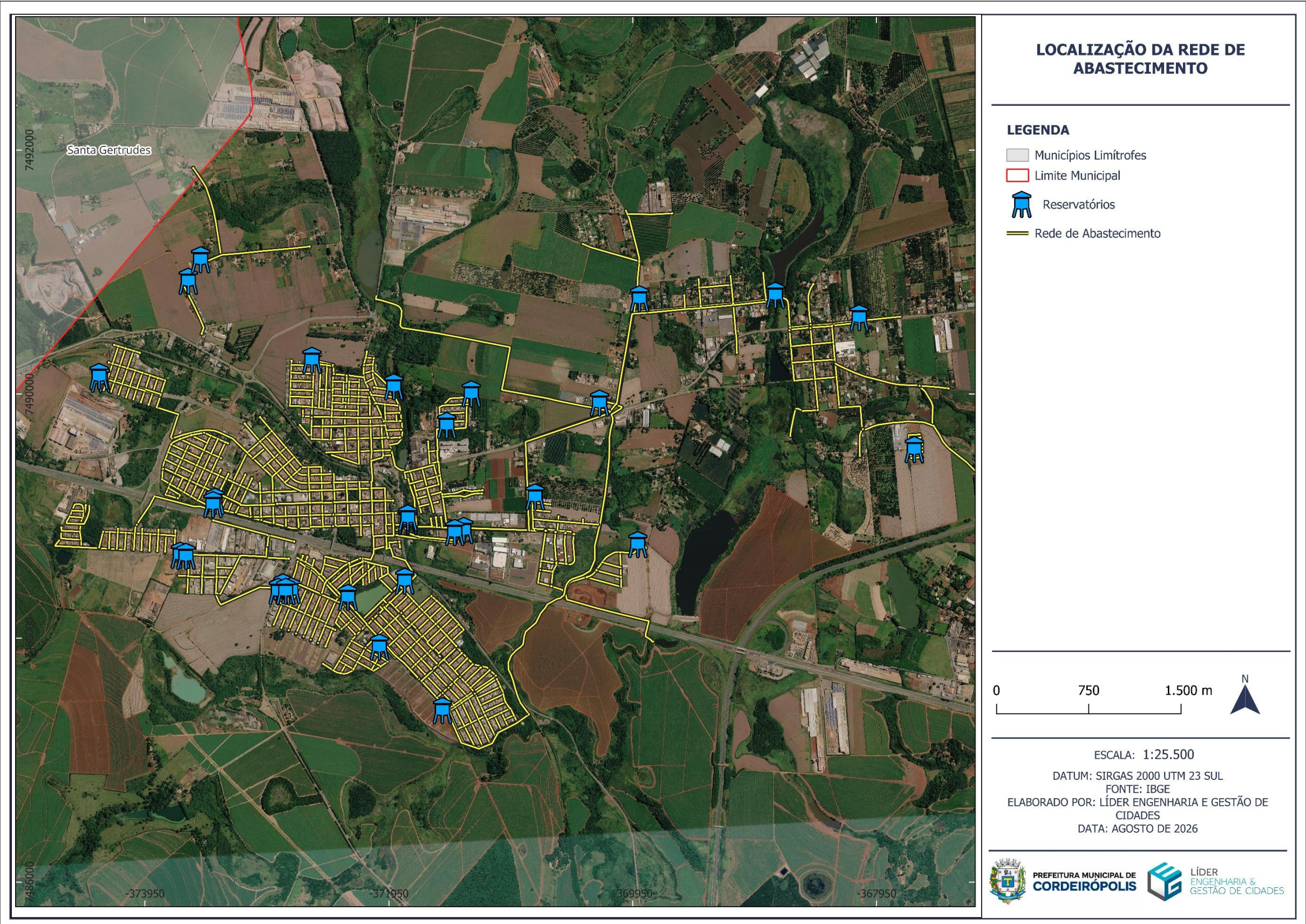
Figura 166 – Estação Elevatória em Cordeirópolis.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.



Mapa 15 – Localização da Rede de Abastecimento





2.1.2 Indicadores Operacionais

Os indicadores representam uma ferramenta fundamental para construção de panoramas e cenários, de modo a transmitir informações de forma precisa e de fácil entendimento para a população. Além dessa função, indicadores são utilizados para registrar o acompanhamento e avaliação dos serviços, facilitando as tomadas de decisões. O uso de indicadores e o acompanhamento periódico de sua variação são necessários, pois, permitem o monitoramento do Sistema de Abastecimento de Água (SAA) por parte do responsável, que no caso de Cordeirópolis é a companhia SAAE.

Sendo assim, abaixo segue a tabela especificando os principais indicadores utilizados para analisar a eficiência do SAA de Cordeirópolis, ressaltando, que estes indicadores são elaborados pelo Sistema Nacional de Informação em Saneamento Básico – SINISA, e preenchidos pelos responsáveis técnicos da companhia SAAE.

Tabela 16 – Sistema de indicadores do SINISA utilizado na avaliação dos serviços do SAA.

ITEM	INDICADOR	VALOR	UNIDADE
IFA1001	Receita operacional direta média de usuários de água	3,34	R\$/m ³
IFA2002	Despesa total média de água incluindo tributos	3,45	R\$/m ³
IAG1002	Densidade de economias de água por ligação	1,09	Econ./lig.
IAG1003	Incidência da hidrometração de água	99,63	Percentual
IAG2003	Macromedição do volume de água de entrada no sistema de distribuição	100	Percentual
IAG2012	Perdas de faturamento de água	34,29	Percentual
IAG1001	Extensão de rede de distribuição de água por ligação	12,74	m/lig
IAG2006	Consumo total médio per capita de água	166,9	l/hab./dia
IAG2013	Perdas totais de água na distribuição	44,49	Percentual
IAG2014	Perdas totais lineares de água na rede de distribuição	25,64	m ³ /km/dia
IAG2015	Perdas totais de água por ligação	335,58	l/lig/dia
IAG2009	Consumo total médio de água por economia	11,61	m ³ /econ/mês
IAG0001	Atendimento da população total com rede de abastecimento de água	99	Percentual
IAG2023	Consumo médio de energia elétrica no serviço de abastecimento de água	0,80	kWh/m ³

Fonte: Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico – SINISA, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.





De acordo com os parâmetros citados na tabela acima, percebe-se que na questão da hidrometração, Cordeirópolis apresenta índice de 99,63% (IAG1003). O índice de hidrometração está diretamente ligado ao índice de perdas no sistema de abastecimento de água, seja por problemas na própria medição, falta de hidrômetros, ligações clandestinas ou até mesmo a falta ou a cobrança pelo uso da água ineficientes. Destaca-se também que a macromedição do volume de água que entra no sistema de distribuição apresenta índice de 100% (IAG2003).

De acordo também com o Art. 29 da Lei nº 11.445/2007, atualizada pelo Novo Marco Legal do Saneamento Básico, Lei nº 14.026/2020, “a hidrometração interfere nas diretrizes para fixação de tarifas dos serviços de saneamento básico, entre quais, pode-se citar: Inibição do consumo supérfluo e do desperdício de recursos; Recuperação dos custos incorridos na prestação do serviço, em regime de eficiência; Estímulo ao uso de tecnologia modernas e eficientes, compatíveis com os níveis exigidos de qualidade, continuidade e segurança na prestação dos serviços; Incentivo à eficiência dos prestadores de serviço.”

Observando ainda a Tabela 16, destaca-se o índice de perdas totais de água na distribuição (IAG2013), com 44,49%. O valor revela uma oportunidade relevante de aprimoramento na eficiência operacional do sistema. Essas perdas podem estar associadas a vazamentos na rede, falhas operacionais, imprecisões nos hidrômetros ou consumos não contabilizados. Esse cenário também impacta o consumo de energia elétrica (IAG2023), de 0,80 kWh/m³, refletindo o esforço adicional para captar, tratar e bombear uma parcela de água que não é efetivamente contabilizada pelo sistema.

Outro ponto de atenção refere-se ao consumo total médio per capita de água (IAG2006), registrado em 166,90 litros por habitante ao dia, valor que pode ser otimizado por meio de programas educativos e ações voltadas ao uso racional da água.

A receita operacional direta média dos usuários de água (IFA1001), de R\$ 3,34/m³, combinada com um índice de atendimento da população total com rede de abastecimento de água (IAG0001) de 99%, indica que o sistema se encontra próximo da universalização. Entretanto, a despesa total média da





água, incluindo tributos (IFA2002), corresponde a R\$ 3,45/m³, valor ligeiramente superior à receita operacional direta média, reforçando a importância do acompanhamento da eficiência econômico-financeira do serviço.

2.1.3 Análise da Ocorrência de Doenças de Veiculação Hídrica

Há uma série de doenças epidemiológicas relacionadas a diversos fatores vinculados a condições ambientais e sanitárias inadequadas. Dentre as possíveis enfermidades estão as doenças infectocontagiosas como é o caso da esquistossomose e da hepatite A, relacionadas à carência de boas condições habitacionais.

Estas doenças podem estar associadas em maior ou menor grau, difusa ou heterogeneamente, a deficiências do sistema de abastecimento de água, inidoneidades no sistema de esgotamento sanitário, contaminação por resíduos sólidos ou condições precárias de habitação. As doenças potencialmente determinadas por estas condições são denominadas de Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado - DRSAI, que seriam evitáveis ou passíveis de controle por ações adequadas de saneamento ambiental.

A precariedade nos sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta e destinação final dos resíduos sólidos, drenagem urbana, bem como a higiene inadequada, são aspectos que colocam em risco a saúde da população, sobretudo para populações em situação de precariedade sanitária como em países em desenvolvimento, afetando diretamente na qualidade e expectativa de vida dessas pessoas.

Neste sentido, torna-se de extrema importância a análise minuciosa de cada doença derivada da falta de saneamento básico, desde os modos de transmissão até as formas de proliferação e técnicas de controle. Para gerar um diagnóstico da saúde é importante especificar as principais doenças relacionadas ao saneamento que assolam países em desenvolvimento, como o Brasil. Dentre as principais doenças relacionadas com veiculação hídrica, o quadro abaixo explicita as principais formas de transmissão.





Quadro 4 – Doenças de veiculação hídrica.

Doenças relacionadas com a água.			
Grupo de Doenças	Formas de Transmissão	Principais Doenças	Formas de Prevenção
Transmitidas por vias feco-oral (alimentos contaminados por fezes)	O organismo patogênico, agente causador da doença é ingerido	Diarreias e desenterias, como a cólera e a giardíase; Febre tifoide e paratifoide; Leptospirose; Amebíase; Hepatite infecciosa; Ascaridíase (lombriga).	Proteger e tratar as águas de abastecimento e evitar o uso de fontes contaminadas; fornecer água em quantidade adequada e promover higiene pessoal, doméstica e dos alimentos.
Controladas pela higienização (associadas ao abastecimento de água)	A falta de água e a higiene pessoal insuficiente criam condições favoráveis para a sua disseminação.	Infecção na pele e olhos, como tracoma e o tifo relacionado com piolhos e a escabiose.	Fornecer água em quantidade adequada e promover higiene pessoal e doméstica;
Associadas a água (uma parte do ciclo da vida do agente infeccioso ocorre em um animal aquático)	O patogênico penetra pela pele ou é ingerido	Esquistossomose	Evitar o contato de pessoas com águas infectadas; Proteger mananciais; Adotar medidas adequadas para a deposição de esgotos;
Transmitidas por vetores que se relacionam com a água	As doenças são propagadas por insetos que nascem na água ou picam perto dela	Malária; Febre amarela; Dengue; Filariose (elefantíase).	Combater os insetos transmissores; Eliminar condições que possam favorecer criadouros; Evitar contato com criadouro;

Fonte: BARROS, R.T. de V. *et. al.*, 1995. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

A vigilância contínua sobre a ocorrência dessas enfermidades é essencial, especialmente em áreas periféricas e vulneráveis, onde podem persistir condições de risco. Dentre as principais enfermidades relacionadas à veiculação hídrica, destacam-se:

- **Leptospirose:** Doença bacteriana transmitida por meio da urina de animais, especialmente roedores, em águas contaminadas. Sua incidência pode estar associada a enchentes e alagamentos urbanos, frequentemente relacionados à drenagem urbana deficiente.
- **Giardíase:** Infecção causada pelo protozoário *Giardia lamblia*, cuja transmissão se dá pela ingestão de água ou alimentos contaminados.



Frequentemente assintomática, pode causar diarreia persistente e má absorção de nutrientes.

- **Esquistossomose:** Provocada pelo parasita *Schistosoma mansoni*, a doença é endêmica em algumas regiões do país. Seu ciclo de vida depende de ambientes aquáticos com presença de caramujos do gênero *Biomphalaria*.

Segundo dados do Sistema de Informações sobre Mortalidade – SIM/DATASUS, em 2020 não foram registrados óbitos por Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI) em Cordeirópolis. Entretanto, no período de 1996 a 2020, foram contabilizados 16 óbitos associados a esse grupo de doenças no município. Contudo, esse resultado não deve ser interpretado como ausência de riscos, pois a manutenção da qualidade da água distribuída à população e a ampliação das ações de educação sanitária são fundamentais para evitar surtos e garantir a saúde pública, principalmente frente a eventos climáticos extremos que têm se intensificado nos últimos anos.

2.1.4 Regulação de Uso dos Recursos Hídricos

A outorga é o instrumento de gestão das águas que assegura ao usuário o direito de utilizar os recursos hídricos, no entanto, essa autorização não dá ao usuário a propriedade da água. A outorga de direito de uso de recursos hídricos deve assegurar o efetivo exercício dos direitos de acesso à água, bem como garantir que existam múltiplos usos nas bacias hidrográficas.

A correta aplicação do instrumento da outorga, mais do que um ato de regularização ambiental, se destina a disciplinar a demanda crescente das águas superficiais e subterrâneas. Existem dois tipos de outorga:

- **Autorização:** Obras, serviços ou atividades que forem desenvolvidas por pessoa física ou jurídica de direito privado, quando não se destinarem a finalidade de utilidade pública. Validade de até cinco anos.





- **Concessão:** Obras, serviços ou atividades que forem desenvolvidas por pessoa jurídica ou direito público ou quando se destinarem a finalidade de utilidade pública. Validade de até trinta e cinco anos.

No contexto do Estado de São Paulo, a competência para emitir outorgas para corpos hídricos de domínio estadual é do SP Águas – Agência de Águas do Estado de São Paulo, nos termos do Decreto Estadual nº 41.258/1996 e da Resolução Conjunta SMA/DAEE nº 01/2014. Já nos casos em que os recursos hídricos pertencem à União (como rios interestaduais ou de domínio federal), a responsabilidade é da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).

Entretanto, por meio de convênio de cooperação técnica celebrado entre a ANA e o Governo do Estado de São Paulo, as atividades de fiscalização, regulação e emissão de outorgas em corpos hídricos federais situados em território paulista também foram parcialmente delegadas ao DAEE (atualmente SP Águas). Esse arranjo institucional permite maior integração na gestão dos recursos hídricos no âmbito estadual, sob o acompanhamento dos Comitês de Bacia Hidrográfica, como o Comitê PCJ.

O município de Cordeirópolis está inserido na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) 5 – PCJ, abrangendo as bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. A gestão compartilhada dos recursos hídricos nesta unidade é feita por meio do Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios PCJ (CBH-PCJ), com o apoio técnico da Agência das Bacias PCJ. Além disso, o município é consorciado e filiado à Agência Reguladora dos Serviços de Saneamento das Bacias PCJ (ARES-PCJ), entidade responsável por regular e fiscalizar as rotinas operacionais e tarifárias do SAAE local. De acordo com a legislação paulista, estão sujeitos à outorga os seguintes usos e interferências nos recursos hídricos:

- I. Derivação ou captação de água superficial para consumo final, inclusive abastecimento público, ou uso industrial;
- II. Extração de água de aquíferos subterrâneos;
- III. Lançamento de efluentes tratados ou não em corpos d'água;
- IV. Usos para aproveitamento hidrelétrico;
- V. Extração de minerais do leito de rios;
- VI. Execução de obras ou serviços que modifiquem o regime, quantidade ou qualidade das águas, mesmo que temporariamente, ou que alterem leitos e margens dos corpos hídricos.





No âmbito municipal, os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário são prestados pelo SAAE, que detém as respectivas outorgas de captação e lançamento junto ao SP Águas ou à ANA, conforme o corpo hídrico envolvido. Além disso, outras outorgas específicas podem ser emitidas para indústrias, empreendimentos comerciais ou obras públicas que impliquem em uso significativo de recursos hídricos.

Diferente de um modelo de concessão à iniciativa privada, o sistema de Cordeirópolis é gerido por essa autarquia municipal, instituída pela Lei Municipal nº 744 de 1971, que é responsável em garantir a prestação dos serviços de água e esgoto com qualidade, ampliar a cobertura para universalizar o atendimento, cumprir padrões técnicos e ambientais, manter toda a infraestrutura, realizar investimentos previstos no contrato e atender usuários e prefeituras.

2.1.5 Segurança Hídrica

O conceito de segurança hídrica, segundo a Organização das Nações Unidas – ONU/2014, é dado como a capacidade de a população ter acesso sustentável à água em quantidade e qualidade adequadas para a manutenção da vida e do bem estar humano, garantindo o desenvolvimento das atividades econômicas, a proteção contra doenças de veiculação hídrica e desastres associados à água, bem como a preservação dos ecossistemas.

A concepção de segurança hídrica é o objetivo central da Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei n.º 9.433/1997. O conceito de segurança hídrica também se alinha com os objetivos da ONU, cujas metas visam erradicar a pobreza, proteger o planeta, garantir a paz e a prosperidade.

Dentro dessa perspectiva, foram elaborados os dezessete Objetivos do Desenvolvimento Sustentável - ODS, e dentre estes, pode-se destacar as ações para ampliar a segurança hídrica brasileira em vista do objetivo seis, estabelecendo que é preciso:

- Melhorar a qualidade da água;





- Reduzir a poluição;
- Eliminar despejos;
- Minimizar a liberação de produtos químicos e materiais perigosos;
- Reduzir à metade a proporção de água residuais não tratadas;
- Aumentar substancialmente a eficiência do uso da água;
- Assegurar retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para enfrentar a escassez de água;
- Apoiar e fortalecer a participação das Comunidades locais para melhorar a gestão da água e do saneamento;
- Reduzir o número de pessoas que sofrem com a escassez de água;
- Aumentar a reciclagem e reutilização de água, entre outras.

No âmbito estadual, a Lei nº 7.663/1991, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos de São Paulo, estabelece diretrizes para a gestão integrada e descentralizada dos recursos hídricos, promovendo a segurança hídrica como princípio fundamental. No contexto local, destaca-se a Lei Municipal nº 1.478/1988, que coloca sob reserva de proteção ambiental a Represa do Cascalho, principal manancial de abastecimento público da cidade. Alinhado a essa diretriz de resiliência, o município anunciou em junho de 2026 um pacote histórico de investimentos superior a R\$ 20 milhões para a modernização do saneamento e ampliação da segurança hídrica. Esse plano contempla ações integradas de expansão das redes de esgoto, combate ativo ao desperdício, modernização tecnológica e ampliação da capacidade de reservação de água bruta.

Entre as principais medidas estruturantes em andamento, destaca-se o desassoreamento da Represa do Cascalho (Mirante), com início em julho de 2026, uma intervenção aguardada há décadas que dobrará a capacidade de armazenamento de água do manancial. Complementando a expansão da oferta hídrica, o SAAE consolidou a obtenção da outorga definitiva para captação de água nas barragens Santa Marina 1 e 2, empreendimento estratégico de quase R\$ 6 milhões em investimentos. No campo tecnológico, com o suporte financeiro do FEHIDRO e apoio técnico da SP Águas e da Agência das Bacias PCJ, o SAAE está implantando o sistema inteligente





Giswater, além de intensificar a substituição de hidrômetros antigos e a macromedição da rede. Como reflexo dessas ações, o município já reduziu o desperdício de água, estabelecendo como meta prioritária atingir um índice de perdas inferior a 20% nos próximos anos, antecipando o prazo limite de 2033 determinado pelo Marco Legal do Saneamento (Prefeitura Municipal de Cordeirópolis, 2026).

2.1.6 Balanço entre consumos e demandas de abastecimento de água na área de planejamento

A análise do sistema de abastecimento de água em Cordeirópolis controlada pelo SAAE (SINISA, 2024), permite concluir que o sistema conta com capacidade instalada superior à demanda atual, o que é positivo do ponto de vista da segurança hídrica e da capacidade de expansão. No entanto, reforça-se a necessidade de controle rigoroso de perdas, eficiência energética e gestão tarifária equilibrada.

Tabela 17 – Indicadores operacionais e comerciais do município de Cordeirópolis.

Indicador	Valor	Unidade	Observações
Perdas totais de água por ligação	44,49	%	Considera as perdas reais e aparentes ocorridas no sistema de distribuição até o ponto de entrega ao usuário.
Volume de água não faturado	724,68	mil m³/ano	Diferença entre o volume produzido e o faturado.
Consumo total médio per capita de água	166,90	litros/habitante/dia	Com base no volume consumido e população atendida.
Atendimento da população urbana com rede de abastecimento de água	99,00	%	Cobertura total da população urbana.
Micromedição do volume de água consumido	89,25	%	Percentual de ligações com hidrômetro funcionando.
Macromedição do volume de água de entrada no sistema de distribuição	100	%	Controle da produção nas unidades operacionais.

Fonte: SINISA, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.





O índice de perdas na distribuição informado é de 44,49%, o que representa um valor superior à média nacional, que gira em torno de 37%, e às metas recomendadas pelos Comitês PCJ (20%) e pela ARSESP (23%).

O consumo médio per capita, segundo dados compilados pelo SINISA (2024), foi de 166,9 litros por habitante ao dia, enquanto o volume de água não faturado correspondeu a 724,68 mil m³/ano. O índice de atendimento da população urbana com rede de abastecimento de água atingiu 99%, indicando que o serviço se encontra próximo da universalização na área urbana do município.

Em relação à medição dos volumes, a micromedição da água consumida alcançou 89,25%, enquanto a macromedição do volume de entrada no sistema de distribuição foi de 100%. Embora o sistema apresente cobertura elevada e controle integral da água que entra na distribuição, o índice de perdas permanece elevado.

2.1.7 Estrutura de Tarifação, Índice de Inadimplência, Receita Operacional e Indicadores Operacionais

No contexto dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, é importante diferenciar os conceitos de taxa e tarifa. A taxa é um tributo cobrado pelo poder público em decorrência da prestação de um serviço público específico e divisível, prestado ou posto à disposição do contribuinte, conforme definido pelo Código Tributário Nacional.

Já a tarifa é a contraprestação paga diretamente ao prestador de serviço, público ou privado, pela utilização efetiva de um serviço, sob regime contratual. No caso de Cordeirópolis, os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário são operados pelo SAAE, autarquia municipal responsável pela prestação dos serviços. A remuneração ocorre por meio de tarifas pagas diretamente pelos usuários, conforme estrutura tarifária submetida à regulação da ARES-PCJ. Atualmente, o município manifestou a necessidade de realização de uma revisão tarifária, a fim de reavaliar os valores e critérios aplicados à prestação dos serviços.





O regime tarifário do custo de serviço tem por objetivo evitar que os preços fiquem abaixo dos custos de manutenção e operação, além de garantir que o preço final seja estabelecido entre a receita bruta e a receita requerida para a remuneração de todos os custos de produção. Dentre os principais objetivos da tarifação, pode-se constatar os seguintes critérios:

- Evitar que o preço fique abaixo do custo;
- Evitar o excesso de lucro;
- Viabiliza a administração na definição e revisão de tarifas;
- Impedir a má-alocação de recursos e a produção ineficiente;
- Estabelecer preços não discriminatórios entre os consumidores.

Em atendimento às diretrizes nacionais para o saneamento básico tem-se a Lei Federal nº 11.445/2007, alterada pela Lei nº 14026/2020 – Novo Marco Legal do Saneamento, os serviços desta área devem ser prestados em condições de sustentabilidade e equilíbrio econômico-financeiro.

Desta forma, com o intuito de apresentar mais informações sobre os custos operacionais efetuados em Cordeirópolis, abaixo segue a tabela com as informações do SINISA – 2024 e, a metodologia de cálculo para os principais indicadores.

Tabela 18 – Indicadores do sistema de abastecimento de água – SAA da SAAE.

ITEM	INDICADOR	R\$/m ³
IFA1001	Receita operacional direta média de usuários de água	3,34
IFA2002	Despesa total média de água incluindo tributos	3,45

Fonte: SINISA, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

O IFA1001 – Receita Operacional Direta Média de Usuários de Água corresponde à relação entre a receita obtida diretamente dos usuários e o volume de água faturado a eles, desconsiderando o volume exportado faturado. O indicador expressa a receita média obtida pelo prestador para cada metro cúbico de água faturado aos usuários. Para calculá-lo, utiliza-se a seguinte fórmula:





O IFA2002 – Despesa Total Média de Água Incluindo Tributos é calculado pela divisão das despesas totais com o serviço de abastecimento de água pelo volume total de água faturado. Esse indicador representa a despesa média do prestador para cada metro cúbico de água faturado. Para calculá-lo, utiliza-se a seguinte fórmula:

2.1.8 Considerações Finais sobre o Sistema de Abastecimento de Água

O sistema de abastecimento de água de Cordeirópolis apresenta uma estrutura consolidada, resultado de investimentos contínuos em infraestrutura e gestão operacional. O município conta atualmente com um atendimento na área urbana praticamente universalizado (atingindo cerca de 99% de abrangência). Entretanto, diferentemente de municípios que figuram no topo de rankings nacionais, Cordeirópolis ainda enfrenta passivos estruturais pontuais, como a ausência de cobertura em algumas zonas rurais e assentamentos.

A operação do sistema, sob responsabilidade do SAAE, baseia-se majoritariamente na captação superficial, nas represas do Cascalho, Santa Marina (1 e 2) e no Barro Preto, inseridos na sub-bacia do Ribeirão Tatu. Apesar de essas fontes garantirem o fornecimento atual, a análise crítica desse eixo revela desafios persistentes que exigem ações estruturantes urgentes, principalmente porque o município não é banhado por grandes rios e depende de represamentos vulneráveis a variações sazonais, o que já expôs a cidade a dois períodos recentes de racionamento de água. Como resposta direta a esse gargalo, o município anunciou em junho de 2026 um plano histórico de mais de R\$ 20 milhões em investimentos para modernizar o saneamento e ampliar a segurança hídrica.

O índice de perdas no sistema é, sem dúvida, o principal ponto de atenção técnica. No primeiro semestre de 2023, o diagnóstico apontou que





Cordeirópolis registrou 45,4% de perdas hídricas globais, um percentual elevado das metas recomendadas pela agência reguladora ARES-PCJ. A manutenção desses índices elevados compromete severamente a eficiência econômica e a sustentabilidade do sistema da autarquia. As perdas físicas forçam um aumento desnecessário da captação e multiplicam os custos operacionais com tratamento químico e energia elétrica, além de ameaçarem a segurança hídrica em períodos de estiagem. No entanto, por meio de uma intensa campanha de identificação de vazamentos históricos e melhorias operacionais, o SAAE conseguiu reduzir de forma expressiva o índice de desperdício de 60% para 28% em junho de 2026, traçando como meta prioritária atingir um índice de perdas inferior a 20% nos próximos anos.

Outra questão crítica é a segurança hídrica do município. As represas enfrentam pressões ambientais crescentes provocadas pela poluição dos mananciais de abastecimento, além de desafios práticos de vulnerabilidade como a proximidade da Rodovia Washington Luiz. Para mitigar esses impactos socioambientais na área de captação, o SAAE avança nas tratativas para a assinatura de um Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) com o Ministério Público focado em implantar soluções de esgotamento sanitário na área dos mananciais do Cascalho. Isso reforça a necessidade de manter e ampliar as ações de controle de poluição e proteção de mananciais, sob pena de comprometer a saúde pública. Em resumo, os pontos prioritários de melhoria identificados foram:

- Redução agressiva de perdas e setorização: Meta de reduzir as perdas globais para um patamar inferior a 20%, viabilizada pela substituição planejada de 6.874 hidrômetros antigos com mais de 5 anos de uso por modelos novos de Classe B, intensificação das pesquisas acústicas de vazamentos não visíveis na rede e a implantação definitiva do projeto de setorização hidráulica com a subdivisão da rede urbana em 22 setores propostos.
- Modernização tecnológica e CCO: Implantação oficial do sistema de informação geográfica inteligente Giswater, iniciada em julho de 2026 com o suporte dos Comitês PCJ e da Agência das Bacias PCJ. A





tecnologia permitirá a simulação hidráulica do cadastro de redes em ambiente SIG e a integração de macromedidores de vazão e sensores de nível hidrostáticos submersíveis via telemetria remota ao futuro Centro de Controle Operacional (CCO).

- Diversificação e ampliação de fontes: Ampliação da infraestrutura de captação futura a partir das represas Santa Marina 1 e 2, início do desassoreamento da Represa do Cascalho (Mirante) em julho de 2026 para dobrar a capacidade de armazenamento de água bruta, e a operação coordenada da ETA Cascalho que possui capacidade nominal de tratamento de 435 m³/h (cerca de 120 l/s) de forma integrada ao bombeamento dos quatro poços tubulares profundos ativos do município.
- Eficiência energética: Redução de custos eletromecânicos de bombeamento com a substituição de motores e a instalação de inversores de frequência nos painéis elétricos das estações elevatórias de água bruta, tratada e nos poços artesianos do SAAE.
- Integração das políticas urbanas: Articulação institucional do SAAE junto ao setor de obras da prefeitura para alterar a legislação municipal de parcelamento do solo (Plano Diretor), adequando a aprovação de novos empreendimentos imobiliários à capacidade de captação e aos limites físicos naturais de disponibilidade de água do município.

Cordeirópolis tem avançado significativamente com novos projetos técnicos, buscando um patamar de modernização de referência nas bacias PCJ com o apoio de novas tecnologias. Contudo, manter a estabilidade atual e avançar para um sistema mais eficiente, resiliente e sustentável exige a continuidade das ações de redução das perdas de água, que já passaram de 60% para 28% e têm como meta atingir patamar inferior a 20%, além do fortalecimento da segurança hídrica por meio da ampliação da capacidade de reservação e da busca por novas alternativas de captação.

2.1.9 Síntese do Diagnóstico do Sistema de Abastecimento de Água





A partir das análises realizadas sobre o sistema de abastecimento de água do município de Cordeirópolis, foi possível identificar as principais características, potencialidades e desafios que envolvem a operação e a gestão desse serviço. Nesse sentido, o quadro abaixo apresenta um resumo com as informações mais relevantes, sintetizadas de forma objetiva, subsidiando a formulação de propostas e ações na etapa de Prognóstico.

Quadro 5 – Síntese do Diagnóstico do SAA de Cordeirópolis.

TEMÁTICA	POTENCIALIDADES	DESAFIOS
Universalização do serviço	Cobertura de água tratada praticamente universalizada na área urbana, com cerca de 99% de abrangência.	Necessidade de expandir a infraestrutura para bairros periféricos, assentamentos e zonas rurais como Santa Rita e XX de Novembro que ainda dependem de água bruta, do abastecimento por caminhões-pipa devido à contaminação e lacração de poços.
Qualidade da água	Monitoramento dos processos de potabilidade na ETA e tratativas para assinatura de TAC com o Ministério Público, visando à implantação de esgotamento sanitário na área de contribuição do Cascalho.	Reduzir riscos de contaminação dos mananciais por pesticidas ligados ao cultivo de cana-de-açúcar e por possíveis derramamentos de cargas químicas na Represa Santa Marina, próxima à Rodovia Washington Luiz.
Fonte de abastecimento	Sistema composto por captações superficiais em Cascalho, Barro Preto, além de 4 poços tubulares profundos ativos. A ETA Cascalho possui capacidade de 435 m³/h (cerca de 120 L/s). Em junho de 2026 foram anunciados R\$ 20 milhões em investimentos.	Dependência de pequenos barramentos locais e baixa disponibilidade de cursos d'água de maior porte, situação que já resultou em dois períodos recentes de racionamento. O desassoreamento da Represa do Cascalho e o projeto nas barragens Santa Marina 1 e 2 ampliam a reservação, embora a vazão permaneça limitada pelo mesmo córrego alimentador.
Eficiência operacional	Revisão do Plano Diretor de Combate a Perdas e captação de recursos pelo FEHIDRO.	O índice de perdas, que era de 45,4% em 2023, foi reduzido para 28% em junho de 2026, com meta de alcançar valor inferior a 20% nos próximos anos.



TEMÁTICA	POTENCIALIDADES	DESAFIOS
Sustentabilidade e segurança hídrica	Inserção na UGRHI 5 e alinhamento ao Plano das Bacias PCJ 2020-2035.	Necessidade de combater o assoreamento dos mananciais e ampliar a recuperação de APPs e nascentes, reduzindo os efeitos da degradação ambiental histórica.
Monitoramento e gestão	Implantação do sistema Giswater, iniciada em julho de 2026, com apoio dos Comitês PCJ e da Agência das Bacias PCJ.	Implantação de CCO automatizado, modernização da telemetria, instalação de sensores nas 16 áreas de reservação, substituição de 6.874 hidrômetros antigos e divisão da rede em 22 setores de abastecimento.
Eficiência energética	Possibilidade de captação de recursos para diagnósticos energéticos e instalação de inversores de frequência em elevatórias e poços profundos.	Reduzir custos de bombeamento e rompimentos por meio da setorização da rede e instalação de Válvulas Redutoras de Pressão (VRPs).

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.



2.2. SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

O esgotamento sanitário é um dos componentes mais sensíveis do saneamento básico e, quando inadequado, compromete diretamente a saúde pública, a qualidade ambiental e o desenvolvimento econômico local. Em grande parte dos municípios brasileiros, os déficits nesse serviço decorrem não apenas da escassez histórica de investimentos, mas também da ausência de soluções sanitárias apropriadas — sejam elas individuais, coletivas, centralizadas ou descentralizadas. Esse cenário é agravado pelo crescimento urbano desordenado e pela desarticulação entre políticas de uso do solo, infraestrutura urbana e planejamento sanitário.

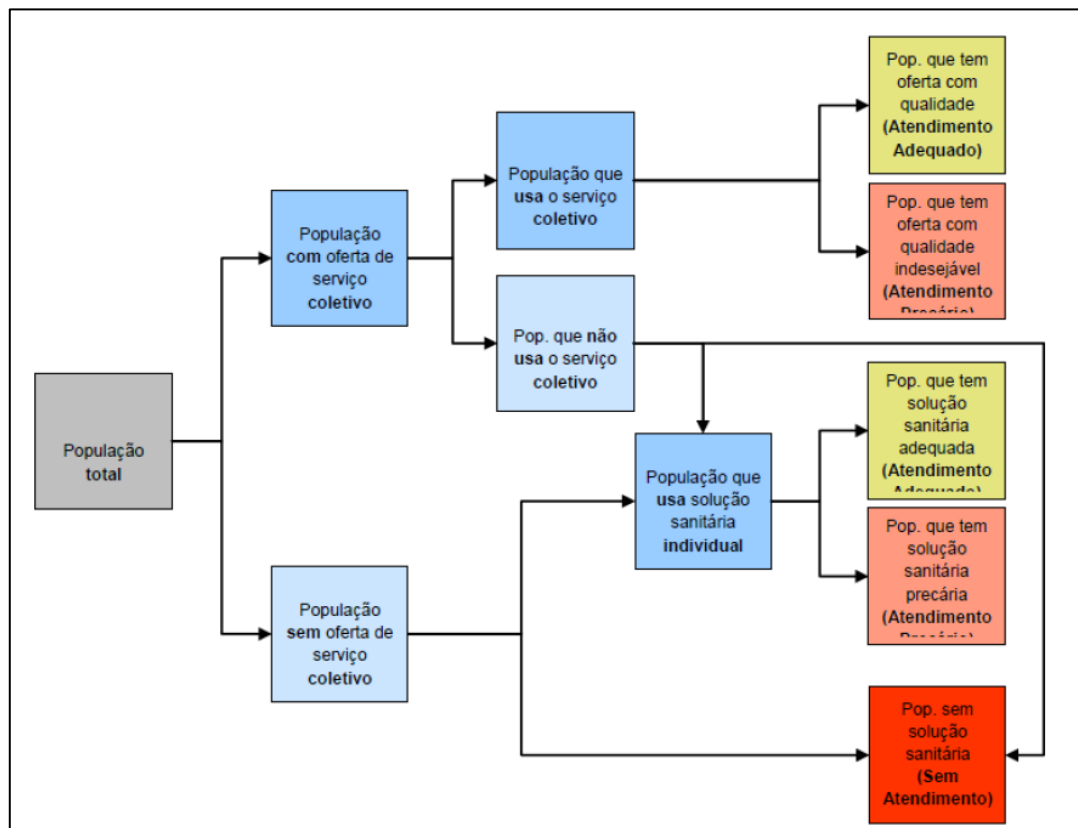
As diretrizes nacionais reafirmadas pelo Plano Nacional de Saneamento Básico reforçam a necessidade de ampliar o acesso aos serviços de coleta, tratamento e disposição final de esgoto, articulando ações de curto, médio e longo prazo. Essa perspectiva se conecta diretamente aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, especialmente os ODS 6 (Água Potável e Saneamento) e ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura), que defendem a universalização do acesso, a modernização das infraestruturas e a adoção de tecnologias mais eficientes e resilientes.

Nesse contexto, os princípios da Economia Circular despontam como uma abordagem estratégica para o setor de esgotamento sanitário, promovendo o uso mais eficiente dos recursos, a valorização de subprodutos do tratamento (como água de reuso e lodo estabilizado) e a integração de soluções inovadoras que reduzem impactos ambientais e aumentam a sustentabilidade operacional dos sistemas.

Assim, o fluxograma apresentado a seguir, extraído do relatório Panorama do Saneamento no Brasil – Volume 2, ilustra a classificação dos municípios brasileiros quanto ao acesso aos serviços de esgotamento sanitário, evidenciando os diferentes níveis de cobertura e as condições estruturais que influenciam a prestação desse serviço essencial.



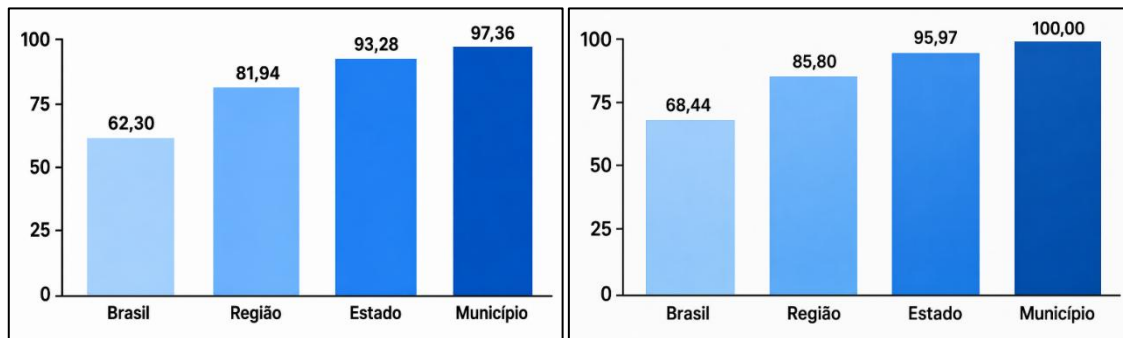
Figura 17 - Classificação do acesso aos serviços de esgotamento sanitário.



Fonte: Panorama do Saneamento Básico no Brasil, 2011.

De acordo com os dados disponibilizados pelo Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico, observa-se que, no Brasil, 62,30% da população total é atendida com rede coletora de esgoto, enquanto na Região esse índice corresponde a 81,94%, no Estado a 93,28% e, no Município, a 97,36%. Em relação à população urbana, os índices de atendimento são de 68,44% no Brasil, 85,80% na Região, 95,97% no Estado e 100,00% no Município. Desse modo, nos gráficos abaixo é possível visualizar os dados de cobertura da rede coletora de esgoto, em âmbito Nacional, Regional, Estadual e Municipal.

Gráfico 19 – Panorama do atendimento da população total e urbana com rede coletora de esgoto.



Fonte: SNISA, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

Comparando o percentual de atendimento do serviço de esgotamento sanitário em Cordeirópolis com as outras regiões do país, constata-se que o município se encontra em posição de destaque, apresentando índices de atendimento maiores em comparação aos demais, muito devido a uma série de fatores estruturais, institucionais e operacionais.

Em primeiro lugar, os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário são de responsabilidade do Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE), autarquia municipal criada em 1971 pela Lei nº 744. Desde então, o município mantém a gestão direta desses serviços, o que proporciona maior autonomia para planejar investimentos, executar melhorias e atender às necessidades da população de forma mais eficiente.

Em segundo lugar a qualidade e a regularidade dos serviços são acompanhadas pela Agência Reguladora PCJ (ARES-PCJ), responsável por fiscalizar os aspectos técnicos, econômicos e sanitários da prestação dos serviços.

Esse modelo de gestão demonstra o compromisso de Cordeirópolis com o planejamento contínuo do saneamento básico, buscando garantir a eficiência dos serviços, a proteção dos recursos ambientais e a melhoria da qualidade de vida da população.

A tabela abaixo mostra os indicadores mais recentes do sistema de esgotamento sanitário do município de Cordeirópolis presentes no Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico – SNISA.



Tabela 20 – Indicadores do sistema de esgotamento sanitário de Cordeirópolis.

Sistema de Esgotamento Sanitário	2024
GTE0023 - População total atendida com esgotamento sanitário [habitantes]	24.467
GTE0006 - Quantidade de economias urbanas ativas de esgoto [economias]	9.430
GTE1001 - Extensão da rede pública de esgotamento sanitário [km]	145,00
GTE0003 - Quantidade de ligações ativas de esgoto [ligações]	9.289
IES1001 – Extensão de rede de esgoto por ligação [m/ligação]	12,52
IES0001 – Atendimento da população total com rede coletora de esgoto [percentual]	97,36
IES2005 - Consumo médio de energia elétrica no serviço de esgotamento sanitário [KWh/m³]	1,56

Fonte: SNISA, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

Ressalta-se que os municípios que apresentam baixos índices de coleta e tratamento de esgoto tendem a enfrentar processos intensos de degradação ambiental, maior incidência de doenças de veiculação hídrica e outros problemas de saúde pública, decorrentes da ausência de saneamento adequado. Além disso, tais deficiências comprometem a valorização imobiliária, dificultam a atração de investimentos e geram entraves ao desenvolvimento econômico local, resultando na consequente redução da qualidade de vida da população.

De acordo com a Lei Federal nº 14.026 de 2020, deve-se estabelecer um sistema de informações sobre os serviços, articulado com o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico – SNISA. E também, com a atualização periódica do Plano Municipal de Saneamento Básico, que deve ser revisto por exigência legal em prazo não superior a dez anos, este sistema poderá ser complementado com outros indicadores que no decorrer do processo forem considerados relevantes para o acompanhamento do serviço de esgotamento sanitário no município.

Em Cordeirópolis, o esgotamento sanitário passou por um importante avanço com a inauguração da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), em junho de 2020, permitindo que o município alcançasse a universalização do atendimento na área urbana, com 100% do esgoto coletado e tratado. Operada pelo SAAE, a ETE utiliza a combinação de reator anaeróbio (UASB)





e sistema aeróbio de lodos ativados, alcançando eficiência média de aproximadamente 94% na remoção da carga poluidora.

A estação foi dimensionada para atender ao crescimento futuro do município, dispondo de capacidade operacional superior à demanda atual.

Diferente do cenário urbano, a zona rural possui esgotamento praticamente inexistente por rede coletora convencional. Para solucionar este gargalo, o SAAE realiza o esvaziamento programado das fossas das residências isoladas aproximadamente uma vez por mês e transporta os resíduos para tratamento na ETE urbana. No assentamento Santa Rita, o tratamento descentralizado é realizado por meio de biodigestores, enquanto na área de expansão urbana do bairro do Cascalho há tratativas de um Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) junto ao Ministério Público para a proteção dos mananciais de captação.

Atualmente, o maior desafio operacional do sistema na área urbana reside nas ligações irregulares de águas pluviais na rede coletora, que sobrecarregam a ETE em períodos de chuva.

2.2.1 Características Gerais dos Sistemas de Esgotamento Sanitário

i. Estações de Tratamento de Esgoto – ETE

O processo de tratamento de esgoto é classificado em etapas sucessivas. O tratamento preliminar objetivo apenas a remoção dos sólidos grosseiros, materiais de maiores dimensões e areia, enquanto o tratamento primário visa a remoção de sólidos sedimentáveis e parte da matéria orgânica. Nestes dois tipos de tratamento, predominam os mecanismos físicos de remoção de poluentes.

Por outro lado, no tratamento secundário, predominam mecanismos biológicos (sistemas anaeróbios, filtros biológicos, lagoas de estabilização, lodos ativados, dentre outros), tendo como objetivo principal a remoção de matéria orgânica e, eventualmente, nutrientes (nitrogênio e fósforo).

O tratamento terciário objetiva a remoção de poluentes específicos (usualmente tóxicos ou compostos não biodegradáveis) ou ainda, a remoção





complementar de poluentes não suficientemente removidos no tratamento secundário, nutrientes e patógenos. A remoção de nutrientes e patógenos também pode ser considerada integrante do tratamento secundário dependendo do sistema, visto que o tratamento terciário é bastante raro no Brasil.

Em Cordeirópolis, o tratamento do esgoto é realizado por meio de um sistema que combina processos anaeróbios e aeróbios, utilizando o reator UASB como etapa inicial do tratamento biológico, seguido pelo sistema de Lodos Ativados. Essa combinação permite a degradação da matéria orgânica presente no esgoto bruto e a redução da carga poluidora antes do lançamento do efluente tratado, contribuindo para a eficiência do sistema e para a preservação da qualidade dos recursos hídricos.

Após o tratamento biológico, o efluente segue para o tanque de contato, onde ocorre a etapa de desinfecção por meio da aplicação de cloro. Esse processo tem como objetivo reduzir a presença de microrganismos e garantir condições adequadas para o lançamento no corpo receptor. O efluente tratado é destinado ao Ribeirão Tatu, localizado na UGRHI 5 – Bacias PCJ, importante curso d'água da região e afluente do Rio Piracicaba.

A Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) foi implantada no âmbito do Programa Água Limpa, com investimento de aproximadamente R\$ 20,9 milhões, viabilizado pelo Governo do Estado de São Paulo por meio do Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE). O sistema contemplou a implantação da própria estação e da infraestrutura necessária para condução dos efluentes até a unidade de tratamento. A unidade foi dimensionada para atender integralmente a demanda de esgotamento sanitário do município, considerando o crescimento populacional previsto para o horizonte de projeto. E apresenta atualmente uma capacidade operacional disponível estimada entre 20% e 30%, permitindo o atendimento de novas demandas conforme a expansão do sistema de coleta.

O lançamento do efluente tratado ocorre no Ribeirão Tatu, após a passagem pelas diferentes etapas de tratamento da ETE. Atualmente, a área urbana de Cordeirópolis conta com 100% do esgoto tratado, representando um avanço significativo na redução da carga poluidora lançada nos cursos d'água.

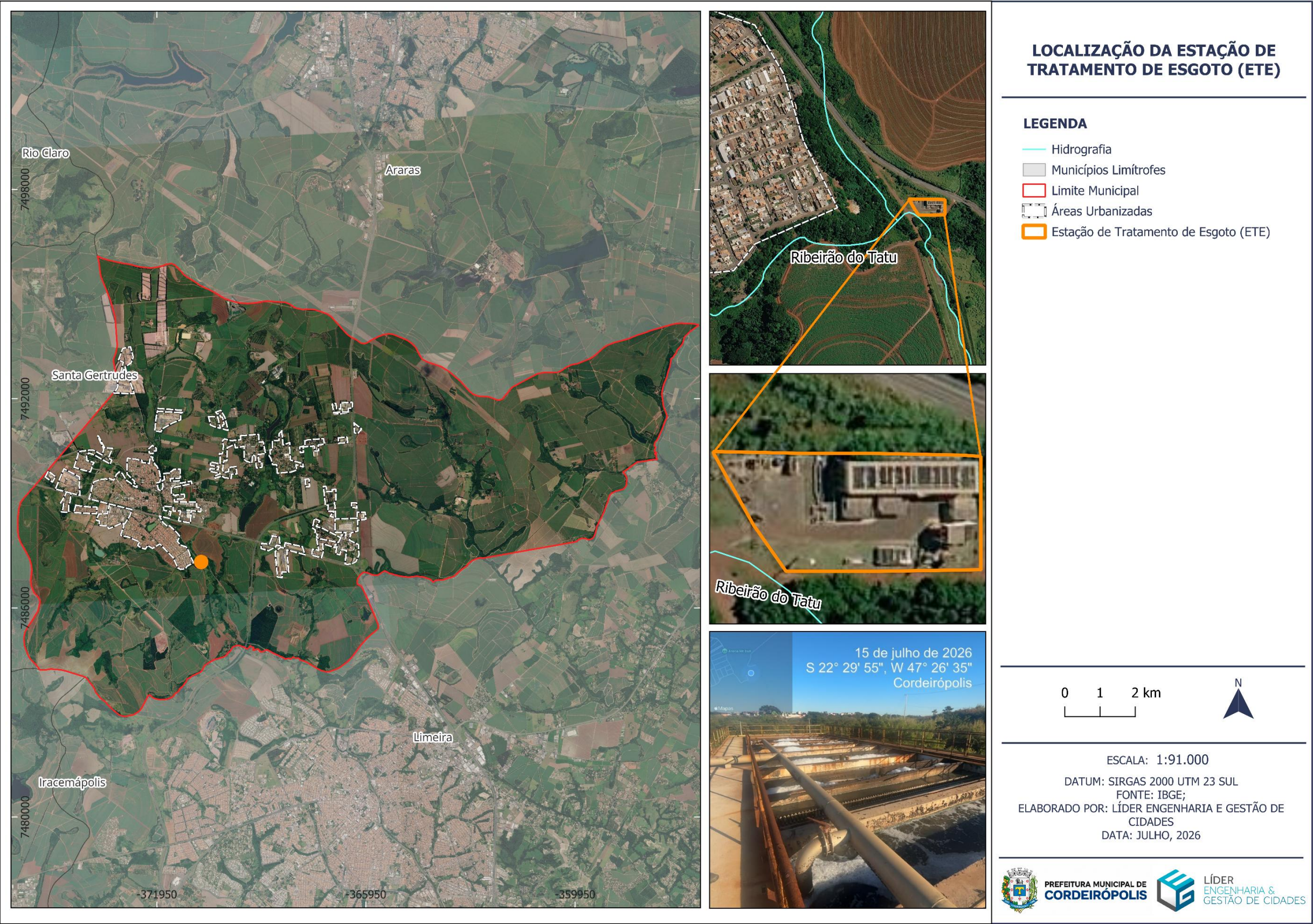




Nas áreas rurais e assentamentos, contudo, ainda são adotadas soluções individuais de esgotamento sanitário em locais não atendidos pela rede coletora, a exemplo do Assentamento Vinte de Novembro, onde foram implantadas fossas sépticas para atendimento das famílias.

Além da ampliação do atendimento, o SAAE mantém ações voltadas ao aprimoramento da gestão operacional do sistema. Entre os pontos de atenção está a entrada indevida de águas pluviais na rede de esgoto, decorrente principalmente de ligações irregulares, situação que aumenta a vazão encaminhada à ETE e pode dificultar o funcionamento adequado do processo de tratamento durante períodos de chuva intensa.





Mapa 15 – Localização da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE).



A seguir, apresenta-se o funcionamento do processo de tratamento adotado na ETE de Cordeirópolis e as fotos registradas durante visita técnica, descrito em etapas:

A) Chegada do Esgoto Bruto

O esgoto gerado na área urbana de Cordeirópolis é coletado pela rede de esgotamento sanitário e conduzido até a Estação de Tratamento de Esgoto por meio de um sistema de coletores com aproximadamente 5,45 km de extensão. A infraestrutura permite o encaminhamento para tratamento dos efluentes que anteriormente eram lançados em cursos d'água locais, especialmente no Ribeirão Tatu.

Figura 18 – Estação elevatória de esgoto bruto.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

B) Gradeamento

O esgoto bruto chega inicialmente ao sistema de gradeamento, onde passa por grades metálicas responsáveis pela retenção dos sólidos grosseiros, evitando que provoquem obstruções, desgaste ou danos aos equipamentos das etapas seguintes do tratamento. Como complemento a essa etapa, a ETE conta com uma

peneira rotativa mecanizada, responsável pela remoção de partículas sólidas de menor dimensão que possam atravessar o gradeamento inicial, contribuindo para a proteção dos equipamentos e para a eficiência das etapas posteriores. Os resíduos retidos nesses dispositivos são periodicamente removidos, acondicionados em caçambas e destinados ao Aterro Sanitário em Valas de Cordeirópolis, conforme as diretrizes adotadas pelo SAAE. Em períodos chuvosos, o sistema pode sofrer maior demanda operacional devido ao carreamento de sedimentos e resíduos provenientes de ligações irregulares de águas pluviais na rede de esgoto, exigindo maior acompanhamento e controle da operação.

Figura 18 – Sistema de gradeamento.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

Figura 19 – Caçamba de armazenamento de resíduos sólidos grosseiros.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

C) Desarenador

Na sequência, o esgoto segue para o desarenador, também denominado caixa de areia, onde são removidos materiais minerais mais pesados, como areia, terra e pedriscos, por meio da sedimentação por gravidade. Essa etapa tem como principal função proteger as unidades seguintes do sistema, reduzindo o desgaste de bombas e tubulações e evitando o acúmulo desses materiais nas etapas posteriores do tratamento.

Figura 20 – Sistema de Desarenação da ETE Cordeirópolis.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

D) Medidor de Vazão (Calha Parshall)

Após as etapas de tratamento preliminar, o esgoto segue para a Calha Parshall, dispositivo hidráulico responsável pela medição da vazão afluyente à Estação de Tratamento de Esgoto. Essa estrutura permite acompanhar o volume de esgoto que chega à unidade, fornecendo informações importantes para o controle da operação e para a avaliação do funcionamento do sistema.

Os dados de vazão auxiliam no registro dos volumes tratados, no acompanhamento das condições operacionais das etapas seguintes e na formação de históricos que podem subsidiar o planejamento e eventuais ampliações do sistema.

Figura 21 – Calha Parshall da ETE Cordeirópolis.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

E) Elevatória

Após passar pelo tratamento preliminar e pela medição de vazão, o esgoto segue para a estação elevatória, unidade responsável pelo bombeamento do efluente até os reatores biológicos. Essa estrutura é necessária quando as diferenças de nível entre as unidades não permitem que o escoamento ocorra apenas por gravidade, garantindo a continuidade do fluxo dentro da ETE.

A elevatória opera por meio de conjuntos de bombeamento que conduzem o efluente até as unidades posteriores de tratamento, mantendo condições adequadas de vazão e evitando interrupções no processo.

Figura 22 – Bomba elevatória secundária.

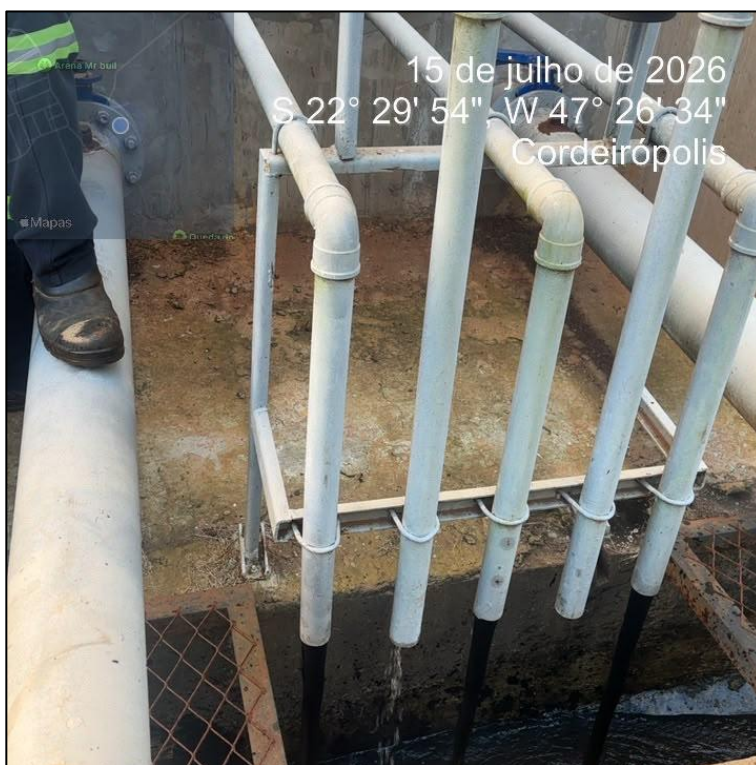


Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

F) Reator (UASB + Lodo Ativado)

O tratamento biológico representa a principal etapa da Estação de Tratamento de Esgoto, sendo realizado por meio do Sistema UBOX, que integra um reator anaeróbico de fluxo ascendente (UASB) com um sistema de Lodos Ativados. A utilização dessa tecnologia combinada possibilita maior eficiência na remoção da carga orgânica do esgoto, sendo uma alternativa adequada ao município devido às limitações de disponibilidade de áreas para implantação de sistemas extensivos, como lagoas de estabilização. O processo ocorre em duas etapas complementares. Inicialmente, o efluente passa pelo reator UASB, onde microrganismos atuam na decomposição da matéria orgânica em ambiente sem presença de oxigênio, promovendo a redução inicial da carga poluidora. Na sequência, o efluente segue para o sistema de Lodos Ativados, no qual ocorre a introdução controlada de oxigênio para estimular a atividade dos microrganismos aeróbios, complementando a remoção da matéria orgânica e aumentando a eficiência do tratamento.

Figura 23 – Sistema UASB e Lodo Ativado.



(a) Sistema de bombeamento do lodo.



(b) Reator UASB.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

G) Tanque de Contato + Cloração

Após o tratamento biológico, o efluente segue para o tanque de contato, onde ocorre a etapa de desinfecção antes do lançamento no corpo receptor. Essa unidade tem como principal função reduzir a presença de microrganismos que possam permanecer após as etapas anteriores do tratamento.

Nesse processo, é realizada a aplicação de cloro como agente desinfetante. O tanque proporciona o tempo de contato necessário entre o produto e o efluente, permitindo que a desinfecção ocorra de forma adequada e contribuindo para melhores condições sanitárias antes do lançamento final.

Figura 24 – Tanque de contato e sistema de cloração da ETE Cordeirópolis.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

H) Escada Dissipadora de Energia

Após a desinfecção, o efluente tratado segue para a escada dissipadora de energia, estrutura hidráulica localizada na saída da estação, antes do lançamento no corpo receptor. Sua principal função é reduzir a velocidade do escoamento, diminuindo a energia da água e evitando impactos excessivos no ponto de lançamento.

A passagem do efluente pelos degraus também aumenta o contato com o ar, favorecendo sua aeração antes da chegada ao corpo receptor. Dessa forma, a estrutura contribui para que o lançamento ocorra de maneira mais controlada e adequada.

Figura 25 – Escada Dissipadora de Energia.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

I) Lançamento no Corpo Receptor

Após passar pelas etapas de tratamento físico, biológico e de desinfecção, o efluente tratado é conduzido até o ponto de lançamento no Ribeirão Tatu. Essa etapa representa o encerramento do processo realizado pela ETE, devolvendo o efluente ao ambiente natural de forma controlada.

O lançamento ocorre após a redução da carga poluidora ao longo das diferentes etapas de tratamento, de modo que o efluente apresente condições adequadas para sua disposição no corpo receptor.

Figura 26 - Lançamento no Corpo Receptor.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

J) Monitoramento e análise

A ETE conta atualmente com uma estrutura básica para acompanhar o funcionamento do tratamento, mas seu laboratório ainda não possui todos os equipamentos necessários para realizar internamente as análises do esgoto bruto e do efluente tratado. Por enquanto, o acompanhamento feito pela equipe está concentrado em verificações mais simples, como pH, temperatura e odor, de acordo com os instrumentos disponíveis na unidade.

Para melhorar esse controle, o município está providenciando a aquisição de um fotolorímetro e de um oxímetro. Enquanto esses equipamentos e os demais materiais necessários não estiverem disponíveis, análises como oxigênio dissolvido, fósforo total, nitrogênio amoniacal, DBO e DQO não são realizadas rotineiramente no laboratório.

Figura 27 - Laboratório de controle operacional da ETE Cordeirópolis.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

Também são previstas análises microbiológicas para identificar a presença de coliformes. Além disso, atendendo a uma exigência da CETESB, o município deve realizar mensalmente uma análise detalhada sobre a qualidade do efluente tratado,



bem como a coleta de amostras à montante e à jusante do ponto de lançamento no corpo hídrico receptor.

Por fim, a ETE de Cordeirópolis apresenta um sistema de tratamento moderno e compatível com as demandas atuais do município, utilizando uma tecnologia combinada capaz de promover elevada eficiência na remoção da carga poluidora e garantir o tratamento integral do esgoto coletado na área urbana. O sistema opera atualmente com uma folga operacional estimada de aproximadamente 20% a 30%, proporcionando margem de segurança segura para o crescimento demográfico e futuro do município.

Cabe destacar que, apesar da eficiência operacional da unidade, alguns aspectos permanecem em acompanhamento, especialmente relacionados à entrada indevida de águas pluviais na rede de esgoto, que pode alterar as condições de vazão afluente e interferir no desempenho do processo biológico. Além disso, como medida de controle ambiental, a CETESB estabeleceu a realização de análises mensais da qualidade da água no Ribeirão Tatu, considerando pontos localizados a montante e a jusante do lançamento do efluente tratado, permitindo o acompanhamento das condições do corpo receptor e a avaliação dos possíveis impactos associados à operação da estação.

2.2.2 Corpo Hídrico Receptor – Ribeirão Tatu

A Resolução CONAMA nº 430 de 2011 dispõe sobre a classificação dos corpos de água e estabelece condições e padrões de lançamento de efluentes. Segundo o artigo 10 desta resolução, os valores máximos estabelecidos para os parâmetros relacionados em cada uma das classes de enquadramento, deverão ser obedecidos nas condições de vazão de referência.

Os limites de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), estabelecidos para as águas doces de classes 2 e 3, poderão ser elevados, caso o estudo da capacidade de autodepuração do corpo receptor demonstre que as concentrações mínimas de oxigênio dissolvido (OD) previstas não serão desobedecidas nas condições de vazão de referência, com exceção da zona de mistura.

Esta resolução também estabelece que, os valores máximos admissíveis dos parâmetros relativos às formas químicas de nitrogênio e fósforo, nas condições de

vazão de referência, poderão ser alterados em decorrência de condições naturais ou quando estudos ambientais específicos, que considerem também a poluição difusa, comprovem que esses novos limites não acarretarão prejuízos para os usos previstos no enquadramento do corpo de água.

A resolução citada estabelece metas obrigatórias através de parâmetros para o lançamento de efluentes, de forma a preservar as características do corpo de água. Para os parâmetros não incluídos nas metas obrigatórias, os padrões de qualidade a serem obedecidos são os que constam na classe na qual o corpo receptor estiver enquadrado. Na ausência de metas intermediárias progressivas obrigatórias, devem ser obedecidos os padrões de qualidade da classe em que o corpo receptor estiver enquadrado.

A Resolução CONAMA nº 430 de 2011, através do Artigo 21 define os padrões de lançamento, modificando os limites estabelecidos para alguns parâmetros definidos anteriormente pela Resolução nº 357 de 2005, e acrescenta um parágrafo onde especifica que o parâmetro nitrogênio amoniacal total não é mais aplicável em sistemas de tratamento de esgotos sanitários.

Na prática, quanto aos valores estabelecidos pela Legislação Federal referente aos lançamentos de esgotamento sanitário, é fixado a taxa máxima de 120 mg/l para DBO_{5,20}, sendo permitida concentração superior a essa apenas quando o sistema tiver eficiência de 60%.

Desta forma, no município de Cordeirópolis, o principal corpo hídrico receptor do sistema de esgotamento sanitário é o Ribeirão Tatu, responsável por receber o efluente tratado proveniente da ETE municipal, desde que atendidos os padrões e as condicionantes ambientais vigentes. O município está inserido na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí – UGRHI 5, sendo o Ribeirão Tatu um dos cursos d'água de destaque da região e afluente do Rio Piracicaba. Sua bacia recebe contribuições de diferentes cursos d'água locais e apresenta importância ambiental para Cordeirópolis e municípios a jusante. O Ribeirão Tatu possui trecho formalmente enquadrado como Classe 4 no município de Limeira, conforme o Decreto Estadual nº 10.755/1977, sendo suas condições de qualidade hídrica objeto de acompanhamento em função das pressões urbanas e industriais existentes na bacia.



2.2.3 Sistemas Individuais

Apesar da falta de acesso a serviços de esgotamento sanitário também existir em grandes centros urbanos, há uma enorme disparidade da situação entre as áreas urbanas e as rurais. Sabe-se que a cada dez pessoas sem acesso a práticas adequadas de saneamento, sete vivem em áreas rurais (WHO/UNICEF, 2015).

Nessas regiões, 49% da população ainda convive com práticas consideradas inadequadas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e o Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF), como o uso de banheiros compartilhados, a defecação ao ar livre ou ainda o lançamento dos dejetos sem qualquer tratamento diretamente no solo ou em corpos d'água (WHO/UNICEF, 2015).

Apesar do baixo índice de cobertura das áreas rurais do Brasil por redes coletoras de esgotos, isso por si só não é um agravante para as condições sanitárias (SOUSA, 2004; FUNASA 2015). Os sistemas locais de tratamento de esgoto (também chamados de descentralizados) — se bem projetados, construídos e operados — são boas alternativas para garantir a saúde da população e, ao mesmo tempo, manter a integridade ambiental dessas localidades (MASSOUD; TARHINI; NASR, 2009), especialmente de áreas menos densamente habitadas (USEPA, 2002).

Os sistemas individuais, ou descentralizados, atendem residências unifamiliares ou pequeno número de contribuintes, recomendado para áreas com baixa densidade populacional e com nível de lençol freático adequado, uma vez que normalmente a disposição final do efluente tratado envolve infiltração.

É evidente que o despejo de esgoto sanitário sem tratamento nos mananciais piora a qualidade da água, sendo de extrema importância tratar e dispor adequadamente o esgoto. Em algumas áreas, essa questão é complicada devido ao afastamento em relação às estações de tratamento de esgoto, à geografia do local, ou mesmo, à falta de infraestrutura. Neste contexto, uma solução é a descentralização do tratamento do esgoto doméstico, com a implantação, por exemplo, de fossas sépticas, filtros e sumidouros.

Desenvolvidos para atender as comunidades mais isoladas, os sistemas individuais, quando bem executados e operados, se tornam uma opção efetiva como solução sanitária para o tratamento dos efluentes domésticos. É um dos mais

simples, porém eficientes, sistemas de tratamento de esgoto doméstico previsto nas Normas NBR 7.229 e 13.969, indicado para residências ou instalações localizadas em áreas não providas de rede de coleta.

Dentro desta abordagem são destacados os seguintes sistemas individuais de tratamento de esgotos, que quando operado em conjunto, atingem os níveis de tratamento exigido:

- Fossas Sépticas;
- Valas de Infiltração/Filtros;
- Sumidouro.

Segundo CHERNICHARO (2007), as fossas sépticas, ou tanques sépticos, são unidades de forma cilíndrica ou prismática retangular, de fluxo horizontal, destinadas principalmente ao tratamento primário de esgotos de residências unifamiliares e de pequenas áreas não servidas por redes coletoras. No tratamento, cumprem basicamente as seguintes funções:

- Separação gravitacional da espuma e dos sólidos, em relação ao líquido afluyente, vindo os sólidos a se constituir em lodo;
- Digestão anaeróbia e liquefação parcial do lodo;
- Armazenamento do lodo.

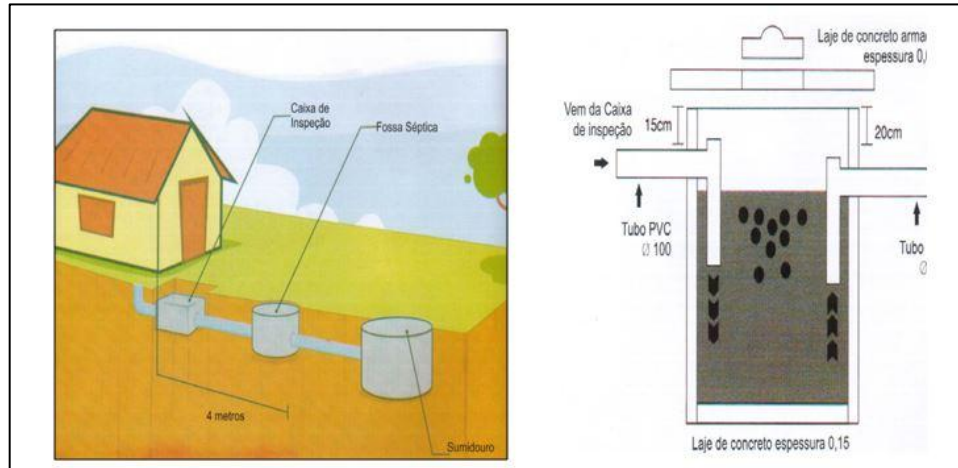
É de fundamental importância para o bom funcionamento dos tanques sépticos, a retirada do lodo em períodos pré-determinados pelo projeto. A falta de retirada do lodo leva a sua acumulação excessiva e à redução do volume reacional do tanque, prejudicando sensivelmente as condições operacionais do reator.

As fossas sépticas devem se distanciar da moradia em 4 metros a fim de evitar mau odor, nem muito longe, para evitar tubulações muito longas. Estruturas construídas próximas ao banheiro também tendem a evitar curvas nas canalizações, o que beneficia o bom funcionamento. Também, sugere-se a instalação num nível mais baixo em relação ao terreno, favorecendo o escoamento.

Uma exigência importante é que este tipo de sistema seja construído longe de poços ou de qualquer outra fonte de captação de água, pelo menos 30 metros de

distância, para evitar contaminações, no caso de um eventual vazamento. Abaixo segue as imagens do sistema de fossas sépticas.

Figura 28 - Sistema Individual de Tratamento – Fossas Sépticas.

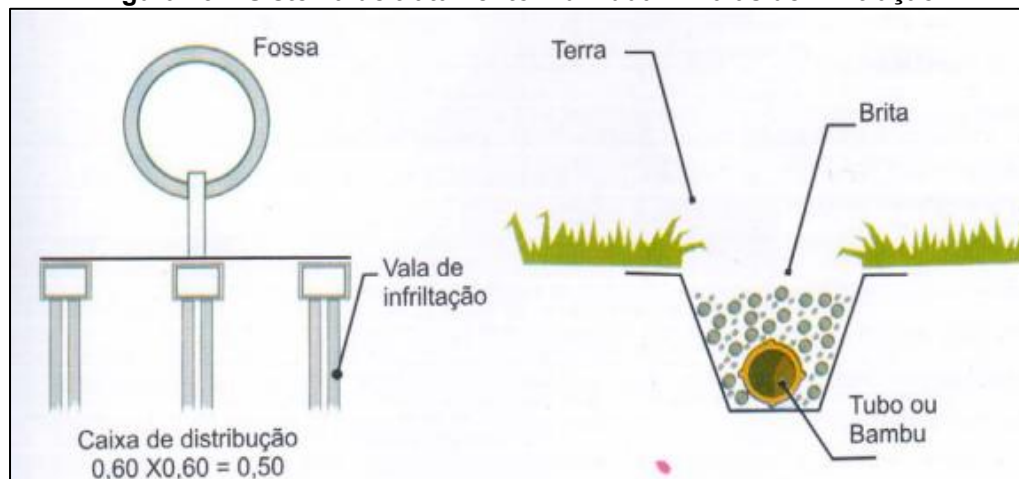


Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

As valas de infiltração e os filtros apresentam o mesmo princípio no tratamento dos esgotos. Caracterizado como tratamento secundário, este sistema permite uma eficiência na redução da carga orgânica acima de 80%. Através da retenção das partículas de lodo formadas e arrastadas da fossa séptica, as bactérias anaeróbias se formam e se fixam na superfície do meio filtrante.

As valas de infiltração consistem na escavação de uma ou mais valas, nas quais são colocados tubos de dreno com brita ou bambu que permite ao longo do seu comprimento o escoamento do efluente proveniente da fossa séptica para dentro do solo.

O comprimento total das valas depende do tipo de solo e quantidade de efluentes a ser tratado. Em terrenos arenosos é proposto 8m de valas por pessoa. Entretanto, para um bom funcionamento do sistema, cada linha de tubos não deve ter mais de 30m de comprimento. Portanto, dependendo do número de pessoas e do tipo de terreno, pode ser necessária mais de uma linha de tubos/valas.

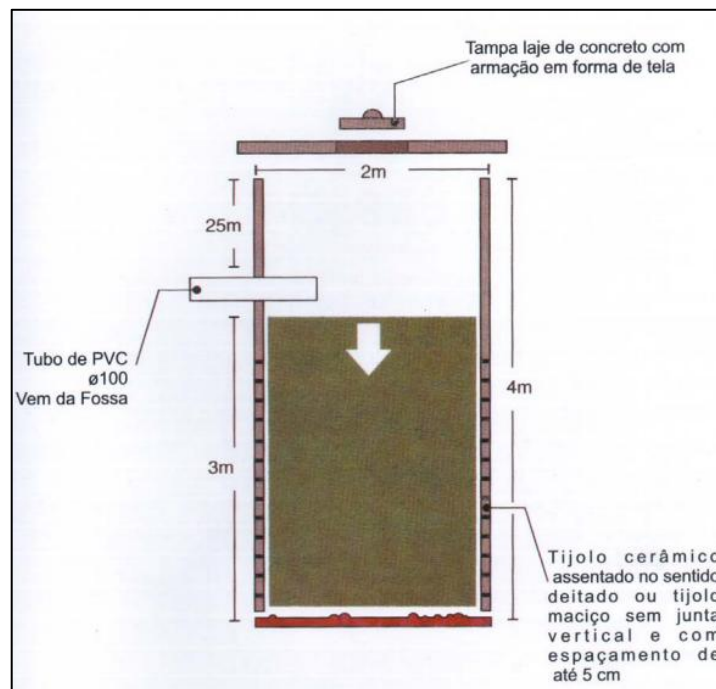
Figura 29 – Sistema de tratamento individual – Valas de Infiltração.

Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

O sumidouro é um poço sem laje de fundo que permite a penetração do efluente da fossa séptica no solo. O diâmetro e a profundidade dos sumidouros dependem da quantidade de efluentes e do tipo de solo. Mas não devem ter menos de 1m de diâmetro e mais de 3m de profundidade, para simplificar a construção.

Os sumidouros podem ser construídos de tijolo maciço ou blocos de concreto ou ainda com anéis pré-moldados de concreto. A construção de um sumidouro começa pela escavação de buraco, a cerca de 3 m da fossa séptica e um nível um pouco mais baixo, para facilitar o escoamento dos efluentes por gravidade. A profundidade do buraco deve ser 70 cm maior que a altura final do sumidouro. Isso permite a colocação de uma camada de pedra, no fundo do dispositivo, para infiltração mais rápida no solo e de uma camada de terra, de 20 cm, sobre a tampa do sumidouro.

Os tijolos ou blocos só devem ser assentados com argamassa de cimento e areia nas juntas horizontais. As juntas verticais devem ter espaçamentos (no caso de tijolo maciço) e não devem receber argamassa de assentamento, para facilitar o escoamento dos efluentes. Se as paredes forem de anéis pré-moldados, eles devem ser apenas colocados uns sobre os outros, sem nenhum rejuntamento, para permitir o escoamento dos efluentes.

Figura 30 – Sistema individual de tratamento – Sumidouro.

Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2025.

Existem alternativas para complementar o tratamento realizado pela fossa séptica e para disposição final do efluente, dentre elas estão o filtro anaeróbio, o sumidouro, a vala de infiltração e, por fim, o tratamento do efluente por “*wetland*”.

Os sistemas de *wetlands* consistem em unidades de tratamento de efluentes baseadas em processos naturais, que utilizam substratos filtrantes e vegetação para promover a remoção de poluentes por meio de mecanismos físicos, químicos e biológicos. Apresentam baixo custo de implantação e operação, reduzida demanda energética e manutenção simplificada, sendo especialmente indicados para áreas rurais e localidades com baixa densidade populacional. Esses sistemas contribuem para a melhoria da qualidade dos efluentes tratados, configurando uma alternativa eficiente e sustentável no contexto do saneamento básico.

Outra possibilidade que deve ser listada para implantação nas comunidades mais afastadas ou nas comunidades rurais, é a instalação de Estações Compactas de Tratamento de Esgotos. Nota-se atualmente que as associações não apresentam nenhum sistema de tratamento coletivo isolado. Nesse sentido, estas estações apresentam ótima eficiência do tratamento, além de apresentar as seguintes vantagens:

- Operação simples e de baixo custo;
- Alta flexibilidade operacional e de tratabilidade;
- Permite automatização rápida, simples e com baixo investimento;
- Totalmente pré-montada;
- Volume de lodo gerado inferior aos sistemas convencionais;
- Necessita apenas de uma base de concreto para apoio dos tanques;
- Área de implantação até 50% inferior aos sistemas convencionais.

Figura 31 – Estação Compacta de Tratamento de Esgotos Sanitários.



Fonte: Fonte: Líder Engenharia e Gestão de cidades, 2025.

Assim, a construção de programas que incentivem as comunidades rurais a implantarem esses sistemas, se mostra importante para as regiões que ainda não são atendidas, visto que muitas destas áreas têm os esgotos domésticos lançados a céu aberto ou diretamente nos mananciais.

A implantação de sistemas de tratamento descentralizado nas residências traz melhorias significativas para a população em termos de saneamento e saúde, e diminui impactos causados ao meio ambiente. Essa prática deve ser incentivada e monitorada pelos órgãos municipais, prestadora de serviço de saneamento e/ou órgão fiscalizador.



2.2.4 Análise Crítica do Sistema de Esgotamento Sanitário

A avaliação do sistema de esgotamento sanitário de Cordeirópolis permitiu compreender a estrutura atualmente implantada, as condições de operação da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), o nível de atendimento existente e os principais fatores que podem influenciar sua evolução ao longo do horizonte de planejamento. A análise evidencia um sistema consolidado, com elevada cobertura de coleta e tratamento, mas que demanda acompanhamento contínuo da capacidade operacional, manutenção das unidades existentes e adoção de medidas voltadas à eficiência, segurança ambiental e atendimento às demandas futuras. O quadro a seguir sintetiza os principais aspectos identificados, destacando as potencialidades e desafios que deverão orientar a definição das ações propostas na etapa de Prognóstico.

Tabela 21 – Síntese do Sistema de Esgotamento Sanitário

ASPECTOS	POTENCIALIDADES	PROBLEMAS
Modelo de atendimento do Sistema de Esgotamento Sanitário	Universalização do atendimento na malha urbana, com 100% do esgoto coletado encaminhado para tratamento. Na zona rural, são adotadas soluções individuais de esgotamento sanitário, complementadas por serviços de limpeza e destinação adequada dos resíduos.	Soluções individuais inadequadas e acompanhamento sanitário.
Controle sanitário e ambiental	Elevada eficiência de tratamento da ETE, indicada em 94%, contribuindo para a redução da carga orgânica anteriormente lançada no Ribeirão Tatu. Destaca-se também a implantação de 57 fossas sépticas no Assentamento XX de Novembro, como solução individual de saneamento.	Entrada indevida de águas pluviais na rede coletora de esgoto, decorrente de ligações irregulares, aumentando a vazão encaminhada à ETE e dificultando o processo de tratamento durante períodos chuvosos.
Implementação da Estação de Tratamento de Esgoto	ETE implantada em 2020, com tecnologia de tratamento biológico e capacidade planejada para acompanhar o crescimento do município, representando importante avanço na infraestrutura sanitária local.	Deficiência de cadastro técnico das redes antigas de esgoto, dificultando o conhecimento preciso da infraestrutura existente e o planejamento das intervenções. Também foram identificadas dificuldades no levantamento das características de alguns equipamentos existentes devido ao desgaste das placas de identificação.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

2.3. GERENCIAMENTO E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Neste capítulo serão apresentados os diferentes aspectos técnicos, institucionais, administrativos, legais, sociais e econômicos dos resíduos do serviço de limpeza pública, domiciliares, resíduos orgânicos, coleta seletiva, resíduos da construção civil (RCC), resíduos volumosos, resíduos dos serviços de saúde (RSS), resíduos de logística reversa obrigatória, resíduos agrossilvipastoris, resíduos de transporte, resíduos do saneamento, resíduos de mineração e a destinação final, de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, Lei nº 12.305/2010, assim como a sua destinação final.

Para cada tipo de resíduo gerado no município de Cordeirópolis, um panorama será apresentado, para que toda a população compreenda a dinâmica do sistema de limpeza urbana. Desta forma, com a população ciente dos desafios, de sua responsabilidade e, principalmente, das soluções que serão apresentadas nos trabalhos seguintes, o município poderá avançar para uma nova realidade repleta de bons hábitos e referência na questão do gerenciamento dos resíduos sólidos.

A PNRS - Política Nacional dos Resíduos Sólidos, em seu Artigo 3º, define resíduos sólidos da seguinte forma:

“...Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010).”

Os resíduos sólidos podem ser classificados de acordo com a sua origem, tipo, composição química e periculosidade. Enquanto que a sua caracterização tem por objetivo determinar a sua composição físico/químico. A



classificação dos resíduos é necessária para a obtenção de informações, sobre seus potenciais riscos ambientais e de saúde pública.

A NBR n° 10.004/04 da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, dispõe sobre a classificação de resíduos. De acordo com esta Norma, os resíduos sólidos são classificados como resíduos no estado sólido e semissólido; resultantes de atividades industriais, domésticas, hospitalares, comerciais, agrícolas e de varrição. Inclui-se também nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, os lodos gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, assim como, líquidos cujas particularidades tornem inviáveis seu lançamento ao ambiente.

A NBR n° 10.004/04 estabelece ainda a metodologia de classificação dos resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública. Sendo assim, o Resíduo Classe I, ou Resíduo Perigoso, é o resíduo que apresenta característica de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.

No que se refere ao Resíduo Classe II, considerado Não-Perigoso, estão inseridos os Resíduos Não-Inertes e Inertes. Os resíduos Não-Inertes são aqueles que podem apresentar propriedades como combustibilidade, biodegradabilidade e solubilidade em água, geralmente são os resíduos úmidos, orgânicos.

Os Inertes, por outro lado, são aqueles que não se enquadram em nenhuma das classificações anteriores, sendo fortemente representados pelos resíduos recicláveis. A classificação dos resíduos, segundo sua origem, de acordo a PNRS, Lei n° 12.305/2010, ocorre da seguinte forma:

- a) resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
- b) resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- c) resíduos sólidos urbanos: os englobados nas alíneas “a” e “b”;
- d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j”;





- e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea “c”;
- f) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
- g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;
- h) resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;
- i) resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;
- j) resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;
- k) resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios.

O município de Cordeirópolis integra um contexto de cooperação regional por meio do Consórcio Intermunicipal para o Desenvolvimento Sustentável — CONDESU (anteriormente denominado CONSAB), no qual ingressou formalmente no ano de 2014. Trata-se de um consórcio com atuação voltada à busca de soluções consorciadas e conjuntas para a gestão integrada e o gerenciamento de resíduos sólidos, em conformidade com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), abrangendo também áreas como saneamento e desenvolvimento sustentável.

Nesse sentido, a participação de Cordeirópolis no CONDESU possibilita a articulação intermunicipal para assistência técnica, execução de ações conjuntas e o compartilhamento de instrumentos e equipamentos, a exemplo do uso do britador de resíduos da construção civil (RCC) e do picador de resíduos verdes disponibilizados pelo consórcio. Além disso, a inserção no CONDESU assegura o apoio à implementação de políticas públicas e metas



regionais, como a elaboração e revisão do Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Urbanos (PRGIRU), visando o enfrentamento de desafios comuns na preservação ambiental e na gestão eficiente de resíduos.

Figura 32 - Ponto de Descarte Irregular.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

O município de Cordeirópolis apresenta indicadores baseados em estimativas oficiais (visto que o município não realiza a pesagem regular de todos os resíduos), com uma massa média per capita de resíduos sólidos coletados de aproximadamente 0,651 kg/hab.dia, correspondendo ao fator de



237,61 kg/hab.ano adotado no plano, enviando cerca de 6.005,1 toneladas por ano de resíduos (dados de 2025) para o Aterro Sanitário em Valas de Cordeirópolis próprio. Esse quantitativo totaliza uma média estimada de aproximadamente 510,57 toneladas por mês. Quanto à abrangência do serviço, a coleta atende 100% da área urbana e 100% da zona rural. Considerando a população total de 25.286 habitantes (base 2025) e uma taxa de urbanização de 95,57%, o sistema atende a totalidade dos moradores urbanos e aproximadamente metade da população residente no meio rural. A seguir, mapa de pontos de descarte irregular, com suas respectivas imagens.



Figura 33 - Mapa de pontos de descarte em Cordeirópolis.

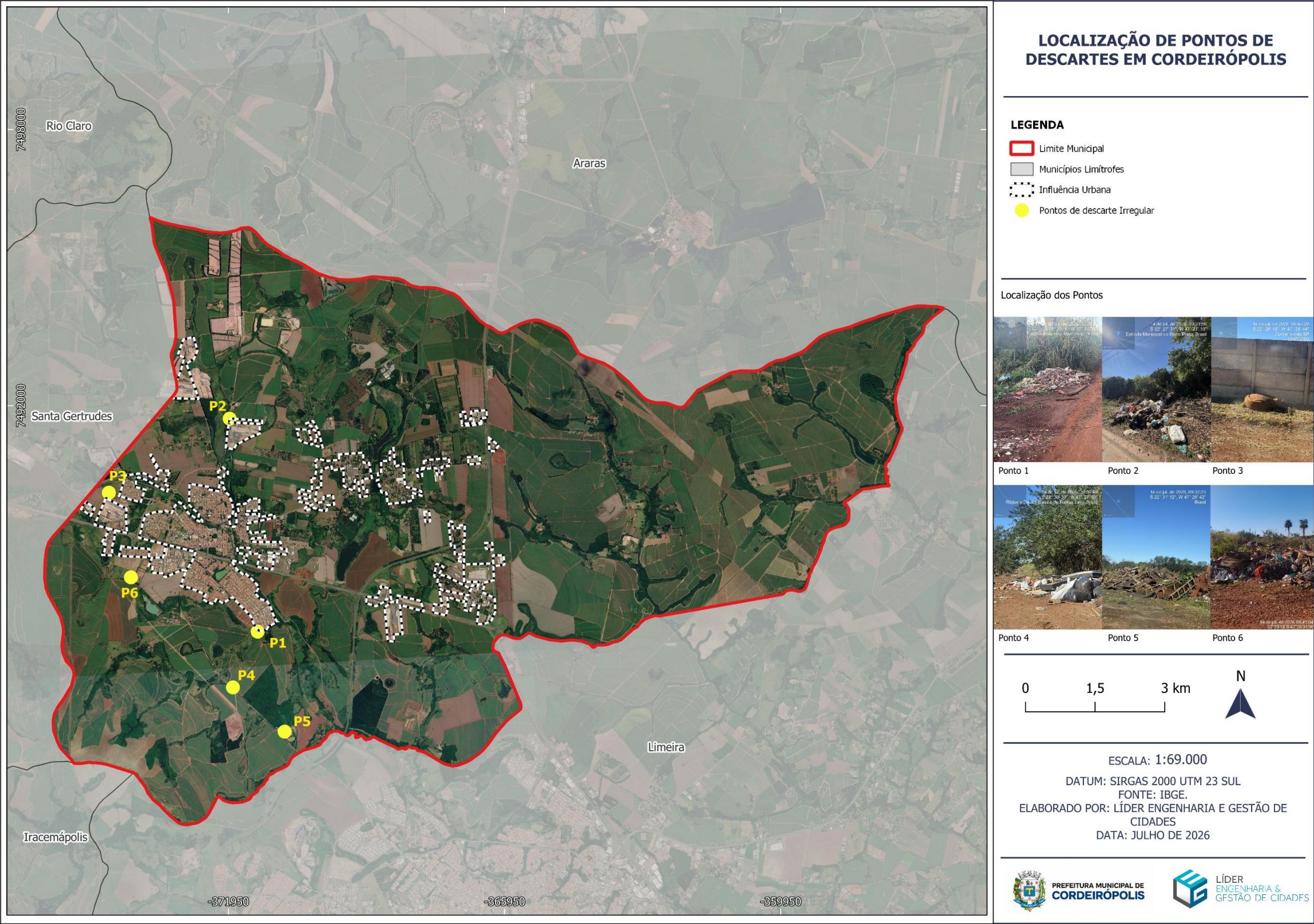


Tabela 22 - Quantidade de resíduos gerados nas regiões do Brasil no ano de 2025.

Macrorregião	Qtd. Municípios da Amostra	População	Geração Per Capita kg/hab./dia
Norte	450	18.669.345	1,01
Nordeste	1.794	57.112.096	1,21
Sul	1.191	31.113.021	0,88
Centro-Oeste	467	17.071.595	1,26
Sudeste	1.668	88.617.693	1,18
Cordeirópolis	-	25.286	0,655

Fonte: SINISA, 2025. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

A geração per capita estimada de 0,651 kg/hab.dia (baseada no referencial de 237,61 kg/hab.ano) em Cordeirópolis apresenta-se significativamente inferior à média do Estado de São Paulo, que atinge 1,36 kg/hab.dia. Essa disparidade indica que a massa de resíduos efetivamente contabilizada no município é reduzida em comparação ao referencial estadual, o que se explica pelo fato de a cidade não realizar a pesagem regular de seus resíduos sólidos domiciliares (RSD), operando com base em estimativas de planos anteriores.

Essa diferença nos indicadores também está relacionada à abrangência parcial da coleta na zona rural (50%) e à atuação de 56 catadores informais registrados no município, que realizam o manejo de recicláveis fora do sistema público convencional.

2.3.1. Arcabouço Legal

O presente capítulo retrata de forma sucinta os instrumentos legais (leis, normas e regulamentos) que direta e/ou diretamente se relacionam com a gestão dos resíduos sólidos, respectivamente nos âmbitos: federal, estadual e municipal, os quais por sua vez serão confrontados numa análise integrada de suas redações por assunto de interesse ao planejamento, de modo a propiciar a identificação da compatibilidade destes entre si.



No caso dos resíduos sólidos, para auxiliar os gestores nas tomadas de decisões com o seu manejo adequado, há inúmeras determinações legais que agem como suporte para facilitar as ações de gerenciamento que envolvem toda a sua cadeia, sendo, a geração, o acondicionamento, o transporte, a disposição e a destinação final correta.

Entretanto, todo este arcabouço legal, até o presente momento, não impede que o indivíduo pratique atos criminosos envolvendo a questão dos resíduos, mas através deste mesmo arcabouço legal, a sociedade se torna ciente de que a comprovação de atos irregulares é passível de condenação, podendo ser desde advertências, passando por sanções administrativas e multas, até a detenção do responsável.

Âmbito Federal

Neste subcapítulo é apresentada uma síntese dos principais dispositivos legais e normativos vigentes no âmbito federal aplicáveis às temáticas relacionadas à gestão e ao gerenciamento de resíduos sólidos especificamente, educação, meio ambiente, saneamento básico, determinações e definições técnicas, dentre outras que se referem tanto ao planejamento quanto à estruturação e operação do sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

A gestão dos resíduos sólidos, diretamente conexa ao serviço público de limpeza urbana, envolve-se no contexto do saneamento básico, o qual é um direito do cidadão, conforme preconiza a Constituição Federal (BRASIL, 1988) em vista da proteção à saúde e ao meio ambiente, de promoção à cidadania, infraestrutura e desenvolvimento urbano. A promulgação da Lei nº 14.026/2020, que atualiza o Marco Legal do Saneamento, reforça ainda mais as metas de universalização, regulação e planejamento integrado dos serviços de resíduos sólidos no Brasil.

Observa-se que anteriormente à CF/1988 existiam legislações mais indiretamente aplicáveis à temática que também são elencadas e serão consideradas neste relatório em se tratando de dispositivos legais recepcionados pela Carta Magna e, portanto, vigentes.





A partir de promulgação da CF uma série de instrumentos legais na alçada do saneamento básico foram elaborados almejando a melhoria de sua qualidade, com objetivo de garantir o acesso universal ao sistema, com qualidade e controle social, conferindo ao gestor público um desafio para a sustentabilidade urbana com enfoque na gestão dos resíduos sólidos.

Tratando especificamente do regramento legal do saneamento básico, bem como dos demais instrumentos correlatos, que em síntese culminaram ao longo dos anos póstumos a promulgação da CF em políticas que convergem à melhoria ambiental com vista a gestão dos resíduos sólidos, apresenta-se no quadro a seguir os principais atos legais (leis e decretos) formalizados no âmbito federal.

Quadro 6 - Breve descritivo das principais deliberações do CONAMA no âmbito federal que direta e/ou indiretamente se relacionam com a gestão de resíduos sólidos.

NORMATIVO	DESCRIPTIVO
Lei n. 5.764, de 16 de dezembro de 1971	Define a Política Nacional de Cooperativismo, institui o regime jurídico das sociedades cooperativas, e dá outras providências.
Portaria Minter n. 53, de 1 de março de 1979	Determina que os projetos específicos de tratamento e disposição de resíduos sólidos, ficam sujeitos à aprovação do órgão estadual competente.
Lei n. 6.766, de 19 de dezembro de 1979	Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências.
Lei n. 6.803, de 2 de julho de 1980	Dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição, e dá outras providências. Art. 2: As zonas de uso estritamente industrial destinam-se, preferencialmente, à localização de estabelecimentos industriais cujos resíduos sólidos, líquidos e gasosos, ruídos, vibrações, emanções e radiações possam causar perigo à saúde, ao bem-estar e à segurança das populações, mesmo depois da aplicação de métodos adequados de controle e tratamento de efluentes, nos termos da legislação vigente.
Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981	Institui a Política Nacional de Meio Ambiente.
Constituição da República Federativa do Brasil de 1988	Art. 23: Define ser competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios promover programas de saneamento básico;





NORMATIVO	DESCRITIVO
	Art. 25, § 3º: Autoriza os Estados, mediante lei complementar, instituir regiões para integrar a organização, o planejamento e a execução de funções públicas de interesse comum; Art. 30, inciso V: Compete aos Municípios organizar e prestar, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local que tem caráter essencial; Art. 37, inciso XXI: ressalvados os casos especificados na legislação, as obras, serviços, compras e alienações serão contratados mediante processo de licitação pública que assegure igualdade de condições a todos os concorrentes, com cláusulas que estabeleçam obrigações de pagamento, mantidas as condições efetivas da proposta, nos termos da lei, o qual somente permitirá as exigências de qualificação técnica e econômica indispensáveis à garantia do cumprimento das obrigações; Art. 145. A União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios poderão instituir os seguintes tributos: (...)II - taxas, em razão do exercício do poder de polícia ou pela utilização, efetiva ou potencial, de serviços públicos específicos e divisíveis, prestados ao contribuinte ou postos a sua disposição; III - contribuição de melhoria, decorrente de obras públicas. § 1º Sempre que possível, os impostos terão caráter pessoal e serão graduados segundo a capacidade econômica do contribuinte, facultado à administração tributária, especialmente para conferir efetividade a esses objetivos, identificar, respeitados os direitos individuais e nos termos da lei, o patrimônio, os rendimentos e as atividades econômicas do contribuinte. § 2º As taxas não poderão ter base de cálculo própria de impostos. Art. 146. Cabe à lei complementar: (...)III - estabelecer normas gerais em matéria de legislação tributária (...) Art. 182, § 1º: Dispõe que a política de desenvolvimento urbano, executada pelo Poder Público Municipal, conforme diretrizes gerais fixadas por lei, tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes (art. 182) e obriga as cidades com mais de 20.000 habitantes a elaborarem o Plano Diretor; Art. 200: inciso IV: Define ser competência do Sistema Único de Saúde (SUS) participar da formulação da política e da execução das ações de saneamento básico; e inciso VI fiscalizar e inspecionar



NORMATIVO	DESCRIPTIVO
	bebidas e água para consumo humano; Art. 225: Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações; Art. 241: Preconiza que a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios disciplinarão por meio de lei os consórcios públicos e os convênios de cooperação entre os entes federados, autorizando a gestão associada de serviços públicos, bem como a transferência total ou parcial de encargos, serviços, pessoal e bens essenciais à continuidade dos serviços transferidos.
Lei n. 7.802, de 11 de julho de 1989	Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Regulamentado pelo Decreto n. 4.074, de 4 janeiro de 2002.
Lei n. 8.666, de 21 de junho de 1993	Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências.
Decreto n 875, de 19 de julho de 1993	Promulga o texto da Convenção sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Depósito.
Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 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 n. 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei n. 7.990, de 28 de dezembro de 1989.
Lei 9.605, de 12 de fevereiro de 1998	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.
Lei n. 9.782, de 26 de janeiro de 1999	Define o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária, cria a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, e dá outras providências.
Lei n. 9.795, de 27 de abril de 1999	Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências.
Lei n. 9974, de 6 de	Altera a Lei n. 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a



NORMATIVO	DESCRIPTIVO
junho de 2000	pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências.
Lei n. 10.257, de 10 de julho de 2001	Regulamenta os Arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Art. 2: estabelece que a política urbana tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana, mediante as seguintes diretrizes gerais: Inciso II: gestão democrática por meio da participação da população e de associações representativas dos vários segmentos da comunidade na formulação, execução e acompanhamento de planos, programas e projetos de desenvolvimento urbano.
Decreto n. 4.074, de 4 de janeiro de 2002	Regulamenta a Lei n. 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências.
Lei n. 11.107, de 06 de abril de 2005	Dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos e dá outras providências.
Lei n. 11.445, de 5 de janeiro de 2007	Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978.
Decreto n. 6.017, de 17 de janeiro de 2007	Regulamenta a Lei n. 11.107, de 6 de abril de 2005, que dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos.
Lei n. 12.187, de 29 de dezembro de 2009	Institui a Política Nacional sobre Mudanças Climáticas - PNMC e dá outras providências.
Lei n. 12.305, de 02 agosto de 2010	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.
Lei n. 12.725, de 16 de outubro de 2012	Dispõe sobre o controle da fauna nas imediações de aeródromos. Art. 2, inciso V: Área de Segurança Aeroportuária (ASA): área circular



NORMATIVO	DESCRIPTIVO
	do território de um ou mais municípios, definida a partir do centro geométrico da maior pista do aeródromo ou do aeródromo militar, com 20 km (vinte quilômetros) de raio, cujos uso e ocupação estão sujeitos a restrições especiais em função da natureza atrativa de fauna; Art. 2, inciso VI: atividade atrativa de fauna: vazadouros de resíduos sólidos e quaisquer outras atividades que sirvam de foco ou concorram para a atração relevante de fauna, no interior da ASA, comprometendo a segurança operacional da aviação.
Lei n. 14.026, de 15 de julho de 2020	Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, e altera a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.
Decreto Nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022	Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Revoga o regulamento anterior da PNRS (Decreto Federal nº 7.404/2010) e o Decreto Federal nº 9.177/2017 que trata sobre a isonomia na logística reversa, revoga o Decreto Federal nº 5.940/2006; Coleta Seletiva Solidária foi substituída pelo Programa Coleta Seletiva Cidadã. Altera o Decreto nº 7.404/201, há a necessidade de promover a separação de resíduos secos e orgânicos, de forma segregada dos rejeitos. Altera o Decreto nº 9.177/2017, as cooperativas e as associações de catadores de materiais recicláveis poderão integrar o sistema de logística reversa, desde que atendam aos requisitos da lei e se comprometam a destinar 100% dos materiais recebidos, inclusive aqueles que não tenham valor positivo de mercado. Cria o Programa Nacional de Logística Reversa.
Lei 9.974, de 6 de junho de 2000	Altera a Lei nº 7.802, de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, produção, embalagem e rotulagem, o transporte, armazenamento, comercialização, propaganda comercial, a utilização, importação, exportação, destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, controle, inspeção e fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências.

Fonte: Brasil, 2020. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.





O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), instituído pela Política Nacional de Meio Ambiente, cuja competência deliberativa é vinculada a diretrizes e normas técnicas, critérios e padrões relativos à proteção ambiental e ao uso dos recursos ambientais, legislou desde 1986 acerca de matérias distintas associadas a temática. O quadro a seguir sintetiza as preconizações de tal órgão sobre a temática de resíduos sólidos, objeto do presente documento.

Quadro 7 - Breve descritivo das principais deliberações do CONAMA no âmbito federal que direta e/ou indiretamente se relacionam com a gestão de resíduos sólidos.

NORMATIVO	DESCRIPTIVO
Resolução CONAMA n. 1, de 23 de janeiro de 1986	Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental.
Resolução CONAMA n. 5, 5 de agosto de 1993	Dispõe sobre o gerenciamento de resíduos sólidos gerados nos portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários.
Resolução CONAMA n. 23, de 12 dezembro de 1996	Dispõe sobre as definições e o tratamento a ser dado aos resíduos perigosos, conforme as normas adotadas pela Convenção da Basileia sobre o controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos perigosos e seu Depósito.
Resolução CONAMA n. 228, de 20 de agosto de 1997	Dispõe sobre a importação, em caráter excepcional, de desperdícios e resíduos de acumuladores elétricos de chumbo.
Resolução CONAMA n. 237, de 19 de dezembro de 1997	Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental.
Resolução CONAMA n. 264, de 26 de agosto de 1999	Licenciamento de fornos rotativos de produção de clínquer para atividades de coprocessamento de resíduos.
Resolução CONAMA n. 275, de 25 de abril de 2001	Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva.
Resolução CONAMA n. 307, de 5 de julho de 2002	Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.
Resolução CONAMA n. 313, de 29 de outubro de	Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais.





NORMATIVO	DESCRIPTIVO
2002	
Resolução CONAMA n. 316, de 29 de outubro de 2002	Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos.
Resolução CONAMA n. 348, de 16 de agosto de 2004	Altera a Resolução CONAMA n. 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos.
Resolução CONAMA n. 358, de 29 de abril de 2005	Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências.
Resolução CONAMA n. 362, de 23 de junho de 2005	Dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado
Resolução CONAMA n. 401, de 4 de novembro de 2008	Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências.
Resolução CONAMA n. 404, de 11 de novembro de 2008	Estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos.
Resolução CONAMA n. 411, de 6 de maio de 2009	Dispõe sobre procedimentos para inspeção de indústrias consumidoras ou transformadoras de produtos e subprodutos florestais madeireiros de origem nativa, bem como os respectivos padrões de nomenclatura e coeficientes de rendimento volumétricos, inclusive carvão vegetal e resíduos de serraria.
Resolução CONAMA n. 416, de 30 de setembro de 2009	Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, e dá outras providências.
Resolução CONAMA n. 452, de 2 de julho de 2012	Dispõe sobre os procedimentos de controle da importação de resíduos, conforme as normas adotadas pela Convenção da Basileia sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Depósito.
Resolução CONAMA n. 465, de 5 de dezembro de 2014	Dispõe sobre os requisitos e critérios técnicos mínimos necessários para o licenciamento ambiental de estabelecimentos destinados ao recebimento de embalagens de agrotóxicos e afins, vazias ou contendo resíduos.
Resolução CONAMA n.	Altera a Resolução CONAMA n. 307, de 05 de julho de 2002,



NORMATIVO	DESCRIPTIVO
469, de 29 de julho de 2015	que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.
Resolução CONAMA n. 474, de 6 de abril de 2016	Altera a Resolução n. 411, de 6 de maio de 2009, que dispõe sobre procedimentos para inspeção de indústrias consumidoras ou transformadoras de produtos e subprodutos florestais madeireiros de origem nativa, bem como os respectivos padrões de nomenclatura e coeficientes de rendimento volumétricos, inclusive carvão vegetal e resíduos de serraria, e dá outras providências.
Resolução CONAMA n. 481, de 3 de outubro de 2017	Estabelece critérios e procedimentos para garantir o controle e a qualidade ambiental do processo de compostagem de resíduos orgânicos, e dá outras providências.
Resolução CONAMA n. 497, de 19 de agosto de 2020.	Altera a Resolução nº 411, de 6 de maio de 2009, que dispõe sobre procedimentos para inspeção de indústrias consumidoras ou transformadoras de produtos e subprodutos florestais madeireiros de origem nativa, bem como os respectivos padrões de nomenclatura e coeficientes de rendimento volumétricos, inclusive carvão vegetal e resíduos de serraria.
Resolução CONAMA n. 499, de 06 de outubro de 2020.	Dispõe sobre o licenciamento da atividade de coprocessamento de resíduos em fornos rotativos de produção de clínquer.

Fonte: CONAMA, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

Analogamente ao CONAMA, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária tem assumido papel de orientar, definir regras e regular conduta dos diferentes agentes geradores de resíduos de serviços da saúde, à exemplo destaca-se a Resolução Anvisa RDC n. 306, de 7 de dezembro de 2004 (ANVISA, 2004) que especificamente dispõe sobre o regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços da saúde.

No que tange a normalização¹ insta salientar a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) como o Foro Nacional de Normalização, reconhecido pela sociedade brasileira desde sua fundação, em 28 de setembro de 1940, cuja responsabilidade é a de elaborar as Normas Brasileiras (ABNT NBR), as

¹ Normalização: segundo a ABNT Atividade que estabelece, em relação a problemas existentes ou potenciais, prescrições destinadas à utilização comum e repetitiva com vistas à obtenção do grau ótimo de ordem em um dado contexto





quais permeiam a implementação de políticas públicas, desenvolvimento de mercados, defesa de consumidores e a segurança. Neste contexto, o quadro a seguir é apresentado de forma sucinta as principais normas relacionadas a temática de planejamento do manejo dos resíduos sólidos.

Quadro 8 - Breve descritivo das principais Normas da ABNT que direta e/ou indiretamente se relacionam com a gestão de resíduos sólidos.

NORMA	DESCRIPTIVO
ABNT NBR 10.157:1987	Aterros de resíduos perigosos - Critérios para projeto, construção e operação – Procedimento.
ABNT NBR 8.419:1992 (Versão Corrigida:1996)	Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos – Procedimento.
ABNT NBR 12.235:1992	Armazenamento de resíduos sólidos perigosos – Procedimento.
ABNT NBR 12.980:1993	Coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos – Terminologia.
ABNT NBR 13.463:1995	Coleta de resíduos sólidos.
ABNT NBR 8.843:1996	Aeroportos - Gerenciamento de resíduos sólidos.
ABNT NBR 13.591:1996	Compostagem – Terminologia.
ABNT NBR 13.896:1997	Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação.
ABNT NBR 13.968:1997	Embalagem rígida vazia de agrotóxico – Procedimentos de lavagem.
ABNT NBR 10.004:2004	Resíduos sólidos – Classificação.
ABNT NBR 10.007:2004	Amostragem de Resíduos Sólidos.
ABNT NBR 15.113:2004	Resíduos sólidos da Construção civil e resíduos inertes - Aterros - Diretrizes para projeto, implantação e operação.
ABNT NBR 15.114:2004	Resíduos sólidos da Construção civil - Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação.
ABNT NBR 11.682:2009	Estabilidade de encostas.
ABNT NBR 15.849:2010	Resíduos sólidos urbanos – Aterros sanitários de pequeno porte – Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento.
ABNT NBR 12.807:2013	Resíduos de serviços de saúde — Terminologia
ABNT NBR 12.809:2013	Resíduos de serviços de saúde — Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde intraestabelecimento
ABNT NBR 12.808:2016	Resíduos de serviços de saúde — Classificação
ABNT NBR 12.810:2020	Resíduos de serviços de saúde — Gerenciamento extra estabelecimento — Requisitos
ABNT NBR 16.849:2020	Resíduos sólidos urbanos para fins energéticos - Requisitos

Fonte: ABNT, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.



Ainda, cita-se alguns mecanismos que são decorrentes dos dispositivos legais e/ou iniciativas setoriais para atendimento da logística reversa de resíduos como pode ser visto no quadro seguir.

Quadro 9 - Instrumentos de implementação e operacionalização do sistema de logística reversa.

CATEGORIA	OBJETO	DOCUMENTO
Acordo setorial	Implantação de sistema de logística reversa de embalagens plásticas usadas de lubrificantes.	- Assinado em 19/12/2012; - Extrato publicado no Diário Oficial da União (D.O.U) de 07/02/2013.
	Implementação do sistema de logística reversa de lâmpadas fluorescentes de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista.	- Assinado em 27/11/2014; - Extrato publicado no D.O.U de 12/03/2015.
	Implementação de sistemas de logística reversa de embalagens em geral	- Assinado em 25/11/2015; - Extrato publicado no D.O.U. de 27/11/2015;
	Implantação da Logística Reversa de Eletroeletrônicos	- Assinado em 31/10/2019; - Extrato publicado no D.O.U de 19/11/2019
Decreto n. 10.388 de 05 de junho de 2020	Implantação da Logística Reversa de Medicamentos	-
Regulamento	Institui, para fabricantes nacionais e importadores, os procedimentos relativos ao controle do recebimento e da destinação final de pilhas e baterias ou de produtos que as incorporem.	Instrução Normativa Ibama n. 8, de 30 de setembro de 2012.
	Procedimentos necessários ao cumprimento da Resolução CONAMA nº 416 de 2009, pelos fabricantes e importadores de pneus novos, sobre coleta e destinação final de pneus inservíveis.	Instrução Normativa Ibama n. 1, de 18 de março de 2010.
Iniciativas operantes na temática	Inpev – entidade que integra todos elos da cadeia que gerencia o sistema de destinação das embalagens de defensivos agrícolas pós consumo.	-
	Reciclanip – realiza a coleta e destinação de pneus inservíveis.	-

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

Este conjunto normativo apresentado serve como base legal para o desenvolvimento e a implementação das políticas públicas de saneamento básico em âmbito local. No caso do município de Cordeirópolis, tais dispositivos orientam a formulação do Plano Municipal de Saneamento Básico, especialmente no eixo de gerenciamento e manejo dos resíduos sólidos,



garantindo que suas diretrizes estejam alinhadas com as obrigações legais, os princípios da sustentabilidade e a responsabilidade compartilhada.

Além dos instrumentos previstos na Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010), o Plano Nacional de Economia Circular (PNEC) surge como um marco complementar que fortalece a implementação das diretrizes já estabelecidas pela PNRS. O PNEC orienta municípios, estados e setores produtivos a avançarem para modelos de produção e consumo que reduzam a geração de resíduos, aumentem a eficiência no uso de recursos e promovam o reuso, a reciclagem e a recuperação energética.

Nesse sentido, os instrumentos legais passam a dialogar diretamente com novas abordagens circulares, como:

- Modelos de responsabilidade compartilhada ampliada,
- Incentivos à inovação tecnológica para reaproveitamento de materiais,
- Criação de mercados secundários de recicláveis,
- Estímulo ao design para circularidade,
- E integração entre logística reversa e desenvolvimento econômico local.

Dessa forma, o conjunto formado por PNRS + PNEC constitui hoje um arcabouço moderno, capaz de orientar municípios na transição de sistemas lineares — baseados em “extrair–produzir–descartar” — para modelos circulares, que valorizam recursos, reduzem custos públicos e aumentam a vida útil dos aterros sanitários. A adoção desses instrumentos permite que o município avance para uma gestão mais eficiente, sustentável e alinhada às políticas nacionais contemporâneas.

A incorporação dos princípios da Economia Circular (EC) à gestão municipal de resíduos traz uma série de vantagens estruturais, econômicas e ambientais, tais como:

1. Redução da pressão sobre o sistema de coleta e disposição final

Ao priorizar prevenção, reuso, reciclagem e valorização de resíduos, diminui-se o volume destinado ao aterro sanitário, prolongando sua vida útil e reduzindo custos de transporte e destinação.



2. Fortalecimento da logística reversa e da responsabilidade compartilhada

A EC estimula que setores produtivos assumam parte dos custos e da operação da gestão de resíduos, aliviando o orçamento municipal e ampliando a eficiência das cadeias reversas.

3. Geração de emprego e renda local

Modelos circulares fortalecem cooperativas de reciclagem, pequenos empreendedores, sistemas de reparo, reutilização de materiais e o mercado de recicláveis — criando novas atividades econômicas no município.

4. Redução de custos públicos e maior eficiência operacional

Com menor geração de resíduos e melhor aproveitamento de materiais, o município reduz gastos com coleta, transporte, triagem e destinação final.

5. Estímulo à inovação e à atração de investimentos

O PNEC prevê incentivos para soluções inovadoras e tecnologias limpas, criando oportunidades para municípios que implementem projetos circulares.

6. Melhoria de indicadores ambientais e sociais

A circularidade reduz emissões de GEE, combate à poluição, diminui riscos à saúde pública e melhora indicadores de sustentabilidade, como os indicadores dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU 11 e 12.

7. Integração entre desenvolvimento econômico e sustentabilidade

Ao transformar resíduos em recursos, a EC cria uma dinâmica virtuosa: menos impacto ambiental e mais desenvolvimento local.

8. Reforço à governança e ao planejamento municipal

A Economia Circular exige dados, indicadores e monitoramento — fortalecendo a gestão e a capacidade de tomada de decisão do governo municipal.

Âmbito Estadual

Em todo o território do Estado de São Paulo há legislações e normas que abrangem a proteção do ambiente, assim como, o seu uso sustentável, garantindo que a exploração econômica não cause danos irreversíveis para o





meio e para a população. No caso dos resíduos sólidos, para auxiliar os gestores nas tomadas de decisões com o seu manejo adequado, há inúmeras leis, normas e resoluções exclusivas, agindo como suporte para facilitar as ações de gerenciamento que envolvem toda a sua cadeia, sendo, a geração, o acondicionamento, o transporte, a disposição e a destinação final correta.

Quadro 10 - Legislações e normas estaduais de resíduos sólidos São Paulo.

NORMATIVO	DESCRIPTIVO
Lei Estadual nº 997/76	Dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente.
Decreto Estadual nº 8.468/76	Aprova o Regulamento da Lei nº 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a Prevenção e o Controle da Poluição do Meio Ambiente.
Lei nº 1.817, de 27 de outubro de 1978	Estabelece os objetivos e as diretrizes para o desenvolvimento industrial metropolitano e disciplina o zoneamento industrial, a localização, a classificação e o licenciamento de estabelecimentos industriais na Região Metropolitana da Grande São Paulo, e dá providências correlatas.
Decreto Estadual nº 14.806/80	Institui o Programa de Controle da Poluição Industrial, e dá outras providências.
Decreto Estadual nº 21.880/84	Altera o Programa de Controle da Poluição Industrial instituído pelo Decreto nº 14.806, de 4 de março de 1980, visando à ampliação de suas condições de aplicação e dá outras providências.
Decreto Estadual nº 24.932/86	Institui o Sistema Estadual do Meio Ambiente, cria a Secretaria de Estado do Meio Ambiente, e dá providências correlatas.
Lei Estadual nº 7.663/91	Estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos.
Lei Estadual nº 7.750/92	Dispõe sobre a Política Estadual de Saneamento, e dá outras providências.
Lei Estadual nº 8.999/94	Proíbe a utilização de embalagem descartáveis espumadas, nas condições que especifica, e dá outras providências.
Lei Estadual nº 9.034/94	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.
Lei Estadual nº 9.509/97	Dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação (SEAQUA).
Decreto Estadual nº 47.400/02	Regulamenta dispositivos da Lei Estadual nº 9.509, de 20 de março de 1997, referentes ao licenciamento ambiental, estabelece prazos de validade para cada modalidade de licenciamento ambiental e condições para sua renovação, estabelece prazo de análise dos requerimentos e licenciamento ambiental, institui procedimento obrigatório de notificação de suspensão ou encerramento de atividade, e o recolhimento de valor referente ao preço de análise.





NORMATIVO	DESCRIPTIVO
Resolução SMA 41/02	Dispõe sobre procedimentos para o licenciamento ambiental de aterros de resíduos inertes e da construção civil no Estado de São Paulo
Decreto Estadual nº 48.523/04	Introduz alterações no Regulamento da Lei nº 997, de 31 de maio de 1976, aprovado pelo Decreto nº 8.468, de 8 de setembro de 1976 e suas alterações posteriores, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente e dá providências correlatas.
Lei nº 12.300/2006	Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios e diretrizes
Resolução SMA 56/06	Estabelece a gradação de impacto ambiental para fins de cobrança de compensação ambiental decorrente do licenciamento ambiental de empreendimentos de significativo impacto ambiental.

Fonte: Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo – SMA/SIMA, 2026. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

Âmbito Municipal

Quanto à Legislação Municipal, leis que abrangem o território e necessidades específicas para cada município constituem-se como importantes ferramentas à disposição dos gestores municipais, fato que pode contribuir para adoção e fiscalização de metas e objetivos acerca da gestão e manejo de resíduos sólidos.

O quadro a seguir mostra algumas das legislações municipais de Cordeirópolis, relacionadas com o gerenciamento e manejo dos resíduos sólidos.

Quadro 11 - Legislação Municipal aplicável à temática de resíduos sólidos.

NORMATIVO	DESCRIPTIVO
Lei Municipal nº 2.771/2011	Estabelece a formalização de um convênio, entre a Prefeitura e a Associação Reciclanip, com o objetivo central de regularizar o sistema de logística reversa e ter um descarte ambiental correto.
Lei Orgânica nº18/2012	Estabelece que compete ao município a limpeza pública, coleta domiciliar e destinação final do lixo.
Lei Complementar nº 178.29/2011	Visa que as indústrias de risco ambiental devem seguir a legislação específica fornecida pela CETESB com a reciclagem de resíduos industriais

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

2.3.2. Limpeza Pública

A limpeza pública é caracterizada pela composição dos serviços de varrição, capina, roçagem, poda, corte de árvores e limpeza de bocas de lobo e galerias pluviais. Este conjunto de serviços tem crescido consideravelmente nos últimos anos no país, principalmente pela implantação da PNRS.

Sendo assim, o Quadro a seguir traz a definição e os tipos de serviço de limpeza pública presente nos municípios brasileiros.

Quadro 12 - Definição e tipos de serviços que caracterizam a limpeza pública.

SERVIÇO	DEFINIÇÃO
Varrição	Operação manual em vias públicas pavimentadas, praças, jardins, áreas comerciais e portais de entrada, incluindo a remoção de folhas, areia e resíduos descartados.
Roçagem e Capina	Corte da vegetação rasteira em áreas públicas. Realizada com ferramentas manuais ou roçadeiras costais.
Poda e supressão de árvores	Retirada de galhos e árvores para segurança da população e preservação do paisagismo urbano.
Limpeza das bocas de lobo e valas de drenagem	Retirada de resíduos das estruturas hidráulicas de drenagem urbana para evitar alagamentos.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

Figura 34 - Execução de varrição no Município de Cordeirópolis.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

Figura 35 - Limpeza pública em Cordeirópolis no Lago União.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

Figura 36 – Dispositivo de limpeza pública em Cordeirópolis



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.



2.3.3. Resíduos Sólidos Domiciliares – RDO

A coleta de resíduos sólidos domiciliares em Cordeirópolis é organizada de forma a atender às diferentes características do território municipal. Na área urbana, o serviço de coleta de Resíduos Sólidos Domiciliares (RSD) é realizado porta a porta pela empresa Forty Construções e Engenharia Ltda., com a utilização de caminhões compactadores de 6 m³, alcançando 100% da população urbana. Na região central, o sistema é complementado pela disponibilização de lixeiras e contêineres plásticos destinados ao acondicionamento dos resíduos, cuja manutenção e higienização também são de responsabilidade da empresa contratada. Na zona rural, a cobertura do serviço é estimada em 50%, sendo realizada principalmente por meio de 40 contêineres distribuídos em pontos estratégicos, como escolas, creches e ginásios, com frequência de coleta de duas vezes por semana.

O município apresenta passivos ambientais associados, principalmente, à área do Aterro Sanitário em Valas de Cordeirópolis, implantado em gleba contígua ao antigo local de disposição de resíduos, atualmente desativado. Na área ainda se verifica o acúmulo de resíduos volumosos e Resíduos da Construção Civil (RCC), dispostos sem processos adequados de segregação, desmontagem, reaproveitamento ou recuperação. Além disso, há registro de uma antiga área de descarte irregular situada próxima à central de triagem, atingida por um incêndio de grandes proporções em 2024, decorrente da combustão de materiais anteriormente enterrados. A ocorrência evidencia a necessidade de medidas específicas de recuperação ambiental, uma vez que o local permanece isolado, sem utilização e sem que tenha sido implementado, até o momento, um processo efetivo de recuperação do passivo existente.

Atualmente, os resíduos sólidos coletados em Cordeirópolis são encaminhados ao Aterro Sanitário em Valas de Cordeirópolis, localizado na Rodovia Dr. Cássio de Freitas Levy, cuja operação é realizada diretamente pela Prefeitura Municipal, diferentemente dos demais integrantes do Consórcio CONDESU, que utilizam unidades privadas de destinação. Entretanto, a capacidade disponível do aterro constitui um dos principais desafios do sistema, diante da perspectiva de saturação da unidade. Nesse contexto, está



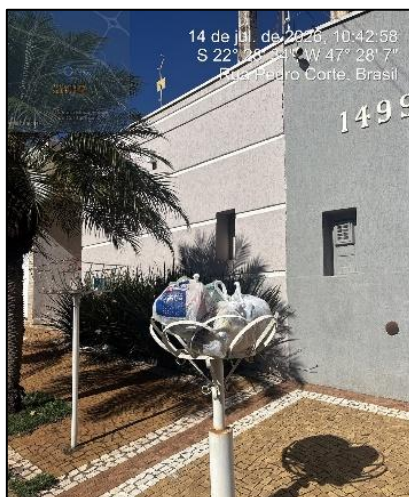
sendo considerada a futura transformação da área em uma estação de transbordo, possibilitando o encaminhamento dos resíduos para unidades externas por meio de contratos específicos ou soluções regionalizadas. A inexistência, atualmente, de uma unidade de transbordo licenciada e de uma organização estruturada de catadores também limita as possibilidades de redução da quantidade de resíduos destinada ao aterro. Estima-se que a implantação de infraestrutura local adequada para triagem e transbordo possa contribuir significativamente para a otimização operacional do sistema, com potencial de redução dos custos de gerenciamento em até 50%.

Figura 37 - Caminhões da frota da empresa Forty Construções e Engenharia Ltda.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

Figura 38 – Lixeira de Resíduos Sólidos Domiciliares.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

Figura 39 - Caminhões da frota da empresa Forty Construções e Engenharia Ltda.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

2.3.4. Resíduos Recicláveis

A reciclagem é um conjunto de técnicas de reaproveitamento de materiais descartados, reintroduzindo-os no ciclo produtivo. É uma das alternativas de tratamento de resíduos sólidos mais vantajosas, tanto do ponto de vista ambiental, quanto social e econômico, reduzindo o consumo de recursos naturais, economizando energia e água, diminuindo o volume gerado de resíduos sólidos e promovendo emprego à população (FRANCESCHET; ROSA, 2015).

A coleta seletiva é definida como o conjunto de procedimentos referentes ao recolhimento de resíduos recicláveis e/ou de resíduos orgânicos compostáveis, que tenham sido previamente separados na fonte geradora, dos resíduos orgânicos e rejeitos. Essas separações buscam evitar a contaminação dos materiais reaproveitáveis e aumentar o valor agregado (CEMPRE, 2018).

Silva e Capanema (2019) consideram a participação popular extremamente importante para a gestão de resíduos. Entretanto, de acordo com pesquisa elaborada pela Ibope Inteligência, a população brasileira de maneira geral carece de informações sobre coleta seletiva e quais os tipos de materiais que podem ser reciclados, fato que salienta a importância do papel do Poder Público na divulgação dessas informações, de maneira eficiente.

Figura 40 - Relação entre participação popular e coleta seletiva.

Fonte: Líder Engenharia, 2026.

A gestão de resíduos recicláveis em Cordeirópolis é marcada pela ausência de um sistema público de coleta seletiva estruturado e pela desarticulação da triagem formal. Atualmente, o município é operado atualmente por meio do Projeto Garimpar, que reúne nove recicladores, sendo oito mulheres e 1 homem, formalizados como Microempreendedores Individuais (MEI). O grupo atua em um barracão doado pela prefeitura, localizado na Rodovia Constante Peruchi, no Bairro do Cascalho, contando apenas com uma infraestrutura básica de prensas, balança e mesa de separação.

Figura 41 – Pontos de Coleta de Resíduo Recicláveis.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

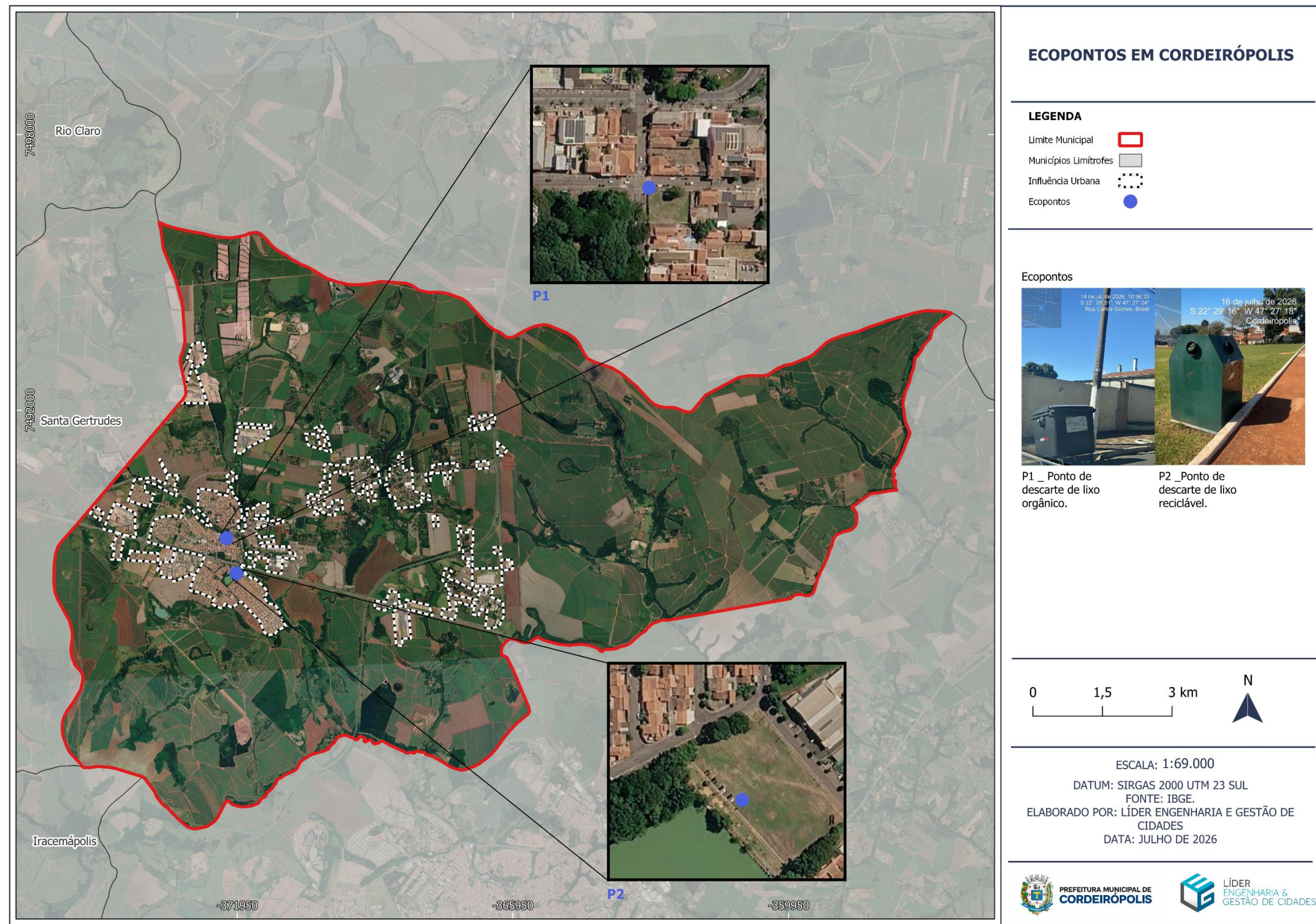
Figura 42 – Pontos de Coleta de Resíduos Orgânicos.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

A seguir o mapa de ecopontos que mostram o local exato onde cada ponto de coleta foi encontrado.

Figura 43 - Mapa de Ecopontos em Cordeirópolis



2.3.5. Resíduos com Logística Reversa Obrigatória

A logística reversa busca implementar o princípio da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos na etapa do pós-consumo, retornando-os a um novo ciclo de reaproveitamento (ABRELPE, 2021). Com o auxílio de embasamento legal, produtos e embalagens que possam e/ou causem prejuízo à saúde pública, também devem ser incorporados ao sistema logístico reverso (SINIR, 2023).

O Artigo 3º da Política Nacional dos Resíduos Sólidos define a logística reversa da seguinte forma:

“...Instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010).”

Os resíduos sólidos com logística reversa obrigatória (RLO) são:

- Baterias automotivas;
- Eletroeletrônicos;
- Embalagens de agrotóxicos;
- Embalagens plásticas de óleos lubrificantes;
- Embalagens em geral;
- Filtros usados de óleo lubrificante automotivo;
- Lâmpadas;
- Medicamentos;
- Óleo comestível;
- Óleo lubrificante usado ou contaminado (OLUC);
- Pilhas e baterias;
- Pneus inservíveis (FECOMERCIOSP, 2023).

Sendo assim, o Artigo 33 da Lei Federal nº 12.305/2010 – Política Nacional dos Resíduos Sólidos, determinou a existência da responsabilidade pós-consumo dos fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e

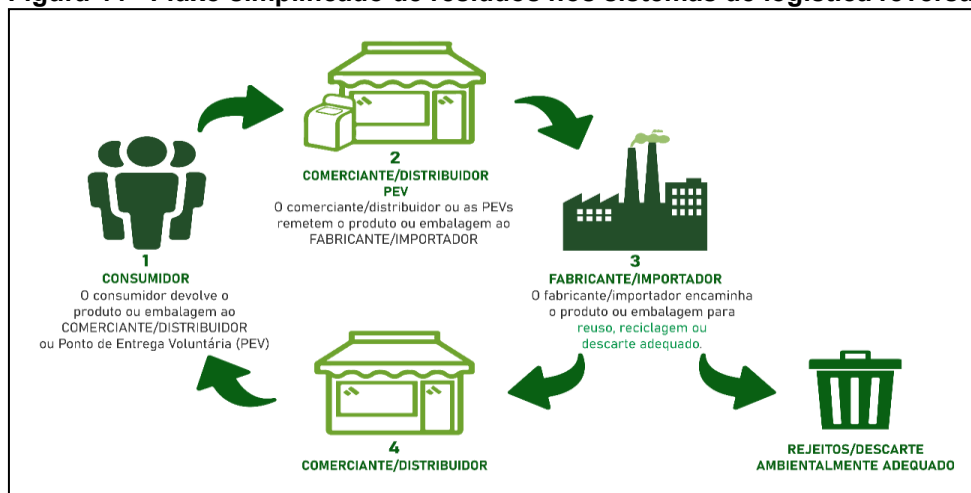
consumidores, obrigando-os a criar e manter sistemas de retorno dos produtos, além da coleta, armazenamento, transporte e destinação final ambientalmente adequada, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos (FECOMERCIOSP, 2023).

A PNRS representa um marco para a sociedade brasileira em relação à sustentabilidade, expondo uma avançada visão na forma como a sociedade em geral se relaciona com os resíduos sólidos gerados. E além de introduzir a Logística Reversa, também preconiza o Princípio da Responsabilidade Compartilhada pelo Ciclo de Vida dos Produtos (SINIR, 2023).

Esse princípio é preconizado pela ideia de que fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e consumidores devem agir em conjunto para que aconteça o reaproveitamento, reciclagem e destinação adequada dos resíduos sólidos. Nele, o cidadão no papel de consumidor é responsável por entregar os resíduos nas condições solicitadas e nos locais estabelecidos pelos sistemas de logística reversa (SINIR, 2023).

O setor privado fica responsável pelo gerenciamento ambientalmente correto dos resíduos sólidos, reincorporação na cadeia produtiva, inovações nos produtos que tragam benefícios socioambientais, uso racional dos materiais e prevenção da poluição. Por último, o Poder Público fica à cargo de fiscalizar todo o processo envolvendo os demais responsáveis pelo sistema, sempre buscando conscientizar e educar os cidadãos (SINIR, 2023).

Figura 44 - Fluxo simplificado de resíduos nos sistemas de logística reversa.



Fonte: SINIR, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.



Dentre os resíduos com logística reversa obrigatória, tem-se os resíduos eletroeletrônicos, que são aqueles cujo funcionamento se dá por meio de correntes elétricas com tensão nominal não superior a 240 volts, podendo ser de grande porte ou não, tais como refrigeradores, micro-ondas, fogões, máquinas de lavar, ar-condicionado (“produtos de linha branca”), assim como computadores, telefones, televisores, celulares, drones, cartuchos e toners, por exemplo (ABRELPE, 2021).

A logística reversa visa à restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, permitindo seu reaproveitamento em ciclos produtivos ou outra destinação ambientalmente adequada, conforme a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010).

Os resíduos eletroeletrônicos possuem fluxos de coleta definidos por meio de parcerias com empresas especializadas, como a Lu Ford. Por outro lado, os materiais recicláveis que chegam sujos ou misturados representam um desafio operacional, uma vez que essa condição dificulta ou inviabiliza seu reaproveitamento e sua comercialização pelo Projeto Garimpar.

O vidro, por sua vez, é processado no Barracão de Triagem, localizado na Rodovia Constante Peruchi, km 161, no Bairro do Cascalho. Nesse local funciona o Projeto Garimpar, onde recicladores formalizados realizam a separação, o acondicionamento e o enfardamento dos materiais destinados à comercialização. Além disso, existem lixeiras e contêineres plásticos instalados na área central da cidade para o descarte de resíduos sólidos domiciliares, os quais também acabam recebendo resíduos de vidro descartados pelos municípios quando não ocorre a segregação na fonte para encaminhamento à coleta seletiva.



Figura 45 – Contêiner da Programa Garimpar e EloForte para reciclagem de eletrônicos.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

Figura 46 - Ciclo da logística reversa dos eletroeletrônicos e seus componentes.



Fonte: SINIR, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

A separação de lâmpadas inservíveis tem certo nível de complexidade maior, pois a fim de evitar quebra durante o transporte, devem ser embaladas individualmente, de preferência na posição vertical, identificadas e encaminhadas para empresas licenciadas. Além de haver o cuidado de separar as quebradas das demais, em recipientes herméticos com vedação adequada (MOURÃO; SEO, 2012).

Vidros de Logística Reversa (Lâmpadas): No caso específico de lâmpadas fluorescentes (que contêm mercúrio e vidro), o recebimento para armazenamento temporário é feito em um Ecoponto interno situado dentro da Secretaria de Serviços Públicos

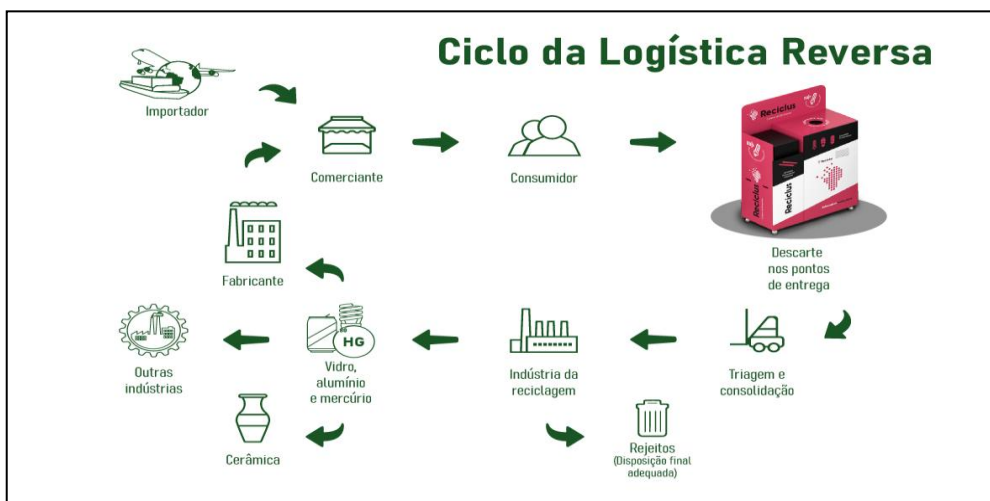
O vidro, por sua vez, é processado no Barracão de Triagem, localizado na Rodovia Constante Peruchi, km 161, no Bairro do Cascalho. Nesse local funciona o Projeto Garimpar, onde recicladores formalizados realizam a separação, o acondicionamento e o enfardamento dos materiais destinados à comercialização. Além disso, existem lixeiras e contêineres plásticos instalados na área central da cidade para o descarte de resíduos sólidos domiciliares, os quais também acabam recebendo resíduos de vidro descartados pelos munícipes quando não ocorre a segregação na fonte para encaminhamento à coleta seletiva.

Figura 47 –Local de coleta dos resíduos de lâmpada.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

Figura 48 - Ciclo da logística reversa de lâmpadas inservíveis.



Fonte: SINIR, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.



O gerenciamento da logística reversa de pneus tem como representante nacional e entidade gerenciadora a Reciclanip, desde 1999. Ademais, dados do SINIR mostram que em 2019 haviam 1.149 pontos de coletas distribuídos entre os municípios brasileiros, recebendo um total de 419.000 toneladas de pneus (RODRIGUES, 2021).

O descarte inadequado dos pneus inservíveis ocasiona inúmeros problemas de caráter ambiental, social e de saúde pública, pois causam assoreamento de rios e lagos, ocupam grandes espaços em aterros, ao serem queimados produzem uma fumaça preta altamente contaminante, quando depositados em terrenos abertos podem causar proliferação de vetores, como mosquitos transmissores de dengue, febre amarela e encefalite (CEMPRE, 2018).

Como solução ao descarte irregular, pneus usados são capazes de serem reutilizados após passarem por processos de recuperação, desvulcanização e pelo processo de recauchutagem, que consiste na remoção da banda de rodagem desgastada, por meio de raspagem, substituída por uma nova (CEMPRE, 2018). Porém, há um limite no número de vezes que cada pneu consegue passar por esse procedimento, devendo então, ao final, ser descartado (CEMPRE, 2018).

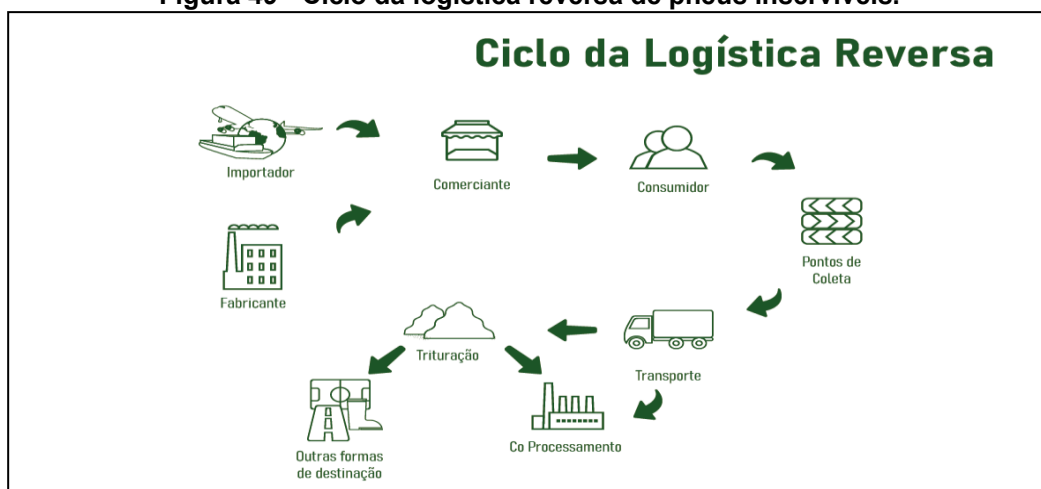
Nesse sentido, a logística reversa busca dar destinação adequada para estes pneus, que caso encaminhados corretamente, podem ser reciclados ou reutilizados para outros fins e setores produtivos, como: uso na engenharia civil, na regeneração da borracha, na geração de energia, no asfalto modificado com borracha, entre outros. (CEMPRE, 2018).

Os fabricantes e os importadores de pneus novos devem implementar pontos de coletas de pneus usados, podendo envolver os pontos de comercialização de pneus, os municípios, borracheiros e outros. Assim como deverão declarar ao IBAMA, numa periodicidade máxima de um ano, por meio do CTF (Cadastro Técnico Federal), a destinação adequada dos pneus inservíveis (RODRIGUES, 2021).



Em 2020, dentre os fabricantes nacionais de pneus, foram destinadas de maneira ambientalmente adequada, um total de 380.312 toneladas de pneus inservíveis (RECICLANIP, 2023).

Figura 49 - Ciclo da logística reversa de pneus inservíveis.



Fonte: SINIR, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

A gestão de pneus inservíveis em Cordeirópolis é regida pela Lei Municipal nº 2.771/2011, que estabelece o convênio com a Associação RECICLANIP para viabilizar a logística reversa e a destinação industrial adequada desses materiais. O município operacionaliza o recebimento por meio de um ponto de entrega voluntária localizado na Rodovia Constante Peruchi, KM 161 (Bairro do Cascalho), área onde também atua o Projeto Garimpar.

Os recicladores formalizados do projeto recebem os pneus levados pela população ou realizam a busca quando solicitados, armazenando-os até que o volume acumulado justifique o acionamento de empresas especializadas para a coleta. Esse sistema visa mitigar o impacto de passivos ambientais e riscos à saúde pública, evitando que o descarte irregular em áreas abertas comprometa o meio ambiente ou se torne foco de doenças. Além disso, a estratégia está integrada ao planejamento do CONDESU, garantindo que o transporte e o reaproveitamento (seja como combustível ou em novos artefatos) ocorram em conformidade com a Resolução CONAMA nº 416/09.



Na atividade agrícola a produção de resíduos está mais associada ao acúmulo de embalagens de fertilizantes, produtos veterinários, agrotóxicos e maquinários de implementação (MMA, 2012).

No caso das embalagens, possuem tóxicos que representam grandes riscos para a saúde humana e contaminação do meio ambiente. Por esse motivo, cabe a implantação ou utilização da logística reversa, devendo os próprios distribuidores e fornecedores se responsabilizarem pela realização do serviço de destinação correta.

A Lei Federal nº 9.974/2000, conhecida como Lei do Agrotóxico, disciplina a destinação final de embalagens vazias de agrotóxicos determinando responsabilidades para o agricultor, para o revendedor e para o fabricante (BRASIL, 2000). De acordo com o Decreto nº 4.074/2002, que regulamenta a Lei dos Agrotóxicos, a gestão de todo o processo de logística reversa desses resíduos é feita pelos produtores e comerciantes, os quais devem manter o controle das quantidades, dos tipos e das datas de vendas de produtos, além das embalagens devolvidas pelos usuários, devendo tais controles estar disponíveis para a fiscalização (BRASIL, 2002).

O fluxo logístico da operação inicia-se no ato da venda do produto, em que o usuário (agricultor) deve ser informado sobre os procedimentos de lavagem, acondicionamento, armazenamento, transporte e devolução de embalagens vazias. Assim, cabe ao Poder Público Municipal fiscalizar quanto ao cumprimento dessas ações. Os usuários de agrotóxicos e afins deverão efetuar a devolução das embalagens vazias, e respectivas tampas, aos estabelecimentos comerciais em que foram adquiridos, no prazo de até um ano, contado da data de sua compra (BRASIL, 2000).

Após o uso e antes da devolução, cabe ao agricultor realizar a lavagem das embalagens no campo, armazenando-as temporariamente para entrega posterior na unidade de recebimento indicada. A norma técnica ABNT NBR nº 13.968/1997, da Associação Brasileira de Normas Técnicas, define a chamada "tríplice lavagem" e a lavagem sob pressão, técnica que permite que os resíduos contidos nas embalagens possam ser diluídos em diferentes concentrações e reutilizados na lavoura (ABNT, 1997).

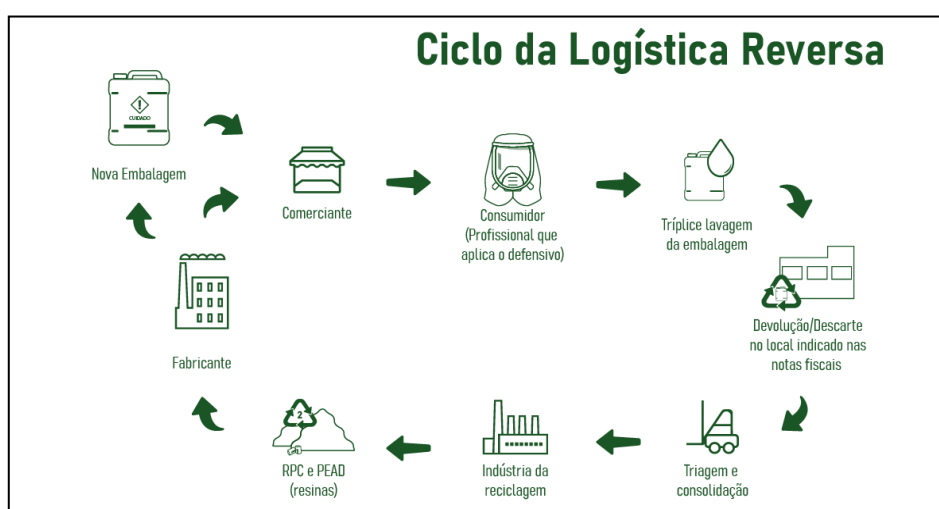


Os estabelecimentos destinados ao desenvolvimento de atividades que envolvem embalagens vazias de agrotóxicos, componentes ou afins, bem como produtos em desuso ou impróprios para utilização, deverão obter licenciamento ambiental (BRASIL, 2000).

As empresas titulares de registro, produtoras e comercializadoras de agrotóxicos, seus componentes e afins, são responsáveis pelo recolhimento, pelo transporte e pela destinação final das embalagens vazias, devolvidas pelos usuários aos estabelecimentos comerciais ou aos postos de recebimento, bem como dos produtos por elas fabricados e comercializados (BRASIL, 2000).

A gestão das embalagens de agrotóxicos em Cordeirópolis é regida pela Lei Federal nº 7.802/1989 e pelo Decreto Federal nº 4.074/2002, que disciplinam o sistema de logística reversa devido à toxicidade e aos riscos ambientais desses materiais. Integrado às diretrizes estratégicas do CONDESU, o planejamento regional reforça que o manejo desses resíduos agrícolas é de responsabilidade direta do gerador, a quem cabe o desenvolvimento de planos de gerenciamento específicos. No diagnóstico atual, embora Cordeirópolis não conte com um projeto local exclusivo detalhado — como ocorre em municípios vizinhos com o programa "Embalagem Legal" —, a cidade está inserida na meta de implantar e padronizar Ecopontos e pontos de entrega voluntária.

Figura 50 - Ciclo da logística reversa das embalagens de agrotóxico.



Fonte: SINIR, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.



2.3.6. Resíduos dos Serviços de Saúde

Os Resíduos de Serviços de Saúde (RSS), são aqueles provenientes de qualquer atividade de natureza médico-assistencial humano ou animal, clínicas odontológicas, veterinárias, farmácias, centros de pesquisa - farmacologia e saúde, medicamentos vencidos, necrotérios, funerárias, medicina legal e barreiras sanitárias (CEMPRE, 2018).

Segundo o Art. 13 da Política Nacional do Meio Ambiente – PNRS n° 12.305/ 2010, os resíduos de serviços de saúde estão inclusos na classificação dos resíduos sólidos, sendo sua gestão de responsabilidade do gerador obedecendo as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa (BRASIL, 2010).

Um importante marco na área de resíduos de serviços de saúde – RSS, ocorreu na década de noventa com a Resolução CONAMA n° 006/1991, que desobrigou a incineração dos resíduos provenientes deste tipo de atividade, transferindo a competência da criação de normas de destinação final desses resíduos para os órgãos estaduais.

Desse modo, os procedimentos técnicos de licenciamento, como acondicionamento, transporte e disposição final realizados nos municípios que não optaram pela incineração, são feitos por órgãos estaduais (CONAMA, 1991).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, através da Resolução RDC n° 306/2004, dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde, que já atribuía aos geradores dos resíduos a obrigatoriedade e responsabilidade de elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde – PGRSS (ANVISA, 2004).

Conforme a Resolução CONAMA n° 358/2005, que dispõe sobre o tratamento e a disposição dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências, é de responsabilidade dos geradores de resíduos de serviço de saúde, o gerenciamento dos resíduos, desde a geração até a disposição final, de forma a atender aos requisitos ambientais e de saúde pública e ocupacional (CONAMA, 2005).





Quanto à classificação, segundo as resoluções RDC ANVISA nº 306/2004 e CONAMA nº 358/2005 os RSS são classificados em 5 grupos: A, B, C, D e E, sendo:

- **Grupo A:** engloba os componentes com possível presença de agentes biológicos que, por suas características de maior virulência ou concentração, podem apresentar risco de infecção. Exemplos: placas e lâminas de laboratório, carcaças, peças anatômicas (membros), tecidos, bolsas transfusionais contendo sangue, dentre outras;
- **Grupo B:** contém substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade. Exemplos: medicamentos apreendidos, reagentes de laboratório, resíduos contendo metais pesados, dentre outros;
- **Grupo C:** quaisquer materiais resultantes de atividades humanas que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de eliminação especificados nas normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) como, por exemplo, serviços de medicina nuclear e radioterapia etc.;
- **Grupo D:** não apresentam risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares. Exemplos: sobras de alimentos e do preparo de alimentos, resíduos das áreas administrativas etc.;
- **Grupo E:** materiais perfurocortantes ou escarificantes, tais como lâminas de barbear, agulhas, ampolas de vidro, pontas diamantadas, lâminas de bisturi, lancetas, espátulas e outros similares (CONAMA, 2005).

Os resíduos de serviços de saúde grupos A, B, C e E são caracterizados pela Norma ABNT NBR nº 10.004/2004 como Resíduos de Classe I – Perigosos, tendo em vista suas características de patogenicidade, toxicidade, reatividade, corrosividade e inflamabilidade (ABNT, 2004).





Ainda de acordo com a RDC ANVISA nº. 306/2004 e CONAMA 358/2005, todo gerador deve elaborar um Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde. O PGRSS deve ser documentado, apontando e descrevendo as ações relativas ao manejo dos resíduos, abrangendo as etapas de geração, segregação, acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final, bem como as ações desenvolvidas visando a proteção da saúde pública e do meio ambiente (ANVISA, 2004).

A observação de estabelecimentos de serviços de saúde tem demonstrado que os resíduos dos Grupos A, B, C e E são, em conjunto, 25% do volume total. Os do Grupo D (resíduos comuns e passíveis de reciclagem, como as embalagens) respondem por 75% do volume (MMA, 2012).

A cidade de Cordeirópolis possui oito unidades geradoras de resíduos, sendo elas:

Tabela 23 - Unidades de saúde geradoras de RSS.

Unidades Geradoras	Localização
UPAM (Unidade de Pronto Atendimento Municipal)	R. José Bonifácio, 1 - Centro
Centro de Especialidades / Posto de Saúde do Centro / Centro Municipal de Fisioterapia	R. Tolêdo Barros, 422 – Vila Lídia Posto de Saúde
Centro Odontológico – Dr Cristovan Lopes Munhoz	Av. Presidente Vargas, 314 – Centro
Posto de Saúde do Jd. São Luiz – ESF Deolinda Magrin	R. Uarde Abraão de Campos Toledo, 1181 – Jd. São Luiz
Posta de Saúde de Cascalho – UBS Maria Tomazella Celotti	R. José Valter Sommer, 525 – Centro
Posto de Saúde do Jd. Cordeiro – ESF Silvina Ferreira Pereira	Av. Aristeu Marciano, 3376 – Jd. Cordeiro
Posto de Saúde do Jardim Progresso – ESF Lydia Benedicto da Cruz	R. José Oliva del Teso, 637 – Jd. Progresso
Posto de Saúde de Jd. Eldorado – ESF Américo Bertão	R. dos Cravos, 55 – Jd. Eldorado

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

A gestão dos resíduos de serviços de saúde (RSS) em Cordeirópolis é operacionalizada pela empresa licenciada BIOTRANS, que realiza a coleta técnica tanto nas unidades básicas de saúde (postos) quanto no hospital do município e em farmácias e centros odontológicos. Durante a visita técnica na UPA (Unidade de Pronto Atendimento Municipal), foi diagnosticado que tem uma média de 7mil atendimentos ao mês, e com relação aos resíduos, é feito o controle por meio de pesagem e a coleta é feita de sexta-feira.

Figura 51 - Disposição de Resíduos de Serviço de Saúde.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

Figura 52 – Armazenamento de Resíduos de Serviço de Saúde.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026

2.3.7. Resíduos dos serviços de saneamento

Os resíduos de saneamento são originados dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, sendo compostos, majoritariamente, por lodos e sólidos grosseiros gerados nos processos de tratamento. A produção de lodo é uma consequência direta das técnicas aplicadas na remoção de impurezas da água ou do esgoto, configurando-se como um dos principais passivos ambientais do setor (MMA, 2012).

O lodo gerado, sobretudo nas Estações de Tratamento de Água (ETAs), contém diversos produtos químicos que, quando descartados de forma inadequada, podem provocar sérios desequilíbrios ecológicos. Entre os impactos ambientais observados estão o aumento da turbidez, da coloração e da concentração de sólidos suspensos nos corpos d'água, além da diminuição da penetração de luz solar, o que compromete a atividade fotossintética e reduz a concentração de oxigênio dissolvido. A depender dos coagulantes utilizados no tratamento, o lodo também pode apresentar concentrações elevadas de alumínio e ferro, contribuindo para o assoreamento e degradação da qualidade da água (SMIDERLE, 2016; SINIR, 2023).

No Brasil, estima-se que sejam geradas anualmente cerca de 81 milhões de toneladas de resíduos de saneamento, das quais aproximadamente 78

milhões de toneladas são provenientes das ETAs e 3 milhões de toneladas das Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) (SINIR, 2023).

O manejo dos resíduos provenientes dos serviços de saneamento em Cordeirópolis é realizado pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Cordeirópolis (SAAE), concentrando-se principalmente na gestão dos lodos gerados nos processos de tratamento de água e de esgoto. O sistema conta com uma Estação de Tratamento de Água (ETA) e uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), ambas implantadas recentemente, entre 2019 e 2020. As unidades possuem capacidade suficiente para atender à demanda operacional atual, apresentando, conforme informações levantadas, capacidade operacional remanescente de aproximadamente 20%.

Figura 53 – Descarte de resíduo de saneamento.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

Quanto à destinação do lodo, os resíduos tanto da ETA quanto da ETE são encaminhados para aterros sanitários licenciados localizados fora do território municipal. No caso específico do lodo de esgoto, o diagnóstico técnico indicou que, por se tratarem de estações novas, o volume acumulado no processo ainda era incipiente, mas o município já possuía os certificados de movimentação de resíduos (CADRIs) aprovados para a destinação final técnica em unidades no município de Paulínia/SP, garantindo a conformidade ambiental do ciclo de saneamento.

2.3.8. Resíduos da construção civil e volumosos

Os Resíduos da Construção Civil (RCC), popularmente conhecidos como entulhos, são originados de atividades como construções, reformas, demolições, restaurações e obras de infraestrutura. Esses resíduos compreendem uma variedade de materiais, incluindo restos de concreto, argamassa, cerâmica, areia, pedregulhos, aço, madeira e outros fragmentos (CONAMA, 2002).

A Resolução CONAMA nº 307/2002 é o principal instrumento legal que regulamenta a gestão dos RCC no Brasil. Ela define os responsáveis pela geração dos resíduos, suas classificações e as medidas obrigatórias quanto à sua destinação e manejo adequado.

De acordo com essa resolução, os RCC são classificados em quatro categorias:

- Classe A: resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, provenientes de obras de construção, reformas, demolições e terraplanagem. Incluem componentes cerâmicos (tijolos, telhas, blocos, etc.), argamassa, concreto e peças pré-moldadas em concreto;
- Classe B: resíduos recicláveis que podem ser reaproveitados em outros processos, como plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e similares;
- Classe C: resíduos para os quais ainda não existem tecnologias viáveis de reciclagem ou recuperação, como produtos à base de gesso;
- Classe D: resíduos perigosos, tais como tintas, solventes, óleos e materiais contaminados oriundos de clínicas, instalações industriais ou demolições de locais com amianto. A Resolução CONAMA nº 348/2004 ampliou esta classe para incluir objetos que contenham substâncias nocivas à saúde.



A mesma resolução também estabelece definições e conceitos fundamentais para o correto gerenciamento dos RCC, entre eles:

- Agregado reciclado: material resultante do beneficiamento dos RCC, com características técnicas que o tornam aplicável em obras de edificação, infraestrutura ou engenharia;
- Área de destinação: local destinado ao beneficiamento, reciclagem ou disposição final dos resíduos;
- Aterro de Classe A para reserva futura: espaço licenciado para armazenar resíduos classe A com potencial de reaproveitamento, utilizando técnicas que minimizem impactos ambientais;
- Área de Transbordo e Triagem (ATT): espaço para recebimento, triagem, armazenamento temporário e eventual transformação dos RCC, antes de seu encaminhamento para destinação final;
- Beneficiamento: processos que tornam o resíduo apto a ser reutilizado como matéria-prima ou produto;
- Destinação: envio do resíduo para local adequado conforme a legislação ambiental, sendo proibido o descarte em áreas públicas, terrenos baldios ou lixões;
- Geradores: pessoas físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis pela geração dos RCC;
- Reciclagem: transformação física, química ou biológica do resíduo em novo produto, semelhante ou diferente do original;
- Reutilização: reaplicação do resíduo sem transformação, mantendo suas propriedades originais;
- Segregação: separação adequada dos resíduos na fonte geradora ou posteriormente;
- Transportadores: responsáveis pelo transporte dos RCC até as áreas de destinação, devendo atender a normas específicas (CONAMA, 2002).





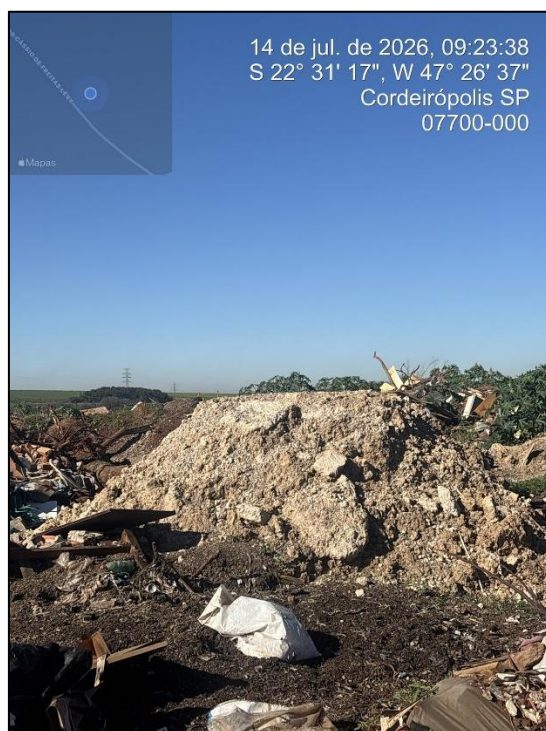
Além dos RCC, a legislação também aborda os resíduos volumosos, definidos como materiais de grande porte não atendidos pela coleta domiciliar comum. Entre eles estão grandes embalagens, restos de poda, móveis descartados, madeiras e metais, geralmente recolhidos junto com os RCC (MMA, 2012).

A gestão dos resíduos da construção civil (RCC) em Cordeirópolis é realizada por meio da combinação de serviços públicos e privados, seguindo as diretrizes estabelecidas pela Resolução CONAMA nº 307/2002. A forma de coleta e a responsabilidade pela destinação dos resíduos dependem do volume gerado. Para volumes de até 1 m³, a legislação municipal permite que o cidadão disponha o entulho na calçada para que a Prefeitura realize o recolhimento gratuitamente. A coleta é efetuada uma vez por semana, por meio de caminhão da administração pública. Para grandes volumes, superiores a 1 m³, o gerador é responsável pela contratação do serviço de caçambas. Como Cordeirópolis não possui empresas de caçambas sediadas no próprio território municipal, os moradores costumam contratar prestadores de serviços de municípios vizinhos, como Santa Gertrudes e Rio Claro.

No caso das empresas privadas, quando o volume gerado é de até 1 m³, os resíduos são encaminhados para a área municipal de britagem. Para volumes superiores a 1 m³, as empresas devem destinar os RCC para unidades ou aterros devidamente licenciados. Atualmente, o manejo dos resíduos da construção civil em Cordeirópolis contempla as etapas de triagem, britagem e reutilização, integradas ao modelo de gestão adotado no âmbito do Consórcio CONDESU.

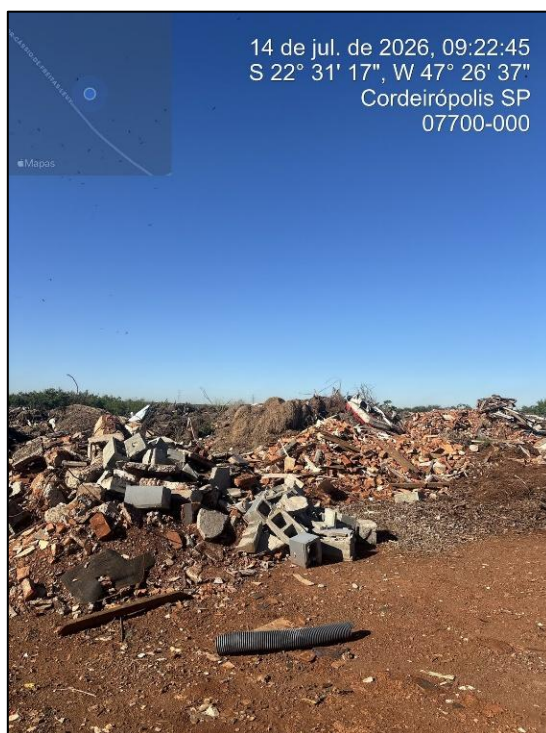


Figura 54 – Disposição de resíduos de construção civil.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

Figura 55 – Poda, Roçagem e disposição de resíduos de construção civil.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

2.3.9. Resíduos de Mineração

A mineração é reconhecida como uma atividade de elevado potencial poluidor e altamente degradadora do meio ambiente. Os rejeitos e as pilhas de estéril gerados durante o processo de extração e beneficiamento de minérios contêm, em muitos casos, metais pesados e substâncias químicas altamente contaminantes. Quando em contato com a hidrosfera, a atmosfera ou a biosfera, esses resíduos podem se dispersar pelo solo, pela água e pelo ar, provocando impactos ambientais significativos e duradouros, além de riscos à saúde pública (GUIMARÃES, 2007).

Esses resíduos são oriundos das fases de pesquisa, extração e beneficiamento mineral, e se dividem entre os materiais com valor econômico e aqueles descartados por não apresentarem interesse comercial (SINIR, 2023).

Conforme a classificação do Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR), os resíduos de mineração podem ser agrupados em:

- Classe I – Perigosos: incluem rejeitos com substâncias perigosas, solos e rochas contaminadas, óleos usados de motores, sistemas de transmissão e lubrificação;
- Classe II – Não Perigosos: englobam resíduos de extração de minérios metálicos e não metálicos, rejeitos inertes, sucatas metálicas ferrosas, restos de madeira e resíduos sanitários.

No município de Cordeirópolis, de acordo com a Prefeitura Municipal, não existem atividades mineradoras em operação até o momento, não sendo verificada a geração de resíduos oriundos dessa atividade no território municipal.

2.3.10. Resíduos Industriais

Os resíduos industriais são originados a partir de diversos segmentos da atividade produtiva e apresentam ampla variedade de composição, incluindo



lodos, óleos, cinzas, resíduos alcalinos e ácidos, fibras, borrachas, plásticos, papéis, metais, vidros, escórias, cerâmicas, entre outros. Em sua maioria, são classificados como Classe I – Perigosos, devido à sua toxicidade e potencial de contaminação ambiental e à saúde pública (CEMPRE, 2018).

A responsabilidade pela gestão adequada desses resíduos — incluindo coleta, tratamento, transporte e destinação final — é exclusiva do gerador, não cabendo ao Poder Público a execução direta dessas etapas. Essa descentralização dificulta o acesso a dados quantitativos e qualitativos sobre a geração e o destino final desses resíduos no município.

Em razão disso, a Prefeitura de Cordeirópolis aborda os resíduos industriais gerados à responsabilidade privada da fiscalização estadual, abrangendo coleta, transporte e destinação final. Diferente de municípios vizinhos, Cordeirópolis não realiza um controle municipal específico sobre a destinação final desses resíduos, ficando essa atribuição a cargo da CETESB no âmbito do licenciamento ambiental.

2.3.11. Resíduos agrossilvopastoris

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), em seu Art. 13, inciso I, alínea “a”, define os resíduos agrossilvopastoris como aqueles provenientes de atividades agropecuárias e silviculturais, incluindo os resíduos relacionados aos insumos utilizados nesses processos (BRASIL, 2010).

Esses resíduos podem ser de natureza orgânica ou inorgânica. Os orgânicos abrangem restos de culturas temporárias e perenes, como café, banana, laranja, coco, cana-de-açúcar, soja, milho, mandioca, feijão, entre outras. Também incluem resíduos gerados na criação de animais como bovinos, suínos, aves, caprinos, ovinos, equinos, entre outros, além dos resíduos oriundos de abatedouros e agroindústrias (MMA, 2012).

Já os resíduos inorgânicos englobam agrotóxicos, fertilizantes, produtos farmacêuticos e suas embalagens. As embalagens de agrotóxicos e fertilizantes estão sujeitas à logística reversa obrigatória (RLO), tema já abordado anteriormente neste trabalho (MMA, 2012).





O município de Cordeirópolis segue as diretrizes estabelecidas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos e pelo planejamento regional do CONDESU. A gestão desses resíduos é de responsabilidade direta dos respectivos geradores, aos quais compete a elaboração e a implementação de planos de gerenciamento específicos, conforme a natureza e as características dos resíduos gerados.

O Poder Público Municipal atua de forma complementar no manejo dos resíduos verdes e provenientes de podas, realizando sua coleta por meio de empresas terceirizadas. Após o recolhimento, esses resíduos são destinados ao processamento para produção de cavacos de madeira.

2.3.12. Resíduos de Serviço de Transporte

São os resíduos gerados nas atividades de transporte ferroviário, rodoviário, aéreo e aquaviário, abrangendo também os resultantes das instalações de trânsito de rodoviárias, portos, aeroportos e passagens de fronteira. Devido à mobilidade inerente aos serviços de transporte, atribui-se a esse tipo de resíduo, a capacidade de veicular doenças entre cidades (MMA, 2012).

Como exemplos de resíduos de serviços de transporte, tem-se: orgânicos provenientes de refeitórios, cozinhas e serviços de bordo, sucatas e embalagens em geral, material de escritório, resíduos infectantes, químicos, cargas em perdimento ou apreendidas, lâmpadas, pilhas e baterias, resíduos contaminados com óleo e de manutenção de transporte, dentre outros (MMA, 2012).

Atualmente, os resíduos gerados em instalações como rodoviária, aeroclubes, com características domiciliares, como papéis resto alimentares e embalagens, como o volume desses resíduos é pequena, são dispostos juntamente com o Resíduo Sólido Domicilia. A responsabilidade por monitorar esse fluxo recai sobre a Diretoria de Resíduos Sólidos e Transportes do município, que participa das reuniões técnicas de revisão do plano regional.



2.3.13. Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviço

Os resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços são aqueles gerados por atividades comerciais em geral, como mercados, lojas, padarias, bares, restaurantes, oficinas mecânicas, salões de beleza, consultórios, entre outros empreendimentos do setor terciário. Esses resíduos são caracterizados por sua diversidade de composição, podendo incluir materiais orgânicos, recicláveis, rejeitos e, eventualmente, resíduos perigosos (MMA, 2012). Entre os principais tipos, destacam-se:

- Resíduos orgânicos, como restos de alimentos e resíduos de preparo de refeições;
- Embalagens de papel, papelão, plástico, vidro e metal;
- Resíduos perigosos, como produtos de limpeza, lâmpadas, pilhas, óleos e produtos químicos (especialmente em oficinas ou salões de beleza);
- Resíduos infectantes, eventualmente gerados em consultórios odontológicos, estúdios de tatuagem e salões estéticos, quando não segregados de forma adequada.

A correta gestão desses resíduos é fundamental para garantir a saúde pública, a segurança sanitária e a preservação ambiental, devendo ser observadas práticas como a segregação na fonte, o acondicionamento adequado, a coleta diferenciada e a destinação ambientalmente adequada, em conformidade com a legislação vigente.

No município de Cordeirópolis, a gestão dos resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviço é integrada ao sistema de manejo de resíduos sólidos urbanos, sendo os pequenos geradores (que produzem até 120 litros diários) equiparados aos geradores domésticos. A composição desses resíduos varia conforme a atividade do estabelecimento: em restaurantes, bares e hotéis predominam os resíduos orgânicos, ao passo que em escritórios e lojas há maior incidência de papel, plástico e vidro.

Diferente de outros municípios do consórcio, Cordeirópolis possui um contrato próprio para esses serviços, operado atualmente pela empresa Forty Construções e Engenharia Ltda. O atendimento abrange 100% da área urbana e utiliza caminhões compactadores de 6 m³. Na área central, o descarte é realizado em lixeiras e contêineres plásticos distribuídos estrategicamente, cuja manutenção e limpeza ficam a cargo da empresa terceirizada. O destino final desses materiais é o Aterro Sanitário em Valas de Cordeirópolis, operado pela prefeitura.

2.3.14. Destinação final

De acordo com o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA), as formas de destinação final dos resíduos sólidos urbanos podem ser classificadas da seguinte forma:

- Lixão: é o local de descarte de resíduos a céu aberto, sem qualquer tipo de controle ambiental ou tratamento. Nesses espaços, pessoas têm acesso livre aos resíduos, muitas vezes utilizando-os como fonte de renda ou, até mesmo, estabelecendo moradias no local. É considerada a forma mais precária e ilegal de disposição de resíduos, trazendo sérios riscos à saúde pública e ao meio ambiente (SINISA, 2023).

Figura 62 - Exemplo de lixão.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

- Aterro controlado: caracteriza-se por ser um estágio intermediário entre o lixão e o aterro sanitário. Embora ainda possua limitações estruturais, o aterro controlado adota algumas medidas de controle ambiental e operacional, aplicadas periodicamente tanto sobre os resíduos quanto sobre seus efluentes (SINISA, 2023).

Figura 63 - Exemplo de aterro controlado.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

- Aterro sanitário: é a forma tecnicamente mais adequada de disposição final dos resíduos sólidos urbanos. Os resíduos são depositados no solo com controle técnico e operação permanente, visando minimizar os impactos ambientais e proteger a saúde pública, por meio da contenção de líquidos percolados, gases e outros contaminantes (SINISA, 2023).

Figura 64 - Exemplo de aterro sanitário.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026

A Constituição Federal de 1988, em seu Art. 225, estabelece que todos têm direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado, essencial à qualidade de vida. Esse direito impõe ao poder público e à coletividade o dever de protegê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. A disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos contraria diretamente esse princípio constitucional (BRASIL, 2003).

Esse problema ainda representa um grave passivo ambiental no Brasil, configurando-se como uma questão crítica de saúde pública e gestão ambiental. Embora muitos municípios contem com coleta regular nas áreas urbanas, a destinação final adequada dos resíduos frequentemente é negligenciada, exigindo esforços conjuntos entre o poder público e a iniciativa privada para se alcançar a universalização desse serviço essencial (IPEA, 2021).

Em escala global, diversos casos de contaminação de solos e aquíferos subterrâneos são atribuídos a depósitos de lixo, inclusive em locais que adotam medidas técnicas de controle, como sistemas de drenagem e impermeabilização. Esses episódios evidenciam as complexidades do gerenciamento de resíduos e a necessidade de soluções cada vez mais eficientes (FIM DO LIXO, 2023).

Nesse contexto, a gestão adequada de resíduos sólidos deve envolver uma cadeia de ações integradas, como:

- Redução da geração de resíduos na fonte;
- Ampliação e qualificação da coleta seletiva;
- Transporte seguro;
- Reaproveitamento de materiais recicláveis/potencial energético;
- Destinação final tecnicamente adequada, preferencialmente em aterros sanitários devidamente licenciados.

Esses elementos devem estar cada vez mais presentes nas decisões dos gestores públicos, visando o cumprimento das diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos (FIM DO LIXO, 2023).

A destinação final dos resíduos domiciliares (RSD) coletados em Cordeirópolis, é retirada do Aterro Sanitário em Valas de Cordeirópolis, situado na Rodovia Dr.Cássio de Freitas Levy, km 4, na zona rural do Município. O sistema é operacionalizado por meio o contrato específico para os serviços de coleta e disposição final, atualmente executada pela empresa Forty Construções Engenharia Ltda. O modelo logístico adotado baseia-se no transporte direto, uma vez que devido à proximidades do aterro, os resíduos são encaminhados diretamente ao local de destinação final, sem a necessidade de utilização de estação de transbordo. A partir do levantamento técnico realizado, foi recebimento de diferentes fluxos de resíduos, incluindo resíduos domiciliares, resíduos da construção civil, podas e resíduos orgânicos.

Figura 56 - Aterro Sanitário em Valas onde ocorre a disposição final dos resíduos de Cordeirópolis.

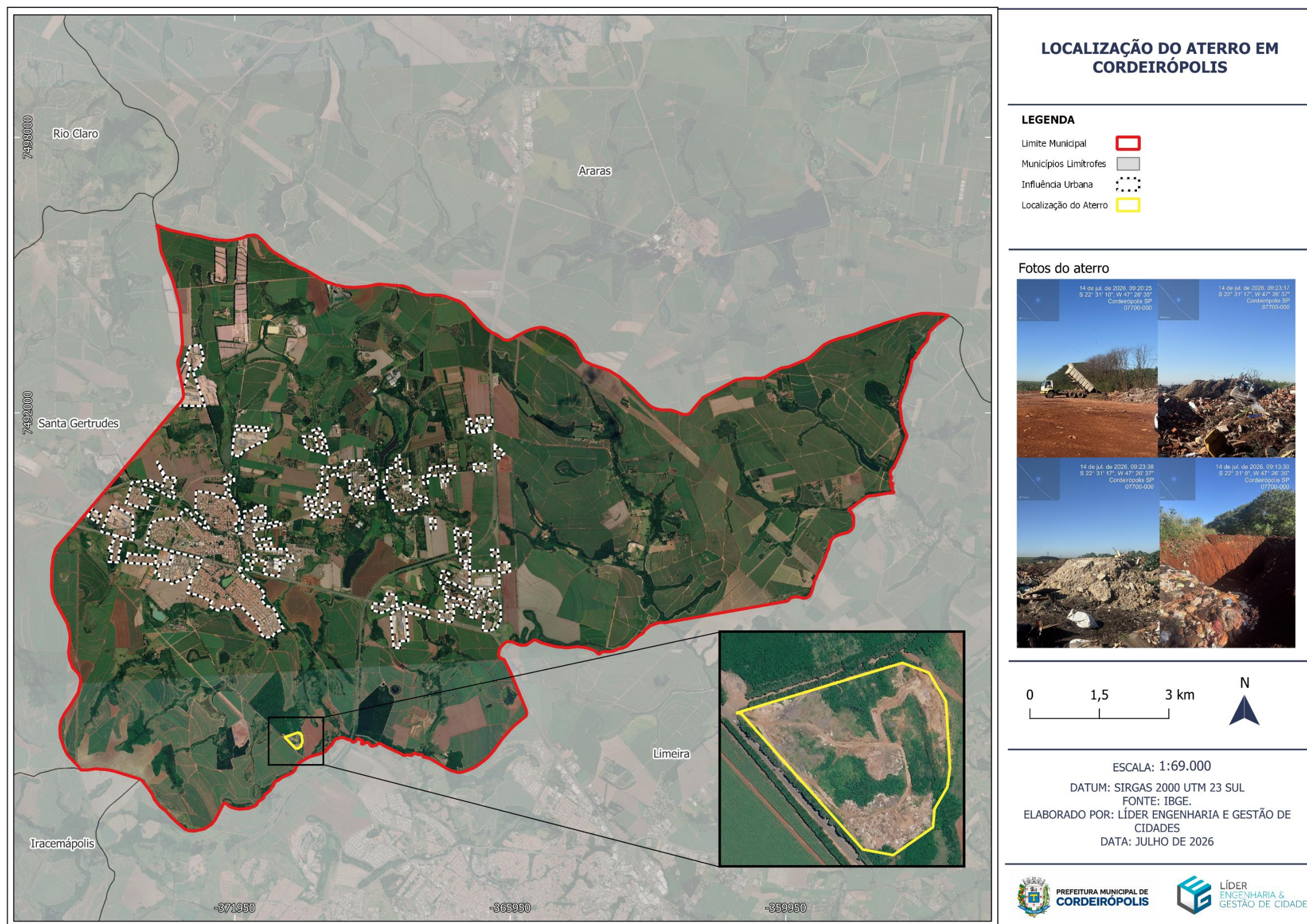




Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

A seguir um mapa de localização do Aterro Sanitário em Valas de Cordeirópolis:

Figura 57 - Mapa aterro em Cordeirópolis.





2.3.15. Análise financeira

A Tabela a seguir apresenta as despesas e receitas associadas à gestão dos resíduos sólidos urbanos no município de Cordeirópolis, com base nos dados do SNISA (2026).

Tabela 24 - Análise financeira da gestão dos resíduos sólidos de Cordeirópolis.

Total de despesas de exploração (DTS) de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos (R\$/ano)	Receita operacional total (direta + indireta) de limpeza urbana e manejo resíduos sólidos (R\$/ano)	Déficit (R\$)
R\$ 11.156.046,04	R\$ 2.175.224,23	R\$ 8.980.821,81

Fonte: SINISA, 2026. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

A análise financeira do manejo de resíduos sólidos em Cordeirópolis, fundamentada nos dados do SINISA 2026, referentes ao ano de 2025, evidencia um cenário de insustentabilidade econômico-financeira, com déficit anual de R\$ 8.980.821,81, frente a uma receita operacional total, direta e indireta, de R\$ 2.175.224,23. Atualmente, a cobrança pela prestação dos serviços de manejo de resíduos sólidos no Município é realizada por meio do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU), com fundamento na Lei nº 920/1973 e em legislações complementares. Entre os fatores que contribuem para a manutenção desse déficit, destaca-se a ausência de controle mais rigoroso sobre os resíduos orgânicos provenientes de grandes geradores, como mercados e restaurantes, os quais são encaminhados ao aterro juntamente com os resíduos sólidos domiciliares, ampliando os custos assumidos pelo poder público municipal.

2.3.16. Análise crítica do Sistema de gestão

A partir das análises realizadas sobre o sistema de gestão dos resíduos sólidos no município, foi possível identificar as principais características, potencialidades e desafios relacionados às diferentes etapas do manejo, incluindo a geração, coleta, transporte, tratamento, destinação final e ações de





educação ambiental. Nesse sentido, o Quadro 16 apresenta um resumo com as informações mais relevantes, organizadas de forma objetiva, visando proporcionar uma visão clara e estruturada dos aspectos identificados. A abordagem contempla os pontos fortes que podem ser potencializados para a melhoria contínua da gestão, bem como os desafios que exigem atenção e enfrentamento, subsidiando a formulação de propostas e ações específicas na etapa de Prognóstico.

Quadro 13 - Síntese das potencialidades e desafios do sistema de gerenciamento e manejo de resíduos sólidos.

ASPECTOS	POTENCIALIDADES	PROBLEMAS
Coleta de resíduos domiciliares	Cobertura de 100% da área urbana, com coleta porta a porta e apoio de lixeiras e contêineres. Na zona rural, há 40 contêineres e coleta duas vezes por semana.	Cobertura rural ainda limitada a cerca de 50% e ausência de pesagem regular dos resíduos, dificultando o controle preciso da geração.
Reciclagem e logística reversa	Existência do Projeto Garimpar, com recicladores formalizados, barracão de triagem e fluxos específicos para pneus, eletroeletrônicos, lâmpadas e outros materiais.	Ausência de coleta seletiva pública estruturada, infraestrutura limitada para triagem e presença de materiais recicláveis misturados aos resíduos comuns.
RCC, volumosos e descarte irregular	Participação no CONDESU, permitindo o compartilhamento de equipamentos, como britador de RCC e picador de resíduos verdes.	Acúmulo de RCC e resíduos volumosos sem segregação adequada e existência de pontos de descarte irregular no município.
Aterro Sanitário em Valas de Cordeirópolis e destinação final	Existência de aterro próprio e próximo à área urbana, permitindo transporte direto dos resíduos e dispensando atualmente estação de transbordo.	Perspectiva de saturação da unidade, presença de passivos ambientais na área e necessidade de planejamento prévio para futura solução de transbordo e destinação externa.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.



2.4. SISTEMA DE DRENAGEM URBANA E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

O estudo da drenagem possui foco principal na predição dos resultados dos hidrogramas de picos de vazões, que se elevam diretamente com a intensa ocupação urbana nas bacias hidrográficas e consequente aumento da impermeabilização da superfície. Deste modo, o crescimento urbano desordenado no país provoca impactos negativos tanto na população, quanto no ambiente, aumentando a frequência e a gravidade das inundações e dos deslizamentos, prejudicando também a qualidade da água devido ao aumento da presença de materiais sólidos no escoamento pluvial.

Assim, existem fatores a serem atribuídos a este crescimento urbano desordenado, sendo a falta de planejamento para a abertura de novos loteamentos, o uso impróprio do solo, a ocupação irregular em áreas de risco e sistemas de drenagem ineficientes.

O município de Cordeirópolis apresenta uma rede hidrográfica formada por diversos cursos d'água que atravessam áreas urbanas e rurais. Entre os principais corpos hídricos associados ao território municipal destacam-se o Ribeirão Tatu, o Córrego Ibicaba, o Córrego do Cascalho e o Córrego São Francisco, além de outros cursos d'água de menor porte distribuídos pelo município. Esses elementos exercem papel fundamental na drenagem natural do território, recebendo parcelas do escoamento superficial provenientes das áreas urbanizadas e rurais e compondo o sistema de macrodrenagem municipal.

Com base nos levantamentos realizados para elaboração do presente diagnóstico, foram identificados seis pontos de alagamento distribuídos pela área urbanizada de Cordeirópolis. Os registros estão localizados na Estrada Dr. Cássio de Freitas Levy (Ponto 01), Avenida Presidente Vargas (Ponto 02), cruzamento da Rua Dr. Adhemar Pereira de Barros com a Rua Presidente Castello Branco (Ponto 03), Rua André Francisciato (Ponto 04), Rua Pedro Zanarelli (Ponto 05) e Rua Armando Bacoquina (Ponto 06). A distribuição espacial dessas ocorrências demonstra que os problemas de acúmulo de águas pluviais atingem diferentes setores da malha urbana, conforme apresentado no mapa a seguir.





Mapa 3 – Localização dos pontos de alagamento.





O Ribeirão Tatu constitui um dos cursos d'água de maior relevância ambiental e hídrica de Cordeirópolis. Sua bacia vem sendo objeto de ações de recuperação ambiental por meio do programa Refloresta Cordeirópolis. Segundo a Prefeitura Municipal, foram restauradas Áreas de Preservação Permanente associadas a 53 nascentes e cursos d'água, abrangendo aproximadamente 100 hectares, com ações concentradas, entre outros locais, na cabeceira do Ribeirão Tatu. O curso d'água também possui importância histórica para o sistema hídrico municipal e recebeu, durante décadas, contribuições de esgoto antes da ampliação do sistema de coleta e tratamento do município.

O Córrego Ibicaba também integra a rede hidrográfica municipal e já desempenhou função importante no sistema de abastecimento de água de Cordeirópolis. A captação no local foi utilizada como fonte complementar de abastecimento até o final de 2023, quando foi desativada e sua tubulação retirada em razão da baixa viabilidade operacional. Atualmente, o curso d'água permanece como componente da drenagem natural do território, mas não integra os principais pontos ativos de captação utilizados pelo SAAE.

O Córrego do Cascalho está associado a uma área de relevância para os recursos hídricos municipais, integrando uma região caracterizada pela presença de nascentes e por estruturas utilizadas no sistema de abastecimento de água, entre elas a Represa do Cascalho. A relação entre o curso d'água, a reserva existente e as áreas de contribuição hídrica demonstra sua importância dentro da rede hidrográfica de Cordeirópolis.

No que se refere à drenagem urbana, o município apresenta registros de alagamentos e enchentes localizados, principalmente em setores urbanizados onde ocorre concentração do escoamento superficial. Um dos locais com histórico registrado é o Jardim Santa Luzia, especialmente nas proximidades da Avenida Aristeu Marcicano. Segundo a Prefeitura, o rápido desenvolvimento do bairro promoveu aumento da impermeabilização do solo e, conseqüentemente, do volume de água escoado pelas vias, resultando em problemas de enchentes e acúmulo de água. Em 2018, foi implantada uma galeria de águas pluviais no local, com investimento de aproximadamente R\$ 245 mil, destinada ao escoamento das águas pluviais da região.





Outro setor com histórico de ocorrências é o Jardim Primavera, onde eram registrados alagamentos e enchentes associados a episódios de chuva intensa. Em 2020, foi implantado um sistema de galerias pluviais, com investimento aproximado de R\$ 250 mil. Segundo registros municipais, a intervenção contribuiu para solucionar os episódios recorrentes de acúmulo de água anteriormente observados na área atendida.

Os registros municipais demonstram, portanto, que parte dos problemas de drenagem observados em Cordeirópolis apresenta relação com o processo de urbanização e com o aumento das superfícies impermeáveis. No caso do Jardim Santa Luzia, essa relação foi identificada pela própria administração municipal, que associou o crescimento do bairro ao aumento do volume de água escoado pelas vias.

Além dos registros históricos, também são identificadas ocorrências recentes de sobrecarga pontual da infraestrutura existente. Em outubro de 2024, uma precipitação intensa acompanhada de fortes rajadas de vento atingiu Cordeirópolis, tendo o volume de água superado a capacidade das galerias pluviais localizadas no entorno da Unidade de Pronto Atendimento – UPA. A ocorrência provocou transtornos no local e demonstra que, durante eventos concentrados de chuva, determinados dispositivos de drenagem podem apresentar capacidade insuficiente para conduzir rapidamente o volume de escoamento gerado.

Também foram registradas demandas recentes relacionadas ao acúmulo de águas pluviais em trechos viários. Em fevereiro de 2026, foi apresentada na Câmara Municipal indicação para realização de estudos relacionados à drenagem das águas acumuladas na Rodovia Cássio de Freitas Levy, nas proximidades da empresa Campineira. O registro demonstra a existência de pontos localizados onde ainda ocorrem dificuldades de escoamento das águas pluviais durante períodos chuvosos.

Outro aspecto relacionado ao funcionamento da drenagem urbana é a ocorrência de ligações indevidas de águas pluviais na rede de esgotamento sanitário. O SAAE registra que o direcionamento inadequado das águas de chuva para a rede de esgoto provoca aumento da vazão transportada pelo sistema e pode ocasionar extravasamentos, retorno de esgoto aos imóveis e





sobrecarga das estruturas de coleta e tratamento. Essa condição evidencia a existência de interferências entre os sistemas de drenagem pluvial e de esgotamento sanitário em determinados pontos da área urbana.

De forma geral, o diagnóstico indica que Cordeirópolis dispõe de infraestrutura de micro e macrodrenagem implantada, incluindo galerias pluviais, dispositivos de captação e cursos d'água responsáveis pela drenagem natural do território. Entretanto, permanecem registros de problemas localizados associados ao acúmulo de águas pluviais, à concentração do escoamento superficial e à capacidade das estruturas existentes diante de episódios de precipitação intensa. As ocorrências identificadas nos bairros Jardim Santa Luzia e Jardim Primavera, somadas aos registros mais recentes no entorno da UPA e na Rodovia Cássio de Freitas Levy, demonstram que determinados setores urbanos apresentam maior sensibilidade a problemas de drenagem, ainda que parte dessas áreas já tenha recebido intervenções específicas ao longo dos últimos anos.

2.4.1 Caracterização das Microbacias Urbanas

Com o intuito de realizar o estudo de drenagem das águas pluviais da Sede Municipal e centro urbano de Cordeirópolis, delimitaram-se as microbacias urbanas, que possuem influência direta na zona urbana do município.

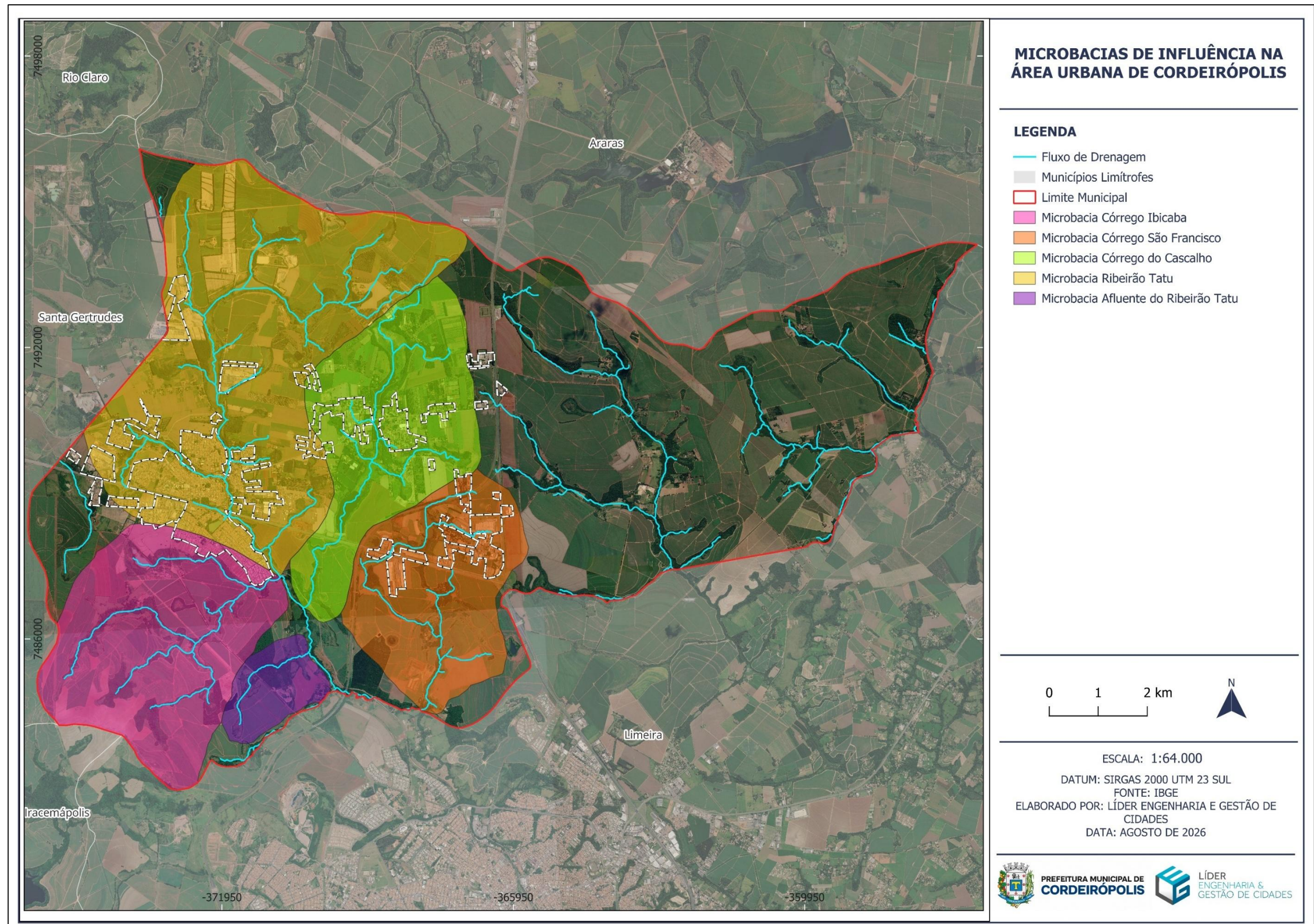
Para delimitação das microbacias hidrográficas utilizou-se o *software Arc Hydro Tools*, uma extensão do software: QGIS ® 3.44.12. a partir de Modelo Digital de Elevação (MDE) gerado pelo OpenTopography (BRASIL, 2026) a partir dos dados SRTM da USGS. Também foram utilizados, para efeito de comparação e análises, metadados disponibilizados pela Agência Nacional das Águas – ANA, como a Base Hidrográfica Ottocodificada (BHO).

Nos próximos tópicos segue a análise detalhada para cada uma das microbacias identificadas. Para ilustrar melhor a caracterização hidrográfica de todo o município, segue abaixo o mapa das microbacias urbanas identificadas para o município de Cordeirópolis.





Mapa 4 – Microbacias de influência na área urbana.





A análise da rede hidrográfica e do sistema de drenagem de Cordeirópolis permitiu identificar cinco microbacias com influência direta sobre a área urbana do município, correspondentes às microbacias do Ribeirão Tatu, Córrego do Cascalho, Córrego São Francisco, Córrego Ibicaba e de um afluente do Ribeirão Tatu. Essas unidades apresentam diferentes extensões e graus de inserção na malha urbanizada, exercendo papel direto na coleta e condução do escoamento superficial gerado nas áreas ocupadas.

Dentre as microbacias delimitadas, destaca-se a do Ribeirão Tatu, que abrange parcela significativa da área urbanizada e recebe contribuições provenientes de diferentes setores do município. A presença de diversos canais e linhas naturais de drenagem no interior dessa microbacia evidencia sua importância na organização do escoamento superficial, principalmente nos setores oeste e norte da área urbana, onde há maior concentração de áreas consolidadas e superfícies impermeabilizadas.

A microbacia do Córrego do Cascalho também apresenta expressiva influência sobre a área urbana, abrangendo setores centrais e áreas de expansão situadas principalmente na porção centro-norte do município. O sistema de drenagem associado ao Córrego do Cascalho é formado por diferentes ramificações que convergem para seu canal principal, recebendo contribuições tanto de áreas urbanizadas quanto de setores ainda caracterizados por ocupação menos adensada.

Na porção sudeste da área urbana encontra-se a microbacia do Córrego São Francisco, que recebe contribuições de bairros e setores urbanizados localizados próximos ao limite municipal com Limeira. Embora apresente área de contribuição inferior às microbacias do Ribeirão Tatu e do Córrego do Cascalho, possui influência direta sobre o escoamento das águas pluviais dessa parte da cidade, concentrando fluxos provenientes das áreas ocupadas em direção ao canal principal.

A microbacia do Córrego Ibicaba, localizada predominantemente na porção sudoeste do município, apresenta menor inserção direta na malha urbana consolidada, porém recebe contribuições de áreas próximas ao limite da urbanização e de setores rurais adjacentes. Dessa forma, sua dinâmica de





drenagem está associada tanto ao escoamento proveniente das áreas urbanizadas quanto às contribuições geradas nas áreas de menor ocupação.

Também foi delimitada uma microbacia correspondente a um afluente do Ribeirão Tatu, localizada na porção sul da área urbanizada. Apesar de apresentar menor extensão territorial quando comparada às demais microbacias identificadas, essa unidade possui influência direta sobre setores urbanizados e contribui para o direcionamento das águas superficiais ao sistema de drenagem principal associado ao Ribeirão Tatu.

a) Análise Morfométrica

A metodologia utilizada para determinação dos parâmetros foi a proposta por Horton (1945), sendo a mesma aplicada, considerando as condições ambientais brasileiras definidas por Villela e Mattos (1975) e Christofolletti (1974). Os dados secundários utilizados foram armazenados em ambiente SIG, onde foram feitos os cálculos, por meio de ferramentas estatísticas e de geoprocessamento, fazendo uso dos softwares: *QGIS*® 3.44.12. e *Microsoft*® *Excel*. O principal objetivo do estudo morfométrico é demonstrar, mediante os cálculos de parâmetros, quais microbacias apresentam as melhores e piores condições de drenagem, de acordo com suas condições naturais.

Neste estudo de caracterização morfométrica, optou-se pela utilização de uma microbacia com o objetivo de identificar as condições de drenagem natural, conseqüentemente o programa gerou um possível fluxo de drenagem através do MDE, de modo que os cálculos foram realizados sobre esses dados. As microbacias selecionadas foram as que apresentaram influência direta na dinâmica urbana do município de Cordeirópolis. A análise morfométrica expõe a classificação e ordenação dos principais fluxos de drenagem, obtendo assim a hierarquia fluvial para cada microbacia. Posteriormente deu-se procedência nas análises de aspectos lineares, areais e hipsométricos, conforme aponta nas tabelas abaixo.





Tabela 25 – Hierarquia do fluxo de drenagem computado.

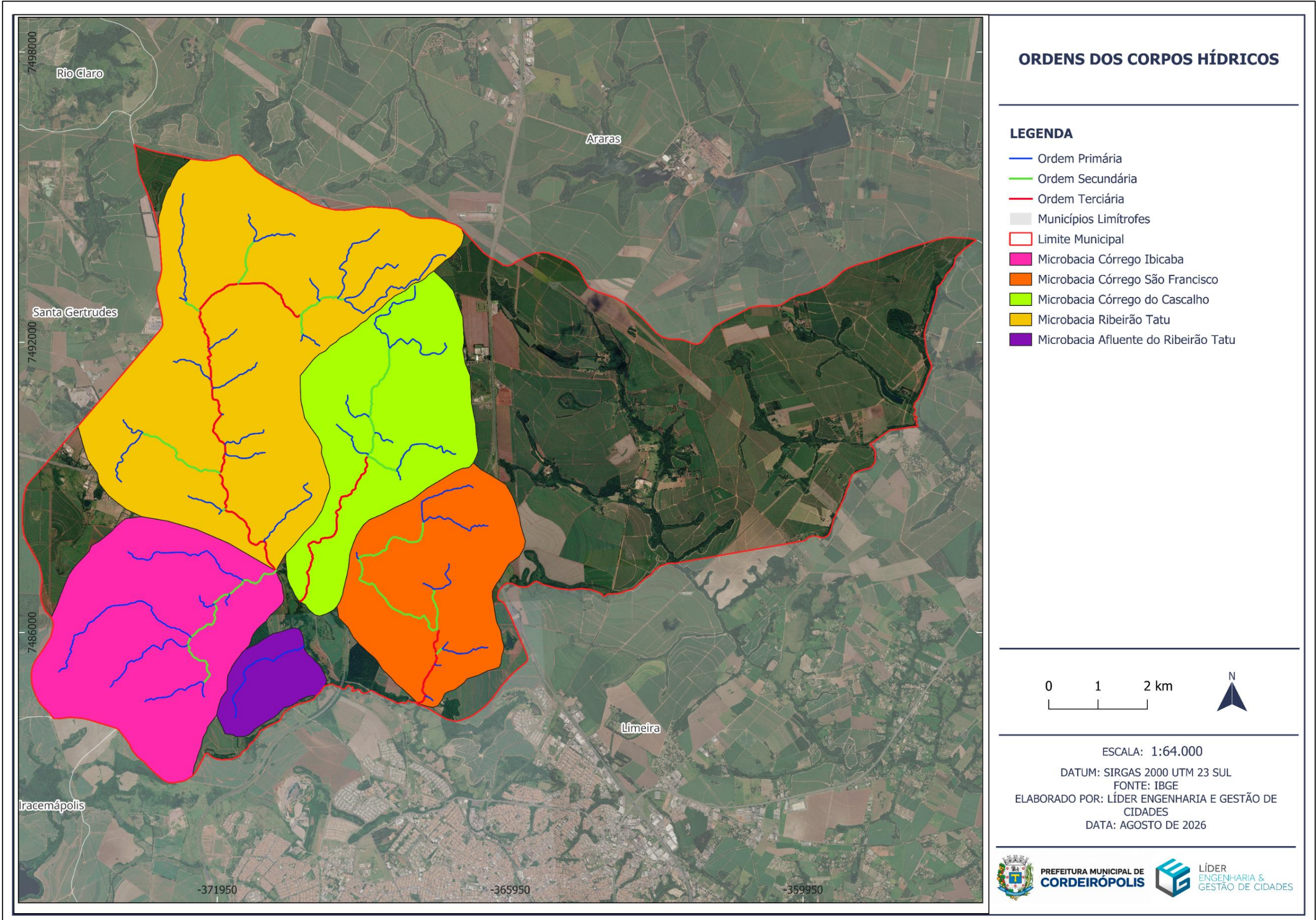
BACIA	Nº	(Km)	Nº	(Km)	Nº	(Km)	Nº	(Km)	Nº	(Km)
	PRIMÁRIA		SECUNDÁRIA		TERCIÁRIA		QUATERN.		QUINÁRIA	
Ribeirão Tatu	21	20,74	6	4,9	1	9,37				
Córrego Ibicaba	7	11,34	1	3,96						
Córrego do Cascalho	7	7,94	2	3,2	1	3,95				
Córrego São Francisco	9	5,8	3	5,59	1	1,81				
Afluente do Ribeirão Tatu	1	2,51								

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

Na Figura a seguir é apresentado o mapa contendo a hierarquia fluvial das microbacias urbanas de Cordeirópolis.



Mapa 6 – Ordens dos corpos hídricos





b) Análise Linear

a) Comprimento do canal principal (km) - Lcp

É a distância que se estende ao longo do canal principal, desde sua nascente até a foz.

b) Altura do canal principal (m) - Hcp

Para encontrar a altura do canal principal, subtrai-se a cota altimétrica encontrada na nascente pela cota encontrada na foz.

c) Gradiente do canal principal (m/km) - Gcp

É a relação entre a altura do canal e o comprimento do respectivo canal, indicando a declividade do curso d'água. É obtido pela fórmula:

$$G_{cp} = H_{cp} / L_{cp}$$

Sendo:

Gcp = Gradiente do canal principal (m/km);

Hcp = Altura do canal principal (m);

Lcp = Comprimento do canal principal (km).

Este gradiente, também, pode ser expresso em porcentagem:

$$(\%) - G_{cp} = H_{cp} / L_{cp} * 100$$

d) Extensão do percurso superficial (km/km²) - Eps

Representa a distância média percorrida pelas águas entre o interflúvio e o canal permanente. É obtido pela fórmula:

$$E_{ps} = (1 / 2) * Dd$$

Sendo:

Eps = Extensão do percurso superficial (km/km²);

1 = constante;

2 = constante;

Dd = Valor da densidade de drenagem (km/km²).





c) Análise Areal

Na análise areal das bacias hidrográficas, estão englobados vários índices, nos quais, intervêm medições planimétricas, além de medições lineares. Podemos incluir os seguintes índices:

a) Comprimento da bacia (km) – Lb

É calculado, através da medição de uma linha reta traçada ao longo do rio principal, desde sua foz até o ponto divisor da bacia.

b) Coeficiente de compacidade da bacia - Kc

É a relação entre o perímetro da bacia e a raiz quadrada da área da bacia. Este coeficiente determina a distribuição do deflúvio, ao longo dos cursos d'água, e é em parte responsável pelas características das enchentes, ou seja, quanto mais próximo do índice de referência, que designa uma bacia de forma circular, mais sujeita a enchentes, será a bacia. É obtido pela fórmula:

$$Kc = 0,28 * P / \sqrt{A}$$

Sendo:

Índice de referência – 1,0 = forma circular.

Índice de referência – 1,8 = forma alongada.

Kc = Coeficiente de compacidade;

P = Perímetro da bacia (km);

A = Área da bacia (km²).

Pelos índices de referência, 1,0 indica que a forma da bacia é circular e 1,8 indica que a forma da bacia é alongada. Quanto mais próximo de 1,0 for o valor deste coeficiente, mais acentuada será a tendência para maiores enchentes. Isto porque, em bacias circulares, o escoamento será mais rápido, pois a bacia descarregará seu deflúvio direto com maior rapidez, produzindo picos de enchente de maiores magnitudes. Já nas bacias alongadas, o escoamento será mais lento e a capacidade de armazenamento maior.





- c) Densidade hidrográfica (rios/km²) - Dh o Dh = Densidade hidrográfica;
o N1 = Número de rios de 1ª ordem;
o A = Área da bacia (km²).

É a relação entre o número de segmentos de 1ª ordem e a área da bacia. É obtida pela fórmula:

$$Dh = N1 / A$$

Sendo:

Canali (1986) define três categorias de densidade hidrográfica:

Dh baixa – menos de 5 rios/km²;

Dh média – de 5 a 20 rios/km²;

Dh alta – mais de 20 rios/km².

- d) Densidade de drenagem (km/km²) - Dd o Dd = Densidade de drenagem;
o Lt = Comprimento dos canais (km);
o A = Área da bacia (km²).

É a relação entre o comprimento dos canais e a área da bacia. É obtida pela fórmula:

$$Dd = Lt/A$$

Sendo, Segundo Villela & Mattos (1975):

O índice varia de 0,5 km/km², para bacias com pouca capacidade de drenagem, até 3,5 km/km² ou mais, para bacias, excepcionalmente, bem drenadas.

d) Análise Hipsométrica

- a) Altura da bacia (m) - Hb

É a diferença altimétrica entre o ponto mais elevado da bacia (crista) e o ponto mais baixo (foz).





Foram analisados os parâmetros lineares, areais e hipsométricos das microbacias localizadas dentro do perímetro urbano da sede do município de Cordeirópolis, cujos dados estão expostos na tabela abaixo.

Tabela 26 – Dados extraídos das microbacias.

BACIA	PARÂMETROS	VALOR
Ribeirão Tatu	Área da Bacia - A (Km ²)	33,19
	Perímetro da Bacia - P (km)	26,76
	Comprimento do Canal Principal - Lcp (km)	9,4
	Altura do canal principal - Hcp (m)	70
	Gradiente do canal principal - Gcp (m/Km)	7,45
	Extensão do Percurso Superficial - Eps (Km/Km ²)	0,53
	Comprimento da bacia - Lb (Km)	8,709
	Coeficiente de compacidade (Fator de forma) - Kc	1,30
	Densidade hidrográfica - Dh (rios/Km ²)	0,63
	Densidade de drenagem - Dd (Km/Km ²)	1,05
	Altura da bacia - Hb (m)	84
Córrego Ibicaba	Área da Bacia - A (Km ²)	17,01
	Perímetro da Bacia - P (km)	16,42
	Comprimento do Canal Principal - Lcp (km)	5,08
	Altura do canal principal - Hcp (m)	114
	Gradiente do canal principal - Gcp (m/Km)	22,44
	Extensão do Percurso Superficial - Eps (Km/Km ²)	0,45
	Comprimento da bacia - Lb (Km)	5,442
	Coeficiente de compacidade (Fator de forma) - Kc	1,11
	Densidade hidrográfica - Dh (rios/Km ²)	0,41
	Densidade de drenagem - Dd (Km/Km ²)	0,90
	Altura da bacia - Hb (m)	137
Córrego do Cascalho	Área da Bacia - A (Km ²)	14,56
	Perímetro da Bacia - P (km)	18,21
	Comprimento do Canal Principal - Lcp (km)	8,14
	Altura do canal principal - Hcp (m)	117
	Gradiente do canal principal - Gcp (m/Km)	14,37
	Extensão do Percurso Superficial - Eps (Km/Km ²)	0,52
	Comprimento da bacia - Lb (Km)	7,285
	Coeficiente de compacidade (Fator de forma) - Kc	1,34
	Densidade hidrográfica - Dh (rios/Km ²)	0,48
	Densidade de drenagem - Dd (Km/Km ²)	1,04
	Altura da bacia - Hb (m)	140
Córrego São Francisco	Área da Bacia - A (Km ²)	12,31
	Perímetro da Bacia - P (km)	13,86
	Comprimento do Canal Principal - Lcp (km)	7,93



	Altura do canal principal - Hcp (m)	145
	Gradiente do canal principal - Gcp (m/Km)	18,28
	Extensão do Percurso Superficial - Eps (Km/Km ²)	0,54
	Comprimento da bacia - Lb (Km)	4,966
	Coeficiente de compacidade (Fator de forma) - Kc	1,11
	Densidade hidrográfica - Dh (rios/Km ²)	0,73
	Densidade de drenagem - Dd (Km/Km ²)	1,07
	Altura da bacia - Hb (m)	174
Afluente do Ribeirão Tatu	Área da Bacia - A (Km ²)	2,93
	Perímetro da Bacia - P (km)	6,88
	Comprimento do Canal Principal - Lcp (km)	2,51
	Altura do canal principal - Hcp (m)	111
	Gradiente do canal principal - Gcp (m/Km)	44,22
	Extensão do Percurso Superficial - Eps (Km/Km ²)	0,43
	Comprimento da bacia - Lb (Km)	2,413
	Coeficiente de compacidade (Fator de forma) - Kc	1,13
	Densidade hidrográfica - Dh (rios/Km ²)	0,34
	Densidade de drenagem - Dd (Km/Km ²)	0,86
	Altura da bacia - Hb (m)	133

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

Para a caracterização morfométrica das microbacias de influência urbana no município de Cordeirópolis, foram utilizados dados lineares, areais e hipsométricos obtidos por meio do software QGIS. As ferramentas da calculadora de campo foram aplicadas para o cálculo da área e do perímetro das bacias hidrográficas, enquanto a ferramenta de medição (régua) foi empregada para determinar a extensão dos canais principais, destacando-se o Ribeirão Tatu, Córrego Ibicaba, Córrego do Cascalho, Córrego São Francisco e Afluente do Ribeirão Tatu.

2.4.2 Estudos Hidrológicos

Os Estudos Hidrológicos visam fornecer resultados das análises matemáticas feitas em uma bacia hidrográfica em função das características que alteram a sua capacidade de escoamento.

Como exemplo destas características, tem-se as alterações da sua vegetação com determinada ocupação de solo, seu tipo de solo e geologia



inserida, a intensidade pluviométrica e seus resultados das análises morfométricas.

a) Índices Físicos

Os índices físicos, em termos hidrológicos, são aqueles que representam algumas características geométricas da bacia em estudo. Os abordados neste estudo são o comprimento do talvegue principal e sua declividade média.

Os valores de desnível geométrico nas microbacias, bem como o comprimento do talvegue principal, foram obtidos através do uso de processamento digital de imagens, usando os sistemas de informações geográficas e o auxílio da base cartográfica (IBGE, SRTM).

A literatura técnica especializada apresenta diversas equações para o cálculo do tempo de concentração de bacias de drenagem. Dentre estas, as mais conhecidas são Kirpich, Bransby-Willians, Onda Cinemática, SCS (Soil Conservation Service) e de Watt e Chow.

O tempo de concentração de uma bacia pode ser definido como o tempo contado a partir do início da precipitação, necessário para que toda a bacia contribua para a vazão na seção de saída ou em estudo, isto é, corresponde ao tempo que a partícula de água de chuva que cai no ponto mais remoto da bacia leva para atingir a seção em estudo, escoando superficialmente.

Para a elaboração do presente plano foram comparados os resultados obtidos por meio das equações de Kirpich, Soil Conservation Service e a de Watt e Chow. Mediante a análise dos resultados encontrados, foi observado que os métodos de Watt e Chow e Soil Conservation Service forneceram valores de tempo de concentração extremamente altos, e, por conseguinte, bem fora da realidade requerida para o estudo. Portanto optou-se por utilizar os resultados da equação de Kirpich. Sendo assim, a equação de Kirpich se apresenta a seguir:

Sendo:

Tc: Tempo de concentração, em minutos;

L: extensão do talvegue em quilômetros e;

H: diferença de cotas entre seção de drenagem e o ponto mais alto do talvegue em metros;

A próxima tabela apresenta os valores referentes ao Tempo de Concentração (Tc) para as microbacias urbanas de Cordeirópolis.

Tabela 27 – Tempo de Concentração, extensão do canal principal e variação de altitude do canal para as diferentes microbacias analisadas.

Microbacias	L (Km)	$\Delta H(m)$	Tc(min)	Tc (h)
Ribeirão Tatu	9,40	70	147,73	2,46
Córrego Ibicaba	5,08	114	60,15	1,00
Córrego do Cascalho	8,14	117	102,66	1,71
Córrego São Francisco	7,93	145	91,71	1,53
Afluente do Ribeirão Tatu	2,51	111	26,92	0,45

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

b) Permeabilidade dos Solos

A permeabilidade do solo é um atributo físico de grande importância para a engenharia, sendo necessária à sua determinação nos trabalhos em que se tem movimento d'água no solo. Vários são os atributos físicos do solo que influenciam nos valores do seu coeficiente de permeabilidade, sendo considerados de maior importância a densidade e a porosidade.

c) Uso e Ocupação do Solo Urbano

A análise do uso e ocupação do solo nas áreas das microbacias com influência sobre a região urbana de Cordeirópolis foi realizada por meio da integração de diferentes técnicas e bases de dados, de modo a garantir maior precisão e confiabilidade dos resultados.



Inicialmente, aplicaram-se classificações supervisionadas das imagens, considerando as fisionomias mais aparentes e a resposta espectral dos diferentes tipos de cobertura. A partir do valor dos pixels, realizou-se também uma classificação semiautomática, permitindo distinguir áreas com características semelhantes no espectro das imagens.

Complementarmente, foram utilizadas as informações disponibilizadas pelo MapBiomas, plataforma que disponibiliza dados de uso e cobertura da terra a partir da classificação pixel a pixel de imagens Landsat, com recortes por biomas, estados e municípios. Essa base contribuiu para a validação e o refinamento dos resultados, garantindo maior consistência espacial e temporal da análise.

Após a etapa de classificação automatizada, foram aplicadas correções manuais, ajustando inconsistências identificadas e melhorando a representatividade da realidade local. Como resultado desse processo, obtiveram-se onze principais classes de uso e cobertura do solo para as microbacias urbanas de Cordeirópolis, as quais foram agrupadas conforme seu grau de permeabilidade, de acordo com o Quadro a seguir:

Quadro 14 - Classes de uso e ocupação do solo identificadas.

Classe identificada	Agrupamento	Grau de Permeabilidade
Formação Florestal	Vegetação densa	Alta permeabilidade
Plantação Florestal		
Pastagem	Vegetação rasteira	Média permeabilidade
Mosaico de Usos		
Outras culturas temporárias		
Cana de açúcar		
Soja		
Culturas perenes		
Áreas não vegetadas	Solo exposto	Baixa permeabilidade
Área urbana	Solo impermeável	Impermeável
Corpos Hídricos	-	Não aplicável

Fonte: MapBiomas. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

Vale ressaltar que, para esta classificação utilizada, a classe de pastagem está mais relacionada à vegetação rasteira, já que é formada

principalmente por gramíneas e capins de baixo porte, semelhantes às coberturas vegetais que caracterizam essa tipologia. Diferente do solo exposto, que representa áreas sem cobertura vegetal significativa, a pastagem ainda mantém uma camada protetora sobre o solo, reduzindo sua vulnerabilidade direta à erosão.

No entanto, é importante destacar que pastagens degradadas podem perder parte dessa cobertura, apresentando manchas de solo nu. Nesses casos, elas podem se aproximar das características de solo exposto, aumentando a susceptibilidade a processos erosivos.

Em seguida, foram mapeadas e medidas as classes criadas para a classificação supervisionada, como podemos ver na tabela e figura abaixo.

Tabela 28 – Classes de uso e ocupação do solo utilizadas por microbacia.

	Área total (km²): 33,19	(Km²)	%
Ribeirão Tatu	Vegetação Densa	1,29	3,88%
	Vegetação Rasteira	21,96	66,16%
	Solo Exposto	1,06	3,19%
	Solo Impermeável	7,40	22,29%
	Massa d'água	0,36	1,08%
Córrego Ibicaba	Área total (km²): 17,01	(Km²)	%
	Vegetação Densa	1,49	8,75%
	Vegetação Rasteira	14,56	85,57%
	Solo Exposto	0,13	0,75%
	Solo Impermeável	0,63	3,69%
Córrego do Cascalho	Massa d'água	0,18	1,07%
	Área total (km²): 14,56	(Km²)	%
	Vegetação Densa	1,33	9,13%
	Vegetação Rasteira	11,48	78,83%
	Solo Exposto	0,02	0,16%
Córrego São Francisco	Solo Impermeável	1,17	8,03%
	Massa d'água	0,50	3,45%
	Área total (km²): 12,31	(Km²)	%
	Vegetação Densa	0,66	5,36%
	Vegetação Rasteira	9,53	77,44%
	Solo Exposto	0,08	0,63%
	Solo Impermeável	1,90	15,39%



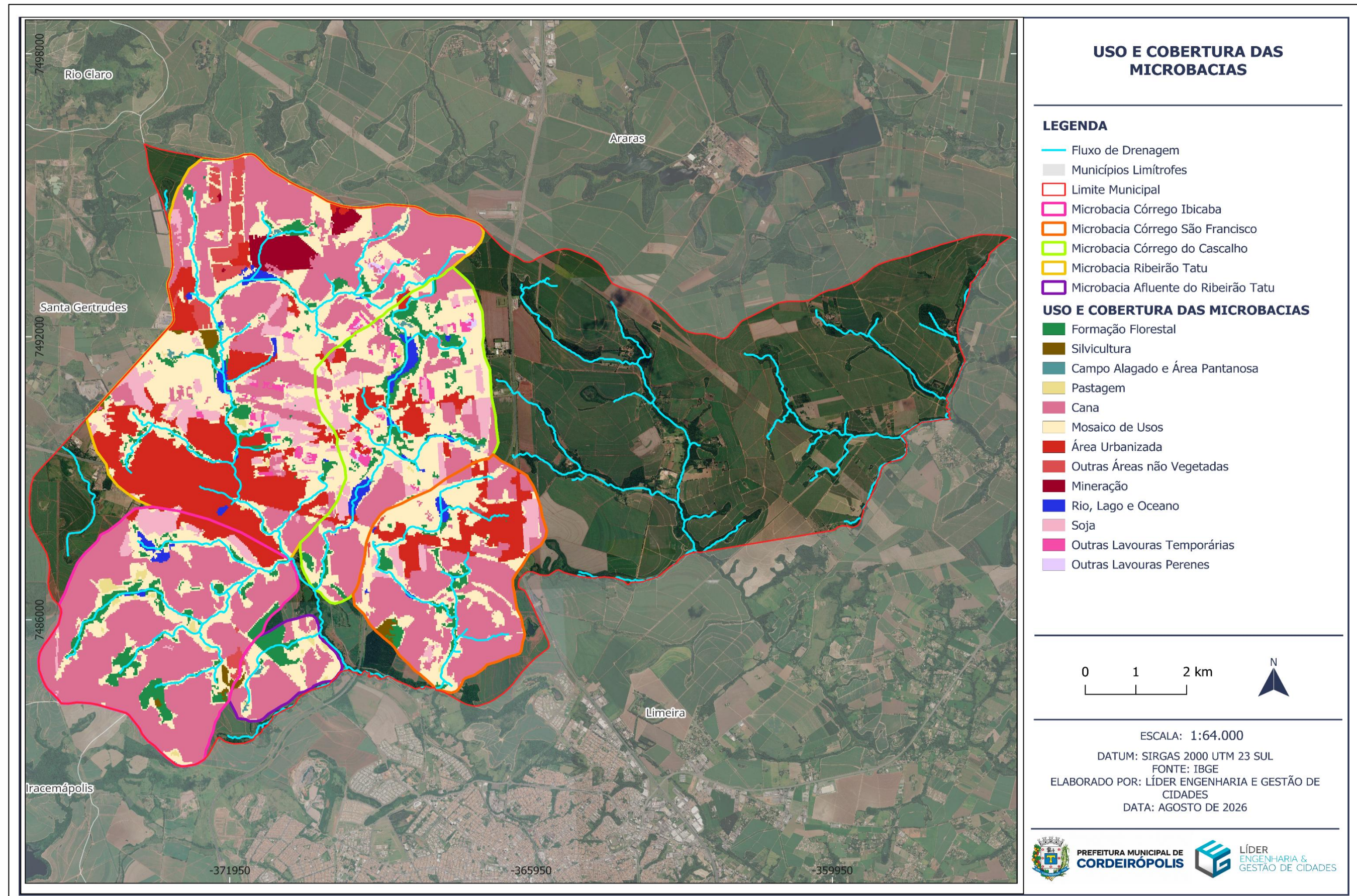
	Massa d'água	0,13	1,09%
	Área total (km²): 2,93	(Km²)	%
	Vegetação Densa	0,44	14,91%
Afluente do Ribeirão Tatu	Vegetação Rasteira	2,45	83,45%
	Solo Exposto	0,02	0,65%
	Solo Impermeável	-	-
	Massa d'água	-	-

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

A seguir as figuras mostram o mapa da classificação do uso e ocupação do solo da área urbana corresponde a área de abrangência das microbacias.



Mapa 7 – Uso e ocupação do solo microbacias



A análise do uso e ocupação do solo nas microbacias urbanas de Cordeirópolis demonstra o predomínio de áreas agrícolas, especialmente ocupadas por cana-de-açúcar, além de mosaicos de usos rurais, áreas urbanizadas e fragmentos de vegetação. As maiores concentrações de ocupação urbana ocorrem principalmente nas microbacias do Ribeirão Tatu e do Córrego do Cascalho, onde a maior impermeabilização do solo tende a intensificar o escoamento superficial e aumentar a contribuição de águas pluviais para a rede de drenagem.

Também são observados fragmentos de formação florestal distribuídos ao longo dos cursos d'água e em setores menos urbanizados, além de áreas de pastagem e outras lavouras temporárias. Nas microbacias do Córrego Ibicaba e do Córrego São Francisco, verifica-se maior presença de usos rurais e agrícolas, com menor participação da área urbanizada. De modo geral, o cenário evidencia uma paisagem de uso misto, marcada pela forte influência das atividades agrícolas e pela expansão urbana sobre o comportamento da drenagem local.

d) Chuvas Intensas

A determinação de equações de chuvas intensas (IDF – Intensidade, Duração e Frequência) é realizada a partir da análise estatística de séries históricas de precipitação registradas em estações pluviográficas. O procedimento envolve o tratamento dos dados de máximas precipitações, sua distribuição em diferentes durações e a aplicação de funções estatísticas de probabilidade, permitindo relacionar a intensidade da chuva (mm/h) com sua duração (minutos) e período de retorno (anos).

A determinação das equações de chuvas intensas (relações Intensidade Duração e Frequência – IDF) para o Município de Cordeirópolis foi realizada com o auxílio do software Plúvio 2.1, ferramenta amplamente utilizada em estudos hidrológicos no Brasil para estimativa de precipitações de projeto em localidades com disponibilidade limitada de dados pluviográficos. O referido software foi desenvolvido com base em metodologias de regionalização hidrológica, a partir do tratamento estatístico de séries históricas de

precipitação máxima diária provenientes de diversas estações pluviométricas distribuídas no território nacional.

O modelo adotado pelo sistema baseia-se na formulação clássica de equações IDF, expressas em função da intensidade da chuva em relação à sua duração e ao tempo de retorno, cujos parâmetros característicos são obtidos previamente por meio de ajustes estatísticos realizados em estações de referência. Esses parâmetros, usualmente representados por coeficientes empíricos da equação, são derivados a partir da aplicação de distribuições de probabilidade para eventos extremos, como a distribuição de Gumbel, permitindo a extrapolação de precipitações associadas a diferentes períodos de recorrência.

Para localidades específicas, como no caso de Cordeirópolis, onde nem sempre há séries históricas pluviográficas consistentes ou equações IDF previamente ajustadas, o Plúvio 2.1 emprega técnicas de interpolação espacial dos parâmetros das equações. Nesse procedimento, os coeficientes são estimados com base em valores obtidos em estações pluviométricas localizadas no entorno da área de interesse, sendo posteriormente interpolados para as coordenadas do Município. Dessa forma, os parâmetros finais utilizados não correspondem necessariamente a uma estação local específica, mas sim a uma estimativa regionalizada, construída a partir da integração de múltiplas estações representativas da região.

Tal abordagem apresenta como principal vantagem a possibilidade de obtenção de equações IDF em áreas carentes de dados hidrológicos detalhados, viabilizando a realização de estudos preliminares e o dimensionamento de estruturas de drenagem urbana. Entretanto, destaca-se que os resultados obtidos refletem uma condição média regional, podendo não captar integralmente particularidades locais, como efeitos orográficos, variações microclimáticas ou características específicas do regime de chuvas.

Dessa forma, os parâmetros adotados para o presente estudo devem ser compreendidos como estimativas tecnicamente consistentes em nível regional, adequadas para o planejamento e a concepção de intervenções em drenagem urbana, servindo como referência para a determinação final da equação IDF utilizada neste estudo, representada pela seguinte relação:

Onde:

i = intensidade (mm/h);

T é o tempo de retorno (anos);

t é o tempo de concentração da chuva (min);

K , a , b e c são parâmetros locais da equação.

Na prática, a equação adotada para Cordeirópolis serve como referência para a determinação das chuvas de projeto utilizadas nos estudos de drenagem urbana. Os parâmetros da equação e seus respectivos valores são apresentados na tabela a seguir.

Tabela 29 – Coeficientes da equação de chuva.

K	a	b	c
1.956,84	0,152	21,981	0,844

Fonte: Universidade Federal de Viçosa (UFV). Software Pluvio, 2026. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

A tabela abaixo mostra as chuvas intensas para os diferentes tempos de retorno, sendo de 5, 10, 50 e 100 anos.

Tabela 30 – Valores da Equação de intensidade da chuva.

Bacia	T_c (min)	Intensidade para Diferentes TR (mm/h)			
		5 anos	10 anos	50 anos	100 anos
Ribeirão Tatu	147,73	168,34	187,05	238,89	265,43
Microbacia Córrego Ibicaba	60,15	177,32	197,02	251,63	279,59
Microbacia Córrego do Cascalho	102,66	172,84	192,04	245,26	272,52
Microbacia Córrego São Francisco	91,71	173,97	193,30	246,87	274,30
Afluente do Ribeirão Tatu	26,92	181,01	201,12	256,86	285,40

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

A intensidade da precipitação indica a quantidade (altura) precipitada em determinado tempo. Já o conceito de período de retorno (TR) pode ser

expresso como o “número médio de anos em que, para a mesma duração de precipitação, uma determinada intensidade pluviométrica igualada ou ultrapassada apenas uma vez” (NBR 10.844).

O tempo de duração de chuva foi adotado como geralmente ocorre na drenagem urbana, sendo igual ao tempo de concentração da seção analisada das bacias.

e) Métodos para Cálculos da Vazão

Partes integrantes dos métodos de transformação de chuva em vazão são os métodos de separação do escoamento. As águas pluviais, ao atingirem a superfície terrestre, têm dois caminhos principais a seguir: infiltrar no solo ou escoar superficialmente.

Para determinação da parcela das alturas precipitadas que escoam superficialmente, foram desenvolvidos diversos métodos de estimativa. Os mais conhecidos são:

- Coeficiente de *run off*;
- Método Racional;
- Índice (teta);
- SCS (*Soil Conservation Service*);
- Horton;
- *Green & Ampt*;
- I-Pai-Wu.

O Método Racional é o mais comum para a determinação da vazão de projeto de bacias naturais é a partir de procedimentos estatísticos. Já para o cálculo de vazão de projeto para pequenas bacias são aplicados modelos de transformação chuva-vazão (ou indiretos), nos quais a vazão é calculada a partir das chuvas. Para o uso desse modelo, a bacia precisa ter as seguintes características:

- A bacia deve ter características físicas homogêneas;

- Em toda a área de drenagem da bacia, a precipitação deve ser uniforme;
- Bacias com área até 2,0 km².

O método é usado para calcular a vazão de pico de uma determinada bacia, considerando uma seção de estudo. A fórmula, a seguir, apresenta a forma de calcular a vazão de pico pelo Método Racional:

sendo:

Q – Vazão de pico (m³/s);

i – intensidade máxima da chuva (mm/h);

C – Coeficiente de escoamento superficial (adimensional);

A – área de drenagem da bacia (km²).

Os valores do coeficiente “C”, no Método Racional, referem-se ao coeficiente de escoamento superficial, que é convencionado de acordo com as características fisiográficas das bacias urbanas.

O método racional é um dos mais utilizados no território brasileiro. Sua simplicidade de aplicação e resultados obtidos são geralmente satisfatórios, o que o torna bem aceitável uma vez que as condições básicas são atendidas. De acordo com Reis e Lima (2017), o nome do método “Racional” é para contrapor os métodos antigos que eram empíricos e, portanto, não racionais.

O Método I-Pai-Wu é um aprimoramento do Método Racional e considera características da bacia hidrográfica, como seu formato, a distribuição das águas pluviais e sua capacidade de armazenamento. A utilização dessa metodologia apresenta maior grau de precisão, porque relaciona variáveis importantes na formação de uma cheia (SCHLICHTMANN, 2018).

A Agência de Águas do Estado de São Paulo (SP Águas), recomenda o Método Racional para bacias de até 2 km² ou 200 ha, como já citado, e que não disponham de série histórica de dados fluviométricos. Para bacias

hidrográficas com áreas acima deste valor e menores ou iguais a 200 km², existem outros métodos mais indicados como o Método I-PAI-WU, sendo este que será utilizado neste estudo.

Método I-PAI-WU

O método I-Pai-Wu é definido pela seguinte expressão:

Em que:

Qc = vazão de cheia (m³/s);

C = coeficiente de deflúvio;

i = intensidade de precipitação (mm/h);

A = área da bacia (km²);

K = coeficiente de distribuição espacial da chuva.

A obtenção do Coeficiente de deflúvio depende de fatores da bacia hidrográfica analisada, tais como tipo de solo, declividade, uso da terra e condições de cobertura.

Segundo o SP Águas (2012), o coeficiente C pode ser determinado pela equação:

$$C = 2/1 + F.C2/C1$$

Onde:

C1 = Coeficiente de forma da bacia,

C2 = Coeficiente volumétrico de escoamento e

F = Fator de forma.

Para definição de C1, é necessário obter o valor de F, com a seguinte equação:

$$F = L/2.(A)^{1/2}$$
$$C1 = 4 / 2 + F$$

Onde:

A = Área da bacia contribuinte (km²) e

L = Comprimento do talvegue do curso d'água (km).

O Fator de Forma é dado como sendo a razão entre a largura média da bacia e o comprimento no sentido axial da mesma. O comprimento axial é medido da saída da bacia até seu ponto mais remoto, seguindo-se as grandes curvas do rio principal, sem considerar os meandros.

A largura média é obtida dividindo-se a área da bacia em faixas perpendiculares, onde o polígono formado pela união dos pontos extremos dessas perpendicularidades se aproxime da forma da bacia real. Pode ser também obtido pela seguinte fórmula:

$$Ff = B/L$$

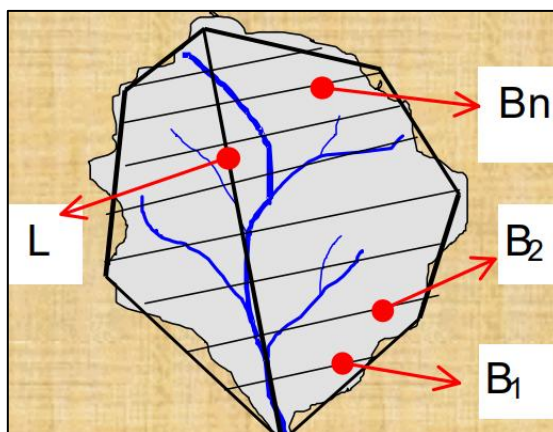
Onde:

L: comprimento da bacia

B: largura média, obtida pela fórmula:

$$B = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n B_i$$

Figura 58 – Determinação da largura média da bacia.



Fonte: Hidromundo, 2020. Adaptado por Lider Engenharia e Gestão, 2026.

De acordo com o SP Águas (2012) o coeficiente volumétrico de escoamento (C2) está relacionado com grau de impermeabilidade da superfície

do solo. Podemos adotar o C2 de acordo com as características de cada microbacia utilizando a tabela abaixo.

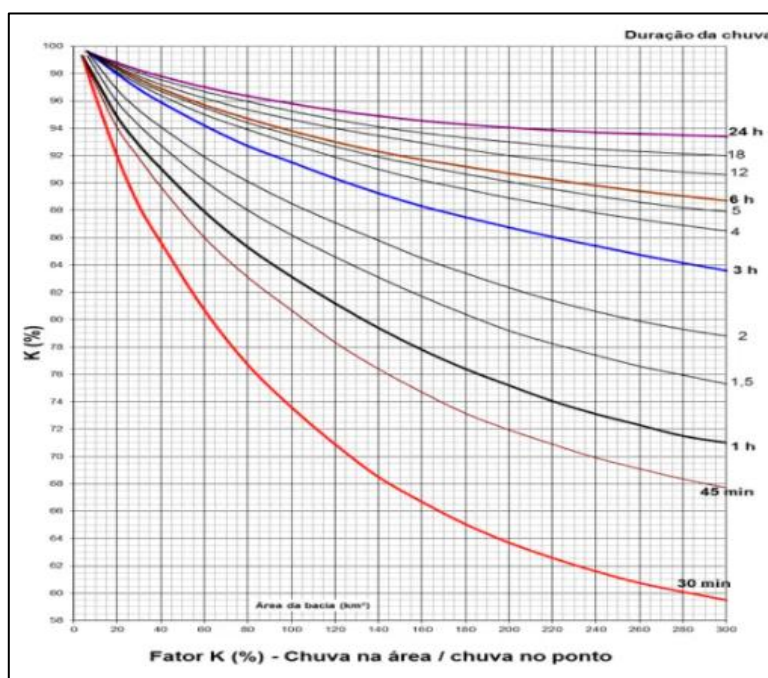
Tabela 31 – Valores para determinação de C2.

Uso do solo ou grau de urbanização	Valores de C	
	Mínimos	Máximos
Área totalmente urbanizada	0,50	1,00
Área parcialmente urbanizada	0,35	0,50
Área predominantemente de plantações, pastos, etc.	0,20	0,35

Fonte: DAAE, 2012. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

O coeficiente de distribuição espacial da chuva, K, é em função do tempo de concentração das chuvas e da área de drenagem. Seu valor pode ser obtido através do gráfico a seguir extraído do manual “Diretrizes de Projeto para Estudos Hidrológicos – Método de I-Pai-Wu” (São Paulo, 1999).

Figura 59 – Coeficiente de distribuição espacial da chuva (K).



Fonte: Diretrizes de Projetos para Estudos Hidrológicos – Método de I-Pai-Wu, 1999.

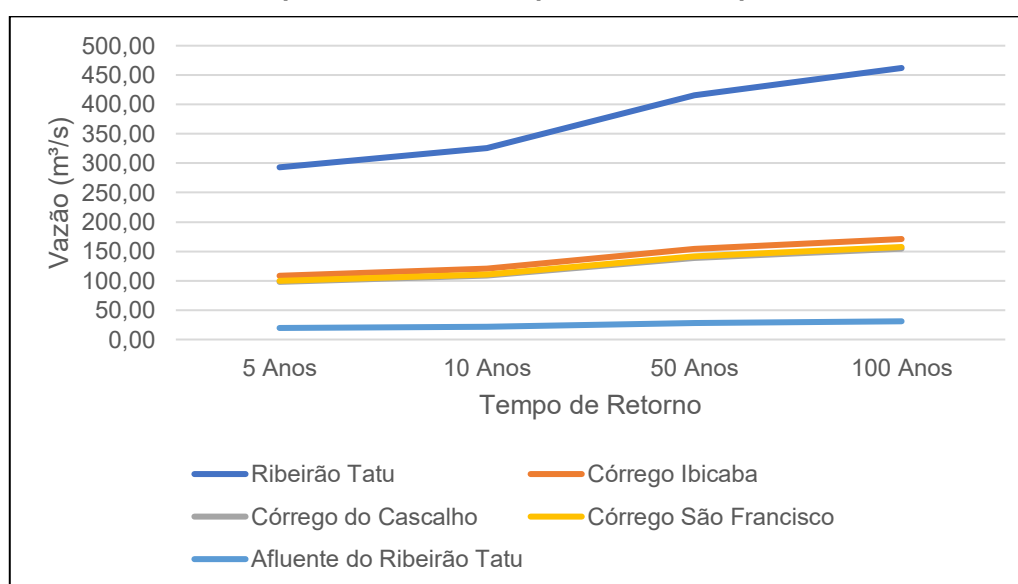
Nesse sentido, a tabela e o gráfico abaixo demonstram as vazões estimadas pelo Método I-PAI-WU.

Tabela 32 – Vazões para diferentes Tempos de Retorno pelo Método I-PAI-WU.

Microbacias	Vazão de Projeto Método I-PAI-WU (m³/s)			
	5 Anos	10 Anos	50 Anos	100 Anos
Ribeirão Tatu	293,04	325,61	415,85	462,05
Microbacia Córrego Ibicaba	108,44	120,49	153,88	170,98
Microbacia Córrego do Cascalho	98,06	108,95	139,15	154,61
Microbacia Córrego São Francisco	99,83	110,92	141,67	157,41
Afluente do Ribeirão Tatu	19,65	21,83	27,89	30,99

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

Gráfico 01 – Vazões para diferentes Tempos de Retorno pelo Método I-PAI-WU.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

As vazões de projeto calculadas para as cinco microbacias do município de Cordeirópolis apresentam uma correlação direta com a área total de drenagem, o grau de urbanização e a cobertura vegetal de cada bacia. Os valores foram obtidos para tempos de retorno de 5, 10, 50 e 100 anos, utilizando o método I-PAI-WU, conforme tabela fornecida.

A microbacia do Ribeirão Tatu, com a maior área de drenagem entre as unidades analisadas (33,19 km²), apresentou também as maiores vazões para todos os tempos de retorno considerados, variando de 293,04 m³/s para TR de 5 anos até 462,05 m³/s para TR de 100 anos. Essa microbacia abrange parcela

significativa da área urbanizada de Cordeirópolis, além de áreas agrícolas e fragmentos de vegetação, de modo que sua maior extensão territorial, associada às contribuições provenientes das áreas impermeabilizadas, resulta nos maiores volumes de escoamento entre as microbacias avaliadas.

As microbacias do Córrego Ibicaba, Córrego do Cascalho e Córrego São Francisco, com áreas de drenagem de 17,01 km², 14,56 km² e 12,56 km², respectivamente, apresentam vazões intermediárias e relativamente próximas entre si. Para o tempo de retorno de 5 anos, as vazões calculadas foram de 108,44 m³/s no Córrego Ibicaba, 98,06 m³/s no Córrego do Cascalho e 99,83 m³/s no Córrego São Francisco, alcançando, para TR de 100 anos, 170,98 m³/s, 154,61 m³/s e 157,41 m³/s, respectivamente. Embora possuam áreas de contribuição semelhantes, as diferenças observadas nas vazões estão relacionadas não apenas à extensão das microbacias, mas também às características de uso e ocupação do solo, à distribuição da cobertura vegetal e à presença de superfícies impermeabilizadas.

A microbacia do Afluente do Ribeirão Tatu, com área de apenas 2,93 km², apresentou as menores vazões entre as unidades analisadas, variando de 19,65 m³/s para TR de 5 anos a 30,99 m³/s para TR de 100 anos. Apesar de sua menor dimensão, essa microbacia possui influência direta sobre setores urbanizados, fazendo com que a impermeabilização do solo e a concentração do escoamento superficial possam produzir respostas hidrológicas rápidas durante episódios de precipitação intensa.

2.4.3 Erosão

A erosão é um fenômeno natural, em que a superfície terrestre sofre desgaste e se afeiçoa por ação de processos físicos, químicos e biológicos (SUGUIO, 2003). Pode ser definido como o processo de desagregação, transporte, e deposição de partículas de solo pela ação do vento, da água e de outros agentes (BERTONI e LOMBARDI NETO, 2005; MORGAN, 2005; WISHMEIER e SMITH, 1978).

Esses agentes agem na superfície terrestre quebrando as partículas de solo dispersando-as para regiões diferentes dos locais de origem, sendo que

esse processo pode ser acelerado pela ação antrópica por meio de práticas de uso e manejo inapropriados.

Existem duas classes distintas de erosão: a erosão acelerada, advinda das atividades antrópicas e a erosão geológica, ou natural. A primeira é caracterizada pelo alto poder destrutivo em curto intervalo de tempo, enquanto a segunda é um processo lento e contínuo da evolução da superfície terrestre. A erosão do solo, quando ocorre de forma acelerada, torna-se um problema ambiental no que se refere a ocupação para práticas agropecuárias e florestais, o que afeta sua capacidade produtiva.

O processo erosivo reduz a porosidade do solo, interferindo em sua capacidade de retenção e infiltração da água, aumentando o escoamento superficial, transporte de sedimentos e assoreamento de corpos de água (DURÃES e MELLO, 2016).

Além dos agentes naturais do intemperismo, as atividades humanas podem acelerar o desenvolvimento dos processos erosivos de forma expressiva através do desmatamento, abertura de estradas, modificações do regime de fluxo de água natural, como em barragens, canalização de rios e redes de drenagem mal dimensionadas.

É importante considerar que, nas áreas de erosões intensas e instabilidade, devem ser elaborados estudos e monitoramento para evitar desastres, assim como ampliar as ações que visam a recuperação destas áreas.

Figura 60 – Exemplo de ravinas.



Fonte: Brasil Escola. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

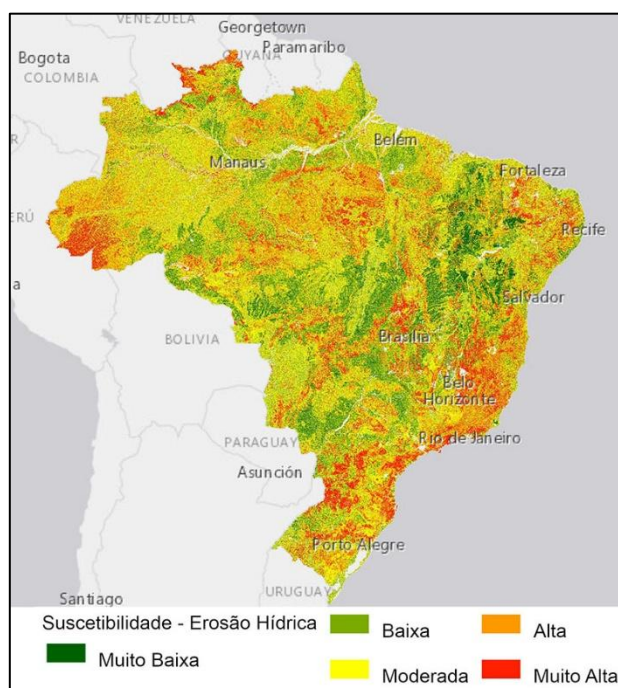
Enquanto as voçorocas são normalmente encontradas em áreas com solos frágeis e muita chuva. A água da chuva corre pelas voçorocas, levando consigo grandes quantidades de terra e detritos. Isso pode causar a formação de voçorocas muito grandes e profundas, onde em níveis mais avançados do processo erosivo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

Figura 61 – Exemplo de voçoroca.



Fonte: Mannarino, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

De acordo com o exposto, segue o mapa de suscetibilidade a erosão hídrica no Brasil, de acordo com dados disponibilizados pelo Instituto de Pesquisas Ambientais (IPA) vinculado à Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística do Estado de São Paulo (SEMIL).

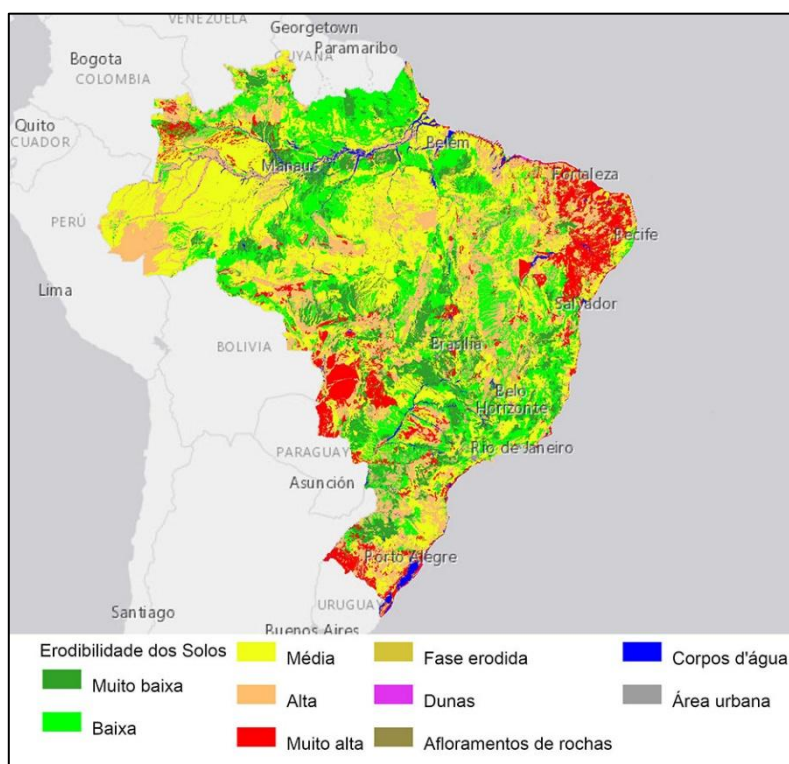
Figura 62 – Suscetibilidade a erosão hídrica no Brasil.

Fonte: Embrapa, 2020. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

Enquanto a erosão é a remoção de partículas do solo pela ação da água ou vento, a erodibilidade é a capacidade de um solo ser mais ou menos suscetível a processos erosivos. Esta capacidade encontra-se diretamente relacionada com as propriedades físicas, químicas, mecânicas e estruturais do tipo de solo em questão.

A erodibilidade do solo é influenciada por uma série de fatores, como a textura do solo, a estrutura do solo, a presença de matéria orgânica e a cobertura. Solos arenosos são mais suscetíveis à erosão do que solos argilosos, assim como solos com baixa estrutura. A matéria orgânica ajuda a melhorar a estrutura do solo e a reduzir a erodibilidade. A cobertura vegetal também ajuda a proteger o solo da erosão, pois impede a água da chuva de atingir diretamente o solo. Abaixo segue a figura que expõe a erodibilidade dos solos no território nacional e no estado de São Paulo, respectivamente.

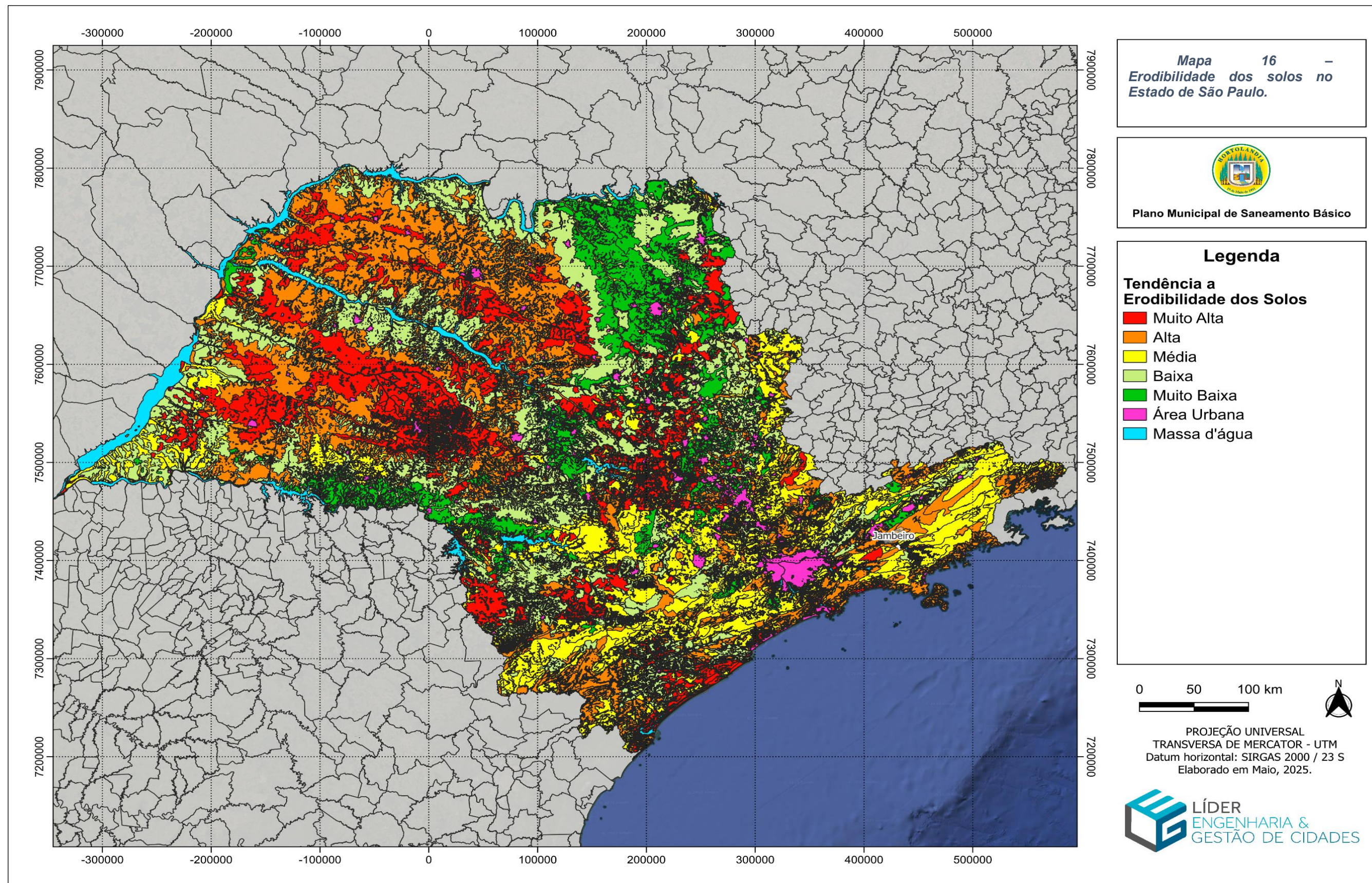
Figura 63 – Erodibilidade dos solos no Brasil.



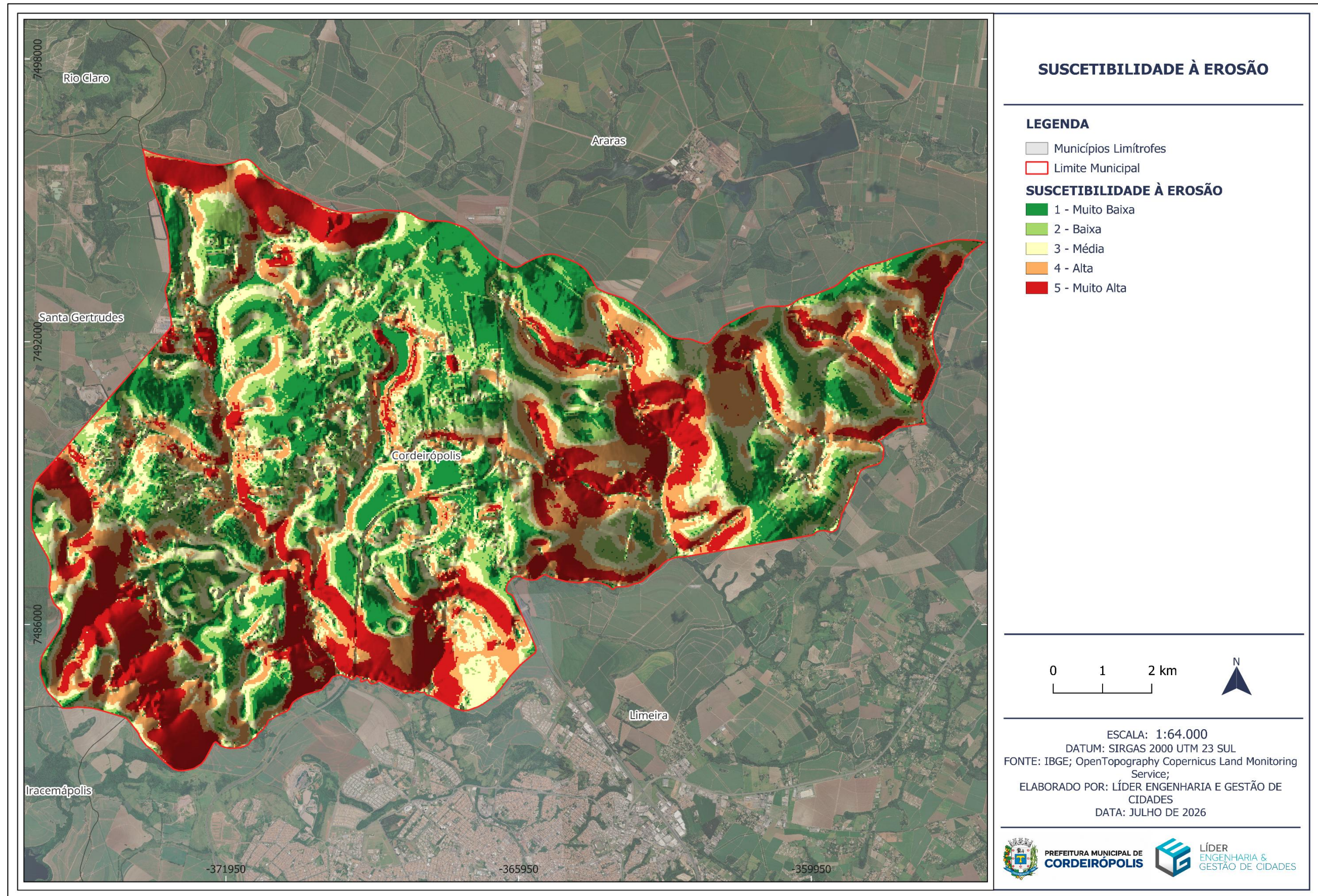
Fonte: Embrapa, 2020. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.



Mapa 8 – Erodibilidade dos solos Estados de São Paulo



Mapa 9 – Suscetibilidade à erosão do solo em Cordeirópolis.



Conforme a caracterização pedológica do município de Cordeirópolis, observa-se o predomínio de Latossolos Vermelhos Distróficos, classe de solos geralmente profundos, bem drenados, porosos e com boas condições físicas. De acordo com a Embrapa, essas características favorecem a infiltração da água e conferem aos Latossolos relativa resistência aos processos erosivos quando mantidos em condições naturais ou adequadamente manejados. Entretanto, alterações decorrentes do uso intensivo do solo podem modificar sua estrutura física e aumentar sua suscetibilidade à erosão.

Conforme Bono et al. (2012), diferentes sistemas de uso e manejo em Latossolo Vermelho Distrófico interferem diretamente na infiltração da água no solo. Áreas submetidas a usos agropecuários apresentaram alterações na velocidade de infiltração quando comparadas às condições de vegetação nativa, demonstrando que o manejo exerce influência sobre o comportamento hidrológico desses solos. A redução da infiltração favorece maior geração de escoamento superficial e pode ampliar a exposição do terreno à ação erosiva das águas pluviais.

Segundo Beutler et al. (2001), o manejo inadequado pode comprometer a estrutura dos Latossolos Vermelhos Distróficos, apresentando como consequências a intensificação da erosão, a redução da produtividade e a perda da sustentabilidade do solo. Os autores também identificaram que condições de vegetação nativa apresentam menor densidade, maior macroporosidade e maior permeabilidade quando comparadas a determinados sistemas de manejo agrícola.

De acordo com Araújo et al. (2015), diferentes tipos de manejo promovem alterações na qualidade física dos Latossolos Vermelhos Distróficos, demonstrando que seu comportamento não depende apenas das características naturais do solo, mas também das formas de utilização e conservação adotadas. Dessa forma, a manutenção das propriedades físicas do solo apresenta relação direta com sua capacidade de infiltração e com a dinâmica do escoamento superficial.

Além das características pedológicas e das formas de manejo, fatores como declividade, cobertura vegetal, intensidade das precipitações e concentração do escoamento superficial também influenciam o desenvolvimento

dos processos erosivos. A presença de cobertura vegetal contribui para reduzir o impacto direto das gotas de chuva sobre o solo e favorecer a infiltração, enquanto a exposição ou compactação da superfície pode aumentar o volume e a velocidade das águas que escoam superficialmente.

Conforme apresentado no mapa de Suscetibilidade à Erosão, Cordeirópolis apresenta classes que variam de muito baixa a muito alta suscetibilidade, distribuídas de forma heterogênea pelo território. As áreas de maior suscetibilidade concentram-se principalmente em setores de relevo mais acentuado e em determinadas porções periféricas, enquanto áreas mais planas apresentam, em geral, menores níveis. Essa distribuição evidencia que a erosão está relacionada à interação entre relevo, uso e ocupação do solo, cobertura vegetal, compactação e dinâmica do escoamento superficial.

Além dos agentes naturais do intemperismo, as atividades humanas podem acelerar o desenvolvimento dos processos erosivos de forma expressiva através do desmatamento, abertura de estradas, modificações do regime de fluxo de água natural, como em barragens, canalização de rios e redes de drenagem mal dimensionadas. Também é importante considerar que, nas áreas de erosões intensas e instabilidade, devem ser elaborados estudos e monitoramento para evitar desastres, assim como ampliar as ações que visam a recuperação destas áreas.

Nas áreas urbanizadas de Cordeirópolis, a impermeabilização decorrente da pavimentação e das edificações também modifica o comportamento natural do escoamento, concentrando as águas pluviais em vias, sarjetas, galerias e pontos de lançamento. Essa concentração pode aumentar a energia do fluxo e favorecer processos erosivos localizados em taludes, margens de cursos d'água e pontos de descarga da drenagem, especialmente quando associada a terrenos classificados com maior suscetibilidade.

De modo geral, a análise territorial demonstra que Cordeirópolis apresenta setores com diferentes níveis de suscetibilidade à erosão, condicionados pela combinação entre características pedológicas, relevo, uso do solo e dinâmica das águas superficiais. Embora os Latossolos Vermelhos Distróficos apresentem características físicas favoráveis quando adequadamente conservados, alterações decorrentes do manejo agrícola, compactação,

urbanização e concentração do escoamento podem modificar esse comportamento e aumentar a predisposição aos processos erosivos em determinados setores do município.

a) Risco de Assoreamento

O assoreamento de corpos hídricos consiste no acúmulo progressivo de sedimentos, como areia, silte e argila, no leito de rios, córregos e reservatórios, ocasionando a redução da capacidade de escoamento e armazenamento dos cursos d'água. Esse processo é resultado direto do transporte de partículas sólidas por meio da erosão hídrica, potencializada pela remoção da cobertura vegetal e pelo uso inadequado do solo. Segundo a Embrapa (2024), a ausência de práticas conservacionistas e o avanço da urbanização sobre áreas de drenagem favorecem o aumento do escoamento superficial e, consequentemente, o carregamento de sedimentos para os corpos d'água.

Entre as principais causas do assoreamento estão a supressão da vegetação ciliar, a ocupação irregular de margens e encostas, a compactação do solo e o manejo inadequado das águas pluviais. Em áreas urbanas, o processo é agravado pela impermeabilização do solo e pela insuficiência dos sistemas de micro e macrodrenagem, que elevam a energia cinética do escoamento superficial, ampliando o transporte de partículas para o sistema fluvial. Conforme destaca a Embrapa e Agraer (2023), o manejo adequado das águas pluviais e a manutenção de zonas verdes atuam como medidas eficazes na redução do assoreamento, contribuindo para a infiltração e o controle da erosão superficial.

As consequências do assoreamento vão desde o aumento da frequência de enchentes e inundações até a degradação da qualidade da água e a perda de habitats aquáticos. Em reservatórios e barragens, o problema acarreta a diminuição do volume útil e da eficiência operacional, podendo comprometer o abastecimento e a geração de energia. De acordo com o Programa Rios Vivos, do Governo do Estado de São Paulo (2025), ações de desassoreamento e restauração de margens têm sido fundamentais para recuperar a capacidade hidráulica de cursos d'água em diversos municípios paulistas, demonstrando a

importância da gestão integrada entre drenagem, conservação do solo e planejamento urbano.

Em Cordeirópolis, o processo de assoreamento apresenta relação direta com a gestão dos mananciais utilizados para o abastecimento público, destacando-se a situação da Represa do Mirante, localizada no bairro do Cascalho. Em outubro de 2025, técnicos da SP Águas realizaram vistoria no local como etapa inicial de um projeto de desassoreamento estimado em aproximadamente R\$ 8 milhões, com execução prevista de forma gradual ao longo de dez anos. Segundo a Prefeitura, a retirada do material acumulado no fundo da represa poderá ampliar significativamente sua capacidade de armazenamento, podendo chegar a aproximadamente o dobro do volume atualmente disponível.

A Represa do Mirante constitui uma das estruturas de captação de água do município, de modo que o acúmulo progressivo de sedimentos reduz sua capacidade útil de reservação. Durante a vistoria realizada em 2025, foram avaliadas as condições de acesso à área, os pontos destinados à retirada do material sedimentado e os locais possíveis para sua disposição. A implantação do programa de desassoreamento está diretamente relacionada à recuperação da capacidade de armazenamento do reservatório e à manutenção de sua função no sistema de abastecimento municipal.

O município possui extensas áreas agrícolas e uma rede de drenagem composta por córregos e nascentes que contribuem para o direcionamento do escoamento superficial até os corpos hídricos locais. Nesse contexto, a preservação da vegetação nas áreas próximas aos cursos d'água assume importância para a retenção de sedimentos, proteção do solo e conservação dos recursos hídricos, contribuindo também para a redução do assoreamento em reservatórios e canais de drenagem.

Nesse sentido, o município desenvolve desde 2017 o programa Refloresta Cordeirópolis, voltado à recuperação de nascentes e Áreas de Preservação Permanente. Até 2024, o programa havia promovido a restauração florestal de áreas associadas a 53 nascentes e cursos d'água, correspondendo a aproximadamente 100 hectares, além do plantio de mais de 130 mil mudas de espécies nativas. Parte dessas ações ocorreu na cabeceira do Ribeirão Tatu,

contribuindo para a recuperação da cobertura vegetal e para a proteção das áreas de drenagem do município.

A Carta de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações, elaborada pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM), constitui um importante instrumento técnico de apoio à gestão territorial e à redução de riscos. O documento tem como finalidade principal identificar, em escala municipal, as áreas mais propensas à ocorrência de deslizamentos, quedas de blocos, corridas de massa e inundações, fornecendo subsídios essenciais para o planejamento urbano e ambiental e para a implementação de políticas de prevenção e mitigação de desastres.

A elaboração da carta baseia-se em uma análise integrada de fatores condicionantes do relevo e do meio físico, como declividade do terreno, características geológicas e geotécnicas, tipo de solo, cobertura vegetal, uso e ocupação do solo e regime pluviométrico. Esses parâmetros são interpretados de forma combinada, resultando em mapas temáticos que classificam o território conforme o grau de suscetibilidade, geralmente em níveis baixos, médio e alto para cada tipo de processo analisado.

Além de seu caráter técnico, a carta tem relevância estratégica para os órgãos municipais de defesa civil, uma vez que permite a identificação prévia de áreas de risco e orienta ações de prevenção, monitoramento e resposta a desastres. Ao disponibilizar informações georreferenciadas sobre as vulnerabilidades do meio físico, o documento auxilia as prefeituras no ordenamento territorial, na definição de diretrizes de uso do solo e na elaboração de planos de contingência e obras de contenção.

No caso de Cordeirópolis, o município dispõe da Carta de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundação, elaborada pelo Serviço Geológico do Brasil em 2017. O material contempla dados cartográficos, modelo digital de elevação e arquivos vetoriais em ambiente SIG, apresentando informações relacionadas a deslizamentos, corridas de massa, quedas de rocha, rastejo, enxurradas e inundações. Dessa forma, constitui uma base complementar para a compreensão das características físicas do território e dos processos capazes de influenciar a dinâmica de transporte de água e sedimentos no município.

2.4.4 Indicadores de Drenagem

Para avaliação da existência e qualidade da prestação de serviços de drenagem e manejo de águas pluviais, alguns indicadores para uma caracterização geral da situação estão relacionados. Eles permitem a identificação da existência do sistema e percentual de atendimento do mesmo, assim como de problemas advindos com a falta e inadequação da drenagem urbana.

Posteriormente, de acordo com a situação e caracterização deste setor, indicadores referentes à manutenção do sistema, limpeza e desobstrução de galerias, podem ser incorporados. Da mesma forma, com a implantação e ampliação do sistema de drenagem, indicadores podem ser previstos para o monitoramento da qualidade da água resultante do sistema de galerias das águas pluviais.

Através de análises de alguns parâmetros nas saídas dos emissários, como por exemplo, de nitrogênio, fósforo, DBO, sólidos totais, dentre outros, é possível obter uma análise qualitativa e quantitativa sobre as regiões com ligações clandestinas na rede pluvial. Outras metodologias mais viáveis também podem ser utilizadas, como por exemplo o método de inserção de corantes biodegradáveis em redes de esgoto, onde se o mesmo for rastreado e identificado na rede pluvial, caracteriza como uma ligação clandestina.

As irregularidades detectadas, em sua maioria, estão associadas a edificações mais antigas, cuja infraestrutura sanitária foi implantada sem a observância dos critérios técnicos atuais. Por outro lado, não têm sido constatadas ocorrências semelhantes em bairros e loteamentos mais recentes, cuja implantação já se deu conforme as exigências legais e normativas vigentes.

Assim sendo, os indicadores contribuirão para a avaliação da poluição difusa e de problemas com a existência de ligações clandestinas de esgoto no sistema de drenagem urbana.

O SINISA (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento) é uma ferramenta do Governo Federal criada para reunir, organizar e divulgar dados sobre os serviços de saneamento básico no Brasil. Sua importância está na padronização e transparência das informações, permitindo o acompanhamento e a avaliação de indicadores, inclusive os relacionados à drenagem urbana. Na tabela a seguir, são apresentadas as informações referentes ao manejo das águas pluviais no município

de Cordeirópolis, com base nos dados do ano de 2024, ainda desatualizado, pois os dados do SINISA 2025 não foram disponibilizados.

Tabela 33 – Indicadores de manejo e drenagem das águas pluviais de Cordeirópolis (2024).

Código	Descrição	Valor	Unidade
IGE0001	Parcela de área urbanizada em relação à área total	7,21	Percentual
IAP0001	Parcela de vias públicas pavimentadas na área urbana	100,00	Percentual
IFD0002	Participação do pessoal próprio nos serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas	-	Percentual
IFD0003	Participação do pessoal terceirizado nos serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas	-	Percentual
IFD0004	Receita operacional total média dos serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas	241,99	R\$/imóvel. Ano
IFD0005	Incidência de cobrança dos serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas nos imóveis existentes	-	Percentual
IFD0008	Despesa total média per capita dos serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas	0	R\$/habitante. Ano
IFD0010	Investimento total médio per capita nos serviços de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas	0	R\$/habitante. Ano
IAP0002	Parcela de vias públicas com redes de águas pluviais subterrâneas na área urbana	41,38	Percentual
IAP0003	Parcela de parques lineares na área urbana	-	Percentual
IGR0002	Parcela da população impactada por eventos hidrológicos	0	Percentual
IGR0003	Quantidade média de óbitos por habitante em decorrência de eventos hidrológicos	0	óbitos/100 mil hab.
IGR0004	Quantidade média de pessoas realocadas por habitante em decorrência de eventos hidrológicos	-	pessoas/100 mil hab.
IGR0005	Quantidade média de pessoas impactadas em decorrência de eventos hidrológicos	-	pessoas/evento. Ano
IGR0009	Parcela de imóveis atingidos por eventos hidrológicos na área urbana	-	Percentual

Fonte: Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SINISA, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

Tabela 344 – Eventos Hidrológicos Impactantes (2025).

Código	Descrição	Valor	Unidade
GAP2201	Quantidade de ocorrências de enxurradas na área urbana, nos últimos 5 anos, registrado no sistema eletrônico da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Fonte: S2ID);	0	Enxurradas
GAP2202	Quantidade de ocorrências de enxurradas na área urbana, no ano de referência, registrado no sistema eletrônico da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Fonte: S2ID);	0	Enxurradas
GAP2203	Número de enxurradas na área urbana no município, no ano de referência, registrado no sistema eletrônico (S2ID) da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Fonte: S2ID);	0	Enxurradas
GAP2204	Quantidade de ocorrências de alagamentos na área urbana, nos últimos 5 anos, registrado no sistema eletrônico da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Fonte: S2ID);	0	Alagamentos
GAP2205	Quantidade de ocorrência de alagamentos na área urbana, no ano de referência, registrado no sistema eletrônico da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Fonte: S2ID);	0	Alagamentos
GAP2206	Número de alagamentos na área urbana do município, no ano de referência, que não foi registrado no sistema eletrônico (S2ID) da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil	0	Alagamentos
GAP2207	Quantidade de ocorrências de inundações na área urbana, nos últimos 5 anos, registrado no sistema eletrônico da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Fonte: S2ID);	0	Inundações
GAP2208	Quantidade de ocorrências de inundações na área urbana, no ano de referência, registrado no sistema eletrônico da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (S2ID);	0	Inundações
GAP2209	Número de inundações na área urbana do município, no ano de referência, que não foi registrado no sistema eletrônico (S2ID) da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil.	0	Inundações
GAP2210	Quantidade total de ocorrências de enxurradas, alagamentos e inundações nos últimos 5 anos;	0	Ocorrências
GAP2211	Quantidade total de pessoas desabrigadas ou desalojadas, na área urbana, devido a ocorrência de eventos hidrológicos impactantes no ano de referência, registrada no sistema eletrônico da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil.	0	Pessoas

GAP2212	Quantidade total de pessoas desabrigadas ou desalojadas, na área urbana, devido a ocorrência de eventos hidrológicos impactantes no ano de referência, registrada no sistema eletrônico da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Fonte: S2ID);	0	Pessoas
GAP2213	Número de pessoas desabrigadas ou desalojadas na área urbana devido a eventos hidrológicos impactantes no ano de referência, que não foi registrado no sistema eletrônico (S2ID) da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil;	0	Pessoas
GAP2214	Quantidade total de pessoas desabrigadas ou desalojadas na área urbana devido a ocorrência de eventos hidrológicos impactantes nos últimos 5 anos;	0	Pessoas
GAP2215	Quantidade total de óbitos, na área urbana, devido a ocorrência eventos hidrológicos impactantes, nos últimos 5 anos, registrada no sistema eletrônico da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Fonte: S2ID);	0	Óbitos
GAP2216	Quantidade total de óbitos, na área urbana, devido a ocorrência de eventos hidrológicos impactantes no ano de referência, registrada no sistema eletrônico da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Fonte: S2ID);	0	Óbitos
GAP2217	Número de óbitos na área urbana decorrentes de eventos hidrológicos impactantes no ano de referência, que não foi registrado no sistema eletrônico (S2ID) da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil;	0	Óbitos
GAP2218	Quantidade total de óbitos na área urbana devido a ocorrência de eventos hidrológicos impactantes nos últimos 5 anos	0	Óbitos
GAP2219	Quantidade de imóveis atingidos na área urbana devido a eventos hidrológicos impactantes no ano de referência;	-	Imóveis
GAP2011	O município possui sistemas de alerta de riscos hidrológicos impactantes (inundações, alagamentos e enxurradas)?	Sim	

Fonte: Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SINISA, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

Tabela 35 – Mapeamento de áreas de Risco

Código	Descrição	Valor	Unidade
GAP2120	O município é caracterizado pela presença significativa de população flutuante?	Não	
GAP2101	Quantidade total de imóveis existente na área urbana	9.847	Imóveis.
GAP2103	Quantidade total de domicílios existente na área urbana;	9.714	Domicílios
GAP2105	O município possui cadastro ou demarcação de marcas históricas de inundações na área urbana?	Não	Percentual
GAP2108	Tempo de recorrência (ou período de retorno) adotado para o mapeamento	-	Anos
GAP2110	Quantidade de domicílios sujeitos a risco de inundação em uma área	0	Domicílios

Fonte: Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SINISA, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

2.4.5 Sistemas de Macrodrenagem

A macrodrenagem envolve os sistemas coletores de diferentes sistemas de microdrenagem. Quando é mencionado o sistema de macrodrenagem, as áreas envolvidas são de pelo menos 2 km² ou 200 ha. Estes valores não devem ser tomados como absolutos, pois a malha urbana pode possuir as mais diferentes configurações. O sistema de macrodrenagem deve ser projetado com capacidade superior ao de microdrenagem, com riscos de acordo com os prejuízos humanos e materiais potenciais (PMPA, 2005).

As localidades ribeirinhas apresentam ocupações irregulares consideráveis, resultando em problemas nos leitos dos rios. Os rios geralmente possuem dois leitos: o leito menor, onde a água escoar na maior parte do tempo; e o leito maior, que pode ser inundado de acordo com a intensidade das chuvas. O impacto devido à inundação ocorre quando a população ocupa o leito maior do rio, ficando sujeita a enchentes (PMPA, 2005).

A estrutura de macrodrenagem que condiciona a resposta hidrológica de Cordeirópolis é formada principalmente pelos cursos d'água naturais que atravessam ou recebem contribuições da área urbana, galerias pluviais de maior porte, travessias hidráulicas e estruturas associadas ao sistema viário. Entre os principais canais receptores destacam-se o Ribeirão Tatu, o Córrego do Cascalho, o

Córrego São Francisco e o Córrego Ibicaba, responsáveis por receber parcelas significativas do escoamento superficial produzido nas diferentes microbacias urbanas.

As travessias viárias sobre córregos e linhas naturais de drenagem também integram esse sistema, uma vez que interferem diretamente na continuidade do escoamento das águas superficiais. Um exemplo recente ocorre nas obras do Anel Viário de Cordeirópolis, iniciadas em 2025, cujo projeto prevê a construção de uma galeria dupla no trecho entre a Avenida Presidente Vargas e o viaduto da Rumo, destinada especificamente ao escoamento das águas de um córrego existente. A estrutura permite a continuidade hidráulica do curso d'água sob o aterro e a nova infraestrutura viária implantada no local.

Em relação às galerias de maior porte, o município possui intervenções implantadas em diferentes setores urbanizados. No Jardim Santa Luzia, por exemplo, foi construída uma galeria de águas pluviais na Avenida Aristeu Marcicano para conduzir o volume de água proveniente de uma área que havia apresentado crescimento da impermeabilização e registros de enchentes e acúmulo de água. Segundo a Prefeitura, o aumento da urbanização do bairro elevou o volume de escoamento superficial, tornando necessária a implantação da estrutura.

Também se destaca a implantação de galeria de águas pluviais no Jardim Eldorado, onde foram executadas obras destinadas à condução das águas acumuladas nas vias, especialmente em trechos de ruas sem saída. A intervenção contou com investimento aproximado de R\$ 680 mil e foi executada com utilização de máquinas e equipes diretamente no local, ampliando a infraestrutura de drenagem do bairro.

Outro ponto integrante da estrutura de drenagem encontra-se no Pátio da Estação, onde, em 2022, foram realizadas melhorias em uma galeria pluvial por meio de parceria entre a Rumo Logística e a Prefeitura Municipal. A intervenção teve como finalidade melhorar o escoamento das águas das chuvas em uma área submetida também ao tráfego intenso de veículos pesados, demonstrando a relação existente entre as estruturas de drenagem e a infraestrutura ferroviária e viária do município.

De modo geral, o sistema de macrodrenagem de Cordeirópolis é constituído pela integração entre canais naturais, galerias de maior capacidade, travessias

hidráulicas e demais estruturas responsáveis por conduzir as águas provenientes da microdrenagem até os corpos receptores. As intervenções identificadas em diferentes setores urbanos demonstram a presença de obras específicas em pontos onde a expansão urbana, a impermeabilização do solo e a concentração do escoamento superficial aumentaram as solicitações sobre a infraestrutura existente. A execução e manutenção de pontes, viadutos, canais e redes de drenagem integram as atribuições da Secretaria Municipal de Obras e Planejamento.

A Barragem Santa Marina constitui uma das principais estruturas de reserva hídrica de Cordeirópolis e integra o conjunto de mananciais utilizados para reforçar a segurança do abastecimento municipal. Inaugurada em junho de 2024, a barragem está localizada às margens da Rodovia Washington Luiz (SP-310), em uma área caracterizada pela presença de diversas nascentes, incluindo contribuições associadas ao Córrego do Cascalho. Sua implantação representou uma ampliação significativa da capacidade de armazenamento de água do município.

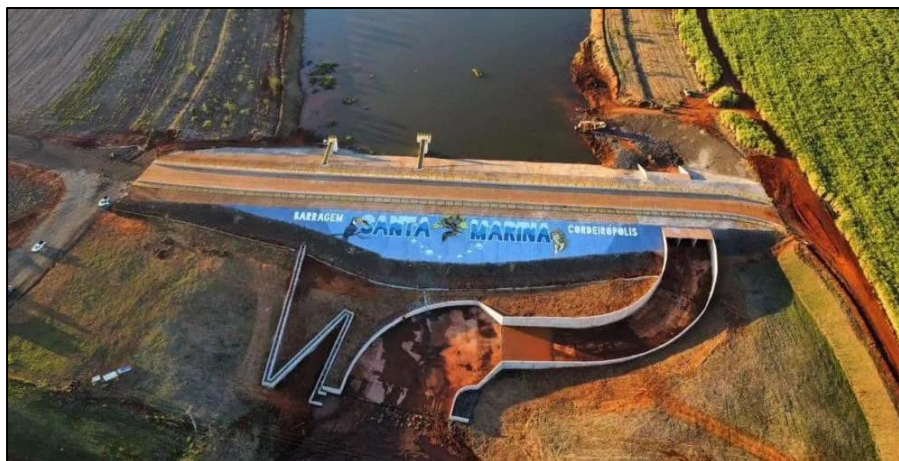
A estrutura possui relação direta com o funcionamento do sistema hídrico municipal, uma vez que sua reserva permite complementar as fontes utilizadas pelo SAAE durante períodos de menor disponibilidade hídrica. Em julho de 2025, o SAAE informou que Santa Marina 1 constituía um dos três principais pontos de captação do município, juntamente com Barro Preto e Cascalho. Na mesma ocasião, foram registrados procedimentos para viabilização da operação de estruturas adicionais associadas ao sistema Santa Marina.

Mais recentemente, em junho de 2026, a Prefeitura informou a obtenção da outorga para captação nas barragens Santa Marina 1 e 2, integrando essas estruturas ao conjunto de investimentos destinados à ampliação da segurança hídrica de Cordeirópolis. O município também anunciou investimentos para implantação de sistemas de captação e adução associados às barragens, demonstrando a crescente importância dessas estruturas no abastecimento local.

Do ponto de vista da macrodrenagem, a presença de estruturas de barramento modifica localmente o armazenamento e a circulação das águas superficiais dentro de suas respectivas áreas de contribuição. Dessa forma, a Barragem Santa Marina constitui um elemento relevante na caracterização do sistema hídrico de Cordeirópolis, especialmente pela sua interação com nascentes e

cursos d'água existentes na região do Cascalho e pela função desempenhada na reservação de água destinada ao abastecimento público.

Figura 64 – Barragem Santa Marina.



Fonte: Prefeitura Municipal de Cordeirópolis, 2024.

2.4.6 Sistemas de Microdrenagem

Levando em consideração os componentes do sistema de microdrenagem urbana, podem-se considerar as vias públicas e, conseqüentemente, as sarjetas, uma das partes mais significativas do escoamento superficial das águas pluviais, uma vez que a maioria das águas, que precipita nos lotes, vai para estas vias e escoam para as captações (bocas de lobo) e, em seguida, para os cursos d'água.

Devem ser estudados diversos traçados de rede de galerias, considerando os dados topográficos existentes e o pré-dimensionamento hidrológico e hidráulico. A definição da concepção inicial é mais importante para a economia global do sistema do que os estudos posteriores de detalhamento do projeto e de especificação de materiais.

A microdrenagem urbana refere-se ao sistema de coleta, transporte e descarga das águas pluviais que se acumulam nas vias e áreas urbanas durante as chuvas.

Neste contexto, é essencial que as redes de drenagem sejam projetadas e dimensionadas corretamente. Adotar as normas técnicas vigentes para o dimensionamento e o projeto das redes, levando-se em consideração fatores como a

intensidade das chuvas, a área a ser drenada, os tipos de pavimentos e as características topográficas do local.

Os aspectos como a capacidade de escoamento das águas pluviais, a velocidade do fluxo e a pressão exercida sobre a estrutura também são considerados. O dimensionamento adequado da rede de drenagem é realizado por meio de cálculos hidráulicos e hidrológicos, levando em conta as particularidades da região em questão. Isso garante que a rede seja capaz de suportar a vazão de água durante as chuvas, prevenindo enchentes e alagamentos.

Na Figura 65 são apresentados diversos dispositivos de microdrenagem em vias pavimentadas de Cordeirópolis, registradas durante visita técnica ao município.

Figura 65 – Dispositivos de microdrenagem em Cordeirópolis.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

A infraestrutura de microdrenagem de Cordeirópolis é composta principalmente por sarjetas, bocas de lobo, redes subterrâneas e galerias pluviais, responsáveis pela captação e condução das águas precipitadas sobre as áreas urbanizadas até estruturas de maior porte e, posteriormente, aos cursos d'água receptores. Esses dispositivos desempenham papel fundamental no funcionamento da drenagem urbana, uma vez que promovem o escoamento inicial das águas pluviais nas vias públicas, reduzindo o acúmulo superficial e direcionando os fluxos para o sistema de macrodrenagem. A implantação, operação e manutenção dessas estruturas integram as atribuições da Secretaria Municipal de Obras e Planejamento, que atua na execução de melhorias, adequações e intervenções voltadas ao funcionamento do sistema.

Figura 66 – Exemplo de falta de manutenção em dispositivos de microdrenagem.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

Durante as visitas técnicas foi identificada também a presença de resíduos sólidos, sedimentos e vegetação acumulados em dispositivos de microdrenagem, incluindo bocas de lobo e estruturas de captação, comprometendo parcialmente sua capacidade de recebimento e condução das águas pluviais. As condições observadas evidenciam a necessidade de atenção contínua à manutenção desses dispositivos, uma vez que obstruções podem favorecer o acúmulo de água nas vias e agravar situações de alagamento durante eventos de precipitação intensa. Também foi informado que o município não dispõe de equipe especializada exclusivamente para a limpeza e manutenção da microdrenagem, bem como não possui um cronograma sistemático e específico de limpeza preventiva das bocas de lobo, galerias e demais estruturas, fazendo com que as intervenções ocorram, em grande parte, de forma pontual, conforme a identificação de demandas. Essa condição representa uma limitação operacional do sistema, considerando que o desempenho da microdrenagem depende diretamente da conservação e desobstrução periódica de seus dispositivos.

2.4.7 Ligações Irregulares

Em reunião técnica com a Secretaria Municipal de Obras e Planejamento de Cordeirópolis, foi relatada a ocorrência de entrada indevida de águas pluviais na rede coletora de esgoto, decorrente de ligações irregulares entre os sistemas. Essa condição provoca aumento da vazão encaminhada à Estação de Tratamento de

Esgoto, especialmente durante períodos chuvosos, elevando a demanda sobre a infraestrutura de coleta e tratamento e dificultando o desempenho operacional da ETE.

O SAAE orienta que as águas provenientes de telhados, calhas, quintais e demais áreas externas sejam direcionadas exclusivamente ao sistema de drenagem pluvial, enquanto os efluentes sanitários devem permanecer conectados à rede de esgotamento. A mistura entre esses sistemas pode provocar extravasamentos, retorno de esgoto aos imóveis e aumento desproporcional do volume conduzido até a estação de tratamento.

2.4.8 Síntese do Diagnóstico do Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais

A partir das análises realizadas sobre o sistema de drenagem urbana e manejo das águas pluviais do município de Cordeirópolis, foi possível identificar as principais características, potencialidades e desafios que envolvem a operação e a gestão desse serviço. Nesse sentido, o quadro abaixo apresenta um resumo com as informações mais relevantes, sintetizadas de forma objetiva, subsidiando a formulação de propostas e ações na etapa de Prognóstico.

Quadro 15 – Síntese do Diagnóstico do Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais de Cordeirópolis.

TEMÁTICA	POTENCIALIDADES	DESAFIOS
Cadastro e planejamento da drenagem	Existência de infraestrutura de micro e macrodrenagem implantada, composta por sarjetas, bocas de lobo, galerias pluviais, travessias hidráulicas e cursos d'água receptores. O município também dispõe de instrumentos de planejamento do saneamento que contemplam o eixo de drenagem.	Ausência de cadastro técnico completo e atualizado da infraestrutura de drenagem, dificultando o conhecimento preciso da localização, dimensão e condição dos dispositivos existentes.
Manutenção dos dispositivos de microdrenagem	Existência de sistemas destinados ao manejo e direcionamento das águas pluviais, abrangendo dispositivos de drenagem superficial e subterrânea, estruturas para transposição de escoamentos e corpos hídricos responsáveis pelo recebimento das vazões drenadas.	Ausência de equipe específica destinada a manutenção e limpeza dos dispositivos de microdrenagem



TEMÁTICA	POTENCIALIDADES	DESAFIOS
Ocupação urbana e uso do solo	Presença de cursos d'água, áreas de preservação e fragmentos vegetados que contribuem para a drenagem natural, além de ações de recuperação ambiental desenvolvidas pelo programa Refloresta Cordeirópolis.	A expansão urbana e o aumento das superfícies impermeáveis intensificam o escoamento superficial, aumentando a contribuição de águas pluviais para as redes e galerias existentes, especialmente em setores mais urbanizados.
Educação Ambiental e Participação Social	Existência de ações municipais de conscientização ambiental e orientações do SAAE relacionadas à correta separação entre as redes de esgotamento sanitário e drenagem pluvial.	Persistência de ligações irregulares de águas pluviais na rede coletora de esgoto, além do descarte de resíduos em dispositivos de drenagem, comprometendo a eficiência do sistema e aumentando a necessidade de manutenção.
Erosão e Assoreamento	Predomínio de Latossolos Vermelhos Distróficos, que apresentam boas condições de infiltração quando adequadamente conservados, além da presença de ações de recuperação de APPs e nascentes no município.	Existência de áreas com alta e muito alta suscetibilidade à erosão, associadas à declividade, uso agrícola intensivo, impermeabilização e concentração do escoamento superficial. Destaca-se ainda o assoreamento da Represa do Mirante, com redução de sua capacidade de reservação.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2026.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004: resíduos sólidos – classificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13.968: embalagem rígida vazia de agrotóxico – procedimentos de lavagem**. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.113: resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – aterros – diretrizes para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2021**. São Paulo: ABRELPE, 2021.

ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução RDC nº 306, de 7 de dezembro de 2004: dispõe sobre o regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde**. Brasília, DF: ANVISA, 2004.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

BRASIL. **Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002. Regulamenta a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre agrotóxicos, seus componentes e afins**. Brasília, DF: Presidência da República, 2002.

BRASIL. **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente**. Brasília, DF: Presidência da República, 1998.



BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências.** Brasília, DF: Presidência da República, 1999.

BRASIL. **Lei nº 9.974, de 6 de junho de 2000. Altera a Lei nº 7.802/1989, que dispõe sobre agrotóxicos e suas embalagens.** Brasília, DF: Presidência da República, 2000.

BRASIL. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Estatuto da Cidade.** Brasília, DF: Presidência da República, 2001.

BRASIL. **Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005. Dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos.** Brasília, DF: Presidência da República, 2005.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico.** Brasília, DF: Presidência da República, 2007.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.** Brasília, DF: Presidência da República, 2010.

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico.** Brasília, DF: Presidência da República, 2020.

CEMPRE – COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado.** 4. ed. São Paulo: CEMPRE, 2018.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.** Brasília, DF: CONAMA, 2002.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA nº 358, de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde.** Brasília, DF: CONAMA, 2005.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resoluções CONAMA aplicáveis à gestão de resíduos sólidos.** Brasília, DF: CONAMA, 2023.

FECOMERCIO-SP – FEDERAÇÃO DO COMÉRCIO DE BENS, SERVIÇOS E TURISMO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Logística reversa e responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos.** São Paulo: FECOMERCIO-SP, 2023.

FIM DO LIXO. **Gestão adequada dos resíduos sólidos e desafios da disposição final no Brasil.** 2023.

FRANCESCHET, M.; ROSA, D. **Reciclagem e reaproveitamento de resíduos sólidos: aspectos ambientais, sociais e econômicos.** 2015.

GUIMARÃES, J. R. **Resíduos de mineração e impactos ambientais associados.** 2007.

IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Normas e procedimentos relacionados à logística reversa e resíduos sólidos.** Brasília, DF: IBAMA.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Diagnóstico dos resíduos sólidos urbanos no Brasil.** Brasília, DF: IPEA, 2021.

LÍDER ENGENHARIA E GESTÃO DE CIDADES. **Diagnóstico do Plano Municipal de Saneamento Básico e Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.** 2026.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos.** Brasília, DF: MMA, 2012.

MOURÃO, R.; SEO, E. **Gerenciamento de resíduos de lâmpadas fluorescentes: aspectos técnicos e ambientais**. 2012.

RECICLANIP. **Relatório de destinação ambientalmente adequada de pneus inservíveis**. São Paulo: RECICLANIP, 2023.

RODRIGUES, A. **Gestão e logística reversa de pneus inservíveis no Brasil**. 2021.

SINIR – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS. **Informações sobre logística reversa, classificação e gestão de resíduos sólidos**. Brasília, DF: SINIR, 2023.

SINISA – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES EM SANEAMENTO BÁSICO. **Diagnóstico temático: manejo de resíduos sólidos urbanos**. Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2024.

SMIDERLE, J. **Caracterização e impactos ambientais dos resíduos provenientes do tratamento de água e esgoto**. 2016.

CORDEIRÓPOLIS (Município). **Prefeitura Municipal**. Cordeirópolis anuncia R\$ 20 milhões em investimentos para ampliar segurança hídrica e modernizar saneamento. Cordeirópolis: Prefeitura Municipal de Cordeirópolis, 2026. Disponível em: <https://cordeiropolis.sp.gov.br/cordeiropolis-anuncia-r-20-milhoes-em-investimentos-para-ampliar-seguranca-hidrica-e-modernizar-saneamento/>.

CORDEIRÓPOLIS (Município). **Prefeitura Municipal**. Cordeirópolis dribla o racionamento e avança na segurança hídrica com a entrega da Barragem Santa Marina. Cordeirópolis: Prefeitura Municipal de Cordeirópolis, 2024. Disponível em: <https://cordeiropolis.sp.gov.br/cordeiropolis-dribla-o-acionamento-e-avanca-na-seguranca-hidrica-com-a-entrega-da-barragem-santa-marina/>.

CORDEIRÓPOLIS (Município). **Prefeitura Municipal.** SAAE alerta sobre a atual situação hídrica e medidas adotadas para garantir o abastecimento. Cordeirópolis: Prefeitura Municipal de Cordeirópolis, 2025. Disponível em: <https://cordeiropolis.sp.gov.br/saae-alerta-sobre-a-atual-situacao-hidrica-e-medidas-adotadas-para-garantir-o-abastecimento/>.

CORDEIRÓPOLIS (Município). **Prefeitura Municipal.** Prefeitura entrega a rede adutora do Córrego Ibicaba. Cordeirópolis: Prefeitura Municipal de Cordeirópolis. Disponível em: <https://cordeiropolis.sp.gov.br/70-acoesabastecimento-de-agua-prefeitura-entrega-a-rede-adutora-do-corrego-ibicaba/>.

CORDEIRÓPOLIS (Município). **Prefeitura Municipal.** Refloresta Cordeirópolis tem o feito histórico do plantio de mais de 130 mil mudas nativas. Cordeirópolis: Prefeitura Municipal de Cordeirópolis. Disponível em: <https://cordeiropolis.sp.gov.br/refloresta-cordeiropolis-tem-o-feito-historico-do-plantio-de-mais-de-130-mudas-nativas/>.

SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE CORDEIRÓPOLIS – SAAE. Obras dos emissários da rede de esgoto já estão em fase final. Cordeirópolis: SAAE. Disponível em: <https://www.saae.cordeiropolis.sp.gov.br/noticias/83/obras-dos-emissarios-da-rede-de-esgoto-ja-estao-em-fase-final>.

CORDEIRÓPOLIS (Município). **Prefeitura Municipal.** Prefeitura acaba com problema histórico com a construção da galeria de água da chuva no Jardim Primavera. Cordeirópolis: Prefeitura Municipal de Cordeirópolis. Disponível em: <https://cordeiropolis.sp.gov.br/prefeitura-acaba-com-problema-historico-com-a-construcao-da-galeria-de-agua-da-chuva-no-jardim-primavera/>.

CORDEIRÓPOLIS (Município). **Prefeitura Municipal.** Nota oficial. Cordeirópolis: Prefeitura Municipal de Cordeirópolis. Disponível em: <https://cordeiropolis.sp.gov.br/nota/>.

CORDEIRÓPOLIS (Município). **Prefeitura Municipal.** 70 anos de Cordeirópolis: galeria de águas pluviais é inaugurada no bairro Santa Luzia. Cordeirópolis: Prefeitura Municipal de Cordeirópolis. Disponível em:

<https://cordeirópolis.sp.gov.br/70-anos-de-cordeirópolis-galeria-de-aguas-pluviais-e-inaugurada-no-bairro-santa-luzia/>.

CORDEIRÓPOLIS (Município). **Prefeitura Municipal**. Defesa Civil de Cordeirópolis mantém alerta para chuvas fortes. Cordeirópolis: Prefeitura Municipal de Cordeirópolis. Disponível em: <https://cordeirópolis.sp.gov.br/defesa-civil-de-cordeirópolis-mantem-alerta-para-chuvas-fortes/>.

CÂMARA MUNICIPAL DE CORDEIRÓPOLIS. **Notícias da Câmara Municipal – Indicações e pautas legislativas**. Cordeirópolis: Câmara Municipal de Cordeirópolis. Disponível em: <https://www.camaracordeirópolis.sp.gov.br/Noticias/Details?id=4256>.

CORDEIRÓPOLIS (Município). **Prefeitura Municipal**. Desassoreamento da Represa do Mirante pode dobrar volume de água em Cordeirópolis. Cordeirópolis: Prefeitura Municipal de Cordeirópolis. Disponível em: <https://cordeirópolis.sp.gov.br/desassoreamento-da-represa-do-mirante-pode-dobrar-volume-de-agua-em-cordeirópolis/>.

CORDEIRÓPOLIS (Município). **Prefeitura Municipal**. Obra do Anel Viário avança com foco em segurança e mobilidade. Cordeirópolis: Prefeitura Municipal de Cordeirópolis. Disponível em: <https://cordeirópolis.sp.gov.br/obra-do-anel-viario-avanca-com-foco-em-seguranca-e-mobilidade/>.

CORDEIRÓPOLIS (Município). **Prefeitura Municipal**. Jardim Eldorado vira canteiro de obras e população já nota melhorias. Cordeirópolis: Prefeitura Municipal de Cordeirópolis. Disponível em: <https://cordeirópolis.sp.gov.br/estamos-em-obras-jardim-eldorado-vira-canteiro-de-obras-e-populacao-ja-nota-melhorias/>.

CORDEIRÓPOLIS (Município). **Prefeitura Municipal**. Melhorias na galeria pluvial do Pátio da Estação. Cordeirópolis: Prefeitura Municipal de Cordeirópolis. Disponível em: <https://cordeirópolis.sp.gov.br/melhorias-na-galeria-pluvial-do-patio-da-estacao/>. Acesso em: 13 ago. 2026.

BONO, J. A. M. et al. **Infiltração de água no solo em um Latossolo Vermelho da região sudoeste dos Cerrados com diferentes sistemas de uso e manejo.**

Brasília, DF: Embrapa, 2012. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/951498/infiltracao-de-agua-no-solo-em-um-latossolo-vermelho-da-regiao-sudoeste-dos-cerrados-com-diferentes-sistemas-de-uso-e-manejo>.

BEUTLER, A. N. et al. **Resistência à penetração e permeabilidade de Latossolo Vermelho Distrófico típico sob sistemas de manejo na região dos Cerrados.** Brasília, DF: Embrapa, 2001. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/484717/resistencia-a-penetricao-e-permeabilidade-de-latossolo-vermelho-distrofico-tipico-sob-sistemas-de-manejo-na-regiao-dos-cerrados>.

ARAÚJO, A. R. et al. **Influência dos diferentes tipos de manejo do solo na qualidade física de um Latossolo Vermelho distrófico.** Brasília, DF: Embrapa. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1036326>.

EMBRAPA. **Resistência à penetração e permeabilidade de Latossolo Vermelho Distrófico típico sob sistemas de manejo na região dos Cerrados.** Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/484716>.

BRASIL. **Ministério das Cidades.** Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico – SINISA: resíduos sólidos – indicadores 2024. Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2024.

CONDESU – CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Urbanos – PRGIRU: revisão ano-base 2021. [S.l.]: CONDESU, jun. 2023. O documento contempla Cordeirópolis entre os municípios consorciados.

CORDEIRÓPOLIS (Município). **Informações técnicas sobre o sistema de abastecimento de água e a Estação de Tratamento de Água – ETA de Cordeirópolis.** Informações obtidas durante levantamento e visita técnica, com registros em áudio. Cordeirópolis, 2026.

CORDEIRÓPOLIS (Município). **Informações técnicas complementares sobre o sistema de saneamento básico de Cordeirópolis.** Registros em áudio disponibilizados durante levantamento técnico municipal. Cordeirópolis, 2026.

CORDEIRÓPOLIS (Município). **Prefeitura Municipal. Termo de Referência para contratação de empresa de engenharia especializada para revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico de Cordeirópolis.** Concorrência nº 17/2025. Processo Administrativo nº 7.252/2025. Cordeirópolis: Prefeitura Municipal de Cordeirópolis, 2025.

RHS CONTROLS – RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO LTDA. **Revisão do Plano Diretor de Combate a Perdas de Água no Sistema de Abastecimento Público do Município de Cordeirópolis – SP: relatório de atividades final.** Contrato nº 012/2022. Contrato FEHIDRO nº 072/2022. São Carlos: RHS Controls, mar. 2024.

SÃO PAULO (Estado). **Decreto nº 10.755, de 22 de novembro de 1977.** Dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água receptores na classificação prevista no Decreto nº 8.468, de 8 de setembro de 1976, e dá providências correlatas. São Paulo: Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo, 1977. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/1977/decreto-10755-22.11.1977.html>. Acesso em: 10 ago. 2026.

CORDEIRÓPOLIS (Município). **Prefeitura Municipal. Assentamento Santa Rita recebe pavimentação e construção de calçada.** Cordeirópolis: Prefeitura Municipal de Cordeirópolis. Disponível em: <https://cordeiropolis.sp.gov.br/assentamento-santa-rita-recebe-pavimentacao-e-construcao-de-calcada/>. Acesso em: 10 ago. 2026.

SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE CORDEIRÓPOLIS – SAAE. **Regularize as tubulações de sua casa e evite problemas.** Cordeirópolis: SAAE. Disponível em: <https://www.saae.cordeiropolis.sp.gov.br/noticias/107/regularize-as-tubulacoes-de-sua-casa-e-evite-problemas>.

SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE CORDEIRÓPOLIS – SAAE. **SAAE retira meia tonelada de resíduos do esgoto por mês.** Cordeirópolis: SAAE.

Disponível em: <https://www.saae.cordeirópolis.sp.gov.br/noticias/7/saae-retira-meia-tonelada-de-residuos-do-esgoto-por-mes>.

SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE CORDEIRÓPOLIS – SAAE.

Infraestrutura. Cordeirópolis: SAAE. Disponível em:
<https://www.saae.cordeirópolis.sp.gov.br/infraestrutura>.

SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE CORDEIRÓPOLIS – SAAE.

Cordeirópolis avança rumo a 100% de esgoto tratado. Cordeirópolis: SAAE.
Disponível em: <https://www.saae.cordeirópolis.sp.gov.br/noticias/93/cordeirópolis-avanca-rumo-a-100-de-esgoto-tratado>.

SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE CORDEIRÓPOLIS – SAAE.

Para abastecer a cidade, Cordeirópolis trata e distribui cerca de 8 milhões de litros de água diariamente. Cordeirópolis: SAAE. Disponível em:
<https://www.saae.cordeirópolis.sp.gov.br/noticias/99/para-abastecer-a-cidade-cordeirópolis-trata-e-distribui-cerca-de-8-milhoes-de-litros-de-agua-diariamente>.