

**FUNDO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS  
FEHIDRO**

**RELATÓRIO FINAL**

**Monitoramento de parâmetros de qualidade de água em Canais de Santos  
Empreendimento 2014-BS-244**

**Proponente:** *Sociedade Visconde de São Leopoldo/*

*Universidade Católica de Santos*

**Contrato N°:** *170/2015*

**Equipe Técnica:** *Prof. Dr. Hirochi Yamamura  
(Coordenador)*

*Profa. Dra. Adriana Florentino de Souza*

*Prof. Dr. Cleber Ferrão Corrêa*



**SANTOS  
2020**

## Resumo

Projeto desenvolveu análise da qualidade das águas dos canais de drenagem do município de Santos (SP) ao longo de 12 meses por meio da medição, coleta e análise de parâmetros químicos (Metais As, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, Pb, Se, Zn e ânions  $F^-$   $Cl^-$   $NO_2^-$   $NO_3^-$   $PO_4^{3-}$   $SO_4^{2-}$ ), físico-químicos (potencial REDOX, pH, oxigênio dissolvido, condutividade, salinidade, sólidos totais dissolvidos, turbidez e microbiológicos), microrganismos patógenos (*Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella enterica* e *Staphylococcus aureus*), além de ensaios ecotoxicológicos (*Lactuca sativa*). Utilizar técnicas para se mensurar níveis de contaminação podem alertar as autoridades e a população para o risco que podem correr além de conscientizar sobre o futuro e planejamentos de nossas cidades.

As análises de elementos metálicos foram executadas por espectrofotometria de absorção atômica; os ânions foram determinados por cromatografia de íons e os parâmetros físico-químicos foram determinados por meio de sonda multiparâmetros no local da amostragem.

A técnica de PCR clássica, mostrou-se adequada e aplicável para a detecção de *Pseudomonas aeruginosa* nos Canais de Santos embora tenha apresentado resultado negativo para *Salmonella enterica* e *Staphylococcus aureus*. Com relação à técnica de pPCR empregando-se kits customizados específicos, apresentou resultado negativo para todos os 3 patógenos, mostrando-se dispendioso e muito sensível à contaminantes presentes no meio e à qualidade do DNA empregado como template. Portanto, considerando o custo benefício, a PCR clássica parece ser adequada do ponto de vista financeiro e com relação às características apresentadas pelas amostras.

Os bioindicadores são importantes para estabelecer uma correlação com determinados fatores antrópicos ou fatores naturais, conseguindo verificar qualquer potencial impacto mantendo a integridade ecológica do ambiente analisado. Os testes de bioindicadores com sementes de *Lactuca sativa* apresentam maior sensibilidade quando expostos a compostos tóxicos e orgânicos. Quando presentes estes causam a inibição na germinação das raízes primárias e desenvolvimento dos tecidos radiculares. Todas as sementes tratadas com alíquotas de água dos canais de drenagem (C1, C2, C3, C4, C5, C6 e C7) do município de Santos (SP), apresentaram desenvolvimento morfológico e anatômico considerado normal, pois as médias de crescimento não divergiram entre as coletas.

**Palavras-chave:** Contaminantes Metais, Contaminantes Ânions, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella enterica*, *Staphylococcus aureus*, PCR, Bioindicador, Cidade de Santos, Ecotoxicológico, *Lactuca sativa*, Canais de Santos.

## Lista de Figuras

<b>FIGURA 1:</b> Limite da UGRHI-7.....	13
<b>FIGURA 2:</b> Domicílios em situação de risco de inundação (%). .....	17
<b>FIGURA 3:</b> Cobertura de drenagem urbana subterrânea (%). .....	17
<b>FIGURA 4:</b> Planta elaborada por Saturnino de Brito para canalizar as águas pluviais da cidade.....	25
<b>FIGURA 5:</b> Planta atual dos canais de Santos. ....	26
<b>FIGURA 6:</b> Planta de Santos – Engenheiro Francisco Saturnino de Brito -1910. ....	27
<b>FIGURA 7:</b> Posição dos pontos amostrais ao longo dos canais de santos.....	46
<b>FIGURA 8 (A a D):</b> Amostragem de água do Canal, por estagiários do projeto, no dia 27/02/2018.....	49
<b>FIGURA 9:</b> Análise Em Equipamento Espectrofotômetro de Absorção Atômica AAnalyst 100, Perkin Elmer. ....	51
<b>FIGURA 10:</b> Análise de ânions nas amostras de água coletadas nos Canais de Santos em Cromatógrafo iônico 883 Basic IC Plus com amostrador automático, Metrohm.....	53
<b>FIGURA 11:</b> Atividades desenvolvidas no Laboratório de Botânica da Universidade Católica de Santos.....	62
<b>FIGURA 12:</b> Processo de desidratação e inclusão em historesina.....	64
<b>FIGURA 13:</b> Processo de filtração à vácuo em membranas Millipore para concentração das amostras de água dos Canais. ....	107
<b>FIGURA 14:</b> Reações de PCR para determinar a ausência ou presença de bactérias patogênicas nas amostras de DNA extraído das águas dos Canais de 1 a 6 de Santos. ....	108
<b>FIGURA 15:</b> Eletroforese em gel de agarose a 2 % para estudo da ausência ou presença de microrganismos nas águas dos Canais de Santos. ....	110
<b>FIGURA 16:</b> Estudo da ausência ou presença de <i>Salmonella spp</i> nas águas dos Canais de Santos empregando-se a técnica de PCR convencional. ....	111
<b>FIGURA 17:</b> Estudo da ausência ou presença de <i>Salmonella spp</i> nas águas dos Canais de Santos empregando-se a técnica de PCR convencional.....	112
<b>FIGURA 18:</b> Estudo da ausência ou presença de <i>Staphylococcus aureus</i> nas águas dos Canais de Santos empregando-se a técnica de PCR.....	114
<b>FIGURA 19:</b> Estudo da ausência ou presença de <i>Staphylococcus aureus</i> nas águas dos Canais de Santos empregando-se a técnica de PCR.....	115
<b>FIGURA 20:</b> Estudo da ausência ou presença de <i>Staphylococcus aureus</i> nas águas dos Canais de Santos empregando-se a técnica de PCR.....	116
<b>FIGURA 21:</b> Estudo da ausência ou presença de <i>Pseudomonas aeruginosa</i> nas águas dos canais de santos empregando-se a técnica de PCR.....	118
<b>FIGURA 22:</b> Estudo da ausência ou presença de <i>Pseudomonas aeruginosa</i> nas águas dos canais de santos empregando-se a técnica de PCR.....	119
<b>FIGURA 23:</b> Análise morfológica de raízes primárias de plântulas de <i>Lactuca sativa</i> cultivada Gran rapides.....	123
<b>FIGURA 24:</b> Plântulas de <i>Lactuca sativa</i> . ....	124
<b>FIGURA 25:</b> Partes da Plântulas de <i>Lactuca sativa</i> .....	124
<b>FIGURA 26:</b> Cortes transversais de <i>Lactuca sativa</i> , análise para canal de drenagem C1.....	125
<b>FIGURA 27:</b> Cortes transversais de <i>Lactuca sativa</i> , análise para canal de drenagem C3.....	125
<b>FIGURA 28:</b> Cortes transversais de <i>Lactuca sativa</i> , análise para cana de drenagem C1.....	126
<b>FIGURA 29:</b> Cortes transversais de <i>Lactuca sativa</i> , análise para cana de drenagem C4.....	126
<b>FIGURA 30:</b> Cortes transversais de <i>Lactuca sativa</i> , análise para cana de drenagem C5.....	127
<b>FIGURA 31:</b> Cortes transversais de <i>Lactuca sativa</i> , análise para cana de drenagem C6.....	127
<b>FIGURA 32:</b> Áreas pontos de coleta .....	129
<b>FIGURA 33:</b> Posição dos pontos de coleta de amostras nos canais - Santos-SP .....	143
<b>FIGURA 34:</b> Análise de teor de cátion Cálcio - nov/2017 .....	144
<b>FIGURA 35:</b> Análise de teor de cátion Cálcio - jan/2018.....	145
<b>FIGURA 36:</b> Análise de teor de cátion Cálcio - fev/2018.....	146
<b>FIGURA 37:</b> Análise de teor de cátion Cálcio - mar/2018.....	147
<b>FIGURA 38:</b> Análise de teor de cátion Cálcio - abr/2018.....	148
<b>FIGURA 39:</b> Análise de teor de cátion Cálcio - mai/2018.....	149

<b>FIGURA 40:</b> Análise de teor de cátion Cálcio - jun/2018.....	150
<b>FIGURA 41:</b> Análise de teor de cátion Cálcio - jul/2018.....	151
<b>FIGURA 42:</b> Análise de teor de cátion Cálcio - ago/2018.....	152
<b>FIGURA 43:</b> Análise de teor de cátion Cálcio - set/2018.....	153
<b>FIGURA 44:</b> Análise de teor de cátion Cálcio - out/2018.....	154
<b>FIGURA 45:</b> Análise de teor de cátion Cálcio - nov/2018.....	155
<b>FIGURA 46:</b> Análise de teor de íon Nitrato - nov/2017.....	156
<b>FIGURA 47:</b> Análise de teor de íon Nitrato - jan/2018.....	157
<b>FIGURA 48:</b> Análise de teor de íon Nitrato - fev/2018.....	158
<b>FIGURA 49:</b> Análise de teor de íon Nitrato - mar/2018.....	159
<b>FIGURA 50:</b> Análise de teor de íon Nitrato - abr/2018.....	160
<b>FIGURA 51:</b> Análise de teor de íon Nitrato - mai/2018.....	161
<b>FIGURA 52:</b> Análise de teor de íon Nitrato - jun/2018.....	162
<b>FIGURA 53:</b> Análise de teor de íon Nitrato - jul/2018.....	163
<b>FIGURA 54:</b> Análise de teor de íon Nitrato - ago/2018.....	164
<b>FIGURA 55:</b> Análise de teor de íon Nitrato - set/2018.....	165
<b>FIGURA 56:</b> Análise de teor de íon Nitrato - out/2018.....	166
<b>FIGURA 57:</b> Análise de teor de íon Nitrato - nov/2018.....	167
<b>FIGURA 58:</b> Análise de teor de cátion Potássio - nov/2017.....	168
<b>FIGURA 59:</b> Análise de teor de cátion Potássio - jan/2018.....	169
<b>FIGURA 60:</b> Análise de teor de cátion Potássio - fev/2018.....	170
<b>FIGURA 61:</b> Análise de teor de cátion Potássio - mar/2018.....	171
<b>FIGURA 62:</b> Análise de teor de cátion Potássio - abr/2018.....	172
<b>FIGURA 63:</b> Análise de teor de cátion Potássio - mai/2018.....	173
<b>FIGURA 64:</b> Análise de teor de cátion Potássio - jun/2018.....	174
<b>FIGURA 65:</b> Análise de teor de cátion Potássio - jul/2018.....	175
<b>FIGURA 66:</b> Análise de teor de cátion Potássio - ago/2018.....	176
<b>FIGURA 67:</b> Análise de teor de cátion Potássio - set/2018.....	177
<b>FIGURA 68:</b> Análise de teor de cátion Potássio - out/2018.....	178
<b>FIGURA 69:</b> Análise de teor de cátion Potássio - nov/2018.....	179
<b>FIGURA 70:</b> Análise do teor de Cloreto de Sódio (NaCl) - nov/2017.....	180
<b>FIGURA 71:</b> Análise do teor de Cloreto de Sódio (NaCl) - jan/2018.....	181
<b>FIGURA 72:</b> Análise do teor de Cloreto de Sódio (NaCl) - fev/2018.....	182
<b>FIGURA 73:</b> Análise do teor de Cloreto de Sódio (NaCl) - mar/2018.....	183
<b>FIGURA 74:</b> Análise do teor de Cloreto de Sódio (NaCl) - abr/2018.....	184
<b>FIGURA 75:</b> Análise do teor de Cloreto de Sódio (NaCl) - mai/2018.....	185
<b>FIGURA 76:</b> Análise do teor de Cloreto de Sódio (NaCl) - jun/2018.....	186
<b>FIGURA 77:</b> Análise do teor de Cloreto de Sódio (NaCl) - jul/2018.....	187
<b>FIGURA 78:</b> Análise do teor de Cloreto de Sódio (NaCl) - ago/2018.....	188
<b>FIGURA 79:</b> Análise do teor de Cloreto de Sódio (NaCl) - set/2018.....	189
<b>FIGURA 80:</b> Análise do teor de Cloreto de Sódio (NaCl) - out/2018.....	190
<b>FIGURA 81:</b> Análise do teor de Cloreto de Sódio (NaCl) - nov/2018.....	191
<b>FIGURA 82:</b> Análise de teor de íon Sulfato - nov/2017.....	192
<b>FIGURA 83:</b> Análise de teor de íon Sulfato - jan/2018.....	193
<b>FIGURA 84:</b> Análise de teor de íon Sulfato - fev/2018.....	194
<b>FIGURA 85:</b> Análise de teor de íon Sulfato - mar/2018.....	195
<b>FIGURA 86:</b> Análise de teor de íon Sulfato - abr/2018.....	196
<b>FIGURA 87:</b> Análise de teor de íon Sulfato - mai/2018.....	197
<b>FIGURA 88:</b> Análise de teor de íon Sulfato - jun/2018.....	198
<b>FIGURA 89:</b> Análise de teor de íon Sulfato - jul/2018.....	199
<b>FIGURA 90:</b> Análise de teor de íon Sulfato - ago/2018.....	200
<b>FIGURA 91:</b> Análise de teor de íon Sulfato - set/2018.....	201

<b>FIGURA 92:</b> Análise de teor de íon Sulfato - out/2018.....	202
<b>FIGURA 93:</b> Análise de teor de íon Sulfato - nov/2018 .....	203
<b>FIGURA 94:</b> Contaminação por Patógenos nos canais de Santos - Análise da Presença ou Ausência por PCR - nov/2017 .....	208
<b>FIGURA 95:</b> Contaminação por Patógenos nos canais de Santos - Análise da Presença ou Ausência por PCR - jan/2018 .....	209
<b>FIGURA 96:</b> Contaminação por Patógenos nos canais de Santos - Análise da Presença ou Ausência por PCR - fev/2018 .....	210
<b>FIGURA 97:</b> Contaminação por Patógenos nos canais de Santos - Análise da Presença ou Ausência por PCR - mar/2018.....	211
<b>FIGURA 98:</b> Contaminação por Patógenos nos canais de Santos - Análise da Presença ou Ausência por PCR - abr/2018.....	212
<b>FIGURA 99:</b> Contaminação por Patógenos nos canais de Santos - Análise da Presença ou Ausência por PCR - mai/2018 .....	213

## Lista de QUADROS

<b>QUADRO 1:</b> Lista dos municípios presentes na área de drenagem da UGRHI 7 e respectivas porcentagens de seus territórios .....	14
<b>QUADRO 2:</b> Características Gerais da UGRHI-7 .....	15
<b>QUADRO 3:</b> Classificação das plantas bioindicadores.....	43
<b>QUADRO 4:</b> Microrganismos, gene-alvo, sequência e tamanho do <i>amplicon</i> .....	57
<b>QUADRO 5:</b> Reagentes empregados nas reações de PCR.....	57
<b>QUADRO 6:</b> Ciclagem de temperatura para amplificação dos amplicons .....	57
<b>QUADRO 7:</b> Reagentes empregados nas reações de PCR.....	58
<b>QUADRO 8:</b> Ciclagem de temperatura para qPCR empregando os kits <i>TaqMan™ Pseudomonas aeruginosa Assay Beads, TaqMan™ Staphylococcus aureus DET, kit MicroSEQ® Salmonella spp DET</i> .....	59
<b>QUADRO 9:</b> Resultado das análises Multiparâmetros – Amostras coletadas em novembro/2017.....	67
<b>QUADRO 10:</b> Resultado das análises Multiparâmetros – Amostras coletadas em janeiro de 2018.....	68
<b>QUADRO 11:</b> Resultado das análises Multiparâmetros – Amostras coletadas em fevereiro de 2018 .....	69
<b>QUADRO 12:</b> Resultado das análises Multiparâmetros – Amostras coletadas em março de 2018.....	70
<b>QUADRO 13:</b> Resultado das análises Multiparâmetros – Amostras coletadas em abril de 2018.....	71
<b>QUADRO 14:</b> Resultado das análises Multiparâmetros – Amostras coletadas em maio de 2018 .....	72
<b>QUADRO 15:</b> Resultado das análises Multiparâmetros – Amostras coletadas em junho de 2018.....	73
<b>QUADRO 16:</b> Resultado das análises Multiparâmetros – Amostras coletadas em julho de 2018.....	74
<b>QUADRO 17:</b> Resultado das análises Multiparâmetros – Amostras coletadas em agosto de 2018 .....	75
<b>QUADRO 18:</b> Resultado das análises Multiparâmetros – Amostras coletadas em setembro de 2018 .....	76
<b>QUADRO 19:</b> Resultado das análises Multiparâmetros – Amostras coletadas em outubro de 2018.....	77
<b>QUADRO 20:</b> Resultado das análises Multiparâmetros – Amostras coletadas em novembro de 2018. ....	78
<b>QUADRO 21:</b> Média dos Resultados das análises Multiparâmetros .....	79
<b>QUADRO 22:</b> Resultado das análises de metais – Amostras coletadas em novembro de 2017.....	81
<b>QUADRO 23:</b> Resultado das análises de metais – Amostras coletadas em janeiro de 2018 .....	82
<b>QUADRO 24:</b> Resultado das análises de metais – Amostras coletadas em fevereiro de 2018.....	83
<b>QUADRO 25:</b> Resultado das análises de metais – Amostras coletadas em março de 2018 .....	84
<b>QUADRO 26:</b> Resultado das análises de metais – Amostras coletadas em abril de 2018 .....	85
<b>QUADRO 27:</b> Resultado das análises de metais – Amostras coletadas em maio de 2018.....	86
<b>QUADRO 28:</b> Resultado das análises de metais – Amostras coletadas em junho de 2018 .....	87
<b>QUADRO 29:</b> Resultado das análises de metais – Amostras coletadas em julho de 2018 .....	88
<b>QUADRO 30:</b> Resultado das análises de metais – Amostras coletadas em agosto de 2018.....	89
<b>QUADRO 31:</b> Resultado das análises de metais – Amostras coletadas em setembro de 2018.....	90
<b>QUADRO 32:</b> Resultado das análises de metais – Amostras coletadas em outubro de 2018 .....	91
<b>QUADRO 33:</b> Resultado das análises de metais – Amostras coletadas em novembro de 2018.....	92
<b>QUADRO 34:</b> Média dos resultado das análises de metais.....	93
<b>QUADRO 35:</b> Resultado das análises de ânions – amostras coletadas em novembro/2017.....	94
<b>QUADRO 36:</b> Resultado das análises de ânions – amostras coletadas em janeiro/2018 .....	95
<b>QUADRO 37:</b> Resultado das análises de ânions – amostras coletadas em fevereiro/2018.....	96
<b>QUADRO 38:</b> Resultado das análises de ânions – amostras coletadas em março/2018 .....	97
<b>QUADRO 39:</b> Resultado das análises de ânions – amostras coletadas em abril/2018 .....	98
<b>QUADRO 40:</b> Resultado das análises de ânions – amostras coletadas em maio/2018 .....	99
<b>QUADRO 41:</b> Resultado das análises de ânions – amostras coletadas em junho/2018 .....	100
<b>QUADRO 42:</b> Resultado das análises de ânions – amostras coletadas em julho/2018 .....	101
<b>QUADRO 43:</b> Resultado das análises de ânions – amostras coletadas em agosto/2018.....	102
<b>QUADRO 44:</b> Resultado das análises de ânions – amostras coletadas em setembro/2018.....	103
<b>QUADRO 45:</b> Resultado das análises de ânions – amostras coletadas em outubro/2018 .....	104
<b>QUADRO 46:</b> Resultado das análises de ânions – amostras coletadas em novembro/2018.....	105
<b>QUADRO 47:</b> Média dos resultado das análises de Ânions.....	106
<b>QUADRO 48:</b> Estudo da presença/ausência de <i>Staphylococcus aureus</i> nas águas dos Canais de Santos (1 a 6) no período de nov/2017 a nov/2018 por PCR.....	113

**QUADRO 49:** Estudo da presença/ausência de *Staphylococcus aureus* nas águas dos Canais de Santos (1 a 6) no período de nov/2017 a nov/2018 por PCR..... 116

**QUADRO 50:** Estudo da presença/ausência de *Pseudomonas aeruginosa* nas águas dos Canais de Santos (1 a 6) no período de nov/2017 a nov/2018 por PCR..... 120



## Lista de TABELAS

<b>TABELA 1:</b> Metais e ânions analisados nas coletas de água dos canais do município de Santos (SP). .....	122
<b>TABELA 2:</b> Metais e ânions analisados nas coletas de água dos canais do município de Santos (SP). .....	123
<b>TABELA 3:</b> Metais e ânions analisados nas coletas de água dos canais do município de Santos (SP). .....	123
<b>TABELA 4:</b> <i>Análise estatística da presença de cloreto de sódio nos canais de Santos</i> .....	131
<b>TABELA 5:</b> <i>Análise estatística do ânion sulfato nos canais de Santos</i> .....	132
<b>TABELA 6:</b> <i>Análise estatística do ânion nitrato nos canais de Santos</i> .....	133
<b>TABELA 7:</b> <i>Análise estatística da alteração do pH nos canais de Santos</i> .....	134
<b>TABELA 8:</b> <i>Análise estatística do ânion fluoreto nos canais de Santos</i> .....	135
<b>TABELA 9:</b> <i>Análise da frequência de cátions e ânions no canal 1</i> .....	136
<b>TABELA 10:</b> <i>Análise da frequência de cátions e ânions no canal 2</i> .....	136
<b>TABELA 11:</b> <i>Análise da frequência de cátions e ânions no canal 3</i> .....	137
<b>TABELA 12:</b> <i>Frequências canal 4</i> .....	137
<b>TABELA 13:</b> <i>Análise da frequência de cátions e ânions no canal 5</i> .....	138
<b>TABELA 14:</b> <i>Análise da frequência de cátions e ânions no canal 6</i> .....	138
<b>TABELA 15:</b> <i>Teste Kruskal-Wallis</i> .....	139
<b>TABELA 16:</b> Estatísticas de teste .....	141
<b>TABELA 17:</b> Testes Posteriores .....	141
<b>TABELA 18:</b> Porcentagem de testes PCR positivos por patógenos e canais. Santos, 2020. ....	206
<b>TABELA 19:</b> Comparação entre os três pontos medidos em cada um dos canais. ....	219
<b>TABELA 20:</b> Comparação entre as 12 coletas em cada um dos canais .....	220
<b>TABELA 21:</b> Comparação entre os canais em cada uma das 12 coletas.....	220

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>1.1 Problema</b> .....	18
<b>1.2 Hipótese</b> .....	19
<b>2. JUSTIFICATIVA</b> .....	20
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	22
<b>4. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	23
<b>4.1 Os canais de santos dentro do sistema de drenagem urbana</b> .....	23
<b>4.2 Contaminantes inorgânicos</b> .....	28
4.2.1 <i>Análises Multiparâmetros</i> .....	28
4.2.2 <i>Análises de metais por Espectrofotometria de Absorção Atômica</i> .....	29
4.2.3 <i>Análises de ânions por Cromatografia de Íons</i> .....	30
<b>4.3 Microrganismos patogênicos</b> .....	32
4.3.1 <i>Salmonella spp</i> .....	33
4.3.2 <i>Staphylococcus aureus</i> .....	34
4.3.3 <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .....	35
4.3.4 <i>Identificação de Microrganismos</i> .....	35
4.3.5 <i>Polymarase Chain Reaction (PCR)</i> .....	36
<b>4.4 Os bioindicadores</b> .....	39
4.4.1 <i>Tipos de bioindicador</i> .....	41
4.4.2 <i>Plantas utilizadas como bioindicadores</i> .....	42
4.4.3 <i>Ecotoxicidade</i> .....	43
<b>5. METODOLOGIA</b> .....	45
<b>5.1 Parâmetros de caracterização da área de estudo</b> .....	45
5.1.1 <i>Coleta de amostra de água</i> .....	45
5.1.2 <i>Locais de amostragem e denominação de ponto amostral:</i> .....	47
<b>5.2 Análises físico-químicas e químicas</b> .....	49
5.2.1 <i>Análises Físico-químicas - Multiparâmetros</i> .....	49
5.2.2 <i>Análises de metais por Espectrometria de Absorção Atômica</i> .....	50
5.2.3 <i>Análises de ânions por Cromatografia de Íons</i> .....	51
<b>5.3 Caracterização da presença de patógenos por biologia molecular</b> .....	53
5.3.1 <i>Preparo das amostras para análise microbiológica</i> .....	53
5.3.2 <i>Extração do DNA com fenol</i> .....	53
5.3.3 <i>Purificação do DNA por meio de precipitação com etanol</i> .....	54
5.3.4 <i>Estudo da presença ou ausência de patógenos por PCR</i> .....	54
5.3.4.1 <i>Amplificação dos amplicons pelo emprego de primers específicos (PCR clássica ou convencional)</i> ..	56
5.3.4.2 <i>Avaliação da presença/ausência de bactérias patogências empregando-se kits específicos para sistema qPCR</i> .....	58

5.3.5	<i>Gel de agarose</i> .....	59
<b>5.4</b>	<b>Teste de toxidade com uso de germinação de sementes</b> .....	59
5.4.1	<i>Bioensaios com Lactuca sativa</i> .....	60
5.4.2	<i>Germinação das sementes e obtenção de plântulas de Lactuca sativa</i> .....	60
5.4.3	<i>Estudo morfológico de raízes de plântula de Lactuca sativa</i> .....	62
5.4.4	<i>Anatomia da raiz</i> .....	62
5.4.5	<i>Estudo anatômico de raízes de plântulas de Lactuca sativa</i> .....	63
5.4.6	<i>Processo de desidratação e inclusão em historesina</i> .....	63
<b>6.</b>	<b>RESULTADOS OBTIDOS</b> .....	66
<b>6.1</b>	<b>Coleta e análise físico-química (multiparâmetros), metais e não metais</b> .....	66
6.1.1	<i>Análises Físico-Químicas (Multiparâmetros)</i> .....	66
6.1.2	<i>Análises de metais por Espectrometria de Absorção Atômica</i> .....	80
6.1.3	<i>Análises de ânions por Cromatografia de Íons</i> .....	94
<b>6.2</b>	<b>Caracterização da presença de patógenos por biologia molecular</b> .....	106
6.2.1	<i>Estudo da presença/ausência de microrganismos patogênicos por PCR</i> .....	108
<b>6.3</b>	<b>Caracterização morfológica do sistema radicular de <i>Lactuca sativa</i></b> .....	121
<b>7.</b>	<b>DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b> .....	128
<b>7.1</b>	<b>Coleta e análise físico-química das águas</b> .....	128
7.1.1	<i>Análise Estatística</i> .....	129
7.1.1.1	<i>Tabulações Cruzadas</i> .....	131
7.1.1.2	<i>Frequências</i> .....	136
7.1.1.3	<i>Testes de NPar</i> .....	139
7.1.1.4	<i>Unidirecional - Comparações múltiplas de Dunn</i> .....	141
<b>7.2</b>	<b>Caracterização da presença de patógenos por biologia molecular</b> .....	204
<b>7.3</b>	<b>Caracterização morfológica do sistema radicular de <i>Lactuca sativa</i></b> .....	214
7.3.1	<i>Análise estatística</i> .....	219
<b>8.</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	221
<b>8.1</b>	<b>Coleta e análise físico-química das águas</b> .....	221
<b>8.2</b>	<b>Caracterização da presença de patógenos por biologia molecular</b> .....	221
<b>8.3</b>	<b>Caracterização morfológica do sistema radicular de <i>Lactuca sativa</i></b> .....	222
<b>9.</b>	<b>DIVULGAÇÃO DE DADOS</b> .....	223
<b>9.1</b>	<b>Trabalhos originados – Hirochi Yamamura</b> .....	223
<b>9.2</b>	<b>Trabalhos originados – Adriana Florentino de Souza</b> .....	224
<b>9.3</b>	<b>Trabalho originado – Cleber Ferrão Corrêa</b> .....	225
<b>10.</b>	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	226

## 1. INTRODUÇÃO

A água é um bem que está cada vez mais ameaçado em função da sua utilização inadequada e dos altos níveis de resíduos que são despejados gerando forte contaminação. De acordo com Granziera (2015), a água, considerada o bem mais precioso do século XXI, está ameaçada de escassez, em escala mundial, o que constitui um dos principais problemas do milênio.

O recurso hídrico é um bem de valor econômico e essencial à vida, por isso a lei determina que “em situações de escassez, a prioridade é o consumo humano e a dessedentação de animais”<sup>1</sup>. A população mundial vem aumentando e nas cidades, em função do alto adensamento urbano, o risco da falta deste bem torna-se cada vez maior pois os níveis de contaminação estão aumentando.

Os processos produtivos e a manutenção da biodiversidade necessitam de muitos recursos hídricos, entretanto os processos de produção e consumo estão descartando diversos materiais que contaminam as águas e podem causar inúmeros problemas a todo o meio ambiente e um custo adicional a sociedade. Conhecer os níveis de contaminação e atuar para prevenir, remediar e adaptar esses locais são ações fundamentais para se atingir o desenvolvimento sustentável.

Utilizar técnicas para se mensurar esses níveis de contaminação podem alertar as autoridades e a população para o risco que podem correr além de conscientizar sobre o futuro e planejamentos de nossas cidades.

Por isso, a utilização de técnicas de monitoramento de agentes poluentes é importante e entre eles destacamos os ensaios ecotoxicológicos, que auxiliam nessas situações, identificando os níveis de contaminação da água.

Em relação aos recursos hídricos sabemos que não estão distribuídos equitativamente no mundo, sendo que o Brasil possui cerca de 12% de toda a água doce do planeta<sup>2</sup>.

Neste trabalho foi escolhida a cidade de Santos, no Estado de São Paulo, para se fazer um recorte com aplicação de análises ecotoxicológicas em seus canais de drenagem e analisar as possíveis variações encontradas.

---

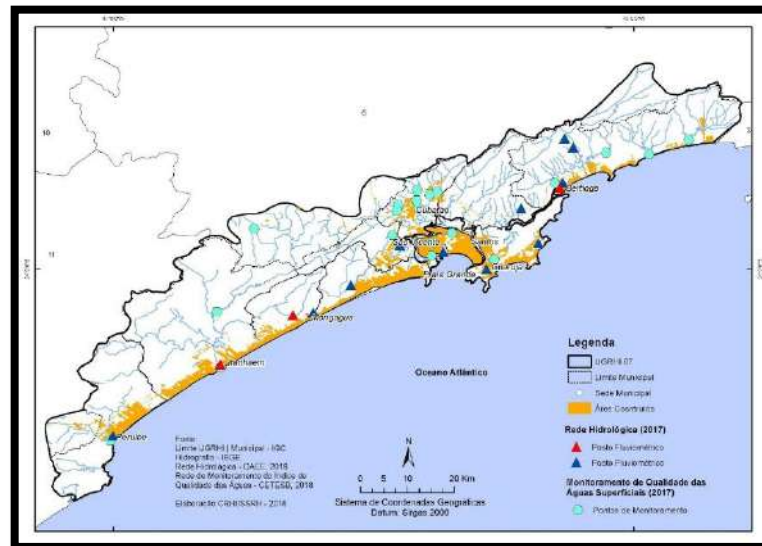
<sup>1</sup> Lei nº 9.433/97, art.1º, III.

<sup>2</sup> De acordo com a Agência Nacional de Águas. Disponível em <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua>> Acesso em 19 mai.2019.

O município de Santos é o principal da região metropolitana da Baixada Santista (RMBS), com o maior porto do Brasil e forte apelo turístico. Está a 70 Km da principal metrópole do Brasil e a 30 Km de um grande pólo industrial, a cidade de Cubatão, que ficou conhecida na década de 80 como o Vale da Morte em função dos altos níveis de contaminação em função da poluição ambiental, e que atualmente tornou-se um exemplo de recuperação do meio ambiente.

A cidade de Santos está na Bacia Hidrográfica da Baixada Santista, a UGRHI-7 (Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos – 7), com uma área de 2.818,40 km<sup>2</sup> e estende-se no eixo SO-NE por cerca de 160 km e com uma largura entre 20 e 40 km em média (FIGURA 1).

FIGURA 1: LIMITE DA UGRHI-7.



Fonte: DAEE – Projeto GISAT (2008). Destacando a rede hidrográfica e os pontos de monitoramento e os municípios. Elaborado pela CRHi/SSRH.

A Bacia Hidrográfica da Baixada Santista (UGRHI 7), localizada na Região Hidrográfica do Atlântico Sul, limita-se a nordeste com a UGRHI 3 (Litoral Norte), a leste e sul com o Oceano Atlântico, a sudoeste com a UGRHI 11 (Rio Ribeira de Iguape e Litoral Sul), e ao norte e noroeste com a UGRHI 6 (Alto Tietê).

As sedes municipais que integram a Região Metropolitana da Baixada Santista - RMBS estão localizadas na bacia, podendo ser observado no **QUADRO 1** todos os municípios presentes na área de drenagem da UGRHI 7 e suas respectivas percentagens de seus territórios.

Conforme o Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista (2019, p. 14),

“Os rios de água doce são de domínio do Estado de São Paulo e as águas salgadas (marítimas) são de domínio da união. As águas costeiras e as salobras (rios ou braços de rios de água doce em confluência com a maré) assim como as estuarinas têm sua dominialidade em discussão”<sup>3</sup>.

**QUADRO 1:** LISTA DOS MUNICÍPIOS PRESENTES NA ÁREA DE DRENAGEM DA UGRHI 7 E RESPECTIVAS PORCENTAGENS DE SEUS TERRITÓRIOS

SEDE MUNICIPAL	MUNICÍPIOS	Áreas de drenagem		
		UGRHI 7		% do território municipal na UGRHI 7
		Área [Km <sup>2</sup> ]	% da Bacia	
UGRHI 7	Bertioga	483,0	17,1	98,5
	Cubatão	142,,3	5,0	100
	Guarujá	142,6	5,0	100
	Santos	280,7	10,0	100
	São Vicente	148,2	5,3	100
	Praia Grande	147,1	5,2	100
	Mongaguá	143,3	5,1	100
	Itanhaém	599,0	21,2	100
	Peruíbe	300,4	10,7	92,0
UGRHI 6	Biritiba Mirim	116,8	4,1	36,8
	São Bernardo	119,0	4,2	36,4
	São Paulo	140,0	5,0	9,2
UGRHI 11	Itariri	56,1	2,0	20,6

Fonte: Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista (2019, p.15).

Segundo SEADE (2018) a UGRHI-7 apresenta características específicas conforme apontadas no **QUADRO 2**.

<sup>3</sup> Muitos assuntos têm sido tratados a partir do Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro do Estado de São Paulo, Lei Estadual nº 10.019/1998, e do que consta no Zoneamento Ecológico Econômico – ZEE – Setor Costeiro da Baixada Santista, definido pelo Decreto Estadual 58.996/2013.

**QUADRO 2: CARACTERÍSTICAS GERAIS DA UGRHI-7**

Características Gerais					
07 - BS	População <sup>SEADE, 2018</sup>	Total (2018)		Urbana (2018)	Rural (2018)
		1.798.230 hab.		99,8%	0,2%
	Área	Área territorial <sup>SEADE, 2018</sup>		Área de drenagem <sup>São Paulo, 2006</sup>	
		2.422,8 m <sup>2</sup>		2.818 m <sup>2</sup>	
	Principais rios e reservatórios <sup>CBH-BS, 2016</sup>	Rios: Perequê, Itanhaém, Preto, Aguapeú, Branco, Cubatão, Piaçabuçu, Cabuçu, Jurubatuba, Quilombo, Itapanhaú, Itatinga e Mogi.			
	Aquíferos <sup>CETESB, 2016</sup>	Pré-Cambriano e Litorâneo			
	Principais mananciais superficiais <sup>CBH BS, 2016</sup>	Sistema Integrado Baixada Santista			
	Disponibilidade hídrica superficial <sup>São Paulo, 2006</sup>	Vazão média (Q <sub>médio</sub> )	Vazão mínima (Q <sub>7,10</sub> )	Vazão Q <sub>95%</sub>	
		155 m <sup>3</sup> /s	38 m <sup>3</sup> /s	58 m <sup>3</sup> /s	
	Disponibilidade hídrica subterrânea <sup>São Paulo, 2006</sup>	Reserva Explotável			
		20 m <sup>3</sup> /s			
	Principais atividades econômicas <sup>CBH-BS, 2019</sup>	A predominância do setor terciário nesta região é atrelada ao turismo de veraneio. No entanto, destacam-se também as atividades ligadas ao setor petrolífero, com a perspectiva de exploração na camada do pré-sal no Campo de Santos, além da atividade portuária no complexo do porto de Santos. São também expressivas as atividades do polo industrial de Cubatão, e construção civil, bem como as atividades de comércio e prestação de serviços.			
	Vegetação remanescente <sup>IF, 2010</sup>	Apresenta 2.213 km <sup>2</sup> de vegetação natural remanescente que ocupa, aproximadamente, 78,5% da área da UGRHI. As categorias de maior ocorrência são a Floresta Ombrófila Densa e a Formação Arbórea/Arbustiva-Herbácea de Terrenos Marinheiros Lodosos.			
	Áreas Protegidas <sup>MMA, 2018; FF, 2018; FUNAI, 2018</sup>	Unidades de Conservação de Proteção Integral			
Esec dos Tupiniquins; Esec Juréia- Itatins; PE da Serra do Mar; PE do Itinguçu; PE Marinho da Laje de Santos; PE Restinga de Bertiooga; PE Xixová-Japuí; RVS das Ilhas do Abrigo e Guararitama					
Unidades de Conservação de Uso Sustentável					
APA Cananéia-Iguape-Peruíbe; APA Marinha do Litoral Centro; APA Santos Continente; ARIE Ilha Ameixal; ARIE Ilhas Queimada Grande e Queimada Pequena; RDS da Barra do Una; RPPN Carbocloro S/A; RPPN Costa Blanca; RPPN Ecofuturo; RPPN Hércules Florence 1 e 2; RPPN Hércules Florence 3, 4, 5 e 6; RPPN Marina do Conde; RPPN Tijocupava					
Terras Indígenas					
Guarani do Aguapeu; Guarani do Ribeirão Silveira; Itaóca; Peruíbe; Piaçaguera; Ribeirão Silveira; Rio Branco Itanhaém; Tenondé Porã.					

Fonte: SEADE, 2018; CRHi, 2006; CBH, 2016; IF, 2010; MMA, 2018; FF, 2018; FUNAI, 2018.

Legenda: APA - Área de Proteção Integral; ARIE - Área de Relevante Interesse Ecológico; Esec - Estação Ecológica; PE - Parque Estadual; RDS - Reserva de Desenvolvimento Sustentável; RPPN - Reserva Particular do Patrimônio Natural; RVS - Refúgio de Vida Silvestre.

Portanto, além dessas características e de estar na área central do litoral paulista a proximidade com a Região Metropolitana de São Paulo apresenta oportunidades diferenciadas.

A RMBS foi instituída pela Lei Complementar Estadual nº 815, de 30 de julho de 1996, sendo a primeira cujo polo não é uma capital de estado. De acordo com CARRIÇO e SOUZAS (2015) “sua criação tem como base a importância do núcleo central composto pelo complexo do Porto de Santos, o maior do Brasil, que engloba os municípios de Santos, Guarujá e Cubatão e pelo polo industrial localizado neste último município”

O Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista (CORRÊA, 2019, p. 18) indica três grandes áreas dentro da RMBS, caracterizando a primeira como o polo central, formado pelos municípios de Santos, São Vicente, Guarujá, Cubatão e Praia Grande, com o complexo portuário, as indústrias de base e a maior parte do setor terciário da RMBS; a segunda área composta pelos municípios de Mongaguá, Itanhaém e Peruíbe, que possuem vínculos econômicos e culturais com o Vale do Ribeira e a terceira área, concentrada ao norte da região, composta pelo município de Bertioga, com apelo histórico e geográfico com Santos e Guarujá.

A RMBS possuía cerca de 1,65 milhões de habitantes, segundo Censo Demográfico do IBGE de 2010, sendo que os municípios do polo possuem taxa de crescimento inferior ao da região e os municípios periféricos crescem em ritmo mais acelerado, o que pode explicar o processo de ocupação periférica da RMBS (CARRIÇO, 2006).

Vale destacar que, as condições geográficas, sobretudo em função das áreas de proteção ambiental, fizeram com que seu crescimento fosse linear, ao longo da costa. De acordo com CARRIÇO e SOUZA (2015, p. 48) a ocupação da RMBS foi desordenada e fragmentada de áreas ambientalmente sensíveis “pela população de baixa renda arregimentada para o trabalho no porto, na indústria de Cubatão e no terciário santista”

Ainda de acordo com esses autores, a RMBS assumiu características diferenciadas se comparada a outras regiões metropolitanas, em virtude da proximidade geográfica de alguns municípios com a RMSP e da histórica relação de complementaridade desta com o Porto de Santos.

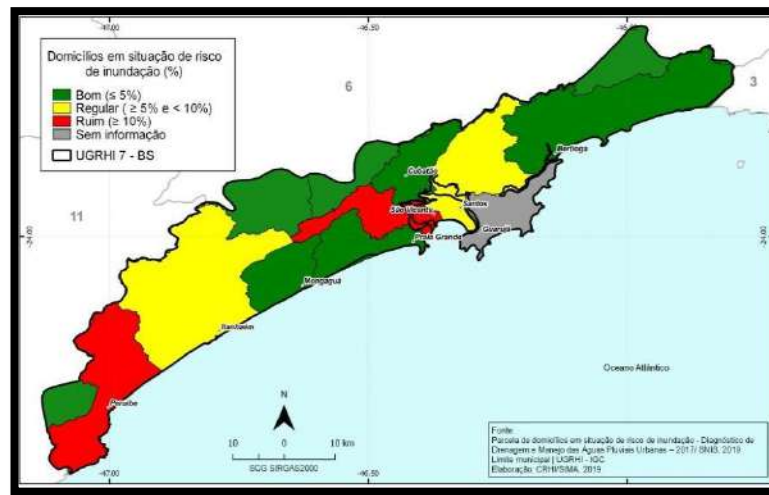
É importante ressaltar que a bacia hidrográfica da RMBS apresenta relevo plano com dificuldade de drenagem devido à baixa declividade, além disso, o adensamento das áreas urbanas dificulta a drenagem natural em função de deficiências como a falta de limpeza das



ruas e galerias, e dificuldades para micro e macrodrenagens artificiais, com isso o risco de áreas inundáveis é significativo e pode ser observado na **FIGURA 02** e domicílios em situação de risco de inundação na **FIGURA 03**.

Portanto existe uma preocupação com os impactos que os recursos hídricos possam afetar a RMBS e vale destacar que o Plano de Bacias do CBH-BS prevê a revisão dos Planos Municipais de Saneamento.

**FIGURA 2: DOMICÍLIOS EM SITUAÇÃO DE RISCO DE INUNDAÇÃO (%).**

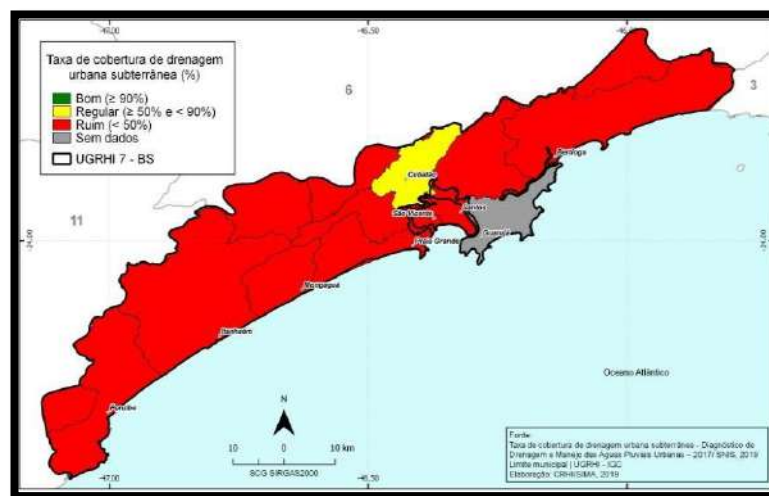


Fonte: Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista (2019, p. 51).

Faixas de referência:

Domicílios em situação de risco de inundação	
> 10%	Ruim
> 5% e ≤ 10%	Regular
≤ 5%	Bom

**FIGURA 3: COBERTURA DE DRENAGEM URBANA SUBTERRÂNEA (%).**



Fonte: Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista (2019, p. 51).

Deste modo, ter a avaliação da qualidade da água nos canais de drenagem do município de Santos, quanto aos níveis de contaminantes (metais e ânions) e conhecer bioindicadores adequados para esta análise, além de microrganismos patogênicos, pode se configurar como um ferramental para a avaliação da qualidade do meio ambiente e monitorar as intervenções antrópicas nesses locais.

### 1.1 Problema

Atualmente entende-se que as cidades devem se preparar para os desafios ambientais, melhorando a qualidade de vida da população, onde os gestores municipais devem protagonizar um papel ativo.

O avanço da ciência tem apresentado diferentes técnicas para determinar níveis de contaminação, utilizando diferentes métodos. Entre estas, as revisões bibliográficas destacam as análises ecotoxicológicas como um método eficiente para determinação de níveis de contaminação. Este processo metodológico é relatado de baixo custo, referente aos materiais aplicados, como também seguros, pois não agredem o meio ambiente.

Considerando-se que o meio ambiente deve ser preservado, trabalhar com bioindicadores pode trazer respostas aos problemas levantados bem como apresentar soluções eficientes. De acordo com RUDIO (1986, p. 87):

“No sentido mais amplo, o problema é uma questão proposta para ser discutida e resolvida pelas regras da lógica e de outros meios de que se dispõe”.

Diante do exposto, questiona-se:

Além disso a problemática levantada também é: qual o nível de contaminação das águas dos canais na cidade de Santos?

Portanto, nesta pesquisa os objetivos definidos a seguir respondem ao problema levantado.

- Os Canais de Santos apresentam concentrações de metais e não metais acima dos valores definidos como normais pelo CONAMA, quando avaliados pelos métodos de Espectrometria de absorção atômica por chama e Cromatografia líquida de alta eficiência para íons, respectivamente?
- Técnica de PCR qualitativa clássica pode ser empregada para *screening* de amostras de DNA de água dos canais, para estudo da presença ou ausência de bactérias patogênicas (*Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella enterica* e

*Staphylococcus aureus*), em substituição a kits específicos para plataforma qPCR obtidos comercialmente?

- Plantas bioindicadoras de poluição podem ser utilizadas como elementos para ensaios ecotoxicológicos na avaliação dos níveis de contaminação em recursos hídricos?

## 1.2 Hipótese

A hipótese é um instrumento da pesquisa quantitativa e de acordo com Popper (2001, p. 31):

“[...] depois que uma hipótese tiver sido proposta e testada, e tiver demonstrado sua têmpera, não se deve permitir que seja posta de lado sem uma boa razão. Uma boa razão pode ser, por exemplo [...] o falseamento de uma das suas consequências”. O autor ainda coloca que toda investigação científica parte de problemas sendo este o princípio para o desenvolvimento da ciência.”

Desta forma as hipóteses levantadas nesta pesquisa são as seguintes:

### a) Hipótese básica:

- Espectrometria de absorção atômica por chama e Cromatografia líquida de alta eficiência para íons pode ser empregados para a detecção de contaminantes inorgânicos como metais e ânions, respectivamente, presentes nas águas dos canais de Santos.
- PRC qualitativo clássico (tradicional) é um método molecular que possibilita a detecção de bactérias patogênicas (*Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella enterica* e *Staphylococcus aureus*) em DNA isolado de amostras de água dos canais de Santos de forma específica e rápida;
- As plantas bioindicadoras de poluição podem ser utilizadas para avaliação dos níveis de contaminação das águas em ensaios ecotoxicológicos.

b) Hipótese secundária: As águas dos canais de Santos estão contaminadas e apresentam contaminantes: -metais, não metais e bactérias patogênicas (*Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella enterica* e *Staphylococcus aureus*).

## 2. JUSTIFICATIVA

É necessário o estudo sobre os níveis de contaminação das águas visto a possível escassez deste bem e demonstrar formas econômicas de avaliar esses riscos para que se possa reduzir a poluição nas cidades, principalmente no município de Santos -SP.

É importante salientar que nos anos 1990 os canais de drenagem, do município de Santos, foram reformados e seu acionamento que antes era manual passou a ser eletromecânico e um aspecto relevante é que nos períodos de estiagem, as águas dos canais que antes circulavam de acordo com o regime de marés, passaram a ser retidas por um período mais longo.

Embora não exista estudos sistemáticos referente as consequências ambientais e biológicas desta mudança, com o passar dos anos as águas dos canais passaram a apresentar péssimas condições sanitárias, principalmente nos períodos de longa estiagem que são cada vez mais frequentes. Nestes é muito comum a proliferação de vegetação aquática, certamente indicativas de contaminação por esgoto, além da sedimentação excessiva e presença de mau cheiro.

É relevante destacar que os canais da Zona Leste de Santos além da sua função sanitária, cumprem importante papel paisagístico e ambiental, pois com os passeios que os rodeiam, constituem-se em importantes corredores arborizados, de alta importância paisagística, permitindo a penetração da brisa marinha em áreas mais afastadas da orla, como demonstrado em Prata (2005), garantindo também conforto térmico para os pedestres que utilizam os passeios lindeiros.

Santos é conhecida como a cidade do Porto e dos canais, sendo indispensável estudos de suas águas e das alterações no sistema de gestão da macrodrenagem. É de extremamente importância as análises das águas desse sistema de macro e micro drenagem, pois o mesmo permeia todo o tecido urbano da cidade.

O emprego de Espectrometria de absorção atômica por chama e Cromatografia líquida de alta eficiência para íons compreendem técnica analíticas clássicas, padrão ouro para análise de substâncias inorgânicas, metais e não metais, respectivamente. Assim como o emprego de sondas Multiparâmetros apresentam-se como ferramentas importantes para a análises físico-químicas.

De forma análoga, O emprego da PCR clássica (empregando *primers*) e o emprego de kits específicos para análise da presença/ausência de bactérias patogênicas em DNA isolado de

amostra de água dos canais de Santos, tiveram como objetivo comparar o potencial discriminatório de ambas metodologias. Acredita-se que a PCR clássica apresente sensibilidade suficiente para a detecção de patógenos nas águas dos canais de Santos.

Os pesquisadores KOMILIS; TZIOUVARAS (2009), relatam que a necessidade de testes rápidos e sensíveis para o diagnóstico da qualidade de água e solos reflete-se no mundo todo. Bioindicadores têm sido aplicados em ensaios eficazes de toxicidade aguda, complementando os parâmetros físico-químicos de efluentes ou lixiviados.

Quanto as sementes de *Lactuca sativa*, têm sido bastante utilizadas como bioindicadores de toxidade fornecem diversas vantagens sobre outros organismos testes, principalmente devido ao baixo preço, fácil culturação, não sendo necessária manutenção entre experiências

### 3. OBJETIVOS

O objetivo central foi a avaliar e monitor os parâmetros de qualidade de água presente em canais do Município de Santos ao longo de 12 meses por meio da medição, coleta e análise de parâmetros químicos, físico-químicos e microbiológicos (patógenos), além de ensaios ecotoxicológicos. Para melhor esclarecimento apresenta-se os seguintes objetivos específicos:

**O1- Quantificar contaminantes inorgânicos (metais e não metais) e prospectar 3 tipos de microrganismos patógenos (*Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella enterica* e *Staphylococcus aureus*) na água presente em canais de Santos durante 12 meses consecutivos**

O1.1- Quantificar os seguintes parâmetros na lâmina de água dos canais: potencial REDOX, pH, oxigênio dissolvido, condutividade, salinidade, sólidos totais dissolvidos, turbidez;

O1.2- Analisar e Quantificar e analisar a presença dos seguintes elementos químicos, metais, empregando espectrofotômetro de absorção atômica por chama: As, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, Pb, Se, Zn;

O1.3- Analisar e quantificar a presença dos ânions,  $F^-$   $Cl^-$   $NO_2^-$   $NO_3^-$   $PO_4^{3-}$   $SO_4^{2-}$  empregando Cromatografia Líquida de alta eficiência;

O1.4- Comparar o potencial discriminatório da PCR clássica e kits customizados para plataforma de qPCR, no estudo da presença/ausência de bactérias patogênicas em amostras de água dos Canais de Santos;

O1.5- Montar ensaio de análise toxicológica com bioindicadores (*Lactuca sativa*) para análise de contaminação das águas.

**O2- Localizar trechos impactados por lançamentos de efluentes em canais de Santos**

O2.1- Tabular os resultados e avaliar estatisticamente os resultados obtidos;

O2.2- Elaborar Mapas georreferenciados constando dos pontos com maior incidência de contaminantes.

**O3- Disponibilização de dados de qualidade de água presente em canais de Santos para órgãos públicos envolvidos no planejamento e gestão de recursos hídricos**

O3.1- Divulgação em site público de domínio público institucional, [www.unisantos.br](http://www.unisantos.br), e no Site do CBH-BS.

#### 4. REFERENCIAL TEÓRICO

É importante considerar que diante dos riscos de contaminação das águas dos canais é necessário conhecer esta realidade para que se possa mitigar os impactos. De acordo com o Ministério do Meio Ambiente a mitigação é entendida como uma intervenção humana para reduzir ou remediar um determinado impacto ambiental, nocivo”<sup>4</sup>.

Diversos autores têm tratado o tema mitigação sob diferentes aspectos como a mitigação ambiental, dos riscos de contratos, de princípios entre outros. Portanto, estudar as interferências no ambiente ocasionadas por ações antrópicas podem contribuir para se atingir o desenvolvimento sustentável.

Embora este estudo não objetive diretamente indicar ações de mitigação propõem-se a levantar de forma fundamentada os riscos para que a partir dos resultados obtidos sejam elaboradas ações para a mitigação diante da situação delineada.

Vale a pena salientar que, dois conceitos são muito discutidos o da mitigação e adaptação, de acordo com LEHMEN (2006, p. 19):

“A mitigação é almejada através dos mecanismos de desenvolvimento limpo” que são tratados no Protocolo de Quioto, e a adaptação está “prevista no artigo 4º da Convenção quadro, consiste na preocupação em reduzir os impactos da mudança do clima, em especial nos países mais vulneráveis a seus efeitos e menos capacitados a combatê-los”.

A seguir apresenta-se os itens que compõem a fundamentação deste projeto.

##### 4.1 Os canais de santos dentro do sistema de drenagem urbana

A cidade de Santos localiza-se no litoral do Estado de São Paulo, com alta concentração demográfica e elevadas taxas de urbanização, sendo uma região de destaque mundial em função de possuir o maior complexo portuário da América Latina.

A cidade está a 70 Km da principal metrópole do Brasil, a cidade de São Paulo, e a 30 Km da cidade de Cubatão, um importante polo industrial. É também um balneário turístico muito frequentado principalmente na alta temporada.

É importante conhecer a história de Santos, desde a sua elevação da Vila de Santos à categoria de cidade em 1839 até os dias atuais para melhor compreender o seu desenvolvimento.

---

<sup>4</sup> Ministério do Meio Ambiente. Disponível em < <https://www.mma.gov.br/informma/item/229-mitiga%C3%A7%C3%A3o-da-mudan%C3%A7a-do-clima.html>> Acesso em 03 Ago.2019.

Na década de 1850 com o crescimento da comercialização do café o porto de Santos fica responsável por 80% da exportação do produto e com a inauguração da ferrovia Santos-Jundiaí outras mercadorias produzidas no Estado são também escoadas. O porto vai ganhando importância e “reforçando a vocação da cidade como núcleo comercial e portuário” (BARBOSA, 2000, p. 34).

Ainda de acordo com o autor (p. 42), no período entre 1886 e 1900 a população da cidade cresceu 225% agravando os problemas de salubridade urbana, acelerando a propagação e epidemias. Esta colocação é reforçada por Viana (2010, p.115) no relato de que em 1889 uma epidemia eliminou mais de 10% da população santista.

A situação ocasionou a intervenção do Governo Estadual ficando o Engenheiro Francisco Saturnino Rodrigues de Brito responsável por implementar a canalização de água pluvial e a rede de esgotos.

De acordo com CARRIÇO (2015, p. 31), Saturnino de Brito adotou para Santos:

“O sistema separador completo ou absoluto, já indicado por Estevan Fuertes em seu plano para Santos, em 1895. Este sistema consistia na separação completa entre os sistemas de esgoto e drenagem, visando, conforme Bernardini (2012), “aliviar os esgotos da carga adicional da lama das ruas, assim como as exigências excessivas da água canalizada para lavagens”.

Portanto o projeto desenvolvido pelo Engenheiro Saturnino de Brito era um “plano de saneamento, melhoramento e extensão para a cidade de Santos que contemplava um sistema básico de esgoto e drenagem, através da construção de canais” (VIANA, 2010, p. 117).

Barbosa (2000, p. 44) relata que:

“O projeto previa ainda um conjunto de nove canais de drenagem superficial, cortando a parte santista da ilha. Apesar de possuir comportas, os canais tinham ligação com o mar para se utilizar das marés, impedindo que a água ficasse parada e se tornasse foco de reprodução do mosquito transmissor da febre amarela. Construídos de cimento armado, geralmente a céu aberto, e gramados internamente na parte superior, os canais receberiam as águas dos emissários de águas pluviais. Esses canais formaram extensas avenidas arborizadas” (FIGURA 4).



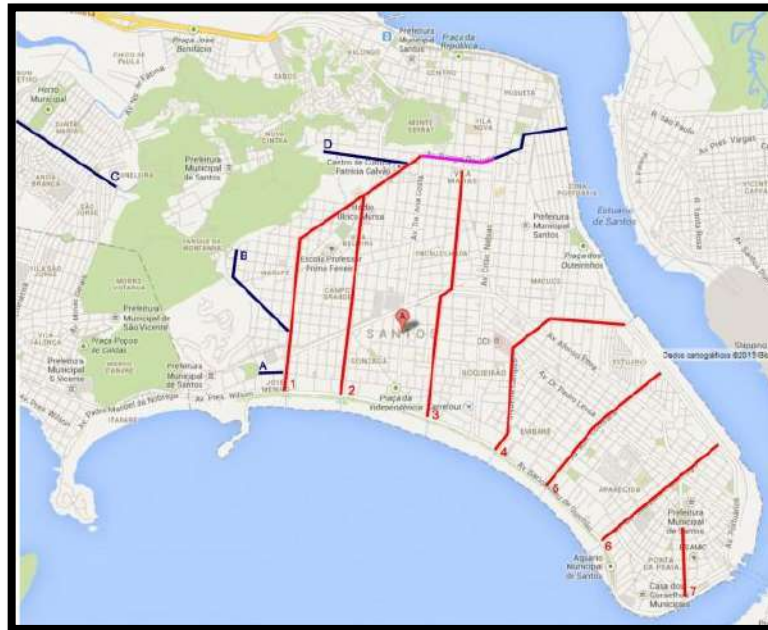
**FIGURA 4:** PLANTA ELABORADA POR SATURNINO DE BRITO PARA CANALIZAR AS ÁGUAS PLUVIAIS DA CIDADE



**Fonte:** BARBOSA (2000, p. 45), com base na reprodução fotográfica da planta elaborada pelo Engenheiro Saturnino de Brito.

O canal 1 (Av. Senador Pinheiro Machado) foi inaugurado em 27 de agosto de 1907, mas finalizado em 1910 juntamente com o canal 2 (Av. Bernardino de Campos). Em 1911 foram concluídos os canais 4 (Avenida Siqueira Campos), 7 (Avenida Francisco Manoel, lateral à Santa Casa - D) e 9 (Avenida Barão de Penedo - A), o Canal 4 tinha o propósito de transportar doentes que desembarcavam de navios para o edifício do Isolamento (o atual Hospital Guilherme Álvaro). Em 1912, entregou-se o Canal 8 (Av. Moura Ribeiro - B); em 1917 o canal 6 (Av. Joaquim Montenegro) e, em 1923, o 3 (Av. Washington Luiz). Em 1927 foi entregue o Canal 5 (Av. Almirante Cóchrane) o último dos nove canais projetados por Saturnino de Brito. Na década de 40 a Prefeitura decidiu cobrir um trecho do Canal 1 que se situava entre a Av. Rangel Pestana e o Colégio Cesário Bastos. Em 1968 a Prefeitura concluiu o chamado Canal 7 (Av. General San Martin) que não estava no projeto de Saturnino de Brito e outro na Av. Jovino de Melo na Zona Noroeste (C), como mostra a **FIGURA 5**.

FIGURA 5: PLANTA ATUAL DOS CANAIS DE SANTOS.



Fonte: XAVEL. Disponível em < <http://www.xavel.com.br/noticias/os-canais-de-santos/>> Acesso em 20 mai.2019.

Para VIANA (2010), o Plano elaborado pelo engenheiro Saturnino para sanear a cidade de Santos e construir uma nova cidade considerava que deveria prever o crescimento do município e das redes sanitárias.

Para atender esses princípios Saturnino de Brito propôs além dos canais de drenagem, um outro projeto denominado “Planta de Santos” possibilitando a expansão da cidade com melhor saneamento e a viabilidade do porto, entretanto não efetivaram os parques urbanos propostos implantando apenas o Orquidário e os jardins da praia (FIGURA 6).

FIGURA 6: PLANTA DE SANTOS – ENGENHEIRO FRANCISCO SATURNINO DE BRITO -1910.



Fonte: VIANA (2010, p. 119), com base em Brito (1915) Planta II dos anexos.

Ainda de acordo com a autora a construção dos canais e avenidas direcionaram o crescimento da cidade, possibilitando a drenagem dos bairros, e os canais “tornando-se o principal marco referencial de Santos, tombados pelos conselhos de patrimônio histórico estadual em 2002 e pelo municipal em 2007 (CONDEPHAAT<sup>5</sup> e CONDEPASA<sup>6</sup>)”. Este movimento “marcou a construção da cidade moderna” (VIANA, 2010, p. 120).

A autora destaca que em 1936 foi concluído o primeiro trecho dos jardins da praia de Santos, no terreno concedido pelo Governo Federal, tendo também implantada uma linha de bonde ligando o centro à orla, valorizando os terrenos na orla marítima. Deste modo a praia, em função da expansão das linhas de bonde e da construção dos canais de drenagem, tornou-se um espaço de lazer, iniciando-se as atividades ligadas ao turismo.

Portanto, a construção dos canais influenciou diretamente no desenvolvimento da cidade e no seu processo de urbanização, alterando a dinâmica da cidade e possibilitando seu desenvolvimento, desta forma a manutenção dos canais e aprimoramento nos seus processos são fundamentais para a cidade de Santos.

Apesar da grande importância e de todo o trabalho já desenvolvido e implementado, a cidade de Santos ainda apresenta problemas quanto as suas habitações subnormais, as ligações clandestinas de esgoto doméstico nas galerias pluviais, por receber “efluentes das indústrias localizadas no Polo industrial de Cubatão, via estuário do Canal do Porto de Santos”,

<sup>5</sup> CONDEPHAT – Conselho de Defesa do patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico do Estado de São Paulo

<sup>6</sup> CONDEPASA – Conselho de Defesa do Patrimônio Cultural de Santos.

além de apresentar um passivo ambiental em função das áreas contaminadas por resíduos industriais e de lixo doméstico (AMBROZEVICIUS, 2010, p. 13).

De acordo com CARRIÇO (2015, p. 30) apesar do Plano de Saneamento de Saturnino de Brito ter viabilizado a expansão da cidade, com o crescimento econômico acelerado as condições sanitárias pioraram e alguns setores da sociedade começaram a rejeitar os canais.

Ainda de acordo com o autor na década de 1970 foi proposto a cobertura dos canais, que ocorreu em um trecho do canal 1 ocasionando dificuldades para a prefeitura efetuar as manutenções visto o “expressivo acúmulo de lodo em seu leito”, ocasionando problemas em termos sanitários e do sistema de drenagem. CARRIÇO (2015, p. 31-35) coloca, e que:

“É necessário descontaminar suas águas e discutir alterações no sistema de gestão da macrodrenagem. O Plano de Saneamento viabilizou a expansão da cidade de Santos, que era limitada ao sítio central em direção à orla marítima “fixando um padrão urbanístico e sanitário inédito no Brasil, em termos de rigor técnico, embelezamento e qualidade ambiental”.

Deve-se considerar que os canais não foram construídos para lançar esgoto da cidade no mar, seu objetivo era de drenagem do solo e para o esgoto previa que houvesse o tratamento, entretanto após mais de cem anos os canais ainda causam polêmicas e sua influência sobre a vida na cidade é muito grande.

Desta forma, e diante dos diversos fatores que interferem no ambiente que compõem os canais, é fundamental a análise da qualidade da água dos canais quanto aos níveis de toxicidade.

Entretanto, não se deve apenas buscar os resultados das análises, e sim preocupar-se com o meio ambiente utilizando métodos que não agridam a natureza, e desta forma discute-se a utilização de bioindicadores para estas análises.

## **4.2 Contaminantes inorgânicos**

### *4.2.1 Análises Multiparâmetros*

A Análises multiparâmetros foram realizadas com auxílio de equipamento Sonda Multiparâmetro Horiba série U-50. O equipamento permite a análise simultânea de parâmetros físico-químicos como análises de Temperatura; pH; potencial oxidante-redutor; condutividade; turbidez; salinidade; oxigênio dissolvido; total de sólidos dissolvidos.

A sonda Multiparâmetro requer calibração prévia de cada um dos valores a ser determinado e estes valores são validados com amostras de referência para confirmação dos resultados em análise de campo.

Para a calibração foi utilizado solução de referência fornecido pela Horiba número 100-4. Procede-se à calibração automática do aparelho com o sensor do equipamento mergulhado na solução fornecida (HOLLER, 2009)

#### 4.2.2 *Análises de metais por Espectrofotometria de Absorção Atômica*

A espectrofotometria de Absorção Atômica permite a determinação qualitativa e quantitativa de elementos metálicos e vários elementos denominados não-metais.

As técnicas analíticas por espectrofotometria dependem de absorção de energia radiante por parte do metal a ser analisado, proveniente de uma lâmpada de catodo ôco. Cada elemento possui uma lâmpada com o respectivo comprimento de onda para sua análise.

O mecanismo da absorção ocorre ao se incidir uma radiação dessa lâmpada aos átomos neutros livres do analito, que absorvem quantidade dessa radiação, proporcionalmente à sua concentração na amostra.

A técnica da chama é a mais antiga e tradicional forma de atomização. Na atomização por chama um determinado volume da solução contendo o analito é convertido em aerosol num nebulizador e este transportado para a chama em um queimador alimentado por gases acetileno como combustível e ar como oxidante (GONÇALVES, 2001).

Solventes orgânicos melhoram a sensibilidade de análise por chama devido à diminuição da viscosidade e da tensão superficial em relação à solução aquosa, além da formação de reação exotérmica junto com a diminuição da estabilidade térmica, provocando assim um aumento no grau de atomização.

Para determinação de chumbo e cádmio, a amostra foi tratada com solução de pirrolidina dietil carbamato de amônio – APDC 5% e procedendo-se à leitura em meio com o solvente metil isobutil cetona.

A atomização pode ser realizada também por geração de vapor no estado atômico ou na forma de hidretos e é realizada por meio da técnica de reação com borohidreto de lítio ou outro agente redutor como o cloreto estanoso. Os analitos utilizados para análise por esta metodologia são arsênio, antimônio, bismuto, germânio, selênio, telúrio e estanho. A solução contendo o analito é adicionada em um vaso fechado onde ocorre a reação com o agente redutor,

posteriormente o vapor gerado é conduzido para um atomizador de quartzo, com o auxílio de um gás de arraste, onde ocorre a leitura de absorvância para o elemento em análise.

Para as análises dos elementos em Gerador de Hidretos, a amostra foi tratada previamente com ácido nítrico, concentrada 10 vezes e adicionado no tubo para análise com utilização de borohidreto de sódio 1%.

A geração de hidretos por vapor frio foi utilizada para a determinação de mercúrio. O fato de o mercúrio possuir alta pressão de vapor e a reação com borohidreto de lítio ou cloreto de estano gerar mercúrio no estado fundamental e o vapor ser arrastado para o tubo de quartzo sem a necessidade de aquecimento, permite a realização desta análise com aumento significativo na sensibilidade.

Para os demais elementos metálicos, as amostras de água foram analisadas após tratamento com ácido nítrico e concentradas em 10 vezes em frasco colocado em aquecimento. Posteriormente avolumado e efetuado a leitura no equipamento.

#### 4.2.3 *Análises de ânions por Cromatografia de Íons*

A cromatografia de íons é uma técnica analítica que se utiliza de abordagem semelhante à cromatografia líquida com a diferença da separação dos íons (cátions e ânions) com auxílio de colunas específicas.

Trata-se de um método cromatográfico que se utiliza de colunas de troca iônica, possibilitando análises de cátions e ânions, utilizando-se de um detector de condutividade. (SKOG, 2007)

Para análises de ânions com o detector de condutividade, usa-se uma coluna para a separação dos íons (coluna aniônica) com uma segunda coluna supressora de troca iônica (coluna catiônica na forma H<sup>+</sup>), acopladas em série a um detector de condutividade, possibilitando o monitoramento contínuo dos íons eluídos. O sistema de supressão é necessário para diminuir o sinal da linha de base no processo.

A segunda coluna denominada de “supressora” serve para reduzir a condutividade de fundo, ou seja, diminuir o ruído, do eluente e permitir a detecção da condutância elétrica dos analito.

A cromatografia de íons utiliza-se do mesmo esquema funcional da cromatografia líquida, só alterando quando for utilizado a detecção de ânions, onde é necessário a introdução do supressor. Este sistema consiste de uma fase móvel, uma bomba de alta

pressão, um injetor de amostra, uma coluna analítica e um sistema de detecção que pode ser de condutividade, UV, amperometria e outros.

A amostra líquida é injetada na corrente do eluente, onde seus íons são separados à medida que se movem pela coluna, dependendo de suas afinidades relativas com a resina, que pode ser aniônica ou catiônica. Função da fase móvel é transportar os analitos. A sua composição é uma solução aquosa podendo ser adicionado sais e/ou solvente orgânico e/ou complexante.

Depois de passarem pela coluna, chegam ao supressor, que seletivamente melhora a detecção dos íons da amostra, enquanto suprime a condutividade do eluente. Em seguida, o detector registra a condutância desses íons transmitindo um sinal para o computador.

O sistema supressor por membranas apresenta benefícios para a detecção condutométrica, pois a supressão química é usada para simultaneamente reduzir a condutividade de fundo e com isso melhorar a condutividade dos íons dos analitos.

A amostra deve, de preferência, ser dissolvida na própria fase móvel que será utilizada no processo de eluição, ou em um de seus componentes, para que não ocorra precipitação no injetor ou na coluna cromatográfica e posterior perda de resolução, sendo importante também que a fase móvel não decomponha nenhum dos componentes da amostra.

São utilizados para separação aniônica uma solução de carbonato de sódio ou bicarbonato de sódio entre 1 a 3 mM.

A fase estacionária tem a função de promover a separação entre os íons. É constituída de material com tamanho da partícula entre 2-10  $\mu\text{m}$ , com estabilidade na faixa de pH desejada e constituída por resina polimérica, sílica gel modificada, sais inorgânicos, vidros, entre outros.

Os analitos determinados por condutividade são o fluoreto, cloreto, nitrito, nitrato, fosfato e sulfato.

Para a determinação de ânions das águas dos canais foi feito a injeção de 10 microlitros das amostras sem qualquer tratamento. Para as amostras onde os teores de cloretos foram muito elevados foi feito uma diluição de 10 a 100 vezes dependendo da concentração de sais de cloreto de sódio na amostra.

O eluente para as amostras foi uma solução de mistura contendo 1,0 mmol de bicarbonato de sódio e 3,2 mmol de carbonato de sódio (HOLLER, 2009).

### 4.3 Microrganismos patogênicos

Os canais de Santos caracterizam o principal sistema de drenagem da água superficial que consiste num sistema de direcionamento para os corpos hídricos do estuário e marinho. O sistema de canais, assim como o sistema de esgotamento sanitário foram construídos entre os anos de 1905 a 1927 pelo sanitarista Saturnino de Brito para eliminar o surto de diversas doenças como febre amarela, cólera, varíola e peste bubônica, decorrentes da presença constante de água parada e esgotos a céu aberto (SANTOS E LICHTI, 1986). Como já mencionado, item 4.1, Santos possui 7 canais que foram projetados para a drenagem das águas pluviais, mas, durante anos, tornaram-se receptores de esgotos clandestinos. Na década de 90, 6 destes canais foram barrados e o material foi encaminhado para disposição final juntamente com os esgotos do município via emissário submarino (CESTESB, 1997). De acordo com a Norma Brasileira (NBR) 9648/1986, que fixa as condições exigíveis no estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário do tipo separador, efluente doméstico é o despejo líquido resultante do uso da água para higiene e necessidades fisiológicas humanas. Já o efluente sanitário é definido como o despejo líquido constituído de efluente doméstico e industrial, água de infiltração e a contribuição pluvial parasitária (ABNT, 1986).

Atualmente o município apresenta um indicador de 100% de atendimento urbano de esgoto, de 99,93% de atendimento total de esgoto e 97,64% é tratado, colocando o município de Santos em 1º local no Ranking do Saneamento 2020 do Instituto Trata Brasil<sup>7</sup>, que avaliou as 100 maiores cidades do país com base nos dados de 2018 do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Apesar desses dados, a existência de ligações clandestinas de esgoto nos canais, desvirtuando sua função original e comprometendo a qualidade da água pluvial direcionada a seus limites, até muito pouco tempo era descrita no município (COELHO et al, 2013).

Há de se esclarecer que apesar dos dados apontados para o município de Santos, a falta de saneamento ambiental adequado é tida como uma das principais causas da poluição e da contaminação das águas para o abastecimento humano e está, portanto, contribuindo para os casos de doenças de veiculação hídrica (WHO, 2017; SOUSA et al, 2013; SHINOHARA *et al.*, 2008)

---

<sup>7</sup> Instituto Trata Brasil e GO Associados. Ranking de Saneamento 2020 – 100 Maiores Cidades do Brasil. Disponível em: < <http://tratabrasil.org.br/estudos/estudos-itb/itb/ranking-do-saneamento-2020>>. Acesso em: 19 de outubro de 2020.



Dados da Organização Mundial da Saúde (OMS) e UNICEF, indicam que no planeta, 2,1 bilhões de pessoas não têm acesso seguro à água tratada no seu domicílio e 4,5 milhões não tem saneamento básico e 159 milhões ainda bebem água não tratada a partir de fontes de água, como rios, lagos e outros (WHO, 2017).

Há de se destacar que esses aspectos contribuem significativamente para que a população mais vulnerável contraia doenças como a diarreia, cólera, disenteria, hepatite A e a febre tifoide. Destaca-se que 361.000 crianças menores de cinco anos morrem anualmente de diarreia (WHO, 2017).

No Brasil 80% das internações hospitalares são decorrentes de doenças de veiculação hídrica ou transmitidas através da água, de acordo com dados do Sistema Único de Saúde (SUS). Contribuindo para essa problemática Sousa *et al.* (2013), destaca que a *Salmonella enterica* constitui um grave problema de saúde pública, sendo a mais frequente pela sua distribuição mundial e facilidade de transmissão, causando números elevados de estados mórbidos e até de mortes em pacientes hospitalizados.

#### 4.3.1 *Salmonella spp*

A bactéria *Salmonella spp.* é um dos principais patógenos envolvidos em casos de Doenças Transmitidas por Alimentos (DTAs) (RODRIGUES, 2016). É a mais preocupantes entre as DTAs, para a saúde pública em todo o mundo, pelas suas características endêmicas e pelo seu controle depender muito da ação humana, visto que o homem pode ser disseminador dessa bactéria.

De acordo com Shinohara *et al.* (2008), graves intoxicações alimentares estão associadas a esta bactéria, cujos sinais apresentam diferenças de sintomatologia devido a variação no mecanismo de patogenicidade, idade e resposta imune do hospedeiro, dificultando o diagnóstico, tornando o sistema de saúde ainda mais sobrecarregado. A patologia decorrente da *Salmonella spp.* dá-se pela transmissão fecal-oral que ocorre através de água e alimentos contaminados, sendo sua maior incidência em regiões com grande densidade populacional, vivendo em precárias condições socioeconômicas e sanitárias.

O principal mecanismo de transmissão da bactéria a animais suscetíveis é a rota oro-fecal, pela ingestão de alimentos ou água contaminados e sendo muito comum problemas relacionados à contaminação ambiental, com possibilidade de formação de biofilme e manutenção da bactéria no ambiente por longos períodos. A multiplicação da bactéria

acontece primariamente nas células do sistema monocítico-macrofágico e a partir deste pode tomar forma de doença sistêmica em animais e seres humanos suscetíveis (FARIA, 2016).

A prevalência de doenças causadas pela salmonela assumiu uma dimensão de saúde pública, a salmonelose é uma das principais causas de doenças da diarreia em todo o mundo e está diretamente associada à falta de higiene e disponibilidade de água, juntamente com a contaminação dos alimentos. Qualquer alimento que contém *Salmonella* é um risco potencial para o consumidor, cuja veiculação é facilitada, na atualidade, pela mudança nos hábitos alimentares da população. A necessidade cada vez mais intensa de produção/oferta de alimentos tem como fatores de risco, falhas quanto ao manuseio, transporte muitas vezes em condições inadequadas, aliados à ausência de critérios básicos de higiene e saneamento, os quais favorecem a disseminação (SILVA et al, 2016).

#### 4.3.2 *Staphylococcus aureus*

Com relação a *Staphylococcus*, de acordo com SMS-RIO, 2000, apresentam 27 espécies e 7 subespécies. Destas, as seguintes apresentam interesse potencial em microbiologia de alimentos: *S. aureus*, *S. hyicus*, *S. chromogens* e *S. intermedius*, sendo *S. aureus* a mais frequentemente associada às doenças estafilocócicas, quer sejam de origem alimentar ou não. Em 1930, Dack comprovou que o quadro clínico da infecção era causado por uma enterotoxina. São cocos Gram positivos, pertencentes à família Micrococcaceae, anaeróbias facultativas, com maior crescimento em aerobiose, quando, então, produzem catalase. À exceção de *S. chromogens*, as demais espécies apresentam teste positivo para Coagulase (coagulam plasma de sangue de coelho). Crescem em temperaturas de 7 °C a 48 °C, sendo o ótimo de crescimento entre 35 e 37 °C. O pH ótimo para o seu desenvolvimento encontra-se na faixa de 6,0 a 7,0, embora cresçam em níveis que variam de 4,0 a 9,8. Produzem várias toxinas (A, B, C1, C2, C3, D, E), sendo estas pré-formadas no alimento. São proteínas higroscópicas e facilmente solúveis em água e soluções salinas, sendo ainda resistentes à tripsina, quimiotripsina, renina, papaína e pepsina, com exceção da enterotoxina “tipo B” que é destruída pela pepsina, em pH ao redor de 2,0. A produção de toxinas atinge o seu auge em temperaturas entre 40 °C e 45 °C, sendo ínfima em pH abaixo de 6,0. As toxinas são termo-resistentes.

Os principais reservatórios desse patógeno são o homem e os animais, sendo a cavidade nasal o principal habitat dos estafilococos no homem, sendo ainda encontrado na

pele, glândulas anexas e mucosas; a partir deste foco, atingem tanto a epiderme e feridas infectadas como o ar, a água, solo, leite e qualquer objeto ou utensílio que tenha entrado em contato com o homem.

As células contaminantes se reproduzem com posterior produção de toxina. A dose infectante segundo Donnelly é de  $10^6$  a  $10^{10}$  cel/g com produção de toxina de 0,015 a 0,375 µg/Kg de peso corpóreo. A doença é autolimitante desaparecendo os sintomas em 24 – 48 h (SMS-RIO,2000).

#### 4.3.3 *Pseudomonas aeruginosa*

*Pseudomonas aeruginosa* é classificada como um dos microrganismos mais versáteis e oportunistas, sendo a bactéria mais encontrada em ambientes hospitalares acometendo principalmente pacientes imunocomprometidos, sendo a água de torneira um dos principais contribuintes para a colonização. No Brasil, este microrganismo é considerado padrão de potabilidade apenas para águas minerais, no entanto uma elevada quantidade de *Pseudomonas spp.* também pode ser utilizada como uma ferramenta de avaliação no manejo higiênico na ordenha de vacas leiteiras. A presença de *P. aeruginosa* já é por si só um agravante no que diz respeito à qualidade da água por ser um patógeno oportunista, podendo oferecer risco à saúde de indivíduos sadios e imunocomprometidos, uma vez que possui poder de adaptação e resistência a antibióticos (SMS-RIO,2000).

Embora, Zocche e Silva (2012) afirmarem que o patógeno mais relacionado a casos de surto de intoxicação alimentar é a *Staphylococcus aureus* devido a capacidade da maioria de suas cepas produzirem enterotoxinas, descrevem que *Pseudomonas aeruginosa* se trata de uma bactéria tipicamente oportunista, estando presente no solo, água e vegetais, podendo ocorrer várias doenças como infecções localizadas resultantes de processos cirúrgicos ou queimaduras, levando a bacteremias e fibroses císticas. Deste modo a utilização de técnicas de identificação destes microrganismos com o uso da reação em cadeia da polimerase (PCR), por meio de ensaios moleculares são importantes métodos de detecção destes patógenos e podem contribuir para o diagnóstico precoce, assim sendo, de grande importância para o setor de saúde e controle de doenças (FERREIRA, 2010).

#### 4.3.4 *Identificação de Microrganismos*

A identificação de microrganismos, especificamente bactérias, inicialmente era feita

pela caracterização morfológica e evoluiu para análises bioquímicas. Para isso, várias técnicas foram desenvolvidas existindo a necessidade ou não do cultivo dos microrganismos em meio de cultura.

O processo para identificação de bactérias em meio de cultura envolve primeiramente uma série de diluições da amostra e sua inoculação em meio de cultivo definido. A resposta do microrganismo ao meio de cultura selecionado, bem como a condição de oxigenação exposta, são fatores importante importantes na avaliação do crescimento do mesmo. Após o crescimento dos microrganismos organizados em colônias realiza-se o isolamento e o cultivo de colônias puras. Apesar da simplicidade desta metodologia, existem fatores que podem inviabilizar sua aplicação, entre eles o tempo de resposta esperado e o microrganismo que se pretende identificar. O tempo médio necessário para se obter os resultados do crescimento dos microrganismos em meio líquido ou sólido é de 18 horas, podendo levar mais tempo, inclusive vários dias. Considerando que em muitos casos existe a necessidade de celeridade na identificação da fonte contaminante para se dar início ao tratamento de uma população contaminada, esse tempo de espera pode ser um fator complicador que pode impactar negativamente (MIMS *et al.*, 2005). Outras desvantagens são o baixo poder discriminatório em microrganismos com pouca variabilidade genética e a possibilidade de fatores ambientais alterarem a expressão gênica (FARBER *et al.* apud GANDRA, 2008).

Em adição, de acordo com Toze, 1999, apesar da maioria das bactérias patogênicas poderem ser isoladas, diversos problemas são encontrados na sua detecção em amostras de água, dentre os quais, o tempo e custo envolvido nas análises, a acurácia, e a existência de bactérias viáveis, porém em estado de dormência que não são cultiváveis o que inviabiliza a análise por técnicas clássicas de microbiologia.

Apesar da existência de diversos guias descrevendo a validação de métodos analíticos, de acordo com Freitas et al, 2016, comparativamente, pouco se têm descrito sobre a validação de métodos microbiológicos e muito menos de métodos moleculares, que são categorizados como métodos alternativos de acordo com a *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC) (FELDSINE et al, 2002).

#### 4.3.5 *Polymerase Chain Reaction* (PCR)

Por todos os motivos mencionados, a Reação em Cadeia da Polimerase, PCR –

*Polymerase Chain Reaction*, foi a técnica escolhida para as análises de água nos canais de Santos.

A reação em cadeia da polimerase consiste em uma técnica desenvolvida em 1985, por Kary B. Mullis, que ganhou o prêmio Nobel em 1983 por seu trabalho. A PCR é altamente sensível e permite à amplificação de milhares de cópias de sequências de ácidos nucleicos, obtidas por meio de uma reação enzimática, a partir de diminutas quantidades de DNA ou de RNA específico; essas sequências amplificadas são denominadas *amplicons* (GANDRA *et al.*, 2008).

Para conseguir a amplificação do fragmento alvo de DNA, a PCR, técnica enzimática de amplificação de sequências específicas de DNA, emprega uma mistura contendo a DNA polimerase, enzima capaz de ligar nucleotídeos para formação de fitas de DNA na presença de nucleotídeos, e oligonucleotídeos iniciadores (*primers*) específicos para amplificação da sequência de interesse. Também se adiciona uma solução tampão para garantir a estabilidade do pH e magnésio para otimização da reação, uma vez que consiste em um cofator enzimático para a DNA polimerase. A mistura é adicionada a um tubo de teste levado a um termociclador, no qual ocorrerá diversos ciclos de elevação e diminuição da temperatura, permitindo à amplificação (MULLIS, 1990, ISHMAEL; STELLATO, 2008, JOSHI; DESHPANDE, 2010).

Os ciclos consistem de 3 etapas distintas, a saber: denaturação, anelamento e extensão. Na fase de denaturação, a temperatura é elevada a 90 °C - 97 °C para que ocorra a denaturação do DNA e exposição das fitas moldes para a polimerase. Na etapa seguinte, anelamento, ou *annealing*, a temperatura da reação é reduzida para temperaturas específicas para que os *primers* possam se hibridar a região específica da fita de DNA. A hibridação somente acontecerá se o primer encontrar sua sequência complementar. A temperatura nesta fase é variável, dependente da sequência dos *primers*, porém, geralmente encontra-se entre 50 °C e 60 °C. No passo seguinte, a temperatura é elevada novamente para aproximadamente 72 °C, quando a *Taq* polimerase promove a extensão dos *primers* adicionando os nucleotídeos avulsos na mistura, formando por fim o fragmento de DNA. Esta etapa pode perdurar por 5 minutos ou mais, a fim de garantir a completa extensão de todos os fragmentos (AVASHI; GARIBYAN, 2013; JOSHI; DESHPANDE, 2010; MULLIS, 1990).

A cada ciclo a *Taq* polimerase é capaz de dobrar a quantidade de fragmentos de DNA alvo, no entanto a quantidade de ciclos possíveis está limitada a quantidade de reagentes na mistura e, portanto, uma sequência de ciclos acima de 35 costuma ser ineficaz (JOSHI;

DESHPANDE, 2010).

O desenvolvimento da reação em cadeia da polimerase revolucionou a biologia molecular por apresentar um método rápido, sensível e específico para a detecção de fragmentos de DNA. Por este motivo, a técnica foi modificada e incrementada para atender a variados propósitos e diferentes situações, podendo produzir resultados qualitativos ou quantitativos (AVASHIA; GARIBYAN, 2013).

A PCR quantitativa visa a quantificação do gene ou DNA específico amplificado ao longo da reação de amplificação, sendo alcançada pelo desenvolvimento da técnica de PCR em tempo real (*Real Time* PCR). A metodologia utiliza processos químicos automatizados de monitoramento do acúmulo de produtos da PCR em uma reação, em tempo real, a partir de sondas químicas fluorescentes (GANDRA et al, 2008).

Em contrapartida, a PCR qualitativa tem por objetivo detectar a ausência ou presença de um fragmento de DNA específico e, por isso é muito utilizada na identificação de patógenos. Nesse sentido, a aplicação da técnica apresenta vantagens e desvantagens em relação as técnicas de identificação de culturas por análise morfológica, coloração e reagentes (AVASHIA; GARIBYAN, 2013).

Há de se mencionar que a introdução da PCR em diagnósticos microbiológicos tem sido estabelecida em pesquisas laboratoriais como uma valiosa alternativa para os métodos tradicionais. Características como rapidez, bom limite de detecção, seletividade e potencial para otimização são as maiores vantagens deste método. No entanto, existem algumas variáveis a serem consideradas no uso da PCR, entre elas o custo do alto investimento tecnológico, a necessidade de aprovação oficial e regulamentos e instruções padronizadas (MALORNY et al, 2003).

De acordo com Farias et al, 2006, o método de PCR deve ter alto grau de acurácia analítica e diagnóstica. A acurácia analítica refere-se a seletividade e o limite de detecção. Consequentemente, a seletividade do método baseado em PCR compreende a inclusividade e exclusividade. Já a acurácia diagnóstica considera os microrganismos não desejados na matriz biológica e inclui os termos especificidade diagnóstica e sensibilidade. A especificidade diagnóstica é definida como o grau de medida do quanto o método é afetado por componentes não desejados presentes na matriz biológica, que resulta em falsos-negativos. Quanto à sensibilidade diagnóstica é definida como a medida do grau de detecção de microrganismos patógenos na matriz biológica.

Emprego de PCR para análise de microrganismos em alimentos indicam limite de detecção teórico de  $10^3$  a  $10^4$  células por mL de amostra pré-enriquecida. Por esta razão, a análise por PCR é usualmente precedida por uma etapa de enriquecimento para se obter uma multiplicação de células bacterianas. A PCR deve detectar ao menos 10 – 100 cópias do DNA desejado. Além disso, o limite de detecção deve ser determinado em relação ao cálculo da probabilidade de detecção (FARIAS, et al, 2006).

#### 4.4 Os bioindicadores

O desenvolvimento das cidades é fundamental para o crescimento econômico, mas deve-se observar o impacto ambiental que as atividades antrópicas ou naturais estão causando no meio ambiente. As ações que estão sendo desenvolvidas e que impactam as cadeias ecológicas devem ser observadas e monitoradas para minimizar os efeitos.

As análises físico-químicas identificam a qualidade da água, entretanto é recomendável a utilização conjunta de métodos biológicos obtendo-se uma análise mais completa, abrangendo os aspectos biológicos e a interação entre o meio físico, além disso o biomonitoramento tem se demonstrado eficiente para medir a qualidade da água com custos reduzidos.

O biomonitoramento é definido como um “método experimental indireto de se verificar a existência de poluentes numa certa área, utilizando-se organismos vivos, que respondem ao estresse a que se encontram submetidos”<sup>8</sup>. Esses organismos são denominados bioindicadores, que podem ser de acumulação quando acumulam substâncias nos tecidos ou chamados de bioindicadores de reação quando sofrem alterações morfológicas, fisiológicas, genéticas e etológicas (CARNEIRO, 2004, p. 20).

No caso do monitoramento da qualidade das águas visa acompanhar as alterações nas características físicas, químicas e biológicas em função de ações antrópicas e de fenômenos naturais. O monitoramento visa acompanhar a evolução das características das águas, indicando as ações necessárias. É importante que haja uma seleção criteriosa dos pontos de controle e da frequência de amostragem, para que o diagnóstico seja o melhor possível.

Para que não haja uma interferência no meio ambiente o indicado é que se utilize o biomonitoramento, ou monitoramento biológico, que é definido pela EMBRAPA (2019) como:

---

<sup>8</sup> (CARRERAS; PIGNATA, 2001; ROSSBACH et a 1999; WAPPELHORST et al, 2000) Apud CARNEIRO, 2004, p. 20)

“Uma maneira de avaliar a “saúde” de ecossistemas aquáticos e, conseqüentemente, a qualidade de suas águas. Esta técnica consiste no uso sistemático de respostas biológicas para avaliar mudanças ambientais (geralmente antropogênicas, ou seja, provocadas pelo homem) com o objetivo de utilizar esta informação em um programa de controle de qualidade. Em ecossistemas aquáticos, as mudanças ambientais nos parâmetros físicos e químicos, decorrentes de despejos domésticos, agrícolas e industriais, causam alterações na estrutura do conjunto de seres vivos habitantes do corpo hídrico”.

Deste modo, os bioindicadores são importantes para estabelecer uma correlação com determinados fatores antrópicos ou fatores naturais, conseguindo verificar qualquer potencial impacto mantendo a integridade ecológica do ambiente analisado.

De acordo com MAKI (2013) os bioindicadores “são seres de natureza diversa que podem ser utilizados para avaliação da qualidade ambiental”. Para CARNEIRO (2004) o uso dos bioindicadores não necessita aparelhagem sofisticada, mas se mostra eficiente no monitoramento das áreas.

Segundo CHANDRA (2005), os resíduos industriais e domésticos gerados pela atividade humana geralmente contém misturas complexas de químicos que não são degradados durante o tratamento de efluentes e persistem na natureza, poluindo solo, ar e as fontes e águas potáveis.

As alterações no clima, poluição entre outros interferem na estabilidade dos organismos, que são “sensíveis a poluentes, a toxinas e a perturbações do meio, podendo servir como alertas de desequilíbrio ambiental (RICKLEFS, 2009, p. 46).

Diante do exposto é preciso ter indicadores para que se possa avaliar a situação. Um trabalho desenvolvido por BAGLIANO (2012, p. 32), a partir de revisões bibliográficas indica que as principais divisões de organismos como avaliadores de impacto ambiental são: insetos, aves, vegetais, moluscos, mamíferos, líquens e anelídeos.

Portanto, são indicadores biológicos que permitem resultados, nos quais, possamos avaliar a qualidade do meio ambiente e o nível de alteração proveniente de mudanças antrópicas ou naturais, que de alguma maneira, modificaram a simbiose do meio, ou seja, o bioindicador por meio de suas alterações nos permitem identificar se aquele meio sofreu alguma alteração.

Pode se considerar que o monitoramento ambiental é uma ferramenta importante na gestão de todo o sistema, permitindo prevenir, detectar e implementar ações que possam reverter a situação, por isso a escolha do melhor método é importante para a eficácia do



processo. A utilização de bioindicadores determina que indicadores biológicos permitam mitigar o problema de modo que as implantações das medidas de controle não agridam o ambiente, aplicando o mais adequado e de acordo com as condições técnicas, econômicas e de acordo com a legislação.

#### 4.4.1 Tipos de bioindicador

Diversos grupos taxonômicos podem ser utilizados como bioindicadores, porém devemos avaliar suas características de tolerância para que possamos adquirir respostas mensuráveis à perturbação no meio.

Portanto, a análise de um meio, podem ser realizadas com inúmeros bioindicadores de diferentes espécie e gênero, desta forma podemos as utilizar como bioindicadores os animais, vegetais, fungos e bactérias.

Para considerarmos um indivíduo como um bom bioindicador devemos levar em consideração sua vulnerabilidade de sobrevivência ou adaptação, ou seja, o quanto a espécie é sensível aquele tipo de alteração ecológica e se suas alterações são de fácil mensuração.

De acordo com Pimenta (2016, p. 200) a utilização dos bioindicadores pode também ser mais direcionada a um tipo de poluição.

Um exemplo são as trutas da espécie *Oncorhynchus clarkii*, que habitam riachos de águas frias nos Estados Unidos. Indivíduos dessa espécie toleram temperaturas máximas entre 20 e 25°C. Acima dessa faixa, produzem uma proteína que tem como função proteger as funções vitais celulares do estresse térmico. A quantidade dessa proteína pode ser usada para medir quanto o ambiente foi alterado, já que o aumento da temperatura da água nesses riachos está relacionado a diversas atividades humanas, como pastoreio, queimadas e exploração madeireira (HOLT, 2010).

Bagliano (2012, p. 37) coloca que vegetais e insetos são boas fontes de estudos visto o seu ciclo de vida curto podendo utilizar metodologia rápida e de baixo custo financeiro.

Com base no ICMBio (2013), entre tantas espécies indicadoras da qualidade de uma área preservada, as borboletas se destacam. Isto porque estes insetos, de curto ciclo de vida, são facilmente avistadas em qualquer época do ano. Espécies da subfamília Satyrinae, por exemplo, são ótimos indicadores de um bom estado de conservação em matas heterogêneas, bem como a *Morpho achilles*, que necessita de matas preservadas para se desenvolver.

Quanto aos bioindicadores de aves, podemos levar em conta um positivo na baixada santista na região de Cubatão, os Guaras Vermelhos que hoje são símbolos da reformulação ambiental. A cidade, antes denominada como vale da morte por sua poluição atmosférica, fez com que essa espécie viária não existe mais nas redondezas, porém após novas implantações de remediações trouxe de volta os guaras para os mananciais cubatense.

Quando se analisa bioindicadores de plantas, segundo Guerra (1988):

“É na ponta da raiz que encontramos uma região denominada de meristema, composta por células em intensa divisão celular. Este tecido possibilita as avaliações do índice mitótico e da frequência de alterações no ciclo celular quando as raízes são expostas a algum composto químico ou resíduo ambiental”.

Deste modo, em função desta formação obtém-se condições ideais para o levantamento da qualidade da água, objeto de estudo desta pesquisa.

#### 4.4.2 Plantas utilizadas como bioindicadores

As plantas são organismos eucariontes, fotossintetizantes e de metabolismo complexo (TAVARES, 2018, p. 158), onde na fase de germinação as sementes se transformam ficando sensíveis ao estresse ambiental, por isso são amplamente utilizadas em bioensaios de toxicidade.

Para se alcançar um estabelecimento adequado de plântulas é necessário um alto vigor e elevada germinação. O vigor de sementes é definido como aquelas propriedades das sementes que determinam o potencial para uma emergência rápida e uniforme e com o desenvolvimento de plântulas normais sob diferentes condições de campo (McDONALD, 1980).

Segundo Carson (2010):

“O uso excessivo de agrotóxicos potencializa o risco de contaminação, pois, após aplicados, podem lixiviar e afetar águas superficiais e lençol freático. Como consequência, a biota local também é afetada, o que pode acarretar danos a organismos não alvos destes defensivos. Além disso, traços desses defensivos podem permanecer nos alimentos, mesmo após a colheita, o que pode levar a ingestão humana de substâncias potencialmente tóxicas”

Um estudo elaborado por SILVEIRA (2016) comparou o *Allium cepa* (cebola) e a *Lactuca sativa* (alface) entre os vegetais utilizados para bioensaios realizados para verificar os efeitos dos poluentes em organismos vivos. Segundo este a utilização de vegetais como modelo biológico é recomendado devido a fácil realização e o baixo custo.

Um outro estudo realizado por MAKI et al. (2013), apresentou uma revisão bibliográfica de vários trabalhos disponíveis sobre o biomonitoramento da poluição atmosférica utilizando bioindicadores vegetais, onde demonstrou que há uma grande diversidade de espécies com forte indicação da sua aplicabilidade no biomonitoramento.

É importante lembrar que as plantas bioindicadoras só realizam a caracterização da poluição indicando apenas a presença dos poluentes. Com base em CARDOSO, 2004 e PEDROSO, 2007 (Apud, MAKI, 2013) essas plantas podem ser classificadas nos seguintes grupos (**QUADRO 3**):

**QUADRO 3:** CLASSIFICAÇÃO DAS PLANTAS BIOINDICADORES

TIPO	CARACTERÍSTICA
Bioindicadoras	Apresentam sintomas visíveis como necroses, cloroses e distúrbios fisiológicos como redução no crescimento, redução no número e diâmetro das flores
Biosensoras	Reagem aos efeitos dos poluentes com efeitos não visíveis, apresentando alterações bioquímicas, fisiológicas e celulares.
Bioarticuladoras	São as plantas que também não apresentam sintomas visíveis, sendo menos sensíveis aos poluentes, porém, dentro dos seus tecidos podem acumular poeira e gases
Biointegradoras	Indica o impacto da poluição por meio de mudanças populacionais como aparecimento, desaparecimento ou mudança na densidade da população ao até de comunidades. Dentre os organismos bioindicadores, destacam-se os líquens, os musgos e as plantas superiores que têm sido amplamente empregados como métodos complementares de monitoramento da qualidade do ar e da presença de poluentes.

Fonte: MAKI (2013, p. 171).

Diante das características explicitadas no **QUADRO 3**, a utilização de uma planta bioindicadora para a elaboração deste projeto, fundamentou-se por apresentar sintomas mais visíveis do nível de poluição.

#### 4.4.3 Ecotoxicidade

A Ecotoxicologia é a ciência que estuda os efeitos das substâncias químicas sobre os organismos vivos e a interação destes com seu habitat, podendo a resposta ser aguda (exposição a curto prazo) ou crônica (exposição a longo prazo) (SILVA et al., 2015, p. 340).

O termo é muito discutido devido a necessidade de conhecer os efeitos dos químicos lançados ao meio e sua interação ao atingir o ambiente e a população. A pós revolução industrial originou o aumento da produção e dispersão de químicos proveniente de processos produtivos, fazendo com que uma gama de substâncias químicas acumulasse no meio, causando disfunções metabólicas ou de interações sistêmicas no ambiente e ao organismo humano, já que as mesmas não são sintetizadas naturalmente.

Com essas crescentes alterações, surgiu a necessidade de avaliar e conhecer a originalidade das modificações, pressupondo a ecotoxicologia através dos efeitos resultantes. A ecotoxicologia é a interação de duas ciências, a ecologia que estuda as interações dos seres vivos e a toxicologia, que busca o entendimento dos efeitos causados pelas substâncias adversas ao meio, levando em conta a sensibilidade conforme sua exposição.

De acordo com SILVEIRA (2016, p. 17) as avaliações ecotoxicológicas que objetivam estudar a ação biológica de compostos químicos são realizadas por meio de bioensaios *in situ* (no campo) ou *ex situ* (no laboratório) com utilização de diferentes organismos-teste (*in vivo* ou *in vitro*).

Deste modo, MARIANI (2019)<sup>9</sup> coloca que os bioensaios são testes feitos em laboratórios que inferem o grau de determinada substância, comparando-se experimentalmente o efeito da substância testada com os efeitos causados por uma substância conhecida, em uma cultura de células vivas ou em um organismo-teste.

Os testes ecotoxicológicos, avaliam os efeitos de diferentes concentrações de quaisquer substâncias em um organismo teste. Esse organismo teste será exposto a concentrações da substância e através de suas modificações será criado um padrão de alterações, ou seja, terá uma comparação com o organismo teste *in natura* e o que foi exposto, assim teremos clareza dos efeitos da substância.

Os resultados dos ensaios de toxicidade podem ser afetados devidos alguns fatores como os que estão relacionados ao estágio de vida, tamanho, idade e estado nutricional dos organismos (ZAGATTO; BERTOLETTI, 2008) e, sabendo-se da maior sensibilidade de organismos jovens em relação a substâncias tóxicas, opta-se pela utilização destes (SILVA, 2015, p. 344).

Com o acima exposto e considerando a necessidade do monitoramento dos corpos hídricos, preocupando-se com as questões ambientais, a utilização de testes ecotoxicológicos são os mais indicados para tentar evitar um desequilíbrio ambiental não apenas na avaliação do grau de contaminação do meio a ser estudado como também utilizando um método que não agrida o meio ambiente.

---

<sup>9</sup> Disponível em <  
[http://ecologia.ib.usp.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=143&Itemid=419](http://ecologia.ib.usp.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=143&Itemid=419) > Acesso em 15 out.2019.

## 5. METODOLOGIA

### 5.1 Parâmetros de caracterização da área de estudo

O local de estudo são os canais de drenagem do Município de Santos. A área urbana de Santos, com 39,4 Km<sup>2</sup> e habitada por 99,32% de sua população total de 419.400 habitantes (Censo Demográfico IBGE, 2010) e localiza-se na ilha de São Vicente, compondo a Região Metropolitana da Baixada Santista, com outros oito municípios: São Vicente, Cubatão, Guarujá, Praia Grande, Mongaguá, Itanhaém, Peruíbe e Bertioga. Nesta ilha também se localiza a sede do município de São Vicente. O território santista, com o total de 280,67 Km<sup>2</sup>, abrange em grande parte a área continental, com pequenas ocupações por comunidades tradicionais e rurais. Os canais fazem parte do projeto urbanístico de Santos, destacando-se então o trabalho do engenheiro sanitário Francisco Saturnino Rodrigues de Brito, segundo CARRIÇO (2015, p. 30):

“O Plano de Saneamento de Saturnino de Brito para Santos viabilizou a expansão da cidade, constituindo-se em seu referencial urbano mais importante. Seu sistema de canais consolidou excelente padrão sanitário nas novas áreas urbanizadas. Mas com a industrialização do Brasil, Santos cresceu aceleradamente, voltando a piorar suas condições sanitárias. Este QUADRO resultou em mudança da operação do sistema, nos anos 1990, em princípio recuperando a balneabilidade das praias. Contudo, as condições sanitárias voltaram a piorar, suscitando a rejeição aos canais, por setores da sociedade. Assim, procura-se evidenciar a importância da preservação dos canais, possibilitando recuperar a excelência ambiental da cidade.”

#### 5.1.1 Coleta de amostra de água

Na escolha do local adequado para o programa de amostragem é importante considerar que a qualidade de um corpo d'água varia conforme o local (espacial) e o decorrer do tempo (temporal), para garantir a homogeneidade e representatividade do local de amostragem proposto.

Segundo a ANA (2011) cada caso para coletas deve ser estudado individualmente, sendo que os parâmetros e critérios mais empregados aqueles incluídos e estabelecidos na legislação vigente. Entretanto devem ser levados em consideração os seguintes fatores: a) variabilidade espacial: de maneira geral, os corpos de água superficiais apresentam variações quanto às concentrações dos seus constituintes nos diferentes pontos de uma seção transversal, bem como ao longo do eixo longitudinal de deslocamento. Há ainda uma variação no eixo vertical, a qual é mais pronunciada em corpos d'água mais profundos e b) a variação temporal: a concentração dos constituintes de um corpo d'água pode ainda variar ao longo

do tempo, num mesmo ponto, de forma aleatória ou cíclica em função das características das contribuições recebidas ou das variáveis meteorológicas. Em zonas estuarinas, por exemplo, a influência das marés provoca de forma cíclica profundas alterações nas características dessas águas.

No presente estudo, as águas dos canais de Santos foram classificadas como água doce de classe 4, conforme Resolução CONAMA Nº 357/2005, as quais podem ser destinadas para navegação e harmonia paisagística.

As amostragens tiveram início no dia 27/11/2017 com término em 21 de novembro de 2018 totalizando 12 campanhas, nos locais indicados conforme ilustrados na **FIGURA 7**.

**FIGURA 7:** POSIÇÃO DOS PONTOS AMOSTRAIS AO LONGO DOS CANAIS DE SANTOS



FONTE: BASE CARTOGRÁFICA DA PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTOS

O plano de amostragens para o projeto segue conforme tabela 1.

**TABELA 1:** Projeto Canais – Plano de Amostragem conforme datas de quadraturas de lua crescente.

Data	Dia semana	Previsão amostragem	Dia semana
26/11/2017	domingo	27/11/2017	Segunda-feira
26/12/2017	terça-feira	Não haverá	-
24/01/2018	quarta-feira	24/01/2018	quarta-feira
23/02/2018	sexta-feira	23/02/2018	sexta-feira
23/03/2018	sexta-feira	23/03/2018	sexta-feira
22/04/2018	domingo	24/04/2018	terça-feira
22/05/2018	terça-feira	22/05/2018	terça-feira
20/06/2018	quarta-feira	20/06/2018	quarta-feira
19/07/2018	quinta-feira	19/07/2018	quinta-feira
18/08/2018	sábado	21/08/2018	Terça-feira
16/09/2018	domingo	18/09/2018	Terça-feira
16/10/2018	terça-feira	16/10/2018	terça-feira
15/11/2018	quinta-feira	21/11/2018	quarta-feira

### 5.1.2 Locais de amostragem e denominação de ponto amostral:

#### **CANAL 1:**

**Canal 1.p1:** Avenida Senador Pinheiro Machado eq. Barão de Penedo - localização geográfica: -23,966515, -46,345661

**Canal 1.p2:** Avenida Senador Pinheiro Machado eq. Rua Ministro Xavier de Toledo - localização geográfica: -23,961088, -46,344962

**Canal 1.p3:** Avenida Senador Pinheiro Machado eq. Rua Nove de Julho - localização geográfica: -23,950542, -46,341030

#### **CANAL 2:**

**Canal 2.p1:** Avenida Bernardino de Campos eq. Avenida Marechal Floriano Peixoto - localização geográfica: -23,9670132, -46,3390982

**Canal 2.p2:** Avenida Bernardino de Campos eq. Rua Pedro Américo - localização geográfica: -23,962183, -46,338257

**Canal 2.p3:** Avenida Bernardino de Campos eq. Rua Carvalho de Mendonça - localização geográfica: -23,952705, -46,336681

#### **CANAL 3:**

**Canal 3.p1:** Avenida Washington Luiz eq. Avenida Eptácio Pessoa - localização geográfica: -23,969162, -46,329117

**Canal 3.p2:** Avenida Washington Luiz eq. Rua Mato Grosso - localização geográfica: -23,964615, -46,328649

**Canal 3.p3:** Avenida Washington Luiz esq. Rua Alexandre Herculano - localização geográfica: 23,955992, -46,326168

**Canal 3.p4:** Avenida Washington Luiz esq. Rua Lucas Fortunato - localização geográfica: - 23,946549, -46,325419

**Canal 3.p5:** Rua Brás Cubas esq. Avenida Rangel Pestana - localização geográfica: -23,943850, -46,324185

**Canal 3.p6:** Avenida Rangel Pestana esq. Avenida Conselheiro Nébias - localização geográfica: -23,3964, -46,322449

#### **CANAL 4:**

**Canal 4.p1:** Avenida Siqueira Campos esq. Avenida Eptácio Pessoa - localização geográfica: - 23,973753, -46,321003

**Canal 4.p2:** Avenida Siqueira Campos esq. Rua Oscar Sampaio - localização geográfica: - 23,965091, -46,319724

**Canal 4.p3:** Avenida Siqueira Campos esq. Praça Palmares - localização geográfica: - 23,961655, -46,316597

#### **CANAL 5:**

**Canal 5.p1:** Avenida Almirante Cochrane esq. Avenida Eptácio Pessoa - localização geográfica: -23,977556, -46,315296

**Canal 5.p2:** Avenida Almirante Cochrane esq. Rua Ministro João Mendes - localização geográfica: -23,974153, -46,312213

**Canal 5.p3:** Avenida Almirante Cochrane esq. Rua Frei Francisco de Sampaio - localização geográfica: -23,970145, -46,307836

#### **CANAL 6:**

**Canal 6.p1:** Avenida Coronel Joaquim Montenegro esq. Avenida Eptácio Pessoa - localização geográfica: -23,983553, -46,309007

**Canal 6.p2:** Avenida Coronel Joaquim Montenegro esq. Rua Piratininga - localização geográfica: -23,977554, -46,301000

**Canal 6.p3:** Avenida Coronel Joaquim Montenegro esq. Rua Bolívia - localização geográfica: - 23,975665, -46,298623



## 5.2 Análises físico-químicas e químicas

### 5.2.1 Análises Físico-químicas - Multiparâmetros

As amostras de água nos canais foram retiradas conforme recomendado pela Resolução 724 de 03 de outubro de 2011 da Agência Nacional de Águas – ANA (**FIGURA 8 A a D**), sendo realizado medições das propriedades físico-químicas disponíveis na Sonda Multiparâmetros, Horiba série U-50, empregada. A saber: potencial Redox, pH, oxigênio dissolvido, condutividade, salinidade, sólidos totais dissolvidos e turbidez da água. Abaixo seguem as fotos das amostragens realizadas nos canais de Santos.

**FIGURA 8 (A A D):** AMOSTRAGEM DE ÁGUA DO CANAL, POR ESTAGIÁRIOS DO PROJETO, NO DIA 27/02/2018.



As Análises Multiparâmetros foram realizadas com auxílio de uma Sonda Multiparâmetro, *Horiba série U-50*. O equipamento permite a análise simultânea de parâmetros físico-químicos como análises de Temperatura; pH; potencial oxidante-redutor; condutividade; turbidez; salinidade; oxigênio dissolvido; total de sólidos dissolvidos.

A sonda Multiparâmetro requer calibração prévia de cada um dos valores a ser determinado e estes valores são validados com amostras de referência para confirmação dos resultados em análise de campo.

Para a calibração foi utilizado solução de referência fornecido pela Horiba número 100-4. Procede-se à calibração automática do aparelho com o sensor do equipamento mergulhado na solução fornecida.

### 5.2.2 Análises de metais por Espectrometria de Absorção Atômica

A espectrometria de Absorção Atômica permite a determinação qualitativa e quantitativa de elementos metálicos e vários elementos denominados não-metais.

As técnicas analíticas por espectrometria dependem de absorção de energia radiante por parte do metal a ser analisado, proveniente de uma lâmpada de cátodo oco. Cada elemento possui uma lâmpada com o respectivo comprimento de onda para sua análise.

O mecanismo da absorção ocorre ao se incidir uma radiação dessa lâmpada aos átomos neutros livres do analito, que absorvem quantidade dessa radiação, proporcionalmente à sua concentração na amostra.

A técnica da chama é a mais antiga e tradicional forma de atomização. Na atomização por chama um determinado volume da solução contendo o analito é convertido em aerossol num nebulizador e este transportado para a chama em um queimador alimentado por gases acetileno como combustível e ar como oxidante.

Solventes orgânicos melhoram a sensibilidade de análise por chama devido à diminuição da viscosidade e da tensão superficial em relação à solução aquosa, além da formação de reação exotérmica junto com a diminuição da estabilidade térmica, provocando assim um aumento no grau de atomização.

Para determinação de chumbo e cádmio, a amostra foi tratada com solução de pirrolidina dietil carbamato de amônio – APDC 5% e procedendo-se à leitura em meio com o solvente metil isobutil cetona.

A atomização pode ser realizada também por geração de vapor no estado atômico ou na forma de hidretos e é realizada por meio da técnica de reação com borohidreto de lítio ou outro agente redutor como o cloreto estânico. Os analitos utilizados para análise por esta metodologia são arsênio, antimônio, bismuto, germânio, selênio, telúrio e estanho. A solução contendo o analito é adicionada em um vaso fechado onde ocorre a reação com o agente redutor, posteriormente o vapor gerado é conduzido para um atomizador de quartzo, com o auxílio de um gás de arraste, onde ocorre a leitura de absorvância para o elemento em análise.

Para as análises dos elementos em Gerador de Hidretos, a amostra foi tratada previamente com ácido nítrico, concentrada 10 vezes e adicionado no tubo para análise com utilização de borohidreto de sódio 1%.

A geração de hidretos por vapor frio foi utilizada para a determinação de mercúrio. O fato de o mercúrio possuir alta pressão de vapor e a reação com borohidreto de lítio ou

cloreto de estanho gerar mercúrio no estado fundamental e o vapor ser arrastado para o tubo de quartzo sem a necessidade de aquecimento, permite a realização desta análise com aumento significativo na sensibilidade.

Para os demais elementos metálicos, as amostras de água foram analisadas após tratamento com ácido nítrico e concentradas em 10 vezes em frasco colocado em aquecimento. Posteriormente avolumado e efetuado a leitura no equipamento, Espectrofotômetro de absorção atômica por chama *AAAnalyst 100, Perkin Elmer (FIGURA 9)*.

**FIGURA 9:** ANÁLISE EM EQUIPAMENTO ESPECTROFOTÔMETRO DE ABSORÇÃO ATÔMICA *AAANALYST 100*, PERKIN ELMER.



### 5.2.3 Análises de ânions por Cromatografia de Íons

A cromatografia de íons é uma técnica analítica que se utiliza de abordagem semelhante à cromatografia líquida com a diferença da separação dos íons (cátions e ânions) com auxílio de colunas específicas.

Trata-se de um método cromatográfico que se utiliza de colunas de troca iônica, possibilitando análises de cátions e ânions, utilizando-se de um detector de condutividade.

Para análises de ânions com o detector de condutividade, usa-se uma coluna para a separação dos íons (coluna aniônica) com uma segunda coluna supressora de troca iônica (coluna catiônica na forma H<sup>+</sup>), acopladas em série a um detector de condutividade, possibilitando o monitoramento contínuo dos íons eluídos. O sistema de supressão é necessário para diminuir o sinal da linha de base no processo.

A segunda coluna denominada de “supressora” serve para reduzir a condutividade de fundo, ou seja, diminuir o ruído, do eluente e permitir a detecção da condutância elétrica dos analito.

A cromatografia de íons utiliza-se do mesmo esquema funcional da cromatografia líquida, só alterando quando for utilizado a detecção de ânions, onde é necessário a introdução do supressor. Este sistema consiste de uma fase móvel, uma bomba de alta pressão, um injetor de amostra, uma coluna analítica e um sistema de detecção que pode ser de condutividade, UV, amperometria e outros.

A amostra líquida é injetada na corrente do eluente, onde seus íons são separados à medida que se movem pela coluna, dependendo de suas afinidades relativas com a resina, que pode ser aniônica ou catiônica. Função da fase móvel é transportar os analitos. A sua composição é uma solução aquosa podendo ser adicionado sais e/ou solvente orgânico e/ou complexante.

Depois de passarem pela coluna, chegam ao supressor, que seletivamente melhora a detecção dos íons da amostra, enquanto suprime a condutividade do eluente. Em seguida, o detector registra a condutância desses íons transmitindo um sinal para o computador.

O sistema supressor por membranas apresenta benefícios para a detecção condutométrica, pois a supressão química é usada para simultaneamente reduzir a condutividade de fundo e com isso melhorar a condutividade dos íons dos analitos.

A amostra deve, de preferência, ser dissolvida na própria fase móvel que será utilizada no processo de eluição, ou em um de seus componentes, para que não ocorra precipitação no injetor ou na coluna cromatográfica e posterior perda de resolução, sendo importante também que a fase móvel não decomponha nenhum dos componentes da amostra.

São utilizados para separação aniônica uma solução de carbonato de sódio ou bicarbonato de sódio entre 1 a 3 mM.

A fase estacionária tem a função de promover a separação entre os íons. É constituída de material com tamanho da partícula entre 2-10  $\mu\text{m}$ , com estabilidade na faixa de pH desejada e constituída por resina polimérica, sílica gel modificada, sais inorgânicos, vidros, entre outros.

Os analitos determinados por condutividade são o fluoreto, cloreto, nitrito, nitrato, fosfato e sulfato.

Para a determinação de ânions das águas dos canais foi feito a injeção de 10 *microlitros* das amostras sem qualquer tratamento. Para as amostras onde os teores de

cloretos foram muito elevados foi feita uma diluição de 10 a 100 vezes dependendo da concentração de sais de cloreto de sódio na amostra (**FIGURA 10**).

O eluente para as amostras foi uma solução de mistura contendo 1,0 *mmol* de bicarbonato de sódio e 3,2 *mmol* de carbonato de sódio.

**FIGURA 10:** ANÁLISE DE ÂNIONS NAS AMOSTRAS DE ÁGUA COLETADAS NOS CANAIS DE SANTOS EM CROMATÓGRAFO IÔNICO 883 BASIC IC PLUS COM AMOSTRADOR AUTOMÁTICO, METROHM



### 5.3 Caracterização da presença de patógenos por biologia molecular

#### 5.3.1 Preparo das amostras para análise microbiológica

100 mL de água previamente coletada em frasco em frascos de polietileno estéril foi submetida a filtração à vácuo utilizando sistema de filtração 100 mL e bomba de vácuo, modelo DOA-V113-AC, Gast, empregando-se membrana filtrante Millipore, Brasil, 0,22  $\mu\text{m}$ , 47 mm, Merck, também estéril. Após filtração, cada membrana foi assepticamente retirada utilizando uma pinça de inox estéril para Placa de Petri plástica lisa estéril 90x15 mm onde passou pelo processo de lavagem com água ultrapura, estéril. A suspensão bacteriana, foi transferida para tubo cônico devidamente identificado e acondicionado à  $-16\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

#### 5.3.2 Extração do DNA com fenol

O método empregado para a purificação do DNA das amostras de água coletadas dos Canais de Santos para estudo da presença ou ausência de organismos patogênicos foi o método de extração orgânica com fenol tamponado/clorofórmio. A proporção fenol:clorofórmio:álcool isoamílico nas extrações foi de (25:24:1) extrair o DNA de uma amostra, usar igual volume de solução de fenol, de clorofórmio e de álcool isoamílico (25:24:1). Como a extração com o fenol é dependente do pH, o fenol empregado nas extrações de DNA tinha o pH próximo de 8,0 (fenol tamponado). Após a adição da solução de extração,

a mistura foi centrifugada por dez minutos a 1.700 g e na sequência o sobrenadante foi transferido um novo tubo.

### 5.3.3 Purificação do DNA por meio de precipitação com etanol

Adicionou-se meio volume de solução de acetato de amônio 7,5 M e dois volumes de etanol absoluto a cada amostra de DNA proveniente da extração com fenol/clorofórmio. Centrifugou-se à 1.700 g por cerca de dois minutos. A solução alcóolica foi desprezada e preservou-se os *pelletes* de DNA que foram ressuspensos em etanol a 70%, centrifugadas novamente a 1.700 g por dois minutos. Descartou-se o sobrenadante e deixou-se secar o pellet de DNA. Na sequência o DNA foi ressuspenso em amostra de água ultrapura.

### 5.3.4 Estudo da presença ou ausência de patógenos por PCR

O Sistema de Biologia Molecular adquirido com recursos financeiros desse projeto foi um *Termociclador* do modelo *StepOne*<sup>®</sup> da *Applied Biosystems*. Esse equipamento consiste numa plataforma para PCR em Tempo Real (qPCR) detecção e quantificação e de ácidos nucléicos.

A PCR consiste na reação para amplificação de segmento específico de DNA a partir da reação da polimerase in vitro. A PCR clássica ou convencional requer intensa padronização, apresenta baixa sensibilidade, baixa resolução, consiste em uma técnica exclusivamente qualitativa cuja discriminação se dos resultados, que requer pós-processamento, gel de agarose, se dá baseada apenas no tamanho do amplicon.

Já qPCR associa a PCR a um sistema de detecção de sinais fluorescentes; por empregar sondas fluorescentes ou agentes intercalantes na reação. A metodologia confere alta sensibilidade e possibilita o monitoramento contínuo do sinal fluorescente ao longo dos ciclos de amplificação, permitindo assim a análise dos dados durante todo o processo.

Portanto, essa plataforma pode ser programada tanto para amplificação exclusivamente (empregando-se primers comuns e, portanto, na sequência haver a necessidade do emprego de um sistema para avaliação dos resultados obtidos), assim como pode ser programado para experimentos qualitativos (presença/ausência de patógenos, mutação, ensaios de genotipagem, farmacogenômica, translocações, eficácia de terapias) e experimentos para quantificação (relativa ou absoluta). Para tanto, deve-se empregar reagentes, sistema de detecção e programas compatíveis com o ensaio desejado.

No presente trabalho optou-se pelo emprego da plataforma de qPCR para *screening*

do DNA isolado das amostras de água coletada nos Canais de Santos ao longo de um ano (nov/2017 a nov/2018) para o estudo da presença ou ausência de bactérias patogênicas por dois caminhos:

- Amplificação do DNA com *primers* específicos, seguido pela avaliação dos resultados por eletroforese em gel de agarose; e
- Emprego de *kits* específicos para plataforma de qPCR para estudo de ausência/presença de patógenos fornecido pela *Thermo Fisher Scientific*.

O estudo da ausência ou presença das bactérias, *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus* e *Pseudomonas aeruginosa* se deu inicialmente por *screening* do DNA isolado das amostras coletadas nos Canais de Santos (n= 255) por PCR clássica, empregando-se *primers* para a amplificação de sequências específicas de genes alvos que as identificam (**QUADRO 4**):

- *Salmonella* spp selecionou-se uma sequência equivalente a um fragmento de 159 pares de bases (pb) do gene *ompC*, responsável pela invasão de células epiteliais.
- *Staphylococcus aureus* o alvo foi uma sequência de 279 pb do gene *nuc*, gene associado à expressão de uma nucleasse extracelular termorresistente, TNase, endonuclease que degrada tanto DNA quanto RNA; e
- *Pseudomonas aeruginosa* optou-se por uma sequência de 249 pb do gene *oprI*, gene que codifica uma proteína de 82 aminoácidos encontrada na membrana externa desta bactéria, apresentando um importante papel na interação da bactéria com o meio.

Para as análises por qPCR, foram selecionadas amostras que negativaram na reação PCR convencional, como já mencionado foram adquiridos 3 kits fornecidos pela empresa *Thermo Fischer Scientific* que empregam o sistema de detecção, sondas de hidrólise TaqMan™:

- *MicroSEQ® Salmonella spp DET*;
- *TaqMan™ Pseudomonas aeruginosa Assay Beads*; e
- *TaqMan™ Staphylococcus aureus DET*.

Trata-se de um ensaio que não é quantitativo, e sim qualitativo uma vez que detecta ou não a presença de uma determinada sequência. Apresentam como vantagem o fato de usarem um controle interno positivo (IPC) para identificar falsos negativos. IPC ou o controle positivo da PCR, geralmente consiste em um DNA exógeno inserido na reação juntamente com um par de *primers* e sonda para amplificá-lo.

#### 5.3.4.1 Amplificação dos amplicons pelo emprego de primers específicos (PCR clássica ou convencional)

Para *Salmonella spp* selecionou-se um fragmento de 159 pares de bases (pb) do gene *ompC*, que codifica a proteína C, responsável pela invasão de células epiteliais. Para *Staphylococcus aureus* o alvo foi uma sequência de 279 pb do gene *nuc*, gene associado à expressão de uma nuclease extracelular termorresistente, *TNase*, endonuclease que degrada tanto DNA quanto RNA, que apresenta atividade enzimática resistente a 100 °C por no mínimo 1 h. Já para *Pseudomonas aeruginosa* optou-se por uma sequência de 249 pb do gene *oprI*, gene que codifica uma proteína de 82 aminoácidos encontrada na membrana externa desta bactéria, apresentando um importante papel na interação da bactéria com o meio (QUADRO 1). Também foram realizadas análises utilizando o algoritmo Primer-BLAST (YE et al., 2012), para verificar a adequação dos *primers* em relação às referidas sequências estudar as melhores condições de T de anelamento para as reações.

Todas as reações foram preparadas em placas de 48 poços, específicas para o termociclador *StepOne®*, *Thermo Fisher Scientific*, empregando-se o kit *Platinum Supermix*, *Invitrogen*, que apresenta na composição Tampão (Tris-HCl 22 mM, pH 8,4), KCl 55 mM, MgCl<sub>2</sub> 1,65 mM, desoxiribonucleotídeos na concentração de 220 µM cada um (dATP, dGTP, dTTP e dCTP), uma *Taq* polimerase recombinante e um anticorpo específico para *Taq*. Devido à presença deste anticorpo, a enzima está presente numa forma inativa sendo reativada apenas após o passo de desnaturação da PCR (ciclagem à 94 °C), conferindo maior especificidade e rendimento à reação (*PlatinunRPCR SuperMix Invitrogen by Life Technologies*). O protocolo empregado nas reações encontra-se no **QUADRO 5**.

Controles positivos foram empregados para as reações de PCR clássica, ao longo do 1º *screening*. A cada bateria de análises as seguintes cepas comerciais, *Newprov*, foram previamente avaliadas: *Staphylococcus aureus*, ATCC 6538, *Salmonella typhimurium*, ATCC 14028, *Pseudomonas aeruginosa*, ATCC 9027, apresentando, *amplicon* do tamanho estimado (**QUADRO 4**), resultados não apresentados.



**QUADRO 4: MICRORGANISMOS, GENE-ALVO, SEQUÊNCIA E TAMANHO DO AMPLICON**

Bactéria	Primers*	Sequência dos nucleotídeos 5'->3'	Gene alvo	Amplicon (pb)	Temp. de anelamento (°C)	Fonte
<i>Staphylococcus aureus</i>	Forward Sa-P1 (21 b)	GCGATTGATGGTG ATACGGTT	Nuc	279	55	Brakstad et al. 1992; Burtcher e Wuertz, 2003; Wang et al., 1997
	ReverseAs- P2 (24 b)	AGCCAAGCCTTGA CGAACTAAAGC				
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	ForwardPa – P1 (27 b)	ATGAACAACGTTT TGAAATTCTCTGC T	OprI	249	55	De Vos et al 1997
	ReversePa – P2 (21 b)	CTTGCGGCTGGCT TTTTCCAG				
<i>Salmonella spp.</i>	Forward Sspp – P1 (21 b)	ACCGCTAACGCTC GCCTGTAT	ompC	159	60	Malorny et al. 2002
	Sspp – P2 (24 b)	AGAGGTGGACGG GTTGCTGCCGTT				

\*Todos os primers foram fornecidos pela *Exxtend Solução em Oligos*

**QUADRO 5: REAGENTES EMPREGADOS NAS REAÇÕES DE PCR**

REAGENTES	VOLUME
Amostra de água dos Canais de Santos	3 µL
Primer <i>forward</i> 25 pmol	1 µL
Primer <i>reverse</i> 25 pmol	1 µL
PCR Supermix	45 µL
<b>Volume final da reação</b>	<b>50 µL</b>

Na sequência as reações foram submetidas a ciclos de temperatura, **QUADRO 6**, para amplificação dos *amplicons* selecionados para cada bactéria estudada conforme apresentado no **QUADRO 4**.

**QUADRO 6: CICLAGEM DE TEMPERATURA PARA AMPLIFICAÇÃO DOS AMPLICONS**

Nº de ciclos	Denaturação	Anelamento*	Polimerização***
1	94 °C, 5 min	55 - 60 °C, 45 seg	72 °C, 1 min
35	94 °C, 1 min	55 - 60 °C, 45 seg	72 °C, 1 min
1	--	---	72 °C, 7 min

\* As condições de anelamento e extensão foram determinadas de acordo com as sequências dos *primers* **QUADRO 4**

#### 5.3.4.2 Avaliação da presença/ausência de bactérias patogênicas empregando-se kits específicos para sistema qPCR

Na 2ª fase após a detecção através da PCR convencional, selecionou-se 80 amostras de DNA purificados para o estudo da presença/ausência dos microrganismos patogênicos.

Para os kits *TaqMan™ Pseudomonas aeruginosa Assay Beads* e *TaqMan™ Staphylococcus aureus DET*, as amplificações das reações qPCR, se deram empregando o sistema de detecção, sondas de hidrólise *TaqMan™* no equipamento *StepOne® software v2.3* de acordo com as recomendações do fabricante (*Applied Biosystems*). A saber, os reagentes foram fornecidos em tubos óticos na forma liofilizada, portanto, foram acrescidos de água RNase free (18 µL) e amostra (12 µL) para um volume final de reação de 30 µL

Em relação ao kit *MicroSEQ® Salmonella spp DET, Applied Biosystems (Applied Biosystems)*, os reagentes são fornecidos separadamente e foram empregados seguindo a recomendação do fabricante (*Applied Biosystems*): 3 µL do 10x *assay mix*, 15 µL 2x *Mastermix 2.0* e amostra a ser analisada ou água livre de nucleasse até 12 µL (**QUADRO 7**).

**QUADRO 7:** REAGENTES EMPREGADOS NAS REAÇÕES DE PCR

REAGENTES	AMOSTRA DOS CANAIS	CONTROLE NEGATIVO
10 x assay mix	3 µL	3 uL
2 x Mastermix 2.0	15 µL	15 uL
Amostra dos Canais de Santos	12 µL	-
Água livre de nuclease	-	12 uL
<b>Volume final da reação</b>	<b>30 µL</b>	<b>30 uL</b>

As reações foram submetidas aos seguintes ciclos de temperatura:

Nos 3 casos, não houve necessidade de realização de controle positivo a parte uma vez que o próprio kit prevê controles internos como mencionado em 5.3.4 (controle interno positivo -IPC).

As condições de amplificação para todos os alvos avaliados se deram nas seguintes condições: temperatura de rampa: 95 °C por 10 minutos, 45 ciclos (15 segundos a 95 °C e 45 segundos a 60 °C) (**QUADRO 8**).

**QUADRO 8:** CICLAGEM DE TEMPERATURA PARA QPCR EMPREGANDO OS KITS *TAQMAN™ PSEUDOMONAS AERUGINOSA ASSAY BEADS*, *TAQMAN™ STAPHYLOCOCCUS AUREUS DET*, KIT *MICROSEQ® SALMONELLA SPP DET*

Estágio Repetições	Etapa 1 (Ativação enzimática) – Temperatura de rampa 1 Ciclo	Etapa 2 (PCR) 40 Ciclos	
Temperatura	95 °C	Denaturação 95 °C	Anelamento /Extensão 60 °C
Tempo	10 min	15 seg	45 seg

A amplificação ou não do DNA pode ser acompanhada pelo acompanhamento da corrida em tempo real.

Não há necessidade de emprego de controle positivo porque apresentam um controle interno positivo (IPC) para identificar falsos negativos.

### 5.3.5 Gel de agarose

A separação dos fragmentos de DNA amplificados por PCR convencional se deu por eletroforese em gel de agarose a 2% contendo brometo de etídeo 0,5 µg/mL Aplicação de corrente elétrica de 4-10 V/cm em tampão de corrida TAE, para deslocar as moléculas de DNA de acordo com seu peso molecular e forma para o polo positivo. Para o acompanhamento da corrida será utilizado uma solução de corante (0,25% de bromofenol, 0,25% de xileno cianol FF, 30% de glicerol em H<sub>2</sub>O) que será adicionada às amostras na proporção de 1:10 (V/V).

Os géis serão visualizados sob luz UV e na sequência serão fotografados para registro. O tamanho dos amplicons será determinado pela comparação da mobilidade eletroforética dos mesmos com marcadores de MM de DNA conhecidas. Os resultados esperados são amplicons com tamanho de 270 pb para *Staphylococcus aureus*, 520 pb para *Pseudomonas aeruginosa* e 284 pb para *Salmomela spp.* e as imagens foram documentadas por fotografias.

### 5.4 Teste de toxicidade com uso de germinação de sementes

Os testes de toxicidade são ferramentas para determinação do tempo e das concentrações em que o agente químico é potencialmente prejudicial a organismos vivos.

Conforme demonstrado no item 4.4 deste trabalho, a utilização da *Lactuca sativa* ocorreu em função de ser bastante indicada entre as plantas utilizadas como bioindicadores, em função de suas características.

Os testes de germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa*) é um excelente mecanismo para avaliação de toxicidade. Estes testes utilizando vegetais constituem recurso

prático de baixo custo, de sensibilidade razoável na indicação qualitativa da presença de substâncias tóxicas em efluentes (PELEGRINI et al., 2006).

Nessa fase de análise foram utilizadas sementes certificadas e produzidas seguindo normas determinadas pelo Ministério da Agricultura. Desta forma, garantindo a identidade e pureza genética e a qualidade de purezas físicas e fisiológicas mínimas para a execução das análises.

O experimento foi desenvolvido utilizando-se coletas de águas dos canais do município de Santos, designados de C1P1A, C2P1A, C3P1B, C4P1A, C5P1A, C6P1A.

Para cada canal foram realizadas coletas em três pontos, totalizando 21 coletas em três períodos distintos (**FIGURA 7**).

#### 5.4.1 *Bioensaios com Lactuca sativa*

Vale destacar que de acordo com CUNHA (2011, apud TAVARES, 2019, p. 158), as plantas sensíveis às substâncias tóxicas podem ser utilizadas como indicadores da qualidade do meio, constituindo-se bioensaios de fitotoxicidade. Para DING et al. (2009), a *Lactuca sativa*, devido a sua sensibilidade, tem sido amplamente utilizada em testes de fitotoxicidade.

Neste trabalho, os testes de fitotoxicidade foram conduzidos segundo a metodologia descrita em Sobrero & Ronco (2004). Utilizaram-se sementes de *Lactuca sativa*, com percentual de germinação de 98% (fornecido pelo fabricante).

#### 5.4.2 *Germinação das sementes e obtenção de plântulas de Lactuca sativa*

As gramíneas como arroz, trigo e milho foram historicamente as principais fontes de energia para as populações, posteriormente as leguminosas também foram tratadas. O café foi um produto de grande importância no século passado e sementes de outras espécies como *Lycopersicum esculentum*, tomate, e a *Lactuca sativa*, alface, são muito estudadas não pela importância de suas reservas energéticas porém para aumentar o conhecimento da fisiologia de sua germinação e desenvolvimento (BUCKERIDGE et al., 2004, p. 31).

Vale lembrar, conforme adverte o autor citado que a reservas podem funcionar como fonte de energia, para manutenção dos processos metabólicos em funcionamento e/ou como fonte de matéria para a construção de tecidos vegetais que irão constituir a plântula. Especificamente sobre a plântula é importante citar que para elas crescerem precisam de nutrientes e deste modo as sementes devem carregar reservas para o uso no início do desenvolvimento. (BUCKERIDGE et al., 2004, p. 33).

Nesta pesquisa, para obter a germinação das sementes e obtenção de plântula da *Lactuca sativa*, foi utilizado câmara de germinação do Laboratório de Botânica da Universidade Católica de Santos (SP).

As sementes de alface (*Lactuca sativa*), de cultivar *Gran rapides*, foram dispostas em placas de Petri de 9 cm contendo uma folha de papel filtro qualitativo de diâmetro apropriado. Foram aplicadas 6 mL de amostra autoclavada de água coletada dos canais. As placas identificadas foram levadas para em câmara de crescimento sob condições de luz constante e temperatura controladas de 25°C, durante a condução do experimento.

Anteriormente a montagem do experimento foi realizado teste de vigor das sementes para verificação da germinação das mesmas. Os testes reservas foram realizados em baterias de coletas realizadas por canal com análise após 48h. Para cada ponto de coleta foram realizadas 4 repetições, totalizando 84 placas de Petri com 25 sementes em cada para geração de plântulas, além da montagem de placas controle. O experimento foi constituído de um esquema fatorial 7x3x4 (7 canais, 3 pontos de coleta e 4 repetições por coleta).

Verificou-se após 48 horas as raízes para análise de sua morfologia, em delineamento inteiramente casualizado (**FIGURA 11**), com contagem do número de sementes germinadas e mediram-se os comprimentos das raízes e radículas.

**FIGURA 11:** ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO LABORATÓRIO DE BOTÂNICA DA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SANTOS



ATIVIDADES DESENVOLVIDAS PELA ESTAGIÁRIA DO PROJETO RAFAELA MENDES LOMBA PINHO DISCENTE DO CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL DA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SANTOS. A) MONTAGEM DE PLACAS COM ALÍQUOTAS DE AMOSTRAS DE ÁGUA DOS CANAIS; B) ANÁLISE MORFOMÉTRICA; C) DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA; D) ANÁLISE DE PLÂNTULAS EMERGENTES; E) CÂMARA DE GERMINAÇÃO; F) ANÁLISE MICROSCÓPICA.

#### 5.4.3 *Estudo morfológico de raízes de plântula de Lactuca sativa*

Foram feitas observações sobre as modificações morfológicas durante o desenvolvimento das plântulas, até 48h a partir da germinação. Os aspectos mais relevantes foram documentados por meio de fotografias com câmera digital. Neste trabalho adotou-se a terminologia plântula considerando a fase que abrange o vegetal desde a germinação consumada da semente até a formação da primeira folha conforme trabalhos de Souza (2003).

#### 5.4.4 *Anatomia da raiz*

De acordo com Hayashi e Appezzato-da-Gloria (2004, p. 267) a raiz é uma “estrutura axial relativamente simples quando comparada ao caule”. As autoras colocam também que são órgãos especializados em fixação, absorção, reserva e condução.

Muitas espécies vegetais têm sido estudadas, algumas de grande importância agrônômica como a *Zea mays* (milho), *Triticum aestivum* (trigo), *Oryza sativa* (arroz) entre outros que compõem um material sobre compostos de reserva de sementes. Sementes como

a da *Lactuca sativa* são estudadas não pela importância de suas reservas, mas para aumentar o conhecimento da fisiologia.

Vale ressaltar que o primeiro processo de desenvolvimento no final da germinação é a protrusão da radícula, sendo razoavelmente desenvolvida e com capacidade de iniciar a absorção de nutrientes (BUCKERIDGE et al., 2004, p. 31).

O corte transversal da estrutura primária da raiz demonstra os três sistemas de tecidos: dérmico, fundamental e vascular.

#### 5.4.5 *Estudo anatômico de raízes de plântulas de Lactuca sativa*

As amostras foram imersas em FAA 50 durante 48 horas e, posteriormente, transferidas para o etanol 70% (JOHANSEN, 1940). Parte do material foi seccionado à mão livre, com auxílio de lâminas de barbear e também com micrótomo de rotação. As amostras seccionadas à mão livre foram coradas com Azul de Metileno 0,01% (WARNKE E LEE, 1976) e montadas em lâmina.

Para a confecção de lâminas, as amostras fixadas foram desidratadas em série etílica (Gerrits, 1991). As secções, foram coradas com Azul de Toluidina 0,05% em tampão fosfato pH 4,3 (O'Brien et al. 1964). As imagens foram obtidas por captura de imagem.

As escalas referentes às ilustrações foram obtidas através de lente micrométrica nas mesmas condições ópticas utilizadas para cada caso.

#### 5.4.6 *Processo de desidratação e inclusão em historesina*

A inclusão em historesina, deve seguir as orientações do fabricante do kit, que contém um frasco de resina, um catalisador e um endurecedor

Para o processo de desidratação foi utilizado Etanol 70% onde foi necessário esperar 2 horas para colocar posteriormente o Etanol 90% e novamente aguardar um intervalo de 2 horas para poder colocar o Etanol absoluto de 99,90%, **FIGURA 12-A**.

Realizou-se a preparação dos respectivos Etanóis 70%, 90%, 99,90% onde para cada 50 mL de Proveta foi colocado 35 mL de etanol 70% e 15 mL de água, para o Etanol 90% foi colocado na proveta 45 mL de etanol e 5 mL de água destilada e para o absoluto de 99,90% foi colocado 50 mL de Etanol 99,90%, lembrando que todo esse experimento foi realizado na capela do laboratório. Após este procedimento o material foi acondicionado em frascos de vidro e foram identificados, **FIGURA 12-B**.

No dia seguinte os vidros que continham as raízes com a solução de *Karnovski* que foram anteriormente preparadas, foram removidas e colocadas em etanol 70%, após 2 horas este etanol foi removido e foi colocado o etanol 90% em cada vidro com as raízes e às 15h foi removido o etanol 90% e colocado o etanol 99,90%.

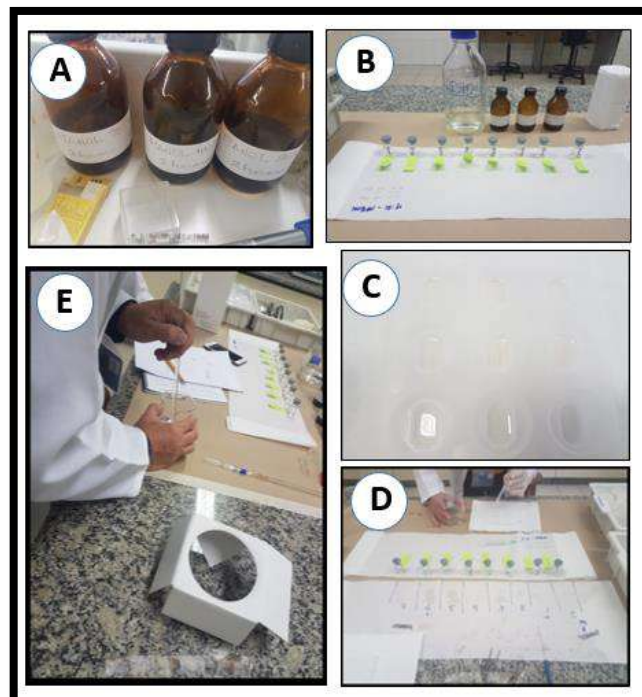
Dando prosseguimento ao experimento, no dia seguinte foi colocado em uma proveta 50 mL de Historesina (resina básica) depois colocou no Bequer e despejou a Historesina “Activator” de 0,5 g, mexendo com um bastão de vidro até ficar uniforme, **FIGURA 12-C**, na sequência foi colocado no agitador magnético e inseriu a barra magnética.

Posteriormente no dia seguinte, removeu-se o etanol 99,90% de cada vidro, descartando como resíduo, e a solução de historesina que estava no Bequer foi colocada com o auxílio de uma pipeta, no volume de 3,5 mL, em cada vidro que continha a raíz.

Após 24 horas removeu a solução dos vidros deixando em um bequer, em seguida utilizou-se o endurecedor *hardener*, pegando com a pipeta e a pera 3mL da solução colocando no bequer e misturando com a historesina com o auxílio de um bastão de vidro.

Após a homogeneizada a mistura foi colocada em um recipiente, em seguida retirou-se as raízes dos vidros e cortou com a ajuda de uma gilete para colocar na mistura no recipiente, **FIGURA 12-D e E**.

**FIGURA 12:** PROCESSO DE DESIDRATAÇÃO E INCLUSÃO EM HISTORESINA.



Fonte: Autores. A) Etanol 70 %, 90% e 99,90%; B) Processo de separação das raízes para inclusão; C) Histomoldes; D) Colocagem dos histomoldes; E) Preparação dos histomoldes



Foram montadas 3 cartelas com 9 posições, ficando uma parte das raízes de cada canal, do 01 ao 07, e os controles foram colocados nas posições 9, 8 e 9.

## 6. RESULTADOS OBTIDOS

### 6.1 Coleta e análise físico-química (multiparâmetros), metais e não metais

As amostras foram retiradas a partir de novembro de 2017, com um intervalo no mês de dezembro de 2017, seguindo de janeiro de 2018 a novembro de 2018.

Os métodos analíticos, foram os recomendados pela *Association of Official Agricultural Chemists*, (AOAC, 1980) e os equipamentos analíticos utilizados foram de acordo com informações fornecidas em Metodologia, 5.2: - sonda multiparâmetro Horiba modelo U-50, Espectrofotômetro de Absorção atômica *Perkin Elmer modelo AAnalyst 100* equipado com Gerador de Hidreto e Cromatógrafo de Íons Metrohm modelo 883 equipado com amostrador automático modelo 863.

Os resultados das análises por sonda multiparâmetro, de elementos metálicos e ânions, das amostras retiradas em 12 meses são apresentados a seguir.

#### 6.1.1 Análises Físico-Químicas (Multiparâmetros)

Resultados das análises de testes físico-químicos realizados por meio da sonda multiparâmetros, são apresentadas para os 12 meses: - Temperatura; pH; potencial oxidante-reductor; condutividade; turbidez; salinidade; oxigênio dissolvido; total de sólidos dissolvidos (QUADRO 9 a QUADRO 20). O QUADRO 21 traz os valores médios obtidos ao longo dos 12 meses.

**QUADRO 9: RESULTADO DAS ANÁLISES MULTIPARÂMETROS – AMOSTRAS COLETADAS EM NOVEMBRO/2017**

Local	Temperat. °C	pH	ORP mV	Condutivid. mS/cm	Turbidez NTU	Salinidade mg/L	Oxig. dissolv %	Sol. Tot. dissolv. g/L
Canal 1.p1	24,26	8,10	333,0	0,193	34,4	14,86	143,7	0,001
Canal 1.p2	24,38	7,80	346,0	0,136	33,5	13,41	135,6	0,001
Canal 1.p3	24,48	8,25	350,0	0,202	25,8	13,47	135,4	0,001
Canal 2.p1	24,32	8,21	326,0	0,354	35,5	15,75	135,2	0,001
Canal 2.p2	24,31	7,71	327,0	0,290	23,3	14,10	134,9	0,001
Canal 2.p3	24,39	7,30	324,0	0,390	13,5	14,37	135,0	0,001
Canal 3.p1	23,57	8,23	289,0	0,266	21,1	12,64	134,8	0,001
Canal 3.p2	23,81	7,23	319,0	0,252	6,0	18,66	134,8	0,001
Canal 3.p3	23,94	7,12	327,0	0,239	9,4	16,26	134,6	0,001
Canal 3.p4	24,21	7,44	328,0	0,083	39,8	18,33	133,9	0,001
Canal 3.p5	23,94	7,43	319,0	0,186	28,4	17,56	133,8	0,001
Canal 3.p6	24,00	7,12	299,0	0,269	10,9	15,78	191,4	0,175
Canal 4.p1	23,29	7,09	236,0	0,407	36,3	15,37	134,3	0,001
Canal 4.p2	23,40	6,91	155,0	0,860	40,1	15,51	134,4	0,001
Canal 4.p3	23,34	7,70	195,0	0,227	22,3	16,27	134,4	0,001
Canal 5.p1	22,92	8,28	301,0	0,431	35,3	15,85	134,4	0,001
Canal 5.p2	22,98	7,00	3,2	0,209	26,6	16,79	134,1	0,001
Canal 5.p3	23,17	7,19	311,0	0,329	27,8	16,79	134,3	0,001
Canal 6.p1	22,97	8,57	274,0	0,096	24,7	19,44	134,0	0,001
Canal 6.p2	22,88	7,77	247,0	0,075	22,3	21,81	134,1	0,001
Canal 6.p3	23,44	8,90	140,0	0,547	19,0	26,21	134,0	0,001

**QUADRO 10: RESULTADO DAS ANÁLISES MULTIPARÂMETROS – AMOSTRAS COLETADAS EM JANEIRO DE 2018**

Local	Temperat. °C	pH	ORP mV	Condutivid. mS/cm	Turbidez NTU	Salinidade mg/L	Oxig. dissolv %	Sol. Tot. dissolv. g/L
Canal 1.p1	27,73	7,21	137,0	0,734	1,7	15,85	202,0	4,620
Canal 1.p2	25,95	7,82	151,0	0,736	2,3	18,35	229,9	0,471
Canal 1.p3	26,13	7,75	151,0	0,625	3,2	15,34	192,8	0,400
Canal 2.p1	26,16	7,57	98,0	0,819	10,4	13,06	164,2	0,524
Canal 2.p2	26,49	7,57	-81,0	0,744	10,2	13,58	171,7	0,476
Canal 2.p3	27,03	6,79	174,0	0,319	30,4	22,57	286,3	0,190
Canal 3.p1	25,52	7,06	139,0	25,500	2,4	14,58	197,7	15,700
Canal 3.p2	25,36	8,01	140,0	1,330	2,7	12,40	154,2	0,854
Canal 3.p3	26,32	7,92	168,0	0,630	2,4	14,18	178,5	0,403
Canal 3.p4	27,01	7,79	172,0	0,628	13,8	14,14	180,1	0,402
Canal 3.p5	26,00	7,61	130,0	0,485	1,9	13,86	173,8	0,310
Canal 3.p6	28,06	8,30	4,9	0,486	3,1	14,77	191,0	0,316
Canal 4.p1	26,01	7,86	143,0	0,617	27,2	16,96	212,3	0,357
Canal 4.p2	25,46	7,69	110,0	0,878	7,8	14,14	175,9	0,561
Canal 4.p3	26,01	6,67	49,0	0,452	26,0	20,36	255,3	0,269
Canal 5.p1	25,71	7,35	105,0	11,500	5,4	26,29	340,1	7,030
Canal 5.p2	25,06	7,60	137,0	1,860	5,9	10,31	127,8	1,190
Canal 5.p3	25,43	7,80	121,0	1,080	16,5	16,73	207,9	0,636
Canal 6.p1	25,55	7,81	117,0	0,944	14,2	16,24	202,4	0,555
Canal 6.p2	24,79	7,75	133,0	0,769	2,2	19,83	223,0	0,492
Canal 6.p3	25,38	8,73	149,0	0,885	5,2	17,97	223,0	0,556

**QUADRO 11: RESULTADO DAS ANÁLISES MULTIPARÂMETROS – AMOSTRAS COLETADAS EM FEVEREIRO DE 2018**

Local	Temperat. °C	pH	ORP mV	Condutivid. mS/cm	Turbidez NTU	Salinidade mg/L	Oxig. dissolv %	Sol. Tot. dissolv. g/L
Canal 1.p1	24,99	7,50	198,0	0,972	2,4	1,45	141,4	0,622
Canal 1.p2	25,27	7,46	206,0	0,729	2,7	11,84	146,8	0,466
Canal 1.p3	24,78	7,44	210,0	0,510	4,4	11,06	136,0	0,327
Canal 2.p1	24,94	7,40	172,0	0,557	12,0	8,71	107,3	0,356
Canal 2.p2	25,04	7,36	185,0	0,441	6,1	10,49	129,5	0,287
Canal 2.p3	25,17	7,37	190,0	0,584	4,8	9,87	122,1	0,373
Canal 3.p1	24,52	7,81	175,0	1,290	4,5	11,11	136,4	0,829
Canal 3.p2	24,80	7,59	195,0	1,420	3,1	10,31	127,2	0,906
Canal 3.p3	25,12	7,47	190,0	0,587	2,5	14,73	182,1	0,376
Canal 3.p4	25,67	7,36	222,0	0,388	4,0	10,97	136,8	0,252
Canal 3.p5	24,79	7,29	148,0	0,425	2,3	9,44	116,1	0,276
Canal 3.p6	25,86	7,48	139,0	0,220	18,8	7,69	96,1	0,143
Canal 4.p1	24,56	7,46	150,0	8,880	8,2	11,80	149,3	5,340
Canal 4.p2	24,62	7,56	131,0	5,450	5,2	10,39	129,3	3,430
Canal 4.p3	24,81	7,48	34,0	5,660	7,7	13,23	165,2	3,570
Canal 5.p1	24,97	7,39	152,0	8,770	3,4	12,42	157,1	5,530
Canal 5.p2	24,92	7,59	142,0	4,150	3,5	12,98	161,7	2,640
Canal 5.p3	25,15	7,55	67,0	15,600	3,6	9,97	128,8	9,660
Canal 6.p1	23,83	7,60	178,0	1,020	6,9	11,95	144,8	0,652
Canal 6.p2	24,34	8,28	71,0	0,001	88,9	18,80	229,2	0,001
Canal 6.p3	24,72	7,27	148,0	0,985	3,2	30,58	376,1	0,630

**QUADRO 12: RESULTADO DAS ANÁLISES MULTIPARÂMETROS – AMOSTRAS COLETADAS EM MARÇO DE 2018**

Local	Temperat. °C	pH	ORP mV	Condutivid. mS/cm	Turbidez NTU	Salinidade mg/L	Oxig. dissolv %	Sol. Tot. dissolv. g/L
Canal 1.p1	24,44	7,58	137,0	5,500	1,9	11,85	147,1	3,470
Canal 1.p2	24,84	7,51	152,0	2,100	2,4	11,85	146,4	1,350
Canal 1.p3	24,86	7,48	179,0	0,544	2,7	15,23	187,4	0,348
Canal 2.p1	24,61	8,07	127,0	5,260	32,0	13,52	168,2	3,310
Canal 2.p2	24,76	7,35	138,0	1,740	7,6	8,12	100,2	1,120
Canal 2.p3	24,72	7,42	132,0	0,722	4,3	12,08	148,5	0,462
Canal 3.p1	24,37	7,63	1,4	5,370	2,8	9,93	123,0	3,380
Canal 3.p2	24,40	7,74	154,0	1,050	2,6	9,29	113,7	0,671
Canal 3.p3	25,15	7,47	131,0	0,599	3,2	8,93	110,5	0,384
Canal 3.p4	25,46	7,51	185,0	0,630	3,1	10,21	126,9	0,403
Canal 3.p5	25,30	7,45	104,0	0,437	2,5	8,78	108,8	0,283
Canal 3.p6	25,93	7,38	115,0	0,459	2,9	9,73	121,8	0,299
Canal 4.p1	24,66	7,47	159,0	15,500	2,8	8,84	113,8	9,890
Canal 4.p2	24,71	7,49	12,3	8,520	7,3	12,75	160,4	5,370
Canal 4.p3	24,73	7,58	120,0	5,610	2,5	10,33	128,9	3,530
Canal 5.p1	24,39	7,41	107,0	1,580	2,5	19,12	245,5	9,790
Canal 5.p2	24,64	7,02	161,0	14,700	2,5	16,55	212,5	9,120
Canal 5.p3	24,80	7,39	75,0	21,500	2,7	11,05	145,9	13,400
Canal 6.p1	24,05	7,30	126,0	5,810	2,5	30,55	377,0	3,660
Canal 6.p2	24,19	7,17	134,0	0,999	4,6	34,44	420,0	0,639
Canal 6.p3	24,03	7,55	120,0	1,680	6,6	41,92	500,0	1,080

**QUADRO 13: RESULTADO DAS ANÁLISES MULTIPARÂMETROS – AMOSTRAS COLETADAS EM ABRIL DE 2018**

Local	Temperat. °C	pH	ORP mV	Condutivid. mS/cm	Turbidez NTU	Salinidade mg/L	Oxig. dissolv %	Sol. Tot. dissolv. g/L
Canal 1.p1	24,26	8,05	172,0	0,002	95,9	9,38	114,2	0,001
Canal 1.p2	24,73	7,50	192,0	0,512	2,7	4,84	59,5	0,330
Canal 1.p3	23,71	7,53	251,0	0,547	2,6	5,67	67,3	0,350
Canal 2.p1	24,12	7,87	192,0	0,721	4,2	5,92	72,1	0,461
Canal 2.p2	24,31	7,74	162,0	0,754	6,6	5,26	64,2	0,482
Canal 2.p3	23,88	7,84	135,0	0,676	5,7	5,83	70,6	0,433
Canal 3.p1	23,12	7,61	154,0	0,999	3,5	7,24	86,7	0,639
Canal 3.p2	23,66	7,64	167,0	0,711	5,7	7,67	92,6	0,455
Canal 3.p3	23,99	8,89	72,0	0,002	95,9	11,25	136,3	0,001
Canal 3.p4	25,47	7,66	195,0	0,6101	9,3	3,21	39,9	0,394
Canal 3.p5	23,89	7,68	167,0	0,363	2,5	5,40	65,5	0,239
Canal 3.p6	24,69	7,71	174,0	0,411	2,8	7,88	96,9	0,265
Canal 4.p1	23,36	7,81	165,0	1,110	2,5	6,34	76,2	0,709
Canal 4.p2	23,88	7,64	153,0	0,836	2,3	6,44	78,1	0,535
Canal 4.p3	23,20	7,37	129,0	0,899	3,1	5,97	71,7	0,576
Canal 5.p1	24,95	7,93	116,0	1,990	3,6	8,24	102,1	1,270
Canal 5.p2	25,89	8,13	158,0	1,240	11,6	8,13	101,8	0,794
Canal 5.p3	24,24	7,80	151,0	1,010	3,5	5,79	70,7	0,649
Canal 6.p1	22,59	7,65	173,0	0,651	2,0	11,93	141,5	0,417
Canal 6.p2	23,63	7,53	135,0	0,770	3,5	26,04	314,4	0,493
Canal 6.p3	23,29	7,31	86,0	0,002	96,0	35,02	442,1	0,001

**QUADRO 14:** RESULTADO DAS ANÁLISES MULTIPARÂMETROS – AMOSTRAS COLETADAS EM MAIO DE 2018

Local	Temperat. °C	pH	ORP mV	Condutivid. mS/cm	Turbidez NTU	Salinidade mg/L	Oxig. dissolv %	Sol. Tot. dissolv. g/L
Canal 1.p1	20,14	5,47	134,0	0,002	95,9	14,30	162,0	0,001
Canal 1.p2	18,74	7,65	140,0	4,410	2,9	11,20	125,3	2,820
Canal 1.p3	21,18	7,47	58,0	25,800	4,4	8,94	112,8	16,000
Canal 2.p1	20,30	7,74	153,0	3,900	4,3	7,03	80,8	2,490
Canal 2.p2	20,20	7,83	125,0	4,230	8,4	8,22	94,4	2,710
Canal 2.p3	19,95	7,09	34,0	15,600	4,7	8,36	98,9	9,890
Canal 3.p1	18,60	5,98	90,0	0,003	98,3	15,60	172,6	0,002
Canal 3.p2	19,92	7,64	136,0	19,400	5,0	7,74	67,2	12,000
Canal 3.p3	20,03	7,58	129,0	20,200	4,3	7,13	86,3	12,500
Canal 3.p4	20,49	7,55	54,0	16,000	3,5	11,16	134,1	9,940
Canal 3.p5	20,66	5,05	29,0	0,001	95,6	12,37	141,6	0,001
Canal 3.p6	20,67	5,03	30,0	0,001	95,7	12,35	141,3	0,001
Canal 4.p1	20,58	7,45	117,0	16,200	4,8	10,66	128,5	10,100
Canal 4.p2	20,30	8,26	-23,0	5,650	4,7	7,77	89,8	3,560
Canal 4.p3	18,68	7,64	-148,0	15,500	20,9	10,40	120,5	9,650
Canal 5.p1	20,00	7,18	145,0	39,600	6,8	9,97	130,5	24,100
Canal 5.p2	19,53	7,82	110,0	18,700	8,6	7,86	93,7	11,600
Canal 5.p3	18,99	7,84	111,0	13,100	5,8	12,86	148,8	8,130
Canal 6.p1	20,00	7,18	145,0	39,600	6,8	9,97	130,5	24,100
Canal 6.p2	19,20	7,22	170,0	1,100	3,0	9,48	105,9	0,702
Canal 6.p3	19,03	7,23	152,0	0,002	95,3	18,29	203,1	0,001



**QUADRO 15: RESULTADO DAS ANÁLISES MULTIPARÂMETROS – AMOSTRAS COLETADAS EM JUNHO DE 2018**

Local	Temperat. °C	pH	ORP mV	Condutivid. mS/cm	Turbidez NTU	Salinidade mg/L	Oxig. dissolv %	Sol. Tot. dissolv. g/L
Canal 1.p1	20,63	8,10	118,0	1,800	3,6	5,56	63,8	1,150
Canal 1.p2	20,87	7,74	136,0	0,009	1,7	8,66	99,5	0,002
Canal 1.p3	20,40	8,14	121,0	1,950	2,7	4,36	49,9	1,250
Canal 2.p1	20,85	9,46	27,0	1,800	3,4	4,12	47,5	1,150
Canal 2.p2	21,22	7,66	78,0	1,290	4,1	4,49	52,1	0,824
Canal 2.p3	21,01	6,43	3,0	2,360	7,5	3,74	43,3	1,500
Canal 3.p1	20,46	7,84	106,0	1,860	1,9	6,31	72,3	1,190
Canal 3.p2	20,97	8,23	78,0	1,380	4,4	5,24	60,5	0,882
Canal 3.p3	21,24	8,56	23,0	0,682	2,9	5,98	59,3	0,436
Canal 3.p4	20,99	7,13	68,0	0,045	2,9	10,59	121,9	0,027
Canal 3.p5	20,67	8,82	5,0	0,435	1,6	4,54	52,1	0,283
Canal 3.p6	21,35	8,33	51,0	0,416	4,1	4,30	49,8	0,270
Canal 4.p1	20,81	7,03	143,0	1,070	3,9	5,54	63,7	0,685
Canal 4.p2	20,81	7,03	143,0	1,070	3,9	5,54	53,7	0,685
Canal 4.p3	20,74	5,63	6,0	0,002	14,3	14,86	170,3	0,001
Canal 5.p1	20,39	7,92	109,0	5,730	4,3	6,88	79,7	3,610
Canal 5.p2	20,45	4,59	227,0	0,001	86,2	12,20	139,1	0,001
Canal 5.p3	20,31	6,87	157,0	0,001	73,0	2,66	144,0	0,001
Canal 6.p1	20,30	8,72	139,0	0,653	2,0	9,43	107,2	0,413
Canal 6.p2	20,17	7,43	120,0	0,001	87,3	13,65	154,9	0,001
Canal 6.p3	20,77	5,17	97,0	0,001	87,2	16,56	189,9	0,001

**QUADRO 16: RESULTADO DAS ANÁLISES MULTIPARÂMETROS – AMOSTRAS COLETADAS EM JULHO DE 2018**

Local	Temperat. °C	pH	ORP mV	Condutivid. mS/cm	Turbidez NTU	Salinidade mg/L	Oxig. dissolv %	Sol. Tot. dissolv. g/L
Canal 1.p1	18,89	7,85	161,0	1,310	2,3	6,630	73,7	0,840
Canal 1.p2	19,50	5,76	248,0	0,966	1,7	6,020	67,7	0,618
Canal 1.p3	20,03	8,16	113,0	1,770	3,9	5,450	61,9	1,130
Canal 2.p1	19,61	8,39	98,0	5,190	2,3	6,240	71,1	3,270
Canal 2.p2	19,17	8,43	85,0	2,800	3,0	5,610	63,0	1,790
Canal 2.p3	20,14	8,99	8,0	2,060	8,9	3,740	42,7	1,320
Canal 3.p1	19,40	9,14	24,0	2,450	2,6	5,040	56,7	1,570
Canal 3.p2	19,60	7,43	122,0	2,150	4,2	5,620	63,4	1,380
Canal 3.p3	19,62	8,86	149,0	1,040	15,2	3,510	39,5	0,678
Canal 3.p4	20,05	6,38	200,0	1,020	5,1	3,240	36,8	0,651
Canal 3.p5	19,78	8,02	43,0	1,370	3,8	4,630	52,3	0,874
Canal 3.p6	19,79	6,83	87,0	1,320	2,6	4,270	48,2	0,847
Canal 4.p1	19,46	8,68	30,0	1,150	7,5	7,240	81,3	0,736
Canal 4.p2	20,32	6,94	59,0	1,060	293,0	4,090	46,7	0,676
Canal 4.p3	19,53	6,51	64,0	1,240	79,9	5,530	62,2	0,797
Canal 5.p1	20,14	7,38	238,0	1,950	4,4	7,980	90,9	1,250
Canal 5.p2	20,11	7,09	131,0	1,530	47,2	6,610	75,3	0,979
Canal 5.p3	20,06	6,40	193,0	1,220	6,5	6,650	75,5	0,780
Canal 6.p1	19,30	4,60	441,0	0,489	2,6	9,520	106,4	0,328
Canal 6.p2	20,03	4,11	372,0	0,751	3,3	7,410	84,0	0,481
Canal 6.p3	20,85	5,37	260,0	0,975	3,5	10,090	116,1	0,,624

**QUADRO 17: RESULTADO DAS ANÁLISES MULTIPARÂMETROS – AMOSTRAS COLETADAS EM AGOSTO DE 2018**

Local	Temperat. °C	pH	ORP mV	Condutivid. mS/cm	Turbidez NTU	Salinidade mg/L	Oxig. dissolv %	Sol. Tot. dissolv. g/L
Canal 1.p1	18,94	10,02	4,0	22,200	4,6	8,800	104,4	14,000
Canal 1.p2	18,59	8,21	137,0	0,003	3,9	10,240	112,8	0,002
Canal 1.p3	18,97	8,80	146,0	0,355	4,6	6,250	69,4	0,229
Canal 2.p1	19,03	9,30	35,0	26,100	2,7	7,950	96,8	16,100
Canal 2.p2	19,30	9,15	55,0	2,290	4,0	6,750	75,8	1,460
Canal 2.p3	19,53	8,39	67,0	0,899	11,2	4,860	54,7	0,575
Canal 3.p1	18,73	8,36	88,0	7,860	2,4	9,870	111,0	5,170
Canal 3.p2	19,07	9,66	43,0	22,900	1,6	6,190	74,4	14,200
Canal 3.p3	19,22	8,64	8,0	0,002	74,7	10,770	120,0	0,001
Canal 3.p4	18,76	8,93	159,0	0,656	5,1	4,240	47,0	0,420
Canal 3.p5	19,27	8,14	158,0	0,397	2,6	5,740	64,1	0,258
Canal 3.p6	19,10	7,63	147,0	0,005	74,0	8,280	92,0	0,003
Canal 4.p1	19,05	8,86	71,0	1,450	2,3	6,190	69,0	0,926
Canal 4.p2	19,46	8,84	21,0	1,050	4,0	7,140	80,2	0,669
Canal 4.p3	20,36	7,37	7,0	0,993	29,7	7,030	80,3	0,636
Canal 5.p1	18,75	8,62	135,0	41,700	3,0	9,830	127,1	25,400
Canal 5.p2	19,37	9,24	96,0	3,790	2,8	6,880	77,7	2,430
Canal 5.p3	19,20	8,86	37,0	2,430	3,7	6,930	77,7	1,570
Canal 6.p1	19,10	8,12	167,0	1,010	3,1	9,880	110,2	0,648
Canal 6.p2	19,49	7,80	143,0	0,803	6,7	9,140	102,6	0,514
Canal 6.p3	19,42	7,66	94,0	0,002	73,7	14,990	167,7	0,001

**QUADRO 18:** RESULTADO DAS ANÁLISES MULTIPARÂMETROS – AMOSTRAS COLETADAS EM SETEMBRO DE 2018

Local	Temperat. °C	pH	ORP mV	Condutivid. mS/cm	Turbidez NTU	Salinidade mg/L	Oxig. dissolv %	Sol. Tot. dissolv. g/L
Canal 1.p1	21,93	8,39	119,0	0,851	0,85	6,300	6,85	80,400
Canal 1.p2	22,24	8,29	130,0	0,749	7,2	6,620	78,1	0,482
Canal 1.p3	22,34	8,11	139,0	0,928	9,2	5,180	61,2	0,594
Canal 2.p1	22,18	8,02	129,0	0,986	6,4	4,930	58,2	0,631
Canal 2.p2	22,21	7,89	122,0	0,909	8,2	5,340	63,0	0,582
Canal 2.p3	22,24	8,32	65,0	0,697	10,0	4,580	54,0	0,446
Canal 3.p1	21,49	8,86	71,0	1,600	5,3	4,410	51,4	1,030
Canal 3.p2	21,92	9,87	24,0	1,170	3,2	8,540	100,0	0,749
Canal 3.p3	21,85	7,27	156,0	0,771	8,3	3,830	44,8	0,493
Canal 3.p4	22,39	7,70	166,0	0,705	5,6	4,140	49,0	0,451
Canal 3.p5	21,63	7,74	18,0	0,514	4,3	3,470	40,5	0,329
Canal 3.p6	21,94	7,68	40,0	0,578	10,3	4,630	54,3	0,370
Canal 4.p1	21,54	8,25	105,0	0,003	58,4	8,820	102,5	0,002
Canal 4.p2	21,79	8,34	25,0	0,879	14,4	8,980	70,0	0,562
Canal 4.p3	22,35	8,95	50,0	0,344	8,7	6,460	76,3	0,222
Canal 5.p1	21,10	9,08	88,0	11,400	7,3	6,660	79,6	7,080
Canal 5.p2	21,76	8,27	35,0	0,672	342,0	6,760	79,1	0,435
Canal 5.p3	21,92	7,26	119,0	0,002	110,0	10,670	125,0	0,001
Canal 6.p1	21,36	9,13	78,0	1,360	3,5	8,770	102,1	0,873
Canal 6.p2	21,60	7,21	148,0	0,834	6,8	6,700	78,7	0,534
Canal 6.p3	22,12	4,90	310,0	0,788	3,9	8,190	96,4	0,504

**QUADRO 19: RESULTADO DAS ANÁLISES MULTIPARÂMETROS – AMOSTRAS COLETADAS EM OUTUBRO DE 2018**

Local	Temperat. °C	pH	ORP mV	Condutivid. mS/cm	Turbidez NTU	Salinidade mg/L	Oxig. dissolv %	Sol. Tot. dissolv. g/L
Canal 1.p1	21,72	10,33	13,0	7,210	2,0	6,430	76,6	4,570
Canal 1.p2	22,29	10,10	18,0	1,180	1,6	4,970	58,7	0,752
Canal 1.p3	22,39	8,92	76,0	1,390	6,1	3,670	43,4	0,891
Canal 2.p1	22,21	8,53	100,0	4,440	1,8	6,540	78,0	2,840
Canal 2.p2	22,41	7,43	153,0	1,430	1,9	5,660	67,1	0,937
Canal 2.p3	22,64	9,82	13,0	1,680	6,0	3,840	45,7	1,080
Canal 3.p1	22,52	7,32	159,0	42,200	5,7	7,820	108,2	25,800
Canal 3.p2	22,20	7,72	130,0	1,670	1,1	6,250	73,8	1,070
Canal 3.p3	22,28	7,99	3,0	0,657	4,0	5,930	69,9	0,420
Canal 3.p4	22,41	6,37	175,0	0,566	2,4	5,130	60,7	0,363
Canal 3.p5	22,43	7,48	28,0	0,566	0,3	3,970	46,9	0,362
Canal 3.p6	22,64	8,43	62,0	0,583	2,6	5,550	65,9	0,373
Canal 4.p1	19,05	8,86	71,0	1,450	2,3	6,190	69,0	0,926
Canal 4.p2	19,46	8,84	21,0	1,050	4,0	7,140	80,2	0,669
Canal 4.p3	20,36	7,37	7,0	0,993	29,7	7,030	80,3	0,636
Canal 5.p1	18,75	8,62	135,0	41,700	3,0	9,830	127,1	25,400
Canal 5.p2	19,37	9,24	96,0	3,790	2,8	6,880	77,7	2,430
Canal 5.p3	19,20	8,86	37,0	2,430	3,7	6,930	77,7	1,570
Canal 6.p1	19,10	8,12	167,0	1,010	3,1	9,880	110,2	0,648
Canal 6.p2	19,49	7,80	143,0	0,803	6,7	9,140	102,6	0,514
Canal 6.p3	19,42	7,66	94,0	0,002	73,7	14,990	167,7	0,001

**QUADRO 20: RESULTADO DAS ANÁLISES MULTIPARÂMETROS – AMOSTRAS COLETADAS EM NOVEMBRO DE 2018.**

Local	Temperat. °C	pH	ORP mV	Condutivid. mS/cm	Turbidez NTU	Salinidade mg/L	Oxig. dissolv %	Sol. Tot. dissolv. g/L
Canal 1.p1	22,27	8,23	15,0	8,210	2,0	5,65	68,5	5,210
Canal 1.p2	22,51	8,10	19,0	2,150	1,7	3,98	51,7	4,230
Canal 1.p3	22,89	8,22	36,0	1,280	1,2	2,65	40,2	3,210
Canal 2.p1	23,21	7,53	50,0	4,460	2,2	7,32	74,0	3,540
Canal 2.p2	22,81	7,43	63,2	2,300	2,1	4,65	65,2	2,360
Canal 2.p3	23,04	7,82	15,0	1,710	2,3	2,65	42,2	1,210
Canal 3.p1	22,62	7,22	119,0	32,210	5,8	8,95	58,2	15,600
Canal 3.p2	22,43	7,72	80,0	12,310	2,3	7,26	63,1	3,250
Canal 3.p3	22,68	7,25	10,2	2,100	1,3	4,23	51,2	0,650
Canal 3.p4	22,45	6,57	102,0	0,570	1,2	4,36	63,2	0,650
Canal 3.p5	22,46	7,41	25,0	0,547	0,68	4,12	54,2	0,360
Canal 3.p6	22,56	7,48	57,0	0,531	1,5	4,14	54,3	0,474
Canal 4.p1	22,12	7,85	54,0	2,150	6,2	7,23	68,2	6,350
Canal 4.p2	22,46	7,05	35,0	0,940	3,2	6,21	78,3	1,250
Canal 4.p3	22,32	6,73	95,0	0,610	5,2	5,14	65,2	0,569
Canal 5.p1	22,44	7,97	76,0	21,140	6,3	8,12	65,3	15,600
Canal 5.p2	24,72	7,52	32,0	3,240	3,2	5,75	56,3	6,540
Canal 5.p3	23,13	8,03	110,0	2,010	6,5	5,07	45,2	1,690
Canal 6.p1	22,32	7,33	125,0	2,100	3,5	6,25	95,3	12,360
Canal 6.p2	22,65	6,09	25,0	0,912	4,2	5,32	48,3	1,260
Canal 6.p3	22,62	5,92	180,0	1,045	2,3	5,14	42,2	1,470

**QUADRO 21: MÉDIA DOS RESULTADOS DAS ANÁLISES MULTIPARÂMETROS**

Local	Temperat. °C	pH	ORP mV	Condutivid. mS/cm	Turbidez NTU	Salinidade mg/L	Oxig. dissolv %	Sol. Tot. dissolv. g/L
Canal 1.p1	22,52	8,07	128,4	4,082	20,6	8,92	108,7	9,574
Canal 1.p2	22,51	7,83	156,3	1,14	5,4	9,33	109,3	0,96
Canal 1.p3	22,68	8,02	152,5	2,992	5,9	8,11	96,5	2,061
Canal 2.p1	22,63	8,17	125,6	4,549	9,8	8,43	96,1	2,889
Canal 2.p2	22,69	7,80	117,7	1,602	7,1	7,69	90,1	1,086
Canal 2.p3	22,81	7,80	96,7	2,308	9,1	8,04	95,3	1,457
Canal 3.p1	22,08	7,76	118,0	10,134	13,0	9,42	109,1	5,909
Canal 3.p2	22,35	8,04	132,3	5,479	3,5	8,77	93,7	3,035
Canal 3.p3	22,62	7,92	113,9	2,292	18,7	8,90	101,1	1,362
Canal 3.p4	22,95	7,55	168,8	1,825	8,0	8,31	94,2	1,163
Canal 3.p5	22,57	7,51	97,8	0,477	12,2	7,82	87,5	0,298
Canal 3.p6	23,05	7,45	100,5	0,44	19,1	8,28	100,3	0,295
Canal 4.p1	22,28	7,89	119,3	4,141	13,8	9,30	106,4	2,986
Canal 4.p2	22,45	7,56	70,9	2,334	44,1	8,74	97,2	1,485
Canal 4.p3	22,35	7,17	61,9	2,677	19,1	10,14	116,8	1,683
Canal 5.p1	22,34	7,93	138,3	15,066	7,3	11,62	138,4	10,172
Canal 5.p2	22,68	7,43	105,7	4,334	48,5	9,81	111,8	3,079
Canal 5.p3	25,13	7,60	139,4	5,028	34,4	9,19	113,6	3,152
Canal 6.p1	21,95	7,60	179,6	4,529	6,0	12,79	146,9	3,7
Canal 6.p2	22,13	7,02	144,0	0,659	22,5	14,92	164,2	0,474
Canal 6.p3	22,35	6,75	164,7	0,661	33,5	19,35	214,7	0,445

### 6.1.2 *Análises de metais por Espectrometria de Absorção Atômica*

Resultados das análises de metais por espectrometria de absorção atômica em Espectrofotômetro de Absorção atômica, Perkin Elmer modelo AAnalyst 100, das amostras coletadas nos Canais de Santos ao longo dos 12 meses encontram-se nos **QUADROS 22 a 33**. O **QUADRO 34** traz os valores médios obtidos ao longo dos 12 meses.



**QUADRO 22:** RESULTADO DAS ANÁLISES DE METAIS – AMOSTRAS COLETADAS EM NOVEMBRO DE 2017

Local	Cd (mg/L) cádmio	Co (mg/L) cobalto	Cr (mg/L) crômio	Cu (mg/L) cobre	Fe (mg/L) ferro	Mn (mg/L) manganês	Ni (mg/L) níquel	Pb (mg/L) chumbo	Se (mg/L) selênio	Zn (mg/L) zinco	Na (mg/L) sódio	K (mg/L) potássio	Ca (mg/L) cálcio	Mg (mg/L) magnésio	As (µg/L) arsênio
Referência	0,001 mg/L	0,05 mg/L	0,05 mg/L	0,009 mg/L	0,3 mg/L	0,1 mg/L	0,025 mg/L	0,01mg/L	0,01 mg/L	0,18 mg/L	NSA	NSA	NSA	NSA	0,01 mg/L
Canal 1.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	18,4	5,1	10,0	5,7	< 0,01
Canal 1.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	19,8	6,7	14,1	6,9	< 0,01
Canal 1.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	17,5	6,5	14,9	6,7	< 0,01
Canal 2.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	40,3	8,5	18,2	10,8	< 0,01
Canal 2.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	23,3	6,9	16,3	8,2	< 0,01
Canal 2.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	23,1	7,5	16,3	7,6	< 0,01
Canal 3.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	23,2	6,3	14,1	6,9	< 0,01
Canal 3.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	11,9	5,1	11,1	4,6	< 0,01
Canal 3.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	9,3	4,9	12,5	5,0	< 0,01
Canal 3.p4	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	9,3	4,9	10,8	4,2	< 0,01
Canal 3.p5	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	17	5,9	14,6	5,7	< 0,01
Canal 3.p6	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	12,8	5,1	12,7	4,4	< 0,01
Canal 4.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	45,8	7,7	16,3	10,6	< 0,01
Canal 4.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	63,7	9,5	14,6	14,2	< 0,01
Canal 4.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	71,9	11,4	16,3	0,3	< 0,01
Canal 5.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	56,5	8,3	13,0	12,5	< 0,01
Canal 5.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	27,2	5,1	10,3	6,3	< 0,01
Canal 5.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	37,5	5,9	10,3	8,0	< 0,01
Canal 6.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	10,9	4,1	7,5	2,9	< 0,01
Canal 6.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	9,2	3,7	6,7	2,2	< 0,01
Canal 6.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	35,8	6,5	16,6	9,3	< 0,01

NSA: NÃO SE APLICA

**QUADRO 23: RESULTADO DAS ANÁLISES DE METAIS – AMOSTRAS COLETADAS EM JANEIRO DE 2018**

Local	Cd (mg/L) cádmio	Co (mg/L) cobalto	Cr (mg/L) crômio	Cu (mg/L) cobre	Fe (mg/L) ferro	Mn (mg/L) manganês	Ni (mg/L) níquel	Pb (mg/L) chumbo	Se (mg/L) selênio	Zn (mg/L) zinco	Na (mg/L) sódio	K (mg/L) potássio	Ca (mg/L) cálcio	Mg (mg/L) magnésio	As (µg/L) arsênio
Referência	0,001 mg/L	0,05 mg/L	0,05 mg/L	0,009 mg/L	0,3 mg/L	0,1 mg/L	0,025 mg/L	0,01mg/L	0,01 mg/L	0,18 mg/L	NSA	NSA	NSA	NSA	0,01 mg/L
Canal 1.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	33,9	5,9	14,0	8,3	< 0,01
Canal 1.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	26,8	6,2	21,8	7,8	< 0,01
Canal 1.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	18,9	4,8	20,5	6,5	< 0,01
Canal 2.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	91,8	9,7	15,8	13,2	< 0,01
Canal 2.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	40,5	7,5	14,7	10,4	< 0,01
Canal 2.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	32,9	6,7	29,2	8,5	< 0,01
Canal 3.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	45,3	7,2	30,4	9,6	< 0,01
Canal 3.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	14,5	4,5	15,3	5,2	< 0,01
Canal 3.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	12,6	5,2	25,3	7,0	< 0,01
Canal 3.p4	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	10,1	4,0	16,1	4,8	< 0,01
Canal 3.p5	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	19,2	4,3	21,3	5,9	< 0,01
Canal 3.p6	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	18,4	4,8	24,9	5,7	< 0,01
Canal 4.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	62,4	8,6	31,8	13,0	< 0,01
Canal 4.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	42,3	15,5	16,4	22,7	< 0,01
Canal 4.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	86,6	5,0	15,1	7,6	< 0,01
Canal 5.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	15,8	9,7	26,4	16,0	< 0,01
Canal 5.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	12,6	4,3	15,1	7,0	< 0,01
Canal 5.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	81,7	6,0	16,6	10,4	< 0,01
Canal 6.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	115,4	3,9	11,7	4,0	< 0,01
Canal 6.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	80,2	2,7	9,3	3,1	< 0,01
Canal 6.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	48,4	7,1	36,6	11,9	< 0,01

NSA: NÃO SE APLICA

**QUADRO 24: RESULTADO DAS ANÁLISES DE METAIS – AMOSTRAS COLETADAS EM FEVEREIRO DE 2018**

Local	Cd (mg/L) cádmio	Co (mg/L) Cobalto	Cr (mg/L) crômio	Cu (mg/L) cobre	Fe (mg/L) ferro	Mn (mg/L) manganês	Ni (mg/L) níquel	Pb (mg/L) chumbo	Se (mg/L) selênio	Zn (mg/L) zinco	Na (mg/L) sódio	K (mg/L) potássio	Ca (mg/L) cálcio	Mg (mg/L) magnésio	As (µg/L) arsênio
Referência	0,001 mg/L	0,05 mg/L	0,05 mg/L	0,009 mg/L	0,3 mg/L	0,1 mg/L	0,025 mg/L	0,01mg/L	0,01 mg/L	0,18 mg/L	NSA	NSA	NSA	NSA	0,01 mg/L
Canal 1.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	52,4	4,4	0,1	0,1	< 0,01
Canal 1.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	11,7	0,6	2,5	1,7	< 0,01
Canal 1.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	11,1	1,2	4,1	2,4	< 0,01
Canal 2.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	22,2	2,4	6,5	3,8	< 0,01
Canal 2.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	14,2	1,8	5,6	3	< 0,01
Canal 2.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	15,7	2,7	8,9	4,8	< 0,01
Canal 3.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	51,8	5,3	9,3	7,3	< 0,01
Canal 3.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	57,5	5,3	9,6	7,9	< 0,01
Canal 3.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	19,7	3,4	9,0	5,6	< 0,01
Canal 3.p4	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	15,8	3,6	6,9	5	< 0,01
Canal 3.p5	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	16,5	1,7	6,2	3,2	< 0,01
Canal 3.p6	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	14,8	1,5	5,3	2,6	< 0,01
Canal 4.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	160,8	26,5	10,8	0,1	< 0,01
Canal 4.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	123,0	14,6	13,5	18,9	< 0,01
Canal 4.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	119,9	13,9	13,8	19,9	< 0,01
Canal 5.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	126,5	14	10,9	21,2	< 0,01
Canal 5.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	111,6	11,5	11,7	17,3	< 0,01
Canal 5.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	165,2	26,3	16	11,1	< 0,01
Canal 6.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	55,8	2,9	6,5	17,6	< 0,01
Canal 6.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	24,0	4,4	4,8	4,2	< 0,01
Canal 6.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	43,5	4,1	9,0	7,2	< 0,01

NSA: NÃO SE APLICA

**QUADRO 25: RESULTADO DAS ANÁLISES DE METAIS – AMOSTRAS COLETADAS EM MARÇO DE 2018**

Local	Cd (mg/L) cádmio	Co (mg/L) cobalto	Cr (mg/L) crômio	Cu (mg/L) cobre	Fe (mg/L) ferro	Mn (mg/L) manganês	Ni (mg/L) níquel	Pb (mg/L) chumbo	Se (mg/L) selênio	Zn (mg/L) zinco	Na (mg/L) sódio	K (mg/L) potássio	Ca (mg/L) cálcio	Mg (mg/L) magnésio	As (µg/L) arsênio
Referência	0,001 mg/L	0,05 mg/L	0,05 mg/L	0,009 mg/L	0,3 mg/L	0,1 mg/L	0,025 mg/L	0,01mg/L	0,01 mg/L	0,18 mg/L	NSA	NSA	NSA	NSA	0,01 mg/L
Canal 1.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	92,2	15,2	25,1	27,6	< 0,01
Canal 1.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	66,7	11,2	23,4	19,5	< 0,01
Canal 1.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	22,7	7,7	22,1	10,2	< 0,01
Canal 2.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	125,7	35,3	48,7	47,0	< 0,01
Canal 2.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	67,8	14,8	30,8	21,2	< 0,01
Canal 2.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	28,4	8,5	27,0	12,8	< 0,01
Canal 3.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	107,2	23,6	34,4	35,8	< 0,01
Canal 3.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	37,5	8,1	21,0	12,4	< 0,01
Canal 3.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	21,6	10,0	28,4	12,6	< 0,01
Canal 3.p4	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	27,0	14,8	30,8	15,8	< 0,01
Canal 3.p5	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	19,0	7,1	24,5	8,5	< 0,01
Canal 3.p6	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	21,1	7,3	25,9	9,1	< 0,01
Canal 4.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	163,5	54,6	49,2	26,4	< 0,01
Canal 4.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	138,1	39,2	44,3	51,8	< 0,01
Canal 4.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	132,3	39,8	46,5	50,9	< 0,01
Canal 5.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	180,8	69,8	53,1	27,6	< 0,01
Canal 5.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	172,4	64,3	48,4	25,5	< 0,01
Canal 5.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	198,8	89,5	52,5	26,4	< 0,01
Canal 6.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	130,2	35,1	42,4	49,4	< 0,01
Canal 6.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	51,1	10,6	29,5	18,4	< 0,01
Canal 6.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	64,9	13,8	29,2	20,3	< 0,01

NSA: NÃO SE APLICA

**QUADRO 26: RESULTADO DAS ANÁLISES DE METAIS – AMOSTRAS COLETADAS EM ABRIL DE 2018**

Local	Cd (mg/L) cádmio	Co (mg/L) cobalto	Cr (mg/L) crômio	Cu (mg/L) cobre	Fe (mg/L) ferro	Mn (mg/L) manganês	Ni (mg/L) níquel	Pb (mg/L) chumbo	Se (mg/L) selênio	Zn (mg/L) zinco	Na (mg/L) sódio	K (mg/L) potássio	Ca (mg/L) cálcio	Mg (mg/L) magnésio	As (µg/L) arsênio
Referência	0,001 mg/L	0,05 mg/L	0,05 mg/L	0,009 mg/L	0,3 mg/L	0,1 mg/L	0,025 mg/L	0,01mg/L	0,01 mg/L	0,18 mg/L	NSA	NSA	NSA	NSA	0,01 mg/L
Canal 1.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	40,6	50,1	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 1.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	35,8	59,2	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 1.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	37,8	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 2.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	58,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 2.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	67,8	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 2.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	53,2	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	98,6	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	53,2	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	29,3	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p4	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	29,4	< 0,5	36,3	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p5	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	32,3	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p6	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	26,0	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 4.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	134,4	52,6	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 4.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	79,1	35,7	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 4.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	89,9	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 5.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	290,3	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 5.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	162,1	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 5.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	136,3	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 6.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	65,3	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 6.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	72,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 6.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	76,3	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01

NSA: NÃO SE APLICA

**QUADRO 27: RESULTADO DAS ANÁLISES DE METAIS – AMOSTRAS COLETADAS EM MAIO DE 2018**

Local	Cd (mg/L) cádmio	Co (mg/L) cobalto	Cr (mg/L) crômio	Cu (mg/L) cobre	Fe (mg/L) ferro	Mn (mg/L) manganês	Ni (mg/L) níquel	Pb (mg/L) chumbo	Se (mg/L) selênio	Zn (mg/L) zinco	Na (mg/L) sódio	K (mg/L) potássio	Ca (mg/L) cálcio	Mg (mg/L) magnésio	As (µg/L) arsênio
Referência	0,001 mg/L	0,05 mg/L	0,05 mg/L	0,009 mg/L	0,3 mg/L	0,1 mg/L	0,025 mg/L	0,01mg/L	0,01 mg/L	0,18 mg/L	NSA	NSA	NSA	NSA	0,01 mg/L
Canal 1.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	2480,3	146,7	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 1.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	810,3	115,1	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 1.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	1121,0	99,8	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 2.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	803,2	53,2	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 2.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	936,5	56,6	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 2.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	6800,3	165,3	3,8	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	4100,3	189,6	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	5201,0	265,3	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	5103,3	253,1	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p4	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	7153,3	356,3	1,3	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p5	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	3805,3	256,3	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p6	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	4205,3	325,3	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 4.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	13605,3	521,3	12,2	< 0,5	< 0,01
Canal 4.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	1392,0	123,3	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 4.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	3560,3	159,3	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 5.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	9260,0	265,3	3,9	< 0,5	< 0,01
Canal 5.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	3705,6	103,2	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 5.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	3265,0	98,6	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 6.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	506,3	18,3	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 6.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	102,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 6.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	98,9	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01

NSA: NÃO SE APLICA

**QUADRO 28: RESULTADO DAS ANÁLISES DE METAIS – AMOSTRAS COLETADAS EM JUNHO DE 2018**

Local	Cd (mg/L) cádmio	Co (mg/L) cobalto	Cr (mg/L) crômio	Cu (mg/L) cobre	Fe (mg/L) ferro	Mn (mg/L) manganês	Ni (mg/L) níquel	Pb (mg/L) chumbo	Se (mg/L) selênio	Zn (mg/L) zinco	Na (mg/L) sódio	K (mg/L) potássio	Ca (mg/L) cálcio	Mg (mg/L) magnésio	As (µg/L) arsênio
Referência	0,001 mg/L	0,05 mg/L	0,05 mg/L	0,009 mg/L	0,3 mg/L	0,1 mg/L	0,025 mg/L	0,01mg/L	0,01 mg/L	0,18 mg/L	NSA	NSA	NSA	NSA	0,01 mg/L
Canal 1.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	2935,3	66,9	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 1.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	986,3	63,2	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 1.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	1102,3	56,3	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 2.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	725,3	31,2	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 2.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	853,2	36,3	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 2.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	6532,3	125,3	2,8	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	3621,3	61,3	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	3844,6	68,9	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	4203,6	75,6	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p4	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	6636,9	110,1	1,9	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p5	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	3210,3	69,3	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p6	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	3321,3	57,9	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 4.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	3101,3	37,6	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 4.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	1210,5	21,3	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 4.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	3260,3	77,9	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 5.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	12300,9	210,3	5,3	< 0,5	< 0,01
Canal 5.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	4690,8	156,3	1,6	< 0,5	< 0,01
Canal 5.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	3100,2	65,9	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 6.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	525,1	16,7	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 6.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	140,4	10,3	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 6.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	110,0	1,1	< 0,5	< 0,5	< 0,01

NSA: NÃO SE APLICA

**QUADRO 29: RESULTADO DAS ANÁLISES DE METAIS – AMOSTRAS COLETADAS EM JULHO DE 2018**

Local	Cd (mg/L) cádmio	Co (mg/L) cobalto	Cr (mg/L) crômio	Cu (mg/L) cobre	Fe (mg/L) ferro	Mn (mg/L) manganês	Ni (mg/L) níquel	Pb (mg/L) chumbo	Se (mg/L) selênio	Zn (mg/L) zinco	Na (mg/L) sódio	K (mg/L) potássio	Ca (mg/L) cálcio	Mg (mg/L) magnésio	As (µg/L) arsênio
Referência	0,001 mg/L	0,05 mg/L	0,05 mg/L	0,009 mg/L	0,3 mg/L	0,1 mg/L	0,025 mg/L	0,01mg/L	0,01 mg/L	0,18 mg/L	NSA	NSA	NSA	NSA	0,01 mg/L
Canal 1.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	244,9	11,2	3,5	< 0,5	< 0,01
Canal 1.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	68,8	8,1	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 1.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	42,1	4,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 2.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	484,4	5,2	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 2.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	223,3	3,8	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 2.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	396,9	5,6	3,6	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	252,5	11,7	3,4	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	58,7	4,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	49,5	6,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p4	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	26,4	1,1	0,9	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p5	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	26,2	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p6	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	23,1	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 4.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	53,8	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 4.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	91,4	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 4.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	98,2	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 5.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	1264,5	89,8	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 5.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	144,7	9,2	1,8	< 0,5	< 0,01
Canal 5.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	102,6	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 6.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	119,7	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 6.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	107,2	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 6.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	183,3	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01

NSA: NÃO SE APLICA



**QUADRO 30: RESULTADO DAS ANÁLISES DE METAIS – AMOSTRAS COLETADAS EM AGOSTO DE 2018**

Local	Cd (mg/L) cádmio	Co (mg/L) cobalto	Cr (mg/L) crômio	Cu (mg/L) cobre	Fe (mg/L) ferro	Mn (mg/L) manganês	Ni (mg/L) níquel	Pb (mg/L) chumbo	Se (mg/L) selênio	Zn (mg/L) zinco	Na (mg/L) sódio	K (mg/L) potássio	Ca (mg/L) cálcio	Mg (mg/L) magnésio	As (µg/L) arsênio
Referência	0,001 mg/L	0,05 mg/L	0,05 mg/L	0,009 mg/L	0,3 mg/L	0,1 mg/L	0,025 mg/L	0,01mg/L	0,01 mg/L	0,18 mg/L	NSA	NSA	NSA	NSA	0,01 mg/L
Canal 1.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	12356,5	120,3	5,8	< 0,5	< 0,01
Canal 1.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	253,1	1,2	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 1.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	72,4	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 2.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	7652,3	53,3	3,2	< 0,5	< 0,01
Canal 2.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	360,8	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 2.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	89,3	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	15648,9	68,6	9,8	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	5820,7	34,2	2,9	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	110,3	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p4	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	40,9	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p5	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	35,6	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p6	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	398,7	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 4.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	206,3	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 4.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	77,6	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 4.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	65,3	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 5.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	15620,9	120,3	10,9	< 0,5	< 0,01
Canal 5.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	615,3	3,8	1,2	< 0,5	< 0,01
Canal 5.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	360,9	0,9	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 6.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	120,8	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 6.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	63,7	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 6.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	80,6	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01

NSA: NÃO SE APLICA

**QUADRO 31: RESULTADO DAS ANÁLISES DE METAIS – AMOSTRAS COLETADAS EM SETEMBRO DE 2018**

Local	Cd (mg/L) cádmio	Co (mg/L) cobalto	Cr (mg/L) crômio	Cu (mg/L) cobre	Fe (mg/L) ferro	Mn (mg/L) manganês	Ni (mg/L) níquel	Pb (mg/L) chumbo	Se (mg/L) selênio	Zn (mg/L) zinco	Na (mg/L) sódio	K (mg/L) potássio	Ca (mg/L) cálcio	Mg (mg/L) magnésio	As (µg/L) arsênio
Referência	0,001 mg/L	0,05 mg/L	0,05 mg/L	0,009 mg/L	0,3 mg/L	0,1 mg/L	0,025 mg/L	0,01mg/L	0,01 mg/L	0,18 mg/L					0,01 mg/L
Canal 1.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	32,6	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 1.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	68,3	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 1.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	59,6	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 2.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	25,1	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 2.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	32,6	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 2.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	32	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	41,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	56,8	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	66,6	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p4	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	45,3	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p5	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	33,2	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p6	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	29,3	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 4.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	16,3	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 4.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	32,3	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 4.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	15,3	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 5.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	45,1	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 5.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	25,1	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 5.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	99,6	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 6.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	25,3	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 6.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	982,2	3,6	3,6	< 0,5	< 0,01
Canal 6.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	68,6	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01

**NSA: NÃO SE APLICA**

**QUADRO 32: RESULTADO DAS ANÁLISES DE METAIS – AMOSTRAS COLETADAS EM OUTUBRO DE 2018**

Local	Cd (mg/L) cádmio	Co (mg/L) cobalto	Cr (mg/L) crômio	Cu (mg/L) cobre	Fe (mg/L) ferro	Mn (mg/L) manganês	Ni (mg/L) níquel	Pb (mg/L) chumbo	Se (mg/L) selênio	Zn (mg/L) zinco	Na (mg/L) sódio	K (mg/L) potássio	Ca (mg/L) cálcio	Mg (mg/L) magnésio	As (µg/L) arsênio
Referência	0,001 mg/L	0,05 mg/L	0,05 mg/L	0,009 mg/L	0,3 mg/L	0,1 mg/L	0,025 mg/L	0,01mg/L	0,01 mg/L	0,18 mg/L	NSA	NSA	NSA	NSA	0,01 mg/L
Canal 1.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	70,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 1.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	16,3	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 1.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	12,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 2.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	18,4	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 2.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	52,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 2.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	16,3	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	596,6	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	74,1	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	35,2	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p4	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	1,2	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p5	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	1,9	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p6	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	3,2	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 4.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	2,2	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 4.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	7,8	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 4.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	2,6	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 5.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	1,8	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 5.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	59,6	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 5.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	10,9	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 6.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	6,9	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 6.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	2,6	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 6.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	2,9	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01

NSA: NÃO SE APLICA

**QUADRO 33: RESULTADO DAS ANÁLISES DE METAIS – AMOSTRAS COLETADAS EM NOVEMBRO DE 2018**

Local	Cd (mg/L) cádmio	Co (mg/L) cobalto	Cr (mg/L) crômio	Cu (mg/L) cobre	Fe (mg/L) ferro	Mn (mg/L) manganês	Ni (mg/L) níquel	Pb (mg/L) chumbo	Se (mg/L) selênio	Zn (mg/L) zinco	Na (mg/L) sódio	K (mg/L) potássio	Ca (mg/L) cálcio	Mg (mg/L) magnésio	As (µg/L) arsênio
Referência	0,001 mg/L	0,05 mg/L	0,05 mg/L	0,009 mg/L	0,3 mg/L	0,1 mg/L	0,025 mg/L	0,01mg/L	0,01 mg/L	0,18 mg/L	NSA	NSA	NSA	NSA	0,01 mg/L
Canal 1.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	10,8	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 1.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	74,8	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 1.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	360,3	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 2.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	260,4	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 2.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	112,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 2.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	520,3	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	260,3	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	36,3	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	33,8	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p4	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	1160,1	< 0,5	2,6	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p5	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	19,2	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p6	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	13,3	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 4.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	9,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 4.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	865,7	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 4.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	560,3	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 5.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	1780,1	2,5	6,3	< 0,5	< 0,01
Canal 5.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	352,1	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 5.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	370,4	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 6.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	642,7	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 6.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	69,6	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 6.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	66,8	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01

NSA: NÃO SE APLICA

**QUADRO 34: MÉDIA DOS RESULTADO DAS ANÁLISES DE METAIS**

Local	Cd (mg/L) cádmio	Co (mg/L) cobalto	Cr (mg/L) crômio	Cu (mg/L) cobre	Fe (mg/L) ferro	Mn (mg/L) manganês	Ni (mg/L) níquel	Pb (mg/L) chumbo	Se (mg/L) selênio	Zn (mg/L) zinco	Na (mg/L) sódio	K (mg/L) potássio	Ca (mg/L) cálcio	Mg (mg/L) magnésio	As (µg/L) arsênio
Referência	0,001 mg/L	0,05 mg/L	0,05 mg/L	0,009 mg/L	0,3 mg/L	0,1 mg/L	0,025 mg/L	0,01mg/L	0,01 mg/L	0,18 mg/L	NSA	NSA	NSA	NSA	0,01 mg/L
Canal 1.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	1530,7	47,3	9,8	< 0,5	< 0,01
Canal 1.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	203,2	30,2	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 1.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	239,9	25,8	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 2.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	859,0	24,9	18,5	< 0,5	< 0,01
Canal 2.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	232,1	18,2	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 2.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	1211,7	45,9	13,1	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	2070,6	46,7	16,9	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	1272,2	49,5	12,0	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	807,9	51,2	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p4	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	1263,0	70,7	12,0	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p5	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	603,0	57,4	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 3.p6	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	673,9	67,0	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 4.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	1463,5	101,3	24,1	< 0,5	< 0,01
Canal 4.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	343,6	37,0	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 4.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	671,9	51,2	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 5.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	3411,9	87,8	16,2	< 0,5	< 0,01
Canal 5.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	839,9	44,7	12,9	< 0,5	< 0,01
Canal 5.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	660,8	41,9	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 6.p1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	193,7	13,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01
Canal 6.p2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	142,1	5,9	10,8	< 0,5	< 0,01
Canal 6.p3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	<0,01	< 0,09	73,3	6,5	< 0,5	< 0,5	< 0,01

NSA: NÃO SE APLICA

### 6.1.3 Análises de ânions por Cromatografia de Íons

Resultados das análises de ânions por Cromatógrafo de Íons Metrohm modelo 883 equipado com amostrador automático modelo 863, das amostras coletadas nos Canais de Santos ao longo dos 12 meses encontram-se nos **QUADROS 35 a 46**. O **QUADRO 47** traz os valores médios obtidos ao longo dos 12 meses.

**QUADRO 35: RESULTADO DAS ANÁLISES DE ÂNIONS – AMOSTRAS COLETADAS EM NOVEMBRO/2017**

Local	F <sup>-</sup> (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)
Canal 1.p1	< 0,1	47,7	< 0,07	8,4	< 0,1	34,8
Canal 1.p2	< 0,1	39,4	< 0,07	2,0	< 0,1	12,6
Canal 1.p3	< 0,1	44,3	< 0,07	15,5	< 0,1	15,4
Canal 2.p1	< 0,1	62,7	< 0,07	14,5	< 0,1	21,2
Canal 2.p2	< 0,1	55,4	< 0,07	15,7	< 0,1	14,3
Canal 2.p3	< 0,1	57,8	< 0,07	24,0	< 0,1	16,3
Canal 3.p1	0,1	60,9	< 0,07	7,9	< 0,1	9,2
Canal 3.p2	< 0,1	16,6	< 0,07	6,5	< 0,1	7,5
Canal 3.p3	< 0,1	11,1	< 0,07	8,4	< 0,1	3,9
Canal 3.p4	< 0,1	5,6	< 0,07	4,1	< 0,1	7,3
Canal 3.p5	< 0,1	35,3	< 0,07	23,4	< 0,1	5,4
Canal 3.p6	< 0,1	19,3	< 0,07	20,1	< 0,1	16,6
Canal 4.p1	< 0,1	73,1	< 0,07	10,1	< 0,1	18,6
Canal 4.p2	< 0,1	82,9	< 0,07	45,9	< 0,1	70,9
Canal 4.p3	< 0,1	86,7	< 0,07	16,9	< 0,1	60,3
Canal 5.p1	< 0,1	61,7	< 0,07	57,7	< 0,1	66,6
Canal 5.p2	< 0,1	61,5	< 0,07	38,4	< 0,1	4,8
Canal 5.p3	< 0,1	54,5	< 0,07	26,4	< 0,1	34,9
Canal 6.p1	< 0,1	14,4	< 0,07	17,8	< 0,1	15,7
Canal 6.p2	< 0,1	13,3	< 0,07	22,2	< 0,1	8,8
Canal 6.p3	< 0,1	53,5	< 0,07	12,5	< 0,1	82,5

**QUADRO 36: RESULTADO DAS ANÁLISES DE ÂNIONS – AMOSTRAS COLETADAS EM JANEIRO/2018**

Local	F <sup>-</sup> (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)
Canal 1.p1	< 0,1	62,3	< 0,07	33,5	< 0,1	46,2
Canal 1.p2	< 0,1	88,9	< 0,07	28,1	< 0,1	31,6
Canal 1.p3	< 0,1	25,3	< 0,07	23,2	< 0,1	0,6
Canal 2.p1	< 0,1	70,3	< 0,07	45,7	< 0,1	36,3
Canal 2.p2	< 0,1	65,3	< 0,07	66,4	< 0,1	46,8
Canal 2.p3	< 0,1	14,4	< 0,07	8,3	< 0,1	7,9
Canal 3.p1	0,1	85,1	< 0,07	27,1	< 0,1	31,1
Canal 3.p2	< 0,1	20,2	< 0,07	7,5	< 0,1	6,5
Canal 3.p3	< 0,1	15,8	< 0,07	10,1	< 0,1	15,3
Canal 3.p4	< 0,1	13,6	< 0,07	28,6	< 0,1	19,4
Canal 3.p5	< 0,1	22,9	< 0,07	20,6	< 0,1	16,1
Canal 3.p6	< 0,1	24,5	< 0,07	9,3	< 0,1	17,9
Canal 4.p1	< 0,1	103,0	< 0,07	12,4	< 0,1	37,3
Canal 4.p2	< 0,1	82,4	< 0,07	22,2	< 0,1	27,7
Canal 4.p3	< 0,1	82,3	< 0,07	15,0	< 0,1	35,6
Canal 5.p1	< 0,1	66,4	< 0,07	5,6	< 0,1	36,1
Canal 5.p2	< 0,1	26,7	< 0,07	18,2	< 0,1	27,7
Canal 5.p3	< 0,1	91,1	< 0,07	15,7	< 0,1	81,4
Canal 6.p1	< 0,1	128,1	< 0,07	3,9	< 0,1	58,1
Canal 6.p2	< 0,1	63,0	< 0,07	15,2	< 0,1	23,9
Canal 6.p3	< 0,1	51,6	< 0,07	14,9	< 0,1	25,5

**QUADRO 37:** RESULTADO DAS ANÁLISES DE ÂNIONS – AMOSTRAS COLETADAS EM FEVEREIRO/2018

Local	F <sup>-</sup> (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)
Canal 1.p1	< 0,1	163,6	< 0,07	12,9	< 0,1	37,6
Canal 1.p2	< 0,1	82,3	< 0,07	14,9	< 0,1	30,0
Canal 1.p3	< 0,1	33,2	< 0,07	13,8	< 0,1	15,6
Canal 2.p1	< 0,1	22,9	< 0,07	9,4	< 0,1	21,0
Canal 2.p2	< 0,1	34,4	< 0,07	15,2	< 0,1	25,5
Canal 2.p3	< 0,1	30,4	< 0,07	17,5	< 0,1	24,2
Canal 3.p1	0,1	112,0	< 0,07	17,0	< 0,1	47,0
Canal 3.p2	< 0,1	111,7	< 0,07	15,0	< 0,1	42,9
Canal 3.p3	< 0,1	41,2	< 0,07	16,4	< 0,1	31,9
Canal 3.p4	< 0,1	24,3	< 0,07	7,1	< 0,1	12,0
Canal 3.p5	< 0,1	17,8	< 0,07	7,2	< 0,1	22,2
Canal 3.p6	< 0,1	44,9	< 0,07	14,3	< 0,1	22,4
Canal 4.p1	< 0,1	164,9	< 0,07	34,4	< 0,1	35,5
Canal 4.p2	< 0,1	131,0	< 0,07	18,7	< 0,1	40,5
Canal 4.p3	< 0,1	150,5	< 0,07	12,3	< 0,1	37,1
Canal 5.p1	< 0,1	140,3	< 0,07	10,1	< 0,1	30,5
Canal 5.p2	< 0,1	146,4	< 0,07	12,2	< 0,1	39,3
Canal 5.p3	< 0,1	210,0	< 0,07	19,3	< 0,1	82,3
Canal 6.p1	< 0,1	79,4	< 0,07	11,4	< 0,1	49,3
Canal 6.p2	< 0,1	41,1	< 0,07	11,1	< 0,1	19,1
Canal 6.p3	< 0,1	78,9	< 0,07	14,9	< 0,1	38,2



**QUADRO 38:** RESULTADO DAS ANÁLISES DE ÂNIONS – AMOSTRAS COLETADAS EM MARÇO/2018

Local	F <sup>-</sup> (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)
Canal 1.p1	< 0,1	158,9	< 0,07	2,0	< 0,1	81,8
Canal 1.p2	< 0,1	83,0	< 0,07	5,2	< 0,1	64,7
Canal 1.p3	< 0,1	31,7	< 0,07	7,3	< 0,1	0,7
Canal 2.p1	< 0,1	161,6	< 0,07	17,0	< 0,1	85,6
Canal 2.p2	< 0,1	78,1	< 0,07	18,5	< 0,1	55,4
Canal 2.p3	< 0,1	57,4	< 0,07	6,2	< 0,1	7,2
Canal 3.p1	0,1	126,7	< 0,07	2,0	< 0,1	87,4
Canal 3.p2	< 0,1	140,2	< 0,07	24,2	< 0,1	68,9
Canal 3.p3	< 0,1	19,3	< 0,07	19,8	< 0,1	80,2
Canal 3.p4	< 0,1	30,6	< 0,07	7,0	< 0,1	10,0
Canal 3.p5	< 0,1	28,5	< 0,07	3,5	< 0,1	6,4
Canal 3.p6	< 0,1	43,8	< 0,07	19,0	< 0,1	5,4
Canal 4.p1	< 0,1	133,1	< 0,07	57,0	< 0,1	43,2
Canal 4.p2	< 0,1	178,4	< 0,07	50,3	< 0,1	69,5
Canal 4.p3	< 0,1	173,6	< 0,07	7,7	< 0,1	118,0
Canal 5.p1	< 0,1	237,4	< 0,07	72,8	< 0,1	76,9
Canal 5.p2	< 0,1	244,3	< 0,07	6,9	< 0,1	59,4
Canal 5.p3	< 0,1	247,3	< 0,07	58,8	< 0,1	71,9
Canal 6.p1	< 0,1	182,6	< 0,07	76,0	< 0,1	73,2
Canal 6.p2	< 0,1	109,2	< 0,07	3,3	< 0,1	67,8
Canal 6.p3	< 0,1	104,2	< 0,07	7,0	< 0,1	12,0

**QUADRO 39: RESULTADO DAS ANÁLISES DE ÂNIONS – AMOSTRAS COLETADAS EM ABRIL/2018**

Local	F <sup>-</sup> (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)
Canal 1.p1	0,3	62,6	< 0,07	14,4	< 0,1	24,0
Canal 1.p2	0,3	55,0	< 0,07	17,4	< 0,1	22,3
Canal 1.p3	0,3	42,7	< 0,07	17,9	< 0,1	27,3
Canal 2.p1	0,3	67,4	< 0,07	23,8	< 0,1	29,0
Canal 2.p2	0,3	73,5	< 0,07	41,4	< 0,1	29,7
Canal 2.p3	0,3	43,2	< 0,07	25,7	< 0,1	28,0
Canal 3.p1	0,4	133,8	< 0,07	18,4	< 0,1	34,6
Canal 3.p2	0,3	63,3	< 0,07	15,6	< 0,1	34,2
Canal 3.p3	0,4	37,5	< 0,07	13,7	< 0,1	28,4
Canal 3.p4	0,4	27,2	< 0,07	10,0	< 0,1	17,5
Canal 3.p5	0,4	35,8	< 0,07	30,9	< 0,1	19,1
Canal 3.p6	0,4	36,1	< 0,07	28,7	< 0,1	19,6
Canal 4.p1	0,4	176,7	< 0,07	17,5	< 0,1	36,9
Canal 4.p2	0,4	96,1	< 0,07	20,3	< 0,1	28,9
Canal 4.p3	0,3	123,0	< 0,07	14,9	< 0,1	35,5
Canal 5.p1	0,4	427,3	< 0,07	13,6	< 0,1	68,5
Canal 5.p2	0,3	221,3	< 0,07	6,6	< 0,1	95,5
Canal 5.p3	0,3	158,9	< 0,07	16,9	< 0,1	42,3
Canal 6.p1	0,5	85,1	< 0,07	12,2	< 0,1	23,0
Canal 6.p2	0,3	92,6	< 0,07	16,8	< 0,1	26,2
Canal 6.p3	0,4	94,5	< 0,07	19,4	< 0,1	32,8

**QUADRO 40: RESULTADO DAS ANÁLISES DE ÂNIONS – AMOSTRAS COLETADAS EM MAIO/2018**

Local	F <sup>-</sup> (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)
Canal 1.p1	0,7	3573,3	< 0,07	10,3	2,9	449,9
Canal 1.p2	0,8	1250,9	< 0,07	40,3	2,8	173,6
Canal 1.p3	0,8	1448,7	< 0,07	42,8	3,2	192,2
Canal 2.p1	1,1	927,5	< 0,07	40,9	3,0	139,2
Canal 2.p2	0,8	1070,1	< 0,07	43,4	3,3	172,0
Canal 2.p3	1,1	10391,7	< 0,07	38,5	2,9	1185,6
Canal 3.p1	1,0	5901,5	< 0,07	35,5	3,1	637,8
Canal 3.p2	0,9	7091,9	< 0,07	37,6	3,1	786,3
Canal 3.p3	1,0	7208,7	< 0,07	38,3	3,0	806,5
Canal 3.p4	1,1	9940,9	< 0,07	37,0	2,8	1130,9
Canal 3.p5	0,9	5062,3	< 0,07	42,2	2,8	643,8
Canal 3.p6	0,9	5969,0	< 0,07	41,0	2,9	658,8
Canal 4.p1	6,2	18212,3	< 0,07	323,6	3,1	2349,7
Canal 4.p2	0,8	1586,1	< 0,07	41,7	3,4	212,3
Canal 4.p3	0,9	4832,5	< 0,07	37,8	2,7	619,9
Canal 5.p1	5,2	12736,6	< 0,07	287,1	2,7	1679,2
Canal 5.p2	5,6	5303,7	< 0,07	303,2	2,7	873,2
Canal 5.p3	0,8	4554,1	< 0,07	38,0	2,8	580,8
Canal 6.p1	0,8	765,7	< 0,07	37,5	3,1	118,2
Canal 6.p2	0,8	181,6	< 0,07	40,2	3,0	55,9
Canal 6.p3	0,7	141,0	< 0,07	39,6	2,9	55,6

**QUADRO 41:** RESULTADO DAS ANÁLISES DE ÂNIONS – AMOSTRAS COLETADAS EM JUNHO/2018

Local	F <sup>-</sup> (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)
Canal 1.p1	0,75	3949,4	< 0,07	45,6	1,2	487,4
Canal 1.p2	0,7	1231,9	< 0,07	38,9	2	165,4
Canal 1.p3	0,69	1489,4	< 0,07	42,1	3,4	190,3
Canal 2.p1	0,89	960,1	< 0,07	40,1	0,5	139,5
Canal 2.p2	0,7	1058,1	< 0,07	45,1	0,3	165,7
Canal 2.p3	0,91	9096,1	< 0,07	37,8	6,5	1181,4
Canal 3.p1	0,84	5230	< 0,07	34,9	2,8	639,3
Canal 3.p2	0,85	6299,6	< 0,07	36,3	3,1	791,6
Canal 3.p3	0,9	6750,7	< 0,07	37,5	6,7	857,5
Canal 3.p4	0,97	9113,1	< 0,07	37,0	3,6	1181,9
Canal 3.p5	0,85	5334,5	< 0,07	41,0	2,5	663,7
Canal 3.p6	0,91	5691,6	< 0,07	41,3	3,6	712,5
Canal 4.p1	0,89	5146,3	< 0,07	38,9	2,6	638,4
Canal 4.p2	0,77	1721,8	< 0,07	41,3	1,5	219,0
Canal 4.p3	0,85	4809,9	< 0,07	37,1	3,6	604,9
Canal 5.p1	1,64	16473,8	< 0,07	30,8	9,2	1914,4
Canal 5.p2	0,87	7167,7	< 0,07	35,7	0,6	909,1
Canal 5.p3	0,87	4795,9	< 0,07	37,3	3,1	595,5
Canal 6.p1	0,85	790,5	< 0,07	7,6	0,6	118,0
Canal 6.p2	0,69	187,5	< 0,07	3,1	< 0,1	55,7
Canal 6.p3	0,68	145,7	< 0,07	2,0	< 0,1	56,2

**QUADRO 42:** RESULTADO DAS ANÁLISES DE ÂNIONS – AMOSTRAS COLETADAS EM JULHO/2018

Local	F <sup>-</sup> (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)
Canal 1.p1	0,74	326,3	< 0,07	42,3	< 0,1	77,6
Canal 1.p2	0,68	142,8	< 0,07	38,2	< 0,1	54,6
Canal 1.p3	0,68	339,6	< 0,07	39,4	< 0,1	76,9
Canal 2.p1	0,68	313,7	< 0,07	42,9	< 0,1	73,7
Canal 2.p2	0,69	333,8	< 0,07	42,2	< 0,1	76,7
Canal 2.p3	0,78	494,3	< 0,07	41,4	< 0,1	92,8
Canal 3.p1	0,68	303,9	< 0,07	36,7	< 0,1	73,8
Canal 3.p2	0,69	189	< 0,07	45,5	< 0,1	59,8
Canal 3.p3	0,69	68,6	< 0,07	36,3	< 0,1	44,9
Canal 3.p4	0,75	40	< 0,07	33,9	< 0,1	39,5
Canal 3.p5	0,87	42,3	< 0,07	42,6	< 0,1	39,3
Canal 3.p6	0,74	40,9	< 0,07	41,9	< 0,1	38,7
Canal 4.p1	0,84	145,5	< 0,07	38,3	< 0,1	54,3
Canal 4.p2	0,66	126,2	< 0,07	40,1	< 0,1	54,5
Canal 4.p3	0,65	145,6	< 0,07	37,8	< 0,1	72,4
Canal 5.p1	0,77	1487,7	< 0,07	38,5	< 0,1	193,1
Canal 5.p2	0,67	293,2	< 0,07	35,4	< 0,1	85,9
Canal 5.p3	0,67	155,2	< 0,07	39	< 0,1	60,3
Canal 6.p1	0,76	108,4	< 0,07	36,1	< 0,1	47,9
Canal 6.p2	0,61	92,8	< 0,07	45,3	< 0,1	46,3
Canal 6.p3	0,66	156,1	< 0,07	39,8	< 0,1	58,0

**QUADRO 43: RESULTADO DAS ANÁLISES DE ÂNIONS – AMOSTRAS COLETADAS EM AGOSTO/2018**

Local	F <sup>-</sup> (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)
Canal 1.p1	0,99	17035,1	< 0,07	30,3	3,6	1936,0
Canal 1.p2	0,63	303,8	< 0,07	5,3	< 0,1	72,5
Canal 1.p3	0,61	72,5	< 0,07	3,6	< 0,1	64,2
Canal 2.p1	0,82	10330,1	< 0,07	31,7	5,3	1315,0
Canal 2.p2	0,65	480,6	< 0,07	7,2	< 0,1	93,9
Canal 2.p3	0,68	90,2	< 0,07	4,6	< 0,1	69,9
Canal 3.p1	1,01	17679,9	< 0,07	30,4	8,3	2012,7
Canal 3.p2	0,83	8184,1	< 0,07	36,6	6,3	1023,5
Canal 3.p3	0,71	104,3	< 0,07	5,3	< 0,1	54,2
Canal 3.p4	0,73	49,1	< 0,07	3,2	< 0,1	40,6
Canal 3.p5	0,84	45,3	< 0,07	7,2	< 0,1	36,2
Canal 3.p6	0,83	574,7	< 0,07	43,9	< 0,1	98,7
Canal 4.p1	0,73	226,2	< 0,07	1,2	< 0,1	64,9
Canal 4.p2	0,7	139,5	< 0,07	9,2	< 0,1	67,2
Canal 4.p3	0,61	110,6	< 0,07	7,6	< 0,1	78,8
Canal 5.p1	1,03	18910,1	< 0,07	30,8	2,3	2162,2
Canal 5.p2	0,69	872,7	< 0,07	7,8	< 0,1	126,3
Canal 5.p3	0,63	533,8	< 0,07	9,4	< 0,1	96,8
Canal 6.p1	0,77	154,9	< 0,07	5,2	< 0,1	51,4
Canal 6.p2	0,66	88,3	< 0,07	5,6	< 0,1	43,2
Canal 6.p3	0,69	113,6	< 0,07	7,3	< 0,1	50,5

**QUADRO 44: RESULTADO DAS ANÁLISES DE ÂNIONS – AMOSTRAS COLETADAS EM SETEMBRO/2018**

Local	F <sup>-</sup> (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)
Canal 1.p1	1,18	56,3	< 0,07	4,2	< 0,1	3,7
Canal 1.p2	0,7	92,1	< 0,07	3,4	< 0,1	4,5
Canal 1.p3	0,6	89,8	< 0,07	1,2	< 0,1	4,9
Canal 2.p1	0,45	29,9	< 0,07	3	< 0,1	3,8
Canal 2.p2	0,5	47,5	< 0,07	1,6	< 0,1	3,9
Canal 2.p3	0,47	51,4	< 0,07	1,1	< 0,1	3,2
Canal 3.p1	0,5	62	< 0,07	3,3	< 0,1	7,5
Canal 3.p2	0,58	81,3	< 0,07	3,7	< 0,1	4,7
Canal 3.p3	0,52	93,9	< 0,07	2,4	< 0,1	3,6
Canal 3.p4	0,5	66,3	< 0,07	3,2	< 0,1	3,4
Canal 3.p5	0,49	52,5	< 0,07	2,1	< 0,1	3,2
Canal 3.p6	0,72	42,5	< 0,07	2,9	< 0,1	3,2
Canal 4.p1	0,53	23,8	< 0,07	1,1	< 0,1	1,1
Canal 4.p2	0,69	47,6	< 0,07	1,9	< 0,1	1,9
Canal 4.p3	0,43	21,8	< 0,07	0,5	< 0,1	< 0,5
Canal 5.p1	0,61	68,5	< 0,07	1,6	< 0,1	0,9
Canal 5.p2	0,48	37	< 0,07	< 0,5	< 0,1	1,2
Canal 5.p3	0,6	143,9	< 0,07	2,3	< 0,1	2,7
Canal 6.p1	0,47	55,1	< 0,07	1,1	< 0,1	3,7
Canal 6.p2	0,51	1570,9	< 0,07	3,3	< 0,1	21,0
Canal 6.p3	0,55	121,5	< 0,07	1,5	< 0,1	1,7

**QUADRO 45: RESULTADO DAS ANÁLISES DE ÂNIONS – AMOSTRAS COLETADAS EM OUTUBRO/2018**

Local	F <sup>-</sup> (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)
Canal 1.p1	< 0,1	121,3	< 0,07	3,5	< 0,1	6,3
Canal 1.p2	< 0,1	23,9	< 0,07	3,8	< 0,1	6,2
Canal 1.p3	< 0,1	17,8	< 0,07	< 0,5	< 0,1	6,2
Canal 2.p1	< 0,1	26,8	< 0,07	< 0,5	< 0,1	6,3
Canal 2.p2	< 0,1	75,8	< 0,07	< 0,5	< 0,1	11,1
Canal 2.p3	< 0,1	24,2	< 0,07	< 0,5	< 0,1	6,6
Canal 3.p1	0,1	845	< 0,07	< 0,5	< 0,1	19,1
Canal 3.p2	< 0,1	98	< 0,07	< 0,5	< 0,1	15,1
Canal 3.p3	< 0,1	51	< 0,07	< 0,5	< 0,1	3,2
Canal 3.p4	< 0,1	1,6	< 0,07	< 0,5	< 0,1	< 0,5
Canal 3.p5	< 0,1	2,7	< 0,07	< 0,5	< 0,1	< 0,5
Canal 3.p6	< 0,1	5,8	< 0,07	< 0,5	< 0,1	< 0,5
Canal 4.p1	< 0,1	1,55	< 0,07	< 0,5	< 0,1	< 0,5
Canal 4.p2	< 0,1	12,7	< 0,07	< 0,5	< 0,1	4,7
Canal 4.p3	< 0,1	4,6	< 0,07	< 0,5	< 0,1	4,4
Canal 5.p1	< 0,1	2,3	< 0,07	< 0,5	< 0,1	3,3
Canal 5.p2	< 0,1	112,9	< 0,07	< 0,5	< 0,1	19,2
Canal 5.p3	< 0,1	15,9	< 0,07	< 0,5	< 0,1	5,3
Canal 6.p1	< 0,1	8,9	< 0,07	< 0,5	< 0,1	4,9
Canal 6.p2	< 0,1	3,6	< 0,07	< 0,5	< 0,1	3,1
Canal 6.p3	< 0,1	3,6	< 0,07	< 0,5	< 0,1	3,3



**QUADRO 46: RESULTADO DAS ANÁLISES DE ÂNIONS – AMOSTRAS COLETADAS EM NOVEMBRO/2018**

Local	F <sup>-</sup> (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)
Canal 1.p1	< 0,1	15,5	< 0,07	< 0,5	< 0,1	< 0,5
Canal 1.p2	0,43	94,3	< 0,07	< 0,5	< 0,1	4,9
Canal 1.p3	0,22	785,7	< 0,07	10,6	< 0,1	33,7
Canal 2.p1	0,12	482,9	< 0,07	7,2	< 0,1	39,2
Canal 2.p2	< 0,5	148,1	< 0,07	< 0,5	< 0,1	5,9
Canal 2.p3	0,46	734,1	< 0,07	< 0,5	< 0,1	34,7
Canal 3.p1	0,44	388,7	< 0,07	< 0,5	< 0,1	8,9
Canal 3.p2	0,43	49,3	< 0,07	< 0,5	< 0,1	3,5
Canal 3.p3	0,46	45,2	< 0,07	< 0,5	< 0,1	3,4
Canal 3.p4	< 0,1	1568,2	< 0,07	9,4	< 0,1	135,2
Canal 3.p5	0,21	22,2	< 0,07	6,1	< 0,1	1,3
Canal 3.p6	0,18	19,1	< 0,07	11,9	< 0,1	< 0,5
Canal 4.p1	0,16	17,2	< 0,07	9,2	< 0,1	< 0,5
Canal 4.p2	0,68	1259,8	< 0,07	15,3	< 0,1	147,4
Canal 4.p3	0,16	820	< 0,07	5,7	< 0,1	26,9
Canal 5.p1	0,59	3243,4	< 0,07	24,3	< 0,1	171,6
Canal 5.p2	0,45	547	< 0,07	< 0,5	< 0,1	16,9
Canal 5.p3	0,46	522,7	< 0,07	6,3	< 0,1	10,1
Canal 6.p1	0,53	966,8	< 0,07	7,9	< 0,1	38,4
Canal 6.p2	0,55	122,2	< 0,07	< 0,5	< 0,1	4,6
Canal 6.p3	0,18	85,2	< 0,07	7	< 0,1	1,4

**QUADRO 47: MÉDIA DOS RESULTADO DAS ANÁLISES DE ÂNIONS**

Local	F <sup>-</sup> (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)
Canal 1.p1	< 1	2131,0	< 0,07	18,9	< 0,1	289,6
Canal 1.p2	< 1	290,7	< 0,07	18,0	< 0,1	53,6
Canal 1.p3	< 1	368,4	< 0,07	19,8	< 0,1	52,3
Canal 2.p1	< 1	1121,3	< 0,07	25,1	< 0,1	159,2
Canal 2.p2	< 1	293,4	< 0,07	29,7	< 0,1	58,4
Canal 2.p3	< 1	1757,1	< 0,07	20,5	< 0,1	221,5
Canal 3.p1	< 1	2577,5	< 0,07	21,3	< 0,1	326,3
Canal 3.p2	< 1	1862,1	< 0,07	22,9	< 0,1	237,0
Canal 3.p3	< 1	1203,9	< 0,07	18,8	< 0,1	161,1
Canal 3.p4	< 1	1740,0	< 0,07	16,4	< 0,1	236,2
Canal 3.p5	< 1	891,8	< 0,07	20,6	< 0,1	132,4
Canal 3.p6	< 1	1042,7	< 0,07	24,9	< 0,1	159,4
Canal 4.p1	< 1	2035,3	< 0,07	49,4	< 0,1	328,0
Canal 4.p2	< 1	455,4	< 0,07	27,9	< 0,1	78,7
Canal 4.p3	< 1	946,8	< 0,07	17,6	< 0,1	154,0
Canal 5.p1	< 1	4488,0	< 0,07	52,1	< 0,1	533,6
Canal 5.p2	< 1	1252,9	< 0,07	51,6	< 0,1	188,2
Canal 5.p3	< 1	956,9	< 0,07	24,5	< 0,1	138,7
Canal 6.p1	< 1	278,3	< 0,07	19,7	< 0,1	50,2
Canal 6.p2	< 1	213,8	< 0,07	16,6	< 0,1	31,3
Canal 6.p3	< 1	95,8	< 0,07	15,1	< 0,1	33,4

## 6.2 Caracterização da presença de patógenos por biologia molecular

Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Biologia Molecular do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas, IPECI, da Universidade Católica de Santos, envolvendo os estagiários sob supervisão das pesquisadoras responsáveis (Anexo Cronograma de atividades).

As amostras foram coletadas ao longo dos meses de novembro/2017 a novembro/2018, excluindo-se dezembro de 2017, em um total de 12 campanhas que originaram 252 amostras de água dos 6 Canais de Santos, sistematicamente coletadas em 3 pontos pré-estabelecidos de acordo com demonstrado na **FIGURA 7**.

Como mencionado as amostras destinadas ao estudo de microrganismos patogênicos foi coletada em frascos de polietileno estéril de 1000 mL e ao chegar no laboratório foram devidamente identificadas e submetidas a filtração à vácuo empregando-se membrana de Millipore, 0,22 µm, 47 mm, Merck, também estéril de acordo com a **FIGURA 13**.

Com o objetivo de obter uma amostra mais livre de contaminantes as amostras concentradas foram submetidas à extração de DNA pelo método Fenol: Clorofórmio adaptado

de (Sambrook, 1989), seguido pela precipitação por etanol em meio salino para posterior análise da presença ou ausência de patógenos empregando técnicas de análise molecular (PCR).

**FIGURA 13:** PROCESSO DE FILTRAÇÃO À VÁCUO EM MEMBRANAS MILLIPORE PARA CONCENTRAÇÃO DAS AMOSTRAS DE ÁGUA DOS CANAIS.

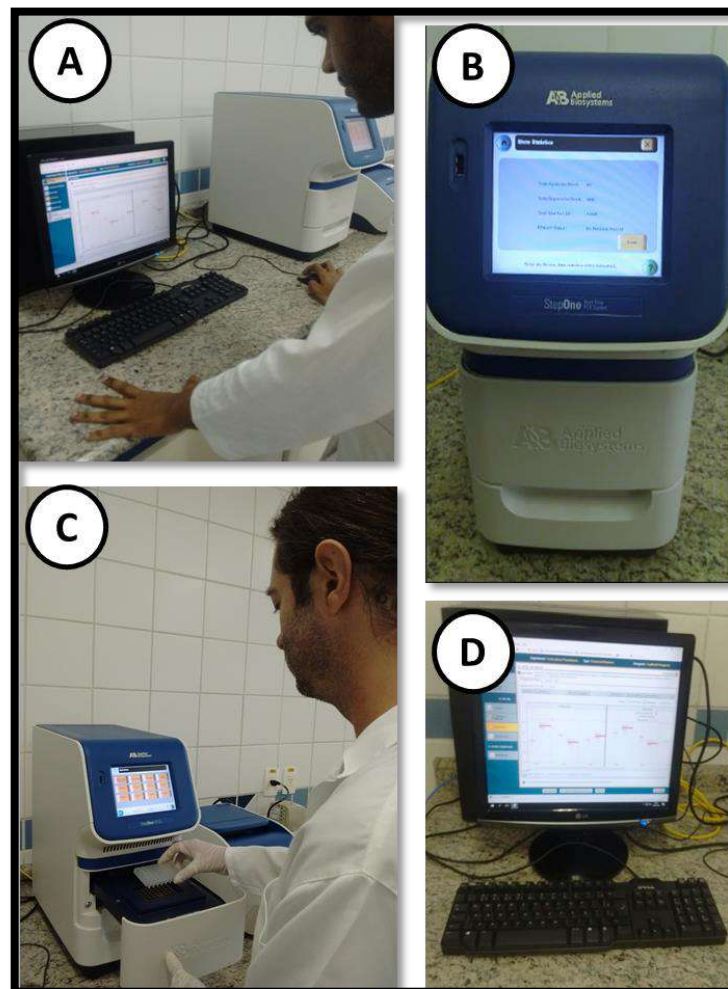


(A) e (B) MONTAGEM DO SISTEMA DE FILTRAÇÃO À VÁCUO; (C) REMOÇÃO DA MEMBRANA DA PLACA DE VIDRO SINTERIZADO APÓS PROCESSO DE FILTRAGEM PARA PASSAGEM PARA PLACA DE PETRI (D) LAVAGEM DA MEMBRANA COM ÁGUA ULTRAPURA ESTÉRIL EM PLACA DE PETRI (E) TRANSFERÊNCIA DA SUSPENSÃO DE BACTÉRIAS, CONCENTRADAS EM 2 ML, PARA TUBO ESTÉRIL, DEVIDAMENTE IDENTIFICADO.

### 6.2.1 Estudo da presença/ausência de microrganismos patogênicos por PCR

As reações de PCR foram realizadas nas amostras de DNA isoladas das águas dos Canais de Santos (após precipitação concentração com etanol e ressuspensão em água estéril livre de *RNase*. Foram obtidas no total 255 amostras/campanha: 3 amostras por Canal sendo que na 1ª Campanha coletou-se também para o Canal 7 e a partir do mês de janeiro de 2018 passou-se a coletar 6 pontos ao longo do Canal 3 por campanha de coleta. Todas essas amostras foram avaliadas por PCR convencional em termociclador *StepOne®*, *Applied Biosystems*, quanto à presença dos microrganismos patógenos alvo: *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella spp* e *Staphylococcus aureus* (FIGURA 14).

**FIGURA 14:** REAÇÕES DE PCR PARA DETERMINAR A AUSÊNCIA OU PRESENÇA DE BACTÉRIAS PATÓGENICAS NAS AMOSTRAS DE DNA EXTRAÍDO DAS ÁGUAS DOS CANAIS DE 1 A 6 DE SANTOS.



(A) OTIMIZANDO AS CONDIÇÕES PRÉ-ESTABELECIDAS PARA A AMPLIFICAÇÃO DAS SEQUÊNCIAS ALVO DE DNA DE CADA PATÓGENO SELECIONADO (B) VISTA DO TERMOCICLADOR EMPREGADO STEP ONE - APPLIED BIOSYSTEMS (C) INSERINDO A PLACA DE REAÇÃO (MICROAMP FAST OPTICAL 48 WELL REACTION PLATE – APPLIED BIOSYSTEMS – 0,1 ML) (D) PERFIL DA

CORRIDA ELETROFORÉTICA EM ANDAMENTO, PODENDO SER OBSERVADA A PROGRAMAÇÃO DOS CICLOS DA PCR NA TELA DO MONITOR DO COMPUTADOR E DO TERMOCICLAODOR.

Os *primers* empregados, nos experimentos para avaliação de presença ou ausência dos patógenos estudados por PCR convencional, foram obtidos por síntese química, como mencionados no tópico 5.3, Metodologia, da *Exxtend Biotecnologia Ltda*. Para tanto, foi realizado levantamento bibliográfico dos marcadores genéticos empregados para identificação dos microrganismos alvo e avaliação *in silico* empregando-se algoritmo Primer-BLAST (YE et al., 2012). A eficiência dos primers foi avaliada experimentalmente com DNA obtido das cepas de *Staphylococcus aureus*, ATCC 6538, *Salmonella typhimurium*, ATCC 14028, *Pseudomonas aeruginosa*, ATCC 9027, todas da marca Newprov, tal como pode-se observar nos géis de agarose corados com brometo de etídeo e pode-se observar a amplificação dos amplicons de tamanho esperado 279 pb, 159 pb e 249 pb, respectivamente (dados não apresentados).

A efetividade ou não das reações de PCR convencionais para os patógenos estudados foi acompanhada por eletroforese em gel de agarose à 2,0 %, com emprego de brometo de etídeo de acordo com o descrito em Metodologia, 5.3 (**FIGURA 15**). Os resultados dos géis visualizados com o auxílio de um transiluminador UV 312 mm, Kasvi, foram registrados por câmeras fotográficas.

**FIGURA 15:** ELETROFORESE EM GEL DE AGAROSE A 2 % PARA ESTUDO DA AUSÊNCIA OU PRESENÇA DE MICROORGANISMOS NAS ÁGUAS DOS CANAIS DE SANTOS.

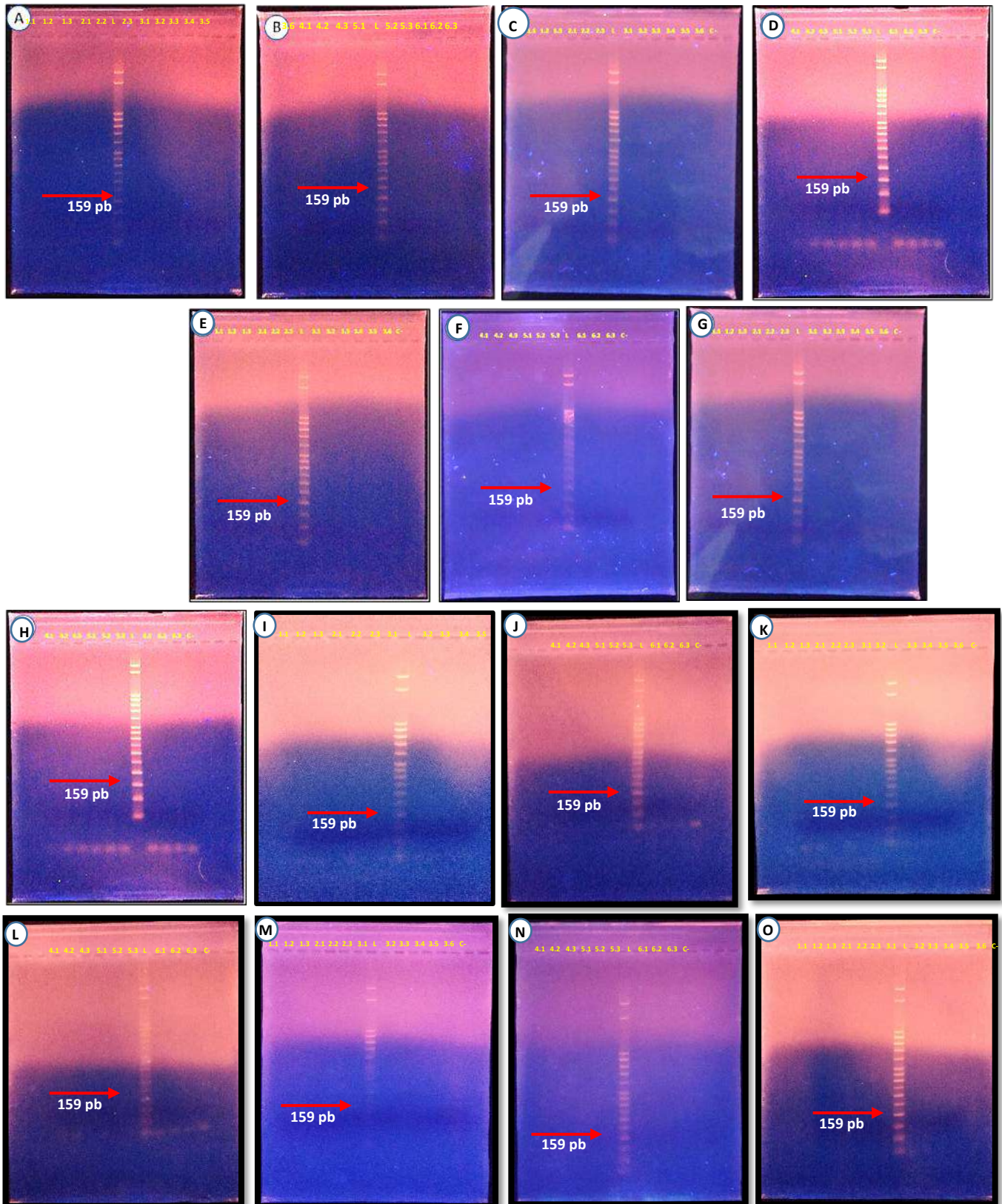


(A) CORRIDA ELETROFORÉTICA (B A D) MANIPULAÇÃO DO GEL PARA VISUALIZAÇÃO SOB LUZ UV DO RESULTADO DA PCR E REGISTRO FOTOGRÁFICO.

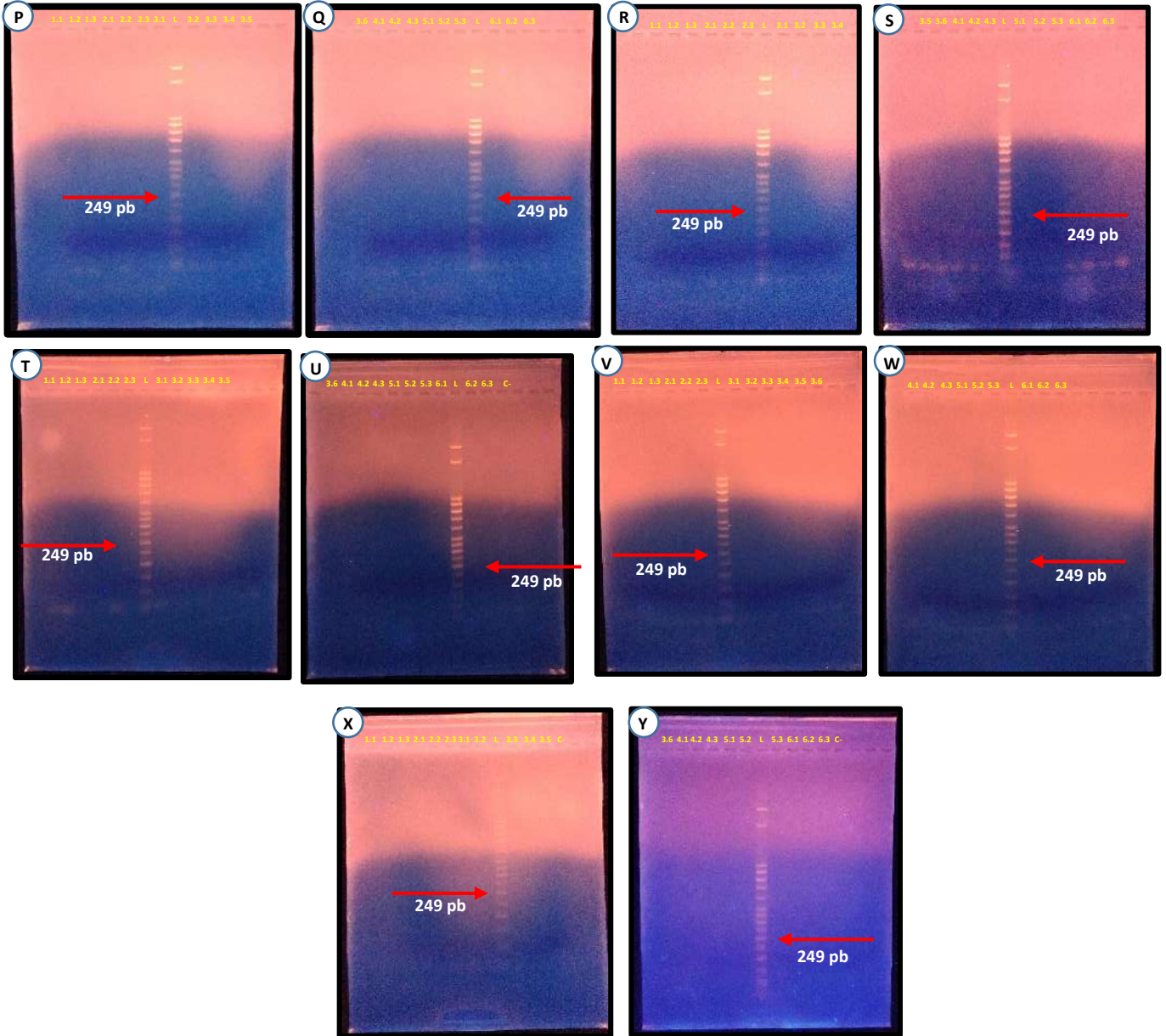
Os *primers* para o marcador *ompC* de *Salmonella* spp foram utilizados segundo protocolo descrito previamente em Metodologia, 5.3, com DNA total extraído das 252 amostras de água dos Canais de Santos (1 ao 6, observação, foi feita uma única coleta no Canal 7 na 1ª campanha, portanto, 255 amostras). Não foi observado em nenhuma das 255 amostras um único fragmento de aproximadamente 159 pb compatível com o amplicon esperado cujo tamanho é indicado nas figuras com uma seta, por analogia com o padrão de peso molecular (FIGURA 16 e 17).

72 amostras dessas negativadas para PCR convencional selecionadas ao longo do ano provenientes dos Canais 1 a 6 (12 amostras/Canal, totalizando 2 amostras/mês) qPCR com kit fornecido pela *Applied Biosystems* para estudo da presença ou ausência de *Salmonella* spp, e assim como obtido para PCR convencional apresentaram resultado negativo para presença desse patógeno (QUADRO 48).

**FIGURA 16:** ESTUDO DA AUSÊNCIA OU PRESENÇA DE *SALMONELLA SPP* NAS ÁGUAS DOS CANAIS DE SANTOS EMPREGANDO-SE A TÉCNICA DE PCR CONVENCIONAL. (A E B) AMOSTRAS COLETADAS NOS CANAIS DE 1 A 7, MÊS DE NOVEMBRO/2017; (C E D) AMOSTRAS COLETADAS NOS CANAIS DE 1 A 6, MÊS DE JANEIRO/2018; (E, F E G) AMOSTRAS COLETADAS NOS CANAIS DE 1 A 6, MÊS DE FEVEREIRO/2018; (H E I) AMOSTRAS COLETADAS NOS CANAIS DE 1 A 6, MÊS DE MARÇO/2018; (J E K) AMOSTRAS COLETADAS NOS CANAIS DE 1 A 6, MÊS DE ABRIL/2018; (L E M) AMOSTRAS COLETADAS NOS CANAIS DE 1 A 6, MÊS DE MAIO/2018; (N E O) AMOSTRAS COLETADAS NOS CANAIS DE 1 A 6, MÊS DE JUNHO/2018.



**FIGURA 17:** ESTUDO DA AUSÊNCIA OU PRESENÇA DE *SALMONELLA SPP* NAS ÁGUAS DOS CANAIS DE SANTOS EMPREGANDO-SE A TÉCNICA DE PCR CONVENCIONAL. (P E Q) AMOSTRAS COLETADAS NOS CANAIS DE 1 A 7, MÊS DE JULHO/2018; (R E S) AMOSTRAS COLETADAS NOS CANAIS DE 1 A 6, MÊS DE AGOSTO/2018; (T E U) AMOSTRAS COLETADAS NOS CANAIS DE 1 A 6, MÊS DE SETEMBRO/2018; (V E W) AMOSTRAS COLETADAS NOS CANAIS DE 1 A 6, MÊS DE OUTUBRO/2018; (X E Y) AMOSTRAS COLETADAS NOS CANAIS DE 1 A 6, MÊS DE NOVEMBRO/2018;





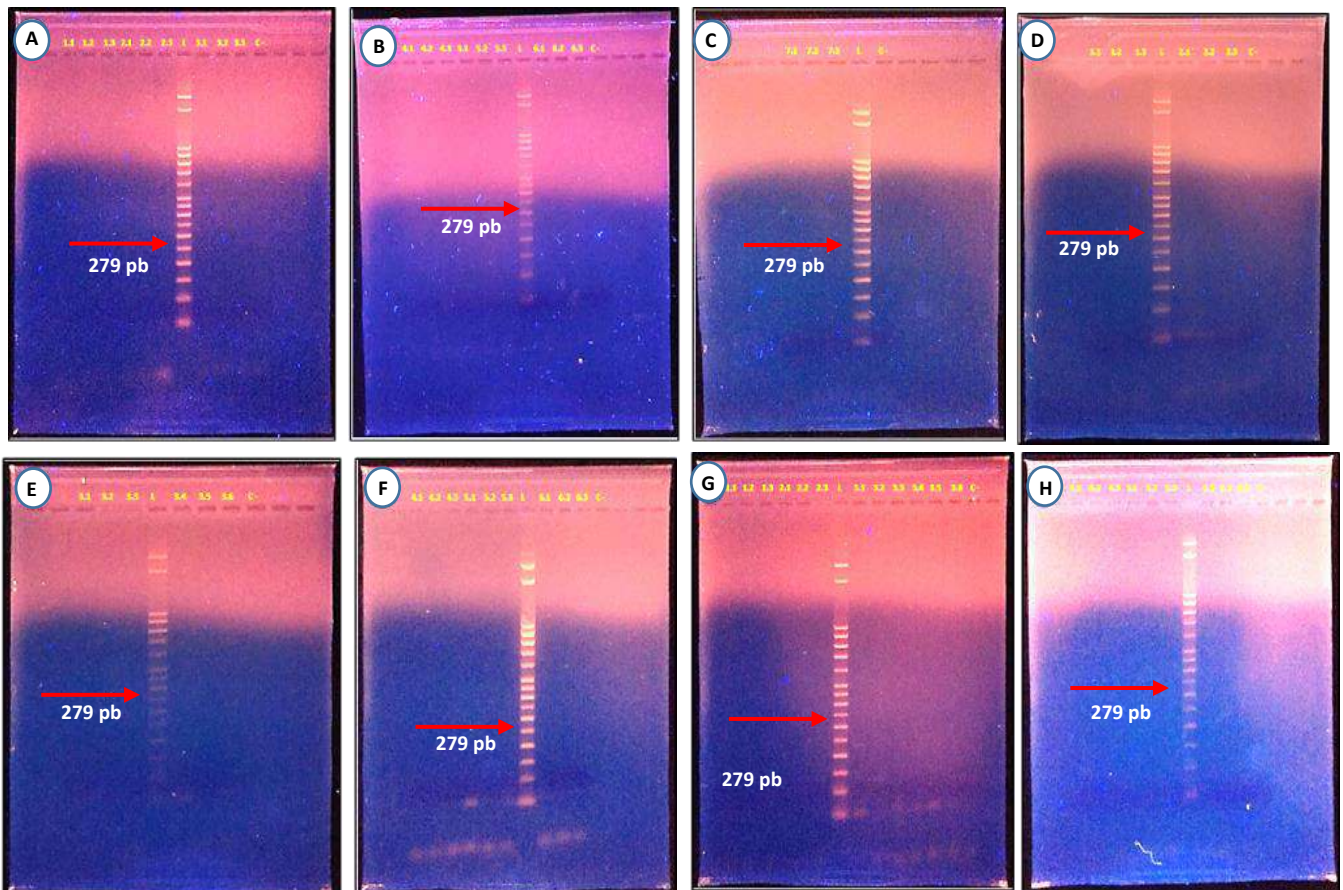
**QUADRO 48:** ESTUDO DA PRESENÇA/AUSÊNCIA DE *SALMONELLA SPP* NAS ÁGUAS DOS CANAIS DE SANTOS (1 A 6) NO PERÍODO DE NOV/2017 A NOV/2018 POR PCR

PARTE A: PCR CONVENCIONAL														PARTE B: qPCR			
Alvo <i>Staphylococcus aureus</i>	N. de amostras testadas /mês	Nº de resultados (+) obtidos /mês												Nº resultados (+) obtidos/Nº total de amostras testadas (ano)	N. de amostras negativadas na PCR convencional testadas (ano)	Nº de resultados (+) obtidos/Nº total de amostras testadas (ano)	
		Nov/2017	Jan/2018	Fev/2018	Mar/2018	Abr/2018	Mai/2018	Jun/2018	Jul/2018	Ago/2018	Set/2018	Out/2018	Nov/2018				
Canal 1.p1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0/36	12	0/12
Canal 2.p1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0/36	12	0/12
Canal 3.p1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0/72	12	0/12
Canal 4.p1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0/36	12	0/12
Canal 5.p1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0/36	12	0/12
Canal 6.p1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0/36	12	0/12

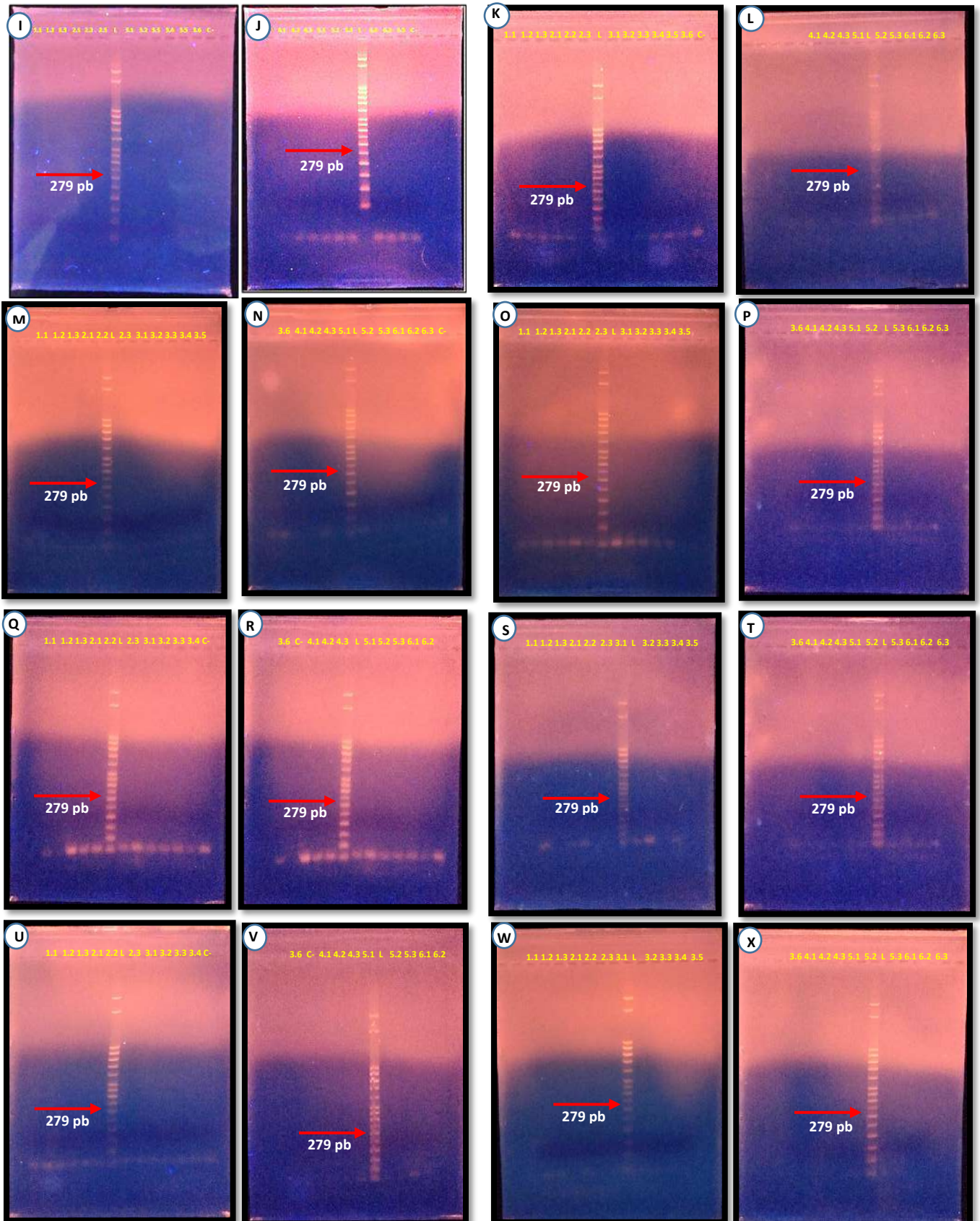
De forma análoga ao realizado ao obtido para *Salmonella* spp, os primers para o marcador nuc de *Staphylococcus aureus*, também foram testados com as amostras de DNA total extraídos das 255 amostras de água dos Canais de Santos e também não possibilitou a amplificação de um único fragmento de DNA de aproximadamente 279 pb amplicon espera, cujo tamanho é indicado nas figuras, com uma seta, por analogia com o padrão de peso molecular. Destaca-se que nas amostras provenientes às campanhas de nov/2017 à mar/2018 as amostras empregadas não haviam passado por processo de extração de DNA, o processo empregado foi o de lise por choque térmico. Entretanto, mesmo procedendo à extração de DNA, e alterando as condições da PCR e concentrações de  $MgCl_2$  na reação, a resolução das reações que negativaram não apresentaram nenhum sinal de mudança (**FIGURAS 18, 19 e 20**).

Ao se proceder à avaliação da presença desse patógeno por qPCR empregando o kit MicroSEQ® *Salmonella* spp DET para estudo da presença ou ausência de *Salmonella* spp, em 72 amostras negativadas para PCR convencional, o resultado obtido também foi negativo essa metodologia endossando a ausência do patógeno nas amostras avaliadas (Canais 1 a 6) (**QUADRO 49**).

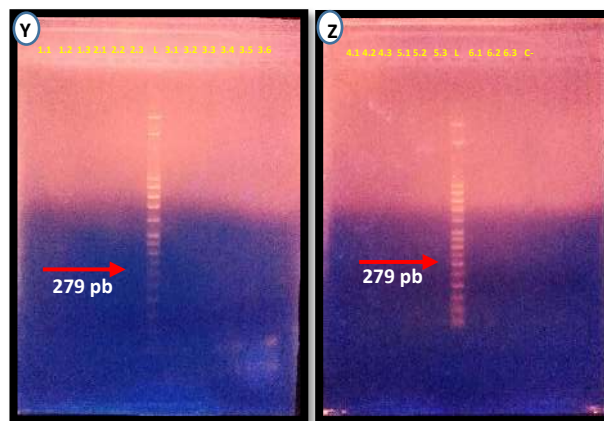
**FIGURA 18:** ESTUDO DA AUSÊNCIA OU PRESENÇA DE *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* NAS ÁGUAS DOS CANAIS DE SANTOS EMPREGANDO-SE A TÉCNICA DE PCR. (A, B E C) AMOSTRAS COLETADAS NOS CANAIS DE 1 A 7, MÊS DE NOVEMBRO/2017; (D, E, F) AMOSTRAS COLETADAS NOS CANAIS DE 1 A 6, MÊS DE JANEIRO/2018 E (G E H) AMOSTRAS COLETADAS NOS CANAIS DE 1 A 6, MÊS DE FEVEREIRO/2018.



**FIGURA 19:** ESTUDO DA AUSÊNCIA OU PRESENÇA DE *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* NAS ÁGUAS DOS CANAIS DE SANTOS EMPREGANDO-SE A TÉCNICA DE PCR. (I E J) AMOSTRAS COLETADAS NOS CANAIS DE 1 A 6, MÊS DE MARÇO/2018; (K E L) AMOSTRAS COLETADAS NOS CANAIS DE 1 A 6, MÊS DE ABRIL/2018; (M E N) AMOSTRAS COLETADAS NOS CANAIS DE 1 A 6, MÊS DE MAIO/2018; (O E P) AMOSTRAS COLETADAS NOS CANAIS DE 1 A 6, MÊS DE JUNHO/2018; (Q E R) AMOSTRAS COLETADAS NOS CANAIS DE 1 A 6, MÊS DE JULHO/2018; (S E T) AMOSTRAS COLETADAS NOS CANAIS DE 1 A 6, MÊS DE AGOSTO/2018; (U E V) AMOSTRAS COLETADAS NOS CANAIS DE 1 A 6, MÊS DE SETEMBRO/2018; (W E X) AMOSTRAS COLETADAS NOS CANAIS DE 1 A 6, MÊS DE OUTUBRO/2018;



**FIGURA 20:** ESTUDO DA AUSÊNCIA OU PRESENÇA DE *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* NAS ÁGUAS DOS CANAIS DE SANTOS EMPREGANDO-SE A TÉCNICA DE PCR. (Y E Z) AMOSTRAS COLETADAS NOS CANAIS DE 1 A 6, MÊS DE NOVEMBRO/2018



**QUADRO 49:** ESTUDO DA PRESENÇA/AUSÊNCIA DE *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* NAS ÁGUAS DOS CANAIS DE SANTOS (1 A 6) NO PERÍODO DE NOV/2017 A NOV/2018 POR PCR

Alvo <i>Staphylococcus aureus</i>	N. de amostras testadas /mês	PARTE A: PCR CONVENCIONAL												PARTE B: qPCR		
		Nº de resultados (+) obtidos /mês												Nº resultados (+) obtidos/Nº total de amostras testadas (ano)	N. de amostras negativadas na PCR convencional testadas (ano)	Nº de resultados (+) obtidos/Nº total de amostras testadas (ano)
		Nov/2017	Jan/2018	Fev/2018	Mar/2018	Abr/2018	Mai/2018	Jun/2018	Jul/2018	Ago/2018	Set/2018	Out/2018	Nov/2018			
Canal 1.p1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0/36	12	0/12
Canal 2.p1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0/36	12	0/12
Canal 3.p1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0/72	12	0/12
Canal 4.p1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0/36	12	0/12
Canal 5.p1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0/36	12	0/12
Canal 6.p1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0/36	12	0/12

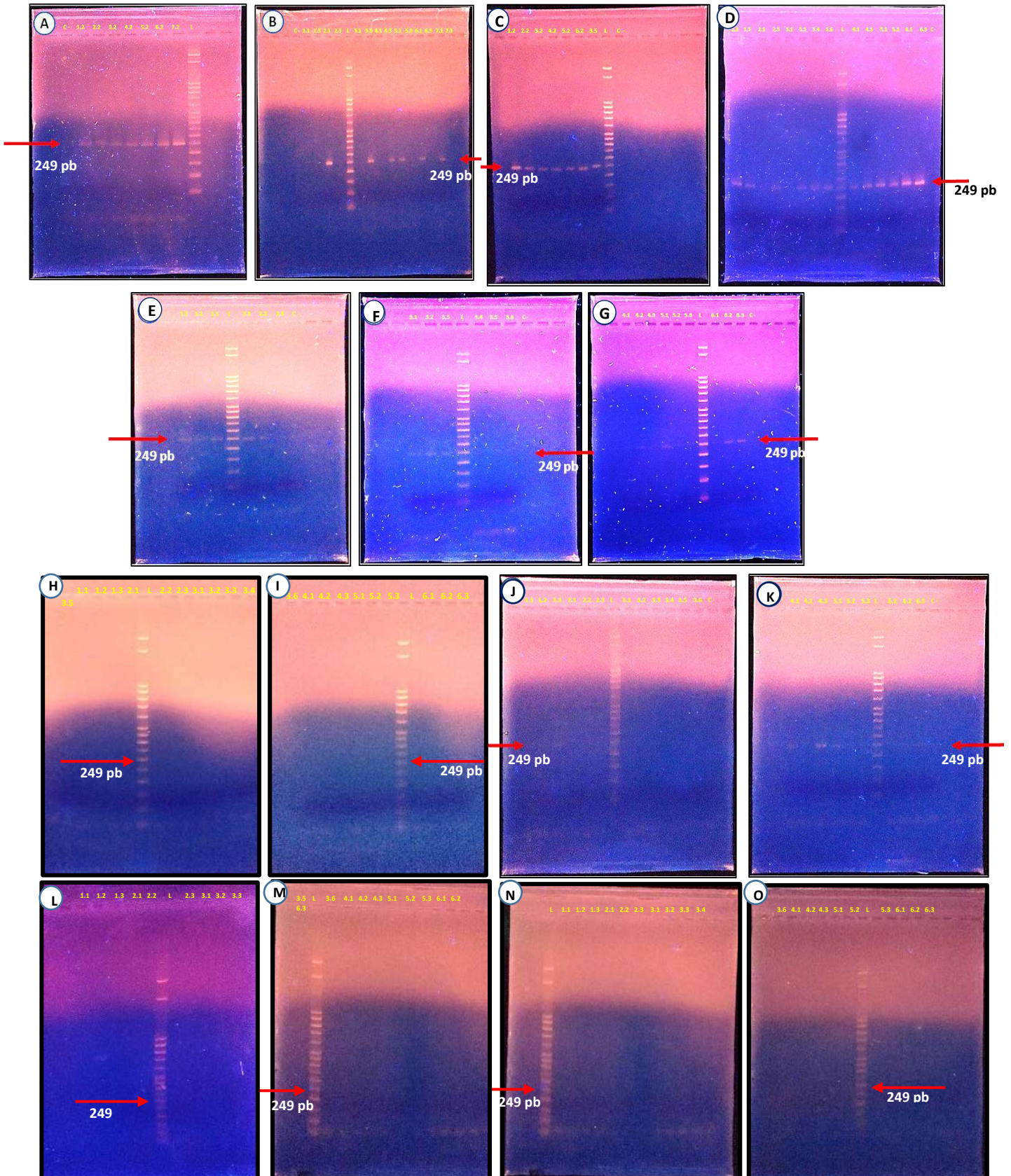
No entanto ao empregarmos os primers para o marcador *OprI* de *Pseudomonas aeruginosa* nas 255 amostras testadas, seguindo o protocolo descrito em Metodologia 5.3, observou-se a presença do patógeno nas águas dos Canais de Santos de 1 a 6. De acordo com a análise dos géis de agarose das reações de PCR clássica, para estudo da presença ou ausência de *Pseudomonas aeruginosa* nas águas dos Canais de Santos, pode-se observar, a presença de um fragmento de DNA único de aproximadamente 250 pb compatível com amplicon esperado, 249 pb (**QUADRO 4**).

Com relação aos demais meses, se pode detectar a presença do patógeno por esta metodologia (**FIGURA 21 e FIGURA 22**).

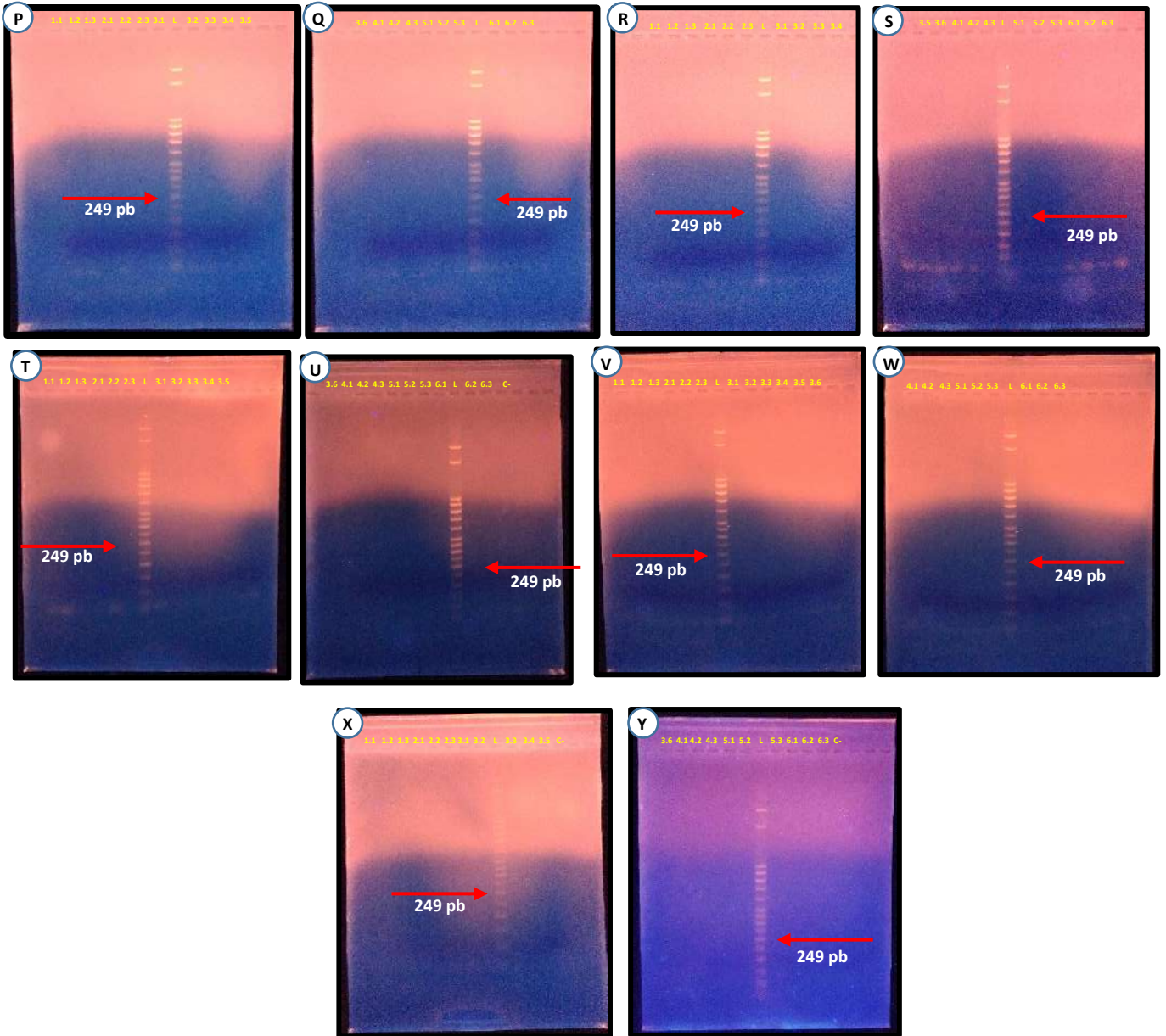
72 amostras que negativaram para o marcador *OprI*, por PCR clássica, indicando ausência da bactéria patogênica *P. aeruginosa*, em amostras de água dos canais de 1 a 6 ao longo dos 12 meses, foram analisadas com kit *TaqMan™ Pseudomonas aeruginosa Assay Beads*, endossando os resultados obtidos anteriormente por PCR clássica (**QUADRO 50**).

Ressalta-se a problemática relacionada aos baixos índices ou nenhum tratamento dos efluentes sanitários. Os impactos ambientais gerados pelo lançamento desses efluentes são, por exemplo, a contaminação microbiológica, a alteração da biodiversidade, o acréscimo de matéria orgânica no meio marinho e o enriquecimento por nutrientes, podendo causar eutrofização e a deposição de resíduos sólidos nos sedimentos marinhos (CLARK, 2001).

**FIGURA 21:** ESTUDO DA AUSÊNCIA OU PRESENÇA DE *PSEUDOMONAS AERUGINOSA* NAS ÁGUAS DOS CANAIS DE SANTOS EMPREGANDO-SE A TÉCNICA DE PCR. (A E B) AMOSTRAS COLETADAS NOS CANAIS DE 1 A 6, MÊS DE NOVEMBRO/2017. (C E D) AMOSTRAS COLETADAS NOS CANAIS DE 1 A 6, MÊS DE JANEIRO/2018. (E, F E G) AMOSTRAS COLETADAS NOS CANAIS DE 1 A 6, MÊS DE FEVEREIRO/2018. (H E I) AMOSTRAS COLETADAS NOS CANAIS DE 1 A 6, MÊS DE MARÇO/2018. (J E K) AMOSTRAS COLETADAS NOS CANAIS DE 1 A 6, MÊS DE ABRIL/2018. (L E M) AMOSTRAS COLETADAS NOS CANAIS DE 1 A 6, MÊS DE MAIO/2018. (N E O) AMOSTRAS COLETADAS NOS CANAIS DE 1 A 6, MÊS DE JUNHO/2018.



**FIGURA 22:** ESTUDO DA AUSÊNCIA OU PRESENÇA DE *PSEUDOMONAS AERUGINOSA* NAS ÁGUAS DOS CANAIS DE SANTOS EMPREGANDO-SE A TÉCNICA DE PCR. (P E Q) AMOSTRAS COLETADAS NOS CANAIS DE 1 A 6, MÊS DE JULHO/2018. (R E S) AMOSTRAS COLETADAS NOS CANAIS DE 1 A 6, MÊS DE AGOSTO/2018. (T E U) AMOSTRAS COLETADAS NOS CANAIS DE 1 A 6, MÊS DE SETEMBRO/2018. (V E W) AMOSTRAS COLETADAS NOS CANAIS DE 1 A 6, MÊS DE OUTUBRO/2018. (X E Y) AMOSTRAS COLETADAS NOS CANAIS DE 1 A 6, MÊS DE NOVEMBRO/2018.



**QUADRO 50: ESTUDO DA PRESENÇA/AUSÊNCIA DE *PSEUDOMONAS AERUGINOSA* NAS ÁGUAS DOS CANAIS DE SANTOS (1 A 6) NO PERÍODO DE NOV/2017 A NOV/2018 POR PCR**

PARTE A: PCR CONVENCIONAL															PARTE B: qPCR		
Alvo <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	N. de amostras testadas ( mês )	Nº de resultados (+) obtidos /mês												Nº resultados (+) obtidos/Nº total de amostras testadas (ano)	N. de amostras negativadas na PCR convencional testadas (ano)	Nº de resultados (+) obtidos/Nº total de amostras testadas (ano)	
		Nov /20 17	Jan/ 2018	Fev/ 2018	Mar/ 2018	Abr/ 2018	Mai/ 2018	jun/ 2018	jul/2 018	Ago/ 2018	Set/ 2018	Out/2018	Nov/2 018				
Canal 1	3	1	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7/36	10	0
Canal 2	3	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5/36	10	0
Canal 3	6*	2	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10/72	10	0
Canal 4	3	2	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9/36	10	0
Canal 5	3	2	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8/36	10	0
Canal 6	3	2	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8/36	10	0



### 6.3 Caracterização morfológica do sistema radicular de *Lactuca sativa*

Verificou-se que após a germinação por 48 horas, as plântulas com as alíquotas de águas coletadas dos canais apresentaram-se uniformes.

As sementes de todos os tratamentos absorveram a água das alíquotas e germinam. Verificou-se um aumento do volume das sementes, decorrente do processo de embebição que é um processo físico ocasionado pela entrada de água.

A embebição ou absorção de água na semente, é um processo dirigido pelo gradiente de potencial hídrico ( $\Psi$ ) entre a semente e seu ambiente. Como em células individuais, o potencial hídrico da semente consiste em três componentes principais que contribuem para a força dirigida de absorção de água: o potencial matricial, o osmótico e o de pressão.

Como é comum nesse processo o tegumento da semente não acompanhou o aumento do volume interno, ocorrendo o seu rompimento deixando o embrião se desenvolver. Já com 24 horas após montagem do experimento verificou-se a presença da raiz primária, formada a partir da radícula. Já o extremo oposto à raiz, verificou-se a formação de folhas.

Observou-se que a germinação da semente passou pela fase de reativação, que é caracterizada pela embebição propriamente dita, com a posterior ativação da respiração e das rotas metabólicas. Essa fase da absorção de água é ditada pelo potencial matricial ( $\Psi_m$ ). Após esse processo foi dado a indução do crescimento, com a preparação para o crescimento. Nesse período ocorre apenas a turgescência das células.

O crescimento da plântula, com a protusão da radícula, marcando o início da germinação visível foi constatado após 24 h. A entrada de água ocorre provavelmente ao potencial osmótico ( $\Psi_p$ ).

O ganho de matéria fresca, que caracteriza o desenvolvimento morfológico avaliado, se dá pela divisão e crescimento celular e pela entrada de água nas células.

Nas análises verificou-se o desenvolvimento do hipocótilo, região da porção do eixo do embrião entre o ápice da raiz e os cotilédones. Em algumas plântulas, após 24 h, a extremidade inferior do eixo do embrião já apresentava características nítidas de raiz, podendo ser denominada de radícula. Nas análises microscópicas constatou-se que mesmo que se o meristema apical da raiz embrionária que ainda não tinha assumido uma organização celular da raiz em crescimento, apresentava a coifa da raiz já definida.

Nas amostras controle se evidenciou uma significativa germinação das sementes. O tamanho médio da radícula foi de  $0,9 \pm 0,2$  cm e do hipocótilo foi de  $0,4 \pm 0,2$  cm (**FIGURA 21**). Nas amostras C1P1A se evidenciou uma significativa da germinação das sementes. O tamanho médio da radícula foi de  $1,4 \pm 0,2$  cm e do hipocótilo foi de  $0,5 \pm 0,2$  cm. Nas amostras C2P1A se evidenciou uma significativa da germinação das sementes. O tamanho médio da radícula foi de  $1,3 \pm 0,2$  cm e do hipocótilo foi de  $0,4 \pm 0,2$  cm. Nas amostras C3P1B se evidenciou uma significativa da germinação das sementes. O tamanho médio da radícula foi de  $1,3 \pm 0,2$  cm e do hipocótilo foi de  $0,5 \pm 0,2$  cm. Nas amostras C4P1A se evidenciou uma significativa da germinação das sementes. O tamanho médio da radícula foi de  $1,0 \pm 0,2$  cm e do hipocótilo foi de  $0,3 \pm 0,1$  cm. Nas amostras C5P1A se evidenciou uma significativa da germinação das sementes. O tamanho médio da radícula foi de  $1,1 \pm 0,2$  cm e do hipocótilo foi de  $0,3 \pm 0,1$  cm. Nas amostras C6P1A se evidenciou uma significativa da germinação das sementes. O tamanho médio da radícula foi de  $1,0 \pm 0,2$  cm e do hipocótilo foi de  $0,3 \pm 0,1$  cm. Nas amostras C7P1A se evidenciou uma significativa da germinação das sementes. O tamanho médio da radícula foi de  $1,1 \pm 0,2$  cm e do hipocótilo foi de  $0,3 \pm 0,1$  cm.

Em relação ao número de sementes germinadas, praticamente foi o mesmo do controle e verificou-se que o crescimento da radícula e hipocótilo sofreu pouca variação.

Após as mensurações morfológicas das raízes e posterior tabulação de dados para plotagem de um gráfico para estudo da distribuição dos dados em ordem decrescente de frequência, para análise da linha cumulativa em um eixo secundário em relação a porcentagem total (**FIGURA 21**) verificou-se que as plântulas do controle apresentaram o menor crescimento radicular. Por outro lado, as plântulas tratadas com alíquotas de água do canal 1, amostra C1P1A, apresentaram maior crescimento. Porém as diferenças nos tamanhos não são significativas estatisticamente (**TABELA 1**), indicando que não há alteração morfológica que se possa atribuir a algum tipo de contaminação por elementos químicos nas alíquotas administradas para análise de metais e ânions.

**TABELA 1: METAIS E ÂNIONS ANALISADOS NAS COLETAS DE ÁGUA DOS CANAIS DO MUNICÍPIO DE SANTOS (SP).**

Local	Cd (mg/L)	Co (mg/L)	Cr (mg/L)	Cu (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	Ni (mg/L)	Pb (mg/L)	Se (mg/L)	Zn (mg/L)
Canal 1	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	< 0,01	< 0,09
Canal 2	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	< 0,01	< 0,09
Canal 3	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	< 0,01	< 0,09
Canal 4	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	< 0,01	< 0,09
Canal 5	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	< 0,01	< 0,09
Canal 6	< 0,005	< 0,02	< 0,05	< 0,005	< 0,3	< 0,1	< 0,025	< 0,01	< 0,01	< 0,09

**TABELA 2:** METAIS E ÂNIONS ANALISADOS NAS COLETAS DE ÁGUA DOS CANAIS DO MUNICÍPIO DE SANTOS (SP).

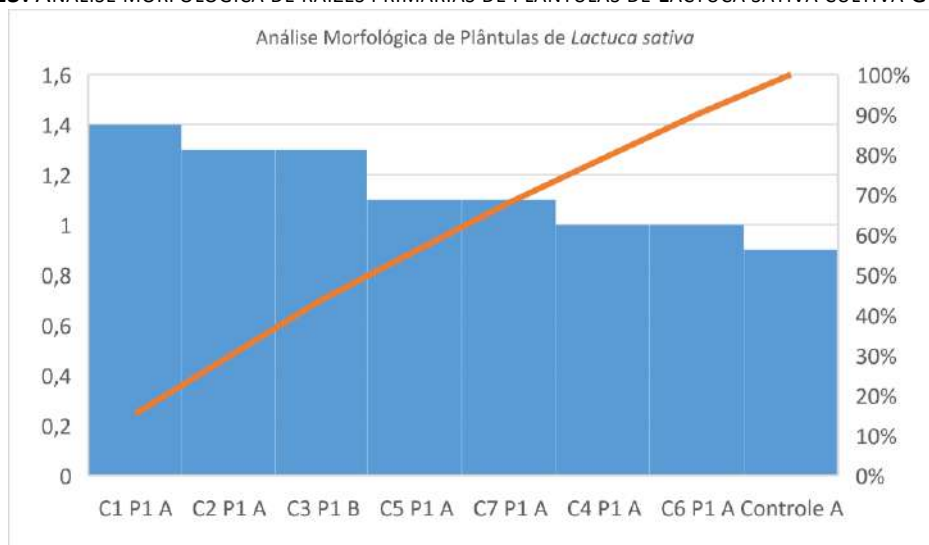
Local	Na (mg/L)	K (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	As (µg/L)
Canal 1	17,5	6,5	14,9	6,7	< 5
Canal 2	23,1	7,5	16,3	7,6	< 5
Canal 3	71,9	11,4	16,3	0,3	< 5
Canal 4	10,9	4,1	7,5	2,9	< 5
Canal 5	9,3	4,9	10,8	4,2	< 5
Canal 6	18,4	5,1	10,0	5,7	< 5

**TABELA 3:** METAIS E ÂNIONS ANALISADOS NAS COLETAS DE ÁGUA DOS CANAIS DO MUNICÍPIO DE SANTOS (SP).

Local	F <sup>-</sup> (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)
Canal 1	< 1	242,8	< 0,07	< 1	< 0,1	< 1
Canal 1	< 1	11,0	< 0,07	< 1	< 0,1	< 1
Canal 2	< 1	5,4	< 0,07	< 1	< 0,1	< 1
Canal 3	< 1	9,0	< 0,07	< 1	< 0,1	< 1
Canal 4	< 1	45,3	< 0,07	< 1	< 0,1	< 1
Canal 5	< 1	226,0	< 0,07	< 1	< 0,1	< 1
Canal 6	< 1	95,5	< 0,07	< 1	< 0,1	< 1

Fonte: Relatório Fehidro Projeto Canais, 2018.

**FIGURA 23:** ANÁLISE MORFOLÓGICA DE RAÍZES PRIMÁRIAS DE PLÂNTULAS DE LACTUCA SATIVA CULTIVA GRAN RAPIDES



Na presente pesquisa, pode-se observar maior desenvolvimento da porção radicular da amostra C1P1A que apresentou um maior crescimento em relação as demais amostras e que o controle A foi a de menor crescimento.

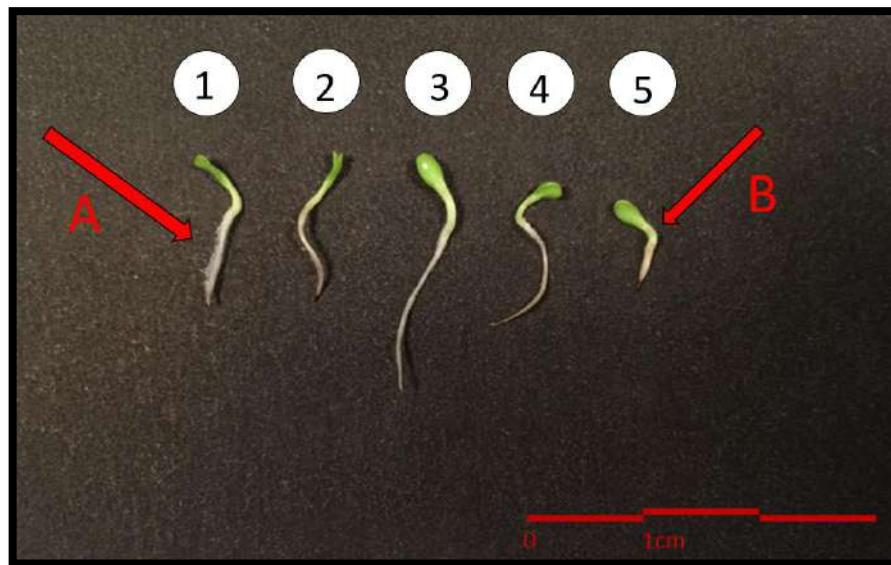
Na **FIGURA 22** observa-se plântulas de *Lactuca sativa* com a apresentação de diferentes tamanhos.

Um estudo realizado sobre os efeitos de metais pesados na germinação e crescimento precoce de mudas de *Arabidopsis thaliana* mostraram que o crescimento das plântulas é mais sensível aos metais pesados em comparação à germinação das sementes,

embora o Cd2 seja uma exceção que inibiu ambos processos em concentrações semelhantes (Li et al., 2005).

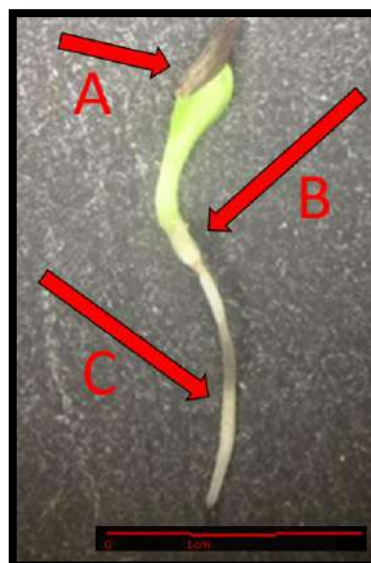
Outro estudo, de Pereira et al. (2013), coloca que as características de germinação e crescimento são adequadas para testes de fitotoxicidade do Pb utilizando a alface como organismo teste, pois tanto a germinação quanto o crescimento das plântulas foram reduzidos durante a exposição.

FIGURA 24: PLÂNTULAS DE LACTUCA SATIVA.



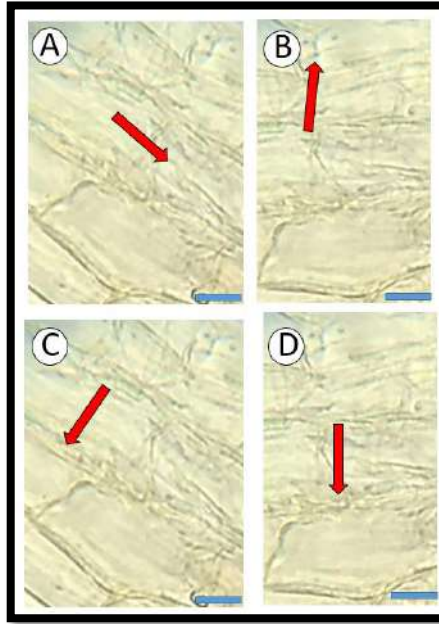
Fonte: Autor. Números de 1 a 5 plântulas de *Lactuca Sativa*. Seta A indica raiz primária e pelos radiculares. Seta B indica zona de transição entre epicótilo e hipocótilo. Ensaio controle com 48 horas.

FIGURA 25: PARTES DA PLÂNTULAS DE LACTUCA SATIVA.



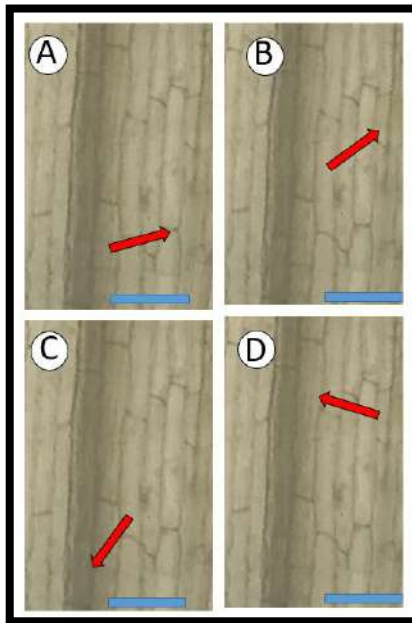
Plântulas de *Lactuca Sativa*: Seta A) indica revestimento da semente; Seta B) indica zona de transição entre epicótilo e hipocótilo e Seta C) indica raiz primária.

**FIGURA 26:** CORTES TRANSVERSAIS DE *LACTUCA SATIVA*, ANÁLISE PARA CANAL DE DRENAGEM C1.



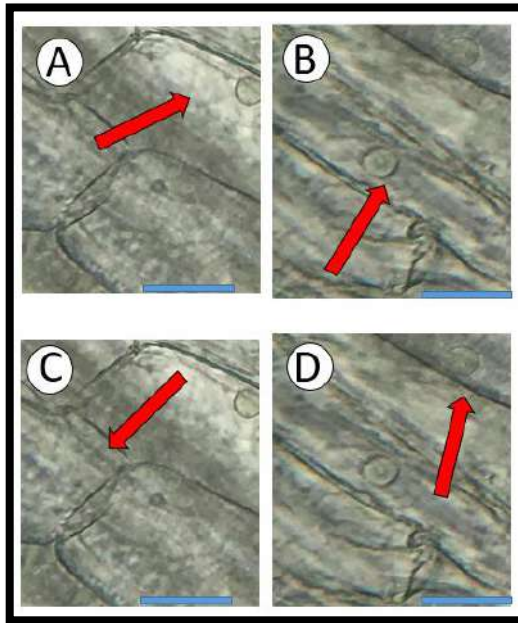
**Prancha 1** - Cortes transversais de *L. sativa* – A; B; C e D: Setas indicam parede celular (Barra=1 $\mu$ m).

**FIGURA 27:** CORTES TRANSVERSAIS DE *LACTUCA SATIVA*, ANÁLISE PARA CANAL DE DRENAGEM C3.



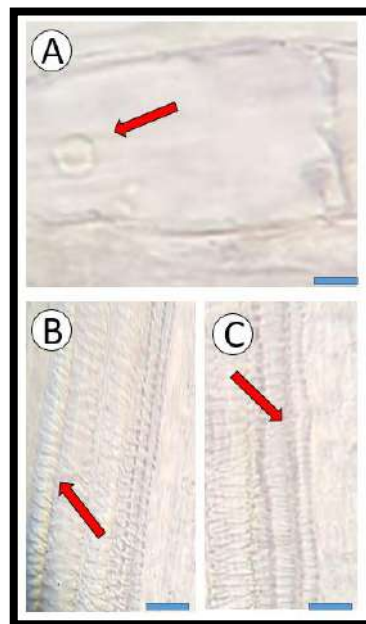
**Prancha 3** - A; B; C e D: setas indicam a presença de vacúolos (Barra=1 $\mu$ m).

**FIGURA 28:** CORTES TRANSVERSAIS DE *LACTUCA SATIVA*, ANÁLISE PARA CANA DE DRENAGEM C1.



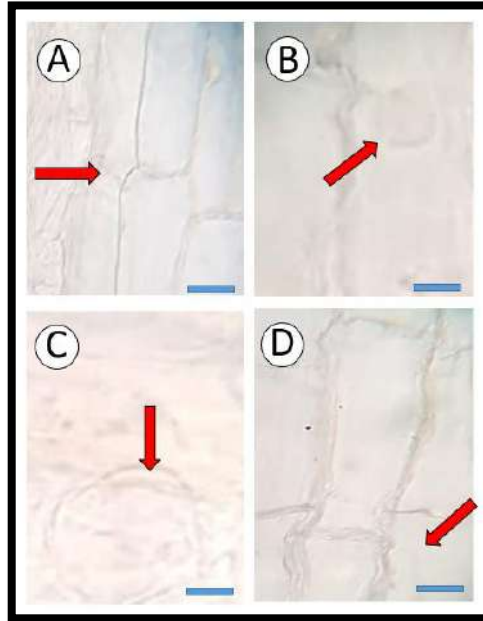
**Prancha 1 -** A; B; C e D: setas indicam presença de corpúsculos de óleo (oleossomos) (Barra = 1 $\mu$ m).

**FIGURA 29:** CORTES TRANSVERSAIS DE *LACTUCA SATIVA*, ANÁLISE PARA CANA DE DRENAGEM C4.



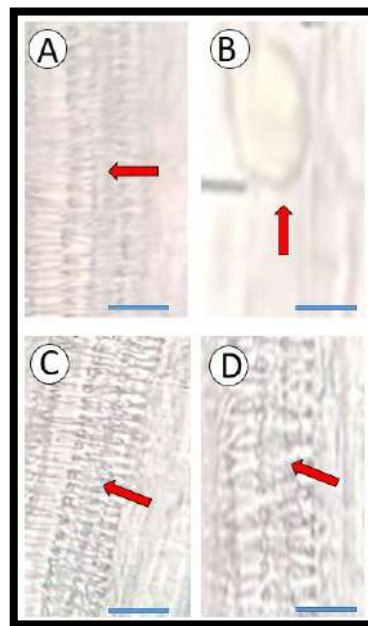
**Prancha 4 -** A) Corpúsculo de óleo (oleossomos); B e C) Xilema com presença de espessamento de lignina (Barra=1 $\mu$ m)

**FIGURA 30:** CORTES TRANSVERSAIS DE *LACTUCA SATIVA*, ANÁLISE PARA CANA DE DRENAGEM C5.



**Prancha 5** – A e D) Espessamento da parede primária; B e C) Destaque de vacúolo como tonoplasto (Barra = 1 $\mu$ m).

**FIGURA 31:** CORTES TRANSVERSAIS DE *LACTUCA SATIVA*, ANÁLISE PARA CANA DE DRENAGEM C6.



**Prancha 6** - A, C e D) Setas indicam xilema com espessamento de lignina; B) Vacúolo como tonoplasto (Barra = 1 $\mu$ m).

## **7. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

### **7.1 Coleta e análise físico-química das águas**

O objetivo do presente projeto foi avaliar e monitorar os parâmetros de qualidade da água presente nos canais do Município de Santos durante 1 (um) ano, entre novembro de 2017 a novembro de 2018. Para tanto, análises de parâmetros físico-químicos e análises de metais e principais ânions, além de ensaios ecotoxicológicos por germinação de sementes foram utilizados.

As amostras foram coletadas entre os Canais 1 a Canal 6, em 3 (três) pontos amostrais, sendo que o Canal 3 foi amostrado mais 3 pontos em regiões próximas ao Centro da Cidade, sempre em épocas de maré de quadratura de lua crescente. Nestas condições a previsão seria de menor interação entre as águas dos canais com o ambiente marinho.

Pelos resultados obtidos e constatação durante as amostragens, alguns canais estavam com as águas transbordando em determinados meses, mais especificamente em maio, junho, julho e agosto de 2018, devido à interação com as águas marinhas. Este fato, foi comprovado pelas análises químicas realizadas, onde foi observado altas concentrações em cloreto de sódio.

A interação com a água marinha também provocou algumas alterações nos parâmetros físico-químicos como por exemplo nas análises de salinidade, turbidez, condutividade e potencial oxi-redutor. Os valores indicados por esses parâmetros são altamente influenciados pela salinidade da água do mar.

Os valores encontrados de elementos metálicos como cobalto, níquel, ferro, cobre, manganês, cromo e selênio foram todos abaixo dos indicados pela Resolução CONAMA 357. Estes metais apresentam o indicativo de contaminação provocados pela atividade industrial em áreas próximas aos canais. Podemos concluir que, no período em foi realizada as amostragens, não houve contaminação provocada por poluição industrial.

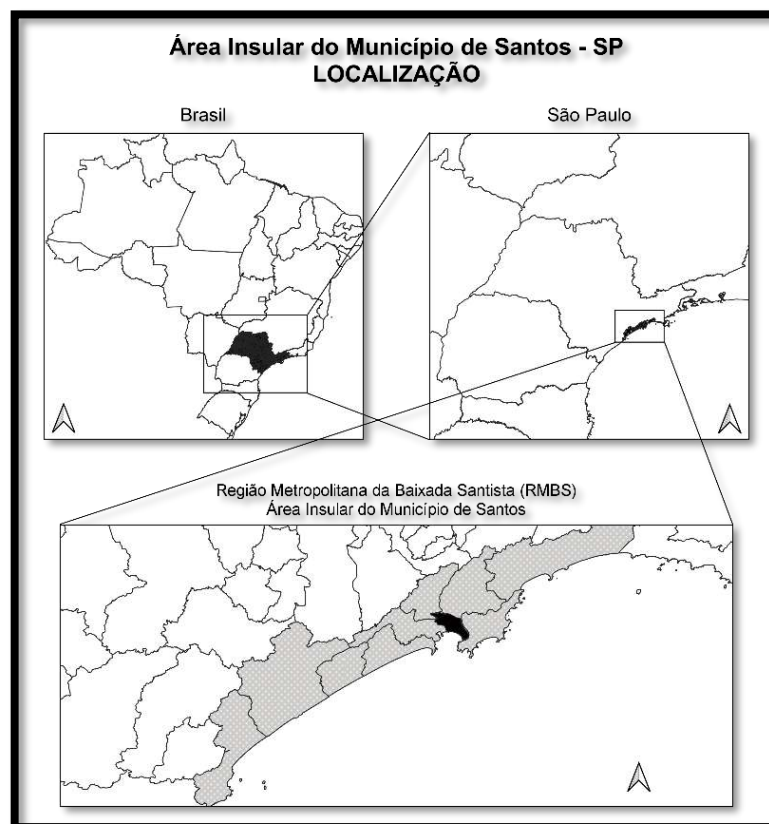
Metais tóxicos como arsênio, chumbo e cádmio também não foram identificados, o que permite confirmar o não lançamento de produtos como inseticida, herbicida, venenos domésticos, alguns pigmentos, e outros produtos contendo esses metais.



As atividades profissionais como oficinas mecânicas, serralherias, comércio de baterias automotivas, marcenarias e outros não provocaram alterações nas análises realizadas.

As análises químicas de metais e ânions efetuadas não mostram a possibilidade de contaminação por meio de lançamentos de esgotos residenciais. Alguns parâmetros físico-químicos como turbidez, potencial oxi-redutor e sólidos dissolvidos podem ser alterados devido ao lançamento de esgotos doméstico. No entanto, a influência da água marinha em determinados períodos, não permitiram essa observação.

FIGURA 32: ÁREAS PONTOS DE COLETA



### 7.1.1 Análise Estatística

Foi realizada a análise descritiva das variáveis do estudo. As variáveis quantitativas foram apresentadas em termos de seus valores de tendência central e dispersão, e as variáveis qualitativas em termos de seus valores absolutos e relativos. (Callegari-Jacques, SM. Bioestatística: Princípios e Aplicações. Porto Alegre: Ed. ARTMED, 2003.)

Para verificar a associação entre as variáveis qualitativas foi utilizado o teste de Qui-quadrado.

Foram aplicados os testes de Kolmogorov-smirnov e Levene para avaliarem a Normalidade e homogeneidade das variâncias. (Callegari-Jacques, SM. Bioestatística: Princípios e Aplicações. Porto Alegre: Ed. ARTMED, 2003).

Para as comparações foram utilizados os testes de Kruskal-Wallis seguido do teste de comparações múltiplas de Dunn. (Callegari-Jacques, SM. Bioestatística: Princípios e Aplicações. Porto Alegre: Ed. ARTMED, 2003.)

O nível de significância foi de 5%.

Pacote estatístico utilizado SPSS 24.0 for Windows.

### 7.1.1.1 Tabulações Cruzadas

**TABELA 4: ANÁLISE ESTATÍSTICA DA PRESENÇA DE CLORETO DE SÓDIO NOS CANAIS DE SANTOS**

		Crosstab						Total	
		canal							
		1	2	3	4	5	6		
Ânion Cloreto	<270	Contagem	25	23	52	23	16	29	168
		% em canal	69,4%	63,9%	72,2%	63,9%	44,4%	80,6%	66,7%
	maior ou igual a 270	Contagem	11	13	20	13	20	7	84
		% em canal	30,6%	36,1%	27,8%	36,1%	55,6%	19,4%	33,3%
Total	Contagem	36	36	72	36	36	36	252	
	% em canal	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	

Testes qui-quadrado			
	Valor	gl	Significância Assintótica (Bilateral)
Qui-quadrado de Pearson	12,500 <sup>a</sup>	5	0,029
Razão de verossimilhança	12,293	5	0,031
Associação Linear por Linear	0,063	1	0,801
Nº de Casos Válidos	252		

a. 0 células (0,0%) esperavam uma contagem menor que 5. A contagem mínima esperada é 12,00.

**TABELA 5: ANÁLISE ESTATÍSTICA DO ÂNION SULFATO NOS CANAIS DE SANTOS**

			Crosstab						Total
			canal						
			1	2	3	4	5	6	
Ânion sulfato	<250	Contagem	33	33	58	32	29	36	221
		% em canal	91,7%	91,7%	80,6%	88,9%	80,6%	100,0%	87,7%
	Maior ou igual a 250	Contagem	3	3	14	4	7	0	31
		% em canal	8,3%	8,3%	19,4%	11,1%	19,4%	0,0%	12,3%
Total	Contagem	36	36	72	36	36	36	252	
	% em canal	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	

Testes qui-quadrado			
	Valor	gl	Significância Assintótica (Bilateral)
Qui-quadrado de Pearson	11,256 <sup>a</sup>	5	0,047
Razão de verossimilhança	15,114	5	0,010
Associação Linear por Linear	0,266	1	0,606
Nº de Casos Válidos	252		

a. 5 células (41,7%) esperavam uma contagem menor que 5. A contagem mínima esperada é 4,43.

**TABELA 6: ANÁLISE ESTATÍSTICA DO ÂNION NITRATO NOS CANAIS DE SANTOS**

**Crosstab**

			canal						Total
			1	2	3	4	5	6	
Ânion nitrato	<0,40	Contagem	3	5	9	3	5	4	29
		% em canal	8,3%	13,9%	12,5%	8,3%	13,9%	11,1%	11,5%
	maior ou igual a 0,40	Contagem	33	31	63	33	31	32	223
		% em canal	91,7%	86,1%	87,5%	91,7%	86,1%	88,9%	88,5%
Total	Contagem	36	36	72	36	36	36	252	
	% em canal	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	

**Testes qui-quadrado**

	Valor	gl	Significância Assintótica (Bilateral)
Qui-quadrado de Pearson	1,188 <sup>a</sup>	5	0,946
Razão de verossimilhança	1,232	5	0,942
Associação Linear por Linear	0,038	1	0,846
Nº de Casos Válidos	252		

a. 5 células (41,7%) esperavam uma contagem menor que 5. A contagem mínima esperada é 4,14.

**TABELA 7: ANÁLISE ESTATÍSTICA DA ALTERAÇÃO DO PH NOS CANAIS DE SANTOS**

**Crosstab**

			canal						Total
			1	2	3	4	5	6	
pH	6,5 a 8,5	Contagem	29	29	56	29	27	24	194
		% em canal	80,6%	80,6%	77,8%	80,6%	75,0%	66,7%	77,0%
	abaixo de 6,5	Contagem	2	1	6	1	2	7	19
		% em canal	5,6%	2,8%	8,3%	2,8%	5,6%	19,4%	7,5%
	acima de 8,5	Contagem	5	6	10	6	7	5	39
		% em canal	13,9%	16,7%	13,9%	16,7%	19,4%	13,9%	15,5%
Total	Contagem	36	36	72	36	36	36	252	
	% em canal	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	

**Testes qui-quadrado**

	Valor	gl	Significância Assintótica (Bilateral)
Qui-quadrado de Pearson	10,736 <sup>a</sup>	10	0,378
Razão de verossimilhança	9,395	10	0,495
Associação Linear por Linear	0,868	1	0,351
Nº de Casos Válidos	252		

a. 5 células (27,8%) esperavam uma contagem menor que 5. A contagem mínima esperada é 2,71.

**TABELA 8: ANÁLISE ESTATÍSTICA DO ÂNION FLUORETO NOS CANAIS DE SANTOS**

**Crosstab**

			canal						Total
			1	2	3	4	5	6	
ÂNION FLUORETO	<1,4	Contagem	36	36	72	36	36	36	252
		% em canal	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Total	Contagem		36	36	72	36	36	36	252
	% em canal		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

**Testes qui-quadrado**

	Valor
Qui-quadrado de Pearson	. <sup>a</sup>
Nº de Casos Válidos	252

a. Nenhuma estatística foi calculada porque ânion Fluoreto é um constante.

### 7.1.1.2 Frequências

**TABELA 9: ANÁLISE DA FREQUÊNCIA DE CÁTIONS E ÂNIONS NO CANAL 1**

		Estatística							
		cloreto de sódio (NaCl) mg/L	sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) mg/L	nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) mg/L	cálcio (Ca <sup>2+</sup> ) mg/L	potássio (K <sup>+</sup> ) mg/L	pH	magnésio (Mg <sup>2+</sup> )mg/L	fluoreto (F <sup>-</sup> ) mg/L
N	Válido	36	35	36	35	35	36	36	30
	Omisso	0	1	0	1	1	0	0	6
Média		1534,5596	127,320	17,3278	5,9914	22,0771	7,75889	3,2056	0,3933
Mediana		147,4275	33,700	13,3500	0,5000	4,8000	7,83500	0,5000	0,3000
Mínimo		25,58	0,6	0,50	0,10	0,50	0,500	0,10	0,10
Máximo		28107,92	1936,0	45,60	25,10	146,70	10,330	27,60	1,18

**TABELA 10: ANÁLISE DA FREQUÊNCIA DE CÁTIONS E ÂNIONS NO CANAL 2**

		Estatísticas							
		cloreto de sódio (NaCl) mg/L	sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) mg/L	nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) mg/L	cálcio (Ca <sup>2+</sup> ) mg/L	potássio (K <sup>+</sup> ) mg/L	pH	magnésio (Mg <sup>2+</sup> )mg/L	fluoreto (F <sup>-</sup> ) mg/L
N	Válido	36	36	36	33	33	36	36	29
	Omisso	0	0	0	3	3	0	0	7
Média		1744,4992	146,347	21,6806	8,1455	19,8364	7,72167	4,5361	0,3759
Mediana		123,1725	32,200	17,2500	0,5000	5,6000	7,78000	0,5000	0,3000
Mínimo		23,76	3,2	0,50	0,50	0,50	0,500	0,50	0,10
Máximo		17146,31	1315,0	66,40	48,70	165,30	9,820	47,00	0,91



**TABELA 11: ANÁLISE DA FREQUÊNCIA DE CÁTIONS E ÂNIONS NO CANAL 3**

**Estatísticas**

		cloreto de sódio (NaCl) mg/L	sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) mg/L	nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) mg/L	cálcio (Ca <sup>2+</sup> ) mg/L	potássio (K <sup>+</sup> ) mg/L	pH	magnésio (Mg <sup>2+</sup> )mg/L	fluoreto (F <sup>-</sup> ) mg/L
N	Válido	72	68	72	64	64	71	72	62
	Omisso	0	4	0	8	8	1	0	10
Média		2562,4683	206,384	18,2778	8,6406	33,2563	7,19897	3,0389	0,3987
Mediana		85,3875	29,750	14,6500	0,7000	4,3000	7,61000	0,5000	0,4000
Mínimo		2,64	1,3	0,50	0,50	0,50	0,500	0,50	0,10
Máximo		29171,84	2012,7	45,50	36,30	356,30	9,870	35,80	1,01

**TABELA 12: FREQUÊNCIAS CANAL 4**

**Estatísticas**

		cloreto de sódio (NaCl) mg/L	sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) mg/L	nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) mg/L	cálcio (Ca <sup>2+</sup> ) mg/L	potássio (K <sup>+</sup> ) mg/L	pH	magnésio (Mg <sup>2+</sup> )mg/L	fluoreto (F <sup>-</sup> ) mg/L
N	Válido	36	33	36	35	35	36	36	29
	Omisso	0	3	0	1	1	0	0	7
Média		1890,5906	179,339	29,0389	9,3686	34,1714	7,39111	6,9000	0,3983
Mediana		217,8825	54,300	16,1000	0,5000	5,0000	7,48500	0,5000	0,4000
Mínimo		2,56	1,1	0,50	0,50	0,50	0,500	0,10	0,10
Máximo		30050,30	2349,7	323,60	49,20	521,30	8,950	51,80	0,89

**TABELA 13: ANÁLISE DA FREQUÊNCIA DE CÁTIONS E ÂNIONS NO CANAL 5**

**Estatísticas**

		cloreto de sódio (NaCl) mg/L	sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) mg/L	nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) mg/L	cálcio (Ca <sup>2+</sup> ) mg/L	potássio (K <sup>+</sup> ) mg/L	pH	magnésio (Mg <sup>2+</sup> )mg/L	fluoreto (F <sup>-</sup> ) mg/L
N	Válido	36	36	36	35	35	36	36	30
	Omisso	0	0	0	1	1	0	0	6
Média		3683,7717	286,836	36,3667	9,9371	38,3971	7,56083	5,5917	0,4410
Mediana		378,4275	67,550	17,5500	1,6000	6,0000	7,70000	0,5000	0,4250
Mínimo		3,80	0,9	0,50	0,50	0,50	0,500	0,50	0,10
Máximo		31201,67	2162,2	303,20	53,10	265,30	9,240	27,60	1,64

**TABELA 14: ANÁLISE DA FREQUÊNCIA DE CÁTIONS E ÂNIONS NO CANAL 6**

**Estatísticas**

		cloreto de sódio (NaCl) mg/L	sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) mg/L	nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) mg/L	cálcio (Ca <sup>2+</sup> ) mg/L	potássio (K <sup>+</sup> ) mg/L	pH	magnésio (Mg <sup>2+</sup> )mg/L	fluoreto (F <sup>-</sup> ) mg/L
N	Válido	36	36	36	33	33	36	36	31
	Omisso	0	0	0	3	3	0	0	5
Média		323,3725	38,753	15,2972	7,5818	4,2273	6,98972	4,5139	0,3890
Mediana		163,9275	38,300	9,5000	0,5000	0,5000	7,54000	0,5000	0,4700
Mínimo		5,94	1,4	0,50	0,50	0,50	0,500	0,50	0,10
Máximo		2591,99	118,2	76,00	42,40	35,10	9,130	49,40	0,85

### 7.1.1.3 Testes de NPar

**TABELA 15: TESTE KRUSKAL-WALLIS**

Postos			
	Canal	N	Posto Médio
cloreto de sódio (NaCl) mg/L	1	36	125,63
	2	36	126,33
	3	72	107,83
	4	36	137,88
	5	36	160,32
	6	36	119,69
	Total	252	
sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) mg/L	1	35	116,59
	2	36	121,71
	3	68	114,42
	4	33	139,68
	5	36	143,74
	6	36	107,32
	Total	244	
nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) mg/L	1	36	121,26
	2	36	136,60
	3	72	123,19
	4	36	137,04
	5	36	135,82
	6	36	108,39
	Total	252	
cálcio (Ca <sup>2+</sup> ) mg/L	1	35	105,76
	2	33	120,15
	3	64	123,60
	4	35	114,43
	5	35	127,27
	6	33	111,92
	Total	235	
potássio (K <sup>+</sup> ) mg/L	1	35	121,39
	2	33	125,56
	3	64	118,52
	4	35	119,96
	5	35	130,97
	6	33	90,00
	Total	235	
pH	1	36	150,14
	2	36	141,56
	3	71	120,76
	4	36	111,65
	5	36	130,04
	6	36	106,94
	Total	251	
magnésio (Mg <sup>2+</sup> )mg/L	1	36	120,93
	2	36	129,35
	3	72	125,22
	4	36	123,65
	5	36	133,65
	6	36	127,49
	Total	252	

	1	30	104,10
	2	29	103,43
	3	62	106,36
fluoreto	4	29	107,93
(F <sup>-</sup> ) mg/L	5	30	108,58
	6	31	105,21
	<b>Total</b>	<b>211</b>	

---

---

**TABELA 16:** ESTATÍSTICAS DE TESTE

**Estatísticas de teste<sup>a,b</sup>**

	cloreto de sódio (NaCl) mg/L	sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) mg/L	nitrito (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) mg/L	cálcio (Ca <sup>2+</sup> ) mg/L	potássio (K <sup>+</sup> ) mg/L	pH	magnésio (Mg <sup>2+</sup> )mg/L	fluoreto (F <sup>-</sup> ) mg/L
Qui-quadrado	13,671	8,022	4,597	3,118	7,942	10,001	0,989	0,183
gl	5	5	5	5	5	5	5	5
Significância Assint.	0,018	0,155	0,467	0,682	0,159	0,075	0,963	0,999

a. Teste Kruskal Wallis

b. Variável de Agrupamento: canal

**7.1.1.4 Unidirecional - Comparações múltiplas de Dunn**

**TABELA 17:** TESTES POSTERIORI

**Comparações múltiplas**

Variável dependente:

DMS

(I) canal	Diferença média (I-J)	Erro Padrão	Sig.	Intervalo de Confiança 95%		
				Limite inferior	Limite superior	
1	2	-209,93958	1225,18997	0,864	-2623,1401	2203,2610
	3	-1027,90875	1061,04564	0,334	-3117,8017	1061,9842
	4	-356,03104	1225,18997	0,772	-2769,2316	2057,1695
	5	-2149,21208	1225,18997	0,081	-4562,4126	263,9885
	6	1211,18708	1225,18997	0,324	-1202,0135	3624,3876
2	1	209,93958	1225,18997	0,864	-2203,2610	2623,1401
	3	-817,96917	1061,04564	0,442	-2907,8621	1271,9238
	4	-146,09146	1225,18997	0,905	-2559,2920	2267,1091
	5	-1939,27250	1225,18997	0,115	-4352,4730	473,9280

6	1421,12667	1225,18997	0,247	-992,0739	3834,3272
1	1027,90875	1061,04564	0,334	-1061,9842	3117,8017
2	817,96917	1061,04564	0,442	-1271,9238	2907,8621
3 4	671,87771	1061,04564	0,527	-1418,0153	2761,7707
5	-1121,30333	1061,04564	0,292	-3211,1963	968,5896
6	2239,09583*	1061,04564	0,036	149,2029	4328,9888
1	356,03104	1225,18997	0,772	-2057,1695	2769,2316
2	146,09146	1225,18997	0,905	-2267,1091	2559,2920
4 3	-671,87771	1061,04564	0,527	-2761,7707	1418,0153
5	-1793,18104	1225,18997	0,145	-4206,3816	620,0195
6	1567,21813	1225,18997	0,202	-845,9824	3980,4187
1	2149,21208	1225,18997	0,081	-263,9885	4562,4126
2	1939,27250	1225,18997	0,115	-473,9280	4352,4730
5 3	1121,30333	1061,04564	0,292	-968,5896	3211,1963
4	1793,18104	1225,18997	0,145	-620,0195	4206,3816
6	3360,39917*	1225,18997	0,007	947,1986	5773,5997
1	-1211,18708	1225,18997	0,324	-3624,3876	1202,0135
2	-1421,12667	1225,18997	0,247	-3834,3272	992,0739
6 3	-2239,09583*	1061,04564	0,036	-4328,9888	-149,2029
4	-1567,21813	1225,18997	0,202	-3980,4187	845,9824
5	-3360,39917*	1225,18997	0,007	-5773,5997	-947,1986

\*. A diferença média é significativa no nível 0.05.

FIGURA 33: POSIÇÃO DOS PONTOS DE COLETA DE AMOSTRAS NOS CANAIS - SANTOS-SP

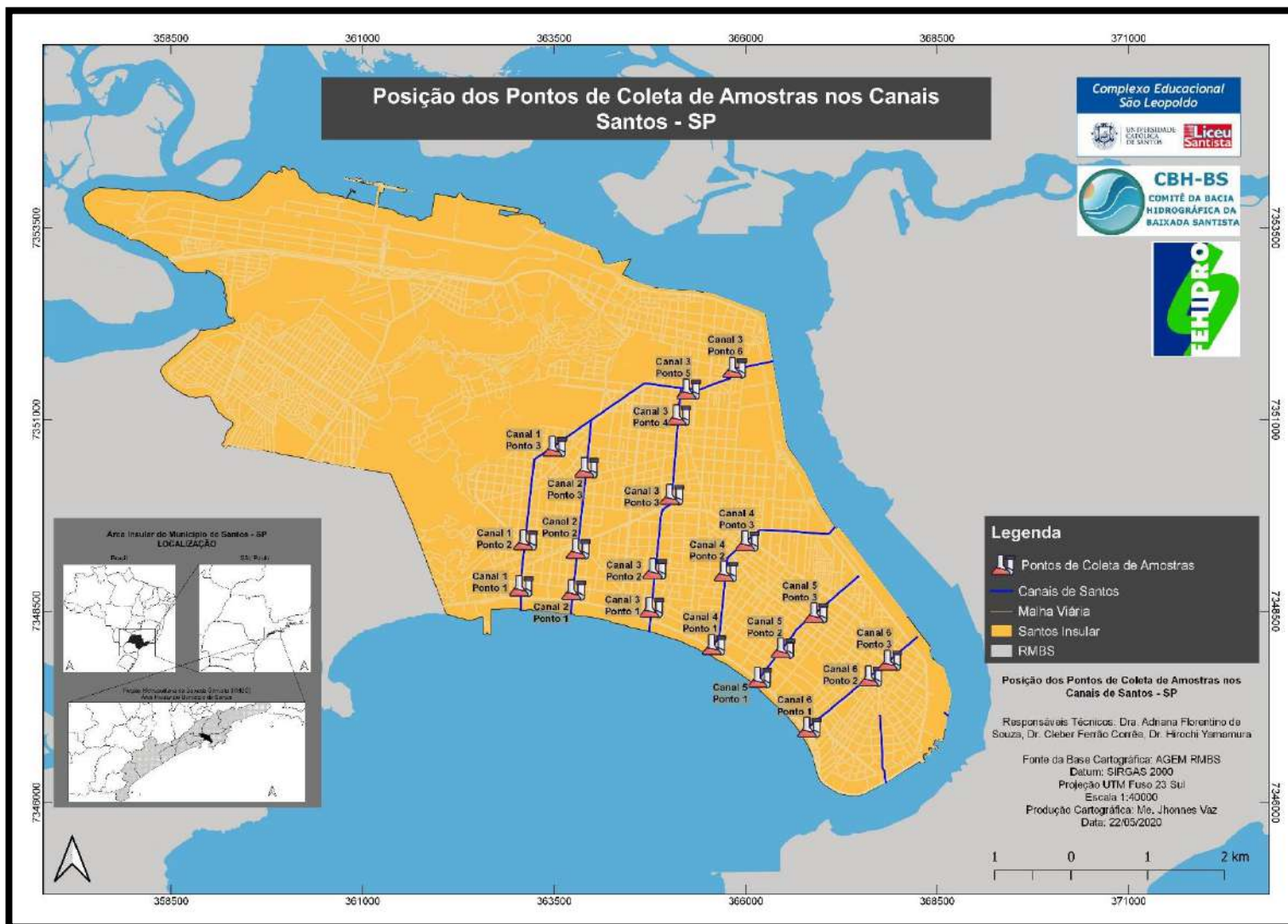


FIGURA 34: ANÁLISE DE TEOR DE CÁTION CÁLCIO - NOV/2017

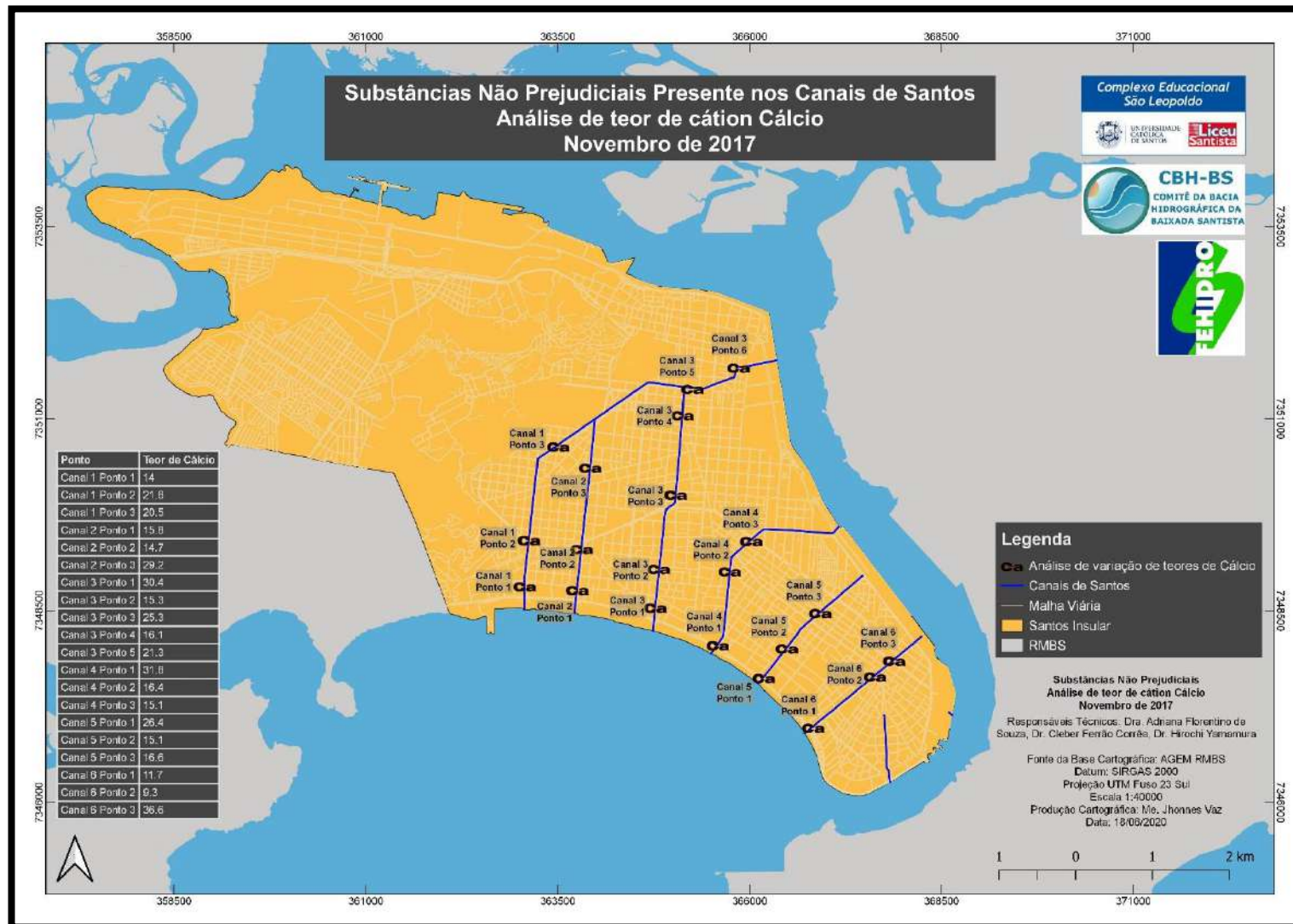




FIGURA 35: ANÁLISE DE TEOR DE CÁTION CÁLCIO - JAN/2018

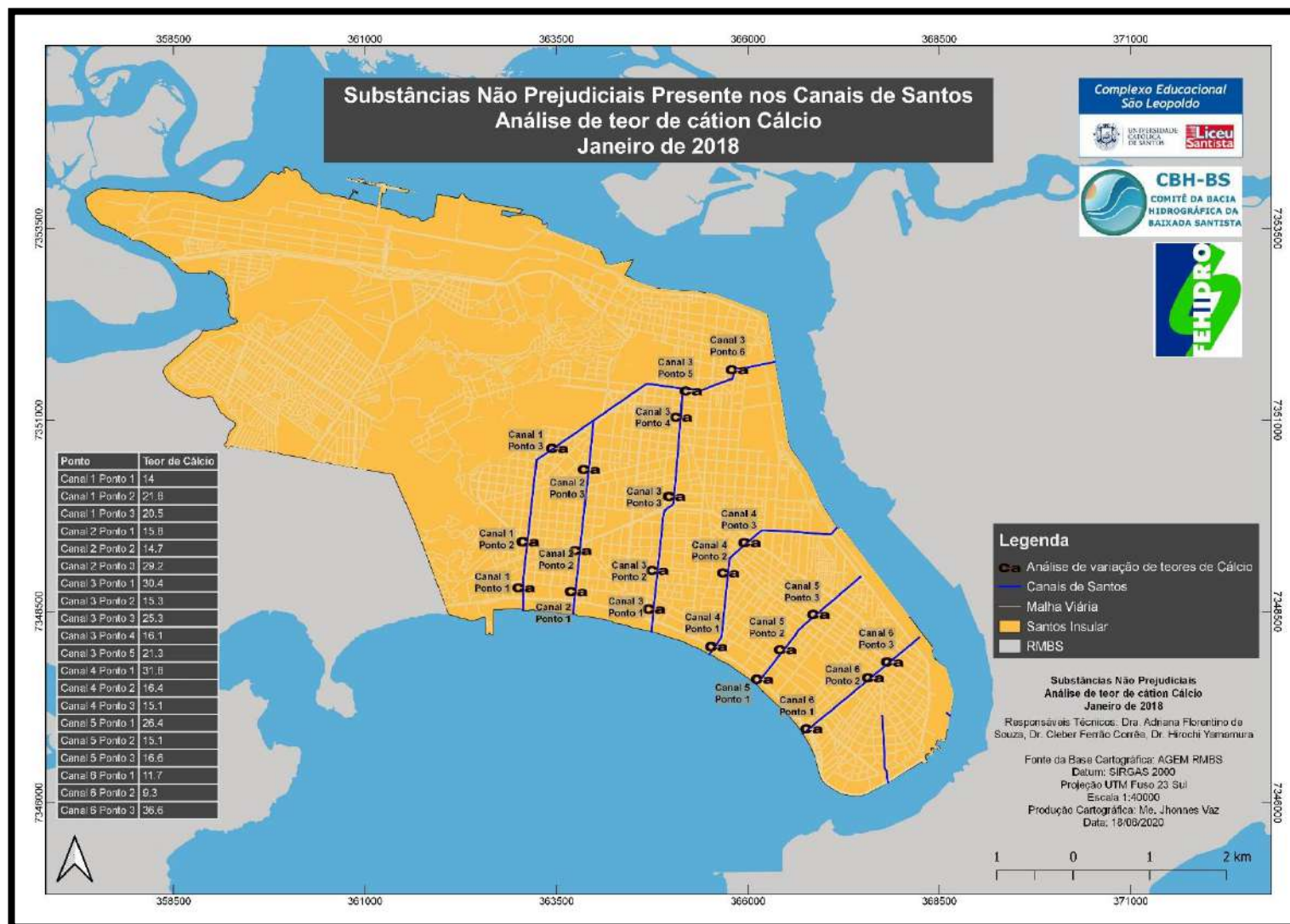


FIGURA 36: ANÁLISE DE TEOR DE CÁTION CÁLCIO - FEV/2018

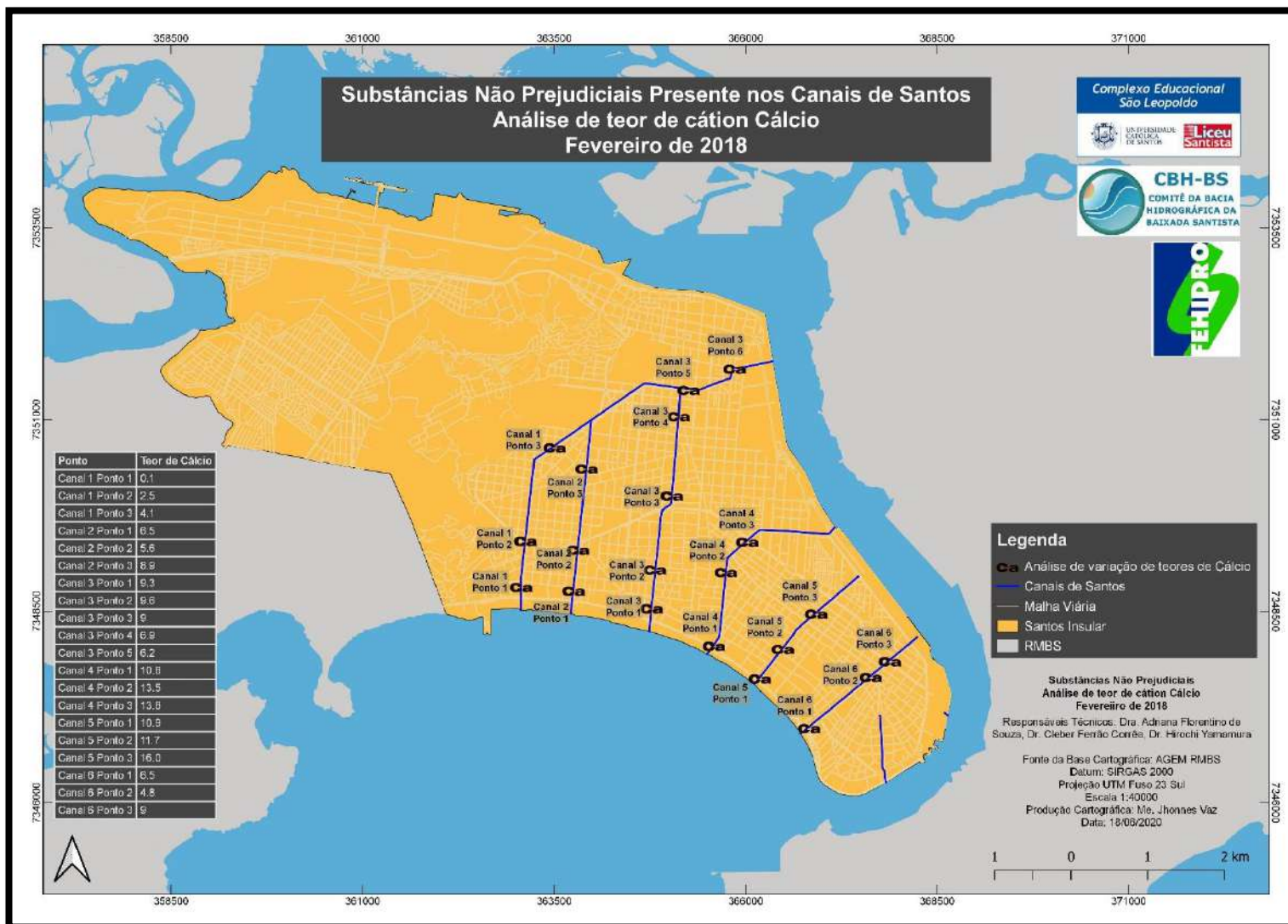


FIGURA 37: ANÁLISE DE TEOR DE CÁTION CÁLCIO - MAR/2018

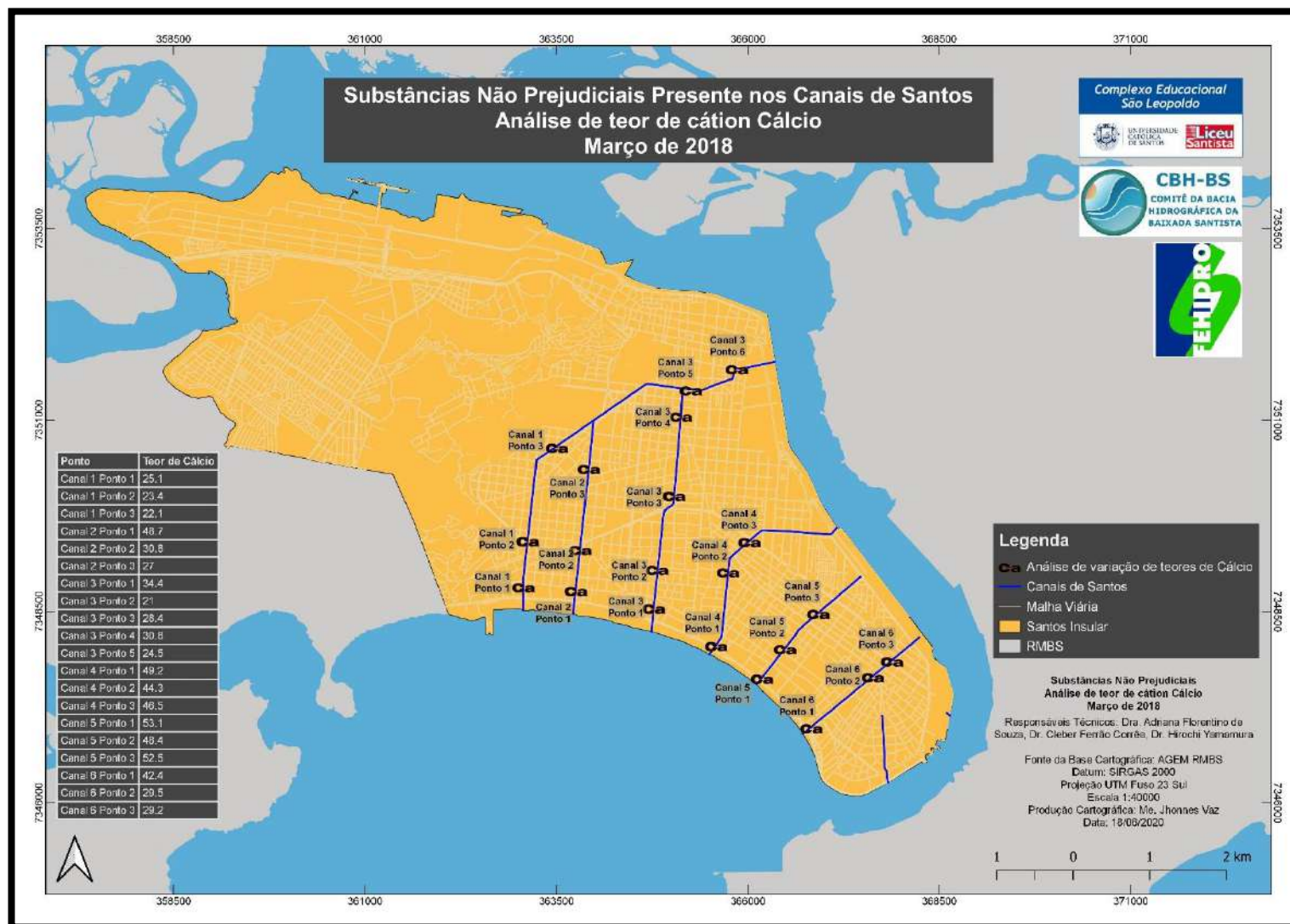


FIGURA 38: ANÁLISE DE TEOR DE CÁTION CÁLCIO - ABR/2018

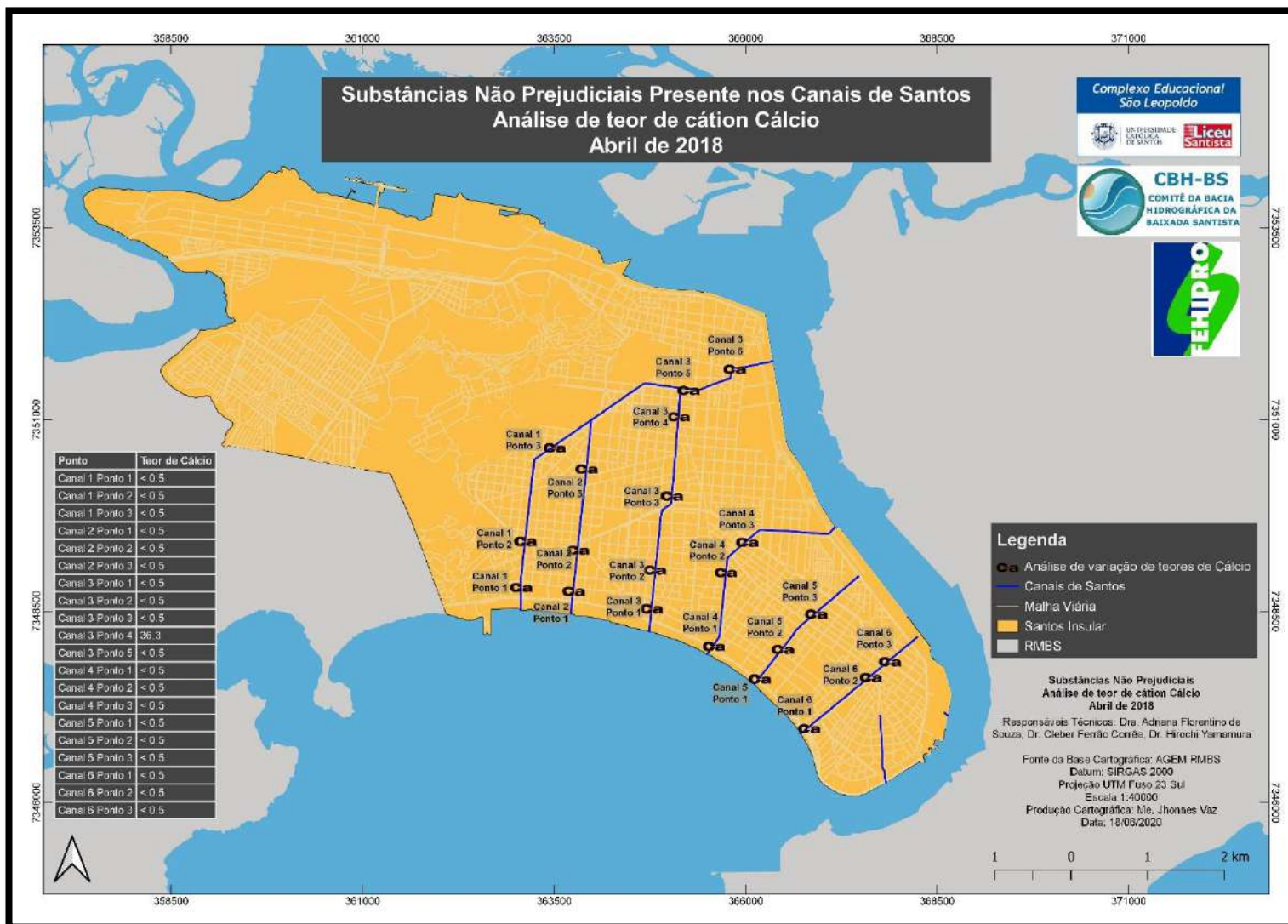


FIGURA 39: ANÁLISE DE TEOR DE CÁTION CÁLCIO - MAI/2018

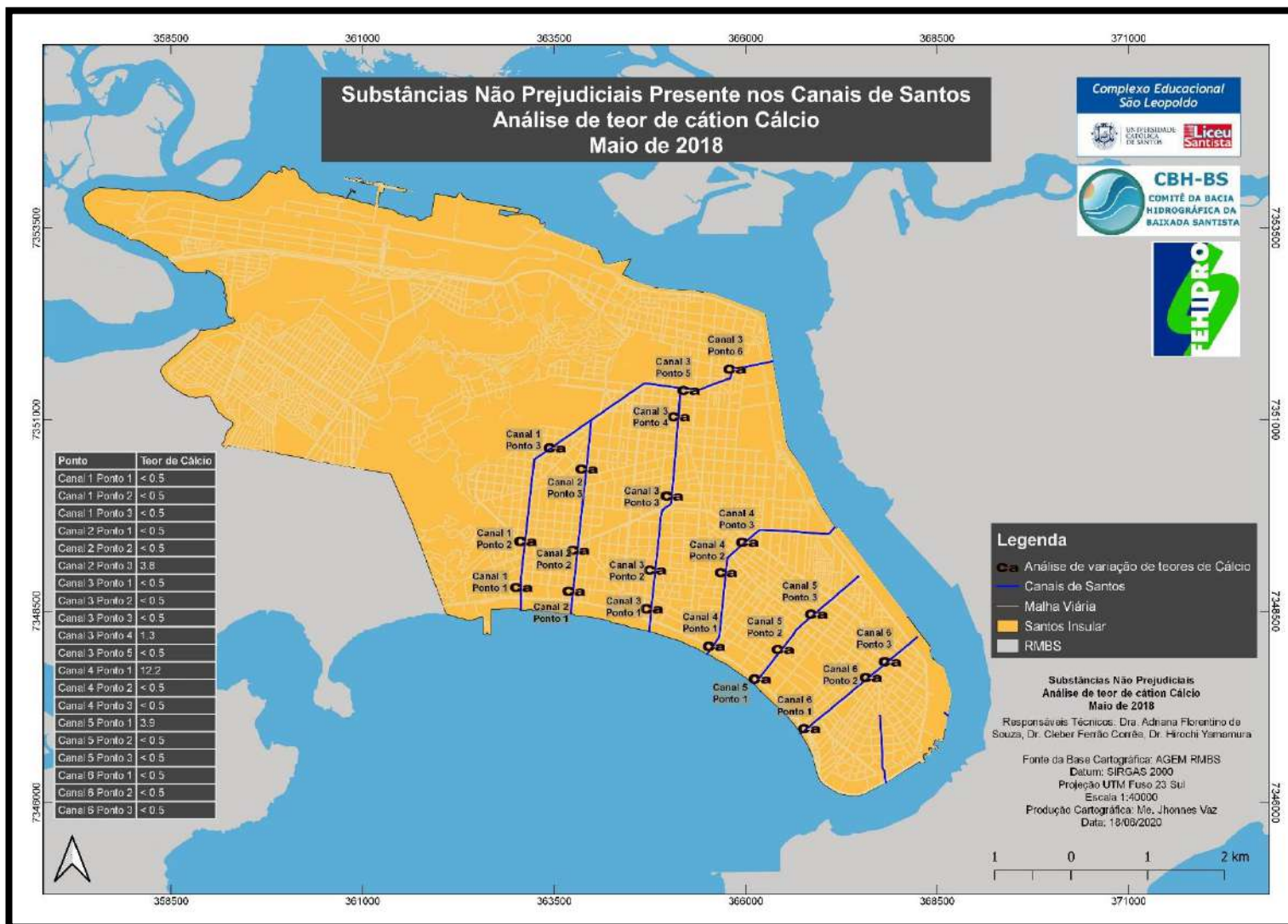


FIGURA 40: ANÁLISE DE TEOR DE CÁTION CÁLCIO - JUN/2018

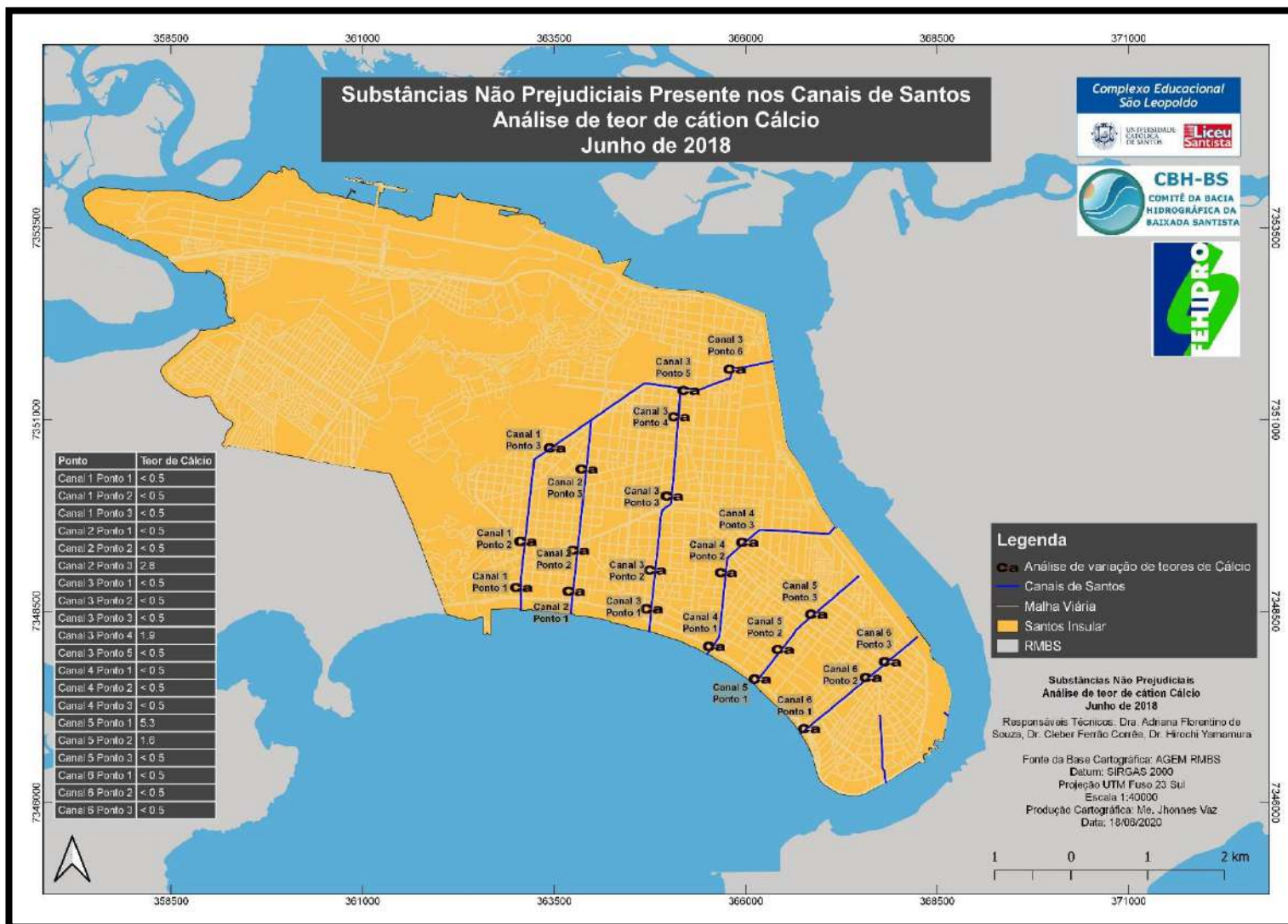


FIGURA 41: ANÁLISE DE TEOR DE CÁTION CÁLCIO - JUL/2018

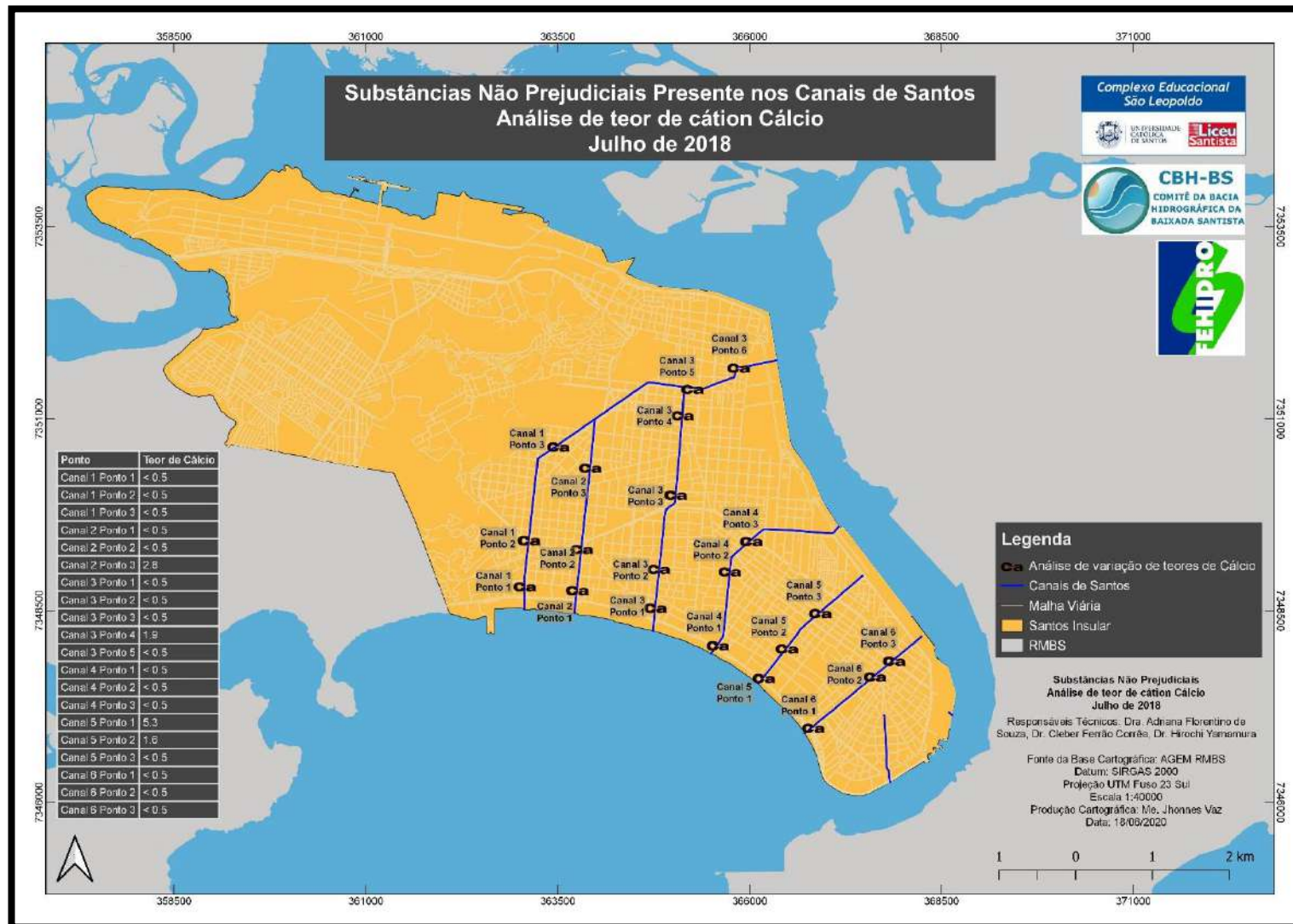


FIGURA 42: ANÁLISE DE TEOR DE CÁTION CÁLCIO - AGO/2018

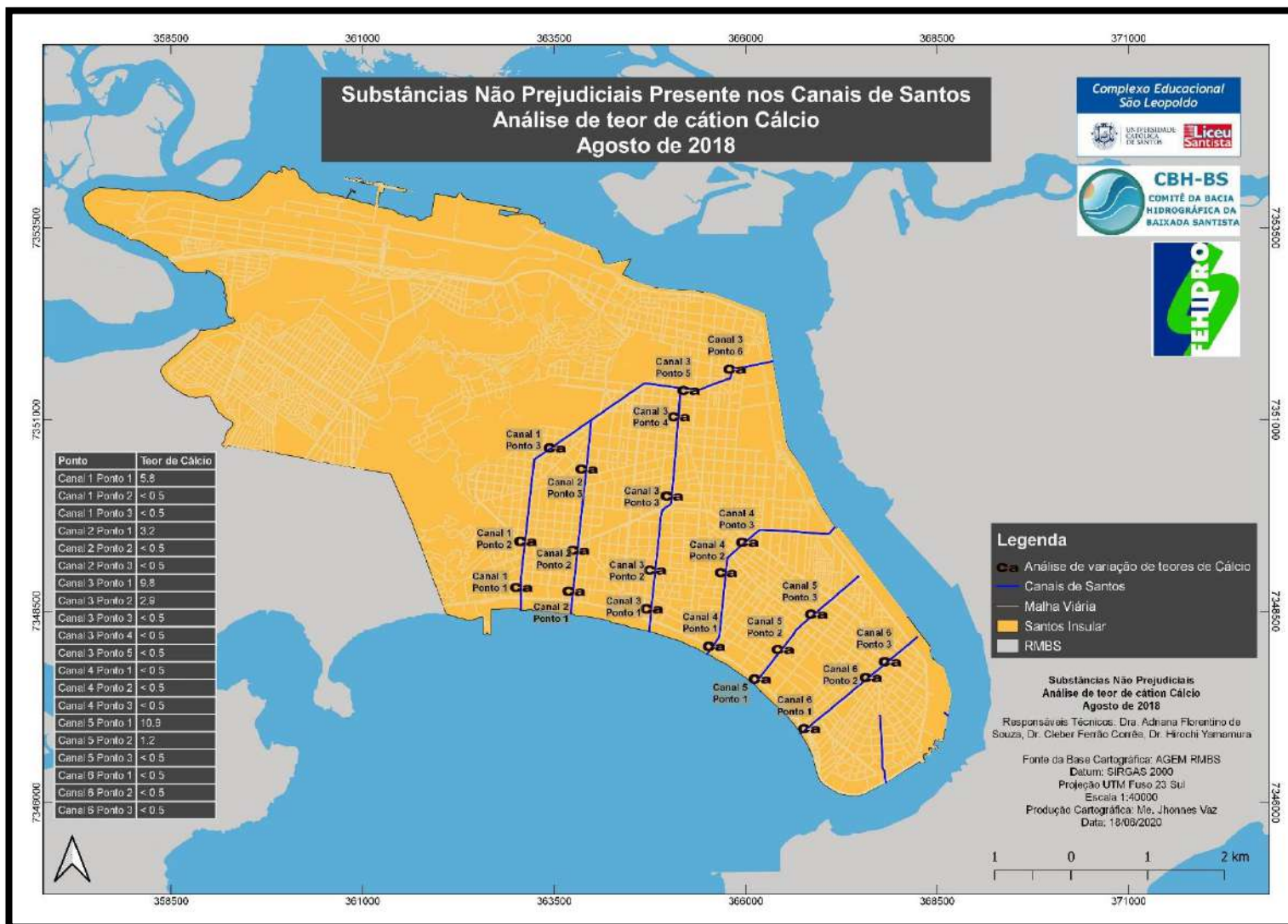




FIGURA 43: ANÁLISE DE TEOR DE CÁTION CÁLCIO - SET/2018

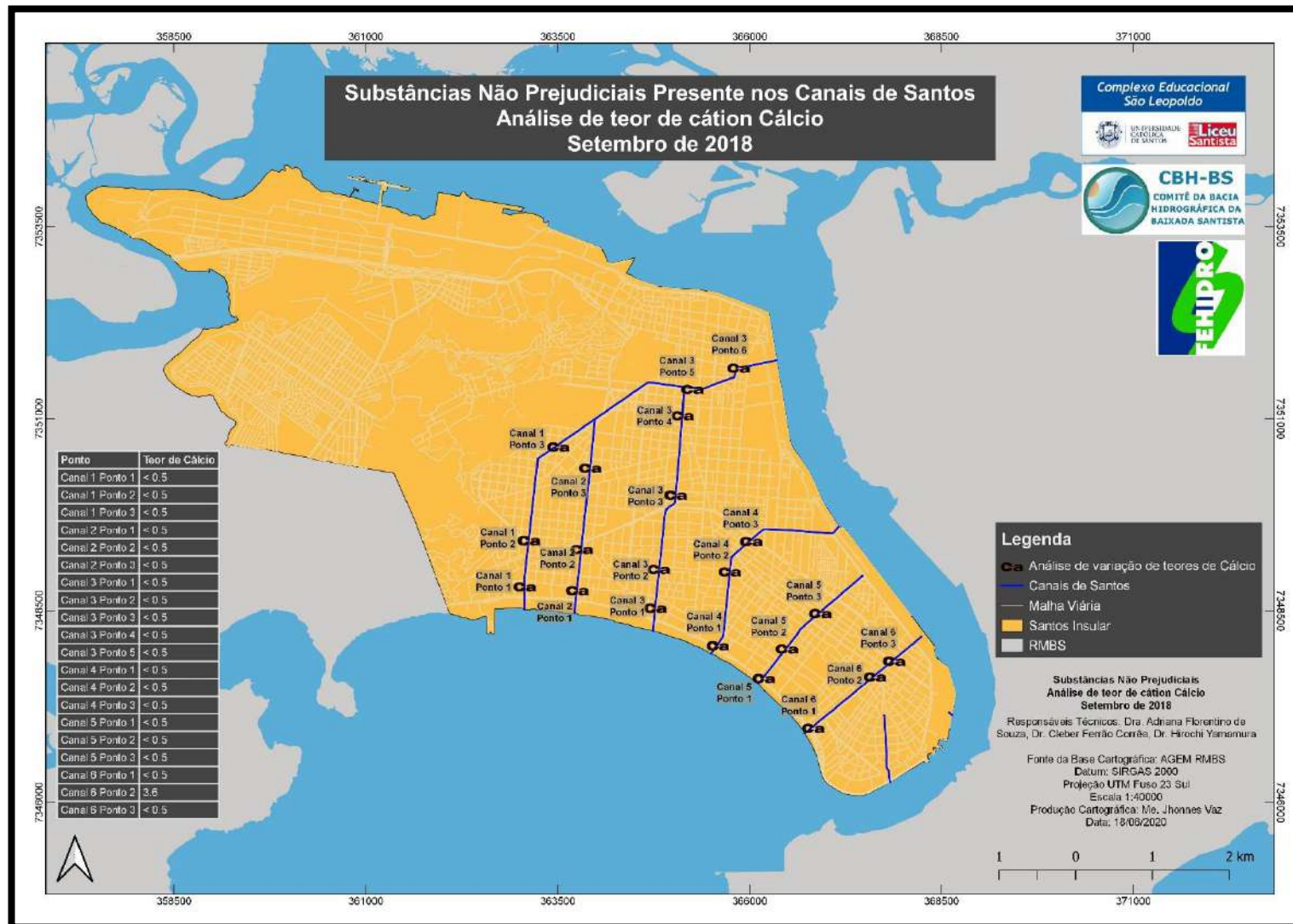


FIGURA 44: ANÁLISE DE TEOR DE CÁTION CÁLCIO - OUT/2018

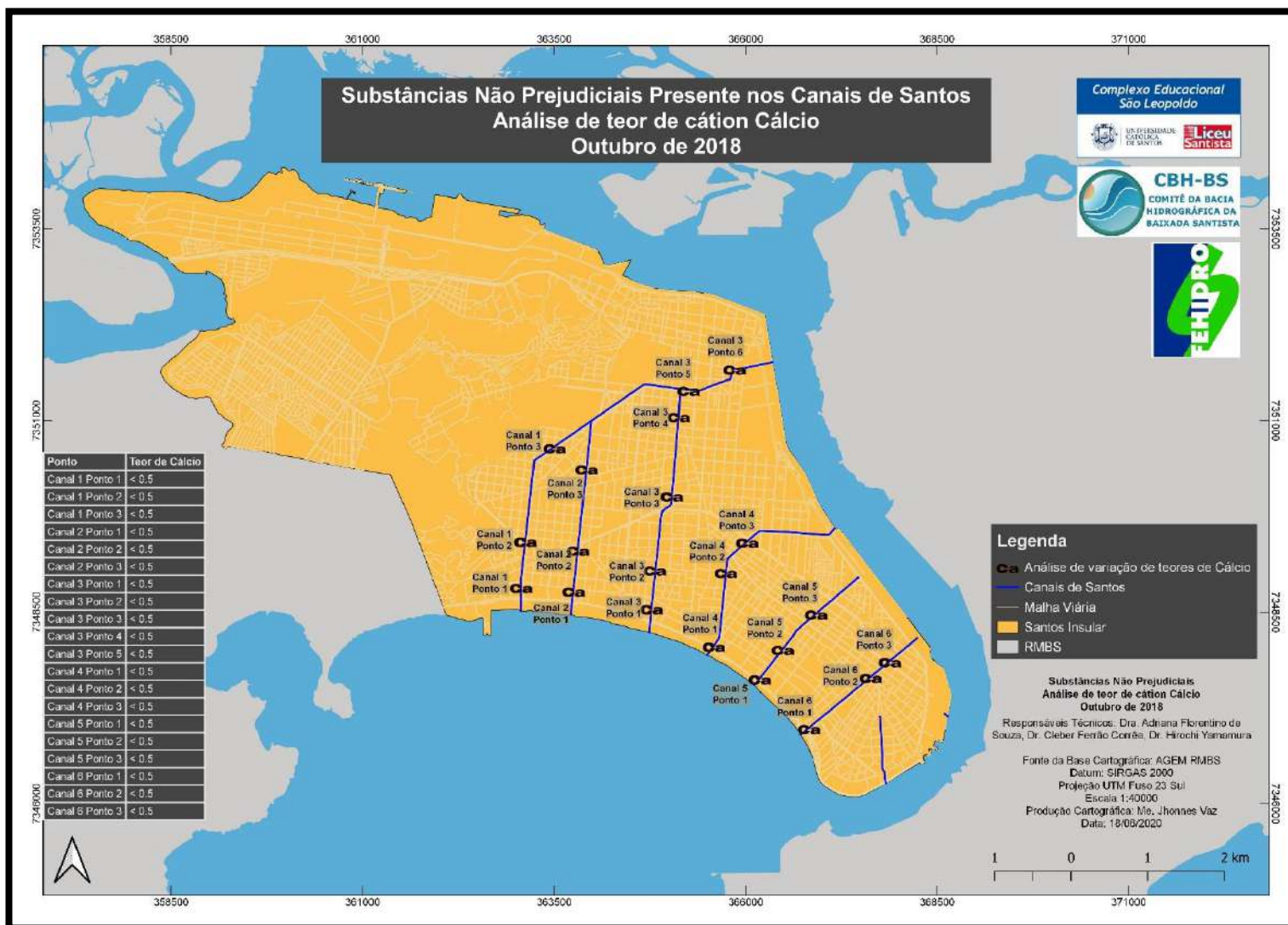


FIGURA 45: ANÁLISE DE TEOR DE CÁTION CÁLCIO - NOV/2018

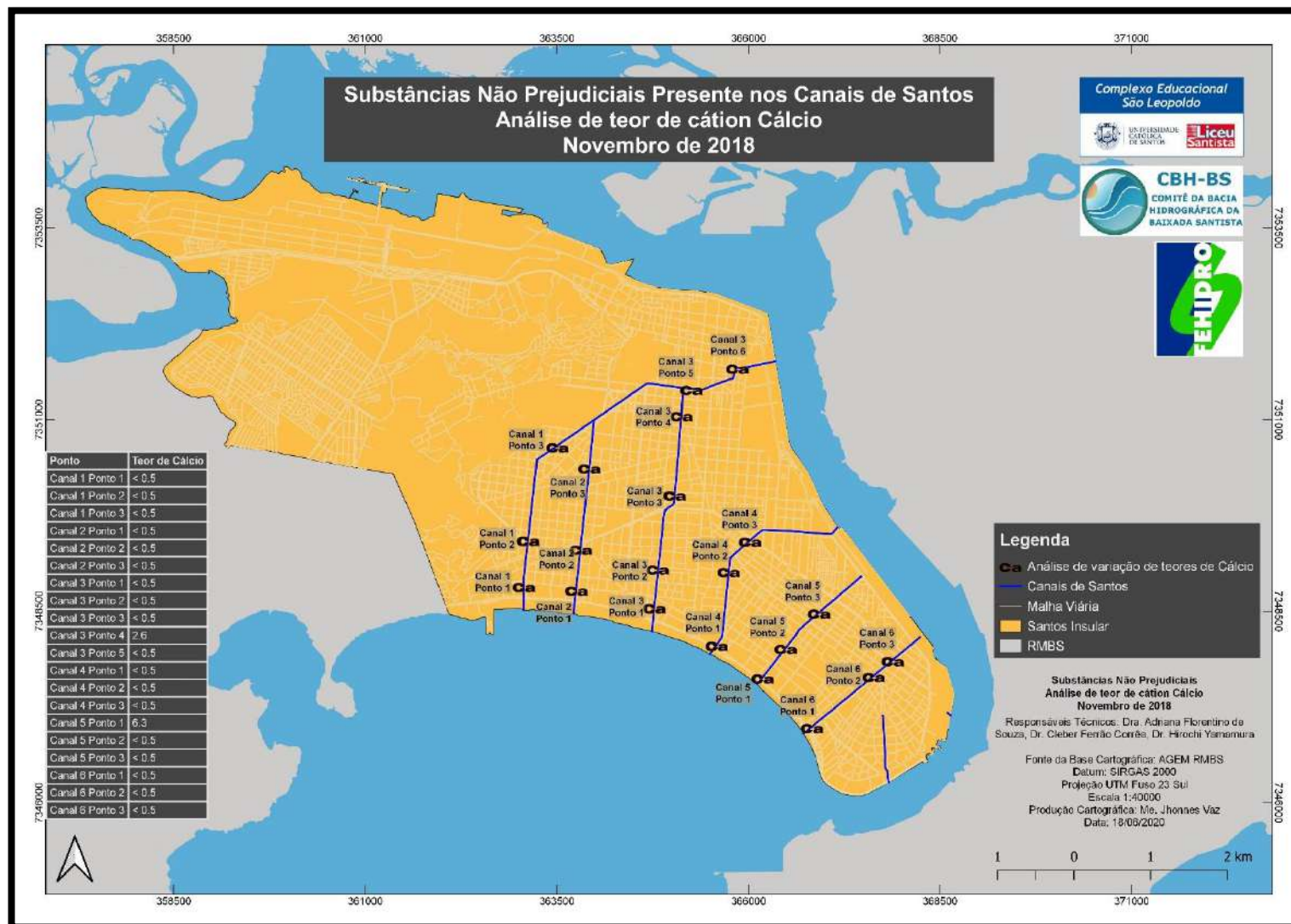


FIGURA 46: ANÁLISE DE TEOR DE ÍON NITRATO - NOV/2017

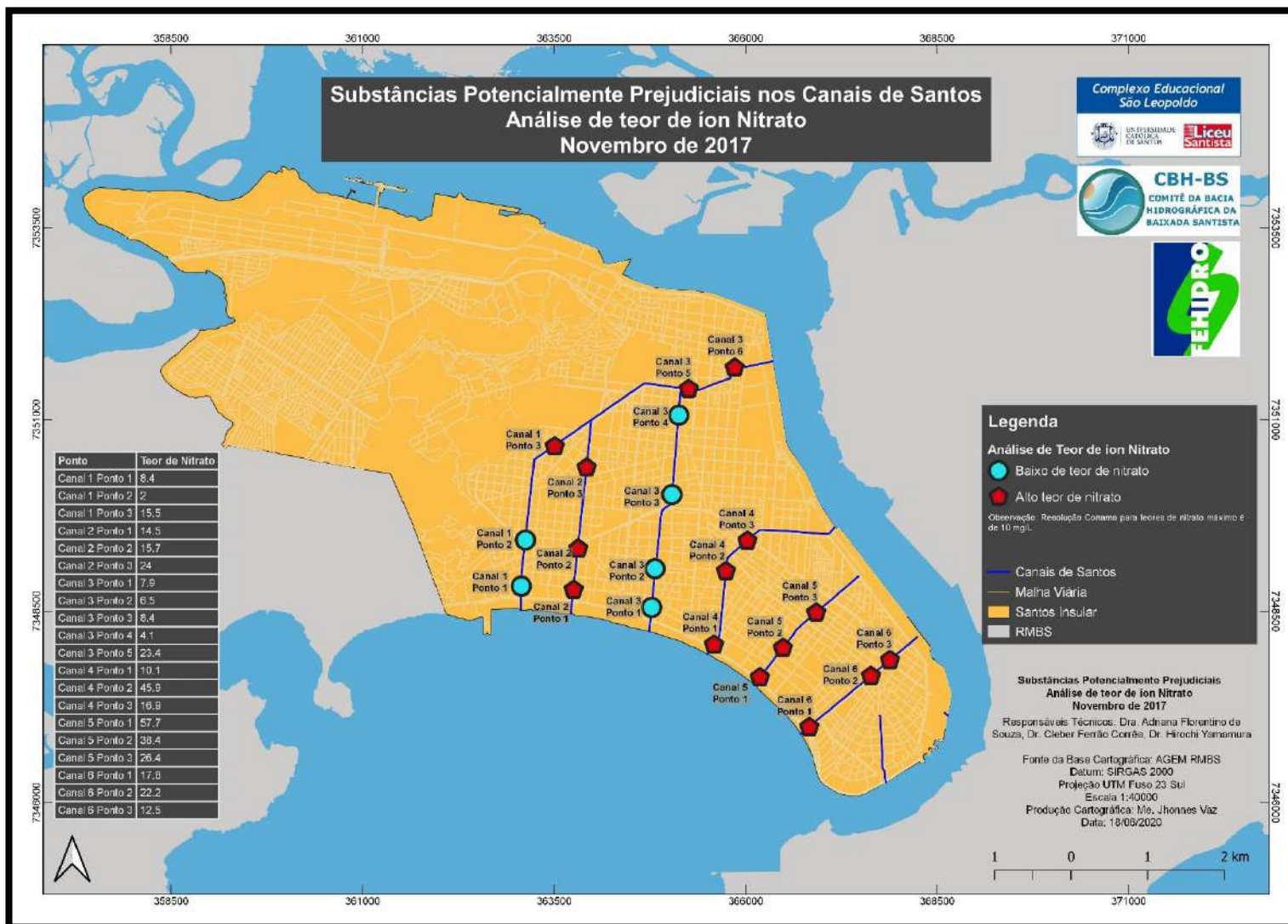


FIGURA 47: ANÁLISE DE TEOR DE ÍON NITRATO - JAN/2018

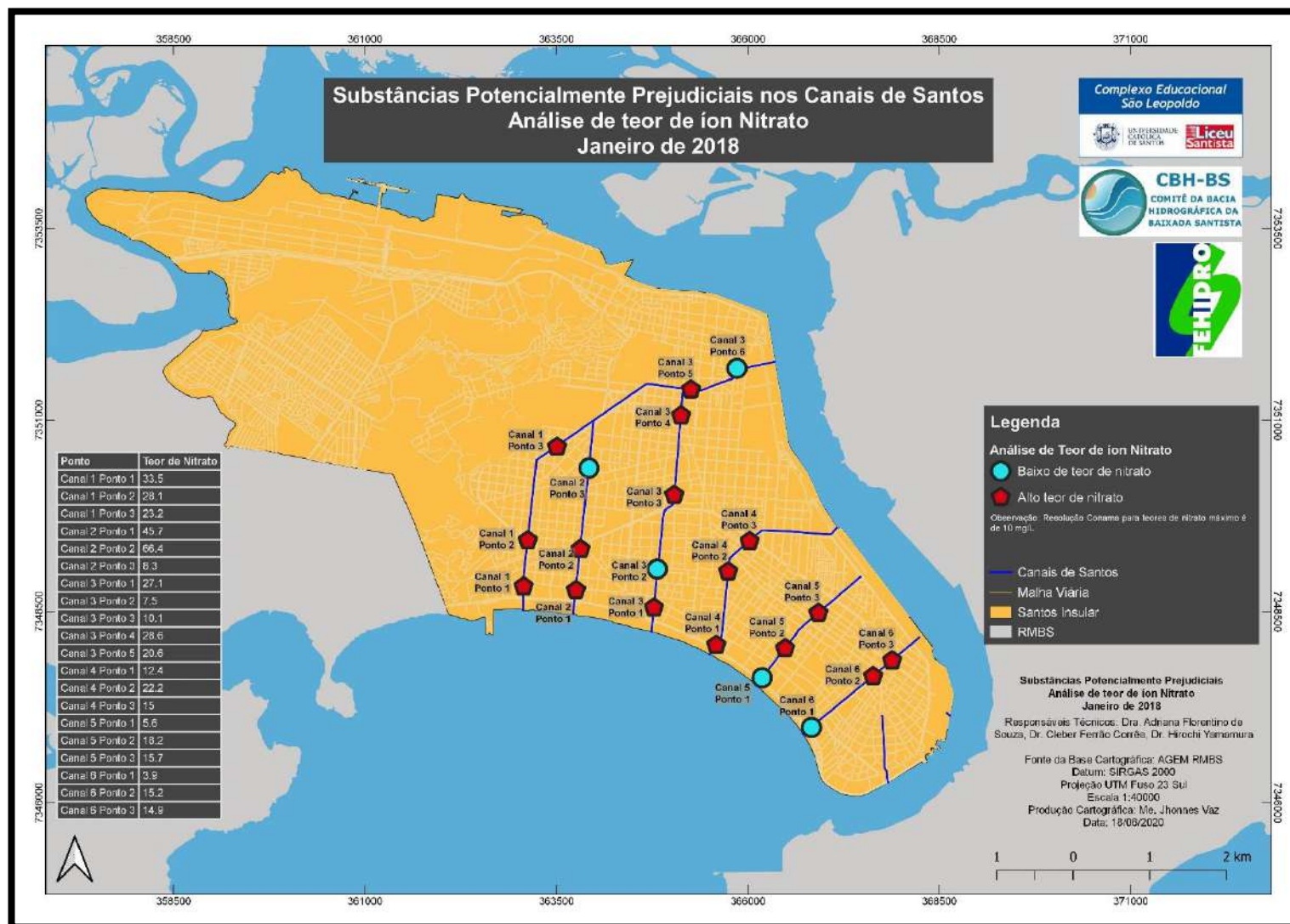


FIGURA 48: ANÁLISE DE TEOR DE ÍON NITRATO - FEV/2018

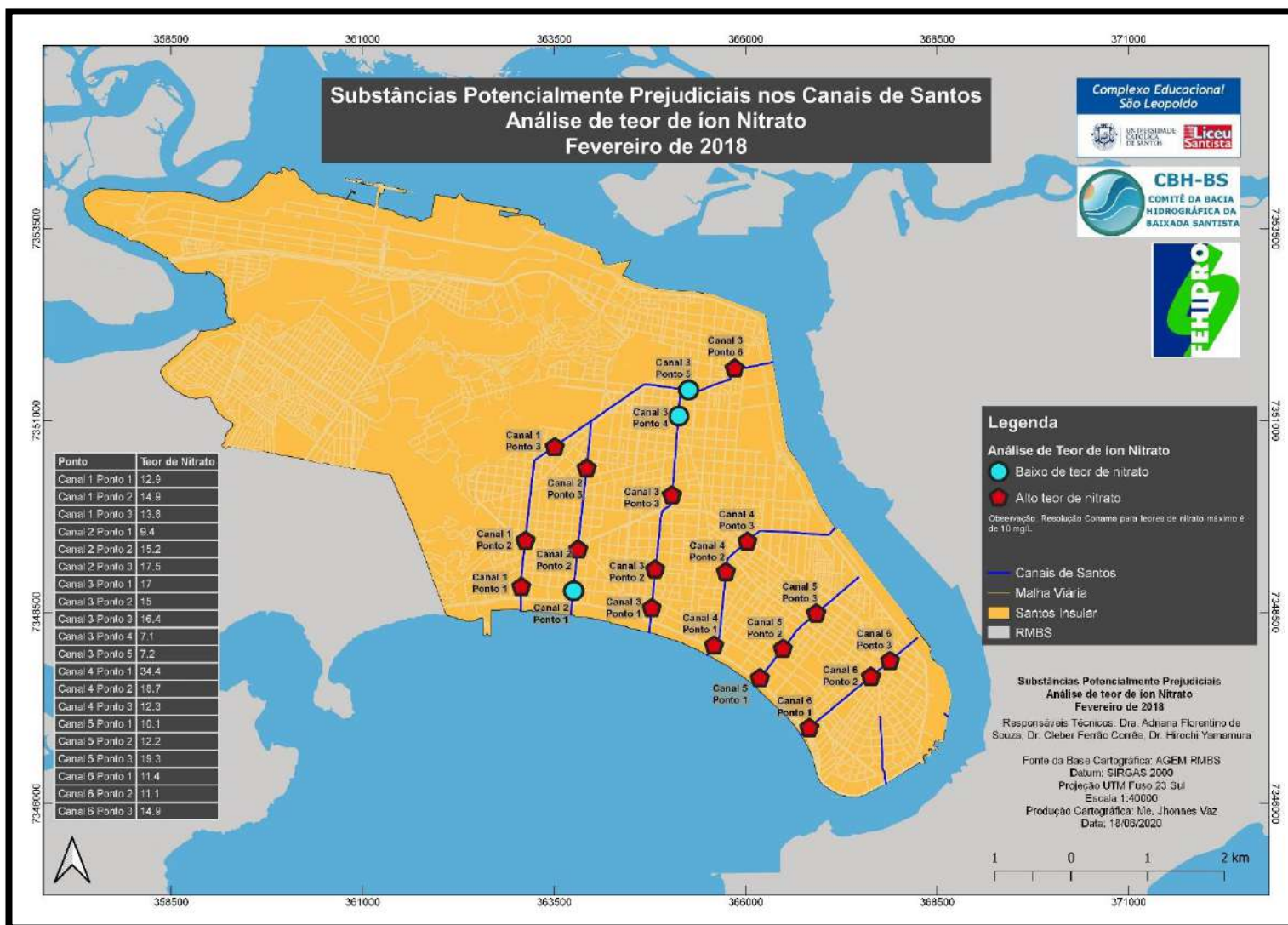


FIGURA 49: ANÁLISE DE TEOR DE ÍON NITRATO - MAR/2018

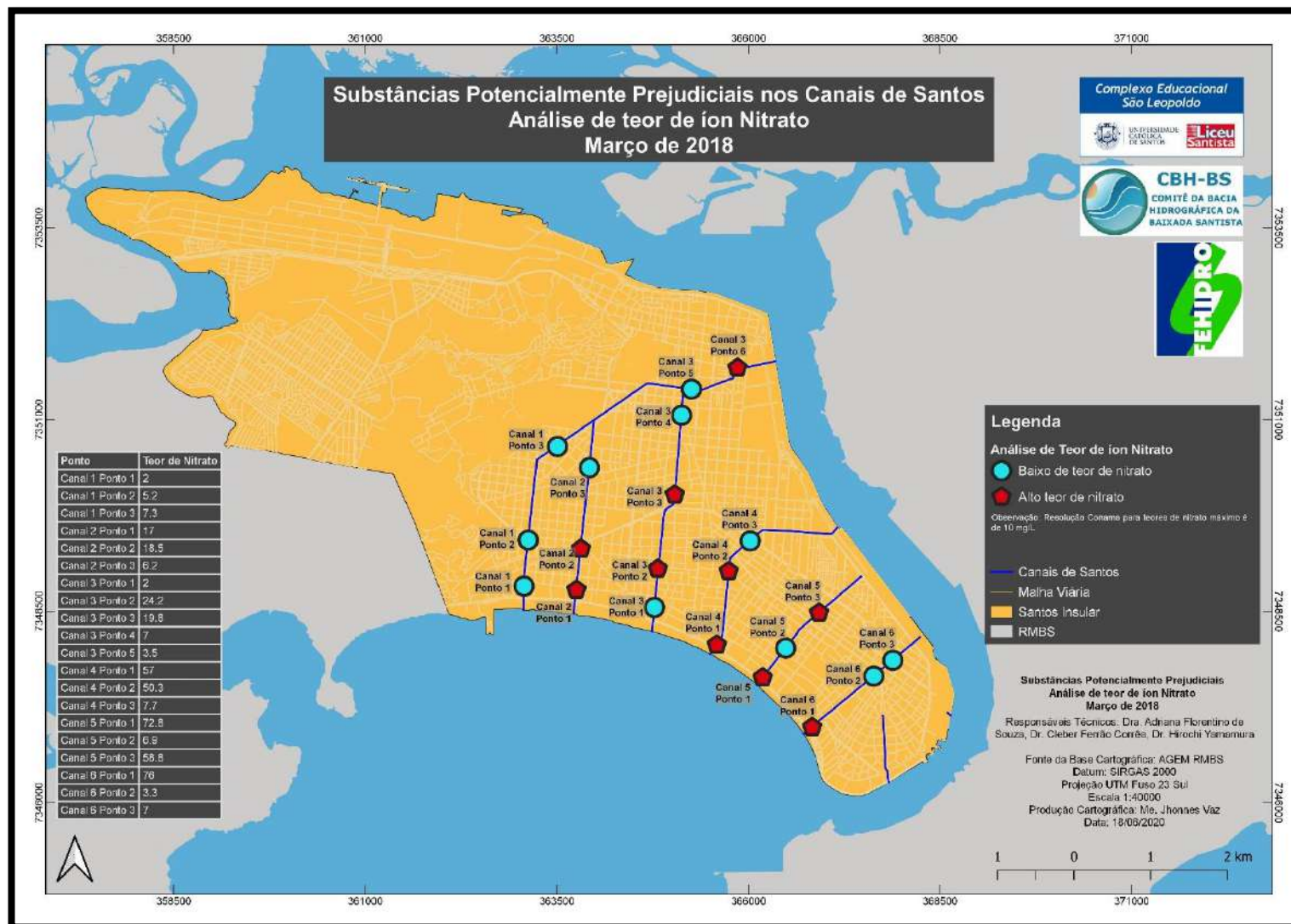


FIGURA 50: ANÁLISE DE TEOR DE ÍON NITRATO - ABR/2018

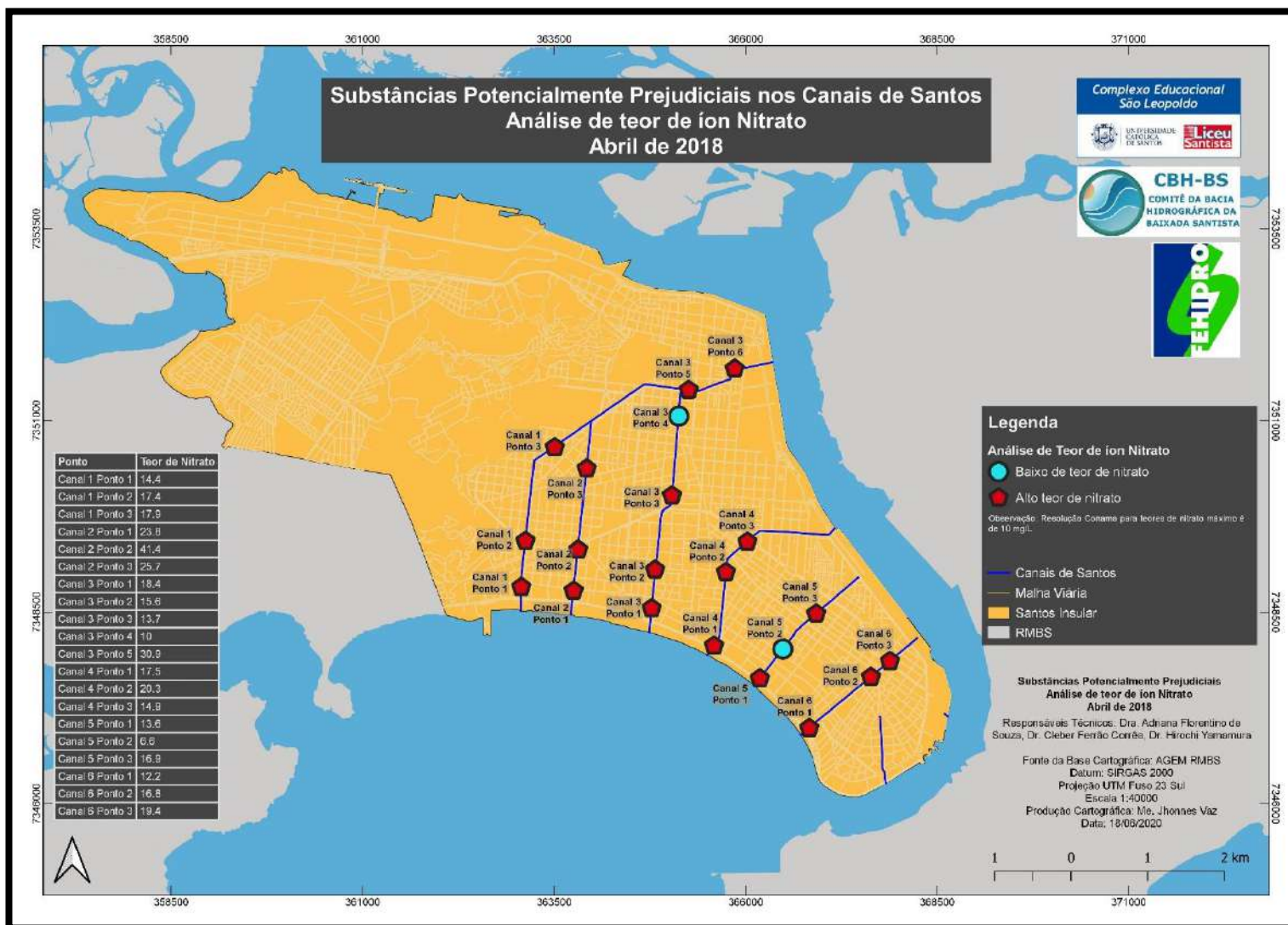




FIGURA 51: ANÁLISE DE TEOR DE ÍON NITRATO - MAI/2018

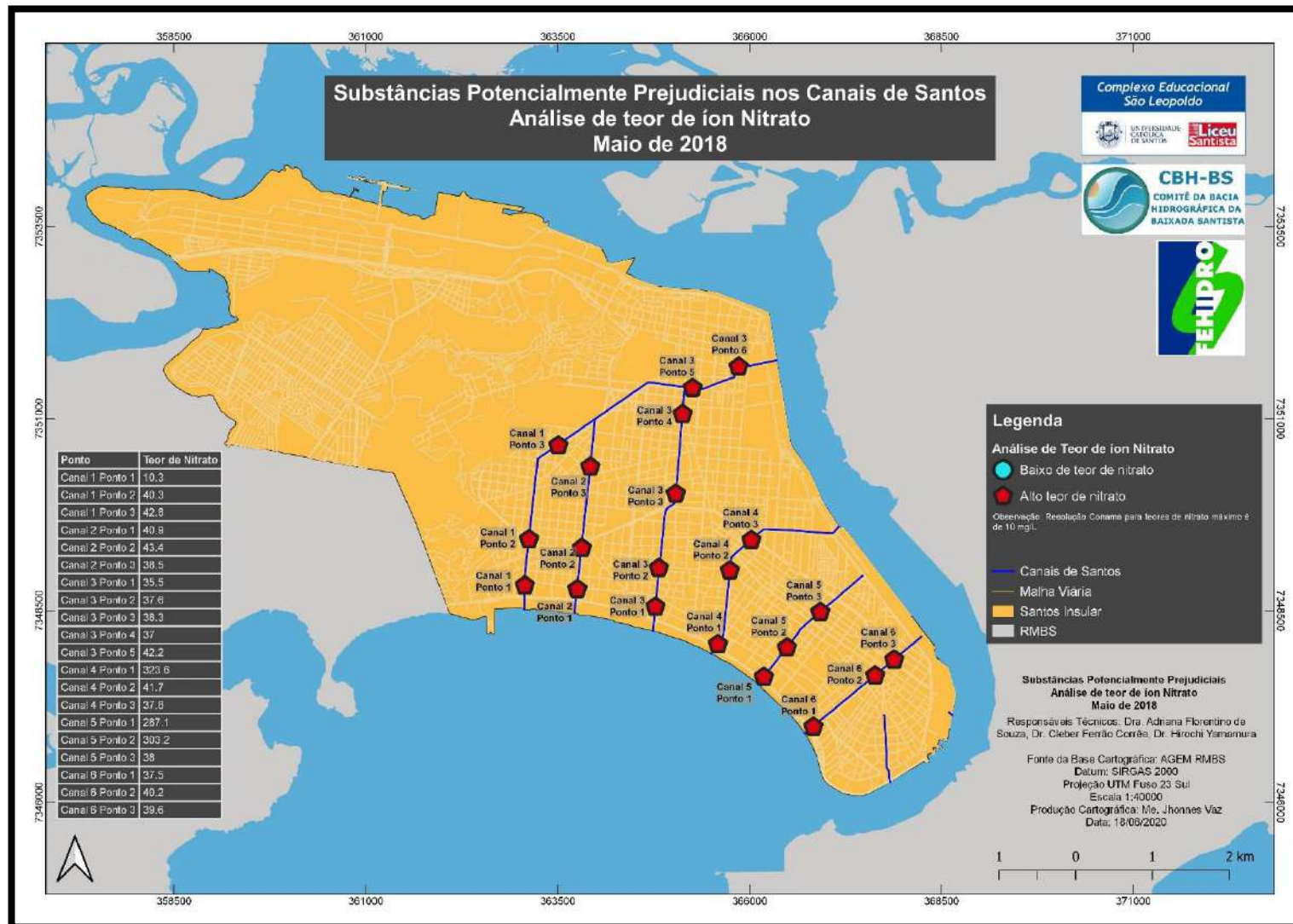


FIGURA 52: ANÁLISE DE TEOR DE ÍON NITRATO - JUN/2018

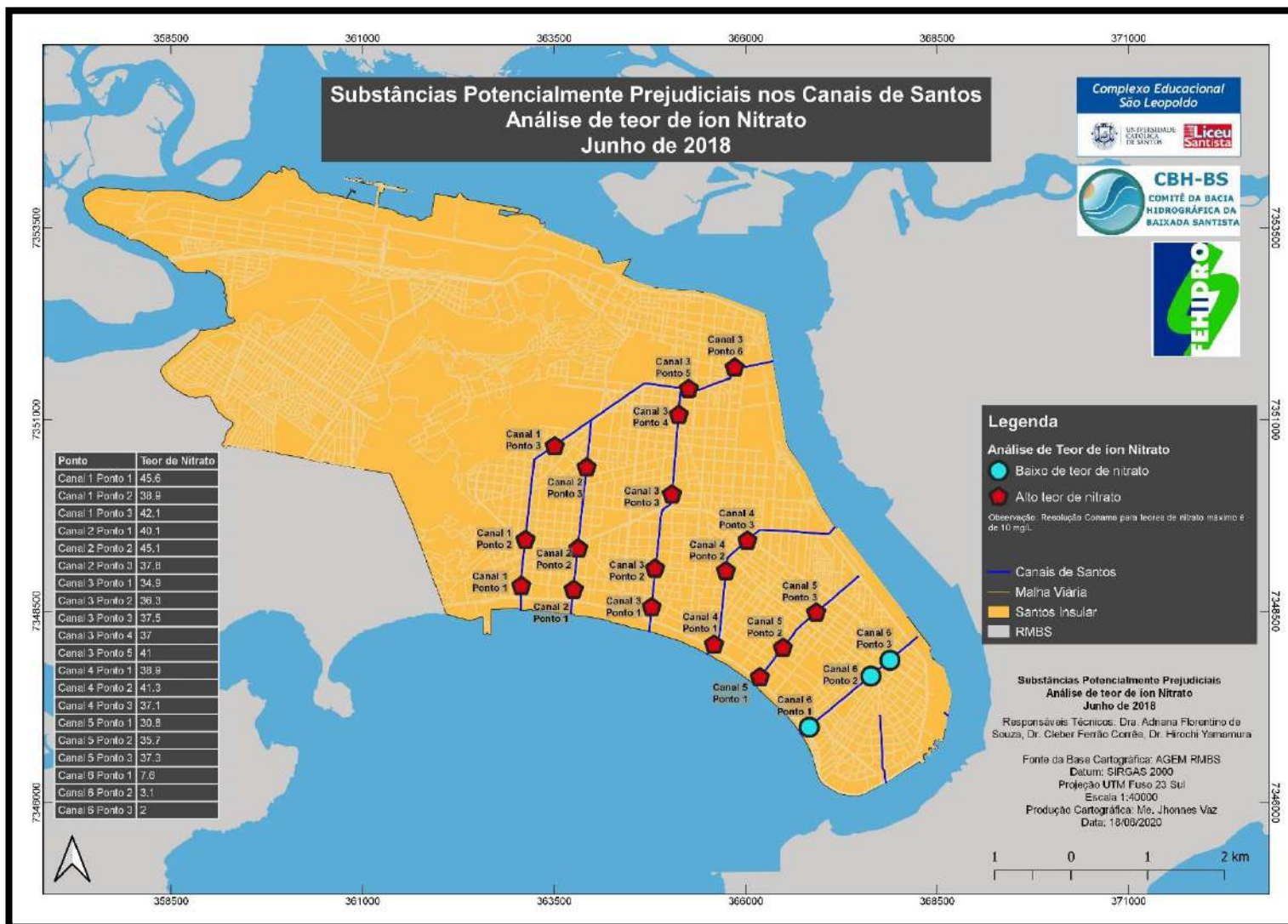


FIGURA 53: ANÁLISE DE TEOR DE ÍON NITRATO - JUL/2018

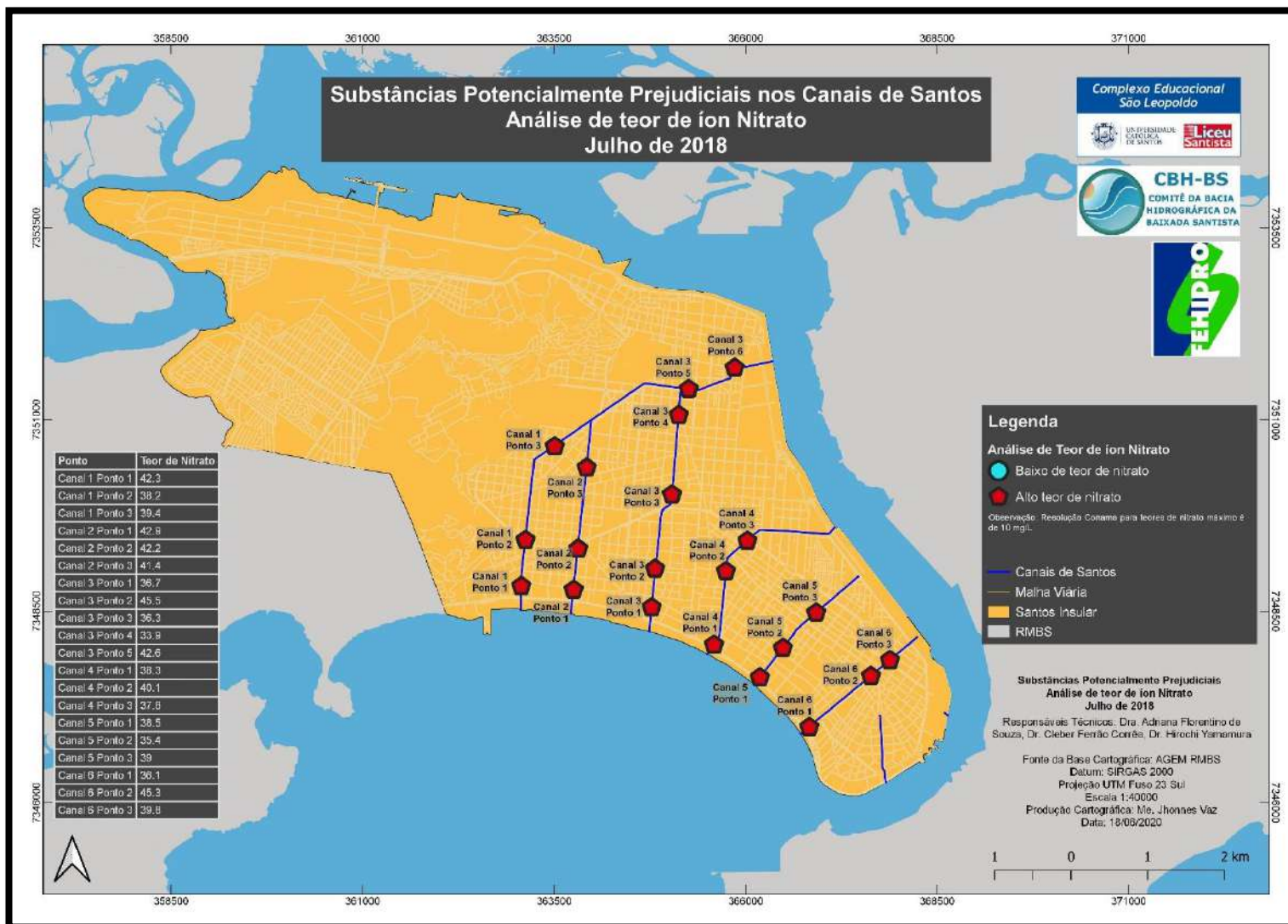


FIGURA 54: ANÁLISE DE TEOR DE ÍON NITRATO - AGO/2018

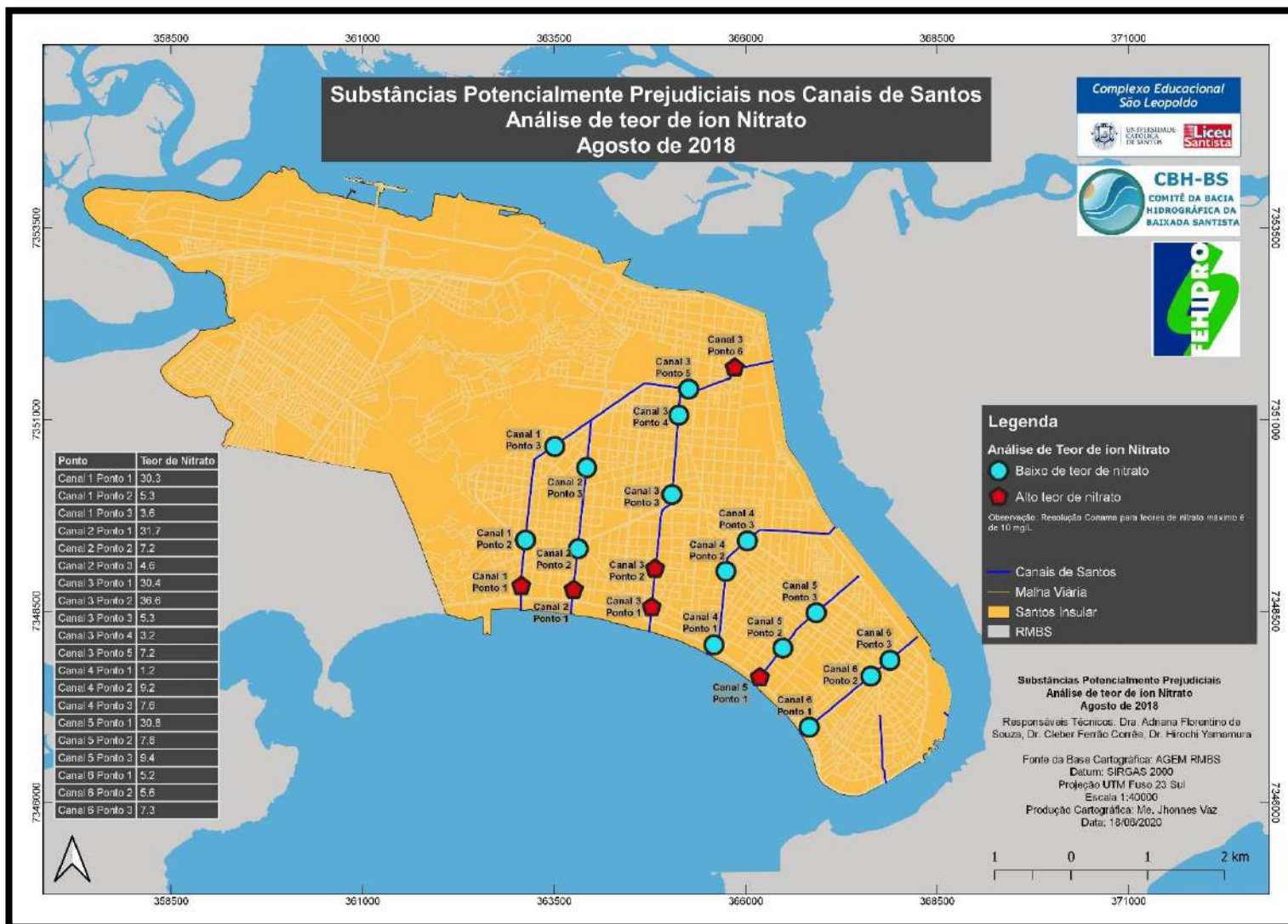


FIGURA 55: ANÁLISE DE TEOR DE ÍON NITRATO - SET/2018

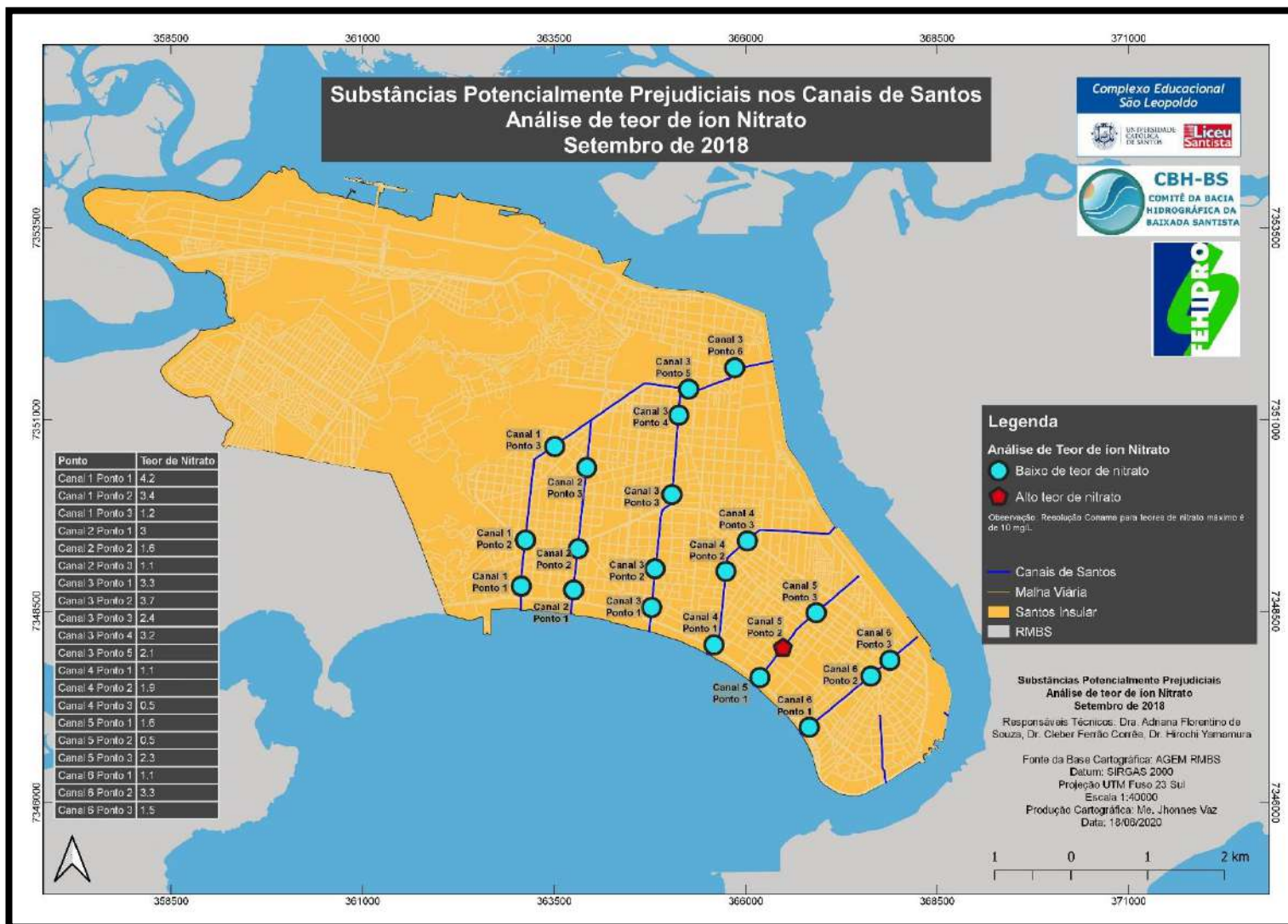


FIGURA 56: ANÁLISE DE TEOR DE ÍON NITRATO - OUT/2018

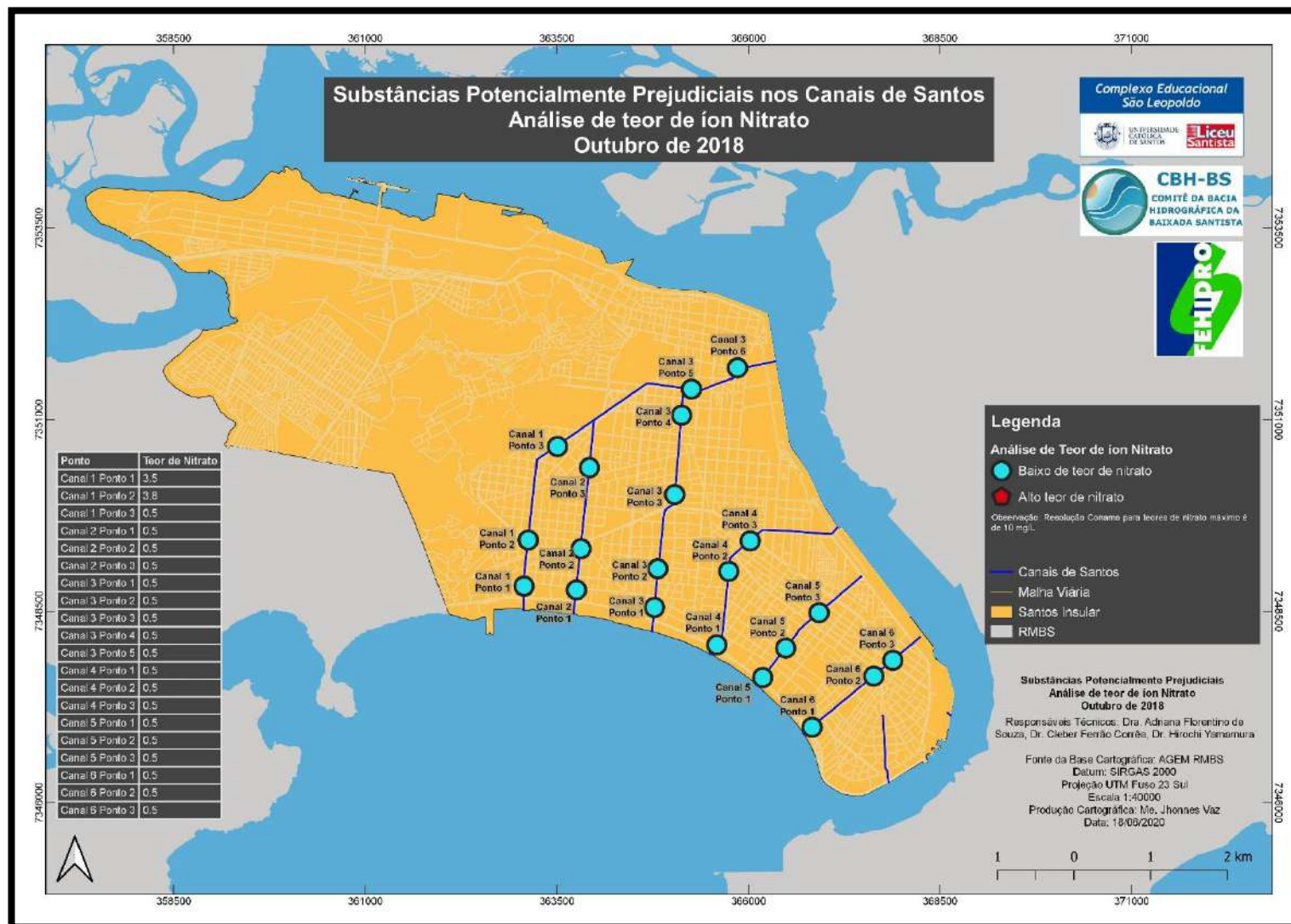


FIGURA 57: ANÁLISE DE TEOR DE ÍON NITRATO - NOV/2018

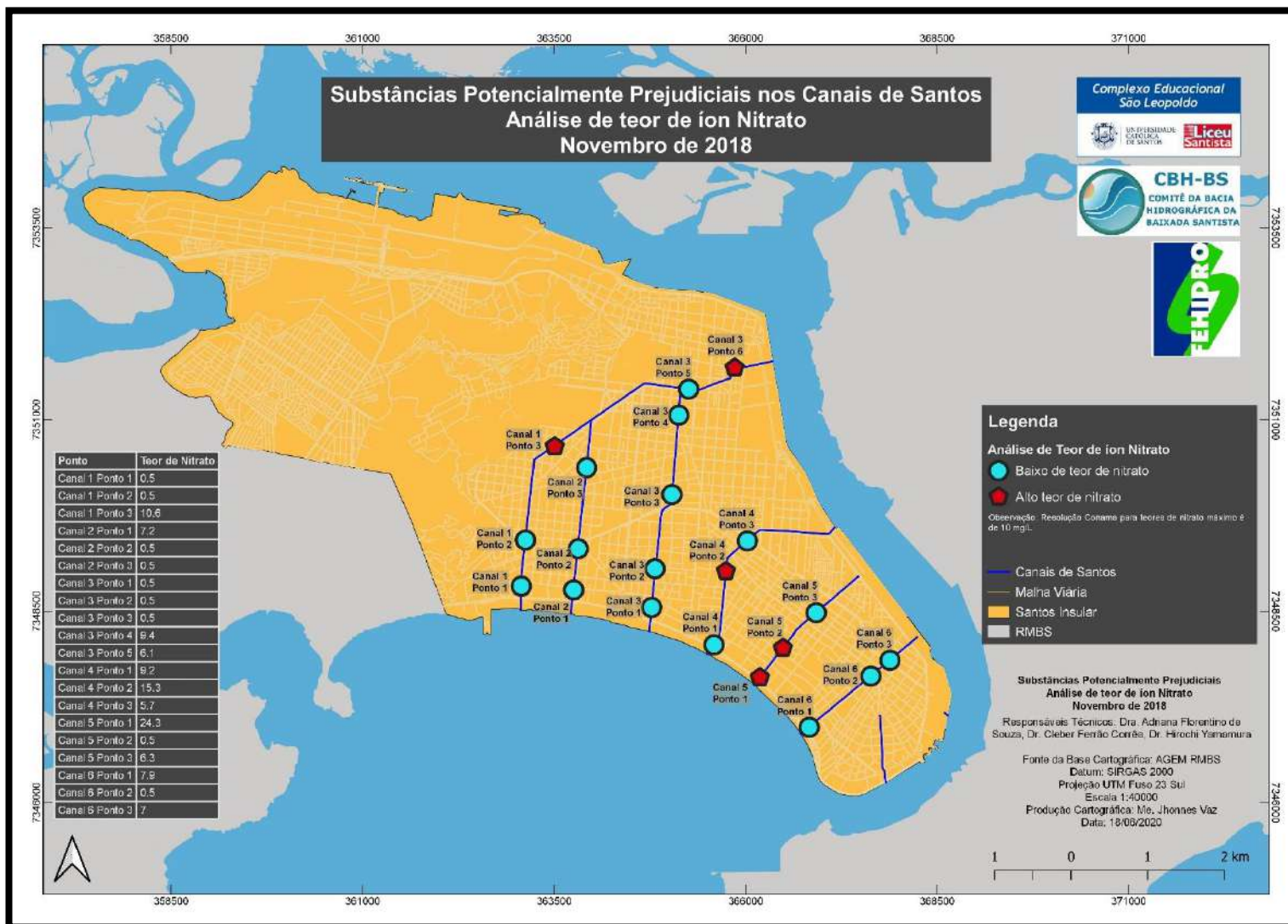


FIGURA 58: ANÁLISE DE TEOR DE CÁTION POTÁSSIO - NOV/2017

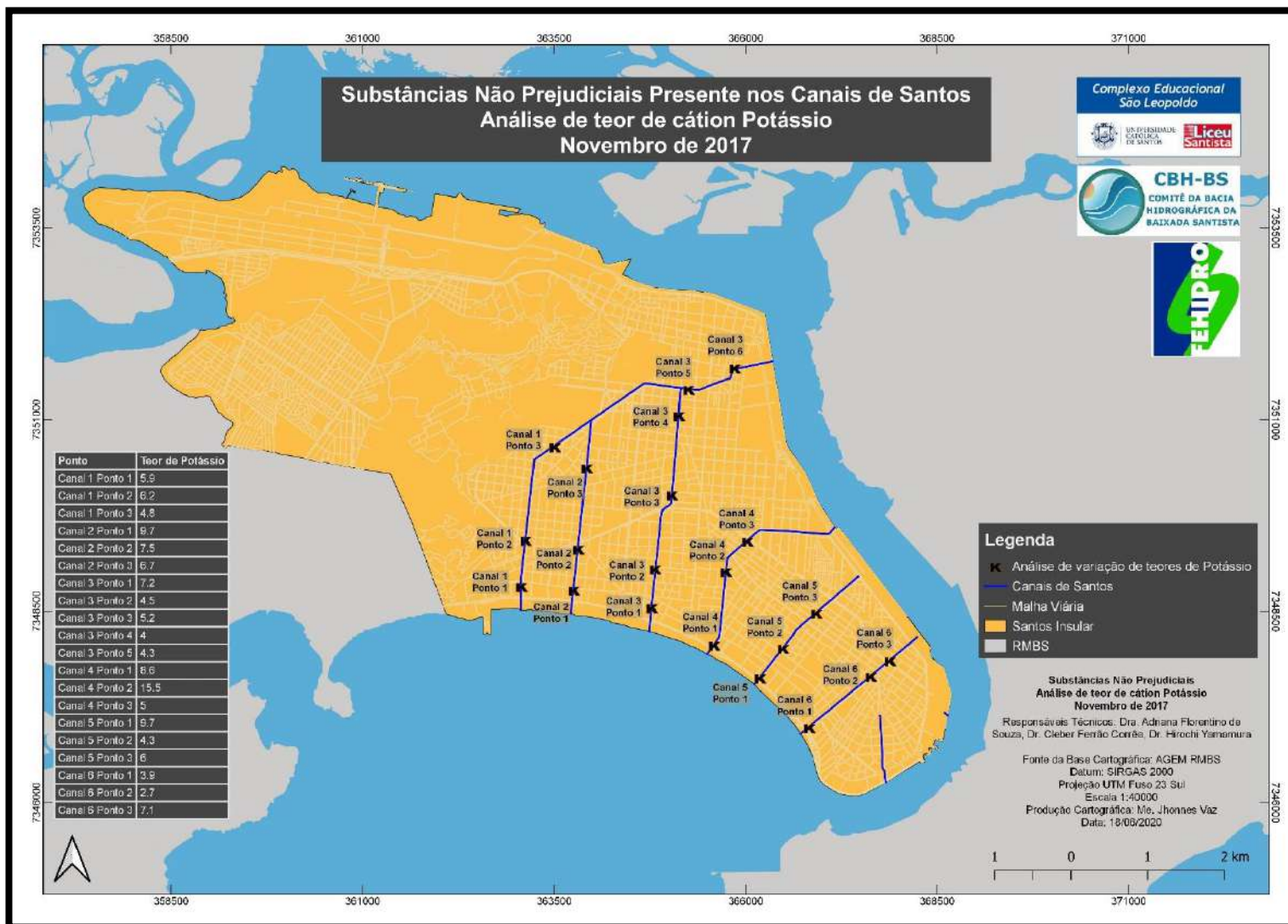




FIGURA 59: ANÁLISE DE TEOR DE CÁTION POTÁSSIO - JAN/2018

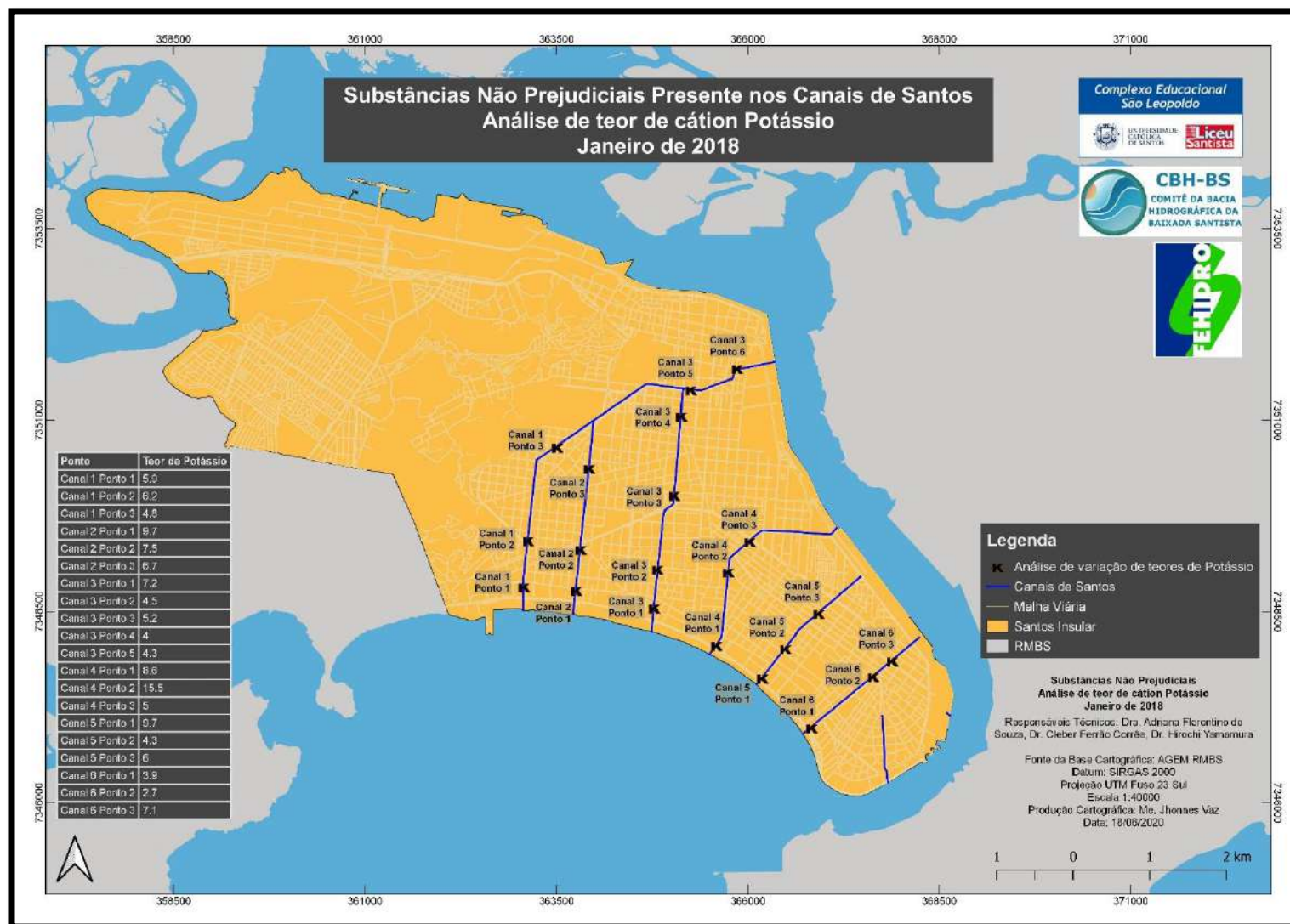


FIGURA 60: ANÁLISE DE TEOR DE CÁTION POTÁSSIO - FEV/2018

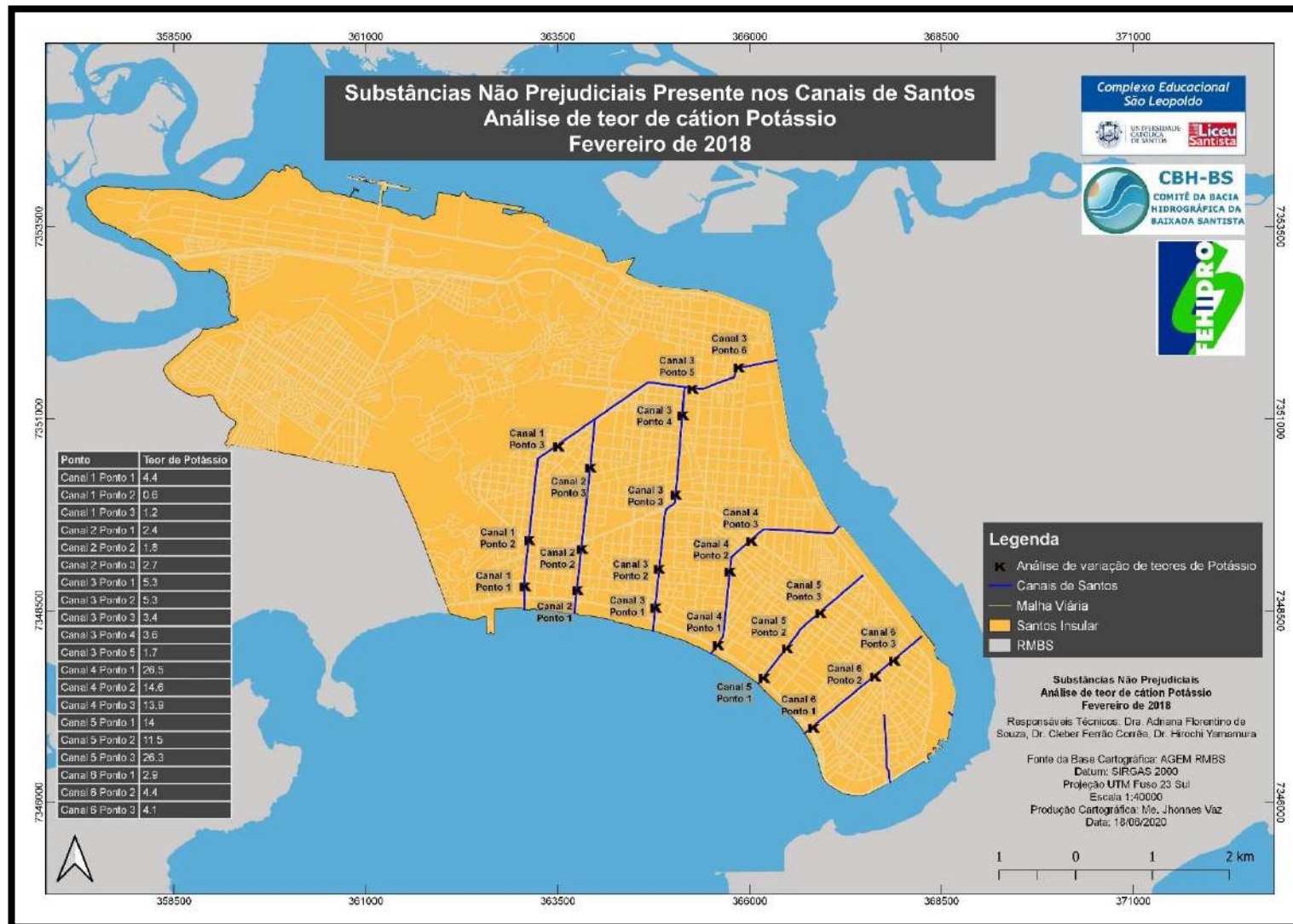


FIGURA 61: ANÁLISE DE TEOR DE CÁTION POTÁSSIO - MAR/2018

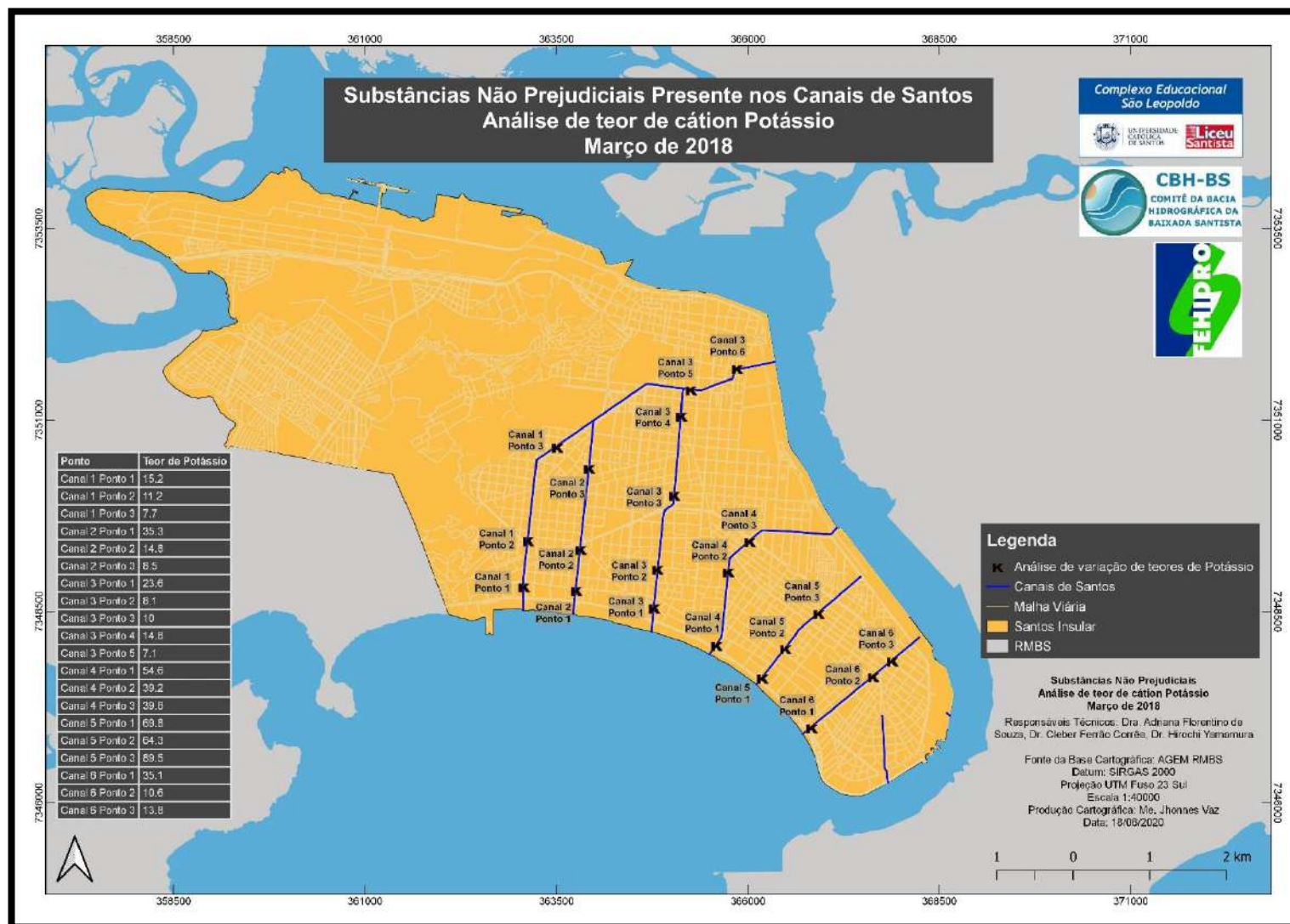


FIGURA 62: ANÁLISE DE TEOR DE CÁTION POTÁSSIO - ABR/2018

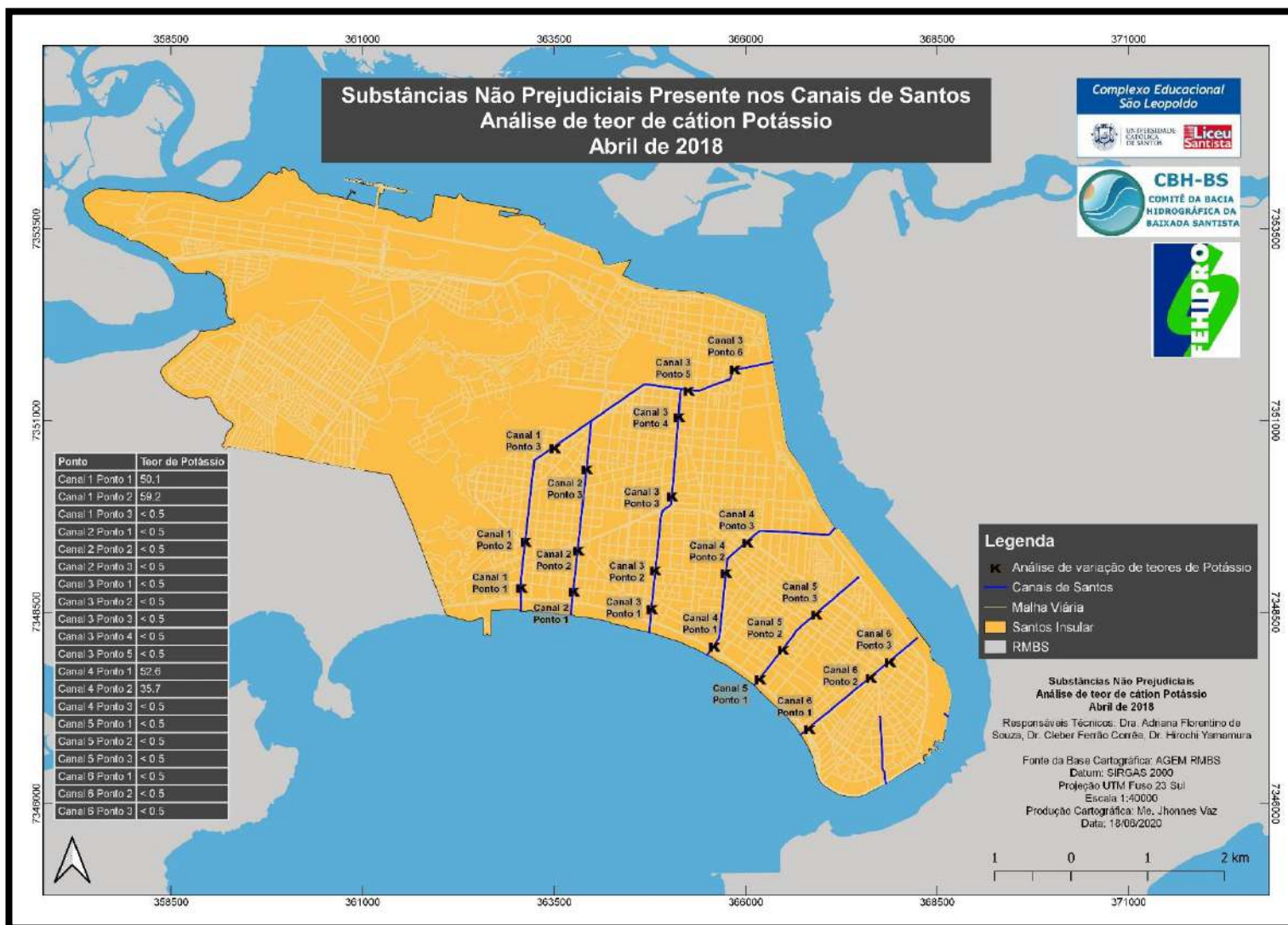


FIGURA 63: ANÁLISE DE TEOR DE CÁTION POTÁSSIO - MAI/2018

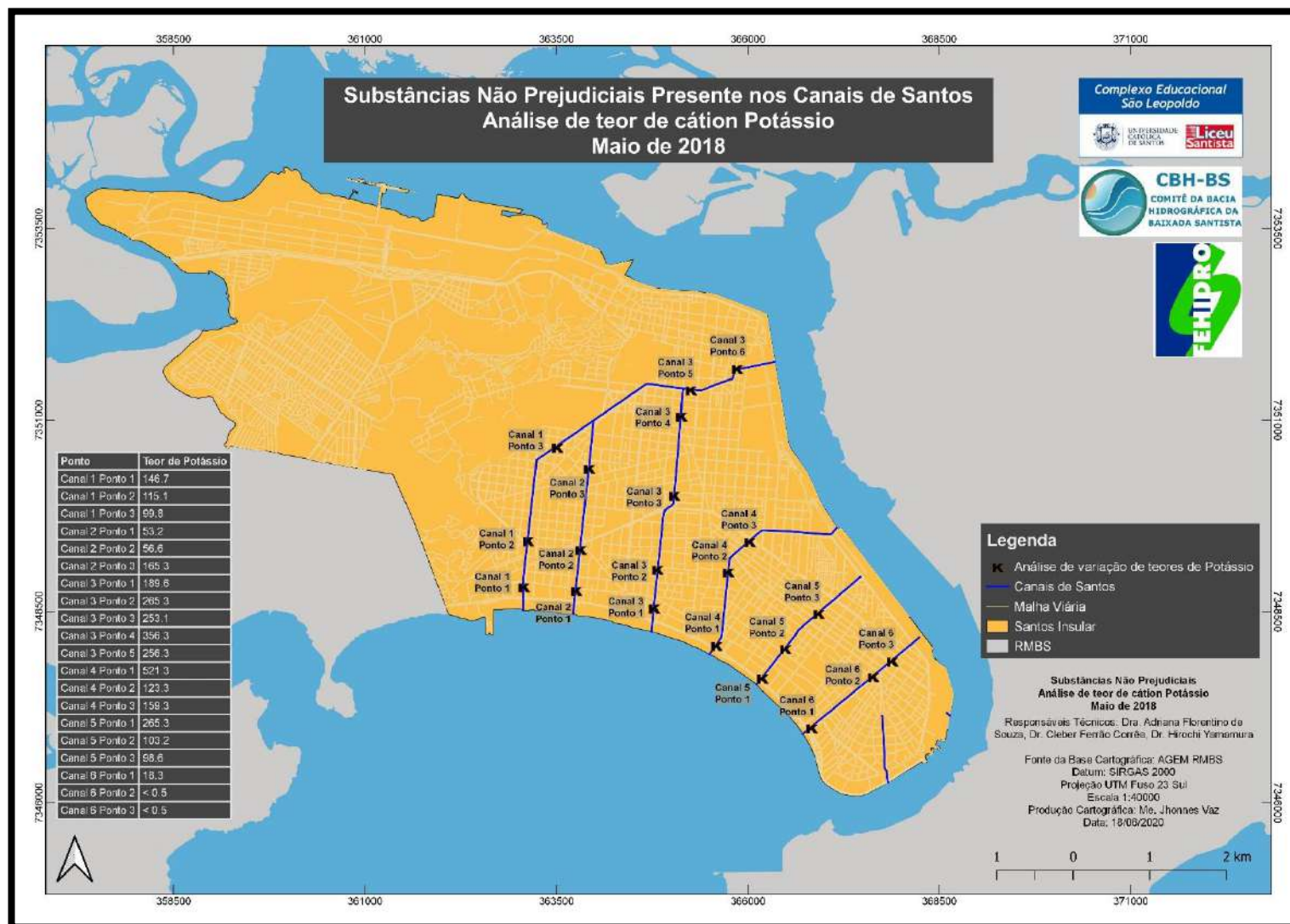


FIGURA 64: ANÁLISE DE TEOR DE CÁTION POTÁSSIO - JUN/2018

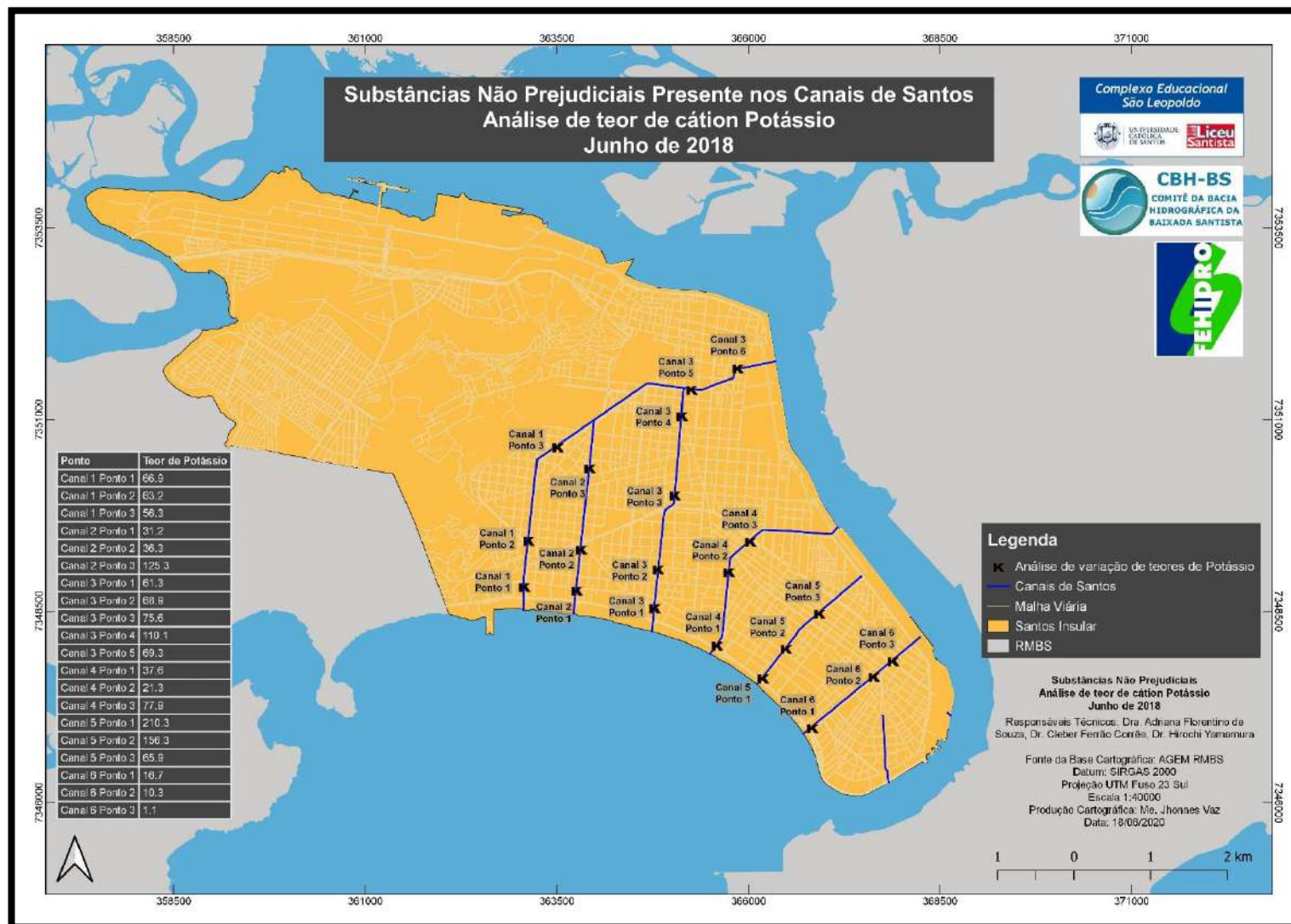


FIGURA 65: ANÁLISE DE TEOR DE CÁTION POTÁSSIO - JUL/2018

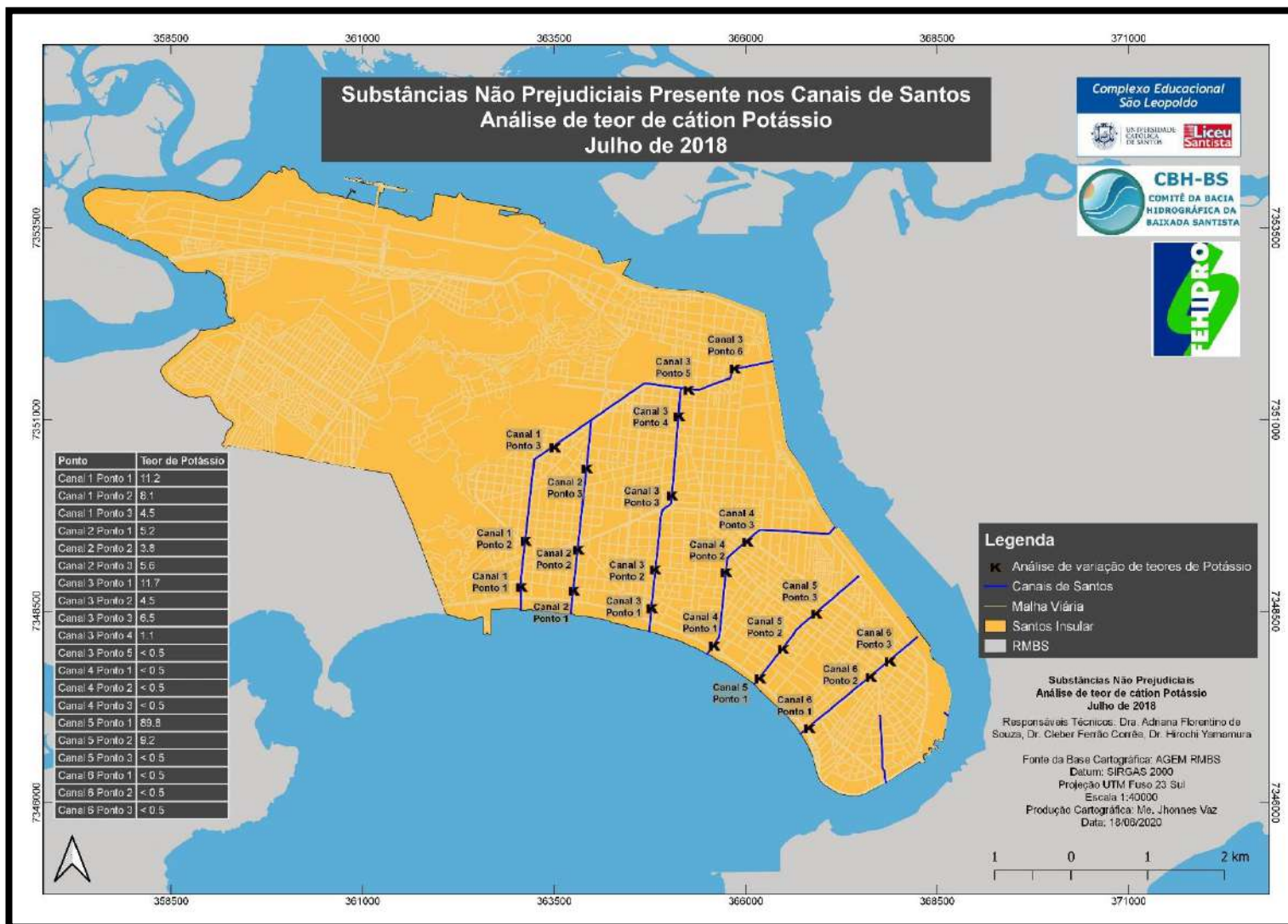


FIGURA 66: ANÁLISE DE TEOR DE CÁTION POTÁSSIO - AGO/2018

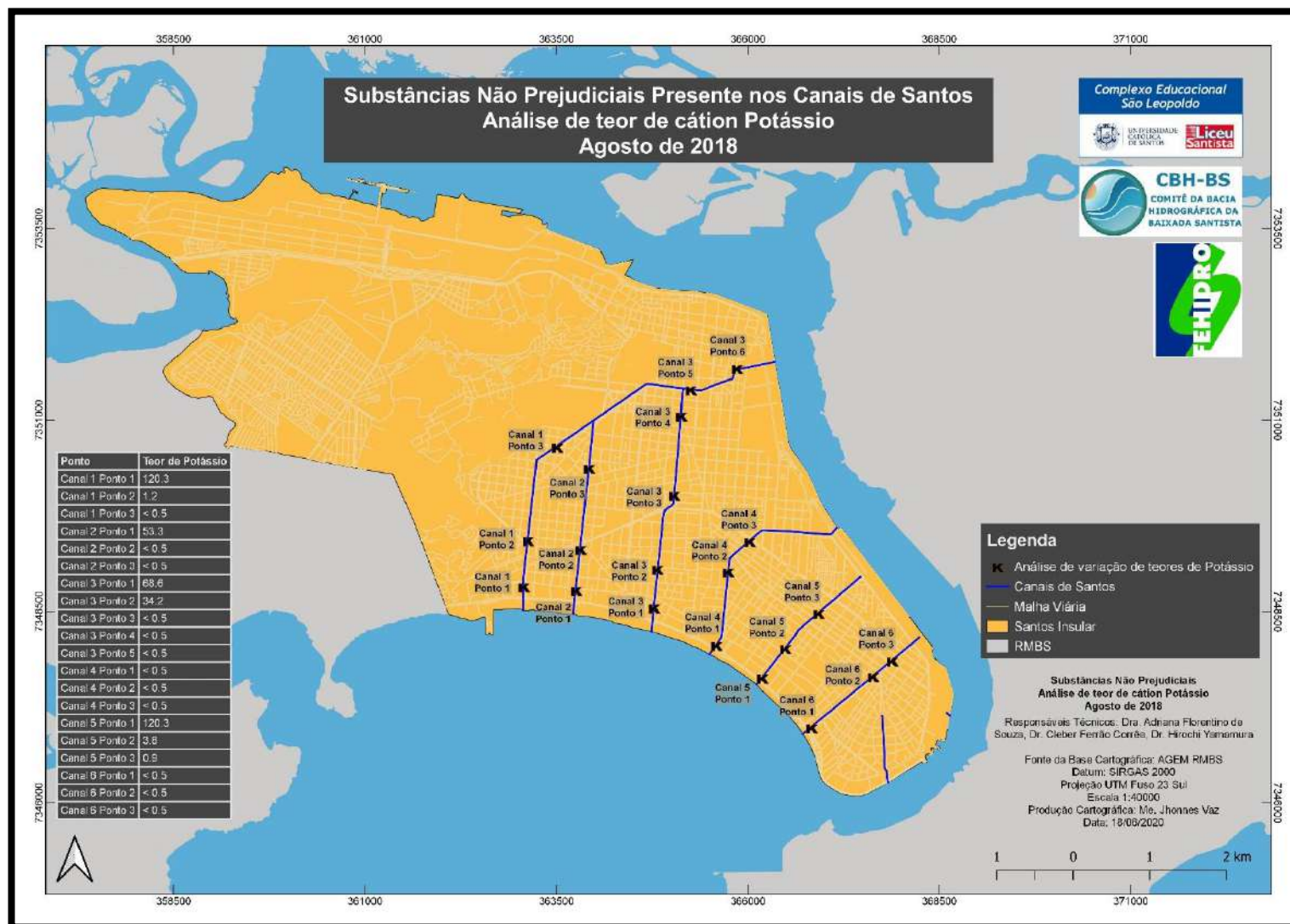




FIGURA 67: ANÁLISE DE TEOR DE CÁTION POTÁSSIO - SET/2018

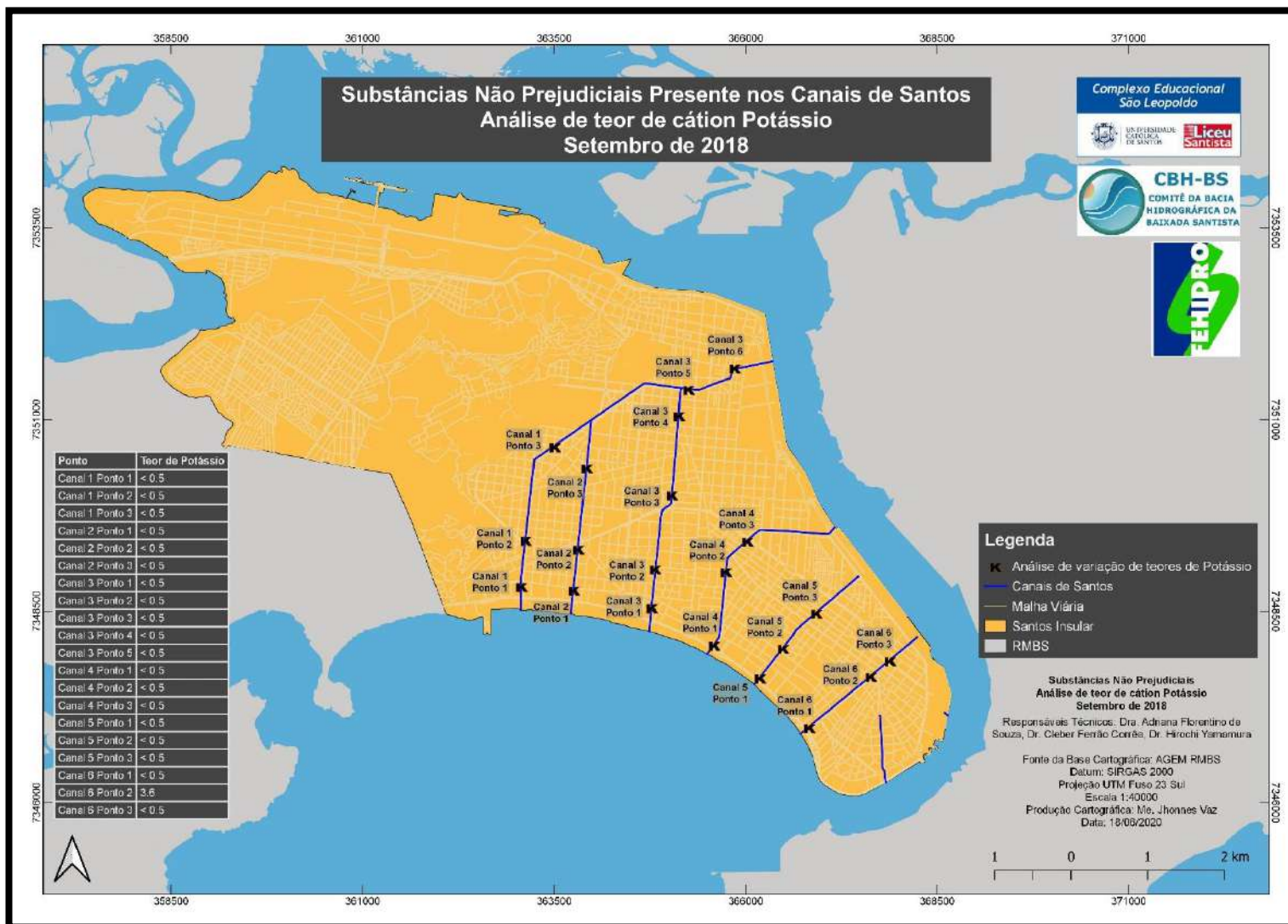


FIGURA 68: ANÁLISE DE TEOR DE CÁTION POTÁSSIO - OUT/2018

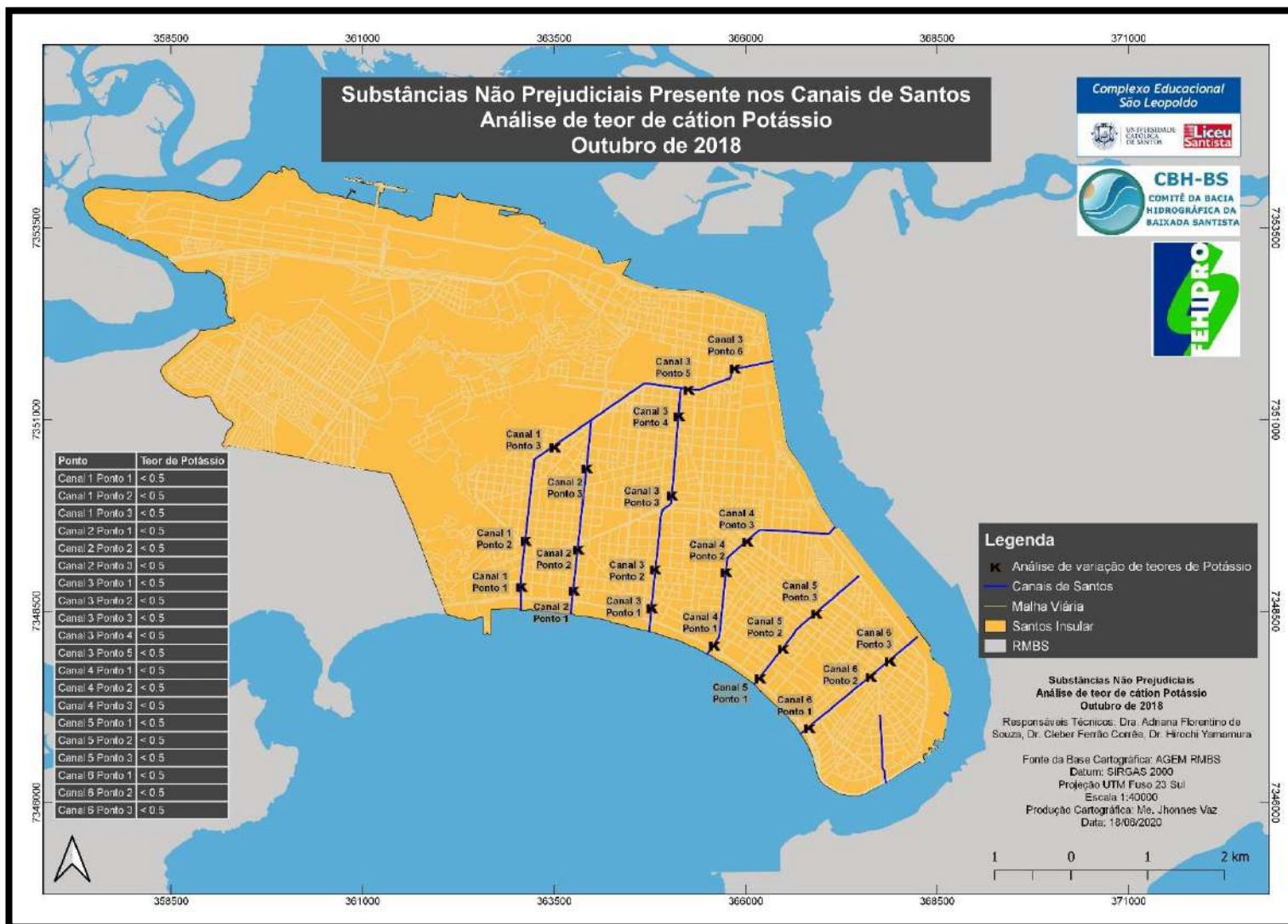


FIGURA 69: ANÁLISE DE TEOR DE CÁTION POTÁSSIO - NOV/2018

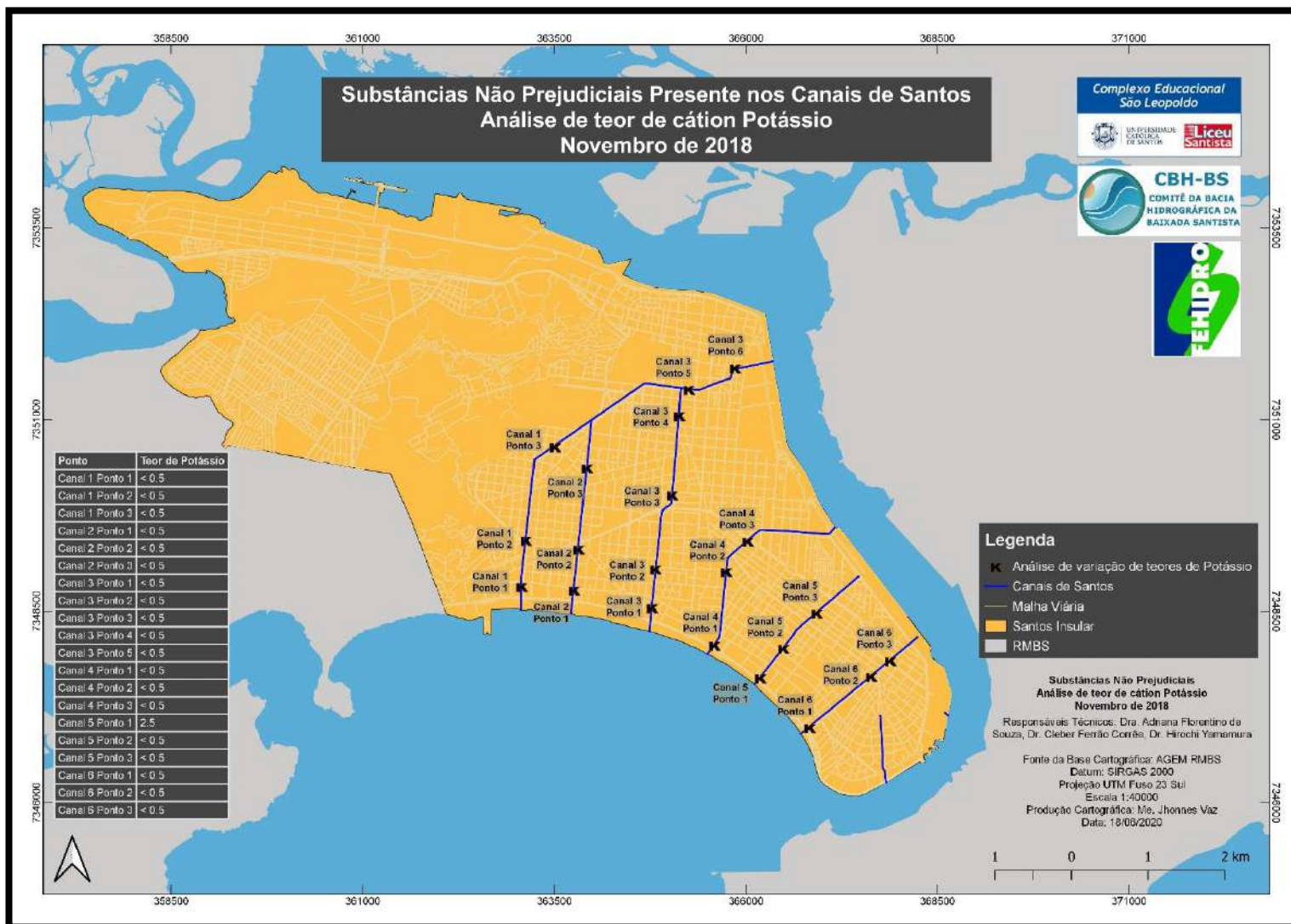


FIGURA 70: ANÁLISE DO TEOR DE CLORETO DE SÓDIO (NaCl) - NOV/2017

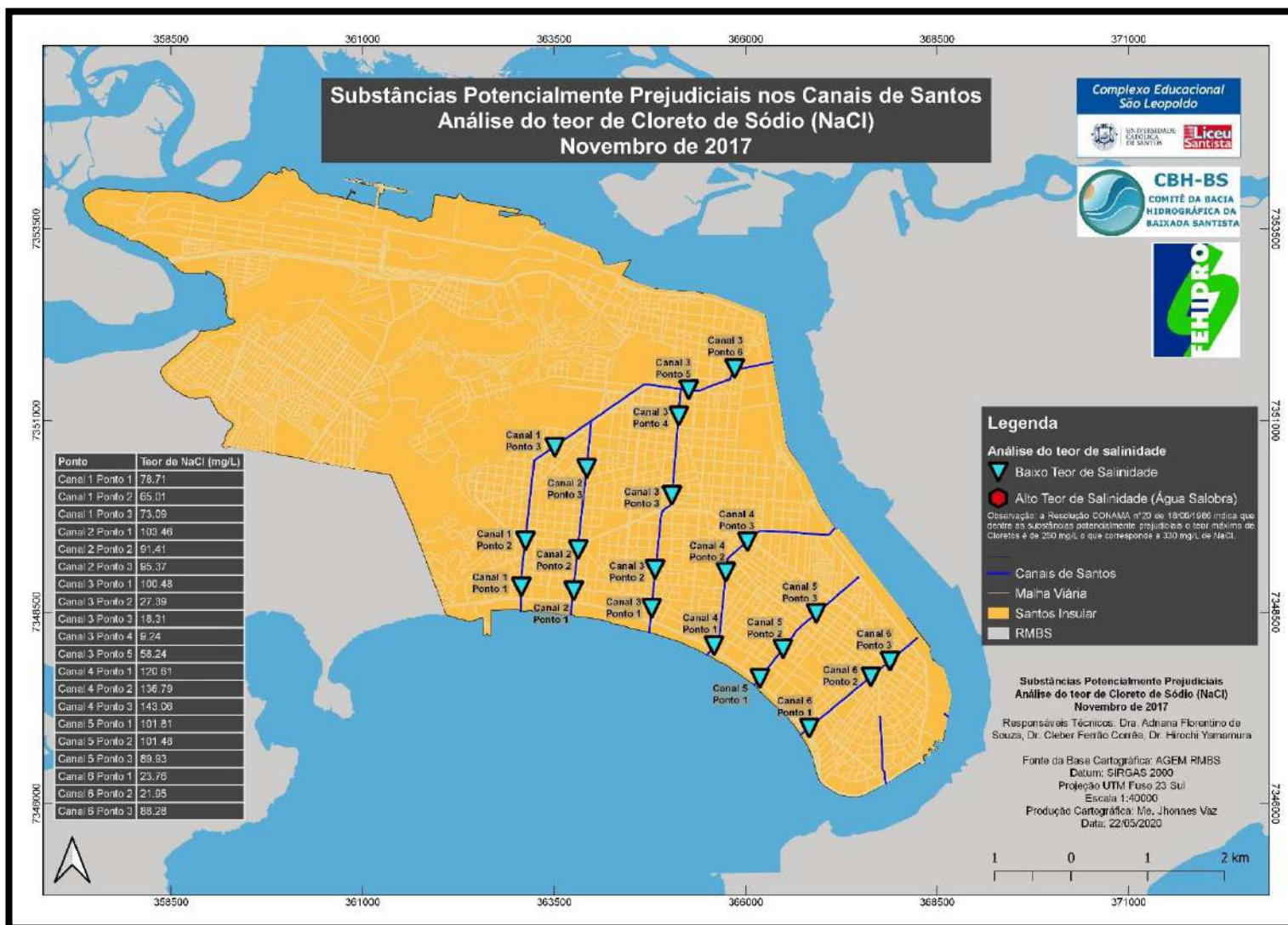


FIGURA 71: ANÁLISE DO TEOR DE CLORETO DE SÓDIO (NaCl) - JAN/2018

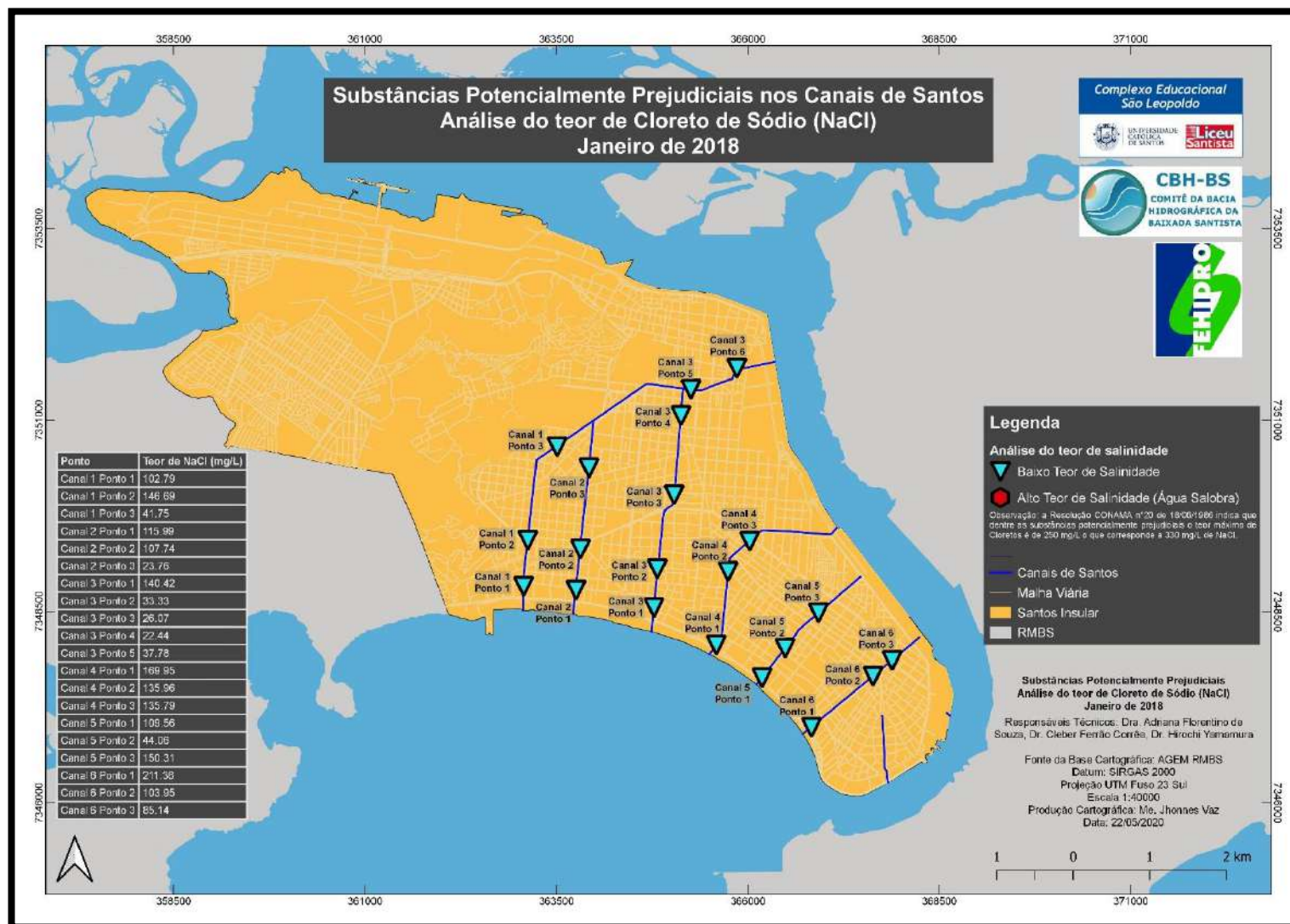


FIGURA 72: ANÁLISE DO TEOR DE CLORETO DE SÓDIO (NaCl) - FEV/2018

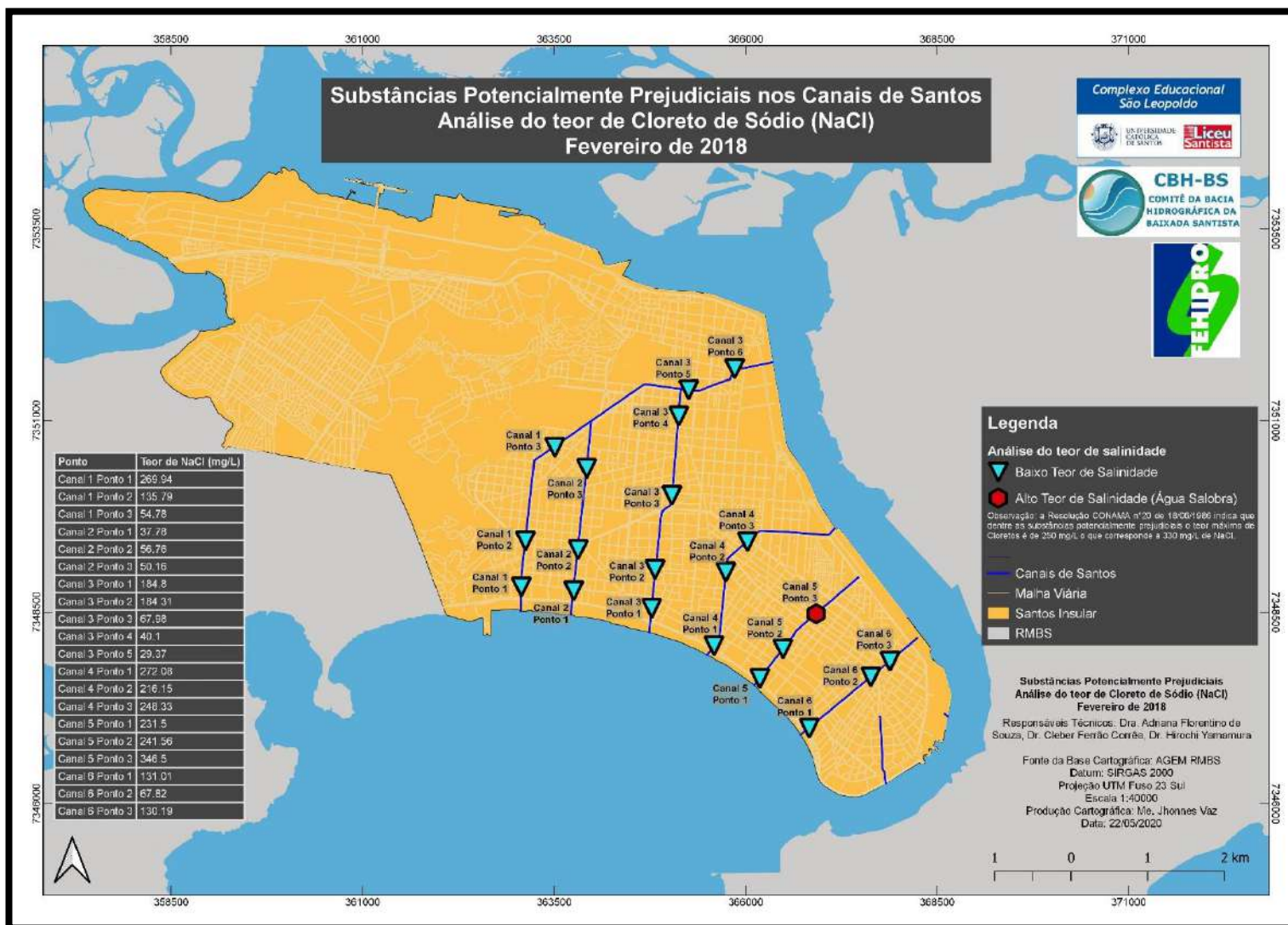


FIGURA 73: ANÁLISE DO TEOR DE CLORETO DE SÓDIO (NaCl) - MAR/2018

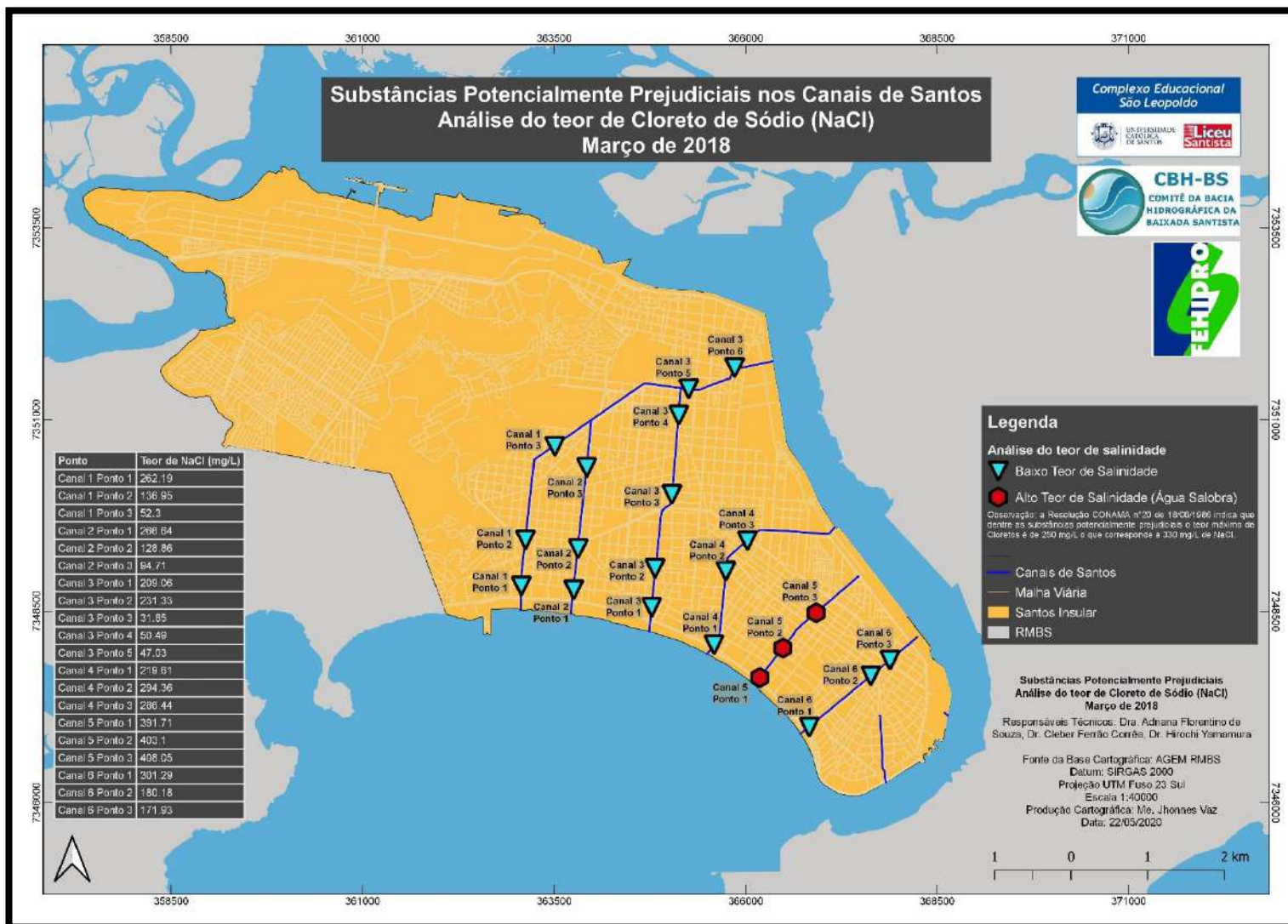


FIGURA 74: ANÁLISE DO TEOR DE CLORETO DE SÓDIO (NaCl) - ABR/2018

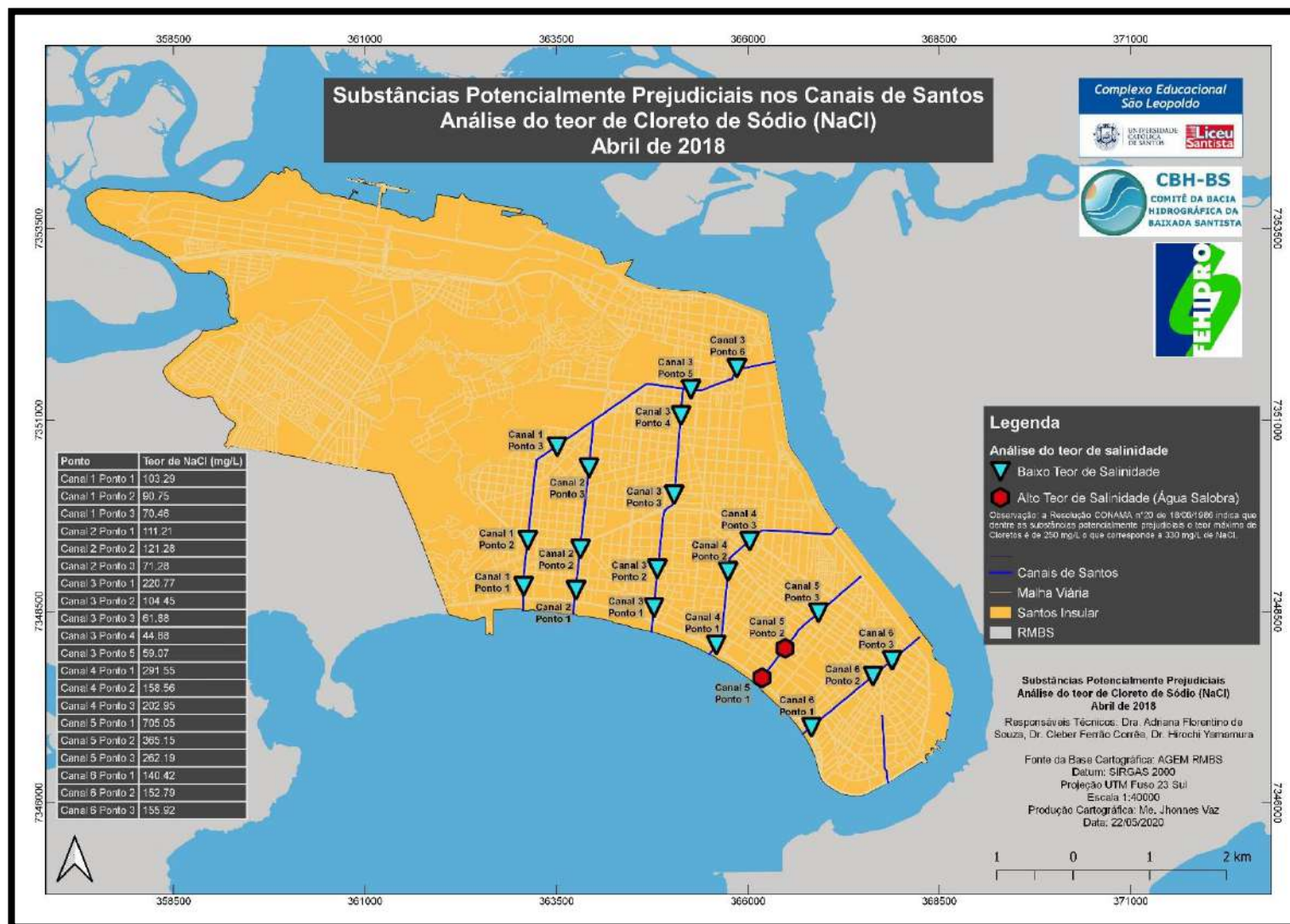




FIGURA 75: ANÁLISE DO TEOR DE CLORETO DE SÓDIO (NaCl) - MAI/2018

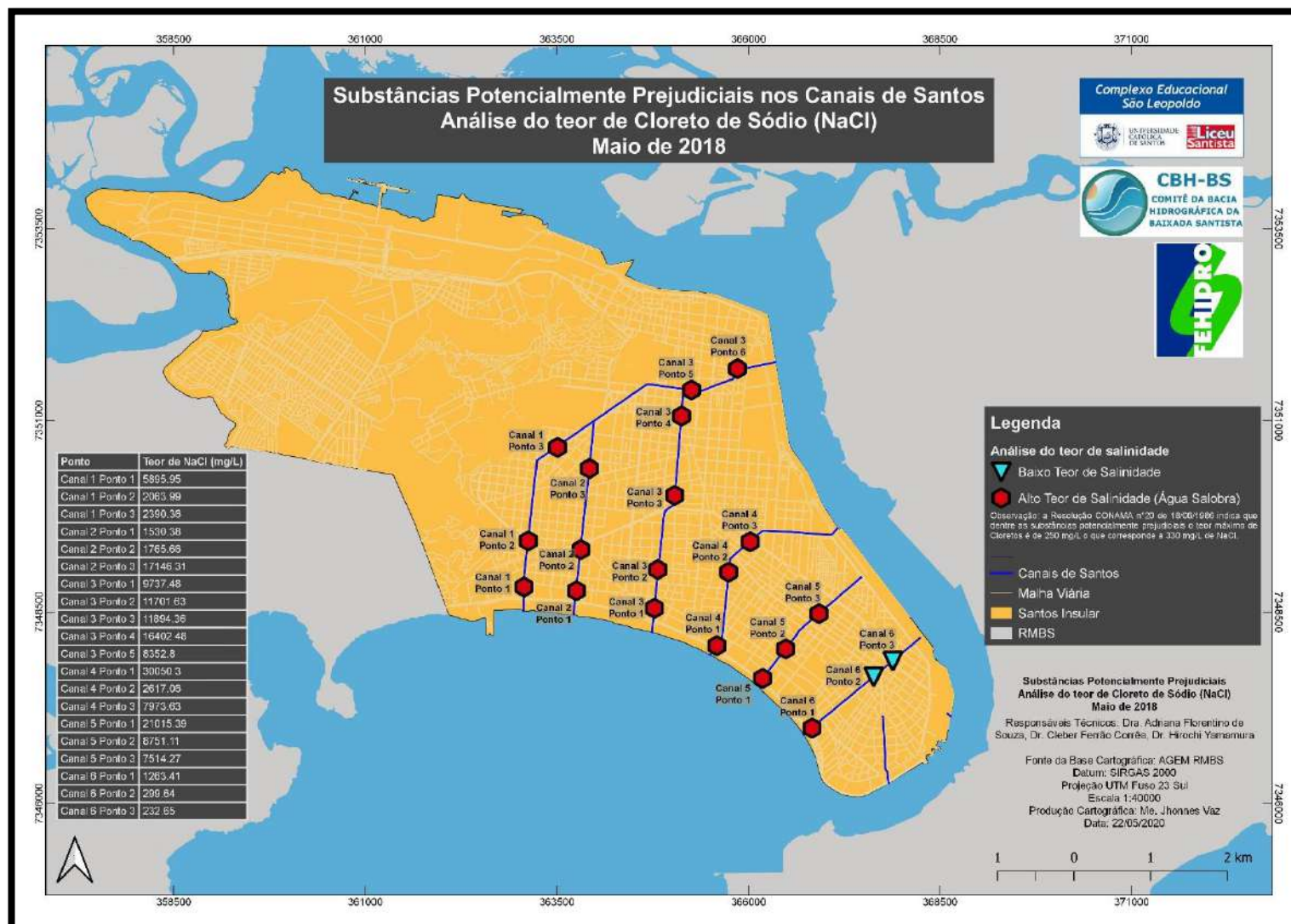


FIGURA 76: ANÁLISE DO TEOR DE CLORETO DE SÓDIO (NaCl) - JUN/2018

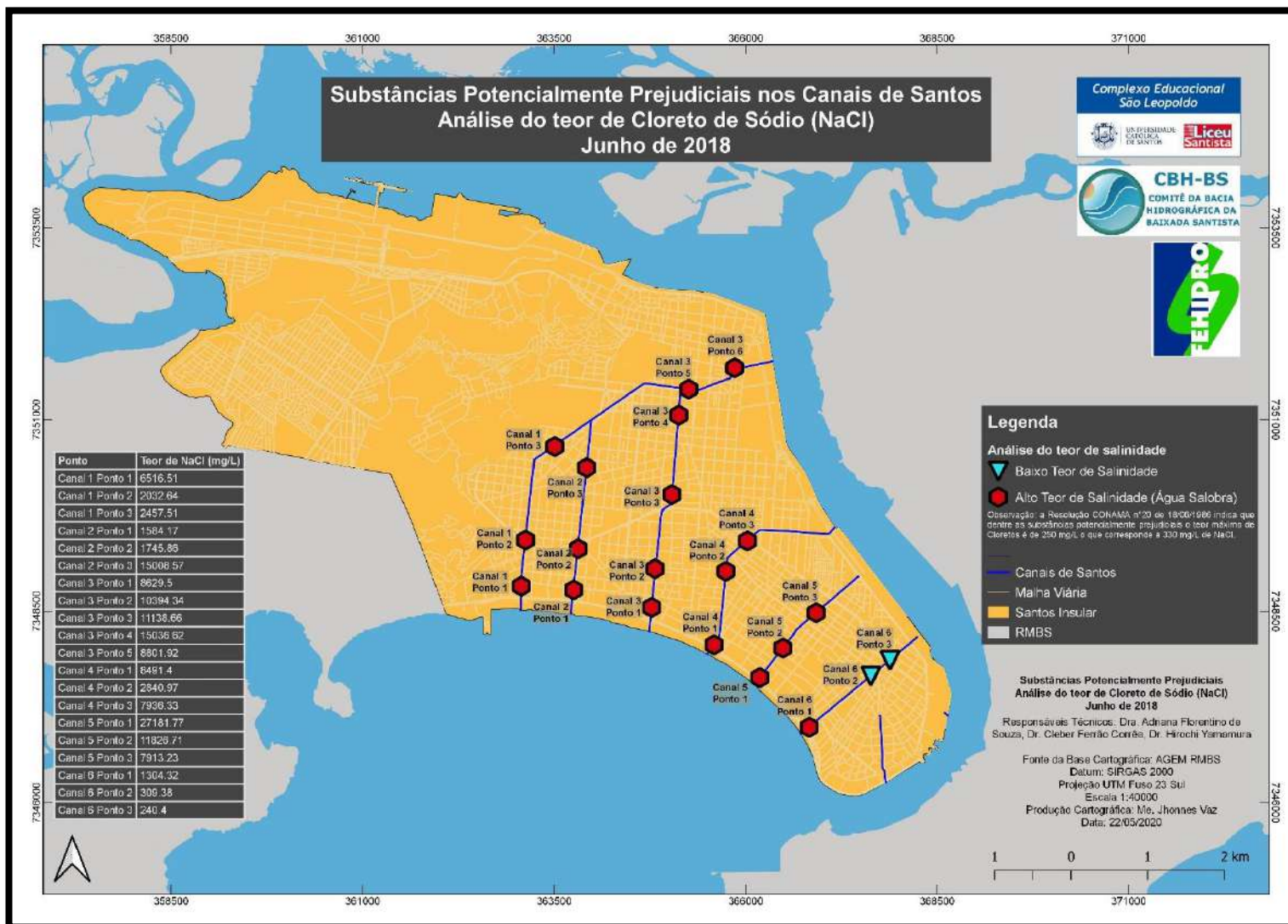


FIGURA 77: ANÁLISE DO TEOR DE CLORETO DE SÓDIO (NaCl) - JUL/2018

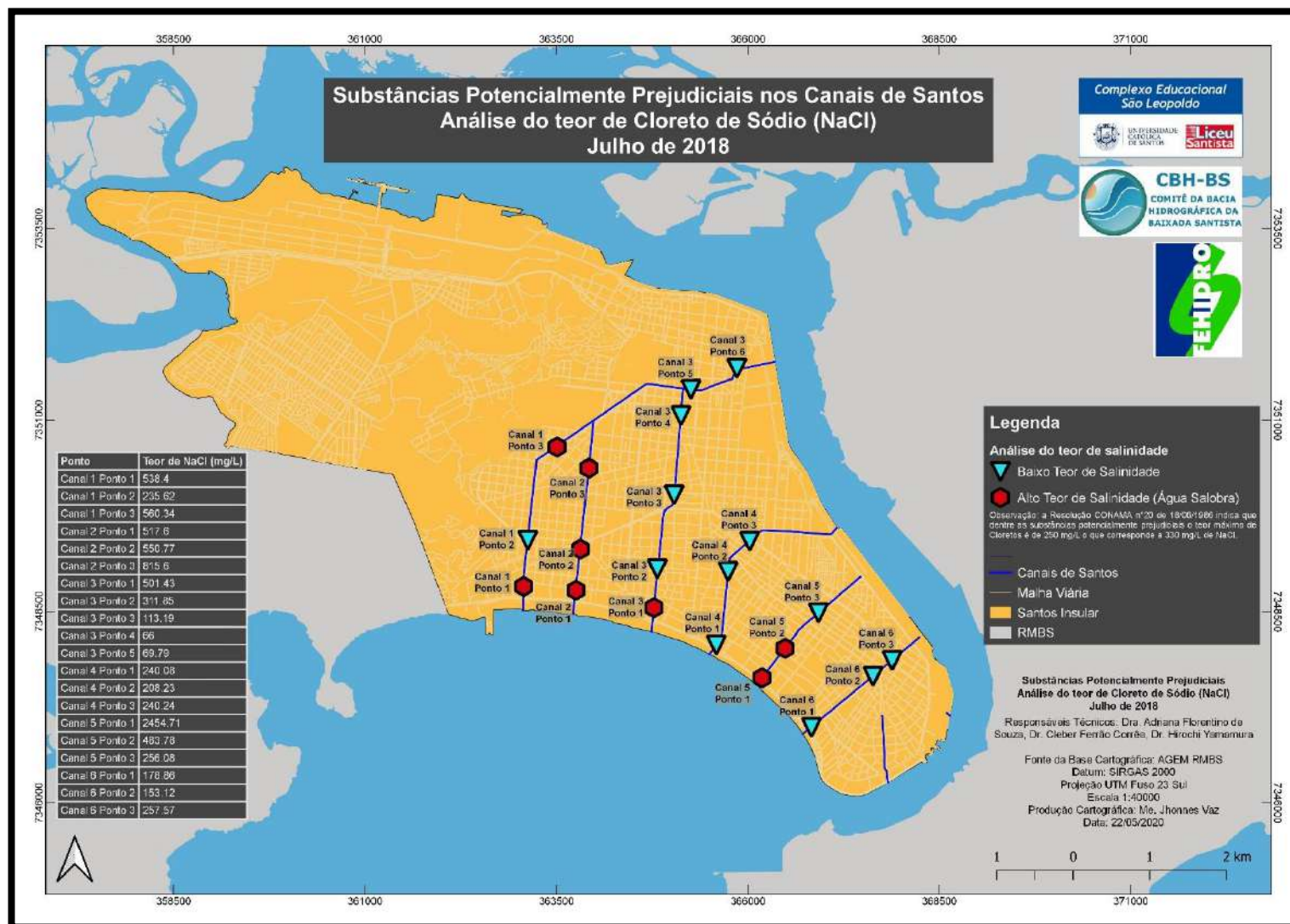


FIGURA 78: ANÁLISE DO TEOR DE CLORETO DE SÓDIO (NaCl) - AGO/2018

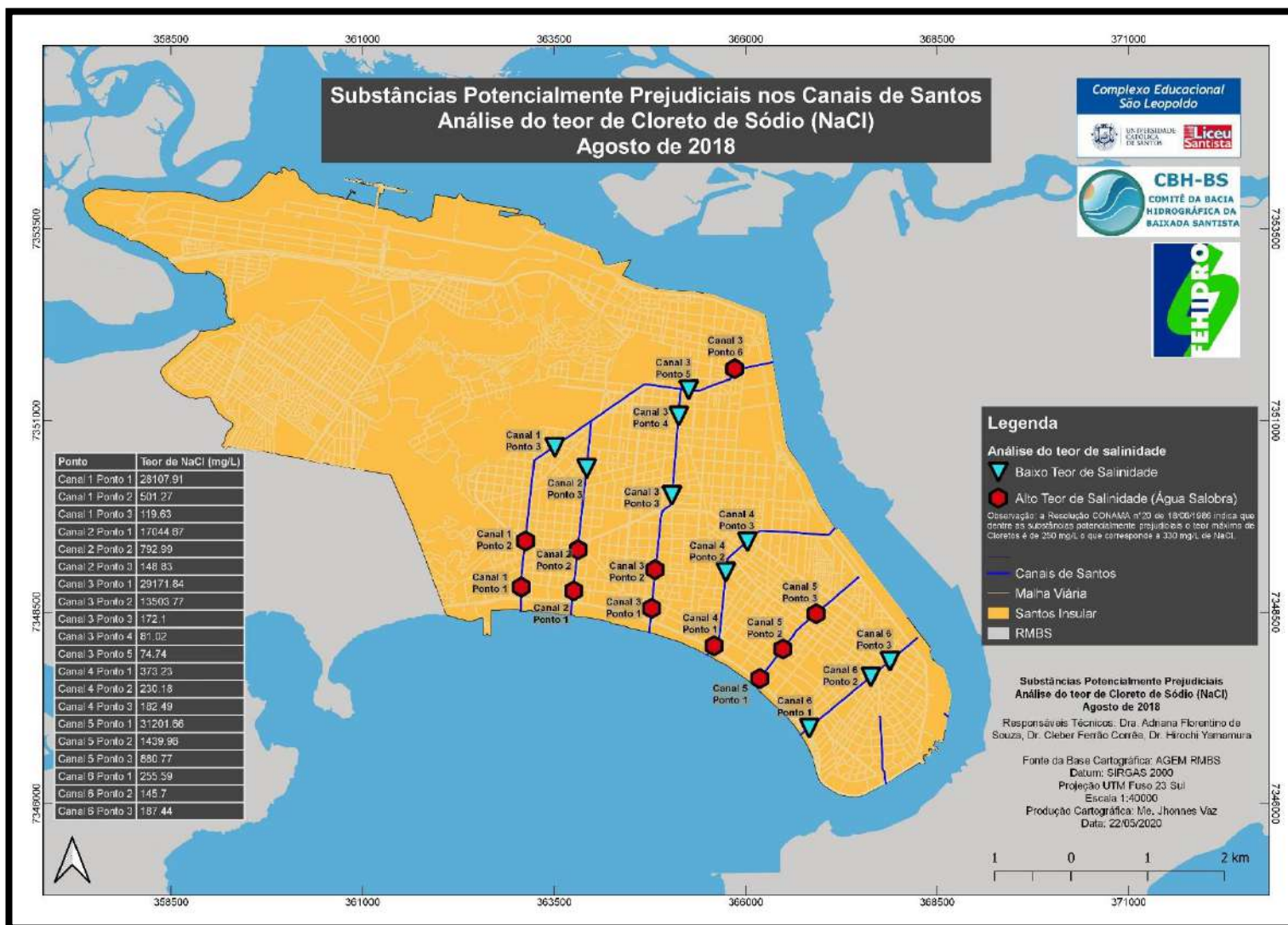


FIGURA 79: ANÁLISE DO TEOR DE CLORETO DE SÓDIO (NaCl) - SET/2018

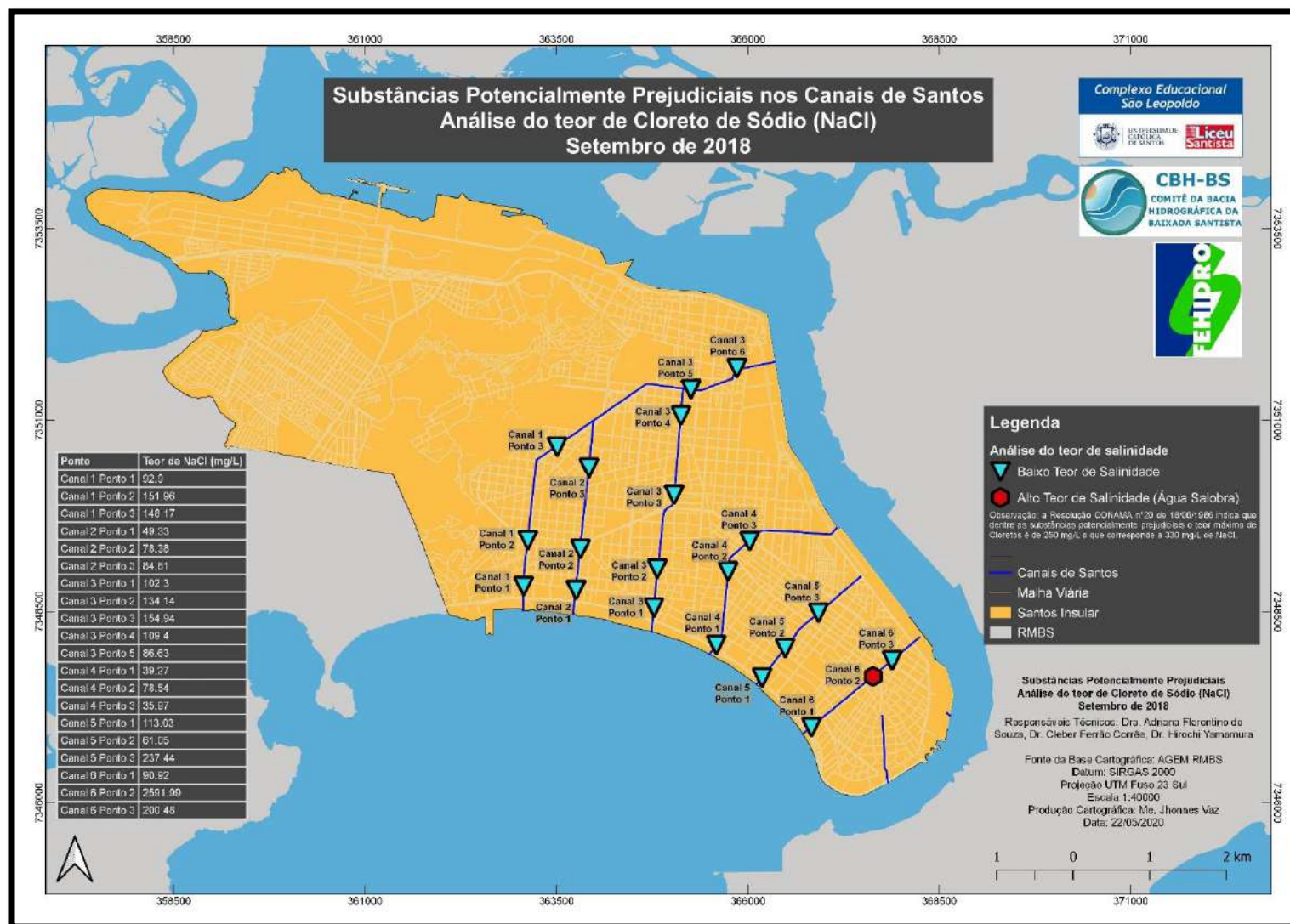


FIGURA 80: ANÁLISE DO TEOR DE CLORETO DE SÓDIO (NaCl) - OUT/2018

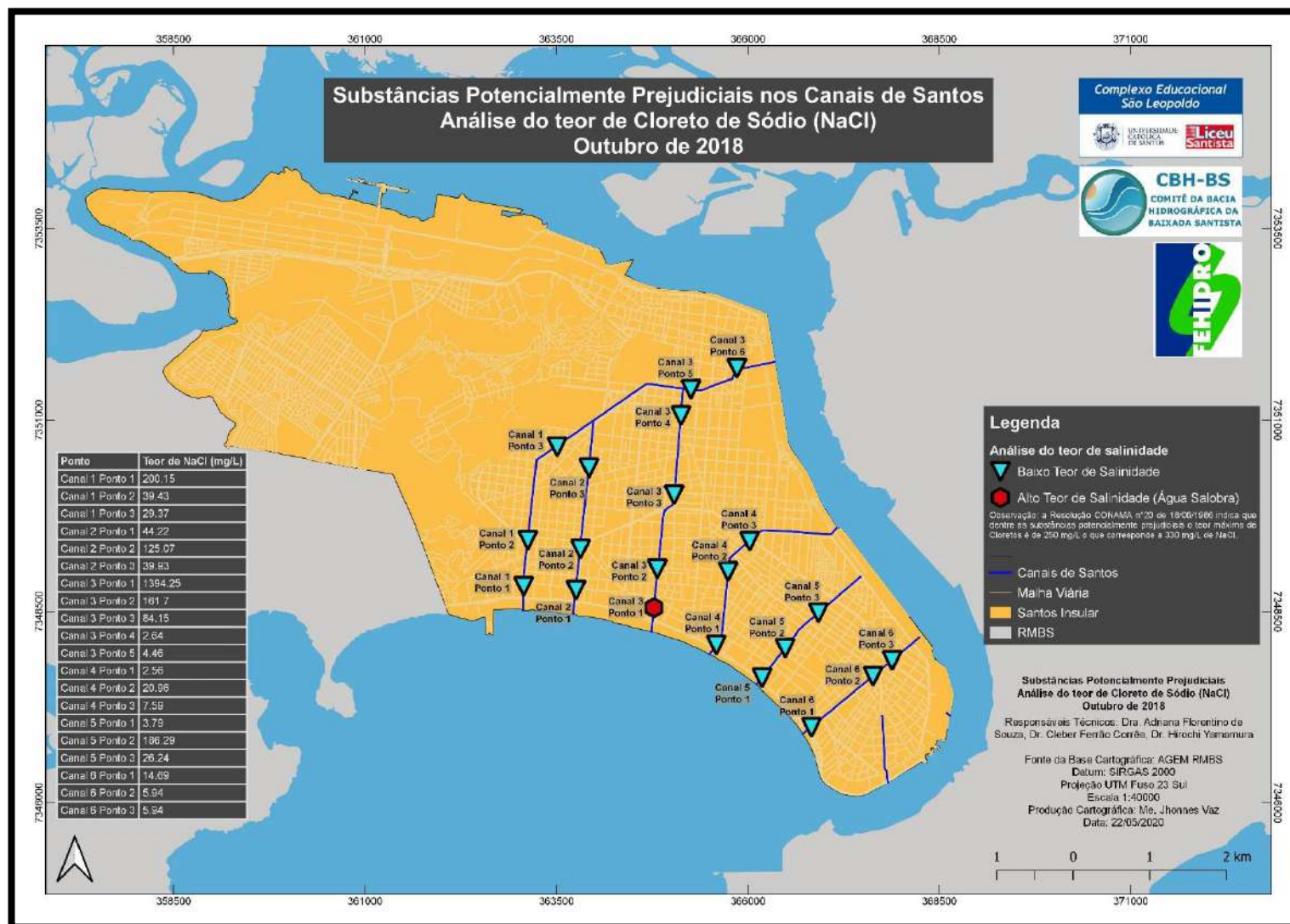


FIGURA 81: ANÁLISE DO TEOR DE CLORETO DE SÓDIO (NaCl) - NOV/2018

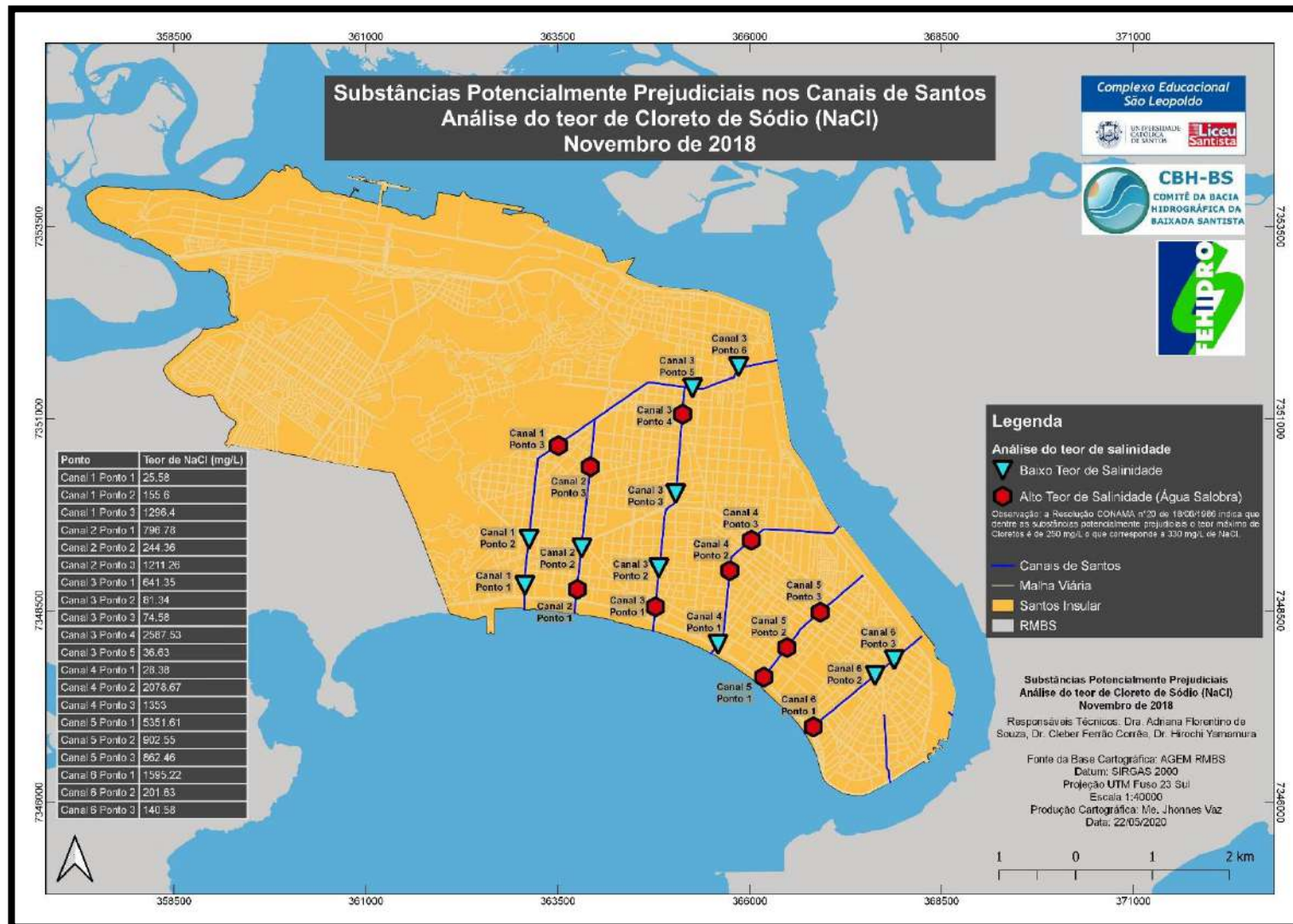


FIGURA 82: ANÁLISE DE TEOR DE ÍON SULFATO - NOV/2017

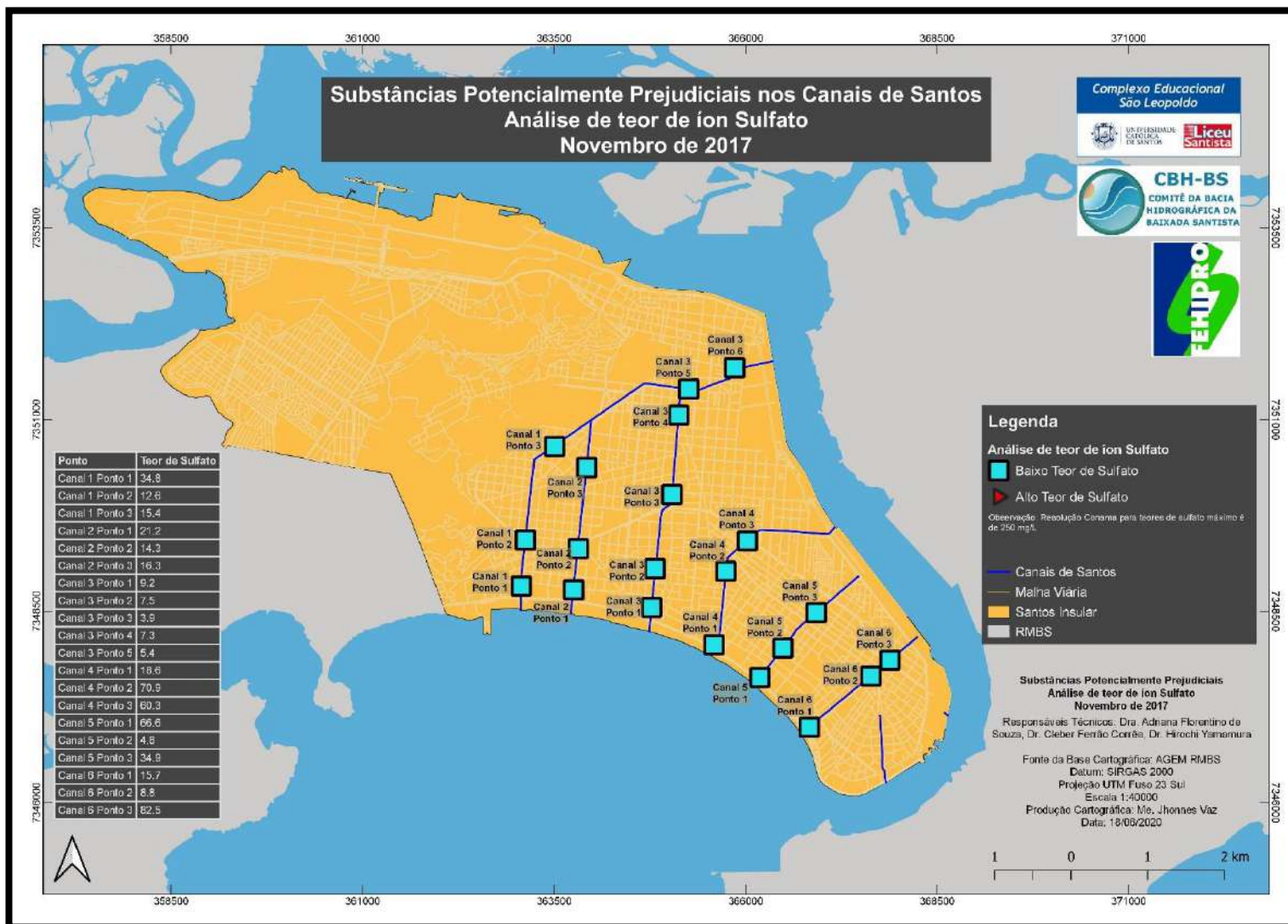




FIGURA 83: ANÁLISE DE TEOR DE ÍON SULFATO - JAN/2018

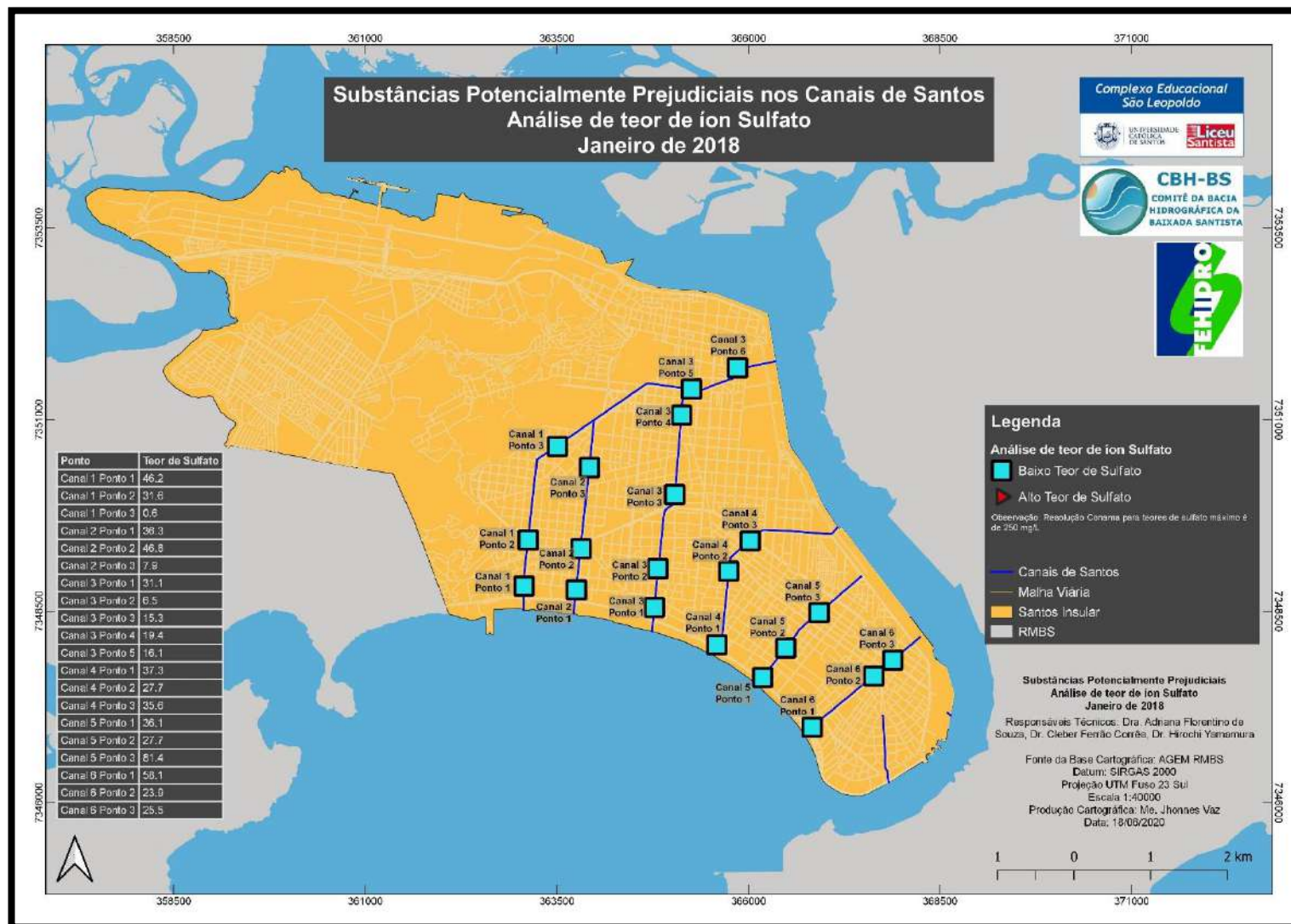


FIGURA 84: ANÁLISE DE TEOR DE ÍON SULFATO - FEV/2018

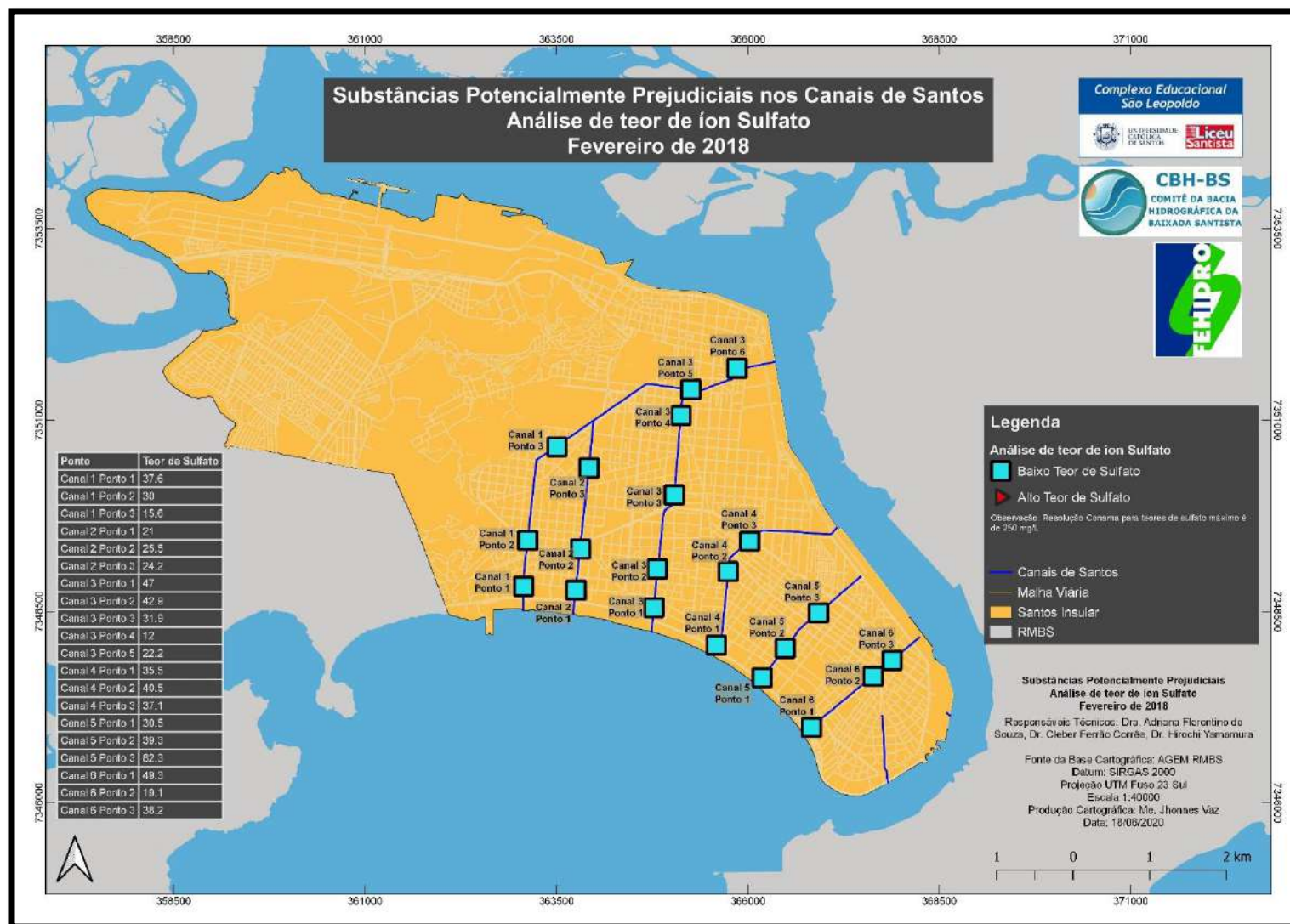


FIGURA 85: ANÁLISE DE TEOR DE CÍON SULFATO - MAR/2018

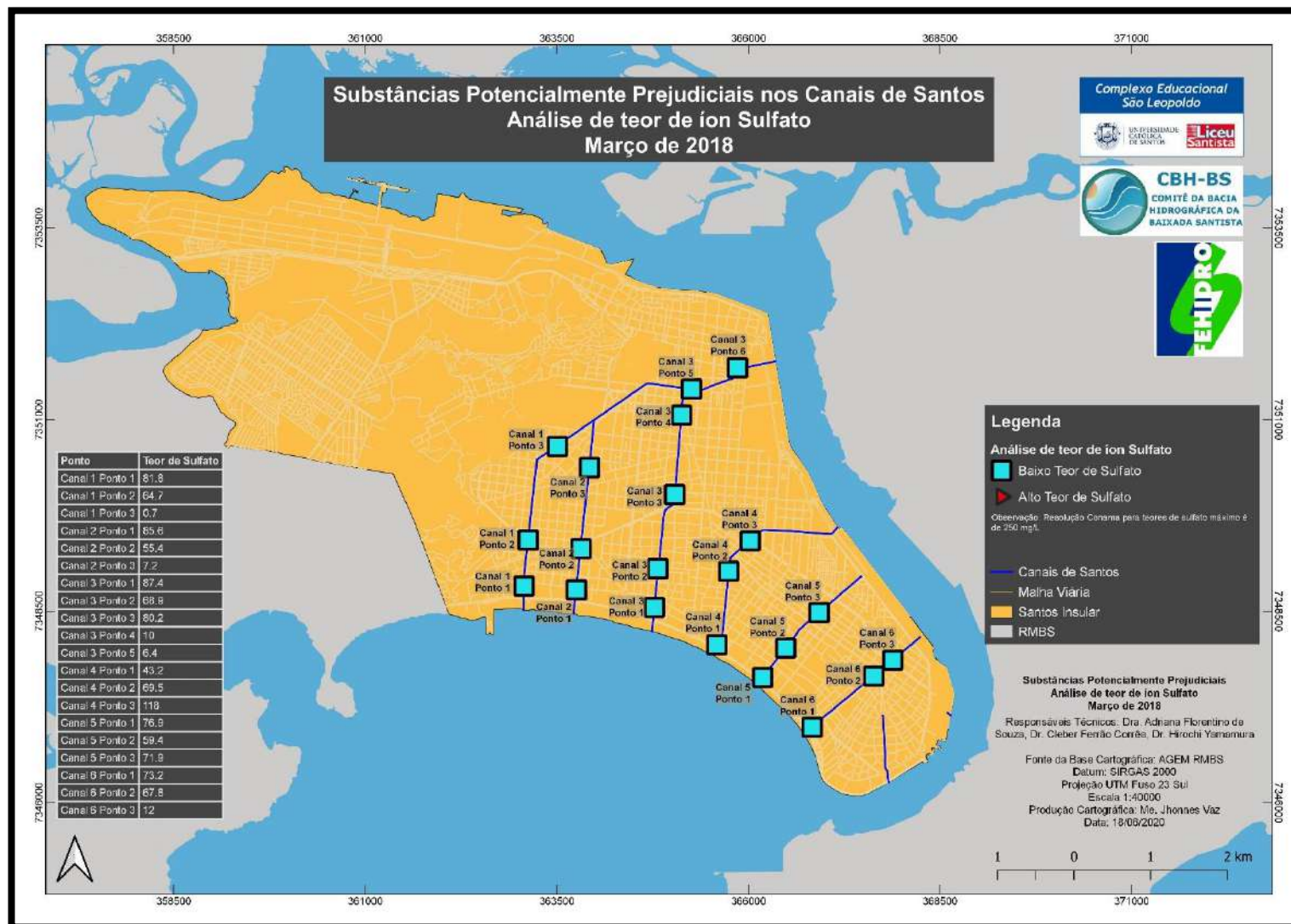


FIGURA 86: ANÁLISE DE TEOR DE ÍON SULFATO - ABR/2018

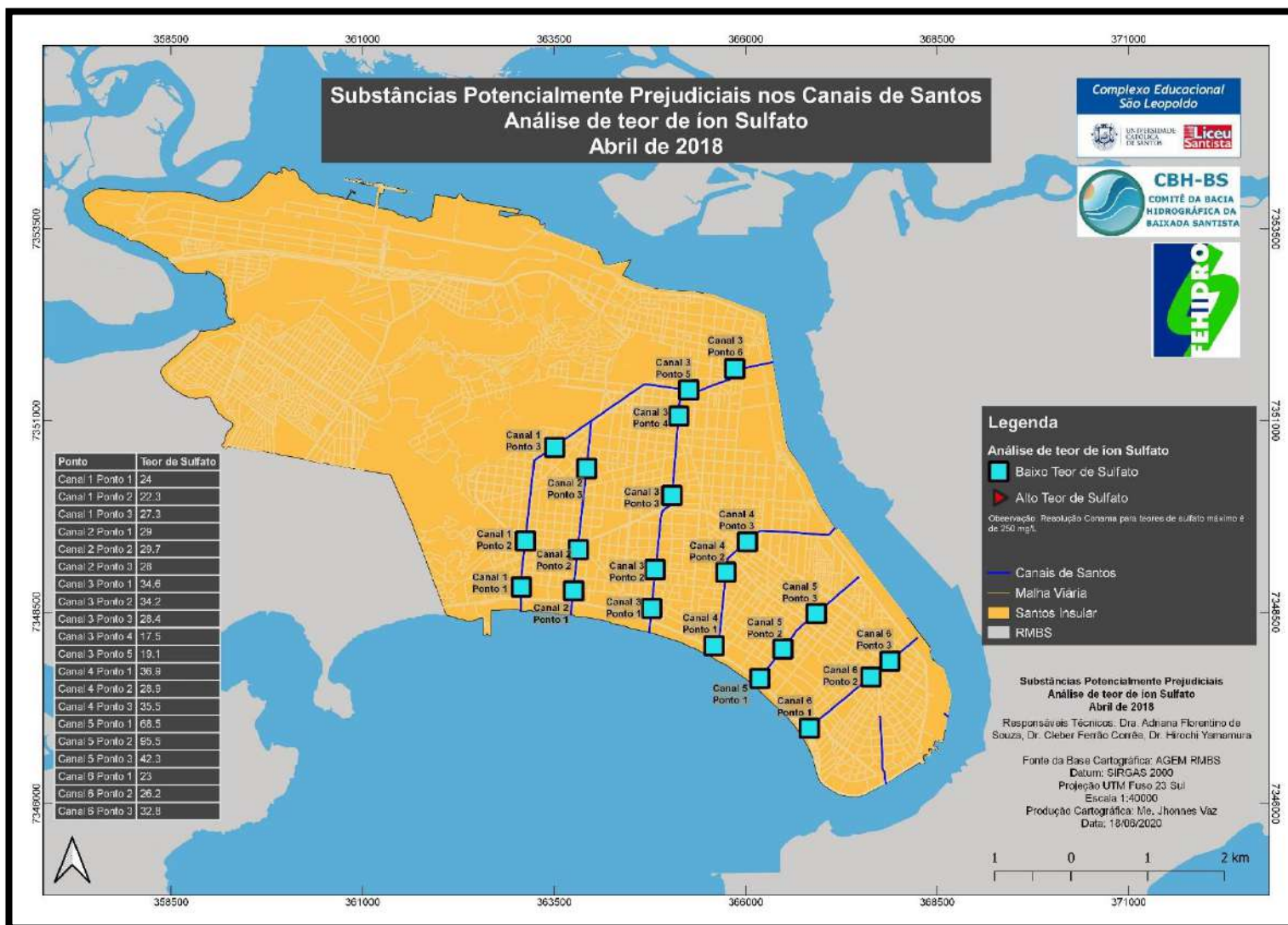


FIGURA 87: ANÁLISE DE TEOR DE ÍON SULFATO - MAI/2018

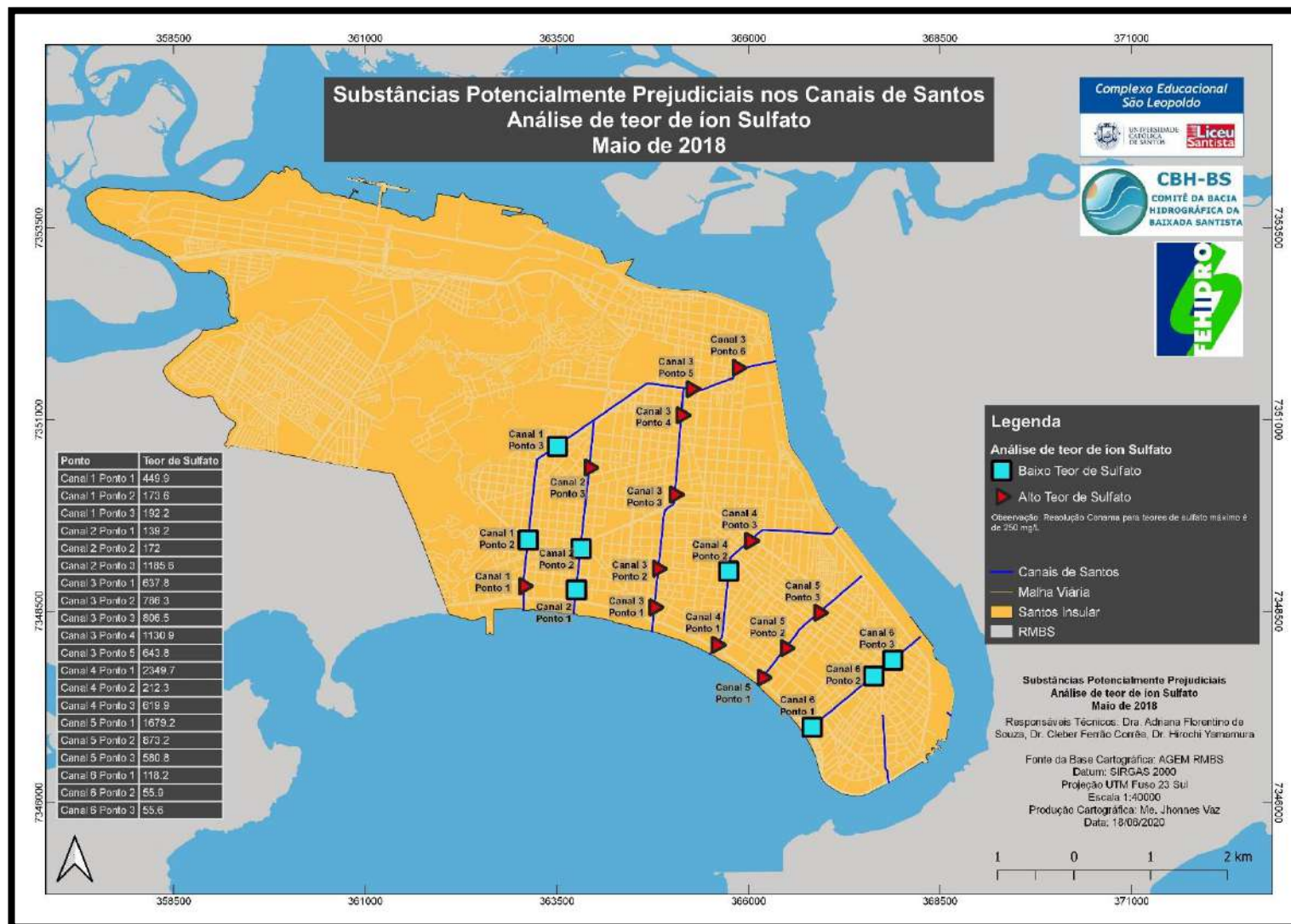


FIGURA 88: ANÁLISE DE TEOR DE ÍON SULFATO - JUN/2018

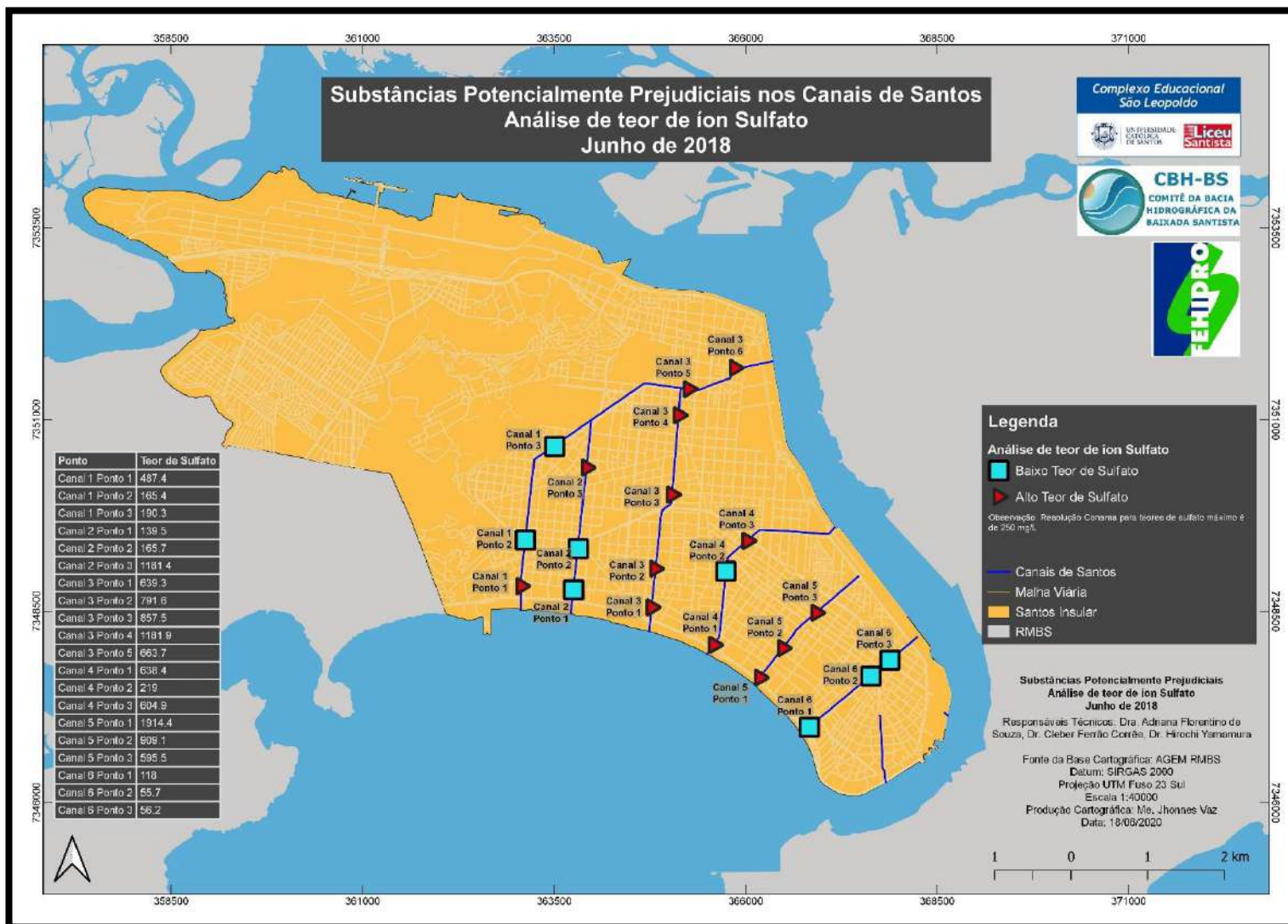


FIGURA 89: ANÁLISE DE TEOR DE ÍON SULFATO - JUL/2018

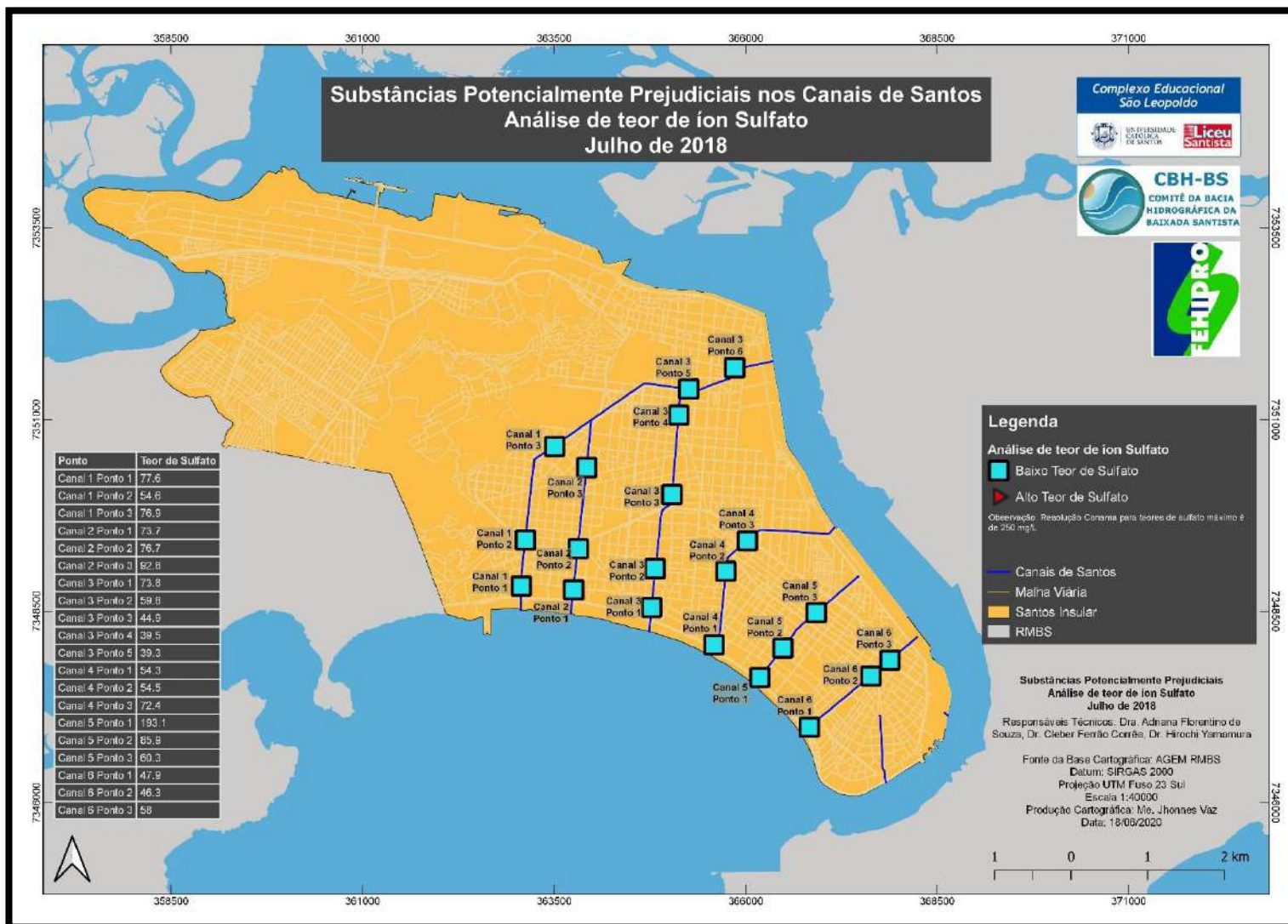


FIGURA 90: ANÁLISE DE TEOR DE ÍON SULFATO - AGO/2018

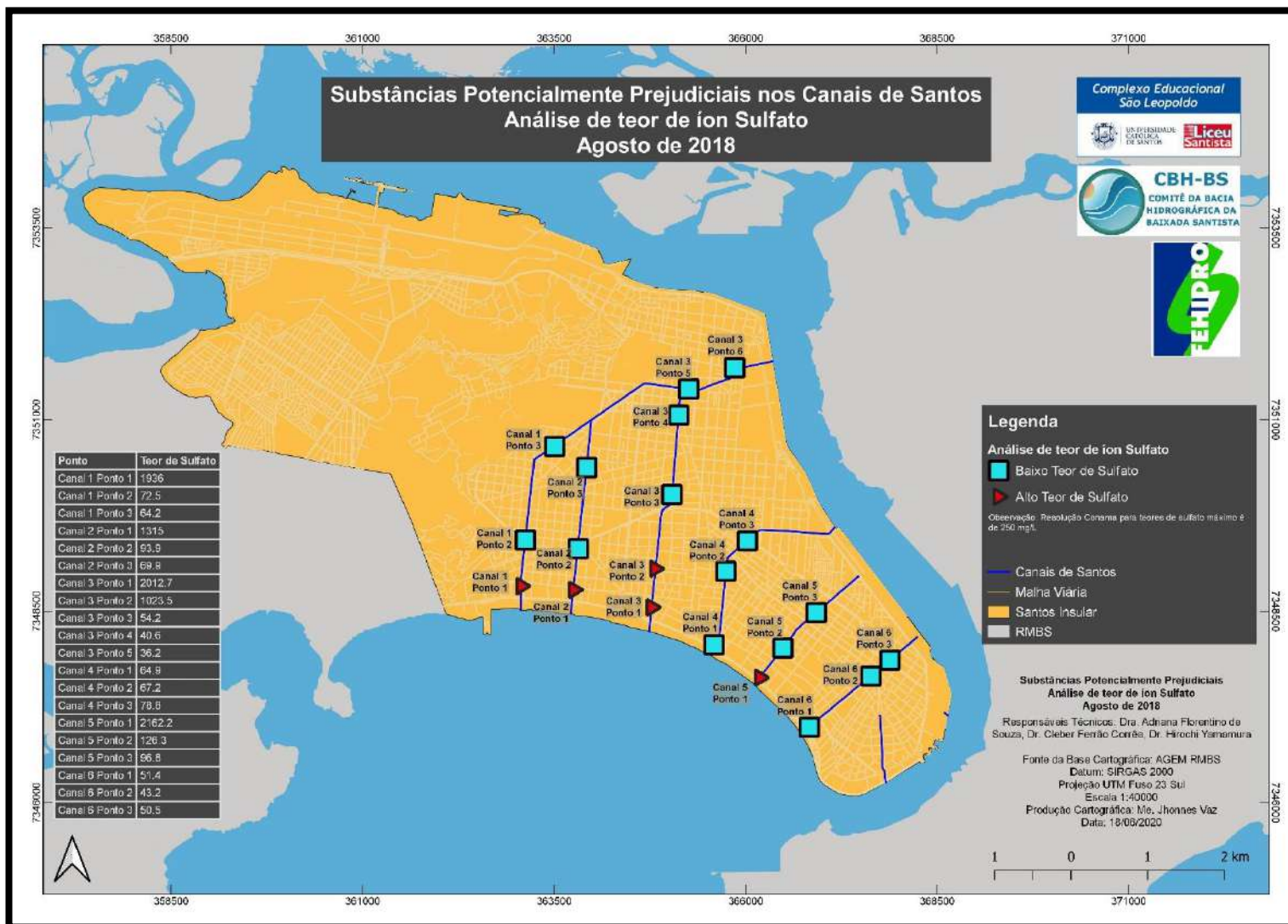




FIGURA 91: ANÁLISE DE TEOR DE ÍON SULFATO - SET/2018

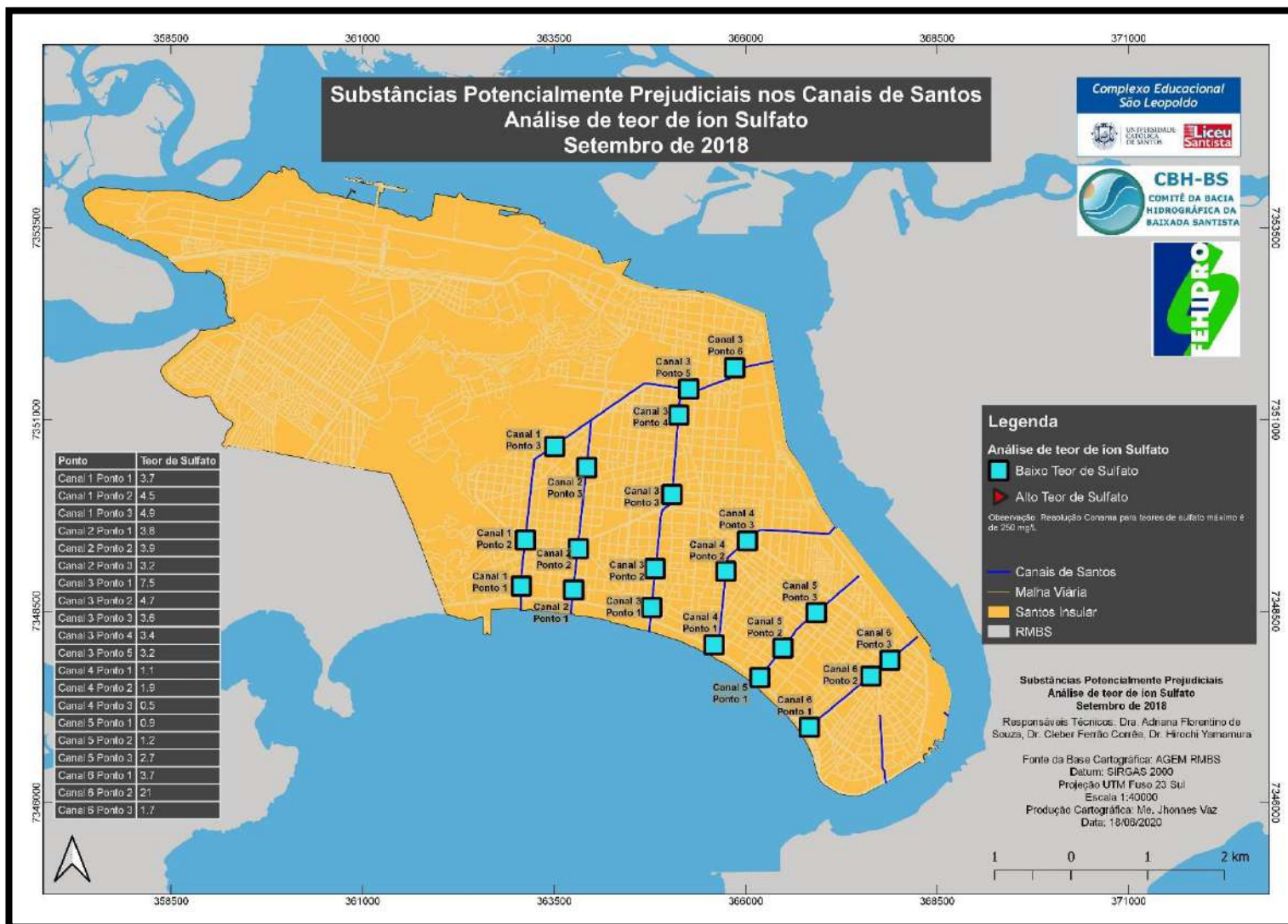


FIGURA 92: ANÁLISE DE TEOR DE ÍON SULFATO - OUT/2018

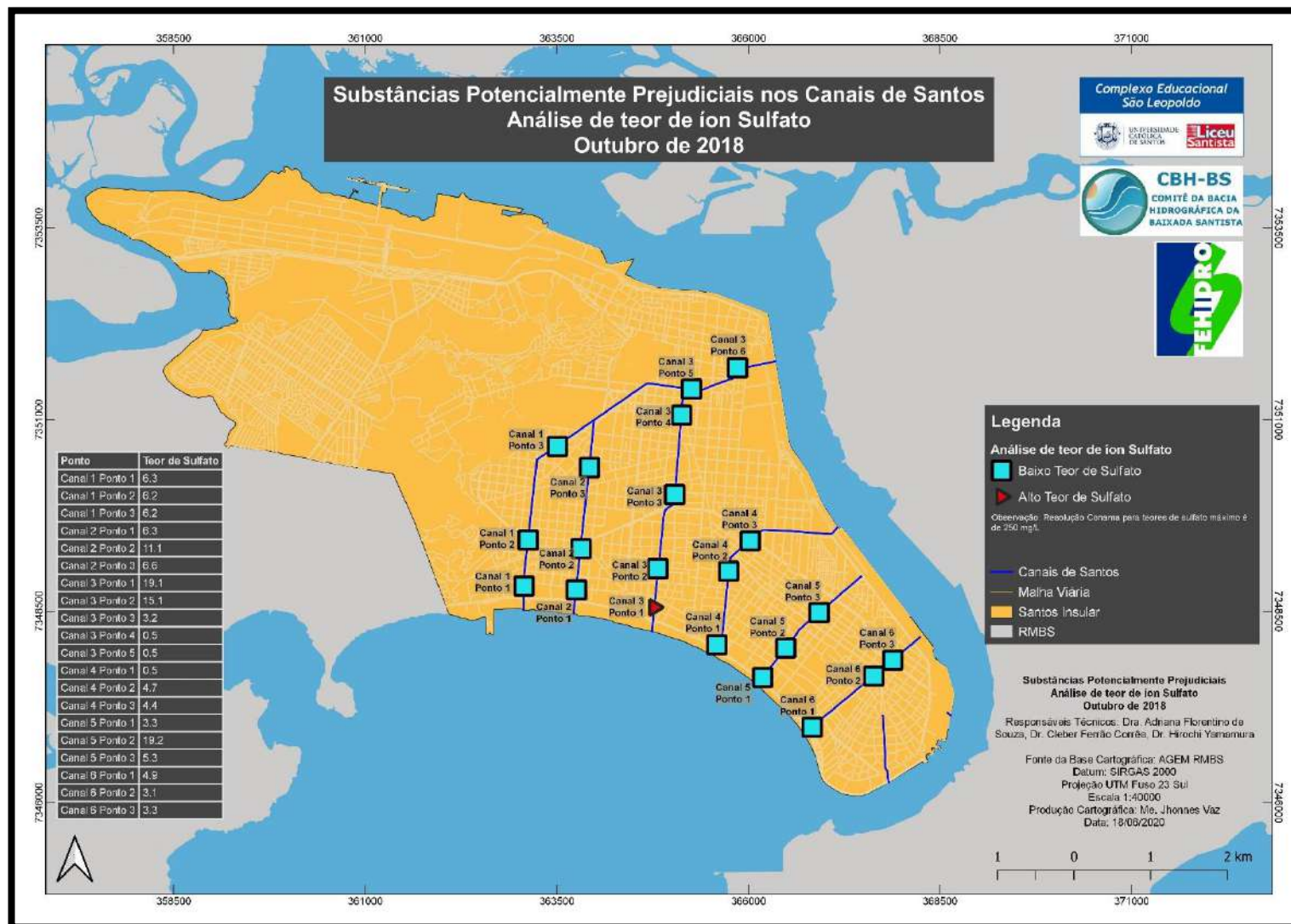
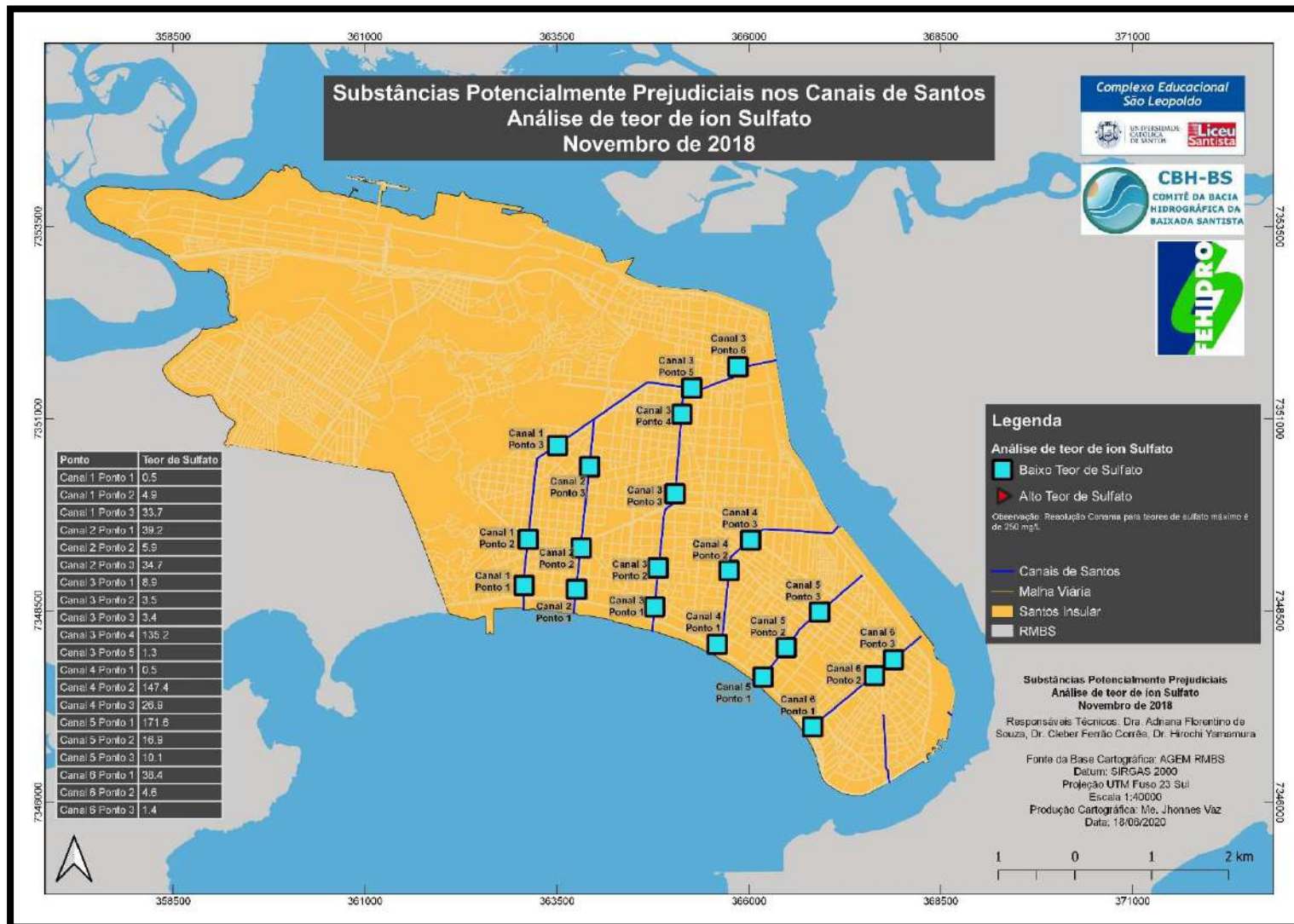


FIGURA 93: ANÁLISE DE TEOR DE ÍON SULFATO - NOV/2018



## 7.2 Caracterização da presença de patógenos por biologia molecular

A avaliação de parâmetros físico-químicos de um determinado ambiente permite traçar um perfil de condições e potencial ecológico do mesmo, visando não somente a valorização biológica local, mas também evidenciando aspectos ambientais que permitam conduzir investigações e a prevenção de possíveis riscos à saúde humana. É conhecida a importância da temperatura, propriedade física que caracteriza o equilíbrio térmico de um sistema e atua como fator limitante à reprodução, crescimento e distribuição de comunidades microbianas, influenciando praticamente todos os processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem na água (PEREIRA & GOMES, 2002). Neste estudo, pode-se observar que a temperatura das águas nos Canais de Santos ao longo do ano apresentou variação entre 18,590 °C e 28,06 °C, no entanto a média de temperatura das águas nos Canais tenham ficado em torno de 22,693 ao longo do ano nos Canais.

Há de se destacar, que outros microrganismos não foram analisados, exemplo coliformes fecais, uma vez que o alvo do estudo eram os microrganismos patogênicos acima mencionados, assim, de todo modo há de se destacar a importância do pH do meio, bem como da concentração de metais e ânions presentes no meio para o metabolismo microbiano. É conhecido a importância do pH ótimo para o metabolismo microbiano como a necessidade bem como interferência do mesmo pela presença ou ausência de elementos químicos importantes como cofatores enzimáticos, assim como participantes em processos de cotransporte celular, bem como no equilíbrio iônico (MURRAY, P. et al, 2014).

Muito embora a temperatura ótima para o crescimento desses microrganismos seja em 35 °C  $\pm$  2 °C, há de se destacar algumas peculiaridades referentes aos 3 patógenos estudado:

- *Pseudomonas aeruginosa* possui mínimas exigências nutricionais e tem predileção por umidade, podendo também crescer em temperatura de refrigeração (ZERZIK, 2009).
- *Staphylococcus aureus* pode crescer sob condições de alta pressão osmótica e baixa umidade, sua temperatura ótima de 30 a 37 °C mas, pode crescer de 7 a 48,5 °C, seu pH ótimo é de 7 a 7,5 mas, é estável de 4,2 a 9,3 (ZERAIK, 2009).
- *Salmonella spp.*, a melhor temperatura para o crescimento das bactérias do gênero *Salmonella* é de 35°C; fermenta a glicose e outros carboidratos com produção de ácidos e usualmente gás. O pH varia entre 4 a 9, com o pH ideal de 7 (MENDONÇA, 2016). Possuem

propriedades de resistir à dessecação e ao congelamento, podendo sobreviver no ambiente em períodos que variam de meses a anos (FARIA, 2016).

Dessa forma, os resultados obtidos, indicam que outros fatores, que não exclusivamente temperatura, foram determinantes para os resultados obtidos nesse estudo.

Dos 3 patógenos avaliados nesse estudo, o único que foi identificado, pela técnica de PCR clássica, foi *Pseudomonas aeruginosa*, sendo negativos os resultados para o estudo de *Staphylococcus aureus* e *Salmonella spp*, em todos os meses e pontos estudados. Foi possível identificar a presença de *Pseudomonas aeruginosa* ao longo dos meses de novembro/2017, janeiro/2018 a abril/2018 (**FIGURAS, 92 A 97**)

Destacamos ainda que pelo resultado do gel de agarose avaliado com Brometo de Etídeo, baixa concentração de *Pseudomonas aeruginosa* foi identificada (SENS; considerando a sensibilidade do método, de 1 a 10 ng de DNA/10 µL de amostra aplicada no gel (necessário para visualização do sinal fluorescente) indicando 10<sup>3</sup> a 10<sup>4</sup> células por PCR (FARIAS, et al 2006). Reforçamos que esses 10 µL são parte do DNA extraído a partir de 100 mL de amostra de água dos canais (**FIGURA 13**, 100 mL de água de Canal, concentrado para 2 mL e posteriormente para 500 µL com água ultrapura após extração de DNA).

Sendo assim, a variação de pH encontrada nos canais ao longo do ano, onde verificou-se dados variando desde 4,110 a 10,330, podem ter influenciado a fisiologia dos microrganismos analisados, porém não de forma decisória. Destaca-se que de acordo com o **QUADRO 21**, a média de pH foi em torno de 7,66.

Há de se enaltecer o fato da influência do pH do meio sobre os testes de PCR, sobretudo sobre o teste de qPCR, que é descrito na literatura como bastante sensível a mudanças de pH e contaminantes presentes no meio; o que pode justificar o resultado negativo obtido em todas as análises realizadas.

Foi observado nos canais 4 e 5 um nível maior de turbidez nas águas coletadas, coincidindo com os Canais que apresentaram maior número de pontos positivos para patógenos +, ao longo do ano (**QUADRO 21**). No entanto, há de se ressaltar que a turbidez do meio é causada pela presença de materiais sólidos em suspensão como: silte, argila, sílica ou colóides, matérias orgânicas e inorgânicas finamente divididas, organismos microscópicos e algas. Além disso, após chuvas fortes, as águas dos mananciais de superfície ficam turvas, graças ao carreamento dos sedimentos das margens pela enxurrada.

De acordo com Ringer e Drake, 1952 e Wheater et al., 1980, bactérias pertencentes

ao gênero *Pseudomonas* são amplamente encontradas no ambiente e são frequentemente responsáveis, como bactérias oportunistas, por vários episódios de graves infecções. *P. aeruginosa* é a espécie mais frequentemente envolvida nas infecções com ampla localização e severidade, como aquelas do trato respiratório, trato urinário e da corrente sanguínea (PITTEN et al., 2001).

Essa bactéria é descrita como oportunista sendo capaz de crescer em água com baixos níveis de sólidos dissolvidos e compostos orgânicos, confirmando sua habilidade de adaptar-se perfeitamente a ambientes nutricionalmente muito pobres, observou que *P. aeruginosa* foi capaz de crescer em água destilada usada para diluir drogas administradas por injeção intravenosa (FAVERO et al., 1971).

**TABELA 18:** PORCENTAGEM DE TESTES PCR POSITIVOS POR PATÓGENOS E CANAIS. SANTOS, 2020.

Canal	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Samonella spp</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
	% de resultados positivos		
Canal 1	19,44	0	0
Canal 2	13,89	0	0
Canal 3	13,89	0	0
Canal 4	25,00	0	0
Canal 5	22,22	0	0
Canal 6	22,22	0	0

A **TABELA 18** apresenta a porcentagens de testes positivos por patógeno e canal.

Observa-se, pelo teste de comparação entre duas porcentagens, que o canal 4 possui a maior porcentagem de patógenos ( $p=0,04$ ), e os canais 2 e 3 apresentam o menor número de positividade ( $p<0,05$ ).

As **FIGURAS 92 a 97**, apresentam os mapas de georreferenciamento, que demonstram os resultados obtidos nesse estudo para o estudo da contaminação dos Canais de Santos para os patógenos estudados *Pseudomonas aeruginosa*, ao longo dos meses de nov/2017 a abril de 2018, do Canal 1 a 6, pela técnica de PCR Clássica e com resultados negativos para *Staphylococcus aureus* e *Salmonella spp* ao longo de todos os meses estudados. Ressalta-se que todos esses mapas foram de autoria do Prof. Me. Jhannes Alberto Vaz, Pesquisador do Laboratório de Engenharia Geofísica da Universidade Católica de Santos. Como observado ao longo do mês de maio, FIGURA 97, os resultados são negativos para todos os patógenos e por

esse motivo não são apresentados neste documento, são apresentados como imagem em CD, anexo a este documento.

Diante do exposto, de acordo com Bolick (2000), os agentes etiológicos das infecções hospitalares têm sido modificados com o passar dos anos. Ainda segundo este autor, entre 1940 e 1960, *Staphylococcus aureus* era o principal agente etiológico. O tratamento com antibióticos e os programas educativos acarretaram uma redução nesse tipo de infecção. Hoje em dia, observa-se incidência cada vez maior de *Pseudomonas* e de outras bactérias Gram negativas. Recentemente, Kallel et al., (2005) relataram a prevalência de infecção hospitalar na Tunísia. De acordo com estes autores, a documentação microbiológica só foi possível em 18% das infecções e os organismos mais frequentemente isolados foram bacilos *Gramnegativos* (80%).

Metais como zinco, cádmio, mercúrio e chumbo, associados aos lançamentos de efluentes industriais, apresentaram valores dentro do limite de normalidade, dando indicativos de não contaminação industrial. No entanto a presença de *Pseudomonas aeruginosa* pode indicar a presença de despejo de esgoto doméstico muito embora, como já mencionado, trata-se de um microrganismo patogênico que se desenvolve até mesmo em amostras de águas para mineração de drogas (FAVERO et al., 1971).

De acordo com Farias, 2006, os maiores impedimentos no diagnóstico pela PCR e, em particular, na determinação do limite de detecção são o processo de pré-preparo da PCR e a necessidade de flexibilidade com respeito à aplicabilidade de várias matrizes.

Todo método baseado em PCR padronizado pode incluir métodos de preparação de amostras visando: concentrar os microrganismos alvo; superar efeitos das substâncias inibidoras da PCR e reduzir a heterogeneidade biológica da amostra para homogeneizar amostras compatíveis com a PCR, a fim de garantir variações entre as matrizes.

FIGURA 94: CONTAMINAÇÃO POR PATÓGENOS NOS CANAIS DE SANTOS - ANÁLISE DA PRESENÇA OU AUSÊNCIA POR PCR - NOV/2017

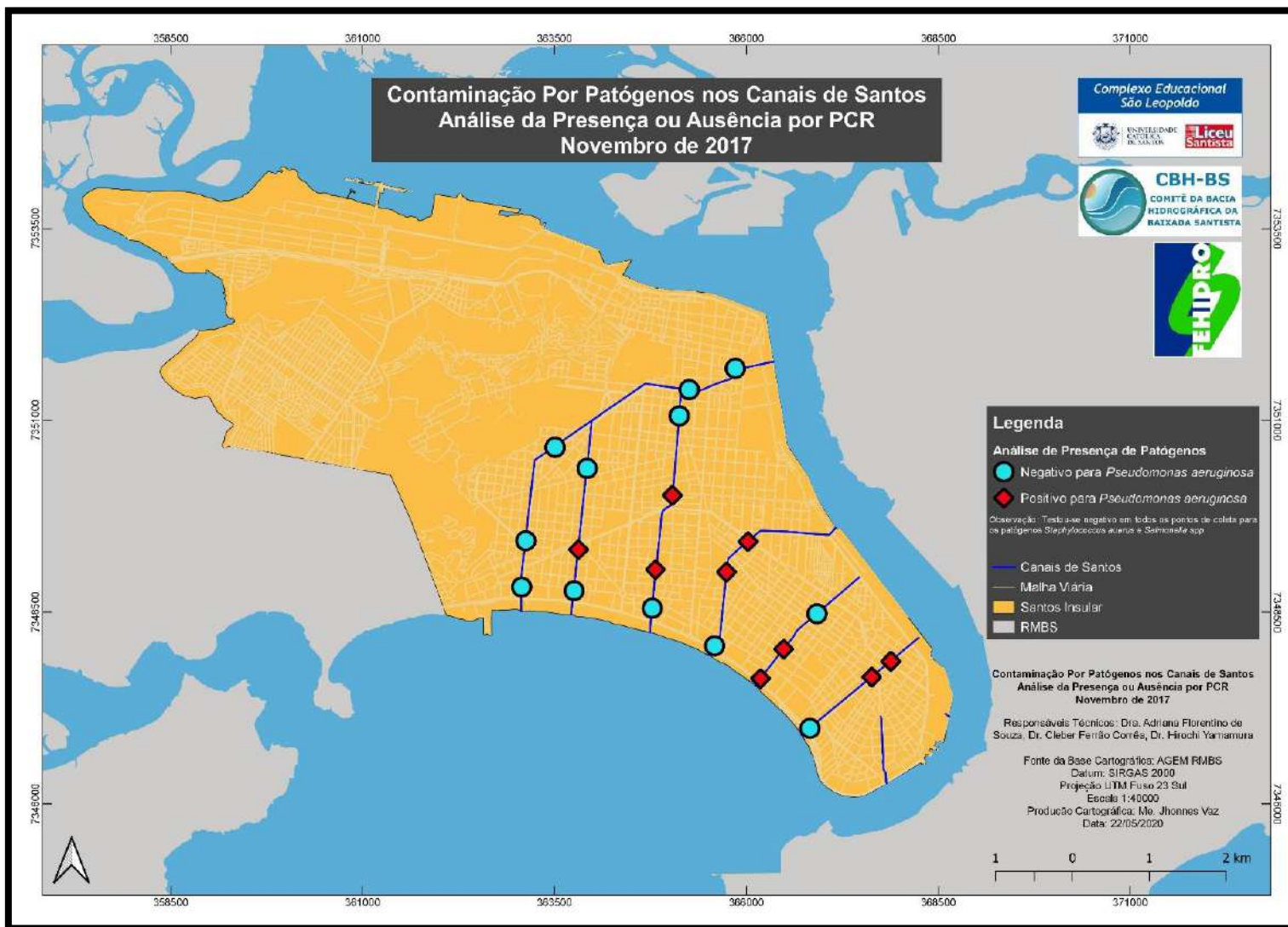




FIGURA 95: CONTAMINAÇÃO POR PATÓGENOS NOS CANAIS DE SANTOS - ANÁLISE DA PRESENÇA OU AUSÊNCIA POR PCR - JAN/2018

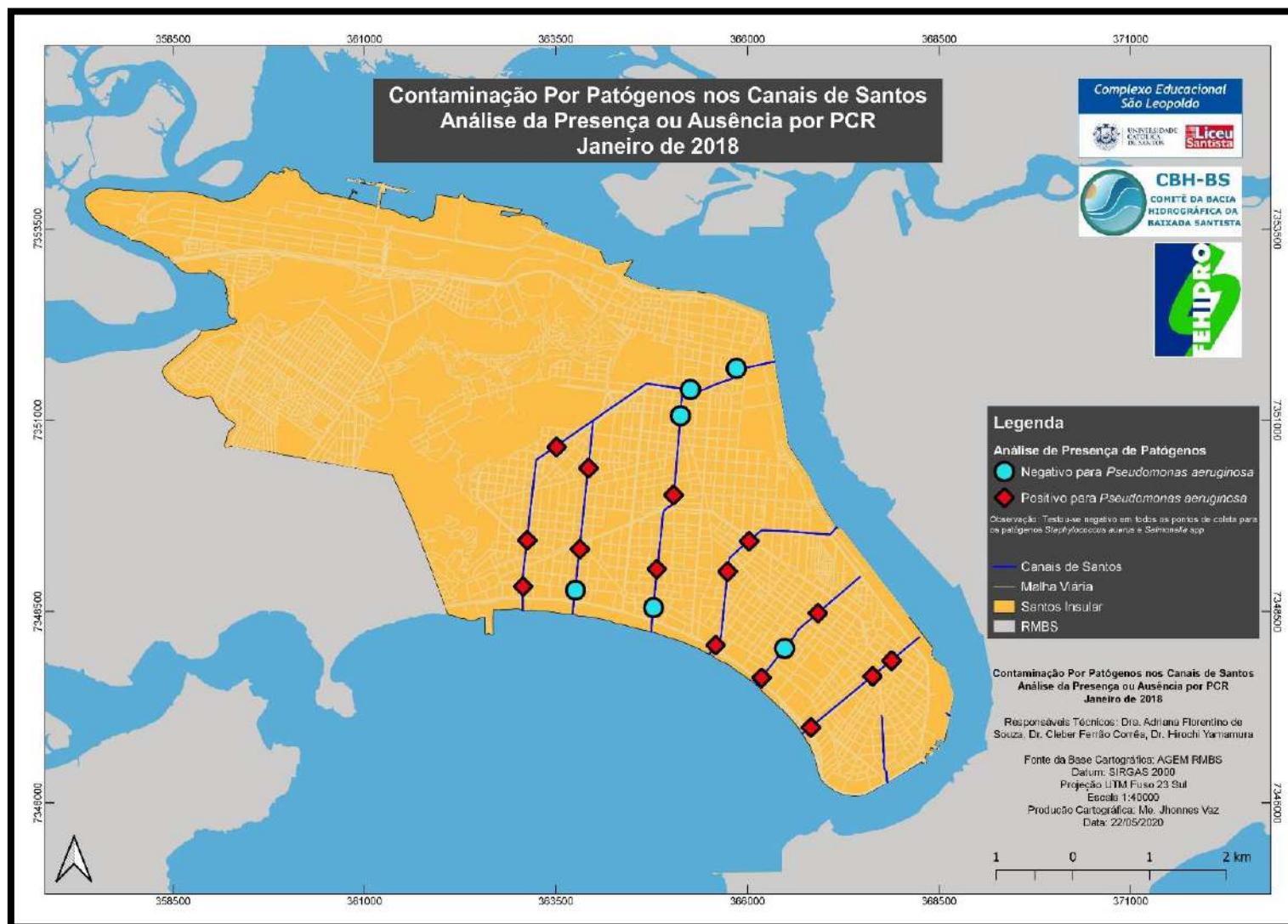


FIGURA 96: CONTAMINAÇÃO POR PATÓGENOS NOS CANAIS DE SANTOS - ANÁLISE DA PRESENÇA OU AUSÊNCIA POR PCR - FEV/2018

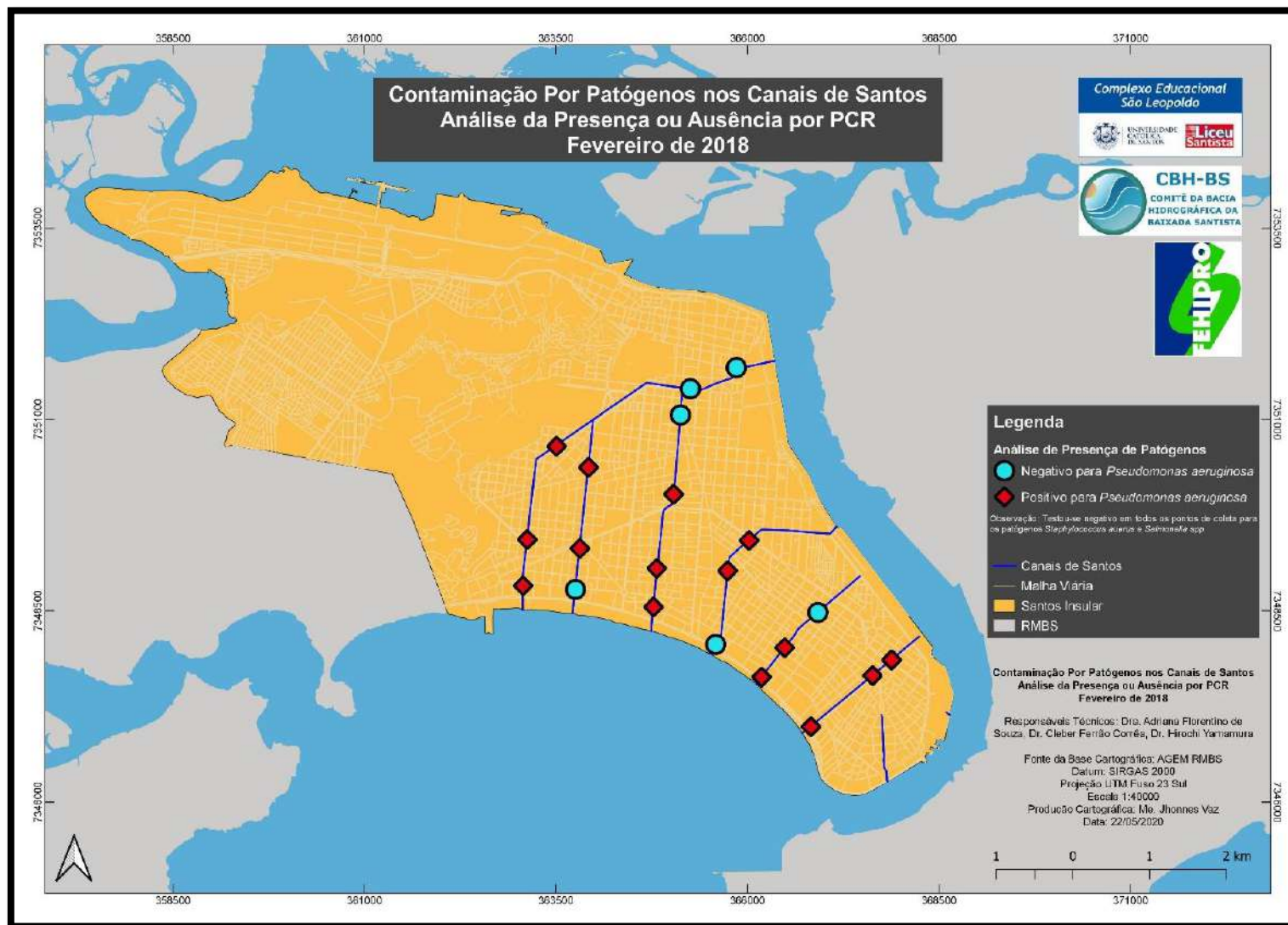


FIGURA 97: CONTAMINAÇÃO POR PATÓGENOS NOS CANAIS DE SANTOS - ANÁLISE DA PRESENÇA OU AUSÊNCIA POR PCR - MAR/2018

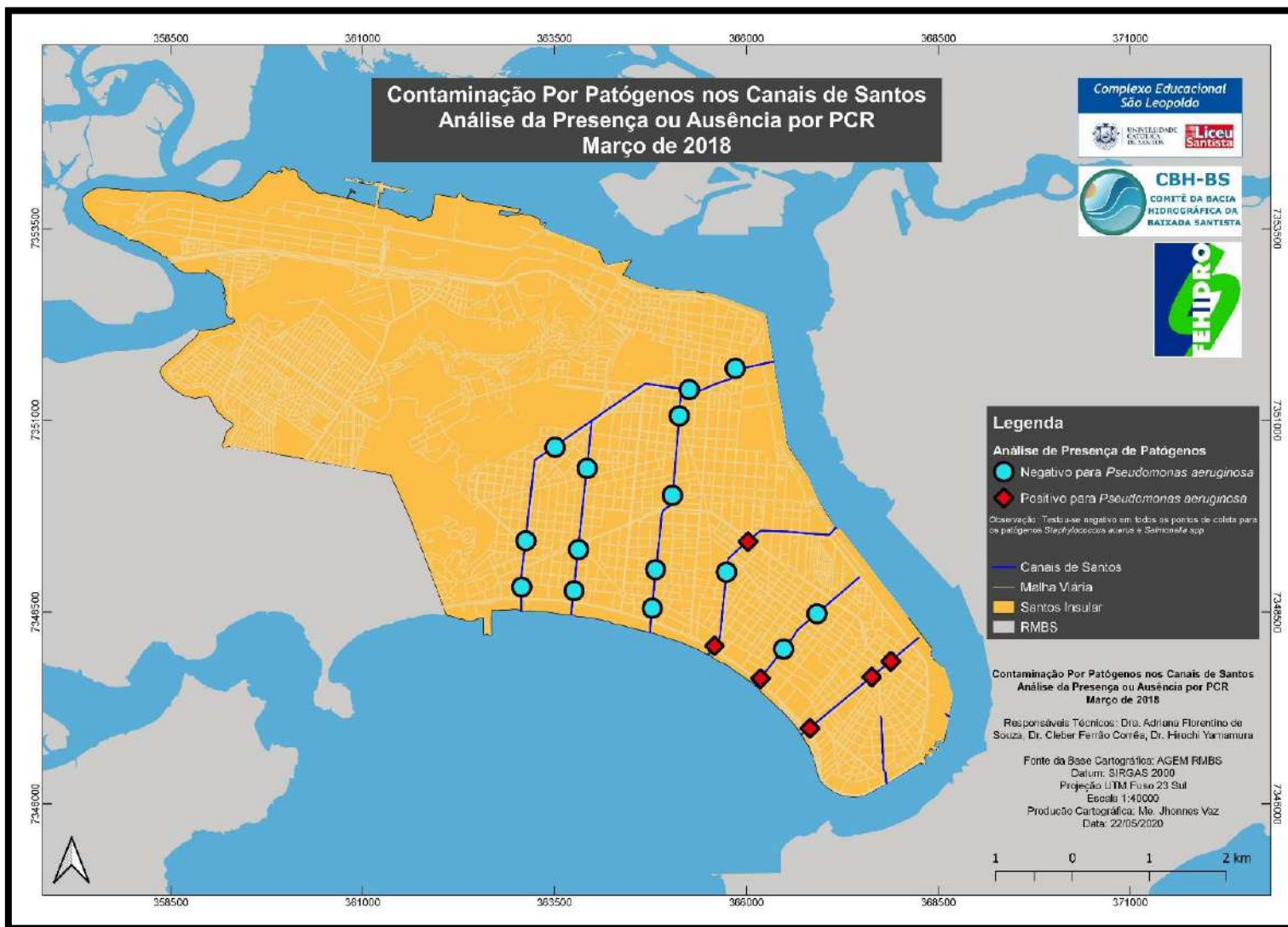
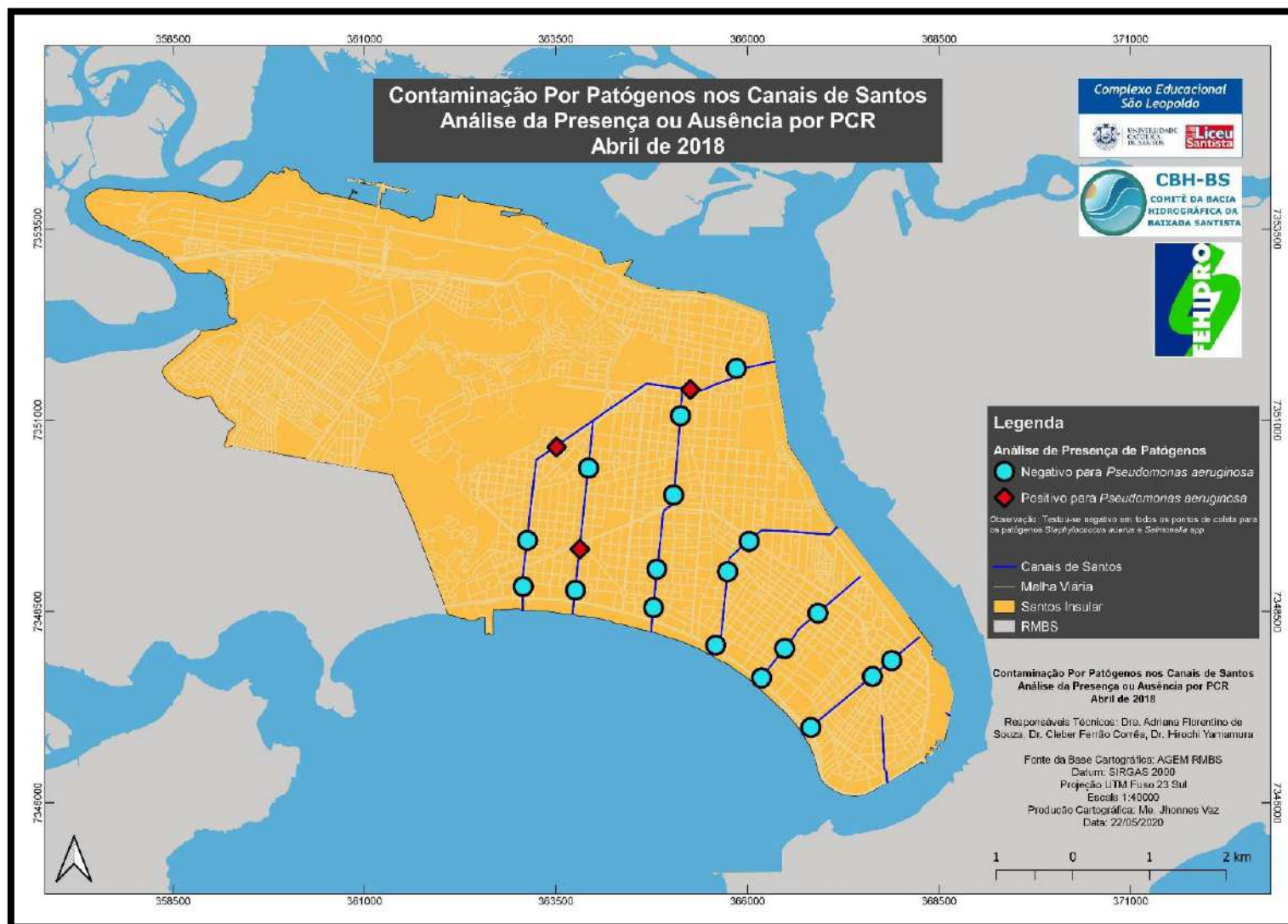
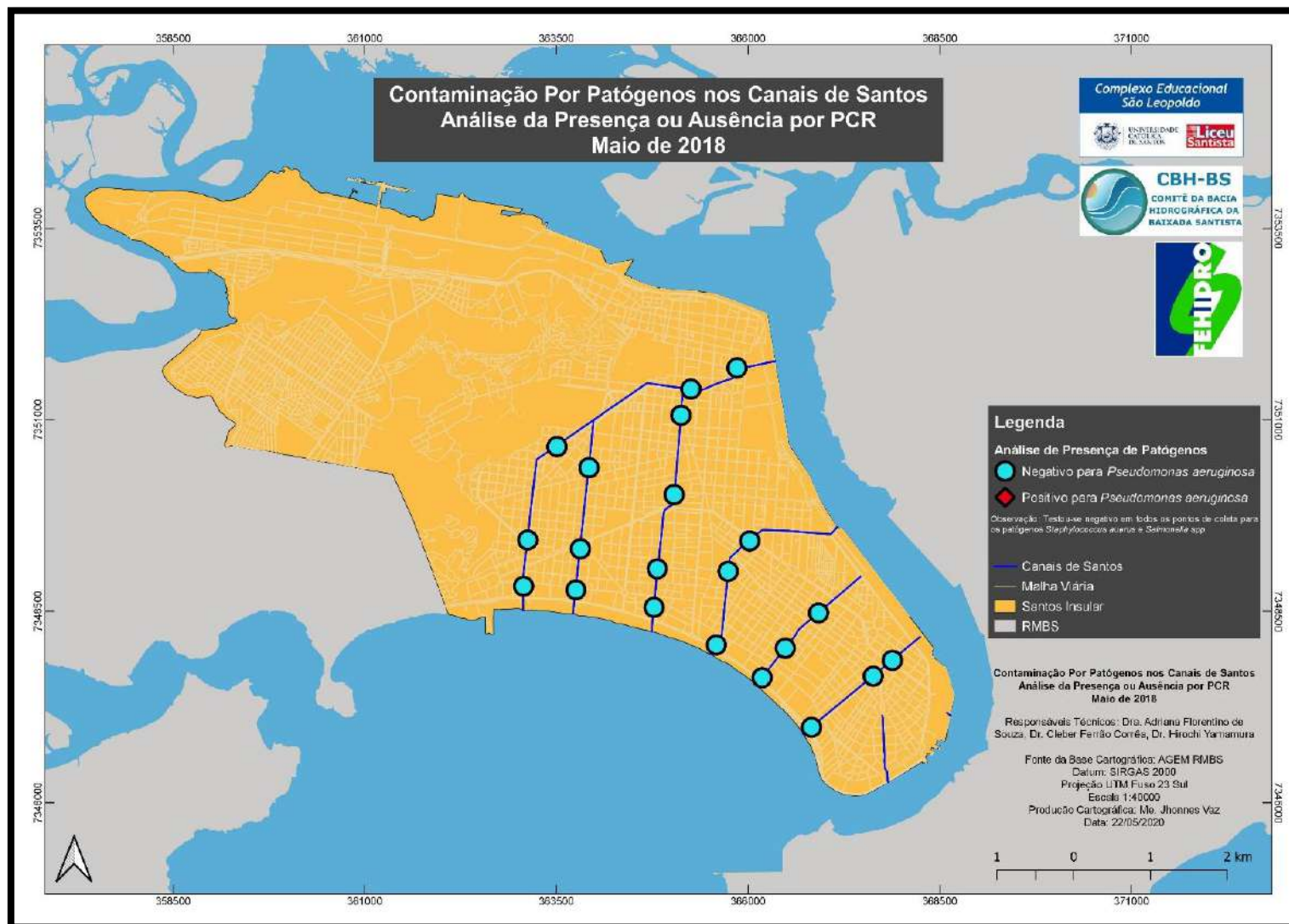


FIGURA 98: CONTAMINAÇÃO POR PATÓGENOS NOS CANAIS DE SANTOS - ANÁLISE DA PRESENÇA OU AUSÊNCIA POR PCR - ABR/2018



**FIGURA 99: CONTAMINAÇÃO POR PATÓGENOS NOS CANAIS DE SANTOS - ANÁLISE DA PRESENÇA OU AUSÊNCIA POR PCR - MAIO/2018**



### 7.3 Caracterização morfológica do sistema radicular de *Lactuca sativa*

Os metais e ânions analisados nas coletas de água dos canis do município de Santos (SP) foram Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Se, Zn. Todos os elementos apresentaram a concentração de < 1mg/L, não apresentando níveis de toxicidade para a *Lactuca sativa* (Tabela 1).

Em relação as análises dos elementos (Tabela 1) as maiores concentrações Na foram encontradas no canal de drenagem C3 (71,9 mg/L), de K no canal de drenagem C3 (11,4 mg/L), de Ca no canal de drenagem C2 e C3 (16,3 mg/L), de Mg no canal de drenagem C2 (7,6 mg/L) e As em todos os canais de drenagem < que 5,0 mg/L.

Para os elementos F<sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> e SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (Tabela 1) apresentaram a concentração < 1,0 mg/L e Cl<sup>-</sup> com concentração de 242,8 mg/L no canal de drenagem C1 e concentração de 5,4 mg/L no canal de drenagem C2.

O controle apresentou o menor desenvolvimento de tecidos quando comparado com as demais análises. Provavelmente pela presença dos elementos Na, K, Ca e Mg nas águas dos canais de drenagem.

A literatura demonstra que nutrientes desempenham funções importantes no metabolismo dos vegetais, seja como substrato (composto orgânico) ou em sistemas enzimáticos. De forma geral, tais funções podem ser classificadas como: estrutural (faz parte da estrutura de qualquer composto orgânico vital para a planta); constituinte de enzima (faz parte de uma estrutura específica, grupo prostético/ativo de enzimas); ativador enzimático (não faz parte da estrutura).

O nutriente pode ativar como, também, inibir os sistemas enzimáticos, afetando a velocidade das reações no metabolismo do vegetal, podendo acelerar ou retardar o desenvolvimento dos tecidos vegetais.

Os elementos K, Ca e Mg, encontrados nas análises químicas das águas dos canais de drenagem são considerados macronutrientes, que são aqueles absorvidos ou exigidos pelas plantas em maiores quantidades, mas cabe salientar que a exigência nutricional dos vegetais é específica para a espécie e até para o cultivar ou variedade de uma mesma espécie.

MENGEL e KIRKBY (1987), relatam que os elementos K, Mg, Ca e Na, são considerados nutrientes responsáveis pela atividade enzimática e também atuam na manutenção do potencial osmótico, no balanço de íons e no potencial elétrico, especialmente o K e Mg.

Segundo MARSCHNER (1986), além dos elementos ditos essenciais à vida das plantas, existem outros considerados benéficos e, também, o grupo dos elementos tóxicos, que não foram identificados nas análises químicas dos tratamentos (TABELA 1). Quanto ao elemento benéfico, este é definido como aquele que estimula o crescimento dos vegetais, mas que não são essenciais ou que são essenciais somente para certas espécies ou sob determinadas condições. Para este autor o silício e o cobalto são considerados benéficos ao crescimento de certas plantas, bem como o Na, o Ni e o Se.

A testemunha possivelmente apresentou menor crescimento (**FIGURA 22 B**), em comparação aos outros tratamentos, devido as sementes serem tratadas com água destilada, ou seja, sem a presença dos nutrientes encontrados nos demais tratamentos. A ausência de elementos faz, em nível microscópico, com que ocorra uma redução dos processos metabólicos, paralisação dos processos biológicos (nível molecular), alteração de membranas, parede celular e organelas (nível subcelular). Em nível celular a alteração e deformação das células e em nível macroscópico a alteração dos tecidos (TAIZ e ZEIGER, 2004).

MALAVOLTA et al. (1980), relatam que os elementos entram em contato com a raiz por interceptação radicular, fluxo de massa e difusão. Observa-se que o fluxo de massa é mais importante para o N, Ca, Mg, S, e a difusão é o principal meio de contato do P e K.

Pelos tratamentos estarem em meio aquoso, ou seja, em maior contato com a raiz a absorção dos elementos foi favorável devido o contato ion-raiz resultando em maiores desenvolvimentos dos tratamentos.

Segundo CARMELLO-GUERREIRO e APPEZZATO-DA-GLORIA (2006), a raiz apresenta:

- a) epiderme – camada geralmente única de células compactas com pelos absorventes;
- b) parênquima cortical – várias camadas de células com espaços entre elas;
- c) endoderme – camada única de células compactas cujas paredes radiais e transversais apresentam um reforço de suberina (estrias de caspary) que bloqueia a passagem dos íons pelas paredes e espaços intercelulares;
- d) cilindro central – camada de células compactas que circundam os elementos condutores do floema e do xilema, e esse desenho anatômico faz com que o processo de absorção de nutrientes seja característico da raiz.

Estudos de TACHIBANA e OHTA (1983), descrevem que raízes com maior proporção de pêlos absorventes, absorvem mais, especialmente elementos cujo contato com a raiz se faz por difusão, entretanto não se observou diferença significativa na presença desses pelos nas radículas analisadas (**FIGURA 22**).

Para SWIADER et al. (1994), a absorção iônica é influenciada por fatores do meio, isto é, externos (meio) e por fatores internos, ligados à própria planta, podendo modificar a velocidade de absorção, aumentando-a ou diminuindo-a. Estes fatores, portanto, podem alterar a eficiência de absorção dos nutrientes pelas plantas, ou seja, a capacidade da planta na absorção de nutrientes por unidade de raiz.

Estudos em fisiologia vegetal destacam que a primeira condição para que o nutriente seja absorvido refere-se à necessidade de este estar na forma disponível à planta. Devido os nutrientes estarem disponíveis em fase líquida e em contato direto com as raízes aumentaram possivelmente a absorção dos nutrientes.

Entretanto, a velocidade de absorção depende, em parte, do elemento considerado, obedecendo à seguinte ordem decrescente para os Cátions, presentes nas análises das águas dos canais de drenagem:  $\text{NH}_4^+ > \text{K}^+ > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{Ca}^{2+}$  (ZEIGER, 1991).

O primeiro passo para a síntese de proteínas é a reação de ativação de aminoácidos. O magnésio e o potássio são os elementos de maior expressão quanto à ativação de enzimas. Sabe-se, atualmente, que o  $\text{Mg}^{2+}$  atua como ativador enzimático das reações de regeneração da ribulose difosfato que é composto aceptor de  $\text{CO}_2$  no início do ciclo de Calvin, nos cloroplastos. Assim, o efeito do  $\text{Mg}^{2+}$  é o responsável pela formação da cadeia polipeptídica (PIERCE, 1986).

Segundo MARCHNER (1986). O K não faz parte de nenhum composto orgânico, portanto, não desempenha função estrutural na planta. No floema, o K é o cátion mais abundante, em concentrações aproximadamente iguais a do citoplasma; neste, a concentração mantém-se em uma relação relativamente estreita, enquanto nos cloroplastos é mais variável. As altas concentrações são requeridas para a neutralização de ânions insolúveis e solúveis (p.ex: ânions de ácido orgânicos e ânions inorgânicos) e para estabilizar o pH nestes compartimentos entre 7 e 8, pH este ótimo para as reações enzimáticas. A principal função bioquímica do K é ativação enzimática. Mais de 50 enzimas são dependentes do K para sua atividade normal, citando-se as sintetases, oxiredutases, desidrogenases, transferases e quinases. O K contribui também para a regulação osmótica da planta. Além destas funções, o  $\text{K}^+$  atua na ativação enzimática e no processo de absorção iônica. Concentrações elevadas de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  reduzem a absorção do potássio por inibição competitiva; embora baixas concentrações de Ca apresenta um efeito sinérgico.



O Ca é transportado unidirecionalmente pelo xilema, via corrente transpiratória, das raízes para a parte aérea. As reações de troca no xilema são muito importantes para o movimento ascendente do Ca na planta: o  $\text{Ca}^{2+}$  é deslocado dos sítios de troca por outros cátions. A maior parte do Ca do tecido vegetal está em formas insolúveis em água. Estas formas são representadas por pectatos de cálcio, a principal substância de lamela média na parede celular, e sais cálcicos de baixa solubilidade tais como carbonato, sulfato, fosfato, silicato, citrato, malato, oxalato (MALAVOLTA, 1980).

De acordo com a **TABELA 1** e os resultados apresentados na **FIGURA 21**, uma das suposições para o maior crescimento das raízes da amostra C1P1A, pode estar relacionado com a presença de cálcio encontrado nas análises químicas das coletas de água realizadas. Este elemento químico está entre os nutrientes essenciais para as plantas. Ele é importante na preservação da capacidade de absorção das raízes mediante a manutenção da integridade da membrana plasmática, sendo que sua presença resulta em crescimento e desenvolvimento do sistema radicular (MALAVOLTA, 2008).

Ao contrário dos outros macronutrientes, uma alta proporção do Ca na planta encontra-se nas paredes celulares (apoplasto). Este fato é devido ao Ca integrar a lamela média das paredes celulares, o qual se verificou a melhor estruturação das paredes nas plântulas dos tratamentos do canal de drenagem C3 (**FIGURA 25**).

A maior concentração de Na foi verificada na coletas do canal de drenagem C3. Os efeitos do Na em plantas são pouco discutidos na literatura consultada. Aceita-se de modo geral que, dependendo da planta, o Na pode substituir parcialmente o K, talvez em reações enzimáticas, nas quais não haja uma exigência absoluta de potássio e, possivelmente, nos seus efeitos puramente osmóticos (MARSCHNER, 1986).

A utilização das sementes de *Lactuca sativa* como bioindicadores durante o experimento, demonstrou seu potencial na detecção de problemas ambientais nos canais de drenagem analisados no experimento, entretanto o desenvolvimento dos tecidos vegetais observados na análise morfológica e nos cortes anatômicos realizados, verificou-se que seu crescimento não foi significativamente variável de acordo com as coletas.

Analisando as plântulas (**FIGURA 22 e 23**) foi possível observar que não ocorreu alteração significativa no comprimento médio da parte aérea e radicular quando comparado com a testemunha. Nenhuma das plântulas obtidas apresentaram anormalidades nos crescimentos das raízes primárias, como partes atrofiadas ou defeituosas, evidenciando que

a concentração de Na, K, Ca e Mg não alteraram significativamente o desenvolvimento das mesmas.

Uma característica marcante de anormalidade em plântulas e a observação de necrose da radícula, que são reflexos secundários de alterações que ocorrem a nível molecular (Rizvi et al., 1992), não foram observados, pois não existem níveis de toxicidade dos elementos encontrados nos canais de drenagem para as plântulas.

Em relação a anomalias nucleares (**FIGURA 25**) não foram observadas nas células do tecido radicular. Ainda, as células se apresentaram sem alteração de tamanho nas mensurações realizadas em ocular micrométrica.

Nas células de alguns tratamentos foram identificados a presença de oleossomos (**FIGURA 26**), que também são chamados de esferossomos ou corpos lipídicos. Os oleossomos tem uma barreira de membrana pouco usual, que separa os triglicerídeos do citoplasma aquoso. Uma camada única de fosfolipídeos circunda o corpo lipídico, com as extremidades hidrofílicas dos fosfolipídeos expostas ao citosol e as cadeias hidrofóbicas de hidrocarbonetos acil para o interior de triacilgliceróis. O oleossomo é estabilizado pela presença de proteínas específicas, denominadas olesinas, que cobrem a superfície e impedem que os fosfolipídeos de corpos lipídicos adjacentes entrem em contato e se fusionarem (Taiz e Zeiger, 2013).

A presença de vacúolos únicos com grande volume foi verificada em alguns cortes longitudinais (**FIGURA 27-A, 28-B e 28-C**). A sua membrana, conhecida como tonoplasto, apresentou-se destacada nestas células. Sabe-se que a célula vegetal jovem tipicamente contém numerosos e pequenos vacúolos que aumentam em tamanho e se fundem para formar um único vacúolo.

Uma célula com grande número de vacúolos, segundo RAVEN, et al. (1992), pode estar relacionado com a remoção de substâncias tóxicas presente nas células. Entretanto, foi observado que na célula madura, um único vacúolo e este não comprimido contra a parede celular inferindo a não presença de substâncias tóxicas.

A parede celular vegetal é composta por uma mistura de polissacarídeos, proteínas, compostos fenólicos e sais minerais. Os polissacarídeos representam cerca de 90% do peso seco da parede e consistem em celulose, que compõe de 20 a 40% da parede celular, hemiceluloses (15-25%) e pectinas (~30%). Essa matriz é altamente ordenada e dinâmica podendo tornar-se mais rígida ou mais frouxa conforme as necessidades da planta

(BUCKERIDGE, 2010). Além dos polissacarídeos, a parede celular é também impregnada pela lignina, um polímero aromático.

Na análise dos cortes, para todos tratamentos, não se verificou a ocorrência de espessamento da parede celular primária (**FIGURA 26**), que é um indicador para células com presença de fitotoxicidade (CORRÊA, 2005).

O não desenvolvimento dos tecidos vegetais se dá pelo efeito de toxicidade geralmente causado por poluentes presentes nas águas. As sementes de *Lactuca sativa* são relatadas na literatura como as que se mostraram mais sensíveis ao processo germinativo, demonstrando que a espécie pode ser usada para monitoramento de substâncias tóxicas presentes em águas contaminadas.

### 7.3.1 Análise estatística

Foi realizada a análise descritiva das variáveis do estudo. (Callegari-Jacques, SM. Bioestatística: Princípios e Aplicações. Porto Alegre: Ed. ARTMED, 2003.)

Foram aplicados os testes de Kolmogorov-smirnov e Levene para avaliarem a Normalidade e homogeneidade das variâncias. (Callegari-Jacques, SM. Bioestatística: Princípios e Aplicações. Porto Alegre: Ed. ARTMED, 2003.)

Para as comparações foram utilizados os testes de Kruskal-Wallis seguido do teste de comparações múltiplas de Dunn (Callegari-Jacques, SM. Bioestatística: Princípios e Aplicações. Porto Alegre: Ed. ARTMED, 2003).

O nível de significância foi de 5%.

Pacote estatístico utilizado SPSS 24.0 for Windows.

Em cada uma das coletas, foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis para se comparar os três pontos de coleta, como mostra a **TABELA 19**.

**TABELA 19:** COMPARAÇÃO ENTRE OS TRÊS PONTOS MEDIDOS EM CADA UM DOS CANAIS.

	Radícula	Hipocótilo
	Teste de Kruskal-Wallis	
Canal	Nível de significância (p)	Nível de significância (p)
1	0,941	0,194
2	0,256	0,956
3	0,924	0,878
4	0,754	0,635
5	0,415	0,576
6	0,758	0,649
Canal 3 Centro	0,997	0,696

Como não havia diferença entre as três coletas em cada um dos canais, e em cada uma das coletas, foi utilizada a média dos três pontos por canal.

**TABELA 20: COMPARAÇÃO ENTRE AS 12 COLETAS EM CADA UM DOS CANAIS**

Canal	Radícula	Hipocótilo
	Nível de significância (p)	Nível de significância (p)
1	0,024	0,011
2	0,009	0,023
3	0,043	0,004
4	0,001	0,006
5	0,002	0,010
6	0,026	0,010
Canal 3 Centro	0,013	0,002

Nos canais, pelo teste de Kruskal-Wallis, observa-se uma diferença na radícula e hipocótilo, entre as coletas ( $p < 0,05$ ). **Pelo teste de comparações múltiplas de Dunn temos que as coletas 3 e 6 são iguais e diferem das coletas 1, 2, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12.**

**TABELA 21: COMPARAÇÃO ENTRE OS CANAIS EM CADA UMA DAS 12 COLETAS**

Coletas	Radícula	Hipocótilo
	Nível de significância (p)	Nível de significância (p)
1	0,002	0,003
2	0,002	0,011
3	0,003	0,011
4	0,003	0,011
5	0,007	0,003
6	0,004	0,004
7	0,002	0,010
8	0,002	0,002
9	0,002	0,005
10	0,003	0,006
11	0,005	0,003
12	0,002	0,005

## **8. CONCLUSÃO**

### **8.1 Coleta e análise físico-química das águas**

Observando-se os valores para os elementos metálicos pode-se observar que não houve contaminação nos canais devido à produtos contendo metais. Em geral a contaminação por metais é gerada por despejos industriais. Nas regiões dos canais de Santos a predominância é por domicílios habitacionais, bares e lojas de pequeno porte. Desta forma não foi detectado contaminação proveniente de despejos de águas contendo elementos metálicos.

O pH dos canais 1 e 2 foram pouco acima da média de outros canais. A média de pH dos canais 1 e 2 ficou em aproximadamente pH 8. A variação média de pH entre todos os canais ficou entre o pH 7 a pH 8.

Em determinadas amostragens, mesmo com a maré baixa, foi constatado que as águas de alguns canais estavam cheias, destacando-se os canais 1, 2 e 3. Pelas análises, foi verificado que houve a troca de água com o mar, já que foram águas salobras, confirmado pelas análises de teores de cloreto e de sódio, além de altos valores de condutividade.

Foi observado nos canais 4 e 5 um nível maior de turbidez nas águas coletadas. Também comprovadas na amostragem das águas nos pontos intermediários dos canais (ponto 2 da amostragem Canal 4 esquina com a Av. Siqueira Campos: -23,965091, -46,319724 e Canal 5 esquina com a Av. Alm. Cochrane: -23,974153, -46,312213).

### **8.2 Caracterização da presença de patógenos por biologia molecular**

De maneira geral, as alterações na qualidade das águas dos Canais de Santos observadas indicaram valores dentro da normalidade para metais e ânions, indicadores de contaminação das águas dos canais por despejo de esgoto industrial, mas a presença de microrganismo patogênico, caminha em consonância com despejo de esgoto residencial nos canais de Santos. Apesar desse fato, destacamos o fato de *Pseudomonas* ser um microrganismo oportunista que se desenvolve em diversos ambientes, inclusive em situações inóspitas para a maioria dos microrganismos motivo pelo qual, tal leitura há de se ser feita com atenção. Estudos para a detecção de coliformes fecais precisam ser desenvolvidos conjuntamente para possibilitar essa afirmação. De toda forma, há de se enaltecer o fato da concentração detectada pela metodologia de PCR clássica encontrar-se abaixo do valor considerado infectante.

Por fim, destaca-se a sensibilidade dos métodos moleculares empregados, PCR em tempo real, qPCR, e mesmo PCR clássica, de forma a não se destacar resultados falso-negativos aqui

apresentados em função da presença de contaminantes no meio que interferem no funcionamento das técnicas, sobretudo a qPCR. Sendo assim, o método empregado para extração de DNA, muito embora prático, do ponto de vista laboratorial, possa não ser o mais adequado, assim, é aconselhado testes empregando outras metodologias para extração de DNA.

Portanto, a técnica de PCR clássica, parece adequada e aplicável para a detecção de patógenos nos Canais de Santos, desde que bons métodos de preparação de amostras e extração de DNA sejam empregados. Quanto à técnica de qPCR empregando-se kits customizados específicos, tem se mostrado dispendioso e muito sensível à contaminantes presentes no meio e à qualidade do DNA empregado como template. Portanto, considerando o custo benefício e os aspectos apresentados, a PCR clássica parece ser adequada do ponto de vista financeiro (ao se comparar o investimento por reação) e com relação às características apresentadas pelas amostras.

### **8.3 Caracterização morfológica do sistema radicular de *Lactuca sativa***

Os testes de bioindicadores com sementes de *Lactuca sativa* apresentam maior sensibilidade quando expostos a compostos tóxicos e orgânicos. Quando presentes estes causam a inibição na germinação das raízes primárias e desenvolvimento dos tecidos radiculares. Todas as sementes tratadas com alíquotas de água dos canais de drenagem (C1, C2, C3, C4, C5, C6 e C7) do município de Santos (SP), apresentaram desenvolvimento morfológico e anatômico considerado normal, pois as médias de crescimento não divergiram entre as coletas.

Em relação as concentrações dos elementos encontrados nas análises químicas das alíquotas coletadas, o canal de drenagem C3 mostrou-se com a maior porcentagem de elementos provavelmente devido a influência das tábuas marés (não objeto de estudo desse trabalho), devido ao seu posicionamento central na Baía de Santos.

Com o estudo realizado pode-se inferir que análise morfo-anatômicas de *Lactuca sativa* podem ser utilizadas como bioindicadores de problemas ambientais nos canais de drenagem do município de Santos (SP).

## 9. DIVULGAÇÃO DE DADOS

Foi divulgado no portal da Universidade Católica de Santos, instituição comunitária (<https://www.unisantos.br>) e no site do Observatório da Água (<http://unisantos-observacbhbs.com.br/>), que tratam-se de sites de domínio público acessível a todas as plataformas de busca disponíveis. Além disso, o relatório será disponibilizado ao CBH-BS após a aprovação deste Agente Técnico.

### 9.1 Trabalhos originados – Hirochi Yamamura

Apresentação Reunião CBH-BS – 06/12/2017

**MONITORAMENTO DE PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA EM CANAIS DE SANTOS**

Fundo Estadual de Recursos Hídricos

Proponente: Sociedade Visconde de São Leopoldo/Universidade Católica de Santos  
 Empreendimento 2014-BS-244 – Contrato FEHIDRO 170/2015  
 Pesquisadores: Prof. Dr. Hirochi Yamamura (Coordenador Técnico); Profa. Dra. Adriana Florentino de Souza;  
 Prof. Dr. Cleber Ferrão Corrêa e Profa. Dra. Rosângela Ballego Campanhã

**INTRODUÇÃO**

Impactos provenientes de ligações clandestinas de esgotos com a rede coletora de águas pluviais podem provocar problemas para gestores de recursos hídricos, companhias de saneamento e municipalidades. Na cidade de Santos, a presença de contaminantes nas águas superficiais reflete na balneabilidade das praias, agravamento das criticidade de eventos de alagamento urbano e na saúde pública.

A interação entre diversos produtos como desinfetantes de uso doméstico, antibióticos, excretas humanas nos efluentes domésticos e outros é uma causa apontada para o favorecimento do surgimento de populações bacterianas resistentes (FLOURNOY et al., 2000; GALES et al., 2001; LIVERMORE, 2002).

Diversas outras fontes também estão presentes no sentido de contribuir à carga poluidora a partir de atividades, tais como: oficinas mecânicas, lavanderias, galvanoplastias, serralherias, clínicas de saúde, áreas de reciclagem de resíduos, obras de construção civil, entre outros. Como consequência, vários elementos metálicos e compostos orgânicos podem impactar na qualidade das águas urbanas (TUCCI, 2008).

O presente projeto visa disponibilizar dados sobre a qualidade da água dos Canais de Santos, produzindo subsídios que permitirão aos atores locais e regionais a identificação e o monitoramento de fontes difusas de poluição no trecho de maior adensamento urbano da Baixada Santista.

**METAS**

**INDICADORES PARA AVALIAÇÃO**

**Principais metas para o presente projeto:**

- Coletar dados de caracterização direta de água dos Canais de Santos, realizadas durante as campanhas de campo.
- Coletar amostras de água nos Canais de Santos de acordo com a sistemática proposta em metodologia e realizar sua análise laboratorial para metais, ânions e bactérias patogênicas.
- Produzir planilhas e mapas constando dos dados analítico referentes a qualidade de água para os diferentes parâmetros considerados.
- Divulgar e disponibilizar os dados produzidos, por meio de publicações técnicas.

**MATERIAL E MÉTODOS**

**RESULTADOS DE ANÁLISES (até o momento)**

A área de abordagem do presente projeto se posiciona na porção leste da Ilha de São Vicente, abrangendo o trecho mais urbanizado do Município de Santos, num total de vinte e um pontos amostrais distribuídos ao longo dos canais 1 a 6 de acordo com a **Figura 1**. As campanhas serão coincidentes com épocas de maré de quadrante de lua crescente, de modo a permitir uma menor troca de água entre os canais e o ambiente marinho.

**LOCAL DE AMOSTRAGEM:**

**CANAL 1:**

1. Avenida Marçal
2. Rua Nelson Xavier de Toledo
3. Rua Nair de Azeite

**CANAL 2:**

4. Avenida Marçal
5. Rua Nelson Xavier de Toledo
6. Rua Conde de Veneza

**CANAL 3:**

7. Rua Quilino Proença
8. Rua Nelson Xavier de Toledo
9. Rua Carlos de Moraes

**CANAL 4:**

10. Rua Nelson Xavier de Toledo
11. Rua Tullio de Sant'Anna

**CANAL 5:**

12. Rua Quilino Proença
13. Rua Nelson Xavier de Toledo
14. Rua Tullio de Sant'Anna

**CANAL 6:**

15. Rua Quilino Proença
16. Rua Nelson Xavier de Toledo
17. Rua Tullio de Sant'Anna

**CANAL 7:**

18. Rua Quilino Proença
19. Rua Nelson Xavier de Toledo
20. Rua Tullio de Sant'Anna
21. Rua Nelson Xavier de Toledo

LOCAL	TAMM (T)	pH	Parâmetros Ox Redução	Condutividade (µmhos/cm)	Turbidez (NTU)	Oxigênio Dissolvido (mg/L)	LOCAL	TAMM (T)	pH	Parâmetros Ox Redução	Condutividade (µmhos/cm)	Turbidez (NTU)	Oxigênio Dissolvido (mg/L)
CANAL 1 - 1	24,8	8,1	888	0,365	30,3	10,9	CANAL 5	23,94	7,4	220	0,296	26,4	17,6
CANAL 1 - 2	24,8	7,8	340	0,150	22,3	12,4	CANAL 5 - 1	24,0	7,1	290	0,240	20,9	13,0
CANAL 1 - 3	24,5	8,3	900	0,352	27,6	10,3	CANAL 5 - 2	23,0	7,1	290	0,407	26,9	13,4
CANAL 2 - 1	24,3	8,2	820	0,304	28,3	12,70	CANAL 5 - 3	23,4	8,8	220	0,360	40,1	12,2
CANAL 2 - 2	24,2	7,7	527	0,220	22,2	14,2	CANAL 5 - 4	22,9	9,7	380	0,227	22,8	16,8
CANAL 2 - 3	23,8	7,9	833	0,360	22,3	10,8	CANAL 5 - 5	22,0	8,1	302	0,415	28,9	12,0
CANAL 3 - 1	23,6	8,2	289	0,266	22,1	12,5	CANAL 5 - 6	22,0	7,6	248	0,269	24,4	14,8
CANAL 3 - 2	23,8	7,2	319	0,157	4,0	10,7	CANAL 5 - 7	21,2	7,2	212	0,329	27,8	12,7
CANAL 3 - 3	23,8	7,1	827	0,209	9,4	10,9	CANAL 5 - 8	21,0	8,4	274	0,098	24,7	19,4
CANAL 4 - 1	23,8	7,1	827	0,209	9,4	10,9	CANAL 5 - 9	21,9	7,8	247	0,071	22,3	21,8
CANAL 4 - 2	24,2	7,4	320	0,052	22,8	10,3	CANAL 5 - 10	21,6	8,9	340	0,347	26,9	24,2

**REFERÊNCIAS**

BRASIL. COMISSÃO NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO. Resolução de Sanção dos Recursos Hídricos de São Paulo e Região Metropolitana de São Paulo. 2002.

BRASIL. COMISSÃO NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO. Resolução de Sanção dos Recursos Hídricos de São Paulo e Região Metropolitana de São Paulo. 2011.

FLOURNOY, C.; FLORENTO, A.; CORREIA, R.; ANDRE, C. A. Avaliação da Qualidade da Água em São Carlos, SP. V. 1, p. 249-255, 2000.

GALES, A. C.; SILVA, F. M.; TROTTEN, I.; SERRÃO, E.; OLIVEIRA, R. C. Qualidade da Água em São Carlos, SP. V. 1, p. 249-255, 2000.

LIVERMORE, D. B. Qualidade da Água em São Carlos, SP. V. 1, p. 249-255, 2000.

TUCCI, E. A. Qualidade da Água em São Carlos, SP. V. 1, p. 249-255, 2000.

Apresentação Reunião CBH-BS – 06/11/2018

Complexo Educacional São Leopoldo


UNISANTOS Universidade Católica de Santos

Liceu Santista

**MONITORAMENTO DE PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA EM CANAIS DE SANTOS**

FEHIDRO

Fundo Estadual de Recursos Hídricos



Proponente: Sociedade Visconde de São Leopoldo

Pesquisadoras:

Profa. Dra. Adriana Florentino de Souza; Prof. Dr. Hirochi Yamamura (Coordenador);  
Profa. Dra. Rosângela Ballego Campanhã; Prof. Dr. Cleber Ferrão Corrêa

**INTRODUÇÃO**

Impactos provenientes de ligações clandestinas de esgotos com a rede coletora de águas pluviais podem provocar problemas para gestores de recursos hídricos, companhias de saneamento e municipalidades. Na cidade de Santos, a presença de contaminantes nas águas superficiais reflete na balneabilidade das praias, agravamento das criticidade de eventos de alagamento urbano e na saúde pública.

A interação entre diversos produtos como desinfetantes de uso doméstico, antibióticos, excretas humanas nos efluentes domésticos e outros é uma causa apontada para o favorecimento de surgimento de populações bacterianas resistentes (FLOURNCY et al., 2009; GALES et al., 2003; LIVERMORE, 2002).

Diversas outras fontes também estão presentes no sentido de contribuir à carga poluidora a partir de atividades, tais como: oficinas mecânicas, lavanderias, galvanoplastias, serralherias, clínicas de saúde, áreas de reciclagem de resíduos, obras da construção civil, entre outros. Como consequência, vários elementos metálicos e compostos orgânicos podem impactar na qualidade das águas urbanas (TUCC, 2008).

O presente projeto visa disponibilizar dados sobre a qualidade da água dos Canais de Santos, produzindo subsídios que permitirão aos atores locais e regionais a identificação e o monitoramento de fontes difusas de poluição no trecho de maior adensamento urbano da Baixada Santista.

**METAS**


Principais metas para o presente projeto:

- Coleta de dados de caracterização direta de água dos Canais de Santos, realizadas durante campanha de campo.
- Coleta sistemática de amostras de água nos Canais de Santos e sua análise laboratorial para metais, íons e bactérias patogênicas.
- Produção de planilhas e mapas de qualidade de água para os diferentes parâmetros considerados.
- Divulgação e disponibilização dos dados produzidos por meio de planilhas e mapas.

**MATERIAL E MÉTODOS**


A área de abordagem do presente projeto se posiciona na porção leste da ilha de São Vicente, abrangendo o trecho mais urbanizado do Município de Santos, rumo total de virte e um pontos amostrais distribuídos ao longo dos canais 1 a 6 de acordo com a FIGURA 1.

As campanhas serão coletadas em épocas de maré de quadrante de lua crescente, de modo a permitir uma menor troca de água entre os canais e o ambiente marinho.



**FIGURA 1:** Posição dos pontos amostrais ao longo dos canais de Santos  
Fonte da base cartográfica: Prefeitura Municipal de Santos

**PARTE II - TESTE DE TOXICIDADE COM USO DE GERMINAÇÃO DE SEMENTES**



**FIGURA 2:** Análise morfológica de raízes primárias de plântulas de *Atractus* sobre cultiva Brax rapções

**PARTE III - CARACTERIZAÇÃO DA PRESENÇA DE PATÓGENOS POR BIOLOGIA MOLECULAR**

**QUADRO 3:** Panorama do padrão de contaminação dos Canais de Santos por *Pseudomonas aeruginosa*

PONTO CANAL	Set/2017		Jan/2018					Fev/2018					Mar/2018							
	1	2	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

**Legenda:** em verde: pontos com maior incidência de contaminação ao longo do período de avaliação; em amarelo: pontos onde foi detectada presença de *Pseudomonas aeruginosa*; em cinza: mês que apresentou maior incidência de contaminação e novo ponto de maior incidência de contaminação/canal/mês; em azul: não houve coleta.

**RESULTADOS DE ANÁLISES**

**PARTE I - ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DAS ÁGUAS**

**QUADRO 1:** Parâmetros (Média Jan – out/2018)

Água	PH (pH)	OD (mg/L)	Condutividade (µmhos/cm)	Temperatura (°C)	Turbidez (NTU)	Cloro residual (mg/L)	Cloro livre (mg/L)	Cloro total (mg/L)	Cloro combinado (mg/L)	Cloro orgânico (mg/L)	Cloro inorgânico (mg/L)	Cloro residual (mg/L)	Cloro livre (mg/L)	Cloro total (mg/L)	Cloro combinado (mg/L)	Cloro orgânico (mg/L)	Cloro inorgânico (mg/L)
1	7,2	1,8	100	22,5	1,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
2	7,2	1,8	100	22,5	1,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
3	7,2	1,8	100	22,5	1,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
4	7,2	1,8	100	22,5	1,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
5	7,2	1,8	100	22,5	1,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
6	7,2	1,8	100	22,5	1,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

**QUADRO 2:** Análises de íons (média meses 1-3)

Íon	1	2	3	4	5	6
Ca	100	100	100	100	100	100
Mg	100	100	100	100	100	100
Na	100	100	100	100	100	100
K	100	100	100	100	100	100
Cl	100	100	100	100	100	100
SO4	100	100	100	100	100	100
NO3	100	100	100	100	100	100
NO2	100	100	100	100	100	100
CO3	100	100	100	100	100	100
HCO3	100	100	100	100	100	100
Fe	100	100	100	100	100	100
Mn	100	100	100	100	100	100
Zn	100	100	100	100	100	100
Cu	100	100	100	100	100	100
Pb	100	100	100	100	100	100
Cr	100	100	100	100	100	100
Ni	100	100	100	100	100	100
Al	100	100	100	100	100	100
B	100	100	100	100	100	100
Cd	100	100	100	100	100	100
Hg	100	100	100	100	100	100
As	100	100	100	100	100	100
Sb	100	100	100	100	100	100
Se	100	100	100	100	100	100
Te	100	100	100	100	100	100
Bi	100	100	100	100	100	100
Po	100	100	100	100	100	100
At	100	100	100	100	100	100
Rn	100	100	100	100	100	100

**CONCLUSÃO**

**PARTE I - ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DAS ÁGUAS**

Até o momento, as conclusões observadas foram:

- 1- Os canais 4 e 5 apresentaram maior contaminação nas localizações mais distantes da praia, pelo aumento da turbidez e diminuição de oxigênio dissolvido.
- 2- Nos pontos próximos à praia, houve maior troca de água salobra proveniente da água do mar.
- 3- Não foi observado contaminação de elementos metálicos, com exceção dos elementos do grupo dos metais alcalinos e alcalinos terrosos.
- 4- Não foi encontrado presença de metais pesados em toda a extensão dos canais.

**PARTE II - TESTE DE TOXICIDADE COM USO DE GERMINAÇÃO DE SEMENTES**

Testes com sementes de alfaca demonstraram que não ocorreu inibição na germinação das raízes primárias tratadas com alíquotas de água dos canais do município de Santos (SP).

**PARTE III - CARACTERIZAÇÃO DA PRESENÇA DE PATÓGENOS POR BIOLOGIA MOLECULAR**

Os dados obtidos por PCR qualitativa para estudo da ausência ou presença dos patógenos *Salmonella* spp, *Staphylococcus aureus* e *Pseudomonas aeruginosa* indicaram resultado positivo apenas para *Pseudomonas aeruginosa*. Esse patógeno foi identificado por meio do gene *ompA* ao longo de todos os meses de amostragem muito embora, o mês de março tenha sido aquele onde se detectou menor número de pontos positivos para este patógeno de acordo com os pontos de coleta

9.2 Trabalhos originados – Adriana Florentino de Souza

**Fabio Pereira Raposo de Almeida e Emerson Silva Antonio.** Determinação de protocolo experimental para monitoramento por PCR da presença de bactérias patogênicas em águas dos Canais de Santos (SP). Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Ciências Biológicas (Bacharel). Universidade Católica de Santos, Santos, 2015.

**Gabriel de Freitas Cerejo Persico.** Detecção de bactérias potencialmente patogênicas por PCR. 2015. Iniciação Científica. (Graduando em Ciências Biológicas) - Universidade Católica de Santos, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Orientador: Adriana Florentino de Souza.

**Matheus da Cruz Medeiros.** Detecção de bactérias potencialmente patogênicas por PCR. 2015. Iniciação Científica. (Graduando em Química Tecnológica) - Universidade Católica de Santos, UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SANTOS. Orientador: Adriana Florentino de Souza.



### 9.3 Trabalho originado – Cleber Ferrão Corrêa

**Rafaela Mendes Pinho. Monitoramento de parâmetros de qualidade de água nos canais de drenagem do município de Santos: ensaios toxicológicos com uso de germinação de sementes de *Lactuca sativa*.** Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Ambiental. Universidade Católica de Santos, Santos, 2019.

## 10. REFERÊNCIAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1986). Norma NBR 9648/1986 – Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário - Procedimento. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, BR.
- AMBROZEVICIUS, Andrea Pimenta. **Poluição aquática em Santos (SP):** uma abordagem interdisciplinar. Dissertação de Mestrado da área de Ciência Ambiental da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2010. Disponível em <  
<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/90/90131/tde-23112011-090931/pt-br.php>>  
Acesso em 29 abr.2019.
- ANA. Agência Nacional de Águas. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos.** Brasília, DF. 2011.
- ANTONIO, S.A.; De ALMEIDA, F.P.R.; SOUZA, A.F. **Determinação de protocolo experimental para monitoramento por PCR da presença de bactérias patogênicas em águas dos Canais de Santos (SP).** Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Ciências Biológicas (Bacharel). Universidade Católica de Santos, Santos, 2015.
- AOAC – **Official Methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists,** Thirteenth Edition, 1980.
- APPEZZATO-DA-GLORIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. Anatomia vegetal. Universidade Federal de Viçosa, 2004.
- AVASHIA, N., GARIBYAN, L. **Polymerase Chain Reaction.** Journal of Investigative Dermatology, 2013. Disponível em:  
<<http://www.nature.com/jid/journal/v133/n3/full/jid20131a.html>>. Acesso em: outubro de 2015.
- BAGLIANO, Roger Vinícius. **Principais organismos utilizados como bioindicadores relacionados com uso de avaliadores de danos ambientais.** Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade. Vol.2 n.1, jul-dez 2012.
- BARBOSA, Maria Valéria; DIAS, Nelson Santos; CERQUEIRA, Rita M. Martins. **Santos na formação do Brasil: 500 anos de história.** Santos, SP. Prefeitura Municipal de Santos. Secretaria Municipal de Cultura: Fundação Arquivo e memória de Santos, 2000. Disponível em  
<[http://www.fundasantos.org.br/e107\\_files/public/santos na formacao do brasil pdf.pdf](http://www.fundasantos.org.br/e107_files/public/santos_na_formacao_do_brasil_pdf.pdf)>  
> Acesso em 19 mai.2019.
- BARBOZA, Nayhá B.; MARQUES, Luana de A. A.; ROSS, Rafaela R.. **SÍNDROME METABÓLICA? REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.** 2010. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Farmácia) - Faculdades Oswaldo Cruz. Orientador: Adriana Florentino de Souza.
- Boletim epidemiológico hepatites virais.** Brasília, 2012. [ [Links](#) ]
- BRAKSTAD, O.G., KJETILL, A. MAELAND, J.A. **Detection of *Staphylococcus aureus* by polymerase chain reaction amplification of the *nuc* gene.** Journal of Clinical Microbiology, v. 30, n. 7, p. 1654-1660, jul.1992. Disponível em:  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC265359/>. Acesso em: outubro de 2015.

BRASIL. **Resolução CONAMA Nº 357**, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

BRASIL. Ministério da saúde. **Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 12 dez. 2011. [ [Links](#) ]

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Guia de Vigilância em Saúde**. Brasília, 2014. 812 p [ [Links](#) ]

BRASIL. **Trata Brasil**. Available at: <http://www.tratabrasil.org.br/saneamento-nobrasil>. Retrieved on: August 22, 2017. [ [Links](#) ]

BRUN, B. R. et al. **Qualidade das Águas de Poços Rasos em Área com Déficit de Saneamento Básico em Cuiabá, MT: Avaliação Microbiológica, Físicoquímica e Fatores de Risco à Saúde**. HOLOS, v. 2, n. 32, p. 179-188, 2016. [ [Links](#) ]

BUCKERIDGE, M. S.; SANTOS, W. D. dos; SOUZA, A. P. **As rotas para o etanol celulósico no Brasil**. In: CORTEZ, L. A. B. (Coord.). Bioetanol de cana-de-açúcar: P&D para produtividade e sustentabilidade. São Paulo: Editora Blucher, 2010. p. 365-380.

BUCKERIDGE, Marcos S.; AIDAR, Marcos; SANTOS, Henrique; TINÉ, Marco A. **Acúmulo de reservas**. In FERREIRA, Alfredo; BORGHETTI, Fabian (Orgs.) Germinação: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004.

CAMARGO, M. F.; PAULOSSO, L. V. **Avaliação qualitativa da contaminação microbiológica das águas de poços no município de Carlinda - MT**. Semina: Ciências Biológicas e da Saúde, Londrina, v. 30, n. 1, p. 77-82, Jan./Jun. 2009. [ [Links](#) ]

CAPP, N.; AYACH, L. R.; SANTOS, T. M. B.; GUIMARÃES, S. T. L. **Qualidade da água e fatores de contaminação de poços rasos na área urbana de Anastácio (MS)**. Revista Meio Ambiente, Paisagem e Qualidade Ambiental. v. 16, n.3, p. 77-91, 2012. [ [Links](#) ]

CARNEIRO, Regina M. Alves. **Bioindicadores vegetais de poluição atmosférica: uma contribuição para a saúde da comunidade**. Dissertação (Mestrado). Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto. Universidade de São Paulo. 2004 Disponível em <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/22/22133/tde-19102004-170613/pt-br.php>> Acesso em 02 Ago. 2019

CARRIÇO, J. M. O Plano de Saneamento de Saturnino de Brito para Santos: construção e crise da cidade moderna. **Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo Instituto de Arquitetura e Urbanismo IAU-USP**. pp. 30-46. 2015.

CARRIÇO, José Marques; SOUZA, Clarissa Duarte. **Baixada Santista: pendularidade, estrutura urbana e mudanças dos padrões de integração interna e externa da metrópole litorânea paulista**. In Baixada Santista: transformações na ordem urbana / organização BRANDÃO, Marinez Villela Macedo; MORELL Maria Graciela González de; SANTOS André Rocha - 1. ed. - Rio de Janeiro: Letra Capital: Observatório das Metrópoles, 2015.

CARVALHO, F. C. T. **Salmonella spp. e Escherichia coli em ambientes de cultivo de camarão (Litopenaeus vannamei) no Estado do Ceará**. Tese (doutorado) – Universidade Federal do

Ceará, Instituto de Ciências do Mar, Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Fortaleza, 2012.

CARVALHO; et. al. **Detection of Salmonella spp through polymerase chain reaction (PCR) on eggs commercialized in Fortaleza, Ceará.** *Nutrivisa – Revista de Nutrição e Vigilância em Saúde.* V. 2-N. 3; p. 113-118, 2016.

CETESB; Relatório de balneabilidade das praias paulistas, São Paulo, 1997. 17.

CLARK, R.; *Marine Pollution*, 5th ed., Oxford University Press: Oxford, 2001

COELHO, F.R., SANTOS, A.R., CORTEZ, F.S., PUSCEDDU, F.H., TOMA, W., GUIMARÃES, L.L. **Caracterização microbiológica das águas dos canais de drenagem urbana de Santos (São Paulo, Brazil) em períodos de alta e baixa pluviosidade.** *UNISANTA BioScience*, v. 3, n.1, p. 21-26, nov.2013. Disponível em: [periodicos.unisanta.br/index.php/bio/article/viewFile/208/202](http://periodicos.unisanta.br/index.php/bio/article/viewFile/208/202). Acesso em: julho de 2015.

CONICELLI, B. P. **Gestão das Águas Subterrâneas na Bacia Hidrográfica do Alto Tietê.** 2014. 163 f. Ph.D. Thesis - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. [ [Links](#) ]

CORRÊA, C. F. Estudo Anatômico de Células Gigantes Induzidas por Nematóides de Galhas em Plantas de Interesse Econômico. Universidade Estadual Paulista. **Tese Doutorado**, 2005.

CORRÊA, C. F. **Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista.** Comitê da Baía Hidrográfica da Baixada Santista CBH-BS. Disponível em <<http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents/CBH-BS/>> Acesso em 15 out.2019.

CRHi. Coordenadoria de Recursos Hídricos. **Cobertura de drenagem urbana e subterrânea da RMBS.** 2019

DE VOS D, LIM A, PIRNAY JP, et al. **Direct detection and identification of Pseudomonas aeruginosa in clinical samples such as skin biopsy specimens and expectorations by multiplex PCR based on two outer membrane lipoprotein genes, oprI and oprL.** *Journal of Clinical Microbiology.* 1997;35(6):1295-1299.

DING, L., JING, H., QIN, B., QI, L., LI, J., WANG, T., LIU, G. Regulation of cell division and growth in roots of *Lactuca Sativa* L. seedlings by the ent-kaurene diterpenoid rabdosin B. **Journal of Chemical Ecology**, v.36, 2009. Disponível em <

[https://www.researchgate.net/profile/Linlin\\_Qi/publication/43074602\\_Regulation\\_of\\_Cell\\_Division\\_and\\_Growth\\_in\\_Roots\\_of\\_Lactuca\\_sativa\\_L\\_Seedlings\\_by\\_the\\_Ent-Kaurene\\_Diterpenoid\\_Rabdosin\\_B/links/5469c5330cf20dedafd101c8](https://www.researchgate.net/profile/Linlin_Qi/publication/43074602_Regulation_of_Cell_Division_and_Growth_in_Roots_of_Lactuca_sativa_L_Seedlings_by_the_Ent-Kaurene_Diterpenoid_Rabdosin_B/links/5469c5330cf20dedafd101c8)>

DREYFUS, A. et al. **Leptospira Seroprevalence and Risk Factors in Health Centre Patients in Hoima District, Western Uganda.** *PLOS Neglected Tropical Diseases*, v. 10, n. 8, p. 1-14, 2016. [ [Links](#) ]

EMBRAPA. **Biomonitoramento.** Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Disponível em <[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agricultura\\_e\\_meio\\_ambiente/arvore/CONTAG01\\_49\\_210200792814.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agricultura_e_meio_ambiente/arvore/CONTAG01_49_210200792814.html)> Acesso em 14 mai.2019.

ERCUMEN A, GRUBER JS, COLFORD JM. **Water distribution system deficiencies and gastrointestinal illness: a systematic review and meta-analysis.** *Environ Health Perspect* 2014; 122:651-60. 10.

FAVRE, T. C. et al. **School-based and community-based actions for scaling-up diagnosis and treatment of schistosomiasis towards its elimination in an endemic area of Brazil.** Acta Trop. v. 149, p. 155- 162, Sep/2015. [ [Links](#) ]

FELDSINE, P; ABEYTA, C.; ANDREWS, W.H. **AOAC International methods committee guidelines for validation of qualitative and quantitative food microbiological official methods of analysis.** J AOAC Int. 2002; 85(5): 1187-200.

FERREIRA, L. E; DALPOSSO, K; HACKBARTH, B. B; GONÇALVES, A. R; WESTPHAL, G. A. FRANÇA, P. H. C; PINHO, M. S. L. **Painel molecular para detecção de microrganismos associados à sepse.** Rev. Bras. Terapia intensiva. Vol. 23 no.1 São Paulo. 2011. Disponível em: [http://www.scielo.br/readcube/epdf.php?doi=10.1590/S0103-507X2011000100007&pid=S0103-507X2011000100007&pdf\\_path=rbti/v23n1/a07v23n1.pdf](http://www.scielo.br/readcube/epdf.php?doi=10.1590/S0103-507X2011000100007&pid=S0103-507X2011000100007&pdf_path=rbti/v23n1/a07v23n1.pdf). Acesso em: maio de 2015.

FILHO, V. J. R. G.; et. al. **Investigation of Salmonella spp. in backyard chickens (Gallus gallus domesticus) and eggs sold in free markets in the city of Fortaleza, Ceará.** Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 35, n. 4, p. 1855-1864, 2014.

FLOURNOY, D.j.; RICHARD, L.R.; CONNIE, B.; GENTRY, C.A.; Increasing antimicrobial resistance in gram-negative bacilli isolated from patients in intensive care units; Am. J. Infect Control, v.28; n.3; p. 244-50; 2000.

FONSECA, V.; SOARES, A. C. G. M. **POLÍTICAS PÚBLICAS E DIREITOS HUMANOS: IMPACTOS PROVOCADOS PELA OCUPAÇÃO IRREGULAR NA ZONA DE EXPANSÃO DE ARACAJU, ESTADO DE SERGIPE.** Interfaces Científicas - Humanas e Sociais, v. 1, n. 2, p. 81-87, 2013. [ [Links](#) ]

FRANÇA, I. S. **Planejamento urbano e participação social em cidade média: a revisão do plano diretor de Montes Claros-MG.** GeoTextos, v. 12, n. 2, p. 107-134, Dez. /2016. [ [Links](#) ]

FRANCO, G.B. et al. **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE SANITÁRIA DA ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ALMADA - BA.** Caminhos de Geografia. v. 16, n. 54, p. 254-262, Jun/2015. [ [Links](#) ]

GALES, A.C.; JONES, R.N.; TURNIDGE, J.; RENNIE, R.; RAMPHAL, R.; Characterization of Pseudomonas aeruginosa isolates: Occurrence Rates, Antimicrobial Susceptibility Patterns, and Molecular Typing in the Global

GANDRA, E.A. **Multiplex PCR para detecção de S.aureus, S. intermedius e S. hyicus em leite UHT artificialmente contaminado.** Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial), Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2006. Disponível em: [www.dcta.create.inf.br/manager/.../teses/tesegandra\\_24\\_02\\_2006.pdf](http://www.dcta.create.inf.br/manager/.../teses/tesegandra_24_02_2006.pdf). Acesso em: outubro de 2015.

GERRITS, P. O. 1991. **The application of glycol metacrylate in histotechnology: some fundamental principles.** Germany: Leica GmbH.

GONÇALVES, M. de L. S.S. – Métodos Instrumentais de Análise Soluções, Fund. Calouste Gulbekian, 4ª Ed., 2001.

GONZÁLES, R. G.; TAYLOR, M.L.; ALFARO, G. **Estudo bacteriano del água de consumo en uma comunidad. Mexicana. Bol.** Oficina Sanit. Panam., v. 93, n. 2, p. 127-141, 1982. [ [Links](#) ]

Google Earth 2017 - Live 3D Maps & Satellite Map - ubersearch.biz. Available at: [www.ubersearch.biz/earth/map](http://www.ubersearch.biz/earth/map) Earth Map 2017. Retrieved on: July 14, 2017. [ Links ]

GRANZIERA, Maria Luiza Machado. **Direito Ambiental**. 4ª ed., revista e atualizada. São Paulo: Ed. Atlas, 2015.

Guimarães RM, Asmus CIRF, Oliveira SA, Mazoto ML. **Acesso ao saneamento básico e a internação por doença diarreica aguda: um estudo da vulnerabilidade infantil**. Revista de Salud Ambiental 2013; 13:22-9.

HOLLER, F. J.; SKOOG, D.A.; CROUCH, S.R.; Princípios de análise instrumental.; 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. vii, 1055 p

HOLT, Emily A & MILLER, S. W. **Bioindicators: Using Organisms to Measure Environmental Impacts**. Nature Education Knowledge. 2010. Disponível em <<https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/bioindicators-using-organisms-to-measure-environmental-impacts-16821310>> Acesso em 24 mai.2019.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2015). Indicadores de desenvolvimento sustentável: Brasil: 2015, 351p

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2015). Indicadores de desenvolvimento sustentável: Brasil: 2015, 351p

ICMBio. **Monitoramento in situ da biodiversidade**: Proposta para um Sistema Brasileiro de Monitoramento da Biodiversidade. Brasília, DF: ICMBio, 2013. Disponível em <[http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/Monitoramento in situ da Biodiversidade versao final 05.12.2013.pdf](http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/Monitoramento_in_situ_da_Biodiversidade_versao_final_05.12.2013.pdf)> Acesso em 27 mai.2019.

ISHMAEL, F.T., STELLATO, C. **Principles and application of polymerase chain reaction: basic science for the practicing physician**. Annals of allergy, asthma & immunology, v. 101, n. 4, p. 437-443, out. 2008. Disponível em: [http://www.annallergy.org/article/S1081-1206\(10\)60323-7/abstract](http://www.annallergy.org/article/S1081-1206(10)60323-7/abstract). Acesso em: Outubro de 2015.

JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York: McGraw - Hill. 1940.

JOSHI, M., DESHPANDE, J.D.. **Polymerase Chain Reaction: methods, principles and application**. International Journal of Biochemical Research, v.40, n. 1, p. 81-97, mar. 2009. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3768498/>. Acesso em: outubro de 2015.

KOMILIS, D. P.; TZIOUVARAS, I. S. A statistical analysis to assess the maturity and stability of six composts. **Waste Management**, v. 29, p. 1504-1513, 2009.

KONEMAN, E. W. et al. The gram-positive cocci: **Staphylococci and related organisms**. Atlas and Textbook of Diagnostic Microbiology, Philadelphia, 1997. p.539-576. [ Links ]

LEHMEN, Alessandra. **Mudança do clima e direito**: uma abordagem jurídica do mecanismo de desenvolvimento limpo criado pelo Protocolo de Quioto e do Mercado de Créditos de Carbono. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Dissertação de Mestrado, Porto Alegre, 2006.

LI, W.; KHAN, M. A.; YAMAGUCHI1, S.; KAMIYA, Y. **Effects of heavy metals on seed germination and early seedling growth of Arabidopsis thaliana**. *Plant Growth Regulation*, v.46, n.1, p.45-50, 2005. Disponível em <

<https://www.researchgate.net/publication/227045623> Effects of heavy metals on seed germination and early seedling growth of *Arabidopsis thaliana*> Acesso em 14 nov.2019.

LIVERMORE, D.M.; Multiple mechanisms of antimicrobial resistance in *Pseudomonas aeruginosa*: Our worst nightmare? *Clin Infect Dis*, v.34; n.5; p.634-7; 2002.

MACHADO, J. R. M.; UCKER, F. E.; JUNIOR, M. G. S.; ALONSO, R. R. P. (2016) Situação do Saneamento Básico no bairro Vila Mutirão na cidade de Goiânia (GO). *Revista Eletrônica de Educação da Faculdade Araguaia*, v. 8, n. 8, p. 104-113.

MAKI, Erica Sayuri; SHITSUKA, Ricardo; BARROQUEIRO, Carlos Henrique; SHITSUKA, Dorlivete Moreira. **Utilização de Biodindicadores em Monitoramento de Poluição**. *Biota Amazônia Open Journal System*. V.3 n2 p 168-178, 2013.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980.251p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres. 2006. 638 p.

MALORNY B., HOORFAR, J., BUNGE, C., HELMUTH, R.. **Multicenter validation of the analytical accuracy of Salmonella PCR: towards an international standart**. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 69, n. 1, p. 290-296, jan. 2002. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12514007>. Acesso em: maio de 2015.

MALORNY, B.; TASSIOS, P.T. RADSTROM, P. COOK, N.; WAGNER, M.; HOORFAR, J. **STANDARDIZATION OF DIAGNOSTIC pcr FOR THE DETECTION OF FOODBORNE PATHOGENS**. *Int J. Food Microbiol*, 2003; 83 (1): 39-48.

MARENGO, J. A., Água e mudanças climáticas. *Estudos Avançados*. Brasília, v. 22, n. 63, 2008. [ [Links](#) ]

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1986.674p.

McDONALD JR., Miller B. **Vigor test subcommittee report**. *Association of Official Seed Analysts Newsletter*, 54, 37-40, 1980. 8.

MELO, Y. C.; MONTES, A. M.; OLIVEIRA, E. J. A. **Avaliação da qualidade de “água mineral natural” e a relevância da análise de bactérias heterotróficas**. *Revista CIENTEC*. v. 9, n 1, p.181-189, 2017. [ [Links](#) ]

MENDONÇA, E. P. **Características de virulência, resistência e diversidade genética de sorovares de Salmonella com impacto na saúde pública, isolados de frangos de corte no Brasil**. Tese (doutorado). Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, 2016.

MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. Worblaufen-Bern: International Potash Institute, 1987.687p.

MIMS, C.A.; DOCKRELL, H.M.; GOERING, R.V.; ROITT, I.M.; WAKELIN, D.; ZUCKERMAN, M.. **Microbiologia médica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005. ISBN 8535215824.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (2009). Programa Nacional de capacitação de gestores ambientais: Módulo específico licenciamento ambiental de estações de tratamento de esgoto e aterros sanitários, 67 p

MULLIS, K.B. **The unusual origin of the Polymerase Chain Reaction**. *Scientific American*, v.

262, n 4, p. 56-61, abr. 1990. Disponível em: [www.ciens.ucv.ve:8080/.../seminario%208-%20The](http://www.ciens.ucv.ve:8080/.../seminario%208-%20The). Acesso em: outubro de 2015.

MURRAY, P.R; ROSENTHAL, K.S; PFALLERM M.A. Microbiologia Médica. 7ª Edição, Elsevier Saúde, 2014.

NASCIMENTO, F.M.S. **Aplicação da técnica PCR para detecção de bactérias potencialmente patogênicas em um sistema UASB-lagoas de polimento para tratamento de esgoto doméstico.** Dissertação (mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos), Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, 2008.

NASCIMENTO, Warley Marcos; PEREIRA, Roseane Sousa. Testes para avaliação do potencial fisiológico de sementes de alface e sua relação com a germinação sob temperaturas adversas. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.3, p.175-179, 2007

O'BRIEN, T. P.; FEDER, N.; MCCULLY, M. E. 1964. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O. **Protoplasma** 59: 368-373.

OLIVEIRA, D. B. et al. **Caracterização de Staphylococcus aureus isolados da barra de mão de carrinhos e alças de cestas de supermercados.** Rev Ciênc Farm Básica Apl. v. 36, n. 3, p. 407-412, 2015. [ [Links](#) ]

PELEGRINI, N.N.B.; Paterniani, J.E.S.; Carniato, J.G.; Silva, N.B. e Pelegrini, R.T. **Estudo da sensibilidade de sementes de Eruca sativa (rúcula) utilizando substâncias tóxicas para agricultura.** XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola (CONBEA) João Pessoa - PB, 2006.

PEREIRA, Marcio P. et al. **Fitotoxicidade do chumbo na germinação e crescimento inicial de alface em função da anatomia radicular e ciclo celular.** Revista Agro@ambiente On-line, v. 7, n. 1, p.36-43, janeiro-abril, 2013

POPPER, K. R. **A lógica da pesquisa científica.** São Paulo: Cultrix, 2001.

RICKLEFS, R.E. **A Economia da Natureza.** 5.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009.

RIZVI, S. J. H. et al. A discipline called allelopathy. In: RIZVI, S. J. H. RIZVI, V. (Ed.) Allelopathy: basic and applied aspects. London: Chapman & Hall. 480p.

RODRIGUES, C. F. **Pesquisa de coliformes e salmonella spp. em ovos comercializados em feira livre, no município de Espigão do Oeste – Rondônia.** Dissertação (Mestrado). São Paulo, 2016.

RUDIO, Franz Victor. **Introdução ao projeto de pesquisa científica.** 33. ed. Petropólis: Vozes, 1986.

SAMBROOK, J.; FRITSCH, E.F.; MANIATIS, T. **Molecular cloning. A laboratory manual.** Cold Spring Harb or: Cold Spring Harbor laboratory Press, 1989.

SANTOS, A. G. S; MORAES, L. R. S.; NASCIMENTO, S. A. M. **Qualidade da água subterrânea e necrocorume no entorno do cemitério do Campo Santo em Salvador-BA.** Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais. v. 3, n. 1, p. 39-60, 2015. [ [Links](#) ]

SHINOHARA, N. K. S; BARROS, V. B; JIMENEZ, S. M. C; MACHADO, E. C. L; DUTRA, R. A. F; FILHO, J. L. L. **Salmonella spp., importante agente patogênico veiculado em alimentos.** Ciênc. saúde coletiva [online]. 2008, vol. 13, n. 5, pp. 1675-1683. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/csc/v13n5/31.pdf>. Acesso em: outubro de 2015.



SILVA, A.J.H; ANJOS, C.P; NOGUEIRA, L.S.; RIBEIRO, A.C.R; FRAGA, E.G.S. SALMONELLA SPP. **UM AGENTE PATOGÊNICO VEICULADO EM ALIMENTOS**. Encontro de Extensão, Docência e Iniciação Científica, Universidade Católica de Quixadá, 2019. Disponível em <www:publicacoesacademicas,unicatolicaquixada.edu.br>. Acesso em: 06 de outubro de 2020.

SILVA, Daniel C. V.R. et al. **A ecotoxicologia no contexto atual no Brasil**. In Pompêo et al. (Orgs.) Ecologia de reservatórios e interfaces, São Paulo: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 2015

SILVA, M. C. A. et al. **Evaluation of the viability of using coliphages as indicators of fecal pollution: relations with physical and chemical parameters and bacterial indicators**. Eng. Sanit. Ambient. v. 20, n.4, Rio de Janeiro, Oct./Dec. 2015. [ [Links](#) ]

SILVEIRA, Graciele Lurdes. **Modelos vegetais aplicados a estudos de toxicologia ambiental: Uma abordagem comparativa entre *Allium cepa* L. e *Lactuca Sativa***. Lavras: UFLA, 2016.

SILVEIRA, Graciele Lurdes. **Modelos vegetais aplicados a estudos de toxicologia ambiental: Uma abordagem comparativa entre *Allium cepa* L. e *Lactuca sativa***. Lavras: UFLA, 2016.

SKOOG, D.A; WEST, D.M; HOLLER, F.J. & STANLEY, R.C. Fundamentos da Química Analítica, Trad. da 8ª edição norte americana. São Paulo, Ed.Thomson, 2007.

SMS-RIO, Secretaria Municipal de Saúde. Superintendencia de Controle de Zoonoses, Vigilância e Fiscalização Sanitária/SCZ. Boletim de Divulgação Técnica e Científica. Editorial artigos ano 2, número 07, julho de 2000.

SNIS - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Diagnóstico dos serviços de água e esgotos**. Brasília, 2017. [ [Links](#) ]

SOARES, A. C. G. M. **Doenças de notificação compulsória: saúde e ambiente na zona de expansão urbana de Aracaju. 2012**. 102 f. Dissertação de mestrado - Universidade Tiradentes, Programa de Pós-Graduação em Saúde e Ambiente, Aracaju, 2012. [ [Links](#) ]

SOARES, A.C.G.M.; JESUS, C.V.F.; SANTANA, R.F.; LIMA, A.S.; LIMA, S.O.; MARQUES, M.N. **Avaliação da água e o risco à saúde na Zona de Expansão de Aracaju – SE**. Ambient. soc. vol.23 São Paulo 2020.

SOARES, T. C. et al. **Perfil da água para o consumo humano e notificação de doenças em uma macrorregião do Piauí, Brasil**. Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal, v.12, n.2, p. 205 -215, abr./jun. 2018. [ [Links](#) ]

SOBRERO, M. S. & RONCO, A. **Ensayo de toxicidad aguda con semillas de lechuga. In: Ensayos Toxicologicos y Métodos de Evaluacion de calidad de Aguas: Estandarización, intercalibración, resultados y aplicaciones**. Facultad de Ciencias Físicas e Matemáticas Ed. Chile, cap. 4, 2004.

SOBRERO, M. S. & RONCO, A. **Ensayo de toxicidad aguda con semillas de lechuga. In: Ensayos Toxicologicos y Métodos de Evaluacion de calidad de Aguas: Estandarización, intercalibración, resultados y aplicaciones**. Facultad de Ciencias Físicas e Matemáticas Ed. Chile, cap. 4, 2004.

SOUSA, M. Â. B; MENDES, E. N; PENNA, F. J; PÉRET-FILHO, L. A; MAGALHÃES, P. P. **Diarreia aguda associada a *Salmonella enterica* em Belo Horizonte-MG: prevalência e caracterização das amostras isoladas**. [Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial](#).

- v. 49 no.1 Rio de Janeiro Jan./Feb. 2013. Disponível em:  
[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1676-24442013000100005](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-24442013000100005). Acesso em: maio de 2015.
- Souza, L. A. 2003. **Morfologia e anatomia vegetal**: célula, tecidos, órgãos e plântula. Ponta Grossa: Editora UEPG.
- SOUZA, T. G. S. **Água potável garantia de qualidade de vida. 2014. 16 f. Universidade Federal do Piauí**, Piauí, 2014. [ [Links](#) ]
- SWIADER, J.M.; CHYAN, Y. & FREIJI, F.G. Genotypic differences in nitrate uptake and utilization efficiency in pumpkin hybrids. **J. Plant Nut.**, 17:1687-1699, 1994.
- TACHIBANA, J.; OHTA, Y. Root surface area as a parameter in relation to water and nutrient uptake by cucumber plant. **Soil Science and Plant Nutrition**, Tokyo, v.29, n.3, p.387-392, 1983.
- TAIZ, L., ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 3ª Ed., 2004. 719p.
- TAVARES, Rosângela G; CORREA, Marcus M. **Avaliação da toxicidade do lodo de estação de tratamento de água e esgoto**, antes e após vermicompostagem, usando teste de germinação com semente de alface (*Lactuca Sativa*). Revista DAE nº 218, vol.67. Jul a set.2019
- TORTORA, G. J.; FUNKE, B.R.; CASE, C.L. (2012) - Microbiologia. 10º ed. Porto Alegre, Artmed, 934 p. [ [Links](#) ]
- TUCCI, C.E.M.; Águas Urbanas, *Estudos Avançados*; v.22; p. 97-112; 2008.
- UNESCO. Water for a Sustainable World. Paris: 2015. [ [Links](#) ]
- VIANA, Mônica Antônia. **Navegando pelas ondas do desenvolvimento**: Baixada Santista em busca de um porto seguro. Tese de Doutorado em Ciência Sociais. PUC SP. São Paulo, 2010.
- WARMKE, H. E.; LEE, S. L. J. Improved staining procedures for semithin epoxy section of plant tissues. **Stain. Technol.** 51: 179-185.
- World Health Organization (WHO). 2100 millones de personas carecen de agua potable en el hogar y más del doble no disponen de saneamiento seguro. Available at: [who.int/mediacentre/news/releases/2017/water-sanitationhygiene/es/](http://who.int/mediacentre/news/releases/2017/water-sanitationhygiene/es/). Retrieved in August, 2017. [ [Links](#) ]
- ZOCHE, F.; SILVA, W. P. **PCR para detecção de Staphylococcus aureus enterotoxigênicos em queijo minas frescal**. Alim. Nutr., Araraquara, v. 23, n. 2, p. 187-193, abr./jun. 2012. Disponível em: <http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewFile/1639/1639>. Acesso em: maio 2015.