

# PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO



 **GARDEN**  
P R O J E T O S



**Município de Canela**

**VOLUME I – DIAGNÓSTICO GERAL,  
CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUALIDADE DA ÁGUA**



# 1. IDENTIFICAÇÕES

## 1.1 Contratante

**Quadro 1. Identificação do contratante.**

<b>Nome/Razão Social</b>	Município de Canela/RS
<b>CNPJ:</b>	88.585.518/0001-85
<b>Endereço:</b>	Rua Dona Carlinda, nº 455 – Centro. CEP: 95.680-000
<b>Telefone:</b>	54 3282.5100
<b>Representante Legal:</b>	Prefeito Constantino Orsolin

## 1.2 Empreendimento

**Quadro 2. Identificação do empreendimento.**

<b>Atividade:</b>	Revisão/atualização do Plano Municipal de Saneamento Básico
<b>Localização:</b>	Canela/RS

**Quadro 3. Identificação do contrato.**

<b>Processo administrativo:</b>	2.004/2021
<b>Chamamento Público – Credenciamento</b>	Credenciamento nº 01/2021 do Consórcio Público de Saneamento Básico da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos – Pró Sinos
<b>Objeto:</b>	Revisão/Atualização do Plano Municipal de Saneamento Básico – PLAMSB do município de Canela/RS.
<b>Contrato:</b>	086/2023
<b>Ordem de início:</b>	26/07/2023

### 1.2.1 Contratada

**Quadro 4. Identificação da empresa contratada.**

<b>Nome/ razão social:</b>	Garden Consultoria Projetos e Gestão Ltda.
<b>Nome fantasia:</b>	Garden Projetos
<b>CNPJ:</b>	07.351.538/0001-90
<b>Endereço:</b>	Av. Perimetral Bruno Segalla, nº 8954, Sala 703, Edifício Povegliano Corporate - Bairro Floresta - Caxias do Sul/RS - CEP: 95099-522
<b>Telefone:</b>	(54) 3027-6956
<b>Representante legal:</b>	Elton Leonardo Boldo (CPF nº 003.185.510-55)
<b>Registro CRBio:</b>	000859-03/2015
<b>Registro CREA:</b>	RS140992
<b>Registro IBAMA:</b>	CTF 1960748
<b>Endereço eletrônico:</b>	www.garden.eng.br





**Contratante**

**Prefeito Municipal**

Constantino Orsolin

**Secretário do Meio Ambiente e Fiscal  
Administrativo**

Leandro Pereira Heidtmann

**Fiscais Técnicos**

Cristiano Kern Hickel

**Gestor do Contrato**

William Leonardo Bohorquez Hurtado

**Equipe Executora**

Anderson Duarte Machado

Cibelle Machado Carvalho

Elias Bianchi

Elton Leonardo Boldo

Fernando Rodrigues Da Luz

Gabriel Pitágoras Tolla Nunes Pinheiro

Gabriel Ribeiro Pozzebon

Guilherme Grazziotin Ruffato

Guilherme Silveira Cardoso

Guilherme Zenato Lazzari

Ivana Rech Boldo

Kélven Matheus Ritzel Barboza

Leonardo Crippa Sbabo

Marla Griebler

Mateus de Oliveira

Marcos Grizzon

Stefano Ballardin

Priscila Cristina Manera Marchett

Vinícius Triches

Rafaela Mondadori





<b>Comitê Executivo de acordo com a Portaria 1124/2023</b>		
<b>Nome</b>	<b>Suplente</b>	<b>Órgão</b>
<b>Leandro Pereira</b>	<b>Fernando Giorgi Muhler</b>	<b>Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Mobilidade Urbana</b>
<b>David da Silva</b>	<b>Marianita Aguiar</b>	<b>Secretaria Municipal da Fazenda e Desenvolvimento Econômico</b>
<b>Marcelo Savi</b>	<b>Felipe de Oliveira</b>	<b>Secretaria Municipal de Obras, Serviços Urbanos e Agricultura</b>
<b>Alexandre dos Santos</b>	<b>João Port da Silveira</b>	<b>Secretaria Municipal de Assistência, Desenvolvimento Social, Cidadania e Habitação.</b>
<b>Roberto de Oliveira</b>	<b>Fabiane Tramontin</b>	<b>Secretaria Municipal e Educação, Esportes e Lazer.</b>
<b>Ruth Rutzen</b>	<b>Rúbia da Silva</b>	<b>Secretaria Municipal de Governança Planejamento e Gestão</b>
<b>Luiz Antônio Macedo</b>	<b>Guilherme de Souza dos Santo</b>	<b>Secretaria Municipal da Saúde</b>

*Os membros integrantes do Comitê Executivo, responsáveis pela operacionalização do processo de elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico.*

<b>Comitê Coordenador – Portaria 1168/2023</b>	
<b>Nome</b>	<b>Órgão</b>
<b>Carlos Canani Ítalo Fagundes Carlos Frozi Luiza Wasen</b>	<b>Conselho Municipal de Meio Ambiente de Canela - COMDEMA</b>
<b>Emília Guedes e José Pinto</b>	<b>Câmara de Vereadores</b>
<b>Moisés de Souza Gilmar Alves Ferreira</b>	<b>Secretaria Municipal de Turismo e Cultura</b>
<b>Patrícia Pletsch Fernando dos Santos</b>	<b>Conselho Municipal do Plano Diretor</b>
<b>Marcos Zimmermann Ricardo Mentz</b>	<b>ACIC</b>

*Membros integrantes do Comitê de Coordenação são responsáveis pela orientação, assessoramento ao poder executivo, coordenação e acompanhamento da revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico.*





## APRESENTAÇÃO

O presente produto faz parte do Contrato nº 086/2023, do chamamento público – credenciamento nº 1/2021, com autorização do Processo Administrativo nº 2.004/2021, entre o Consórcio Público de Saneamento Básico – Pró-Sinos e a empresa Garden Consultoria Projetos e Gestão Ltda, sob o CNPJ 07.351.538/0001-90, com endereçamento na Av. Perimetral Bruno Segalla, nº 8954, Sala 703, Edifício Povegliano Corporate - Bairro Floresta - Caxias do Sul/RS - CEP: 95099-522.

Desta forma, o objetivo principal deste documento é a revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico de acordo com o termo de referência Pró-Sinos, FUNASA 2018 e 2020, bem como a identificação dos produtos a serem entregues para o acompanhamento e validação do apoio aportado pela Instituição.

Este documento denominado de Volume I apresenta o diagnóstico geral, caracterização física e qualidade da água.



## SUMÁRIO

<b>1. IDENTIFICAÇÕES</b> .....	<b>2</b>
1.1 Contratante.....	2
1.2 Empreendimento.....	2
1.2.1 Contratada.....	2
<b>2. DIAGNÓSTICO</b> .....	<b>15</b>
2.1 Caracterização territorial do município.....	15
2.1.1 Caracterização da área de planejamento.....	16
2.1.2 Caracterização socioeconômica do município: perfil demográfico, estrutura territorial e políticas públicas correlatas ao saneamento básico.....	17
2.1.2.1 Perfil demográfico do município.....	17
2.1.2.2 Políticas públicas correlatas ao saneamento básico.....	22
2.1.2.3 Saúde com foco em saneamento básico.....	29
2.1.2.4 Habitação de Interesse Social.....	33
2.1.2.5 Educação.....	37
2.1.2.6 Desenvolvimento local: renda, pobreza, desigualdade e atividade econômica.....	41
2.1.3 Infraestrutura, equipamentos públicos, calendário festivo e seus impactos nos serviços de saneamento básico.....	45
2.1.3.1 Energia elétrica.....	45
2.1.3.2 Pavimentação e Transporte.....	46
2.1.3.3 Cemitérios.....	48
2.1.3.4 Segurança pública.....	50
2.1.3.5 Calendário festivo do município.....	51
2.2 Desenvolvimento urbano e habitação.....	53
2.2.1 Plano Diretor Municipal.....	55
2.3 Quadro Institucional da Política e da Gestão dos Serviços de Saneamento Básico.....	56





2.3.1	Apresentação da legislação e dos instrumentos legais que definem as políticas nacional, estadual e regional de saneamento básico.....	58
2.3.1.1	Federal .....	58
2.3.1.2	Estadual .....	58
2.3.1.3	Municipal .....	59
2.3.2	Mapeamento da gestão dos serviços de saneamento básico no município.....	59
2.3.3	Identificação junto aos municípios das possibilidades de consorciamento	60
<b>3.</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO FÍSICA.....</b>	<b>61</b>
3.1.1	Climatologia .....	61
3.1.1.1	Determinação de áreas para instalação de instrumentos hidrometeorológicos.....	65
3.1.2	Geologia .....	71
3.1.3	Pedologia.....	78
3.1.4	Hidrogeologia.....	80
3.1.5	Caracterização do Uso e Ocupação da Terra e Cobertura Vegetal.....	80
<b>4.</b>	<b>QUALIDADE DA ÁGUA .....</b>	<b>86</b>
4.1	Histórico de coletas e resultados das análises de qualidade da água .....	86
4.1.1	Coliformes Termotolerantes.....	86
4.1.2	Demanda Bioquímica de Oxigênio.....	91
4.1.3	Demanda Química de Oxigênio .....	95
4.1.4	Fósforo Total.....	99
4.1.5	Ortofosfato .....	104
4.1.6	pH .....	108
4.1.7	Nitrogênio Orgânico .....	113
4.1.8	Nitrogênio Amoniacal.....	117
4.1.9	Oxigênio Dissolvido .....	122
4.1.10	Sólidos Totais .....	127
4.1.11	Condutividade.....	131
4.1.12	Turbidez.....	135
4.1.13	Surfactantes .....	140
4.1.14	Fenóis totais .....	145
4.1.15	Hidrocarbonetos .....	148





4.2	Pontos críticos para qualidade da água .....	148
4.3	Enquadramento .....	152
<b>5.</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>154</b>
<b>6.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>155</b>



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Região das Hortênsias. ....	15
Figura 2. Localização do município de Canela. ....	16
Figura 3. Bairros do município de Canela.....	18
Figura 4. Localidades rurais do município de Canela.....	19
Figura 5. Distribuição populacional do município de Canela – 2010. ....	20
Figura 6. Pirâmide etária do município de Canela – 2022.....	21
Figura 7. Equipamentos de saúde pública do município de Canela. ....	32
Figura 8. Áreas de pobreza no município de Canela.....	34
Figura 9. Assentamentos rurais precários. ....	35
Figura 10. Loteamentos irregulares no município de Canela. ....	36
Figura 11. Unidades de educação pública do município de Canela. ....	38
Figura 12. Fluxo escolar por faixa etária do município de Canela – 2010. ....	39
Figura 13. Escolaridade da população de 25 anos ou mais do município de Canela – 2010. ....	40
Figura 14. Índice de Gini do município de Canela – 2000 e 2010. ....	42
Figura 15. PIB do município de Canela – 2004 a 2020. ....	44
Figura 16. Consumidores de energia elétrica do município de Canela – 2011 a 2018..	46
Figura 17. Sistema viário do município de Canela. ....	47
Figura 18. Via municipal urbana. ....	48
Figura 19. Via municipal urbana. ....	48
Figura 20. Via municipal rural. ....	48
Figura 21. Via municipal rural. ....	48
Figura 22. Cemitérios do município de Canela.....	49
Figura 23. Vista aérea do Cemitério Municipal de Canela.....	49
Figura 24. Cemitério Municipal de Canela.....	49
Figura 25. Unidades de segurança pública do município de Canela.....	51
Figura 26. Sonho de Natal em Canela. ....	52
Figura 27. Páscoa em Canela. ....	52
Figura 28. Festival Internacional de Teatro de Bonecos de Canela. ....	53
Figura 29. Festa Colonial de Canela. ....	53
Figura 30. Festa de Nossa Senhora de Caravaggio.....	53
Figura 31. Zoneamento do município de Canela.....	57





Figura 32. Critérios para alocação de instrumentos hidrometeorológicos. ....	66
Figura 33. Áreas favoráveis a instalação de estações fluviométricas.....	67
Figura 34. Áreas favoráveis a instalação de estações meteorológicas. ....	68
Figura 35. Áreas favoráveis a instalação de tensiômetros. ....	69
Figura 36. Áreas favoráveis a instalação de piezômetros. ....	70
Figura 37. A) Distribuição dos produtos ígneos formadores da Província Ígnea Paraná-Etendeka (PIPE). Numerais representam Enxames de Diques: 1 – Ponta Grossa; 2 – Santos/Rio de Janeiro; 3 – Florianópolis; 4 – Paraguai.....	73
Figura 38. Geologia Geral. ....	74
Figura 39. A) PIPE no Rio Grande do Sul. B) Estratigrafia das lavas e correlação de dados paleomagnéticos (Ernesto e Pacca, 1988). ....	75
Figura 40. Seções esquemáticas dos campos de derrames da Província Ígnea Paraná-Etendeka no GSG. ....	77
Figura 41. Pedologia de Canela/RS. ....	79
Figura 42. Etapas do processo de geração dos mapas as de cobertura e uso da terra do Mapbiomas.....	81
Figura 43. Distribuição espacial das classes de uso e ocupação do solo em Canela/RS. ....	82
Figura 44. Distribuição espacial das classes no perímetro urbano de Canela /RS. ....	84
Figura 45. Gráficos histórico coliformes termotolerantes (Ponto 01 até Ponto 27).....	87
Figura 46. Gráfico histórico resultados para coliformes termotolerantes (Ponto 28 até Ponto 64).....	88
Figura 47. Tendência e situação atual dos coliformes termotolerantes. ....	89
Figura 48. Resultado 2023 para coliformes termotolerantes. ....	90
Figura 49. Tendência e situação atual da DBO. ....	91
Figura 50. Gráfico histórico resultados para DBO (Ponto 01 até Ponto 27). ....	92
Figura 51. Gráfico histórico resultados para DBO (Ponto 28 até Ponto 64). ....	93
Figura 52. Resultado 2023 para DBO. ....	94
Figura 53. Tendência e situação atual da DBO.....	95
Figura 54. Gráfico histórico resultados para DQO (Ponto 01 até Ponto 27).....	96
Figura 55. Gráfico histórico resultados para DQO (Ponto 28 até Ponto 64).....	97
Figura 56. Resultado 2023 para DQO. ....	98
Figura 57. Tendência e situação atual do Fósforo total.....	99
Figura 58. Gráfico histórico resultados para Fósforo Total (Ponto 01 até Ponto 27). ..	100





Figura 59. Gráfico histórico resultados para Fósforo Total (Ponto 28 até Ponto 64). ...	101
Figura 60. Resultado 2023 para fósforo total - ambiente lêntico. ....	102
Figura 61. Resultado 2023 para fósforo total - ambiente lótico. ....	103
Figura 62. Tendência e situação atual do Fósforo total. ....	104
Figura 63. Gráfico histórico resultados para Fósforo Total (Ponto 01 até Ponto 27). ...	105
Figura 64. Gráfico histórico resultados para Fósforo Total (Ponto 28 até Ponto 64). ...	106
Figura 65. Resultado 2023 para o parâmetro Ortofosfato. ....	107
Figura 66. Tendência e situação atual do Fósforo total. ....	108
Figura 67. Gráfico histórico resultados para pH (Ponto 01 até Ponto 27). ....	109
Figura 68. Gráfico histórico resultados para pH (Ponto 28 até Ponto 64). ....	110
Figura 69. Resultado 2023 para o pH. ....	112
Figura 70. Tendência e situação atual do Nitrogênio Orgânico. ....	113
Figura 71. Gráfico histórico resultados para Nitrogênio Orgânico (Ponto 01 até Ponto 27). .....	114
Figura 72. Gráfico histórico resultados para Nitrogênio Orgânico (Ponto 28 até Ponto 64). .....	115
Figura 73. Resultado 2023 para Nitrogênio Orgânico. ....	116
Figura 74. Tendência e situação atual do Nitrogênio Amoniacal. ....	117
Figura 75. Gráfico histórico resultados para Nitrogênio Amoniacal (Ponto 01 até Ponto 27). ....	118
Figura 76. Gráfico histórico resultados para Nitrogênio Amoniacal (Ponto 28 até Ponto 64). ....	119
Figura 77. Resultado 2023 para o Nitrogênio amoniacal - $7,5 < \text{pH} \leq 8$ . ....	120
Figura 78. Resultado 2023 para o Nitrogênio amoniacal - $7,5 \geq \text{pH}$ . ....	121
Figura 79. Tendência e situação atual do Oxigênio Dissolvido. ....	122
Figura 80. Gráfico histórico resultados para Nitrogênio Amoniacal (Ponto 01 até Ponto 27). ....	123
Figura 81. Gráfico histórico resultados para Nitrogênio Amoniacal (Ponto 28 até Ponto 64). ....	124
Figura 82. Resultado 2023 para o parâmetro Oxigênio Dissolvido. ....	126
Figura 83. Tendência e situação atual dos Sólidos totais. ....	127
Figura 84. Gráfico histórico resultados para Sólidos totais (Ponto 01 até Ponto 27). ...	128
Figura 85. Gráfico histórico resultados para Sólidos totais (Ponto 28 até Ponto 64). ...	129
Figura 86. Resultado 2023 sólidos totais. ....	130





Figura 87. Tendência e situação atual da condutividade.....	131
Figura 88. Gráfico histórico resultados para condutividade (Ponto 01 até Ponto 27)..	132
Figura 89. Gráfico histórico resultados para condutividade (Ponto 28 até Ponto 64)..	133
Figura 90. Resultado 2023 condutividade. ....	134
Figura 91. Tendência e situação atual da turbidez. ....	135
Figura 92. Gráfico histórico resultados para turbidez (Ponto 01 até Ponto 27). ....	136
Figura 93. Gráfico histórico resultados para turbidez (Ponto 28 até Ponto 64). ....	137
Figura 94. Resultado 2023 turbidez.....	139
Figura 95. Tendência e situação atual de surfactantes. ....	140
Figura 96. Gráfico histórico resultados para surfactantes (Ponto 01 até Ponto 27)....	141
Figura 97. Gráfico histórico resultados para surfactantes (Ponto 28 até Ponto 64)....	142
Figura 98. Resultado 2023 para surfactantes.....	144
Figura 99. Tendência e situação atual dos fenóis totais.....	145
Figura 100. Gráfico histórico resultados para fenóis totais (Ponto 01 até Ponto 27)...	146
Figura 101. Gráfico histórico resultados para turbidez (Ponto 28 até Ponto 64). ....	147
Figura 102. Localização dos pontos com análise de hidrocarbonetos. ....	149
Figura 103. Localização dos Pontos críticos para a qualidade da água.....	150
Figura 104. Localização Pontos com melhor qualidade da água. ....	151

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. População do município de Canela – 1980 a 2021. ....	20
Tabela 2. Estrutura etária da população do município de Canela – 2000 e 2010. ....	22
Tabela 3. Indicadores de mortalidade do município de Canela – 2016, 2017 e 2020. ...	31
Tabela 4. Enquadramento conforme Resolução CONAMA nº 357/2005.....	153

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Identificação do contratante.....	2
Quadro 2. Identificação do empreendimento.....	2
Quadro 3. Identificação do contrato.....	2

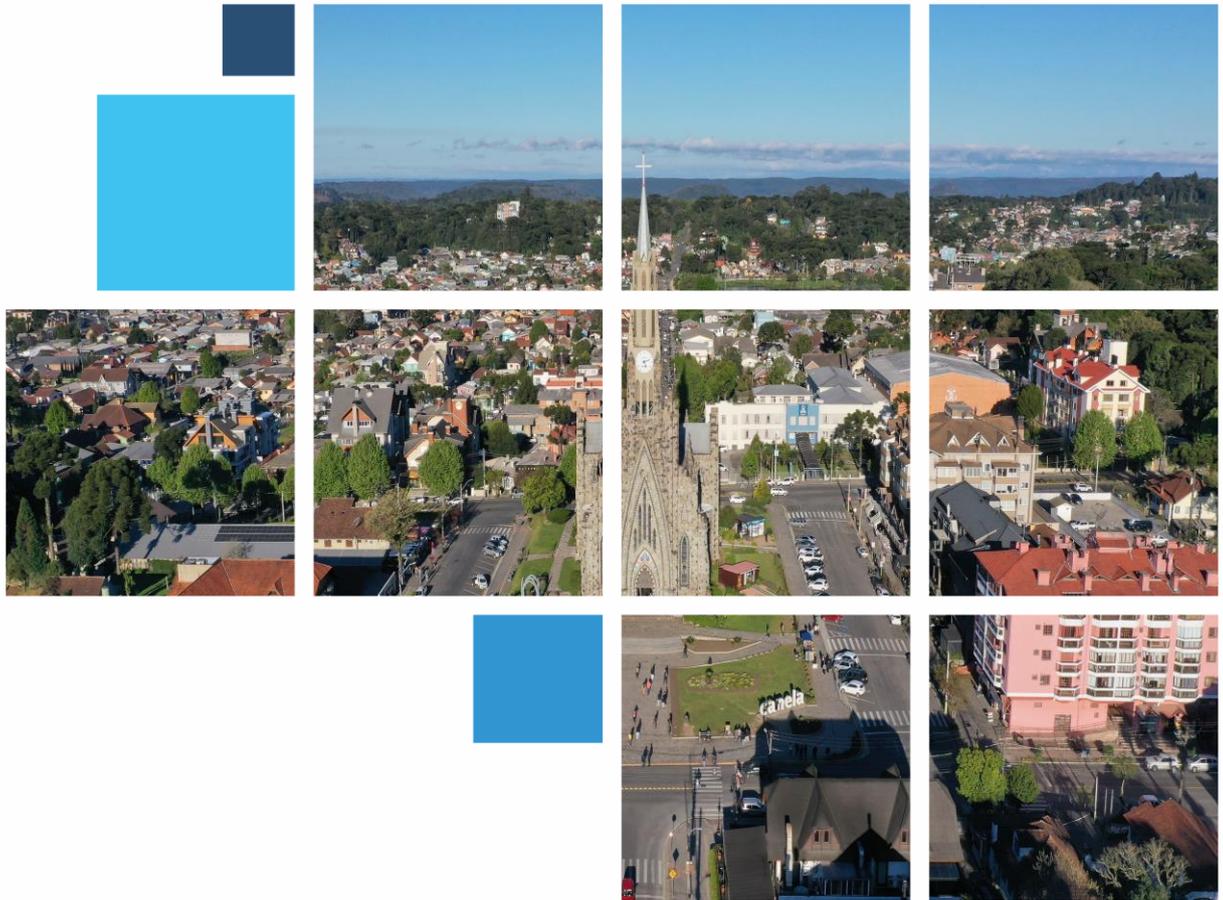




Quadro 4. Identificação da empresa contratada.....	2
Quadro 5. Revisão do Quadro institucional. ....	56
Quadro 6. Mapeamento da gestão dos serviços de saneamento básico no município. ....	59
Quadro 5. Informações das estações climatológicas de referência de Canela. ....	62
Quadro 6. Informações gerais do clima de Canela.....	63
Quadro 7 . Levantamento da estrutura de monitoramento pluviométrico. ....	64



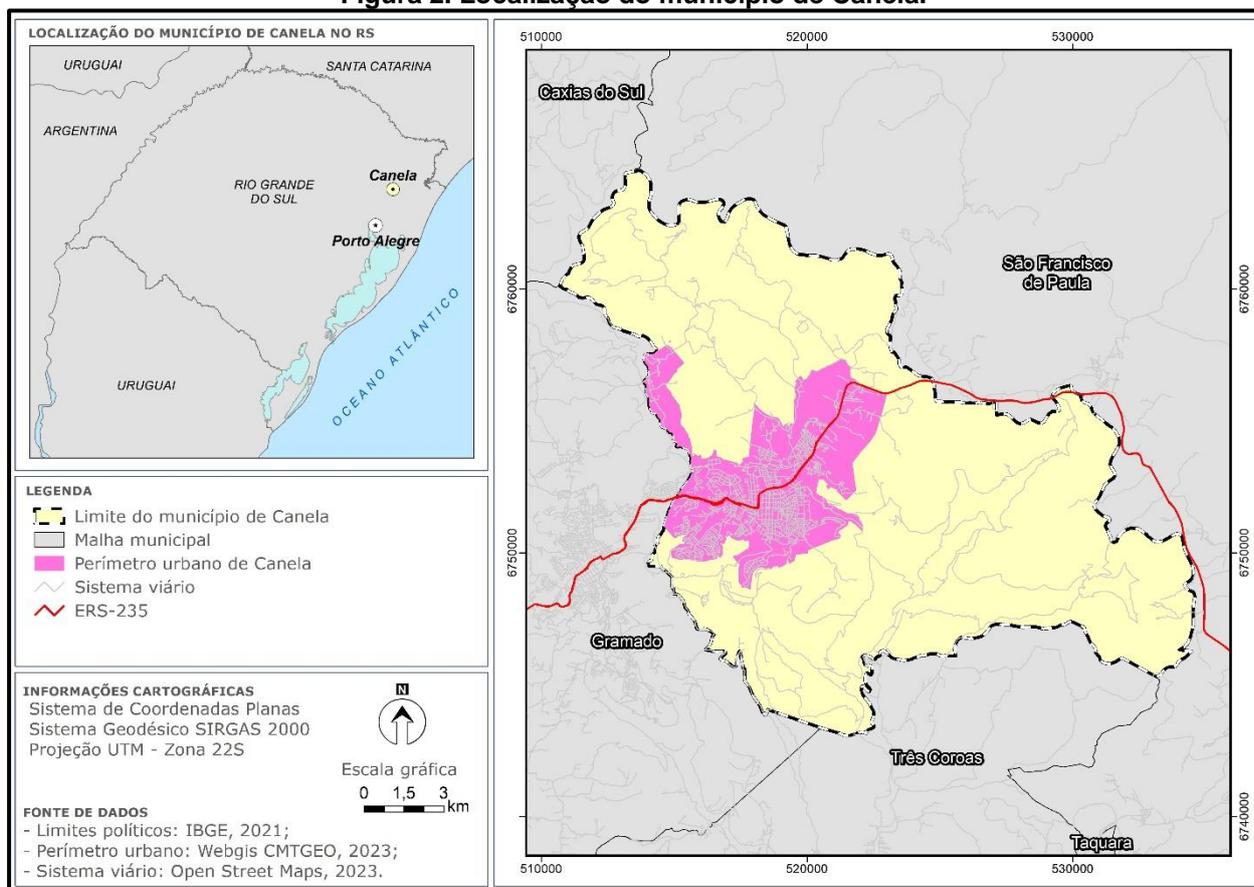
# DIAGNÓSTICO





A cidade está situada a uma elevação média de 837 metros acima do nível do mar e se encontra a uma distância aproximada de 123 quilômetros a noroeste de Porto Alegre. Suas coordenadas geográficas são definidas como Latitude 29°21'57" Sul e Longitude 50°48'57" Oeste, ou referenciadas no sistema de coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM) como X518171,608395 e Y6751929,177867. O acesso predominante a Canela se dá através da rodovia RS-235, a qual estabelece a interconexão do município com as demais localidades da Região das Hortênsias.

**Figura 2. Localização do município de Canela.**



*Elaboração Cartográfica: Garden Projetos (2024).*

### 2.1.1 Caracterização da área de planejamento

A área urbana de Canela abrange uma extensão aproximada de 40 km<sup>2</sup>, subdividida em um total de 36 bairros distintos, sendo eles: Alpes Verdes, Boeira, Bom Jesus, Caçador, Canelinha, Caracol, Celulose, Centro, Dante, Distrito Industrial, Eugênio Ferreira, Hortênsias, Jardim das Fontes, Jardim Mariana, Laje de Pedra, Leonardo de Azevedo, Luiza Corrêa, Maggi, Palace Hotel, Quinta da Serra, Rancho Jane, Reserva da Serra, Saiqui, Santa Marta, Santa Terezinha, São José, São Lucas, São Luiz, São

Rafael, Sequoias, Serrano, Sesi, Suíça, Suzana e Ulisses de Abreu. Segundo os dados do IBGE em 2021, a população residente na área urbana do município totalizava 41.977 habitantes (Figura 3). No que diz respeito à área rural, engloba uma extensão de mais de 200 km<sup>2</sup> e compreende nove comunidades: Amoreira, Banhado Grande, Barragem do Bugre, Chapadão, Linha São Paulo, Monjolo, Morro Calçado, Rancho Grande e São João. Em 2021, o IBGE registrou uma população rural de 3.980 pessoas (Figura 4).

## 2.1.2 Caracterização socioeconômica do município: perfil demográfico, estrutura territorial e políticas públicas correlatas ao saneamento básico

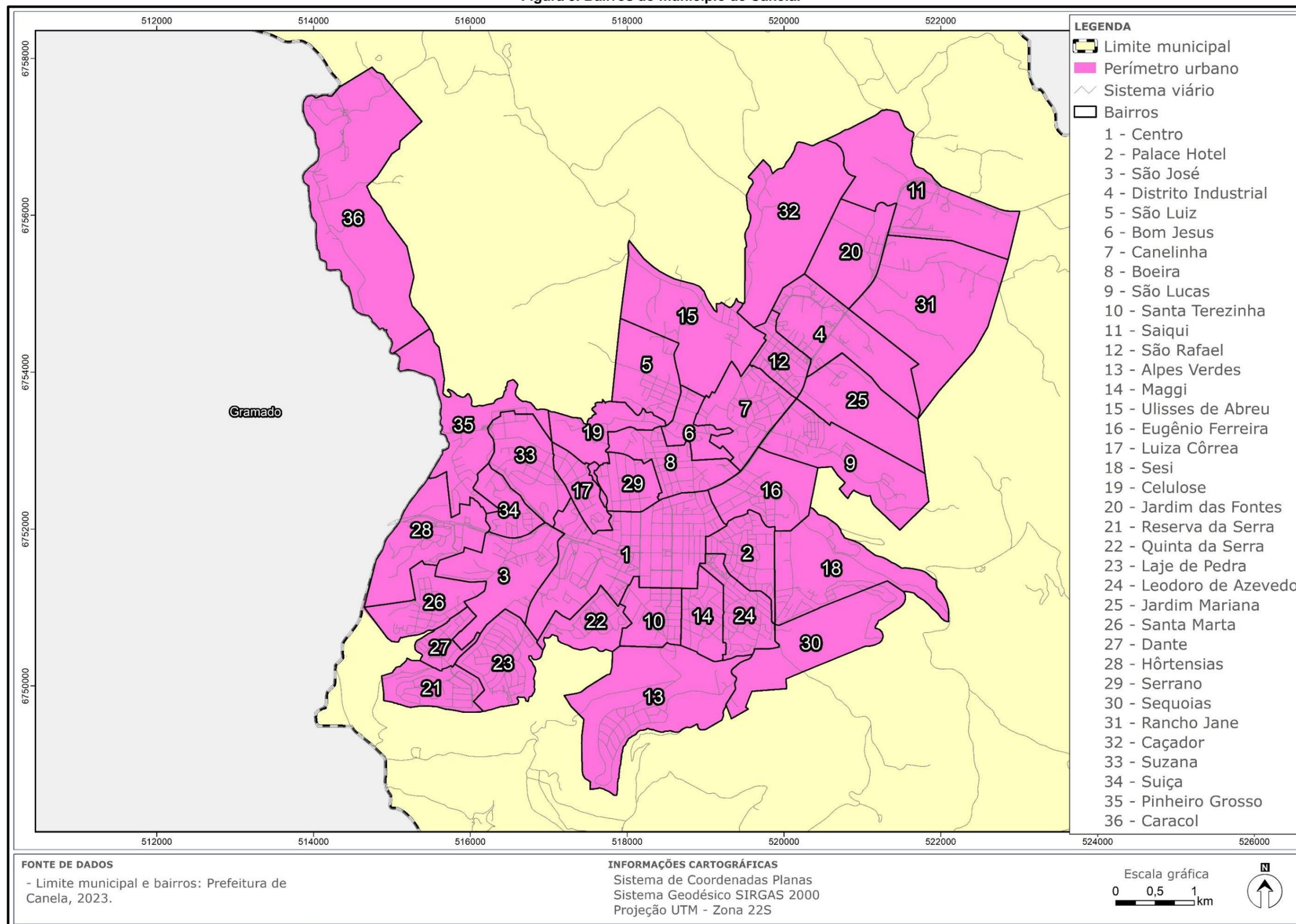
Neste tópico será apresentado a caracterização socioeconômica do município de Canela.

### 2.1.2.1 Perfil demográfico do município

Conforme os dados liberados em 2022 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Canela abriga uma população total de 48.946 habitantes, revelando um incremento populacional de 25% quando comparado com os resultados do Censo de 2010. A média de residentes por domicílio é de 2,66, acompanhada por uma densidade demográfica de 193,46 habitantes por quilômetro quadrado. No contexto das cidades mais populosas, Canela ocupa a 45<sup>a</sup> posição no âmbito estadual, a 113<sup>a</sup> na região sul e a 663<sup>a</sup> no âmbito nacional.

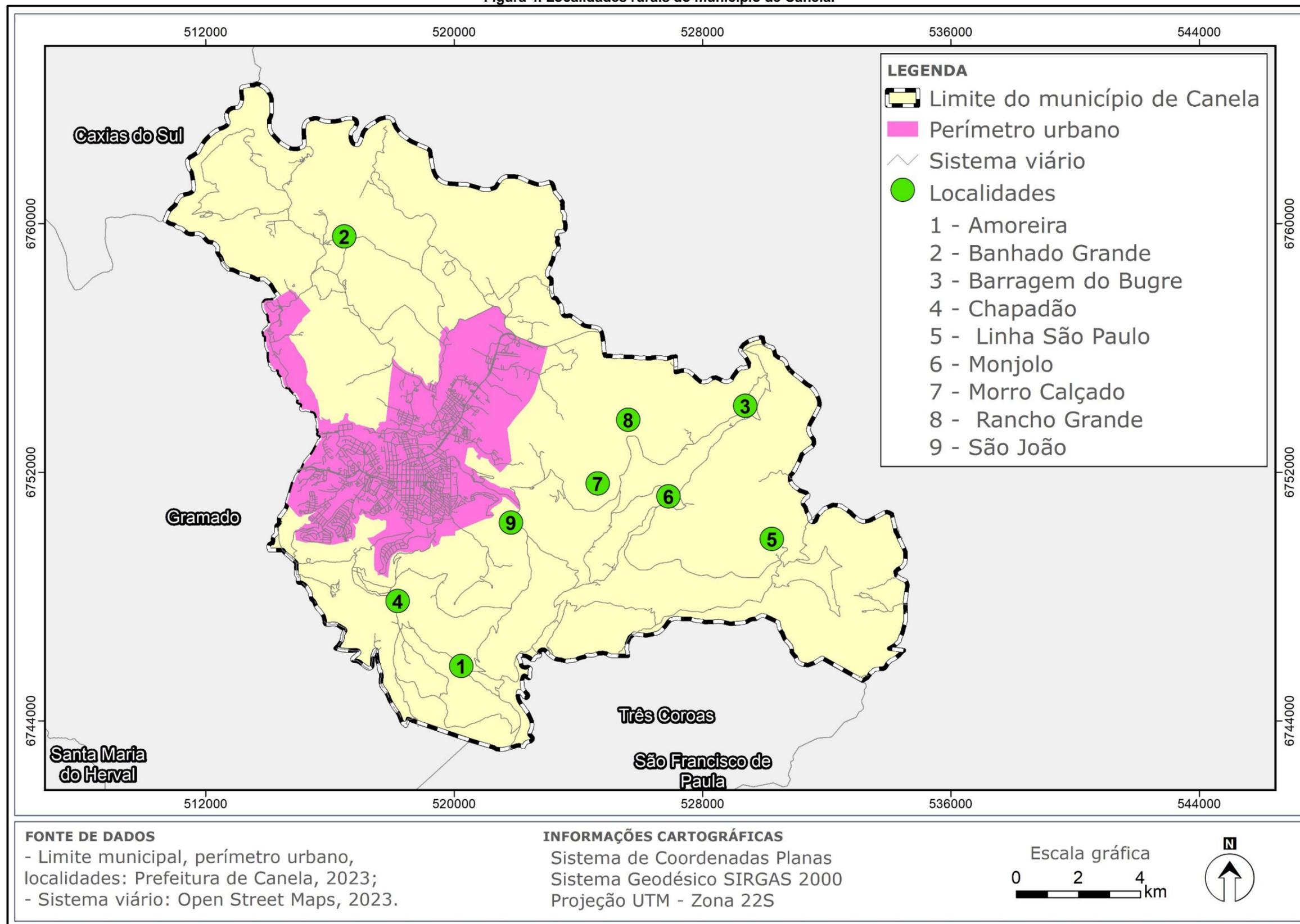
No que diz respeito à distribuição geográfica da população, ao examinar a taxa de urbanização do município, percebe-se que ao longo do tempo a população urbana manteve-se consistentemente superior à população rural. De acordo com dados do Censo DATASUS e informações mais recentes do Instituto Água e Saneamento, em 1980, cerca de 86% dos habitantes residiam em áreas urbanas. Nos Censos Demográficos do IBGE de 1991 e 2000, a proporção da população que vivia em áreas urbanas aumentou, atingindo 95% e 91%, respectivamente. Essa mesma tendência persistiu nas décadas subsequentes, com 91% dos residentes em áreas urbanas em 2010 e 2021, conforme indicado pelos dados fornecidos pelo Instituto de Água e Saneamento (Tabela 1).

Figura 3. Bairros do município de Canela.



Elaboração Cartográfica: Garden Projetos (2024).

Figura 4. Localidades rurais do município de Canela.



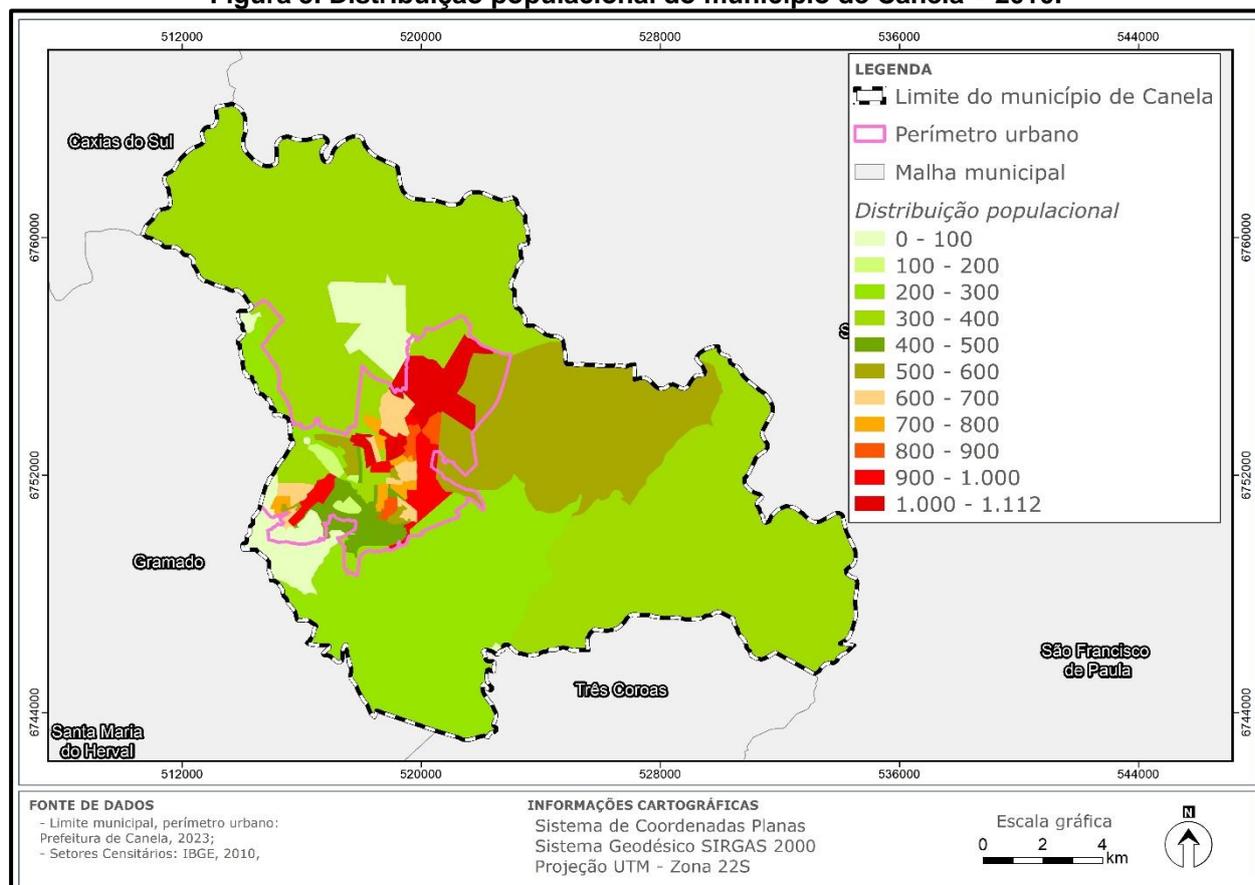
**Tabela 1. População do município de Canela – 1980 a 2021.**

Ano	Urbana	%	Rural	%	Total
1980	16.590	86,08	2.683	13,92	19.273
1991	23.582	95,08	1.219	4,92	24.801
2000	30.760	91,48	2.865	8,52	33.625
2010	35.831	91,34	3.398	8,66	39.229
2021	41.977	91,34	3.980	8,66	45.957

Fonte: Adaptado de DATASUS e Instituto Água e Saneamento (2021).

Ao examinar os dados referentes aos setores censitários do município no ano de 2010, constata-se que a distribuição demográfica em Canela estava predominantemente concentrada na porção central, notadamente nos bairros Caçador, Jardim das Flores, São Rafael, Saiqui, Distrito Industrial, Boeira, Canelinha, Bom Jesus, Serrano e Celulose. Informações mais recentes sobre os setores censitários, ainda não divulgadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) até a redação deste documento, estão pendentes.

**Figura 5. Distribuição populacional do município de Canela – 2010.**

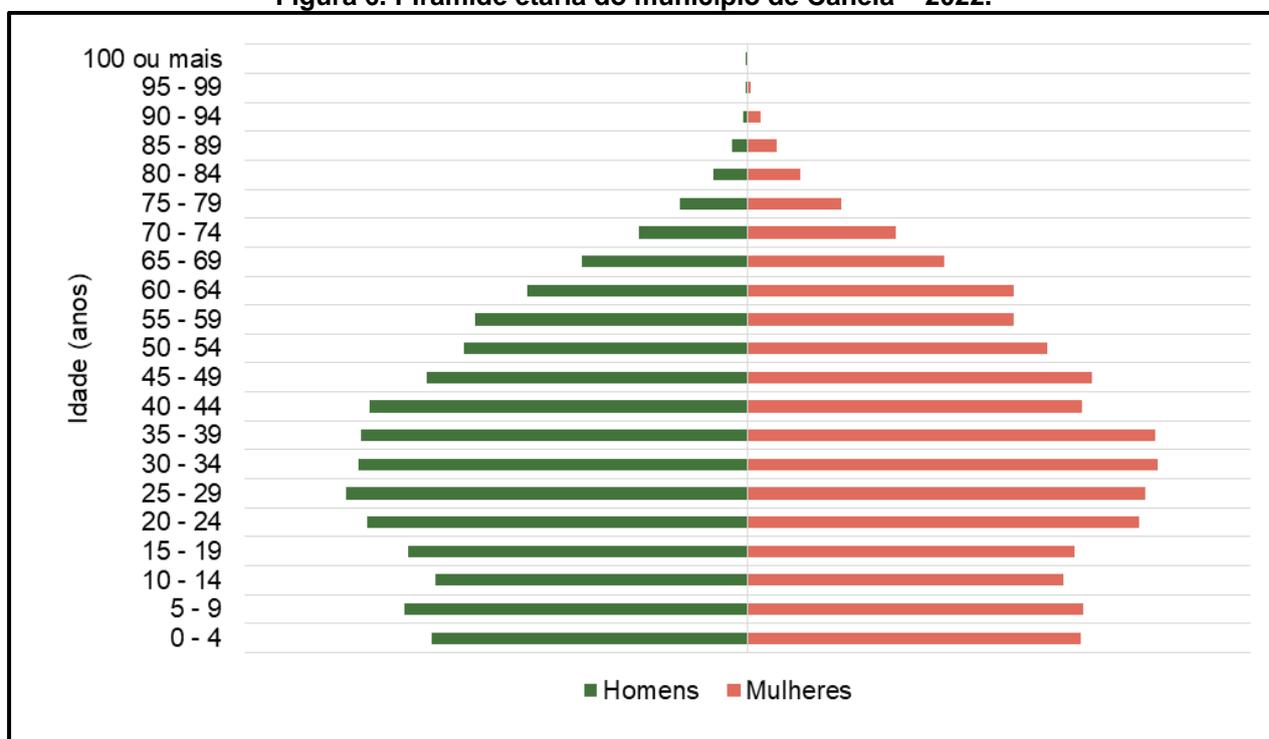


Elaboração Cartográfica: Garden Projetos (2024).

Ao analisar a pirâmide etária, constata-se que o perfil demográfico do município é notavelmente jovem, destacando-se sobretudo as faixas etárias compreendidas entre 25 e 44 anos, as quais concentram a maior parcela da população. Essa estrutura demográfica sugere uma relativa abundância de indivíduos em estágios mais jovens da vida, possivelmente vinculada a fatores como natalidade e migração.

Tal configuração etária pode exercer influência nas dinâmicas sociais e econômicas locais, impactando áreas como educação, emprego e serviços de saúde. Portanto, a compreensão dessa distribuição etária assume relevância fundamental para o planejamento e desenvolvimento da região.

**Figura 6. Pirâmide etária do município de Canela – 2022.**



Fonte: Adaptado do Censo Demográfico - IBGE (2022).

Os dados populacionais completos do Censo 2022 ainda não foram divulgados pelo IBGE até a elaboração deste documento. No entanto, de acordo com as informações compiladas no Atlas do Desenvolvimento Humano, destaca-se que, em 2010, cerca de 70% dos residentes no município de Canela encontravam-se na faixa etária entre 15 e 64 anos.

Uma análise abrangente do período entre 2000 e 2010 revela uma alteração na proporção de dependência do município, referente ao percentual da população que abrange aqueles com menos de 15 anos e aqueles com mais de 65 anos. Esse índice

experimentou uma redução, passando de 49,82% em 2000 para 41,55% em 2010, indicando uma modificação substancial na estrutura etária da região. Adicionalmente, é digno de nota que houve um aumento na taxa de envelhecimento, a qual evoluiu de 6,16% para 8,04% ao longo do mesmo intervalo temporal. Tal fenômeno aponta para um incremento proporcional da população idosa em relação à população total, indicando, assim, um processo de envelhecimento demográfico.

Essas tendências e alterações significativas na composição etária e na dependência populacional podem ser claramente visualizadas na tabela que apresenta os dados. Este conjunto de informações fornece uma visão abrangente da dinâmica demográfica e do desenvolvimento humano no município de Canela ao longo desse período.

**Tabela 2. Estrutura etária da população do município de Canela – 2000 e 2010.**

<b>Estrutura etária</b>	<b>População (2000)</b>	<b>% (2000)</b>	<b>População (2010)</b>	<b>% (2010)</b>
Menor de 15 anos	9.760	29,03	9,504	24,23
15 a 64 anos	22.016	65,48	27,077	69,02
65 anos ou mais	1.849	5,50	2.648	6,75
Razão de dependência	52,63	-	44,88	-
Taxa de envelhecimento	5,46	-	6,75	-

*Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (2010).*

#### *2.1.2.2 Políticas públicas correlatas ao saneamento básico*

As políticas públicas relacionadas ao saneamento básico constituem um conjunto de medidas e ações governamentais destinadas à ampliação do acesso e à melhoria da qualidade dos serviços de saneamento, tendo como meta a promoção da saúde pública, o aprimoramento da qualidade de vida e a preservação do meio ambiente. Além do Plano Municipal de Saneamento Básico, um leque diversificado de políticas públicas relacionadas ao saneamento básico pode ser identificado, as quais abarcam:

##### *2.1.2.2.1 Política Nacional de Saneamento Básico*

A Lei 11.445, de 5 de janeiro de 2007, também conhecida como a Lei do Saneamento Básico, é um marco regulatório no Brasil que estabelece diretrizes fundamentais para a prestação dos serviços de saneamento, definindo o planejamento, a regulação, os instrumentos de gestão, o financiamento e o controle social nesse setor essencial para a qualidade de vida da população.

A Lei 14.026/2020 foi promulgada com o propósito da universalização do acesso ao saneamento básico no Brasil. Esta Lei prevê que os municípios através dos contratos de prestação dos serviços públicos de saneamento básico deverão definir metas de universalização que garantam o atendimento de 99% (noventa e nove por cento) da população com água potável e de 90% (noventa por cento) da população com coleta e tratamento de esgotos até 31 de dezembro de 2033

Alguns dos principais objetivos das Leis incluem:

- **Universalização do Acesso:** A lei estabelece como meta a universalização dos serviços de abastecimento de água potável e esgotamento sanitário, visando garantir que todos os cidadãos tenham acesso a esses serviços essenciais.
- **Qualidade dos Serviços:** Ela determina que os serviços de saneamento devem atender a padrões de qualidade e eficiência, visando à promoção da saúde pública e à proteção do meio ambiente.
- **Sustentabilidade Ambiental:** A lei enfatiza a importância da gestão sustentável dos recursos hídricos e da proteção dos ecossistemas, garantindo a preservação do meio ambiente.
- **Controle Social:** A Lei 11.445/2007 promove a participação da sociedade na definição das políticas e no acompanhamento da prestação dos serviços de saneamento, contribuindo para a transparência e a responsabilidade.

Além dos objetivos gerais, a legislação estabelece uma série de instrumentos de gestão e regulação para o setor de saneamento básico:

- **Planos de Saneamento Básico:** Os municípios são obrigados a elaborar Planos de Saneamento Básico, que devem conter diagnósticos, metas, diretrizes e ações para o setor. Esses planos orientam o planejamento de investimentos e a prestação dos serviços.
- **Regulação:** A lei prevê a criação de agências reguladoras que fiscalizam e regulamentam os serviços de saneamento, garantindo a qualidade e a eficiência da prestação.

- Participação da Iniciativa Privada: A legislação incentiva a participação da iniciativa privada na prestação dos serviços, buscando parcerias público-privadas (PPPs) e concessões.

Desde a sua promulgação, o setor de saneamento básico no Brasil experimentou progressos notáveis. No entanto, desafios de grande relevância persistem, tais como a necessidade de ampliar os investimentos, aprimorar a gestão dos serviços e assegurar a universalização do acesso, particularmente em regiões rurais e áreas periféricas das zonas urbanas.

A Lei 11.445/2007 representa um avanço substancial no campo do saneamento básico no Brasil, ao estabelecer diretrizes nítidas para a consecução da universalização do acesso, a promoção da qualidade dos serviços e a preservação do meio ambiente. Entretanto, a efetiva implementação dessa legislação demanda um compromisso contínuo por parte das autoridades governamentais, da sociedade civil e do setor privado. Assegurar o acesso universal ao saneamento básico é crucial para fomentar a saúde pública e promover o desenvolvimento sustentável no Brasil.

#### 2.1.2.2.2 Plano de Universalização do Saneamento - PLANASA

O Plano de Universalização do Saneamento (PLANASA) é uma iniciativa do governo federal voltada para a universalização do saneamento básico no Brasil. Este programa tem como objetivo principal o investimento em infraestrutura, bem como o fortalecimento das agências reguladoras e o desenvolvimento de recursos humanos qualificados. O PLANASA desempenha um papel fundamental na busca por melhorias significativas no setor de saneamento, visando assegurar que a população tenha acesso a serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário de qualidade. O programa se concentra em diversas áreas-chave:

- Investimentos em Infraestrutura: O PLANASA direciona recursos para a construção e aprimoramento de sistemas de abastecimento de água e tratamento de esgoto, com o intuito de expandir a cobertura e melhorar a qualidade dos serviços em todo o país. Isso envolve a criação de novas redes de distribuição de água, instalações de tratamento de esgoto e sistemas de coleta de resíduos sólidos.
- Capacitação de Recursos Humanos: O programa investe na formação e capacitação de profissionais que atuam no setor de saneamento básico.

Isso inclui treinamento em práticas de gestão, operação de sistemas, manutenção e outras áreas relevantes, visando aprimorar a eficiência e a qualidade dos serviços prestados.

- Fortalecimento das Agências Reguladoras: O PLANASA promove o fortalecimento das agências reguladoras responsáveis por supervisionar e fiscalizar o setor de saneamento. Isso inclui o aprimoramento de sua capacidade de regulamentação, fiscalização e tomada de decisões para garantir que os serviços atendam aos padrões estabelecidos.
- Desenvolvimento de Políticas Públicas: O programa contribui para o desenvolvimento e a implementação de políticas públicas relacionadas ao saneamento básico. Isso envolve a definição de metas, estratégias e diretrizes para a prestação de serviços de saneamento.
- Fomento à Universalização: A universalização do acesso aos serviços de saneamento é uma das metas-chave do PLANASA. O programa busca expandir o acesso a serviços de abastecimento de água potável e tratamento de esgoto, garantindo que esses serviços estejam disponíveis para toda a população, incluindo áreas urbanas e rurais.

O PLANASA desempenha um papel relevante na busca por melhorias substanciais no setor de saneamento básico no Brasil. Ao investir em infraestrutura, capacitação e regulamentação, o programa contribui para a promoção da saúde pública, a proteção do meio ambiente e a qualidade de vida da população, avançando em direção à universalização dos serviços de saneamento no país.

#### 2.1.2.2.3 Fundo Nacional de Saneamento Básico - FUNASA

A Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) representa uma das principais fontes de financiamento para projetos de saneamento básico no Brasil. A instituição desempenha um papel crucial ao disponibilizar recursos financeiros e técnicos para investimentos em áreas fundamentais relacionadas ao saneamento. Esses investimentos abrangem:

- Abastecimento de Água: A FUNASA oferece apoio financeiro para a implementação, expansão e aprimoramento de sistemas de abastecimento de água potável. Isso inclui a construção de poços,

estações de tratamento de água, redes de distribuição e a garantia de que a água fornecida atenda aos padrões de qualidade estabelecidos.

- Esgotamento Sanitário: A instituição também direciona recursos para projetos de esgotamento sanitário, visando a coleta, tratamento e disposição adequada de esgoto. Isso abrange a construção de estações de tratamento de esgoto, redes de coleta e sistemas que evitam a contaminação do meio ambiente.
- Manejo de Resíduos Sólidos: A FUNASA contribui para a gestão apropriada de resíduos sólidos, apoiando a criação de aterros sanitários, a coleta seletiva, a reciclagem e outras práticas que minimizam o impacto ambiental e promovem a saúde pública.
- Drenagem Urbana: A drenagem urbana eficiente é essencial para prevenir inundações e alagamentos nas áreas urbanas. A FUNASA fornece recursos para projetos que visam aprimorar a infraestrutura de drenagem, como canais, galerias pluviais e sistemas de escoamento.

Além do apoio financeiro, a FUNASA desempenha um papel relevante na assistência técnica e na capacitação de municípios, órgãos estaduais e regionais para o planejamento e a execução de projetos de saneamento básico. Essa atuação engloba a elaboração de planos diretores, o estabelecimento de normas e diretrizes, e a promoção de boas práticas de saneamento.

Em um país de dimensões continentais como o Brasil, o financiamento e o suporte técnico da FUNASA desempenham um papel crucial na busca pela melhoria das condições de saúde e qualidade de vida da população, na preservação do meio ambiente e no desenvolvimento sustentável. A instituição representa um parceiro estratégico para a promoção do saneamento básico em todo o território brasileiro.

#### 2.1.2.2.4 Programa de Aceleração do Crescimento - PAC

O Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) foi concebido pelo governo federal brasileiro em 2007, com o propósito de estimular o crescimento econômico, fomentar o desenvolvimento social e aprimorar a infraestrutura do país. Esta iniciativa surgiu como resposta à necessidade premente de aportes em setores críticos da economia nacional, a fim de superar entraves infraestruturais e alavancar o progresso do país, com previsão de investimentos totais de R\$ 503,9 bilhões até 2010.

No ano de 2023, o PAC ressurgiu como o "Novo PAC", com uma projeção de investimentos totais alcançando R\$ 1,98 trilhão até 2026. Este programa será desdobrado em distintas fases e abordará diversas prioridades ao longo desse período. Contudo, a ênfase central recairá sobre áreas cruciais, tais como transporte, energia, habitação, saneamento básico e mobilidade urbana. Algumas das características e objetivos do PAC englobam:

- **Desenvolvimento Regional e Infraestrutura:** O PAC almeja impulsionar a expansão da infraestrutura em âmbito nacional. Isso envolverá a construção de estradas, ferrovias, aeroportos, portos e a ampliação da rede de energia elétrica, com o intuito de aprimorar a logística, incrementar a competitividade das empresas e reduzir disparidades regionais.
- **Habitação:** O programa incorpora investimentos em habitação de interesse social, visando a mitigação do déficit habitacional no Brasil. A promoção do acesso à moradia digna figura como um dos seus propósitos fundamentais.
- **Mobilidade Urbana:** O PAC busca abordar os desafios de mobilidade enfrentados nas cidades brasileiras. Nesse contexto, viabilizará a expansão de sistemas de transporte público, tais como metrô e ônibus, bem como empreendimentos de infraestrutura viária.
- **Energia:** O programa promoverá a expansão e modernização da matriz energética do Brasil, por meio de investimentos em usinas hidrelétricas, termelétricas, parques eólicos e solares, com o objetivo de garantir o fornecimento de energia elétrica e reduzir a dependência de fontes poluentes.
- **Geração de Empregos:** Além dos seus objetivos no campo da infraestrutura, o PAC se compromete a criar empregos diretos e indiretos, contribuindo para a geração de renda e o enfrentamento do desemprego.
- **Saneamento Básico:** O saneamento básico também ocupa um espaço de destaque no âmbito do PAC. Isso compreende a construção de sistemas de abastecimento de água e esgoto, bem como a melhoria das condições de higiene em áreas urbanas e rurais.

O "Novo PAC" é uma manifestação robusta e renovada do compromisso do governo brasileiro com o desenvolvimento sustentável, infraestrutura de qualidade e melhoria das condições de vida da população. Suas metas e objetivos refletem a importância de investir em áreas estratégicas para impulsionar o progresso do país.

#### 2.1.2.2.5 Programa de Apoio aos Municípios - PAM

O Programa de Apoio aos Municípios (PAM) é uma iniciativa governamental brasileira que visa oferecer suporte técnico e financeiro aos municípios, com o intuito de fortalecer sua capacidade de planejamento, gestão e execução de projetos e políticas públicas. O PAM tem como objetivo promover o desenvolvimento local e regional, melhorar a qualidade de vida da população e impulsionar a eficiência administrativa nos níveis municipais. As principais características e objetivos do PAM aos Municípios incluem:

- **Assistência Técnica e Capacitação:** O PAM proporciona assistência técnica e capacitação aos gestores municipais e servidores públicos. Isso envolve a formação em áreas como gestão pública, elaboração de planos de desenvolvimento, prestação de serviços essenciais, entre outras.
- **Elaboração de Planos e Projetos:** O programa auxilia os municípios na elaboração de planos estratégicos, planos de desenvolvimento, projetos de infraestrutura e outras iniciativas que atendam às necessidades locais e regionais.
- **Acesso a Recursos Financeiros:** O PAM pode disponibilizar recursos financeiros para a implementação de projetos prioritários nos municípios. Esses recursos podem ser provenientes de diferentes fontes, como o governo federal, estadual e municipal, além de parcerias com organizações internacionais e agências de desenvolvimento.
- **Fortalecimento da Gestão Municipal:** O programa busca aprimorar a capacidade de gestão dos municípios, tornando as administrações mais eficientes, transparentes e responsivas às demandas da população.
- **Fomento ao Desenvolvimento Local:** O PAM tem como meta impulsionar o desenvolvimento econômico e social dos municípios, apoiando a criação de empregos, a geração de renda e o fortalecimento da infraestrutura local.

- **Participação Comunitária:** O programa incentiva a participação ativa da comunidade no planejamento e na implementação de projetos locais, promovendo a governança participativa e a transparência.
- **Redução das Desigualdades Regionais:** O PAM busca reduzir as disparidades econômicas e sociais entre os municípios, garantindo que todas as regiões do país tenham a oportunidade de se desenvolver.
- **Promoção do Desenvolvimento Sustentável:** O programa considera a importância da sustentabilidade ambiental e da preservação dos recursos naturais em todos os projetos e políticas apoiados.

Com relação ao saneamento básico, o PAM desempenha, de fato, um papel fundamental na melhoria das condições de vida nos municípios brasileiros. Suas contribuições e ações são significativas para promover avanços nessa área. O PAM direciona recursos financeiros para a construção, expansão e aprimoramento de sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Esses investimentos são cruciais para aumentar a cobertura dos serviços e garantir o acesso à água potável e ao tratamento de esgoto.

O programa ainda oferece capacitação e assistência técnica aos gestores municipais e equipes responsáveis pelo saneamento. Isso contribui para o desenvolvimento de competências necessárias na elaboração e execução de projetos eficientes. O PAM auxilia os municípios na elaboração de planos estratégicos de saneamento básico. Esses planos servem como guias para o desenvolvimento sustentável das políticas de saneamento e auxiliam na alocação eficiente de recursos.

Em resumo, o PAM desempenha um papel de destaque na promoção do saneamento básico nos municípios brasileiros, contribuindo para a saúde pública, a qualidade de vida e o desenvolvimento sustentável. Seu impacto abrange desde a infraestrutura física até a capacitação técnica e a elaboração de planos estratégicos, tornando-se um aliado crucial na busca por condições de saneamento básico adequadas em todo o país.

### *2.1.2.3 Saúde com foco em saneamento básico*

A infraestrutura de saúde pública no município de Canela abrange seis Unidades Básicas de Saúde (UBS), um Centro de Atenção Psicossocial (CAPS), uma farmácia municipal e o Hospital de Caridade de Canela (Figura 7).

A esperança de vida ao nascer é um importante indicador para o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM). Com base nos dados do Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, em 2000, o valor dessa variável em Canela era de 72,30 anos, aumentando para 75,92 anos em 2010. No mesmo período, a taxa de mortalidade infantil, definida como o número de óbitos de crianças com menos de um ano de idade a cada mil nascidos vivos, declinou de 18,30 por mil nascidos vivos em 2000 para 12,30 por mil nascidos vivos em 2010 no município.

Dados mais recentes do Atlas Brasil revelam que, em 2016, a taxa bruta de mortalidade situou-se em 6,90, indicando o número de óbitos por mil habitantes na população em geral. Essa cifra experimentou uma queda para 6,62 em 2017, sinalizando uma redução na mortalidade global ao longo desse intervalo temporal.

Quanto à taxa de mortalidade por doenças não transmissíveis, esta atingiu 437,47 em 2016, refletindo o número de óbitos por 100 mil habitantes devido a esse específico grupo de enfermidades. Em contrapartida, em 2017, essa taxa ascendeu para 445,87, indicando uma tendência de crescimento nas mortes decorrentes de doenças não transmissíveis.

No ano de 2016, a taxa de mortalidade infantil, representativa do número de óbitos de crianças com menos de um ano a cada mil nascidos vivos, foi registrada em 6,43. Já em 2017, esse indicador aumentou para 10,80, evidenciando um incremento significativo na mortalidade infantil nessa faixa etária. No entanto, no ano de 2020, observou-se uma leve diminuição nessa taxa, que alcançou 9,93. A taxa de mortalidade por acidente de trânsito foi de 11,10 em 2016, indicando o número de óbitos relacionados a acidentes viários por 100 mil habitantes. Houve uma notável redução para 4,64 em 2017, sugerindo uma possível melhoria nas condições de segurança viária ou alterações comportamentais.

Em 2016, a taxa de mortalidade por suicídio foi de 16,38, representando o número de óbitos por suicídio por 100 mil habitantes. Em contraponto, em 2017, essa taxa decresceu para 11,61, indicando uma diminuição no número de mortes por suicídio ao longo desse período. Esses indicadores são cruciais para avaliar a saúde da população e podem orientar estratégias de intervenção e políticas públicas voltadas para a prevenção e o controle de diferentes causas de mortalidade. A análise comparativa entre os anos permite identificar tendências e áreas específicas que podem demandar maior atenção e recursos em termos de saúde pública. A síntese desses dados pode ser observada na tabela abaixo.

**Tabela 3. Indicadores de mortalidade do município de Canela – 2016, 2017 e 2020.**

<b>Indicadores de mortalidade</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2020</b>
Taxa bruta de mortalidade	6,90	6,62	-
Taxa de mortalidade por doenças não transmissíveis	437,47	445,87	-
Taxa de mortalidade infantil	6,43	10,80	9,93
Taxa de mortalidade por acidente de trânsito	11,10	4,64	-
Taxa de mortalidade por suicídio	16,38	11,61	-

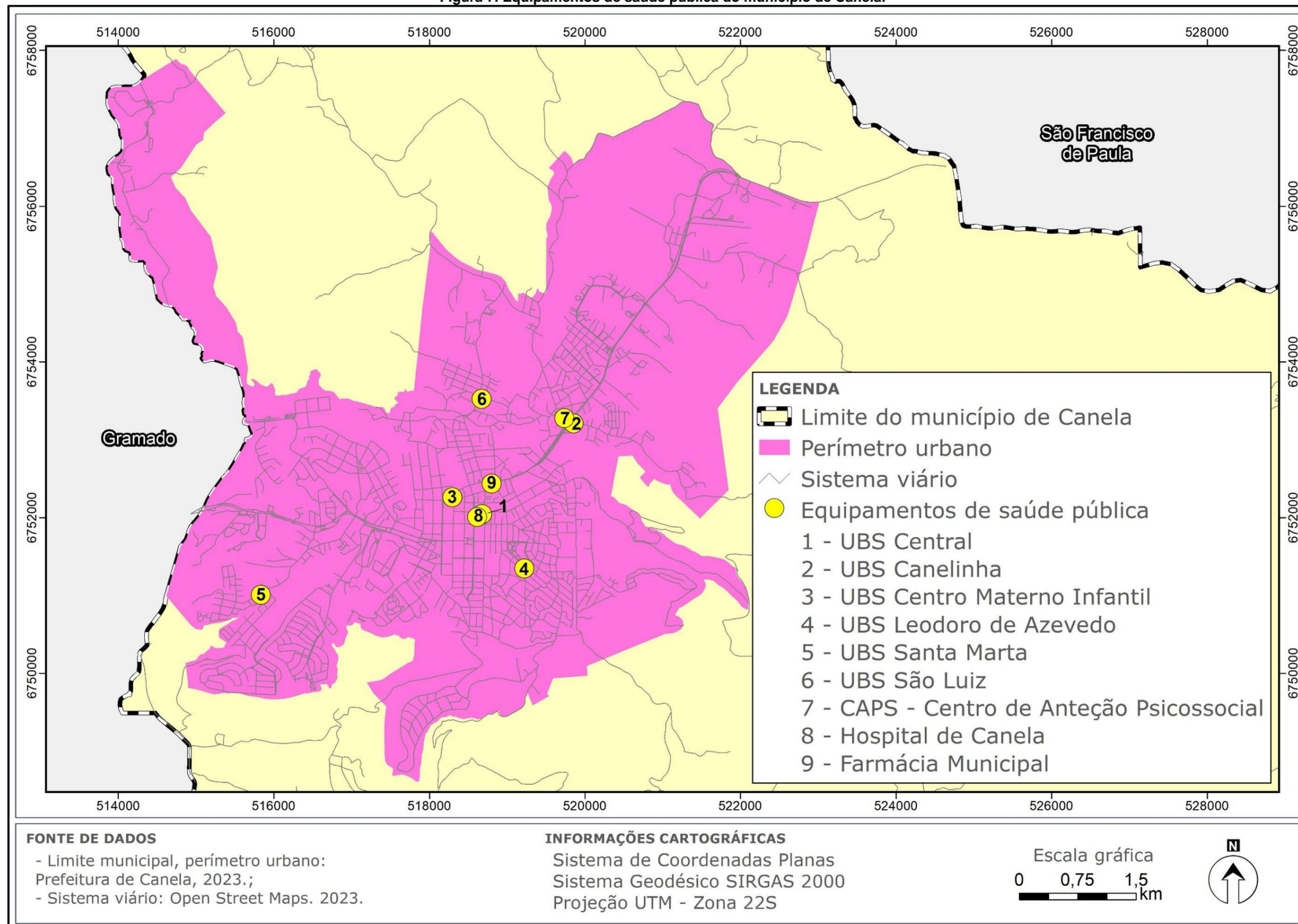
*Fonte: Adaptado do Atlas Brasil (2017).*

Ainda com base nos dados do Atlas Brasil, no que tange às internações por doenças relacionadas ao saneamento básico inadequado, é observado um panorama significativo. Em 2016, a taxa de internações por esse motivo foi de 0,04, indicando o número de hospitalizações por mil habitantes devido a condições de saneamento precárias. Contudo, em 2017, esse indicador apresentou um aumento substancial, elevando-se para 0,14.

O incremento nessa taxa sugere uma possível intensificação dos problemas de saúde associados à inadequação do saneamento básico durante o ano de 2017. A falta de condições adequadas de saneamento pode contribuir para a propagação de doenças relacionadas à água e ao ambiente, impactando diretamente na saúde da população e aumentando a demanda por internações hospitalares.

Esses dados enfatizam a importância de investimentos e ações voltadas para a melhoria das condições de saneamento básico, visando não apenas a promoção da saúde, mas também a prevenção de enfermidades relacionadas a essas condições. Essas informações são cruciais para embasar políticas públicas efetivas e estratégias de intervenção que busquem mitigar os impactos adversos da falta de saneamento adequado na saúde da comunidade.

Figura 7. Equipamentos de saúde pública do município de Canela.



#### 2.1.2.4 *Habitação de Interesse Social*

Habitações de interesse social é um termo utilizado para descrever moradias de baixo custo que são construídas com o propósito de atender às necessidades de habitação de famílias de baixa renda ou em situação de vulnerabilidade socioeconômica. Essas habitações são geralmente subsidiadas ou financiadas pelo governo ou por programas habitacionais e têm como objetivo fornecer moradias dignas e acessíveis para a população que, de outra forma, não teria condições de adquirir uma casa no mercado imobiliário convencional. As habitações de interesse social visam promover o acesso à moradia e melhorar as condições de vida de comunidades em situação de vulnerabilidade.

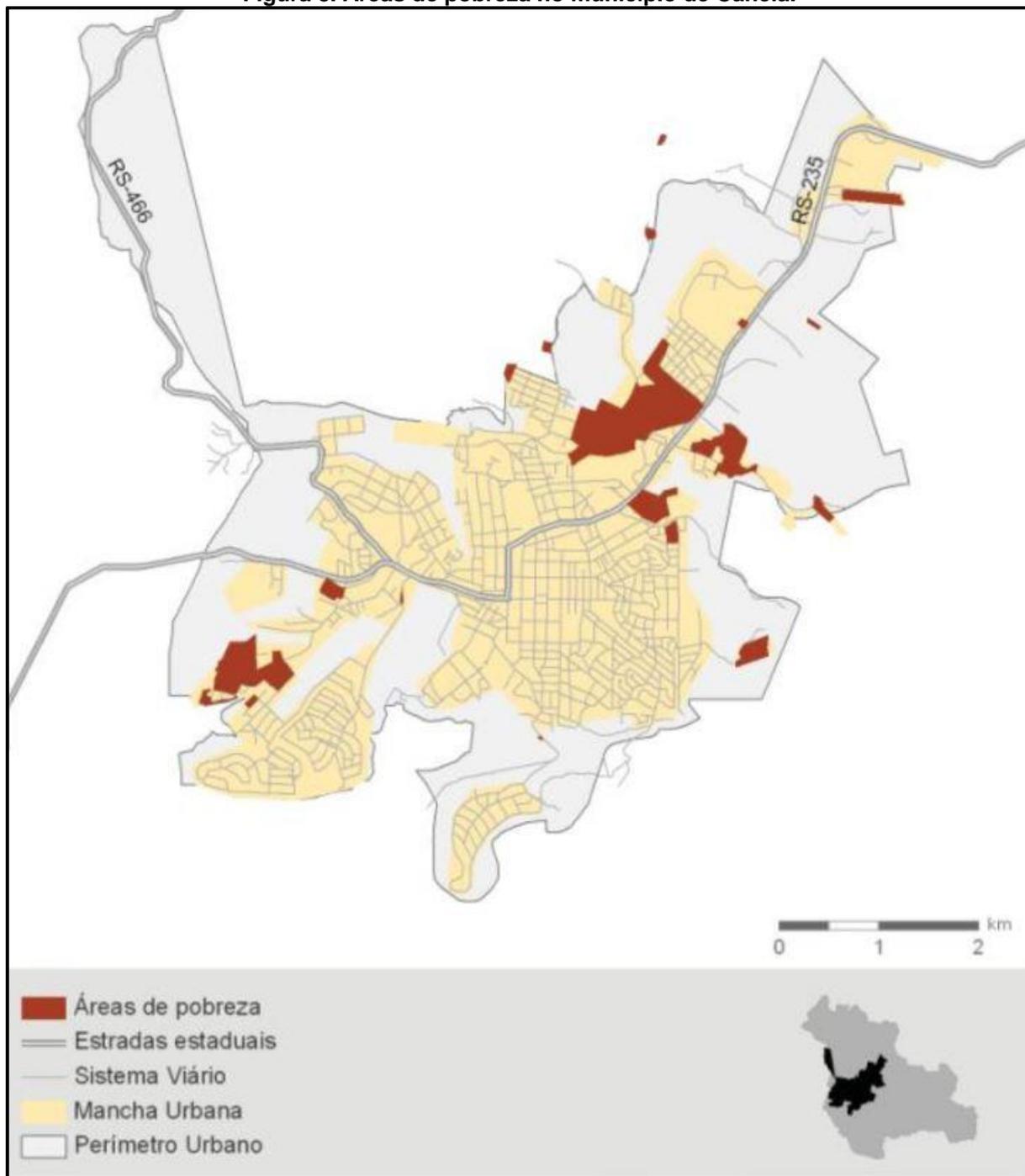
Canela conta com um Plano Municipal de Habitação de Interesse Social (PMHIS), divulgado em 2009. O PMHIS engloba um conjunto de diretrizes, estratégias e ações delineadas no âmbito municipal para fomentar o desenvolvimento urbano de maneira inclusiva e sustentável. Este plano visa abordar questões pertinentes à habitação, infraestrutura, acesso aos serviços públicos e melhoria da qualidade de vida, com uma atenção especial para as camadas mais vulneráveis da população.

Quando examinamos de maneira global, Canela proporciona elevados padrões de qualidade de vida para seus habitantes. No entanto, o crescimento acelerado da cidade observado nos últimos anos, resultou em impactos negativos para a população de baixa renda, dando origem a regiões de carência, sobretudo nos arredores do núcleo urbano central, conforme apresentado no diagnóstico do Plano Municipal de Habitação de Interesse Social - PMHIS.

Esses bolsões de carência estão associados principalmente aos loteamentos irregulares presentes no município, conforme apresentado na Figura 10. Essas áreas foram parceladas para desenvolvimento urbano, mas não obedeceram às regulamentações ou normas estabelecidas pelo órgão responsável pelo planejamento urbano da cidade. As irregularidades manifestam-se de diversas formas, incluindo a falta de aprovação governamental, ausência de infraestrutura adequada e desrespeito aos parâmetros urbanísticos, entre outros problemas.

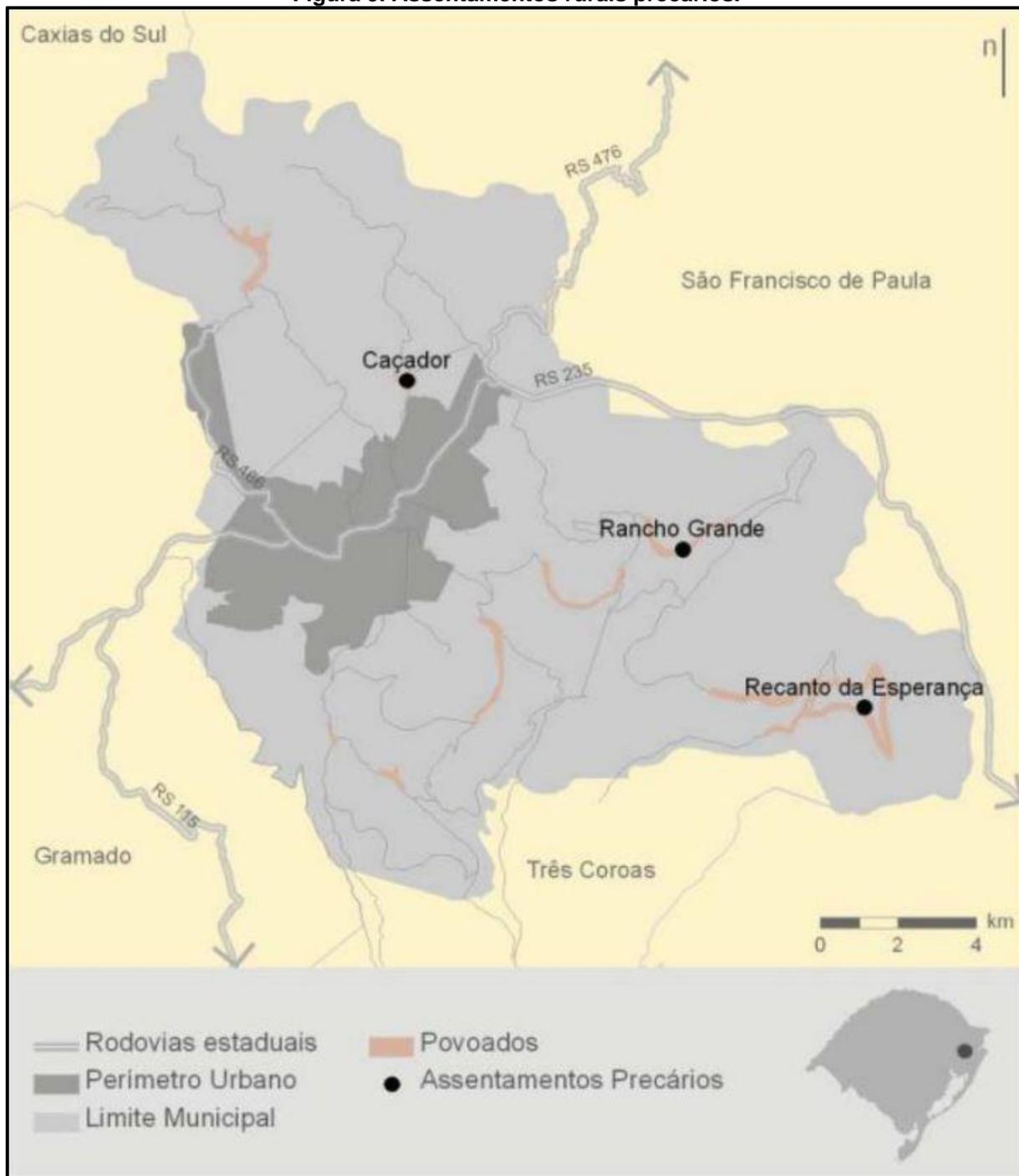
Contudo, as regiões carentes do município não se limitam exclusivamente à área urbana. Na área rural de Canela, encontram-se aglomerações populacionais distribuídas ao longo das estradas vicinais. Conforme indicado pelo PMHIS, alguns desses aglomerados exibem pequenos núcleos com condições precárias, abrangendo aproximadamente de 10 a 20 residências.

Figura 8. Áreas de pobreza no município de Canela.



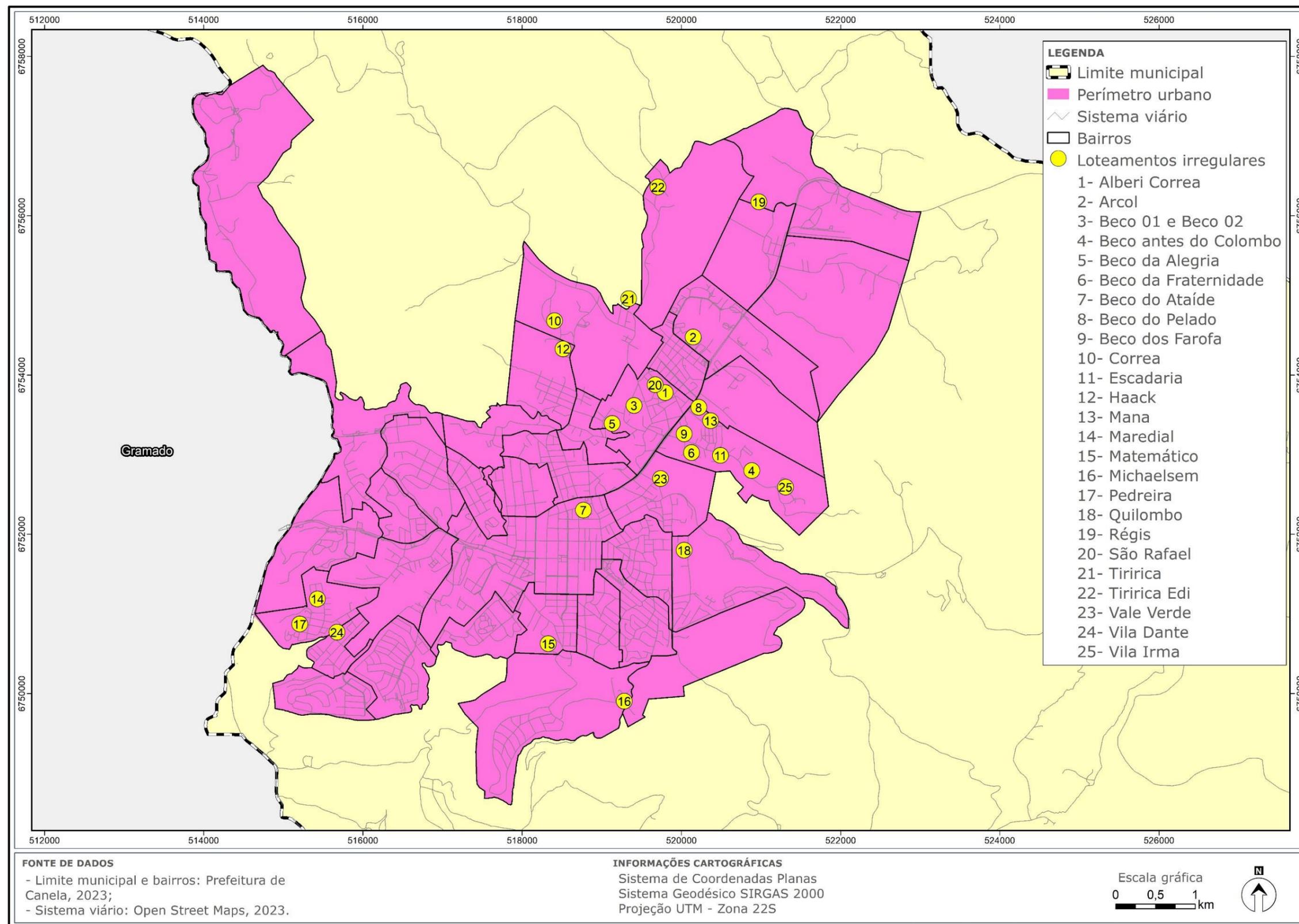
Fonte: Plano Municipal de Habitação de Interesse Social (2009).

Figura 9. Assentamentos rurais precários.



Fonte: Plano Municipal de Habitação de Interesse Social (2009).

Figura 10. Loteamentos irregulares no município de Canela.



Elaboração Cartográfica: Garden Projetos (2024).



De acordo com o PMHIS, Canela encara um desafio considerável no âmbito habitacional, afetando um total de 2.715 residências em condições de vulnerabilidade. Dentro desse contingente, cerca de 83% enfrenta inadequação, resultando em um déficit de 17% no número de moradias. A inadequação habitacional se manifesta através de adensamento excessivo, com mais de três residentes por dormitório, problemas relacionados à infraestrutura elétrica e obstáculos na coleta e destinação adequada de resíduos sólidos.

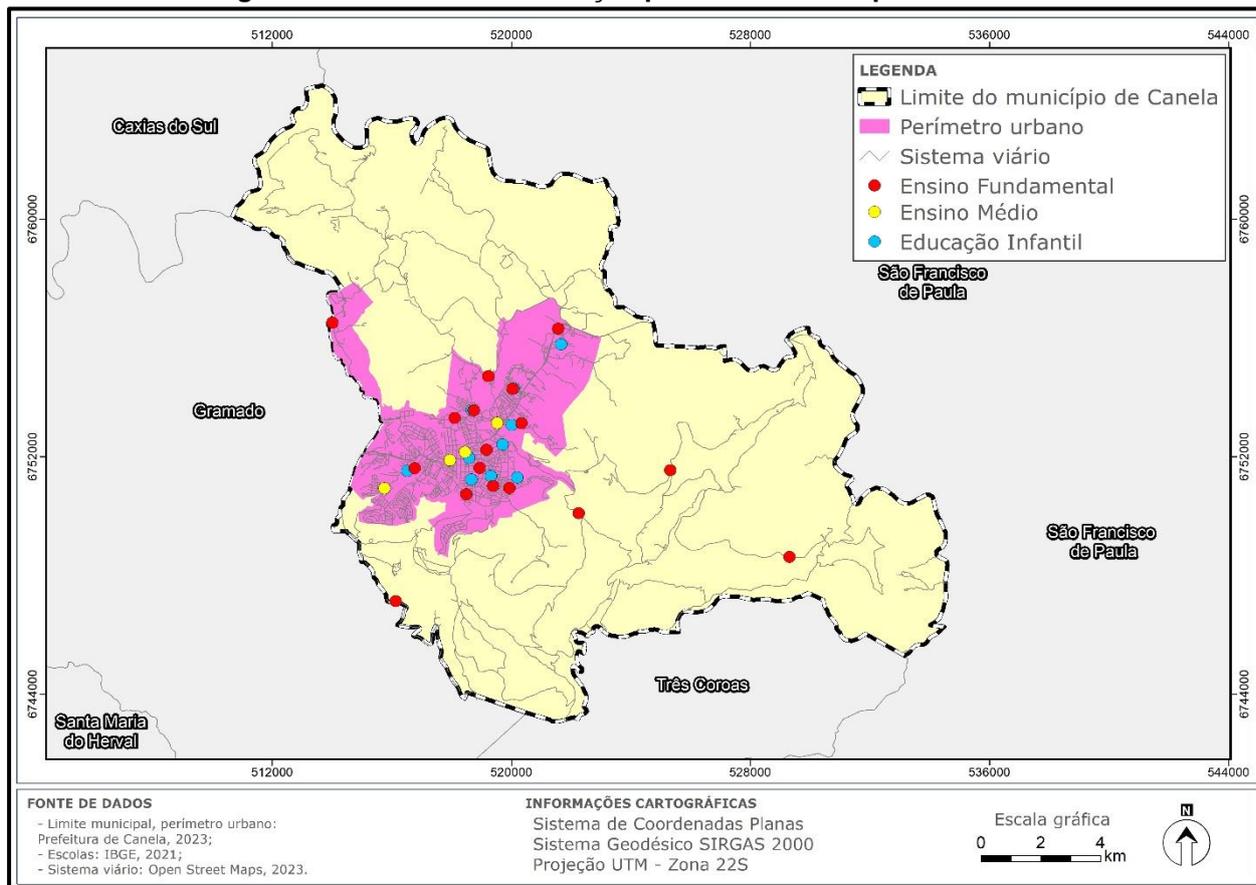
Esse cenário ressalta a urgência de intervenções e estratégias eficazes para promover a melhoria das condições de vida da população em situação vulnerável. A busca por soluções abrangentes, que abordem não apenas a oferta de moradias, mas também as infraestruturas essenciais, torna-se crucial para superar os desafios habitacionais que afetam significativamente a qualidade de vida dos habitantes de Canela.

#### *2.1.2.5 Educação*

No âmbito municipal, pode-se identificar uma abrangente infraestrutura de ensino público, a qual se constitui de um conjunto de 17 unidades escolares voltadas para o ensino fundamental. Dentre esse conjunto, 14 destas instituições encontram-se sob a gestão da administração municipal, ao passo que três estão vinculadas à administração estadual. Adicionalmente, a comunidade é atendida por um grupo de quatro escolas de ensino médio, todas estas sob responsabilidade do governo estadual, a fim de suprir as necessidades educacionais de seus habitantes no que concerne a esse nível de ensino.

No que tange à população infanto-juvenil, notadamente aquelas em idade pré-escolar, o município dispõe de um total de 10 escolas municipais de educação infantil, cuja finalidade reside em assegurar uma base educacional sólida e proporcionar os devidos cuidados apropriados para o desenvolvimento das crianças em tenra idade. Essa diversificada gama de instituições de ensino manifesta inequivocamente o compromisso da comunidade local em proporcionar oportunidades educacionais abrangentes e abrangentes, englobando uma variedade de níveis de ensino.

Figura 11. Unidades de educação pública do município de Canela.



Elaboração Cartográfica: Garden Projetos (2024).

Conforme dados do Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, no ano de 2010, o município exibiu uma série de indicadores educacionais notáveis. Em primeiro plano, merece destaque a taxa de matrícula de crianças com idades compreendidas entre 5 e 6 anos, a qual atingiu um patamar de 77,42%. Tal número atesta o comprometimento com a acessibilidade à educação pré-escolar, refletindo o reconhecimento da importância crítica destes anos iniciais para o desenvolvimento cognitivo e social das crianças.

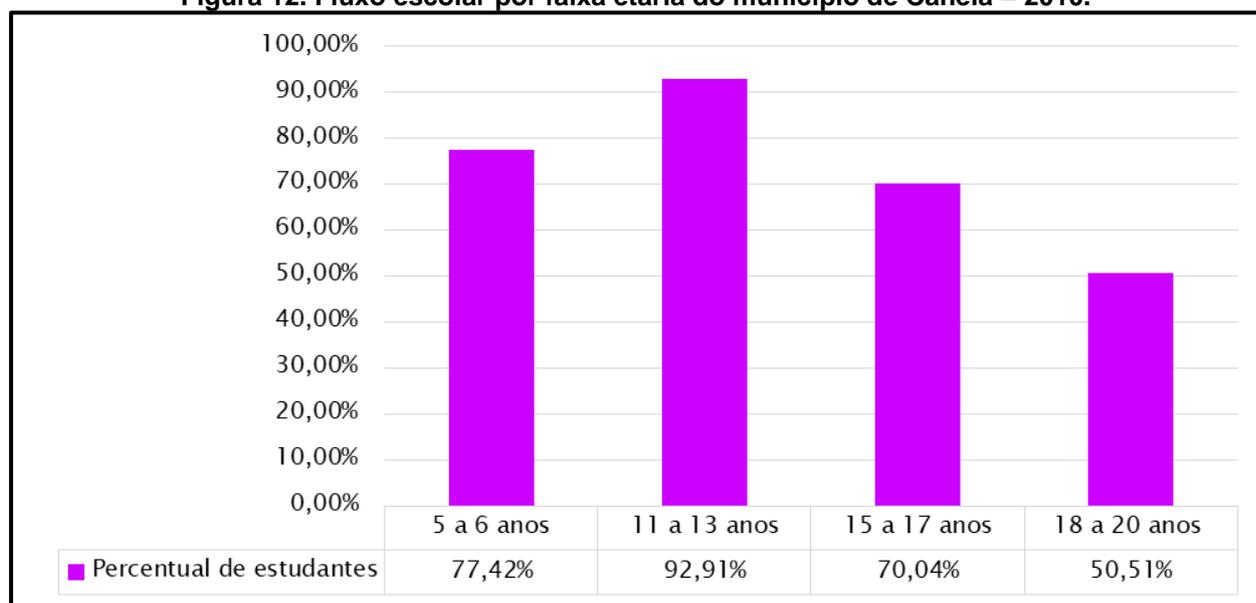
Adicionalmente, merece realce a taxa de frequência de crianças entre 11 e 13 anos nos anos finais do ensino fundamental, a qual alcançou um notável índice de 92,91%. Estes dados revelam um sólido engajamento por parte das famílias e da comunidade local na continuidade da formação educacional dessas crianças, especialmente durante uma fase crucial de sua trajetória educativa.

No que concerne aos jovens, a proporção de indivíduos situados na faixa etária de 15 a 17 anos que concluíram o ensino fundamental atingiu 70,04%, evidenciando um

progresso constante na educação desta parcela da população, preparando-os de maneira eficaz para etapas educacionais subsequentes.

Por fim, a taxa de jovens com idades compreendidas entre 18 e 20 anos que obtiveram a conclusão do ensino médio se situou em 50,01%. Este dado corrobora um esforço notável na oferta de ensino de nível médio, sinalizando a importância atribuída à obtenção deste nível de formação. A Figura 12 apresenta de forma ilustrativa esses indicadores.

**Figura 12. Fluxo escolar por faixa etária do município de Canela – 2010.**

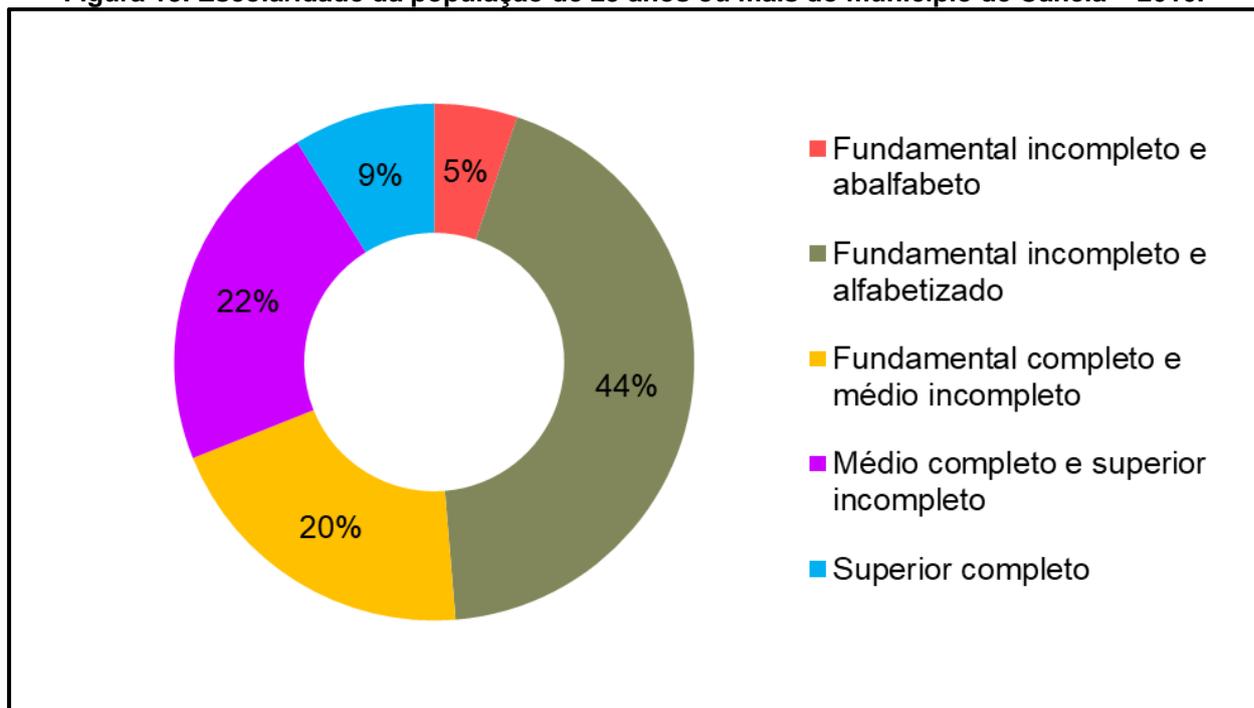


*Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (2010).*

No tocante à população adulta com 25 anos ou mais no município de Canela, no ano de 2010, é possível observar uma distribuição educacional multifacetada, como pode ser inferido a partir da Figura 13. Dentro desta faixa etária, uma parcela correspondente a 5,17% da população encontrava-se em situação de analfabetismo, ao passo que a maioria expressiva, representando 51,31%, havia obtido a conclusão do ensino fundamental.

Adicionalmente, 31,06% detinham a qualificação de ensino médio completo, indicando um nível educacional intermediário, enquanto 8,83% haviam alcançado a conclusão do ensino superior, refletindo a presença de um contingente substancial de indivíduos graduados em níveis mais avançados de formação educacional. Esses dados proporcionam uma representação da heterogeneidade educacional manifesta entre a população adulta residente no município de Canela na época analisada.

**Figura 13. Escolaridade da população de 25 anos ou mais do município de Canela – 2010.**



*Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (2010).*

O Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) constitui-se como um indicador de relevância criado pelo governo federal, destinado à avaliação da qualidade do ensino oferecido nas instituições de ensino público em todo o país. Sua composição se baseia na avaliação do desempenho dos estudantes em exames nacionais, notadamente a Prova Brasil, bem como na análise das taxas de aprovação.

No âmbito do município em análise, os resultados do IDEB desempenham um papel crucial na mensuração da eficácia do sistema educacional local. No que tange aos anos iniciais do ensino fundamental, na rede pública, o IDEB alcançou uma pontuação de 5,9, o que reflete um patamar satisfatório de qualidade educacional. Entretanto, nos anos finais do ensino fundamental, o IDEB registrou um valor de 4,9, sinalizando a necessidade de aprimoramentos visando elevar a qualidade do ensino nessa etapa.

É imperativo ressaltar que o IDEB desempenha um papel substancial como uma ferramenta estratégica para a identificação de áreas que demandam atenção e investimento no âmbito da educação pública. O propósito subjacente é a constante melhoria do sistema educacional, assegurando que todos os estudantes possam acessar um ensino de qualidade, independentemente do nível de ensino em que se encontram. Nesse contexto, os resultados do IDEB têm o potencial de direcionar políticas e iniciativas voltadas à promoção de melhorias no ensino, com implicações diretas no desenvolvimento educacional e social da comunidade em questão.

### 2.1.2.6 *Desenvolvimento local: renda, pobreza, desigualdade e atividade econômica*

Analisando os dados concernentes à renda per capita mensal nos anos de 2000 e 2010, emerge um panorama de crescimento econômico no município de Canela. Nesse intervalo temporal, a renda média por indivíduo por mês experimentou um aumento de R\$ 611,63 para R\$ 787,78, representando um notável incremento de 33%. Esse acréscimo reflete um avanço significativo no poder de compra da população ao longo da década.

Conforme informações disponibilizadas pelo Atlas do Desenvolvimento Humano, as categorias de "extremamente pobres," "pobres," e "vulneráveis à pobreza" são definidas para aquelas pessoas cuja renda domiciliar per capita mensal é inferior a R\$ 70,00, R\$ 140,00 e R\$ 255,00, respectivamente. Em 2000, o município de Canela apresentava uma taxa de 4,46% de sua população enquadrada na categoria de "extremamente pobres," ao passo que 11,95% eram considerados "pobres" e 33,55% estavam classificados como "vulneráveis à pobreza." Em contrapartida, em 2010, esses percentuais experimentaram uma notável redução, atingindo 1,34% para "extremamente pobres," 5,48% para "pobres," e 17,79% para os "vulneráveis à pobreza."

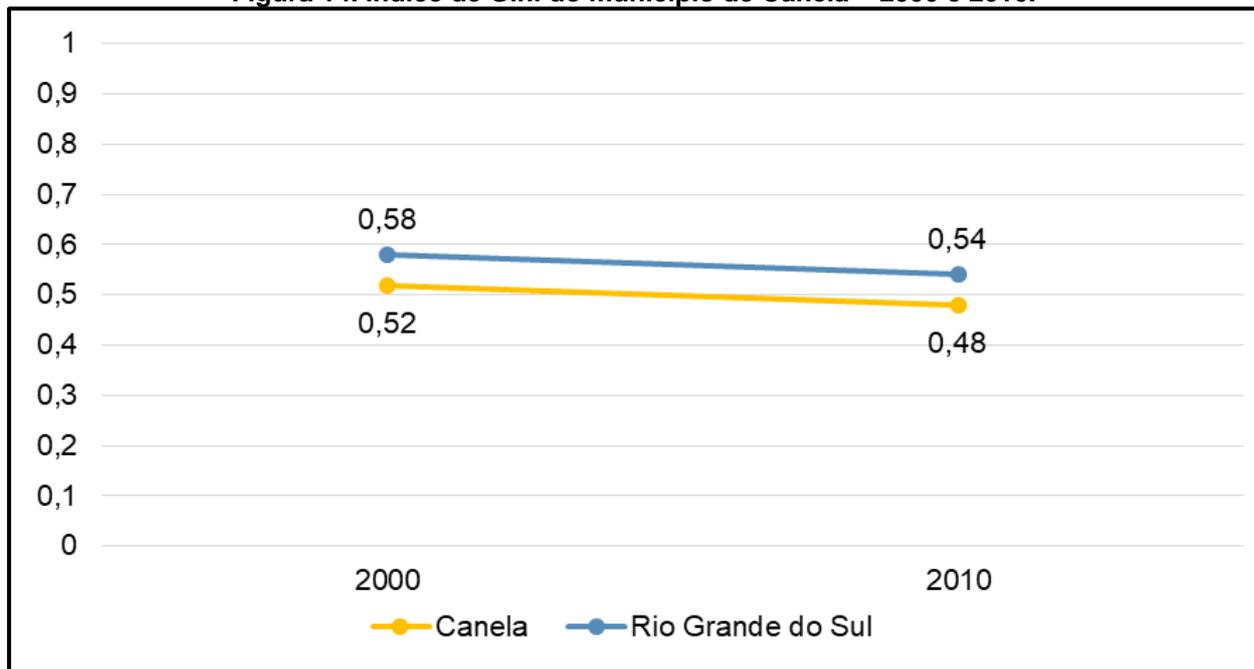
Essa modificação nas proporções evidencia um progresso significativo no que diz respeito à distribuição de renda e à mitigação da pobreza em Canela. O aumento da renda média, aliado à substancial diminuição das taxas de pobreza, aponta para um cenário mais favorável em termos de desenvolvimento socioeconômico na região ao longo da década. Esses dados indicam um progresso considerável no bem-estar econômico e social dos habitantes de Canela e refletem as dinâmicas econômicas e políticas que ocorreram nesse período.

A dinâmica da desigualdade de renda nos municípios pode ser caracterizada por meio da utilização do Índice de Gini, uma métrica empregada para quantificar o grau de concentração de rendimentos na população. Esse índice reflete a disparidade entre os ganhos dos mais abastados e dos menos favorecidos, sendo expresso numericamente numa escala de 0 a 1. O valor zero denota completa igualdade, onde todos usufruem de renda idêntica, enquanto o valor 1 assinala extrema desigualdade, com um segmento minoritário detendo a maior parte dos recursos.

Em Canela, o Índice de Gini passou de 0,52 em 2000 para 0,48 em 2010, indicando uma redução na disparidade de renda ao longo desse período. Essa diminuição no índice sugere uma atenuação das disparidades econômicas entre

diferentes grupos populacionais. A queda de 0,04 no Índice de Gini entre 2000 e 2010 pode ser interpretada como um sinal positivo de avanço em direção a uma distribuição mais equitativa de renda, refletindo potencialmente alterações nas políticas econômicas e sociais, bem como nas dinâmicas do mercado de trabalho ao longo dessa década. É relevante notar que essa tendência também se manifesta no âmbito estadual, como ilustrado na Figura 14.

**Figura 14. Índice de Gini do município de Canela – 2000 e 2010.**



*Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (2010).*

A economia de Canela se caracteriza por uma notável dependência e enfoque na indústria do turismo. Localizada na Região das Hortênsias, uma área reconhecida na Serra Gaúcha por suas belezas naturais, clima ameno e atrações turísticas, a cidade ganhou destaque nacional devido a suas características, como suas belezas naturais, arquitetura histórica, eventos culturais e gastronomia, tornando-a um destino turístico muito popular. O turismo desempenha um papel preponderante na economia de Canela, atraindo visitantes durante todo o ano, interessados em explorar suas atrações naturais, tais como o Parque do Caracol, a Catedral de Pedra, o Parque do Palácio das Hortênsias e outros pontos turísticos. O setor hoteleiro é altamente relevante, com diversos hotéis, pousadas e estabelecimentos de hospedagem para atender à demanda dos turistas.

O comércio local é impulsionado pela demanda dos turistas, com lojas de souvenirs, artesanato, vestuário e produtos regionais. Além disso, a gastronomia é um



aspecto marcante da economia, com uma variedade de restaurantes e cafés que oferecem pratos típicos da região, bem como opções internacionais. Eventos culturais também desempenham um papel crucial na economia da cidade. Festivais, feiras e eventos sazonais, como o Sonho de Natal e a Páscoa em Canela, atraem visitantes e estimulam a economia local.

Apesar de sua presença menos proeminente, a agricultura e a produção artesanal desempenham um papel de relevância na economia de Canela. O município tem a capacidade de cultivar uma variedade de alimentos e produtos agrícolas, enquanto também se dedica à criação de peças de artesanato tradicional. Esses produtos encontram mercado principalmente em âmbito local e em uma escala mais limitada. Embora essas atividades possam não ser os pilares econômicos dominantes, elas contribuem substancialmente para o panorama econômico multifacetado da cidade. Ao adquirir alimentos cultivados localmente e produtos artesanais, os visitantes e moradores estão se envolvendo com a herança cultural de Canela, contribuindo para sua preservação e renovação.

Embora o turismo seja o setor econômico predominante em Canela, o setor industrial não pode ser subestimado. Mesmo que sua proeminência seja menos marcada em comparação ao turismo, ele acrescenta uma camada valiosa à economia local. A cidade abriga diversas atividades industriais, que vão desde a produção manufatureira até o processamento de alimentos e a manufatura artesanal. Entre as fileiras das pequenas e médias empresas, é possível encontrar negócios que se dedicam a fabricar uma ampla gama de produtos, que vão desde alimentos processados até objetos artesanais típicos da região.

Embora o volume da produção industrial em Canela possa não rivalizar com as proporções de outras áreas, é indubitável que ela traz benefícios tangíveis. Primeiramente, essa diversificação econômica oferece uma rede de segurança em face das flutuações do mercado turístico, que podem ser sazonais. Além disso, a atividade industrial cria empregos locais, contribuindo diretamente para o sustento da população e promovendo a estabilidade econômica.

Ademais, a produção industrial cumpre um papel crucial ao fornecer bens e produtos essenciais para a população local e para os visitantes que frequentam a cidade. Seja na forma de alimentos processados que abastecem os mercados locais, ou nas criações artesanais que permitem aos turistas levar consigo um pedaço da cultura

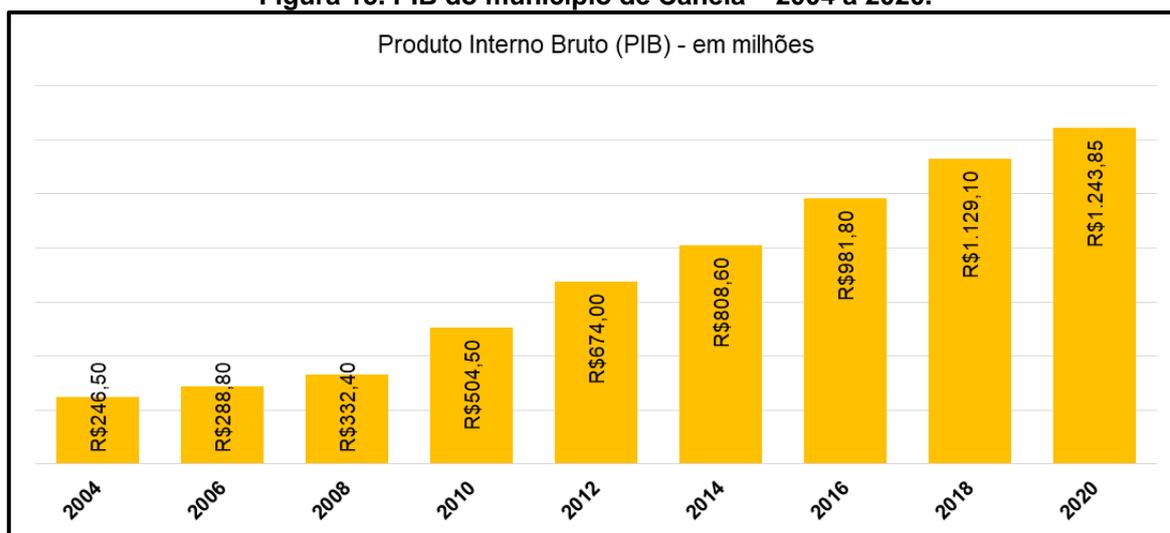
canelense, o setor industrial exerce um impacto tangível e prático na vida cotidiana da comunidade.

Portanto, é evidente que, mesmo em um contexto onde o turismo predomina, a presença modesta da agricultura e da produção industrial contribui para a vitalidade econômica e cultural de Canela. Esses setores, em conjunto, fornecem uma tapeçaria econômica diversificada, refletindo a riqueza da identidade local e atendendo às necessidades de moradores e visitantes, de maneira complementar ao setor turístico preponderante.

O Produto Interno Bruto (PIB) é uma métrica essencial que reflete a atividade econômica total de um local, e os setores da economia e atividades presentes em um município podem fornecer uma compreensão abrangente da sua estrutura econômica.

Segundo a Fundação de Economia e Estatística (FEE), em 2020, o PIB de Canela totalizou R\$ 1.243.847,29 milhões, com um PIB per capita de R\$ 27.344,51 no mesmo período. O gráfico abaixo ilustra um notável aumento no PIB municipal, com um salto substancial desde 2004. Esse crescimento evidencia o desenvolvimento econômico ao longo dos anos, refletindo a diversificação das atividades econômicas em Canela. As informações da FEE fornecem uma visão clara do progresso financeiro do município, com o PIB aumentando significativamente, indicando um cenário de maior prosperidade e dinamismo econômico.

**Figura 15. PIB do município de Canela – 2004 a 2020.**



Fonte: Perfil das Cidades Gaúchas – Sebrae/ FEE (2020).

### 2.1.3 Infraestrutura, equipamentos públicos, calendário festivo e seus impactos nos serviços de saneamento básico

A seguir será apresentado a Infraestrutura, equipamentos públicos, calendário festivo e seus impactos nos serviços de saneamento básico

#### 2.1.3.1 Energia elétrica

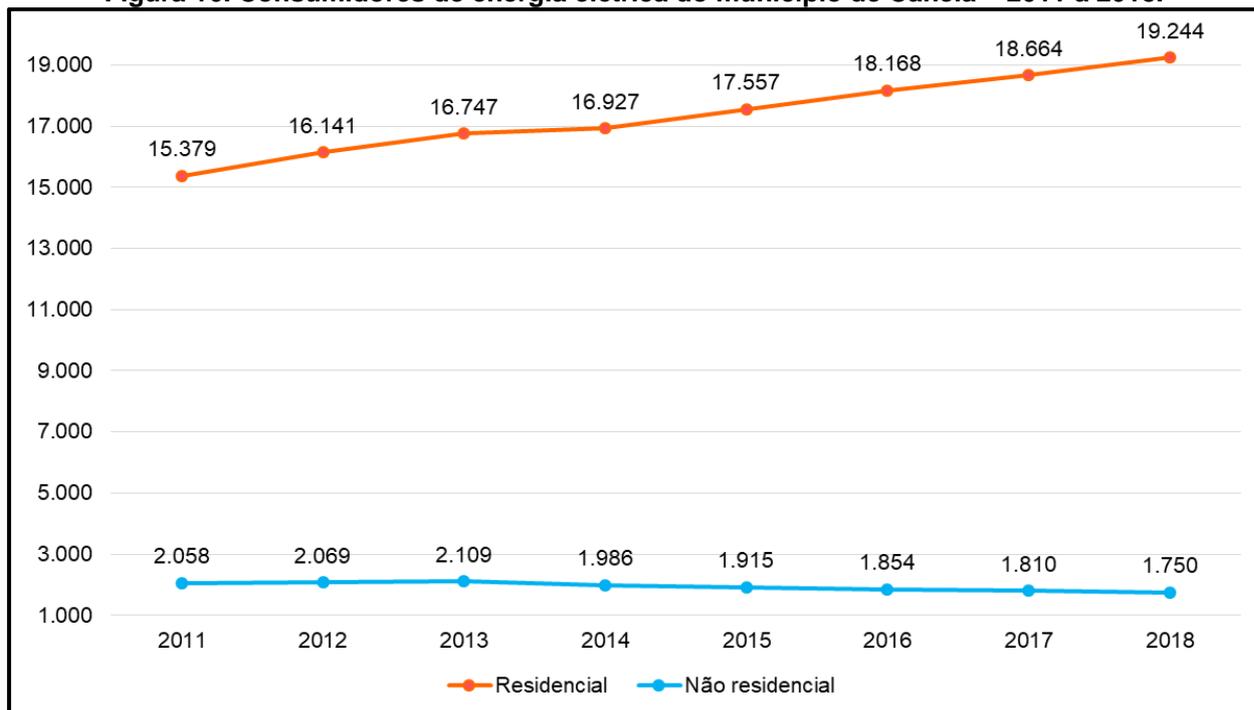
A distribuição de energia elétrica no município de Canela é conduzida pela CPFL Energia, um conglomerado brasileiro atuante no setor elétrico e com presença abrangente em todo o território nacional. A CPFL exerce um papel de destaque em todas as fases da cadeia de produção de energia, abrangendo desde a geração até a distribuição, e presta serviços em 687 municípios, atendendo a uma base substancial de mais de 9,7 milhões de clientes.

No estado do Rio Grande do Sul, a CPFL opera por meio de sua subsidiária, a Rio Grande Energia (RGE), que é responsável por abastecer aproximadamente 65% do consumo de energia elétrica no estado. A RGE atende a uma expressiva quantidade de 2,86 milhões de clientes, que englobam residências, indústrias e estabelecimentos comerciais, distribuídos ao longo de 381 municípios gaúchos. O atendimento local da empresa está situado na Rua São Francisco, 161, Bairro Centro.

No que concerne ao consumo de energia elétrica no município, observa-se um notável aumento no número de consumidores ao longo dos anos. Em 2011, havia um total de 15.379 domicílios registrados como consumidores de energia elétrica. No entanto, esse número experimentou um incremento considerável, alcançando 19.244 domicílios em 2018. Esse aumento é reflexo do crescimento populacional e da expansão das áreas urbanas, resultando em um maior número de residências que demandam energia elétrica para atender às suas necessidades cotidianas.

No entanto, em relação aos consumidores não residenciais, como empresas e estabelecimentos comerciais, observa-se um cenário diferente. Em 2011, havia 2.058 desses consumidores, mas, em 2018, esse número sofreu uma redução, chegando a 1.750. Esse declínio pode ser atribuído a fatores econômicos, mudanças no ambiente de negócios e adaptações nas necessidades energéticas dessas entidades comerciais, conforme pode ser observado na Figura 16.

**Figura 16. Consumidores de energia elétrica do município de Canela – 2011 a 2018.**



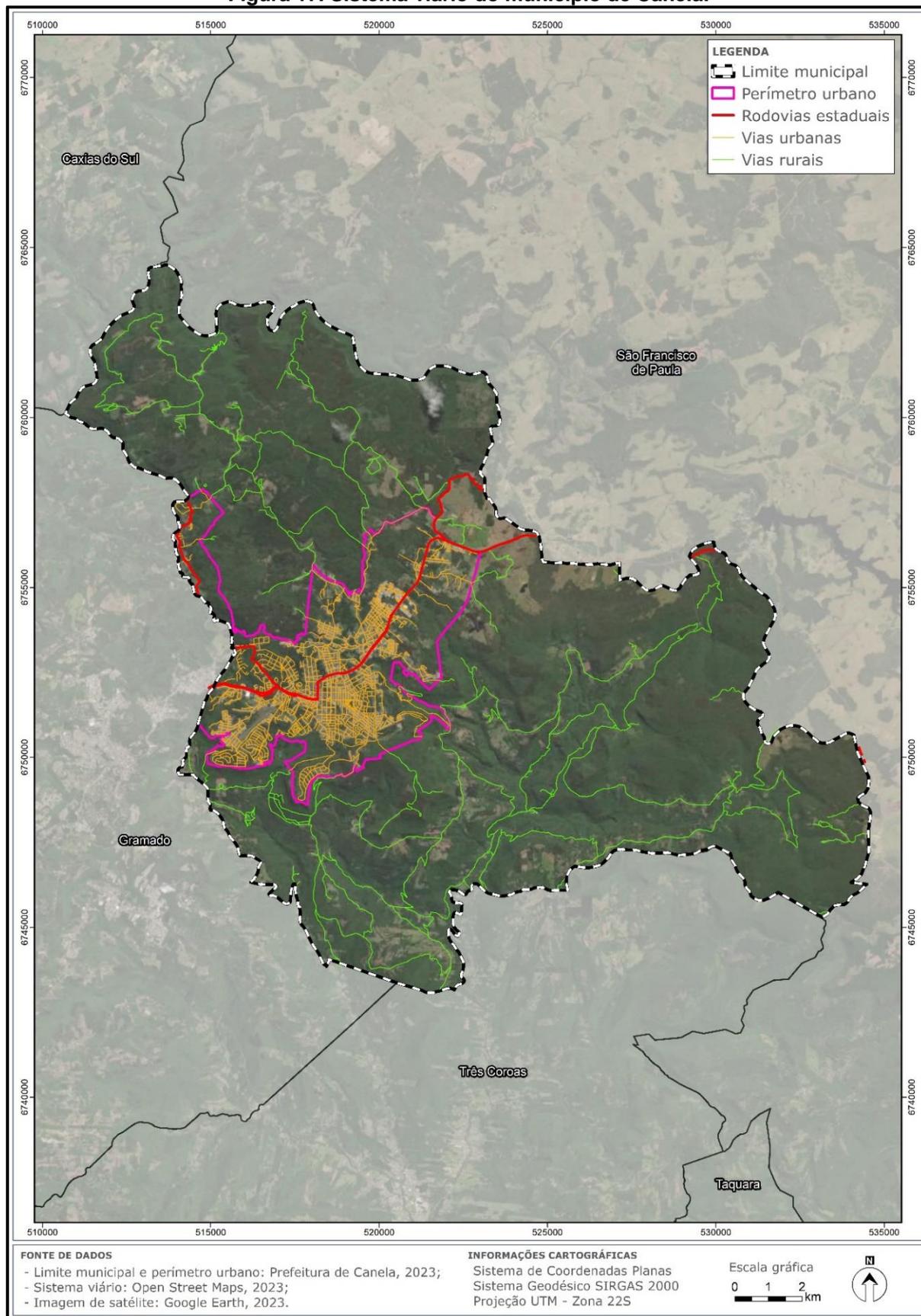
Fonte: Perfil das Cidades Gaúchas - Sebrae (2020).

### 2.1.3.2 Pavimentação e Transporte

De acordo com informações retiradas da base de dados do Open Street Maps, observa-se que o município de Canela apresenta uma extensão de aproximadamente 240 km de ruas pavimentadas na área urbana, além de cerca de 230 km de estradas não pavimentadas em zonas rurais. Adicionalmente, destaca-se a presença de cerca de 30 km de rodovias estaduais que cortam o município (Figura 17).

Essa abrangente infraestrutura viária reflete a diversidade geográfica de Canela, abarcando desde suas áreas urbanas bem desenvolvidas até as extensas regiões rurais. O conjunto de vias pavimentadas proporciona uma rede eficaz de transporte no ambiente urbano, enquanto as estradas não pavimentadas evidenciam a conectividade nas áreas mais remotas e rurais. As rodovias estaduais, por sua vez, desempenham um papel crucial na integração do município com outras localidades, facilitando o fluxo de veículos e promovendo a acessibilidade a partir e em direção a Canela. Essa extensa malha viária contribui significativamente para a mobilidade e o desenvolvimento da região.

Figura 17. Sistema viário do município de Canela.



Elaboração Cartográfica: Garden Projetos (2024).

**Figura 18. Via municipal urbana.**



*Fonte: Garden Projetos (2024).*

**Figura 19. Via municipal urbana.**



*Fonte: Garden Projetos (2024).*

**Figura 20. Via municipal rural.**



*Fonte: Garden Projetos (2024).*

**Figura 21. Via municipal rural.**



*Fonte: Garden Projetos (2024).*

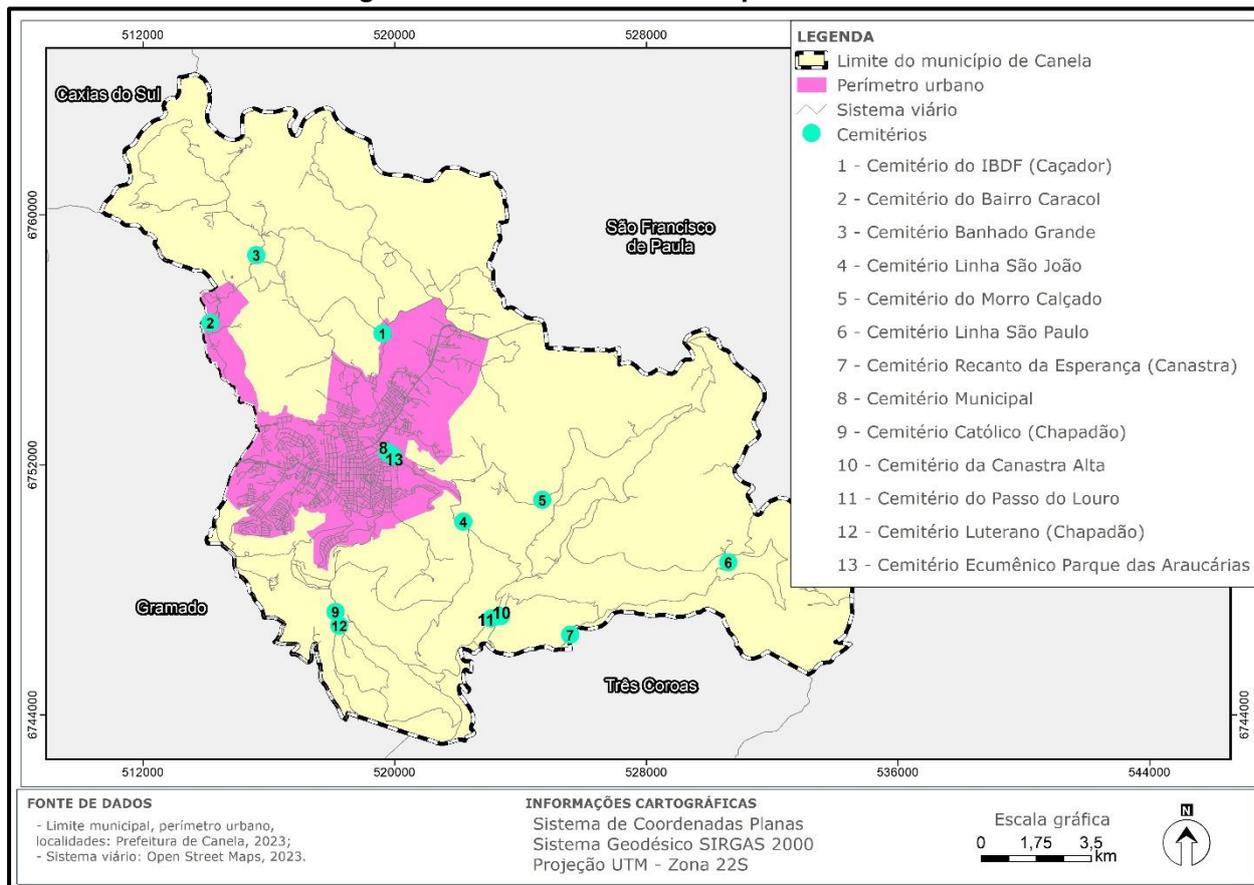
### 2.1.3.3 Cemitérios

O município de Canela abriga, em sua totalidade, um contingente de treze cemitérios<sup>1</sup>, os quais se encontram distribuídos de maneira equitativa entre a zona urbana e a zona rural. Estes recintos funerários desempenham uma função primordial ao servirem como locais de sepultamento destinados à comunidade local, proporcionando, assim, espaços apropriados para a veneração e a evocação das memórias dos entes queridos que nos deixaram.

A presença de cemitérios tanto nas áreas urbanas quanto nas áreas rurais assegura que os habitantes da cidade tenham acesso a alternativas sepulcrais que se ajustem às suas necessidades individuais, contribuindo, dessa maneira, para o bem-estar da comunidade e para a salvaguarda das tradições locais relacionadas aos ritos de sepultamento e ao processo de luto.

<sup>1</sup> Os cemitérios identificados englobam os cemitérios das comunidades rurais familiares.

**Figura 22. Cemitérios do município de Canela.<sup>2</sup>**



*Elaboração Cartográfica: Garden Projetos (2024).*

**Figura 23. Vista aérea do Cemitério Municipal de Canela.**



*Fonte: Garden Projetos (2024).*

**Figura 24. Cemitério Municipal de Canela.**



*Fonte: Prefeitura Municipal de Canela (2021).*

É fundamental ressaltar que a edificação de um cemitério deve ser conduzida com estrita aderência a critérios rigorosos, considerando minuciosamente as particularidades do ambiente natural e as propriedades do solo na área selecionada. Dentre essas

<sup>2</sup> Durante a audiência, foi ressaltada a existência de mais cemitérios familiares na região rural.

particularidades, merecem destaque fatores como a topografia, a rede hidrográfica, a profundidade efetiva, a composição textural e a densidade do solo.

A coliquação, que é o necrochorume liberado pelos corpos em decomposição, é considerada o principal fator de contaminação proveniente de um cemitério e pode causar alterações ambientais e riscos à saúde das pessoas que residem no entorno. Portanto, é recomendável que a construção de cemitérios seja preferencialmente realizada em áreas afastadas dos centros urbanos, respeitando as características do meio físico e do solo para minimizar possíveis impactos ambientais (MARCOMINI, 2009; FRANCISCO et al., 2017; BOEING e MORENO, 2023).

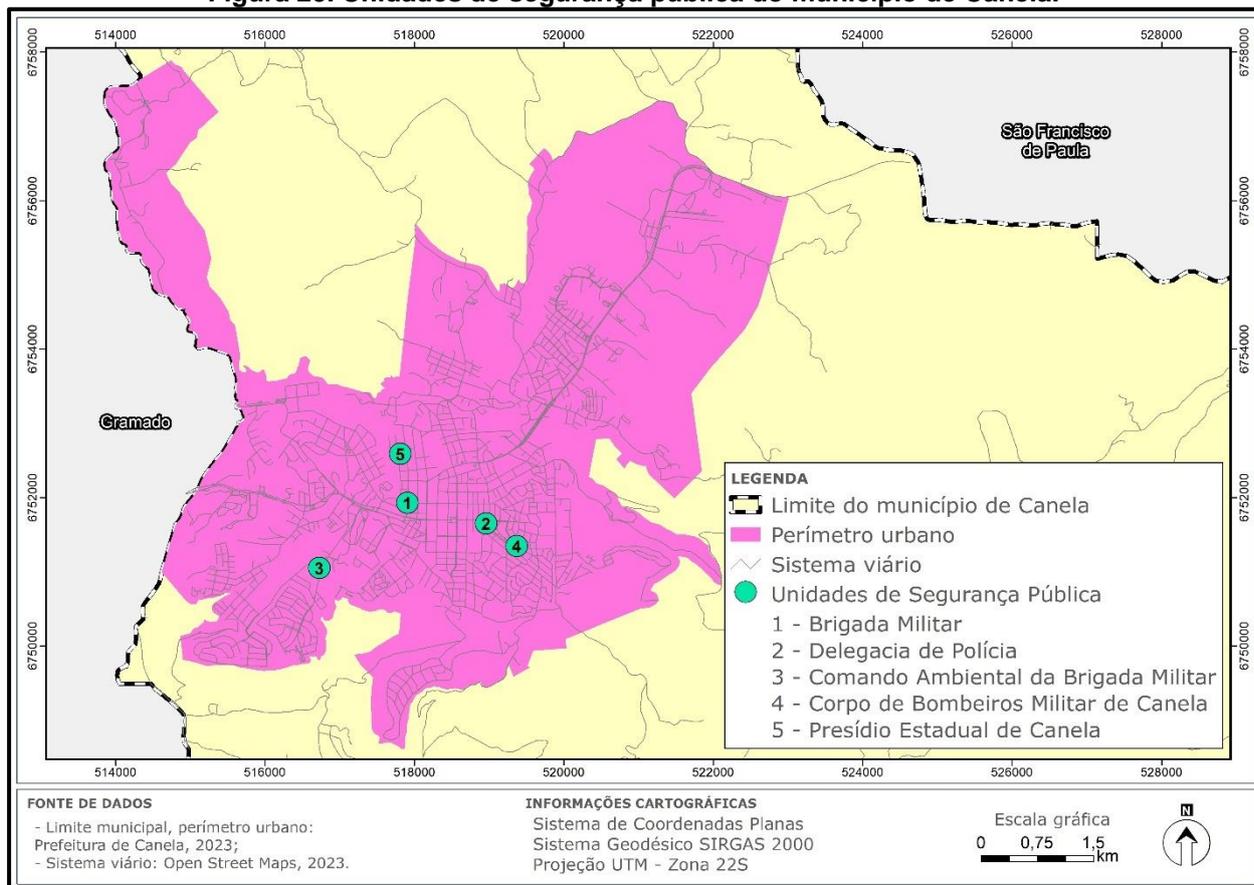
#### *2.1.3.4 Segurança pública*

O município de Canela apresenta uma forte infraestrutura de segurança pública, pronta para atender às necessidades da população local. Essa estrutura compreende uma gama de entidades essenciais, incluindo uma unidade da Brigada Militar, uma Delegacia da Polícia Civil, um Comando Ambiental da Brigada Militar e um Corpo de Bombeiros Militar. A presença coordenada dessas instituições contribui para a preservação da ordem e resposta eficaz a situações diversas.

A Brigada Militar desempenha um papel fundamental na manutenção da segurança cotidiana, enquanto a Delegacia da Polícia Civil é responsável pela investigação e resolução de questões criminais. O Comando Ambiental da Brigada Militar destaca-se pela sua atuação na preservação ambiental e na fiscalização de atividades relacionadas. Adicionalmente, o Corpo de Bombeiros Militar assegura pronta resposta a emergências, prevenção e combate a incêndios.

Destaca-se também a presença do presídio estadual de Canela, contribuindo para o sistema de justiça penal da região. Juntos, esses elementos formam uma rede abrangente que visa assegurar a proteção da comunidade e a manutenção da ordem pública no município.

Figura 25. Unidades de segurança pública do município de Canela.



Elaboração Cartográfica: Garden Projetos (2024).

### 2.1.3.5 Calendário festivo do município

O calendário festivo de Canela é caracterizado pela diversidade e riqueza de celebrações e eventos ao longo do ano, proporcionando uma experiência enriquecedora tanto para a população local quanto para os visitantes. Estas celebrações, permeadas de tradições e gastronomia, oferecem uma oportunidade para todos imergirem na atmosfera vibrante de Canela.

**Sonho de Natal:** um dos maiores eventos natalinos do Brasil. Transforma a cidade em um cenário natalino com luzes, decorações temáticas e inúmeras apresentações artísticas durante a temporada de festas. Ocorre anualmente entre os meses de outubro e janeiro.

**Páscoa em Canela:** evento que ocorre durante o período da Páscoa e, se destaca como uma celebração única, transformando a cidade em um cenário decorado com coelhos, ovos de Páscoa e uma profusão de elementos coloridos, o que a posiciona entre as celebrações mais deslumbrantes do Brasil. Além da estética encantadora da decoração, a programação é enriquecida por espetáculos, atividades voltadas para as

crianças, representações religiosas significativas e a icônica participação de artistas locais na famosa "paradinha".

**Figura 26. Sonho de Natal em Canela.**



*Fonte: Prefeitura Municipal de Canela (2023).*

**Figura 27. Páscoa em Canela.**



*Fonte: Prefeitura Municipal de Canela (2023).*

Festival Internacional de Teatro de Bonecos de Canela: reconhecido como um dos eventos mais tradicionais e significativos de seu gênero no Brasil e na América Latina, onde, desde 1988, artistas de marionetes de todo o mundo se apresentam nos palcos da cidade, encantando públicos de todas as idades. O festival acontece entre os meses de setembro e outubro.

Festa Colonial de Canela: realizada anualmente, é uma celebração que enfatiza a rica herança cultural dos colonos alemães e italianos da região. O evento proporciona uma experiência de comida típica, danças folclóricas e uma variedade de atividades relacionadas à cultura local. A Festa Colonial ocorre todo ano no mês de julho, na Praça João Corrêa.

Festa de Nossa Senhora de Caravaggio: evento que une a comunidade por três dias na cidade. O destaque vai para a Romaria a Pé, uma tradição que acontece no dia 26 de maio, dedicado à Nossa Senhora de Caravaggio. Nesse dia, os devotos empreendem uma jornada de 7 quilômetros, partindo da Catedral de Pedra e seguindo em direção ao Santuário de Caravaggio, localizado na RS-235, no quilômetro 55.

**Figura 28. Festival Internacional de Teatro de Bonecos de Canela.**



*Fonte: Prefeitura Municipal de Canela (2023).*

**Figura 29. Festa Colonial de Canela.**



*Fonte: Prefeitura Municipal de Canela (2023).*

**Figura 30. Festa de Nossa Senhora de Caravaggio**



*Fonte: Prefeitura Municipal de Canela (2023).*

## **2.2 Desenvolvimento urbano e habitação**

O desenvolvimento urbano e a habitação são questões fundamentais para garantir a qualidade de vida nas cidades e o bem-estar de seus habitantes. No contexto brasileiro, o Estatuto da Cidade é uma legislação específica que trata desses temas e busca orientar o planejamento urbano de forma a promover um desenvolvimento sustentável e inclusivo.

O Estatuto da Cidade é a Lei Federal nº 10.257, promulgada em 2001. Ele estabelece diretrizes gerais para a política urbana e regulamenta o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos. Algumas

questões-chave relacionadas ao desenvolvimento urbano e à habitação no âmbito do Estatuto da Cidade incluem:

- Plano Diretor: Cada município deve elaborar seu Plano Diretor, que é o instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana. Ele deve ser revisado periodicamente e visa orientar a política urbana, incluindo aspectos como uso do solo, habitação, saneamento ambiental, transporte e infraestrutura.
- Função social da propriedade urbana: O Estatuto da Cidade estabelece que a propriedade urbana cumpre sua função social quando atende às exigências fundamentais de ordenação da cidade, expressas no plano diretor, garantindo o atendimento das necessidades dos cidadãos quanto à qualidade de vida, justiça social e desenvolvimento das atividades econômicas.
- Regularização fundiária: O Estatuto da Cidade prevê instrumentos para promover a regularização fundiária, ou seja, a legalização de áreas urbanas ocupadas de forma irregular. Isso busca garantir o direito à moradia e à cidade para a população de baixa renda.
- Parcelamento, edificação ou utilização compulsórios: Em determinadas situações, o poder público pode exigir que o proprietário de uma área urbana subutilizada a utilize, a edifique ou a subdivida, conforme as normas urbanísticas. Isso visa evitar a especulação imobiliária e promover o desenvolvimento ordenado das cidades.
- Instrumentos de política urbana: O Estatuto da Cidade prevê diversos instrumentos para implementar a política urbana, como a outorga onerosa do direito de construir, a transferência do direito de construir, o direito de preempção, entre outros.

O objetivo geral do Estatuto da Cidade é garantir o pleno desenvolvimento das funções sociais das cidades e garantir o direito à cidade para todos os seus habitantes. Sua implementação é de responsabilidade dos municípios, que devem elaborar e atualizar seus planos diretores de acordo com os princípios estabelecidos na legislação.

### 2.2.1 Plano Diretor Municipal

A normatização relativa à utilização e ocupação do solo em Canela é definida por meio do Plano Diretor Municipal, conforme estipulado pela Lei Complementar nº 32, datada de 19 de junho de 2012. Este documento delinea diretrizes para a ordenação do espaço urbano, estipulando as condições nas quais as áreas na cidade podem ser empregadas, desenvolvidas e construídas, de maneira a atender às necessidades da comunidade e aos objetivos de crescimento sustentável. O Plano Diretor representa um instrumento fundamental para o planejamento urbano, com o propósito de estabelecer um ambiente equilibrado, funcional e benéfico para os residentes.

No contexto da zona urbana, o zoneamento abrange diversas categorias que regulam a utilização e ocupação do solo, conforme ilustrado na Figura 31. A Zona Mista é caracterizada pela presença de uma variedade de atividades em toda a região, desde que estejam em conformidade com as restrições relativas à paisagem, meio ambiente, infraestrutura e outras atividades já estabelecidas. As Zonas Mistas são subdivididas em um total de 7 áreas, cada uma apresentando características distintas.

A Zona Predominantemente Residencial (ZPR) é destinada principalmente à habitação, embora também permita atividades compatíveis com esse propósito e com as características socioeconômicas locais, totalizando 9 ZPRs. A Zona Especial de Interesse Comunitário (ZEIC) abrange áreas onde são permitidas ocupações culturais, parques, residências unifamiliares e multifamiliares, serviços e comércio cotidiano.

A Zona Especial (ZE) refere-se a áreas com características ambientais sensíveis dentro da área urbana, sujeitas a avaliação contínua pelo Conselho Municipal do Plano Diretor (CMP). Nestes locais, somente usos institucionais de interesse coletivo e projetos especiais, como parques de lazer temáticos ou ecoturismo, são permitidos, bem como a construção de residências unifamiliares com, no máximo, dois pavimentos acima do nível da rua, visando à preservação da vegetação.

A Zona de Preservação (ZP) compreende áreas destinadas à preservação ambiental. Em circunstâncias excepcionais, com base em estudos de impacto ambiental, o Sistema de Gestão do Plano Diretor (SIGES) e o Conselho Municipal do Plano Diretor (CMP) podem avaliar a viabilidade de permitir ocupações exclusivamente residenciais unifamiliares ou a criação de parques nessas áreas.

A Zona Industrial (ZI) representa uma área designada para atividades industriais, em conformidade com leis específicas e regulamentos urbanísticos estabelecidos pelo CMP e pelo Conselho Municipal do Meio Ambiente (COMDEMA). Por fim, a Zona Rural

(ZR) abrange toda a área situada fora dos limites da zona urbana, com exceção das Áreas Especiais, as quais, localizadas fora do perímetro urbano, recebem tratamento diferenciado em consonância com seu desenvolvimento e preservação.

### 2.3 Quadro Institucional da Política e da Gestão dos Serviços de Saneamento Básico

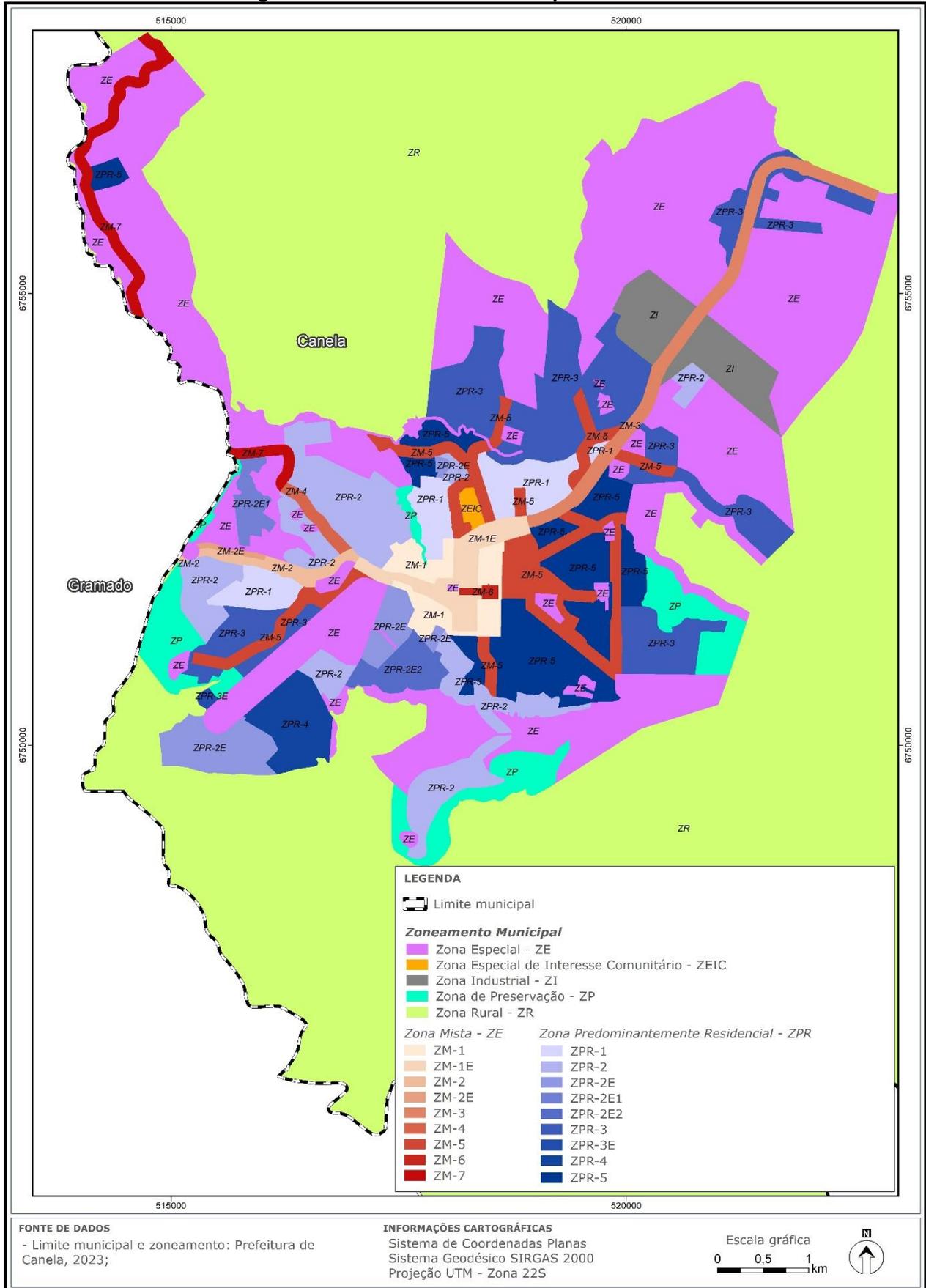
O quadro institucional da política e gestão dos serviços de saneamento básico refere-se à estrutura organizacional, legal e regulatória que orienta e coordena as atividades relacionadas ao saneamento básico em um determinado local. Isso envolve o fornecimento de serviços como abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, manejo de resíduos sólidos e drenagem urbana.

**Quadro 5. Revisão do Quadro institucional.**

Revisão	Situação 2023
Município dispõe da política municipal de saneamento básico?	O município dispõe de legislação de aprovação do Plano de Saneamento e do Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.
Participa de algum consórcio público?	Sim, Consórcio Público de Saneamento da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos – Pró- Sinos.
Entidade de regulação instituída e atuante? Quais eram os prestadores de serviços?	Sim, (Abastecimento de água e esgoto), regulada pela AGESAN, Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento do Rio Grande do Sul
Cobrança pelos serviços?	Sim – Resíduos Sólidos com vínculo no IPTU. Tarifa abastecimento de água e esgoto.
Banco de dados ou sistema municipal de informação instituído?	Sim – <a href="https://canela.ctmgeo.com.br:10085/geoview/index.ctm">https://canela.ctmgeo.com.br:10085/geoview/index.ctm</a>
Quais canais de comunicação estavam disponíveis para a população?	Telefone da prefeitura.
Mecanismo ativo de controle social?	Não

Fonte: Garden Projetos (2024).

Figura 31. Zoneamento do município de Canela.



Elaboração Cartográfica: Garden Projetos (2024).

### 2.3.1 Apresentação da legislação e dos instrumentos legais que definem as políticas nacional, estadual e regional de saneamento básico

No Brasil, a legislação relacionada ao saneamento básico é abrangente e envolve diferentes níveis de governo, incluindo a esfera federal, estadual e municipal. Abaixo são destacados alguns dos principais instrumentos legais que definem as políticas de saneamento básico em níveis federal, estadual e regional.

#### 2.3.1.1 *Federal*

Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007 - Lei do Saneamento Básico: Esta lei estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e define os princípios, diretrizes e normas para a prestação dos serviços. Ela abrange abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. A Lei do Saneamento Básico também trata da participação do setor privado na prestação dos serviços.

Além disso, em 2020, foi aprovado o novo marco regulatório a Lei 14.026/2020 que objetiva é universalizar e qualificar a prestação dos serviços no setor até 2033.

#### 2.3.1.2 *Estadual*

Lei Estadual nº 12.032, de 19 de dezembro de 2003: A política de saneamento do Rio Grande do Sul é regida pela lei em questão, que serve como a principal base legal para todas as atividades relacionadas ao saneamento básico no estado. A lei nº 15.246/2019 definiu a responsabilidade da Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura por coordenar a política estadual de saneamento.

O Plano Estadual de Saneamento do Rio Grande do Sul (PLANESAN-RS), representa um componente crucial na formulação da Política Estadual de Saneamento. Seu propósito é definir orientações, estratégias e iniciativas para orientar a atuação da Administração Pública Estadual diante das necessidades no campo do saneamento básico. O objetivo primordial é criar um ambiente saudável, com impactos positivos significativos na qualidade de vida da população e na utilização sustentável dos recursos naturais.

### 2.3.1.3 Municipal

Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB): Os municípios são responsáveis pela elaboração de seus Planos Municipais de Saneamento Básico, em conformidade com a Lei Federal. Esses planos são instrumentos essenciais para o planejamento e a execução das ações no âmbito local, considerando as características específicas de cada município. Eles devem envolver a participação da comunidade e contemplar metas e prazos para a universalização dos serviços.

### 2.3.2 Mapeamento da gestão dos serviços de saneamento básico no município

O quadro a seguir trata-se do mapeamento da gestão de serviço do município de Canela.

**Quadro 6. Mapeamento da gestão dos serviços de saneamento básico no município.**

Organização dos Serviços	<sup>3</sup> AA	<sup>4</sup> ES	AP	<sup>5</sup> RS
Existe política municipal na forma de lei?	Não possui			
Existe um plano para os 4 serviços?	Sim, com a revisão o Plano Municipal de Saneamento Básico.			
Quem presta o serviço?	Companhia Riograndense de Saneamento - CORSAN	Companhia Riograndense de Saneamento - CORSAN	Município	Município
Existe contrato (*) firmado?	Sim	Sim	-	Sim
Qual o tipo de contrato?	Contrato de Programa por tempo determinado		-	Contrato por tempo determinado
Qual a área de cobertura do contrato?	Urbano	Urbano	-	Urbano e Rural
Existe a definição de metas de expansão?	Sim	Sim	Não	Não
O serviço é cobrado?	Sim	Sim	-	Sim, com o IPTU
	Tarifa	Tarifa		Taxa

<sup>3</sup> AA: Abastecimento de Água

<sup>4</sup> ES: Esgotamento Sanitário

<sup>5</sup> RS: Manejo de Resíduos Sólidos

Organização dos Serviços	<sup>3</sup> AA	<sup>4</sup> ES	AP	<sup>5</sup> RS
De que forma (taxa, tarifa, outro preço público)?				
Existe controle da qualidade da prestação dos serviços, em termos de regularidade, segurança e manutenção?	Município	Município	Município	Município
Quem define os parâmetros para esse controle?	Município	Município	Município	Município
Existe entidade de regulação instituída?	Sim		Município	Não
Quem fiscaliza os serviços prestados?	AGESAN		Município	Município
Existe participação social na gestão do saneamento?	Atualmente não.			
Ocorreu alguma conferência municipal?	Não			
Existe um conselho municipal que discute a pauta do saneamento?	Sim			

Fonte: Garden Projetos (2024).

### 2.3.3 Identificação junto aos municípios das possibilidades de consorciamento

*Inciso III, do Art. 19 da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010)*

Atualmente o município de Canela integra ao Consórcio Pró-Sinos, uma associação pública de natureza autárquica, integrante da administração indireta que obedece aos princípios da administração pública dispostos no Art. 37 da Constituição Federal do Brasil. A localização da sede do Consórcio Pró-Sinos é no município de Esteio. Os municípios consorciados são: Araricá, Cachoeirinha, Campo Bom, Canela, Canoas, Capela de Santana, Caraá, Dois Irmãos, Esteio, Gramado, Glorinha, Igrejinha, Ivoti, Nova Hartz, Nova Santa Rita, Novo Hamburgo, Parobé, Portão, Riozinho, Rolante, Santo Antônio da Patrulha, São Francisco de Paula, São Leopoldo, Sapiranga, Sapucaia do Sul e Três Coroas.

Desta forma, o consórcio possibilita desenvolver soluções consorciadas como Plano Municipal de Saneamento Básico e o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, considerando com critérios de economia de escala, a proximidade dos locais estabelecidos e as formas de prevenção dos riscos ambientais.

### **3. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA**

Este capítulo tem como objetivo realizar a caracterização dos elementos do meio físico no contexto do município de Canela. Serão explorados os aspectos climáticos, geológicos e pedológicos do território, bem como a análise do uso e ocupação da terra.

#### **3.1.1 Climatologia**

O estado do Rio Grande do Sul localiza-se nas zonas de latitudes consideradas médias, com tipos climáticos controlados por sistemas tropicais e polares. Segundo as classificações de Strahler e Trewartha, o clima do estado é definido como sendo de clima subtropical úmido ou, como define Köppen, clima temperado chuvoso e moderadamente quente (Tipo Cf). No estado do Rio Grande do Sul, o tipo de clima Cf se subdivide nos tipos “Cfa” e “Cfb” (Moreno, 1961). A variedade Cfa caracteriza-se por apresentar chuvas durante todos os meses do ano, temperaturas superiores a 22°C nos meses mais quentes e superiores a 3°C nos meses mais frios.

Já, a variedade Cfb diferencia-se da anterior por apresentar temperatura dos meses mais quentes inferiores a 22°C. Estas são definições mais abrangentes aplicáveis para tipos climáticos em escala global. Rossato, em estudo divulgado em 2011, aplicou distinções importantes dentro deste conjunto climático que, em um primeiro momento, pode parecer homogêneo, com chuvas bem distribuídas e temperaturas amenas. Os tipos climáticos identificados para o RS são os seguintes:

- Subtropical I – pouco úmido: Subtropical Ia – pouco úmido com inverno frio e verão fresco; e Subtropical Ib – pouco úmido com inverno frio e verão quente;
- Subtropical II – medianamente úmido com variação longitudinal das temperaturas médias;
- Subtropical III – úmido com variação longitudinal das temperaturas médias;

- Subtropical IV – muito úmido: Subtropical IVa – muito úmido com inverno fresco e verão quente; e subtropical IVb – muito úmido com inverno frio e verão fresco.

A região do município de Canela se insere na área de influência do Clima Subtropical IVb (Cfb, conforme tipos climáticos de Köppen), no Planalto/Escarpas Basálticas. Esta área sofre menor influência dos sistemas polares, porém com maior atuação dos sistemas tropicais marítimos fortemente conjugados com efeito do relevo-altitude. Nesta região as chuvas são abundantes e oscilam entre 1700-2000 mm anuais bem distribuídas em 130-150 dias. Mensalmente é a região com maior quantidade de dias chuvosos, totalizando em média 12-15 dias, podendo atingir, no mês de janeiro, 15-18 dias.

O volume mensal de precipitação, em grande parte do ano, fica em torno de 135-175 mm, podendo atingir 115-135 mm no mês mais seco (março) e 175-215 mm no mês mais chuvoso (outubro). A umidade relativa mensal é mais alta, em virtude do maior aporte de umidade e das temperaturas mais amenas, ficando em torno de 75-80% na maior parte do ano. A altitude faz com que esta seja a região com o conjunto de médias de temperaturas mais baixas do RS, com invernos frios e verões amenos. A temperatura média anual varia entre 14-17°C.

A temperatura média do mês mais frio oscila entre 8-14°C e a temperatura mínima média deste mesmo mês varia de 5-11°C. A temperatura média do mês mais quente varia de 23-29°C. Nesta área, as temperaturas mínimas absolutas no inverno já atingiram valores entre -7°C e -4°C e, no verão, as máximas absolutas oscilaram entre 35°C e 38°C.

As informações expostas neste estudo foram adquiridas com base em dados históricos (Normais Climatológicas) obtidos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. Foram utilizados dados referentes a estação meteorológicas instaladas na área do município de Caxias do Sul (Número de registro na Organização Meteorológica Mundial – OMM: 83942) por constituir a estação mais próxima e que contém a série de dados completa para geração das últimas normais climatológicas (1931-1960, 1961-1990 e 1981-2010) (Quadro 7).

**Quadro 7. Informações das estações climatológicas de referência de Canela.**

<b>Código OMM:</b>	A83942
<b>Aberta em:</b>	11/04/1912

<b>Latitude:</b>	-29.20°
<b>Longitude:</b>	- 51.19°
<b>Altitude:</b>	750 metros

Fonte: INMET (2024).

As regulamentações técnicas da Organização Meteorológica Mundial (OMM) definem Normais Climatológicas como valores médios calculados para um período relativamente longo e uniforme, compreendendo no mínimo três décadas consecutivas e padrões climatológicos normais, como médias de dados climatológicos, calculadas para períodos consecutivos de 30 anos, iniciando-se em 1º de janeiro de 1901 até 31 de dezembro de 1930, 1º de janeiro de 1931 até 31 de dezembro de 1960, etc. A última atualização das Normais corresponde ao período de 1981-2010 que veio substituir e complementar as variáveis meteorológicas de 1961-1990. Portanto, para o presente estudo, foram utilizados os dados disponibilizados para a última atualização das normais climatológicas da região de Caxias do Sul com abrangência até Canela – RS.

Assim, para este estudo foram obtidas as normais correspondentes às seguintes variáveis (Quadro 8):

- Temperatura média compensada (°C);
- Temperatura máxima (°C);
- Temperatura mínima (°C);
- Umidade relativa do ar compensada (%);
- Precipitação acumulada (mm);
- Evaporação média acumulada (evaporímetro de Piché) (mm);
- Insolação (h).

**Quadro 8. Informações gerais do clima de Canela.**

<b>Temperatura média compensada (°C):</b>	16,75
<b>Temperatura máxima média (°C):</b>	22,02
<b>Temperatura mínima média (°C):</b>	13,10
<b>Umidade relativa do ar compensada (%):</b>	78,12
<b>Precipitação média acumulada (mm/ano):</b>	1.802,7
<b>Evaporação média acumulada (mm/ano)</b>	1.029,3
<b>Insolação média (h/mês)</b>	167,67

Fonte: INMET (2021).

Além disso, Canela é dotada de cinco estações hidrometeorológicas, sendo que as principais são duas, identificadas pelos códigos 2,950,009 e 2,950,042. A primeira, sob o código 2,950,009, possui o nome de "CANELA" e é operada pela Companhia Estadual de Geração e Transmissão de Energia Elétrica (CEEE), também conhecida pela sigla CEEE. Esta estação é do tipo pluviométrica e sua responsabilidade é compartilhada com a operadora CEE.

A segunda estação, cujo código é 2,950,042 e também denominada "CANELA", é mantida pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), que é representado pela sigla INMET. Essa estação também é pluviométrica e não possui uma unidade operacional específica. No quadro a seguir, é apresentada a localização das estações pluviométricas do município de Canela.

**Quadro 9 . Levantamento da estrutura de monitoramento pluviométrico.**

<b>Código</b>	<b>Nome Estação</b>	<b>Tipo Estação</b>	<b>Localização</b>	<b>Responsável</b>	<b>Período de dados</b>
2950009	CANELA	Pluviométrica	Latitude -29.3667 Longitude -50.8	CEEE	1941 - 1978
2950022	PASSO DO LOURO	Pluviométrica	Latitude -29.3986 Longitude -50.7525	CEEE	1943 - 1958
2950039	UHE CANASTRA JUSANTE	Pluviométrica	Latitude -29.3936 Longitude -50.7475	CEEE	-
2950042	CANELA	Pluviométrica	Latitude -29.3333 Longitude -50.8	INMET	1975 - 1988
2950090	TRÊS COROAS_Brasil Raft Park	Pluviométrica	Latitude -29.4253 Longitude -50.7719	CEMADEN	-

*Fonte: Agência Nacional das Águas – Hidroweb.*

É relevante observar que dentre as cinco estações de monitoramento pluviométrico em Canela, nenhuma delas possui dados atualizados. Três dessas estações têm registros disponíveis apenas até a década de 1980, enquanto as outras duas não possuem dados registrados.

Um pluviômetro, ou sensor de precipitação, é um instrumento projetado para medir a quantidade de precipitação (chuva) em um determinado intervalo de tempo. A Organização Meteorológica Mundial (OMM) recomenda que o sensor de precipitação

atmosférica seja instalado em um local desobstruído, a uma distância mínima de quatro vezes a altura de quaisquer obstáculos. A área de captação da precipitação deve estar posicionada horizontalmente a uma altura de 1,5 metros. Geralmente, o local de instalação do pluviômetro é coberto por grama ou vegetação de baixo porte. Devido ao princípio de funcionamento da maioria dos sensores de precipitação, é preferível utilizar suportes robustos, como tubos de aço galvanizado.

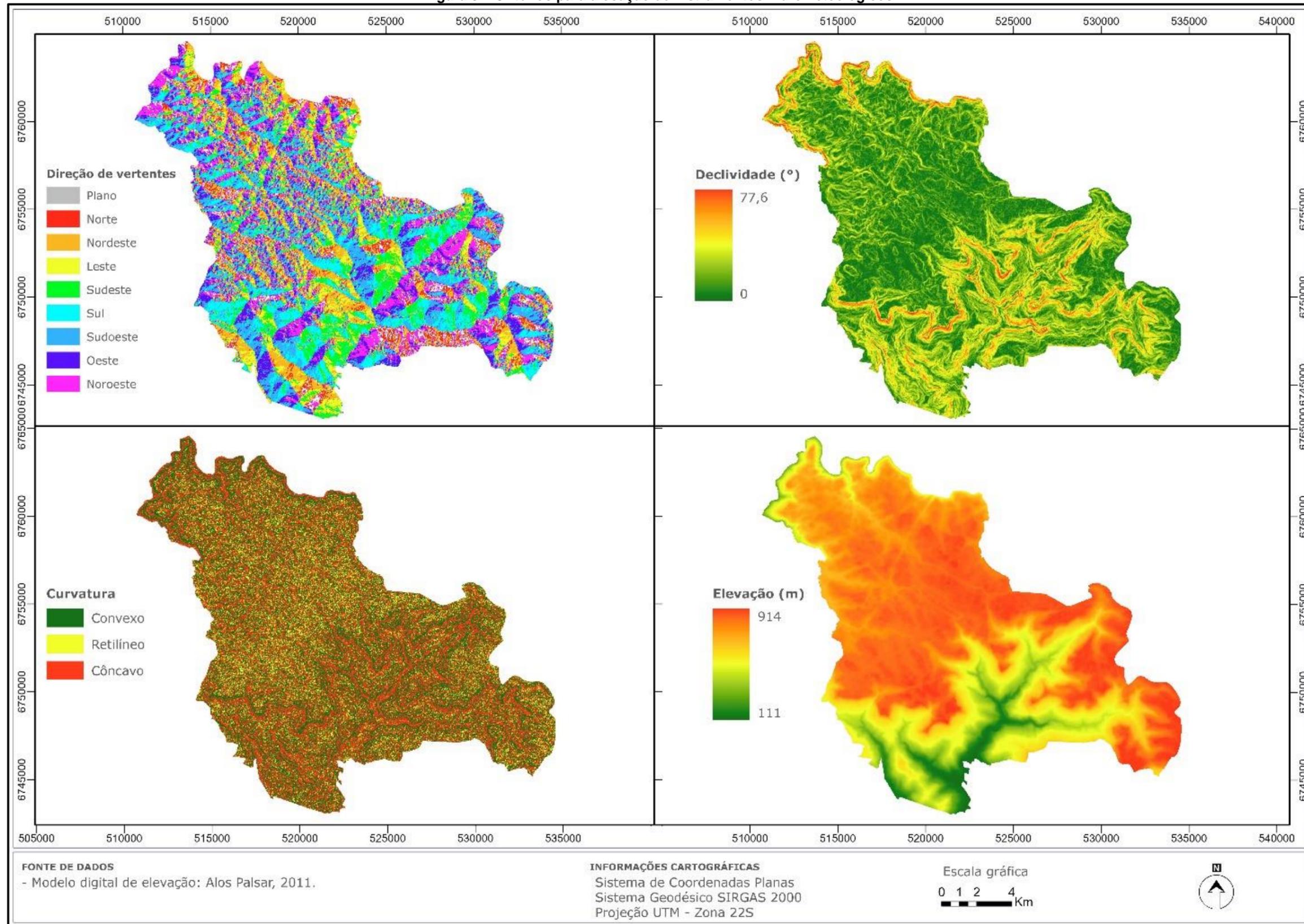
### *3.1.1.1 Determinação de áreas para instalação de instrumentos hidrometeorológicos*

Os instrumentos hidrometeorológicos são utilizados para coletar dados que possibilitam o estudo do clima e hidrologia de uma determinada região. Para identificar as melhores localizações para instalar esses instrumentos no município de Canela, adotou-se a metodologia proposta por Altoé e Coelho (2018). Estes autores empregaram dados do modelo digital de elevação para determinar as áreas mais adequadas para a implantação de estações fluviométricas, meteorológicas, tensiômetros e piezômetros.

Os critérios utilizados foram a declividade, a elevação altimétrica, a orientação das vertentes e a forma do terreno. Estes, são apresentados geoespacializados no município conforme mostra a Figura 32.

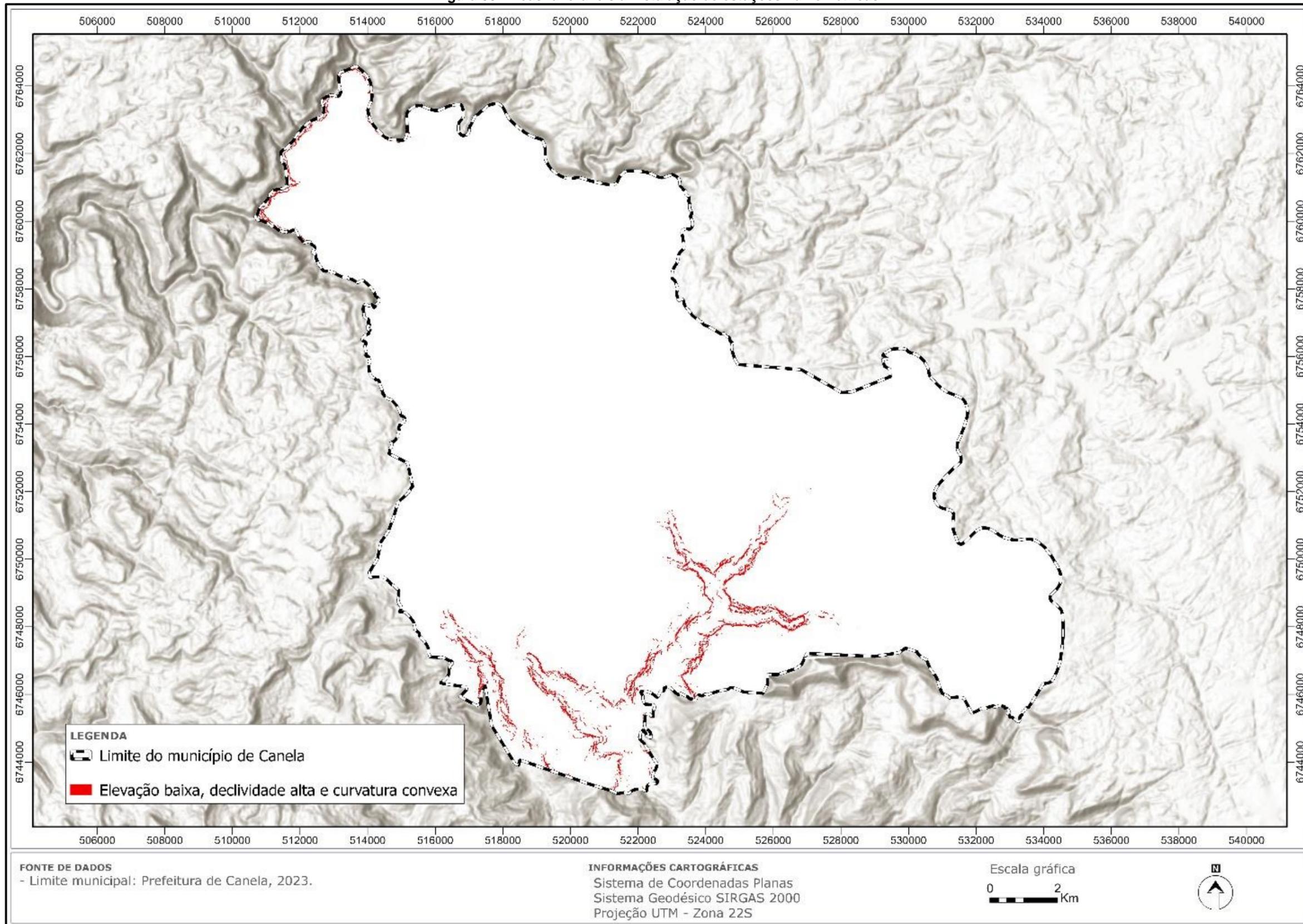
É conhecido que a estação fluviométrica deve ser instalada obrigatoriamente no curso d'água. No entanto, os critérios utilizados buscaram identificar ao longo do curso d'água, desde a nascente até a saída, seções transversais preferencialmente íngremes, estreitas e com curvatura convexa para facilitar a construção da barragem necessária para a estação. Além disso, os critérios também consideraram encontrar seções do curso d'água a jusante adequadas para instalação, caso seja necessário implantar mais de uma estação. Portanto os critérios considerados como favoráveis foram: elevação baixa, declividade alta e curvatura convexa, resultando em um mapa de áreas favoráveis conforme mostrado na Figura 33.

Figura 32. Critérios para alocação de instrumentos hidrometeorológicos.



Elaboração cartográfica: Garden Projetos (2024).

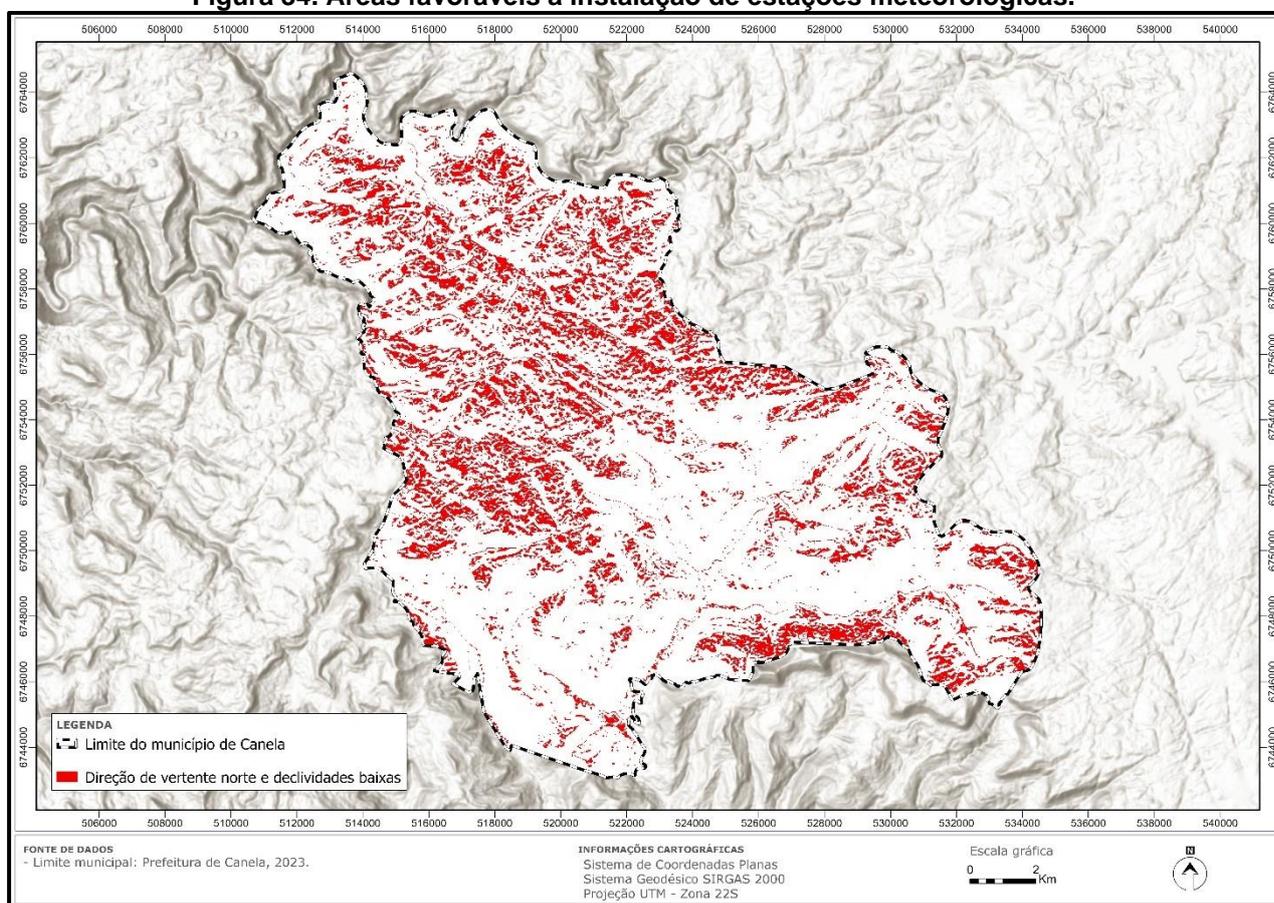
Figura 33. Áreas favoráveis a instalação de estações fluviométricas.



Elaboração cartográfica: Garden Projetos (2024).

No caso das estações meteorológicas ressalta-se a preferência por baixas declividades em função de favorecer a instalação, manutenção e acesso ao local, além de reduzir a ação de processos erosivos passíveis de comprometer o bom funcionamento do instrumento. Adicionalmente, a direção das vertentes desempenha um papel significativo, pois afeta a exposição solar sobre a superfície. Conforme observado por Hugget (1995), no hemisfério Sul, encostas voltadas para o Norte recebem mais luz solar do que as voltadas para o Sul. Portanto, vertentes orientadas para o Norte foram identificadas como mais propícias para a instalação de estações meteorológicas. A integração destes critérios resultou no mapa apresentado na Figura 34.

**Figura 34. Áreas favoráveis a instalação de estações meteorológicas.**

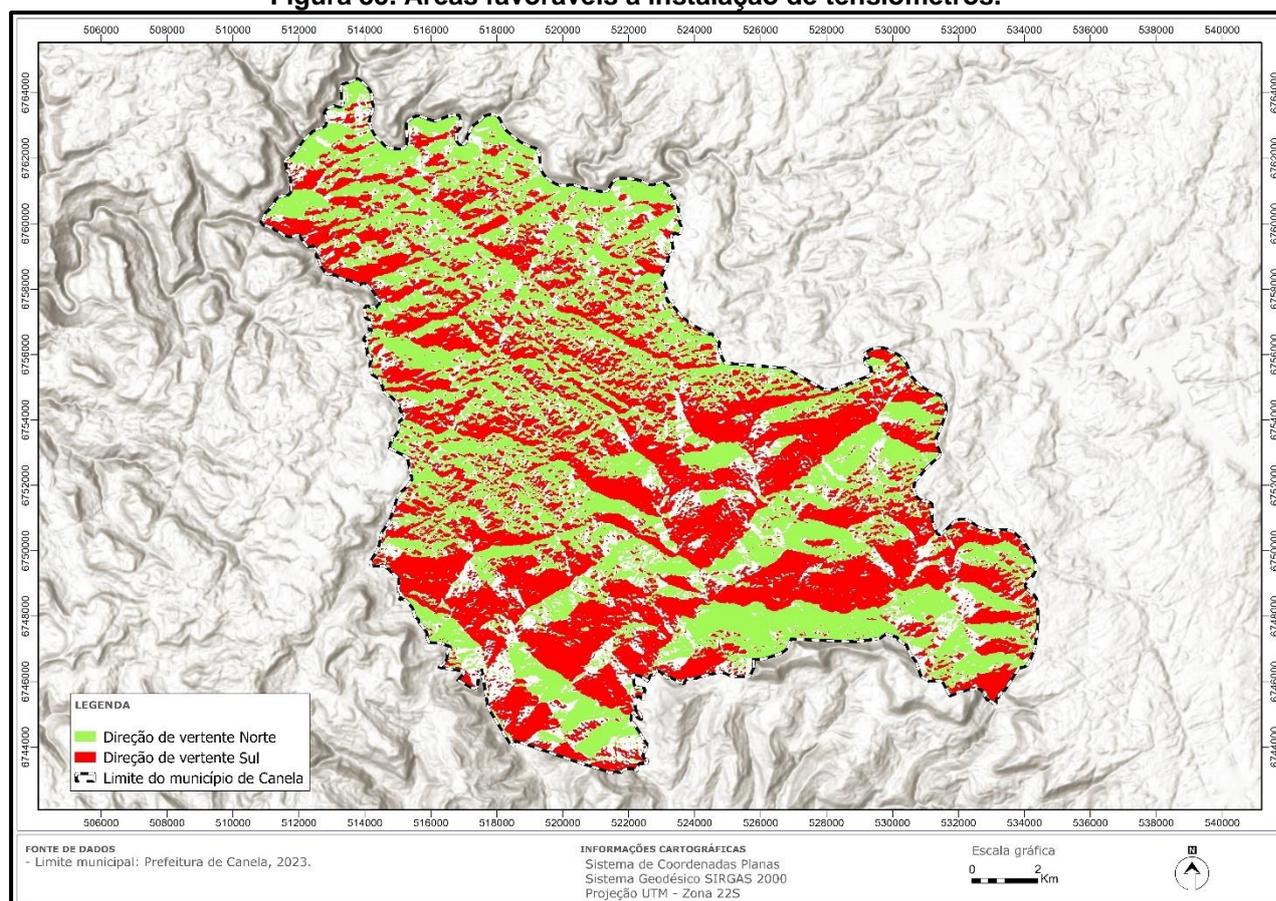


*Elaboração cartográfica: Garden Projetos (2024).*

Já os tensiômetros são importantes porque permitem monitorar a variação da umidade na superfície do solo, que resulta da entrada de água da chuva e da evapotranspiração. Segundo Oliveira et al. (1995), as encostas voltadas para o Sul possuem serapilheira em média 41,9% mais úmida que as voltadas para o norte. Além disso, esses autores ainda afirmam que a perda desta umidade também se dá muito

mais rápido nas encostas voltadas para o Norte, pois as voltadas para o sul retêm a umidade 1,6 vezes mais que a norte. Desta maneira, ressalta-se a importância da instalação de tensiômetros em ambas estas orientações de vertentes para verificação das duas situações destacadas. Desta forma, as áreas com orientações voltadas ao norte e sul foram agrupadas conforme mostra a Figura 35.

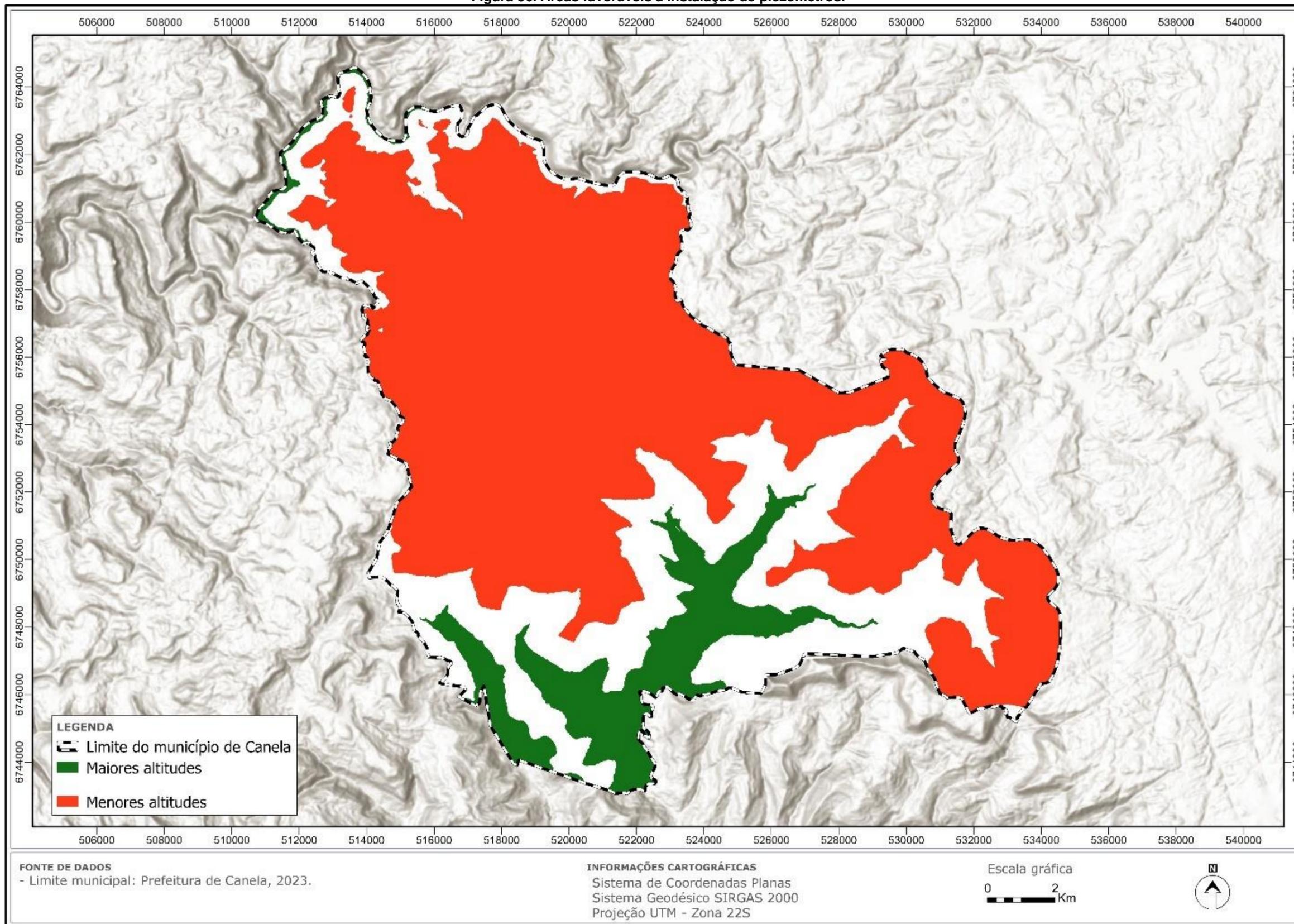
**Figura 35. Áreas favoráveis a instalação de tensiômetros.**



*Elaboração cartográfica: Garden Projetos (2024).*

Os piezômetros desempenham a função de monitorar o nível do lençol freático, permitindo acompanhar tanto sua recarga quanto seu esgotamento. Esse nível é influenciado pela topografia do terreno, seguindo sua elevação. Assim, foi decidido adotar critérios de alta ou baixa elevação na localização dos piezômetros, considerando a capacidade de interpolar faixas intermediárias. As áreas de menor e maior elevação foram separadas conforme mostra a Figura 36.

Figura 36. Áreas favoráveis a instalação de piezômetros.



Elaboração cartográfica: Garden Projetos (2024).

### 3.1.2 Geologia

Uma ampla porção da América do Sul, englobando áreas territoriais do Brasil, Uruguai, leste do Paraguai e norte da Argentina são recobertas por um extenso campo de derrames, rochas subvulcânicas e termos intrusivos. No território da Angola e na Namíbia, em província conhecida como Etendeka, na costa oeste do continente Africano, mesmo que em menores proporções, também ocorrem tais depósitos, que estariam todos relacionados à abertura do oceano Atlântico Sul, ocorrida durante o Período Cretáceo Inferior (ERLANK *et al.*, 1984; BELIENI *et al.*, 1984A) da Era Mesozóica (~145.0 – 66.0 Ma) (Figura 37).

Estudos sugerem a dimensão alcançada por este evento, principalmente quando levada em consideração a extensão alcançada pelas lavas, que recobriram aproximadamente  $2 \times 10^6$  km<sup>2</sup> no continente americano e  $8 \times 10^4$  km<sup>2</sup> no continente africano (ERLANK *et al.*, 1984; PEATE *et al.*, 1992). Esta extensão foi proposta através da análise de distribuição de enxames de diques, como por exemplo os encontrados ao longo da costa brasileira entre os estados de São Paulo e Rio de Janeiro, leste do Paraguai e na porção sul dos campos de lava da Namíbia (Província Etendeka). Estas estruturas são reconhecidas como os sistemas de alimentação do vulcanismo de *flood basalts* da PIPE (RAPOSO *et al.*, 1998; FLORISBAL *et al.*, 2014).

Hoje em dia, estes depósitos ígneos são conhecidos como Província Ígnea Paraná-Etendeka (PIPE), a qual preserva um volume de  $1 \times 10^6$  km<sup>3</sup> (CORDANI E VANDOROS, 1967), sendo considerada uma das maiores LIP's (Large Igneous Provinces) da história do Planeta.

Os termos extrusivos da província podem ser divididos entre “basálticos” e “riolíticos”, demonstrando uma tendência fortemente bimodal na geração dos produtos no magmatismo do Paraná-Etendeka. Cabe destacar, que mesmo apresentando bimodalidade, há um predomínio bastante extenso do primeiro tipo, onde calcula-se que aproximadamente 97% da pilha vulcânica gerada seja composta por basaltos toleíticos. Excelentes exposições destes produtos vulcânicos podem ser descritas nas escarpas do Grupo Serra Geral (GSG), no sul do Brasil. Serra Geral é o nome stratigráfico formal para as lavas da Província do Paraná, no Brasil. Em sua porção centro-norte, a pilha vulcânica do Serra Geral na bacia do Paraná, possui em média 700 metros de espessura, alcançando em seu mais espesso ponto 1.750 metros (PICCIRILLO e MELFI, 1988).

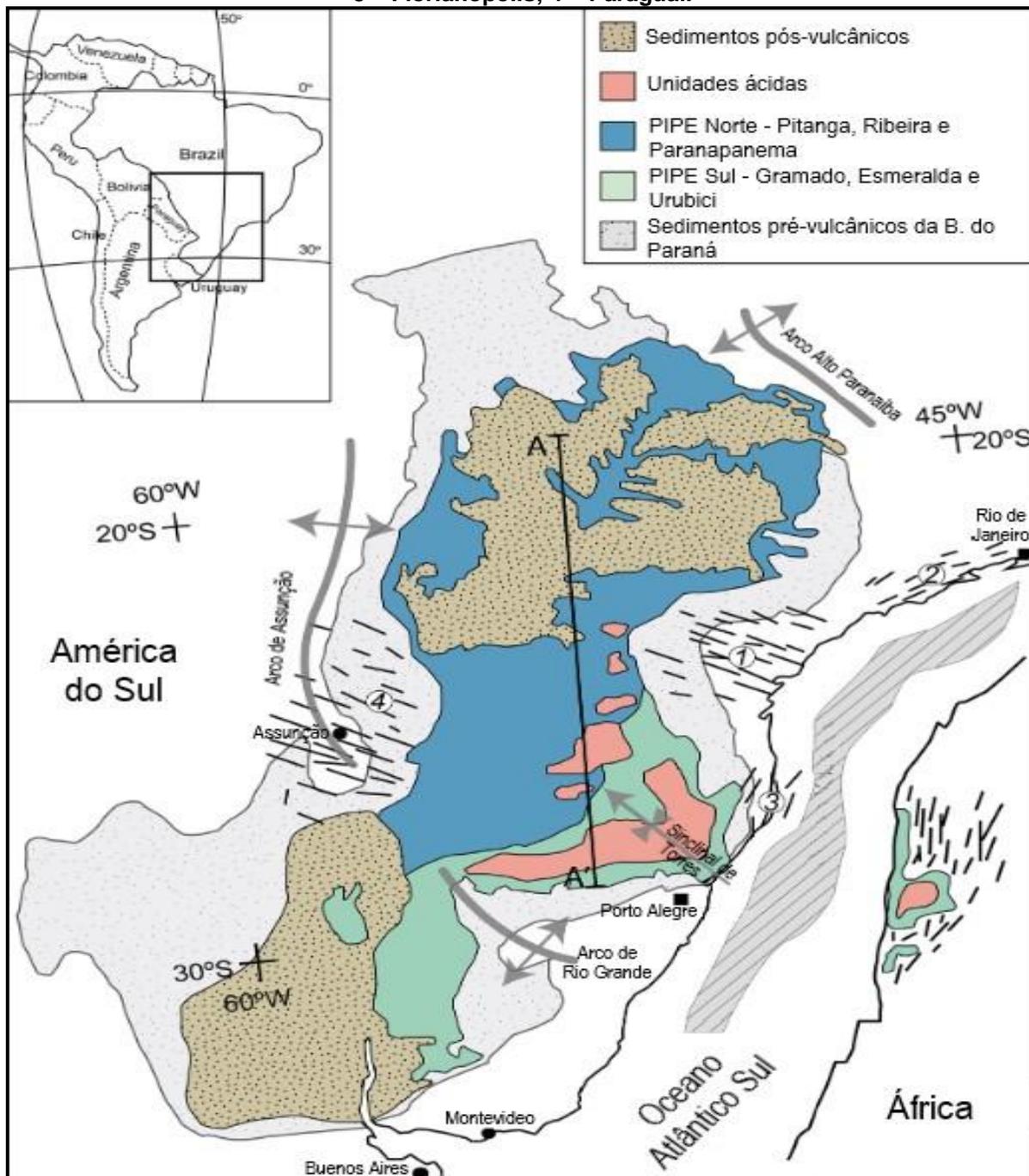
As rochas vulcânicas de composição básica (SiO<sub>2</sub> entre 45 e 52%) podem ser diferenciadas geoquimicamente em dois grupos utilizando-se seus conteúdos de TiO<sub>2</sub>.

Assim, consideram-se como “basaltos alto-TiO<sub>2</sub>” aqueles que apresentam conteúdo de TiO<sub>2</sub> superior a 2%, ao passo que os que contenham teores inferiores a 2%, são classificados como “basaltos baixo-TiO<sub>2</sub> (BELLIENI *et al.*, 1984B; MANTOVANI *et al.*, 1988). Em trabalho de 1992, Peat *et al.*, propôs a existência de um total de 6 tipos de magmas no Serra Geral, baseado na proporção entre os elementos titânio (Ti) e ítrio (Y), sendo estes: Paranapanema, Pitanga, Ribeira (porção norte, com Ti/Y > 300ppm) e Esmeralda, Gramado e Urubici (porção sul, com Ti/Y < 300ppm).

A estratigrafia dos depósitos da PIPE, na Bacia do Paraná, foi proposta com base na sucessão e distribuição regional dos tipos de magma. No sul da bacia predominam os magmas do tipo baixo-TiO<sub>2</sub>, com uma sucessão caracterizada pelos basaltos do tipo Gramado sendo sobrepostos pelos dacitos do tipo Palmas e riolitos. No topo desta sequência ocorrem basaltos do tipo Esmeralda (PEAT *et al.*, 1992; PEAT *et al.*, 1997; ROSSETTI *et al.*, 2017).

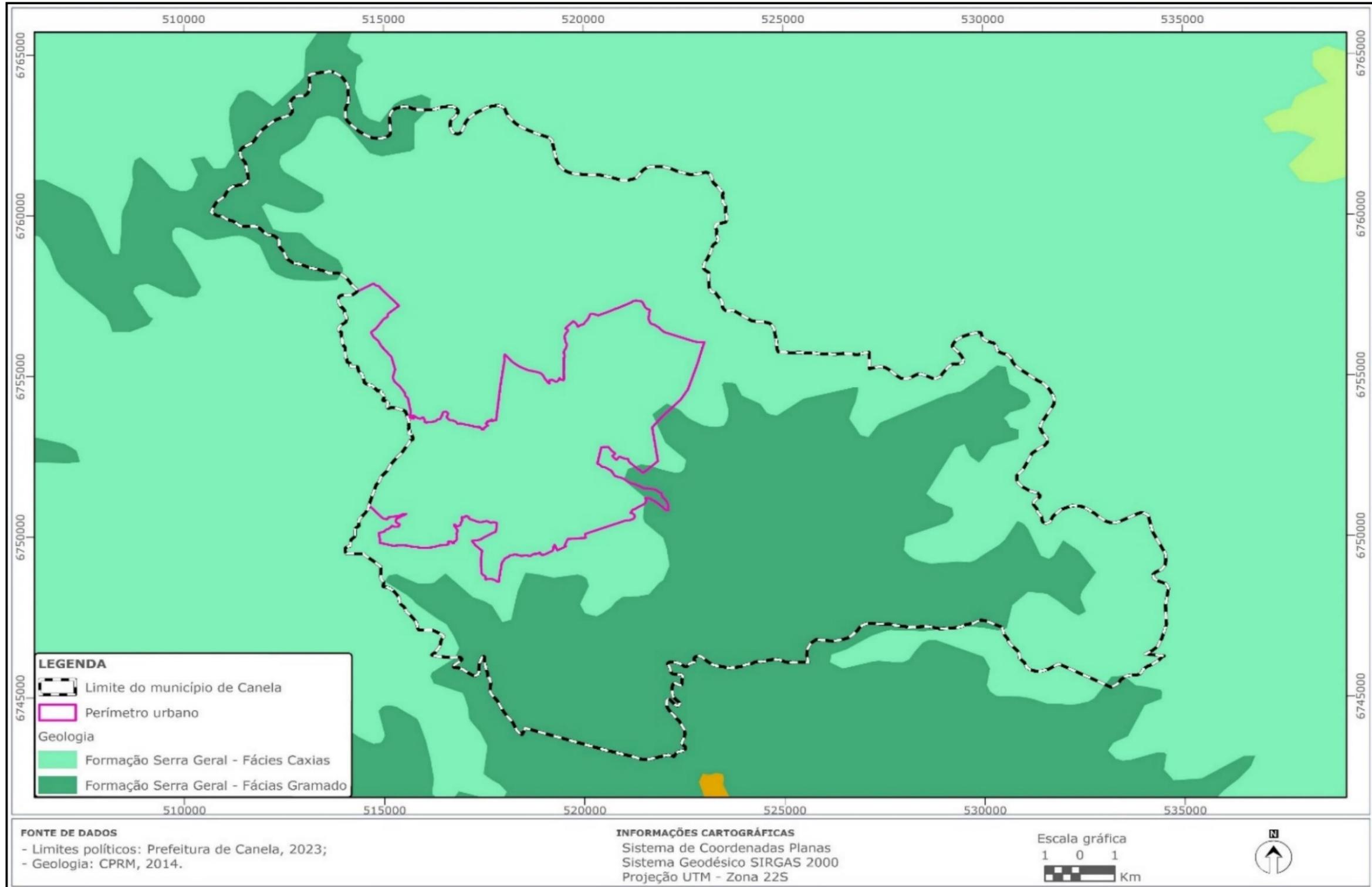
No limite norte desta porção austral da bacia, lavas alto-TiO<sub>2</sub>, do tipo Urubici, ocorrem na forma de pequena faixa, sendo contemporâneas e intercaladas com fluxos de lava do tipo Gramado (PEAT *et al.*, 1999). As lavas alto-TiO<sub>2</sub>, da porção norte da bacia, possuem ordem estratigráfica marcada pelos tipos Ribeira, Pitanga e Paranapanema (PEATE, 1997), que recobrem as lavas baixo-TiO<sub>2</sub> para norte e oeste.

Figura 37. A) Distribuição dos produtos ígneos formadores da Província Ígnea Paraná-Etendeka (PIPE). Numerais representam Enxames de Diques: 1 – Ponta Grossa; 2 – Santos/Rio de Janeiro; 3 – Florianópolis; 4 – Paraguai.



Fonte: Extraído e modificado de Rossetti et al. (2017).

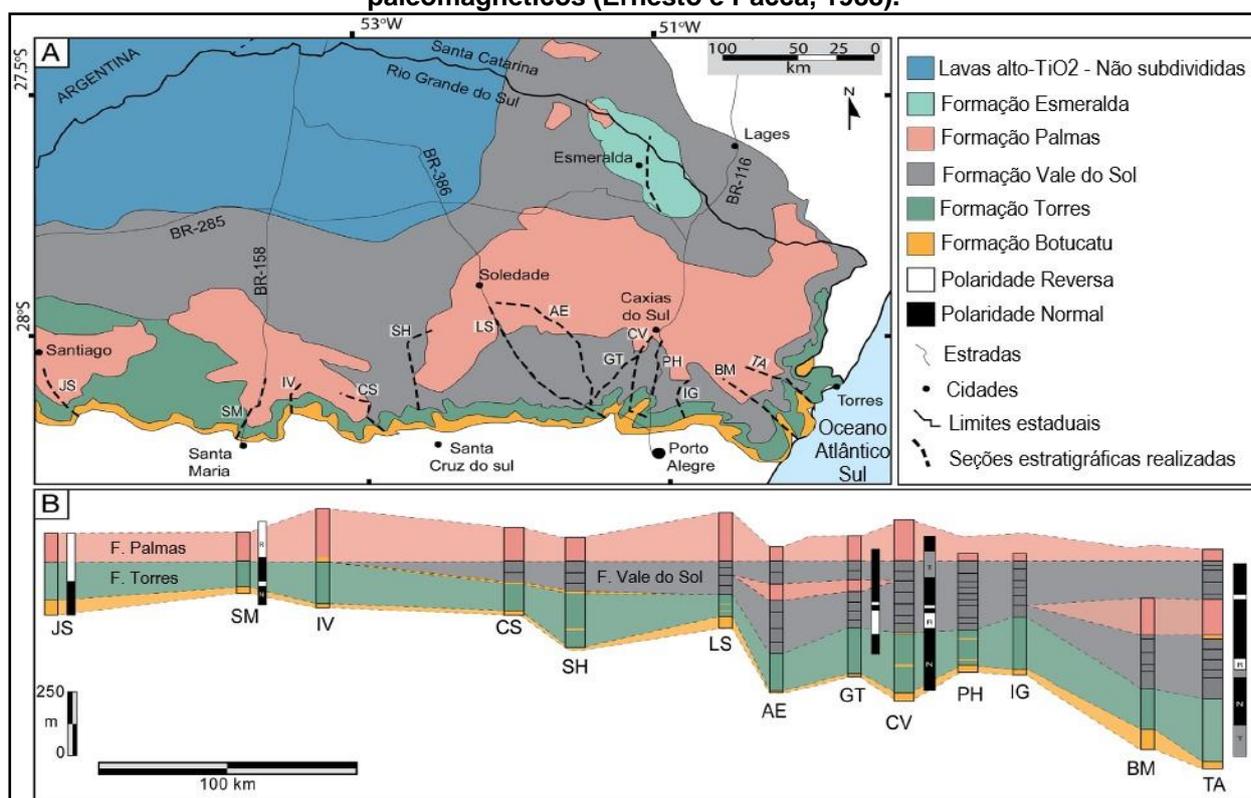
Figura 38. Geologia Geral.



Elaboração cartográfica: Garden Projetos (2024).

No sul do Brasil, a pilha vulcânica do SG alcança aproximadamente 1.000 metros de espessura com pacotes de lavas heterogêneas depositadas sobre os depósitos areníticos da Formação Botucatu. que foram subdividas em 4 formações: Torres, Vale do Sol, Palmas e Esmeralda (Figura 39). Estas unidades diferem em sua arquitetura, estruturação interna dos campos de derrames, texturas e composição (ROSSETTI *ET AL.*, 2017).

**Figura 39. A) PIPE no Rio Grande do Sul. B) Estratigrafia das lavas e correlação de dados paleomagnéticos (Ernesto e Pacca, 1988).**



Fonte: Rossetti et al. (2017).

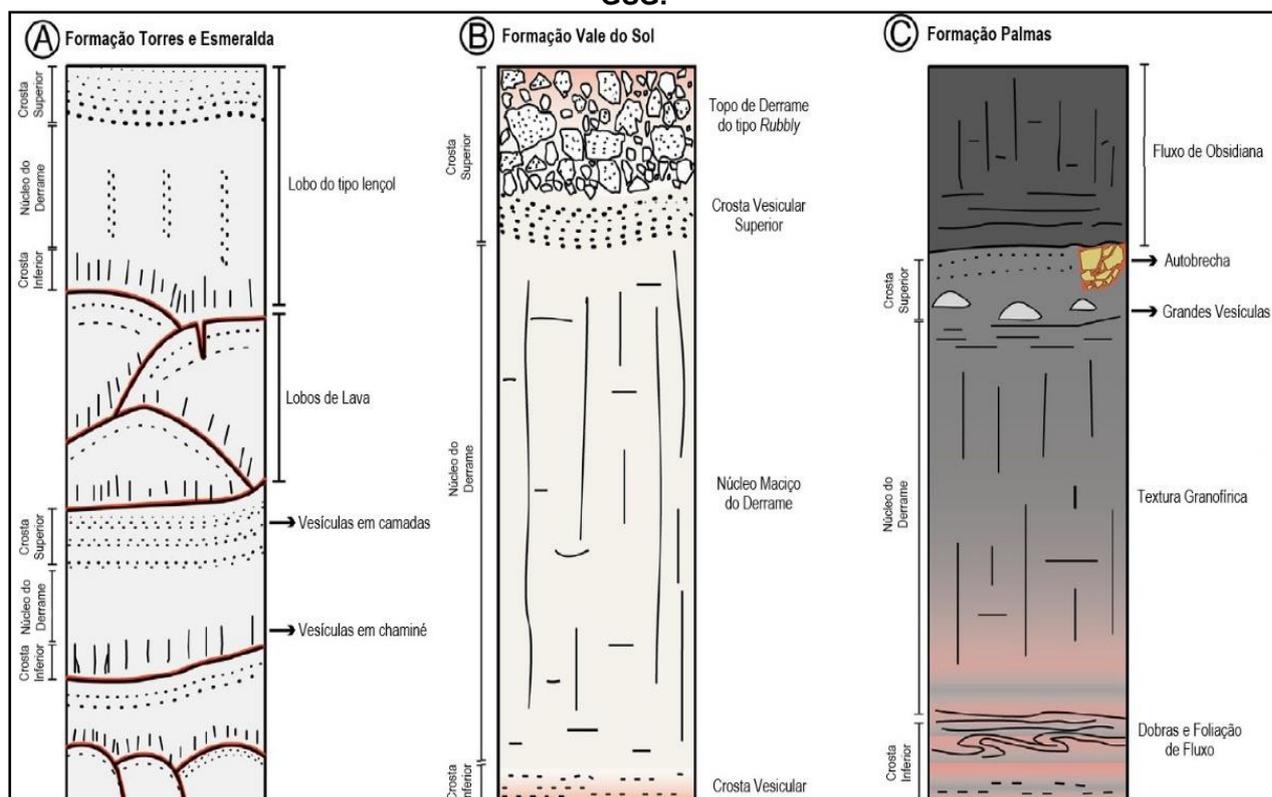
- Formação Torres (FT) → representa a formação mais primitiva geoquimicamente, sendo nomeada desta forma por conta das exposições localizadas nas falésias das praias de Torres, no litoral do Rio Grande do Sul. Esta formação compõe a porção basal da sucessão vulcânica no sul da área mapeada. Seu limite inferior com os arenitos Botucatu são bem marcados e controlados pela topografia dos campos de paleodunas. São identificáveis marcas em corda (*ripple marks*) e de deformação da superfície das dunas pela passagem das lavas, além de texturas resultantes da interação entre lava-sedimentos, como peperitos (JERRAM

& STOLLHOFEN, 2002; PETRY *et al.*, 2007; WAICHEL *et al.*, 2008). A estruturação típica dos lobos desta formação possui estruturação típica formada por: 1. Crosta inferior com vesículas em chaminé (*pipe vesicles*); 2. Núcleo maciço com estruturas de segregação como cilindros de vesículas e níveis de vesículas e; 3. Crosta superior vesicular com gradual decréscimo dos tamanhos das vesículas em direção ao topo. Podem ser descritas lentes de arenito entre os lobos da formação, resultado da deposição de areias em ambiente desértico em períodos de diminuição da atividade magmática.

- Formação Vale do Sol (FVS) → caracterizada pela estruturação de fluxos de lava em lençol com morfologia *rubbly pahoehoe* com, em média, 35-45 metros de espessura. Foram mapeados aproximadamente 11 derrames que compõem esta formação, onde há um gradual decréscimo para oeste/sudoeste, em direção aos limites da bacia. O contato da FVS com a FT é do tipo não erosivo, bem marcado, comumente marcado pela presença de um pacote arenítico. Estes pacotes podem estar fortemente silicificados e ricos em zeolita em algumas áreas, demonstrando uma alteração pós deposicional. Estas superfícies representam um marco regional para a estratigrafia interna do vulcanismo, demonstrando uma mudança no tipo de arquitetura e morfologia aliada a uma mudança na composição química, variando de lavas basálticos mais primitivas da FT para termos mais evoluídos na forma dos basaltos andesíticos a FVS. Estas lavas podem ter sua estruturação interna subdividida em quatro partes: 1. Base suavemente vesicular; 2. Núcleo de derrame maciço, afanítico e com juntas irregulares; 3. Crosta superior vesicular e; 4. Topo fragmentado típico de lavas *rubbly* (ROSSETTI *et al.*, 2017). A superfície destes derrames é bastante irregular, formando geometrias irregulares com espessuras típicas variando entre 3 e 7 metros. A preservação de rochas sedimentares ocorre apenas entre os espaços gerados na superfície brechada das lavas.
- Formação Palmas (FP) → agrupa rochas ácidas ocorrentes no sul do PIPE. São fluxos tabulares, domos de lava e sistemas complexos de condutos vulcânicos. Esta formação ocorre em porções superior da pilha vulcânica, estando intercalada com a FVS localmente. A área ocupada

pelas unidades ácidas do GSG gira em torno de 64.000 km<sup>2</sup>, com volume de 15.300 km<sup>3</sup>, sendo que destes a Formação Palmas representa 95% da área e 80% do volume (NARDY *ET AL.*, 2008). As rochas tipo Palmas são descritas como dacitos geralmente afíricos a pobremente porfiríticos, podendo ocorrerem riolitos associados aos basaltos baixo-TiO<sub>2</sub> (BELLIENI *et al.*, 1986). Através de critérios geoquímicos, estas rochas puderam ser subdivididas em cinco tipos: 1. Caxias do Sul; 2. Santa Maria; 3. Anita Garibaldi; 4. Jacuí e; 5. Clevelândia (PEATE *et al.*, 1992; NARDY *et al.*, 2008). Estas unidades ácidas recobrem as lavas da FVS na maior parte das áreas do GSG, especialmente na porção central e leste, ao passo que no Oeste podem ocorrer variações com campos de derrames do tipo *pahoehoe*.

**Figura 40. Seções esquemáticas dos campos de derrames da Província Ígnea Paraná-Etendeka no GSG.**



Fonte: Extraído e modificado de Rossetti *et al.* (2017).

### 3.1.3 Pedologia

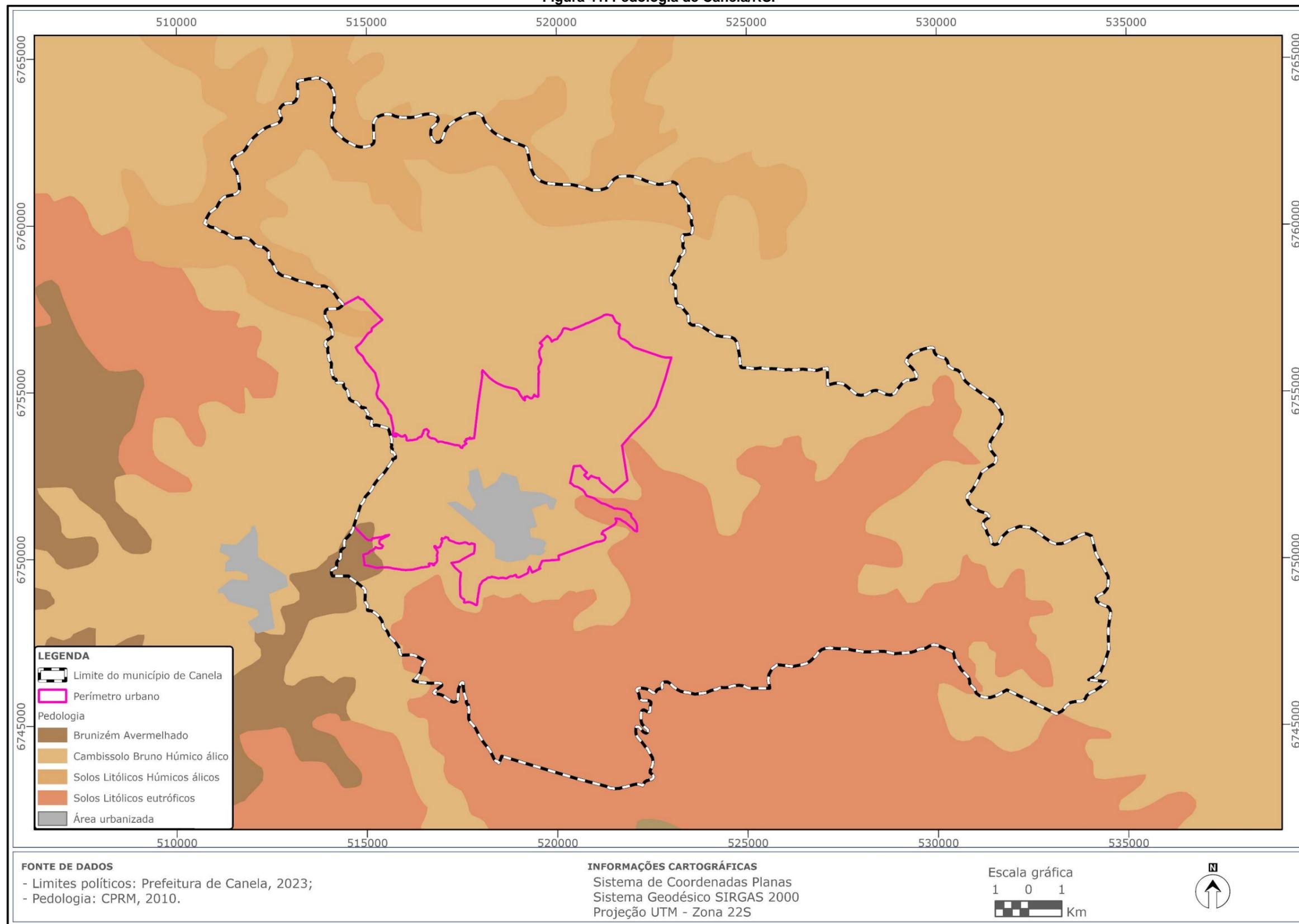
O Estado do Rio Grande do Sul é caracterizado por cinco grandes regiões fisiográficas, cada uma moldada por características geomorfológicas e climáticas específicas, as quais influenciam a formação e a distribuição dos solos no estado. Dentro desse contexto, o município de Canela está localizado na região fisiográfica do Planalto Meridional. No território canelense, encontram-se solos classificados em duas unidades distintas de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS): a Unidade Bom Jesus e a Unidade Caxias.

A unidade Bom Jesus apresenta Cambissolos Húmicos Alumínicos, que são caracterizados por solos predominantemente profundos, moderadamente drenados, com cores bruno escuras a bruno avermelhadas, argilosos, friáveis e desenvolvidos a partir de rochas eruptivas básicas (basalto), em relevo ondulado e forte ondulado. São solos fortemente ácidos, com saturação por bases baixa (V% inferior a 15%) e soma de bases baixa e teores altos de alumínio trocável e matéria orgânica. Apresentam sequência de horizontes A, Bi e C. A principal limitação deste tipo de solo é a fertilidade natural que é baixa, sendo pobres em nutrientes disponíveis e também com acidez e alumínio trocável bastante elevados. Para serem cultivados, além das práticas normais de preparo do solo e controle a erosão, requerem adubações e calagens. Desta maneira, sua utilização mais intensiva é para pastagem. Podem ser também utilizados em reflorestamentos, especialmente com espécies nativas como a araucária.

Já a unidade Caxias apresenta Neossolos Regolíticos Distróficos, sendo rasos a pouco profundos, bem drenados, de coloração escura, friáveis e desenvolvidos a partir de rochas vulcânicas. São ácidos e com saturação e soma de bases baixa a média, apresentando teores elevados de alumínio trocável. A sequência de horizontes é variável, podendo ser A, Cr, R (Neossolos Regolíticos) ou A, R (Neossolos Litólicos). Ocorrem em relevo forte ondulado. A principal limitação destes solos diz respeito a mecanização, pois ocorrem em relevo forte ondulado, sendo também rasos e pedregosos. Também, a fertilidade natural é baixa, sendo solos fortemente ácidos, com elevados teores de alumínio trocável e, normalmente pobres em nutrientes disponíveis. Por estes motivos são solos aptos para a preservação ambiental. Apenas em áreas menos declivosas poderiam ser cultivados com culturas perenes, fruticultura ou mesmo reflorestamento, demandando correções da acidez e adubação adequadas. Também exigem práticas intensivas de controle e erosão.

Na Figura 41 é apresentado a distribuição dos solos no município de Canela.

Figura 41. Pedologia de Canela/RS.



Elaboração cartográfica: Garden Projetos (2024).

### 3.1.4 Hidrogeologia

O município de Canela está inserido inteiramente dentro do contexto hidrogeológico do Sistema aquífero Serra Geral (SASG). O SASG é caracterizado pela presença de aquíferos fraturados, que exibem características de serem heterogêneos, descontínuos e fortemente anisotrópicos (Mobus, 1987; Reginato e Strieder, 2004), portanto, apresenta parâmetros hidrodinâmicos variáveis.

A porosidade primária neste aquífero é representada por fraturas nas rochas, e de acordo com Lastoria et al. (2006), as principais estruturas e características que influenciam o fluxo e o armazenamento no SASG estão associadas a juntas e fraturas horizontais no contato entre os derrames vulcânicos.

A capacidade específica do SASG geralmente é inferior a 0,5 m<sup>3</sup>/h/m, embora em regiões mais fraturadas, valores superiores a 2 m<sup>3</sup>/h/m tenham sido relatados. Já a vazão dos poços perfurados varia de média a baixa (Machado & De Freitas, 2005). Nos poços estudados por De Vargas et al. (2018) os quais encontram-se em diversos municípios onde o SASG ocorre (incluindo Canela), 71% apresentaram vazão abaixo de 10 m<sup>3</sup>/h, 18% entre 10 e 20 m<sup>3</sup>/h e 11% acima de 20 m<sup>3</sup>/h.

Quanto a hidrogeoquímica, Reginato et al. (2010) afirmam que as águas do SASG são principalmente bicarbonatadas cálcicas ou magnesianas representando a composição química das rochas vulcânicas que formam o sistema aquífero, sendo que a fonte original dos elementos cálcio, magnésio e sódio está associada a alteração dos silicatos presentes nessas rochas. Conforme Lisboa (1996), o SASG tende a apresentar uma relação onde o Ca>Mg>Na e um enriquecimento de cálcio e magnésio do topo (rochas ácidas) para a base (rochas básicas) do pacote de rochas vulcânicas.

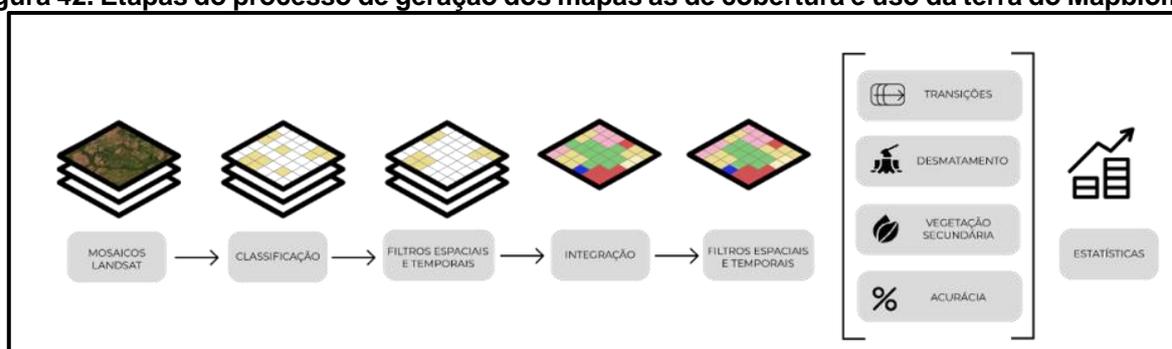
### 3.1.5 Caracterização do Uso e Ocupação da Terra e Cobertura Vegetal

O mapeamento do uso e cobertura do solo fornece dados cruciais para o planejamento urbano e territorial. Essas informações permitem identificar áreas adequadas para o desenvolvimento urbano, conservação de espaços verdes, implantação de infraestrutura e formulação de políticas voltadas ao crescimento sustentável. Além disso, tal mapeamento auxilia no acompanhamento de mudanças ambientais, como desmatamento, expansão urbana, atividades agrícolas e variações climáticas. O entendimento das dinâmicas de ocupação e uso da terra é condição básica para estabelecer estratégias de planejamento, de forma a identificar, prevenir ou mitigar

conflitos da relação sociedade-natureza, e colocar em prática a legislação vigente (SILVEIRA, 2019).

Para caracterizar e mapear o uso e cobertura do solo no município de Canela, foram empregados dados da plataforma Mapbiomas. Essa plataforma é especializada na elaboração de mapas que abordam essa temática, utilizando uma abordagem de classificação pixel a pixel de imagens dos satélites Landsat. Tal processo é feito com extensivos algoritmos de aprendizagem de máquina (*machine learning*) através da plataforma Google Earth Engine. A Figura 42 abaixo ilustra as etapas principais do processo de geração dos mapas anuais de cobertura e uso da terra do MapBiomas.

Figura 42. Etapas do processo de geração dos mapas as de cobertura e uso da terra do Mapbiomas.



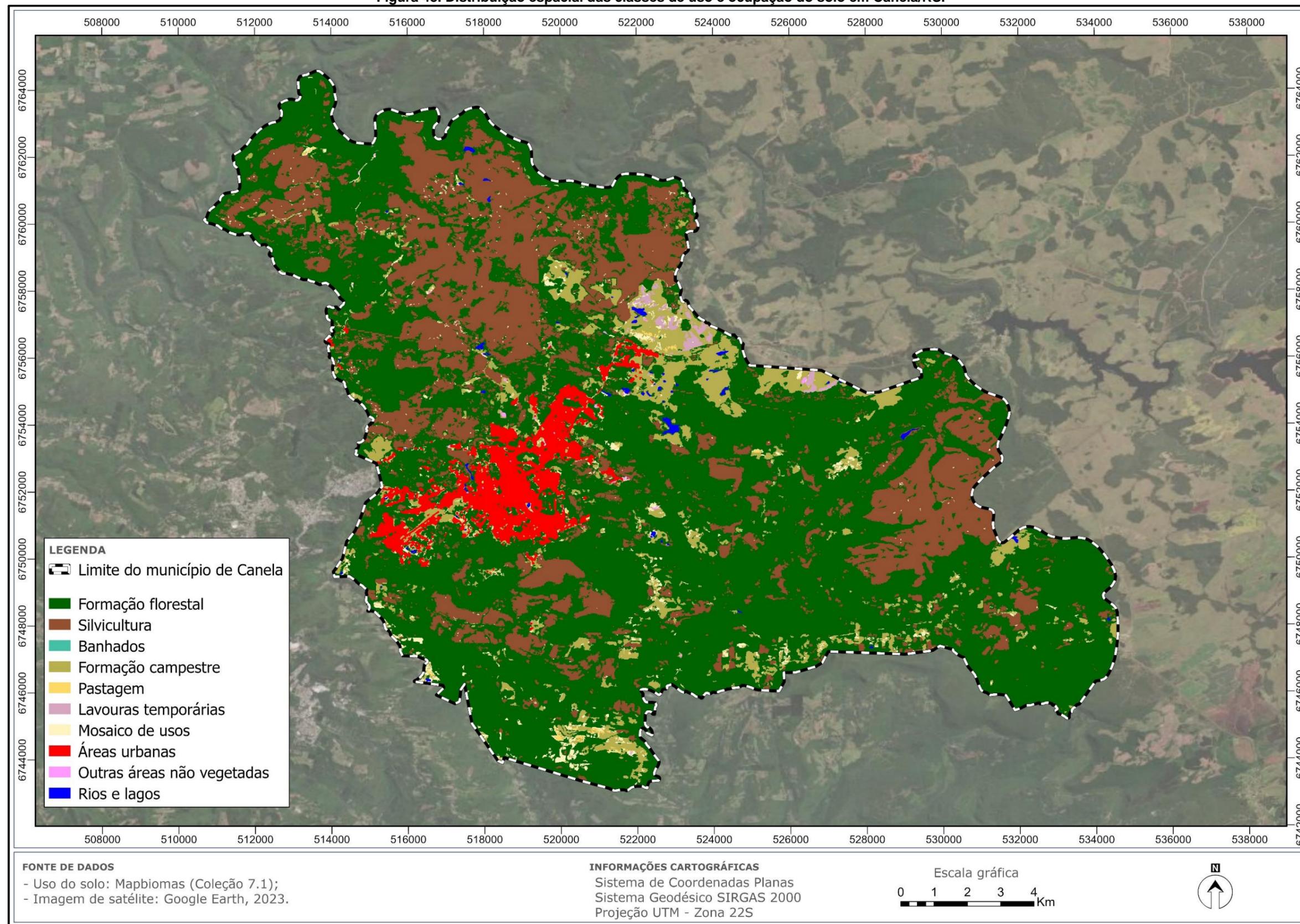
Fonte: Mapbiomas (2024).

Os dados revelaram a presença de 10 classes distintas de uso e ocupação do solo no município de Canela. A distribuição percentual dessas classes pelo território municipal está detalhada na Quadro 10. A distribuição espacial pode ser vista na Figura 43.

Quadro 10. Distribuição percentual das classes no município de Canela/RS.

Classe	Percentual (%)
Formação florestal	62,953
Silvicultura	24,226
Banhados	0,001
Formação campestre	6,601
Pastagem	0,150
Lavouras temporárias	0,338
Mosaico de usos	1,321
Área urbana	4,072
Outras áreas não vegetadas	0,059
Rios e lagos	0,278

Figura 43. Distribuição espacial das classes de uso e ocupação do solo em Canela/RS.



Elaboração cartográfica: Garden Projetos (2024).

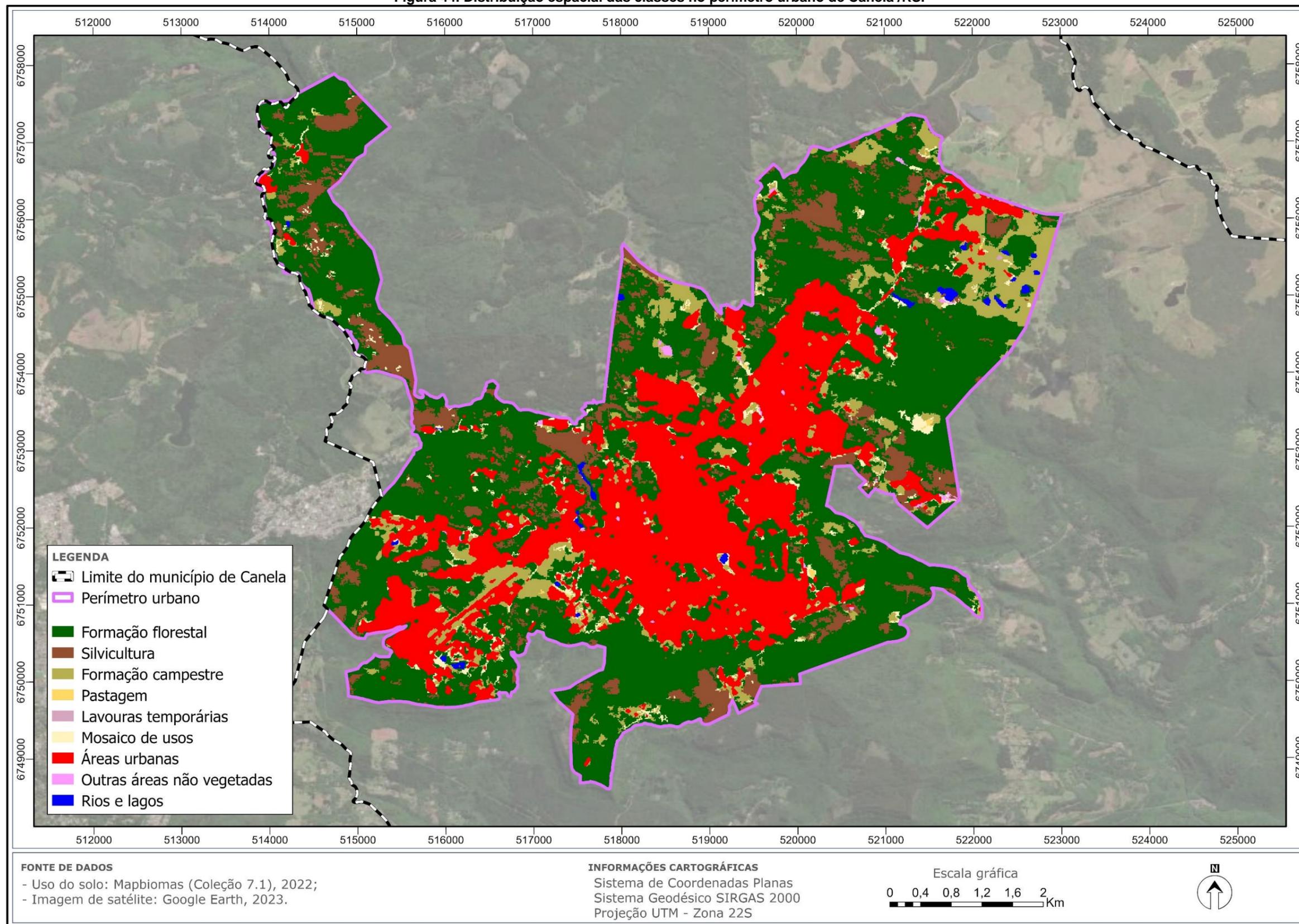
Segmentando a área para o perímetro urbano em específico, percebe-se que o algoritmo não identificou mais a classe Banhados. A redistribuição percentual das classes considerando o perímetro urbano de Canela fica conforme detalhado na Quadro 11. Da mesma forma, a distribuição espacial das classes considerando apenas o perímetro urbano pode ser vista na Figura 44.

**Quadro 11. Distribuição percentual das classes no perímetro urbano de Canela/RS.**

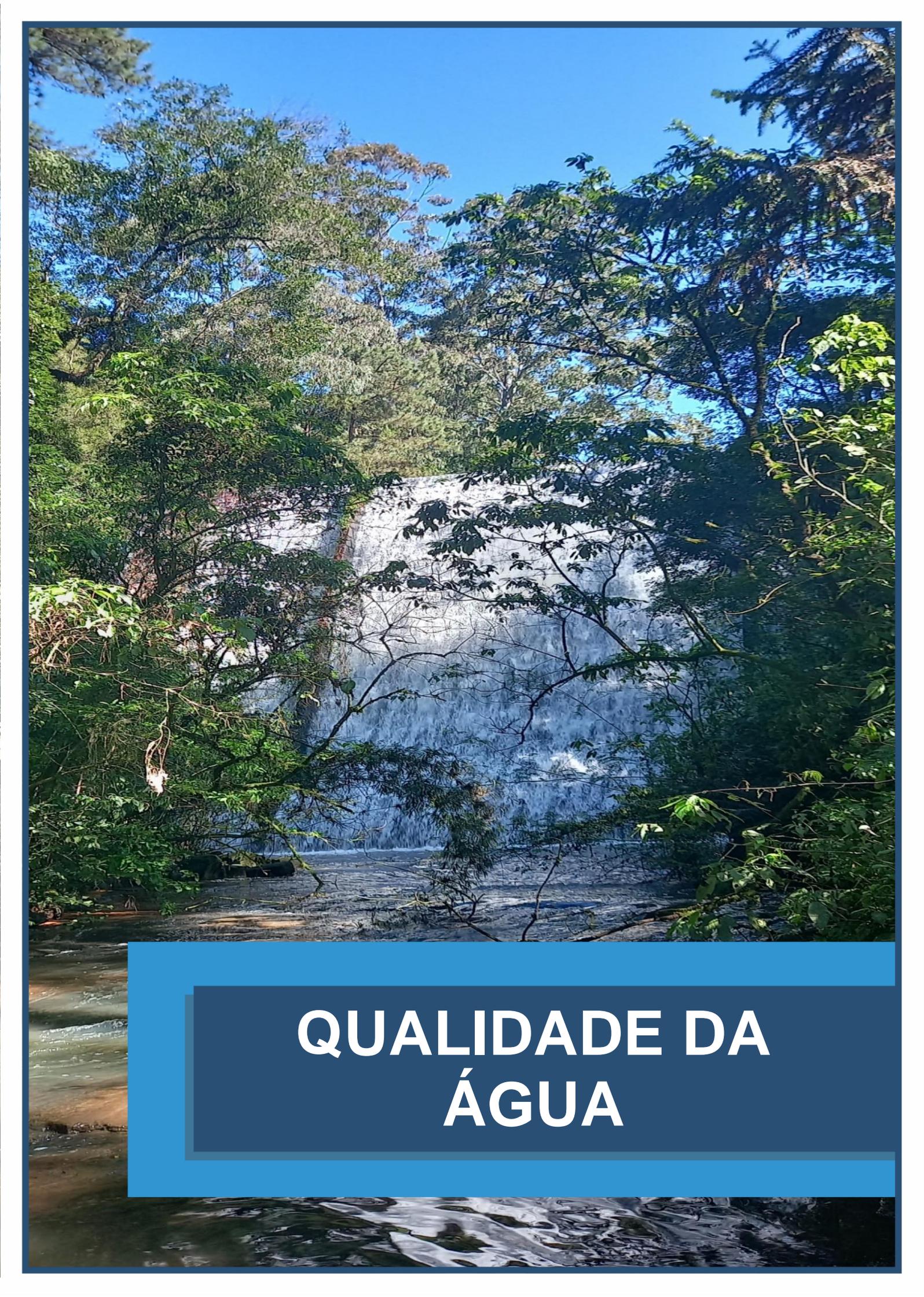
<b>Classe</b>	<b>Percentual (%)</b>
Formação florestal	53,14
Silvicultura	10,15
Formação campestre	8,28
Pastagem	0,11
Lavouras temporárias	0,01
Mosaico de usos	1,73
Área urbana	25,97
Outras áreas não vegetadas	0,22
Rios e lagos	0,40

Essa análise revela que a classe de Formação Florestal é predominante tanto no município como um todo quanto no perímetro urbano, indicando uma extensa cobertura de vegetação nativa em grande parte do território municipal. Esse cenário evidencia a relevância da preservação ambiental e a presença significativa de áreas naturais no município de Canela. A silvicultura representa mais de 24% do uso do solo, indicando uma área substancial destinada ao cultivo de florestas para fins comerciais, como plantações de árvores para produção de madeira. Já as áreas destinadas a lavouras temporárias e pastagens representam uma porcentagem muito baixa do uso do solo, indicando que a agricultura não é uma atividade dominante no município.

Figura 44. Distribuição espacial das classes no perímetro urbano de Canela /RS.



Elaboração cartográfica: Garden Projetos (2024).



# QUALIDADE DA ÁGUA

## 4. QUALIDADE DA ÁGUA

Neste tópico serão apresentadas as análises de qualidade da água do município de Canela.

### 4.1 Histórico de coletas e resultados das análises de qualidade da água

A localização dos pontos de coleta e os dados históricos das coletas foram disponibilizados pela prefeitura municipal para a avaliação comparativa dos resultados encontrados. Estas coletas foram realizadas nos anos de 2014, 2015 e 2017, que somados a análise de 2023 formam a base deste estudo. Devido as mudanças no entorno dos corpos hídricos ao longo dos anos, a urbanização da região, a dificuldade no acesso e a necessidade de avaliar novas áreas dentro do município, alguns dos pontos de coleta foram sendo alterados entre a realização das análises. Portanto, em apenas 50 dos 65 pontos avaliados foi possível fazer a comparação do histórico de qualidade da água, pois se mantiveram nas mesmas coordenadas.

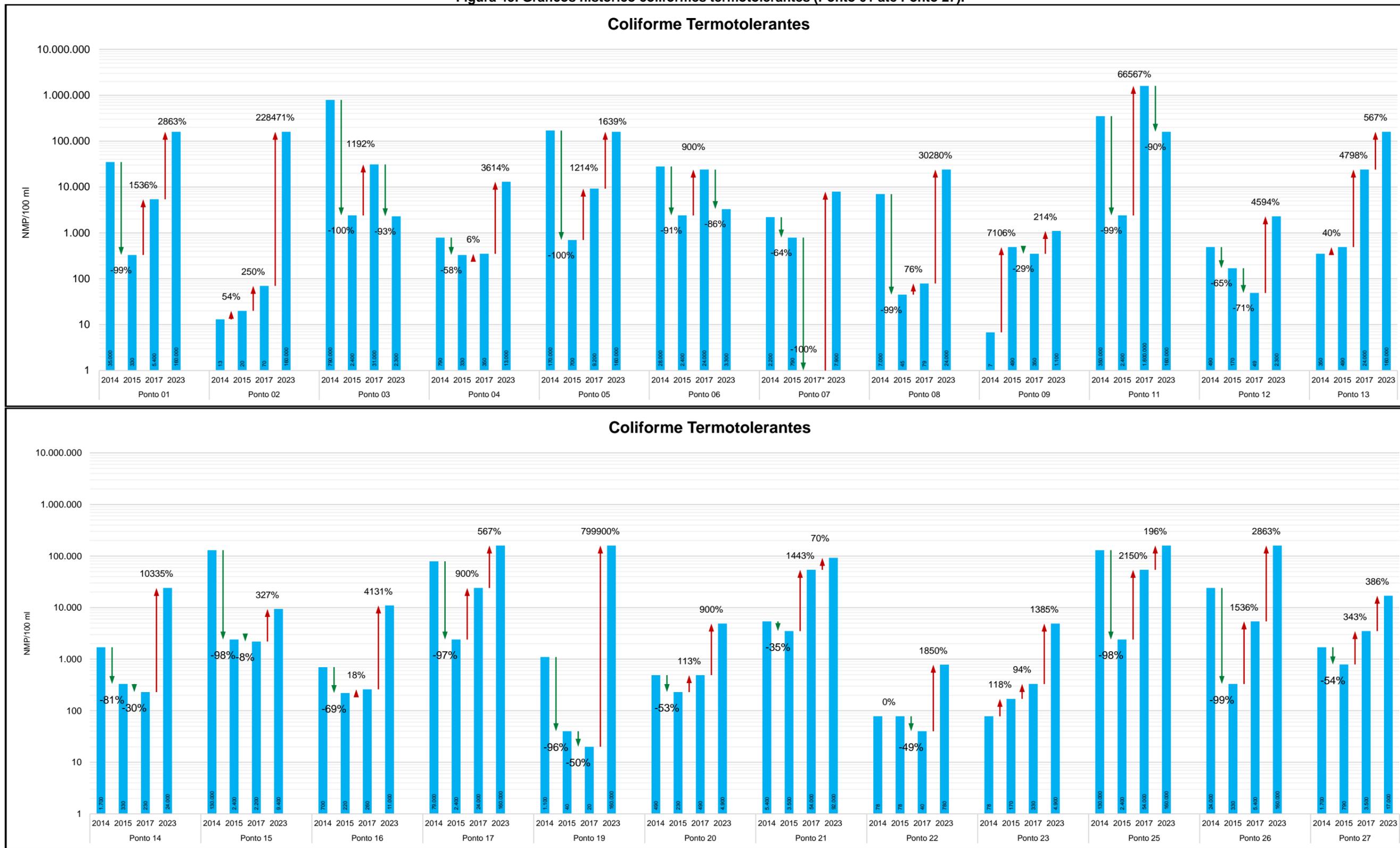
Para avaliar estes dados, os valores encontrados para cada um dos parâmetros foram quantificados e adicionados em gráficos com a indicação da porcentagem que o parâmetro aumentou ou reduziu entre cada coleta. Assim, é possível traçar uma tendência histórica para cada ponto, permitindo avaliar se a qualidade no corpo hídrico está melhorando, piorando e ou se manteve ao longo do período considerado. Além disso, também será indicada a situação atual, onde é avaliado a mudança mais recente ocorrida no ponto, ou seja, o que aconteceu no resultado encontrado entre 2017 e 2023.

Os capítulos abaixo trazem então uma breve descrição do significado ambiental de cada parâmetro, os gráficos com os resultados, a análise das tendências encontradas e o enquadramento conforme a Resolução CONAMA nº 357/2005.

#### 4.1.1 Coliformes Termotolerantes

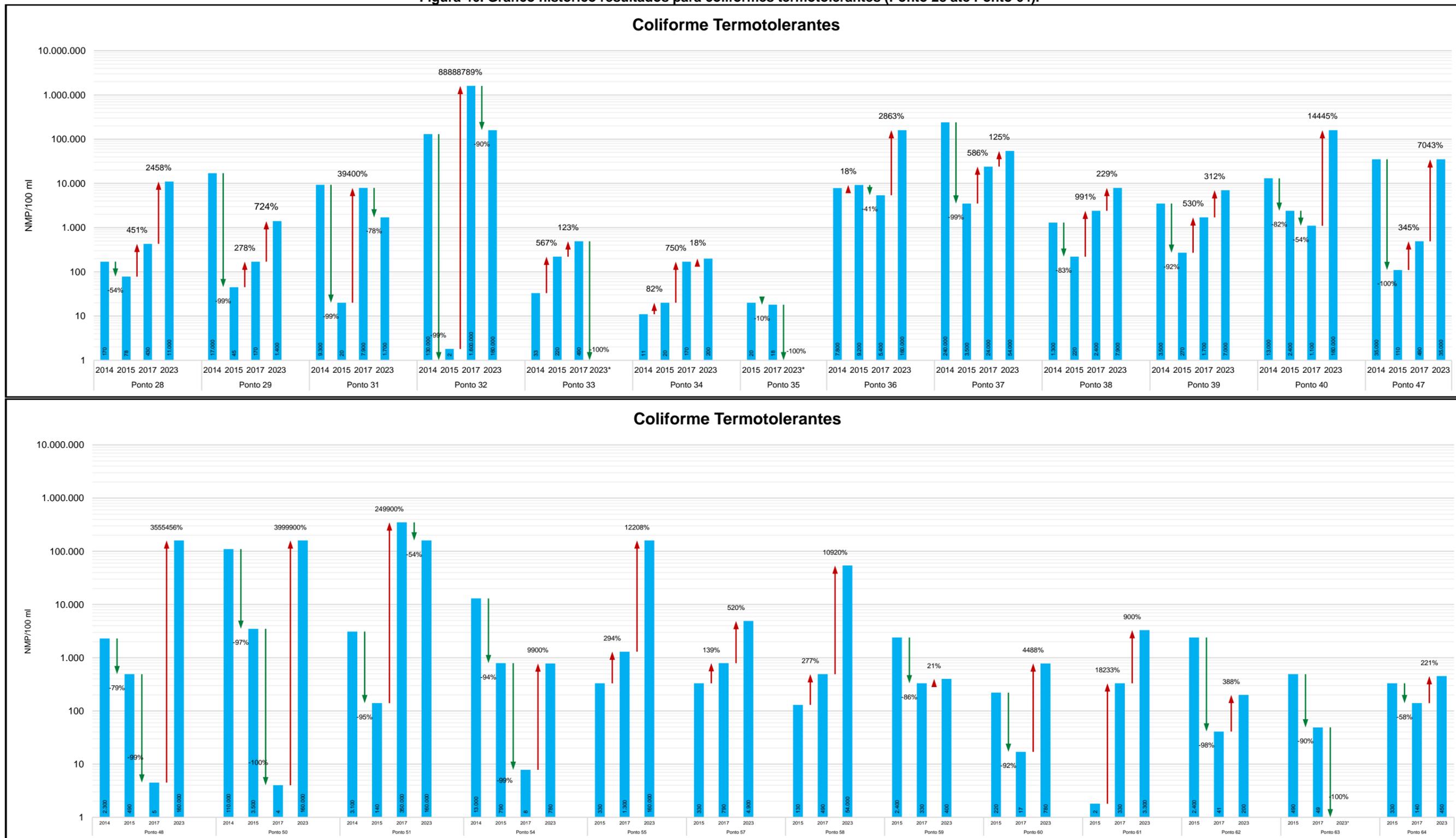
Este parâmetro foi um dos fatores limitantes na avaliação da qualidade dos arroios urbanos, pois apresentou valores muito superiores aos limites estabelecidos na Resolução CONAMA nº 357/2005, estando presente em quase todos os locais avaliados. Indica descarte de efluente doméstico, sendo com a criação de animais nas proximidades. Estas ocorrências, quando identificadas, estão descritas nas fichas, conforme identificado em cada um dos pontos. A Figura 45 e Figura 46 mostram o histórico dos resultados encontrados.

Figura 45. Gráficos histórico coliformes termotolerantes (Ponto 01 até Ponto 27).



\*Valor abaixo do Limite de Quantificação; Gráficos em escala logarítmica; ▼ Porcentagem que o parâmetro reduziu desde a última análise; ▲ Porcentagem que o parâmetro aumentou desde a última análise. Fonte: Garden Projetos (2024).

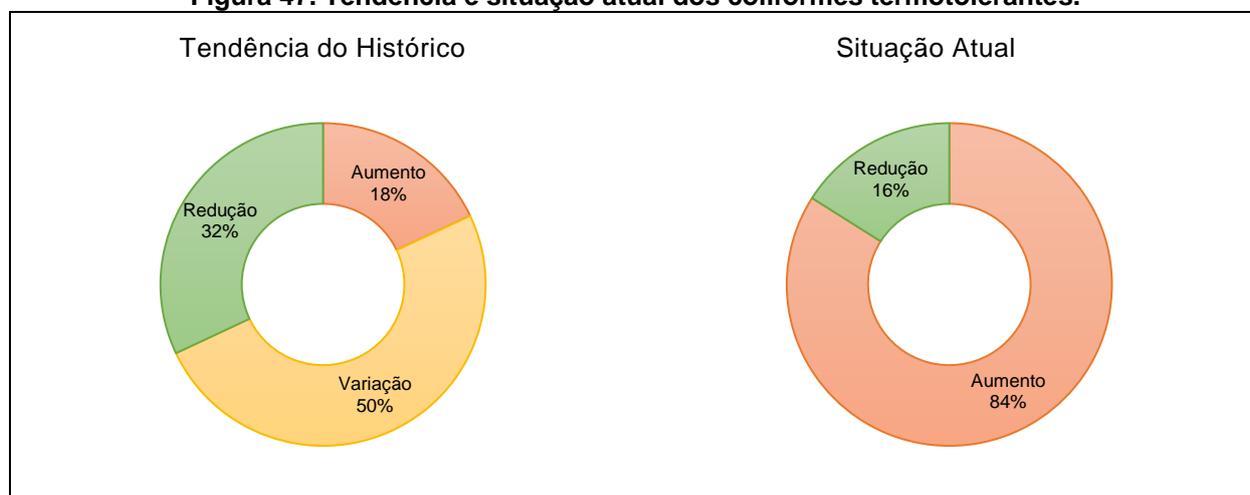
Figura 46. Gráfico histórico resultados para coliformes termotolerantes (Ponto 28 até Ponto 64).



\*Valor abaixo do Limite de Quantificação; Gráficos em escala logarítmica; ▼ Porcentagem que o parâmetro reduziu desde a última análise; ▲ Porcentagem que o parâmetro aumentou desde a última análise. Fonte: Garden Projetos (2024).

Avaliando o histórico geral dos últimos anos, assim como ocorreu nos demais parâmetros, a maior parte dos pontos apresenta grande variação no resultado encontrado. Aproximadamente 18% dos locais analisados apresentavam tendência de aumento, enquanto que 32% vinham reduzindo ao longo dos anos. Adicionando os resultados encontrados na campanha de 2023 as estatísticas, é possível perceber que 84% dos pontos registram aumento neste parâmetro quando comparado a 2017, com redução em apenas 16%. Outro destaque na avaliação deste parâmetro é que 16% dos pontos continuam a aumentar a cada coleta desde 2014, sendo que 68% dos pontos que estavam reduzindo nos últimos anos voltaram a aumentar em 2023.

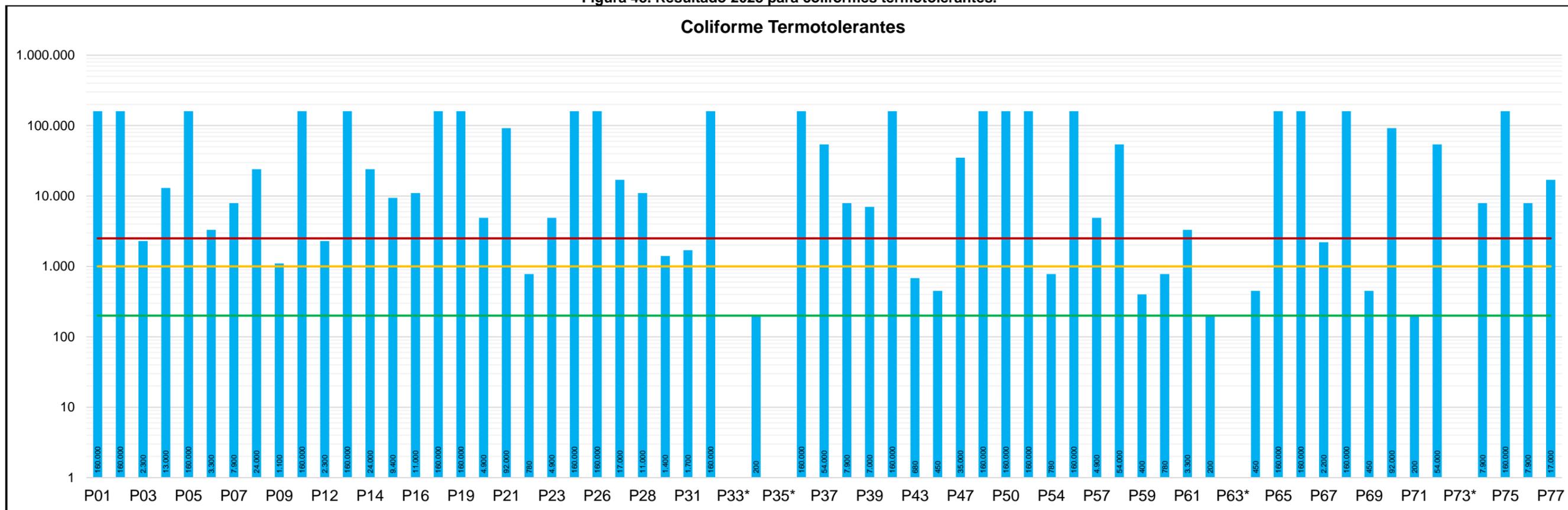
**Figura 47. Tendência e situação atual dos coliformes termotolerantes.**



Fonte: Garden Projetos (2024).

Comparando os valores encontrados na última campanha com os limites estabelecidos na Resolução CONAMA nº 357/2005, tem-se então a Figura 244, ilustrando a situação do parâmetro nos arroios urbanos. Analisando os resultados encontrados, destaca-se que 68% dos pontos ficaram acima de 2.500 NMP/100 ml, se enquadrando em Classe IV. Dentre o restante dos pontos, 9% estão acima de 1.000 NMP/100 ml se enquadrando na Classe III, 12% estão acima de 200 NMP/100 ml se enquadrando na Classe III e 11% estão em Classe I abaixo de 200 NMP/100 ml.

Figura 48. Resultado 2023 para coliformes termotolerantes.



Legenda: ■ Classe I; ■ Classe II; ■ Classe III. Gráfico em escala logarítmica. \*Valor abaixo do Limite de Quantificação.

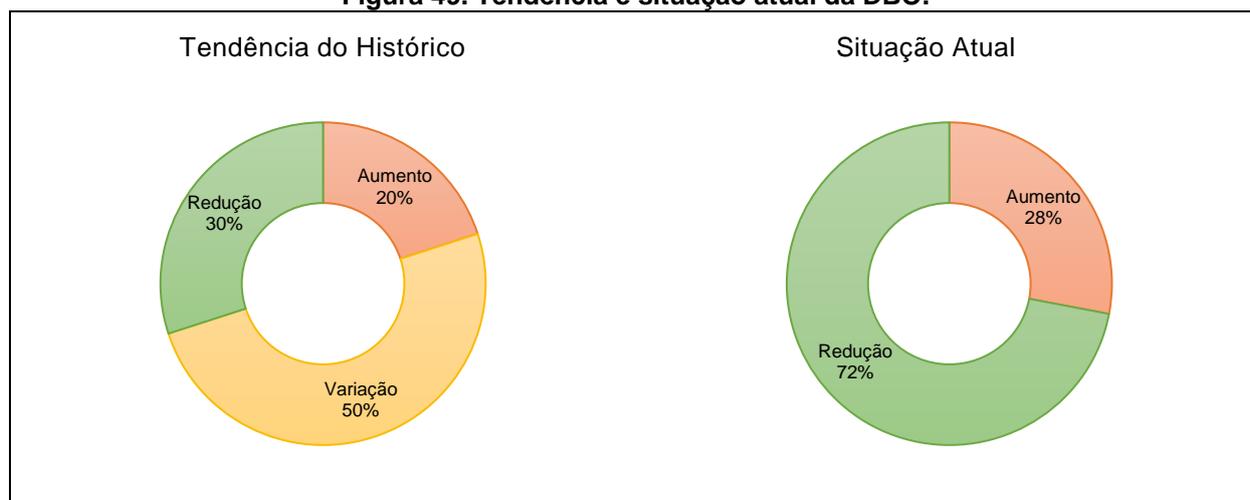
Fonte: Limites de Classe adaptado de Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005).

#### 4.1.2 Demanda Bioquímica de Oxigênio

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) representa a quantidade de oxigênio consumido na amostra durante período de 5 dias a uma temperatura controlada de 20 °C (DBO<sub>5,20</sub>). Estima quantidade de matéria orgânica biodegradável presente na amostra coletada, provocada principalmente por despejos de origem predominantemente orgânica nos cursos hídricos. A Figura 50 e Figura 51 mostram o histórico dos resultados encontrados.

A maior parte dos pontos apresenta uma variação ao longo das coletas, com um histórico de redução em 30% e aumento em 20% dos locais. Considerando o ano de 2023, 72% dos pontos apresentam redução na DBO, enquanto que 28% aumentaram. Em 22% destes pontos, a DBO estava reduzindo nas ultimas coletas, mas acabou aumentando em 2023. Apenas 6% dos pontos vem aumentando desde o início das coletas.

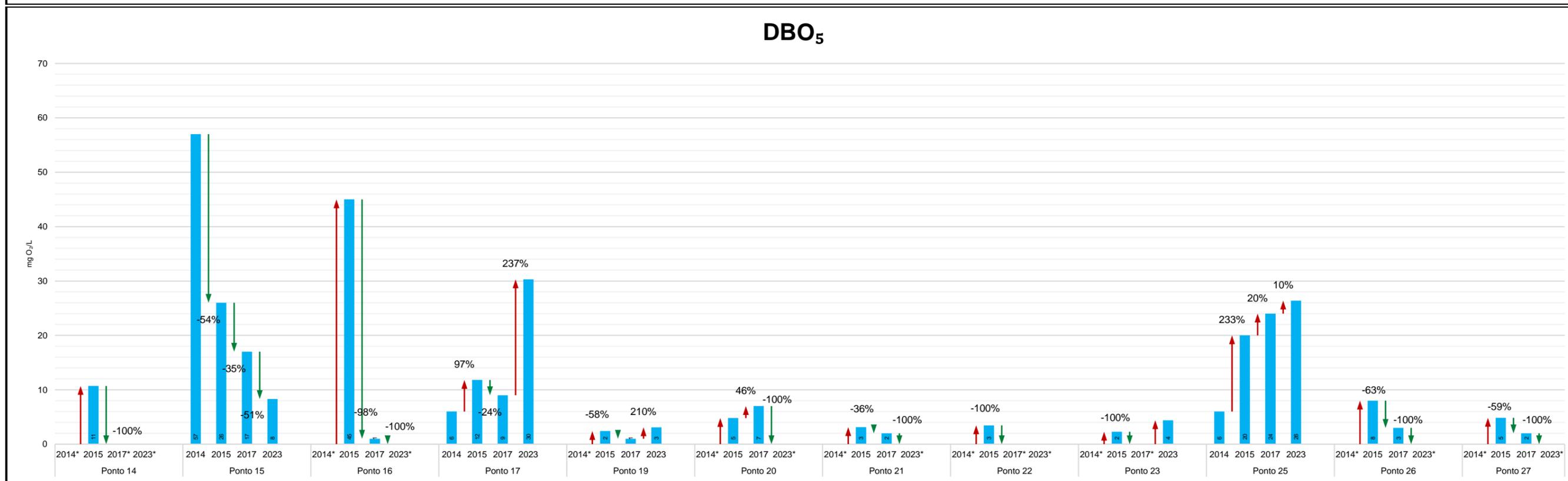
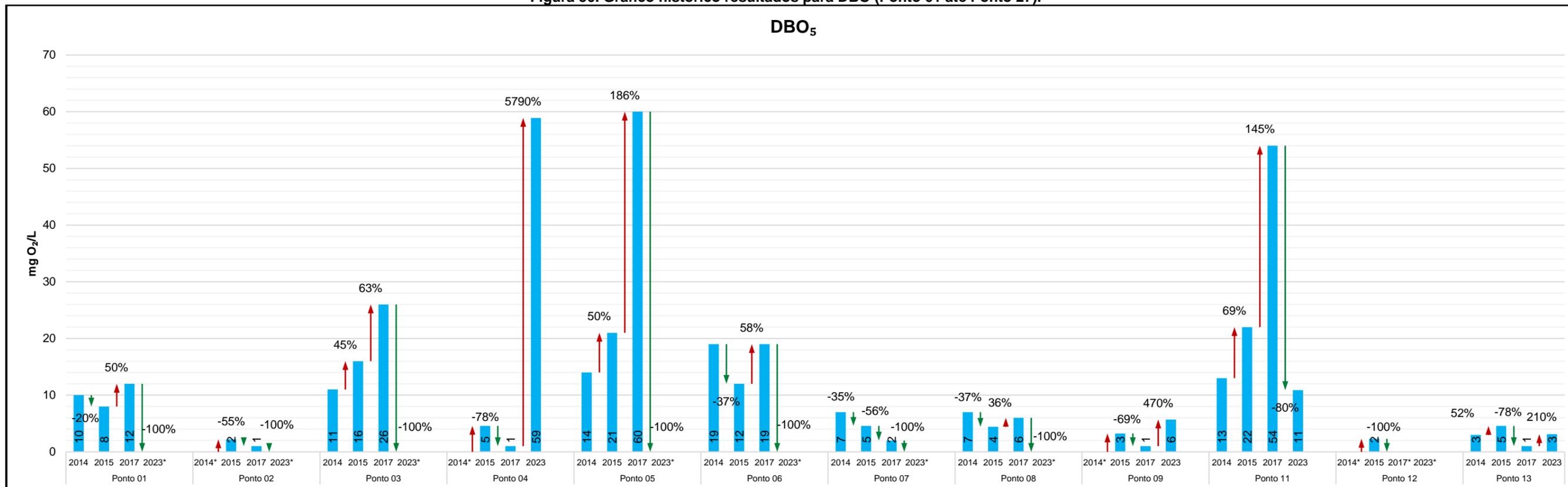
**Figura 49. Tendência e situação atual da DBO.**



Fonte: Garden Projetos (2024).

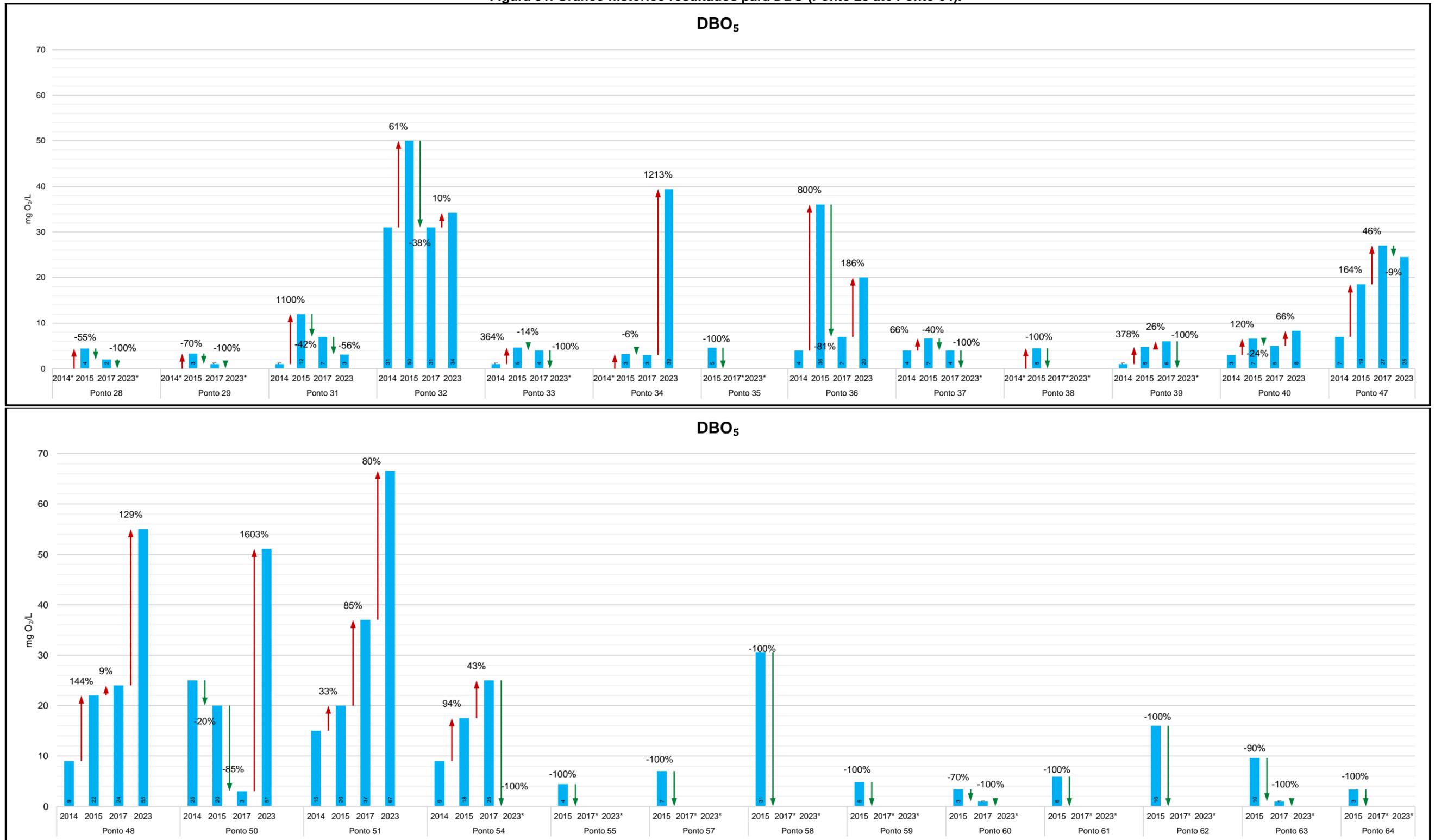
Comparando os valores encontrados na última campanha com os limites estabelecidos na Resolução CONAMA nº 357/2005, tem-se então a Figura 248, ilustrando a situação do parâmetro nos arroios urbanos. Analisando os resultados encontrados, é possível perceber que 60% estão abaixo de 3 mg O<sub>2</sub>/L, se enquadrando em Classe I. Dentre o restante dos pontos 8% estão acima de 3 mg O<sub>2</sub>/L se enquadrando em Classe II, 8 % estão acima de 5 mg O<sub>2</sub>/L se enquadrando em Classe III e 25% estão em Classe IV acima de 10 mg O<sub>2</sub>/L.

Figura 50. Gráfico histórico resultados para DBO<sub>5</sub> (Ponto 01 até Ponto 27).



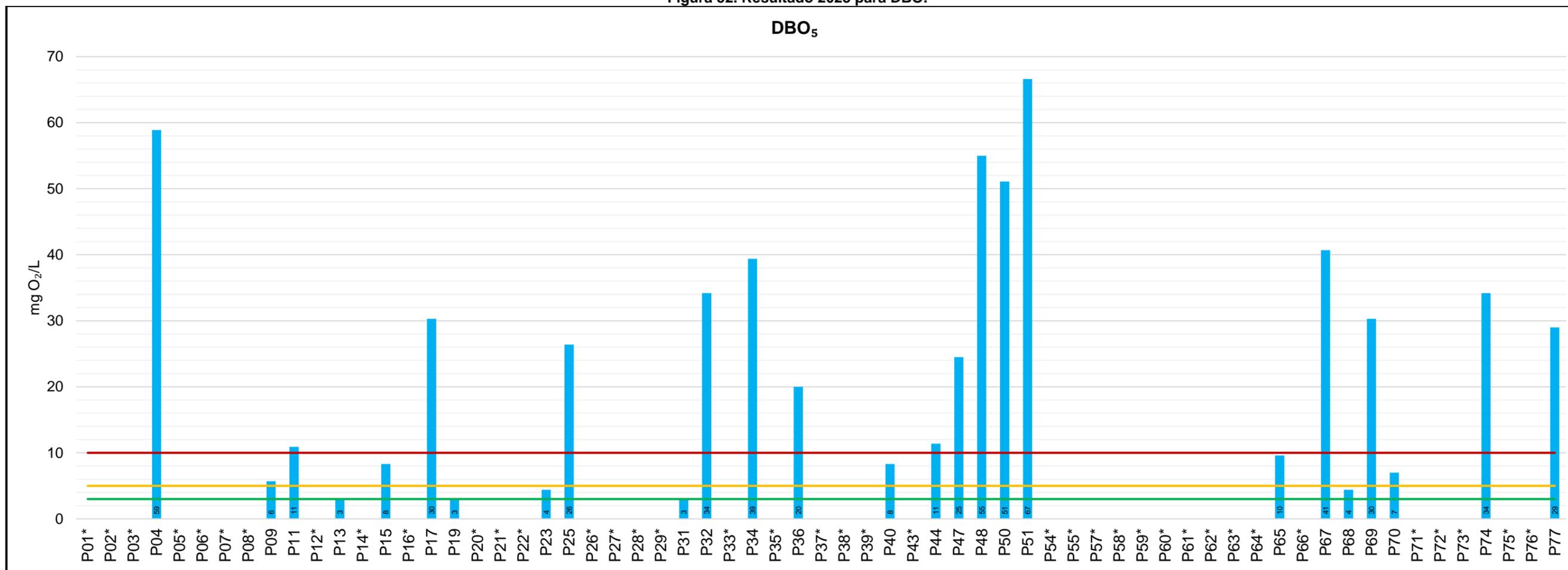
\*Valor abaixo do Limite de Quantificação; ▼ Porcentagem que o parâmetro reduziu desde a última análise; ▲ Porcentagem que o parâmetro aumentou desde a última análise.  
 Fonte: Garden Projetos (2024).

Figura 51. Gráfico histórico resultados para DBO (Ponto 28 até Ponto 64).



\*Valor abaixo do Limite de Quantificação; ▼ Porcentagem que o parâmetro reduziu desde a última análise; ▲ Porcentagem que o parâmetro aumentou desde a última análise.  
 Fonte: Garden Projetos (2024).

Figura 52. Resultado 2023 para DBO.



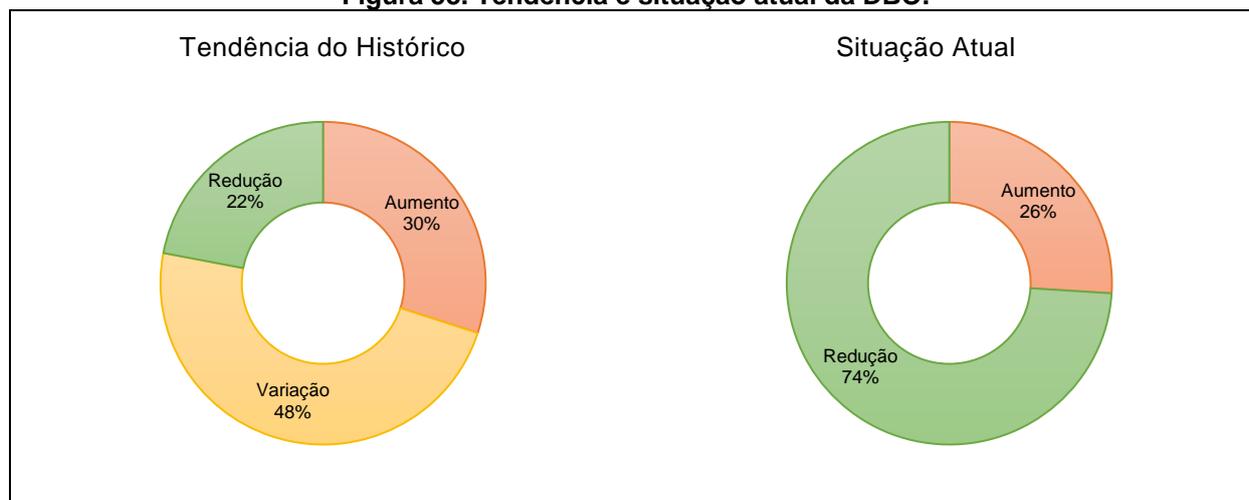
Legenda: ■ Classe I; ■ Classe II; ■ Classe III. Gráfico em escala logaritmica. \*Valor abaixo do Limite de Quantificação.  
 Fonte: Limites de Classe adaptado de Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005).

#### 4.1.3 Demanda Química de Oxigênio

A Demanda Química de Oxigênio (DQO), de forma semelhante a DBO, mede quantidade de oxigênio consumido na amostra, indicando a quantidade de matéria orgânica oxidável por um agente químico. A DQO apresenta valores superiores aos da DBO, sendo que quanto mais próximos estes valores estiverem entre si, mais biodegradável será o efluente. A Figura 54 e Figura 55 mostram o histórico dos resultados encontrados.

Avaliando o histórico das coletas, a maior parte dos pontos apresenta variação ao longo dos últimos anos. Em 30% das amostras a DQO vinham aumentando, enquanto que 22% tendiam a redução. Avaliando o ano de 2023, 74% dos pontos apresentaram redução e 26% mostraram aumento na DQO. Destes, 10% vinham reduzindo e aumentaram no último ano, com 16% dos pontos aumentando em todas as coletas desde 2014.

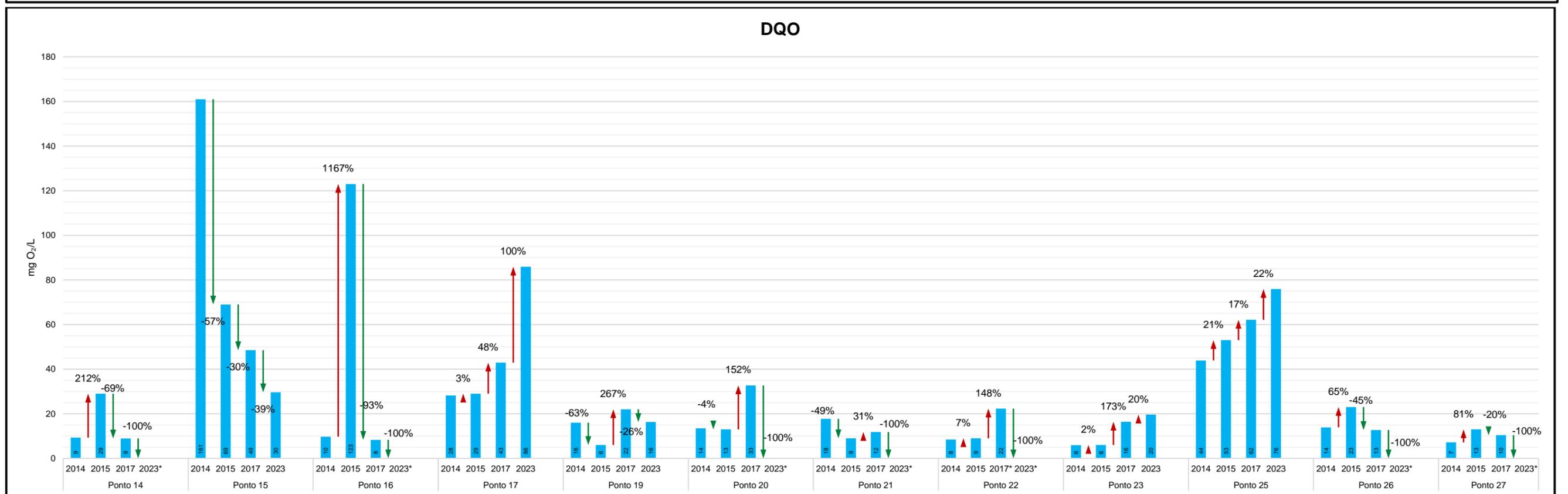
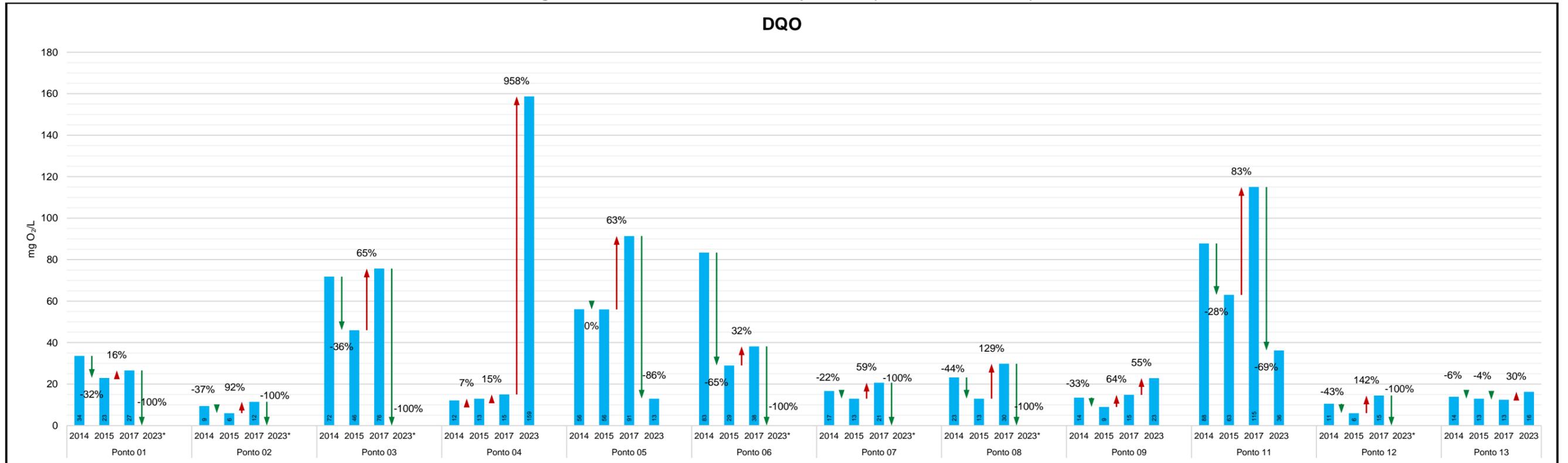
**Figura 53. Tendência e situação atual da DBO.**



Fonte: Garden Projetos (2024).

Este parâmetro não apresenta limites de quantificação para enquadramento do corpo hídrico. Os resultados encontrados na coleta de 2023 estão dispostos na Figura 56.

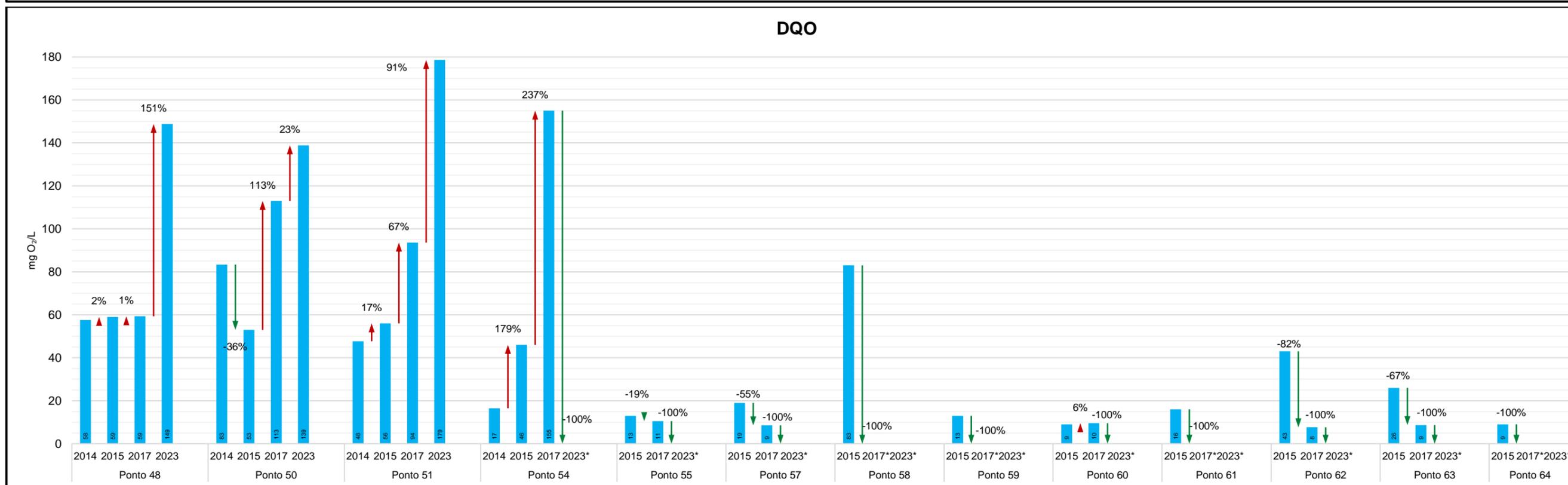
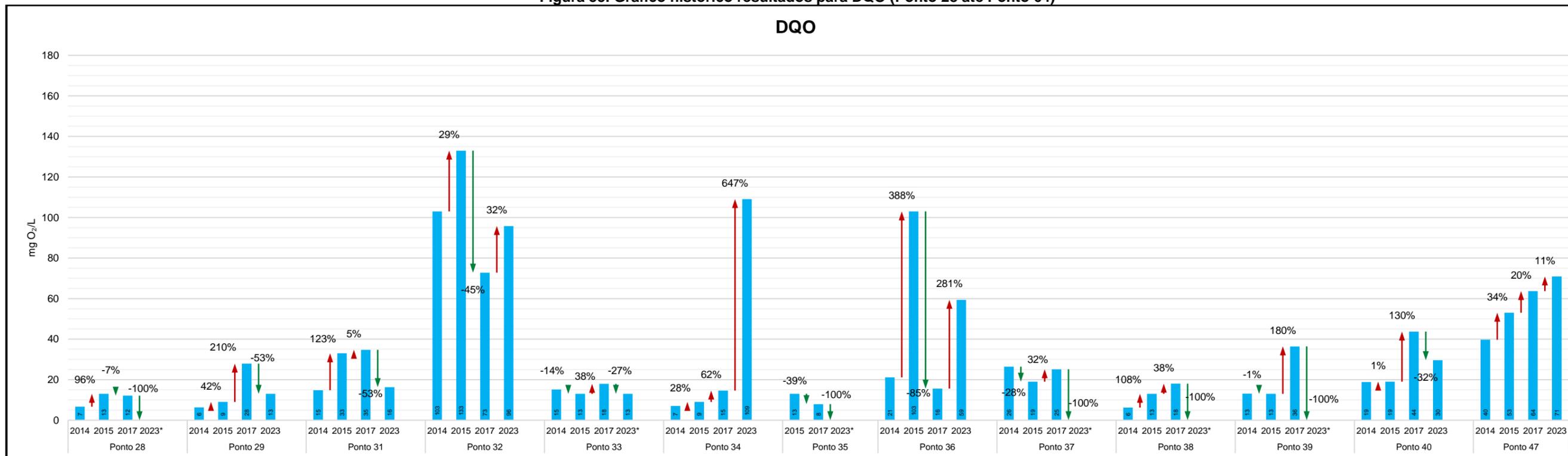
Figura 54. Gráfico histórico resultados para DQO (Ponto 01 até Ponto 27).



\*Valor abaixo do Limite de Quantificação; ▼ Porcentagem que o parâmetro reduziu desde a última análise; ▲ Porcentagem que o parâmetro aumentou desde a última análise.

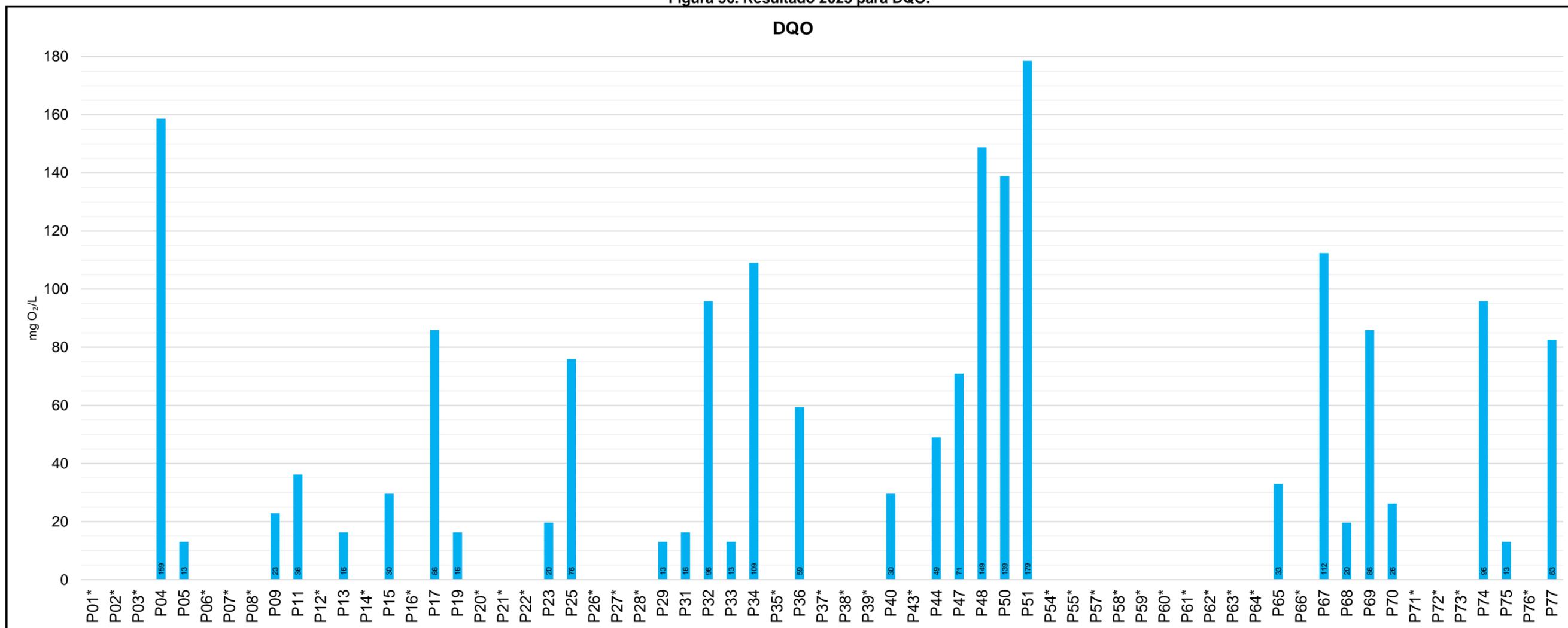
Fonte: Garden Projetos (2024).

Figura 55. Gráfico histórico resultados para DQO (Ponto 28 até Ponto 64)



\*Valor abaixo do Limite de Quantificação; ↓ Porcentagem que o parâmetro reduziu desde a última análise; ↑ Porcentagem que o parâmetro aumentou desde a última análise.  
 Fonte: Garden Projetos (2024).

Figura 56. Resultado 2023 para DQO.



\*Valor abaixo do Limite de Quantificação.

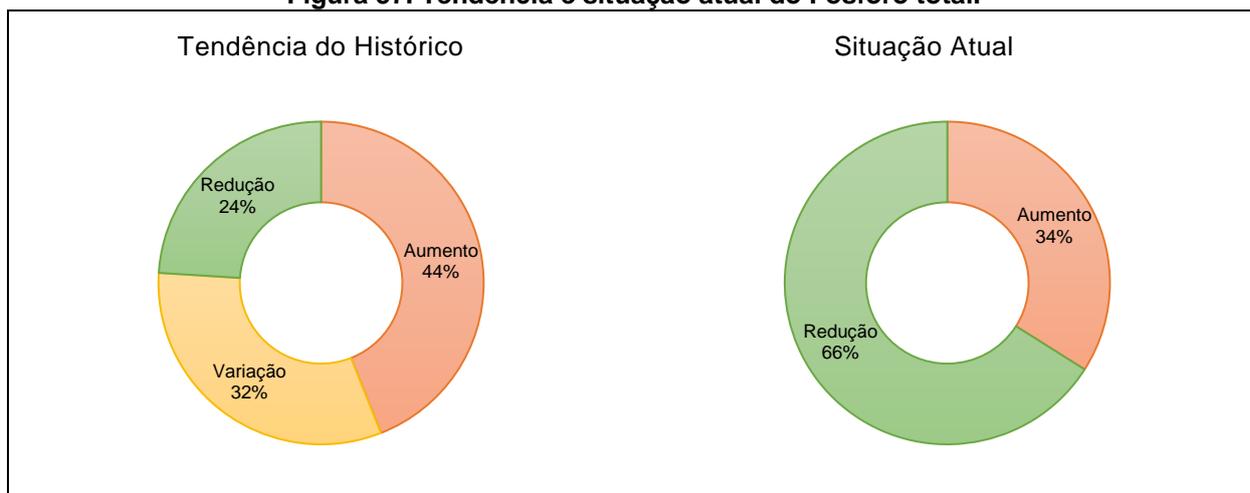
Fonte: Garden Projetos (2024).

#### 4.1.4 Fósforo Total

Fósforo é considerado um dos macronutrientes essenciais nos processos biológicos, podendo gerar eutrofização dos corpos hídricos quando disponível em quantidades elevadas na água. A contaminação por fósforo pode ocorrer de forma antrópica devido a despejo de efluente doméstico ou industrial, lixiviação devido a utilização de fertilizantes ou criação de animais. A Figura 58 e Figura 59 mostram o histórico dos resultados encontrados.

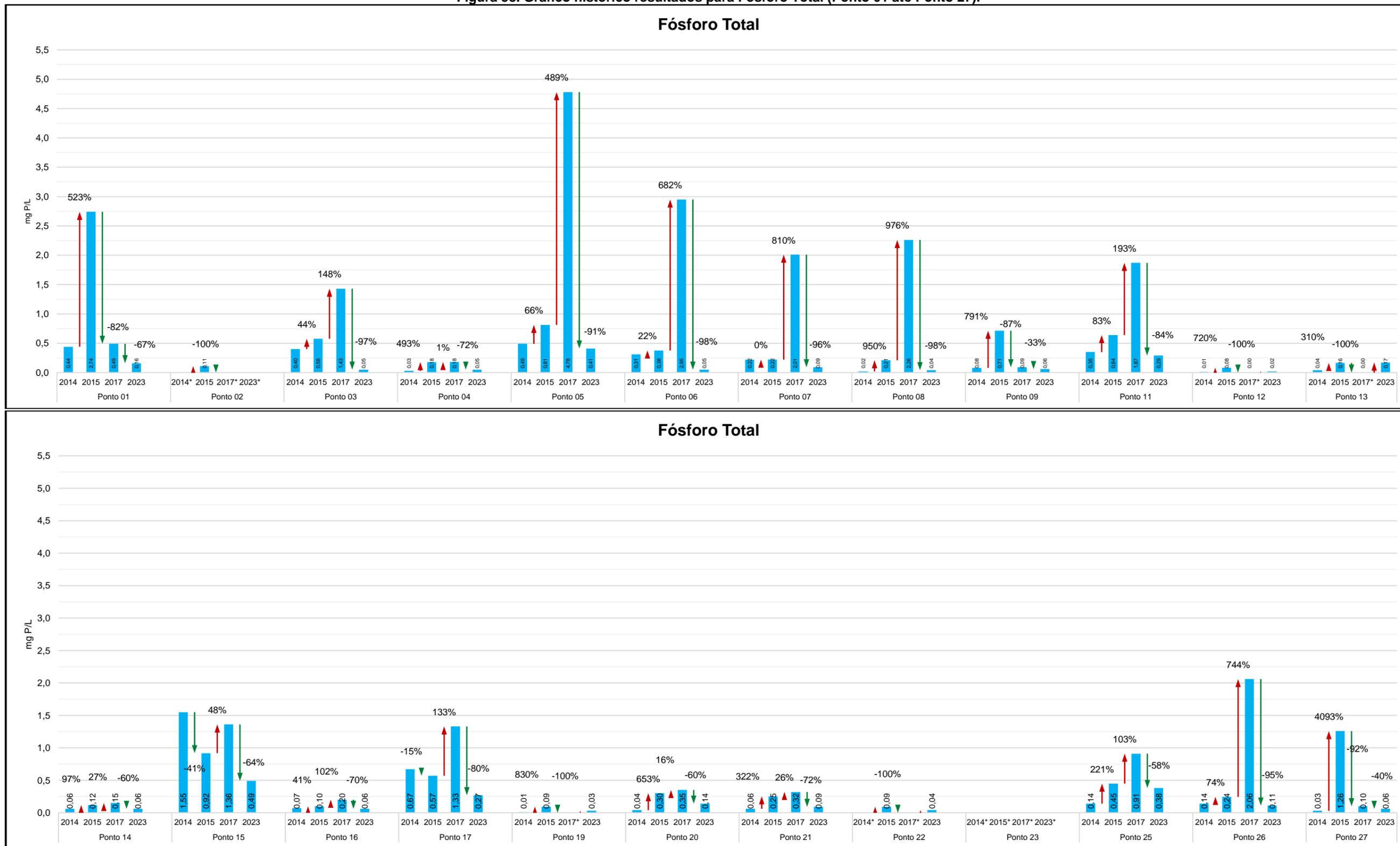
Avaliando o histórico das coletas, 44% dos pontos vinham aumentando as concentrações e 24% apresentavam redução. Avaliando a campanha de 2023, em 66% foi constatada a redução dos parâmetros, com 34% apresentando aumento. Em 30% destes pontos, o Fósforo Total estava reduzindo, mas aumentou em 2023 e 4% vem registrando um aumento contínuo desde o início das coletas.

**Figura 57. Tendência e situação atual do Fósforo total.**



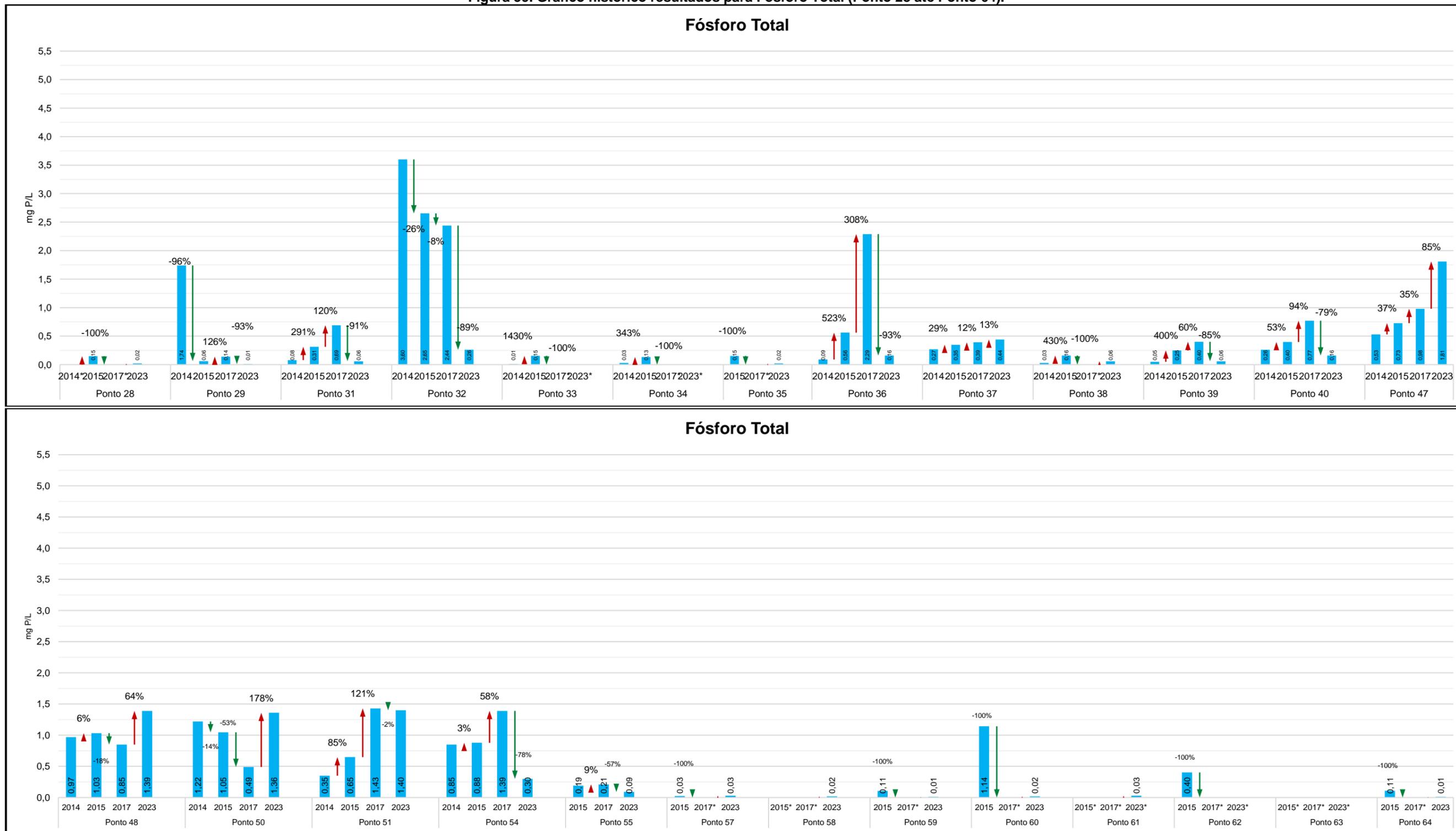
Fonte: Garden Projetos (2024).

Figura 58. Gráfico histórico resultados para Fósforo Total (Ponto 01 até Ponto 27).



\*Valor abaixo do Limite de Quantificação; ▼ Porcentagem que o parâmetro reduziu desde a última análise; ▲ Porcentagem que o parâmetro aumentou desde a última análise.  
Fonte: Garden Projetos (2024).

Figura 59. Gráfico histórico resultados para Fósforo Total (Ponto 28 até Ponto 64).

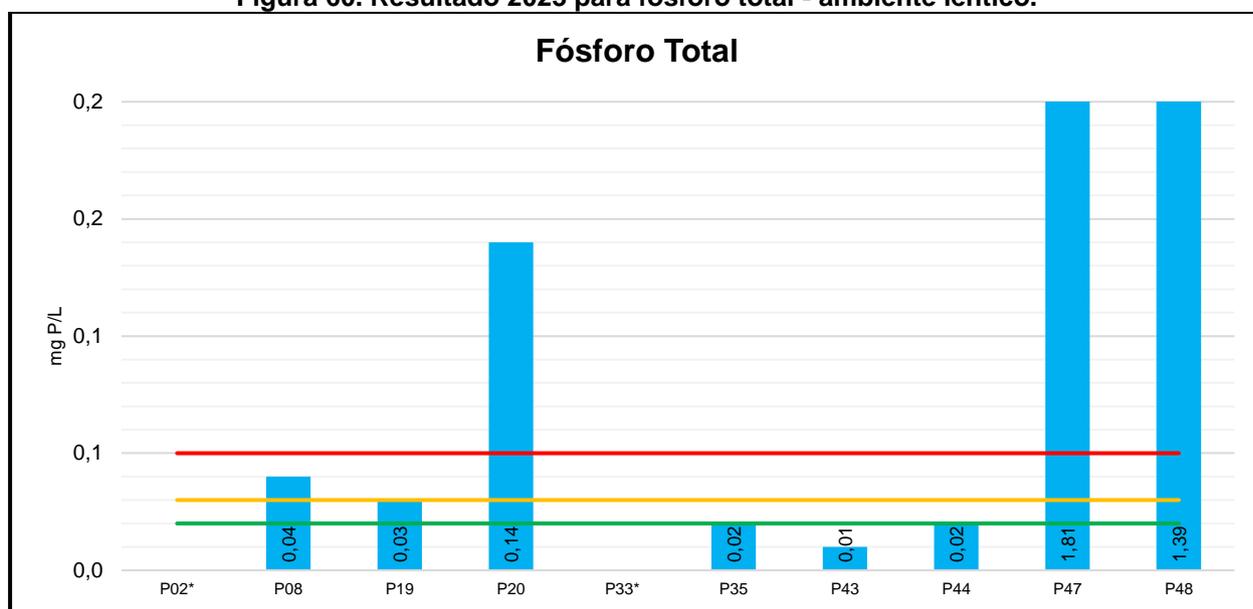


\*Valor abaixo do Limite de Quantificação; ▼ Porcentagem que o parâmetro reduziu desde a última análise; ▲ Porcentagem que o parâmetro aumentou desde a última análise.  
 Fonte: Garden Projetos (2024).

Para o enquadramento dos resultados de Fósforo conforme a Resolução CONAMA nº 357/2005, é necessário avaliar o ambiente da água coletada, pois os limites estabelecidos de Classe diferem. Os Pontos P02, P08, P19, P20, P33, P35, P43, P44, P47, P48, P54 e P70 foram considerados lênticos, os demais foram avaliados como lóticos.

Comparando os valores encontrados na última campanha com os limites estabelecidos na Resolução CONAMA nº 357/2005, tem-se então a Figura 256 e 257, ilustrando a situação do parâmetro nos arroios urbanos. Analisando os resultados encontrados, é possível perceber que 38% estão acima dos valores estabelecidos para Classe IV, 3% se enquadram em Classe III, 2% estão em Classe II e 57% em Classe I.

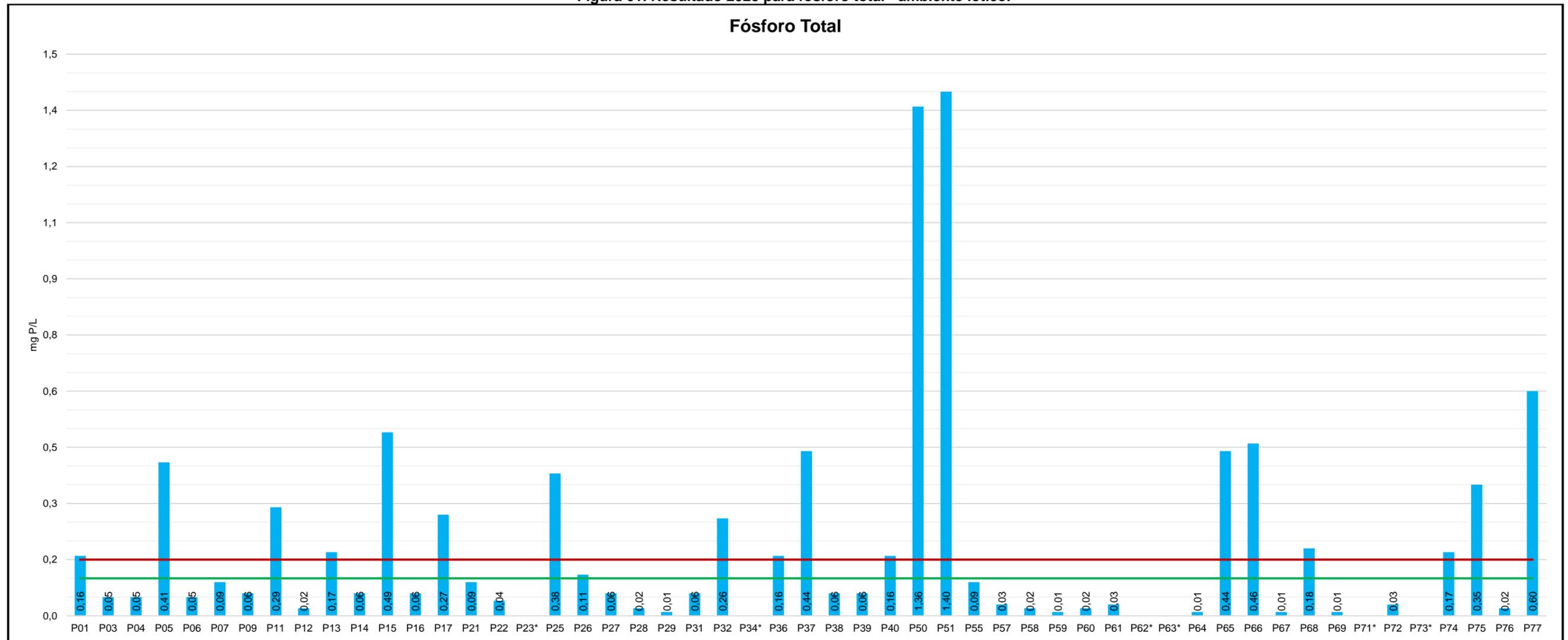
**Figura 60. Resultado 2023 para fósforo total - ambiente lêntico.**



Legenda: ■ Classe I; ■ Classe II; ■ Classe III. \*Valor abaixo do Limite de Quantificação.

Fonte: Limites de Classe adaptado de Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005).

Figura 61. Resultado 2023 para fósforo total - ambiente lótico.



Legenda: ■ Classe I; ■ Classe II; ■ Classe III. \*Valor abaixo do Limite de Quantificação.

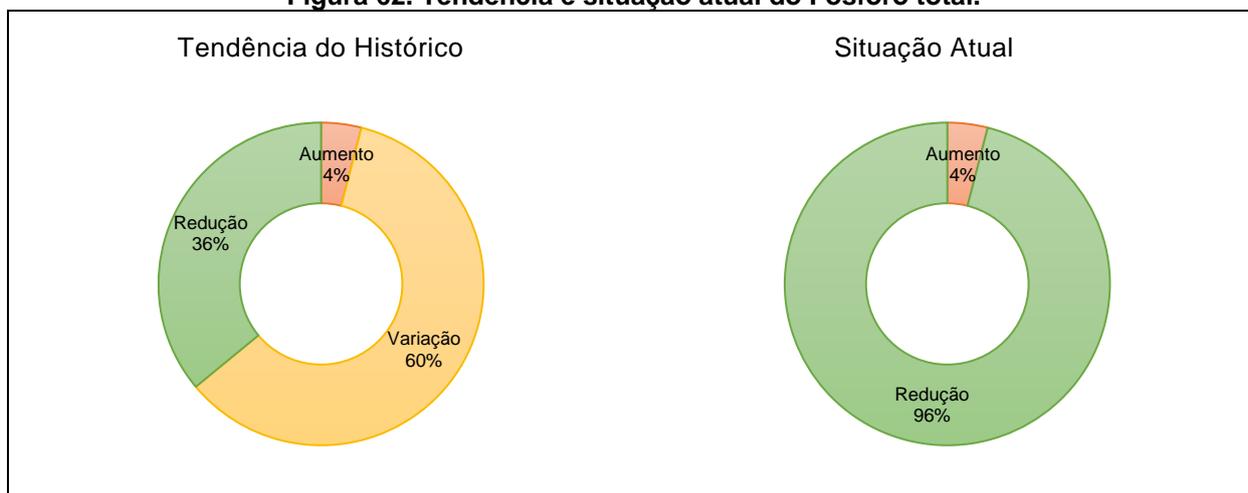
Fonte: Limites de Classe adaptado de Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005).

#### 4.1.5 Ortofosfato

O ortofosfato, fosfato inorgânico dissolvido, é a forma em que ocorre a absorção biológica do fósforo, indicando excesso do nutriente e podendo causar eutrofização do meio aquático. É encontrado nos corpos hídricos por despejos antrópicos, semelhante as formas citadas no capítulo anterior sobre o fósforo total. A Figura 63 e Figura 64 mostram o histórico dos resultados encontrados.

Avaliando os resultados dos anos anteriores, 36% dos pontos vinha apresentando redução, enquanto que apenas 4% aumentavam. Considerando 2023, 96% dos pontos reduziram a concentração do parâmetro, enquanto que 4% ainda continuam aumentando. Em nenhum dos pontos de coleta este parâmetro apresenta aumentando contínuo desde 2014.

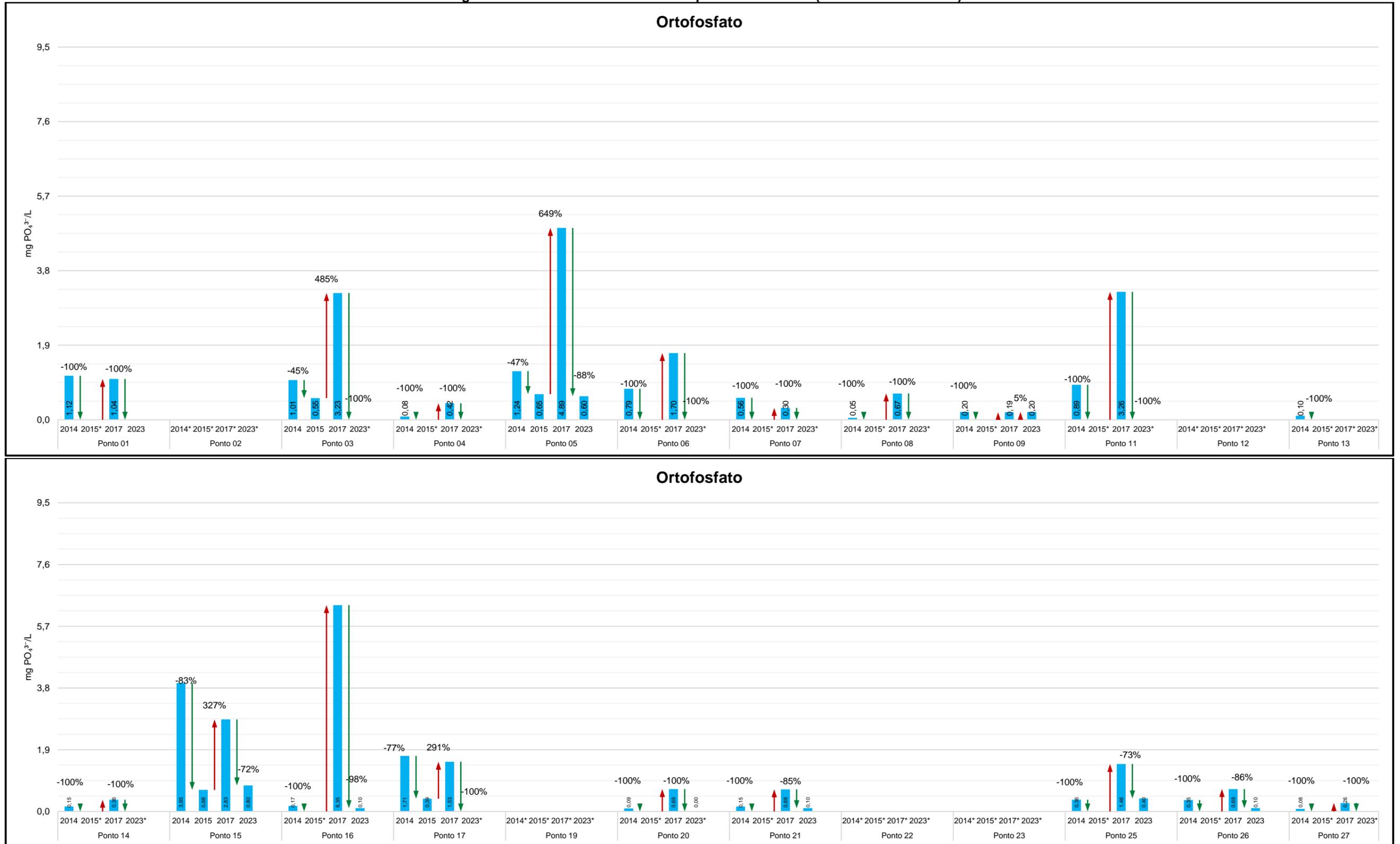
**Figura 62. Tendência e situação atual do Fósforo total.**



Fonte: Garden Projetos (2024).

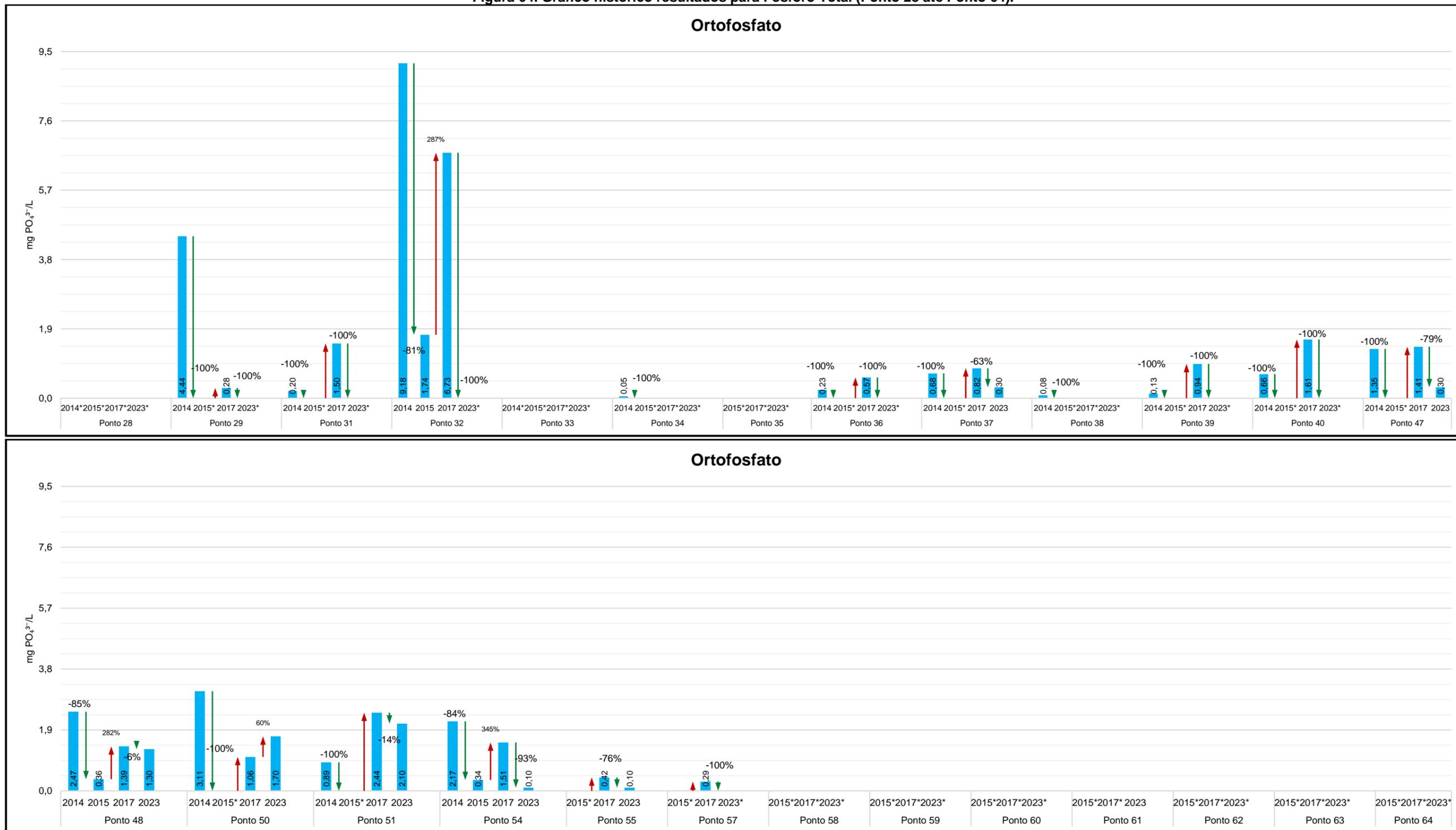
Este parâmetro não apresenta limites de quantificação para enquadramento do corpo hídrico. Os resultados encontrados na coleta de 2023 estão dispostos na Figura 65.

Figura 63. Gráfico histórico resultados para Fósforo Total (Ponto 01 até Ponto 27).



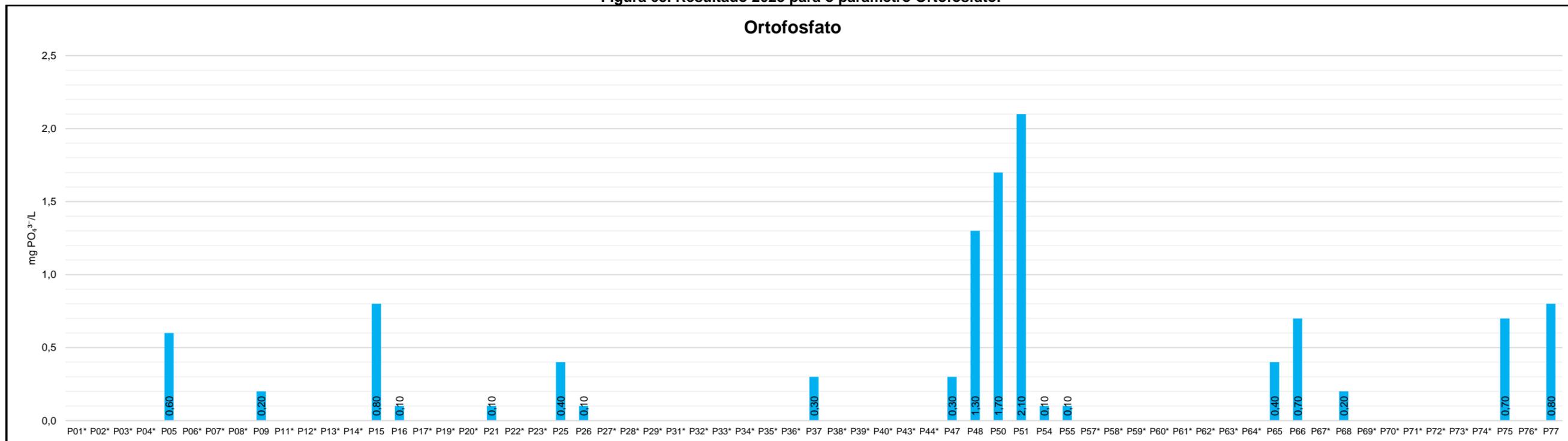
\*Valor abaixo do Limite de Quantificação; ▼ Porcentagem que o parâmetro reduziu desde a última análise; ▲ Porcentagem que o parâmetro aumentou desde a última análise.  
Fonte: Garden Projetos (2024).

Figura 64. Gráfico histórico resultados para Fósforo Total (Ponto 28 até Ponto 64).



\*Valor abaixo do Limite de Quantificação; ▼ Porcentagem que o parâmetro reduziu desde a última análise; ▲ Porcentagem que o parâmetro aumentou desde a última análise.  
Fonte: Garden Projetos (2024).

Figura 65. Resultado 2023 para o parâmetro Ortofosfato.



\*Valor abaixo do Limite de Quantificação.

Fonte: Garden Projetos (2024).

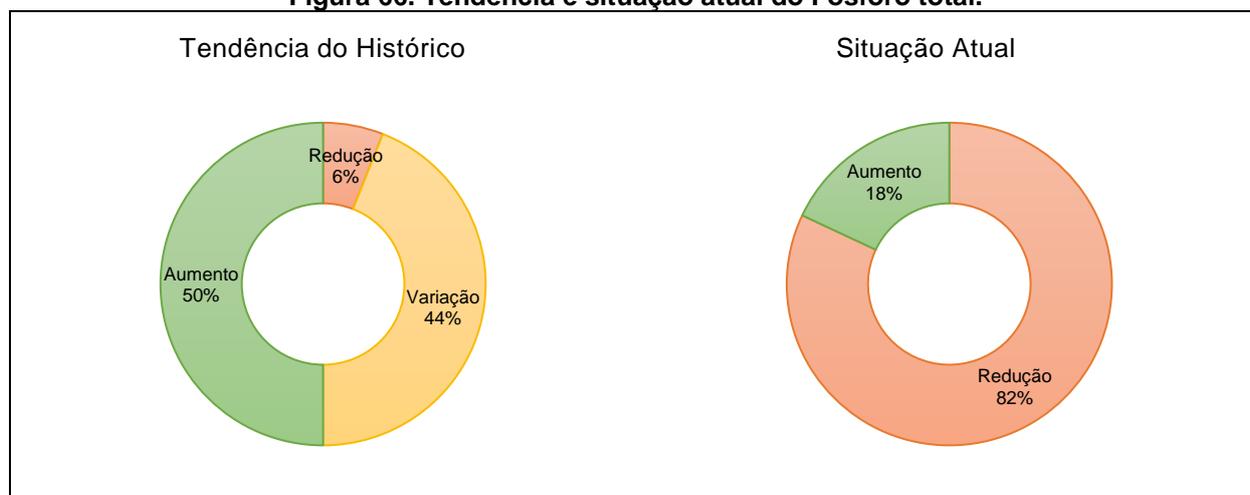
#### 4.1.6 pH

o pH (potencial hidrogeniônico) mede o grau de acidez ou alcalinidade que o meio se encontra. É importante para avaliar as dinâmicas que ocorrem no curso hídrico, sendo refletido nas reações, estado e solubilidade dos elementos químicos no meio e influencia as condições e organismos que conseguem se desenvolver no local. A Figura 67 e Figura 68 mostram o histórico dos resultados encontrados.

Diferente dos demais parâmetros avaliados, a variação registrada na comparação entre as amostras ao longo dos anos não representa necessariamente um resultado positivo ou negativo. As observações acerca deste parâmetro podem ser realizadas observando os limites definidos na Resolução CONAMA nº 357/2005, estabelecendo que para o mantimento da vida aquática o pH deve estar entre 6 e 9.

O histórico deste parâmetro mostra que desde o início das coletas a maioria dos pontos registrava tendência de aumento, mas, quando comparado com o resultado encontrado em 2023, a maior parte dos pontos apresenta redução.

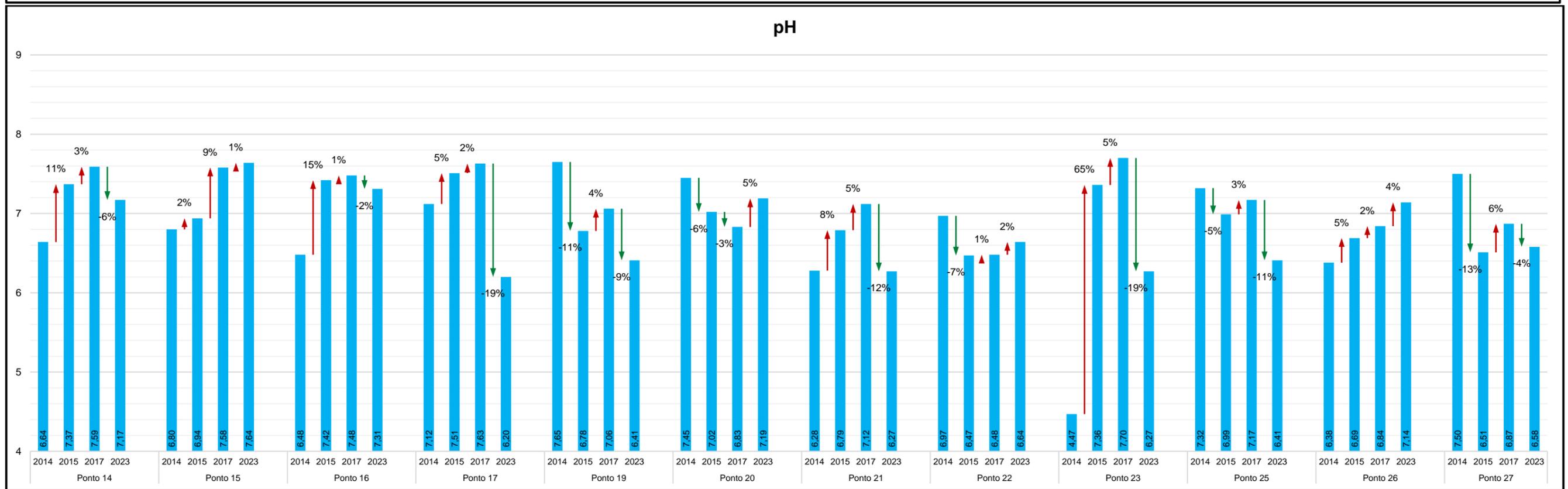
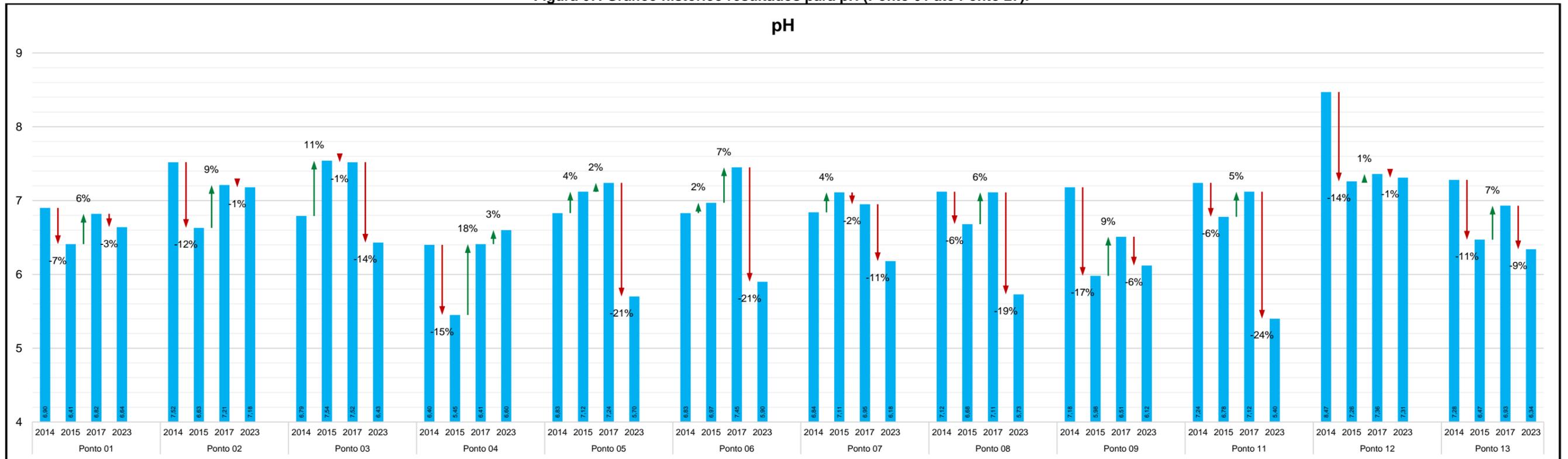
**Figura 66. Tendência e situação atual do Fósforo total.**



Fonte: Garden Projetos (2024).

Dentre os locais analisados, apenas 9 registraram valores de pH abaixo de 6, os pontos P05, P06, P08, P11, P34, P40, P65, P75 e P77. Todos eles estão dentro do perímetro urbano município, em locais urbanizados, próximas a edificações e vias pavimentadas. Foi identificado presença de resíduos sólidos próximo a todos os pontos. Observando o resultado dos outros parâmetros nestes mesmos pontos, apresentam altos valores para coliformes termotolerantes, surfactantes, fósforo e DBO, indicando provável descartes de efluente não tratado nas proximidades.

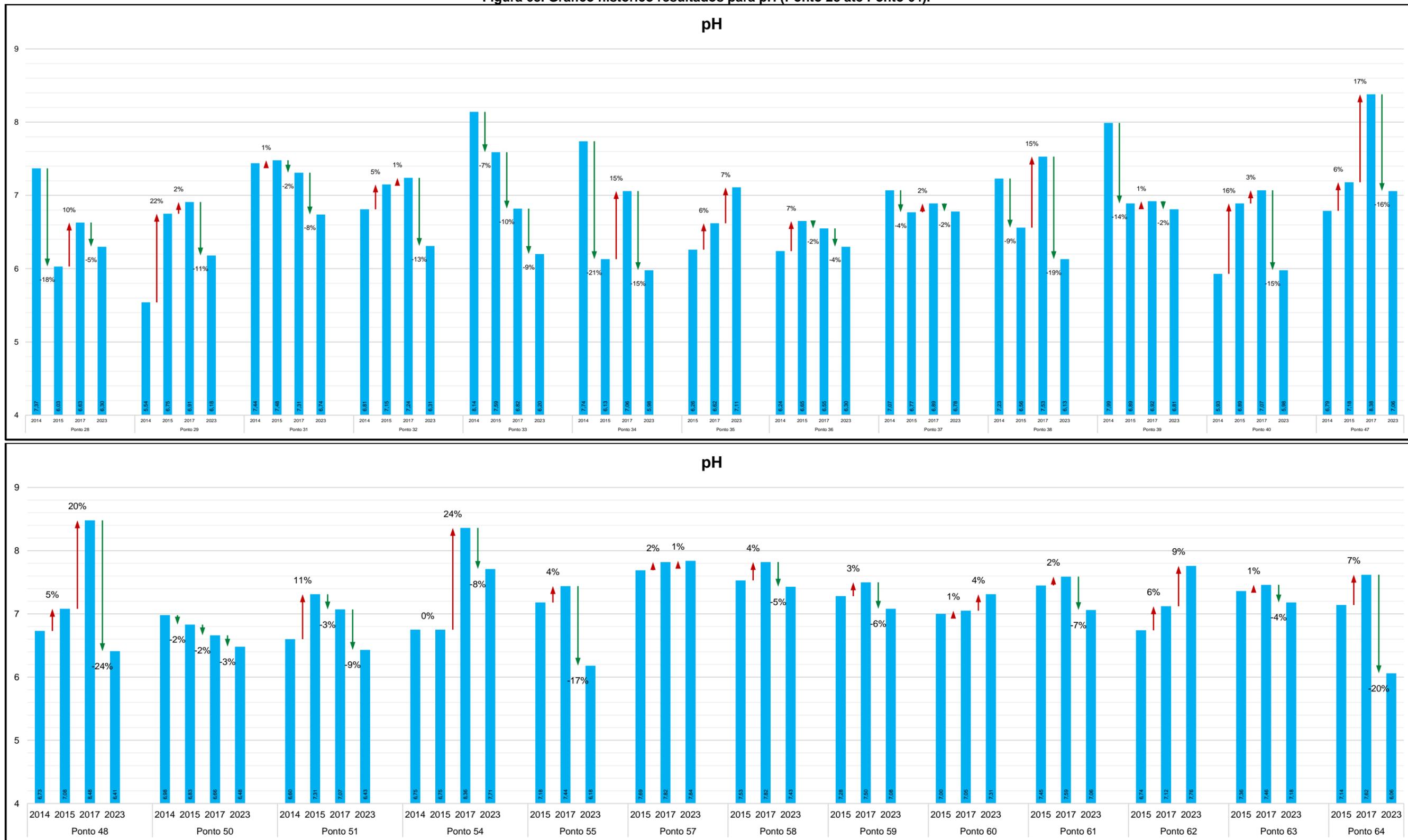
Figura 67. Gráfico histórico resultados para pH (Ponto 01 até Ponto 27).



\*Valor abaixo do Limite de Quantificação; ▼ Porcentagem que o parâmetro reduziu desde a última análise; ▲ Porcentagem que o parâmetro aumentou desde a última análise.

Fonte: Garden Projetos (2024).

Figura 68. Gráfico histórico resultados para pH (Ponto 28 até Ponto 64).

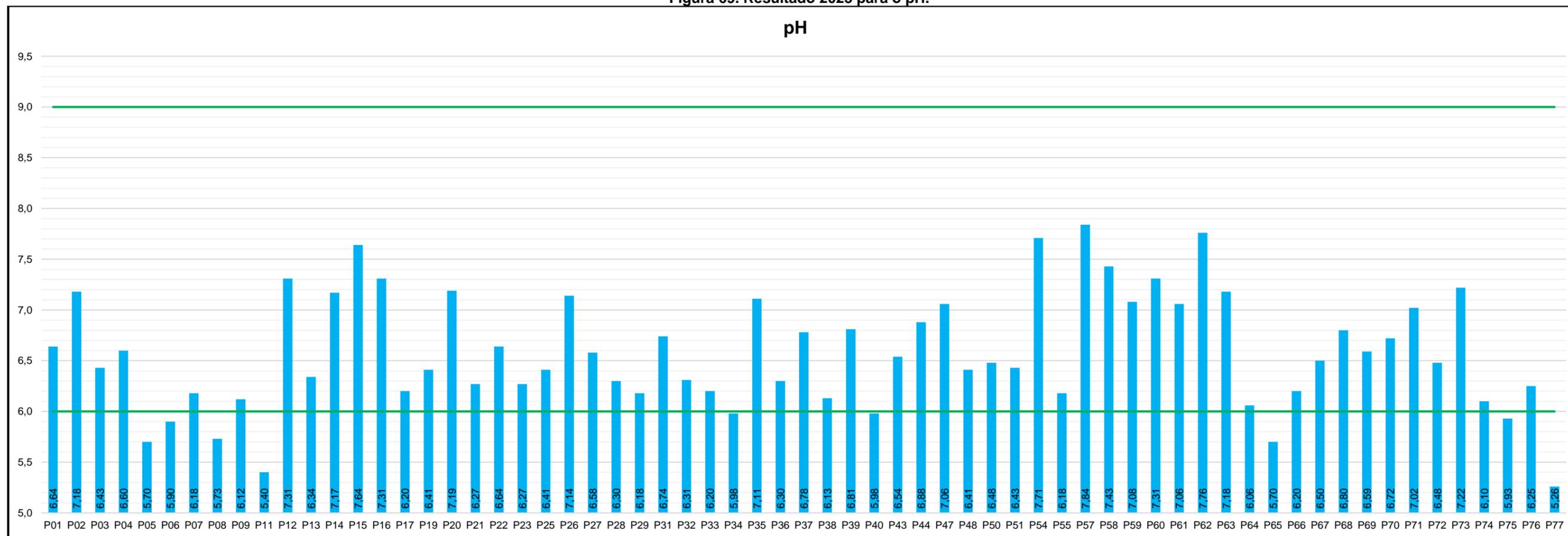


\*Valor abaixo do Limite de Quantificação; ▼ Porcentagem que o parâmetro reduziu desde a última análise; ▲ Porcentagem que o parâmetro aumentou desde a última análise.  
Fonte: Garden Projetos (2024).



Comparando os valores encontrados na última campanha com os limites estabelecidos na Resolução CONAMA nº 357/2005, tem-se então a Figura 265, ilustrando a situação do parâmetro nos arroios urbanos. Analisando os resultados, os valores padrões para as Classes I, II, III e IV são os mesmos, enquadrando 86% dos pontos dentro da faixa de 6 a 9. Os outros 14%, referentes aos 9 pontos listados anteriormente com pH abaixo de 6, estão fora da faixa de enquadramento.

Figura 69. Resultado 2023 para o pH.



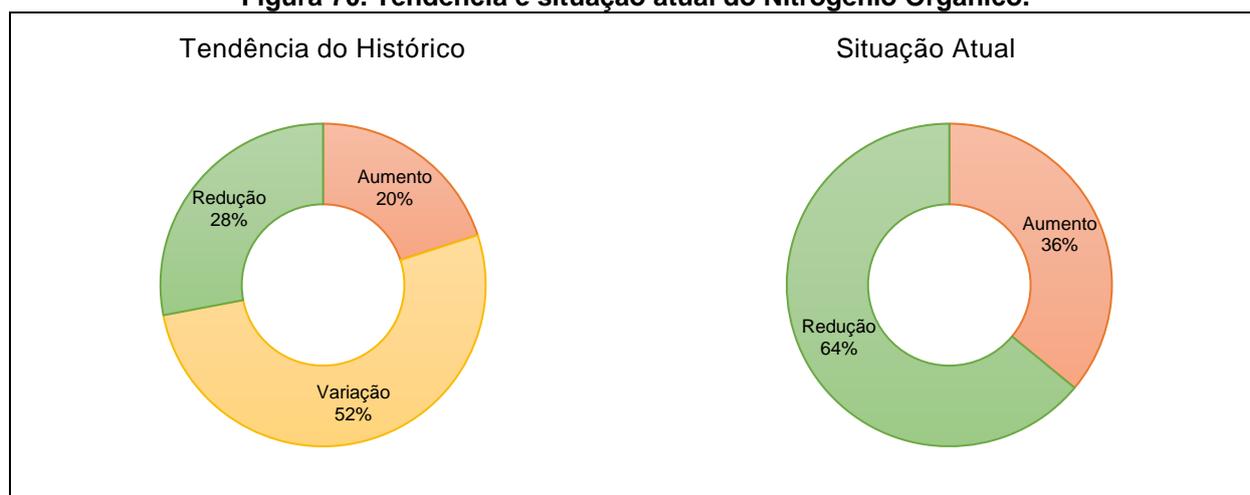
Legenda: — Classes I, II, III e IV. Fonte: Limites de Classe adaptado de Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005).

#### 4.1.7 Nitrogênio Orgânico

O nitrogênio é considerado um macronutriente vital para a vida, podendo, quando em excesso, causar eutrofização. No meio aquático, pode ser encontrado na forma de nitrogênio molecular ( $N_2$ ), nitrogênio orgânico (dissolvido e em suspensão), amônia ( $NH_3$ ), nitrito ( $NO_2$ ) e nitrato ( $NO_3$ ). Pode ser indicador de despejo de efluente sanitário e industrial ou lixiviação de fertilizantes utilizados no solo. A Figura 71 e Figura 72 mostram o histórico dos resultados encontrados.

O histórico das coletas mostrou que aproximadamente 28% dos pontos teve redução, enquanto 20% teve aumento. Adicionando o resultado de 2023, 64% dos locais avaliados reduziram a quantidade encontrada para nitrogênio amoniacal e 36% tiveram aumento. Cerca de 24% dos locais estava reduzindo a concentração, mas aumentaram em 2023 e 12% vem apresentando um crescimento contínuo desde 2014.

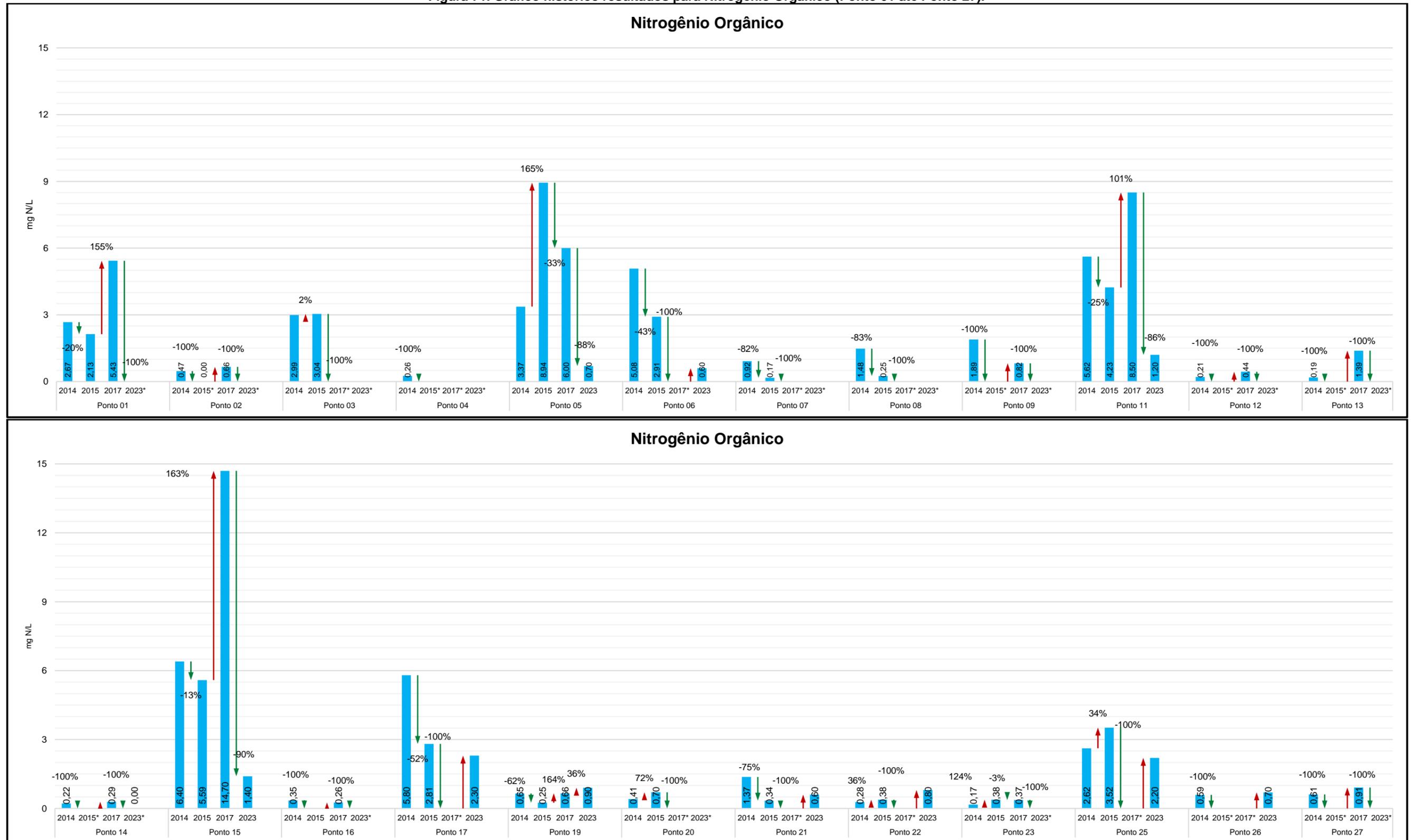
**Figura 70. Tendência e situação atual do Nitrogênio Orgânico.**



Fonte: Garden Projetos (2024).

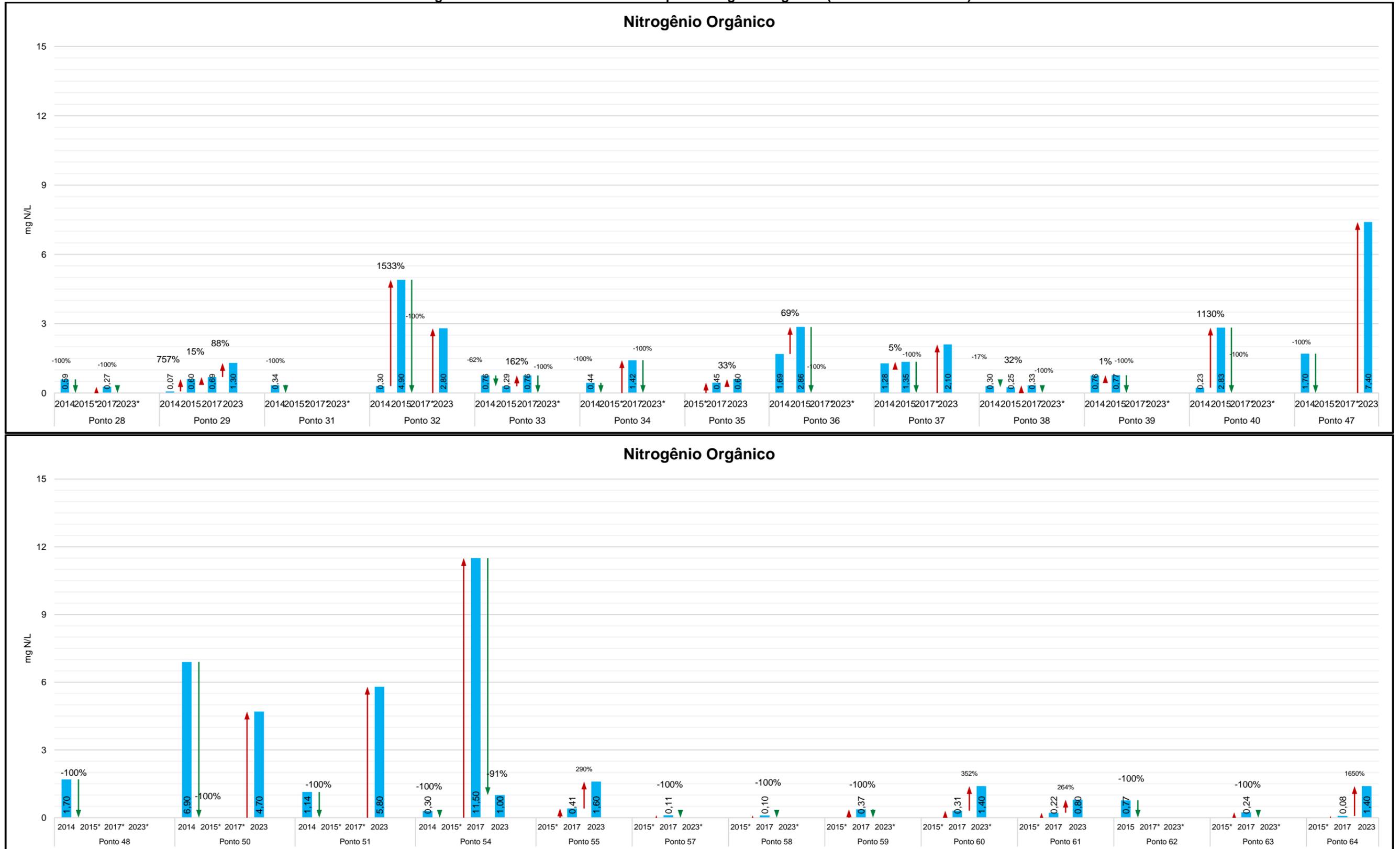
Este parâmetro não apresenta limites máximos de quantificação para enquadramento do corpo hídrico. Os resultados encontrados na coleta de 2023 estão dispostos na Figura 73.

Figura 71. Gráfico histórico resultados para Nitrogênio Orgânico (Ponto 01 até Ponto 27).



\*Valor abaixo do Limite de Quantificação; ▼ Porcentagem que o parâmetro reduziu desde a última análise; ▲ Porcentagem que o parâmetro aumentou desde a última análise.  
 Fonte: Garden Projetos (2024).

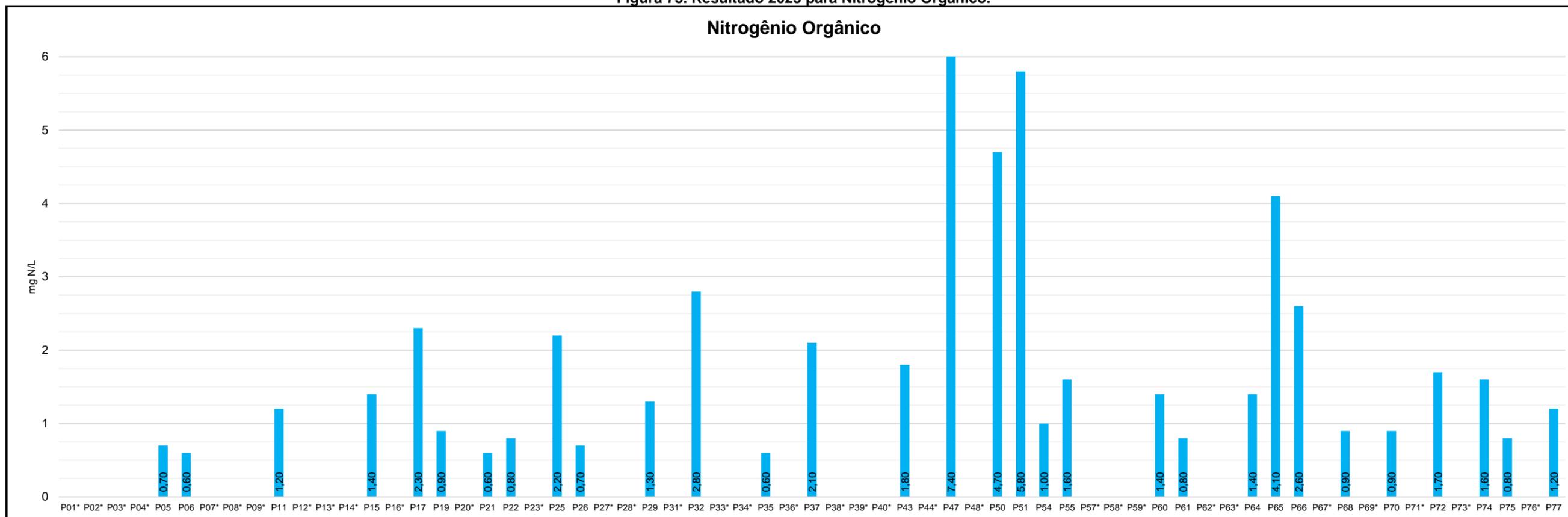
Figura 72. Gráfico histórico resultados para Nitrogênio Orgânico (Ponto 28 até Ponto 64).



\*Valor abaixo do Limite de Quantificação; ↓ Porcentagem que o parâmetro reduziu desde a última análise; ↑ Porcentagem que o parâmetro aumentou desde a última análise.

Fonte: Garden Projetos (2024).

Figura 73. Resultado 2023 para Nitrogênio Orgânico.



\*Valor abaixo do Limite de Quantificação.  
 Fonte: Garden Projetos (2024).

#### 4.1.8 Nitrogênio Amoniacal

Indica excesso de nitrogênio no corpo hídrico, podendo ser encontrado na água de forma semelhante ao citado no capítulo anterior sobre nitrogênio orgânico. A presença de amônia ainda pode ocasionar depleção na concentração do oxigênio dissolvido no processo de nitrificação, dando origem ao nitrito e nitrato, além de ser tóxico a algumas espécies de vida aquática. A Figura 75 e Figura 76 mostram o histórico dos resultados encontrados.

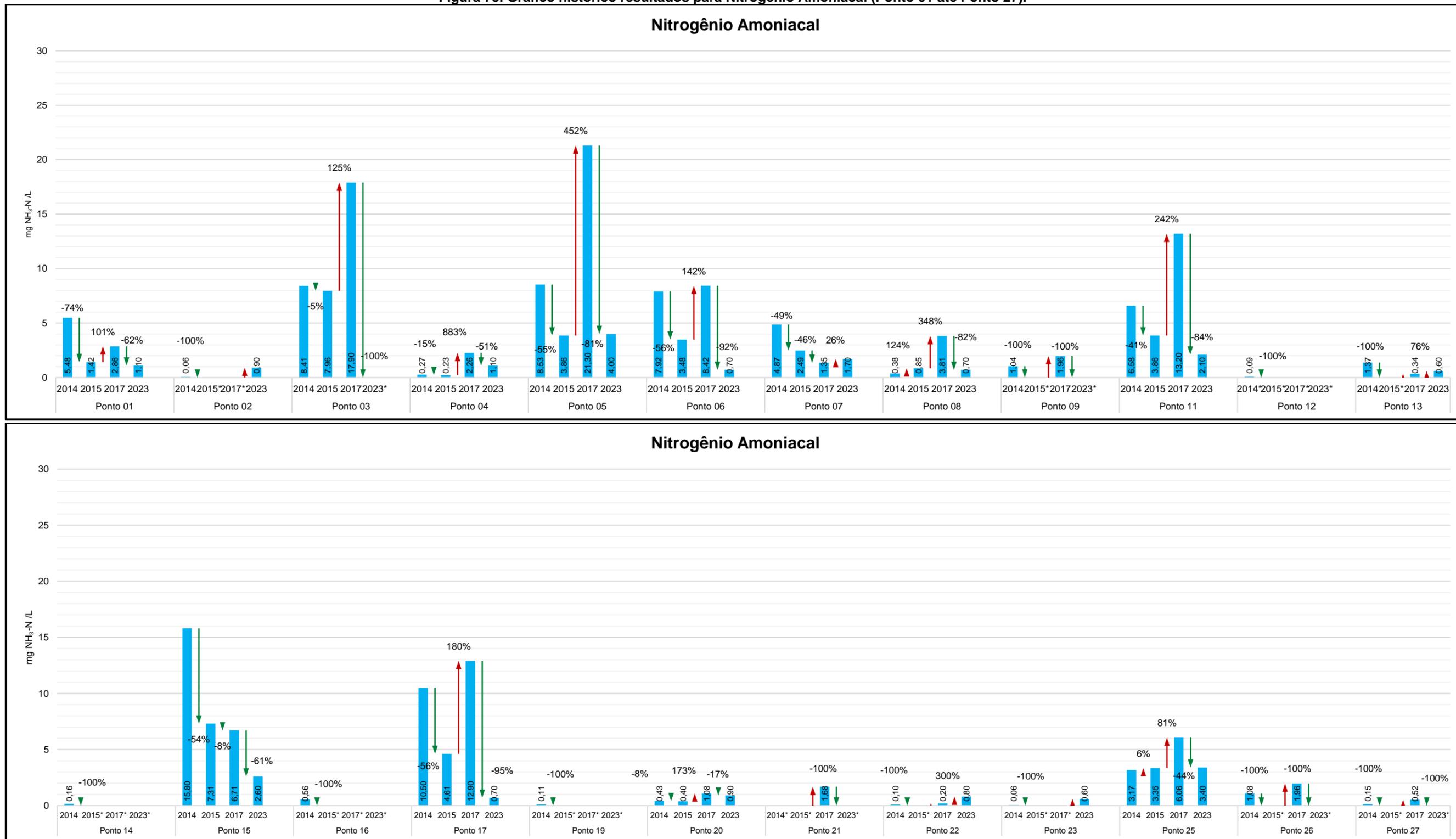
Os resultados encontrados nos últimos anos indicam uma tendência a reduzir em 24% dos pontos, com 26% registrando aumento. Avaliando os valores de 2023, 80% das análises tiveram redução e 20% aumentaram. Em 18% dos pontos o parâmetro vinha reduzindo e aumentou no último ano, e 2% dos pontos vem aumentando desde o início das coletas.

**Figura 74. Tendência e situação atual do Nitrogênio Amoniacal.**



Fonte: Garden Projetos (2024).

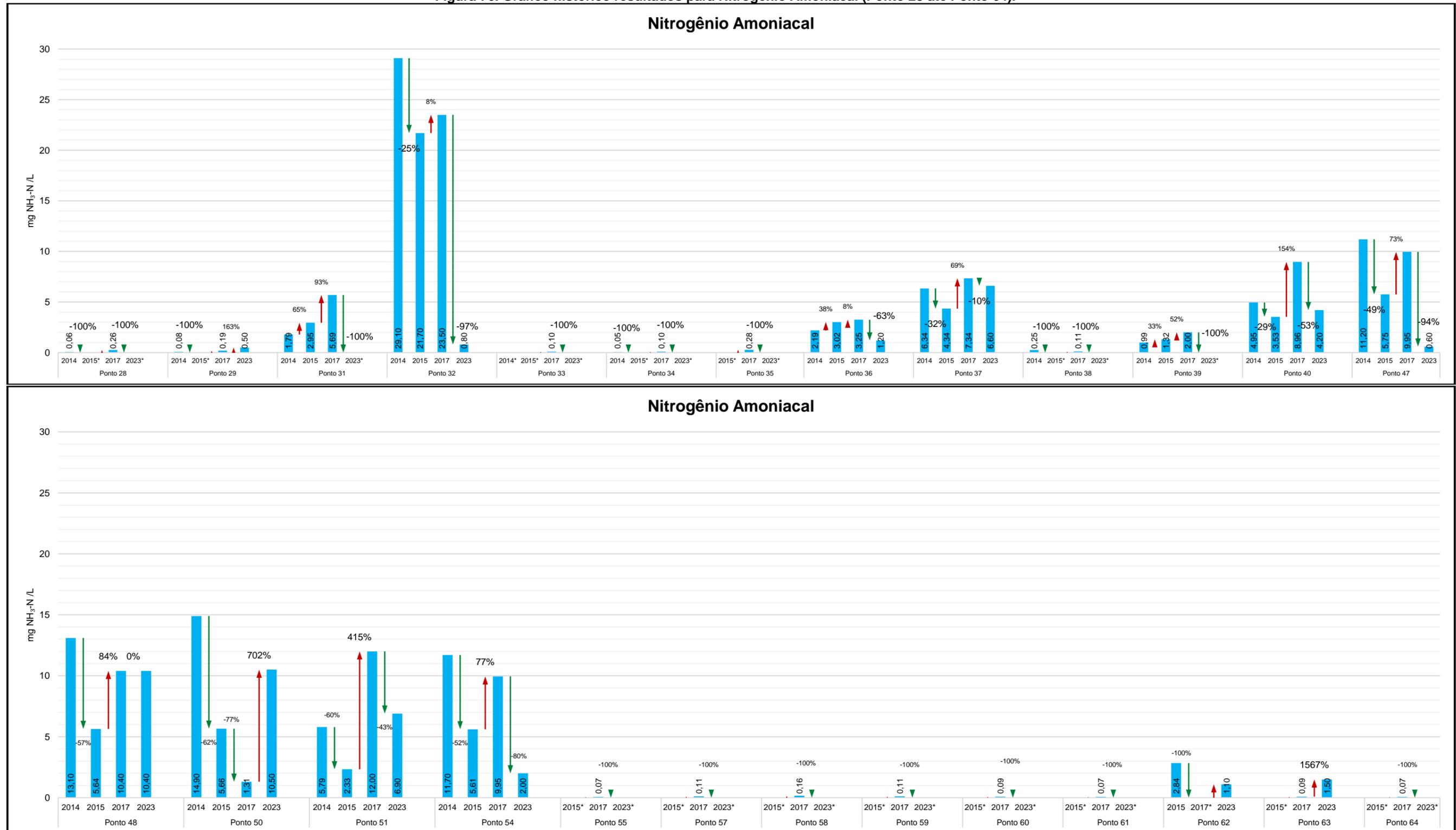
Figura 75. Gráfico histórico resultados para Nitrogênio Amoniacal (Ponto 01 até Ponto 27).



\*Valor abaixo do Limite de Quantificação; ▼ Porcentagem que o parâmetro reduziu desde a última análise; ▲ Porcentagem que o parâmetro aumentou desde a última análise.

Fonte: Garden Projetos (2024).

Figura 76. Gráfico histórico resultados para Nitrogênio Amoniacal (Ponto 28 até Ponto 64).

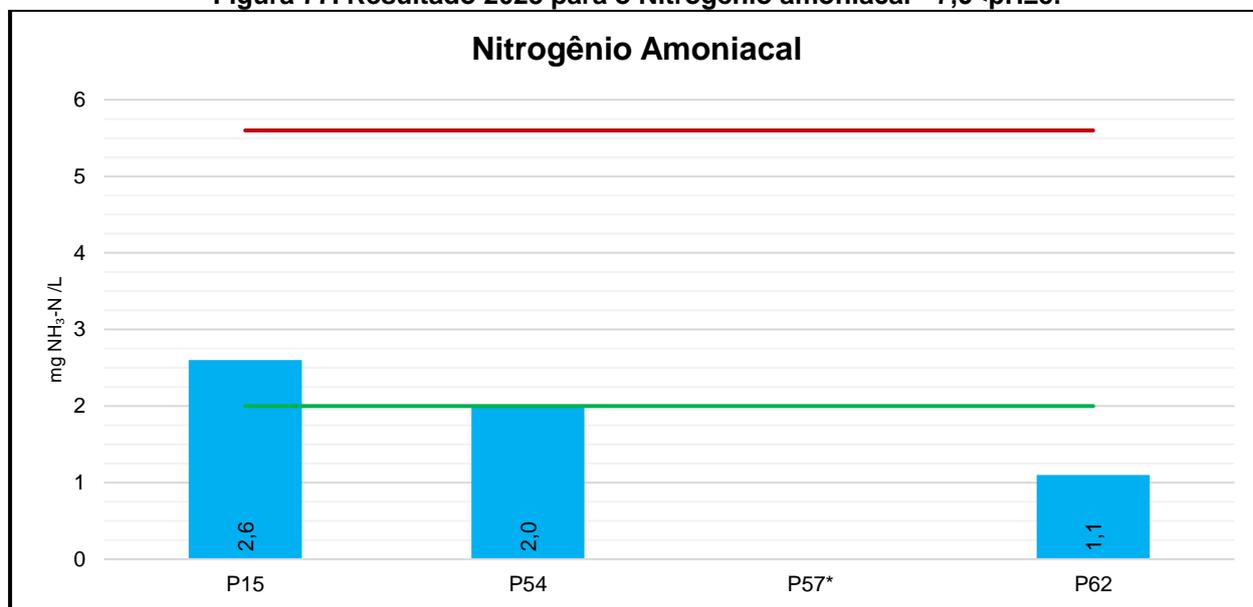


\*Valor abaixo do Limite de Quantificação; ▼ Porcentagem que o parâmetro reduziu desde a última análise; ▲ Porcentagem que o parâmetro aumentou desde a última análise.  
 Fonte: Garden Projetos (2024).

Para o enquadramento dos resultados de Nitrogênio Amoniacal conforme a Resolução CONAMA nº 357/2005, é necessário avaliar o pH da amostra, seguindo as faixas indicadas. Apenas os Pontos P15, P54, P57 e P62 ficaram com o pH acima de 7,5, os demais estão na faixa com o pH menor ou igual a 7,5.

Comparando os valores encontrados na última campanha com os limites estabelecidos na Resolução CONAMA nº 357/2005, tem-se então a Figura 273 e 274, ilustrando a situação do parâmetro nos arroios urbanos. Analisando os resultados encontrados, é possível perceber que 38% estão acima dos valores estabelecidos para Classe IV, 3% se enquadram em Classe III, 2% estão em Classe II e 57% em Classe I.

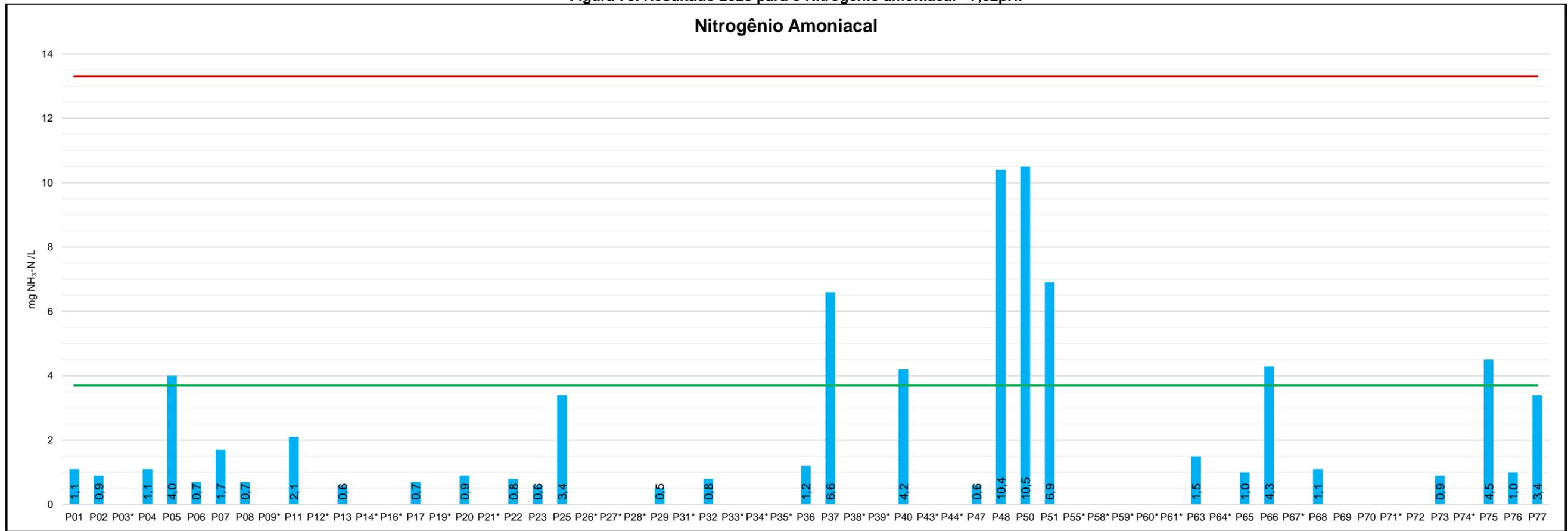
**Figura 77. Resultado 2023 para o Nitrogênio amoniacal -  $7,5 < \text{pH} \leq 8$ .**



Legenda: — Classe I e II; — Classe III. \*Valor abaixo do Limite de Quantificação.

Fonte: Limites de Classe adaptado de Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005).

Figura 78. Resultado 2023 para o Nitrogênio amoniacal - 7,5≥pH.



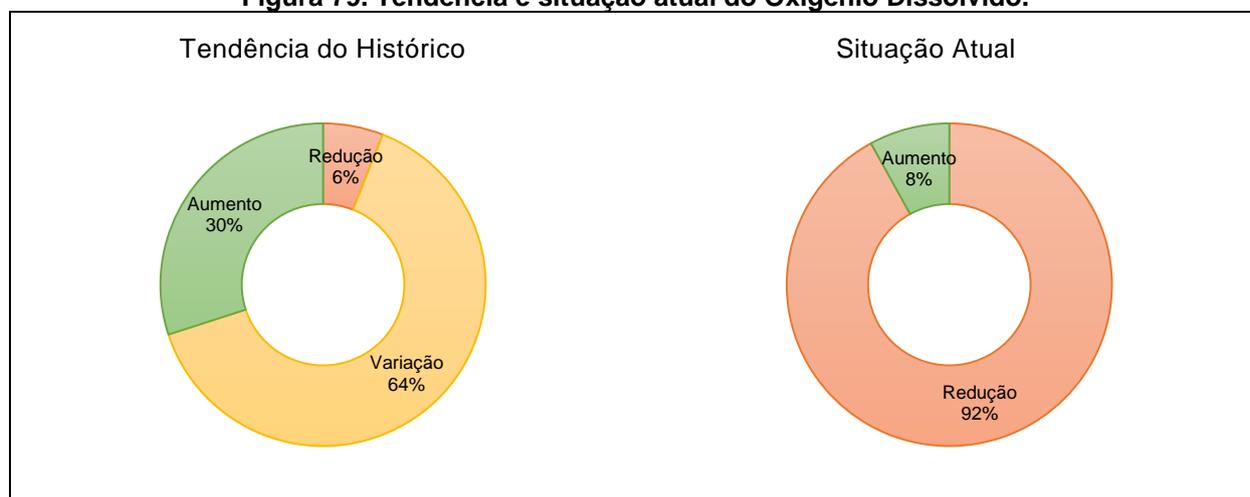
Legenda: — Classe I e II; — Classe III. \*Valor abaixo do Limite de Quantificação.  
 Fonte: Limites de Classe adaptado de Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005).

#### 4.1.9 Oxigênio Dissolvido

O Oxigênio Dissolvido (OD), mede a quantidade de oxigênio que está dissolvido na água. Seu valor pode variar, aumentando em condições naturais através das interações da superfície do corpo hídrico com a atmosfera e a fotossíntese, reduzindo com o consumo dos organismos e degradação das substâncias orgânicas. É importante para o mantimento destes processos de autodepuração e avaliar a capacidade de sustento da vida aquática, sendo que valores mais baixos indicam o despejo de efluente não tratado e matéria orgânica na água. As Figura 80 e Figura 81 mostram o histórico dos resultados encontrados.

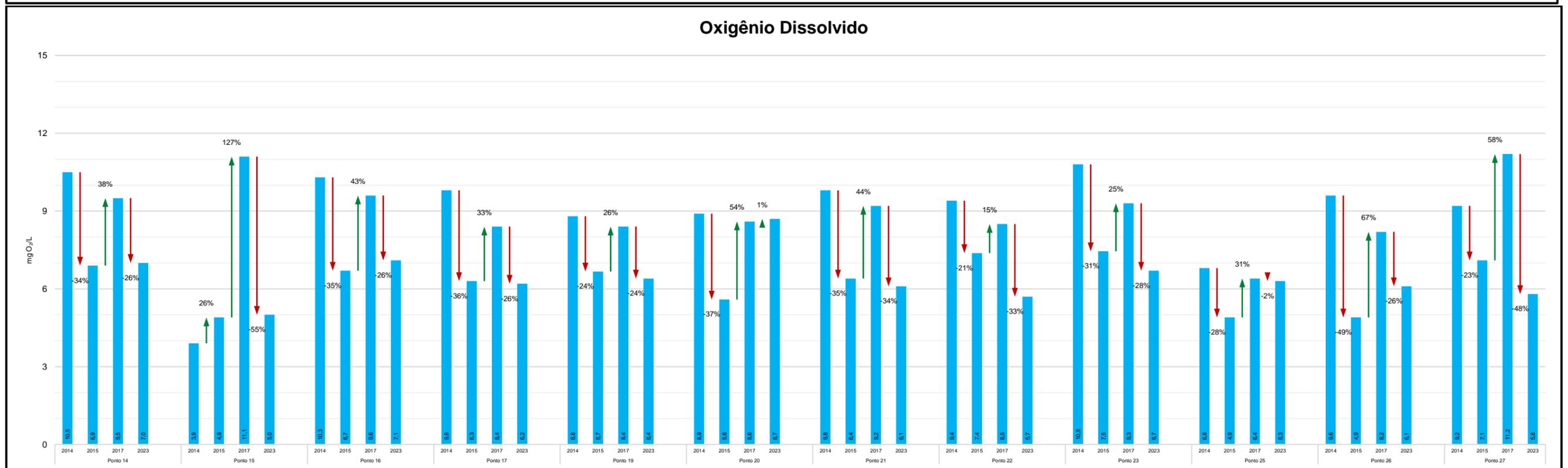
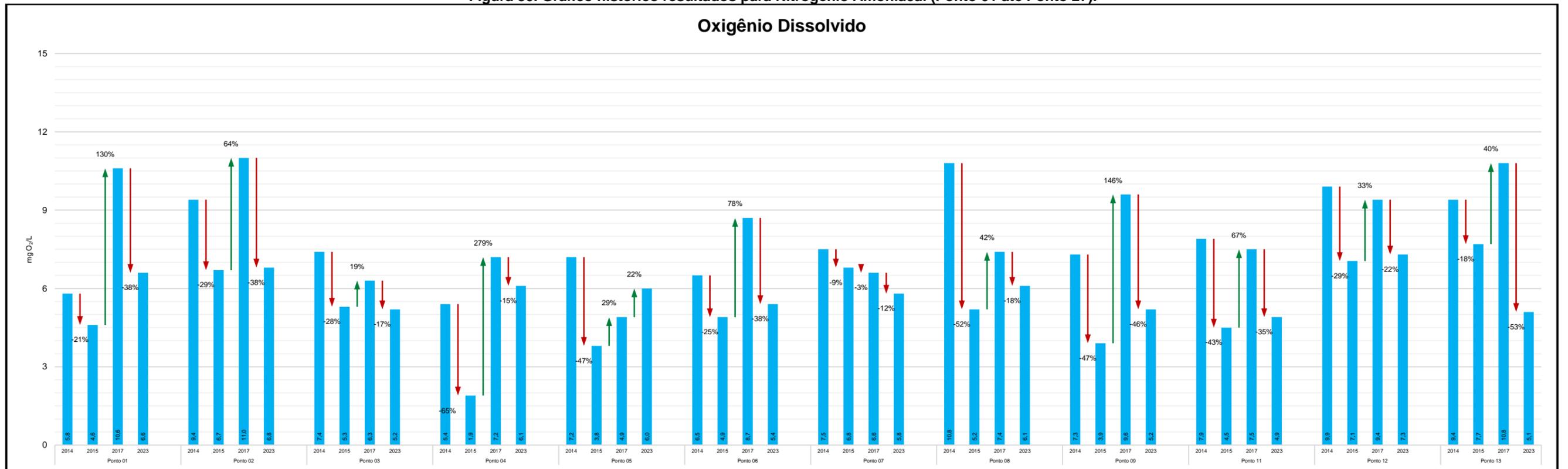
A avaliação do OD funciona de forma inversa aos demais parâmetros, já que um aumento no seu valor resulta em uma melhora no sistema. Portanto, o histórico das últimas coletas ao longo dos anos apresenta uma tendência de aumento em 30% dos pontos, com apenas 6% de redução. Porém analisando o resultado de 2023 o cenário muda, já que 92% dos pontos registraram redução no OD, com apenas 8% de aumento. Ainda, 90% dos pontos vinham aumentando a quantidade de OD nos últimos anos e reduziram em 2023, com 2% dos pontos apresentando uma redução constante ao longo de todos os anos de coleta.

**Figura 79. Tendência e situação atual do Oxigênio Dissolvido.**



Fonte: Garden Projetos (2024).

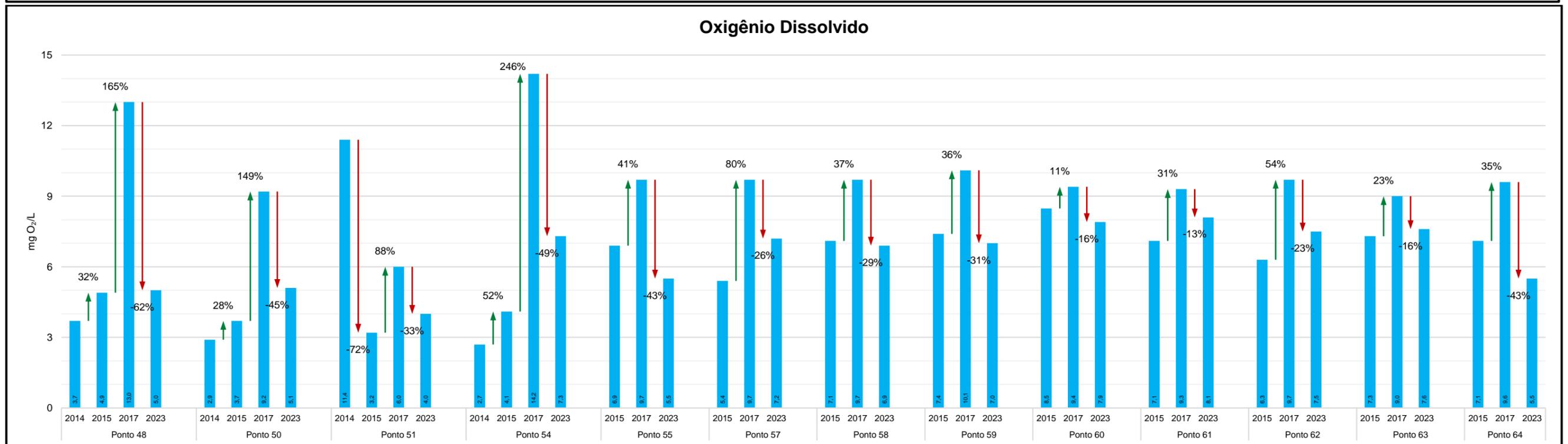
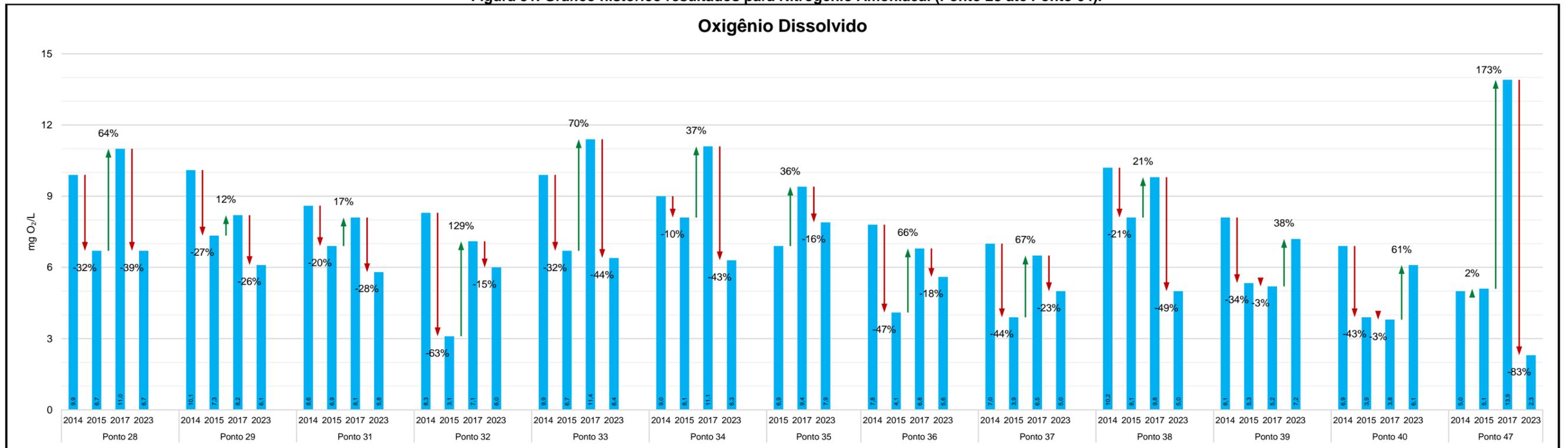
Figura 80. Gráfico histórico resultados para Nitrogênio Amoniacal (Ponto 01 até Ponto 27).



\*Valor abaixo do Limite de Quantificação; ▼ Porcentagem que o parâmetro reduziu desde a última análise; ▲ Porcentagem que o parâmetro aumentou desde a última análise.

Fonte: Garden Projetos (2024).

Figura 81. Gráfico histórico resultados para Nitrogênio Amoniacal (Ponto 28 até Ponto 64).

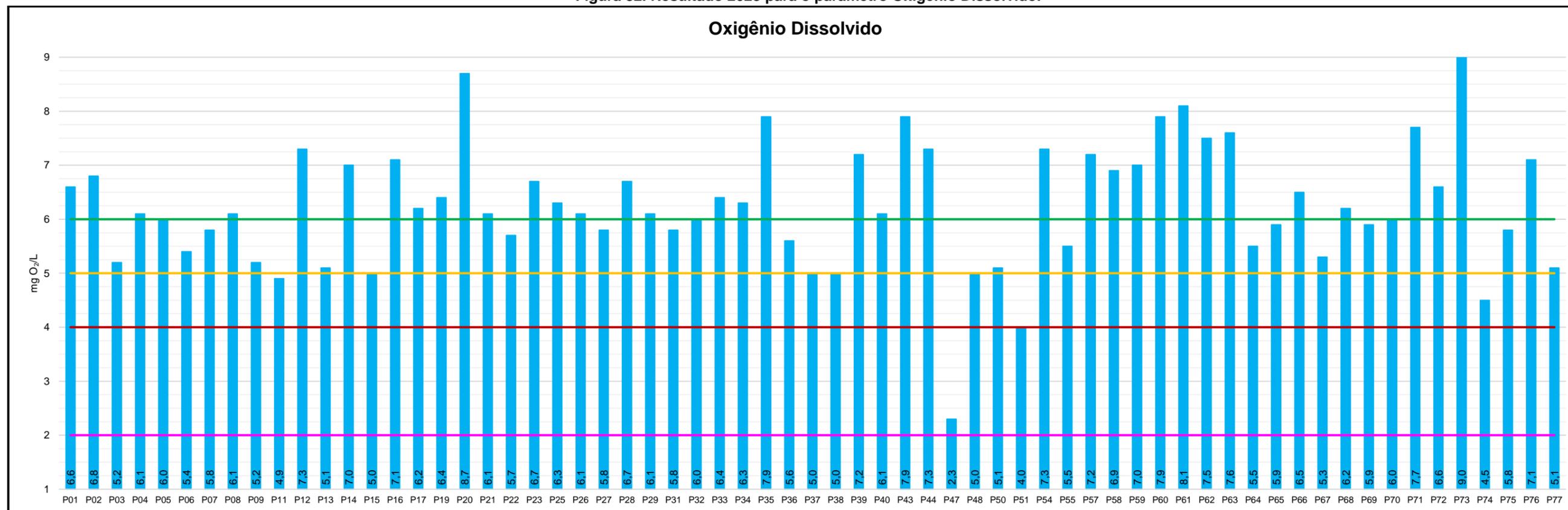


\*Valor abaixo do Limite de Quantificação; ▼ Porcentagem que o parâmetro reduziu desde a última análise; ▲ Porcentagem que o parâmetro aumentou desde a última análise.  
 Fonte: Garden Projetos (2024).



Comparando os valores encontrados na última campanha com os limites estabelecidos na Resolução CONAMA nº 357/2005, tem-se então a Figura 278, ilustrando a situação do parâmetro nos arroios urbanos. Analisando os resultados encontrados, destaca-se que 62% dos pontos ficaram acima de 6 mg O<sub>2</sub>/L, se enquadrando em Classe I. Dentre o restante dos pontos, 32% estão acima de 5 mg O<sub>2</sub>/L se enquadrando em Classe II, 5% estão acima de 4 mg O<sub>2</sub>/L se enquadrando em Classe III e 2% estão na Classe IV, acima de 2 mg O<sub>2</sub>/L.

Figura 82. Resultado 2023 para o parâmetro Oxigênio Dissolvido.



Legenda: ■ Classe I; ■ Classe II; ■ Classe III; ■ Classe IV.

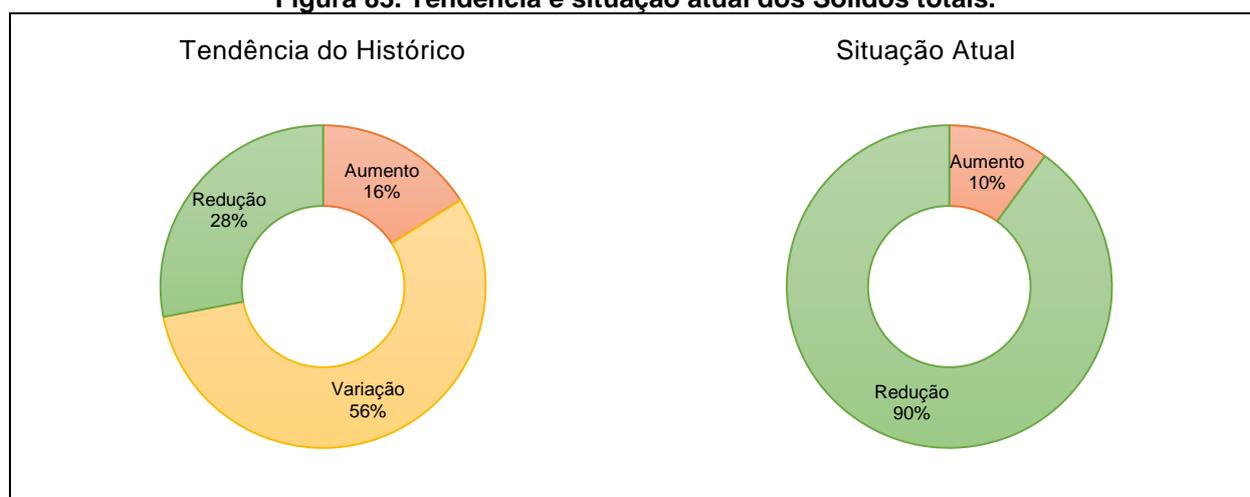
Fonte: Limites de Classe adaptado de CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005).

#### 4.1.10 Sólidos Totais

O incremento de sólidos em um recurso hídrico pode ter, assim como todos os demais parâmetros descritos, origem natural ou antrópica. A dissolução e o carreamento de compostos do solo e das rochas e a decomposição de matéria orgânica constituem-se nas principais fontes naturais de sólidos na água. Já as fontes antrópicas vinculadas às concentrações de sólidos estão relacionadas ao lançamento de despejos domésticos e industriais. A Figura 84 e Figura 85 mostram o histórico dos resultados encontrados.

Avaliando o histórico das coletas, a maior parte dos pontos apresentava variação, com 28% reduzindo ao longo dos últimos anos e 16% apresentando aumento. Avaliando a campanha de 2023, 90% constataram a redução dos parâmetros, com apenas 10% apresentando aumento. Em 10% dos pontos a quantidade de sólidos totais estava reduzindo, mas aumentaram em 2023 e nenhum dos pontos vem registrando um aumento contínuo desde o início das coletas.

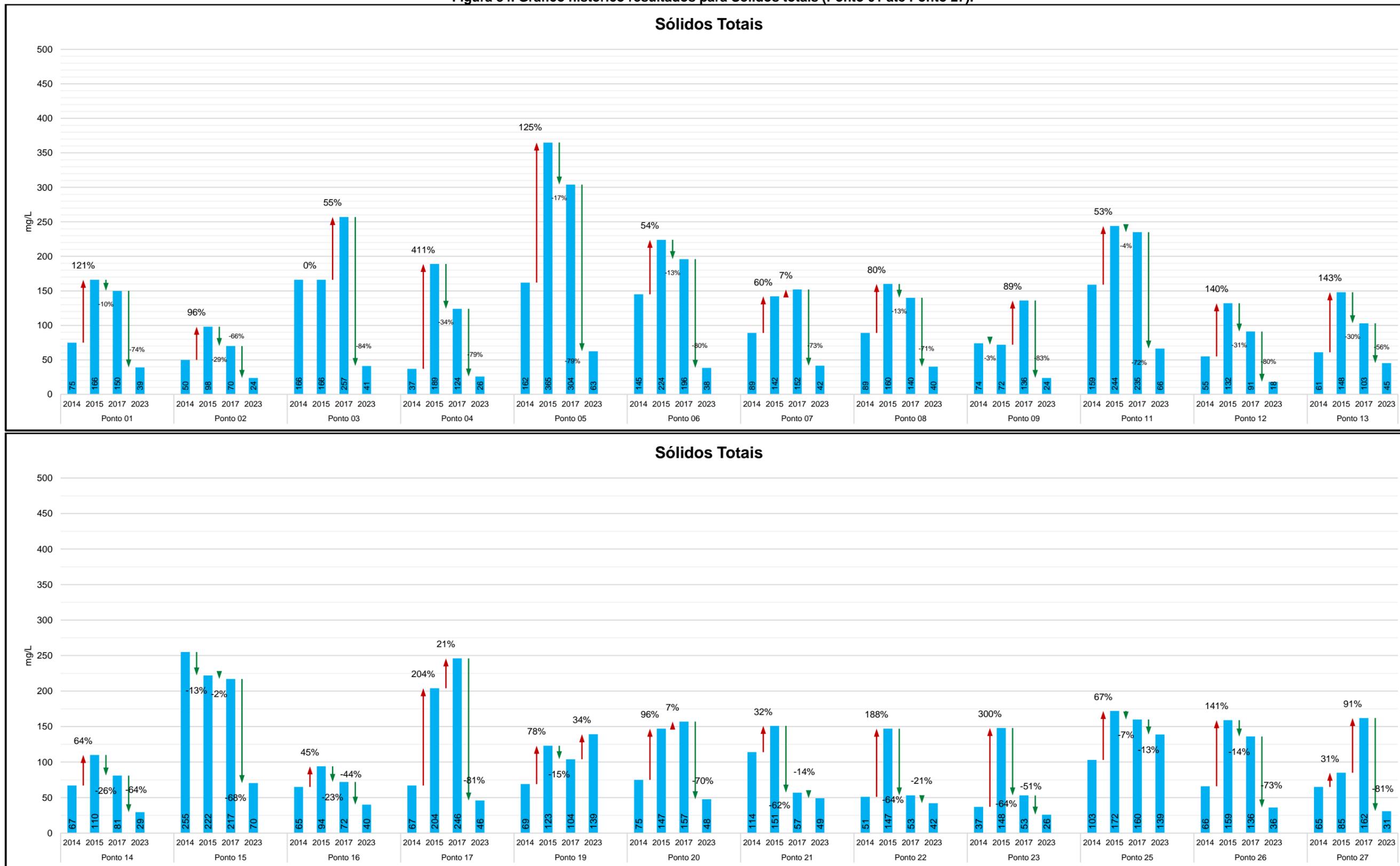
**Figura 83. Tendência e situação atual dos Sólidos totais.**



Fonte: Garden Projetos (2024).

Este parâmetro não apresenta limites máximos de quantificação para enquadramento do corpo hídrico. Os resultados encontrados na coleta de 2023 estão dispostos na Figura 86.

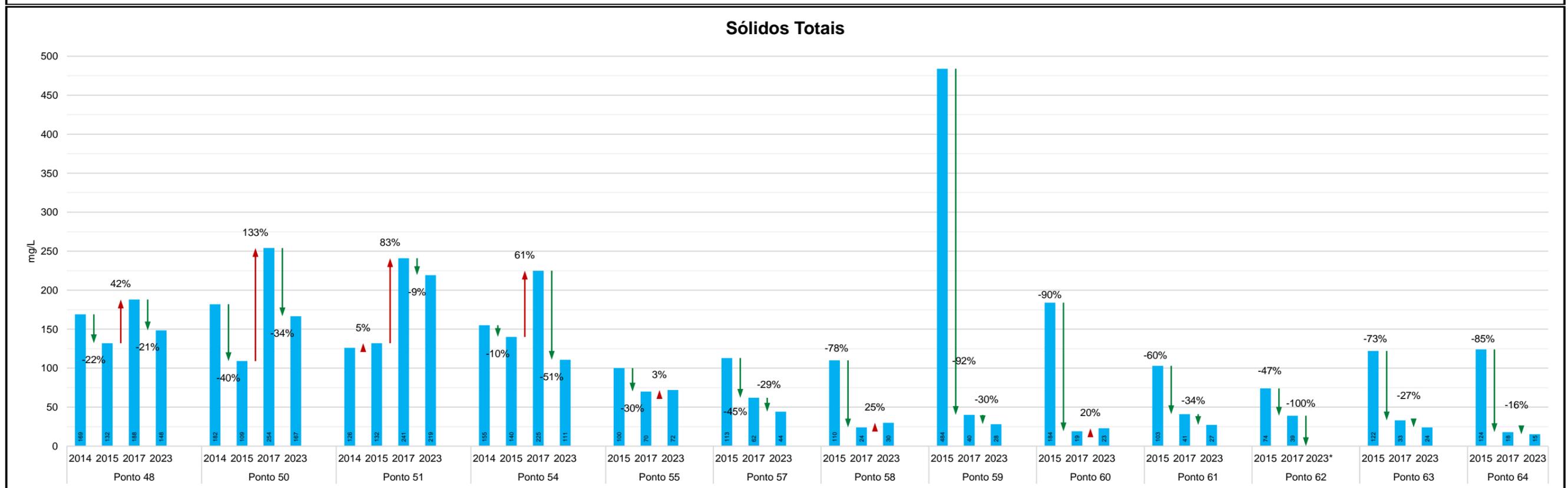
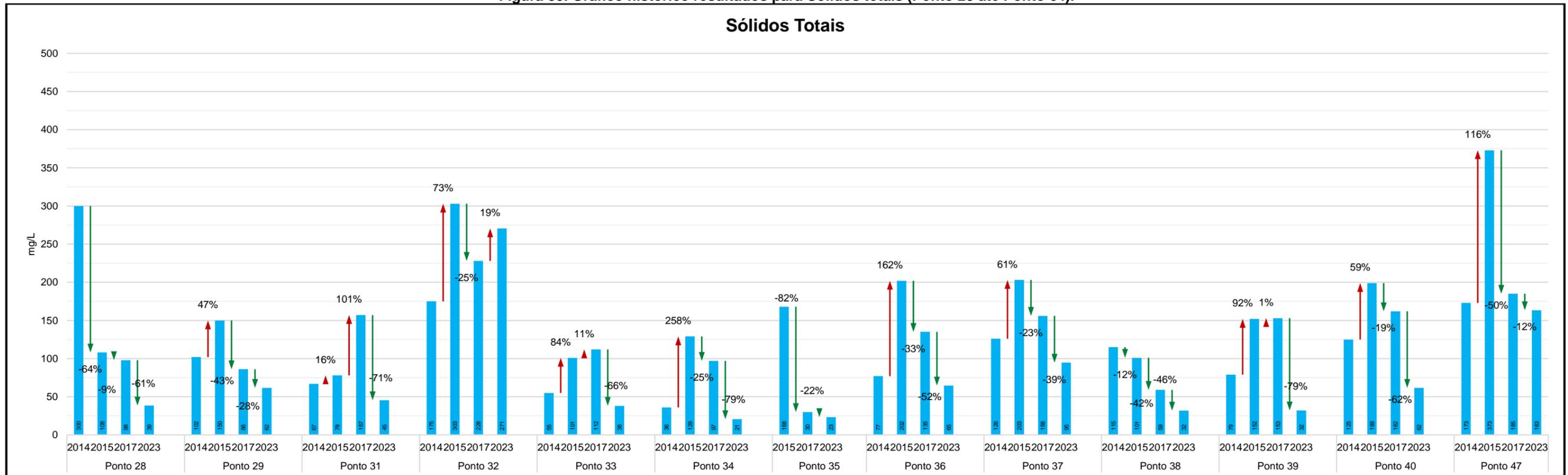
Figura 84. Gráfico histórico resultados para Sólidos totais (Ponto 01 até Ponto 27).



\*Valor abaixo do Limite de Quantificação; ▼ Porcentagem que o parâmetro reduziu desde a última análise; ▲ Porcentagem que o parâmetro aumentou desde a última análise.

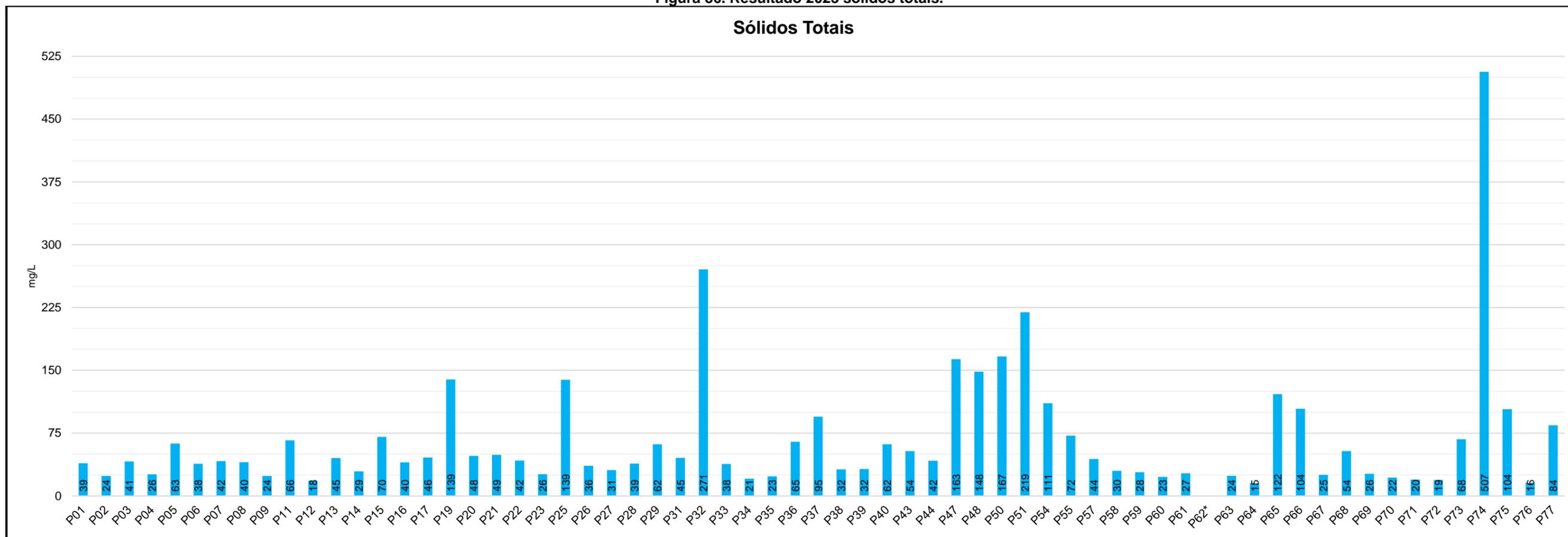
Fonte: Garden Projetos (2024).

Figura 85. Gráfico histórico resultados para Sólidos totais (Ponto 28 até Ponto 64).



\*Valor abaixo do Limite de Quantificação; ▼ Porcentagem que o parâmetro reduziu desde a última análise; ▲ Porcentagem que o parâmetro aumentou desde a última análise.  
 Fonte: Garden Projetos (2024).

Figura 86. Resultado 2023 sólidos totais.



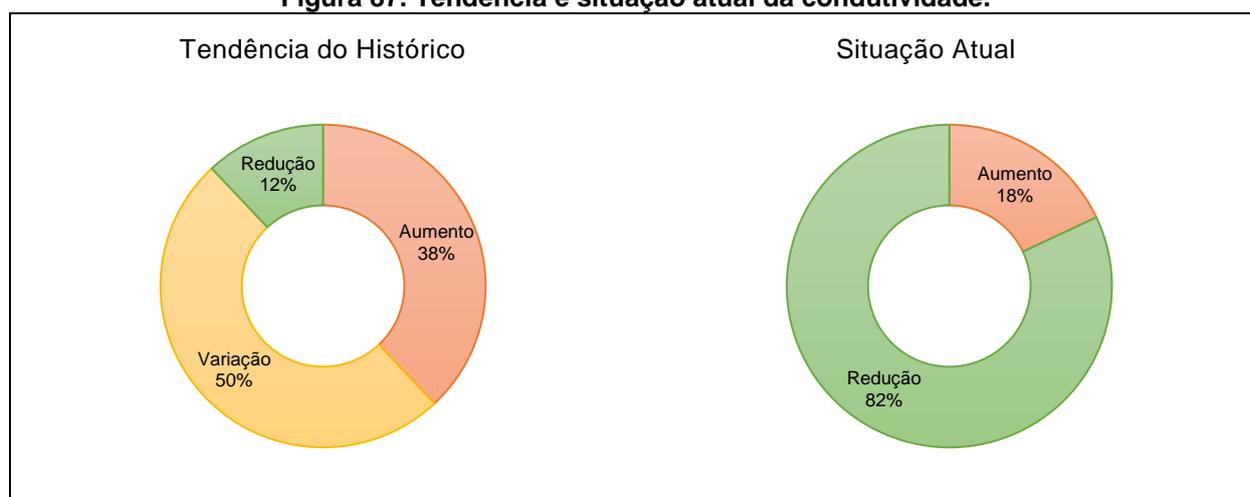
\*Valor abaixo do Limite de Quantificação.  
 Fonte: Garden Projetos (2024).

#### 4.1.11 Condutividade

A condutividade indica a quantidade de sais na água, não sendo um dos parâmetros que apresente um limite numérico para o enquadramento e avaliação do corpo hídrico, porém quando em níveis elevados, é um indicativo da presença de descarte de poluentes ou contaminantes. A Figura 88 e Figura 89 mostram o histórico dos resultados encontrados.

É possível perceber que há uma variação na tendência entre os resultados encontrados em cada ponto. Ao longo dos anos a tendência indica um aumento em 38% dos locais, enquanto que apenas 12% vinham reduzindo. A situação atual da condutividade mostrou uma redução do parâmetro em 82% dos pontos, com aumento em 18%. É possível destacar também que 8% dos pontos apresentava histórico de redução, mas acabaram aumentando em 2023, com 10% registrando aumento contínuo desde o início das coletas.

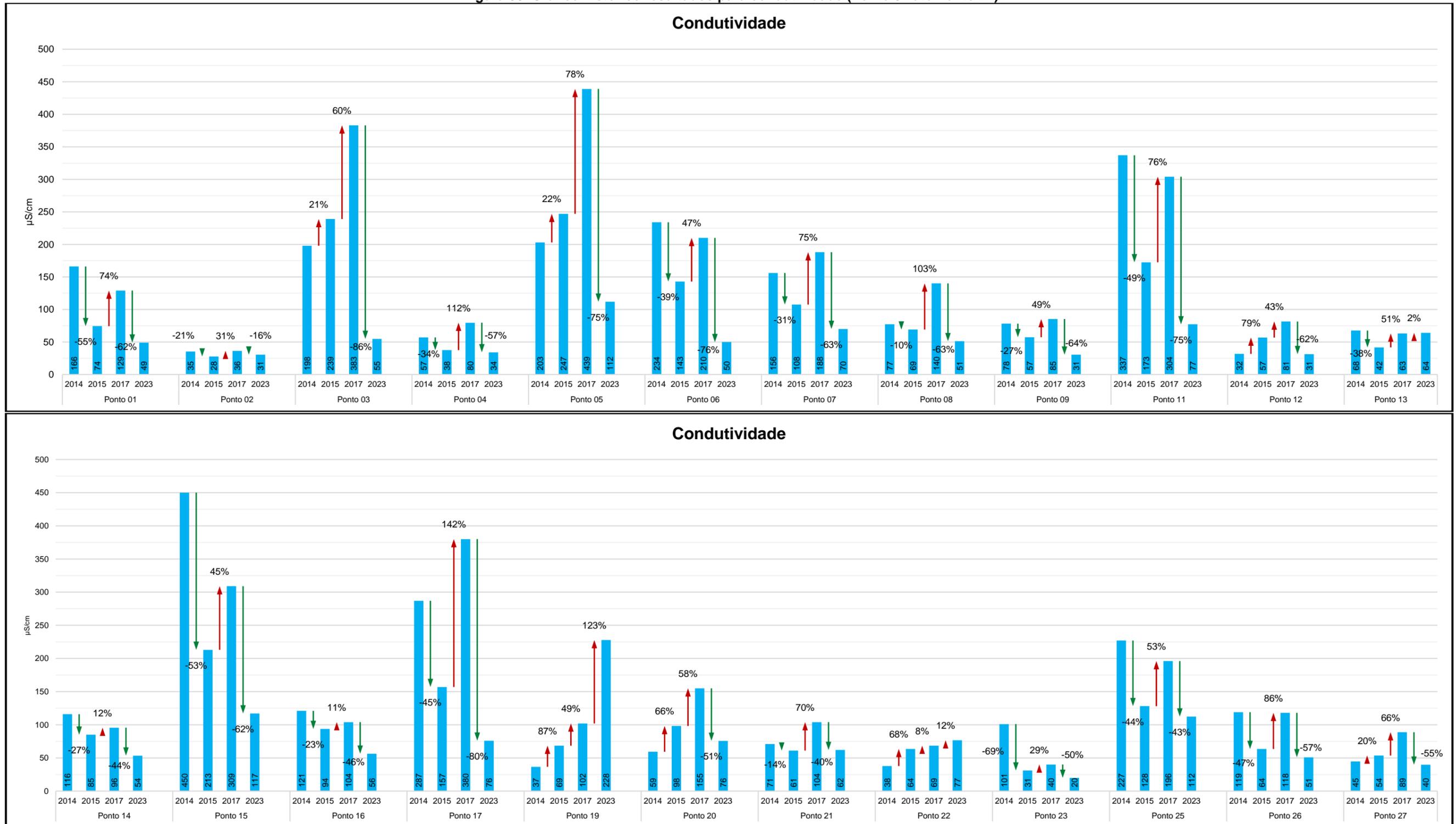
**Figura 87. Tendência e situação atual da condutividade.**



Fonte: Garden Projetos (2024).

Este parâmetro não apresenta limites máximos de quantificação para enquadramento do corpo hídrico. Os resultados encontrados na coleta de 2023 estão dispostos na Figura 89.

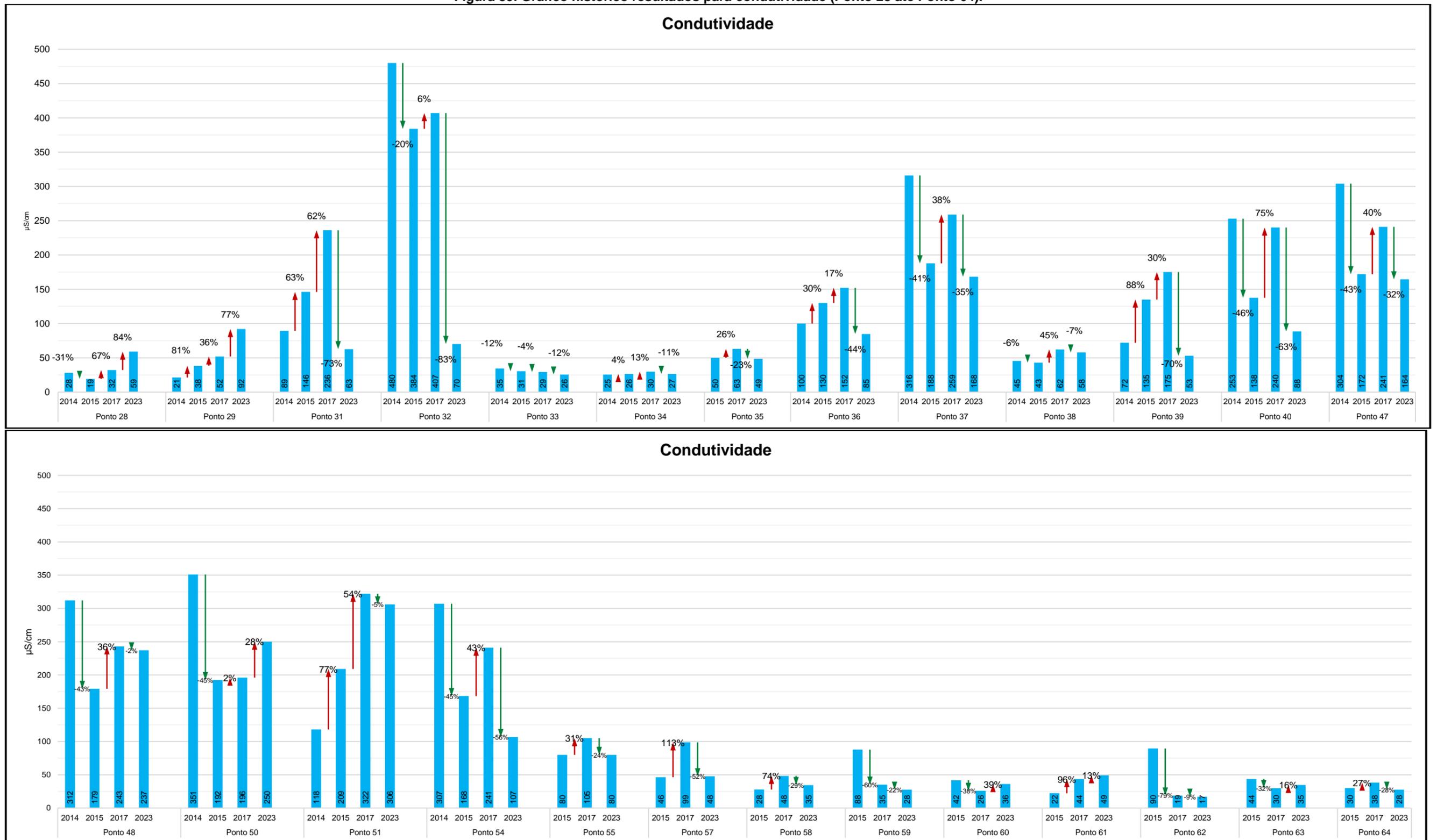
Figura 88. Gráfico histórico resultados para condutividade (Ponto 01 até Ponto 27).



\*Valor abaixo do Limite de Quantificação; ▼ Porcentagem que o parâmetro reduziu desde a última análise; ▲ Porcentagem que o parâmetro aumentou desde a última análise.

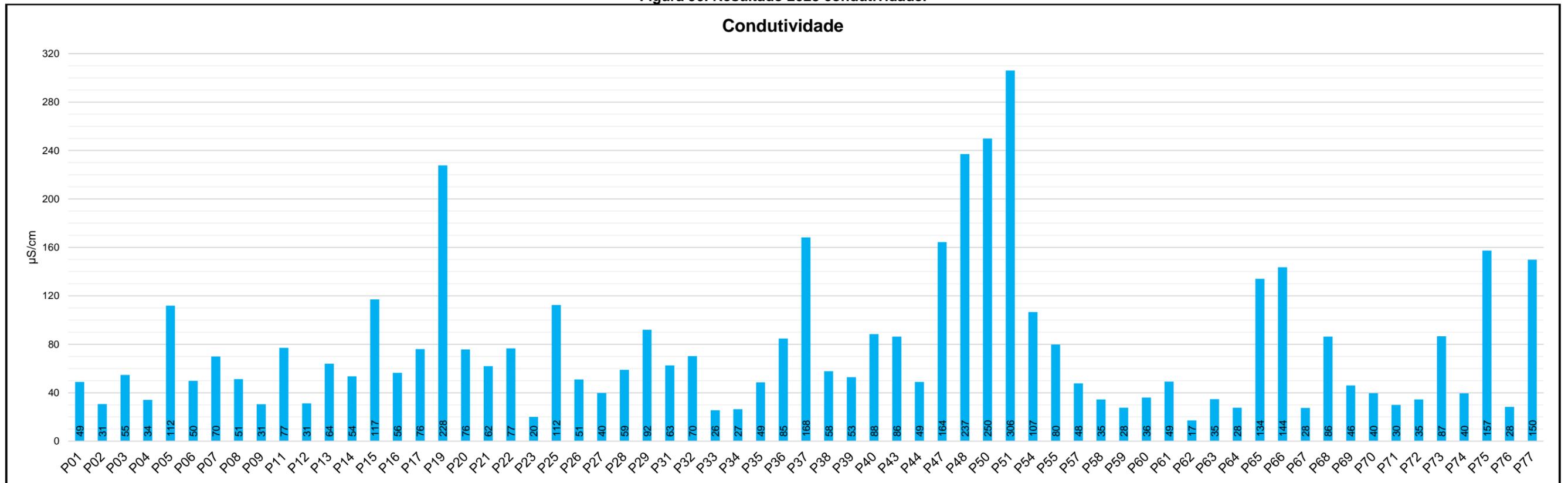
Fonte: Garden Projetos (2024).

Figura 89. Gráfico histórico resultados para condutividade (Ponto 28 até Ponto 64).



\*Valor abaixo do Limite de Quantificação; ▼ Porcentagem que o parâmetro reduziu desde a última análise; ▲ Porcentagem que o parâmetro aumentou desde a última análise.  
Fonte: Garden Projetos (2024).

Figura 90. Resultado 2023 condutividade.



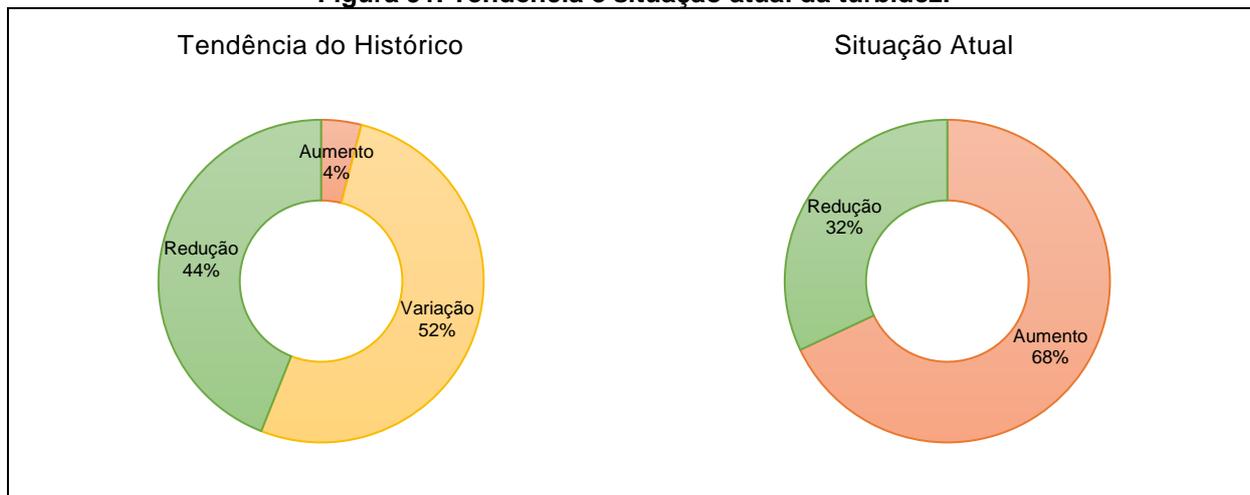
Fonte: Garden Projetos (2024).

#### 4.1.12 Turbidez

A turbidez representa o grau de interferência da passagem de luz através da água devido a existência de sólidos em suspensão como areia, silte, argila e detritos orgânicos tais como algas, bactérias e plâncton em geral. O aumento natural da turbidez origina-se, normalmente, de eventos de precipitação mais intensos, os quais são capazes de erodir as margens e áreas adjacentes aos recursos hídricos, bem como ressuspender parte dos sólidos sedimentados. A Figura 92 e Figura 93 mostram o histórico dos resultados encontrados.

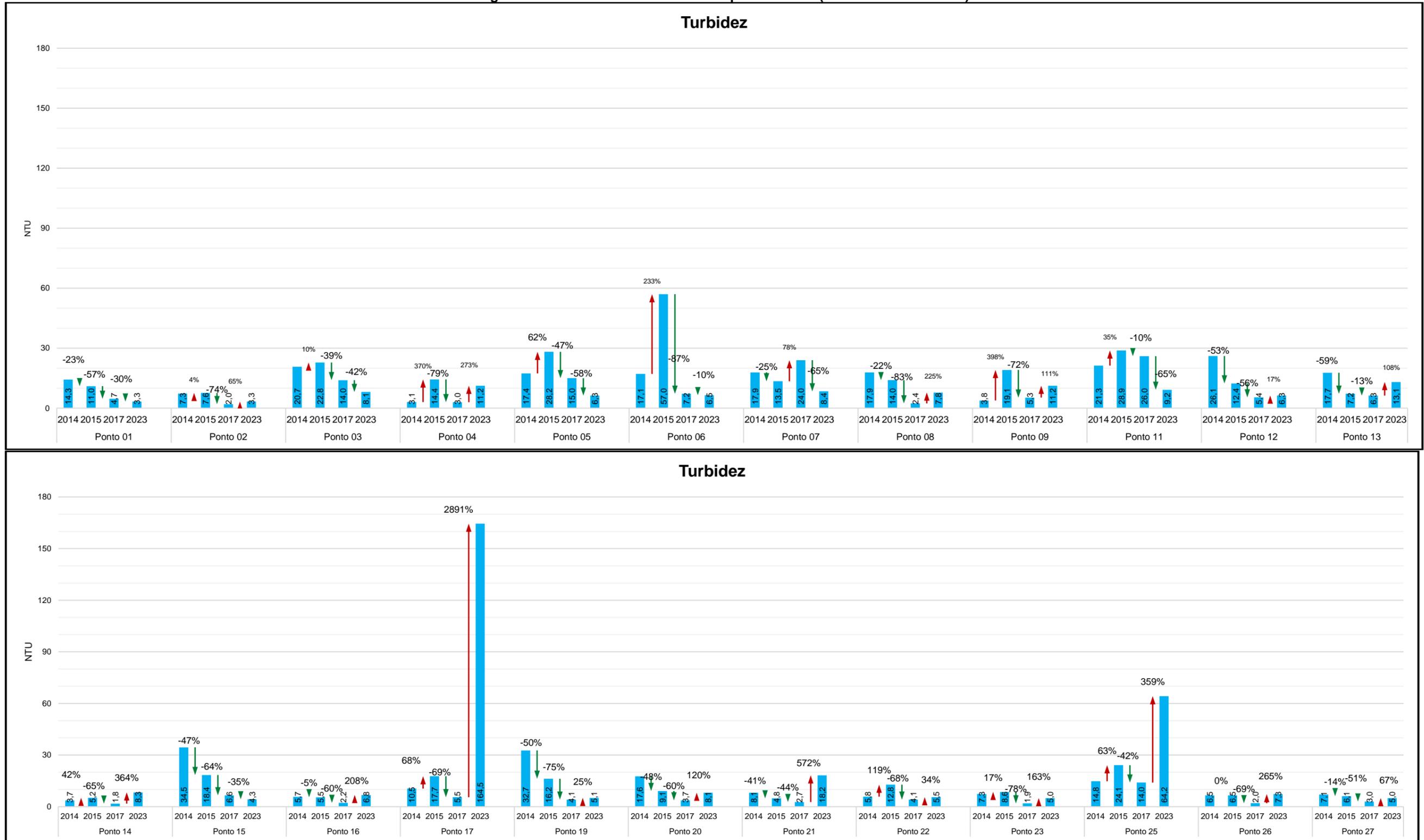
Avaliando o histórico das coletas, grande parte apresenta variação, 44% dos pontos vinham reduzindo ao longo dos últimos anos e apenas 4% registraram aumento. Considerando a campanha de 2023, 68% constataram aumento na turbidez, com 32% reduzindo. Em 66% destes pontos a turbidez estava apresentando cenário de redução ao longo dos anos, mas aumentaram em 2023, e 2% dos pontos vem registrando um aumento contínuo desde o início das coletas.

**Figura 91. Tendência e situação atual da turbidez.**



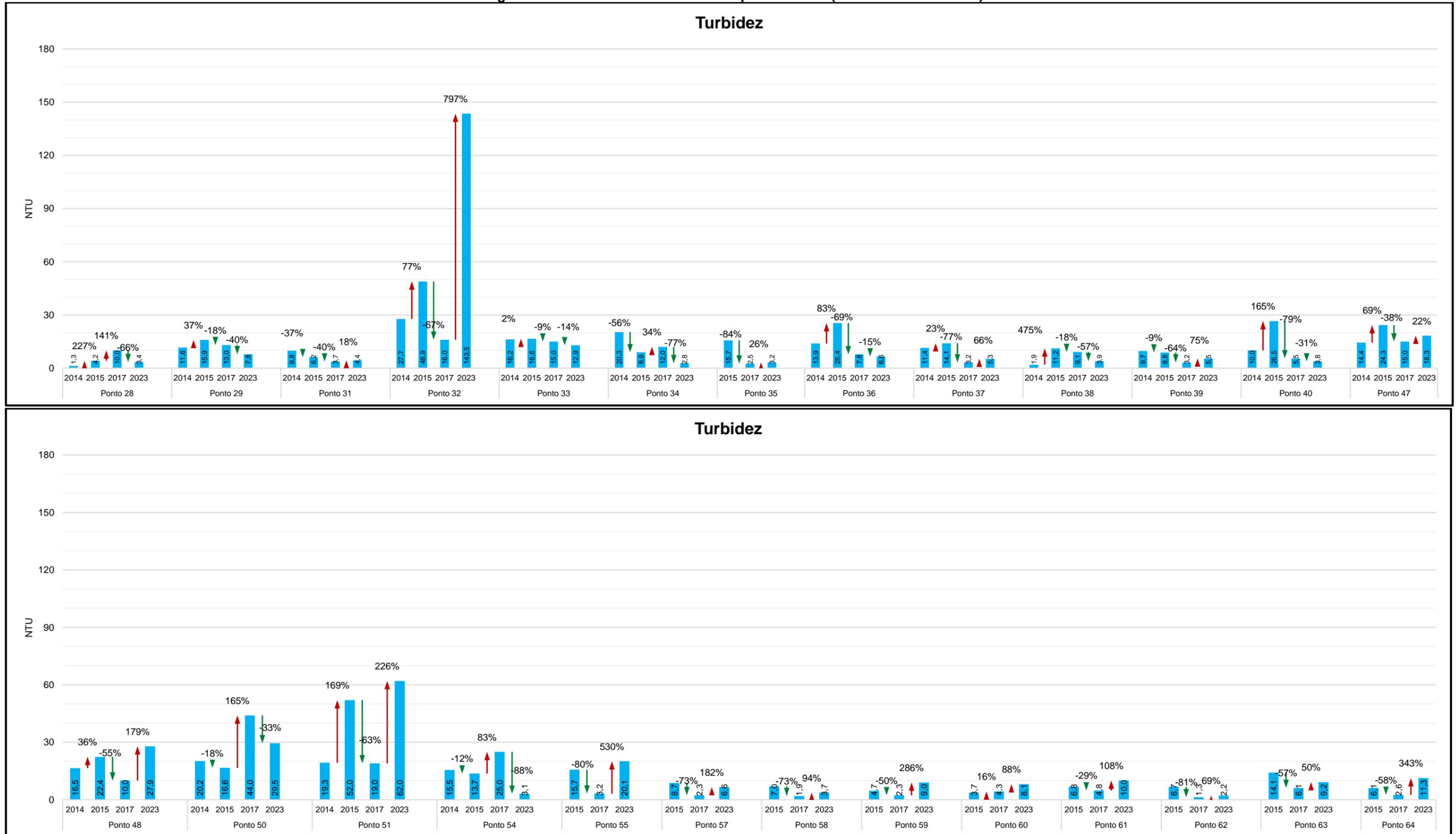
Fonte: Garden Projetos (2024).

Figura 92. Gráfico histórico resultados para turbidez (Ponto 01 até Ponto 27).



\*Valor abaixo do Limite de Quantificação; ▼ Porcentagem que o parâmetro reduziu desde a última análise; ▲ Porcentagem que o parâmetro aumentou desde a última análise.  
 Fonte: Garden Projetos (2024).

Figura 93. Gráfico histórico resultados para turbidez (Ponto 28 até Ponto 64).



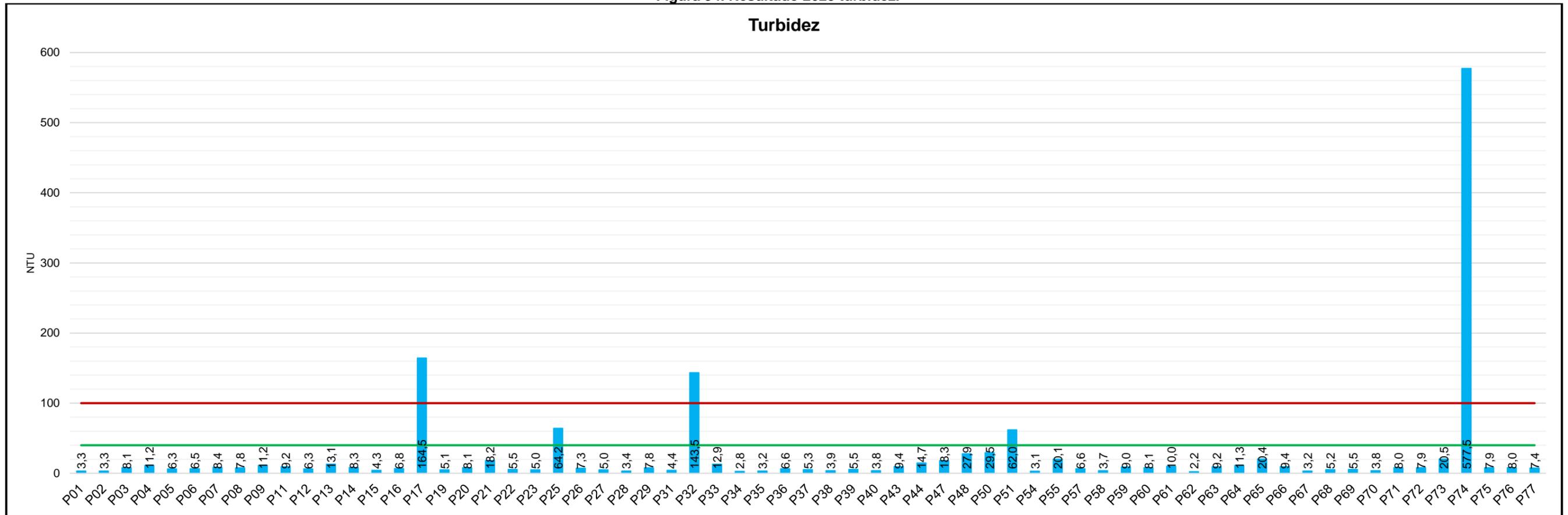
\*Valor abaixo do Limite de Quantificação; ▼ Porcentagem que o parâmetro reduziu desde a última análise; ▲ Porcentagem que o parâmetro aumentou desde a última análise.

Fonte: Garden Projetos (2024).



Comparando os valores encontrados na última campanha com os limites estabelecidos na Resolução CONAMA nº 357/2005, tem-se então a Figura 94 ilustrando a situação do parâmetro nos arroios urbanos. Analisando os resultados encontrados, destaca-se que 94% dos pontos ficaram abaixo de 40 NTU, se enquadrando em Classe I. Dentre o restante dos pontos, 2% estão acima de 40 NTU se enquadrando em Classe II e 6% estão na Classe IV, acima de 100 NTU.

Figura 94. Resultado 2023 turbidez.



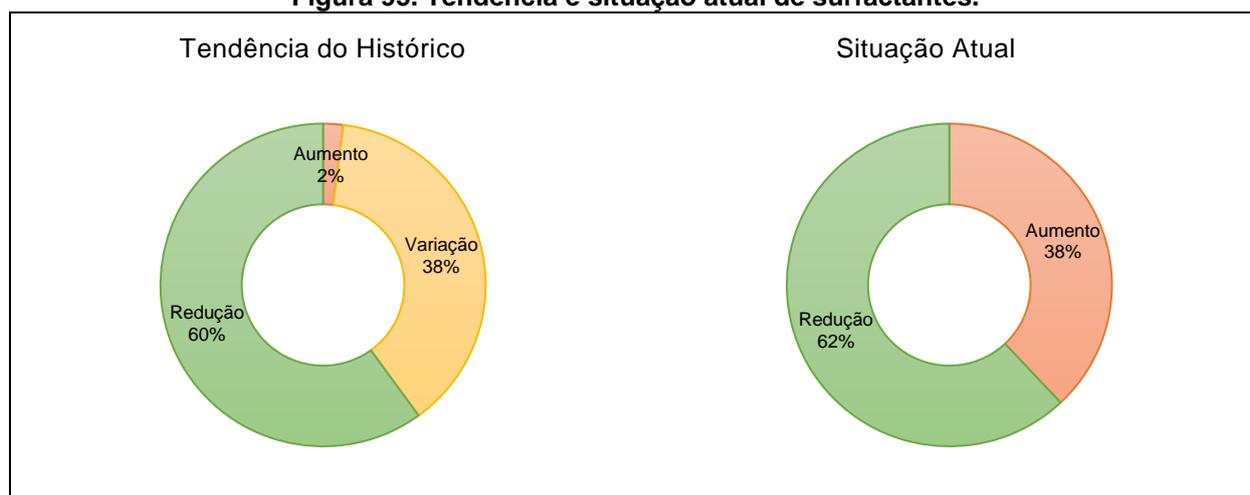
Legenda: ■ Classe I e II; ■ Classe III. \*Valor abaixo do Limite de Quantificação.  
 Fonte: Limites de Classe adaptado de Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005).

#### 4.1.13 Surfactantes

São as substâncias tensoativas que reagem com azul de metileno, que quando encontrados nos cursos hídricos estão relacionados a descartes de efluente doméstico ou industrial não tratado. Está associado a presença de detergentes e formação de espumas na superfície da água, podendo ser tóxico para a vida aquática. A Figura 96 e Figura 97 mostram o histórico dos resultados encontrados.

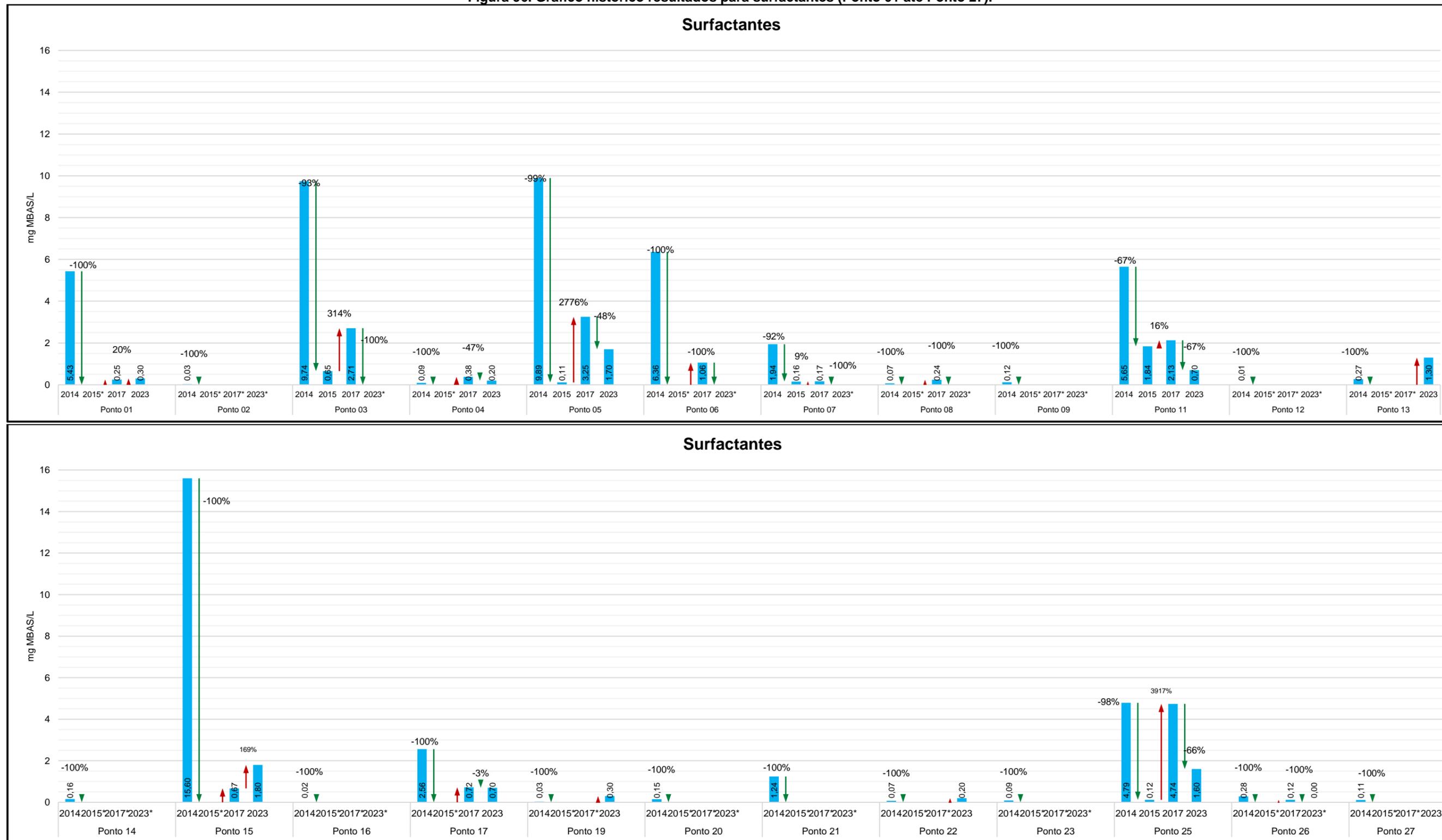
Avaliando o histórico das coletas, 60% dos pontos vinham reduzindo ao longo dos últimos anos e apenas 2% apresentavam aumento. Avaliando a campanha de 2023, 38% constataram aumento, com 62% apresentando redução. Em 6% destes pontos os surfactantes estavam apresentando cenário de redução ao longo dos anos, mas aumentou em 2023, e 12% dos pontos vem registrando um aumento contínuo desde o início das coletas.

**Figura 95. Tendência e situação atual de surfactantes.**



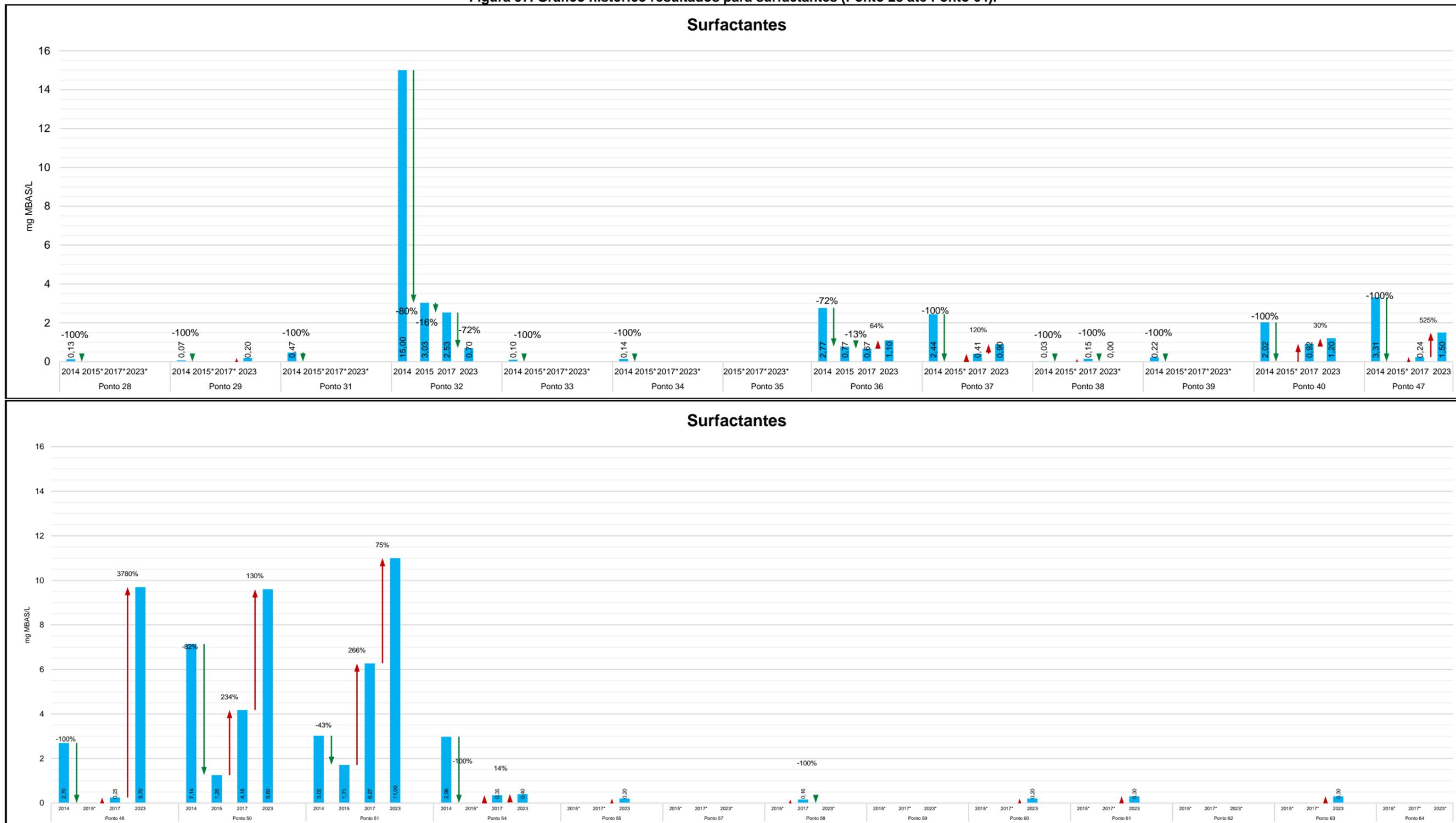
Fonte: Garden Projetos (2024).

Figura 96. Gráfico histórico resultados para surfactantes (Ponto 01 até Ponto 27).



\*Valor abaixo do Limite de Quantificação; ▼ Porcentagem que o parâmetro reduziu desde a última análise; ▲ Porcentagem que o parâmetro aumentou desde a última análise.  
 Fonte: Garden Projetos (2024).

Figura 97. Gráfico histórico resultados para surfactantes (Ponto 28 até Ponto 64).

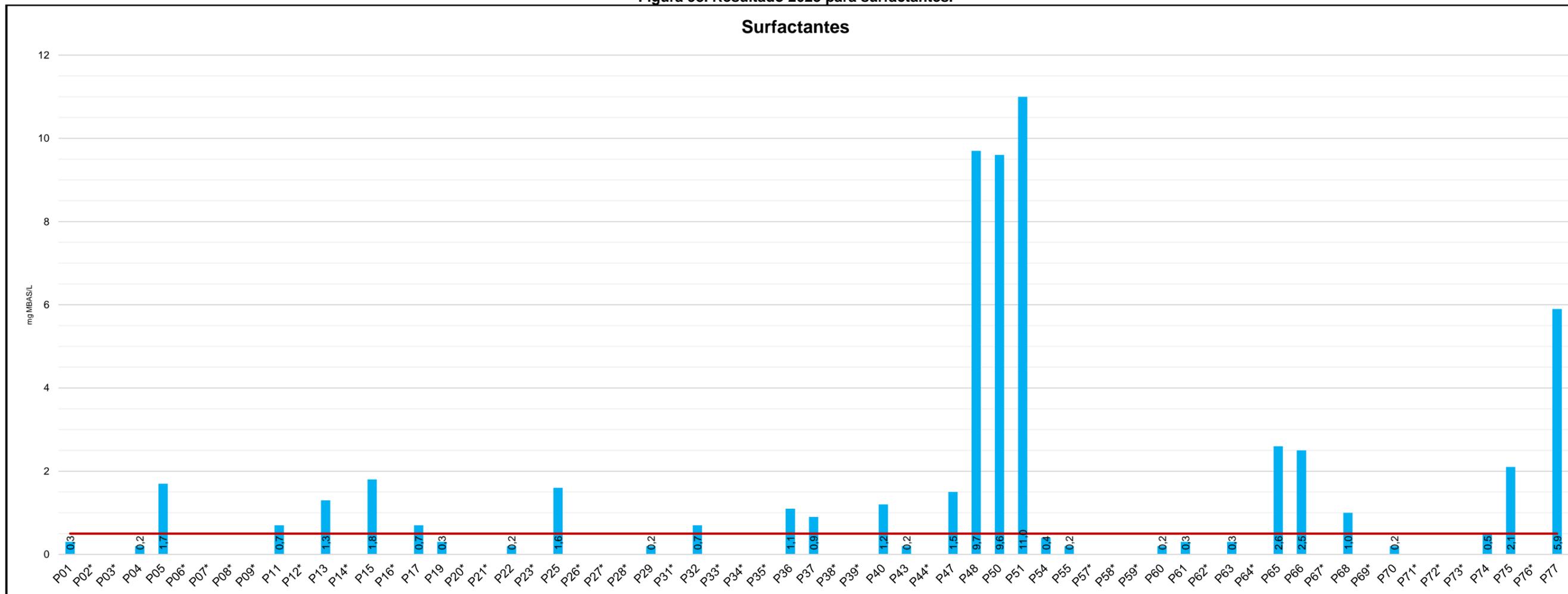


\*Valor abaixo do Limite de Quantificação; ▼ Porcentagem que o parâmetro reduziu desde a última análise; ▲ Porcentagem que o parâmetro aumentou desde a última análise.  
 Fonte: Garden Projetos (2024).



Comparando os valores encontrados na última campanha com os limites estabelecidos na Resolução CONAMA nº 357/2005, tem-se então a Figura 98, ilustrando a situação do parâmetro nos arroios urbanos. Analisando os resultados encontrados, destaca-se que 71% dos pontos ficaram abaixo de 0,5 mg MBAS/L, se enquadrando em Classe I. O restante dos pontos, quem compõe 29% das amostras estão acima de 0,5 mg MBAS/L se enquadrando em Classe IV.

Figura 98. Resultado 2023 para surfactantes.



Legenda: ■ Classes I, II e III; \*Valor abaixo do Limite de Quantificação.

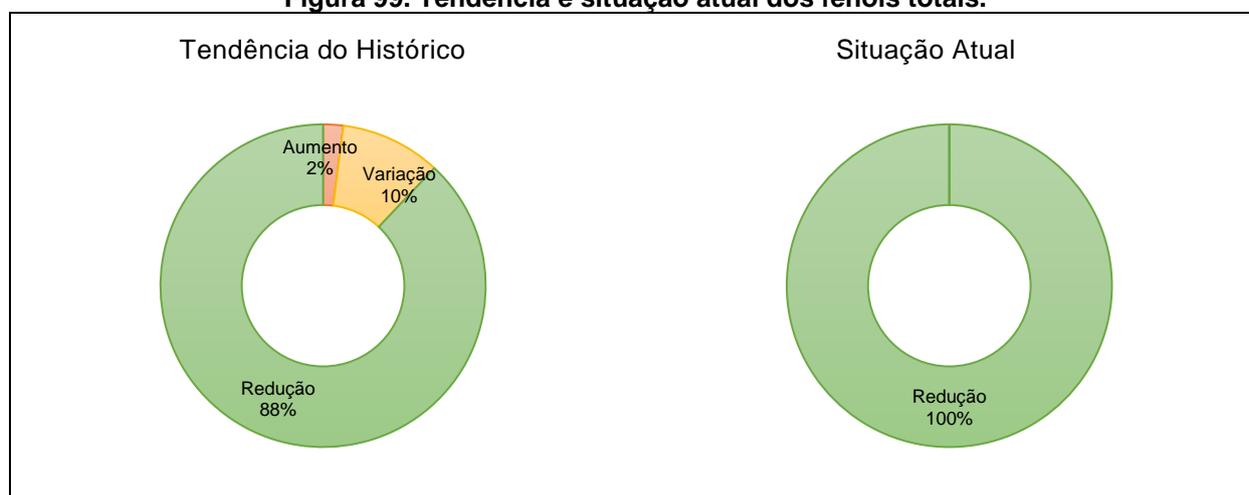
Fonte: Limites de Classe adaptado de Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005).

#### 4.1.14 Fenóis totais

Os fenóis são compostos tóxicos a vida aquática, sendo encontrados nos corpos hídricos por contribuições antrópicas na forma de lançamento de efluentes não tratados, principalmente de origem industrial. A Figura 100 e Figura 101 mostram o histórico dos resultados encontrados.

Avaliando o histórico das coletas, 88% dos pontos vinham reduzindo ao longo dos últimos anos e apenas 2% apresentavam aumento. Avaliando a campanha de 2023, nenhuma análise de água registrou a presença de fenóis totais acima do limite de quantificação, portanto, em 100% dos pontos a situação atual é de redução. Em nenhum destes pontos foi identificado registro de aumento contínuo desde o início das coletas.

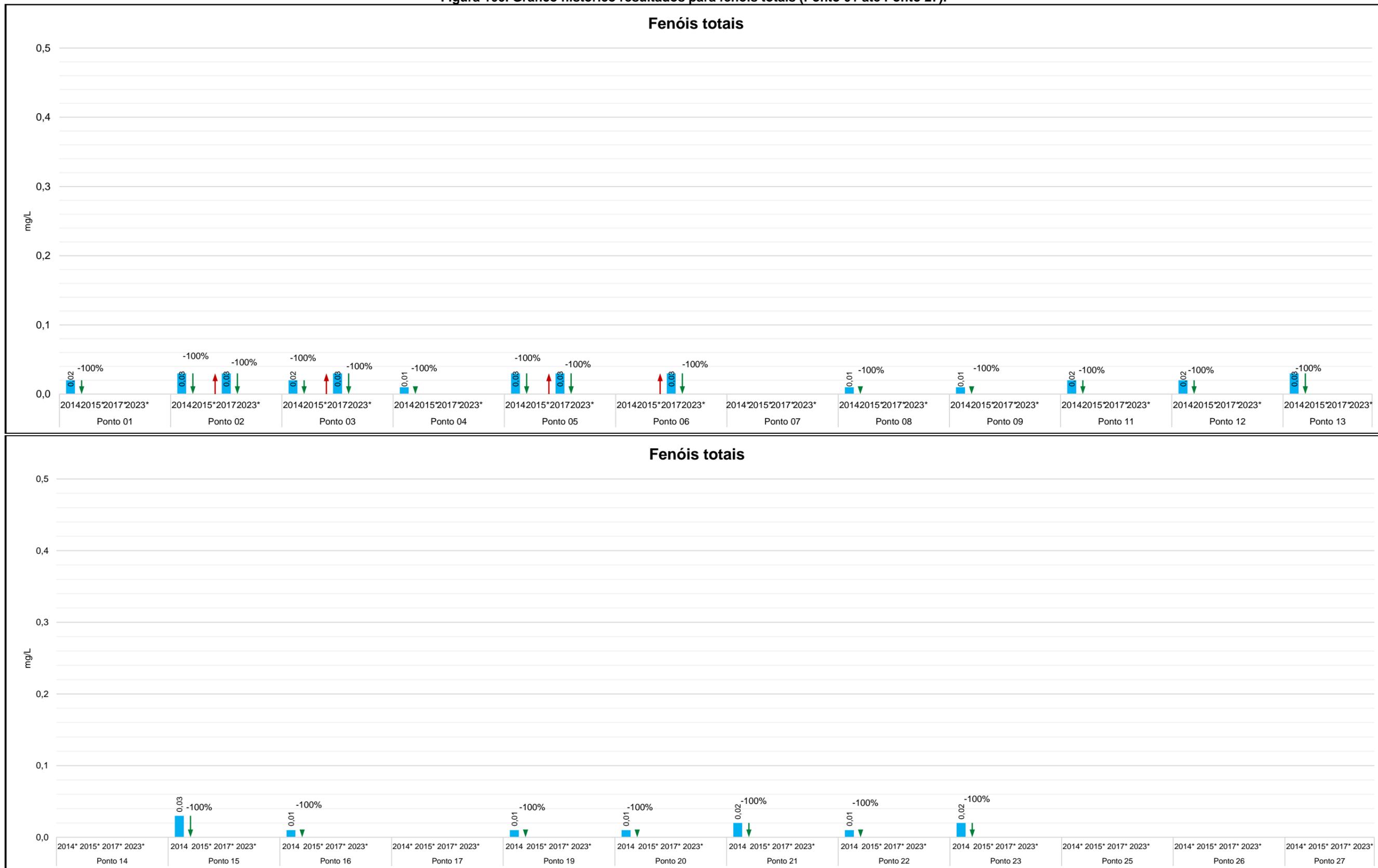
**Figura 99. Tendência e situação atual dos fenóis totais.**



Fonte: Garden Projetos (2024).

Este parâmetro não teve pontos com concentrações superiores aos limites de quantificação.

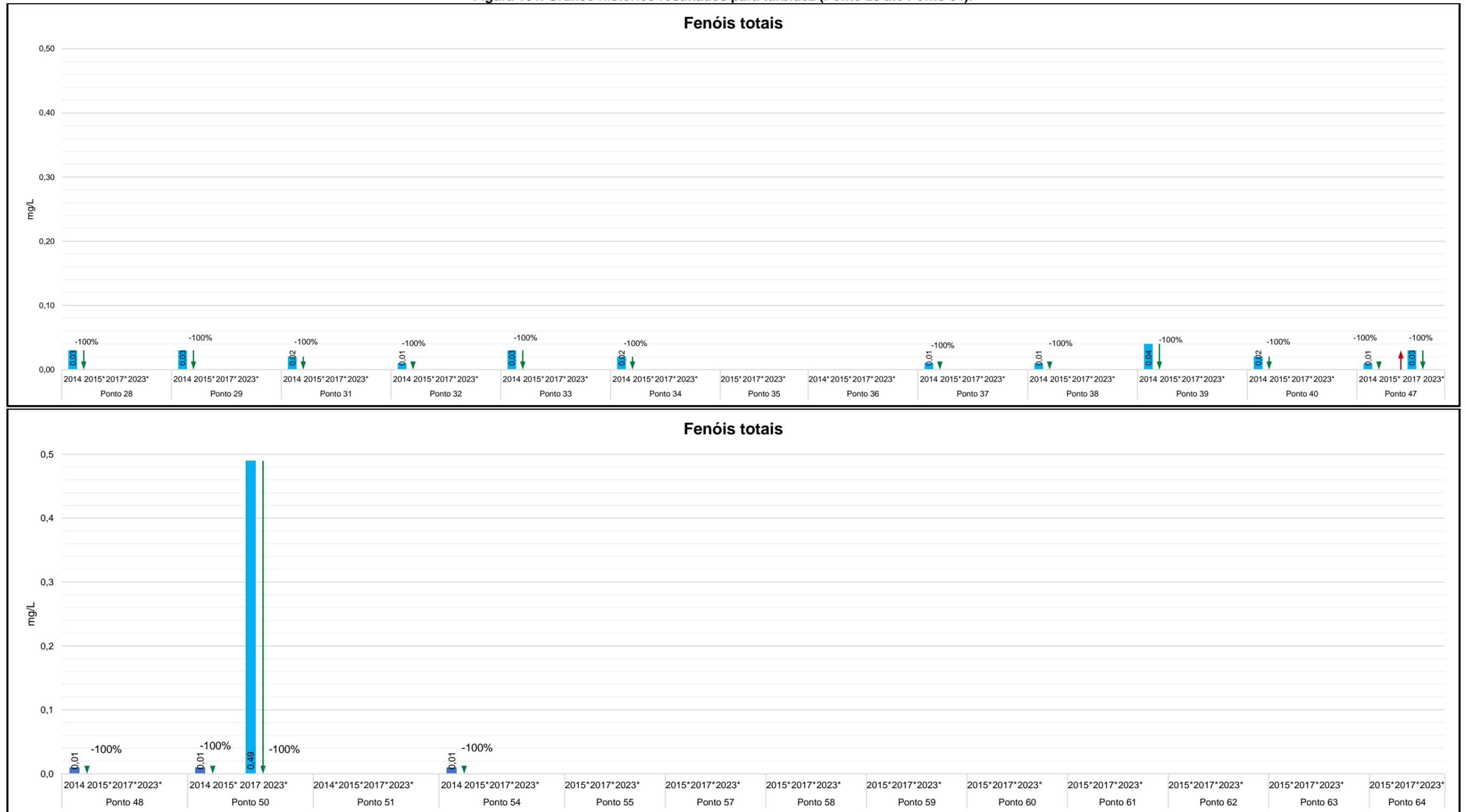
Figura 100. Gráfico histórico resultados para fenóis totais (Ponto 01 até Ponto 27).



\*Valor abaixo do Limite de Quantificação; ▼ Porcentagem que o parâmetro reduziu desde a última análise; ▲ Porcentagem que o parâmetro aumentou desde a última análise.

Fonte: Garden Projetos (2024).

Figura 101. Gráfico histórico resultados para turbidez (Ponto 28 até Ponto 64).



\*Valor abaixo do Limite de Quantificação; ▼ Porcentagem que o parâmetro reduziu desde a última análise; ▲ Porcentagem que o parâmetro aumentou desde a última análise.

Fonte: Garden Projetos (2024).

#### 4.1.15 Hidrocarbonetos

Em 5 dos 65 pontos de coletas, adicionalmente aos demais parâmetros citados, foram realizados ensaios para a identificar a presença de hidrocarboneto na água. Estes pontos foram escolhidos com base em indicação dos técnicos da prefeitura municipal de Canela, sendo eles o P03, P05, P06, P65 e P67. A Figura 102 mostra a localização destes pontos, dentro do perímetro urbano.

O único parâmetro que apresentou concentração acima do limite de quantificação foi o naftaleno, sendo detectado nos pontos P05 e P65. O valor encontrado foi de 0,02µg/L nos dois pontos

## 4.2 Pontos críticos para qualidade da água

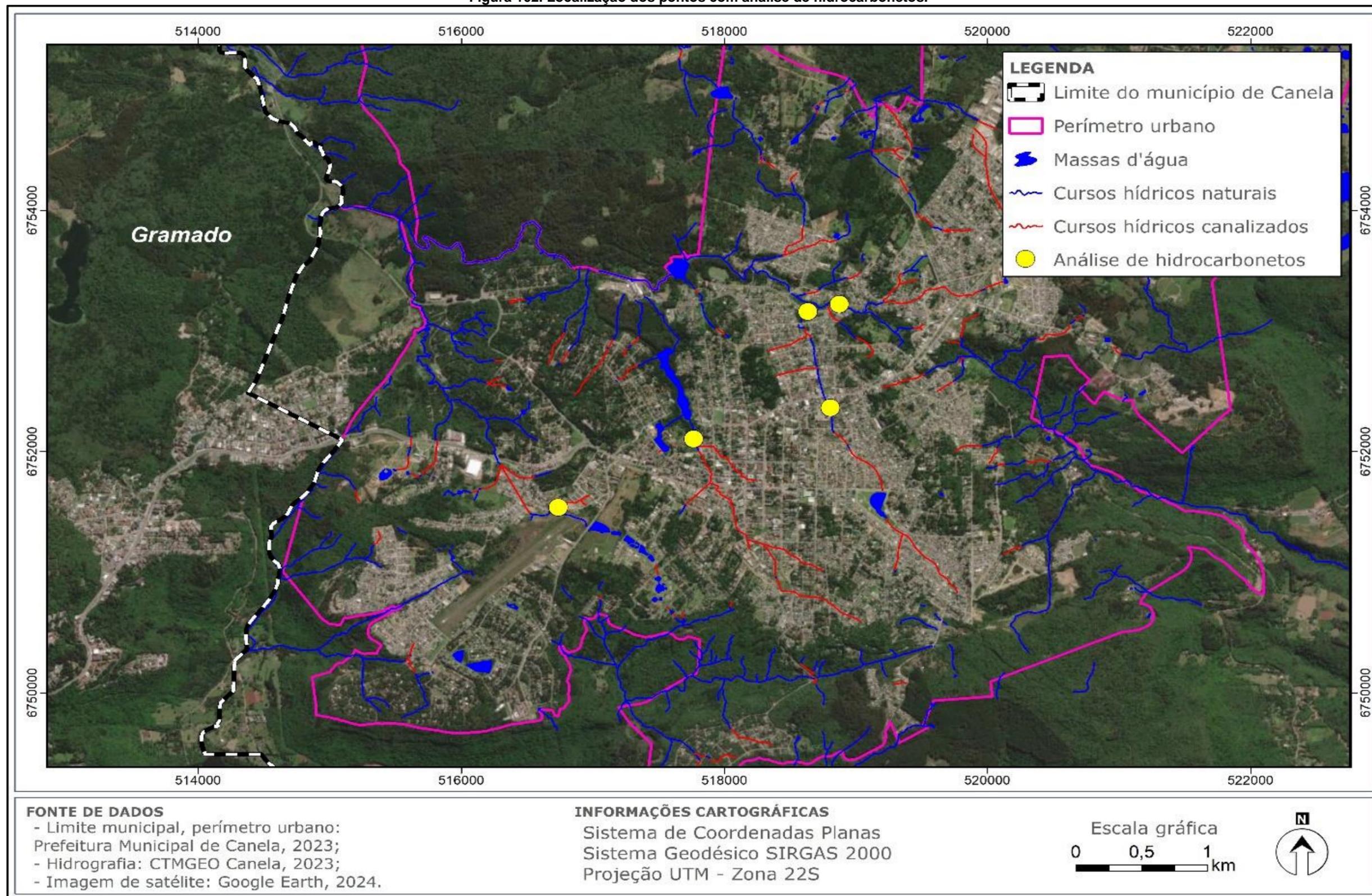
Considerando todos os pontos analisados, o histórico de coletas, as tendências de redução da qualidade no histórico de coletas e parâmetros elevados os resultados de 2023, a Figura 103 mostra a localização dos pontos mais críticos quanto a qualidade da água<sup>6</sup>.

Apenas 5 pontos apresentaram resultados positivos em todos os parâmetros de qualidade da água. Dois deles estão em área rural, o P59 e P63, o os demais estão dentro do perímetro urbano, o P62, P71 e P73, conforme disposto na Figura 104.

---

<sup>6</sup> Todos os pontos analisados possuem fichas de caracterização, denominado de **Anexo II – FICHAS DE CARACTERIZAÇÃO**.

Figura 102. Localização dos pontos com análise de hidrocarbonetos.



Elaboração Cartográfica: Garden Projetos (2024).

Figura 103. Localização dos Pontos críticos para a qualidade da água.

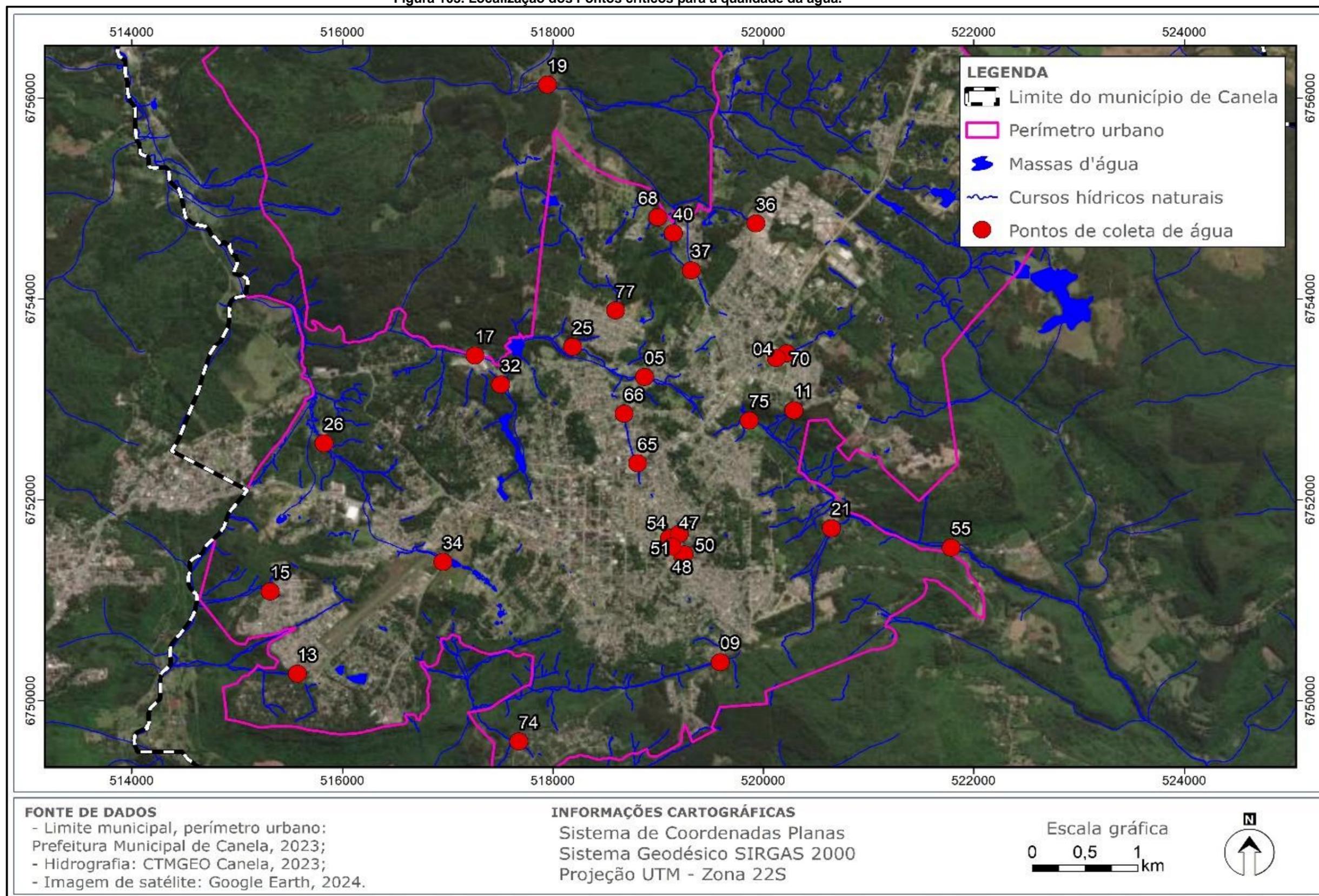
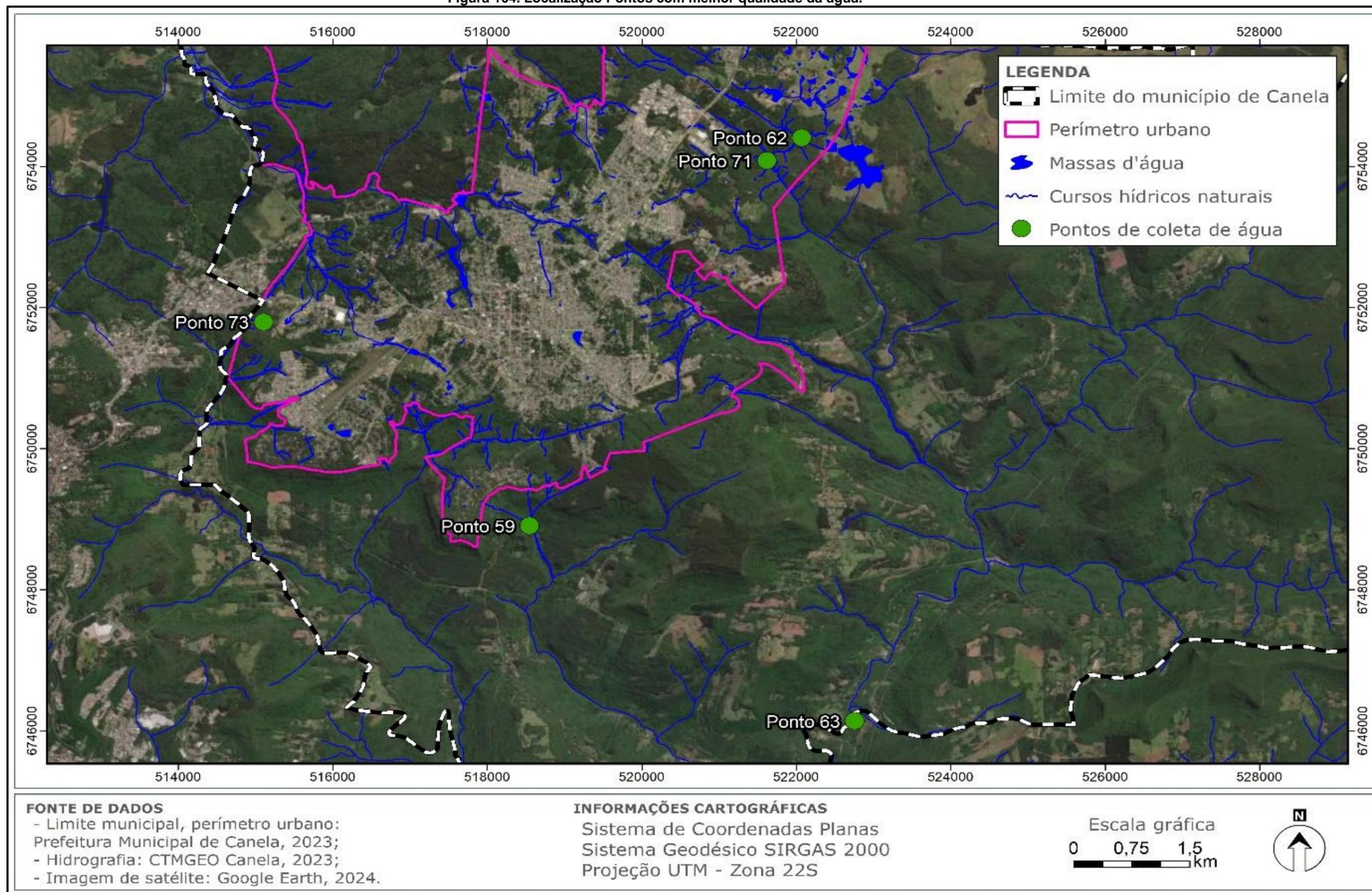


Figura 104. Localização Pontos com melhor qualidade da água.



### 4.3 Enquadramento

A Tabela 4 apresenta um resumo do que foi abordado nos itens anteriores, mostrando o enquadramento final de cada ponto amostral quanto aos resultados encontrados para cada parâmetro, conforme estabelecido na Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005). Com isso é possível visualizar o enquadramento final, facilitando o julgamento quanto a quais parâmetros foram mais impactantes negativamente para a qualidade da água.

Dentre as 65 coletas de água, apenas 9% estão enquadradas em Classe I, 8% em Classe II e 6% em Classe III. Conforme já citado anteriormente, alguns pontos apresentaram pH fora da faixa de enquadramento, permanecendo sem Classe e compondo 14% das coletas. Os demais pontos, representando 63% das amostras realizadas, estão em Classe IV.

Os parâmetros coliformes termotolerantes, fósforo total e surfactantes em quantidades elevadas contribuíram de forma significativa para o enquadramento destes pontos em Classe IV.

O mapa com os pontos, classes e localização, intitulado "Enquadramento da qualidade de água de canela ", **está disponível na PRANCHA 01, em anexo.**



Tabela 4. Enquadramento conforme Resolução CONAMA nº 357/2005.<sup>7</sup>

Amostras	PARÂMETROS									Classificação
	pH	Coliformes Termotolerantes	DBO <sub>5</sub>	Fósforo Total	Nitrogênio Amoniacal	Oxigênio Dissolvido	Surfactantes	Fenóis Totais	Turbidez	
P01	Classe I	Classe IV	Classe I	Classe IV	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe IV
P02	Classe I	Classe IV	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe IV
P03	Classe I	Classe III	Classe I	Classe I	Classe I	Classe II	Classe I	Classe I	Classe I	Classe III
P04	Classe I	Classe IV	Classe IV	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe IV
P05	-	Classe IV	Classe I	Classe IV	Classe III	Classe I	Classe IV	Classe I	Classe I	-
P06	-	Classe IV	Classe I	Classe I	Classe I	Classe II	Classe I	Classe I	Classe I	-
P07	Classe I	Classe IV	Classe I	Classe IV	Classe I	Classe II	Classe I	Classe I	Classe I	Classe IV
P08	-	Classe IV	Classe I	Classe III	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	-
P09	Classe I	Classe III	Classe III	Classe IV	Classe I	Classe II	Classe I	Classe I	Classe I	Classe IV
P11	-	Classe IV	Classe IV	Classe IV	Classe I	Classe III	Classe IV	Classe I	Classe I	-
P12	Classe I	Classe III	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe III
P13	Classe I	Classe IV	Classe II	Classe IV	Classe I	Classe II	Classe IV	Classe I	Classe I	Classe IV
P14	Classe I	Classe IV	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe IV
P15	Classe I	Classe IV	Classe III	Classe IV	Classe III	Classe II	Classe IV	Classe I	Classe I	Classe IV
P16	Classe I	Classe IV	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe IV
P17	Classe I	Classe IV	Classe IV	Classe IV	Classe I	Classe I	Classe IV	Classe I	Classe IV	Classe IV
P19	Classe I	Classe IV	Classe II	Classe II	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe IV
P20	Classe I	Classe IV	Classe I	Classe IV	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe IV
P21	Classe I	Classe IV	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe IV
P22	Classe I	Classe II	Classe I	Classe I	Classe I	Classe II	Classe I	Classe I	Classe I	Classe II
P23	Classe I	Classe IV	Classe II	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe IV
P25	Classe I	Classe IV	Classe IV	Classe IV	Classe I	Classe I	Classe IV	Classe I	Classe II	Classe IV
P26	Classe I	Classe IV	Classe I	Classe III	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe IV
P27	Classe I	Classe IV	Classe I	Classe I	Classe I	Classe II	Classe I	Classe I	Classe I	Classe IV
P28	Classe I	Classe IV	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe IV
P29	Classe I	Classe III	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe III
P31	Classe I	Classe III	Classe II	Classe I	Classe I	Classe II	Classe I	Classe I	Classe I	Classe III
P32	Classe I	Classe IV	Classe IV	Classe IV	Classe I	Classe I	Classe IV	Classe I	Classe IV	Classe IV
P33	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I
P34	-	Classe I	Classe IV	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	-
P35	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I
P36	Classe I	Classe IV	Classe IV	Classe IV	Classe I	Classe II	Classe IV	Classe I	Classe I	Classe IV
P37	Classe I	Classe IV	Classe I	Classe IV	Classe III	Classe II	Classe IV	Classe I	Classe I	Classe IV
P38	Classe I	Classe IV	Classe I	Classe I	Classe I	Classe II	Classe I	Classe I	Classe I	Classe IV
P39	Classe I	Classe IV	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe IV
P40	-	Classe IV	Classe III	Classe IV	Classe III	Classe I	Classe IV	Classe I	Classe I	-
P43	Classe I	Classe II	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe II
P44	Classe I	Classe II	Classe IV	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe IV
P47	Classe I	Classe IV	Classe IV	Classe IV	Classe I	Classe IV	Classe IV	Classe I	Classe I	Classe IV
P48	Classe I	Classe IV	Classe IV	Classe IV	Classe III	Classe II	Classe IV	Classe I	Classe I	Classe IV
P50	Classe I	Classe IV	Classe IV	Classe IV	Classe III	Classe II	Classe IV	Classe I	Classe I	Classe IV
P51	Classe I	Classe IV	Classe IV	Classe IV	Classe III	Classe III	Classe IV	Classe I	Classe I	Classe IV
P54	Classe I	Classe II	Classe I	Classe IV	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe IV
P55	Classe I	Classe IV	Classe I	Classe I	Classe I	Classe II	Classe I	Classe I	Classe I	Classe IV
P57	Classe I	Classe IV	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe IV
P58	Classe I	Classe IV	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe IV
P59	Classe I	Classe II	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe II
P60	Classe I	Classe II	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe II
P61	Classe I	Classe IV	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe IV
P62	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I
P63	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I
P64	Classe I	Classe II	Classe I	Classe I	Classe I	Classe II	Classe I	Classe I	Classe I	Classe II
P65	-	Classe IV	Classe III	Classe IV	Classe I	Classe II	Classe IV	Classe I	Classe I	-
P66	Classe I	Classe IV	Classe I	Classe IV	Classe III	Classe I	Classe IV	Classe I	Classe I	Classe IV
P67	Classe I	Classe III	Classe IV	Classe I	Classe I	Classe II	Classe I	Classe I	Classe I	Classe IV
P68	Classe I	Classe IV	Classe II	Classe IV	Classe I	Classe I	Classe IV	Classe I	Classe I	Classe IV
P69	Classe I	Classe II	Classe IV	Classe I	Classe I	Classe II	Classe I	Classe I	Classe I	Classe IV
P70	Classe I	Classe IV	Classe III	Classe IV	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe IV
P71	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I
P72	Classe I	Classe IV	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe IV
P73	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I
P74	Classe I	Classe IV	Classe IV	Classe IV	Classe I	Classe III	Classe I	Classe I	Classe IV	Classe IV
P75	-	Classe IV	Classe I	Classe IV	Classe III	Classe II	Classe IV	Classe I	Classe I	-
P76	Classe I	Classe IV	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe I	Classe IV
P77	-	Classe IV	Classe IV	Classe I	Classe I	Classe II	Classe IV	Classe I	Classe I	-

Fonte: Garden Projetos (2024).

<sup>7</sup> A Prancha 01 denominado, Enquadramento da Qualidade da água”, está em anexo.





## 5. REFERÊNCIAS

ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO DO BRASIL (Brasil). **Canela**. 2010. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/perfil/municipio/430440>. Acesso em: 28 nov. 2023.

BRASIL, Lei 10.257/2001. **Estatuto da Cidade**. Presidente da República em 10 de julho de 2001.

CANELA. Plano Local de Habitação de Interesse Social. 2009. Disponível em: [https://issuu.com/ufrgs.ntu/docs/canela\\_etapa3\\_propostas](https://issuu.com/ufrgs.ntu/docs/canela_etapa3_propostas). Acesso em: 30 nov. 2023.

CANELA. Prefeitura Municipal de Canela. 2023. Disponível em: <https://canela.rs.gov.br/>. Acesso em: 30 nov. 2023.

DATASUS. (Brasil). **Sistema Único de Saúde**. Ministério da Saúde. Censo Datasus. 2010. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/defthtm.exe?ibge/cnv/popprs.def>. Acesso em: 30 nov. 2023.

FEE. (Rio Grande do Sul). **Fundação de Economia e Estatística**. Departamento de Economia e Estatística do Estado. Perfil Socioeconômico: Canela. Canela. 2021. Disponível em: <https://arquivofee.rs.gov.br/perfil-socioeconomico/municipios/detalhe/?municipio=Canela>. Acesso em: 29 nov. 2023.

FEE. (Rio Grande do Sul). **Fundação de Economia e Estatística**. Departamento de Economia e Estatística do Estado. Perfil Socioeconômico: Canela. Canela. 2021. Disponível em: <https://arquivofee.rs.gov.br/perfil-socioeconomico/coredes/detalhe/?corede=Hort%EAnsias>. Acesso em: 29 nov. 2023.

IBGE. (Brasil). **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. **Panorama: Canela**. 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/canela/panorama>. Acesso em: 28 nov. 2023.

INSTITUTO DE ÁGUA E SANEAMENTO. (Brasil). **Canela**. 2010. Disponível em: <https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/rs/canela>. Acesso em: 28 nov. 2023.

MARCOMINI, Leandro Peres. Avaliação de impacto ambiental de cemitérios. In: Congresso de Extensão Universitária. Universidade Estadual Paulista (Unesp), 2009. p. 545.

SEBRAE (Rio Grande do Sul). **Perfil das Cidades Gaúchas**: Canela. 2020. Disponível em: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://datasebrae.com.br/municipios/rs/Perfil\\_Cidades\\_Gauchas-Canela.pdf](chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://datasebrae.com.br/municipios/rs/Perfil_Cidades_Gauchas-Canela.pdf). Acesso em: 01 dez. 2023.





## 6. ANEXOS

- PRANCHA 01 – ENQUADRAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA
- FICHAS DOS PONTOS DE COLETAS DE ÁGUA