

**INVESTIGAÇÃO GEOQUÍMICA SOBRE O ESTADO
INFERIOR A BOM DAS MASSAS DE ÁGUA DAS LAGOAS
NEGRA, CONGRO E SANTIAGO E RIBEIRA QUENTE –
LAKESTATUS (FASE V)**

José V. Cruz, César Andrade, Letícia Ferreira, Rui Coutinho,
António Cordeiro e Diogo Gomes

DTC.014/IVAR/CIVISA/24

Índice

1 Introdução.....	13
2 Localização das áreas em estudo.....	15
2.1 Áreas de estudo na ilha de São Miguel.....	15
2.2 Áreas de estudo na ilha das Flores.....	20
3 Localização dos pontos de amostragem	22
4 Caracterização hidrogeoquímica.....	27
4.1 Parâmetros físico-químicos.....	27
4.1.1 Parâmetros físico-químicos nas lagoas estudadas.....	27
4.1.2 Parâmetros físico-químicos na Ribeira Quente	35
4.2 Caracterização hidrogeoquímica.....	38
4.2.1 Composição da água em massas de água superficiais	38
4.2.2 Composição da água nas lagoas estudadas	40
4.2.3 Composição da água na Ribeira Quente.....	75
4.3 Nutrientes	85
4.3.1 Ocorrência de nutrientes nas massas de água.....	85
4.3.2 Composição em nutrientes nas lagoas estudadas	92
4.3.3 Composição em nutrientes na Ribeira Quente	109
4.4 Isótopos estáveis	114
4.4.1 Razões isotópicas $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ e $^2\text{H}/^1\text{H}$	114
4.4.2 Razão isotópica $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$	116
4.4.3 Razão isotópica $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	118
4.5 Fluxo de CO_2	120
4.5.1 Metodologia para a aquisição de dados de fluxo de CO_2	120
4.5.2 Fluxo de CO_2 nas lagoas estudadas	125
4.5.3 Fluxo de CO_2 na Ribeira Quente	149
5 Considerações finais.....	162
6 Referências Bibliográficas.....	164

Índice de Anexos

Anexo A 	A-1
Anexo B 	B-1
Anexo C 	C-1
Anexo D 	D-1
Anexo E 	E-1
Anexo F 	F-1
Anexo G 	G-1
Anexo H 	H-1
Anexo I 	I-1

Índice de Figuras

Figura 2.1 Localização das áreas de estudo na ilha de São Miguel	17
Figura 2.2 Delimitação da bacia hidrográfica da Lagoa do Congro (ilha de São Miguel).	18
Figura 2.3 Delimitação da bacia hidrográfica da Lagoa de Santiago (ilha de São Miguel).....	19
Figura 2.4 Delimitação da bacia hidrográfica da Ribeira Quente e respetiva rede hidrográfica (ilha de São Miguel).....	19
Figura 2.5 Localização da área de estudo na ilha das Flores.....	21
Figura 2.6 Delimitação da bacia hidrográfica da Lagoa Negra (ilha das Flores).....	22
Figura 3.1 Local de amostragem selecionado para a realização da medição de parâmetros físico-químicos e de colheita de amostras para análise na Lagoa do Congro (ilha de São Miguel).....	23
Figura 3.2 Local de amostragem selecionado para a realização da medição de parâmetros físico-químicos e de colheita de amostras para análise na Lagoa de Santiago (ilha de São Miguel).....	23
Figura 3.3 Local de amostragem selecionado para a realização da medição de parâmetros físico-químicos e de colheita de amostras para análise na Lagoa Negra (ilha das Flores).....	24
Figura 3.4 Locais de amostragem selecionados para a realização da medição de parâmetros físico-químicos e de colheita de amostras para análise na Ribeira Quente (ilha de São Miguel).....	25
Figura 4.1 Representação da variação da temperatura ao longo da coluna de água na Lagoa do Congro nas várias campanhas de amostragem.....	28
Figura 4.2 Representação da variação da temperatura ao longo da coluna de água na Lagoa de Santiago nas várias campanhas de amostragem.....	29
Figura 4.3 Representação da variação da temperatura ao longo da coluna de água na Lagoa Negra nas várias campanhas de amostragem.....	29
Figura 4.4 Comparação dos valores dos parâmetros físico-químicos nas várias campanhas de amostragem na Lagoa do Congro por intermédio de um diagrama de caixas (<i>box plot</i>). A – Temperatura; B – pH; C – Condutividade elétrica; D – CO ₂ dissolvido.....	30
Figura 4.5 Comparação dos valores dos parâmetros físico-químicos nas várias campanhas de amostragem na Lagoa de Santiago por intermédio de um diagrama de caixas (<i>box plot</i>). A – Temperatura; B – pH; C – Condutividade elétrica; D – CO ₂ dissolvido.....	31

Figura 4.6 Comparação dos valores dos parâmetros físico-químicos nas várias campanhas de amostragem na Lagoa Negra por intermédio de um diagrama de caixas (<i>box plot</i>). A – Temperatura; B – pH; C – Condutividade elétrica; D – CO ₂ dissolvido....	32
Figura 4.7 Comparação dos valores dos parâmetros físico-químicos nas várias campanhas de amostragem na Ribeira Quente por intermédio de um diagrama de caixas (<i>box plot</i>). A – Temperatura; B – pH; C - Condutividade elétrica; D - CO ₂ dissolvido.....	36
Figura 4.8 Representação da variação de sódio ao longo da coluna de água nas várias campanhas de amostragem (A) na Lagoa do Congro, (B) Lagoa de Santiago e (C) na Lagoa Negra.....	42
Figura 4.9 Comparação dos valores de sódio nas várias campanhas de amostragem (A) na Lagoa do Congro, (B) na Lagoa de Santiago e (C) na Lagoa Negra por intermédio de um diagrama de caixas (<i>box plot</i>)	43
Figura 4.10 Representação da variação de potássio ao longo da coluna de água nas várias campanhas de amostragem (A) na Lagoa do Congro, (B) na Lagoa de Santiago e (C) na Lagoa Negra	45
Figura 4.11 Comparação dos valores de potássio nas várias campanhas de amostragem (A) na Lagoa do Congro, (B) na Lagoa de Santiago e (C) na Lagoa Negra por intermédio de um diagrama de caixas (<i>box plot</i>).....	46
Figura 4.12 Representação da variação de magnésio ao longo da coluna de água nas várias campanhas de amostragem (A) na Lagoa do Congro, (B) na Lagoa de Santiago e (C) na Lagoa Negra	48
Figura 4.13 Comparação dos valores de magnésio nas várias campanhas de amostragem (A) na Lagoa do Congro, (B) na Lagoa de Santiago e (C) na Lagoa Negra por intermédio de um diagrama de caixas (<i>box plot</i>).....	49
Figura 4.14 Representação da variação de cálcio ao longo da coluna de água nas várias campanhas de amostragem (A) na Lagoa do Congro, (B) na Lagoa de Santiago e (C) na Lagoa Negra.....	50
Figura 4.15 Comparação dos valores de cálcio nas várias campanhas de amostragem (A) na Lagoa do Congro, (B) na Lagoa de Santiago e (C) na Lagoa Negra por intermédio de um diagrama de caixas (<i>box plot</i>).....	51
Figura 4.16 Representação da variação de bicarbonato ao longo da coluna de água nas várias campanhas de amostragem (A) na Lagoa do Congro, (B) na Lagoa de Santiago e (C) na Lagoa Negra	54
Figura 4.17 Comparação dos valores de bicarbonato nas várias campanhas de amostragem (A) na Lagoa do Congro, (B) na Lagoa de Santiago e (C) na Lagoa Negra por intermédio de um diagrama de caixas (<i>box plot</i>).....	55
Figura 4.18 Representação da variação de cloreto ao longo da coluna de água nas várias campanhas de amostragem (A) na Lagoa do Congro, (B) na Lagoa de Santiago e (C) na Lagoa Negra	56

Figura 4.19 Comparação dos valores de cloreto nas várias campanhas de amostragem (A) na Lagoa do Congro, (B) na Lagoa de Santiago e (C) na Lagoa Negra por intermédio de um diagrama de caixas (<i>box plot</i>).....	57
Figura 4.20 Representação da variação de sulfato ao longo da coluna de água nas várias campanhas de amostragem (A) na Lagoa do Congro, (B) na Lagoa de Santiago e (C) na Lagoa Negra	59
Figura 4.21 Comparação dos valores de sulfato nas várias campanhas de amostragem (A) na Lagoa do Congro, (B) na Lagoa de Santiago e (C) na Lagoa Negra por intermédio de um diagrama de caixas (<i>box plot</i>).....	60
Figura 4.22 Representação da variação de fluoreto ao longo da coluna de água nas várias campanhas de amostragem (A) na Lagoa do Congro, (B) na Lagoa de Santiago e (C) na Lagoa Negra	62
Figura 4.23 Comparação dos valores de fluoreto nas várias campanhas de amostragem (A) na Lagoa do Congro, (B) na Lagoa de Santiago e (C) na Lagoa Negra por intermédio de um diagrama de caixas (<i>box plot</i>).....	63
Figura 4.24 Representação da variação de sílica ao longo da coluna de água nas várias campanhas de amostragem (A) na Lagoa do Congro, (B) na Lagoa de Santiago e (C) na Lagoa Negra	65
Figura 4.25 Diagrama de Piper relativo à composição das águas das Lagoas do Congro, de Santiago e Negra	66
Figura 4.26 Relação entre a condutividade elétrica e o ião cloreto nas diferentes amostragens efetuadas nos lagos estudados	68
Figura 4.27 Relação entre os iões cloreto e sódio nas diferentes amostragens efetuadas nos lagos estudados	69
Figura 4.28 Relação entre a condutividade elétrica e o ião sulfato nas diferentes amostragens efetuadas nos lagos estudados	70
Figura 4.29 Relação entre a condutividade elétrica e o ião bicarbonato nas diferentes amostragens efetuadas nos lagos estudados	71
Figura 4.30 Relação entre os metais alcalinos (sódio e potássio) e o ião bicarbonato nos lagos estudados	72
Figura 4.31 Relação entre o dióxido de carbono livre e o ião bicarbonato nos lagos estudados	73
Figura 4.32 Relação entre a condutividade elétrica e o ião fluoreto nas diferentes amostragens efetuadas nos lagos estudados	74
Figura 4.33 Relação entre a condutividade elétrica e os principais catiões em solução, com as respetivas retas de correlação linear. (A) condutividade vs. sódio; (B) condutividade vs. potássio; (C) condutividade vs. magnésio (D) condutividade vs. cálcio.....	75

Figura 4.34 Comparação dos valores de bicarbonato, cloreto, sulfato e fluoreto nas várias campanhas de amostragem na Ribeira Quente por intermédio de um diagrama de caixas (<i>box plot</i>).....	77
Figura 4.35 Comparação dos valores de sódio, potássio, magnésio e cálcio nas várias campanhas de amostragem na Ribeira Quente por intermédio de um diagrama de caixas (<i>box plot</i>).....	78
Figura 4.36 Composição química das águas coletadas nas várias campanhas de amostragem na Ribeira Quente representadas por meio de um diagrama de Piper (A – 2. ^a amostragem; B – 3. ^a amostragem; C – 4. ^a amostragem; D – 5. ^a amostragem; E – 6. ^a amostragem; F – 7. ^a amostragem).....	79
Figura 4.37 Diagramas de Gibbs aplicados à composição química das águas coletadas nas várias campanhas de amostragem na Ribeira Quente (A – razão $\text{Na}/(\text{Na}+\text{Ca})$ em função dos SDT; B – razão $\text{Cl}/(\text{Cl}+\text{HCO}_3)$ em função dos SDT).....	80
Figura 4.38 Diagramas binários entre a condutividade elétrica e as espécies aniónicas mais relevantes nas águas amostradas na Ribeira Quente A – Cloreto; B – Bicarbonato; C - Sulfato; D – Fluoreto.....	83
Figura 4.39 Diagramas binários entre a condutividade elétrica e as espécies aniónicas mais relevantes nas águas amostradas na Ribeira Quente A – Sódio; B – Potássio; C - Magnésio; D – Cálcio.....	84
Figura 4.40 Diagrama binário entre a condutividade elétrica e a concentração em SiO_2 nas águas amostradas na Ribeira Quente.....	85
Figura 4.41 Comparação dos valores de diversas formas de azoto em solução nas várias campanhas de amostragem na Lagoa do Congro por intermédio de um diagrama de caixas (<i>box plot</i>). A – azoto total; B – azoto Kjeldahl; C – azoto amoniacal; D – nitrato.	95
Figura 4.42 Comparação dos valores de diversas formas de fósforo em solução nas várias campanhas de amostragem na Lagoa do Congro por intermédio de um diagrama de caixas (<i>box plot</i>). A – fósforo total; B – fosfatos.....	96
Figura 4.43 Comparação dos valores de diversas formas de azoto em solução nas várias campanhas de amostragem na Lagoa de Santiago por intermédio de um diagrama de caixas (<i>box plot</i>). A – azoto total; B – azoto Kjeldahl; C – azoto amoniacal; D – nitrato	97
Figura 4.44 Comparação dos valores de diversas formas de fósforo em solução nas várias campanhas de amostragem na Lagoa de Santiago por intermédio de um diagrama de caixas (<i>box plot</i>). A – fósforo total; B – fosfatos.....	98
Figura 4.45 Representação da variação ao longo da coluna de água das diversas formas de azoto em solução nas várias nas várias campanhas de amostragem na Lagoa do Congro. A – azoto total; B – azoto Kjeldahl; C – azoto amoniacal; D – nitrato.....	99
Figura 4.46 Representação da variação ao longo da coluna de água das diversas formas de fósforo em solução nas várias nas várias campanhas de amostragem na Lagoa do Congro. A – fósforo total; B – fosfatos.....	100

Figura 4.47 | Representação da variação ao longo da coluna de água das diversas formas de azoto em solução nas várias nas várias campanhas de amostragem na Lagoa de Santiago. A – azoto total; B – azoto Kjeldahl; C – azoto amoniacal; D – nitrato.....101

Figura 4.48 | Representação da variação ao longo da coluna de água das diversas formas de fósforo em solução nas várias nas várias campanhas de amostragem na Lagoa do Congro. A – fósforo total; B – fosfatos.....102

Figura 4.49 | Comparação dos valores de diversas formas de azoto em solução nas várias campanhas de amostragem na Lagoa Negra por intermédio de um diagrama de caixas (*box plot*). A – azoto total; B – azoto Kjeldahl; C – azoto amoniacal; D – nitrato.....105

Figura 4.50 | Comparação dos valores de diversas formas de fósforo em solução nas várias campanhas de amostragem na Lagoa Negra por intermédio de um diagrama de caixas (*box plot*). A – fósforo total; B – fosfatos.....106

Figura 4.51 | Representação da variação ao longo da coluna de água das diversas formas de azoto em solução nas várias nas várias campanhas de amostragem na Lagoa Negra. A – azoto total; B – azoto Kjeldahl; C – azoto amoniacal; D – nitrato.....107

Figura 4.52 | Representação da variação ao longo da coluna de água das diversas formas de fósforo em solução nas várias nas várias campanhas de amostragem na Lagoa Negra. A – fósforo total; B – fosfatos.....108

Figura 4.53 | Comparação dos valores de diversas formas de azoto em solução nas várias campanhas de amostragem na Ribeira Quente por intermédio de um diagrama de caixas (*box plot*). A – azoto total; B – azoto Kjeldahl; C – azoto amoniacal; D – nitrato.....111

Figura 4.54 | Comparação dos valores de diversas formas de fósforo em solução nas várias campanhas de amostragem na Ribeira Quente por intermédio de um diagrama de caixas (*box plot*). A – fósforo total; B – fosfatos.....112

Figura 4.55 | Relação bivariada entre o teor em $\delta^{18}\text{O}$ (‰) e $\delta^2\text{H}$ (‰). Retas da água meteórica global e regional de acordo com, respetivamente, Craig (1961) e Rodrigues (1995). Dados da água do mar de Cruz (1997), de nascentes de água subterrânea de Cruz *et al.* (1993) e Coutinho *et al.* (1997), de águas minerais de Cruz *et al.* (2010c), de ribeiras de Andrade *et al.* (2024), de furos de captação de Cruz & Andrade (2017), e de lagoas nas ilhas das Flores, São Miguel, Pico, Graciosa e Terceira a partir de Andrade *et al.* (2016, 2019a, 2019b, 2019c, 2019d, 2020a, 2020b, 2021, 2024).....116

Figura 4.56 | Relação entre o teor em $\delta^{13}\text{C}$ (‰) e o carbono inorgânico dissolvido calculado (em mol/kg) pelo programa de modelação geoquímica PHREEQC (Parkhurst & Appelo, 1999). Dados de outras lagoas dos Açores de Andrade *et al.* (2024) e de águas minerais de São Miguel a partir de Ferreira *et al.*, 2023).....118

Figura 4.57 | Representação gráfica dos valores da razão isotópica $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$. Valores para as rochas de São Miguel e das Flores de White *et al.* (1979) e para a água do mar de Ferreira *et al.* (2024).....120

Figura 4.58 | Exemplos de (A) – medição de fluxo de CO_2 muito alta; (B) - medição de fluxo de CO_2 baixa; modificado de West Systems (2003).....123

Figura 4.59 Equipamento GA2000 da Geotechnical Instruments, utilizado na medição da pressão barométrica.....	123
Figura 4.60 Comparação dos valores de fluxo de CO ₂ nas várias campanhas de amostragem na Lagoa do Congro por intermédio de um diagrama de caixas (<i>box plot</i>).....	127
Figura 4.61 Comparação dos valores de fluxo de CO ₂ nas várias campanhas de amostragem na Lagoa de Santiago por intermédio de um diagrama de caixas (<i>box plot</i>).....	127
Figura 4.62 Comparação dos valores de fluxo de CO ₂ nas várias campanhas de amostragem na Lagoa Negra por intermédio de um diagrama de caixas (<i>box plot</i>)....	128
Figura 4.63 Gráfico de probabilidade acumulada da concentração de CO ₂ referente à 1. ^a amostragem decorrida na Lagoa do Congro.....	129
Figura 4.64 Gráfico de probabilidade acumulada da concentração de CO ₂ referente à 2. ^a amostragem decorrida na Lagoa do Congro.....	129
Figura 4.65 Gráfico de probabilidade acumulada da concentração de CO ₂ referente à 1. ^a amostragem decorrida na Lagoa de Santiago.....	130
Figura 4.66 Gráfico de probabilidade acumulada da concentração de CO ₂ referente à 2. ^a amostragem decorrida na Lagoa de Santiago.....	130
Figura 4.67 Gráficos de probabilidade acumulada da concentração de CO ₂ referente à 1. ^a amostragem decorrida na Lagoa Negra.....	131
Figura 4.68 Gráfico de probabilidade acumulada da concentração de CO ₂ referente à 2. ^a amostragem decorrida na Lagoa Negra.....	131
Figura 4.69 Variograma experimental e calculado referente à 1. ^a amostragem decorrida na Lagoa do Congro. Valores para o efeito pepita (<i>nugget</i>), Cc (patamar - sill) e “a” (alcance – range; em metros) são apresentados.....	132
Figura 4.70 Variograma experimental e calculado referente à 2. ^a amostragem decorrida na Lagoa do Congro. para o efeito pepita (<i>nugget</i>), Cc (patamar - sill) e “a” (alcance – range; em metros) são apresentados.....	132
Figura 4.71 Variograma experimental e calculado referente à 1. ^a amostragem decorrida na Lagoa de Santiago. para o efeito pepita (<i>nugget</i>), Cc (patamar - sill) e “a” (alcance – range; em metros) são apresentados.....	133
Figura 4.72 Variograma experimental e calculado referente à 2. ^a amostragem decorrida na Lagoa de Santiago. Valores para o efeito pepita (<i>nugget</i>), Cc (patamar - sill) e “a” (alcance – range; em metros) são apresentados.....	133
Figura 4.73 Variograma experimental e calculado referente à 1. ^a amostragem decorrida na Lagoa Negra. Valores para o efeito pepita (<i>nugget</i>), Cc (patamar - sill) e “a” (alcance – range; em metros) são apresentados.....	134

Figura 4.74 Variograma experimental e calculado referente à 2. ^a amostragem decorrida na Lagoa Negra. para o efeito pepita (<i>nugget</i>), Cc (patamar - sill) e “a” (alcance – range; em metros) são apresentados.....	134
Figura 4.75 Representação espacial dos valores de fluxo de CO ₂ na Lagoa do Congro - 1. ^a campanha de amostragem.....	137
Figura 4.76 Mapa de fluxo de CO ₂ na Lagoa do Congro - 1. ^a campanha de amostragem.....	137
Figura 4.77 Representação espacial dos valores de fluxo de CO ₂ na Lagoa do Congro - 2. ^a campanha de amostragem.....	139
Figura 4.78 Mapa de fluxo de na Lagoa do Congro - 2. ^a campanha de amostragem.....	140
Figura 4.79 Representação espacial dos valores de fluxo de CO ₂ na Lagoa de Santiago - 1. ^a campanha de amostragem.....	141
Figura 4.80 Mapa de fluxo de na Lagoa de Santiago - 1. ^a campanha.....	142
Figura 4.81 Representação espacial dos valores de fluxo de CO ₂ na Lagoa de Santiago - 2. ^a campanha de amostragem.....	143
Figura 4.82 Mapa de fluxo de na Lagoa de Santiago - 2. ^a campanha de amostragem.....	144
Figura 4.83 Representação espacial dos valores de fluxo de CO ₂ na Lagoa Negra - 1. ^a campanha de amostragem.....	145
Figura 4.84 Mapa de fluxo de na Lagoa Negra - 1. ^a campanha de amostragem.....	146
Figura 4.85 Representação espacial dos valores de fluxo de CO ₂ na Lagoa de Santiago - 2. ^a campanha de amostragem.....	147
Figura 4.86 Mapa de fluxo de CO ₂ na Lagoa Negra - 2. ^a campanha de amostragem.....	148
Figura 4.87 Comparação dos valores de fluxo de CO ₂ nas várias campanhas de amostragem na Ribeira Quente por intermédio de um diagrama de caixas (<i>box plot</i>).....	150
Figura 4.88 Representação espacial dos valores de fluxo de CO ₂ na Ribeira Quente - 1. ^a campanha de amostragem.....	153
Figura 4.89 Representação espacial dos valores de fluxo de CO ₂ na Ribeira Quente - 2. ^a campanha de amostragem.....	154
Figura 4.90 Representação espacial dos valores de fluxo de CO ₂ na Ribeira Quente - 3. ^a campanha de amostragem.....	154
Figura 4.91 Representação espacial dos valores de temperatura da água de CO ₂ na Ribeira Quente - 2. ^a campanha de amostragem.....	156

Figura 4.92 Representação espacial dos valores de pH na Ribeira Quente - 2. ^a campanha de amostragem.....	157
Figura 4.93 Representação espacial dos valores de condutividade elétrica na Ribeira Quente - 2. ^a campanha de amostragem na Ribeira Quente - 3. ^a campanha de amostragem.....	158
Figura 4.94 Localização de zonas preferenciais de interação entre o canal principal da Ribeira Quente e as manifestações hidrotermais.....	159
Figura 4.95 Manifestações hidrotermais na área dominada pelo Vulcão das Furnas (retirado de Viveiros, 2010). Área A - campo fumarólico na margem Norte da Lagoa; Área B – campo fumarólico da freguesia das Furnas; Área C – campo fumarólico da Ribeira dos Tambores.....	160
Figura 4.96 Áreas de desgaseificação difusa de CO ₂ no Vulcão das Furnas (retirado de Viveiros <i>et al.</i> , 2010; Andrade <i>et al.</i> , 2016.....	161

Índice de Tabelas

Tabela 2.1 Tipologia e código das massas de água da ilha de São Miguel abrangidas pelo presente estudo	16
Tabela 2.2 Evolução do Estado das massas de água da ilha de São Miguel abrangidas pelo presente estudo (AHA-DRA, 2011, 2015; DROTRH, 2021a, 2021b).	18
Tabela 3.1 Campanhas de amostragem efetuadas ao longo do presente projeto e respetivas datas de realização.....	26
Tabela 4.1 Origem das principais espécies dissolvidas nas águas superficiais (adaptado de Berner & Berner, 2012 e Drever, 1997). Valores de mediana para as águas mundiais de Langmuir (1997).....	39
Tabela 4.2 Resumo do conteúdo em isótopos estáveis nas massas de água em estudo.....	115
Tabela 4.3 Estatística descritiva do fluxo de CO ₂ nos lagos estudados de acordo com a campanha de amostragem.....	126
Tabela 4.4 Valor da emissão de CO ₂ para as lagoas em estudo (fluxo em t/km ² .d estimado com base nos resultados do método sGs).....	135
Tabela 4.5 Estatística descritiva do fluxo de CO ₂ na Ribeira Quente de acordo com as 3 campanhas de amostragem.....	149

1 | Introdução

O presente relatório engloba-se no âmbito do projeto intitulado "Investigação geoquímica sobre o estado inferior a bom das massas de água das lagoas Negra, Congro e Santiago e Ribeira Quente (LAKESTATUS)". O referido projeto foi solicitado pela então Direção Regional do Ordenamento do Território e dos Recursos Hídricos (DROTRH), atualmente designada por Direção Regional do Ambiente e Ação Climática (DRAAC), da Secretaria Regional do Ambiente e Ação Climática, ao Instituto de Investigação em Vulcanologia e Avaliação de Riscos (IVAR), da Universidade dos Açores, sendo a entidade gestora o Centro de Informação e Vigilância Sismovulcânica dos Açores (CIVISA).

Como solicitado então pela DROTRH, hoje DRAAC, o referido projeto engloba o desenvolvimento dos trabalhos a seguir referidos, organizados em cinco fases:

- **Fase I** – Definição metodológica e levantamento de informação de base

No âmbito desta fase será definida a metodologia final dos trabalhos de elaboração da Investigação geoquímica sobre o estado inferior a bom das massas de água das lagoas Negra, Congro e Santiago e Ribeira Quente, assim como compreende um levantamento das fontes de informação a utilizar nas fases subsequentes do trabalho.

- **Fase II** – Enquadramento geomorfológico e levantamento de informação de base

No âmbito desta fase será efetuado um enquadramento geomorfológico e vulcanológico dos lagos estudados e da ribeira em estudo, quer com base nos elementos bibliográficos, quer com base no desenvolvimento de trabalhos de campo. No que concerne ao enquadramento geomorfológico, serão abordados aspetos relacionados com as bacias hidrográficas onde se situam os lagos, assim como com as características intrínsecas destes, tais como os parâmetros geométricos e de relevo. Relativamente aos aspetos vulcanológicos, será caracterizada a situação geológica na área envolvente dos lagos, incluindo a identificação e descrição de estruturas vulcânicas e tectónicas.

Esta abordagem será complementada por uma análise hidrológica das massas de águas estudadas, com o objetivo de caracterizar a variação sazonal dos níveis dos lagos e do caudal da Ribeira Quente, com recurso às medições efetuadas pela DROTRH no âmbito das estações hidrométricas (Rede Hidrometeorológica dos Açores). O regime térmico nos lagos, nomeadamente a variação da temperatura ao longo da coluna de água, que determina a existência de uma estratificação por diferença de densidades, será ainda caracterizado.

No caso dos lagos, as medições a efetuar serão cruzadas com os dados meteorológicos (a solicitar junto das entidades regionais) e com os registos de caudal dos cursos de água que descarreguem para, ou a partir, dos lagos (a recolher junto das autoridades regionais), de forma a poder estabelecer-se um balanço hidrológico das massas de água estudadas.

- **Fase III** – Amostragem e análise de águas nos lagos em estudo

No âmbito desta fase serão efetuadas amostragens bimestrais de água ao longo da coluna de água e no canal fluvial, acompanhando a execução dos perfis para determinar o regime térmico (Fase II). Em todos os lagos foi selecionado um ponto de amostragem (no local de maior profundidade). Esta tarefa engloba, ainda, a determinação analítica dos parâmetros físico-químicos (temperatura, pH, condutividade, O₂ dissolvido, CO₂ livre) e dos elementos maiores, menores e em traço. No caso da Ribeira Quente foram selecionados 32 pontos de amostragem ao longo do curso de água principal e dos seus principais afluentes. Esta fase compreende, ainda, o estudo da composição química da precipitação e dos escoamentos de superfície que alimentam os lagos, assim como a composição das rochas encaixantes e dos sedimentos de fundo.

- **Fase IV** – Determinação das emissões de CO₂

No âmbito desta fase serão efetuadas campanhas de medição do fluxo de CO₂ à superfície nos lagos e na ribeira em estudo, visando a elaboração de mapas de emissão deste gás, quer no verão, quer no inverno. Para a medição do fluxo de CO₂ será utilizado um equipamento portátil que efetua medições pelo método da câmara de acumulação. Durante a realização das campanhas serão registados valores de pressão barométrica, assim como da temperatura da água e do ar, para corrigir a influência destes fatores no fluxo de gás.

- **Fase V** – Integração, análise e classificação de dados

No âmbito desta fase será compilada toda a informação de base necessária ao desenvolvimento do projeto. Neste contexto, esta fase compreende a integração e análise conjunta dos dados recolhidos nas Fases II, III e IV, o que permitirá elaborar uma classificação dos lagos vulcânicos e da ribeira estudados com base na composição química da água e nas suas emissões de CO₂. Para esse efeito, os dados de emissões de CO₂ e hidrogeoquímicos serão estudados com base numa abordagem estatística, como por exemplo a análise multivariada (ACP e análise grupal). Os resultados hidrogeoquímicos serão alvo, ainda, de especiação e determinação do estado de equilíbrio relativamente a um conjunto de minerais selecionados, recorrendo-se, para tal, ao software de modelação hidrogeoquímica

PHREEQC. A modelação da evolução do quimismo da água, simulando a entrada de CO₂ nos lagos será realizada com base no mesmo software.

As variações dos vários parâmetros analisados em diferentes épocas do ano serão modeladas de forma a caracterizar a influência sazonal no quimismo dos lagos e da ribeira estudados. As variações de fluxo de CO₂ serão comparadas através de métodos estatísticos de forma a identificar diferentes populações destes gases e permitir discutir as suas origens e mecanismos de transporte.

As fases I e II tiveram como produto um relatório específico, que descreve os trabalhos desenvolvidos e os resultados obtidos (Cruz *et al.*, 2023a, 2023b). Por seu turno, as fases III e IV culminaram na submissão de um relatório conjunto (Cruz *et al.*, 2024). Neste contexto, o presente relatório corporiza a Fases V do projeto e, em particular, engloba a descrição dos trabalhos de amostragem e de laboratório realizados, incluindo as campanhas de medição do fluxo de CO₂ à superfície nos lagos e na ribeira em estudo, e procede à integração e análise conjunta dos dados recolhidos. Assim, retomam-se e interpretam-se os dados apresentados nas fases anteriores do trabalho (Cruz *et al.*, 2023a, 2023b, 2024).

2 | Localização das áreas em estudo

2.1 | Áreas de estudo na ilha de São Miguel

Como referido em relatórios anteriores, o presente trabalho compreende três massas de água interiores de superfície na ilha de São Miguel, uma das quais de tipologia Ribeira e as outras duas de tipologia Lagoa (Tabela 2.1), cuja localização se apresenta na Figura 2.1 (Cruz *et al.*, 2023a, 2023b, 2024). Representa-se, igualmente, a bacia hidrográfica correspondente a cada uma destas massas de água, nomeadamente a Lagoa do Congro (Figura 2.2), a Lagoa de Santiago (Figura 2.3) e a Ribeira Quente (Figura 2.4).

De acordo com o relatório de caracterização da Região Hidrográfica dos Açores (DROTRH, 2006), elaborado por forma a dar continuidade aos trabalhos de implementação da Diretiva-Quadro da Água (DQA; Diretiva n.º 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro), transposta para o quadro jurídico nacional pela Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro, designada por Lei da Água¹

¹ Alterada pelos Decretos-Lei n.º 245/2009, de 22 de setembro, n.º 60/2012, de 14 de março e n.º 130/2012, de 22 de junho, assim como pelas Leis n.º 42/2016, de 28 de dezembro e n.º 44/2017, de 19 de junho.

(LA), as duas lagoas em estudo na ilha de São Miguel são consideradas como lagoas profundas, a que corresponde a designação tipológica B-L_M/MI-MP/S/P. Neste contexto, correspondem a massas de água profundas, monomíticas, de pequena a grande dimensão, localizadas no interior de caldeiras de subsidência ou crateras de explosão hidromagmática (de tipo *maar*), situadas a média altitude.

A massa de água Ribeira Quente enquadra-se na única tipologia adotada para as ribeiras dos Açores no âmbito do relatório de caracterização da Região Hidrográfica dos Açores, com a designação B-R-C/P/S/P (DROTRH, 2006). Esta definição tipológica assenta na adoção do designado sistema B, considerando cinco fatores obrigatórios (latitude; longitude; altitude; dimensão; geologia) e um fator facultativo (caudal fluvial - escoamento). Neste contexto, a altitude foi considerada como contínua (C; 0-1105 m), a latitude e longitude variam, respetivamente, entre 36°45' a 39°43' e 24°32' a 31°17', a dimensão é classificada como pequena (P; área de drenagem entre 10 e 100 km²), a geologia é designada como Siliciosa (S) e o escoamento é considerado como permanente (P).

Tabela 2.1 | Tipologia e código das massas de água da ilha de São Miguel abrangidas pelo presente estudo.

Ilha	Designação	Tipologia	Código
São Miguel	Lagos do Congro	Interior - Lago	09SMGL001
	Lagoa de Santiago	Interior - Lago	09SMGL020
	Ribeira Quente	Interior - Ribeira	09SMGR004

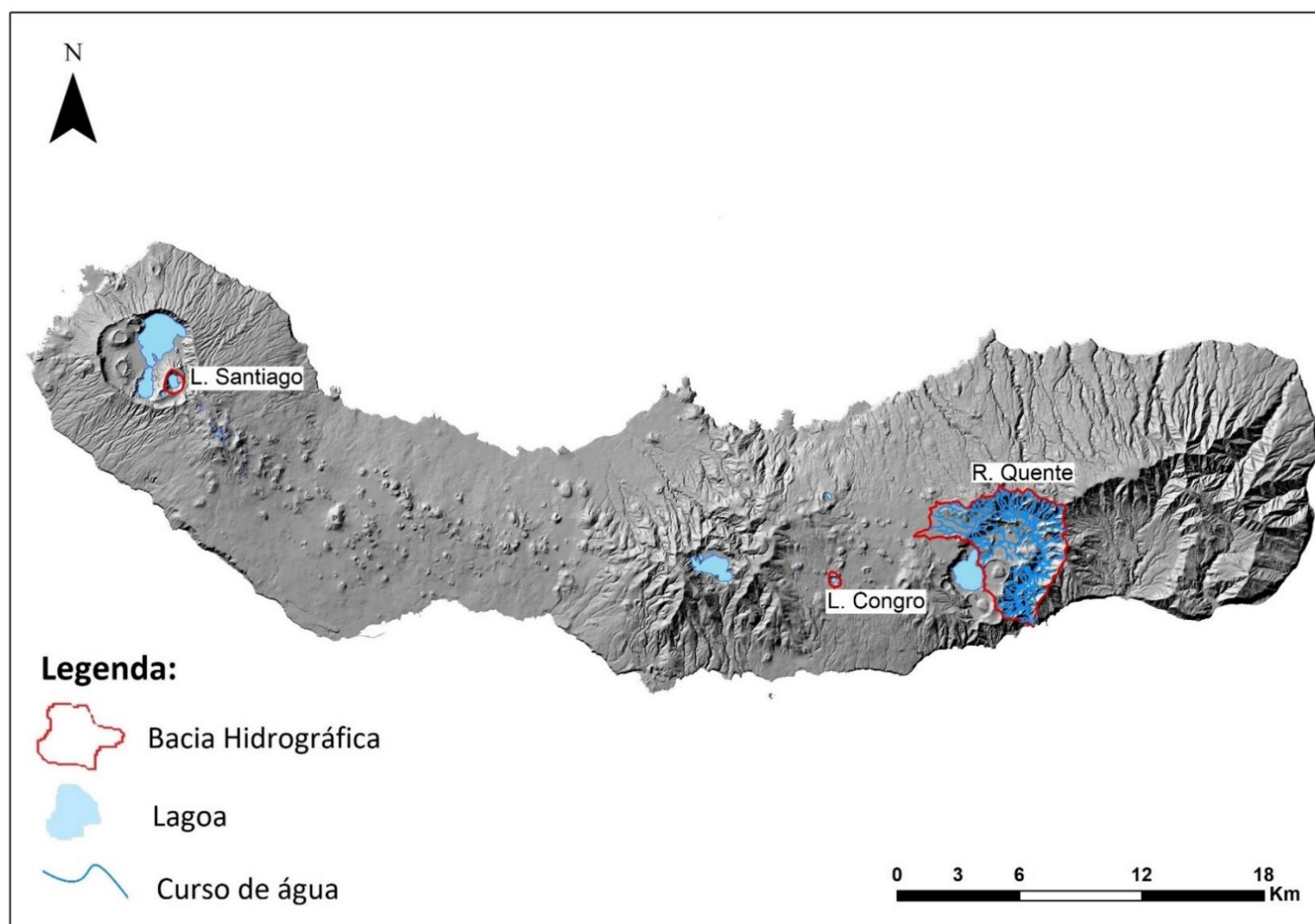


Figura 2.1 | Localização das áreas de estudo na ilha de São Miguel.

A partir dos resultados dos sucessivos ciclos de planeamento do Plano de Região Hidrográfica dos Açores (AHA-DRA, 2011, 2015; DROTRH, 2021a), assim como do Programa Regional da Água (DROTRH, 2021b), é possível verificar que o estado das massas de água em estudo na ilha de São Miguel é designado como medíocre, o que impede que se possam alcançar os objetivos ambientais decorrentes da DQA e LA (Tabela 2.2).

Tabela 2.2 | Evolução do Estado das massas de água da ilha de São Miguel abrangidas pelo presente estudo (AHA-DRA, 2011, 2015; DROTRH, 2021a, 2021b).

Designação (Massa de água)	Estado		
	PGRH – Açores 2012 - 2015	PGRH – Açores 2016 - 2021	PGRH – Açores 2022 - 2027
Lagos do Congro	Medíocre	Medíocre	Medíocre
Lagoa de Santiago	Medíocre	Razoável	Medíocre
Ribeira Quente	Razoável	Razoável	Razoável

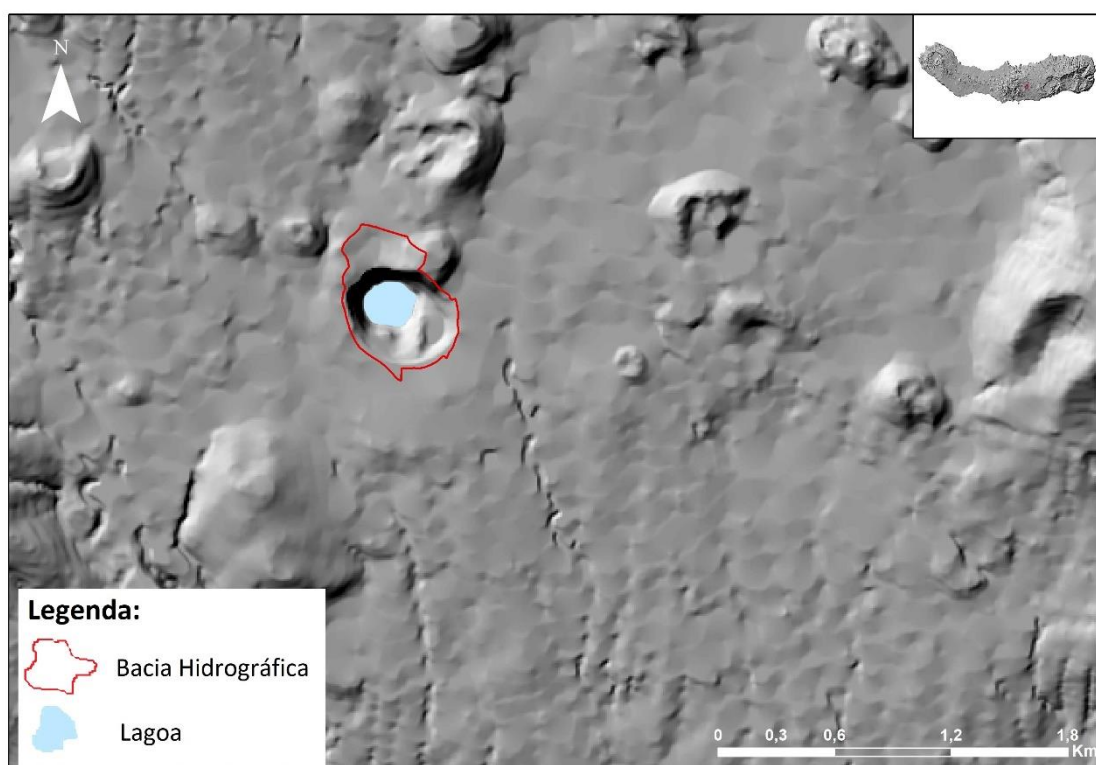


Figura 2.2 | Delimitação da bacia hidrográfica da Lagoa do Congro (ilha de São Miguel).

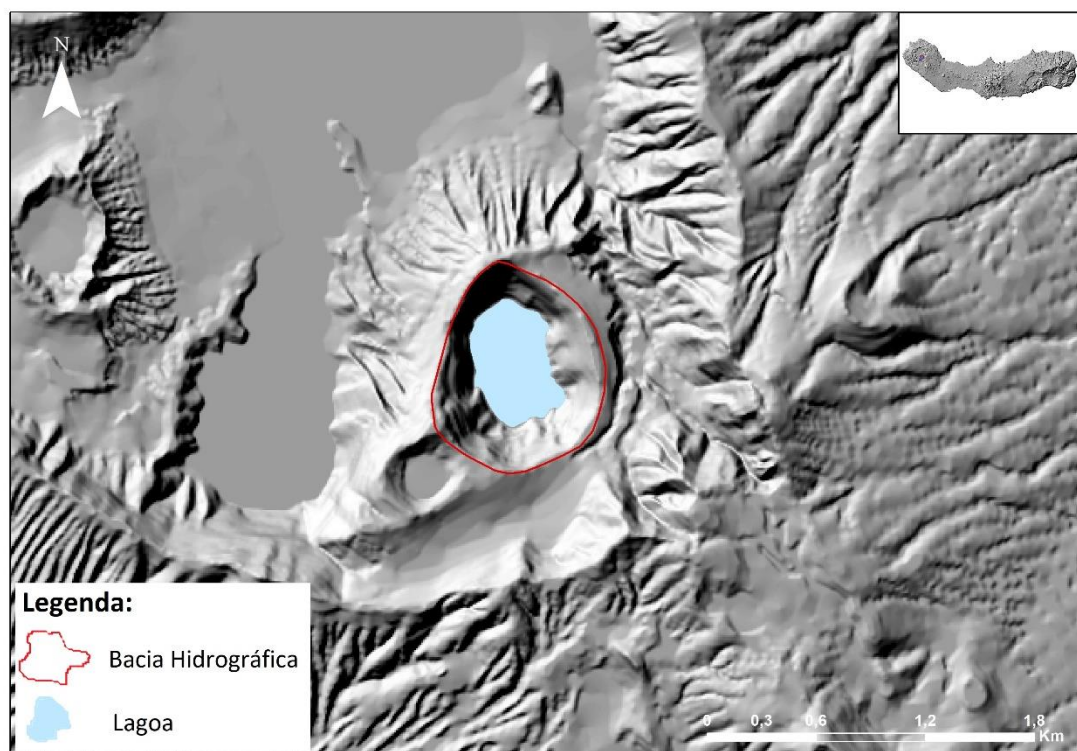


Figura 2.3 | Delimitação da bacia hidrográfica da Lagoa de Santiago (ilha de São Miguel).

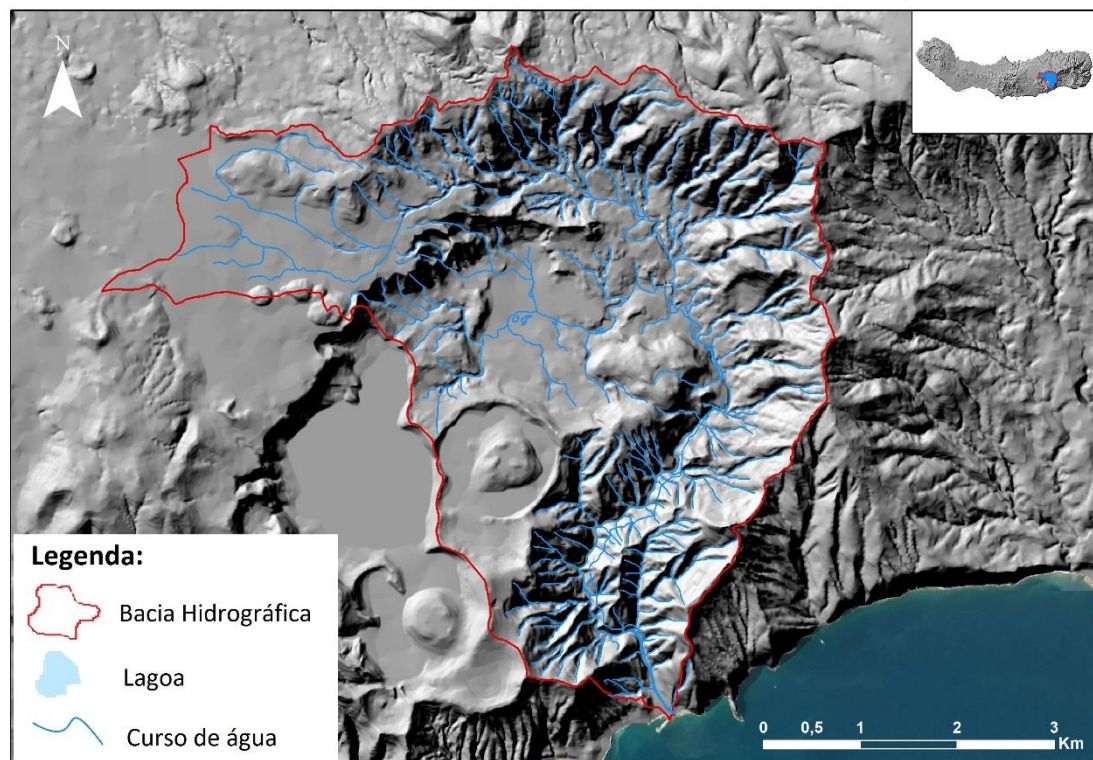


Figura 2.4 | Delimitação da bacia hidrográfica da Ribeira Quente e respetiva rede hidrográfica (ilha de São Miguel).

2.2 | Áreas de estudo na ilha das Flores

De igual forma como reportado em fases anteriores do projeto, o presente trabalho compreende uma única massa de água interior de superfície na ilha das Flores, em particular a designada Lagoa Negra (código 09FLOL006), cuja localização está patente na Figura 2.5. Representa-se, igualmente, a bacia hidrográfica correspondente à referida Lagoa (Figura 2.6).

Conforme o relatório de caracterização da Região Hidrográfica dos Açores (DROTRH, 2006), esta massa de água corresponde a uma lagoa profunda, a que corresponde, tal como para as lagoas em estudo na ilha de São Miguel, a designação tipológica B-L_M/MI-MP/S/P.

A análise empreendida no âmbito dos sucessivos ciclos de planeamento do Plano de Região Hidrográfica dos Açores (AHA-DRA, 2011, 2015; DROTRH, 2021a), assim como do Programa Regional da Água (DROTRH, 2021b), permite constatar que o estado desta massa de água em estudo na ilha das Flores se tem mantido como medíocre, o que impede que se possa alcançar os objetivos ambientais decorrentes da DQA e LA.

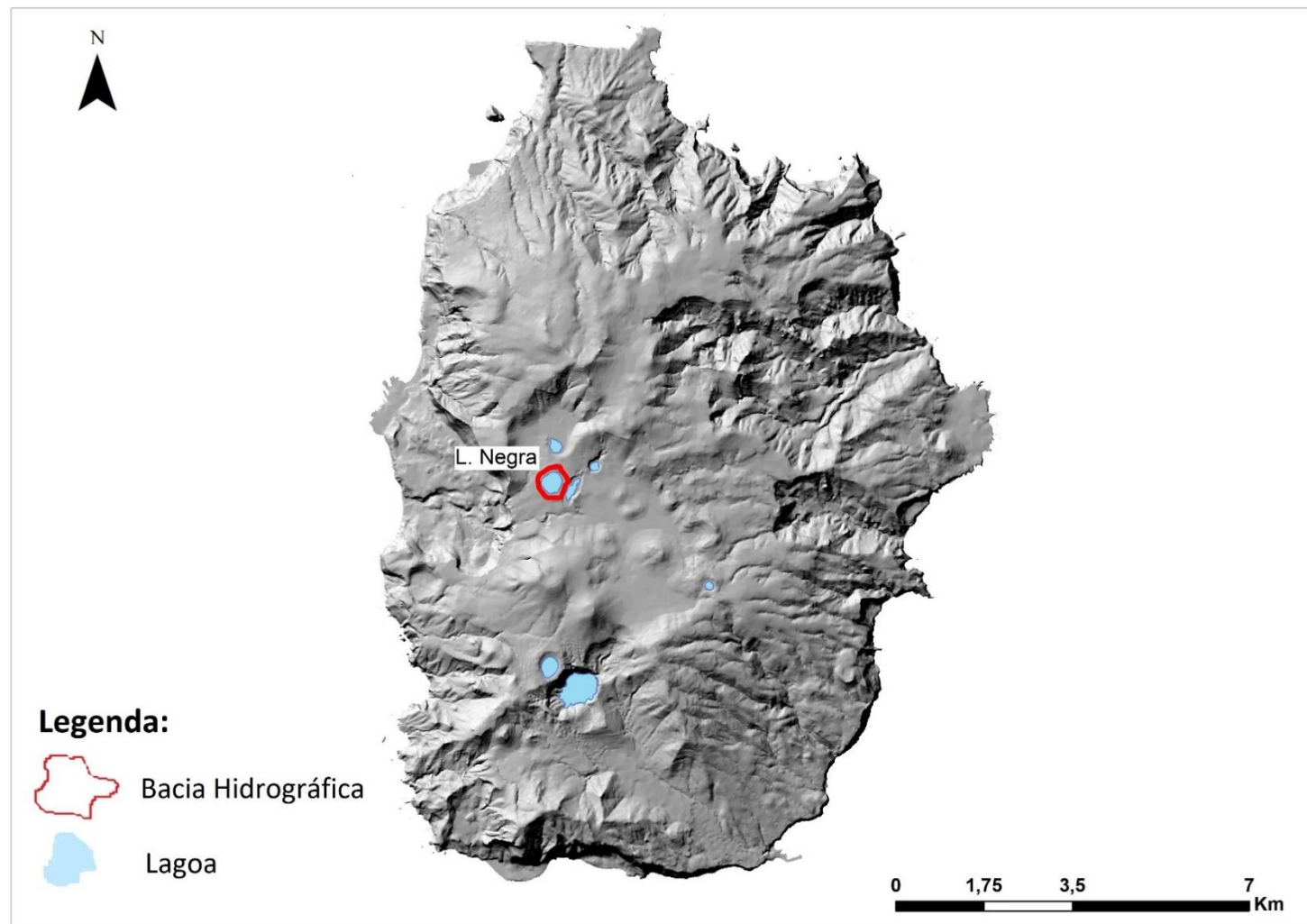


Figura 2.5 | Localização da área de estudo na ilha das Flores.

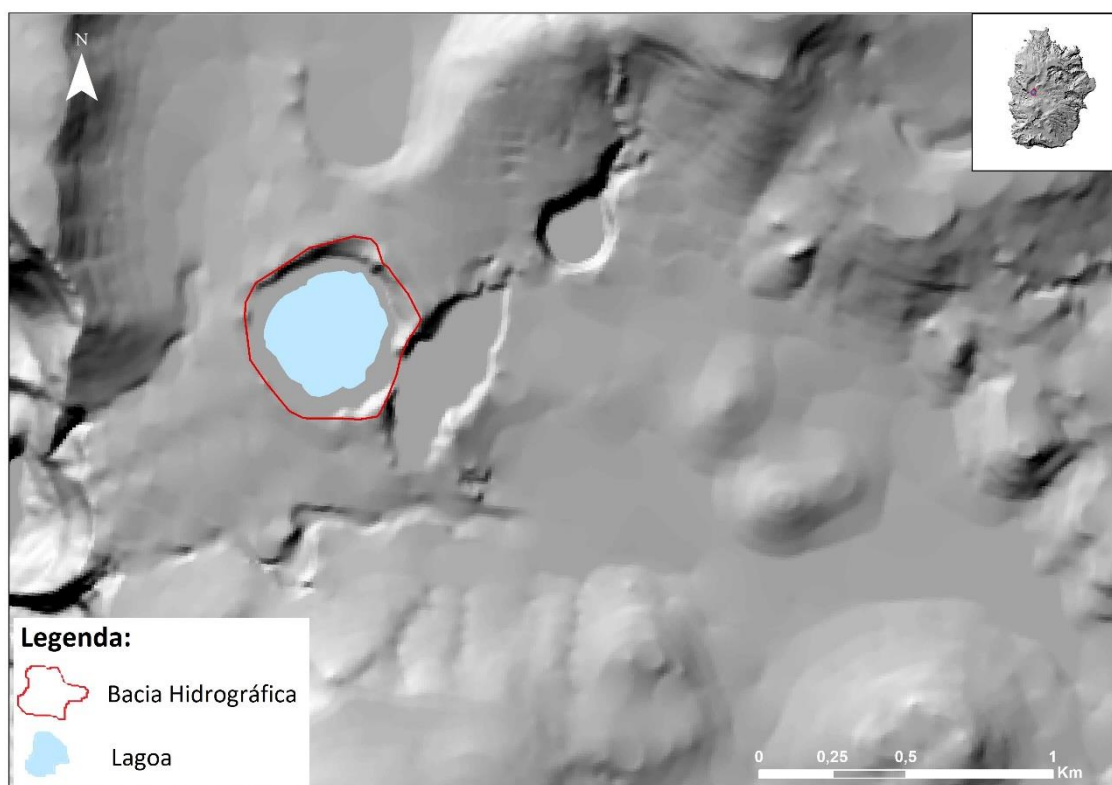


Figura 2.6 | Delimitação da bacia hidrográfica da Lagoa Negra (ilha das Flores).

3 | Localização dos pontos de amostragem

Os locais de amostragem selecionados para a realização da medição de parâmetros físico-químicos e para a colheita de amostras, em cada uma das massas de água em estudo, encontram-se representados nas Figuras 3.1 a 3.4, ordenados sequencialmente pela tipologia e por ilha. Os métodos de amostragem e de análise, quer no campo, imediatamente após a realização da amostragem, quer no laboratório, foram já apresentados no relatório respeitante à Fase I do presente projeto.

Para as lagoas optou-se pela realização de amostragens ao longo da coluna de água na vertical do ponto de maior profundidade. No caso da Ribeira Quente, selecionaram-se 32 pontos de amostragem, distribuídos de montante a jusante e ao longo do canal principal e dos principais afluentes. Salienta-se que no decurso da 2.^a amostragem, em que teve lugar a medição do fluxo de CO₂ à superfície do espelho de água no canal principal e afluentes da Ribeira Quente, foi medida a temperatura, pH e condutividade elétrica nos 210 pontos onde se efetuaram registos.

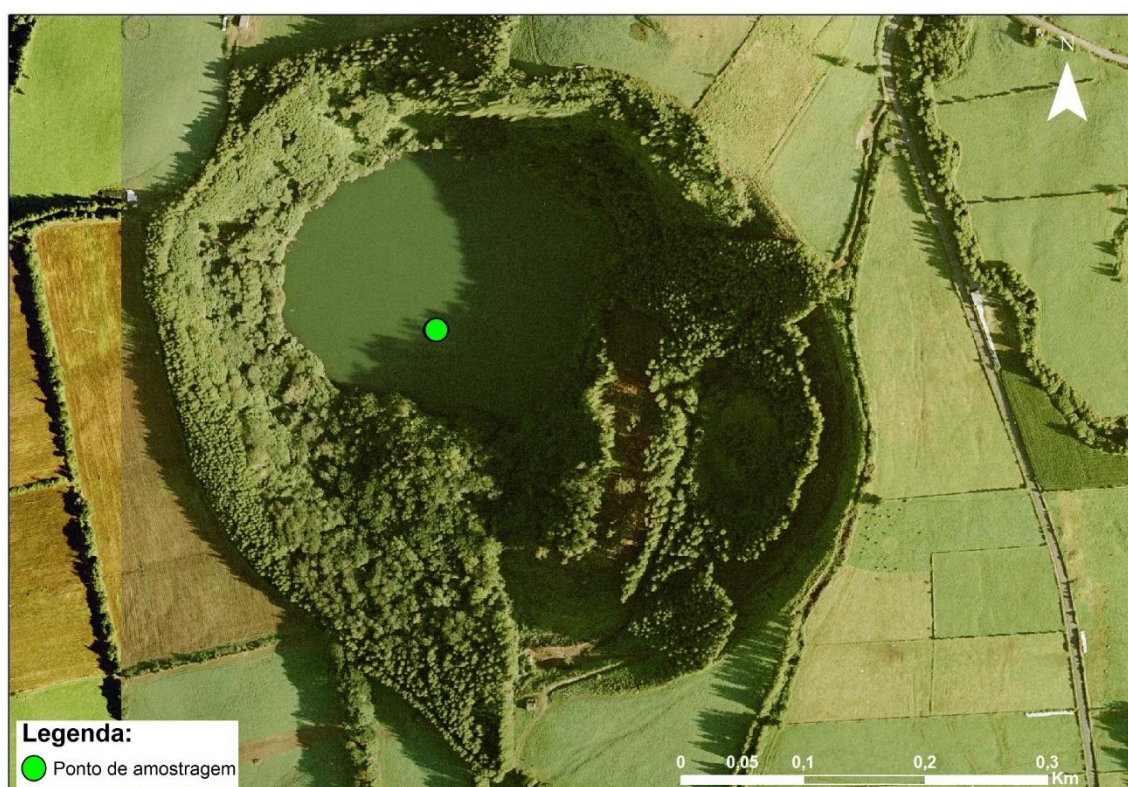


Figura 3.1 | Local de amostragem selecionado para a realização da medição de parâmetros físico-químicos e de colheita de amostras para análise na Lagoa do Congro (ilha de São Miguel).

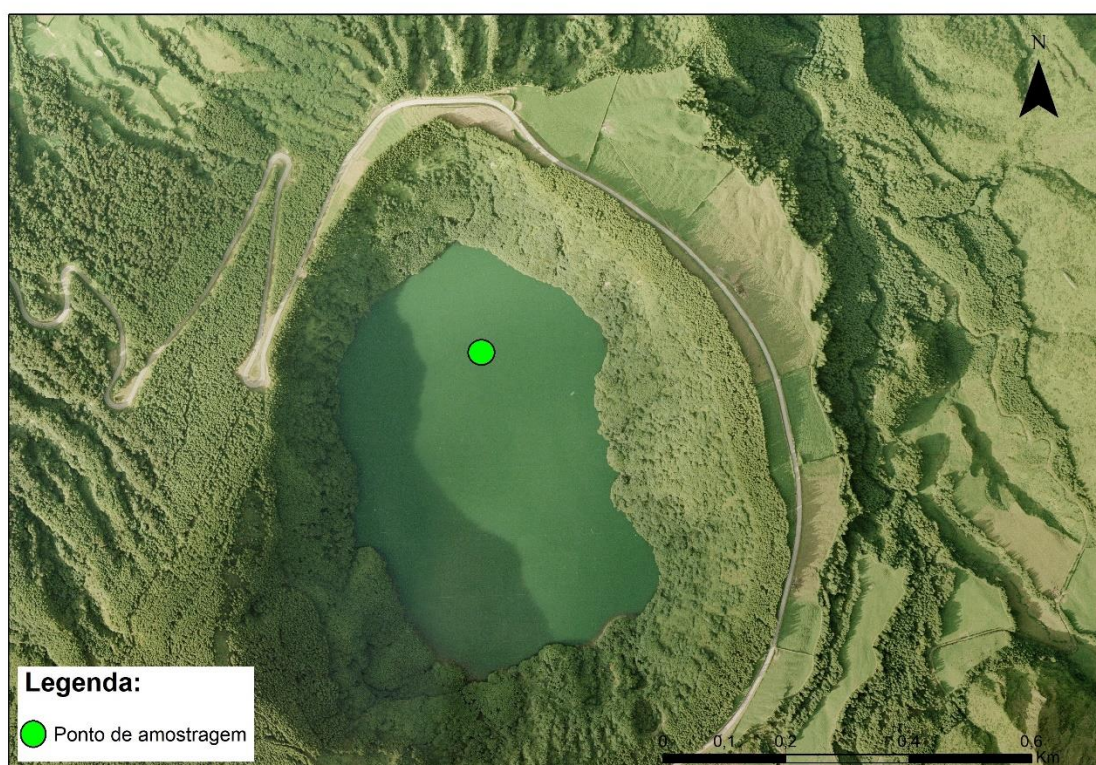


Figura 3.2 | Local de amostragem selecionado para a realização da medição de parâmetros físico-químicos e de colheita de amostras para análise na Lagoa de Santiago (ilha de São Miguel).

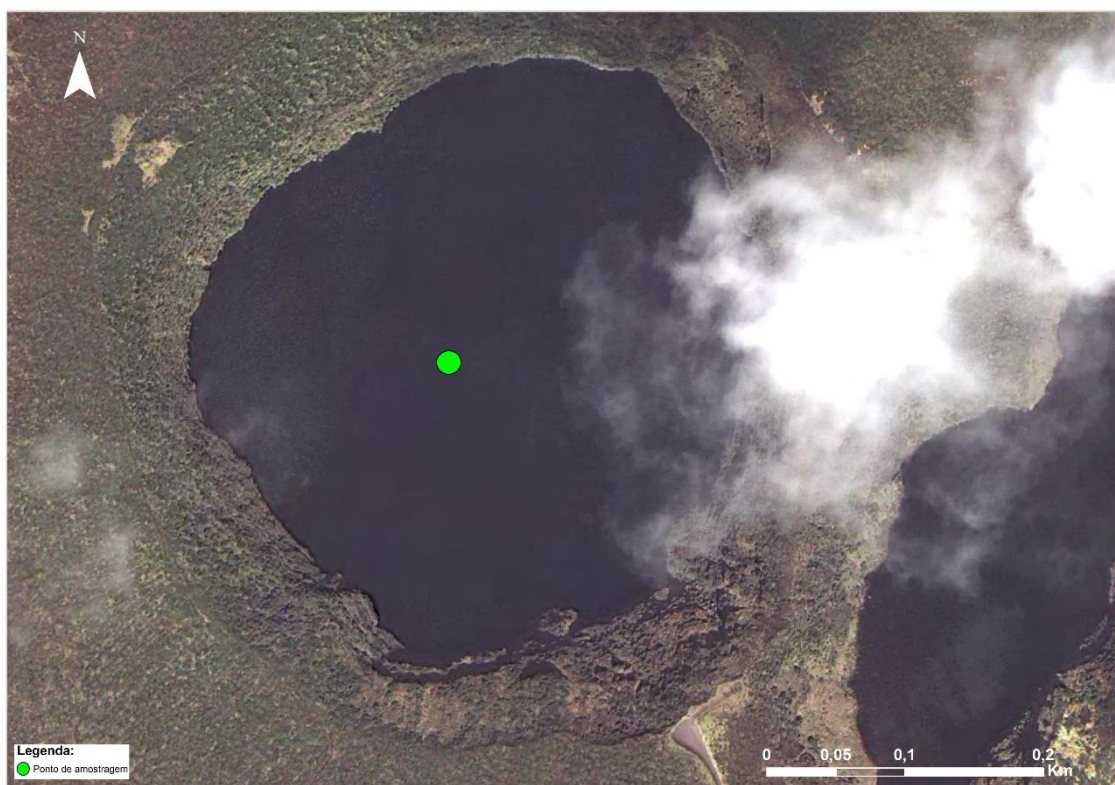


Figura 3.3 | Local de amostragem selecionado para a realização da medição de parâmetros físico-químicos e de colheita de amostras para análise na Lagoa Negra (ilha das Flores).

No decurso do presente projeto, efetuaram-se sete campanhas de amostragem em cada uma das massas de água em estudo, cujas datas se encontram listadas na Tabela 3.1.

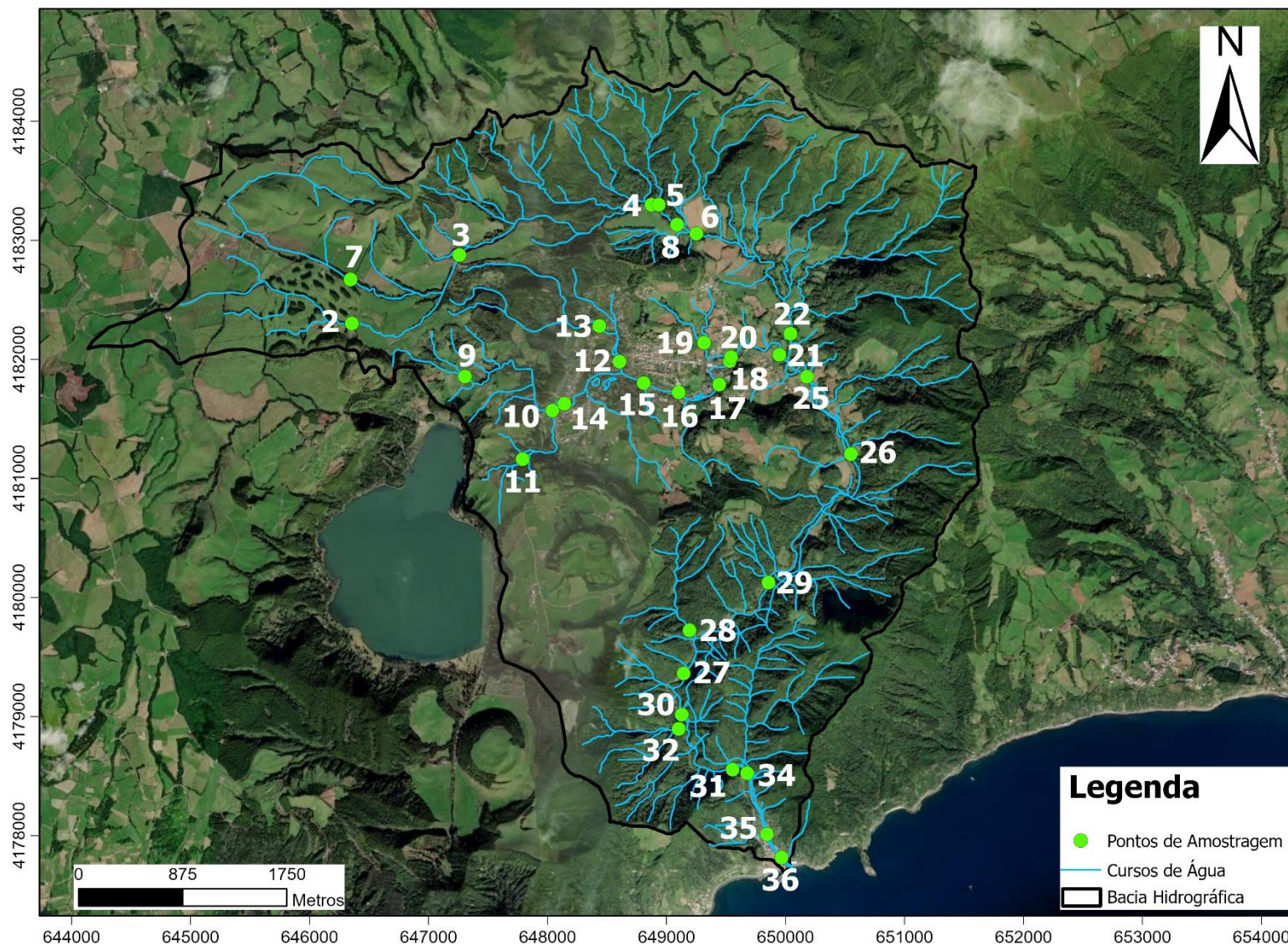


Figura 3.4 | Locais de amostragem selecionados para a realização da medição de parâmetros físico-químicos e de colheita de amostras para análise na Ribeira Quente (ilha de São Miguel).

Tabela 3.1 | Campanhas de amostragem efetuadas ao longo do presente projeto e respetivas datas de realização.

Massa de água	Campanha	Datas
Lagoa do Congro	1	21/03/2023
	2	26/06/2023
	3	08/09/2023
	4	11/12/2023
	5	05/03/2024
	6	29/04/2024
	7	02/07/2024
Lagoa de Santiago	1	29/03/2023
	2	21/06/2023
	3	09/09/2023
	4	04/12/2023
	5	06/03/2024
	6	30/04/2024
	7	01/07/2024
Lagoa Negra	1	22/03/2023
	2	08/08/2023
	3	04/11/2023
	4	07/02/2024
	5	09/04/2024
	6	11/06/2024
	7	06/08/2024
Ribeira Quente	1	03/04/2023
	2	28/06/2023
	3	19/09/2023
	4	18/12/2023
	5	08/03/2024
	6	13/05/2024
	7	04/07/2024

4 | Caracterização hidrogeoquímica

4.1 | Parâmetros físico-químicos

4.1.1 | Parâmetros físico-químicos nas lagoas estudadas

Os resultados das determinações dos vários parâmetros físico-químicos nas lagoas estudadas encontram-se listados no Anexo A, incluindo a respetiva estatística descritiva (Tabelas A.1 a A.3). A variação dos mesmos ao longo da coluna de água está representada, por lagoa e campanha de amostragem, nas Figuras B.1 a B.21 (Anexo B).

A temperatura é um parâmetro físico-químico de grande importância quando se caracteriza o regime hidrológico de uma massa de água lântica. Com efeito, a variação deste parâmetro em função da profundidade pode induzir um gradiente de densidade, que por sua vez inibe a mistura total ao longo da coluna de água, favorecendo assim o surgimento de condições anaeróbias no *hipolimnion* (Berner & Berner, 2012; Wetzel, 1993).

O comportamento monomítico de algumas lagoas dos Açores, com maior profundidade, já foi estabelecido em estudos anteriores (Antunes, 2008; Andrade, 2019; Malcata, 2022; Pacheco *et al.*, 2005, 2010; Porteiro, 2000), caracterizando-se por um único período do ano em que ocorre estratificação da coluna de água. Os restantes lagos, devido à sua menor profundidade (< 11 m; Andrade *et al.*, 2021), não têm condições suficientes para que se estabeleça um gradiente de temperatura.

No cômputo geral dos resultados, a temperatura varia entre 13,8°C e 22,5°C (média = $16,1 \pm 2,5^\circ\text{C}$), na Lagoa do Congro, entre 12,9°C e 21,8°C (média = $15,0 \pm 2,2^\circ\text{C}$), na Lagoa de Santiago, e de 12,3°C a 26,3°C (média = $13,2 \pm 1,7^\circ\text{C}$), na Lagoa Negra. O valor médio mais elevado foi registado na 3.^a campanha de amostragem na primeira daquelas massas de água, realizada em setembro de 2023 (média = $17,9 \pm 3,7^\circ\text{C}$), no mesmo mês na Lagoa de Santiago (média = $16,5 \pm 3,6^\circ\text{C}$), enquanto na Lagoa Negra foi observado na 7.^a campanha, em agosto de 2024 (média = $13,6 \pm 2,6^\circ\text{C}$).

Os gráficos respeitantes à variação da temperatura com a profundidade nos três lagos estudados evidenciam diferenças de temperatura da água entre a superfície e o fundo, distinguindo-se na maioria das campanhas de amostragem o *epilimnion*, a termoclina e o *hipolimnion* (Figuras 4.1, 4.3 e 4.5).

Da mesma forma, os diagramas de caixas apresentados para o mesmo parâmetro ilustram o mesmo efeito (Figuras 4.2, 4.4 e 4.6). Neste contexto, as variações mais acentuadas de temperatura nas Lagoas do Congro e de Santiago ocorrem na 2.^a, 3.^a e 7.^a campanhas de amostragem, que tiveram lugar no período de Verão, respetivamente em junho de 2023, setembro de 2023 e julho/agosto de 2024. Como exemplo, no decurso da 3.^a campanha de amostragem as diferenças de temperatura entre a superfície e o fundo eram de, respetivamente para as referidas massas de água, 8,39°C e 8,50°C. Em oposição, é no mês de março de 2024 que a variação de temperatura entre a superfície e o fundo é praticamente inexistente nestas massas de água.

Já na Lagoa Negra, as maiores variações são observadas na 2.^a, 6.^a e 7.^a campanhas de amostragem, realizadas respetivamente nos meses de agosto de 2023 e em junho e agosto de 2024. Em agosto de 2024 a diferença entre a superfície e o fundo é da ordem de 13,76°C. Por seu turno, é na 4.^a (fevereiro de 2024) e 5.^a (abril de 2024) campanhas na Lagoa Negra que estas variações são menos significativas (respetivamente da ordem 0,77°C e 0,18°C).

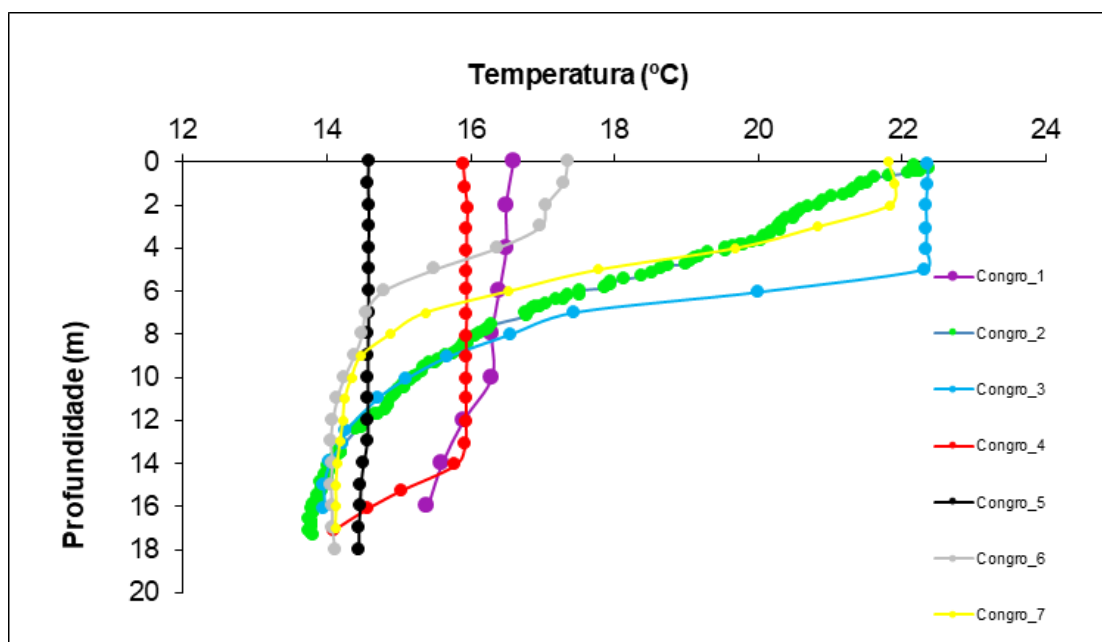


Figura 4.1 | Representação da variação da temperatura ao longo da coluna de água na Lagoa do Congro nas várias campanhas de amostragem.

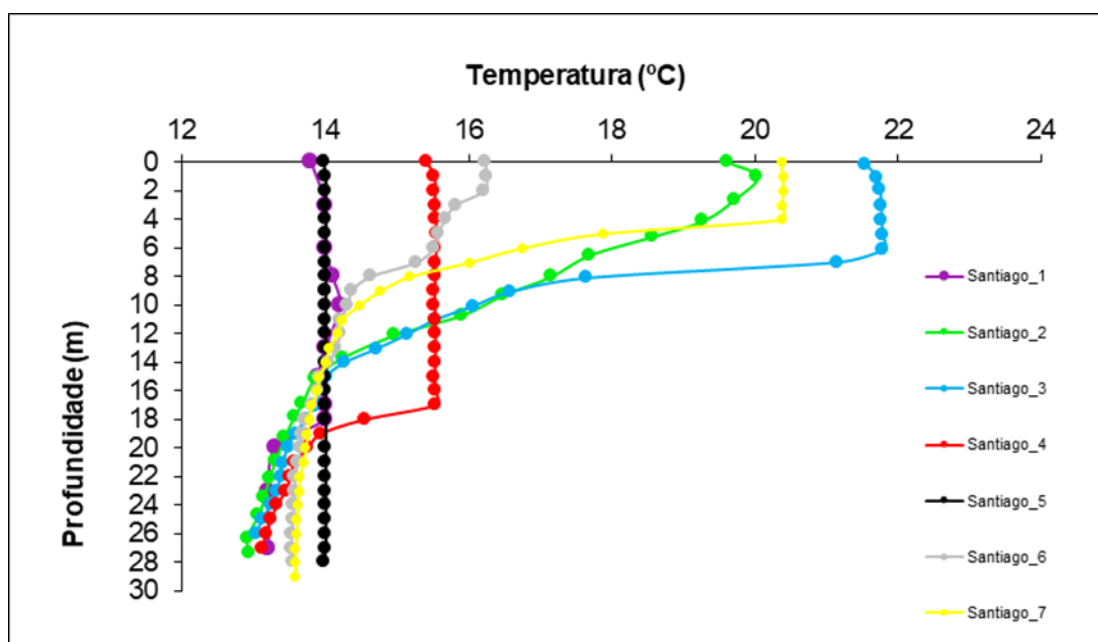


Figura 4.2 | Representação da variação da temperatura ao longo da coluna de água na Lagoa de Santiago nas várias campanhas de amostragem.

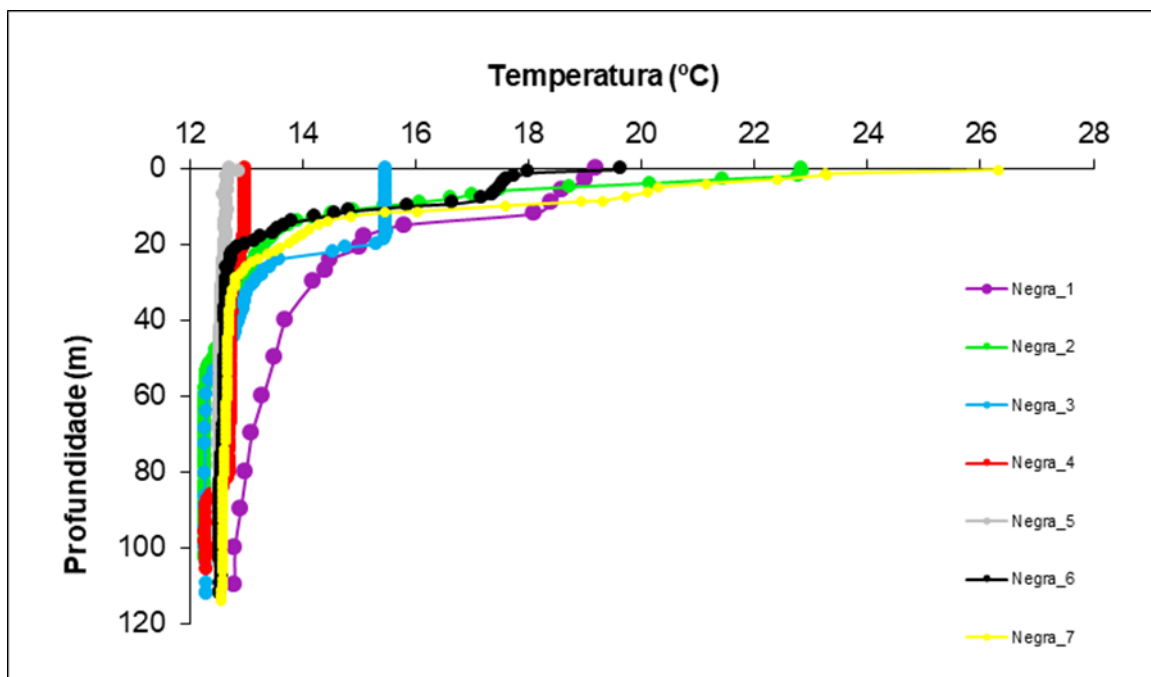


Figura 4.3 | Representação da variação da temperatura ao longo da coluna de água na Lagoa Negra nas várias campanhas de amostragem.

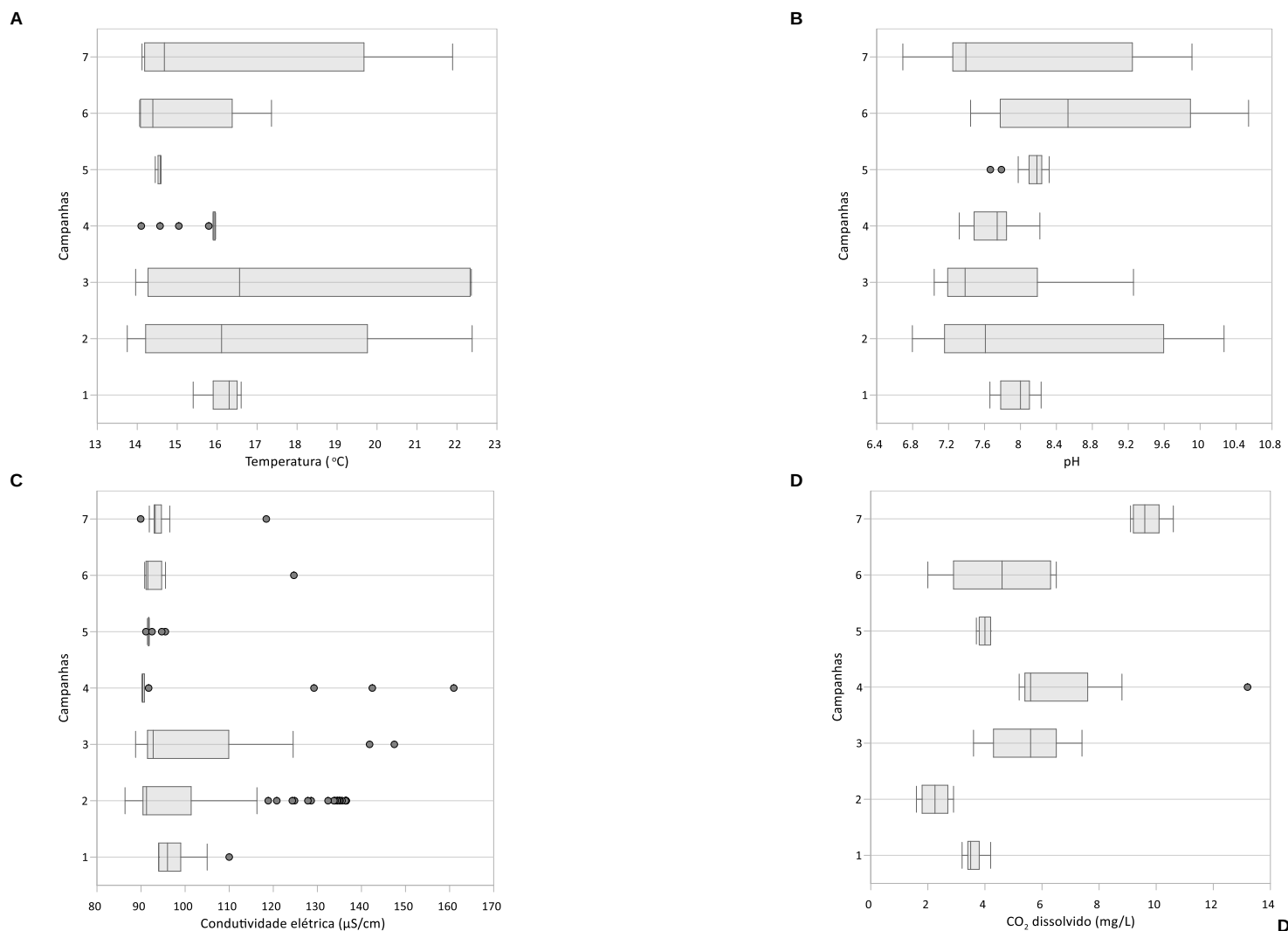


Figura 4.4 | Comparação dos valores dos parâmetros físico-químicos nas várias campanhas de amostragem na Lagoa do Congo por intermédio de um diagrama de caixas (*box plot*). A – Temperatura; B – pH; C – Condutividade elétrica; D – CO₂ dissolvido.

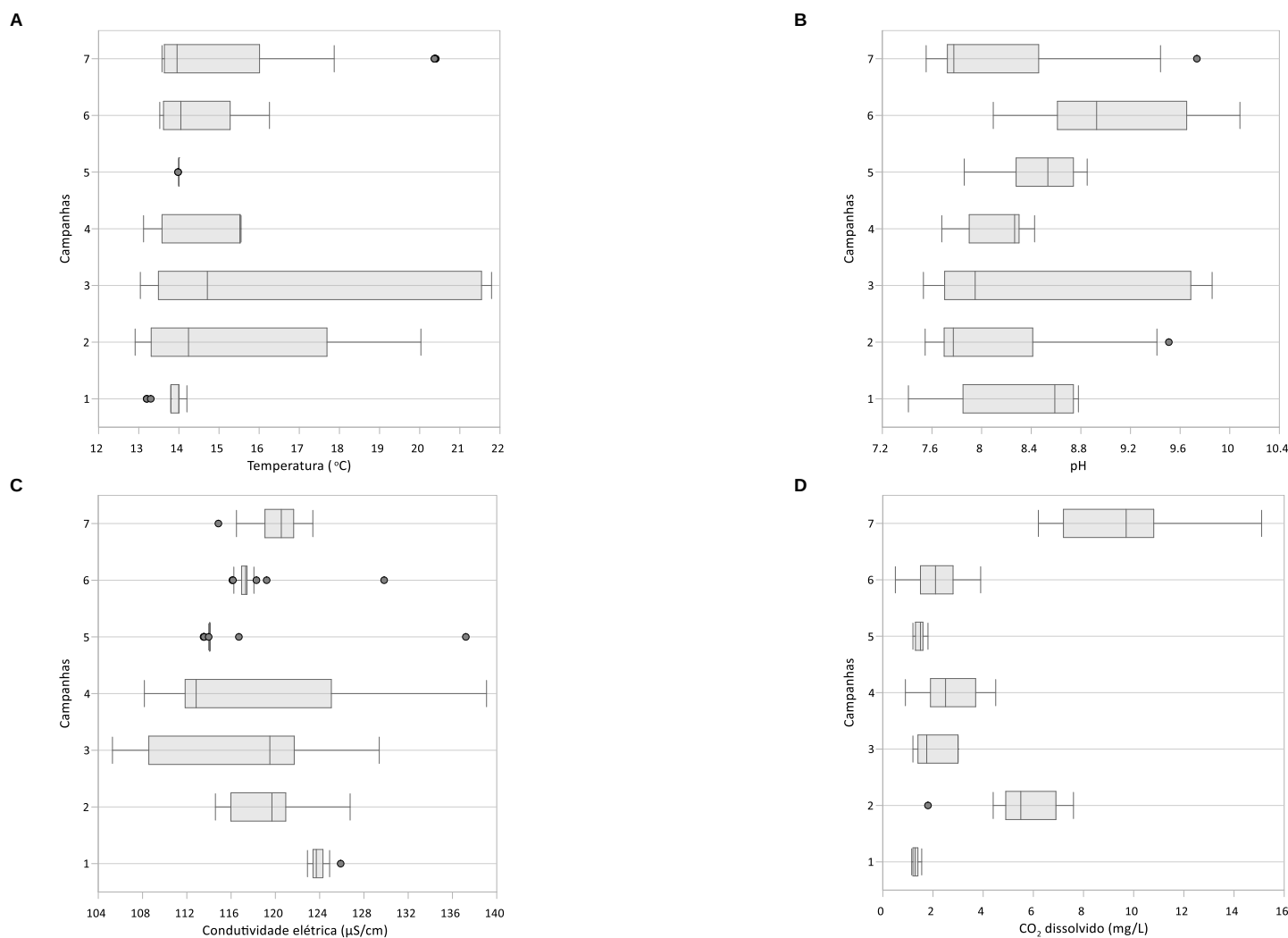


Figura 4.5 | Comparação dos valores dos parâmetros físico-químicos nas várias campanhas de amostragem na Lagoa de Santiago por intermédio de um diagrama de caixas (*box plot*). A – Temperatura; B – pH; C – Condutividade elétrica; D – CO₂ dissolvido.

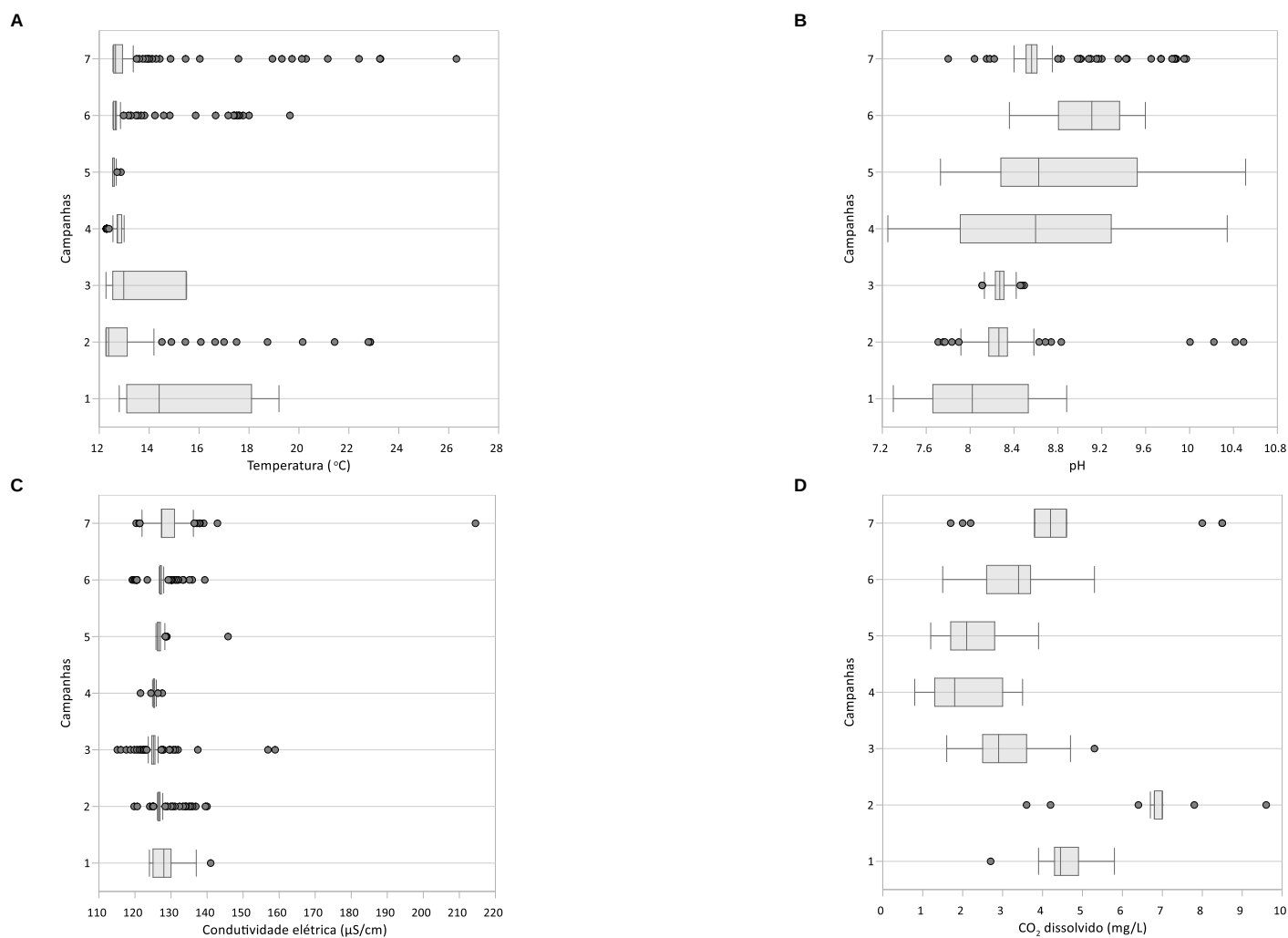


Figura 4.6 | Comparação dos valores dos parâmetros físico-químicos nas várias campanhas de amostragem na Lagoa Negra por intermédio de um diagrama de caixas (*box plot*). A – Temperatura; B – pH; C – Condutividade elétrica; D – CO₂ dissolvido.

Relativamente aos valores de pH, e considerando todas as campanhas de amostragem efetuadas, os valores variam entre 6,69 e 10,54 (média = $8,07 \pm 0,89^\circ\text{C}$), na Lagoa do Congro, entre 7,41 e 10,08 (média = $8,40 \pm 0,68$), na Lagoa de Santiago, e 7,25 e 10,51 (média = $8,60 \pm 0,75$), na Lagoa Negra. O valor médio de pH mais elevado foi registado na 6.^a campanha de amostragem na primeira daquelas massas de água, realizada em abril de 2024 (média = $8,73 \pm 1,05$), e no mesmo mês na Lagoa de Santiago (média = $9,11 \pm 0,58$). Já na Lagoa Negra, a média mais elevada foi determinada na campanha de amostragem n.º 6, efetuada em junho de 2024 (média = $9,06 \pm 0,37$). Nestas campanhas, a coluna de água encontrava-se estratificada, sendo que os valores mais elevados, observados à superfície da coluna de água, se explicam pela atividade biológica na zona fótica do epilimnion, nomeadamente através da fotossíntese.

Na Lagoa do Congro, a menor variação do pH com a profundidade foi observada na campanha de amostragem n.º 5 (pH: 7,67 - 8,32), em condições de mistura total ao longo da coluna de água, enquanto os gradientes mais acentuados ocorreram nas amostragens n.º 2 (pH: 6,88 - 10,26), n.º 6 (pH: 7,45 - 10,54) e n.º 7 (pH: 6,69 - 9,91), quando o lago estava estratificado (Figuras B.2, B.6 e B.7; Figura 4.4). Para a Lagoa de Santiago também é na 5.^a campanha que a variação do pH é menos acentuada (pH: 7,86 - 8,85), embora a amostragem n.º 4 exiba um padrão similar (pH: 7,68 - 8,43). Em qualquer caso, os valores das medianas das populações de cada amostragem são menores quando as diferenças de temperatura entre a superfície e o fundo são mais acentuadas, nomeadamente nas campanhas de amostragem n.º 2 (mediana = 7,75), n.º 3 (mediana = 7,95) e n.º 7 (mediana = 7,78) (Figuras B.9, B.10 e B.14, para a Lagoa de Santiago; Figura 4.5). No caso da Lagoa Negra, constata-se que os valores apresentam uma maior dispersão comparando as várias amostragens, o que sugere resultar do efeito da maior profundidade (Figura 4.6).

O decréscimo do pH no fundo, em particular quando a coluna de água está estratificada, resulta da libertação de CO_2 derivada da degradação heterotrófica, sendo que outros processos também podem contribuir, mesmo que secundariamente, como sejam a nitrificação do amoníaco (NH_4), a fermentação do metano e a oxidação de sulfuretos por ação bacteriana (Wetzel, 1993). Em resultado, o CO_2 dissolvido também se expressa nos períodos de estratificação da coluna de água por uma curva clinograda, quando denota um enriquecimento no hipolimnion, e em particular no fundo (veja-se por exemplo as Figuras B.3, B.4, B.6, para a Lagoa do Congro, Figuras B.9 e B.14, para a

Lagoa de Santiago, e Figuras B.15, B.16 e B.21, para a Lagoa Negra), e por uma curva ortograda quando as condições de mistura vigoram (veja-se, igualmente, os perfis expressos na Figura B.5, e nas Figuras B.8 e B.12, respetivamente para as Lagoas do Congro e de Santiago).

A condutividade elétrica, que expressa indiretamente a magnitude do conteúdo em sais dissolvidos, varia para a Lagoa do Congro entre 87,25 e 160,95 $\mu\text{S/cm}$ (média = $96,91 \pm 13,15 \mu\text{S/cm}$), entre 105,28 e 139,08 $\mu\text{S/cm}$ (média = $118,18 \pm 5,40 \mu\text{S/cm}$), no caso da Lagoa de Santiago, e entre 115,10 e 214,48 $\mu\text{S/cm}$ (média = $127,12 \pm 4,79 \mu\text{S/cm}$), na Lagoa Negra. Não obstante os valores da Lagoa Negra serem um pouco mais elevados comparativamente às outras duas massas de água, os valores apurados apontam para a ocorrência de águas fracamente mineralizadas, sendo que os valores mais elevados são registados na zona mais profunda da coluna de água.

Os valores mais elevados foram medidos no decurso da 3.^a campanha de amostragem na Lagoa do Congro (média = $102,73 \pm 18,81 \mu\text{S/cm}$), no caso da Lagoa de Santiago ao longo da 4.^a amostragem (média = $117,84 \pm 8,60 \mu\text{S/cm}$), e na Lagoa negra na 7.^a campanha de amostragem (média = $214,48 \pm 8,88 \mu\text{S/cm}$).

Os diagramas de caixas relativos aos registos obtidos por amostragem mostram a ocorrência de numerosos *outliers*, sendo que as medianas, entre 90,38 a 96,00 $\mu\text{S/cm}$, 112,84 a 123,70 $\mu\text{S/cm}$ e 125,15 a 128,0 $\mu\text{S/cm}$, respetivamente nas Lagoas do Congro, de Santiago e Negra, são relativamente homogéneas (Figuras 4.4 a 4.6). Na Lagoa do Congro, as maiores diferenças entre a superfície e o fundo são observadas no decurso da 3.^a (CE: 88,76 - 147,46 $\mu\text{S/cm}$; média = $102,73 \pm 18,81 \mu\text{S/cm}$) e 4.^a (CE: 90,21 - 160,95 $\mu\text{S/cm}$; média = $99,41 \pm 21,33 \mu\text{S/cm}$) campanhas de amostragem. Já no caso da Lagoa de Santiago, o gradiente mais acentuado corresponde à 4.^o campanha de amostragem (CE: 108,17 - 139,08 $\mu\text{S/cm}$; média = $117,84 \pm 8,60 \mu\text{S/cm}$), enquanto na Lagoa Negra corresponde à 7.^a amostragem (CE: 120,34 - 214,48 $\mu\text{S/cm}$; média = $129,74 \pm 8,88 \mu\text{S/cm}$). Em todos os casos acima referidos as observações foram efetuadas em períodos em que a coluna de água está estratificada, pelo que o incremento da condutividade elétrica resulta da dissolução de algumas espécies químicas libertadas por processos biogeoquímicos facilitados pelas condições de anoxia.

Os diagramas de caixas relativos aos valores de CO_2 dissolvido evidenciam alguma variabilidade comparando os resultados obtidos nas diversas amostragens

(Figuras 4.4 a 4.6). Na generalidade os valores são baixos, variando entre 1,60 e 13,2 mg/L na Lagoa do Congro (média = $5,47 \pm 2,68$ mg/L, mediana = 4,30 mg/L), entre 0,50 e 15,10 mg/L (média = $3,99 \pm 3,38$ mg/L, mediana = 2,50 mg/L), na Lagoa de Santiago, e entre 0,80 e 9,60 mg/L (média = $3,69 \pm 1,95$ mg/L, mediana = 3,30 mg/L), na Lagoa Negra.

4.1.2 | Parâmetros físico-químicos na Ribeira Quente

Os valores da temperatura, pH e condutividade elétrica medidos nos 32 pontos de amostragem, distribuídos pelo rio principal e afluentes da Ribeira Quente, ao longo das sete campanhas de amostragem encontram-se listados na Tabela A.4, incluindo a estatística descritiva (Anexo A). No Anexo C apresentam-se, em mapas específicos por amostragem, a variação espacial destes parâmetros (Figuras C.1 a C.28).

Considerando o conjunto global dos dados, e excluindo a 1.^a campanha de amostragem, em virtude do seu carácter exploratório, a temperatura varia entre 8,30°C e 38,50°C (média = $19,53 \pm 5,17$ °C). Os valores médios mais elevados foram observados nas campanhas de amostragem n.º 2 (média = $20,63 \pm 4,56$ °C) e n.º 3 (média = $20,89 \pm 5,64$ °C), ambas no período de verão, enquanto a média mais baixa é referente à 5.^a campanha de amostragem (média = $16,74 \pm 5,04$ °C), realizada em março de 2024. O diagrama de caixas mostra que o valor da mediana é relativamente homogéneo comparando as várias campanhas de amostragem, com valores entre 17,30°C e 21,40°C, assim como a ocorrência de alguns pontos que constituem *outliers* pela sua temperatura mais elevada (Figura 4.7).

A distribuição geográfica deste parâmetro físico-químico mostra que os pontos em que os valores medidos são mais elevados concentram-se, em particular, no troço a jusante da confluência da Ribeira Amarela com o afluente mais a norte estendendo-se até à zona do campo fumarólico da freguesia das Furnas, na área do campo fumarólico da Ribeira dos Tambores, e no troço final da Ribeira Quente, onde se concentram também descargas de fluidos hidrotermais (Figuras C.1 a C.7). Na secção 4.5.3 do presente relatório, onde se abordam os valores relativos ao fluxo de CO₂, a localização destes focos onde se concentra a descarga hidrotermal será abordada em mais pormenor.

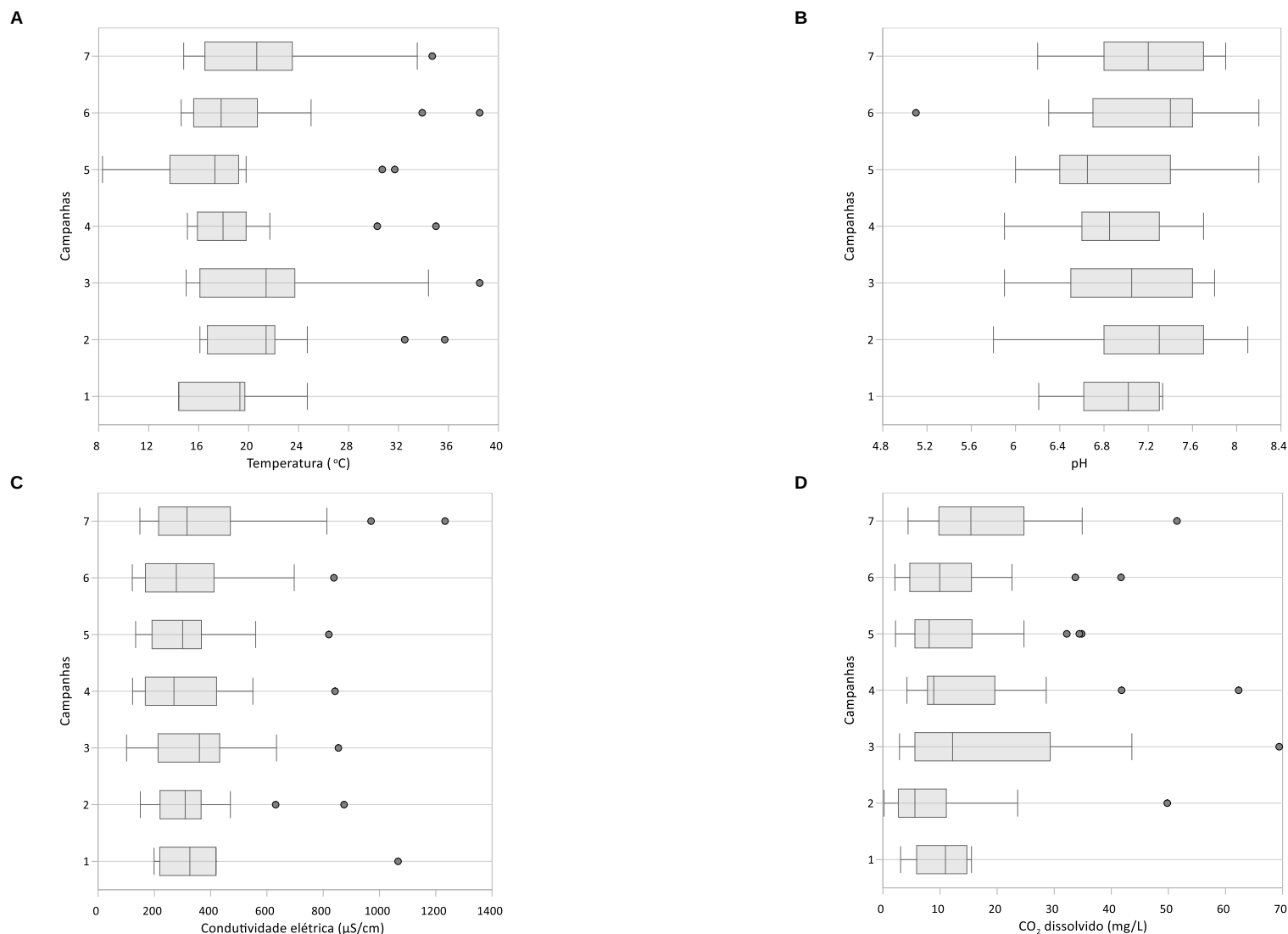


Figura 4.7 | Comparação dos valores dos parâmetros físico-químicos nas várias campanhas de amostragem na Ribeira Quente por intermédio de um diagrama de caixas (*box plot*). A – Temperatura; B – pH; C - Condutividade elétrica; D - CO₂ dissolvido.

Os valores relativos ao pH na água variam entre 5,10 e 8,20 (média = $7,07 \pm 0,58$) tendo em conta todas as medições efetuadas, com exceção, pelas razões atrás explicadas, dos registos da 1.^a campanha de amostragem. É nas campanhas de amostragem n.º 2 (média = $7,20 \pm 4,56$), n.º 6 (média = $7,21 \pm 0,68$) e n.º 7 (média = $7,20 \pm 0,49^\circ\text{C}$) que se observam os valores médios mais elevados. Por seu turno, é nas campanhas n.º 1 (média = $6,92 \pm 0,45$), n.º 4 (média = $6,89 \pm 0,47$) e n.º 5 (média = $6,88 \pm 0,59$) que se registaram os valores médios mais baixos. O diagrama de caixas mostra que o valor da mediana da 4.^a e 5.^a campanhas de amostragem é ligeiramente ácido, com valores respetivamente iguais a 6,85 e 6,65 unidades de pH, enquanto nas campanhas n.º 2 (mediana = 7,30), n.º 6 (mediana = 7,40) e n.º 7 (mediana = 7,20) é distintamente alcalino (Figura 4.7). As 4.^a e 5.^a campanhas de amostragem foram realizadas no inverno e princípio da primavera, o que sugere o efeito conjugado da maior diluição da água, pelo maior caudal expectável, e do incremento do caudal das nascentes minerais que descarregam para o leito dos afluentes.

A variação espacial evidencia que os valores pertencentes à classe [6,2 – 6,8] ocorrem essencialmente nas zonas mais a norte da bacia, em particular nos afluentes mais a montante, e na zona entre a confluência com a Ribeira Amarela e as proximidades do campo fumarólico da freguesia (Figura C.8 a C.14). Tal sugere que neste último troço a descarga de águas minerais ricas em CO_2 contribuem para que o valor de pH seja mais baixo, assim como a dissolução do gás emitido ao nível dos solos, visto que nesta área ocorre uma extensa pluma de emanações gasosas difusas (Viveiros *et al.*, 2010).

Relativamente à condutividade elétrica, e considerando o universo dos valores medidos, constata-se que este parâmetro varia entre 101,20 e 1233,00 $\mu\text{S/cm}$ (média = $325,24 \pm 178,24 \mu\text{S/cm}$). Os valores médios mais elevados são observados na 7.^a campanha de amostragem (média = $374,00 \pm 245,90 \mu\text{S/cm}$), realizada em pleno período de verão (julho de 2024), quando o caudal é mais reduzido, o que diminui o efeito de diluição. Os valores médios mais baixos são observados nas campanhas de amostragem n.º 4 (média = $298,07 \pm 154,43 \mu\text{S/cm}$) e n.º 5 (média = $307,47 \pm 146,39 \mu\text{S/cm}$), respetivamente no inverno e no início da primavera.

O diagrama de caixas mostra que o valor da mediana é relativamente homogéneo comparando as várias campanhas de amostragem, com valores entre 269,50 $\mu\text{S/cm}$ e 360,00 $\mu\text{S/cm}$, assim como a ocorrência de alguns pontos que

constituem *outliers* pela sua condutividade elétrica substancialmente mais elevada (Figura 4.7).

A espacialização dos dados mostra que os valores mais elevados são observados nas mesmas áreas onde a temperatura é também mais elevada, sugerindo-se a mesma explicação para este facto, sendo que as descargas de águas minerais são por vezes muito mineralizadas (Cruz *et al.*, 2010; Freire *et al.*, 2015) (Figuras C.15 a C.21). A concentração de CO₂ dissolvido na água mostra o mesmo padrão gráfico, com os valores mais elevados localizados nas áreas supramencionadas para os outros parâmetros, por influência hidrotermal, enquanto os valores anómalos determinados para os pontos 2 e 7, localizados nos afluentes que drenam o planalto sobranceiro à margem N-NW da Lagoa das Furnas, se explicam pela mineralização da matéria orgânica acumulada devido à atividade agropecuária (Figuras C.22 a C.28).

Os valores de CO₂ dissolvido variam entre 0,20 e 69,40 mg/L (média = 13,62 ± 11,63 mg/L), podendo constatar-se, contudo, que os valores das medianas são relativamente baixos (5,60 a 15,40 mg/L). A distribuição dos resultados obtidos nas várias campanhas mostra uma cauda no sentido dos valores mais elevados e a ocorrência de numerosos *outliers* (Figura 4.7). Os teores mais elevados são relativos às campanhas de amostragem n.º 3 (média = 17,52 ± 14,91 mg/L) e n.º 7 (média = 17,40 ± 11,17 mg/L), ambas realizadas em período de verão.

4.2 | Caracterização hidrogeoquímica

4.2.1 | Composição da água em massas de água superficiais

A composição da água superficial é muito variável, o que resulta das características hidrológicas locais e das várias origens possíveis para os elementos principais (concentração maior que 1 mg/L), secundários (1µg/L a 1 mg/L) e traço (<1µg/L) em solução (Tabela 4.1).

Tabela 4.1 | Origem das principais espécies dissolvidas nas águas superficiais (adaptado de Berner & Berner, 2012 e Drever, 1997). Valores de mediana para as águas mundiais de Langmuir (1997).

Espécie dissolvida	Principais origens	Mediana (mg/L)
Na^+	Dissolução de NaCl Dissolução de silicatos (plagioclase) Adição a partir da chuva e deposição seca Poluição (águas residuais domésticas; atividades mineiras, salmouras, <i>road salt</i> – tráfego rodoviário)	6,3
K^+	Dissolução de silicatos (biotite; feldspato potássico) Dissolução de evaporitos Poluição (atividades mineiras, fertilizantes agrícolas) Dissolução de aerossóis.	2,3
Mg^{2+}	Dissolução de silicatos (anfíbola, piroxena, biotite, olivina) Dissolução de dolomite Adição a partir da chuva e deposição seca	4,1
Ca^{2+}	Dissolução de calcite e dolomite Dissolução de silicatos (plagioclase) Dissolução de aerossóis	15
HCO_3^-	Dissolução de calcite e dolomite. Dissolução de silicatos Descarga de águas minerais ricas em CO_2 e dissolução de voláteis de origem vulcânica	58
Cl^-	Dissolução de NaCl. Adição a partir da chuva e deposição seca Poluição (efluentes domésticos e industriais; atividades mineiras, salmouras, <i>road salt</i> – tráfego rodoviário) Descarga de águas termais ou águas subterrâneas salinizadas	7,8
SO_4^{2-}	Dissolução de pirite Dissolução de gesso e anidrite Adição a partir da chuva e deposição seca Descarga de águas termais e dissolução de voláteis de origem vulcânica Poluição (deposição de enxofre da atmosfera a partir da queima de carvão, fertilizantes e pesticidas agrícolas; efluentes industriais)	3,7
$\text{SiO}_2(\text{aq})$	Dissolução de silicatos	14

Vários estudos têm vindo a ser conduzidos por forma a não só caracterizar a composição elementar da água em massas lânticas do arquipélago dos Açores, bem como para identificar os processos hidrogeoquímicos que a explicam (Cruz *et al.*, 2006; Antunes, 2009 Andrade, 2019). Em geral, as fácies hidrogeoquímicas predominantes são cloretadas sódicas, o que resulta da influência da adição de sais marinhos atmosféricos, e bicarbonatadas sódicas, estas últimas sugerindo o efeito cumulativo do contributo da interação água-rocha, ao longo da qual a neutralização da acidez da água é promovida pela dissolução de silicatos (Andrade *et al.*, 2024). Nalguns casos, como

sejam as Lagoas da Furna do Enxofre (Graciosa) e das Furnas (em São Miguel), o enriquecimento em HCO_3 mostra que outros processos estão a controlar parcialmente a composição da água, como seja a dissolução de CO_2 de origem vulcânica.

Relativamente à composição da água dos rios nos Açores, o estudo científico mais completo desenvolvido até à data foi reportado por Freire *et al.* (2013), que procederam à análise periódica dos rios principais e afluentes da Ribeira Grande e da Ribeira Quente, ambas na ilha de São Miguel. Estes autores determinaram que as águas são de natureza ligeiramente ácida a básica (pH na gama de 5,41 a 8,70 e 5,90 a 8,10, respetivamente), pouco mineralizadas (condutividade elétrica entre 139 a 456 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e entre 209 e 402 $\mu\text{S}/\text{cm}$, respetivamente), e de fácies bicarbonatada sódica a bicarbonatada cloretada sódica. Uma conclusão importante desta investigação é o facto da fração do caudal associada à contribuição hidrotermal ser igual a 14,9% e 12,8%, respetivamente nas Ribeiras Grande e Quente.

4.2.2 | Composição da água nas lagoas estudadas

A composição elementar da água nos lagos abrangidos pelo presente estudo encontra-se patente nas Tabelas A.1 a A.3 (Anexo A), que compreende ainda a estatística descritiva relativa às várias campanhas de amostragem e ao conjunto geral de dados. Nas Figuras 4.9, 4.11, 4.13, 4.15, 4.17, 4.19, 4.21 e 4.23 representa-se a mesma composição elementar por via de diagramas de caixas (*box-plots*), que permitem evidenciar a distribuição dos valores e a existência de *outliers*. No Anexo D apresentam-se os gráficos respeitantes à variação das principais espécies químicas em solução ao longo da coluna de água (Figuras D.1 a D.42). Neste mesmo Anexo, apresentam-se ainda os diagramas de Piper respeitantes às várias campanhas de amostragem, por massa de água (Figuras D.43 a D.46)

Na elaboração deste trabalho caracteriza-se em particular a composição da água em quatro catiões, nomeadamente o sódio (Na^{2+}), o cálcio (Ca^{2+}), o potássio (K^+) e o magnésio (Mg^{2+}), selecionados em função do seu papel fundamental para a compreensão de um sistema geoquímico lacustre. Podem dividir-se estes elementos em dois grupos segundo a sua dinâmica temporal e espacial; assim sendo, por um lado podem ser consideradas as espécies conservativas (sódio, potássio e magnésio), que não manifestam alterações significativas da sua concentração nos lagos, em virtude da

sua utilização biótica ou de modificações ambientais provocadas pelos seres vivos. Por outro lado, existem as espécies dinâmicas (cálcio), cujas concentrações são influenciadas pelo metabolismo dos organismos residentes nos lagos. Destes quatro elementos, o cálcio é aquele que poderá apresentar maiores variações, quer espaciais, quer sazonais (Wetzel, 1993).

O ião Na^{2+} , que se encontra sobretudo nas rochas silicatadas da crosta terrestre sob a forma da albite, tem uma solubilidade elevada e é difícil de precipitar, pelo que a sua concentração nos lagos apresenta uma distribuição temporal e espacial relativamente estável (Custódio & Llamas, 1983; Wetzel, 1993; Albarède, 2003). Deste modo, a atuação do sistema tamponizante da água dos lagos é responsável pela lixiviação deste elemento para a solução, por intermédio da dissolução de minerais silicatados.

O sódio é dos quatro elementos catiónicos acima referidos o mais representativo em todos os lagos estudados, com resultados a variar entre um valor máximo de 20,68 mg/L, na Lagoa de Santiago, e um mínimo de 8,23 mg/L, na Lagoa Negra (Tabelas A.1 a A.3). Quando considerado o valor médio ao longo de toda a coluna de água podemos verificar novamente que o valor médio mais elevado ocorre na Lagoa Negra ($11,41 \pm 1,25$ mg/L), enquanto o valor médio mais reduzido é encontrado na Lagoa do Congro ($10,30 \pm 0,95$ mg/L).

Não se observam variações significativas ao longo da coluna de água em todas as amostragens realizadas (Figuras D.1 a D.42), como se pode evidenciar pelas Figuras 4.8 e 4.9, apenas se destacando a 2.^a campanha de amostragem na Lagoa de Santiago, em que os teores de sódio são mais baixos em todas as amostras coletadas (Figuras 4.8B e 4.9B). Sendo que o sódio é o principal componente catiónico da água do mar, e uma vez que os lagos dos Açores se localizam muito próximo da linha de costa, estão sujeitos naturalmente à entrada deste elemento em solução a partir dos fenómenos atmosféricos, através do vento e da chuva.

O potássio é elemento com um comportamento muito semelhante ao sódio nos lagos, assim como realiza uma importante função no transporte e na troca de iões (Wetzel, 1993). Na comparação com os restantes catiões, o potássio é mais lento a dissolver-se e a libertar-se devido à sua existência nos minerais mais resistentes à dissolução (Berner & Berner, 1996; Albarède, 2003).

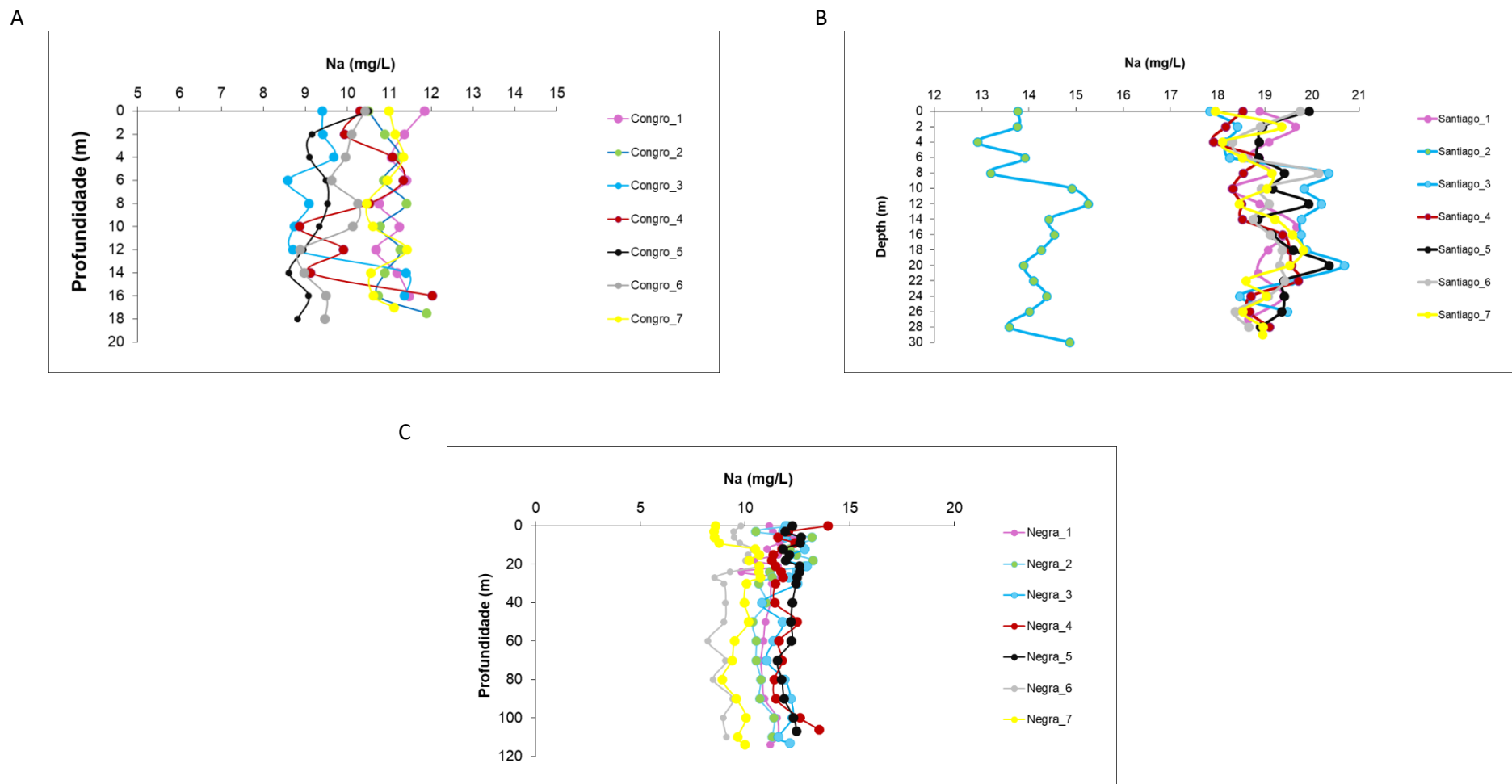


Figura 4.8 | Representação da variação de sódio ao longo da coluna de água nas várias campanhas de amostragem (A) na Lagoa do Congro, (B) na Lagoa de Santiago e (C) na Lagoa Negra.

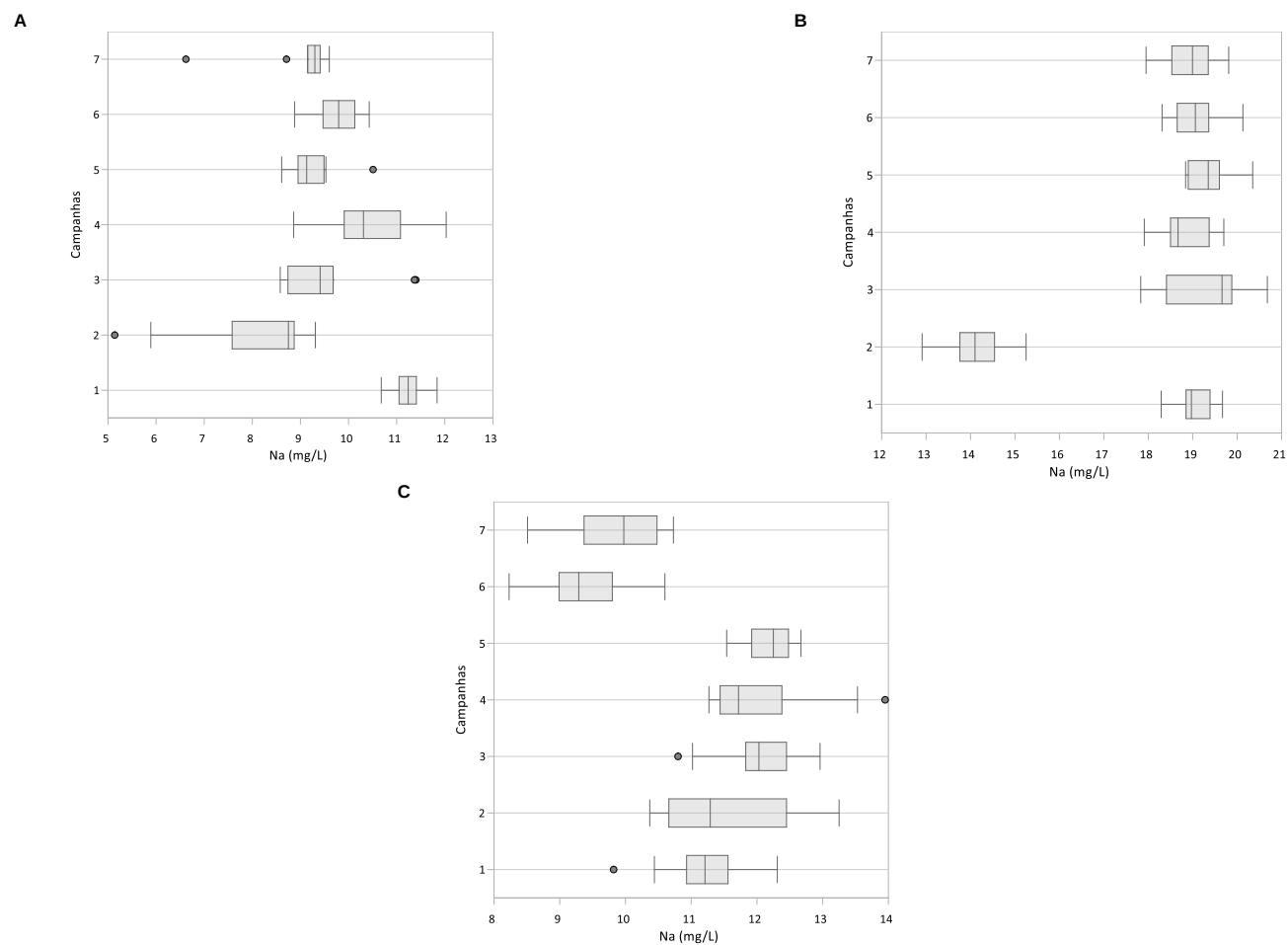


Figura 4.9 | Comparação dos valores de sódio nas várias campanhas de amostragem (A) na Lagoa do Congro, (B) na Lagoa de Santiago e (C) na Lagoa Negra por intermédio de um diagrama de caixas (*box plot*).

Depois do sódio, o potássio é o catião mais representativo na maioria dos lagos dos Açores, o que acontece por exemplo nos sistemas lacustres estudados na ilha de São Miguel, em particular na Lagoa do Congro que apresenta a concentração absoluta mais elevada (7,60 mg/L), bem como o maior valor médio ($4,90 \pm 1,03$ mg/L) (Tabelas A.1 a A.3). A única exceção é a Lagoa Negra, em que o K^+ (média = $1,22 \pm 0,27$ mg/L) apresenta valores inferiores aos restantes catiões analisados.

Esta situação poderá estar relacionada pelo facto das massas de água estudadas em São Miguel se localizarem em bacias hidrográficas com pressão agrícola, em particular na relativa à Lagoa do Congro, onde a área ocupada pela atividade agrícola corresponde a 22,7% do total (Cruz *et al.*, 2023b), ao contrário da Lagoa Negra, assim não é de excluir igualmente uma contribuição de potássio com esta origem (Cruz *et al.*, 2013).

De uma forma geral, não são visíveis variações dos teores em potássio ao longo da coluna de água (Figura 4.10), bem como grandes variações entre amostragens como ilustram os diagramas de caixas apresentados para este elemento (Figura 4.11).

Segundo Wetzel (1993), os organismos vivos necessitam de pequenas quantidades de magnésio no seu metabolismo. O magnésio é um bom elemento para ser aplicado na monitorização vulcânica por não precipitar combinado com qualquer outra espécie nos lagos vulcânicos (Giggenbach & Glover, 1975; Hurst *et al.*, 1991). Este ião não faz parte das emanações gasosas vulcânicas, mas resulta diretamente da interação entre a água e as rochas. Apesar disso, a sua concentração poderá variar e depender indiretamente da influência de fenómenos vulcânicos (Giggenbach & Glover 1975; Sigurdsson, 1987; Varekamp, 2002). A adição deste ião às águas dos lagos vulcânicos é sinal de que a água subterrânea contata com a rocha a temperaturas e profundidades consideráveis e depois alimenta os lagos (Hurst *et al.*, 1991).

Uma outra entrada deste elemento nos lagos dever-se-á à precipitação atmosférica, que implica o acarreio de sais de origem marinha pela chuva, e à dissolução de minerais silicatados do substrato, sendo o primeiro destes processos uma das principais fontes.

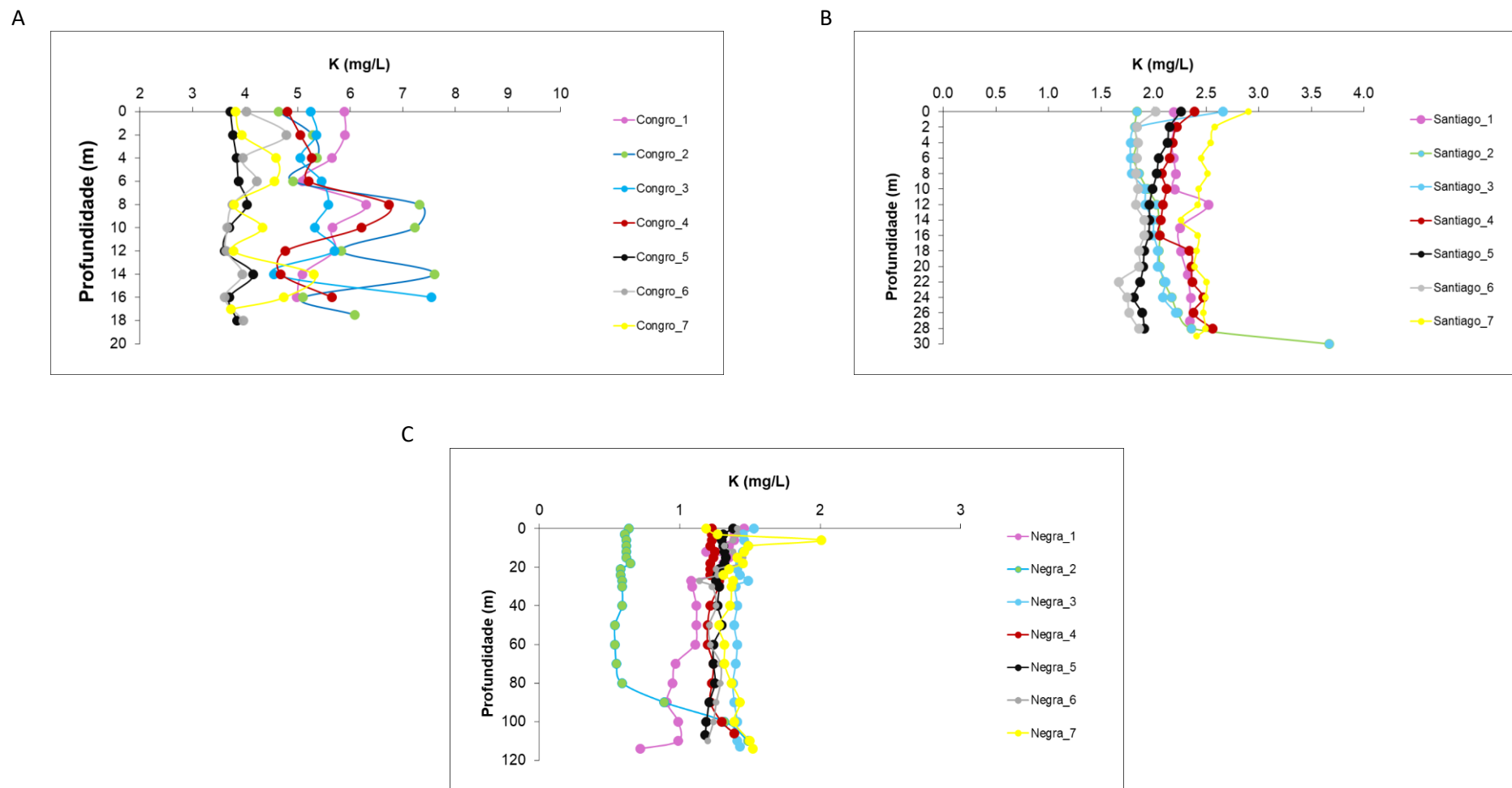


Figura 4.10 | Representação da variação de potássio ao longo da coluna de água nas várias campanhas de amostragem (A) na Lagoa do Congro, (B) na Lagoa de Santiago e (C) na Lagoa Negra.

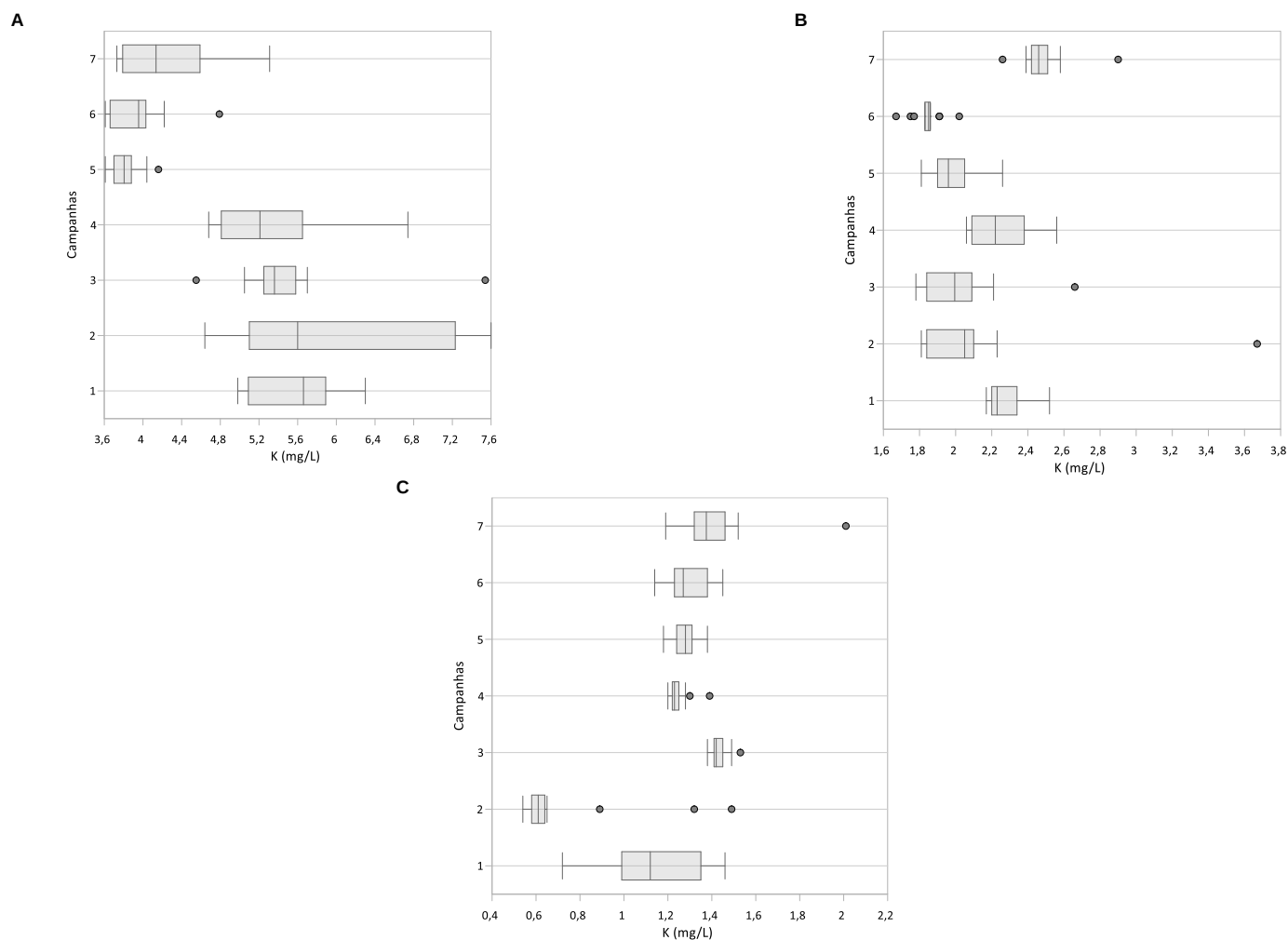


Figura 4.11| Comparação dos valores de potássio nas várias campanhas de amostragem (A) na Lagoa do Congro, (B) na Lagoa de Santiago e (C) na Lagoa Negra por intermédio de um diagrama de caixas (*box plot*).

O valor máximo encontrado ocorreu na Lagoa Negra (3,95 mg/L), e o mínimo na Lagoa de Santiago (0,54 mg/L), sendo esta última a que apresenta a média mais baixa quando comparada com as restantes massas de água estudadas ($0,93 \pm 0,22$ mg/L) (Tabelas A.1 a A.3). Como outros elementos já descritos anteriormente, o magnésio é um dos cátions que têm um comportamento estável ao longo de quase toda a coluna de água (Figura 4.12). Com efeito, não se verificam diferenças significativas nos variados níveis de profundidade, nem influência sazonal, como mostram os diagramas de caixas apresentados para este efeito (Figura 4.13), assim como os valores reduzidos de desvio padrão.

O cálcio é um elemento necessário ao desenvolvimento e à dinâmica populacional da flora e da fauna de água doce. O seu teor nos lagos normalmente não proporciona grandes variações sazonais em profundidade no período em que os lagos não se encontram estratificados, pois em lagos de águas macias a concentração encontra-se muito abaixo dos níveis de saturação, podendo somente ser incrementada em profundidade durante a estratificação de origem térmica (Wetzel, 1993).

Este efeito é evidenciado pela Figura 4.14, onde ocorre um ligeiro aumento da concentração de cálcio no *hipolimnion* na Lagoa do Congro, coincidente com as amostragens em que a lagoa se encontra estratificada. Já a Lagoa Negra, que durante grande parte do ano se encontra estratificada, é a que apresenta valores mais elevados de cálcio em toda a coluna de água.

As estatísticas descritivas referentes aos resultados analíticos do cálcio mostram um valor máximo de 7,71 mg/L e um mínimo de 0,98 mg/L, respetivamente nas Lagoas Negra e de Santiago (Tabelas A.1 a A.3). Em todos os lagos estudados não são visíveis grandes diferenças nas concentrações médias de cálcio comparando as sete campanhas de amostragem efetuadas, como mostram os diagramas de caixas apresentados na Figura 4.15, bem como os valores estatísticos descritivos.

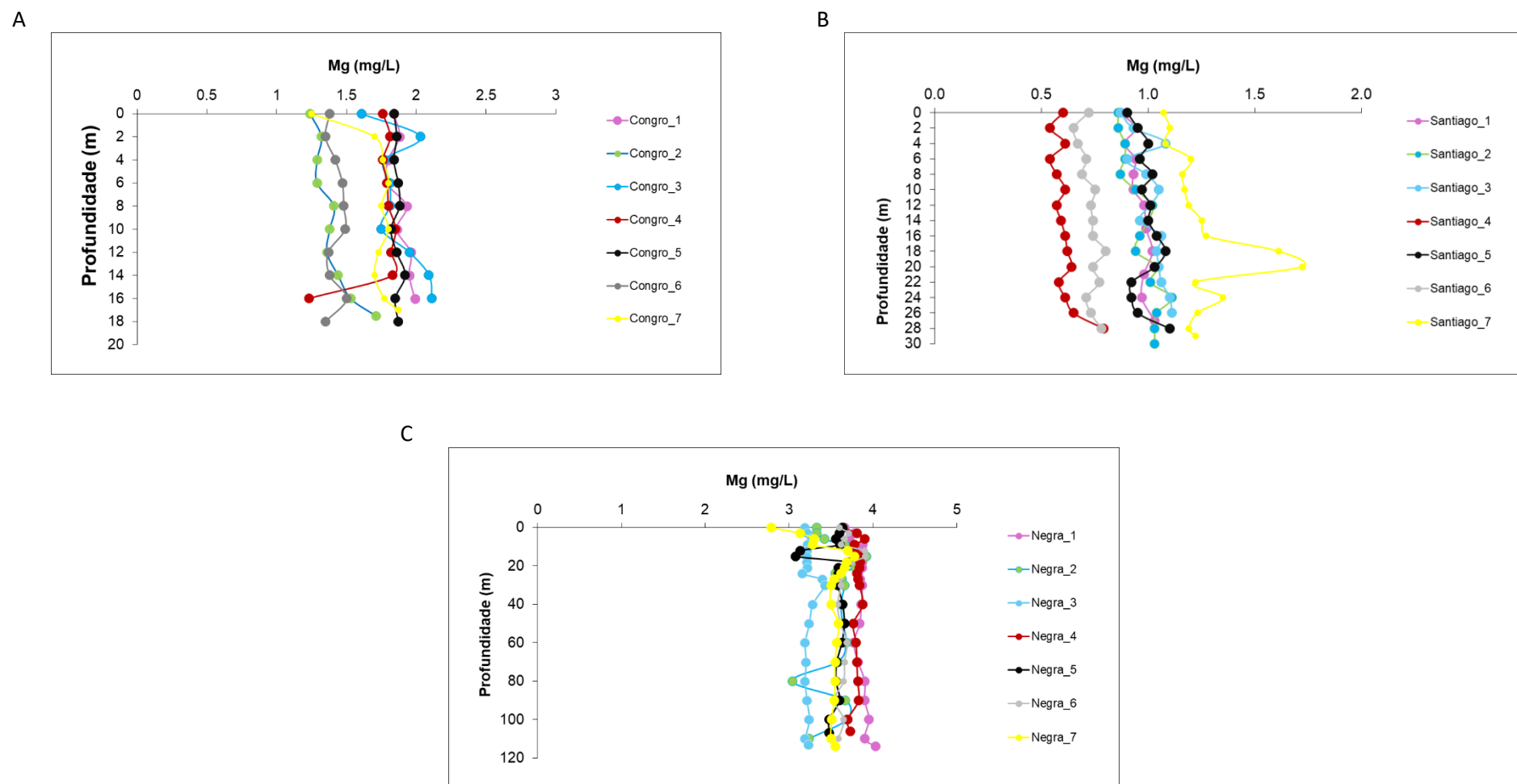


Figura 4.12 | Representação da variação de magnésio ao longo da coluna de água nas várias campanhas de amostragem (A) na Lagoa do Congro, (B) na Lagoa de Santiago e (C) na Lagoa Negra

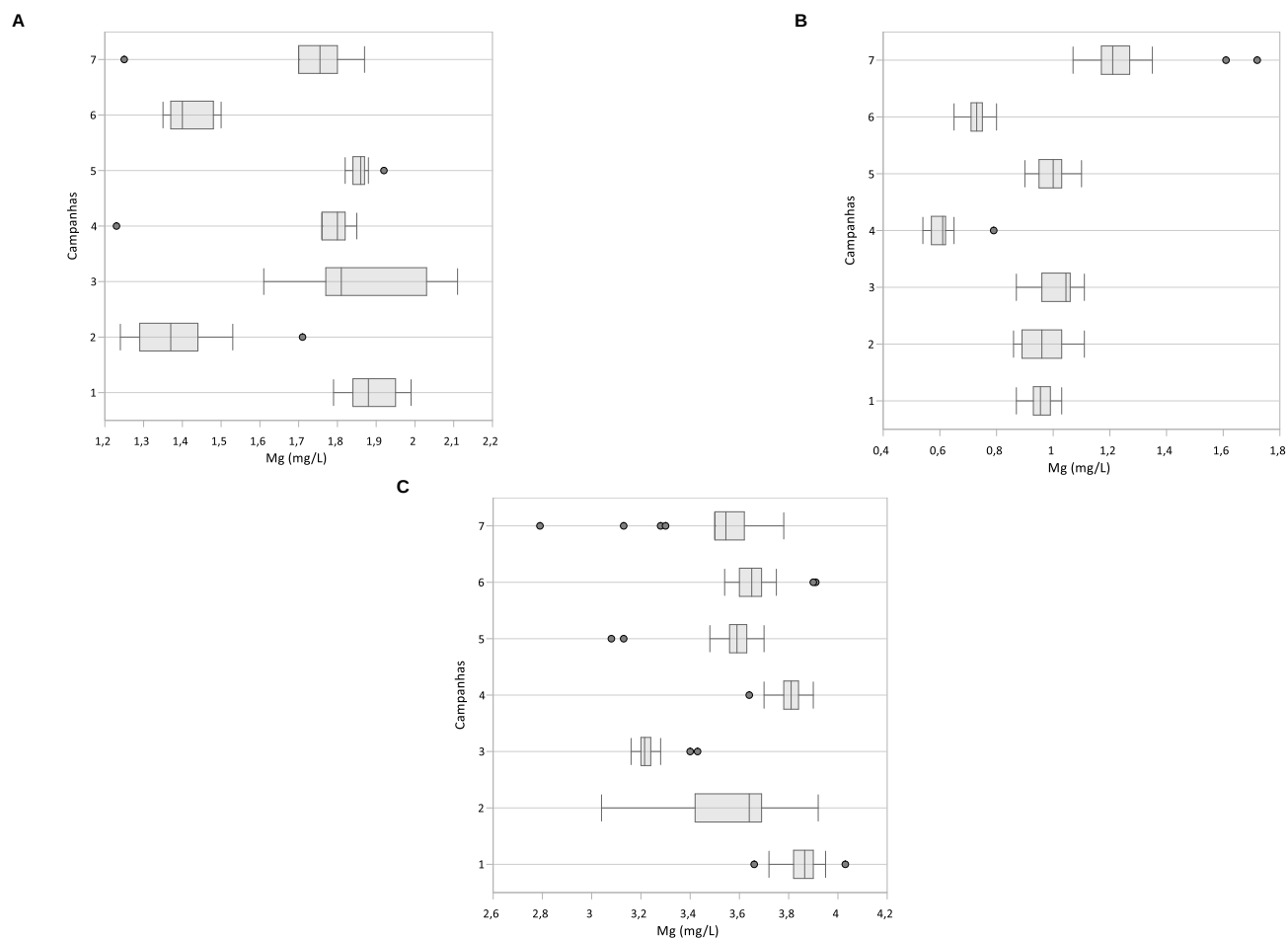


Figura 4.13 | Comparação dos valores de magnésio nas várias campanhas de amostragem (A) na Lagoa do Congo, (B) na Lagoa de Santiago e (C) na Lagoa Negra por intermédio de um diagrama de caixas (*box plot*).

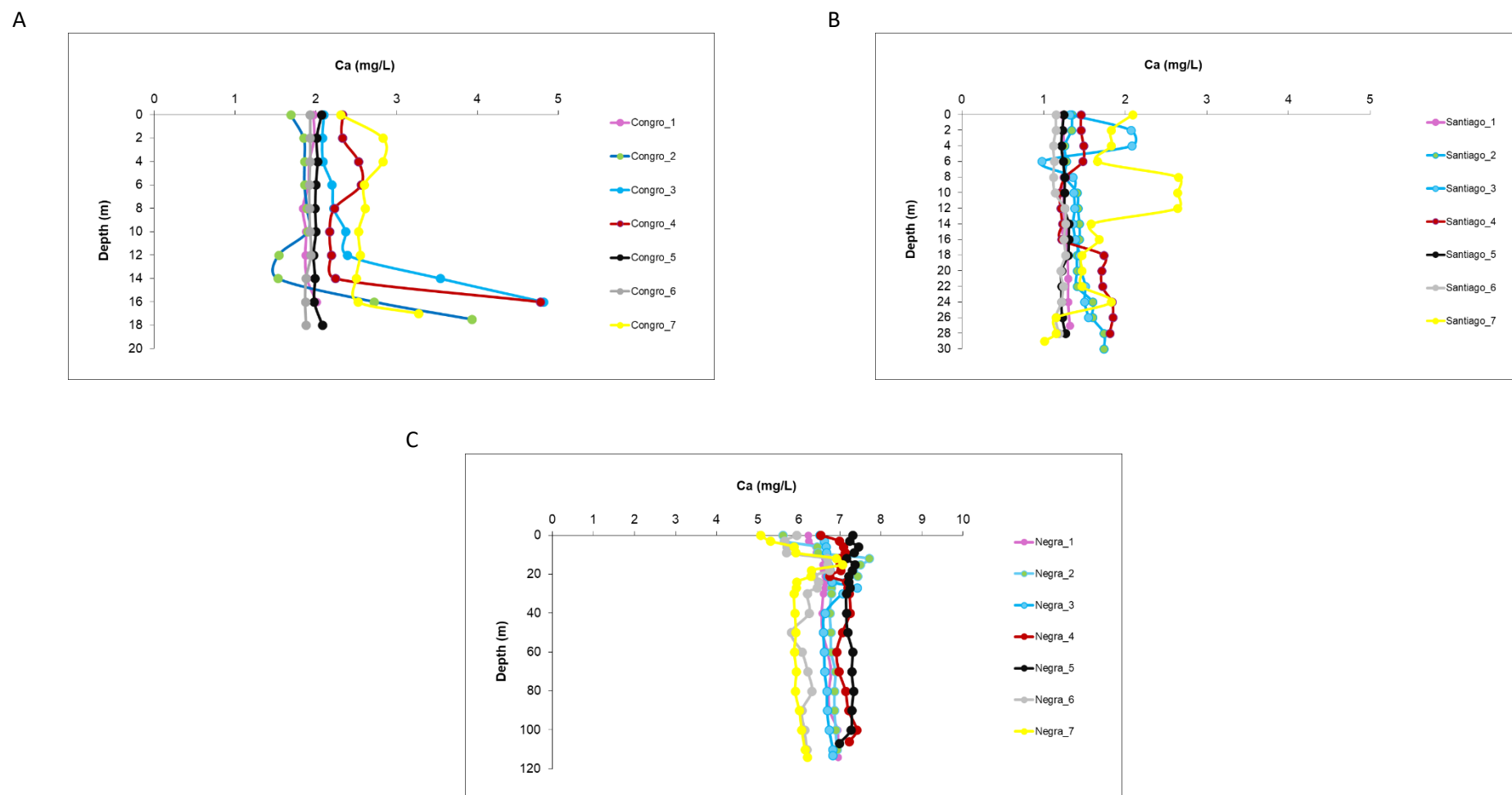


Figura 4.14 | Representação da variação de cálcio ao longo da coluna de água nas várias campanhas de amostragem (A) na Lagoa do Congro, (B) na Lagoa de Santiago e (C) na Lagoa Negra

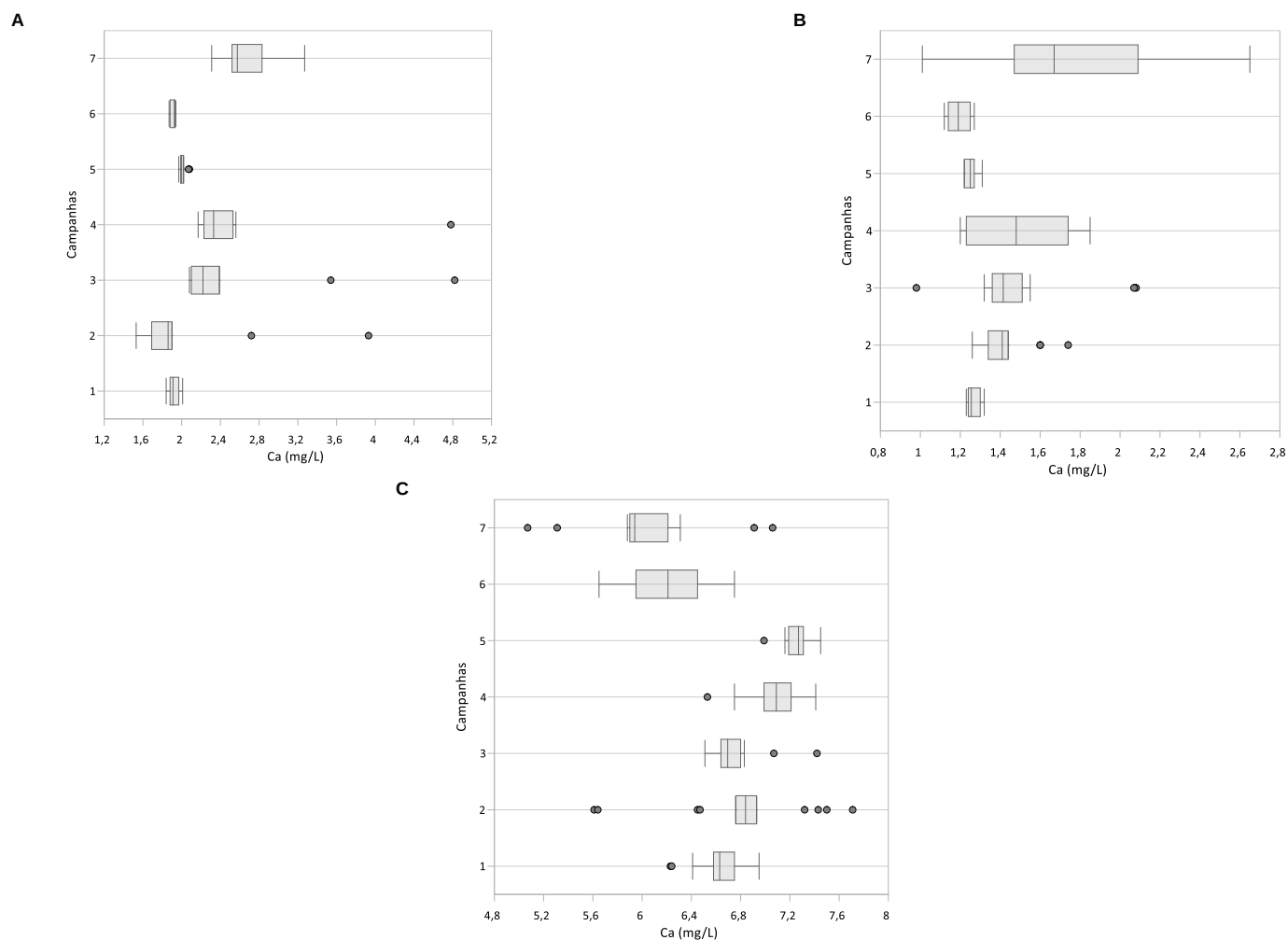


Figura 4.15 | Comparação dos valores de cálcio nas várias campanhas de amostragem (A) na Lagoa do Congro, (B) na Lagoa de Santiago e (C) na Lagoa Negra por intermédio de um diagrama de caixas (*box plot*).

Os aniões principais (concentração superior a 1 mg/L) estudados no âmbito presente trabalho foram o sulfato (SO_4^{2-}), o cloreto (Cl^-), o bicarbonato (HCO_3^-) e o fluoreto (F^-). A par de outros elementos já abordados, estes são de igual importância para a caracterização do sistema geoquímico de uma massa de água lântica.

A variação do teor em bicarbonato depende do comportamento do CO_2 na água dos lagos, responsável por uma ação tamponizante, sobretudo em lagos alcalinos, e cuja concentração depende das trocas efetuadas à superfície entre a fase gasosa e a água. Assim, parte do bicarbonato existente na água dos lagos poderá resultar da interação água-rocha, que promove a neutralização do pH, a partir de duas fontes diferentes, por um lado o carbono devido à lixiviação dos minerais carbonatados, como a calcite e a dolomite, e por outro lado pela reação do dióxido de carbono dissolvido com os minerais silicatados (Wetzel, 1993).

Em lagos localizados no interior de estruturas vulcânicas ativas pode ocorrer interação com fluidos de natureza magmática, pelo que a entrada de CO_2 de origem vulcânica se sobrepõe ao ciclo tradicional do dióxido de carbono nos sistemas aquáticos abertos (Kusakabe *et al.*, 1989; Aguilera *et al.*, 2000; Varekamp *et al.*, 2000). Se o enriquecimento em CO_2 for resultante da influência vulcânica irá observar-se um aumento de H_2CO_3 , que por sua vez resultará no aumento do anião bicarbonato, sendo uma das principais fontes de acidificação das águas dos lagos (Armienta *et al.*, 2000; Kusakabe *et al.*, 2000).

De todos os sistemas lacustres alvo de estudo pode constatar-se que a Lagoa do Congro apresenta um valor médio mais baixo de concentração em bicarbonato ($31,51 \text{ mg/L} \pm 6,66$), quando comparada com a Lagoa de Santiago ($44,56 \text{ mg/L} \pm 4,93$), e Negra ($56,55 \pm 19,68 \text{ mg/L}$) (Tabelas A.1 a A.3). De forma geral, grande parte dos valores máximo, mínimo e médio referentes às concentrações em bicarbonato são inferiores nas amostragens de inverno, quando comparados com as amostragens de verão, facto este devido a uma maior circulação da água nos sistemas, que por seu turno provoca uma homogeneização do bicarbonato em profundidade (Figuras 4.16 e 4.17).

À medida que a termoclina se vai formando a mistura da água ao longo da coluna de água nos sistemas lacustres vai sendo progressivamente mais difícil, verificando-se assim uma diferença na concentração desta espécie ao longo da coluna de água, particularmente, na superfície e no fundo dos lagos. Esta situação é notória nos perfis realizados no período mais quente do ano (julho/agosto), concretamente durante a 7.^a

campanha de amostragem (Figura 4.16). Também a decomposição da matéria orgânica no fundo destes lagos, contribui para o aumento do bicarbonato na água como resultado da entrada em solução do dióxido de carbono.

O ião cloreto é considerado como conservativo, não reativo, pois não forma complexos, tem uma interação limitada com a superfície mineral, não sendo dominante nos sistemas de lagos abertos (Wetzel, 1993; Berner & Berner, 1996; Drever, 1997). Wetzel (1993) indica várias fontes principais de entrada de cloretos em sistemas de água abertos em regiões temperadas, nomeadamente: (1) transporte atmosférico a partir de sais marinhos em regiões costeiras, (2) dissolução da halite, (3) input de águas minerais nas regiões vulcânicas e, (4) as fontes poluidoras diversas, como os efluentes domésticos e industriais.

Depois do bicarbonato, que é o anião dominante nos três lagos estudados, o cloreto é a segunda espécie aniónica dominante. O valor máximo foi observado na Lagoa Negra (17,49 mg/L), enquanto o teor mínimo foi determinado numa amostra recolhida na Lagoa do Congro (11,02 mg/L) (Tabelas A.1 a A.3). Os valores médios em ambas as lagoas não apresentam diferenças significativas, sendo iguais a $12,23 \pm 0,39$ mg/L, $14,28 \pm 0,58$ mg/L, e $16,39 \pm 0,32$ mg/L, respetivamente nas Lagoas do Congro, Santiago e Negra. Não são observáveis diferenças entre as diversas campanhas de amostragem efetuadas, o que aliás é também corroborado pelas estatísticas descritivas respeitantes a cada lagoa (Figuras 4.18 e 4.19).

Considerando que o cloreto, a par do sódio, são os principais componentes da água do mar, os valores de concentração determinados no presente projeto podem ser afetados pela localização dos lagos dos Açores nas proximidades do oceano, o que acarreta possíveis incrementos destes elementos a partir dos fenómenos atmosféricos, através do vento e da chuva.

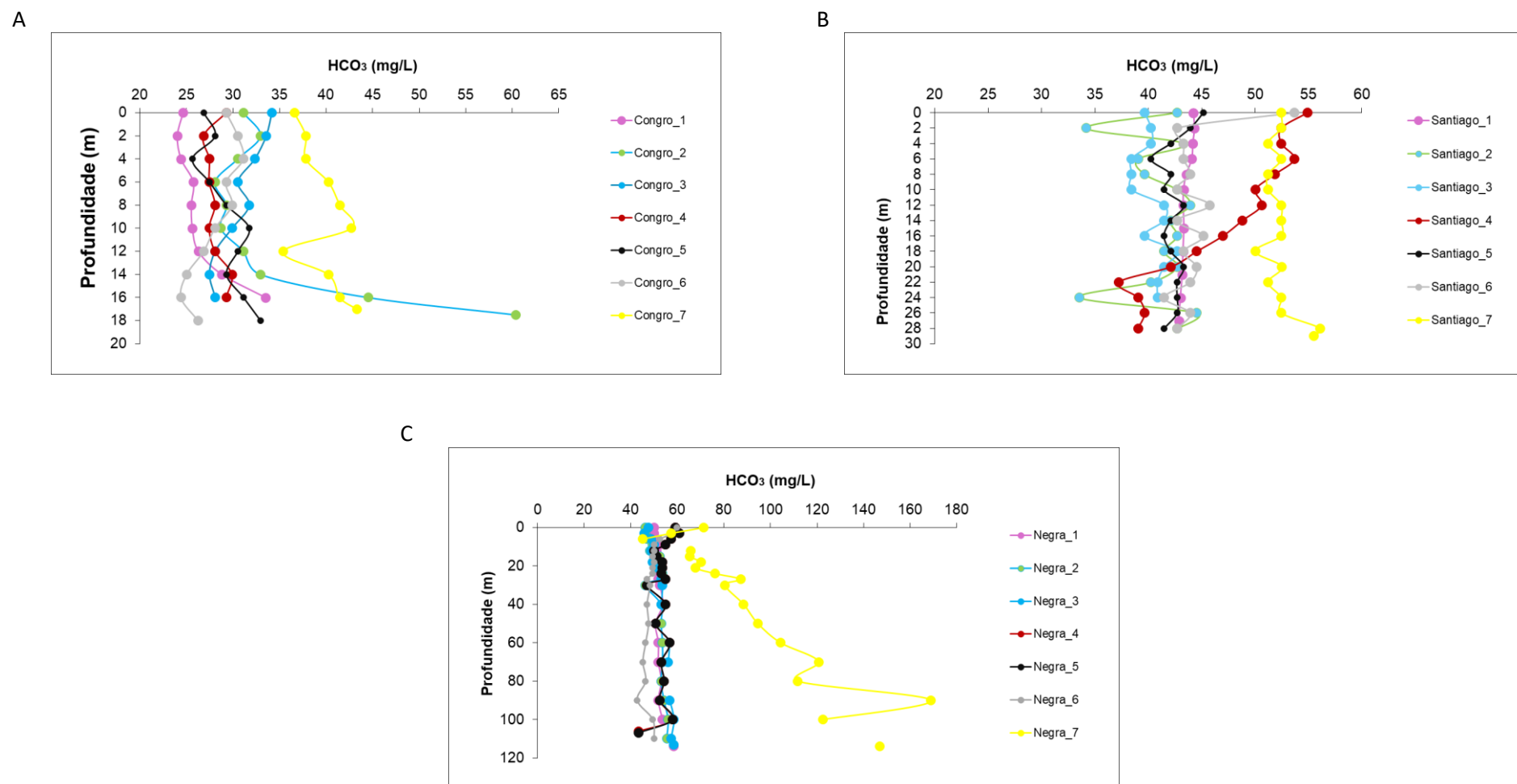


Figura 4.16 | Representação da variação de bicarbonato ao longo da coluna de água nas várias campanhas de amostragem (A) na Lagoa do Congro, (B) na Lagoa de Santiago e (C) na Lagoa Negra.

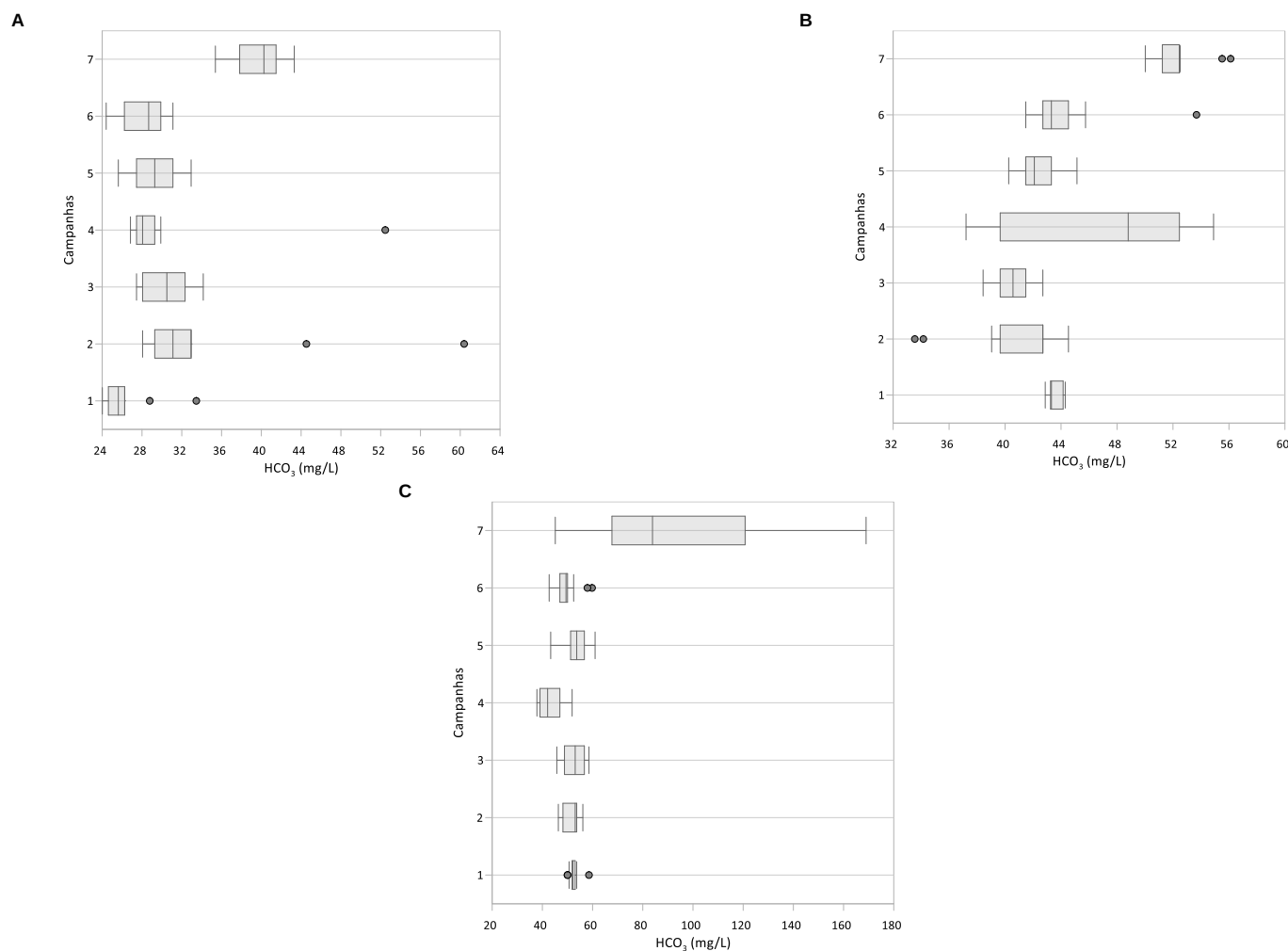


Figura 4.17 | Comparação dos valores de bicarbonato nas várias campanhas de amostragem (A) na Lagoa do Congro, (B) na Lagoa de Santiago e (C) na Lagoa Negra por intermédio de um diagrama de caixas (*box plot*).

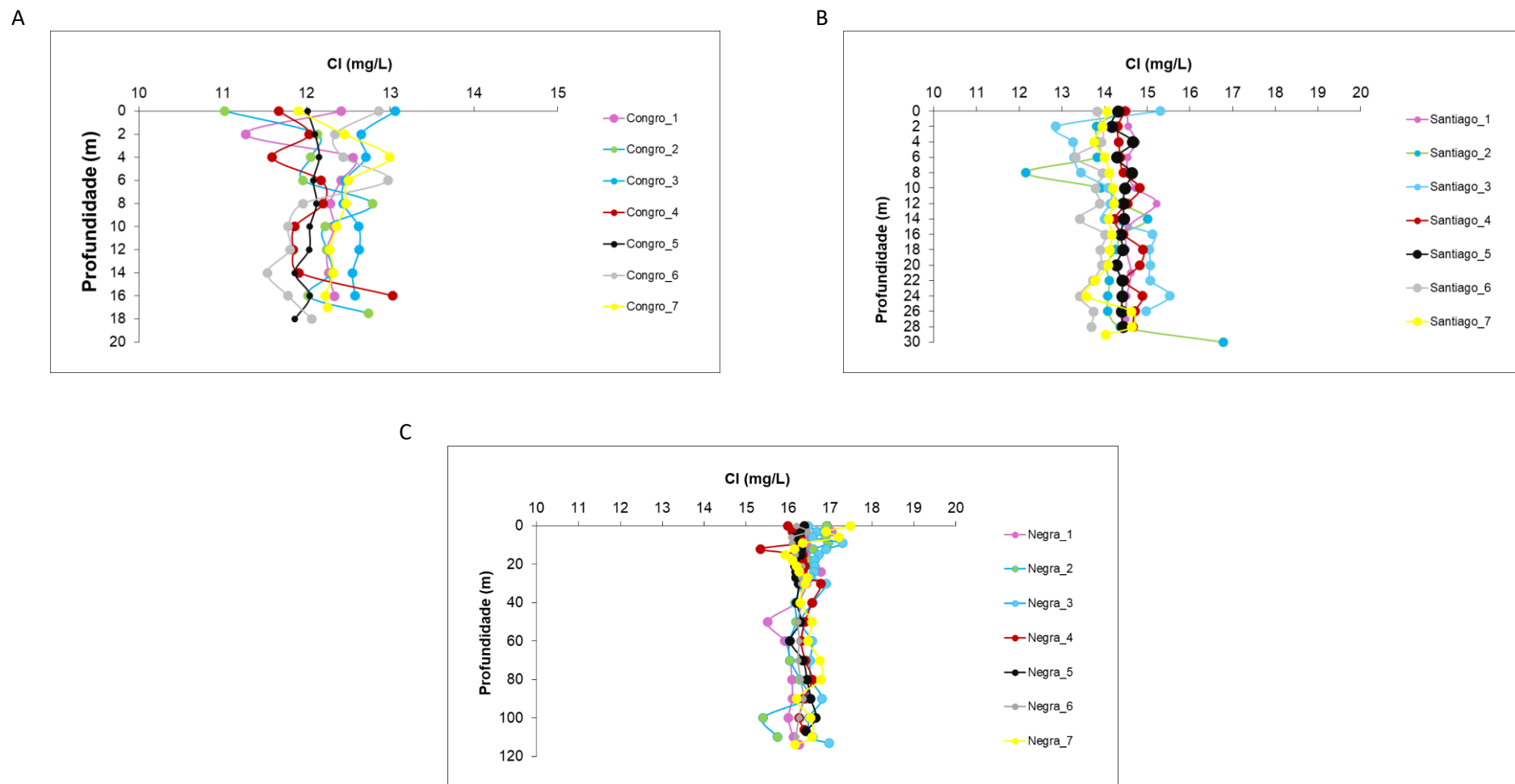


Figura 4.18 | Representação da variação de cloreto ao longo da coluna de água nas várias campanhas de amostragem (A) na Lagoa do Congro, (B) na Lagoa de Santiago e (C) na Lagoa Negra.

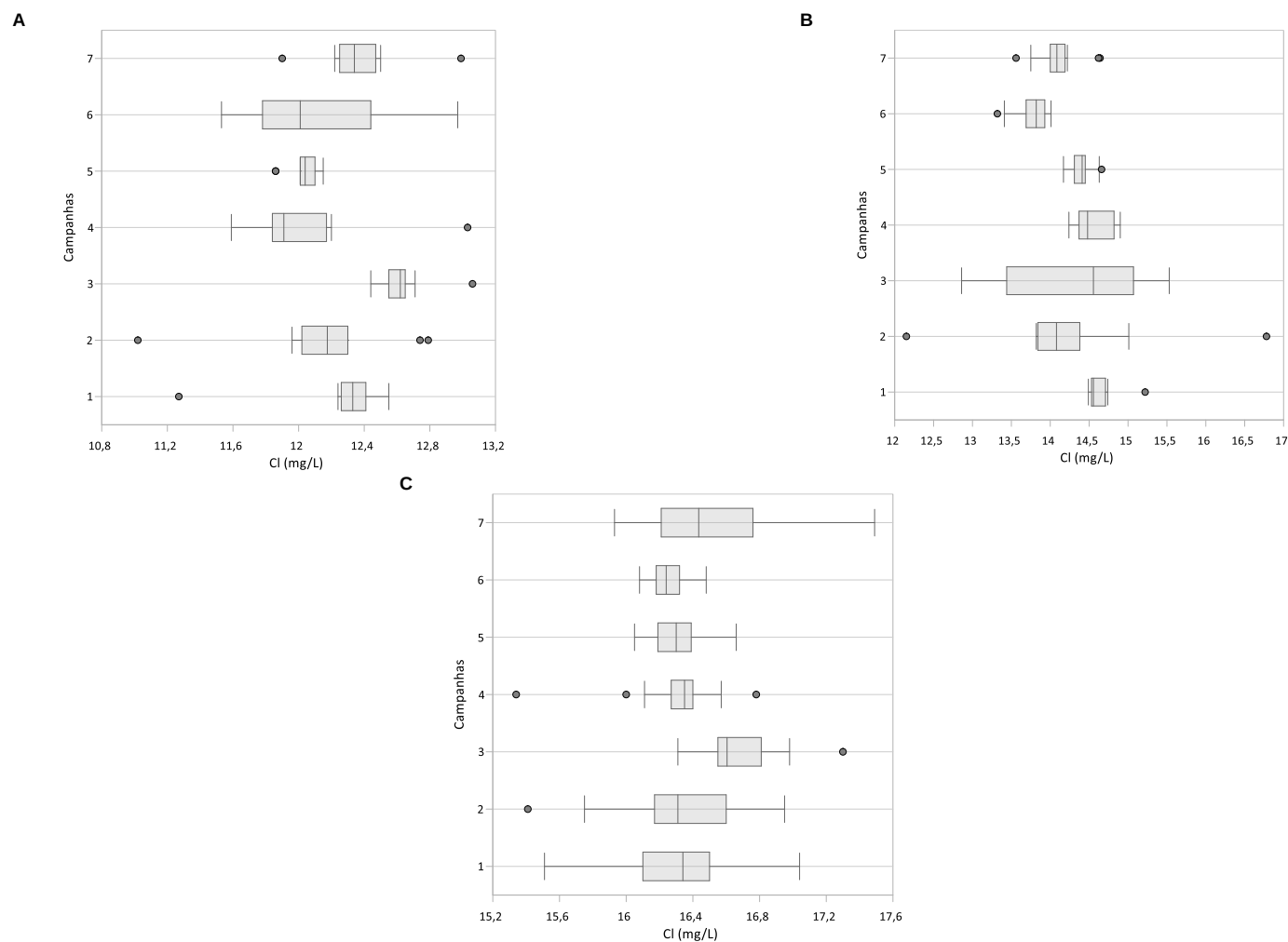


Figura 4.19 | Comparação dos valores de cloreto nas várias campanhas de amostragem (A) na Lagoa do Congro, (B) na Lagoa de Santiago e (C) na Lagoa Negra por intermédio de um diagrama de caixas (*box plot*).

O enxofre, sobre variadas formas, como o H_2S , são um constituinte importante nas emanções de gases magmáticos. Neste contexto, é natural a existência de sulfato em águas de superfície e subterrâneas áreas de natureza vulcânica em resultado da oxidação de formas reduzidas de S. Assim, é comum encontrar o SO_4^{2-} em locais onde o gás H_2S reage em ambientes aeróbios (Takano & Watanuki, 1990; Kusakabe *et al.*, 2000b). Trabalhos anteriores em lagos vulcânicos indicam que a variação da concentração deste ião pode preceder a uma crise vulcânica (Poorter *et al.*, 1989; Takano *et al.*, 2000). No entanto, o sulfato (SO_4^{2-}) poderá variar nos lagos de água doce por ser muito afetado pela atividade fotossintética microbial (Wetzel, 1993).

Depois do bicarbonato e do cloreto, o sulfato é o anião mais representativo nos sistemas lacustres estudados, com o valor máximo a ser observado na Lagoa Negra (12,59 mg/L) e o mínimo na Lagoa do Congro (4,49 mg/L) (Tabelas A.1 a A.3). Em quase em todas as campanhas de amostragem o sulfato comporta-se de forma estável, com concentrações em grande parte no intervalo entre 5 a 10 mg/L (Figura 4.20 e 4.21).

Verifica-se, igualmente, que os valores não variam muito ao longo da coluna de água, em especial nas amostragens em que não existe estratificação (Figuras 4.1 a 4.3). Em oposição, é notória uma maior variação dos valores de sulfato em profundidade, em particular nas amostragens onde se verifica diferença térmica ao longo da coluna de água, como por exemplo na 2.^a e 7.^a campanhas de amostragem (Figura 4.21). Esta situação poderá estar relacionada com o metabolismo dos biota, uma vez que o enxofre é utilizado por todo os organismos vivos, tanto na forma orgânica, como inorgânica. A sua alteração, nomeadamente a redução do sulfato nas águas estratificadas, tem uma ação importante no ciclo dos restantes nutrientes, na produtividade dos ecossistemas e na distribuição dos biota (Wetzel, 1993).

Para além da possível origem do sulfato nestas águas já anteriormente mencionada, não se exclui uma contribuição do sulfato com origem nos fertilizantes agrícolas. Com efeito, o sulfato é um dos elementos que integra muitos dos corretivos químicos utilizados na agricultura/pecuária, sugerindo-se que o seu enriquecimento nos sistemas lacustres poderá estar relacionada, pelo menos parcialmente, com a poluição agrícola (Cruz *et al.*, 2013). Estes lagos, estão localizados em bacias hidrográficas onde se exercem atividades ligadas à agropecuária, situação que poderá justificar um aumento do sulfato na água dos lagos devido à poluição provocada pelo excesso de adubação dos terrenos.

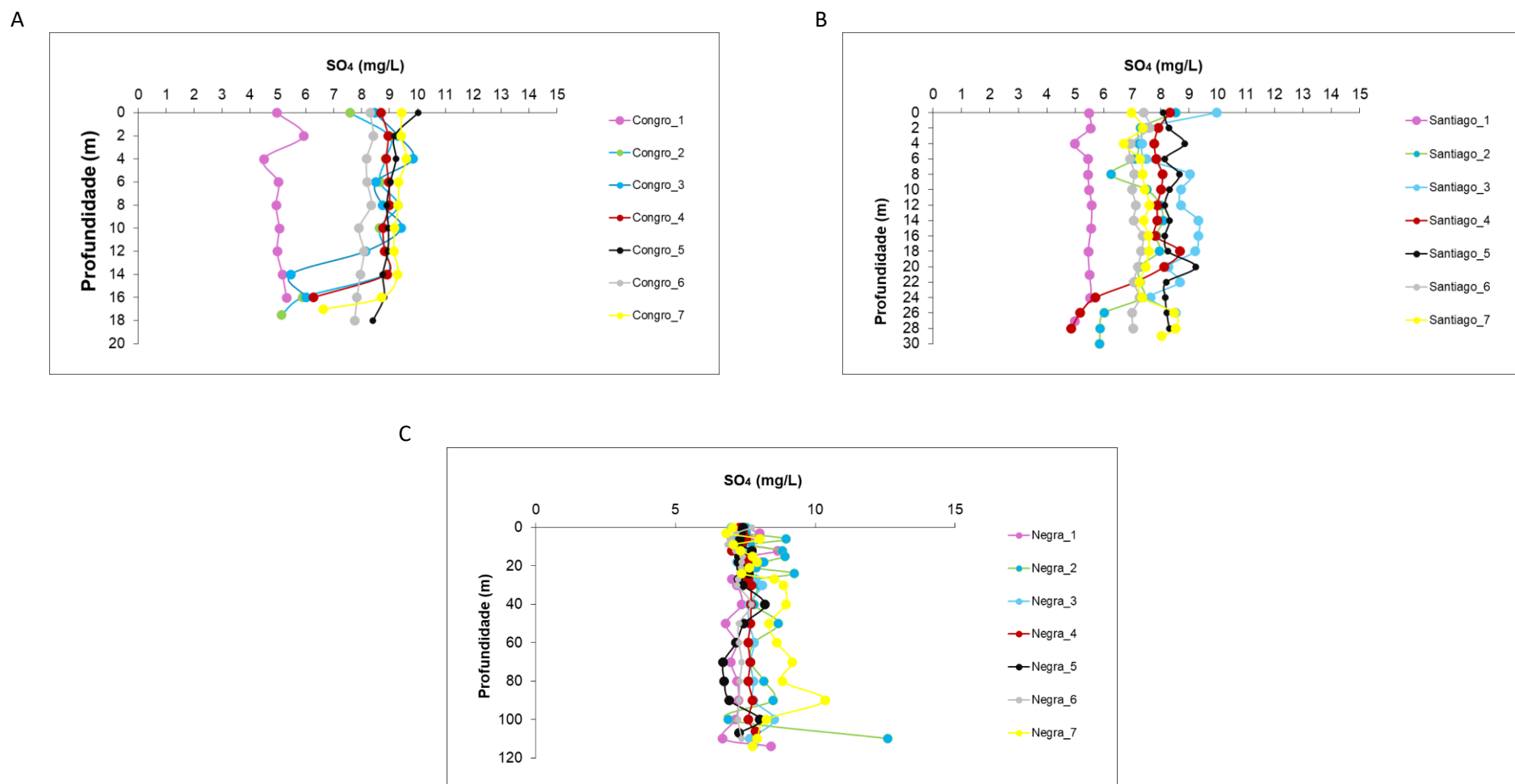


Figura 4.20 | Representação da variação de sulfato ao longo da coluna de água nas várias campanhas de amostragem (A) na Lagoa do Congro, (B) na Lagoa de Santiago e (C) na Lagoa Negra.

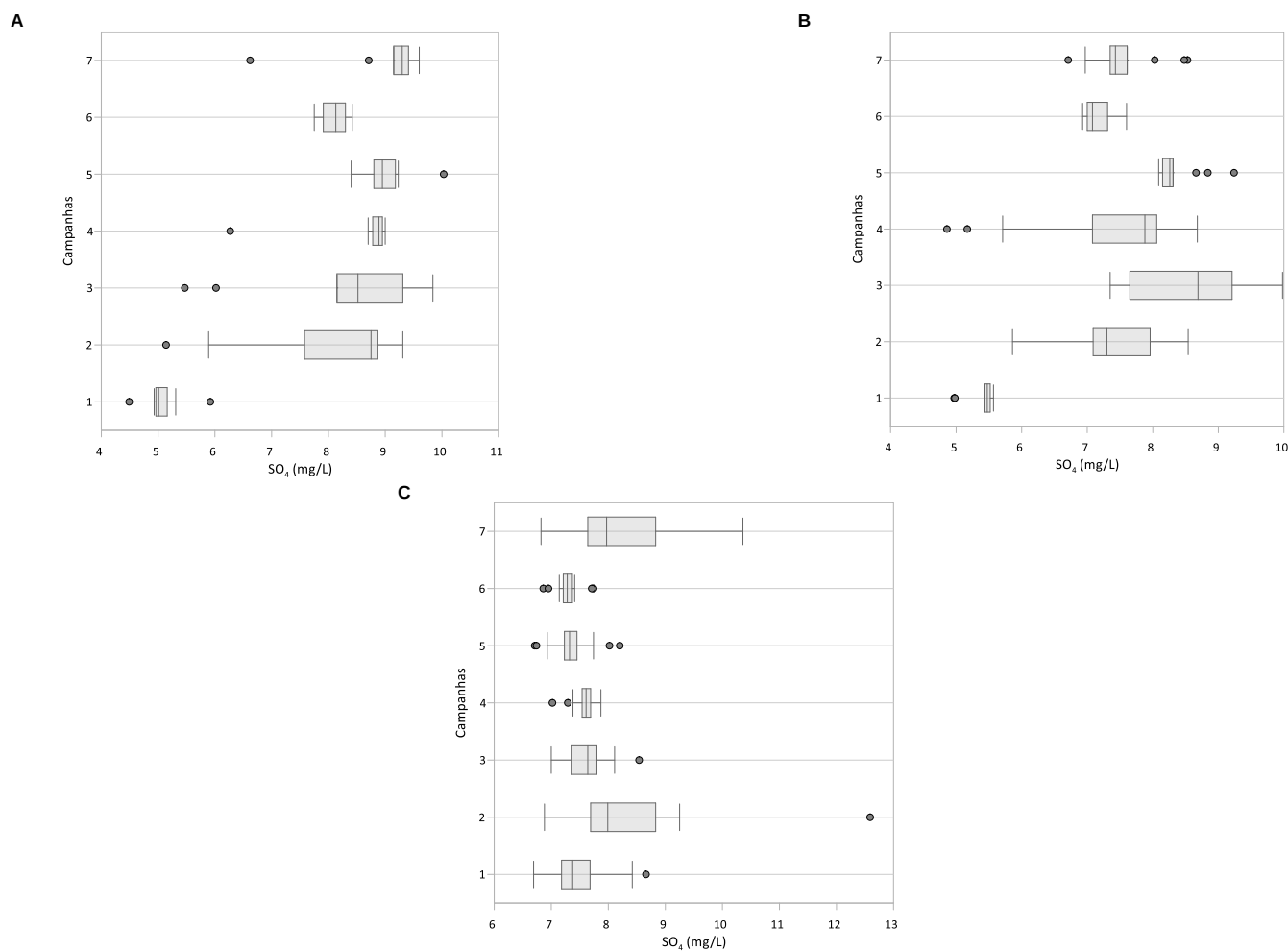


Figura 4.21 | Comparação dos valores de sulfato nas várias campanhas de amostragem (A) na Lagoa do Congro, (B) na Lagoa de Santiago e (C) na Lagoa Negra por intermédio de um diagrama de caixas (*box plot*).

O flúor é o elemento mais leve do grupo dos halogénios, e também o mais eletronegativo da tabela periódica, sendo que a sua forma iónica mais comum nas águas é o fluoreto (Tylanda, 2003). O flúor pode encontrar-se associado ao fósforo, alumínio e também como constituinte de silicatos. Este elemento existe naturalmente nas rochas, plantas, ar, água e solo, e ainda faz parte de alguns materiais plásticos e fertilizantes, entrando na cadeia alimentar sob a forma de fluoretos. Entra na atmosfera através das emissões vulcânicas e através da ação do vento sobre o solo (Tylanda, 2003).

Nos lagos estudados o valor máximo de fluoreto determinado foi de 1,22 mg/L (Lagoa de Santiago). Nas Tabelas A.1 a A.3 podemos ainda constatar que a mesma lagoa foi a que apresentou teores mais elevados, com um valor médio superior aos restantes lagos ($1,09 \pm 0,07$). Observa-se, ainda, que o valor mínimo foi encontrado na Lagoa de Santiago (0,92 mg/L), superior aos teores máximos detetados nos restantes sistemas lacustres estudados, respetivamente igual a 0,18 mg/L nas Lagoas do Congro e Negra.

Em geral, em todos os lagos estudados, os valores apresentam um comportamento homogéneo ao longo da coluna de água e próximo da mesma ordem de grandeza (Figuras 4.22 e 4.23). A principal fonte natural de fluoreto nas águas destes sistemas é a interação água-rocha, através da dissolução de termos litológicos com minerais que contêm flúor, nomeadamente silicatos, como as anfíbolas e as plagioclases, fluor-apatite e fluorite. As águas do escoamento também incorporam os fluoretos na sua composição, e transportam esta espécie iónica para as lagoas. Realça-se que a precipitação atmosférica promove a alteração das rochas da crosta terrestre e do solo, mas dissolve pouca quantidade de fluoretos (Tylanda, 2003).

A sílica é um óxido que resulta da combinação do oxigénio com o silício. O silício poderá ser classificado como um elemento ligeiramente incompatível no manto. Na crosta terrestre e na parte mais superficial do manto o silício encontra-se maioritariamente sob a forma de sílica, composto estável quando submetido a diferentes pressões (Albarède, 2003).

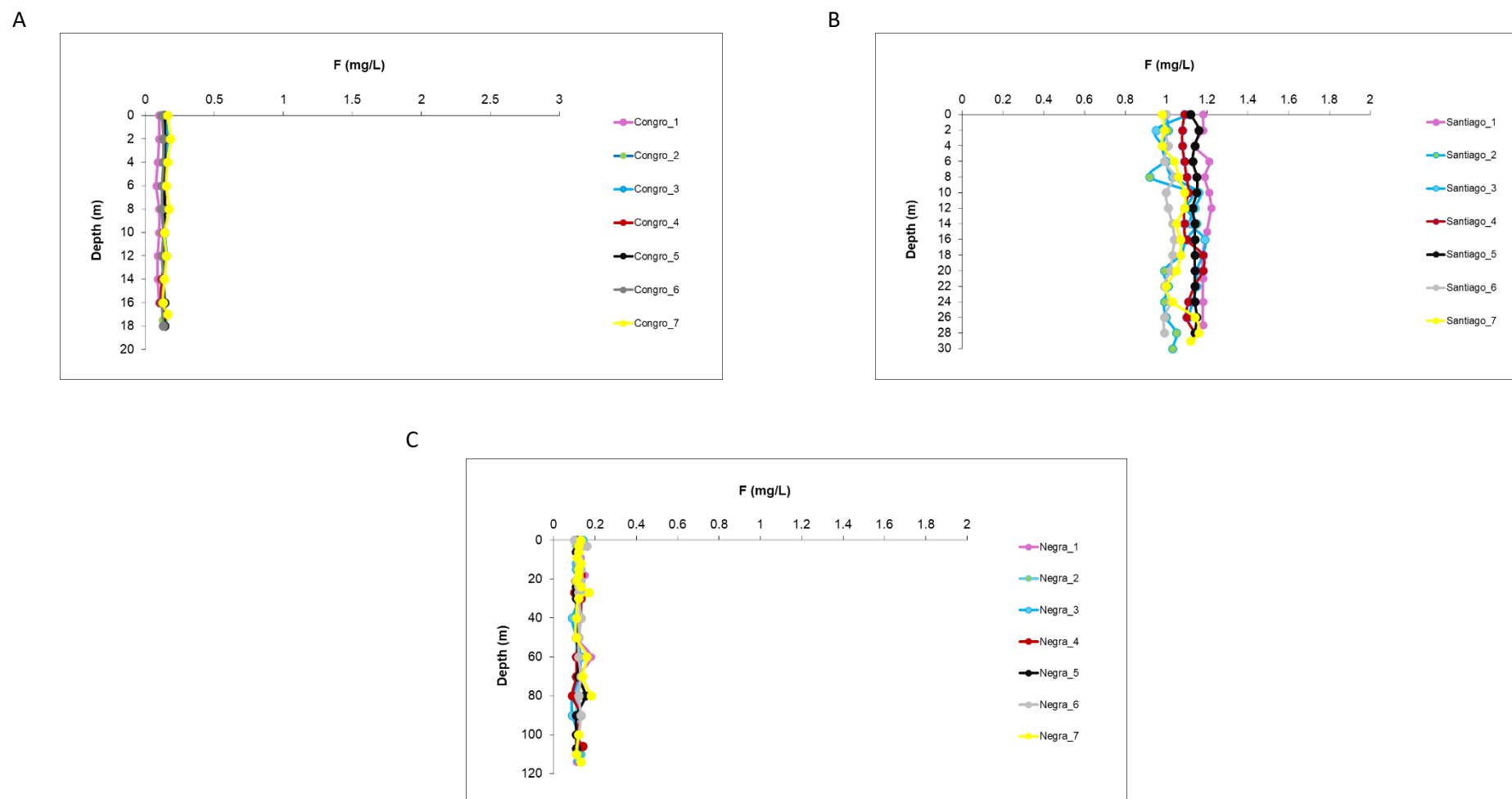


Figura 4.22 | Representação da variação de fluoreto ao longo da coluna de água nas várias campanhas de amostragem (A) na Lagoa do Congro, (B) na Lagoa de Santiago e (C) na Lagoa Negra

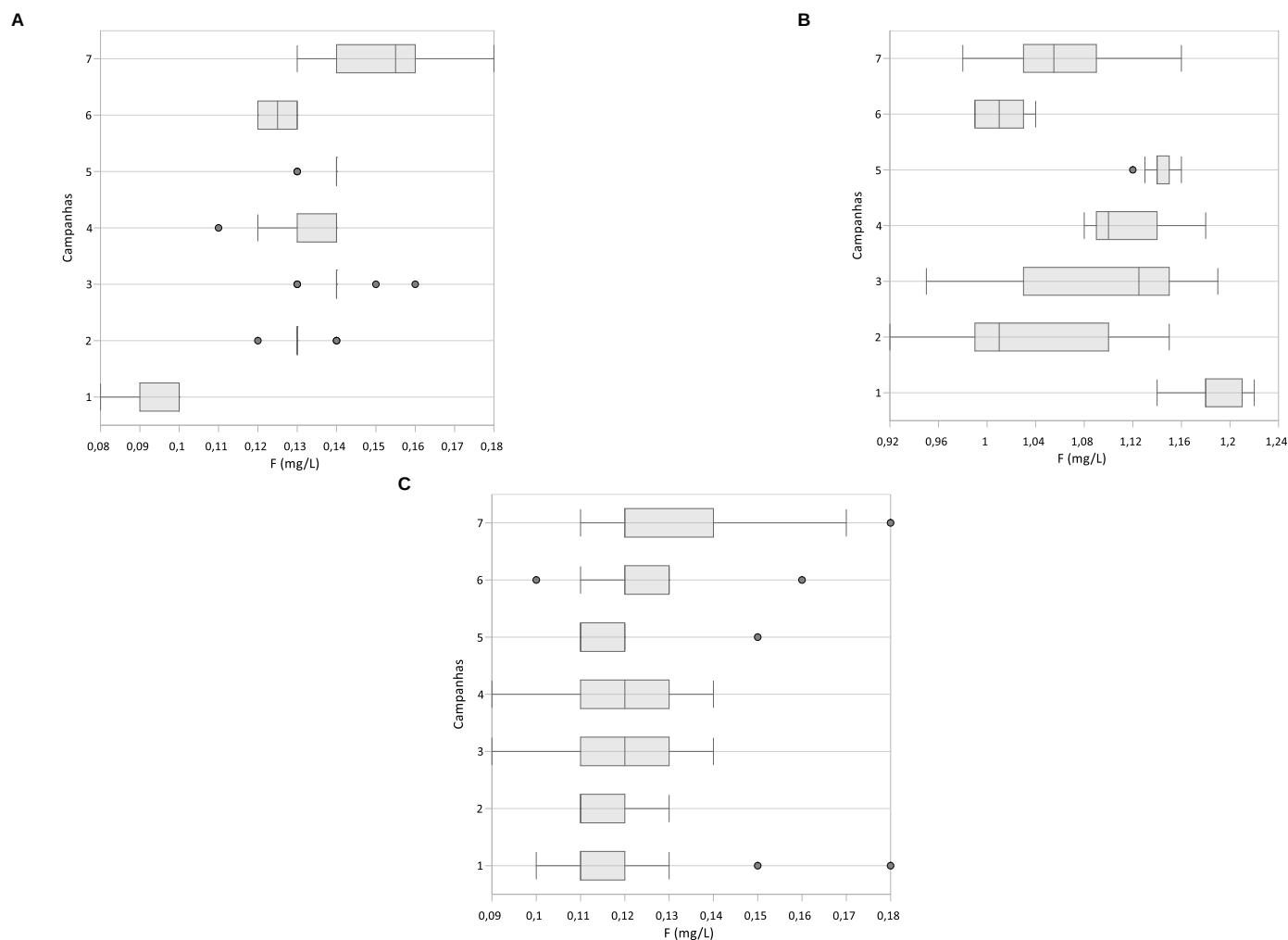


Figura 4.23 | Comparação dos valores de fluoreto nas várias campanhas de amostragem (A) na Lagoa do Congro, (B) na Lagoa de Santiago e (C) na Lagoa Negra por intermédio de um diagrama de caixas (*box plot*).

O silício é um elemento fundamental para os biota que se desenvolvem nos sistemas lacustres, sendo utilizado pelas algas dos lagos, nomeadamente pelas diatomáceas, o que modifica grandemente as taxas de fluxo deste composto nos lagos e em outros sistemas de água superficial (Wetzel, 1993; Lampert & Sommer, 2007).

Tal como se pode observar nas Tabelas A.1 a A.3 a sílica nas águas dos lagos apresenta um máximo de 34,81 mg/L e um mínimo de 0,76 mg/L, na Lagoa Negra e de Santiago respetivamente. Nem sempre foi possível detetar o teor de sílica nas águas das Lagoas do Congro e de Santiago, estando alguns dos seus valores abaixo do limite de deteção (n.d.).

A sílica em solução nos lagos estudados apresenta concentrações diversas comparando os diferentes sistemas lacustres, sendo um é dos parâmetros que apresenta um gradiente mais pronunciado ao longo da coluna de água (Figura 4.24). Uma maior constância deste composto na amostragem no período mais frio está relacionada com a mistura da água em profundidade, assim como com a menor atividade biológica. No verão, face à maior intensidade e duração da radiação solar, estes sistemas lacustres tornam-se mais produtivos biologicamente (Gonçalves *et al.*, 2005), aumentando o sequestro da sílica em solução, o que, por sua vez, justifica a variação da concentração deste parâmetro em profundidade. Tal é o caso da Lagoa Negra, em particular, que se encontra na maior parte do ano estratificada, com longos períodos em que a diferença de temperatura entre a superfície e o fundo é significativa, razão esta que pode explicar o facto deste sistema lacustre apresentar valores de sílica superiores aos restantes.

A fácies hidrogeoquímica resulta da expressão da composição química da água e pode ser determinada a partir de gráficos e diagramas que são utilizados para se poder interpretar de um modo simplificado os resultados das análises das águas (Custódio & Llamas, 1983). O diagrama de Piper é utilizado frequentemente quando se trata um número elevado de análises químicas (Piper, 1944), sendo benéfico na classificação e comparação de distintos grupos de águas no que diz respeito aos iões mais representativos (Custódio & Llamas, 1983).

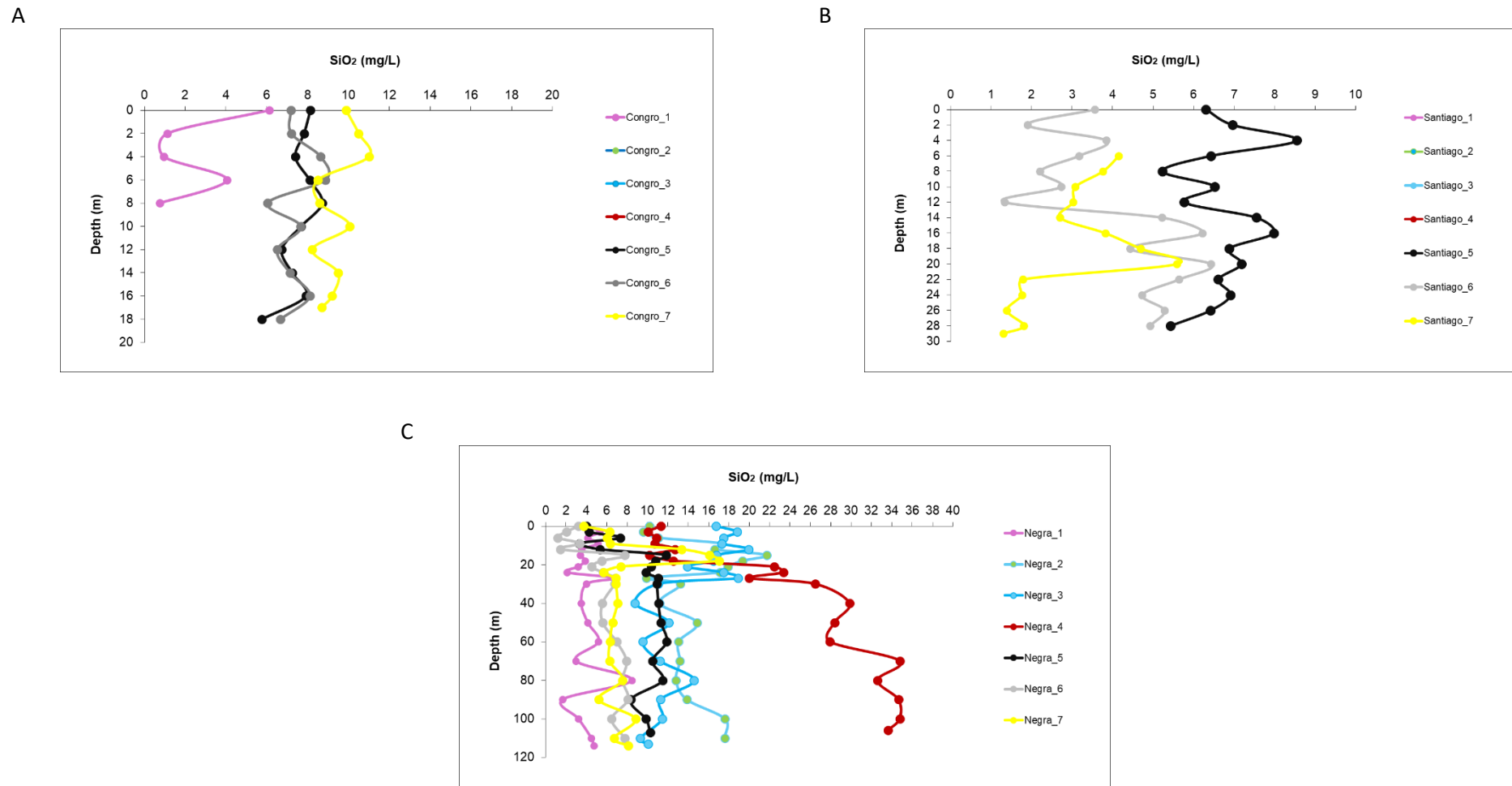


Figura 4.24 | Representação da variação de sílica ao longo da coluna de água nas várias campanhas de amostragem (A) na Lagoa do Congro, (B) na Lagoa de Santiago e (C) na Lagoa Negra.

Devido à profundidade dos lagos, e por consequente ao elevado número de amostras coletadas (287 amostras ao longo de todos os perfis verticais), apenas os resultados coletados na superfície, a meio e no fundo da coluna de água, em cada das campanhas de amostragem, foram projetados no diagrama de Piper (63 amostras), o que permite obter uma imagem mais esclarecedora. Da leitura deste diagrama, pode verificar-se que a fácies hidrogeoquímica predominante nos lagos estudados é do tipo bicarbonatada sódica (Figura 4.25). Na Lagoa Negra, em particular no triângulo catiónico, as amostras mostram um ligeiro enriquecimento em cálcio, sendo que algumas correspondem a fácies bicarbonatadas sódico-cálcicas (Figura 4.25).

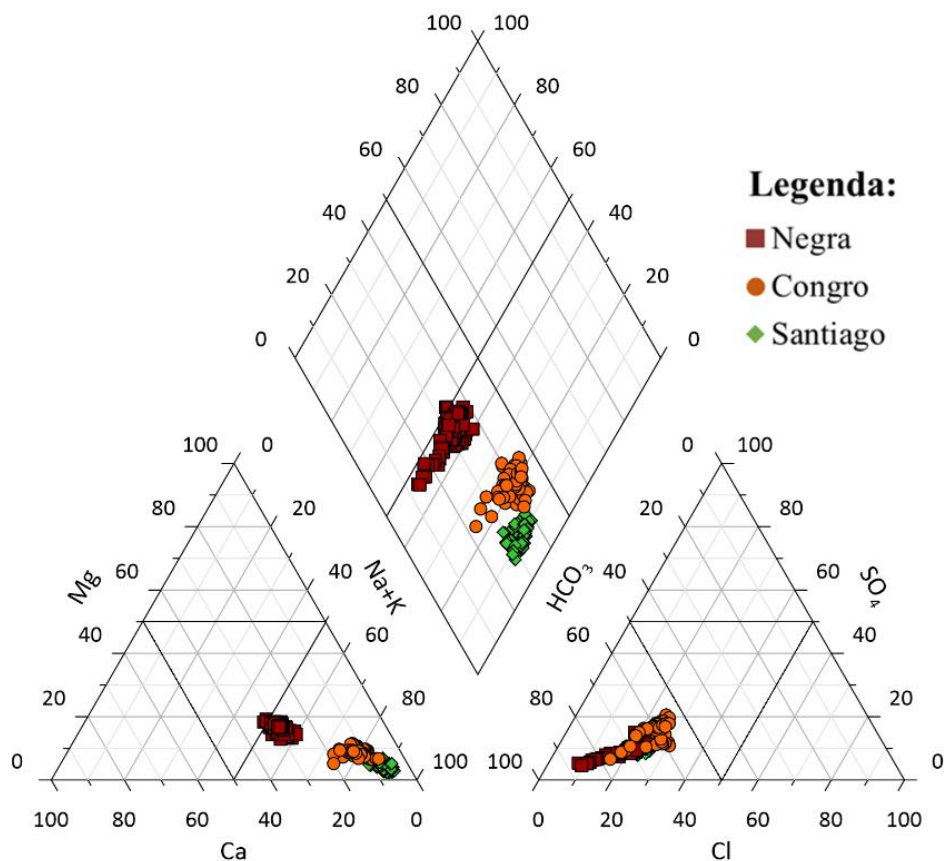


Figura 4.25 | Diagrama de Piper relativo à composição das águas das Lagoas do Congro, de Santiago e Negra.

Ao estudar-se uma massa de água é importante determinar se, com condições externas constantes e um intervalo de tempo prolongado, os processos químicos entre a água e as fases sólidas das rochas evoluem no sentido de se atingir um ponto de equilíbrio. No entanto, a interposição de variados fatores, intrínsecos aos próprios componentes do sistema, ou externos, impossibilitam o desenvolvimento completo do estado de equilíbrio. Assim, é possível efetuar um agrupamento tipológico das águas dos lagos estudados utilizando ferramentas de análise bivariada, bem como relacionar as suas características com os processos geoquímicos que modificam a respetiva composição.

As concentrações das espécies químicas em solução nas águas dos lagos são fruto do equilíbrio estabelecido entre a água e as espécies sólidas das rochas constituintes dos locais onde estão inseridos estes sistemas, sendo no caso do arquipélago dos Açores termos litológicos de origem vulcânica, bem como pela absorção de voláteis, especialmente CO₂, pela mistura com fluidos hidrotermais e em alguns casos pela contaminação marinha e antropogénica.

A relação entre a condutividade e o teor em cloreto vem demonstrar que o cloreto controla parcialmente a composição da água, o que se justifica pela influência marinha, como se infere da relação linear entre estas duas grandezas ($r = 0,753$) (Figura 4.26). realça-se, novamente, que o cloreto é o segundo anião mais representativo nestas massas de água.

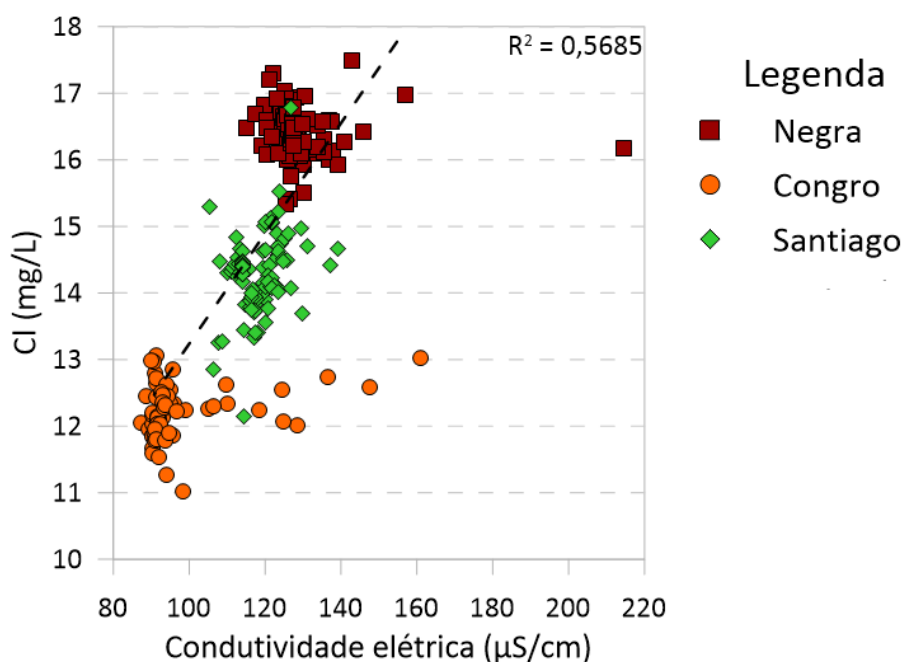


Figura 4.26 | Relação entre a condutividade elétrica e o íão cloreto nas diferentes amostragens efetuadas nos lagos estudados.

Projetando-se os íões sódio e cloreto num gráfico binário verifica-se que as amostras da Lagoa Negra se posicionam próximo da reta que caracteriza a água do mar, o que permite deduzir que estas águas sofrem influência de sais marinhos (Figura 4.27). A entrada do cloreto neste sistema lacustre deve-se principalmente ao transporte de sais da água do mar através do transporte atmosférico.

Não obstante a influência de sais marinhos, a observação da Figura 4.27 permite verificar a ocorrência de um enriquecimento em sódio nos restantes lagos estudados relativamente à reta representativa da água do mar. Tal é particularmente notório no caso da Lagoa de Santiago, e esta tendência sugere a influência de outro processo mineralizador, como seja a dissolução de minerais silicatados. Contudo, importa referir que o acareio de sais de origem marinha também é em parte responsável pela concentração de sódio nos sistemas estudados, como já descrito na bibliografia (Andrade *et al.*, 2019a, 2019c).

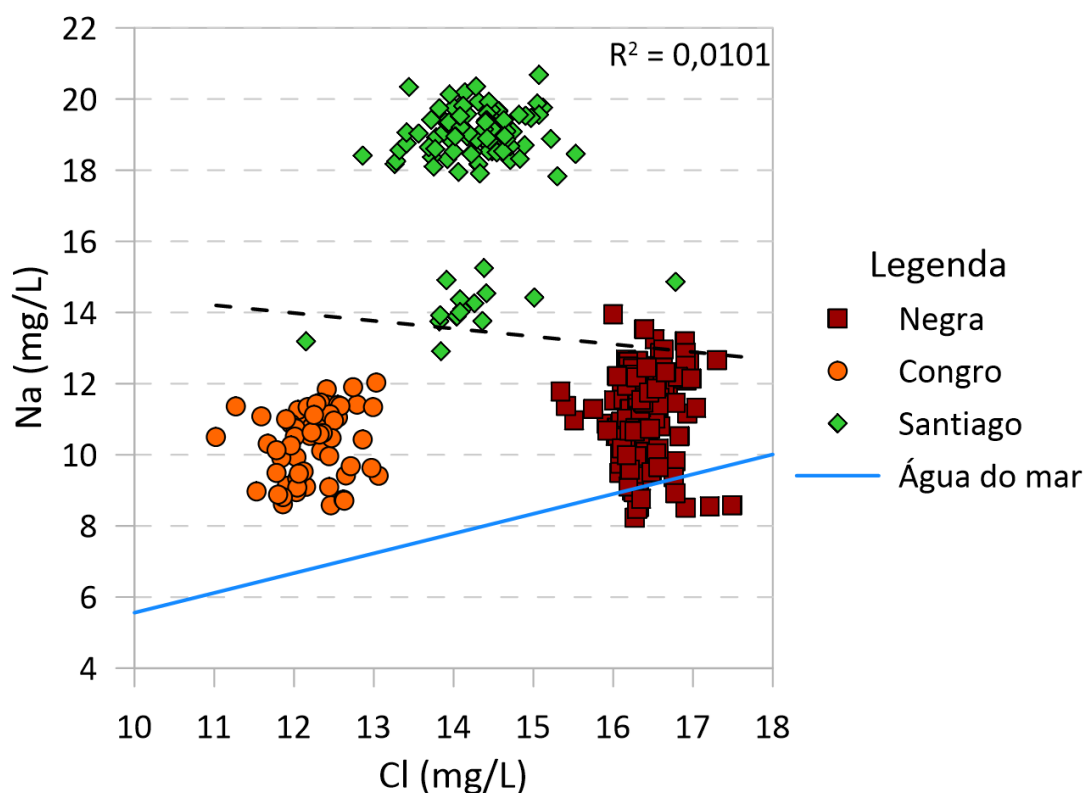


Figura 4.27 | Relação entre os iões cloreto e sódio nas diferentes amostragens efetuadas nos lagos estudados.

Da projeção do sulfato vs. condutividade é possível visualizar uma relação linear pouco significativa entre estas duas variáveis ($r = 0,302$), permitindo constatar que o sulfato não controla a composição química da água (Figura 4.28). Segundo Berner & Berner (1996), o sulfato nas águas de superfície deve-se essencialmente à poluição (54%), nomeadamente à poluição de origem atmosférica. Segundo Wetzel (1993), esta fonte de sulfato é dominante em relação às restantes, e tem-se verificado o seu aumento devido à combustão associada à queima de combustíveis fósseis e atividades industriais, cujo efeito não é observável nos lagos estudados.

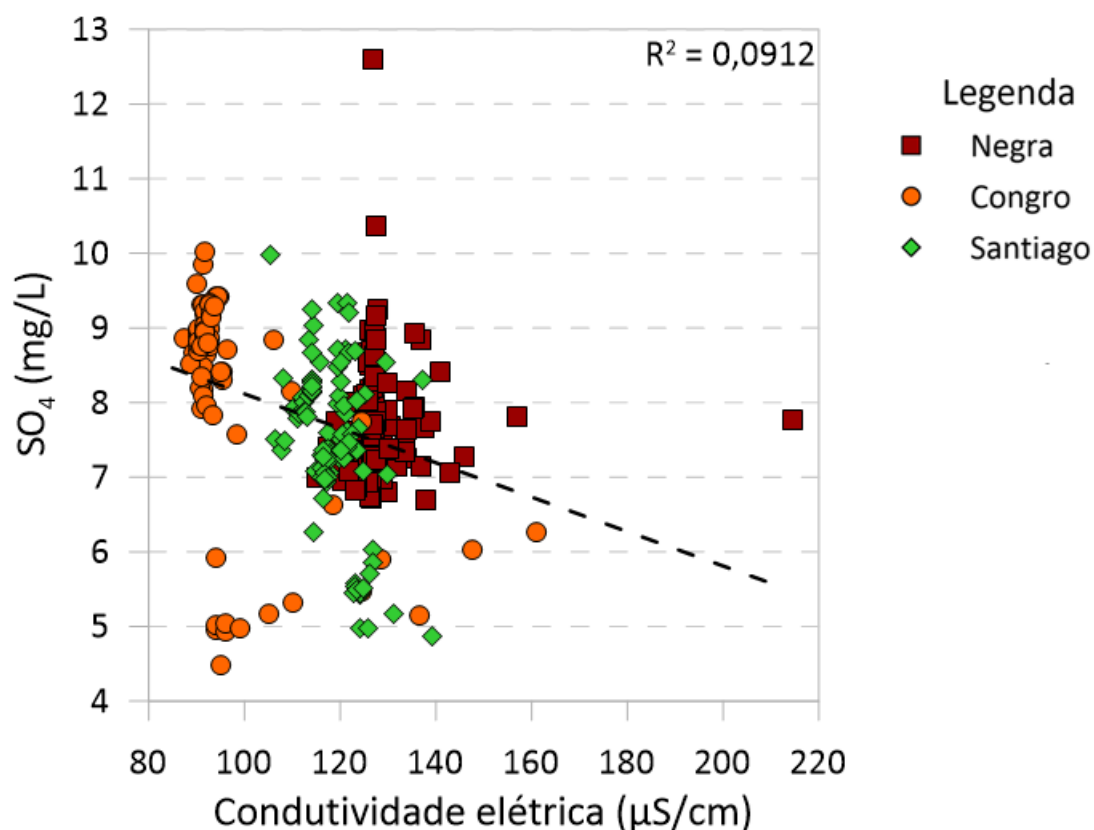


Figura 4.28 | Relação entre a condutividade elétrica e o ião sulfato nas diferentes amostragens efetuadas nos lagos estudados.

A relação linear entre o teor em bicarbonato e a condutividade elétrica para as amostras das lagoas estudadas ($r = 0,600$) mostra que aquela espécie química controla parcialmente a mineralização das águas, em especial nas Lagoas do Congro e de Santiago (Figura. 4.29). Este comportamento não se deverá à absorção de voláteis vulcânicos, em que predomina o CO_2 , sendo que resulta da interação água-rocha, devido a um tempo relativamente longo de permanência da água nestas massas de água, estimado em 7,3 anos e 24,5 anos respetivamente para as duas massas de água acima referidas (Andrade *et al.*, 2019a), e à decomposição de matéria orgânica no fundo. Este último fenómeno destaca-se nos lagos de carácter *monomítico* e principalmente nas amostras dos meses em que os respetivos lagos se encontravam estratificados, acumulando-se assim o CO_2 no *hipolimnion*.

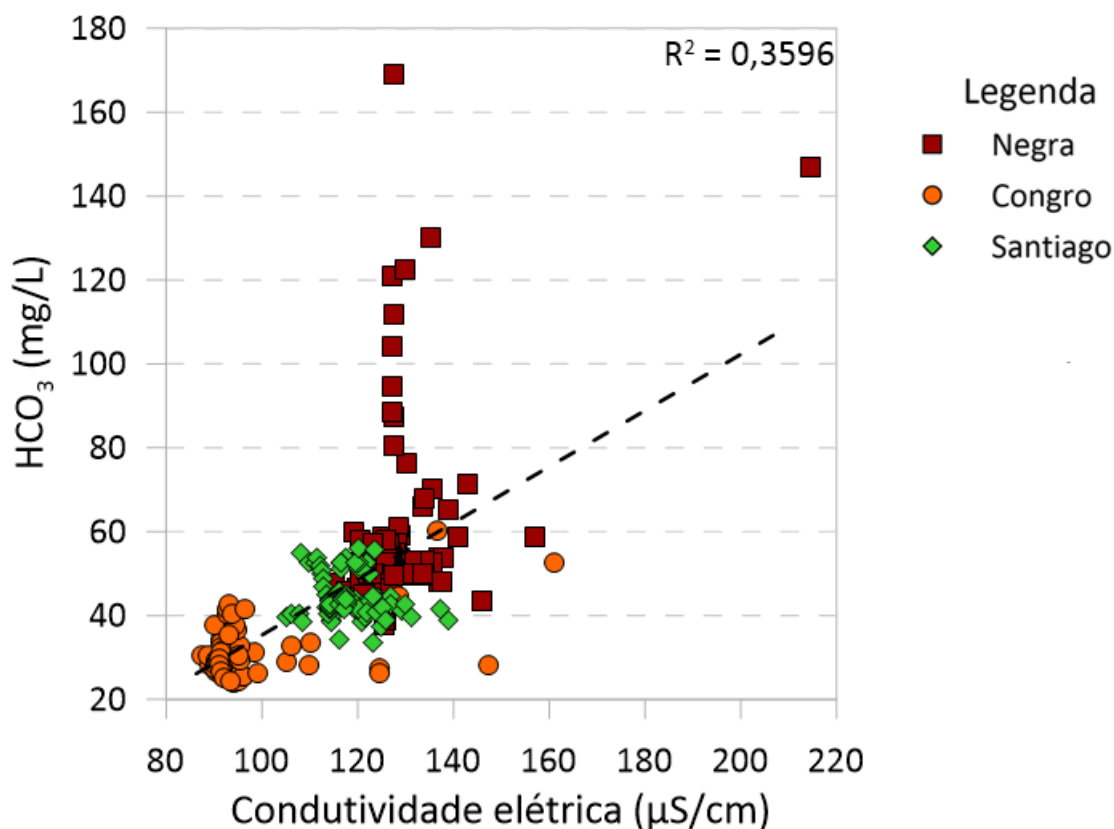


Figura 4.29 | Relação entre a condutividade elétrica e o ião bicarbonato nas diferentes amostragens efetuadas nos lagos estudados.

Relacionando os catiões sódio e potássio com o anião bicarbonato, observa-se uma relação linear pouco expressiva entre estas espécies em solução ($r = 0,276$), sendo possível verificar que algumas amostras da Lagoa Negra, apresentam valores mais elevados de bicarbonato, enriquecimento este não acompanhado pelo acréscimo dos catiões Na⁺ e K⁺ (Figura 4.30). Tal facto sugere que nestas últimas amostras a dissolução de minerais silicatados não é uma fonte significativa dos metais alcalinos na água, o que também é evidenciado na Figura 4.29, onde as mesmas águas, todas de profundidade, e colhidas quando esta massa de água se encontrava estratificada na 7.^a campanha de amostragem, evidenciam um enriquecimento em bicarbonato

resultante da degradação da matéria orgânica no *hipolimnion* em condições de ausência de oxigénio.

Excluindo as amostras supramencionadas na Lagoa Negra, a relação entre as concentrações dos metais alcalinos e o bicarbonato pode apontar no sentido da ocorrência de interação água-rocha nestes sistemas aquosos.

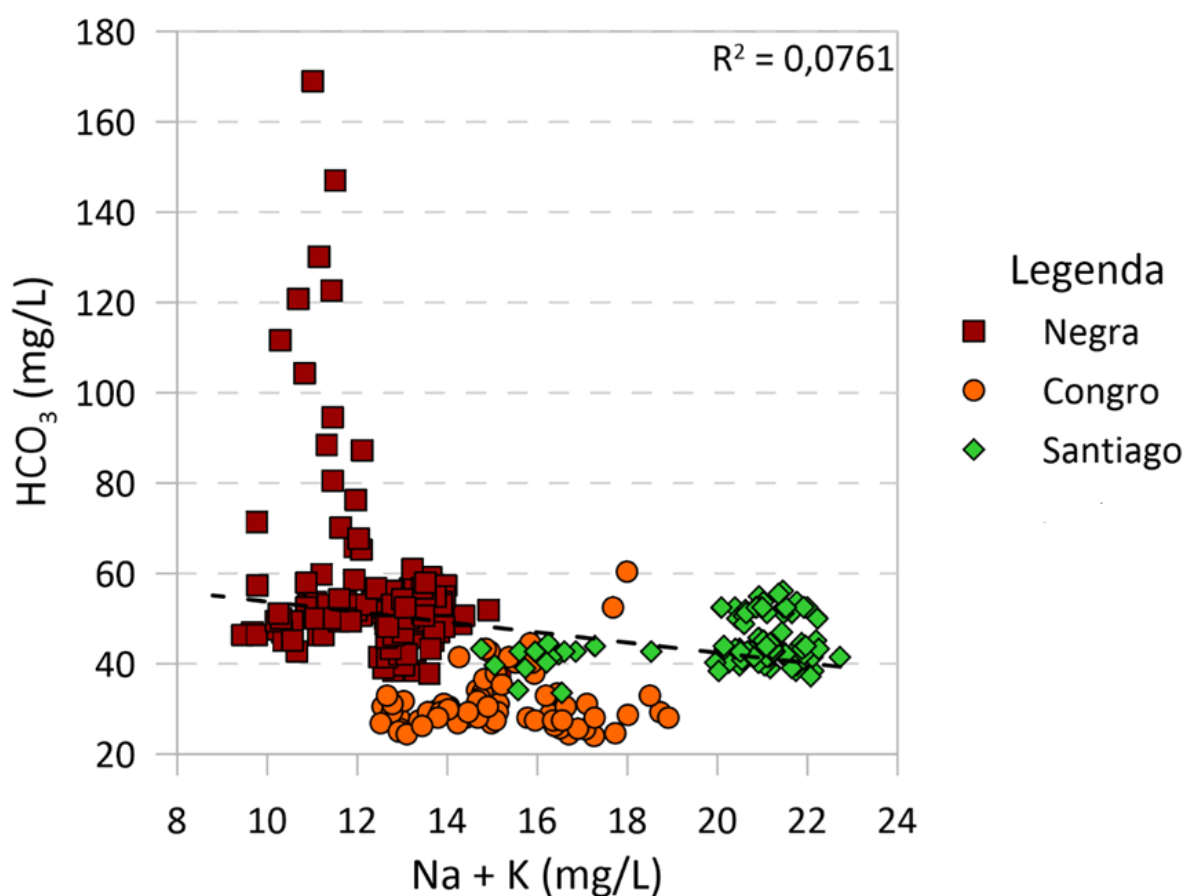


Figura 4.30 | Relação entre os metais alcalinos (sódio e potássio) e o ião bicarbonato nos lagos estudados.

A ocorrência de uma tendência para um enriquecimento de bicarbonato diretamente acompanhado de um acréscimo proporcional de CO_2 livre sugere, igualmente um processo comum de entrada em solução (Figura 4.31). Este processo pode corresponder à neutralização da acidez da água promovida pela interação água-rocha, o que acarreta enriquecimento em bicarbonato, o que implica a solubilização de

CO₂ a partir de uma fonte biogénica. Contudo, as amostras da Lagoa Negra atrás referidas mostram um enriquecimento notório em bicarbonato, independente do dióxido de carbono livre, sugerindo naqueles casos um efeito limitante da libertação de mais CO₂ para a água.

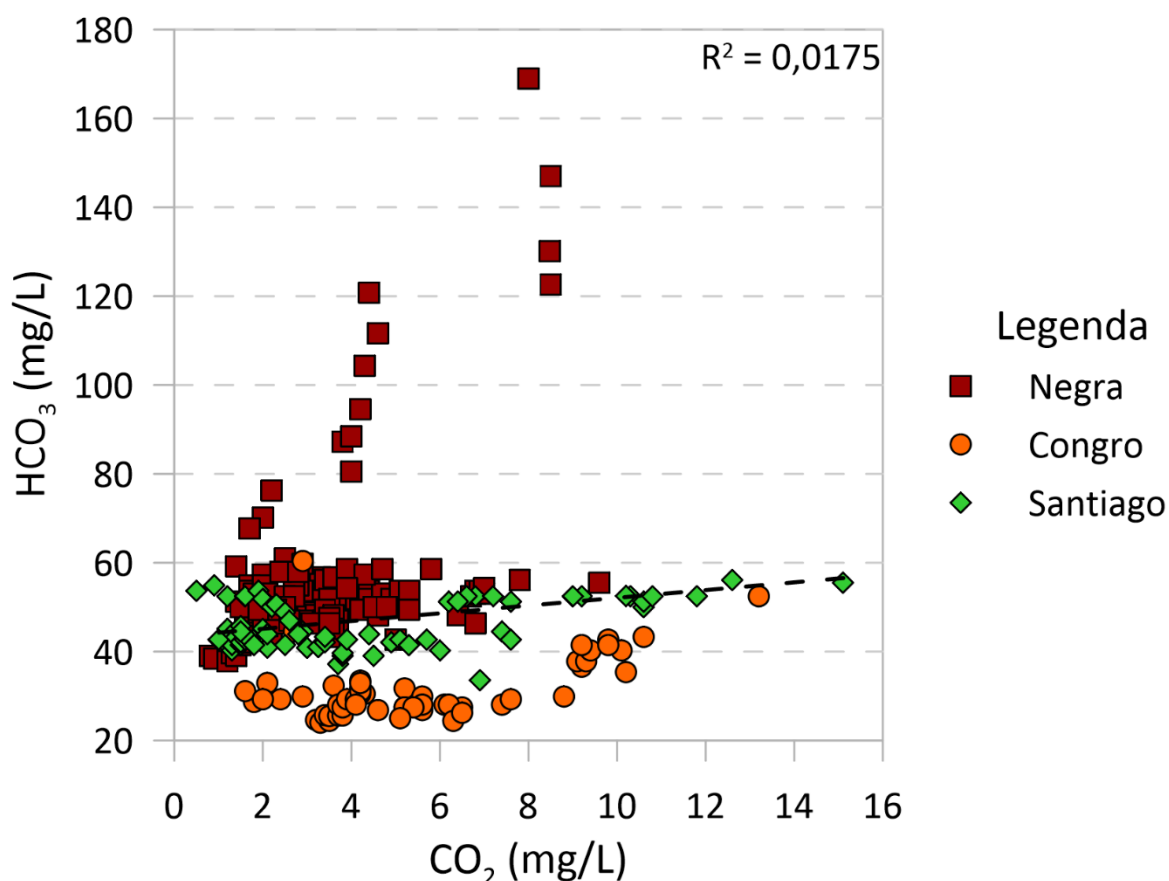


Figura 4.31 | Relação entre o dióxido de carbono livre e o ião bicarbonato nos lagos estudados.

Relativamente à relação entre a condutividade elétrica e o teor de fluoreto observa-se que claramente que não existe uma relação linear marcante entre estas duas grandezas ($r = 0,014$) (Figura 4.32). A concentração mais elevada em fluoretos encontra-se na Lagoa de Santiago, e estará ligada à interação água - rocha.

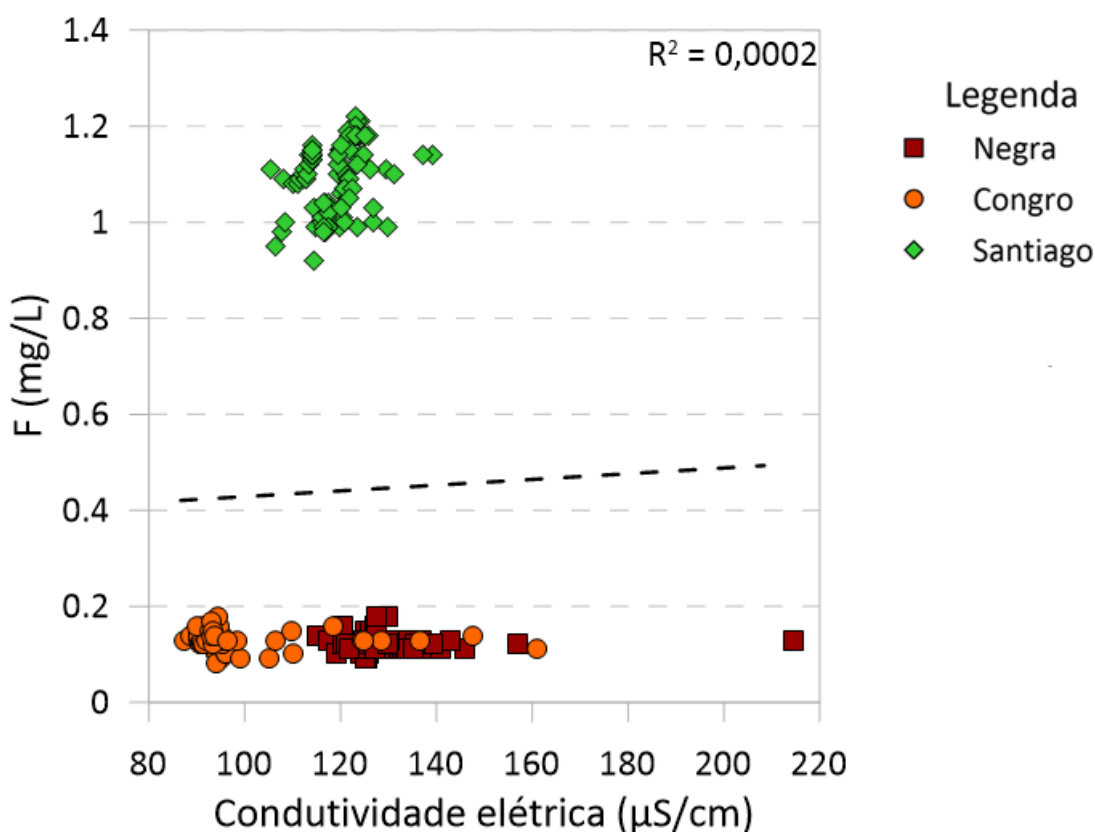


Figura 4.32 | Relação entre a condutividade elétrica e o íão fluoreto nas diferentes amostragens efetuadas nos lagos estudados.

A projeção dos valores dos teores em Na^+ , K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} presentes em solução, relativos a todas as amostragens efetuadas, em função da condutividade elétrica da água, que traduz indiretamente a respetiva mineralização, permite evidenciar as principais relações existentes e relacioná-las com os processos hidrogeoquímicos, identificando processos comuns de entrada destes em solução, através da dissolução de silicatos, e no caso do sódio também pela adição de sais marinhos (Figura 4.33).

Na Figura 4.33 observam-se algumas relações lineares mais significativas entre algumas variáveis, como é o caso do potássio ($r = 0,682$) e do cálcio ($r = 0,553$). O coeficiente de correlação linear entre a concentração em magnésio e a condutividade elétrica é, ainda que significativo, relativamente baixo quando comparado aos anteriores ($r = 0,454$) (Figura 4.33C). Por outro lado, a projeção da concentração em sódio em função da condutividade da água denota uma relação linear muito ténue quando se considera o conjunto de amostras em comparação com os outros catiões ($r = 0,095$) (Figura 4.33A).

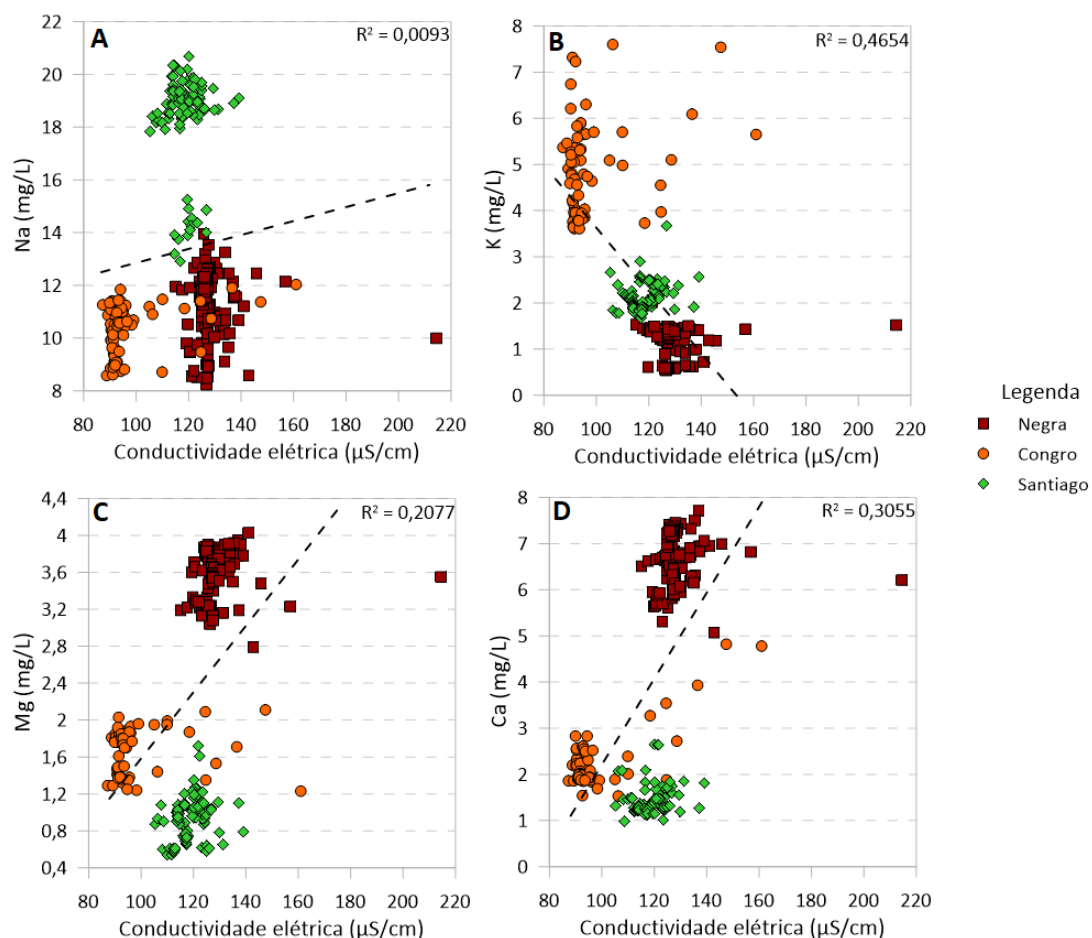


Figura 4.33 | Relação entre a condutividade elétrica e os principais cátions em solução, com as respetivas retas de correlação linear. (A) condutividade vs. sódio; (B) condutividade vs. potássio; (C) condutividade vs. magnésio (D) condutividade vs. cálcio.

4.2.3 | Composição da água na Ribeira Quente

A composição elementar da água do rio principal e afluentes da Ribeira Quente encontra-se patente na Tabela A.4 (Anexo A), que compreende ainda a estatística descritiva relativa às várias campanhas de amostragem e ao conjunto geral de dados (excluindo a 1.^a amostragem pelo seu carácter exploratório e pouco representativo). Nas Figuras 4.34 e 4.35 representa-se a mesma composição elementar por via de diagramas de caixas (*box-plots*), que permitem evidenciar a distribuição dos valores e a existência de *outliers*. No Anexo E apresentam-se, ainda, os mapas relativos à distribuição espacial da concentração das espécies mais representativas em solução (Figuras E.1 a E.63).

Os diagramas de caixas sugerem que as várias espécies dissolvidas seguem, como esperado, uma distribuição log-normal, com valores de mediana relativos às várias campanhas de amostragem entre 88,10 e 153,40 mg/L para o bicarbonato, 20,71 e 27,40 mg/L para o cloreto, 5,64 e 6,79 mg/L para o sulfato, 0,59 e 0,68 para o fluoreto, 26,55 a 34,38 mg/L para o sódio, 7,89 e 11,24 mg/L para o potássio, 2,91 e 3,92 mg/L para o magnésio, e 8,20 e 13,13 mg/L para o cálcio (Figuras 4.34 e 4.35). No caso da sílica, cuja forma mais comum na água não é uma espécie iónica como as anteriores, mas sim um complexo, o valor da mediana varia entre 51,97 e 76,67 mg/L. Para todas as espécies representadas constata-se que os *outliers* são bastante numerosos.

Na generalidade das campanhas de amostragem, excluindo a 1.^a devido ao reduzido número de amostras recolhidas, as águas apresentam fácies predominantemente bicarbonatadas sódicas (Figuras 4.36A a 4.36F). A amostra recolhida no ponto RQ7, relativa à campanha de amostragem n.º 2, apresenta uma tendência catiónica sódico-cálcica.

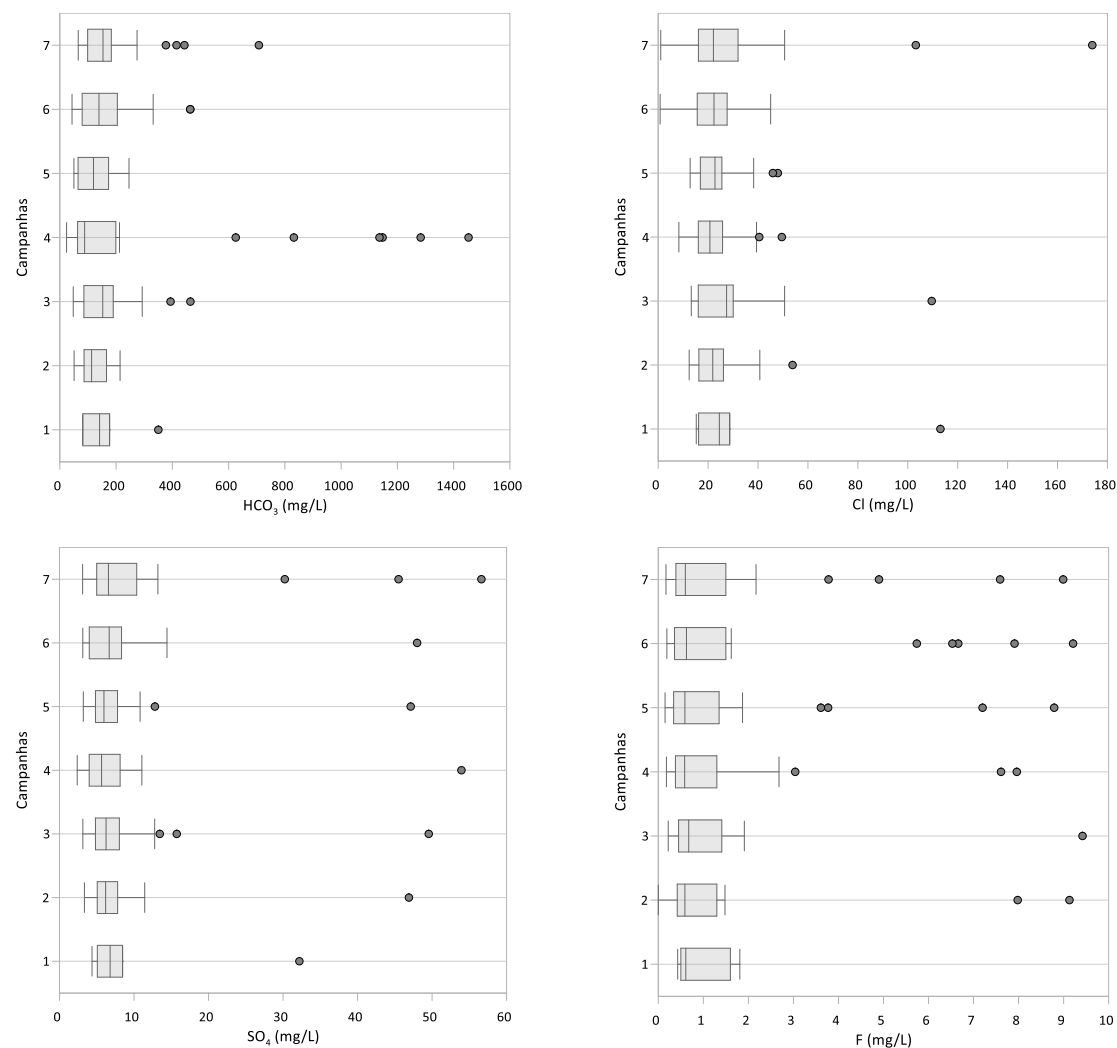


Figura 4.34 | Comparação dos valores de bicarbonato, cloreto, sulfato e fluoreto nas várias campanhas de amostragem na Ribeira Quente por intermédio de um diagrama de caixas (*box plot*).

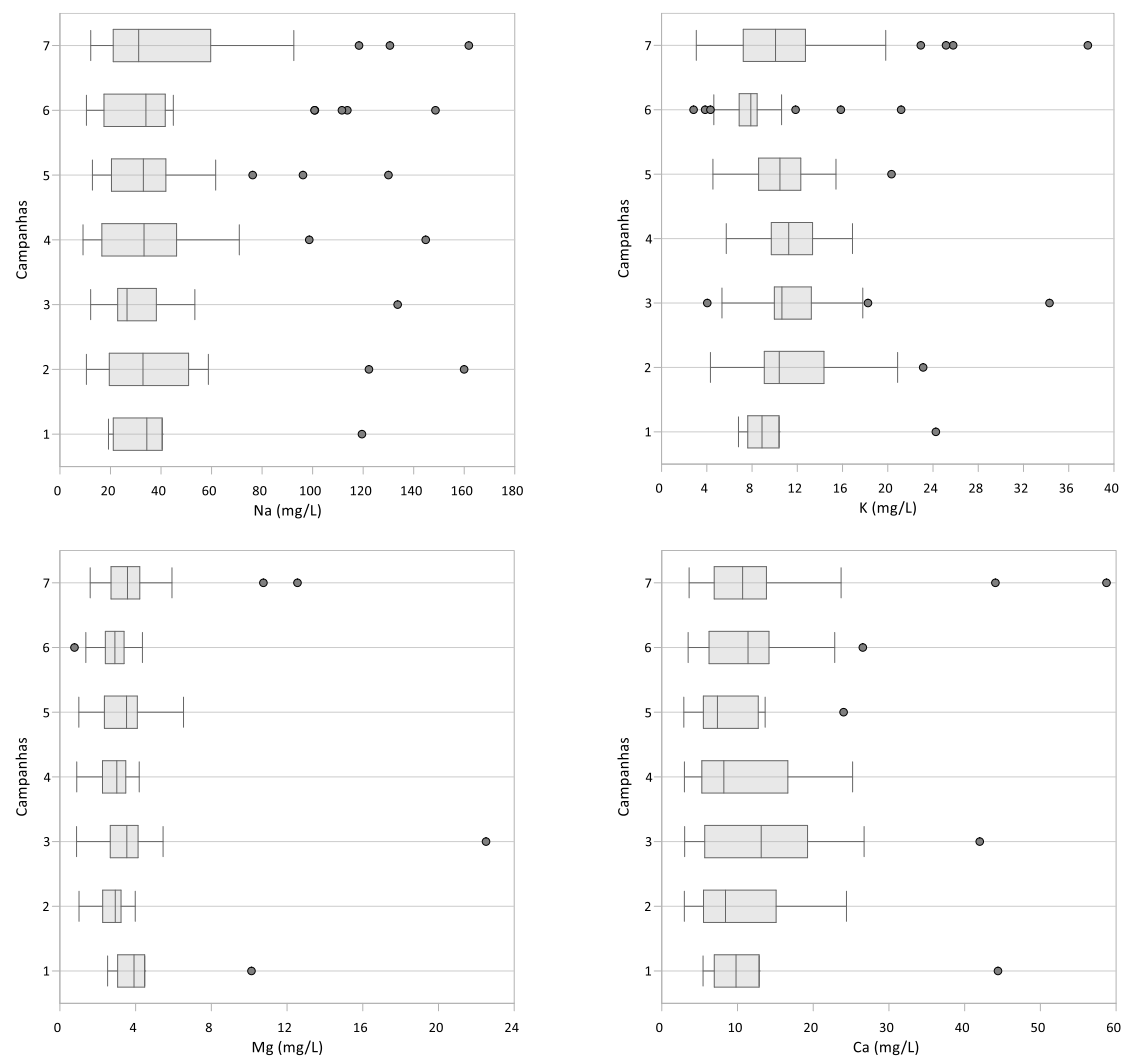


Figura 4.35 | Comparação dos valores de sódio, potássio, magnésio e cálcio nas várias campanhas de amostragem na Ribeira Quente por intermédio de um diagrama de caixas (*box plot*).

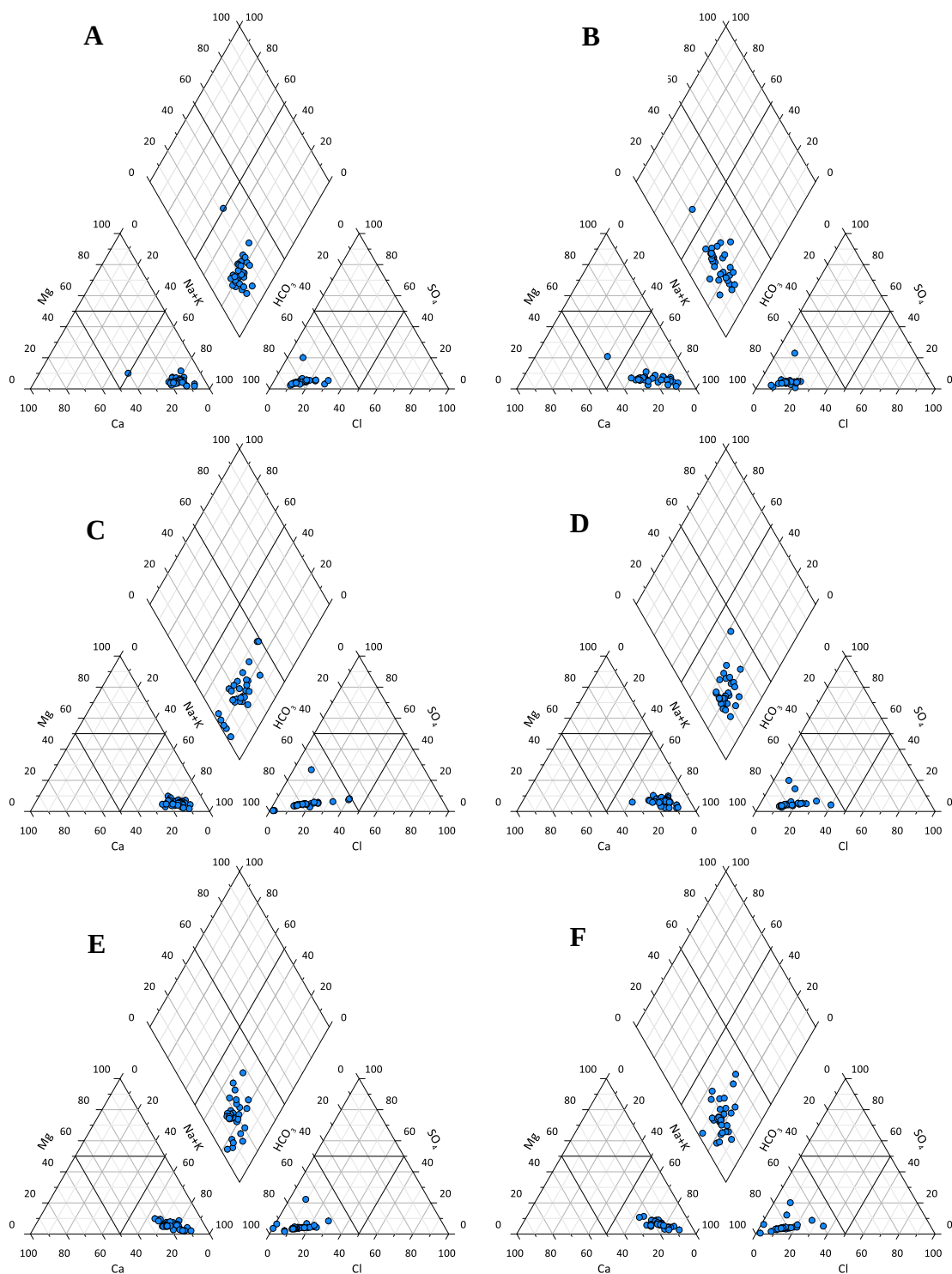


Figura 4.36 | Composição química das águas coletadas nas várias campanhas de amostragem na Ribeira Quente representadas por meio de um diagrama de Piper (A – 2.^a amostragem; B – 3.^a amostragem; C – 4.^a amostragem; D – 5.^a amostragem; E – 6.^a amostragem; F – 7.^a amostragem).

Num trabalho científico ainda atual, e com grande utilização, Gibbs (1970) propõe uma explicação para a evolução da composição química da água de ribeiras e rios segundo três processos fundamentais: (1) composições dominadas pela chuva (*rain-dominated*), (2) composições dominadas pela interação água-rocha (*rock-dominated*), e (3) composições influenciadas por processos de evaporação/cristalização. Essa evolução pode inferir-se da projeção de razões entre algumas espécies dissolvidas e os sólidos dissolvidos totais, e no caso da Ribeira Quente mostram que as composições são *rock-dominated*, ou seja predominantemente dominadas pelos efeitos da interação água-rocha (Figura 4.37).

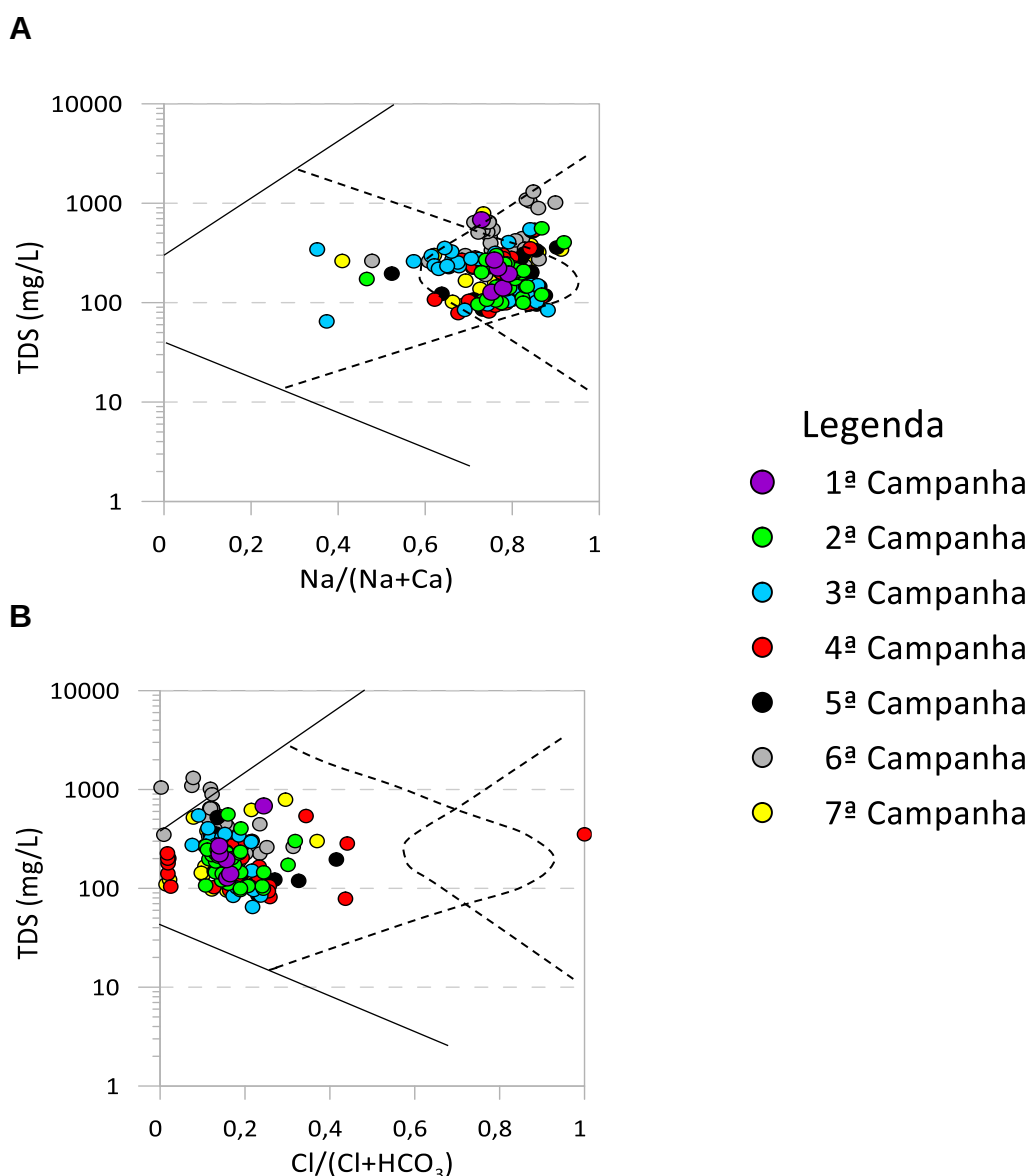


Figura 4.37 | Diagramas de Gibbs aplicados à composição química das águas coletadas nas várias campanhas de amostragem na Ribeira Quente (A – razão $\text{Na}/(\text{Na}+\text{Ca})$ em função dos SDT; B – razão $\text{Cl}/(\text{Cl}+\text{HCO}_3)$ em função dos SDT).

A projeção das concentrações de elementos principais (concentrações superiores a 1 mg/L) em função da condutividade elétrica permite discriminar de uma forma mais fina os principais processos modificadores da composição da água da Ribeira Quente (Figuras 4.38 e 4.39). A maioria das amostras mostra uma relação linear bem marcada entre a condutividade elétrica e o teor em cloretos, embora o valor do coeficiente de correlação linear seja relativamente baixo devido aos *outliers* ($r = 0,475$; Figura 4.38A).

Um padrão gráfico muito semelhante é apresentado pela relação linear entre a condutividade e o teor em sódio ($r=0,824$), o que sugere um processo comum de entrada em solução, no caso a deposição de sais marinhos carreados pela chuva (Figura 4.39A). O enriquecimento em sódio também pode resultar da dissolução das rochas, embora face ao tempo de residência da água no rio principal e seus afluentes se possa esperar uma contribuição direta deste processo pouco importante, não obstante a mesma ser favorecida pela temperatura, pela dissolução de CO_2 vulcânico e pelo pH ácido. Contudo, indiretamente, a água é influenciada pela interação água-rocha em resultado da descarga de águas minerais para os canais de drenagem, em particular nos locais já referidos na secção 4.1.2 do presente relatório. Tal facto é compatível com o resultado da aplicação do diagrama de Gibbs atrás referido (Figura 4.37).

A composição química predominante das águas minerais das Furnas é bicarbonatada sódica (Cruz & França, 2006; Cruz *et al.*, 2010; Freire *et al.*, 2015), e tal é notório também a partir dos mapas relativos à distribuição espacial dos teores em sódio e bicarbonato, com enriquecimentos nas zonas a jusante da confluência com a Ribeira Amarela e nas zonas próximas aos campos fumarólico da freguesia das Furnas, da ribeira dos Tambores e do troço final da Ribeira Quente (Figuras E.1 a E.7 e E.36 a E.42). Mais uma vez realça-se que na zona da freguesia das Furnas existem extensas áreas em que as emanações difusas de CO_2 a partir dos solos são significativas, e as águas podem dissolver algum deste gás, o que implica a descida do pH e o incremento da concentração de bicarbonato.

A influência dos sais marinhos também pode explicar a relação linear entre a condutividade elétrica e espécies como o sulfato ($r = 0,252$; Figura 4.38C) e o magnésio (Figura 4.39C). Contudo, o teor em sulfato também pode ser influenciado pelo sistema hidrotermal, nomeadamente pela descarga de fluidos enriquecidos em formas reduzidas de enxofre, que são oxidados em condições aeróbias. Um dos pontos com esquecimento acentuado em sulfato, bem como em cloreto, que neste caso também

tem uma origem predominantemente hidrotermal, é o RQ31, na proximidade de um campo fumarólico (Figuras E.29 a E.35 e E.43 a E.49, respetivamente para o cloreto e sulfato).

A distribuição especial dos valores do sulfato também evidencia alguns locais onde a explicação para o enriquecimento nesta espécie reside na atividade agrícola, como nos pontos RQ2 e RQ7. Nesses mesmos locais, os teores em magnésio e em cálcio também são mais elevados, o que se pode explicar também por uma origem agrícola (Figuras E.15 a E.21 e E.23 a E.28, respetivamente), embora noutros pontos do curso de água ocorra algum contributo hidrotermal. Em qualquer caso, a existência de *outliers* explica que o coeficiente de correlação linear entre a condutividade e o magnésio e cálcio seja em ambos os casos relativamente baixos, igual a $r = 0,198$ (Figura 4.39C) e $r = 0,674$ (Figura 4.39D).

A relação entre a condutividade elétrica e o potássio mostra um padrão gráfico com maior dispersão ($r = 0,149$; Figura 4.39B), sendo que esta espécie em solução é influenciada pelas atividades agrícolas e pela interação com o sistema hidrotermal (Figuras E.8 a E.14).

Um padrão gráfico mais disperso é também obtido nos casos da sílica ($r = 0,249$; Figura 4.40) e fluoreto ($r = 0,456$; Figura 4.38D), sendo que em ambos os casos a explicação para o enriquecimento nestas espécies reside na contribuição do sistema hidrotermal, por via, no primeiro caso, da descarga de águas minerais ricas em sílica para os afluentes e, no segundo caso, também da dissolução de voláteis vulcânicos. Nas águas minerais das Furnas observam-se teores muito elevados em sílica (Cruz & França, 2006; Cruz *et al.*, 2010; Freire *et al.*, 2015) e em fluoreto (Cordeiro *et al.*, 2015), e inclusivamente em ambos os casos se pode observar o efeito da sobressaturação em fases sólidas de Si e F, que implicam o controlo do enriquecimento naquelas espécies na água, o que favorece indiretamente a dispersão nas Figuras 4.40 e 4.38D.

Os mapas que expressam a distribuição espacial dos valores em SiO_2 (Figuras E.57 a E.63) e em fluoreto (Figuras E.50 a E.56) mostram que os valores são tendencialmente mais elevados nos locais atrás referidos, onde a interação com o sistema hidrotermal é notória.

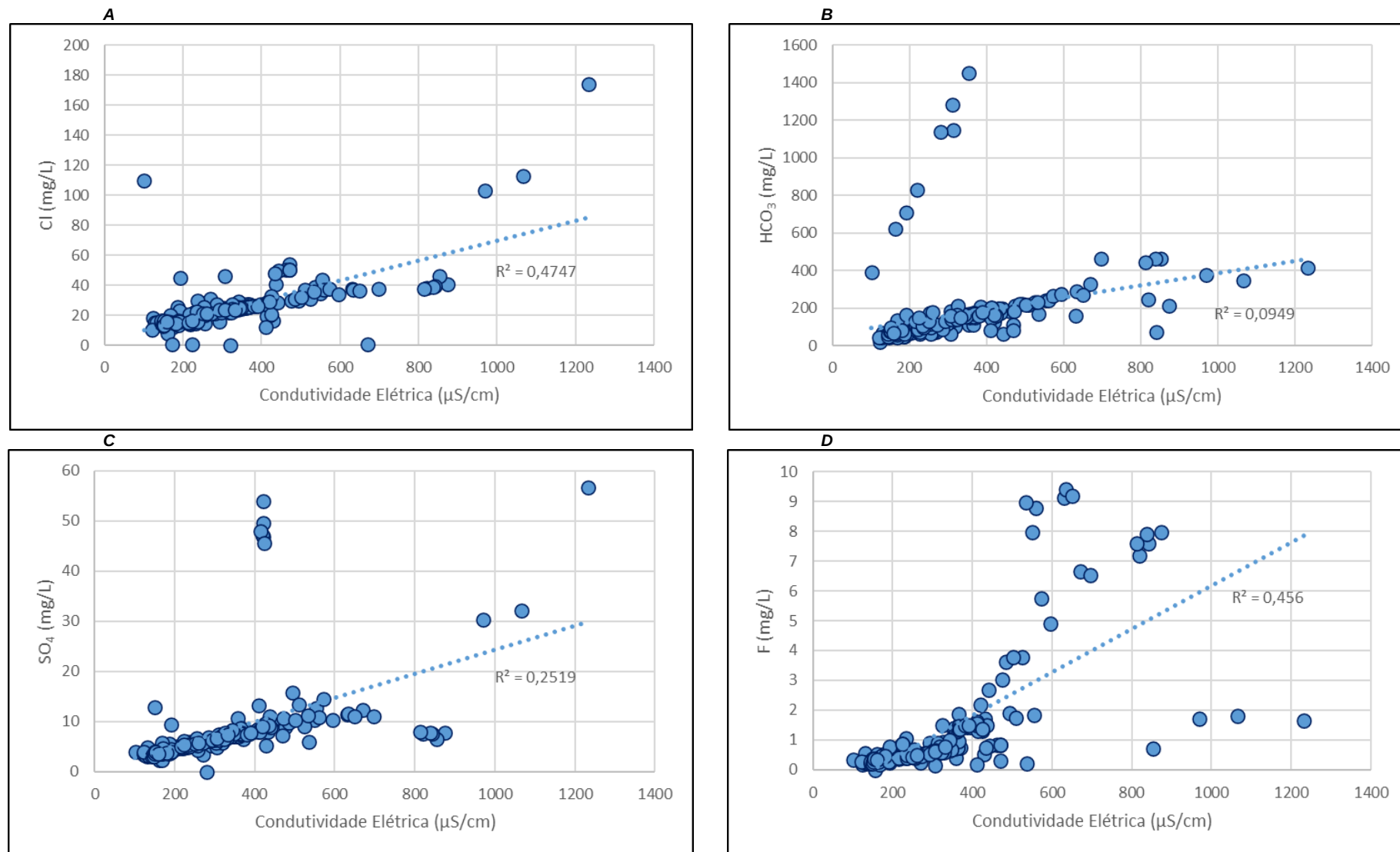


Figura 4.38 | Diagramas binários entre a condutividade elétrica e as espécies aniônicas mais relevantes nas águas amostradas na Ribeira Quente
A – Cloreto; B – Bicarbonato; C - Sulfato; D – Fluoreto.

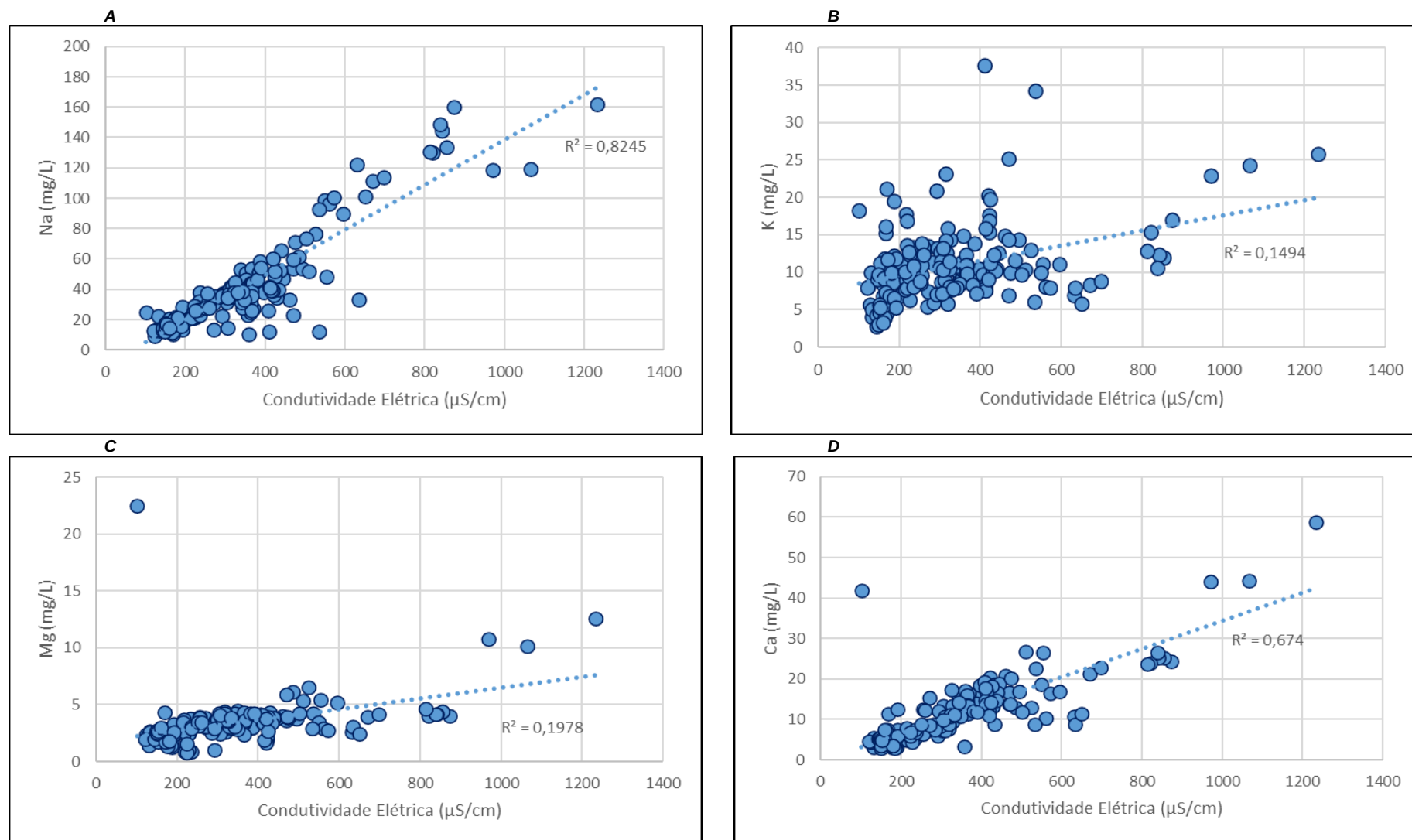


Figura 4.39 | Diagramas binários entre a condutividade elétrica e as espécies aniônicas mais relevantes nas águas amostradas na Ribeira Quente
A – Sódio; B – Potássio; C - Magnésio; D – Cálcio.

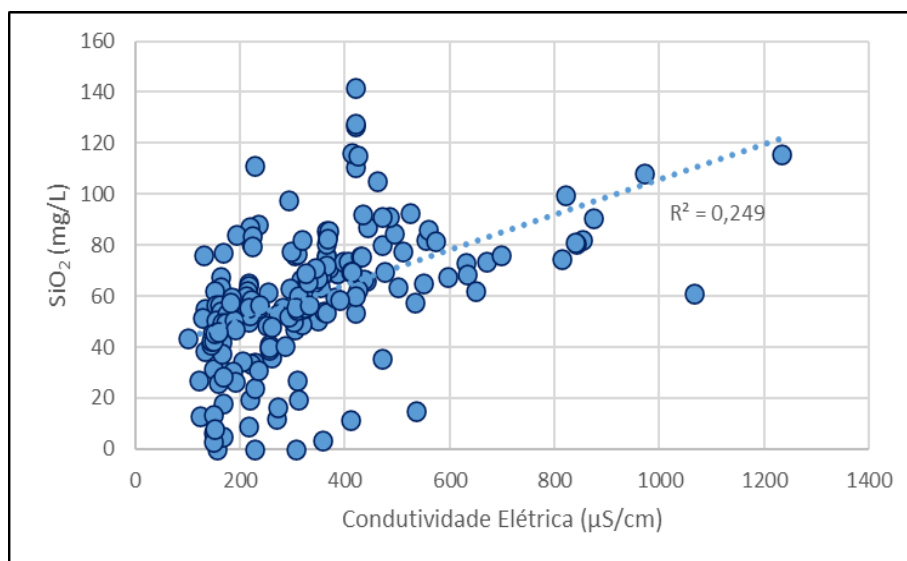


Figura 4.40 | Diagrama binário entre a condutividade elétrica e a concentração em SiO₂ nas águas amostradas na Ribeira Quente.

4.3 | Nutrientes

4.3.1 | Ocorrência de nutrientes nas massas de água

Os nutrientes são elementos que os organismos vivos precisam para se desenvolver, o que resulta da sua mobilização para múltiplas funções (Vigil, 2003). Com efeito, os nutrientes assumem três funções determinantes no crescimento dos organismos e no metabolismo (Boyd, 2015): correspondem a matérias-primas para os compostos bioquímicos que constituem os seres vivos, fornecem a energia necessária ao crescimento e às reações químicas e, podem atuar como recetores de eletrões e de hidrogénio no processo de respiração.

A geoquímica de massas de água superficiais quando observada a larga escala apresenta uma elevada variabilidade, e as variações resultam frequentemente de *inputs* antropogénicos, cujas cargas excedem as de origem natural. Por outro lado, o transporte global de nutrientes, em particular de azoto e o fósforo nas águas dos rios, aumentou significativamente nas últimas décadas, em resultado da elevada sensibilidade às cargas poluentes (Meybeck, 2005). Inclusivamente, as cargas de nutrientes atualmente nos rios a nível global excedem em duas e três vezes, respetivamente para o N e o P, as cargas dissolvidas pré-industriais (Meybeck, 1982). O transporte global para os oceanos de azoto a partir do escoamento dos rios foi estimado em 49 a 62 Tg N/a, e não obstante corresponder a apenas 20% do total, uma

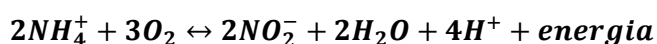
vez que ocorrem os processos de desnitrificação e outras emissões de gases para a atmosfera a partir das massas de água, é em qualquer caso muito superior ao fluxo de P global, calculado em 2Tg P/a (Berner & Berner, 2012).

A origem do azoto nas massas de água de superfície é complexa, na medida que este elemento pode ocorrer em solução sobre variadas formas, para além de ser um dos principais constituintes da atmosfera e, como anteriormente referido, participar em processos biogeoquímicos como componente essencial dos tecidos de plantas e animais (Berner & Berner, 2012). O gás azoto (N₂) corresponde a 78,08% em volume da atmosfera, sendo que pode ser convertido em nitrato na atmosfera pela atividade elétrica (relâmpagos s.l.), atingindo o solo em resultado da precipitação, pode ser fixado como azoto orgânico por bactérias e algas verde-azuladas (cianobactérias), ou sofrer redução em amoníaco (NH₃) por fixação industrial de azoto (Boyd, 2015). De todos estes processos, a fixação biológica é o mais importante, explicando cerca de 50% do azoto fixado nos solos.

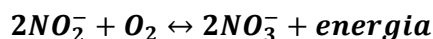
A concentração do azoto no solo sobre a forma de matéria orgânica implica que este elemento tenha de sofrer um processo de mineralização para ser utilizado pelas plantas, mediante a degradação bioquímica da matéria azotada. Esta transformação é controlada por microrganismos e pode decompor-se em três fases principais (Berner & Berner, 2012; Boyd, 2015; Martinez *et al.*, 1990; Vieira, 2018).

No decurso da primeira fase, denominada aminificação, as proteínas e outros compostos azotados são transformados em aminas e aminoácidos. Na fase subsequente, a amonificação, assiste-se à transformação das aminas e aminoácidos em compostos amoniacaais por ação de microrganismos heterotróficos. A última fase deste processo (nitrificação), conduz sucessivamente, por oxidação dos compostos amoniacaais, à formação do ião nitrito e, posteriormente de nitrato. Este mecanismo de oxidação, catalisado por microrganismos autotróficos, pode ser representado por duas reações sucessivas (Martinez *et al.*, 1990):

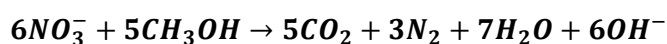
- Formação de nitrito por oxidação do ião amónio, num processo mediado pelas bactérias do género *Nitrosomonas spp.* e designado por nitrificação



- Formação de nitrato por oxidação do nitrito, num processo catalizado pelas bactérias do género *Nitrobacter spp.* e designado por nitratação



O mecanismo da desnitrificação apresenta resultados inversos ao anterior, pois algumas bactérias anaeróbias podem reduzir o nitrato e o nitrito, libertando compostos gasosos azotados para a atmosfera (N_2 , N_2O , NO_2). A desnitrificação também pode corresponder a um processo de índole puramente química, em que o nitrito, mais reativo que o nitrato, reage com a amónia ou grupos amidas, dando origem a N_2 (Loução, 1991). Uma equação representativa da desnitrificação é a seguinte (Boyd, 2015):



As massas de água têm várias entradas e saídas de azoto, e as formas em que se encontra em solução este elemento são função também das condições ambientais. Por exemplo, na maioria das águas poluídas, em ambiente aeróbio, predomina o nitrato, mas se porventura ocorrer numa massa de água pouco oxigenada, em resultado do excesso de matéria orgânica, o amoníaco (NH_4) pode chegar a 80% do azoto inorgânico dissolvido (Berner & Berner, 2012).

Em qualquer caso, e em termos gerais, o enriquecimento resultante da poluição pode modificar o equilíbrio entre as entradas (precipitação atmosférica, input de água contendo azoto de fontes naturais e fixação de azoto), as saídas (saídas naturais de água, captação de água, pesca, infiltração, difusão de amónia na atmosfera e desnitrificação) e o azoto armazenado (matéria orgânica em sedimentos de fundo e na coluna de água – forma gasosa, nitrato, nitrito, amoníaco e matéria particulada) (Boyd, 2015). Os focos de poluição pontual (descargas de águas residuais domésticas e industriais, lixeiras, tanques sépticos, fezes e urinas dos animais, entre outras) e difusa (pastagens e outros terrenos agrícolas) são os principais responsáveis pelo aumento do teor em azoto nas águas naturais, quer a nível global, quer a nível regional.

A deterioração da qualidade das águas de superfície em resultado do impacto da atividade agrícola tem sido descrita a nível mundial (Moss 2008; Kowalkowski *et al.*, 2012). Em particular, os fertilizantes inorgânicos de azoto, de fósforo e de potássio são geralmente de elevada solubilidade, pelo que após serem introduzidos no solo são

rapidamente dissolvidos na água. Assim, o risco de contaminação derivado da sua utilização resulta diretamente da lixiviação de iões e substâncias tóxicas após a sua decomposição no solo ou, indiretamente, quando estes produtos são libertados nas massas de água de superfície e subterrâneas. Também nos Açores, esta questão tem vindo a ser abordada, como por exemplo relativamente ao escoamento de superfície (Cymbron *et al.*, 2005, 2006, 2008; Cruz *et al.*, 2010a) e subterrâneo (Cruz *et al.*, 2010b, 2013).

O retorno do N ao solo através das fezes e urina do gado implica que pode ser lixiviada das pastagens grande quantidade de nitrato, como demonstrado por Ryden *et al.* (1984), que concluíram que em locais onde os excrementos orgânicos se acumulavam a quantidade de azoto no solo era 3,2 a 7,7 vezes maior que noutras áreas. Com base em estudos comparativos, Moss (1988) concluiu que uma única vaca pode contribuir por ano com aproximadamente 58 Kg de N. Com o gado ovino a situação é similar, pois Burden *et al.* (1986) estimou que 15% a 23% do N excretado é lixiviado a partir de pontos irrigados e não irrigados, respetivamente.

Por seu turno, o fósforo no seu ciclo elementar não apresenta nenhuma forma gasosa estável na atmosfera, pelo que o seu transporte para as massas de água resulta essencialmente do escoamento fluvial (Berner & Berner, 2012). A principal fonte de fósforo corresponde às rochas e aos solos, onde ocorre sobre variadas formas e teores, mas geralmente a fase sólida mineral mais comum (apatite) é relativamente insolúvel (Berner & Berner, 2012; Boyd, 2015). O facto de ser relativamente insolúvel faz com que o fósforo seja um elemento limitante nos ecossistemas terrestres e associados às massas de água, afetando, por exemplo, a produtividade fitoplanctónica.

O fósforo inorgânico dissolvido na água é geralmente o resultado da ionização nos ecossistemas aquáticos, sendo que corresponde geralmente um produto de ionização do ácido ortofosfórico (H_3PO_4). Nas condições típicas de pH da maioria das massas de água as formas mais comuns de fosfato dissolvido são o HPO_4^{2-} e o H_2PO_4^- , sendo que o fósforo inorgânico raramente excede 0,1 mg/L, e o fósforo total 0,5 mg/L (Boyd, 2015). Tal resulta do facto de, não obstante a sua importância biológica, o conteúdo em fósforo ser controlado por fatores químicos, como sejam por exemplo a remoção por reações com o alumínio, e em menor grau com o ferro, nos sedimentos.

De igual forma que para o azoto, o enriquecimento em fósforo pode também ser devida à poluição agrícola, através da aplicação de fertilizantes nos solos, assim como

resultar da descarga para o meio de águas residuais domésticas e industriais e de detergentes (Hem, 1989; Berner & Berner, 2012; Boyd, 2015).

No presente trabalho, procedeu-se à determinação do conteúdo em N e em P, em várias formas que podem expressar a respetiva concentração na água, visto que estes dois nutrientes são os que causam maior preocupação quando se analisa a qualidade da água. Com efeito, na medida que estes dois elementos são nutrientes, o seu enriquecimento no meio aquático, em resultado da poluição, pode implicar a eutrofização das massas de água, com consequências negativas sobre a respetiva qualidade (Smith *et al.*, 1999, 2006; Prepas & Charette, 2005; Smith & Schindler, 2009).

A eutrofização das massas de água superficiais é um fenómeno mundial, colocando desafios difíceis a todos os envolvidos na gestão dos recursos hídricos, o que requer uma abordagem multidisciplinar para lidar com este problema (Orderud & Vogt, 2013) e impõe custos ambientais severos (Pretty *et al.*, 2003). Vários casos de estudo têm sido descritos em todo o mundo, quer enfatizando as modificações sobre a matriz aquosa (Zhukova, 2011; Huo *et al.*, 2013; Khadka & Ramanathan, 2013) sedimentar (Muri *et al.*, 2013), quer, em particular nas últimas décadas, o impacte das alterações climáticas (Moss *et al.*, 2011; Foley *et al.*, 2012; Verspagen *et al.*, 2014). A publicação e implementação da Diretiva-Quadro da Água (Diretiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro, transposta para o direito nacional pela Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro), adotada pelos estados-membros da União Europeia, também levou ao desenvolvimento de novas ferramentas para lidar com a eutrofização de massas de água (Cardoso *et al.*, 2007; Arnaud *et al.*, 2013).

A atividade vulcânica também pode representar uma fonte de nutrientes para as massas de água de superfície, e explicar o estado de eutrofia das mesmas. Um estudo conduzido no lago Copahue, localizado no vulcão andesítico homónimo (Argentina), conseguiu determinar a importância dos nutrientes vulcânicos, e em particular do azoto, no controlo do estado trófico daquela massa de água (Pedrozo *et al.*, 2008).

Também nos Açores, em resultado das atividades agrícolas desenvolvidas nas bacias hidrográficas de lagoas, que implicam cargas excessivas de nutrientes como resultado da fertilização intensiva e do estrume de gado, a eutrofização constitui o problema mais grave de qualidade das águas superficiais no arquipélago. O primeiro trabalho científico sobre as modificações da qualidade da água em lagoas data da década de 80 do século XX (Medeiros *et al.*, 1983) mas, no entanto, o primeiro estudo

aprofundado sobre a eutrofização nas Lagoas das Sete Cidades e Furnas só foi desenvolvido em 1988/89 (Santos *et al.*, 1991a, 1991b). Posteriormente, a monitorização periódica da qualidade da água, iniciada em 1992/1993 sobre a égide da entidade competente em matéria de recursos hídricos do Governo Regional dos Açores, tem propiciado muita informação relevante (INOVA, 1996, 1999; Cymbron *et al.*, 2005, 2006, 2008; Pacheco *et al.*, 2005, 2010; Malcata *et al.*, 2022), a que se adiciona o contributo dado pelas investigações académicas entretanto desenvolvidas (Porteiro, 2000; Santos *et al.*, 2005; 2012; Ribeiro *et al.*, 2008; Martins *et al.*, 2008, 2012; Gonçalves, 2008; Cruz *et al.* 2015; Andrade, 2024).

Já relativamente à qualidade da água das ribeiras nos Açores, o sistema de monitorização periódica da qualidade da água acima mencionado tem também proporcionado um conjunto de dados relevante (Cymbron *et al.*, 2005, 2006, 2008), já alvo de tratamento científico (Cruz *et al.* 2010a), para além de estudos episódicos que têm vindo a ser entretanto publicados (Freire *et al.*, 2013; Melo *et al.*, 2014).

No âmbito do presente projeto procedeu-se à recolha de amostras periódicas visando a determinação da composição em várias formas de azoto ao longo da coluna de água nos lagos estudados, assim como em mais de três dezenas de pontos no rio principal e afluentes da Ribeira Quente, tendo-se procedido às seguintes determinações:

- **Azoto Amoniacal**

O azoto amoniacal pode estar dissolvido na água quer na forma iónica (amónio; NH_4^+), quer na forma não ionizada (amoníaco; NH_3), dependendo das condições de pH e de temperatura, e tem origem em processos de degradação de materiais residuais de origem animal ou vegetal (Mendes & Santos Oliveira, 2004). Nas condições típicas das águas superficiais (pH entre 6,5 e 8,5) o azoto amoniacal apresenta-se geralmente na forma ionizada.

Determinado no laboratório do Instituto de Inovação Tecnológica dos Açores, por SMEWW 4500-NH3 F - EAM (VIS).

- **Azoto Kjeldahl (TKN)**

O azoto Kjeldahl é uma determinação analítica que permite dosar uma fração significativa das substâncias azotadas numa água, nomeadamente os compostos orgânicos azotados e o azoto amoniacal, excluindo assim o nitrato e o nitrito (Mendes & Santos Oliveira, 2004), bem como formas azotadas menos

comuns (como sejam as azidas, azocompostos, hidrazonas, hidrazina e hidroxilamina).

Determinado no laboratório do Instituto de Inovação Tecnológica dos Açores, pelo método SMEWW 4500-N B - Volumetria.

- **Nitratos**

Os nitratos são dos constituintes azotados mais importantes, na medida que são uma forma muito solúvel de azoto na água, e desta forma um poluente importante quer em massas de água de superfície, quer subterrâneas. Resulta da cadeia de reações anteriormente referida, que passa da fixação do azoto atmosférico nos solos e a subsequente nitrificação em condições aeróbias.

Determinado no laboratório do Instituto de Inovação Tecnológica dos Açores, pelo método PT 60 (9) 2020-09 - CI.

- **Nitritos**

Os nitritos formam-se em condições predominantemente anaeróbias, por redução dos nitratos ou como produto da oxidação do azoto amoniacal; em condições oxidantes, usuais nas massas de água de superfície, todos os nitritos passam a nitratos de forma quase imediata (Mendes & Santos Oliveira, 2004).

Determinado no laboratório do Instituto de Inovação Tecnológica dos Açores, pelo método PT 60 (9) 2020-09 - CI.

- **Azoto Total**

O azoto total mede o conteúdo global das substâncias azotadas nas amostras recolhidas.

Determinado no laboratório do Instituto de Inovação Tecnológica dos Açores, pelo método SMEWW 4500-N B - Volumetria.

Relativamente ao fósforo, no âmbito do presente projeto procederam-se às seguintes determinações:

- **Fosfatos**

A forma mais comum de ocorrência do fósforo na água corresponde aos iões fosfato, espécies reativas solúveis, que ocorrem nas massas de água em resultado da biodegradação de substâncias orgânicas ou de lixiviação dos solos (Mendes & Santos Oliveira, 2004). No presente relatório é expresso em mg

P_2O_5/L , o que é equivalente a $1,339 \text{ mg PO}_4^{3-}/L$ (também designado como ortofosfato).

Determinado no laboratório do Instituto de Inovação Tecnológica dos Açores, pelo método SMEWW 4500 P D - EAM (VIS).

- **Fósforo Total**

É um indicador do excesso de fósforo em águas naturais; para a análise do fósforo total é necessário realizar a conversão das diferentes formas de fósforo na água em ortofosfatos (os polifosfatos são rapidamente convertidos por hidrólise e o fósforo orgânico requer digestão ácida).

Determinado no laboratório do Instituto de Inovação Tecnológica dos Açores, pelo método SMEWW 4500-P B5 e E - EAM.

4.3.2 | Composição em nutrientes nas lagoas estudadas

Os resultados das determinações laboratoriais respeitantes às várias formas de azoto e fósforo em solução encontram-se listados, por massa de água e campanha de amostragem, nas Tabelas F.1 a F.3 (Anexo F). Nas Figuras 4.41 e 4.42, apresentam-se os diagramas de caixas para o azoto total, azoto Kjeldahl, azoto amoniacal, nitrato, fósforo total e fosfatos relativos à Lagoa do Congro, complementados por gráficos que expressam os gradientes com a profundidade para a mesma massa de água (Figuras 4.45 a 4.46). Para as restantes massas de água optou-se por seguir a mesma forma de apresentação de resultados, sendo que as Figuras 4.43 a 4.44 e Figuras 4.47 a 4.48 referem-se, respetivamente, aos diagramas de caixas e às variações em profundidade dos vários parâmetros analisados na lagoa de Santiago, enquanto as Figuras 4.49 a 4.50 e Figuras 4.51 a 4.52 aplicam-se ao caso da Lagoa Negra.

Realça-se que os diagramas de caixas relativos aos vários parâmetros mostram a existência de alguns *outliers*, relativos a resultados nalguns casos substancialmente mais elevados que a generalidade, e em muitos casos sugerem distribuições log-normais, com caudas mais ou menos longas para a direita da escala, *i.e.* no sentido dos valores mais elevados, o que se explica pelos efeitos do carácter monomítico das massas de água, como de seguida se aborda em pormenor.

Na Lagoa do Congro os valores obtidos na generalidade variam entre 0,30 e 4,30 mg N/L (média = $1,00 \pm 0,87 \text{ mg N/L}$), para o azoto total, entre 0,10 e 4,00 mg N/L

(média = $0,80 \pm 4,00$ mg N/L), para o azoto Kjeldahl, 0,02 a 5,60 mg NH_4/L (média = $0,63 \pm 1,27$ mg NH_4/L), para o azoto amoniacal, e 0,15 a 2,30 mg NO_3/L (média = $0,92 \pm 0,86$ mg NO_3/L), para o nitrato. O nitrito apresenta-se em muitos casos abaixo do limite de quantificação do laboratório, o que é explicável pela facilidade com que na presença de oxigénio todo o nitrito é convertido quase de imediato em nitrato, ou inversamente, em condições anaeróbias, esta espécie se transforma ao longo do processo de desnitrificação.

Na Lagoa de Santiago, e no cômputo geral, os valores obtidos variam entre 0,15 e 4,00 mg N/L (média = $0,50 \pm 0,69$ mg N/L), para o azoto total, entre 0,10 e 4,00 mg N/L (média = $0,48 \pm 0,69$ mg N/L), para o azoto Kjeldahl, 0,02 a 3,30 mg NH_4/L (média = $0,23 \pm 0,25$ mg NH_4/L), para o azoto amoniacal, e 0,15 a 1,30 mg NO_3/L (média = $0,25 \pm 0,25$ mg NO_3/L), para o nitrato, sendo que mais uma vez o nitrito se apresenta em muitos casos abaixo do limite de quantificação do laboratório.

Conforme se pode verificar nas três massas de água em estudo, os valores de azoto total são semelhantes aos de azoto Kjeldahl, o que mostra que o primeiro destes parâmetros é dominado essencialmente por compostos orgânicos azotados, o que é compatível com as concentrações muito baixas de azoto amoniacal (expresso em mg NH_4/L). Sendo expectável que o amoníaco (NH_4) se apresente em concentrações muito baixas em águas bem oxigenadas (Wetzel, 1993), tal também explica que no *hipolimnion* das Lagoas do Congro e de Santiago, quando a coluna de água está estratificada, e as condições do meio tendem para a ausência de oxigénio, os teores sejam mais elevados nas amostras de maior profundidade (Figuras 4.45C e 4.47C).

Nas campanhas de amostragem em que predominam as condições de estratificação as concentrações de azoto amoniacal atingem os valores mais elevados, com determinações da ordem de 5,60 mg NH_4/L , 1,30 mg NH_4/L e 1,39 mg NH_4/L , respetivamente na 2.^a, 3.^a e 7.^a campanha de amostragem efetuada na Lagoa do Congro, e da ordem de 1,52 mg NH_4/L , 0,78 mg NH_4/L e 0,43 mg NH_4/L , nas amostragens com as mesmas referências levadas a cabo na Lagoa de Santiago. Também nessas mesmas campanhas são atingidos os valores máximos de azoto total, e logo de azoto Kjeldahl, com valores, respetivamente, na gama de 0,40 a 4,30 mg N/L (média = $1,32 \pm 1,50$ mg N/L), 0,30 a 1,90 mg N/L (média = $0,80 \pm 0,64$ mg N/L) e 1,00 a 1,50 mg N/L (média = $1,36 \pm 0,19$ mg N/L), para a Lagoa do Congro, e de 0,20 a 1,30 mg N/L (média = $0,43 \pm 0,38$ mg N/L), 0,15 a 0,60 mg N/L (média = $0,36 \pm 0,15$ mg N/L) e 0,15 a 2,20 mg N/L (média = $0,50 \pm 0,69$ mg N/L), na Lagoa de Santiago.

Nas condições de mistura total pode esperar-se que o azoto amoniacal seja assimilado pelas algas ou, em condições aeróbias sofra nitrificação. As amostragens efetuadas na Lagoa do Congro em que os valores de nitrato são mais elevados correspondem às campanhas n.º 5 (1,40 - 2,10; média = $1,92 \pm 0,30$ mg NO₃/L), n.º 6 (1,20 - 2,30; média = $1,74 \pm 0,45$ mg N/L) e n.º 7 (0,15 - 2,30; média = $0,95 \pm 0,98$ mg N/L). Para a Lagoa de Santiago, os valores de nitrato são mais elevados nas campanhas n.º 2 (0,15 - 1,30; média = $0,36 \pm 0,40$ mg NO₃/L), n.º 3 (0,15 - 0,70; média = $0,27 \pm 0,20$ mg N/L) e n.º 7 (0,15 - 1,10; média = $0,41 \pm 0,32$ mg N/L).

Nas campanhas acima identificadas predominaram as condições de estratificação da coluna de água, e pode observar-se que o teor em nitratos é baixo no *epilimnion*, aumenta com a profundidade e, junto ao fundo cai a mínimos (Figuras 4.45D e 4.47D). Tal parece indiciar que no *epilimnion* o amoníaco está a ser assimilado pelas algas e, sem cargas poluentes significativas, o teor de NO₃ é assim limitado biogeoquimicamente porque não há condições para a geração de nitratos por nitrificação. A maior profundidade, o processo de nitrificação explica o aumento do teor em nitratos, concomitantemente a uma diminuição da atividade algal abaixo da zona fótica, até que mais junto ao fundo, em condições de ausência de oxigénio total, a nitrificação, e até a adsorção pelos sedimentos diminui, o que explica o predomínio do amoníaco.

Junto ao fundo, podem também estar reunidas as condições para que ocorra desnitrificação, *i.e.* a redução bioquímica do anião oxidado de azoto, com diminuição significativa do N combinado, que se pode perder se não for fixado novamente (Wetzel, 1993).

Relativamente às formas dissolvidas de fósforo nas Lagoas do Congro e de Santiago os valores variam, respetivamente, entre 11,00 e 542,00 µg P/L (média = $75,83 \pm 111,38$ µg P/L) e entre 13,00 e 831,00 µg P/L (média = $108,50 \pm 181,71$ µg P/L), para o fósforo total, e entre 7,50 e 262,00 µg P₂O₅/L (média = $32,25 \pm 47,09$ µg P₂O₅/L) e 7,50 e 660,00 µg P₂O₅/L (média = $81,36 \pm 142,08$ µg P₂O₅/L), para o fosfato.

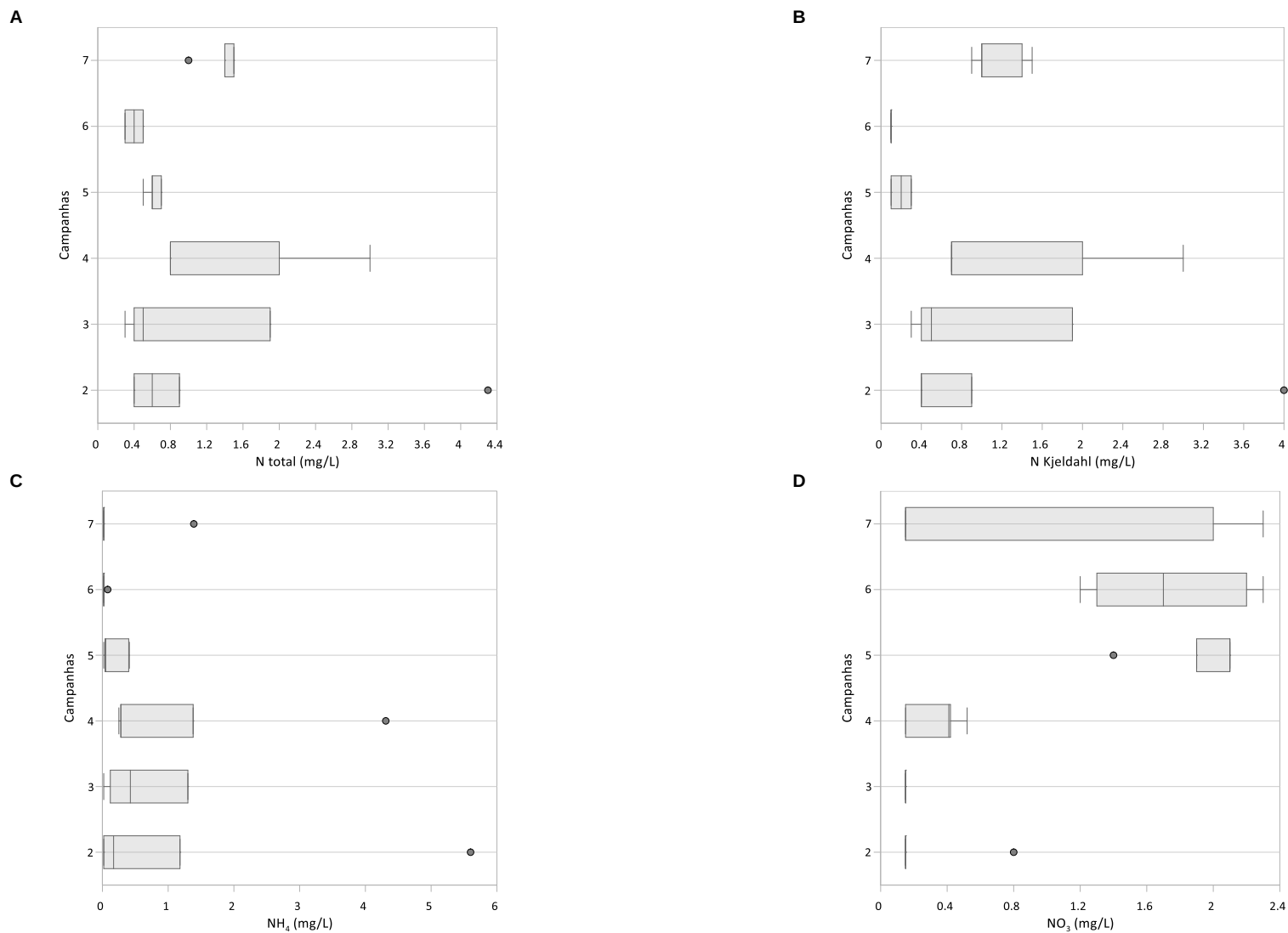


Figura 4.41 | Comparação dos valores de diversas formas de azoto em solução nas várias campanhas de amostragem na Lagoa do Congro por intermédio de um diagrama de caixas (*box plot*). A – azoto total; B – azoto Kjeldahl; C – azoto amoniacal; D – nitrato.

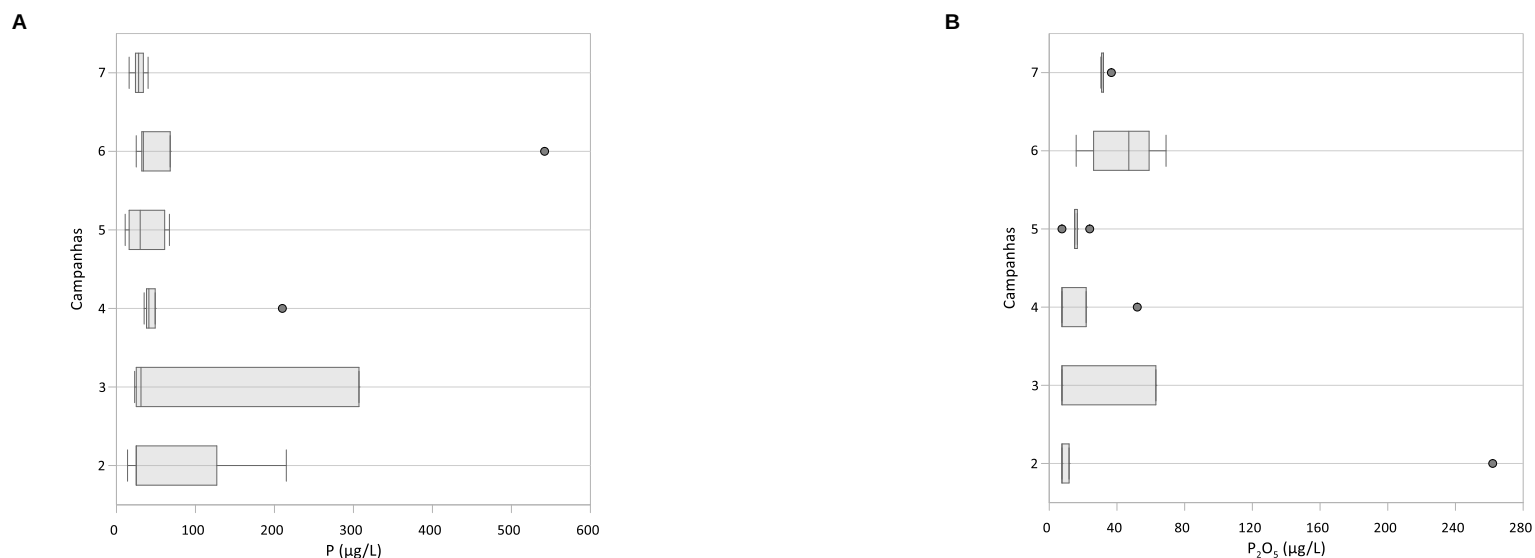


Figura 4.42 | Comparação dos valores de diversas formas de fósforo em solução nas várias campanhas de amostragem na Lagoa do Congro por intermédio de um diagrama de caixas (*box plot*). A – fósforo total; B – fosfatos.

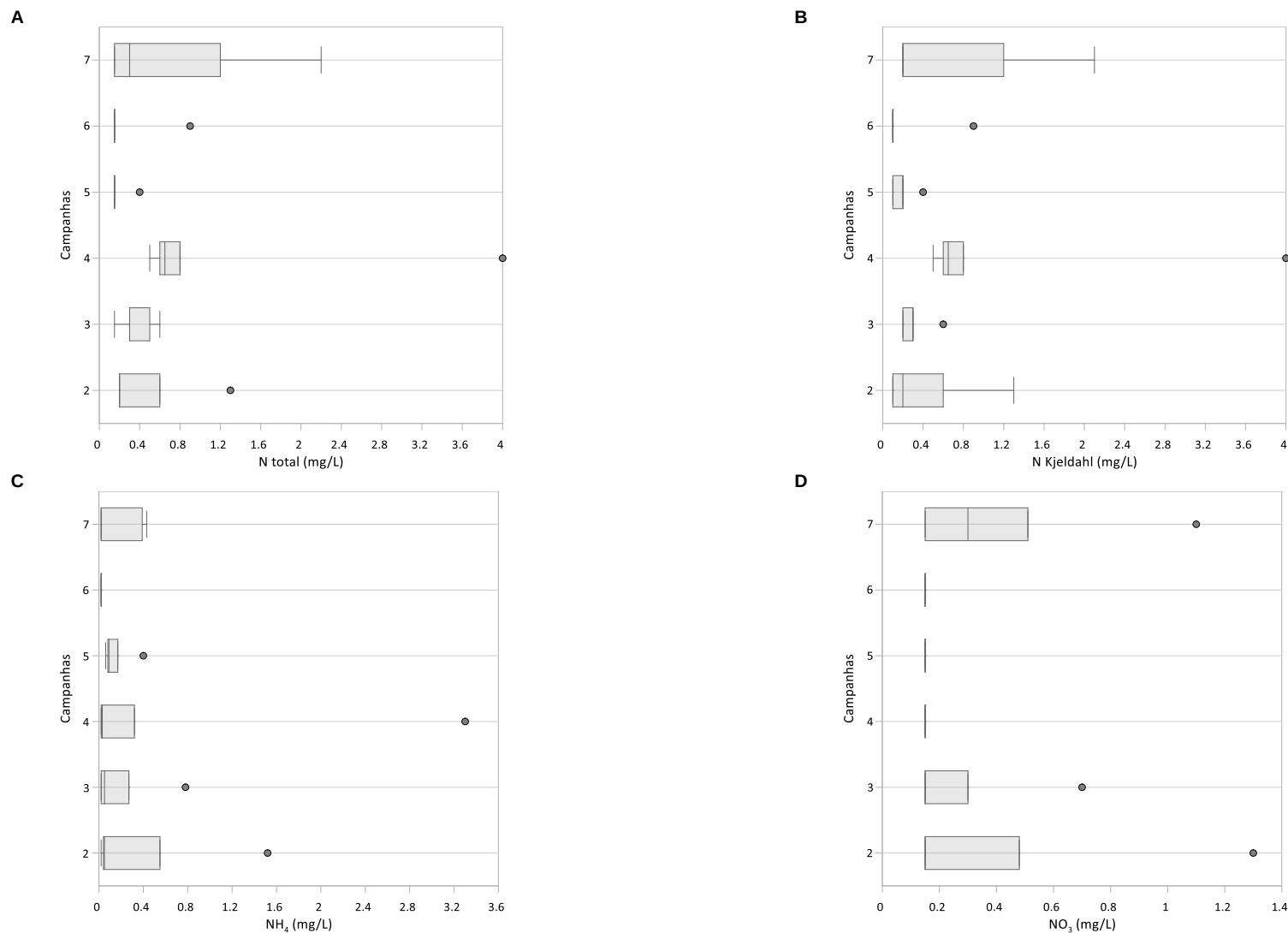


Figura 4.43 | Comparação dos valores de diversas formas de azoto em solução nas várias campanhas de amostragem na Lagoa de Santiago por intermédio de um diagrama de caixas (*box plot*). A – azoto total; B – azoto Kjeldahl; C – azoto amoniacal; D – nitrato.

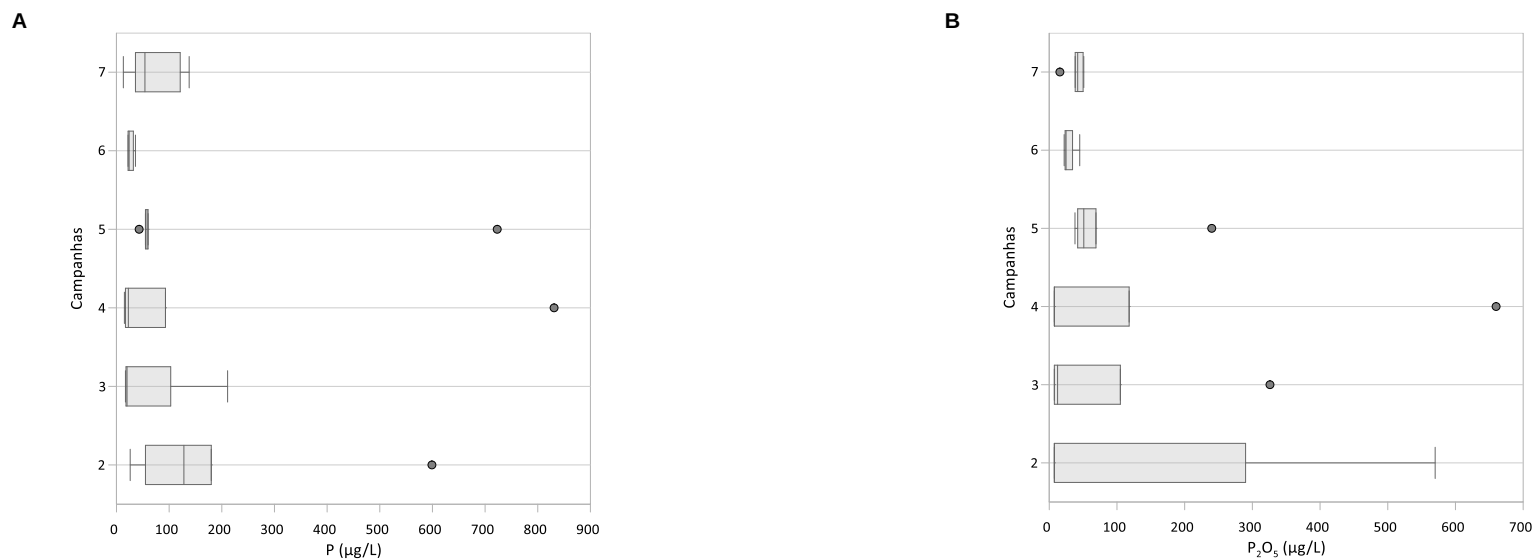


Figura 4.44 | Comparação dos valores de diversas formas de fósforo em solução nas várias campanhas de amostragem na Lagoa de Santiago por intermédio de um diagrama de caixas (*box plot*). A – fósforo total; B – fosfatos.

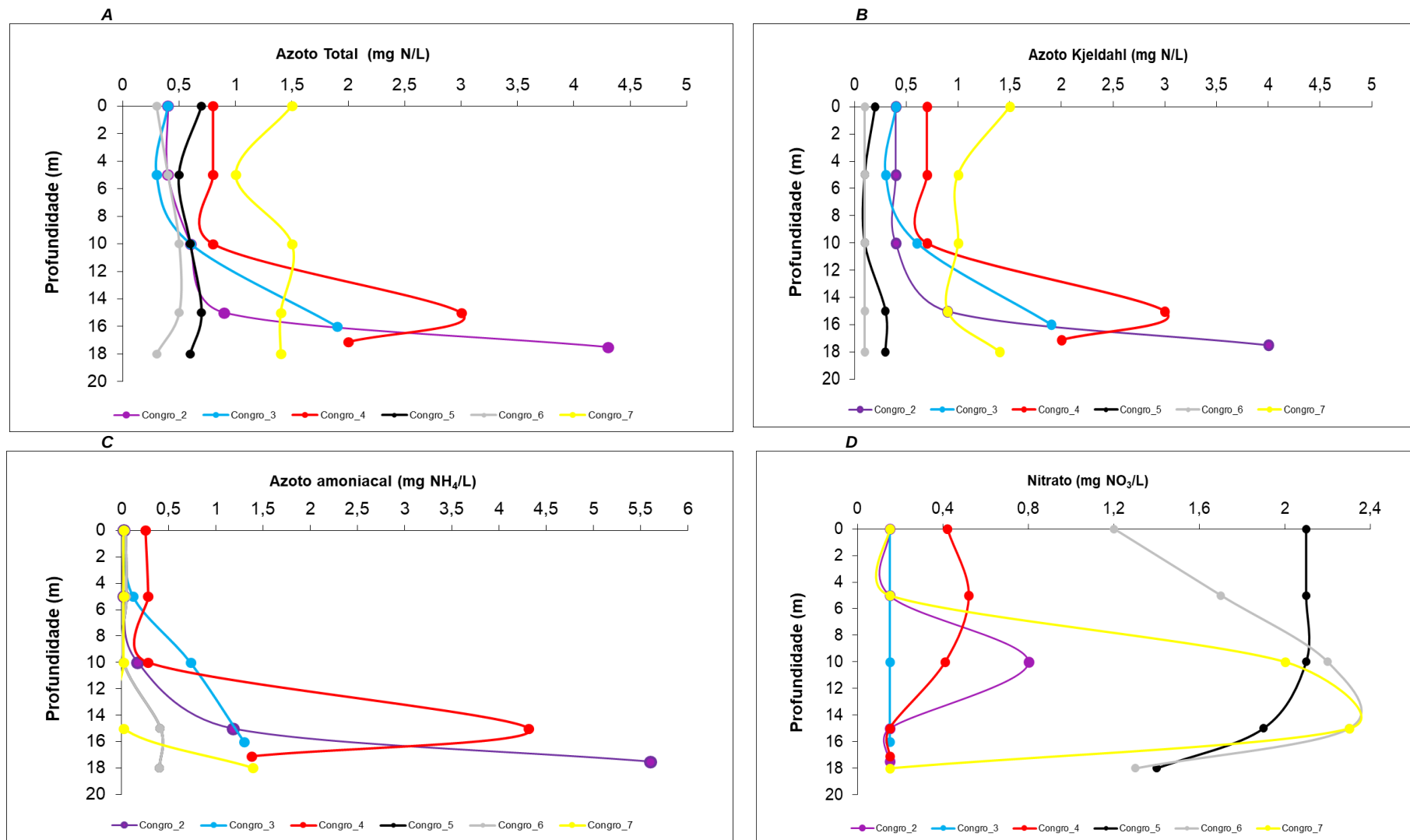


Figura 4.45 | Representação da variação ao longo da coluna de água das diversas formas de azoto em solução nas várias nas várias campanhas de amostragem na Lagoa do Congro. A – azoto total; B – azoto Kjeldahl; C – azoto amoniacal; D – nitrato.

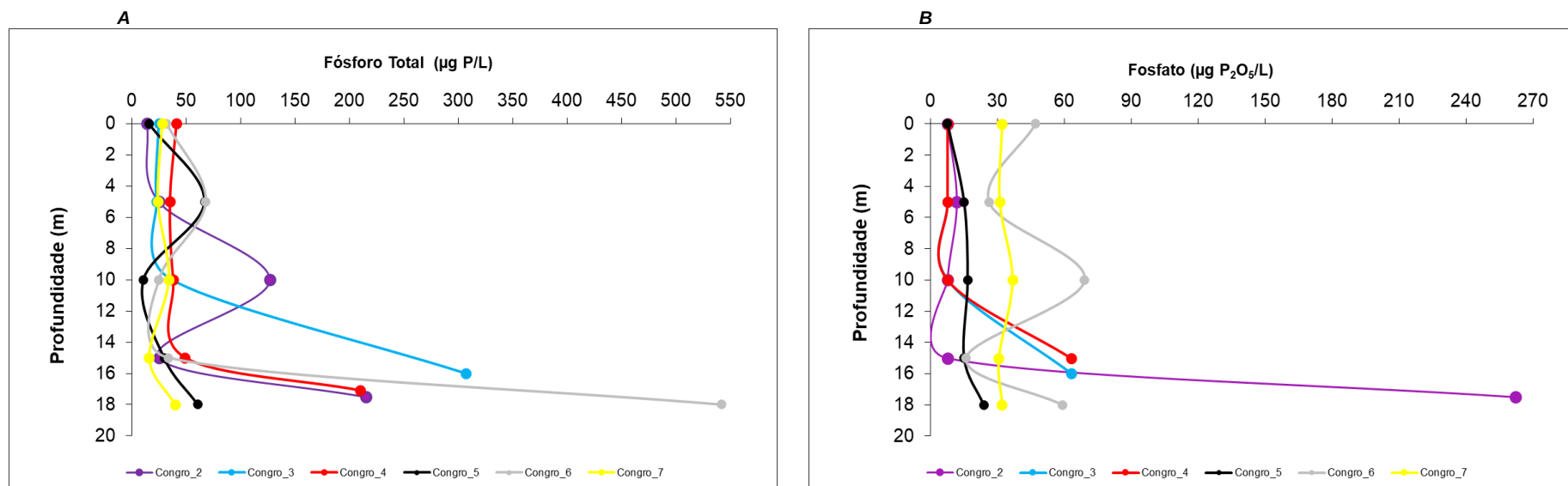


Figura 4.46 | Representação da variação ao longo da coluna de água das diversas formas de fósforo em solução nas várias nas várias campanhas de amostragem na Lagoa do Congro. A – fósforo total; B – fosfatos.

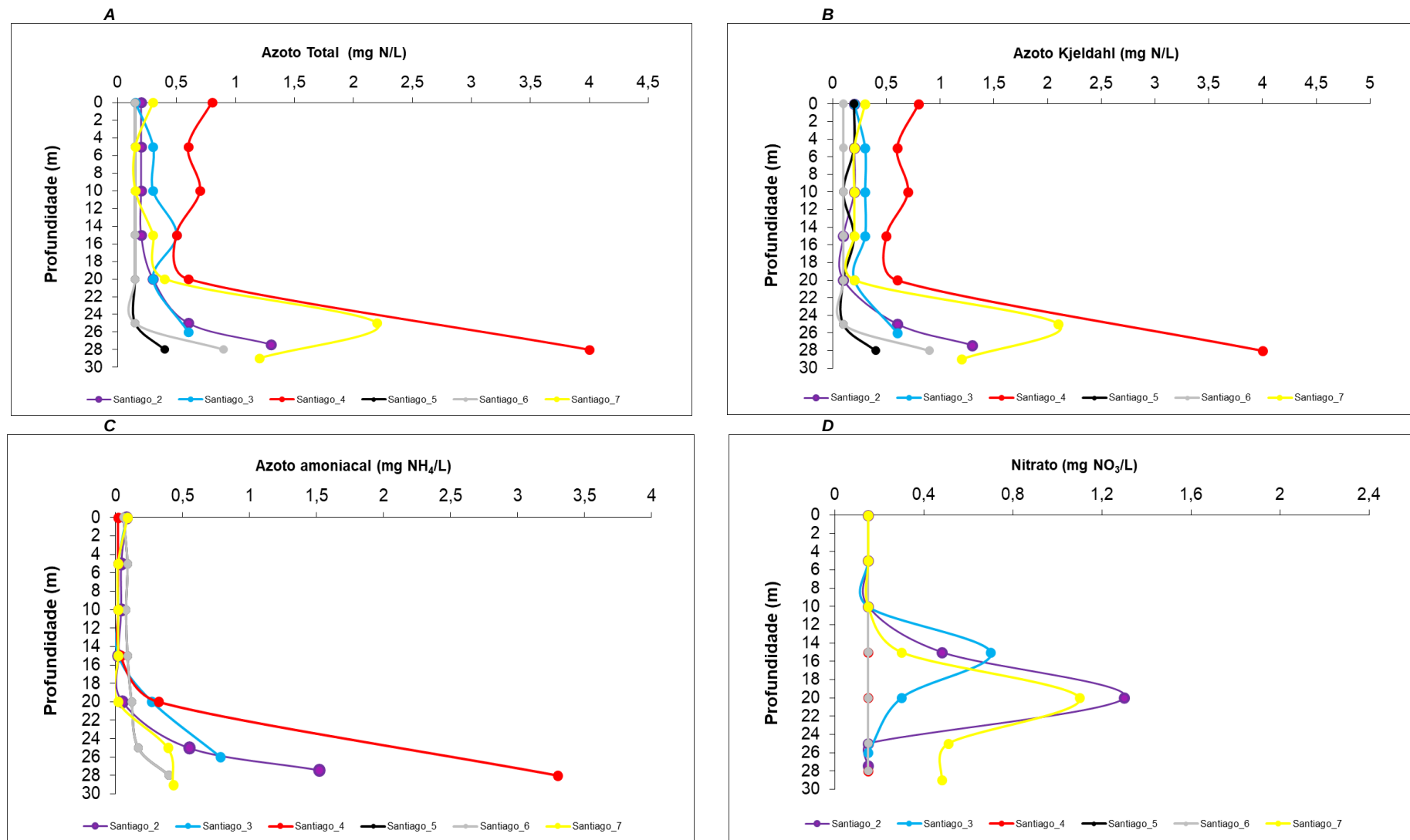


Figura 4.47 | Representação da variação ao longo da coluna de água das diversas formas de azoto em solução nas várias nas várias campanhas de amostragem na Lagoa de Santiago. A – azoto total; B – azoto Kjeldahl; C – azoto amoniacal; D – nitrato.

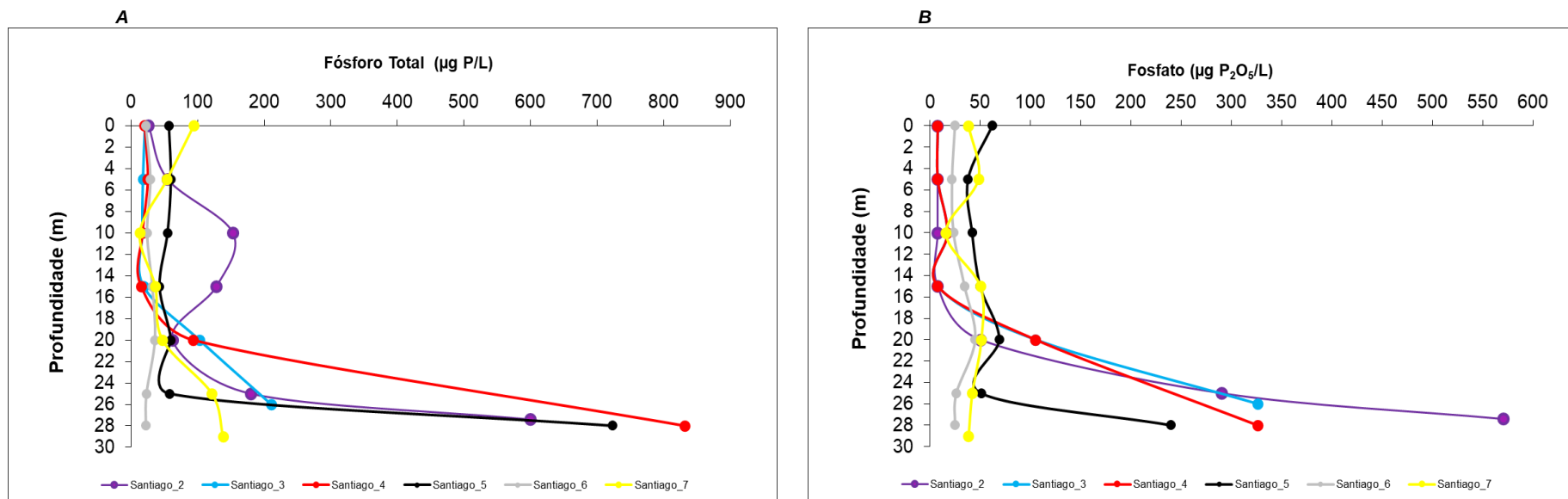


Figura 4.48 | Representação da variação ao longo da coluna de água das diversas formas de fósforo em solução nas várias nas várias campanhas de amostragem na Lagoa de Santiago. A – fósforo total; B – fosfatos.

Na Lagoa do Congro os valores mais elevados de fósforo total são observados na 2.^a (14,00 – 215,00 µg P/L; média = $81,20 \pm 78,53$ µg/L P), 3.^a (23,00 – 307,00 µg P/L; média = $98,00 \pm 120,31$ µg/L P) e 6.^a campanha de amostragem (25,00 – 542,00 µg P/L; média = $140,20 \pm 201,45$ µg/L P), em condições de estratificação (Figura 4.46A). Por seu turno, na Lagoa de Santiago, os valores máximos são atingidos na 2.^a (26,00 - 599,00 µg P/L; média = $171,86 \pm 181,97$ µg/L P), 4.^a (15,00 - 831,00 µg P/L; média = $166,83 \pm 298,26$ µg/L P) e 5.^a campanha de amostragem (43,00 - 723,00 µg P/L; média = $150,86 \pm 233,64$ µg/L P) (Figura 4.48A). Sendo esta última campanha uma amostragem efetuada em março de 2024, e em condições teoricamente de mistura total ao longo da coluna de água, pode-se sugerir que ocorram condições localizadas de anóxia, que permitam a ressolubilização do fósforo junto ao fundo da Lagoa. Tal poderá estar associado à profundidade daquela massa de água, que poderá dificultar a difusão do oxigénio desde a superfície. Os fosfatos apresentam um padrão de variação similar ao longo da coluna de água, refletindo a libertação de formas solúveis reativas, como os fosfatos, no *hipolimnion* (Figuras 4.46B e 4.48B).

Já para a Lagoa Negra, e na generalidade, os valores obtidos variam entre 0,15 e 12,00 mg N/L (média = $1,63 \pm 2,97$ mg N/L), para o azoto total, entre 0,01 e 12,00 mg N/L (média = $1,55 \pm 3,01$ mg N/L), para o azoto Kjeldahl, 0,02 a 0,60 mg NH₄/L (média = $0,08 \pm 0,13$ mg NH₄/L), para o azoto amoniacal, e 0,15 a 1,40 mg NO₃/L (média = $0,25 \pm 0,25$ mg NO₃/L), para o nitrato. Como para as outras lagoas em estudo, o nitrito apresenta-se em muitos casos abaixo do limite de quantificação do laboratório, o que é explicável pela facilidade com que na presença de oxigénio todo o nitrito é convertido quase de imediato em nitrato ou inversamente, em condições anaeróbias, esta espécie se transforma ao longo do processo de desnitrificação. Por outro lado, também na Lagoa Negra, os valores de azoto total são semelhantes aos de azoto Kjeldahl, o que mostra que o primeiro destes parâmetros é dominado essencialmente por compostos orgânicos azotados.

Nesta massa de água, o azoto amoniacal aumenta em profundidade, em particular nas campanhas n.º 2 (0,02 - 0,37 mg NH₄/L; média = $0,15 \pm 0,14$ mg NH₄/L), n.º 4 (0,02 - 0,34 mg NH₄/L; média = $0,07 \pm 0,11$ mg NH₄/L), n.º 5 (0,02 - 0,20 mg NH₄/L; média = $0,05 \pm 0,06$ mg NH₄/L), e n.º 7 (0,02 - 0,60 mg NH₄/L; média = $0,18 \pm 0,21$ mg NH₄/L). Contudo, não é possível distinguir com clareza um padrão diverso para situações em que a lagoa está perfeitamente estratificada, como por exemplo na 7.^a campanha de amostragem, e outras em que a diferença de temperatura entre a

superfície e o fundo é mais reduzida, como por exemplo nas 4.^a e 5.^o campanhas (Figura 4.51A).

Em qualquer caso, as concentrações de NH_4 são mais reduzidas comparativamente às outras duas massas de água lânticas em estudo, o que sugere que as diferenças entre campanhas são fruto de variações na assimilação pelas algas, não se considerando plausível que ocorram cargas poluentes significativas. Em profundidade, para mais numa massa de água tão profunda, em que a difusão de oxigénio desde a superfície é dificultada, é expectável que possam ocorrer períodos em que a nitrificação não seja tão eficaz a oxidar o azoto amoniacal em nitrato. Em particular a 7.^a campanha de amostragem mostra a relação inversa entre as concentrações de NH_4 e NO_3 .

Relativamente às formas de P na água da Lagoa Negra, os valores variam entre 37,00 e 307,00 $\mu\text{g P/L}$ (média = $112,14 \pm 82,22 \mu\text{g P/L}$), para o fósforo total, e entre 35,90 e 560,00 $\mu\text{g P}_2\text{O}_5/\text{L}$ (média = $162,02 \pm 98,82 \mu\text{g P}_2\text{O}_5/\text{L}$), para o fosfato. Os teores observados são da mesma ordem de grandeza que os das outras duas lagoas em estudo, e também se observa um aumento das concentrações em fósforo total e em fosfato no *hipolimnion*, e em particular nos níveis mais profundos, o que indicia a solubilização do P em condições redutoras (Figuras 4.52A e 4.52B).

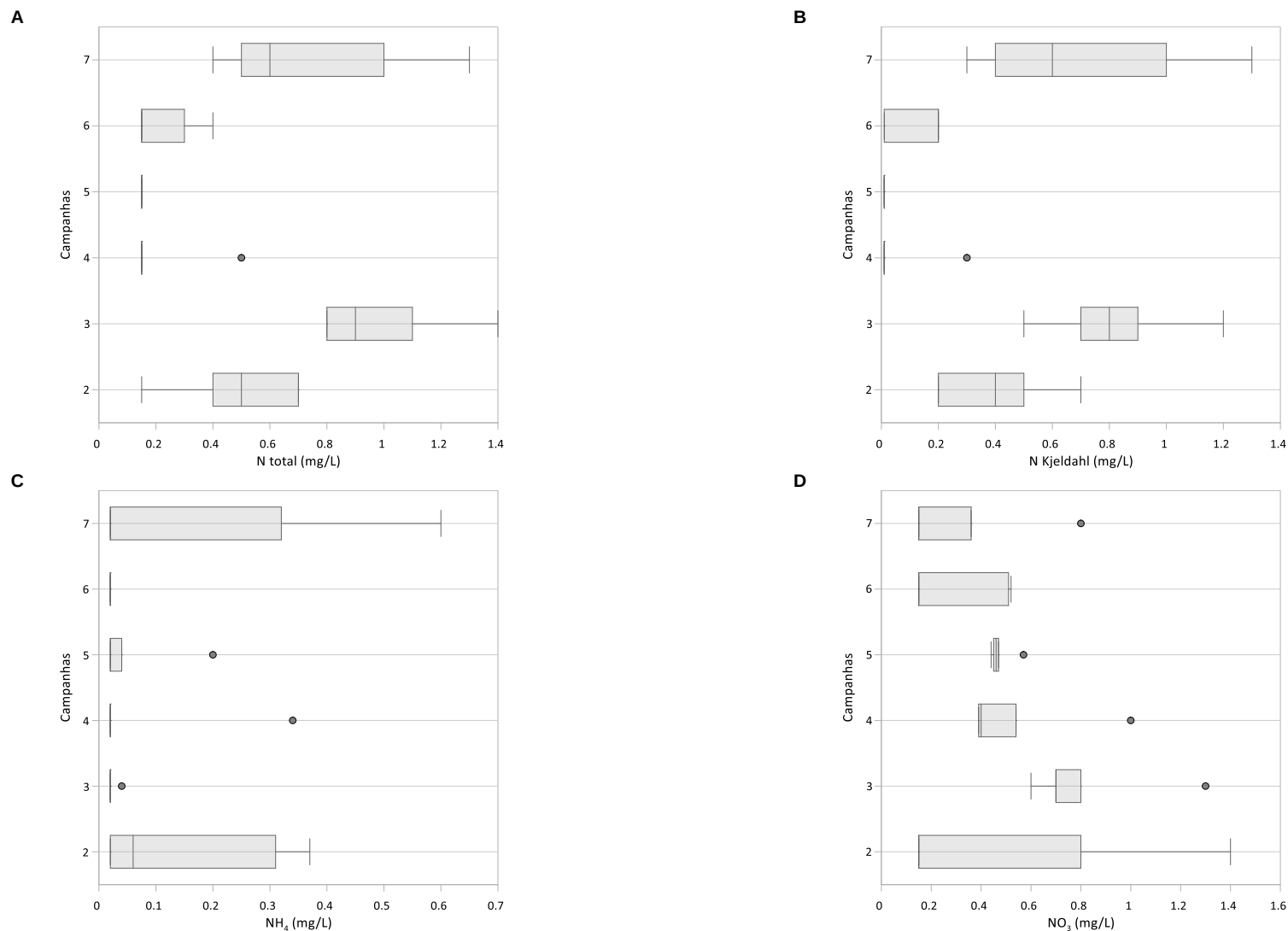


Figura 4.49 | Comparação dos valores de diversas formas de azoto em solução nas várias campanhas de amostragem na Lagoa Negra por intermédio de um diagrama de caixas (*box plot*). A – azoto total; B – azoto Kjeldahl; C – azoto amoniacal; D – nitrato.

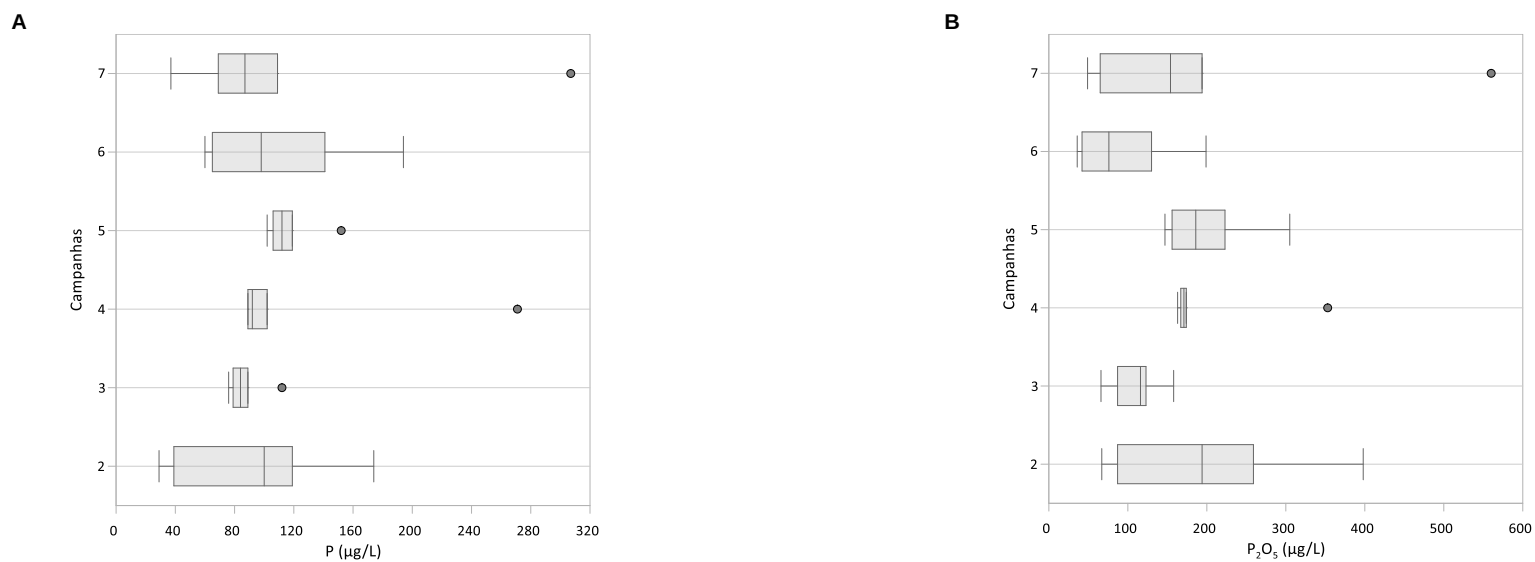


Figura 4.50 | Comparação dos valores de diversas formas de fósforo em solução nas várias campanhas de amostragem na Lagoa Negra por intermédio de um diagrama de caixas (*box plot*). A – fósforo total; B – fosfatos.

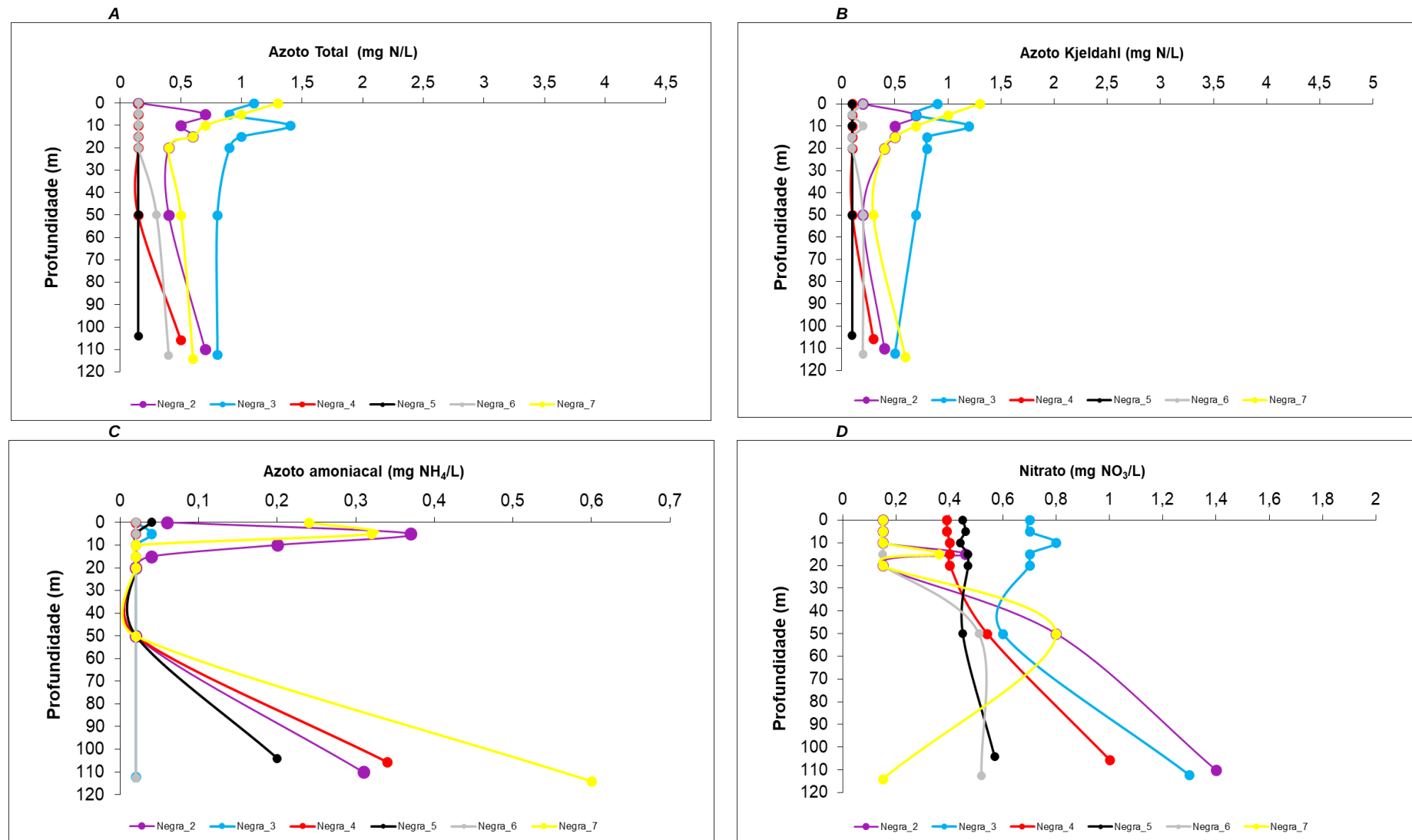


Figura 4.51 | Representação da variação ao longo da coluna de água das diversas formas de azoto em solução nas várias nas várias campanhas de amostragem na Lagoa Negra. A – azoto total; B – azoto Kjeldahl; C – azoto amoniacal; D – nitrato.

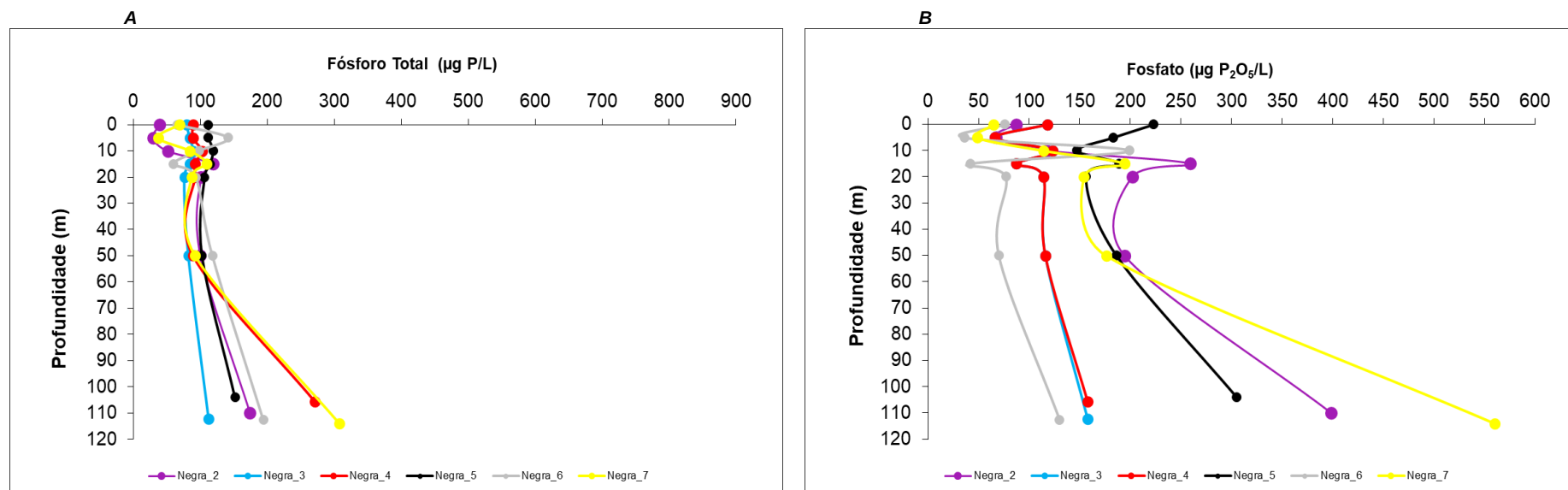


Figura 4.52 | Representação da variação ao longo da coluna de água das diversas formas de fósforo em solução nas várias nas várias campanhas de amostragem na Lagoa Negra. A – fósforo total; B – fosfatos.

A aplicação do Índice do Estado Trófico proposto por Carlson (1977) permite caracterizar a evolução da qualidade da água em lagos, o que se revela de grande utilidade em particular para os responsáveis pela gestão e proteção dos recursos hídricos. Não obstante o valor absoluto do referido índice poder ser estimado com base noutros parâmetros, como seja a clorofila a, no presente trabalho recorre-se aos valores de fósforo total (TP), para o que se utiliza a seguinte expressão numérica:

$$TSI_{TP} = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{TP}}{\ln 2} \right)$$

A aplicação da expressão acima mencionada à sucessão das seis campanhas de amostragem permite constatar que os valores obtidos variam para a Lagoa do Congro entre 52,43 e 75,46 (média = 64,73 ± 7,96; mediana = 66,97), no caso da Lagoa de Santiago entre 51,62 e 78,40 (média = 69,11 ± 9,65; mediana = 71,17), e de 68,50 a 72,95 (média = 71,19 ± 1,87; mediana = 72,09), para a Lagoa Negra.

Os resultados da monitorização da qualidade da água na Lagoa do Congro, promovida pelo Governo Regional dos Açores entre 2017 e 2020, aponta para valores de TSI_{TP} entre 50 e 69 (Malcata *et al.*, 2022). Para a mesma lagoa, e considerando uma janela de observação mais ampla (2002 – 2020), o TSI_{TP} varia entre 33 e 63 (média = 53 ± 9; mediana = 52) (Malcata *et al.*, 2022). Na mesma referência, os valores de TSI_{TP} entre 2020 e 2022 eram sempre superiores a 50 para as Lagoas de Santiago e Negra, indicando condições de eutrofia. Em qualquer caso, os valores referidos por aqueles autores encontram-se na mesma ordem de grandeza dos estimados no presente relatório.

4.3.3 | Composição em nutrientes na Ribeira Quente

Os valores para as várias formas de azoto e fósforo em solução, determinados nas diversas campanhas de amostragem, estão listados na Tabela F.4 (Anexo F), enquanto os mapas relativos à distribuição espacial dos mesmos parâmetros são apresentados nas Figuras G.1 a G.37 (Anexo G). De igual forma, nas Figuras 4.53 e 4.54 apresentam-se os diagramas de caixas para a mesma forma de N e P, permitindo evidenciar a distribuição dos valores por amostragem.

Considerando as várias formas como se pode expressar o azoto em solução, na Ribeira Quente os valores obtidos na generalidade variam entre 0,15 e 27,00 mg N/L

(média = $1,66 \pm 2,94$ mg N/L), para o azoto total, entre 0,10 e 27,00 mg N/L (média = $0,94 \pm 3,00$ mg N/L), para o azoto Kjeldahl, 0,02 a 35,00 mg NH_4/L (média = $0,49 \pm 3,55$ mg NH_4/L), para o azoto amoniacal, e 0,15 a 16,00 mg NO_3/L (média = $3,36 \pm 2,57$ mg NO_3/L), para o nitrato. O nitrito apresenta-se em muitos casos abaixo do limite de quantificação do laboratório, o que é expectável pois em condições de oxigenação todo o nitrito é convertido quase de imediato em nitrato (Mendes & Santos Oliveira, 2004; Vieira, 2018). No que concerne às formas de P na água, os valores variam entre 17,00 e 13379,00 $\mu\text{g P/L}$ (média = $360,98 \pm 1085,10$ $\mu\text{g P/L}$), para o fósforo total, e entre 7,50 e 7400,00 $\mu\text{g P}_2\text{O}_5/\text{L}$ (média = $260,74 \pm 777,56$ $\mu\text{g P}_2\text{O}_5/\text{L}$), para o fosfato.

Os diagramas de caixas apresentados mostram, igualmente, a existência de numerosos *outliers* relativos a valores muito elevados, o que também se pode depreender pelas gamas de valores das medianas das várias amostragens (azoto total: 0,70 – 1,50 mg N/L; azoto Kjeldahl: 0,10 a 0,75 mg NH_4/L ; azoto amoniacal: 0,02 - 0,05 mg NO_3/L ; fósforo total: 139,00 e 194,5 $\mu\text{g P}_2\text{O}_5/\text{L}$; fosfato: 87,5 – 181,50 $\mu\text{g P}_2\text{O}_5/\text{L}$) para o fosfato (Figuras 4.53 e 4.54).

As concentrações mais elevadas dos vários parâmetros analisados foram observadas no decurso da 3.^a campanha de amostragem, com valores médios iguais a $3,36 \pm 6,36$ mg N/L, para o azoto total, $2,65 \pm 6,55$ mg N/L, para o azoto Kjeldahl, $2,40 \pm 8,41$ mg NH_4/L , para o azoto amoniacal, $3,22 \pm 2,52$ mg NO_3/L , para o nitrato, $882,63 \pm 2241,03$ $\mu\text{g P/L}$, para o fósforo total, e $591,81 \pm 1529,07$ $\mu\text{g P}_2\text{O}_5/\text{L}$, para os fosfatos. Esta amostragem foi realizada no decurso do verão (setembro de 2023), o que sugere uma menor diluição face ao caudal mais reduzido.

Ao contrário, as concentrações mais baixas foram observadas em períodos de águas altas, nomeadamente no decurso das amostragens n.º 4 e n.º 5, efetuadas respetivamente em dezembro de 2023 e março de 2024. Os valores médios determinados na 4.^a campanha são iguais a $1,71 \pm 0,80$ mg N/L, para o azoto total, $0,89 \pm 0,71$ mg N/L, para o azoto Kjeldahl, $0,06 \pm 0,09$ mg NH_4/L , para o azoto amoniacal, $3,56 \pm 2,38$ mg NO_3/L , para o nitrato, $197,41 \pm 181,54$ $\mu\text{g P/L}$, para o fósforo total, e $150,72 \pm 203,58$ $\mu\text{g P}_2\text{O}_5/\text{L}$, para os fosfatos. Por seu turno, na 5.^a amostragem os valores médios são iguais a $1,02 \pm 1,19$ mg N/L, para o azoto total, $0,35 \pm 1,20$ mg N/L, para o azoto Kjeldahl, $0,09 \pm 0,14$ mg NH_4/L , para o azoto amoniacal, $3,36 \pm 2,40$ mg NO_3/L , para o nitrato, $216,81 \pm 340,37$ $\mu\text{g P/L}$, para o fósforo total, e $111,65 \pm 88,68$ $\mu\text{g P}_2\text{O}_5/\text{L}$, para os fosfatos.

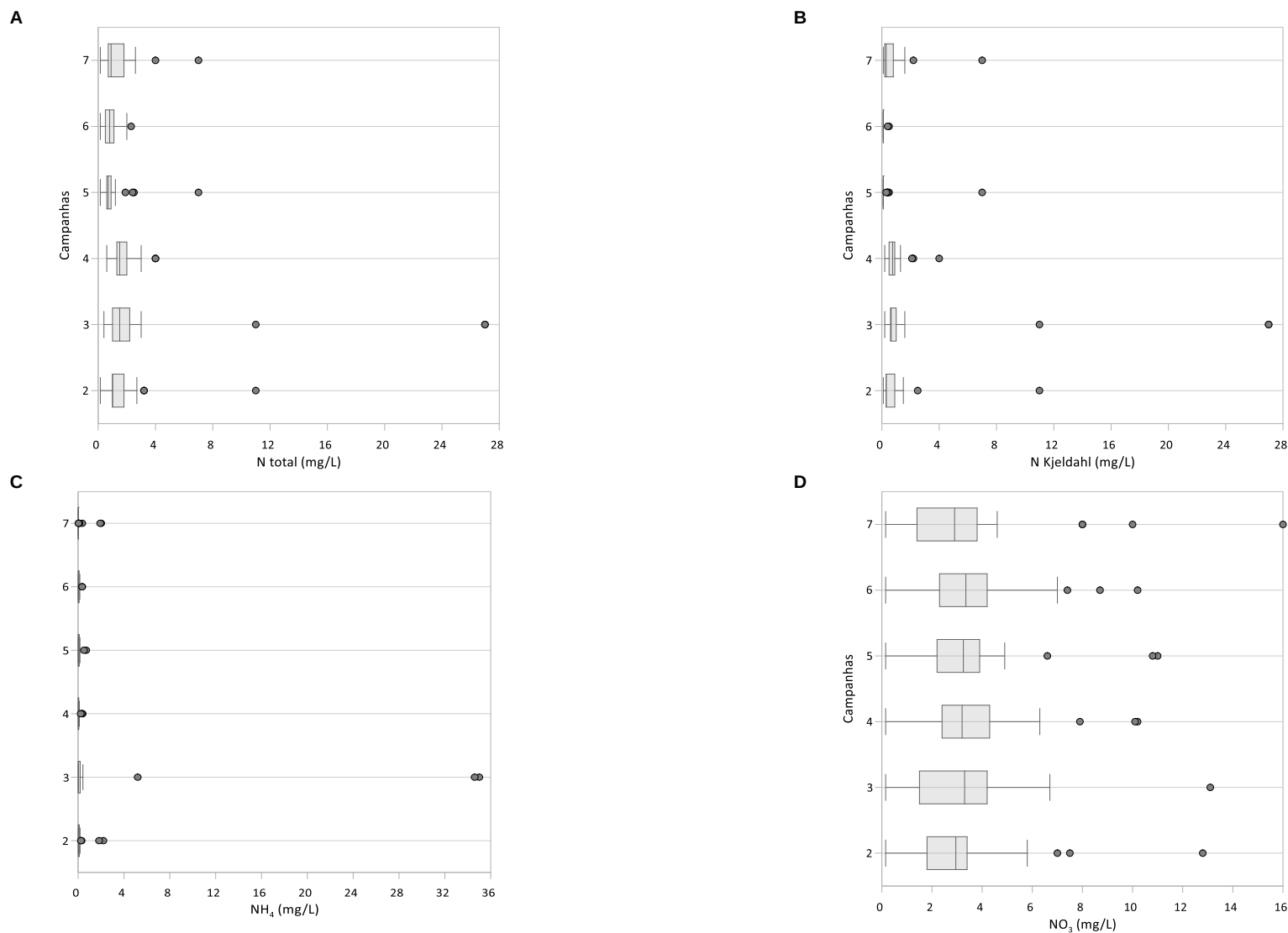


Figura 4.53 | Comparação dos valores de diversas formas de azoto em solução nas várias campanhas de amostragem na Ribeira Quente por intermédio de um diagrama de caixas (*box plot*). A – azoto total; B – azoto Kjeldahl; C – azoto amoniacal; D – nitrato.

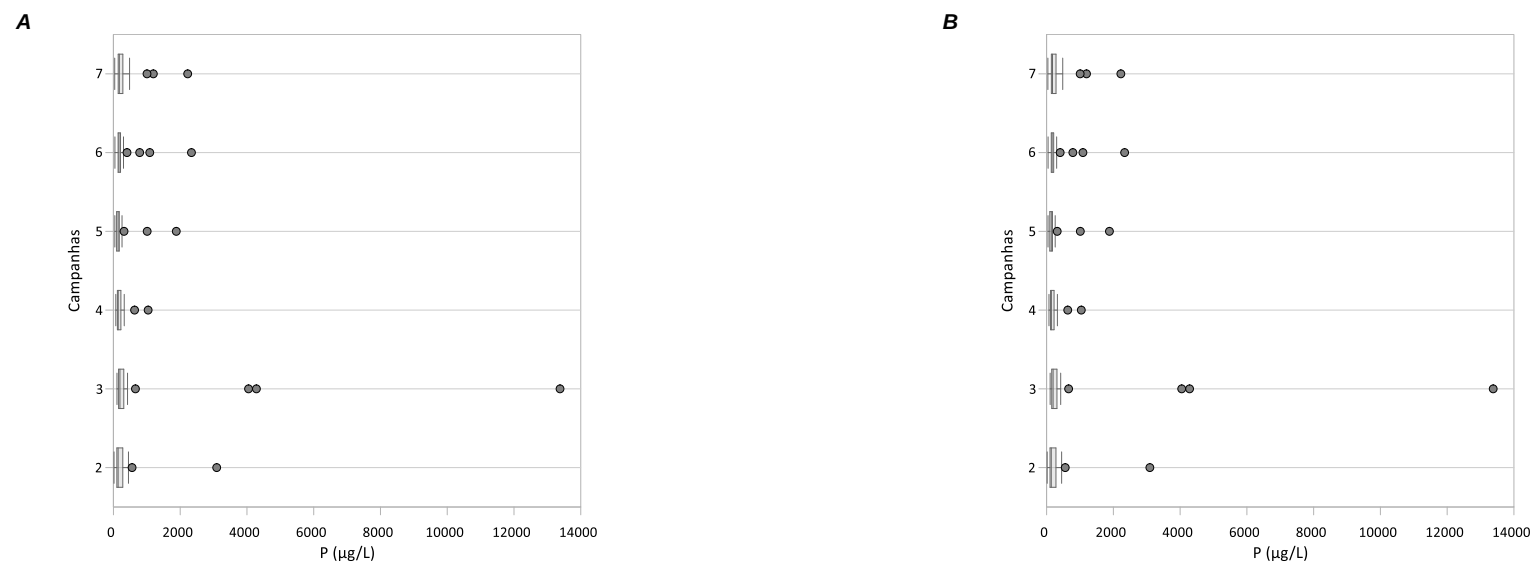


Figura 4.54 | Comparação dos valores de diversas formas de fósforo em solução nas várias campanhas de amostragem na Ribeira Quente por intermédio de um diagrama de caixas (*box plot*). A – fósforo total; B – fosfatos.

A distribuição espacial dos resultados apurados revela que as concentrações mais elevadas são observadas no afluente que drena o planalto a N-NW sobranceiro à Lagoa das Furnas (pontos de amostragem RQ2 e RQ7), com enriquecimentos essencialmente em azoto total, azoto Kjeldahl, azoto amoniacal, fósforo total e fosfatos, na zona abrangida pela malha urbana da freguesia das Furnas, com acréscimo predominantemente em azoto total, azoto Kjeldahl, azoto amoniacal e fósforo total, e no troço final do rio principal, com valores mais enriquecidos essencialmente em azoto total, azoto Kjeldahl, fósforo total e fosfatos Figuras G.1 a G.37 (Anexo G).

O amoníaco (NH_4^+) pode constituir um indicador indireto de contaminação fecal (Mendes & Santos Oliveira, 2004), o que é compatível com a lixiviação de solos em que se dá pastoreio de gado e a rejeição para o meio de águas residuais domésticas não tratadas. As águas residuais domésticas e a poluição difusa com origem na atividade agropecuária podem explicar também os enriquecimentos em azoto total, azoto Kjeldahl, azoto amoniacal, fósforo total e fosfatos. De realçar que o fósforo reativo solúvel (fosfatos) é particularmente significativo nos afluentes mais a N que, para além de áreas de pastagem, drena a área do campo de golfe, o que poderá resultar da aplicação de fertilizantes fosfatados (pontos RQ3, RQ4, RQ5, RQ6 e RQ8).

Em praticamente todos os pontos de recolha de amostras observam-se valores relativamente elevados relativos ao teor em nitratos, que se podem explicar pelas mesmas razões, *i.e.* poluição difusa agropecuária e poluição pontual derivada de águas residuais domésticas.

Não obstante a assinatura isotópica em ^{15}N nos fluidos amostrados em fumarolas em São Miguel mostrar que a sua composição resulta da mistura de uma componente atmosférica e uma componente mantélica, a mesma é dominada por H_2O e CO_2 , sendo que o N_2 é um constituinte secundário (Caliro *et al.*, 2015). Em particular, nas fumarolas analisadas por aqueles autores no Vulcão das Furnas, a H_2O e o CO_2 apresentam concentrações entre 932000 e 956000 $\mu mol/mol$ e entre 39200 e 67400 $\mu mol/mol$, respetivamente, enquanto o N_2 varia entre 73 e 156 $\mu mol/mol$. Assim, a hipótese de uma fração do azoto solubilizado na água da Ribeira Quente ter uma origem vulcânica é de excluir.

4.4 | Isótopos estáveis

4.4.1 | Razões isotópicas $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ e $^2\text{H}/^1\text{H}$

Os isótopos estáveis $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^2\text{H}$ são marcadores úteis do ciclo da água, na medida que o seu conteúdo é influenciado pelos processos de fracionamento a que estão submetidos. O fracionamento natural destas duas espécies ocorre particularmente através dos processos de evaporação, condensação, mistura de águas, reações de equilíbrio água-rocha e enriquecimento em CO_2 e H_2S (Custódio & Llamas, 1983; Clark & Fritz, 1997). Quando os resultados da análise isotópica da composição da água em $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^2\text{H}$ são muito negativos correspondem a águas com um ligeiro efeito de evaporação, e são designados como leves; inversamente, quando os valores são menos negativos, ou mesmo positivos, as águas são classificadas como pesadas (Clark & Fritz, 1997; Mook, 2000).

No presente estudo, a determinação da composição isotópica em $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^2\text{H}$ mostra valores a variar, respetivamente, entre -2,47‰ a -2,32‰ e entre -10,5‰ a -8,1‰, no caso da Lagoa do Congro, de -2,25‰ a -2,25‰ e de -7,9‰ a -7,1‰, na Lagoa de Santiago, e entre -3,33‰ a -1,03‰ e -12‰ a -9,2‰, para a Lagoa Negra (Tabela 4.2). Relativamente aos valores obtidos na Ribeira Quente, a composição em $\delta^{18}\text{O}$ varia entre -3,17‰ e -2,54‰ (média = -2,93‰; mediana = -2,98‰) e o teor em $\delta^2\text{H}$ situa-se entre -11,19‰ e -7,3‰ (média = -10,74‰; mediana = -11,15‰).

A representação gráfica bivariada relativa aos valores da composição isotópica em $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^2\text{H}$ mostra que os lagos, assim como as amostras da Ribeira Quente, são projetados perto das linhas da água meteórica global (GMWL; Craig, 1961) e das águas meteóricas locais (LMWL; Rodrigues, 1995), o que sugere uma origem meteórica (Figura 4.55). No entanto, uma das amostras relativas à Lagoa Negra apresenta uma composição mais pesada em $\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^2\text{H}$, desviando-se para a direita da GMWL sugerindo um efeito de evaporação, similar ao evidenciado por amostras de outros lagos das ilhas do Pico, São Miguel e Flores, estas últimas recolhidas noutros trabalhos de investigação e igualmente representadas para efeitos de melhor visualização dos processos hidrogeoquímicos (Andrade *et al.*, 2016, 2019a, 2019b, 2019c, 2020a, 2020b, 2024). Para efeitos de comparação, projetaram-se também no mesmo gráfico os resultados referentes a amostras de nascentes e furos de água subterrânea, de lagos de outras ilhas e de ribeiras, alguns com conteúdos mais leves, ou ao invés mais

pesadas se influenciadas por mistura com sais marinhos (Cruz *et al.*, 2010c, Cruz & Andrade, 2017; Andrade *et al.*, 2016, 2019d, 2021, 2024).

Tabela 4.2 | Resumo do conteúdo em isótopos estáveis nas massas de água em estudo.

Massa de Água	Razão Isotópica				
	$\delta^{18}\text{O} / \delta^{16}\text{O}$ (em ‰)	$\delta^2\text{H} / \delta^1\text{H}$ (em ‰)	$\delta^{13}\text{C} / \delta^{12}\text{C}$ -DIC 1. ^a amostragem (em ‰)	$\delta^{13}\text{C} / \delta^{12}\text{C}$ -DIC 2. ^a amostragem (em ‰)	$\delta^{87}\text{Sr} / \delta^{86}\text{Sr}$ (valor absoluto)
Congro Sup	-2,47	-10,5	-25,61	-22,45	---
Congro Fundo	-2,32	-8,1	-7,21	-14,23	0,706905
Santiago Sup	-2,20	-7,9	-28,10	-13,69	---
Santiago Fundo	-2,25	-7,1	-25,53	-28,37	0,707443
Negra Sup	-3,33	-12,0	-14,86	-16,62	---
Negra Fundo	-1,03	-9,2	-19,86	-18,79	0,704294
RQ 3	-2,54	-7,3	-23,44	-16,32	0,706602
RQ 11	-2,69	-10,8	-20,17	-7,05	0,705943
RQ 16	-2,98	-11,3	-9,47	-8,02	0,705658
RQ 21	-3,09	-11,3	-6,13	-5,35	0,705644
RQ 22	-3,17	-11,9	-12,39	-14,28	0,705832
RQ 27	-2,98	-11,0	-3,21	-6,72	0,705580
RQ 31	-2,98	-10,9	-2,78	-2,04	0,705495
RQ 36	-2,98	-11,4	-2,99	-3,59	0,705702

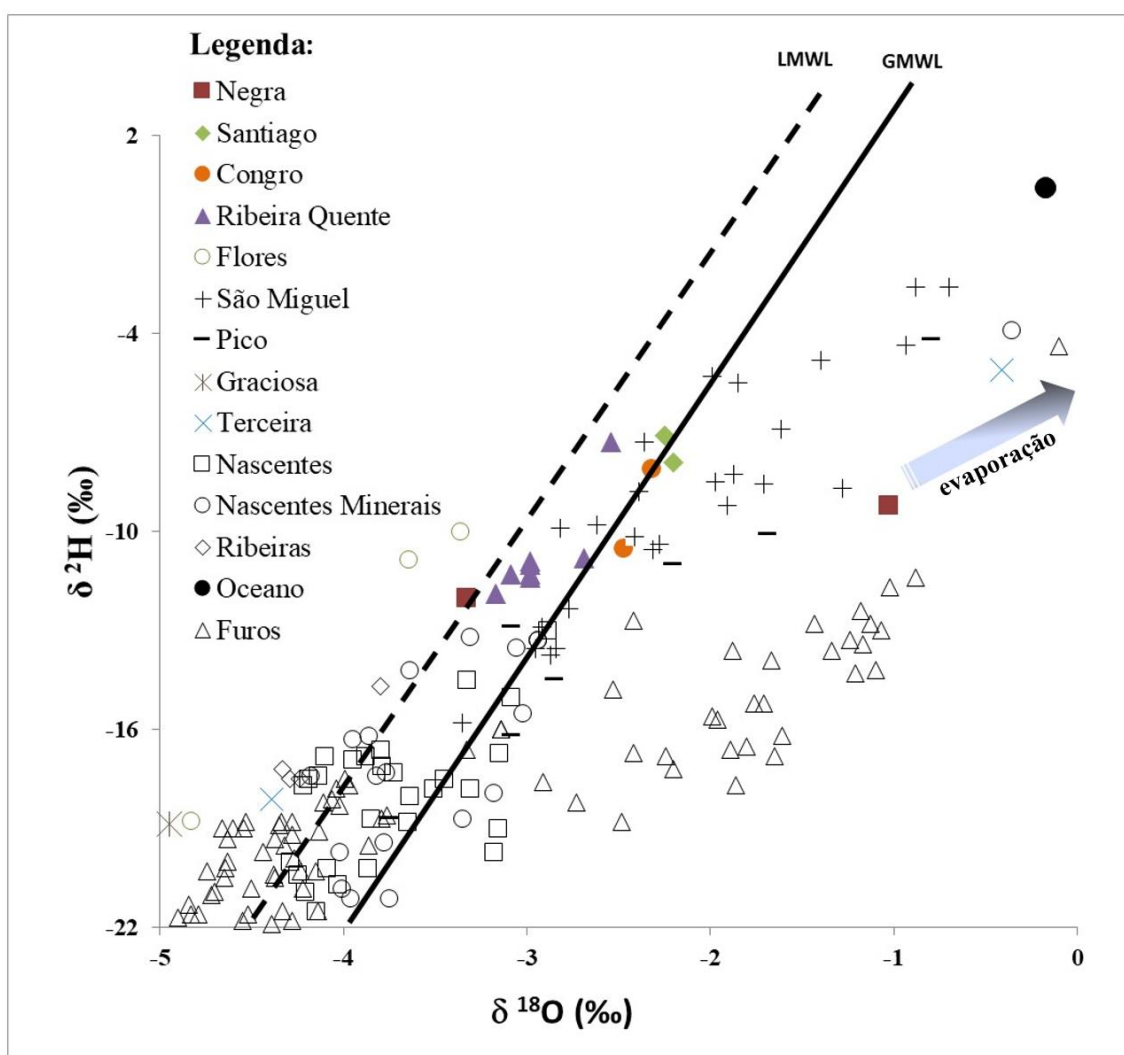


Figura 4.55 | Relação bivariada entre o teor em $\delta^{18}\text{O}$ (‰) e $\delta^2\text{H}$ (‰). Retas da água meteorológica global e regional de acordo com, respetivamente, Craig (1961) e Rodrigues (1995). Dados da água do mar de Cruz (1997), de nascentes de água subterrânea de Cruz *et al.* (1993) e Coutinho *et al.* (1997), de águas minerais de Cruz *et al.* (2010c), de ribeiras de Andrade *et al.* (2024), de furos de captação de Cruz & Andrade (2017), e de lagoas nas ilhas das Flores, São Miguel, Pico, Graciosa e Terceira a partir de Andrade *et al.* (2016, 2019a, 2019b, 2019c, 2019d, 2020a, 2020b, 2021, 2024).

4.4.2 | Razão isotópica $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$

A composição isotópica em ^{13}C do CO_2 de origem vulcânica depende da assinatura mantélica, do material orgânico e dos minerais carbonatados (Christenson & Tassi, 2015). A maioria das águas dos lagos vulcânicos tem composições em $\delta^{13}\text{C}$ distintas dos que caracterizam a atmosfera ou as águas subterrâneas, devido à dissolução de CO_2 vulcânico.

Neste contexto, a composição isotópica do carbono dissolvido nas águas dos lagos reflete as entradas de $\delta^{13}\text{C}$, predominantemente CO_2 , carregado do manto sobre forma gasosa, e do subsequente fracionamento devido a mudanças de fase e à fotossíntese (Varekamp, 2015). As assinaturas isotópicas são também afetadas pelo equilíbrio entre o vapor e o magma, fazendo com que os gases vulcânicos tendam para valores mais leves de $\delta^{13}\text{C}$, enquanto o carbono orgânico dissolvido tende para apresentar valores mais pesados de $\delta^{13}\text{C}$ (Varekamp, 2015; Christenson e Tassi, 2015). A maior parte do CO_2 do manto ($\delta^{13}\text{C}$ entre $-3,5$ a -6‰ ; Cartigny *et al.*, 2001) tem uma composição isotópica mais pesada do que a atmosfera moderna ($\delta^{13}\text{C}$ $-8,3\text{‰}$; (Clark, 2015) e o carbono de origem orgânica, com uma composição mais leve (~ -20 a -33‰ ; O' Sullivan, 2004).

Os valores da composição em $\delta^{13}\text{C}$ obtidos no presente estudo variam entre $-7,21\text{‰}$ e $-25,61\text{‰}$, para a Lagoa do Congro, entre $-28,1\text{‰}$ e $-25,53\text{‰}$, no caso da Lagoa de Santiago, e entre $-14,86\text{‰}$ e $-19,86\text{‰}$, para a Lagoa Negra (Tabela 4.2). No caso da Ribeira Quente, os valores variam entre $-23,44\text{‰}$ e $-2,99\text{‰}$ (média = $-10,07\text{‰}$; mediana = $-7,8\text{‰}$).

A projeção da composição isotópica em ^{13}C determinada no presente estudo, em função do teor em carbono inorgânico dissolvido (DIC), mostra que algumas amostras da Ribeira Quente, em particular os pontos de amostragem RQ21, RQ27, RQ31 e RQ36 (ver Figura 3.4 – seção 3 do presente relatório) exibem valores de $\delta^{13}\text{C}$ que sugerem influência vulcânica, na medida que apresentam assinaturas próximas da gama sugerida por Cartigny *et al.* (2001) para o CO_2 do manto (Figura 4.56). A amostra RQ16 da Ribeira Quente apresenta valores distintamente mais pesados que o $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$, mas na medida que os mesmos estão próximos do $\delta^{13}\text{C}$ da atmosfera atual ($\sim -8,3\text{‰}$; Clark, 2015) não é claro que os resultados obtidos quanto a este ponto seja derivado de *input* vulcânico.

No mesmo gráfico, para comparação, são projetados os valores obtidos em estudos anteriores efetuados com águas amostradas em lagoas dos Açores (Andrade *et al.*, 2024), em que é possível verificar que as Lagoas das Furnas (São Miguel) e da Furna do Enxofre (Graciosa) também apresentam assinaturas isotópicas que refletem o *input* de CO_2 mantélico, de origem profunda. A mesma tendência também se observa para o caso de águas minerais dos vulcões centrais das Furnas e do Fogo, que mostram valores de $\delta^{13}\text{C}$ entre $4,63\text{‰}$ e $-7,04\text{‰}$ (Ferreira *et al.*, 2023), resultantes da adição de

carbono de origem profunda, mecanismo aliás compatível com os processos hidrogeoquímicos que explicam o quimismo destas águas.

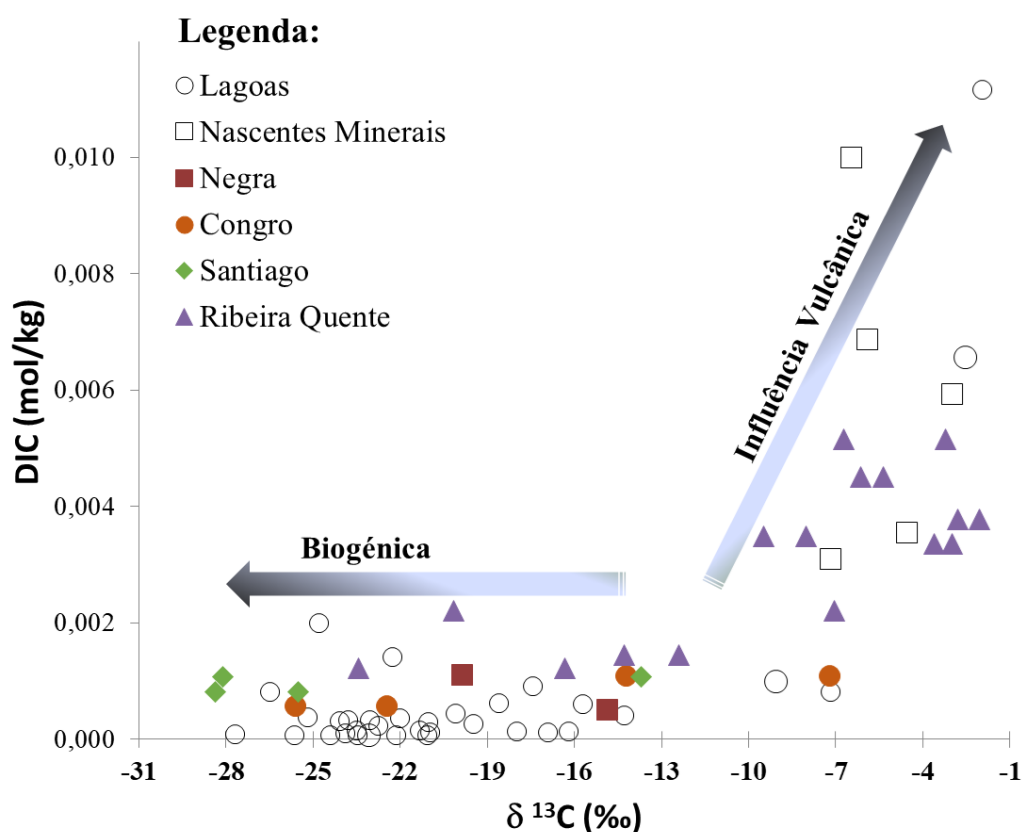


Figura 4.56 | Relação entre o teor em $\delta^{13}\text{C}$ (‰) e o carbono inorgânico dissolvido calculado (em mol/kg) pelo programa de modelação geoquímica PHREEQC (Parkhurst & Appelo, 1999). Dados de outras lagoas dos Açores de Andrade *et al.* (2024) e de águas minerais de São Miguel a partir de Ferreira *et al.*, 2023).

4.4.3 | Razão isotópica $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$

Os isótopos de estrôncio constituem, igualmente, uma ferramenta importante em hidrogeologia. Com efeito, as razões isotópicas $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ são marcadores hidrogeoquímicos muito úteis, uma vez que o elevado peso atómico do estrôncio evita o fracionamento durante os processos naturais (Marques *et al.*, 2012). Assim, a transferência de estrôncio da matriz rochosa para as águas circulantes, os solos, a biosfera e as cadeias alimentares ocorre sem modificação apreciável das razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (Capo *et al.*, 2009, Shand *et al.*, 2009, Frei & Frei, 2011).

As razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ nas águas subterrâneas dependem das proporções Rb/Sr e da idade das rochas com as quais interagem ao longo da sua percolação, afetando desta forma igualmente as massas de água de superfície para as quais descarregam. Assim sendo, variações nas razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ podem ser atribuídas à mistura de Sr derivado de diferentes fontes rochosas, com composições isotópicas distintas (Marques *et al.*, 2012). Além disso, como a cinética das reações de dissolução mineral varia em ordens de grandeza diversas, as razões isotópicas de Sr dos solutos serão dominadas pelos minerais mais facilmente alterados. Por esta razão, é improvável que a razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ esteja isotopicamente equilibrada com toda a rocha (Shand *et al.*, 2009), sendo, portanto, função do Sr intemperizável e da eficiência da respetiva troca (Åberg *et al.*, 1989).

Para além do fator de assinatura da rocha, outros fatores podem influenciar as proporções de isótopos de estrôncio em sistemas aquosos, como os *inputs* atmosféricos (chuva), o tempo de residência e a contaminação antropogénica (por exemplo, fertilizantes agrícolas). Assim, a utilização de isótopos de Sr como traçadores para estudar a origem e evolução das águas naturais, ou para caracterizar processos de mistura entre águas com assinaturas isotópicas distintas, requer um conhecimento profundo da razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ da chuva, da geologia e da idade do substrato rochoso, das reações de meteorização química que ocorrem na região, e das potenciais fontes de contaminação antropogénica (Capo *et al.*, 2009, Shand *et al.*, 2009).

No presente estudo os valores da razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ apresentam uma pequena variação pequena, com resultados para os lagos respetivamente iguais a 0,706905 (Lagoa do Congro), 0,707443 (Lagoa de Santiago) e 0,704294 (Lagoa Negra). Por seu turno, na Ribeira Quente, os valores variam entre 0,705495 e 0,706602 (média= 0,705807; mediana = 0,705680) (Tabela 4.2). A representação gráfica dos valores da razão isotópica $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ mostra que as amostras das lagoas se projetam numa posição intermédia entre os valores típicos para a água do mar e para as rochas de São Miguel e das Flores, sugerindo desta forma que a interação água-rocha contribui para a mineralização daquelas águas (Figura 4.57).

No caso das amostras da Ribeira Quente, verifica-se que estas também são projetadas numa posição intermédia, em resultado, para além da interação água-rocha, da mistura com a água de numerosas descargas de águas minerais localizadas no respetivo leito. Estas águas minerais, muitas delas termais, apresentam uma mineralização de maior magnitude, fruto da dissolução das rochas, incrementada com

a temperatura da água, e da dissolução de voláteis de origem vulcânica (Cruz & França, 2006, Cruz *et al.*, 2010; Freire *et al.*, 2013, 2015). Verifica-se, aliás, que a amostra RQ3 é aquela que apresenta o valor mais radiogénico (0,706602), sendo que esta água é a menos influenciada por esta mistura. Tal resulta do facto deste ponto ser o mais afastado da área em que a descarga de águas minerais para a ribeira é mais evidente.

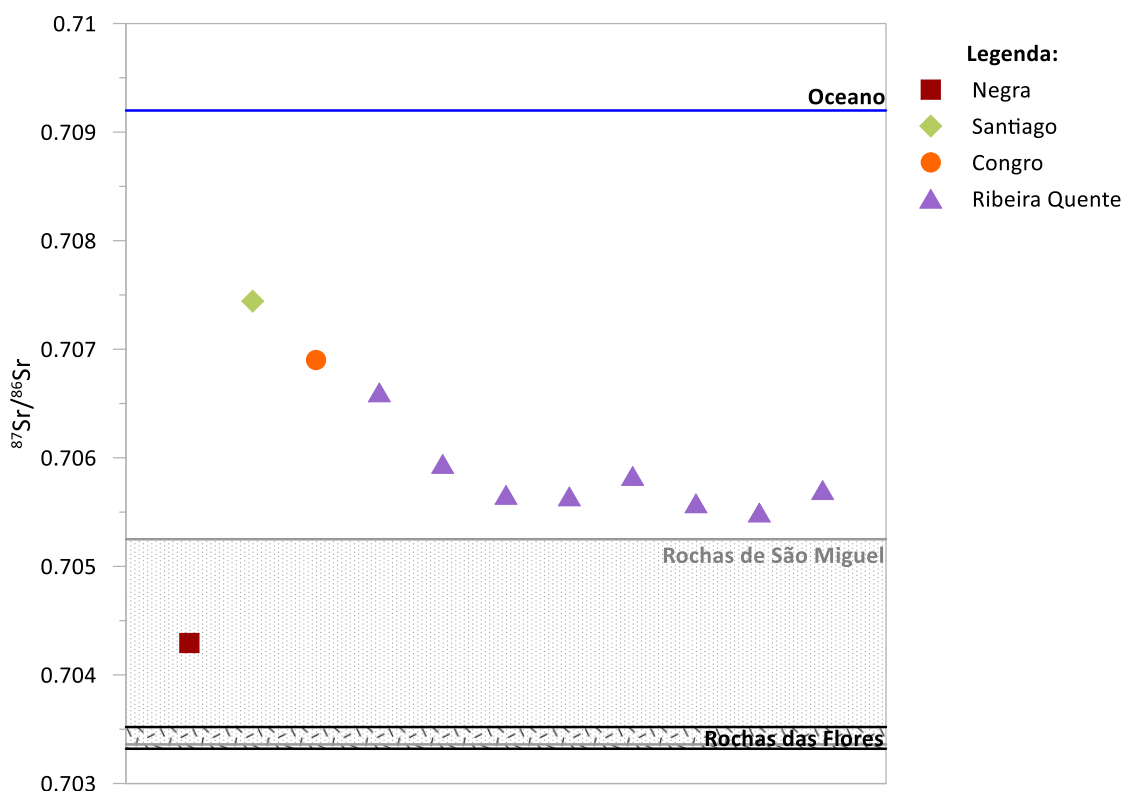


Figura 4.57 | Representação gráfica dos valores da razão isotópica $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$. Valores para as rochas de São Miguel e das Flores de White *et al.* (1979) e para a água do mar de Ferreira *et al.* (2024).

4.5 | Fluxo de CO_2

4.5.1 | Metodologia para a aquisição de dados de fluxo de CO_2

As massas de água de superfície têm sido identificadas como importantes fontes naturais de gases com efeito de estufa (GEE) à base de C, nomeadamente CO_2 e CH_4 , podendo, por isso, contribuir para as alterações climáticas. Apesar de alguma incerteza, vários cálculos já foram apresentados referentes à emissão global de CO_2 a partir de lagos, desde o trabalho pioneiro de Cole *et al.* (1994), em que foram analisados mais de 1835 lagos de todo o mundo e calculado um valor de 513×10^6 t/a de CO_2 , até às

estimativas mais elevadas de Tranvik *et al.* (2009) e Raymond *et al.* (2012), respetivamente iguais a 19×10^8 t/a e 12×10^8 t/a. Considerando unicamente os lagos vulcânicos, a emissão global de CO₂ foi estimada em $3,2 \times 10^7 \pm 5,2 \times 10^6$ t/a de CO₂, 80% das quais de origem magmática (Pérez *et al.*, 2011).

Nos Açores foram já quantificadas as emissões de CO₂ a partir à superfície de 45 lagos vulcânicos, tendo especial atenção à origem do referido gás vulcânico. Andrade *et al.* (2021) calcularam que estas massas de água emitem aproximadamente cerca de 171×10^3 t/a de CO₂, sendo cerca de 42% são de origem vulcânica ($\sim 72 \times 10^3$ t/a), nomeadamente a partir das lagoas das Furnas e de Santiago, ambas na ilha de São Miguel, e da lagoa situada no interior da Furna do Enxofre (Graciosa), sendo o restante CO₂ emitido de origem biogénica.

Relativamente às emissões de CO₂ associadas ao escoamento fluvial a nível global, o trabalho de Raymond *et al.* (2013) propôs um valor da ordem de 1,8 Pg/a de C. Mais recentemente, Liu *et al.* (2022), num estudo muito abrangente, que envolveu 5900 cursos de água no mundo, estimaram uma emissão mensal da ordem de 112 a 209 Tg C. Realça-se, contudo, que as estimativas efetuadas apresentam um nível de incerteza elevado, na medida que para além da variabilidade espacial e temporal dos fatores hidrológicos e biogeoquímicos que controlam as emissões, muitos estudos baseiam-se em medidas discretas da alcalinidade, do pH e da temperatura da água, para aferir o gradiente da PCO₂ entre a água e a atmosfera, e em valores da velocidade de troca do gás na interface água – ar (Attermeyer *et al.*, 2021). Se na generalidade dos cursos de água a origem do CO₂ resulta da degradação de compostos orgânicos (Liu *et al.*, 2024), em regiões vulcânicas ativas é de supor que possa ocorrer uma contribuição de C profundo, embora não se encontrem publicados valores de referência para as emissões nestas últimas áreas.

Também para os cursos de água nos Açores não existem estudos que caracterizem as emissões de CO₂ à superfície, o que se afigura ainda mais relevante face à natureza vulcânica do arquipélago. Com efeito, apenas Freire *et al.* (2013) levaram a cabo um estudo detalhado de caracterização hidrogeoquímica de dois cursos de água na ilha de São Miguel (Ribeira Grande e Ribeira Quente), com o intuito de quantificar os fluxos elementares e de CO₂ para o mar, assim como para estimar a contribuição hidrotermal, sem, contudo, quantificar o fluxo de CO₂ para a atmosfera à superfície da lâmina de água.

No decurso das várias campanhas de trabalho de campo desenvolvidas no âmbito do presente projeto procedeu-se à determinação do fluxo de CO₂ à superfície dos lagos em estudo, assim como na Ribeira Quente, neste último caso quer no canal principal, quer nos principais afluentes. Neste contexto, nas três lagoas em estudo, as medições tiveram lugar ao longo da 1.^a e 2.^a campanhas de amostragem, totalizando 674 pontos, enquanto na Ribeira Quente foram efetuadas ao longo da 1.^a, 2.^a e 3.^a campanhas de amostragem, totalizando 431 pontos (ver Tabela 4.3). Realça-se que a primeira campanha de medição de fluxo de CO₂ na Ribeira Quente teve apenas um carácter exploratório, para testar a aplicação da metodologia a cursos de água, abrangendo um total de seis pontos.

Para as medições do fluxo de CO₂ utilizou-se um equipamento portátil que efetua medições pelo método da câmara de acumulação (Chiodini *et al.*, 1998), o qual foi modificado para permitir flutuar na água, e assim efetuar as medições na superfície de cada lago. Este equipamento, fabricado pela empresa West Systems® S.r.l., é dotado de um detetor de infravermelhos (modelo LICOR LI800 (L-IR) com escala máxima de 20000 ppm, e permite efetuar medições de fluxo de CO₂ no intervalo entre 0 e 30000 g m⁻² d⁻¹ (West Systems, 2014). Nas campanhas realizadas, foi sempre utilizado o mesmo equipamento de medição de fluxo de CO₂ com a referência WS1018.

O CO₂ emitido pela superfície da água do lago passa através da câmara de acumulação e é aspirado para o sensor de infravermelhos, sendo o valor de fluxo obtido pelo incremento da concentração ao longo do tempo (Chiodini *et al.*, 1998). O valor de fluxo de CO₂ medido pela estação portátil é obtido a partir do programa "FluxManager", o qual está instalado num *palmtop* e exibe uma curva representativa da variação da concentração de CO₂ em relação ao tempo (Chiodini *et al.*, 1998). Assim, o valor do fluxo é obtido a partir do declive da reta, cujo valor do coeficiente de regressão deverá, sempre que possível, ser igual ou próximo de um e aparece expresso em ppm/s (Figura 4.58). Para a recolha dos valores de pressão barométrica utilizou-se o detetor GA2000 da Geotechnical Instruments, que para além de medir a concentração de gases (CO₂, H₂S, CO, O₂ e N₂), tem também um sensor para medir a pressão barométrica (Figura 4.59). Durante os trabalhos, de 30 minutos em 30 minutos, o valor de pressão atmosférica era registado, bem como a temperatura do ar no local, para mais tarde se efetuar a conversão dos valores de ppm/s para g/m².d.

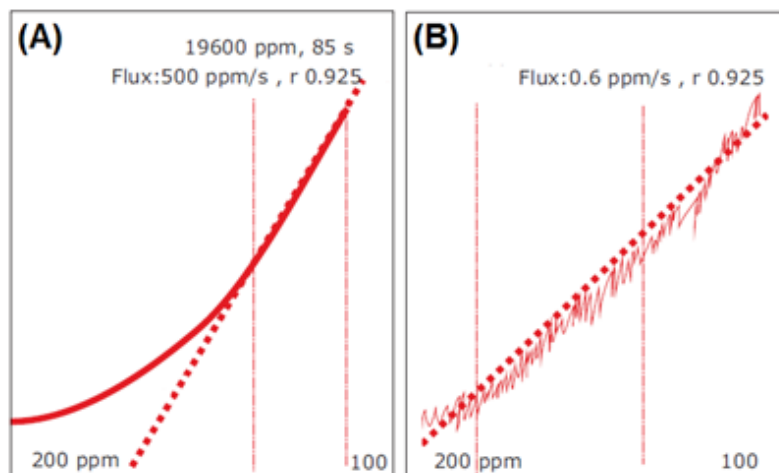


Figura 4.58 | Exemplos de (A) – medição de fluxo de CO₂ muito alta; (B) - medição de fluxo de CO₂ baixa; modificado de West Systems (2003).



Figura 4.59 | Equipamento GA2000 da Geotechnical Instruments, utilizado na medição da pressão barométrica.

Simultaneamente, em cada ponto de medição do fluxo de CO₂, foram medidos à superfície de cada lago os valores da temperatura, do pH e da condutividade elétrica, tendo sido utilizados registadores digitais portáteis Testo 925, para a temperatura, e WTW 340i para a condutividade elétrica e pH. No caso da Ribeira Quente este estudo de pormenor dos parâmetros físico-químicos foi conduzido apenas no decurso da 2.^a amostragem, tendo sido medida a temperatura, pH e condutividade elétrica nos 210

pontos onde se efetuaram registos. Nas restantes campanhas de medição de fluxo levada a cabo nesta última massa de água procedeu-se à medição dos parâmetros físico-químicos mencionados nos 32 pontos da rede de recolha de amostras para análise química.

No presente estudo, não foi utilizada uma malha de amostragem regular nos lagos, contudo distribuíram-se os pontos de amostragem pela área total das massas de água estudadas em função de vários fatores, como sejam a meteorologia e constrangimentos técnicos e logísticos. Em qualquer caso, os vários pontos de amostragens foram georreferenciados com o auxílio de um GPS (Global Positioning System), da GARMIN (modelo GPSmap 555S), para o que, em particular nos lagos, devido à eventual deriva da embarcação, se registaram as posições inicial e final, para estabelecer a localização final através da média destas duas medições.

Os dados de fluxo de CO₂ registados no campo, foram transferidos para um ficheiro em formato Microsoft Excel, ao qual foi adicionada informação complementar para cada ponto, as suas coordenadas UTM (M e P iniciais e finais), a temperatura, o pH e a condutividade elétrica. A conversão dos valores registados *in situ* do fluxo de CO₂ foi efetuada de ppm/s para g/m²d, operação realizada considerando: (1) os valores da pressão barométrica, (2) a temperatura do ar no local onde decorriam as medições de fluxo e, (3) o volume do sistema de medição (câmara de acumulação e tubagem).

Por forma a complementar a estatística descritiva dos dados obtidos, foi aplicada duas análises estatísticas aos dados obtidos: 1) através da representação gráfica (GSA – *Graphical Statistical Approach*) e 2) da simulação sequencial Gaussiana (sGs – *sequential Gaussian simulation*) (Cardellini *et al.*, 2003).

O método GSA serve para avaliar a existência de diferentes populações nos dados obtidos (Sinclair, 1974; Chiodini *et al.*, 1998). De forma a aplicar esta metodologia, foi efetuada a transformação logarítmica dos dados.

Esta metodologia baseia-se em gráficos de probabilidade acumulada que possibilitam a identificação da presença de diferentes populações nos dados obtidos, e assim, é possível identificar o limiar de valores anómalos, por exemplo de CO₂ nos lagos. Esta análise gráfica dos dados foi projetada aplicando a metodologia desenvolvida por Sinclair (1974), através da utilização da aplicação chiodSC.exe gentilmente cedida por Giovanni Chiodini (Observatório Vesuviano) (Chiodini *et al.*, 1998). Esta abordagem é muito utilizada no processamento de dados geoquímicos, e

vários investigadores têm recorrido a esta metodologia quando desenvolvem trabalhos com gases como o CO₂ ou o ²²²Rn em regiões vulcânicas (e.g. Chiodini *et al.*, 1998; Cardellini *et al.*, 2003; Hernández *et al.*, 2004; Viveiros, 2010; Viveiros *et al.*, 2010; Silva, 2013; Andrade *et al.*, 2016).

Já o método sGs é muito utilizado na modelação da variabilidade espacial da desgaseificação difusa do solo, essencialmente ao nível do fluxo de CO₂ (e.g., Cardellini *et al.*, 2003; Chiodini *et al.*, 2004, 2007, 2008; Caliro *et al.*, 2005; Granieri *et al.*, 2006, 2010; Werner *et al.*, 2008; Evans *et al.*, 2009; Viveiros *et al.*, 2010, 2023a; Bini *et al.*, 2019; Colligon *et al.*, 2021), e recentemente usada também para o tratamento estatístico de desgaseificação difusa à superfície de lagos (e.g., Hernández *et al.*, 2011; Mazot *et al.*, 2011; Arpa *et al.*, 2013; Andrade *et al.*, 2016; 2019a; 2021).

O método sGs é aplicado usando o algoritmo descrito por Deutsch & Journel (1998) e consiste na produção de inúmeras simulações da distribuição espacial do fluxo (neste caso particular, o fluxo de CO₂ à superfície do lago) para produzir os mapas finais de desgaseificação. Os dados são transformados em uma distribuição normal (Deutsch & Journel, 1998; Cardellini *et al.*, 2003), permitindo assim cumprir com exigido pelo método. Variogramas experimentais são realizados e modelados para cada conjunto de dados. Através do método sGs são efetuadas ainda, 100 realizações de cada medição do fluxo de CO₂. Com base no mapa final obtido, é estimada a emissão de CO₂ em ambos os lagos amostrados.

4.5.2 | Fluxo de CO₂ nas lagoas estudadas

Os valores de fluxo de dióxido de carbono na Lagoa do Congro variaram entre 1,6 e 8,5 g/m²-d, na 1.^a campanha de amostragem (n = 65), e entre 0 e 14,6 na 2.^a campanha de amostragem (n = 100) (Tabela 4.3; Figura 4.60). Por seu turno, na Lagoa de Santiago, os valores medidos na 1.^a campanha (n= 173) variaram entre 2,1 e 11,6 g/m²-d, enquanto na 2.^a campanha de amostragem (n = 140) distribuíram-se entre 0 e 5,9 g/m²-d (Tabela 4.3; Figura 4.61). Em ambos os casos, constata-se que os valores da média e da mediana estimados são significativamente mais baixos na 2.^a campanha de amostragem, em que as referidas massas de água se encontram estratificadas, pelo que nessas condições o CO₂ tende a ficar retido no *hipolimnion*. Por esta razão, este efeito pode ser deduzido da variação do valor médio entre as duas amostragens, respetivamente igual a 4,5 g/m²-d e 2,9 g/m²-d, na Lagoa do Congro, e a 5,8 g/m²-d e 1,4

g/m²-d, na Lagoa de Santiago, respetivamente para a 1.^a e 2.^a campanha de amostragem.

No caso da Lagoa Negra, e face às condições hidrológicas vigentes à data da realização das campanhas de amostragem, a diferença entre os valores registados nas duas amostragens são mais ténues (Tabela 4.3; Figura 4.62). Em ambos os momentos o valor mínimo é igual a 0 g/m²-d, enquanto o máximo é respetivamente igual a 5,7 g/m²-d e 8,9 g/m²-d na 1.^a (n = 125) e 2.^a (n = 71) campanhas. Enquanto os valores médios para os dois momentos de medição são sensivelmente idênticos (1,3 g/m²-d e 1,4 g/m²-d, respetivamente para a 1.^a e 2.^a amostragem), já o valor da mediana é superior na 1.^a campanha, sendo que nesse momento o gradiente de temperatura é menor que o observado no decurso da 2.^a amostragem, o que sugere o agravamento do efeito da estratificação sobre o aprisionamento do CO₂ no *hipolimnion*.

Tabela 4.3 | Estatística descritiva do fluxo de CO₂ nos lagos estudados de acordo com a campanha de amostragem.

Massa de água	Campanha	Nº de Medições	Mínimo (g/m ² -d)	Máximo (g/m ² -d)	Média ± DP (g/m ² -d)	Mediana (g/m ² -d)
Lagoa do Congro	1	65	1,6	8,5	4,5 ± 1,6	4,2
	2	100	0,0	14,6	2,9 ± 2,6	2,7
Lagoa de Santiago	1	173	2,1	11,6	5,8 ± 1,6	5,8
	2	140	0,0	5,9	1,4 ± 1,6	0,6
Lagoa Negra	1	125	0,0	5,7	1,3 ± 1,1	1,1
	2	71	0,0	8,9	1,4 ± 2,4	0,0

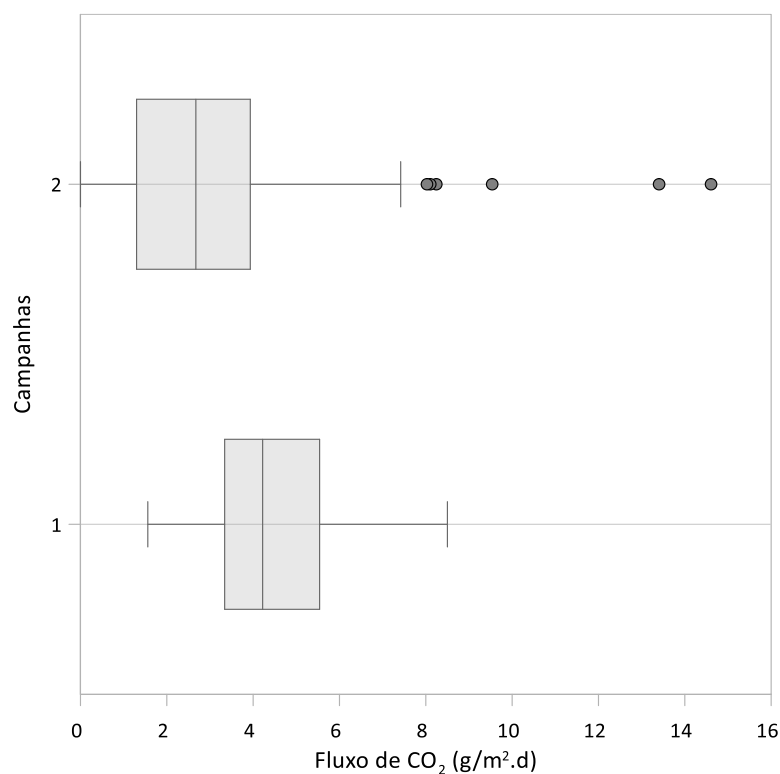


Figura 4.60 | Comparação dos valores de fluxo de CO₂ nas várias campanhas de amostragem na Lagoa do Congro por intermédio de um diagrama de caixas (*box plot*).

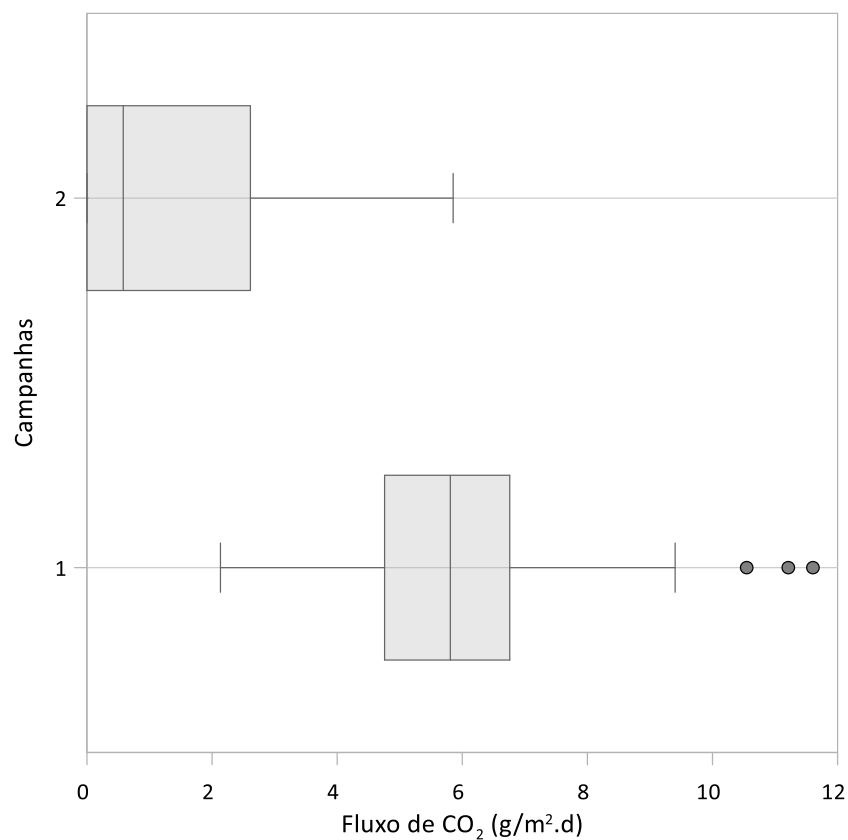


Figura 4.61 | Comparação dos valores de fluxo de CO₂ nas várias campanhas de amostragem na Lagoa de Santiago por intermédio de um diagrama de caixas (*box plot*).

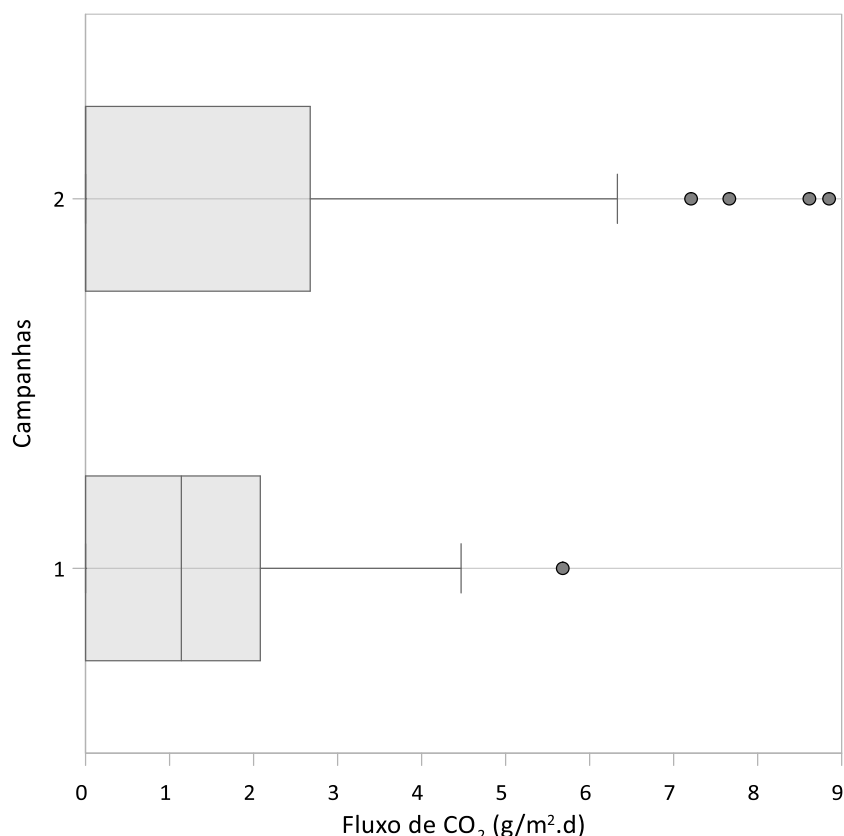


Figura 4.62 | Comparação dos valores de fluxo de CO₂ nas várias campanhas de amostragem na Lagoa Negra por intermédio de um diagrama de caixas (*box plot*).

Os gráficos de probabilidade acumulada projetados colocam em evidência que nas Lagoas do Congro e de Santiago se deteta a presença de duas populações nos dados da 1.^a amostragem (Figura 4.63 a 4.66). Por outro lado, os dados registados no decurso da 2.^a amostragem nas Lagoas do Congro e de Santiago mostram três populações, o que também se verifica no caso das duas campanhas de medições levadas a cabo na Lagoa Negra (Figura 4.67 a 4.68.). Considerando que o CO₂ terá uma única fonte, associada aos processos biogénicos, aliás tal como comprovado pela razão isotópica ¹³C/¹²C, a distribuição das populações resulta de condicionantes hidrológicas (*i.e.* o carácter monomítico das massas de água) e do conteúdo em matéria orgânica, que controla a maior ou menor produção de CO₂ quando da sua degradação. Neste contexto, pode compreender-se que quando as medições foram efetuadas em condições de estratificação térmica ao longo da coluna de água, a população “A” corresponde a valores de fluxo nulos, ou seja 0 g/m².d.

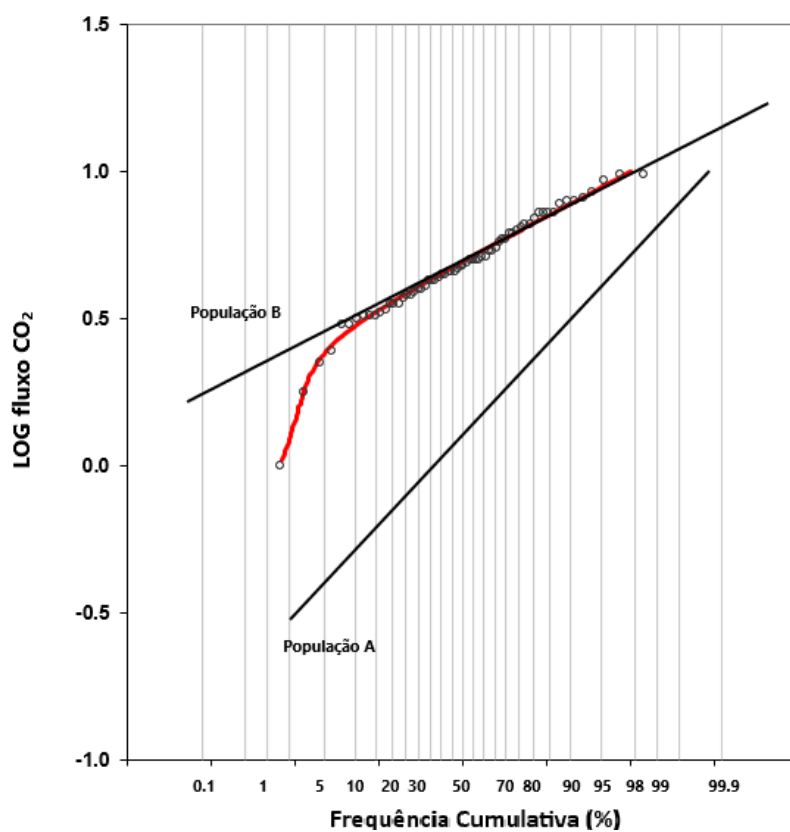


Figura 4.63 | Gráfico de probabilidade acumulada da concentração de CO₂ referente à 1.^a amostragem decorrida na Lagoa do Congro.

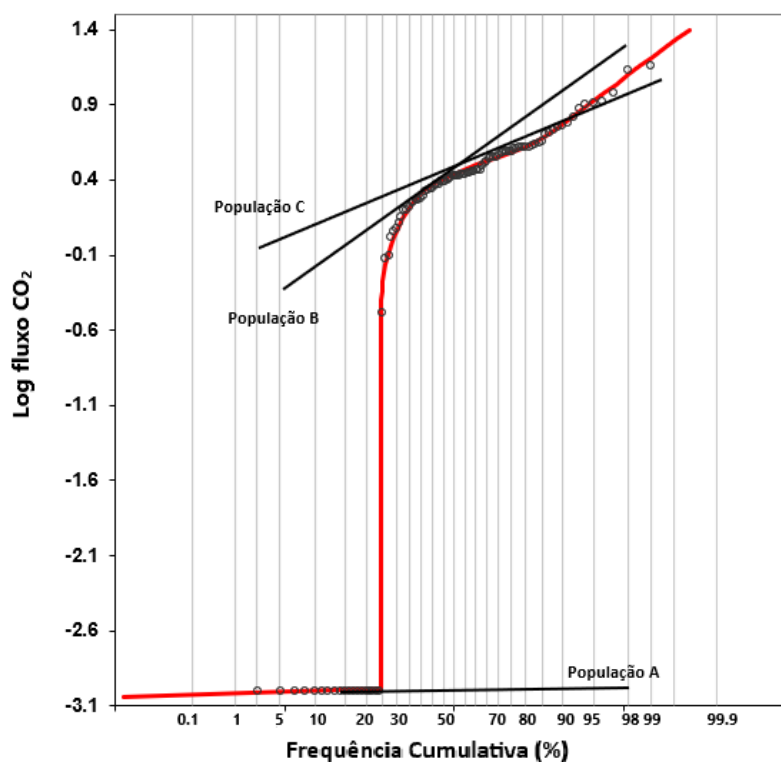


Figura 4.64 | Gráfico de probabilidade acumulada da concentração de CO₂ referente à 2.^a amostragem decorrida na Lagoa do Congro.

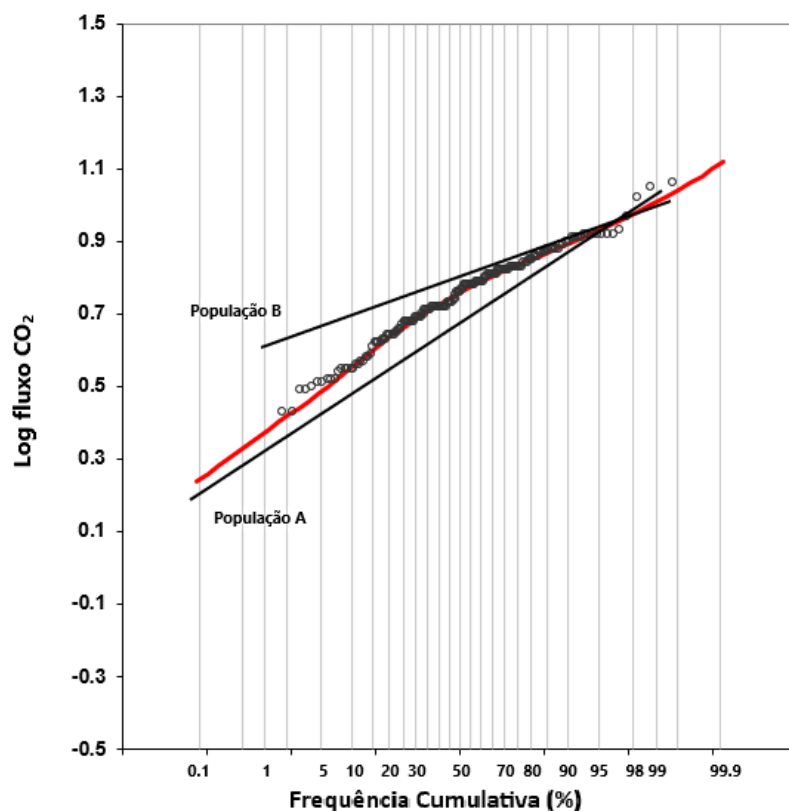


Figura 4.65 | Gráfico de probabilidade acumulada da concentração de CO₂ referente à 1.^a amostragem decorrida na Lagoa de Santiago.

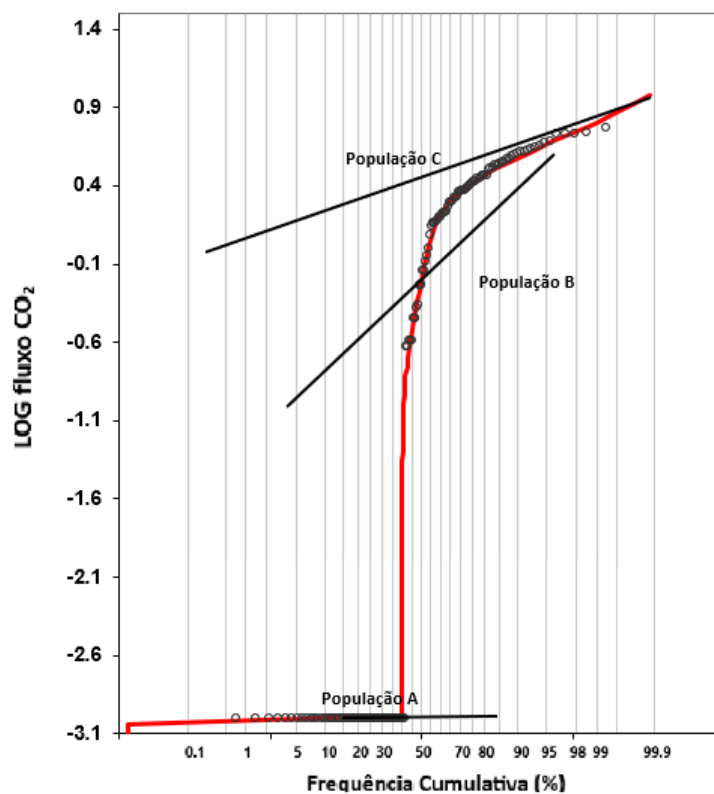


Figura 4.66 | Gráfico de probabilidade acumulada da concentração de CO₂ referente à 2.^a amostragem decorrida na Lagoa de Santiago.

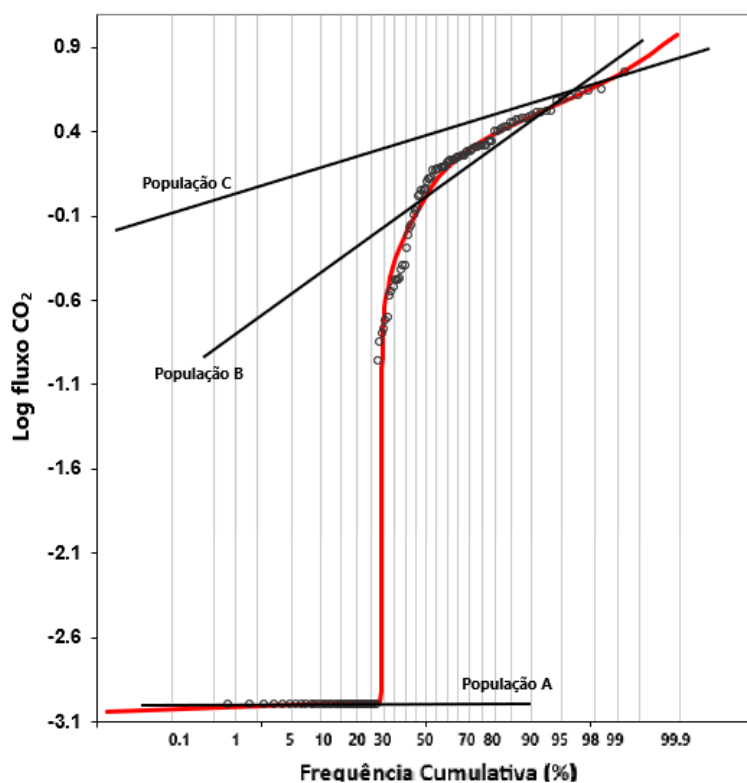


Figura 4.67 | Gráficos de probabilidade acumulada da concentração de CO_2 referente à 1.^a amostragem decorrida na Lagoa Negra.

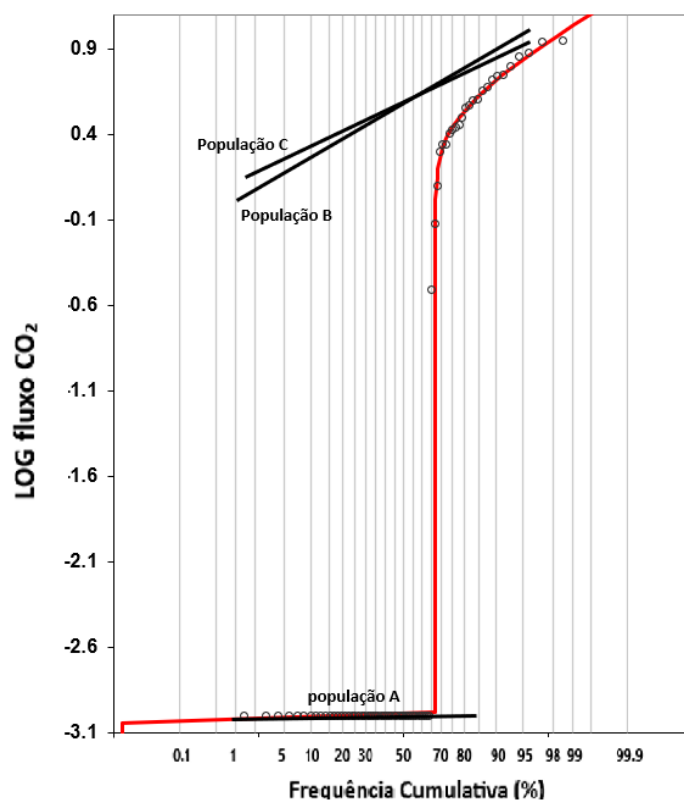


Figura 4.68 | Gráfico de probabilidade acumulada da concentração de CO_2 referente à 2.^a amostragem decorrida na Lagoa Negra.

Para elaborar os mapas de distribuição espacial da emissão difusa de CO₂ a interpolação dos dados foi feita de acordo com o procedimento sGs, descrito por Cardellini *et al.* (2003). Os variogramas experimentais calculados com base nos dados das várias lagoas mostram estruturas aninhadas (de tipo esférico), com diferentes intervalos e valores de pepita (*nugget*) (Figura 4.69 a 4.74).

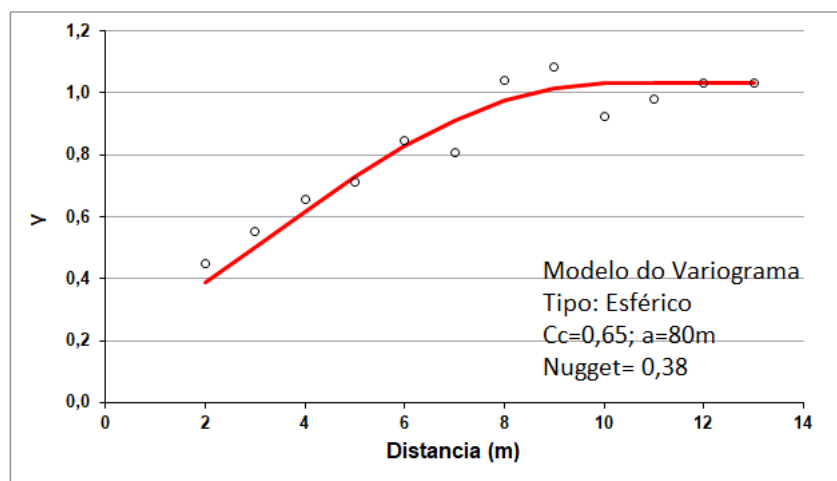


Figura 4.69 | Variograma experimental e calculado referente à 1.^a amostragem decorrida na Lagoa do Congro. Valores para o efeito pepita (*nugget*), Cc (patamar - sill) e “a” (alcance – range; em metros) são apresentados.

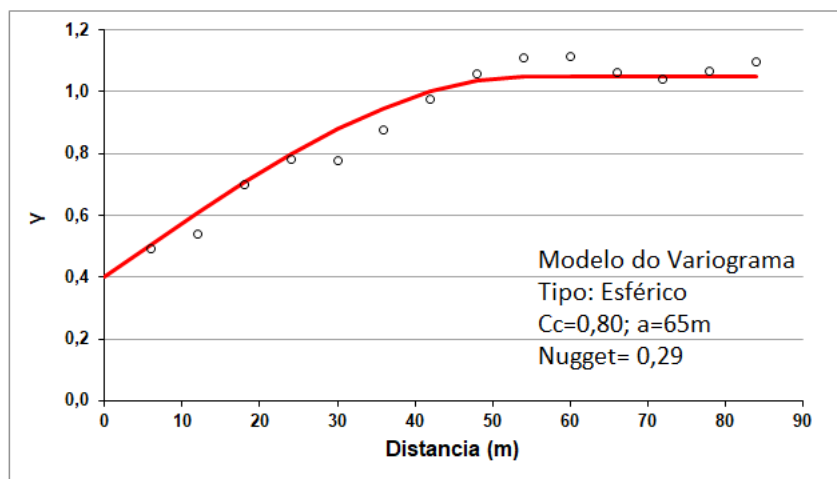


Figura 4.70 | Variograma experimental e calculado referente à 2.^a amostragem decorrida na Lagoa do Congro. para o efeito pepita (*nugget*), Cc (patamar - sill) e “a” (alcance – range; em metros) são apresentados.

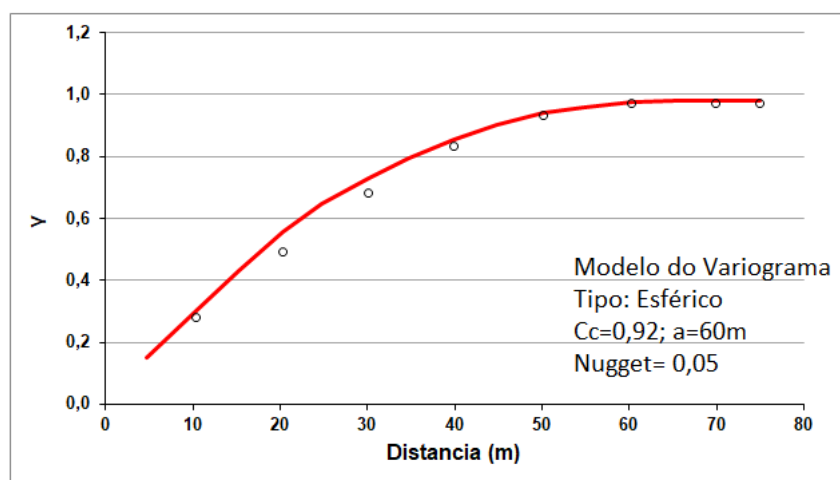


Figura 4.71 | Variograma experimental e calculado referente à 1.^a amostragem decorrida na Lagoa de Santiago. para o efeito pepita (*nugget*), C_c (patamar - sill) e “a” (alcance – range; em metros) são apresentados.

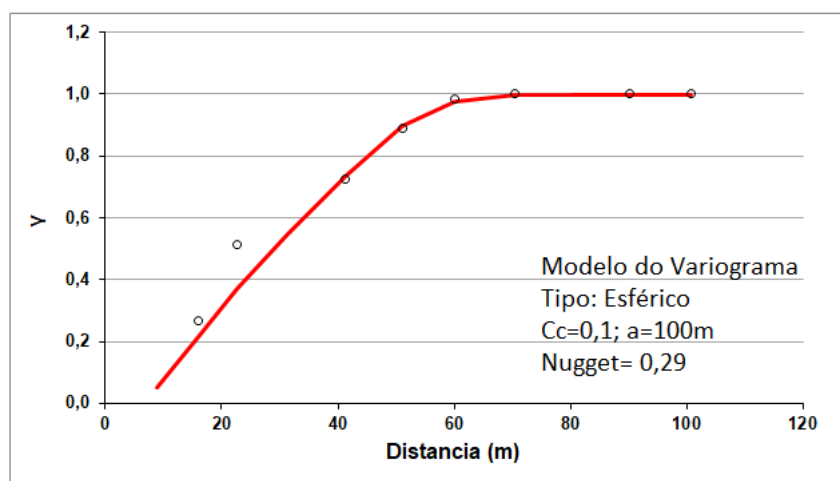


Figura 4.72 | Variograma experimental e calculado referente à 2.^a amostragem decorrida na Lagoa de Santiago. Valores para o efeito pepita (*nugget*), C_c (patamar - sill) e “a” (alcance – range; em metros) são apresentados.

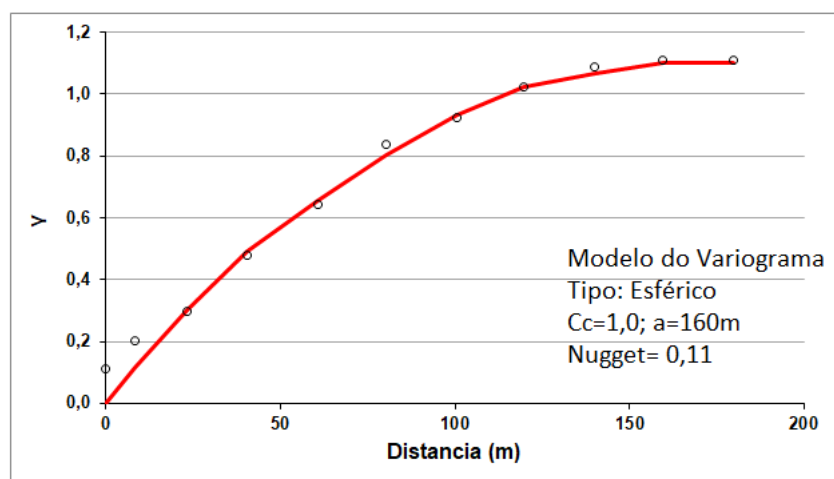


Figura 4.73 | Variograma experimental e calculado referente à 1.^a amostragem decorrida na Lagoa Negra. Valores para o efeito pepita (*nugget*), Cc (patamar - sill) e “a” (alcance – range; em metros) são apresentados.

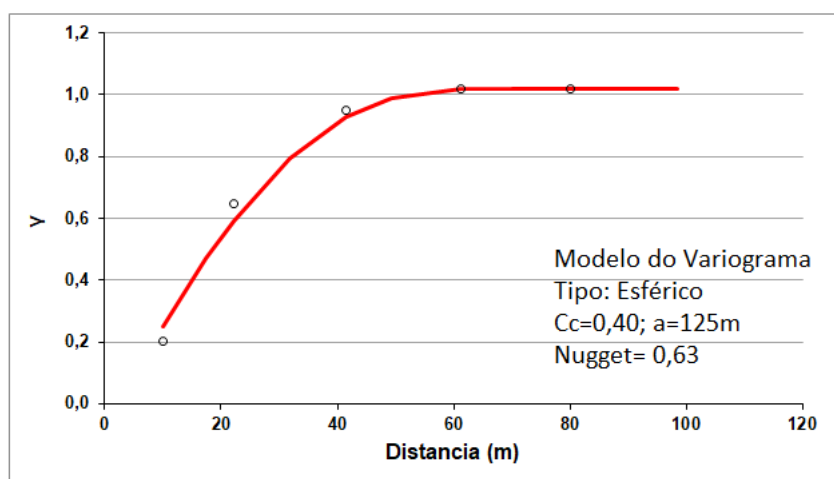


Figura 4.74 | Variograma experimental e calculado referente à 2.^a amostragem decorrida na Lagoa Negra. para o efeito pepita (*nugget*), Cc (patamar - sill) e “a” (alcance – range; em metros) são apresentados.

A projeção espacial dos dados do fluxo de CO₂ foi feita com recurso ao software QGis, versão 3.32.3 10, utilizando a interpolação pelo método determinístico IDW (*Inverse Distance Weighted*) (Landim, 2000) existente nas ferramentas de análise espacial deste software. Neste caso, a interpolação é efetuada através da análise de seis pontos vizinhos em células com tamanho 10x10 m. A ponderação de cada um destes pontos é consequência da sua distância ao ponto que está a ser estimado, ou seja, a influência de um ponto em relação a outro diminui com o aumento da distância ao ponto a estimar (Landim, 2000). Já o software Surfer® (vs. 21.1.158) permitiu calcular

que após a interpolação, o volume de CO₂ emitido pelos diferentes lagos em cada uma das amostragens, o que possibilita ter uma perceção da quantidade de CO₂ emitida efetivamente para a atmosfera.

Os valores da emissão de CO₂ calculados pelos métodos sGs e GSA são da mesma escala de magnitude, o que demonstra a aplicabilidade dos procedimentos efetuados (Tabela 4.4). Considerando os resultados integrados pela área, verifica-se que os valores mais elevados correspondem à 1.^a campanha de amostragem nas Lagoas de Santiago (6,11 t/km²-d) e do Congro (4,86 t/km²-d). Em particular na Lagoa de Santiago é possível verificar o efeito do aprisionamento do CO₂ no *hipolimnion* quando o lago se encontra estratificado, na medida que na 2.^a campanha de amostragem o fluxo é da ordem de 1,10 t/km²-d. No caso da Lagoa do Congro a diferença não é tão acentuada, o que se sugere ser o resultado do gradiente de temperatura entre o *epilimnion* e o *hipolimnion*, que, mesmo que reduzido, é observado também na 1.^a campanha de amostragem.

Em qualquer caso, os valores obtidos enquadram-se na gama proposta por Andrade *et al.* (2019a, 2019b) para os mesmos lagos, e são substancialmente mais baixos que os obtidos para as lagoas da Furna do Enxofre (508,3 t/km²-d) e das Furnas (321 t/km²-d), as massas de água dos Açores que apresentam as emissões mais elevadas de CO₂ para a atmosfera (Andrade *et al.*, 2016, 2019d, 2021).

Tabela 4.4 | Valor da emissão de CO₂ para as lagoas em estudo (fluxo em t/km²-d estimado com base nos resultados do método sGs).

Massa de água	Campanha	Área (km ²)	Fluxo CO ₂ (t/d) (método sGs)	Fluxo CO ₂ (t/d) (método GSA)	Fluxo CO ₂ (t/km ² -d)
Congro	1	0,037	0,18	0,20	4,86
Congro	2	0,039	0,12	0,15	3,08
Santiago	1	0,257	1,57	1,46	6,11
Santiago	2	0,245	0,27	0,41	1,10
Negra	1	0,120	0,14	0,16	1,17
Negra	2	0,123	0,15	0,19	1,22

Os mapas finais relativos ao fluxo de CO₂ nas várias lagoas estudadas são apresentados nas Figuras 4.75 a 4.86. Complementarmente, no Anexo I apresenta-se, por massa de água e campanha de amostragem, a representação espacial e os mapas

interpolados respeitantes aos parâmetros físico-químicos (temperatura, pH e condutividade elétrica) que foram sendo registados em cada ponto de medição do fluxo no momento em que esta última era efetuada (Figuras I.1 a I.36).

As representações espaciais relativas à temperatura (Figuras I.1 a I.12) mostram que os valores deste parâmetro são relativamente homogéneos à superfície, sendo que na 2.^a campanha de amostragem são ligeiramente mais elevados em todas as massas de água, e em particular nas Lagoas de Santiago e Negra. Em qualquer caso, tal facto reflete a variação da temperatura do ar, na medida que a 2.^a campanha de medição ocorreu em pleno verão. Os mapas que representam a distribuição do pH no espelho de água mostram valores que caem no campo do pH básico, por vezes com dados muito elevados, refletindo os efeitos da atividade biológica na zona fótica (Figuras I.13 a I.24). No caso da condutividade elétrica os valores à superfície são ligeiramente mais elevados nas Lagoas de Santiago e Negra, comparativamente à Lagoa do Congro, sendo que na primeira destas massas de água se pode observar um ligeiro acréscimo da 1.^a para a 2.^a campanha de amostragem (Figuras I.25 a I.36). Em todos os casos verifica-se uma homogeneidade dos valores registados em cada campanha, o que reflete que o conteúdo em sais dissolvidos é também ele relativamente invariável em todo o espelho de água.

Na cartografia de fluxo de CO₂ referente às Lagoas do Congro e de Santiago é possível constatar que a distribuição espacial dos valores reflete o carácter monomítico daquelas massas de água, com períodos do ano em que o regime hidrológico se caracteriza pela ocorrência de uma coluna de água estratificada, sendo que nestes os fluxos mais elevados se concentram nas margens, em oposição a outras épocas do ano em que a mistura é total. Os fluxos mais elevados observados nas zonas marginais da Lagoa Negra reflete, igualmente, o facto desta massa de água se encontrar estratificada quando da realização das campanhas de medições do fluxo de CO₂ à superfície.

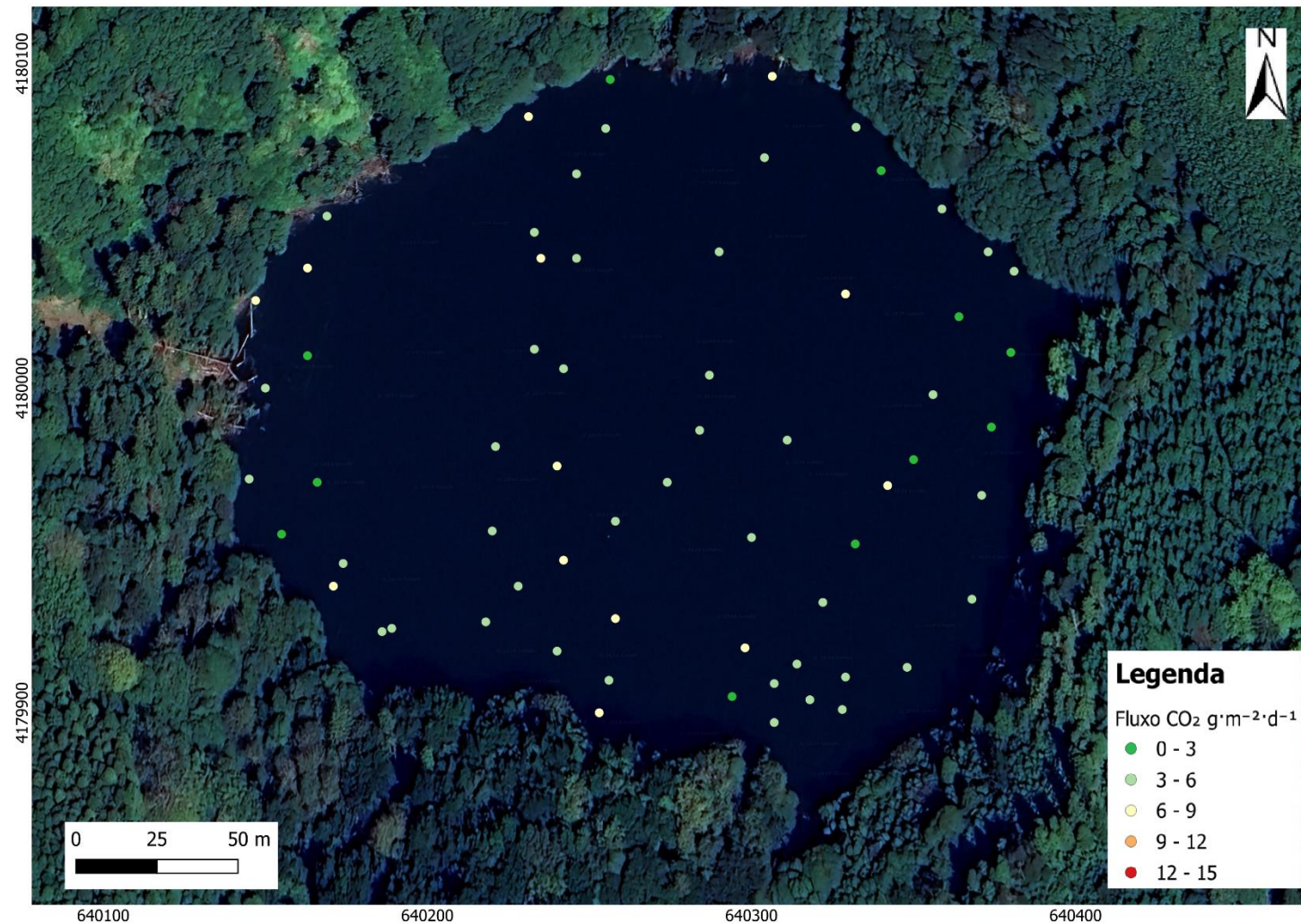


Figura 4.75 | Representação espacial dos valores de fluxo de CO₂ na Lagoa do Congo - 1.^a campanha de amostragem.

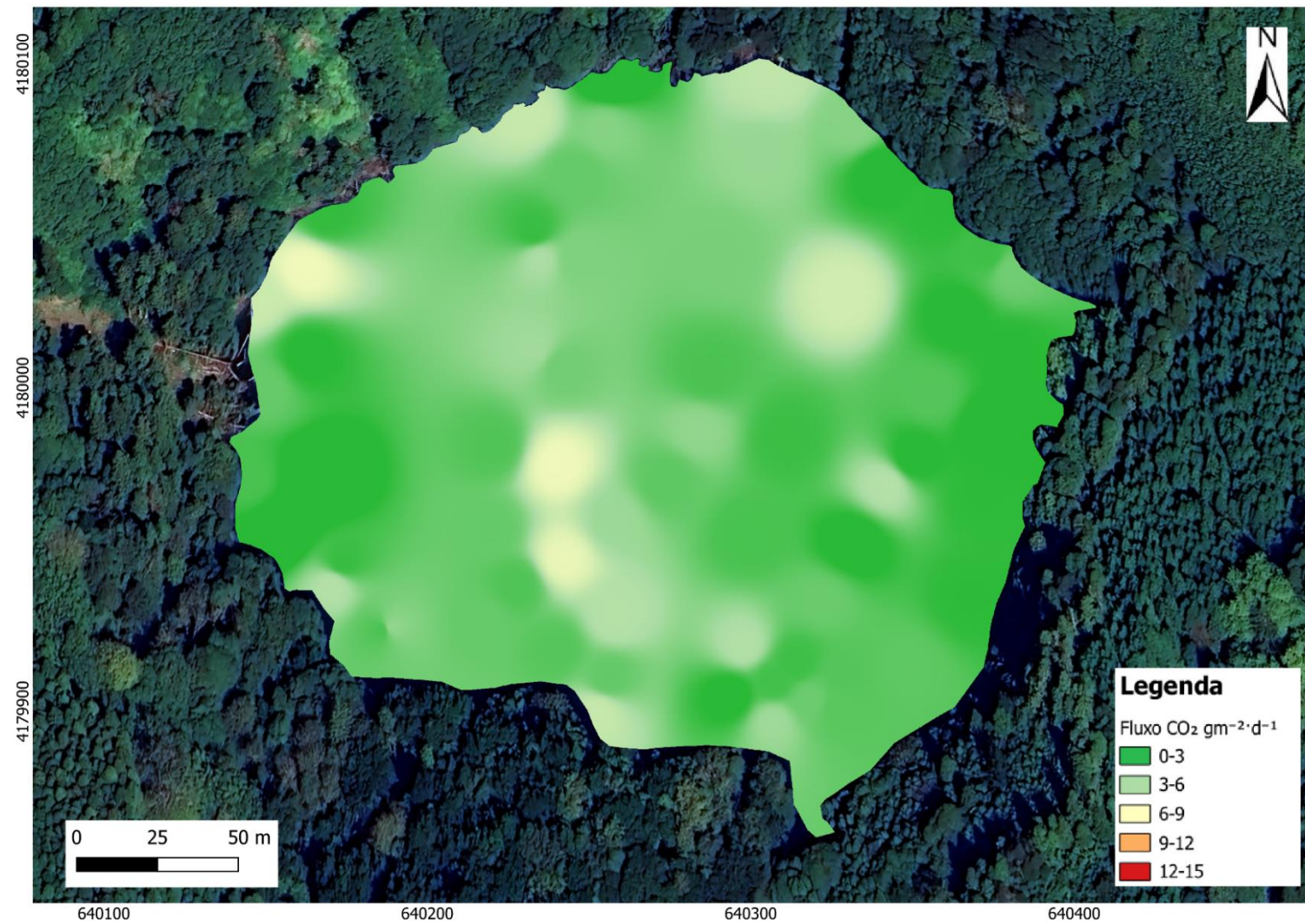


Figura 4.76 | Mapa de fluxo de CO₂ na Lagoa do Congo - 1.ª campanha de amostragem.

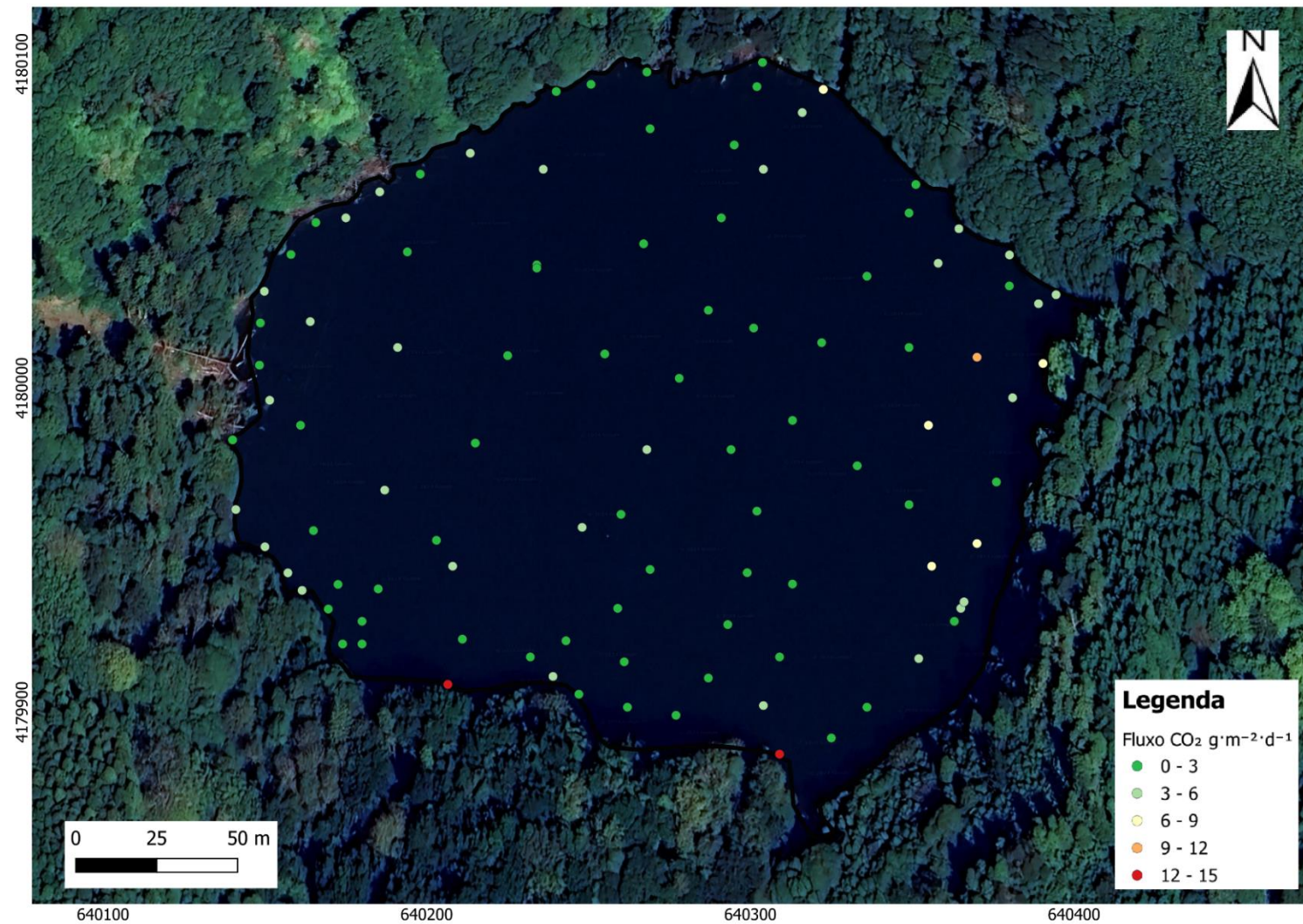


Figura 4.77 | Representação espacial dos valores de fluxo de CO₂ na Lagoa do Congo - 2.^a campanha de amostragem.

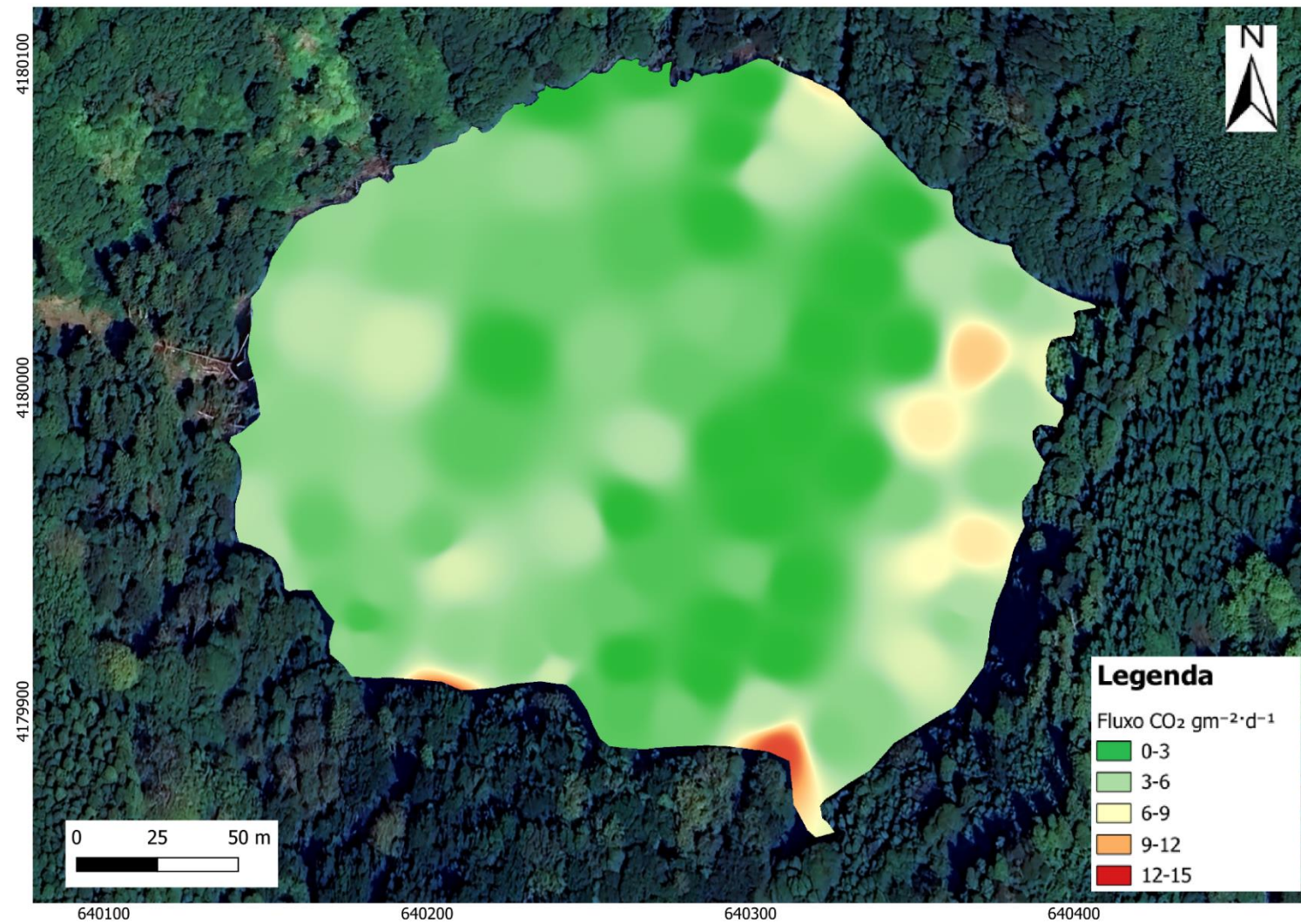


Figura 4.78 | Mapa de fluxo de na Lagoa do Congo - 2.^a campanha de amostragem.

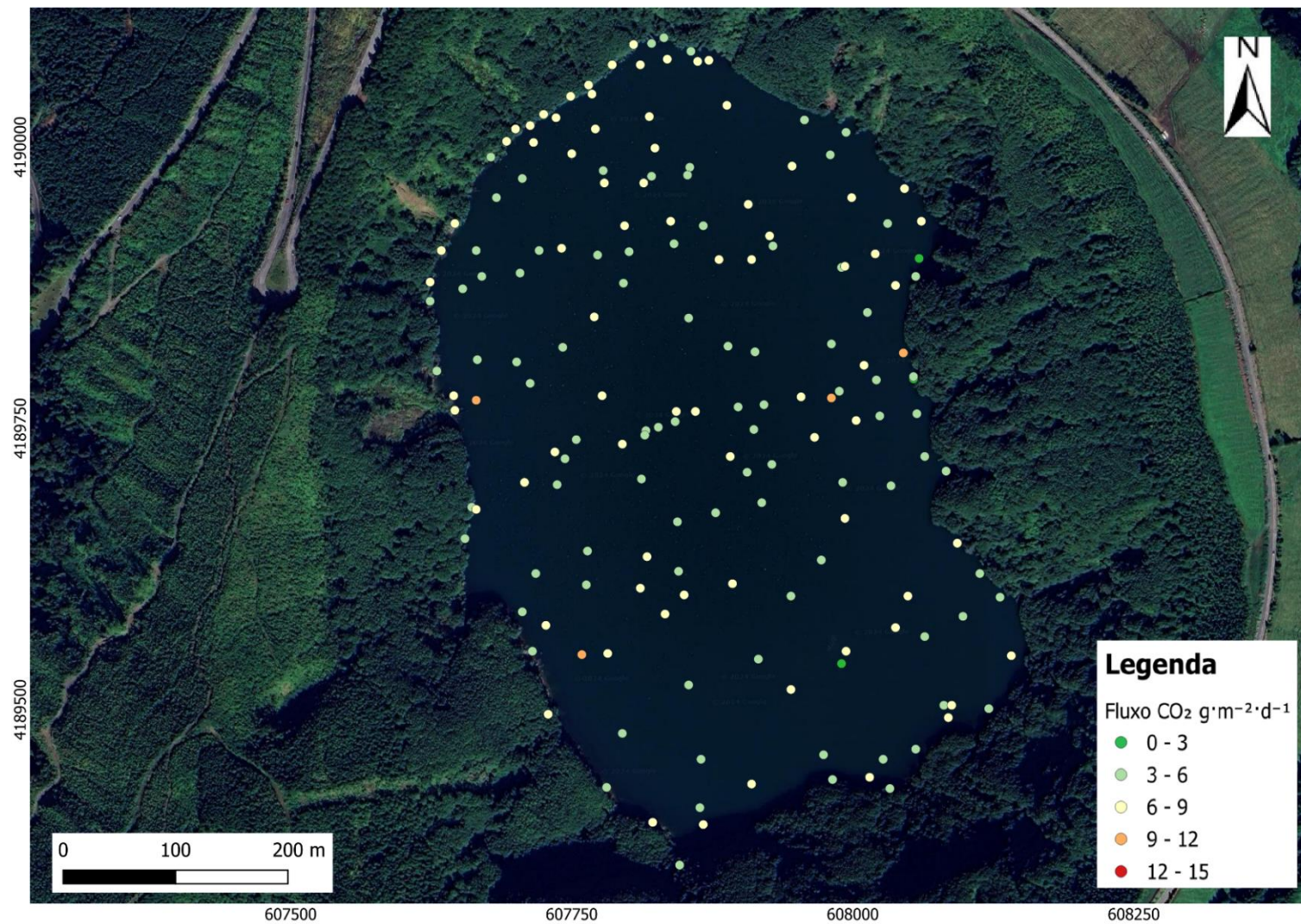


Figura 4.79 | Representação espacial dos valores de fluxo de CO₂ na Lagoa de Santiago - 1.^a campanha de amostragem.

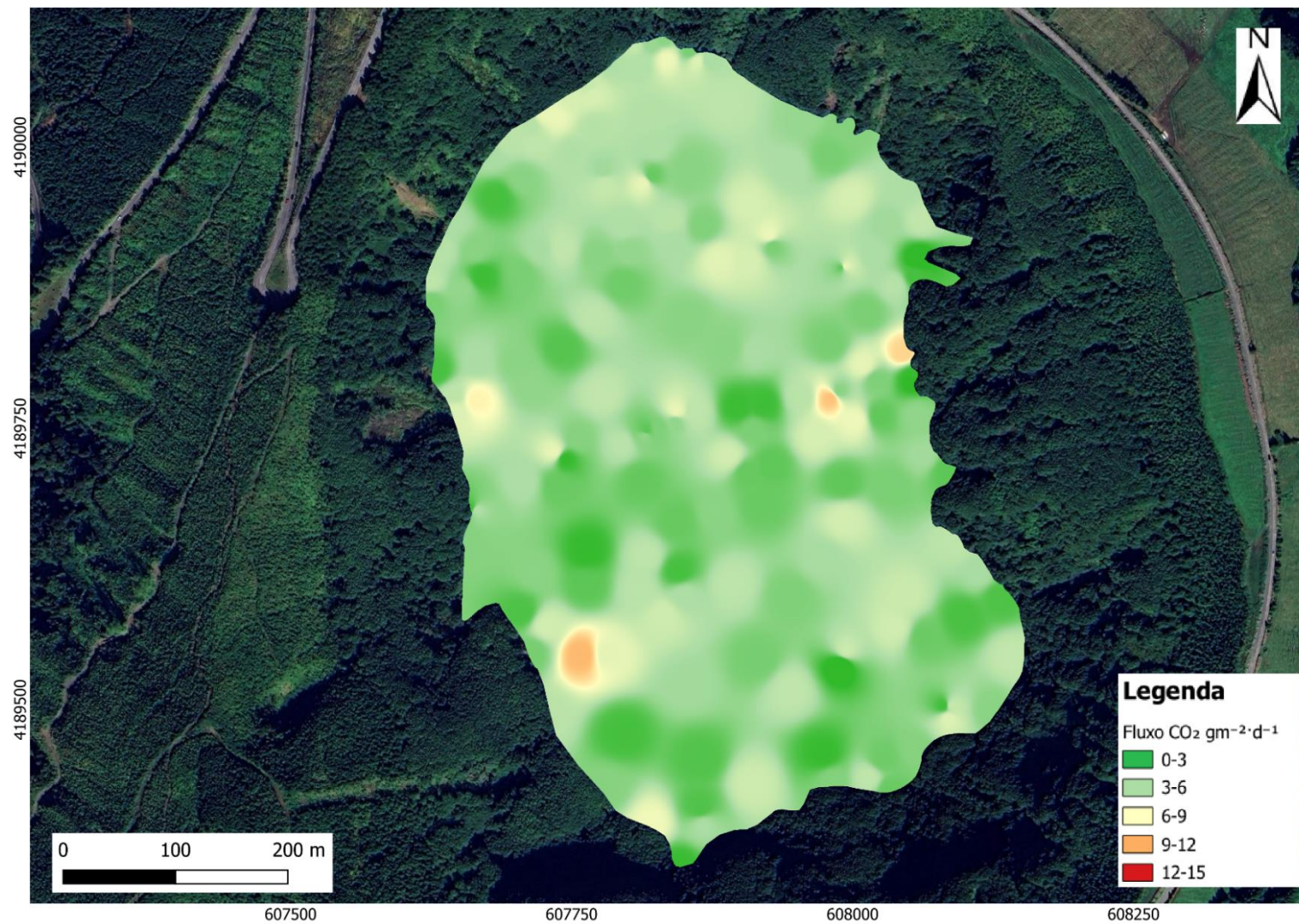


Figura 4.80 | Mapa de fluxo de na Lagoa de Santiago - 1.^a campanha de amostragem.

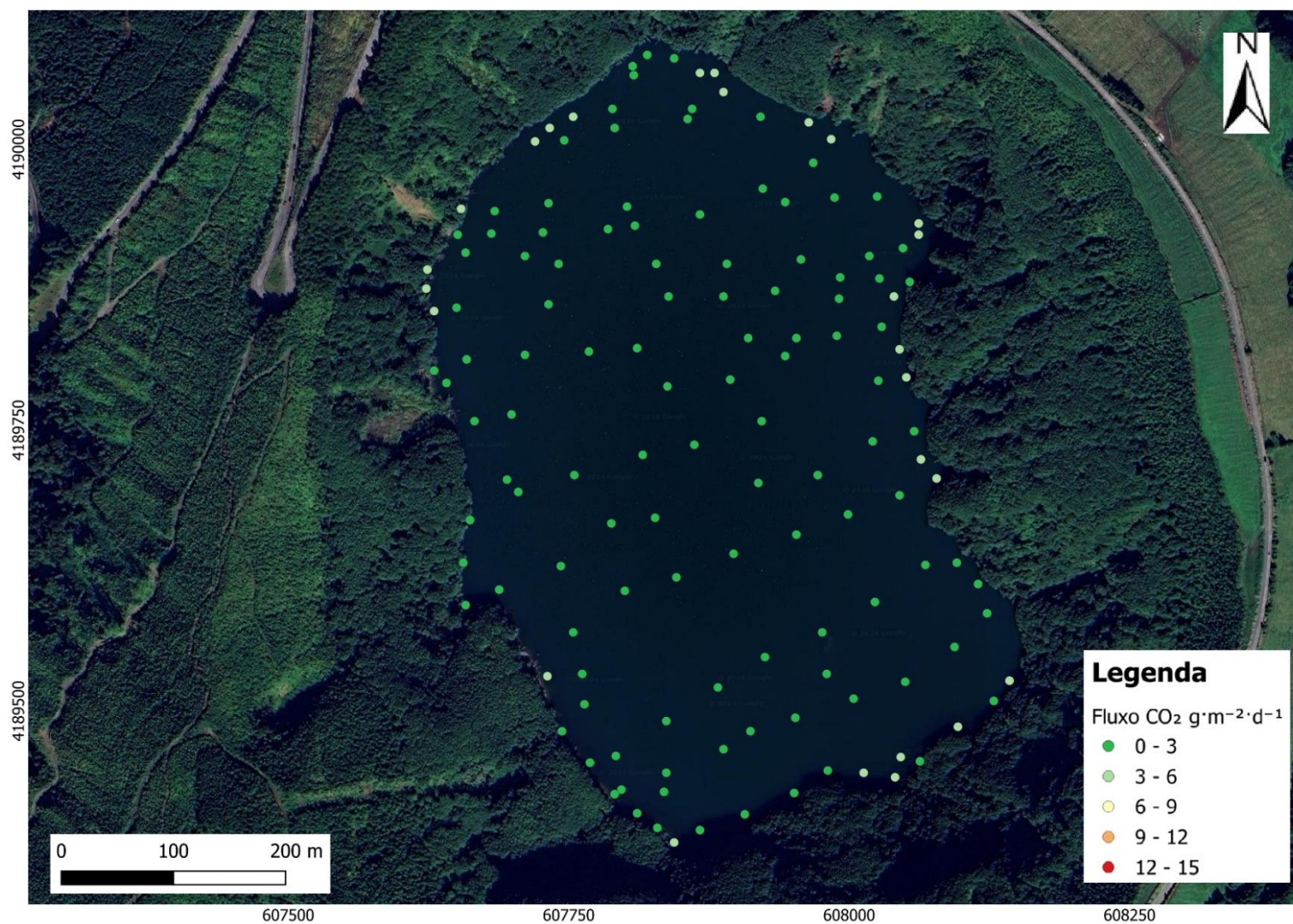


Figura 4.81 | Representação espacial dos valores de fluxo de CO₂ na Lagoa de Santiago - 2.^a campanha de amostragem.

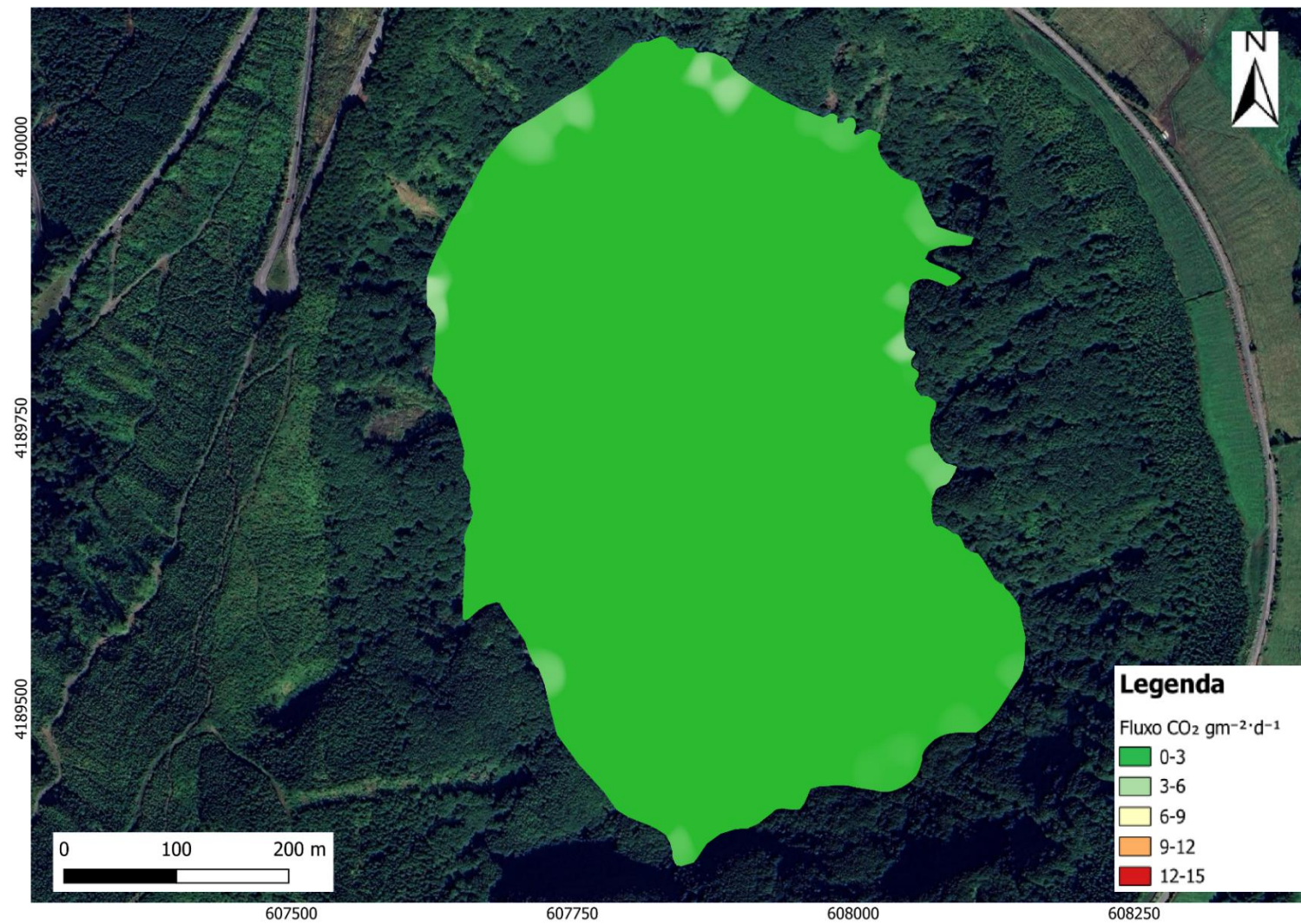


Figura 4.82 | Mapa de fluxo de na Lagoa de Santiago - 2.^a campanha de amostragem.

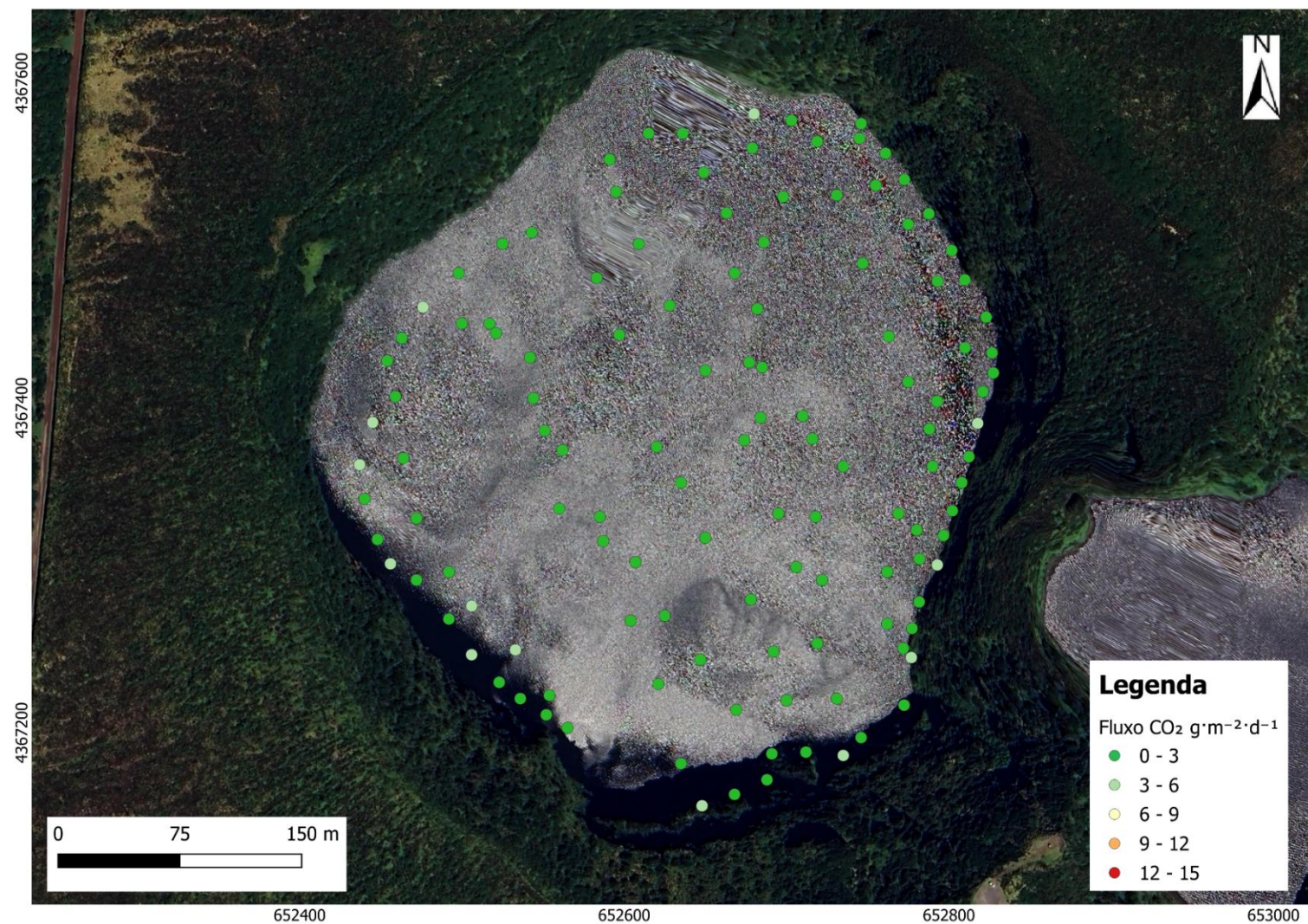


Figura 4.83 | Representação espacial dos valores de fluxo de CO_2 na Lagoa Negra - 1.ª campanha de amostragem.

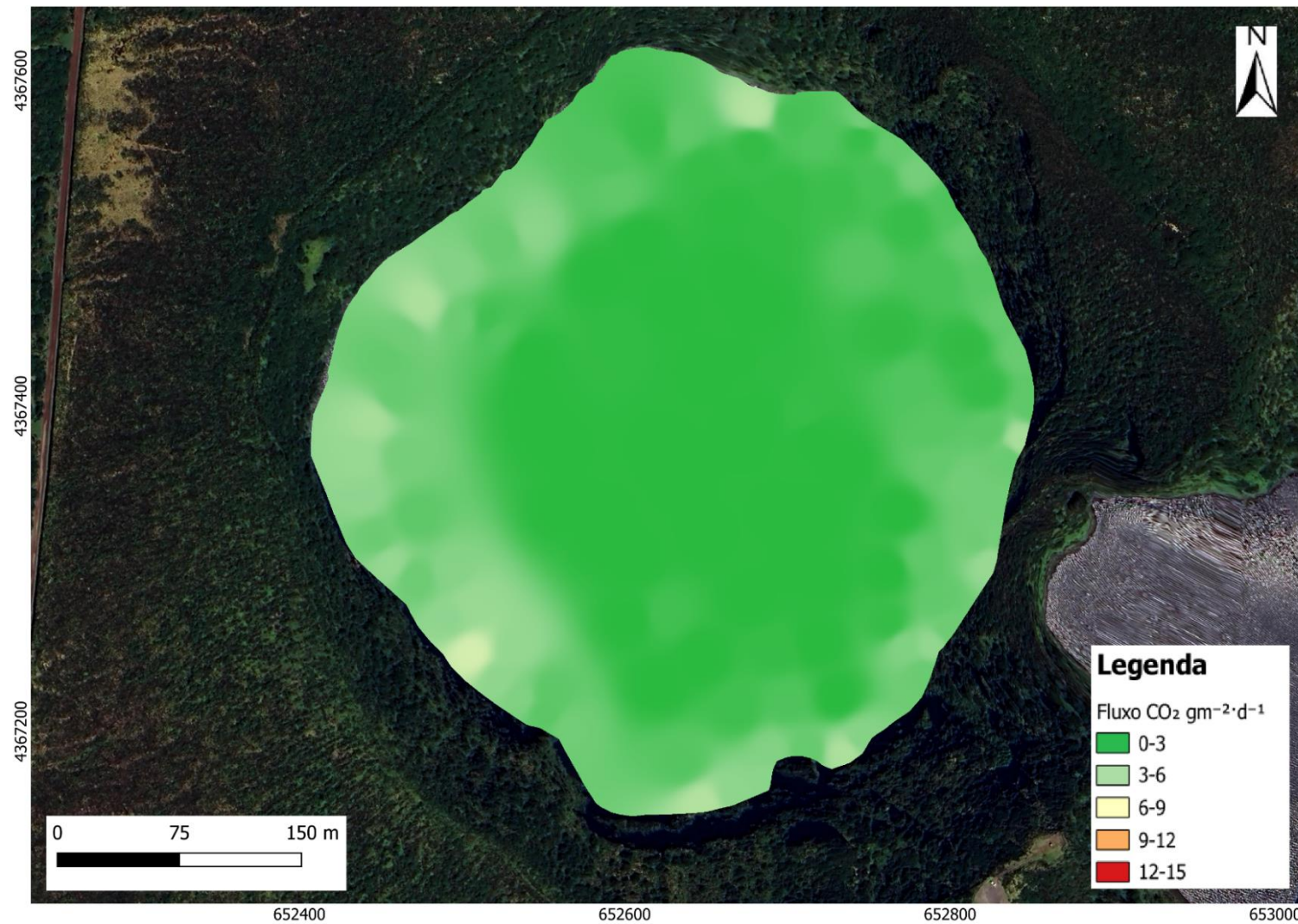


Figura 4.84 | Mapa de fluxo de na Lagoa Negra - 1.^a campanha de amostragem.

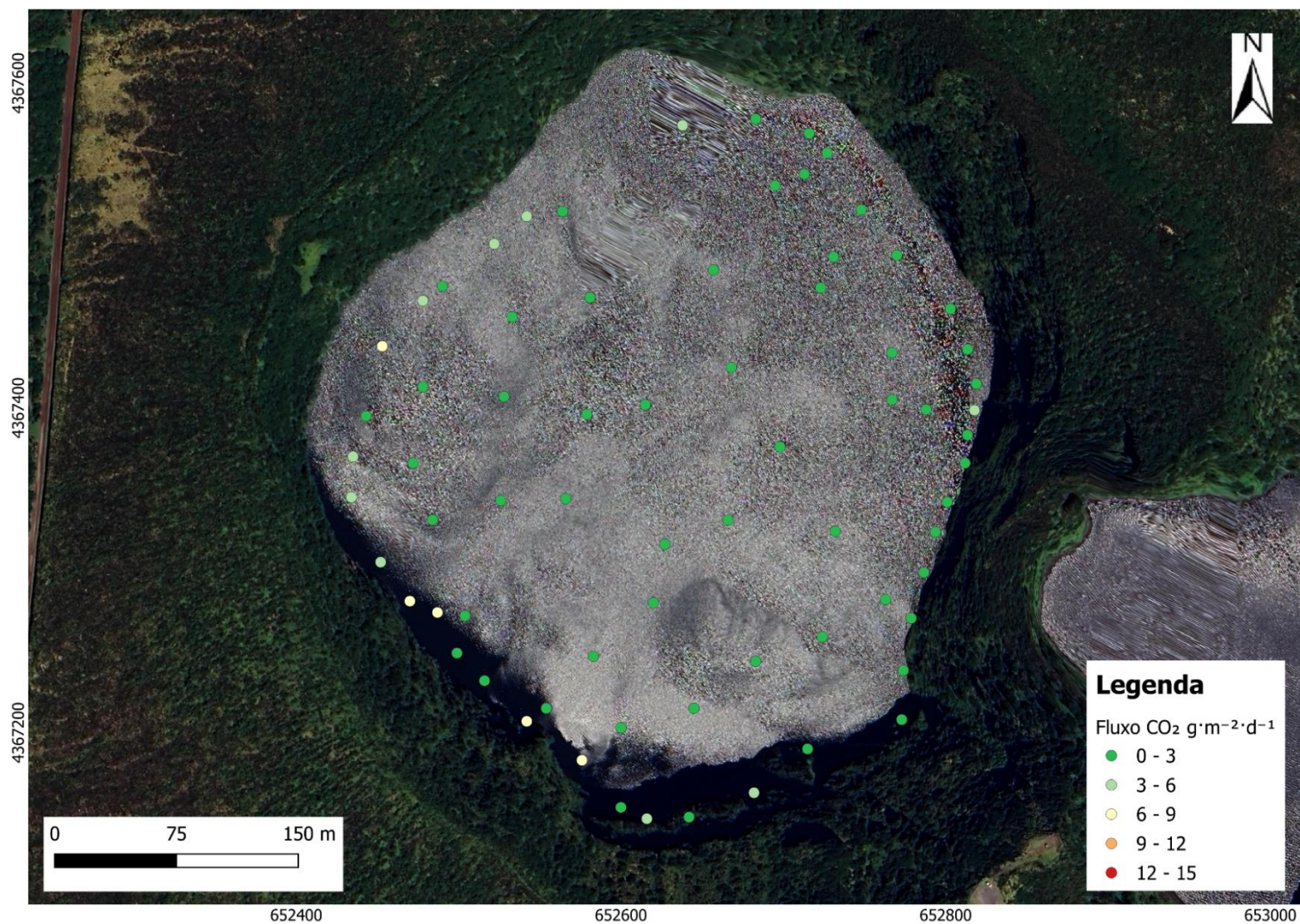


Figura 4.85 | Representação espacial dos valores de fluxo de CO₂ na Lagoa de Santiago - 2.ª campanha de amostragem.

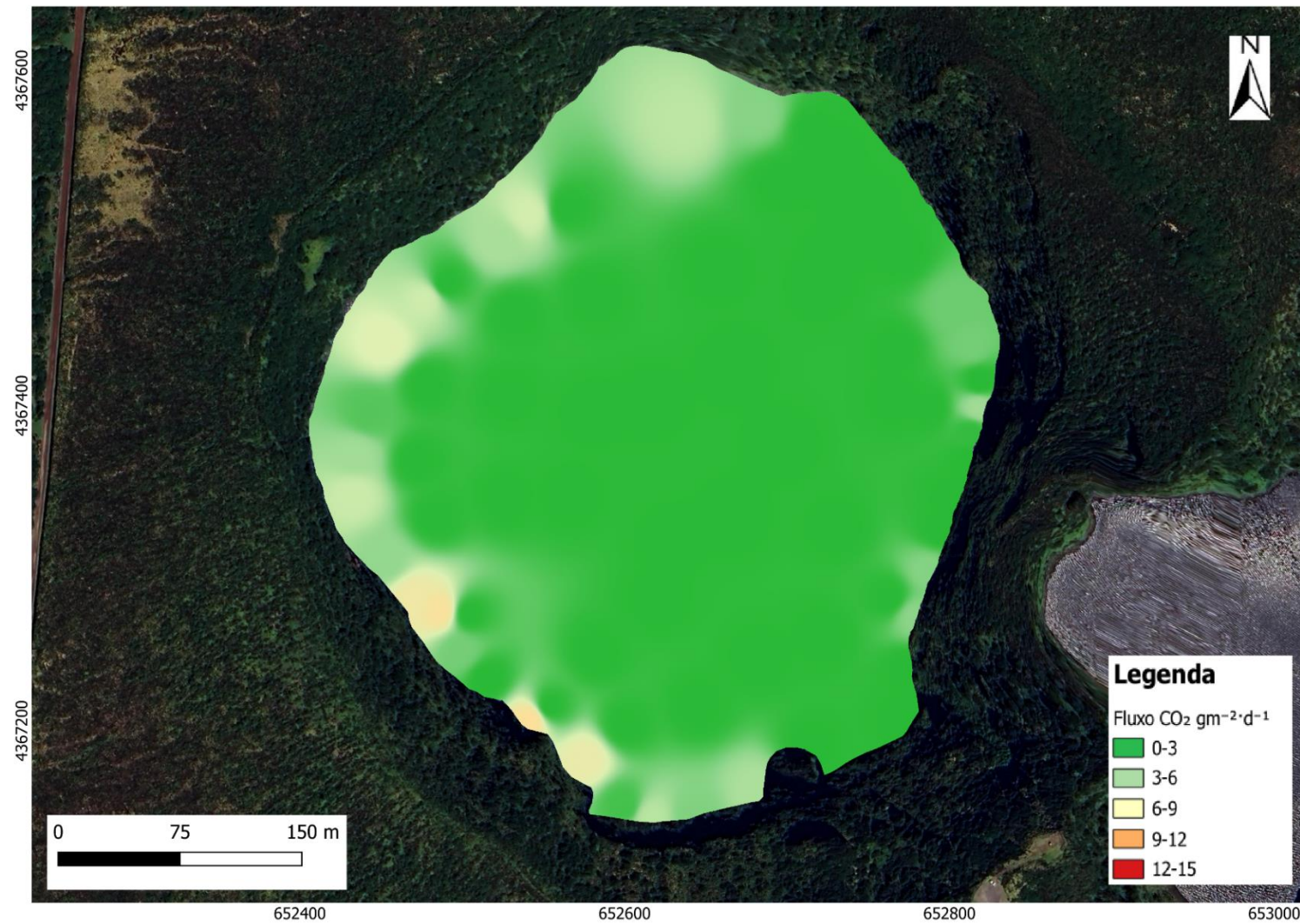


Figura 4.86 | Mapa de fluxo de CO₂ na Lagoa Negra - 2.ª campanha de amostragem.

4.5.3 | Fluxo de CO₂ na Ribeira Quente

Como foi referido na seção 4.5.1 do presente relatório, no decurso da 1.^a campanha de amostragem apenas foram efetuadas seis medições de fluxo de CO₂, com carácter exploratório, na medida que era a primeira vez que se conduziram trabalhos deste tipo em cursos de água dos Açores. As campanhas seguintes já abrangeram um número representativo de medições de fluxo, com 210 e 215 pontos, respetivamente para as 2.^a e 3.^a campanhas de amostragem (Tabela 4.5).

Tomando como referência apenas os valores medidos nas amostragens mais representativas, constata-se que os valores de fluxo variaram, respetivamente na 2.^a e 3.^a campanhas de amostragem, entre 0,4 e 24085,5 g/m²-d (média = 518,5 g/m²-d) e entre 2,2 e 10637 g/m²-d (média = 334,5 g/m²-d). Na Figura 4.87 representam-se os valores obtidos por intermédio de um diagrama de caixas, sendo possível verificar que na 2.^a campanha se observa um maior número de valores discrepantes mais elevados, não obstante o valor da mediana do fluxo ser ligeiramente mais elevado na 3.^a campanha de amostragem (mediana = 46,1 g/m²-d).

Tabela 4.5 | Estatística descritiva do fluxo de CO₂ na Ribeira Quente de acordo com as 3 campanhas de amostragem.

Massa de água	Campanha	Nº de Medições	Mínimo (g/m ² -d)	Máximo (g/m ² -d)	Média ± DP (g/m ² -d)	Mediana (g/m ² -d)
Ribeira Quente	1	6	17,9	2279,7	738,7 ± 829,8	395,8
	2	210	0,4	24085,5	518,5 ± 1906,1	28,2
	3	215	2,2	10637,0	334,5 ± 884,9	46,1

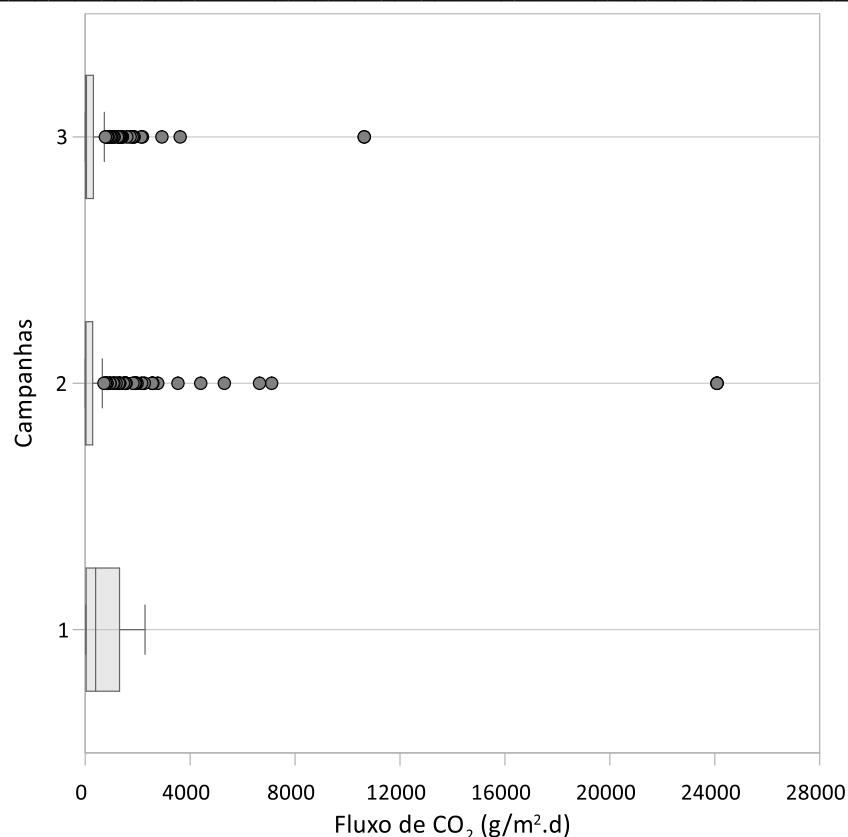


Figura 4.87 | Comparação dos valores de fluxo de CO₂ nas várias campanhas de amostragem na Ribeira Quente por intermédio de um diagrama de caixas (*box plot*).

A representação espacial da emissão de CO₂ no canal principal e afluentes da Ribeira Quente está patente nas Figuras 4.88 a 4.90, chamando-se em particular a atenção para os resultados da 2.^a e 3.^a campanhas de amostragem, que como foi referido abrangeram um número muito significativo de pontos de medição. Para efeitos de discussão dos resultados apresentam-se, igualmente, nas Figuras 4.91 a 4.93, os resultados das medições de temperatura, pH, e condutividade elétrica nos mesmos locais onde se executaram as medições de fluxo de CO₂ no decurso da 2.^a amostragem (n= 210), permitindo caracterizar com maior pormenor a distribuição espacial daqueles parâmetros físico-químicos (já apresentada para os 32 pontos de rede de colheita de amostras de água para laboratório na seção 4.1.2 do presente relatório).

Na 2.^a campanha de amostragem constata-se que os fluxos de CO₂ mais elevados se observam no troço da Ribeira Amarela (como designada na Carta Militar de Portugal à escala 1:25 000, do Instituto Geográfico do Exército, hoje Centro de Informação Geoespacial do Exército) que, imediatamente a jusante do ponto de confluência com o afluente proveniente de Norte (coordenadas: UTM-WGS84, 26S, M: 648669; P: 4181865), sofrem uma redução bem marcada em resultado da mistura das águas provenientes dos dois cursos (ver foto “A” na Figura 4.94). Para jusante, os fluxos

são novamente mais elevados nas imediações das áreas onde se concentram as descargas hidrotermais, nomeadamente nas zonas dos campos fumarólicos da Freguesia das Furnas (ver foto “B” na Figura 4.94) e da Ribeira dos Tambores, assim como no troço final da Ribeira Quente (ver fotos “C” e “D” na Figura 4.94).

Para efeitos de melhor visualização, apresenta-se na Figura 4.95 um mapa respeitante às manifestações hidrotermais no Vulcão das Furnas onde, para além dos campos fumarólicos acima referidos (área B e C), se podem observar quer o campo fumarólico na margem Norte da Lagoa (área A), quer as principais nascentes minerais e os locais de emissão de vapor. Realça-se, novamente, que a composição química das fumarolas é dominada por vapor de água e CO_2 , e secundariamente por H_2S , H_2 , CH_4 , N_2 , O_2 e Ar (Ferreira & Oskarsson, 1999; Viveiros 2010; Viveiros *et al.*, 2010), enquanto a composição das águas minerais apresenta uma grande diversidade geoquímica na zona abrangida pela bacia hidrográfica, desde águas gasocarbónicas frias e pouco mineralizadas a águas termais e hipertermais, com maior mineralização e predominantemente de fácies bicarbonatada sódica, (Cruz & França, 2006; Cruz *et al.*, 2010; Freire *et al.*, 2015).

Por outro lado, os pontos em que os fluxos são mais reduzidos concentram-se nos afluentes mais a Norte, onde não existe influência do sistema hidrotermal. A localização dos pontos de menor fluxo de CO_2 segue uma distribuição semelhante na 3.^a campanha de amostragem, com exceção do troço entre o ponto atrás referido (UTM-WGS84, 26S, M: 648669; P: 4181865) e o Hotel Octant Furnas. Contudo, mesmo quando neste troço em particular os fluxos são um pouco mais reduzidos (2.^a campanha de amostragem), os valores da temperatura da água são mais elevados comparativamente aos afluentes localizados a Norte e sem influência do sistema hidrotermal (Figura 4.91).

Por outro lado, a influência do sistema hidrotermal sobre a composição da água superficial, entendida no sentido lato, *i.e.* compreendendo a difusão de libertação de CO_2 na massa de água, também se pode inferir a partir da distribuição espacial dos valores de pH. Com efeito, os valores mais baixos, na gama entre 5,7 e 6,8, ocorrem predominantemente no troço supramencionado e nas proximidades dos campos fumarólicos das Furnas e da Ribeira dos Tambores. Estes valores podem resultar quer da mistura com águas minerais ácidas que descarregam para a ribeira, quer da dissolução do CO_2 associado às emanações difusas identificadas no interior da caldeira do Vulcão das Furnas, e em particular nas imediações dos campos fumarólicos (Figura 4.96; Viveiros *et al.*, 2010; Andrade *et al.*, 2016).

Nos pontos de medição situados no troço final da Ribeira Quente, onde os fluxos de CO_2 e as temperaturas são, também, muito elevadas, o pH é claramente básico (classes $]7,4 - 7,7]$ e $]7,7 - 8,8]$), o que se pode explicar pelas próprias características das descargas hidrotermais. Em qualquer caso, mesmo quando nesta última zona os resultados de pH sejam da mesma ordem de grandeza dos afluentes não afetados pelo sistema hidrotermal, como se observa nos afluentes na zona Norte da bacia hidrográfica, quer o fluxo de CO_2 , quer a temperatura da água, mostram que as emanações vulcânicas influenciam o quimismo da água.

A mistura com águas minerais mais mineralizadas, e a dissolução de voláteis de origem vulcânica, explicam o facto de a condutividade elétrica ser mais elevada nestas últimas zonas. De realçar que, em oposição, os valores mais baixos de condutividade elétrica são tipicamente observados nos afluentes que não são influenciados pelo sistema hidrotermal.

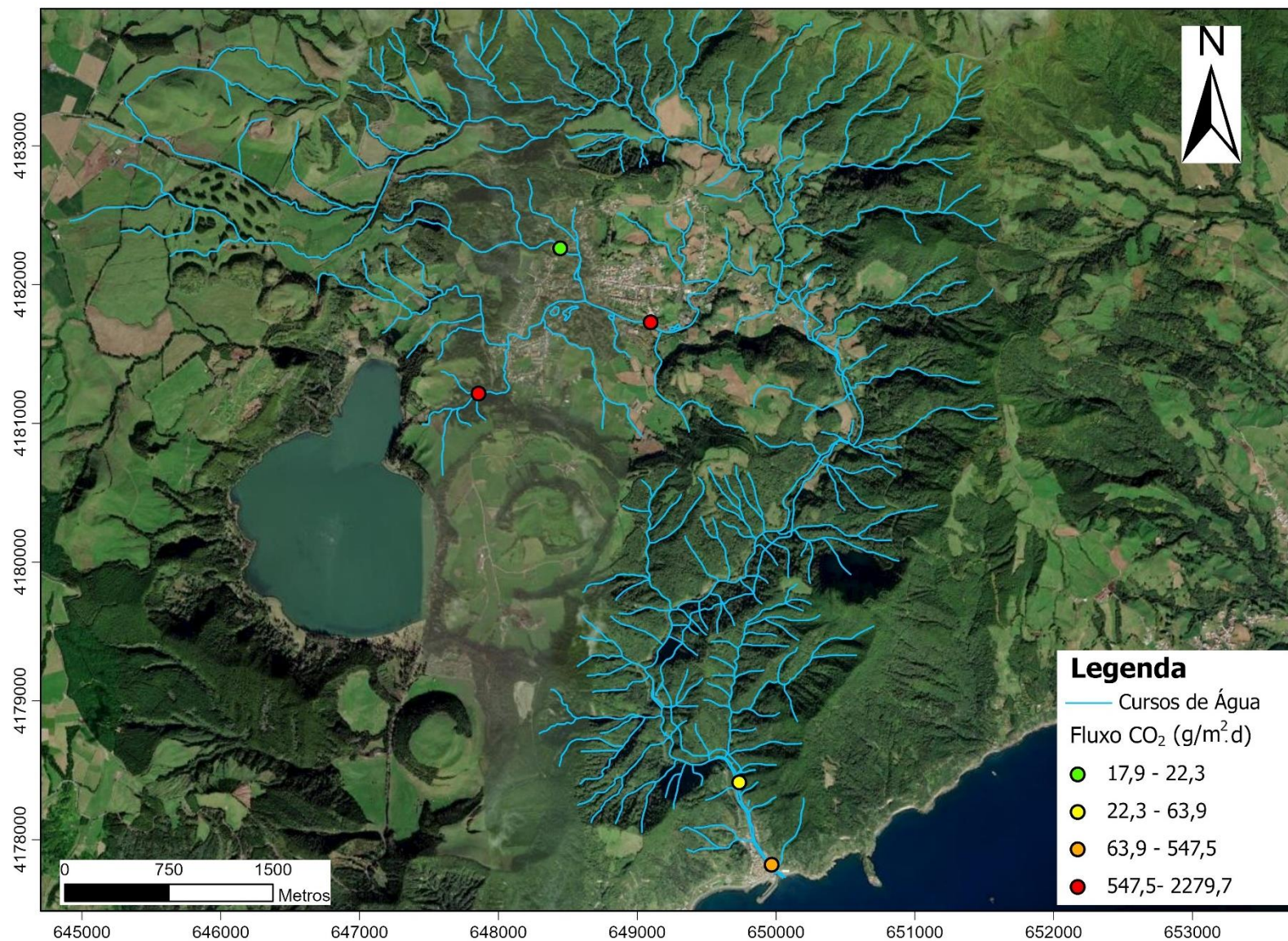


Figura 4.88 | Representação espacial dos valores de fluxo de CO₂ na Ribeira Quente - 1.^a campanha de amostragem.

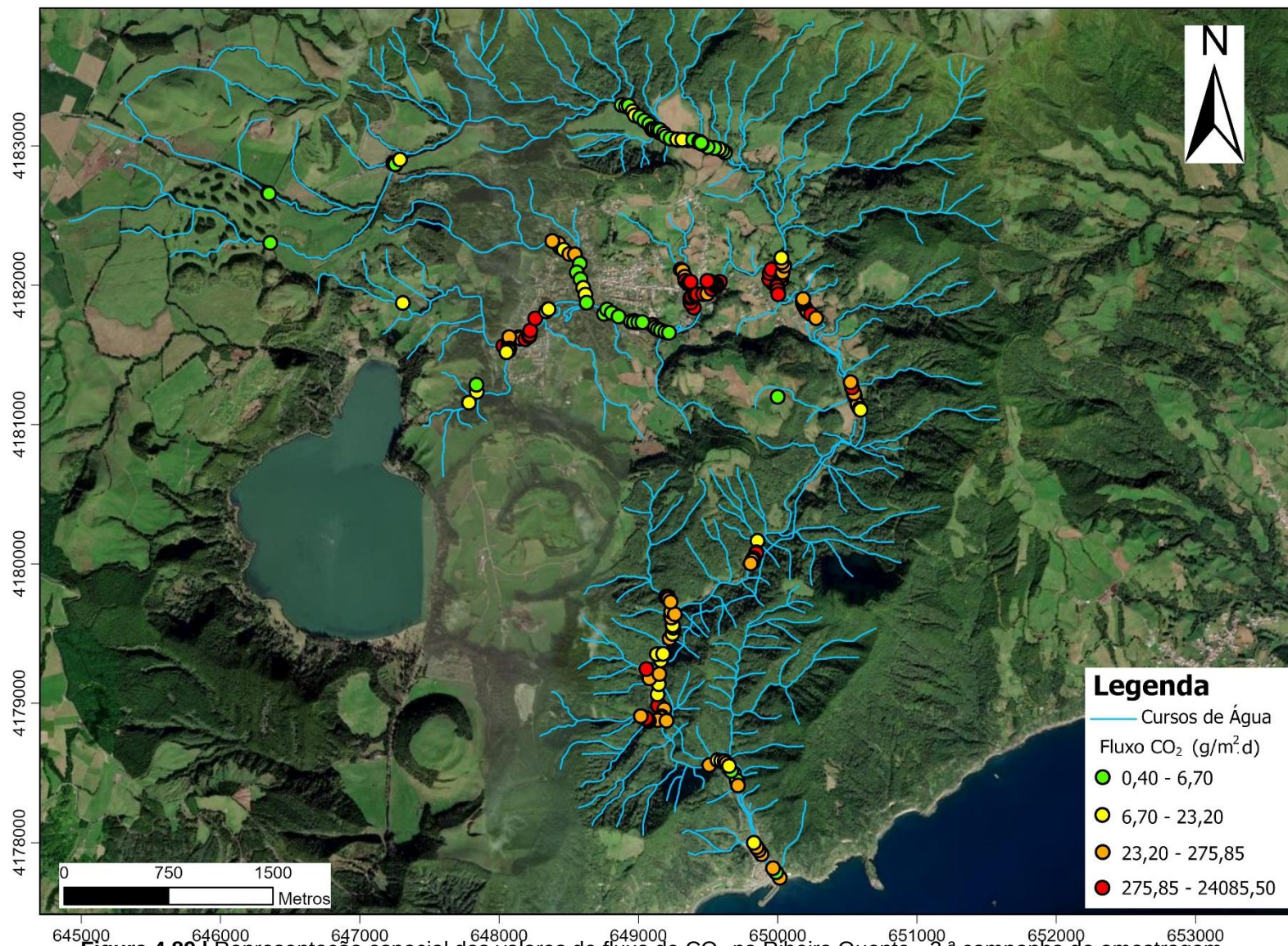


Figura 4.89 | Representação espacial dos valores de fluxo de CO₂ na Ribeira Quente - 2.^a campanha de amostragem.

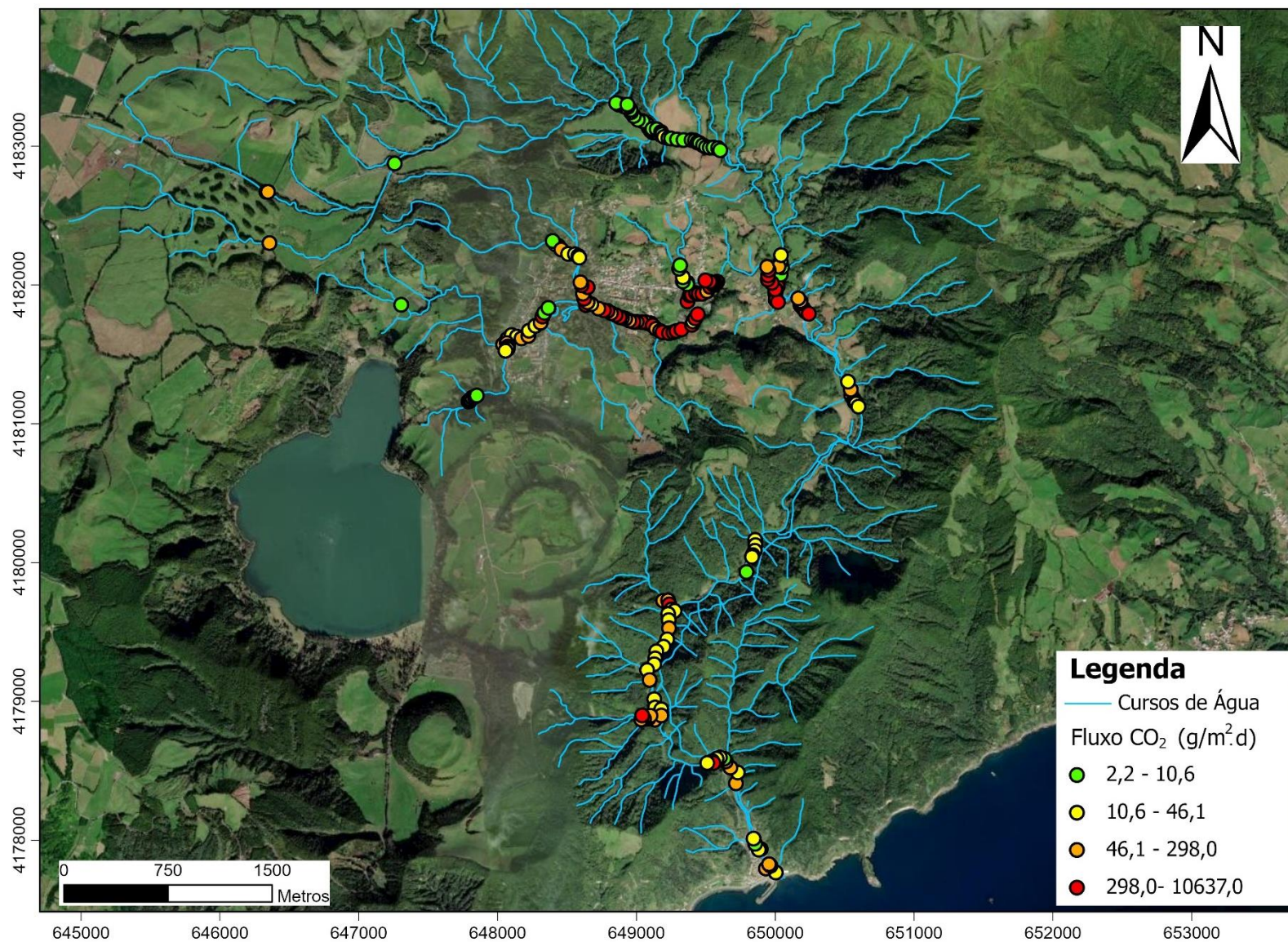


Figura 4.90 | Representação espacial dos valores de fluxo de CO₂ na Ribeira Quente - 3.^a campanha de amostragem.

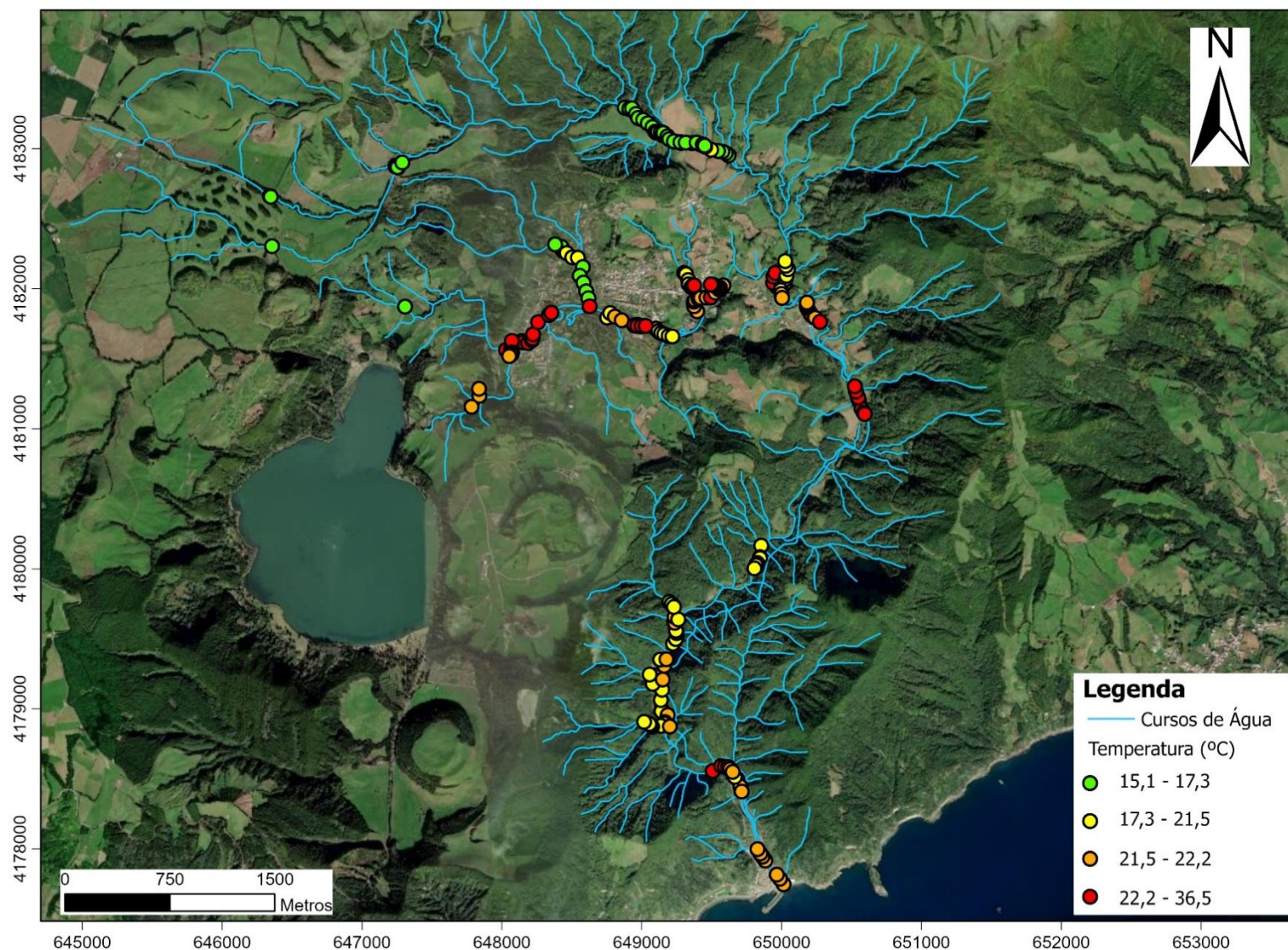


Figura 4.91 | Representação espacial dos valores de temperatura da água de CO₂ na Ribeira Quente - 2.ª campanha de amostragem.

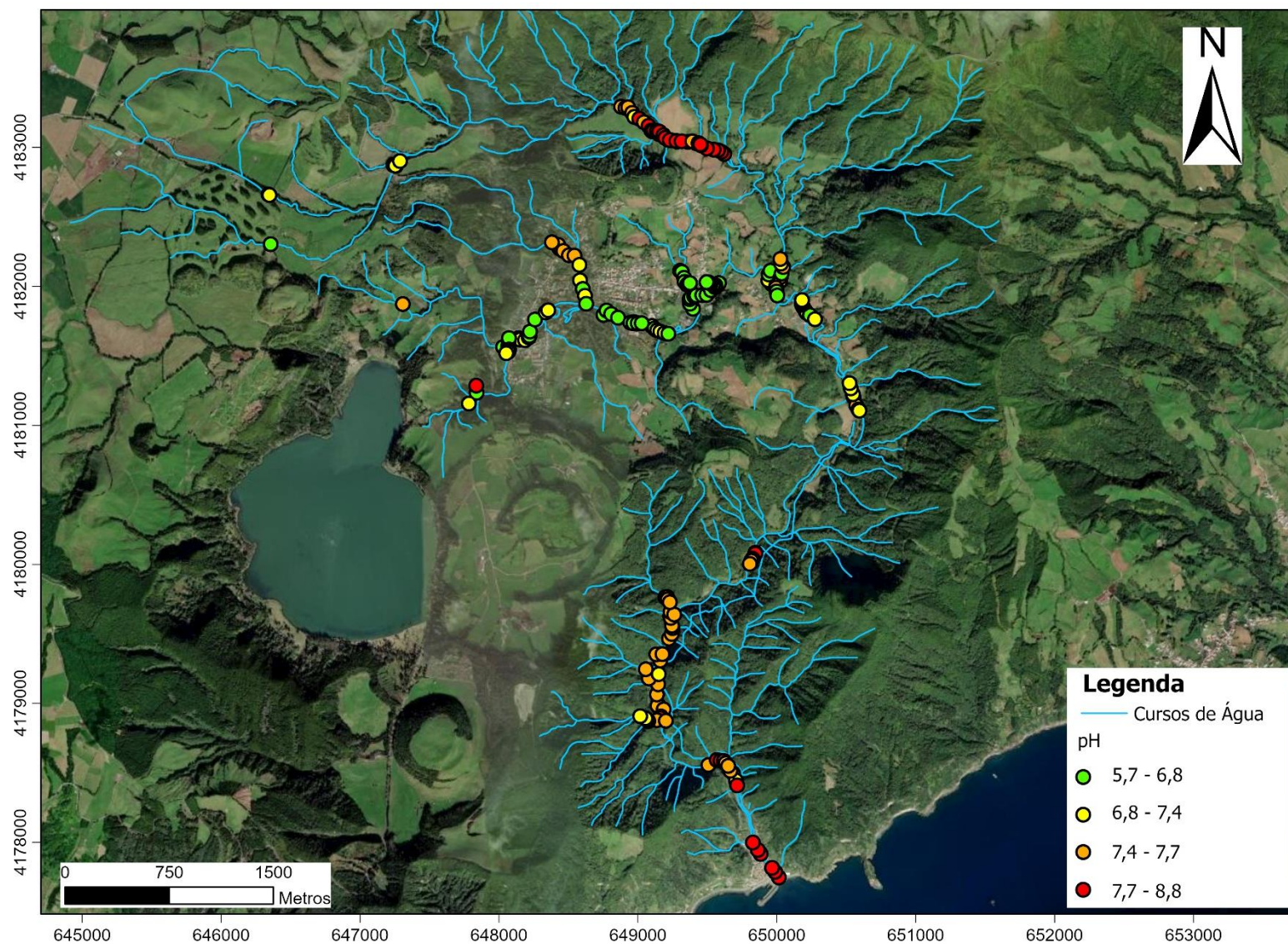


Figura 4.92 | Representação espacial dos valores de pH na Ribeira Quente - 2.^a campanha de amostragem.

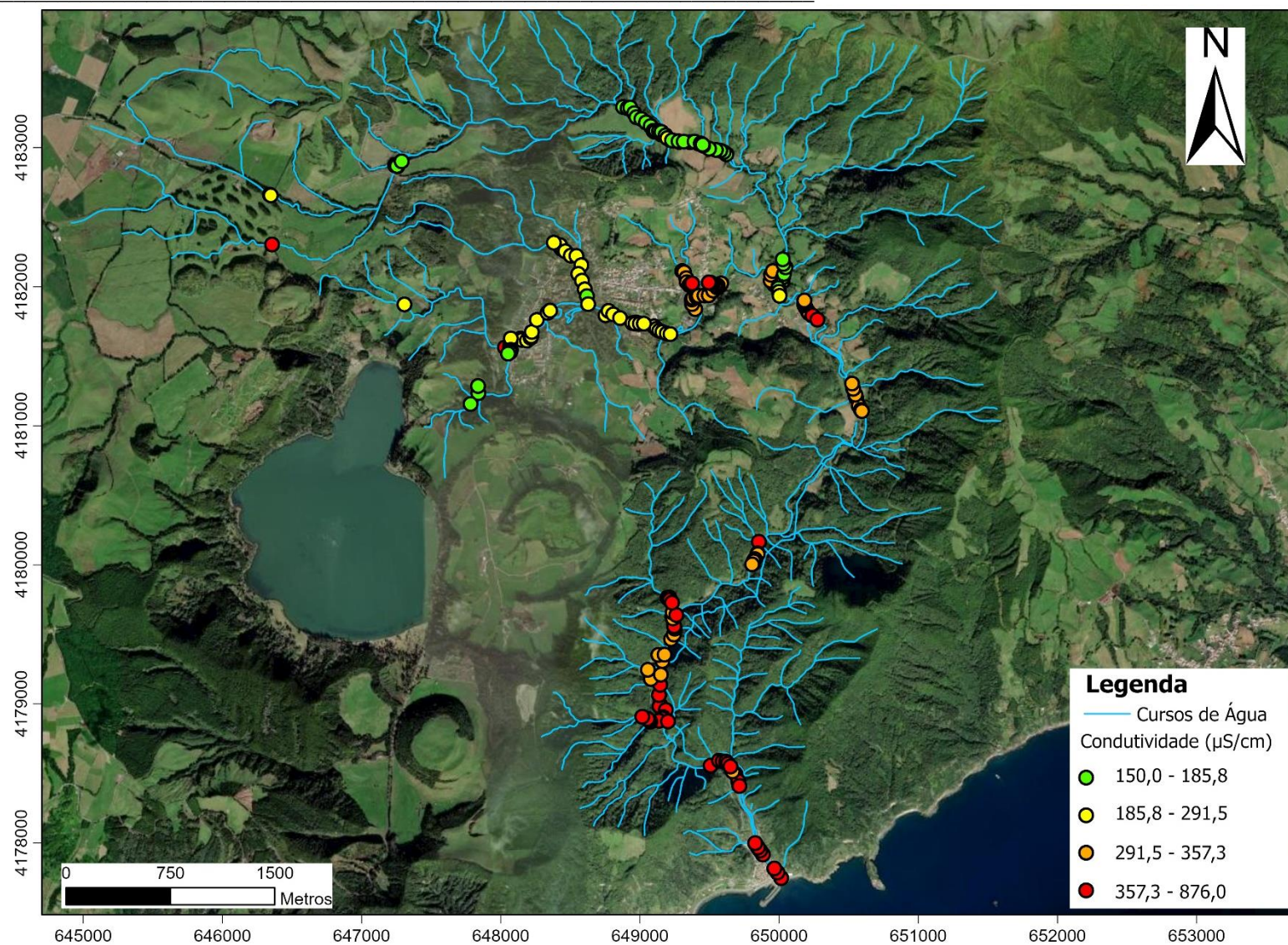


Figura 4.93 | Representação espacial dos valores de condutividade elétrica na Ribeira Quente - 2.^a campanha de amostragem.

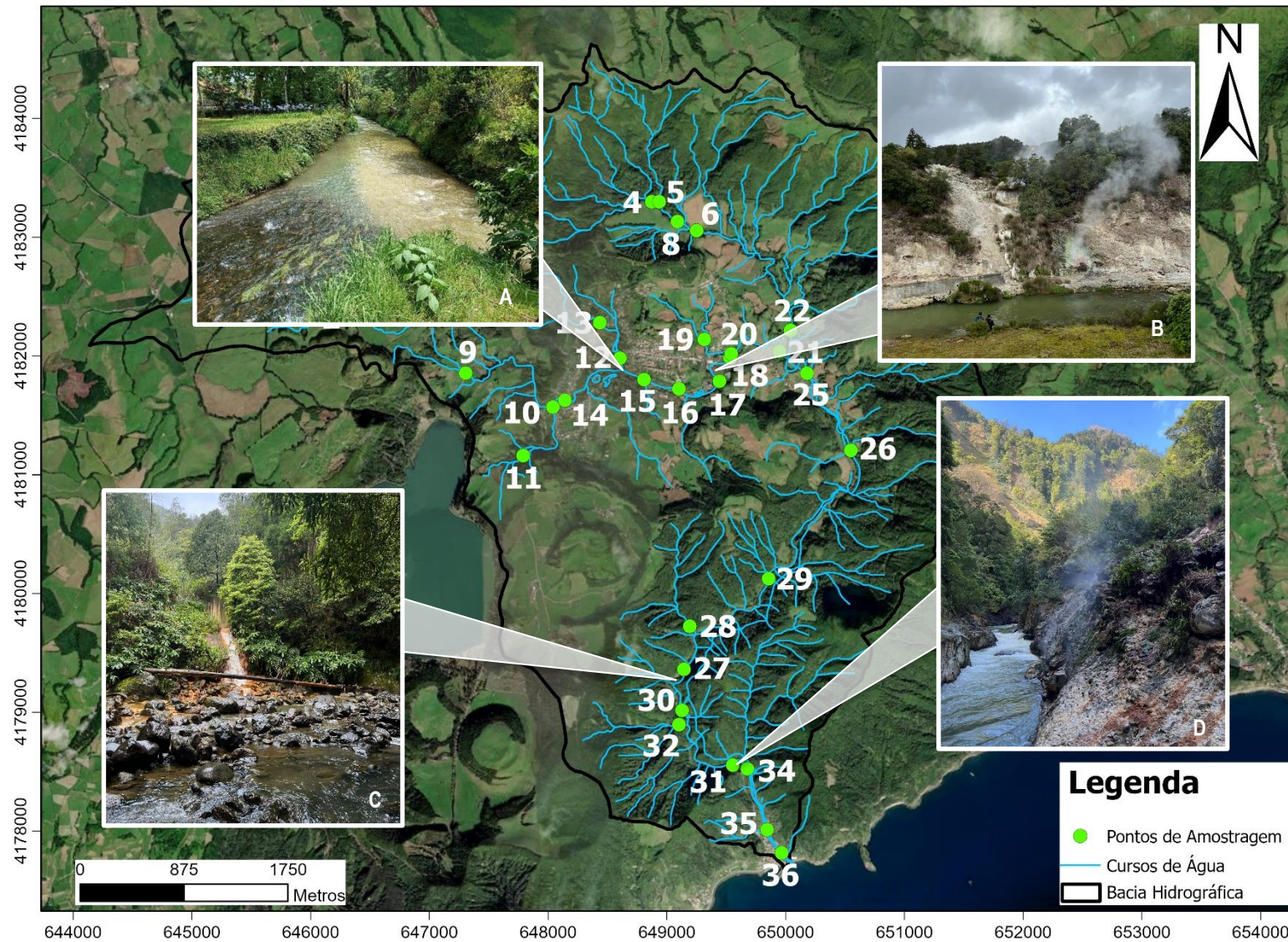


Figura 4.94 | Localização de zonas preferenciais de interação entre o canal principal da Ribeira Quente e as manifestações hidrotermais.

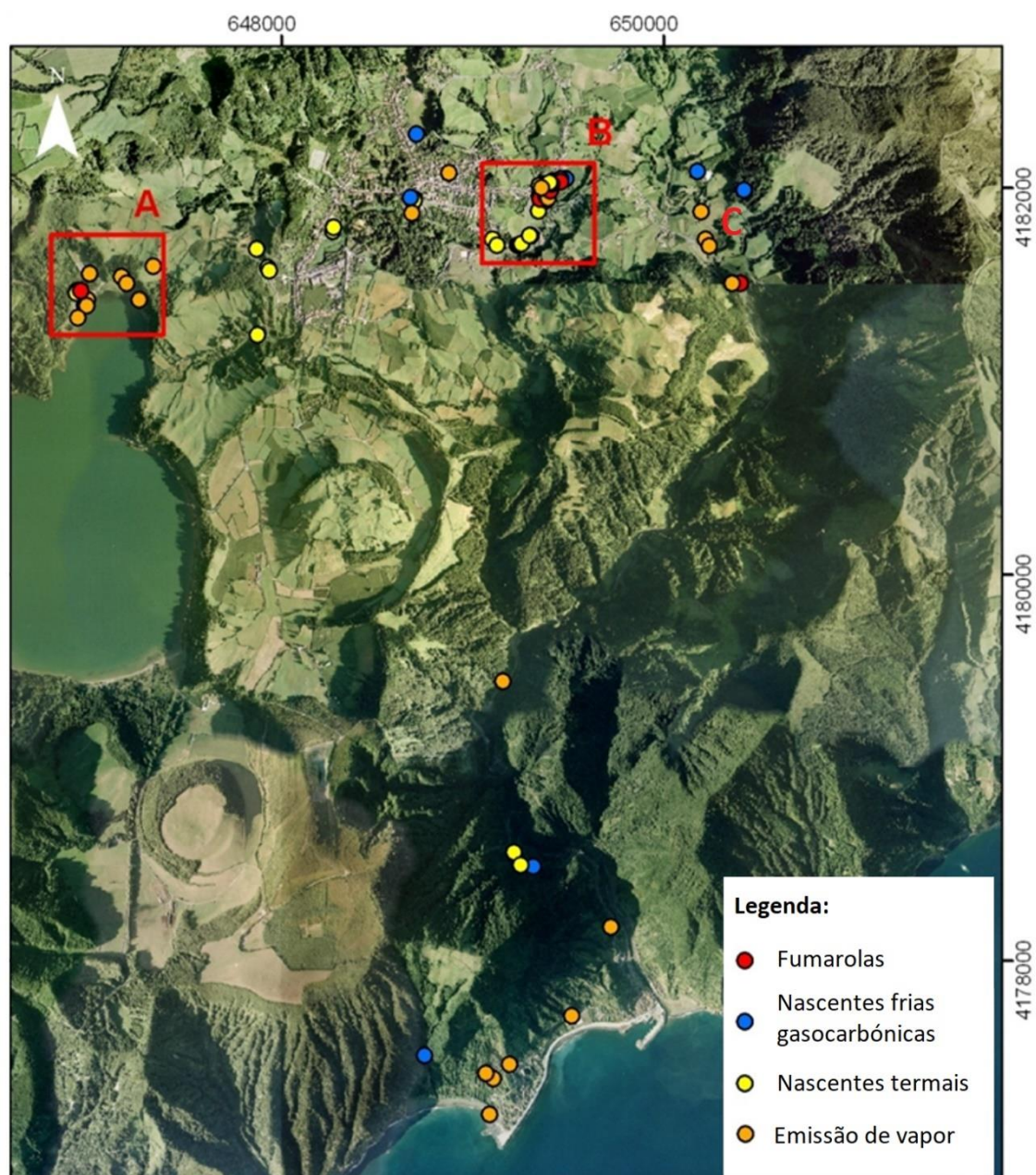


Figura 4.95 | Manifestações hidrotermais na área dominada pelo Vulcão das Furnas (retirado de Viveiros, 2010). Área A - campo fumarólico na margem Norte da Lagoa; Área B – campo fumarólico da freguesia das Furnas; Área C – campo fumarólico da Ribeira dos Tambores.

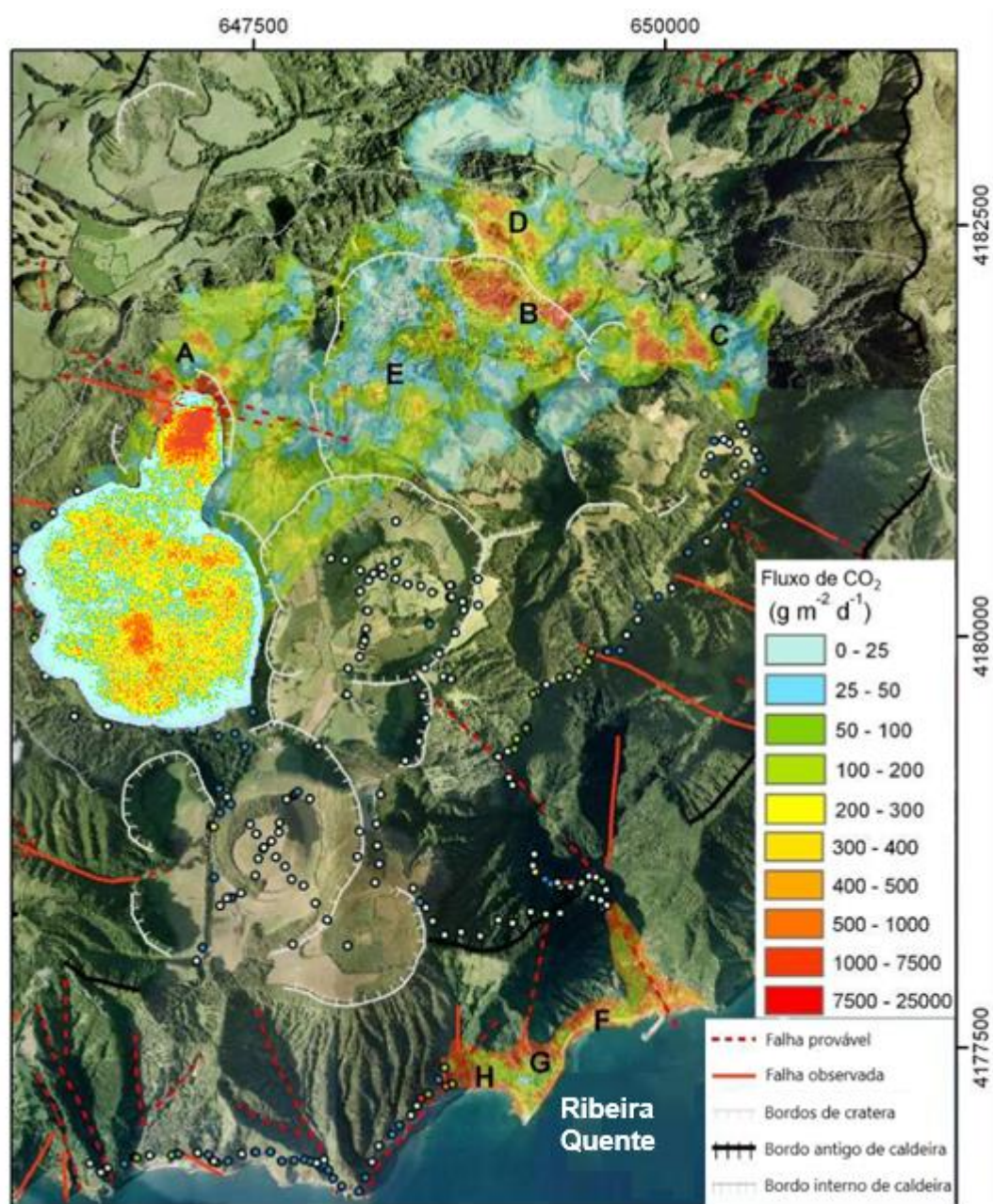


Figura 4.96 | Áreas de desgaseificação difusa de CO₂ no Vulcão das Furnas (retirado de Viveiros *et al.*, 2010; Andrade *et al.*, 2016).

5 | Considerações finais

Os resultados obtidos no projeto LAKESTATUS, e reportados no presente relatório, permitem evidenciar algumas questões associadas ao estado atual das massas de água estudadas, nomeadamente:

- As Lagoas do Congro, de Santiago e Negra mantiveram ao longo da janela de observação do projeto LAKESTATUS um estado de eutrofia, para o qual o carácter monomítico daquelas massas de água contribui;
- A estratificação da coluna de água devido ao gradiente de profundidade estabelecido, em particular no período de verão nas Lagoas do Congro e de Santiago, implica o estabelecimento de condições ambientais contrastantes entre o *epilimnion* e o *hipolimnion*, conforme mostrado pelos perfis em profundidade dos principais parâmetros físico-químicos e iões principais na água;
- Os perfis verticais relativos às várias formas de azoto e fósforo em solução também mostram os efeitos do contraste das condições ambientais entre o *epilimnion* e o *hipolimnion*, onde se estabelecem condições de carência de oxigénio, conforme verificado por exemplo, entre outros parâmetros analisados associados ao conteúdo em nutrientes, pelo enriquecimento em azoto amoniacal e fósforo total nos últimos metros de profundidade;
- As concentrações em nutrientes refletem, assim, os processos biogeoquímicos ao longo da coluna de água, que influenciam as formas com que esses elementos se expressam no fluido;
- Sugere-se, igualmente, que a profundidade elevada das massas de água lânticas em estudo, e em particular da Lagoa Negra, dificulta a difusão de oxigénio desde a superfície até ao fundo da coluna de água, o que influencia também as concentrações elementares;
- Os valores relativos aos isótopos estáveis demonstram, igualmente, que é de excluir a possibilidade de algum do conteúdo em nutrientes se dever à solubilização de voláteis de origem vulcânica, o que é compatível com a composição dos fluidos hidrotermais determinado à data em numerosos estudos académicos;
- Em qualquer caso, a razão isotópica $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ demonstra que a interação água-rocha e a dissolução de sais de origem marinha, carregados por

exemplo pela precipitação, são fatores que modificam a composição das águas nas lagoas estudadas;

- Os fluxos de CO₂ para a atmosfera a partir do espelho de água das lagoas em estudo, cuja determinação constituía, igualmente, uma parte relevante do projeto LAKESTATUS, apresentam valores similares aos publicados noutros estudos, e mostram que quando as massas de água estão estratificadas, devido ao gradiente térmico, tendem a ser menores, o que resulta do aprisionamento do CO₂ no *hipolimnion*;
- Em oposição ao acima mencionado, no caso da massa de água Ribeira Quente, as características hidrogeoquímicas expressam a interação com o sistema hidrotermal, quer por mistura com os fluidos hidrotermais e as águas minerais frias ricas em CO₂ que descarregam para o rio principal e seus afluentes, por solubilização de voláteis vulcânicos associados à pluma de emissões gasosas difusas identificada no Vulcão das Furnas;
- A interação com o sistema hidrotermal explica, entre outros aspetos, os valores elevados de temperatura, e inversamente de pH, observados nalguns dos pontos de recolha de amostras nas proximidades dos campos fumarólicos principais do Vulcão;
- O fluxo de CO₂ à superfície da água da Ribeira Quente também é função da interação com o sistema hidrotermal;
- A composição elementar da água da Ribeira Quente é, igualmente, influenciada pelo sistema hidrotermal, como aliás expressa o valor de $\delta^{13}\text{C}$ determinado, com uma inequívoca assinatura de CO₂ de origem mantélica;
- Na Ribeira Quente, os valores e a distribuição espacial das várias formas de azoto e fósforo em solução determinadas evidenciam a influência da poluição difusa com origem na atividade agropecuária e da poluição pontual, esta última associada às descargas de águas residuais domésticas não tratadas diretamente para o rio principal e afluentes;
- A composição dos fluidos hidrotermais no Vulcão das Furnas denota a concentração reduzida em N₂, o que sugere que o enriquecimento em nutrientes na água da ribeira não se deve à influência hidrotermal.

6 | Referências Bibliográficas

- Åberg, G., Jacks, G., & Hamilton, J. (1989) – Weathering rates and $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratios: An isotopic approach. *J. Hydrol.*, 109, 65–78.
- Aguilera, E., Chiodini, G., Cioni, R., Guidi, M., Marini, L. & Raco, B. (2000) – Water chemistry of Lake Quilotoa (Ecuador) and assessment of natural hazards. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 97, pp. 271-285.
- AHA-DRA (2011) – Plano de Gestão da Região Hidrográfica dos Açores - RH9. Versão para consulta pública. AHA-DRA, Ponta Delgada.
- AHA-DRA (2015) – Plano de Gestão da Região Hidrográfica dos Açores - RH9. Versão para consulta pública. AHA-DRA, Ponta Delgada.
- Andrade, C. (2019) – Gaseous emanations from Azores volcanic lakes: geochemical characterization. Tese de doutoramento, Universidade dos Açores, Ponta Delgada.
- Andrade, C., Viveiros, F., Cruz, J.V., Coutinho, R. & Silva, C. (2016) – Estimation of the CO_2 flux from Furnas volcanic lake (São Miguel, Azores). *J. Volcanol. Geoth. Res.* 315, 51–64.
- Andrade, C., Viveiros, F., Cruz, J.V., Branco, R., Moreno, L., Silva, C., Coutinho, R. & Pacheco, J. (2019a) – Diffuse CO_2 flux emission in two maar crater lakes from São Miguel (Azores, Portugal). *J. Volcanol. Geoth. Res.* 369, 188–202.
- Andrade, C., Cruz, J.V., Viveiros, F., Coutinho, R., (2019b) – CO_2 flux from volcanic lakes in the western group of the Azores archipelago (Portugal). *Water* 11, 599.
- Andrade, C., Cruz, J.V., Viveiros, F., Branco, R., Coutinho, R. (2019c) – CO_2 degassing from Pico Island (Azores, Portugal) volcanic lakes. *Limnologica* 76, 72–81.
- Andrade, C., Viveiros, F., Cruz, J.V., Coutinho, R. & Branco, R. (2019d) – CO_2 flux from two lakes in volcanic caves in the Azores (Portugal). *Appl. Geochem.* 102, 218–228.
- Andrade, C., Cruz, J.V., Viveiros, F., Coutinho, R. (2020a) – CO_2 emissions from Fogo intracaldeira volcanic lakes (São Miguel Island, Azores): a tool for volcanic monitoring. *J. Volcanol. Geoth. Res.* 400, 106915.

- Andrade, C., Cruz, J.V., Viveiros, F., Coutinho, R. (2020b) – Diffuse CO₂ emissions from Sete Cidades volcanic lake (São Miguel Island, Azores): influence of eutrophication processes. *Environ. Pollut.* 268, 115624.
- Andrade, C., Viveiros, F., Cruz, J.V. & Coutinho, R. (2021) – Global carbon dioxide output of volcanic lakes in the Azores archipelago, Portugal. *J. Geochem. Exploration*, 229, 106835 (doi: 10.1016/j.gexplo.2021.106835).
- Andrade, C., Cruz, J.V., Viveiros, F., Moreno, L., Ferreira, L. & Coutinho, R. (2024) – Hydrogeochemical evolution and characterization study in volcanic lakes of the Azores archipelago (Portugal). *App. Geochem.* 164, 105933 (doi: 10.1016/j.apgeochem.2024.105933).
- Antunes, P. (2008) – Estudo hidrogeoquímico e vulcanológico de lagos no arquipélago dos Açores: aplicações para a mitigação de riscos naturais. Tese de doutoramento, Universidade dos Açores, Ponta Delgada.
- Arnaud, C., Mouillot, D., Maloufi, S., Troussellier, M. & Bernard, C. (2013) – Projecting the impact of regional land-use change and water management policies on lake water quality: an application to periurban lakes and reservoirs. *PLoS One* 8, e7222.
- Arpa, M.C., Hernández, P.A., Padrón, E., Reniva, P., Padilla, G.D., Bariso, E., Melián, G.V., Barrancos, J., Nolasco, D., Calvo, D., Pérez, N., Solidum, Jr., R.U. (2013) – Geochemical evidence of magma intrusion inferred from diffuse CO₂ emissions and fumaroles plume chemistry: the 2010–2011 volcanic unrest at Taal Volcano, Philippines. *Bull. Volcanol.* 75, 747 (DOI 10.1007/s00445-013-0747-9).
- Attermeyer, K., Casas-Ruiz, J.P., Fuss, T., Pastor, A., Cauvy-Fraunié, S., Sheath, D., Nydahl, A.C., Doretto, A., Portela, A.P., Doyle, B.C., Simov, N., Roberts, C.G., Niedrist, G.H., Timoner, X., Evtimova, V., Barral-Fraga, L., Bašić, T., Audet, J., Deininger, A., Busst, G., Fenoglio, S., Catalán, N., Eyto, E., Pilotto, F., Mor, J.-R., Monteiro, J., Fletcher, D., Noss, C., Colls, M., Nagler, M., Liu, L., González-Quijano, C.R., Romero, F., Pansch, N., Ledesma, J.L.J., Pegg, J., Klaus, M., Freixa, A., Ortega, S.H., Mendoza-Lera, C., Bednařík, A., Fonvielle, J.A., Gilbert, P.J., Kenderov, L.A., Rulík, M. & Bodmer, P. (2021) – Carbon dioxide fluxes increase from day to night across European streams. *Communications Earth & Environment*, 2, 118 (doi: 10.1038/s43247-021-00192-w).

- Berner, E.K. & Berner, R.A. (2012) – Global environment. Water, air and geochemical cycles. Prentice-Hall, 2.^a Ed., Upper Saddle River, 376 pp.
- Bini, G., Chiodini, G., Cardellini, C., Vougioukalakis, G. E. & Bachmann, O. (2019) – Diffuse emission of CO₂ and convective heat release at Nisyros caldera (Greece). *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 376, 44–53. (doi:10.1016/j.jvolgeores.2019.03.017).
- Boyd, C.E. (2015) – Water quality. An introduction. Springer, 2.^a ed., Heidelberg, 352 pp.
- Burden, R.J. (1986) – Elevated levels of nitrate in groundwater beneath intensively grazed pastureland in New Zealand. *International Contributions to Hydrogeology*, 6, Heise, Hannover, pp-263-270.
- Caliro, S., Viveiros, F., Chiodini, G. & Ferreira, T. (2015) – Gas geochemistry of hydrothermal fluids of the S. Miguel and Terceira Islands, Azores. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 168, 43-57.
- Cardellini, C., Chiodini, G. & Frondini, F. (2003) – Application of stochastic simulation to CO₂ flux from soil. Mapping and quantification of gas release. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 108 (B9), 2425.
- Cardoso, A.C., Solimini, A., Premazzi, G., Carvalho, L., Lyche, A. & Rekolainen, S. (2007) – Phosphorus reference concentrations in European lakes. *Hydrobiologia* 584, 3–12
- Carlson, R.E. (1997) – A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography*, 22(2), 361-369.
- Cartigny, P., Harris, J.W. & Javoy, M. (2001) – Diamond genesis, mantle fractionations and mantle nitrogen content: a study of $\delta^{13}\text{C}$ -N concentrations in diamonds. *Earth Planet Sci. Lett.* 185, 85–98.
- Chiodini, G., Cioni, R., Guidi, M., Raco, B. & Marini, L. (1998) – Soil CO₂ flux measurements in volcanic and geothermal areas. *App. Geochem.*, 13, 543- 552.
- Chiodini, G., Cardellini, C., Amato, A., Boschi, E., Caliro, S., Frondini, F. & Ventura, G. (2004) – Carbon dioxide Earth degassing and seismogenesis in central and southern Italy. *Geophysical Research Letters*, 31, L07615, (doi:10.1029/2004GL019480).

- Chiodini, G., Baldini, A., Barberi, F., Carapezza, M. L., Cardellini, C., Frondini, F., Granieri, D. & Ranaldi, M. (2007) – Carbon dioxide degassing at Latera caldera (Italy): Evidence of geothermal reservoir and evaluation of its potential energy, *Journal of Geophysical Research*, 112, B12204, (doi:10.1029/2006JB004896).
- Chiodini, G., Caliro, S.; Cardellini, C., Avino, R., Granieri, D. & Schmidt, A. (2008) – Carbon isotopic composition of soil CO₂ efflux, a powerful method to discriminate different sources feeding soil CO₂ degassing in volcanic-hydrothermal areas. *Earth and Planetary Science Letters*, 274 (2008) 372–379.
- Christenson, B. & Tassi, F. (2015) – Gases in volcanic lake environments. In: Rouwet, D., Christenson, B., Tassi, F., Vandemeulebrouck, J. (Eds.), *Volcanic Lakes, Advances in Volcanology*. Springer, Heidelberg, pp. 125–153.
- Clark, I. (2015) – *Groundwater Geochemistry and Isotopes*. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, London, 456 pp.
- Clark, I.D. & Fritz, P. (1997) – *Environmental Isotopes in Hydrology*. Lewis Publishers, New York, 328 pp.
- Cole, J.J., Caraco, N.F., Kling, G.W. & Kratz, T.K. (1994) – Carbon dioxide supersaturation in the surface waters of lakes, *Science*, 265, 1568–1570.
- Collignon, M., Cardellini, C., Duprat-Qualid, S., Hammer, O., Chiodini, G., Vandemeulebrouck, J., Gonzalez-Vidal, D., Espinoza, A., Tassara, A. & RUCH, J. (2021) – Carbon dioxide diffuse emission at the Tolhuaca hydrothermal system (Chile) controlled by tectonics and topography. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 417 (2021) 107316.
- Coutinho, R., Carreira, P.M., Almeida, C., Monge Soares, A.M., Vieira, M.C.R., Carvalho, M.R. & Cruz, J.V. (1997) – Utilização de isótopos ambientais no estudo dos sistemas aquíferos do maciço das Sete Cidades, S. Miguel (Açores): resultados preliminares. *Recur. Hídricos* 17, 25–32.
- Craig, H. (1961) – Standard for reporting concentrations of deuterium and oxygen-18 in natural waters. *Science* 133, 1833–1834.
- Cruz, J.V. (1997) – Estudo hidrogeológico da Ilha do Pico (Açores – Portugal). Dissertação para a obtenção do grau de Doutor em Geologia, Universidade dos Açores, 2 Vol., Ponta Delgada, 433 pp.

- Cruz, J.V. & França, Z. (2006) – Hydrogeochemistry of thermal and mineral springs of the Azores archipelago (Portugal). *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 151: 382-398.
- Cruz, J.V. & Andrade, C. (2017) – Groundwater salinization in Graciosa and Pico islands (Azores archipelago, Portugal): processes and impacts. *J. Hydrol.: Reg. Stud.* 12, 69–87.
- Cruz, J.V., Antunes, P., França, Z., Nunes, J.C. & Amaral, C. (2006) – Volcanic lakes from the Azores archipelago (Portugal): geological setting and geochemical characterization. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 156, 135–157.
- Cruz, J.V., Pacheco, D., Coutinho, R., Cymbron, R., Mendes, S., Antunes, Fontiela, J. & Freire, P. (2010a) – Chemical monitoring of river water bodies in an EU outermost region: examples from the Azores archipelago (Portugal). *J. Environ. Monitor.*, 12, 2216-2225.
- Cruz, J.V., Pacheco, D., Cymbron, R. & Mendes, S. (2010b) – Monitoring of the groundwater chemical status in the Azores archipelago (Portugal) in the context of the EU Water Framework Directive. *Environ. Earth Sci.*, 61: 173-186.
- Cruz, J.V., Freire, P. & Costa, A. (2010c) – Mineral waters characterization in the Azores archipelago (Portugal). *J. Volcanol. Geother. Res.*, 190: 353-364.
- Cruz, J.V., Silva, M.O., Dias, M.I. & Prudêncio, M.I. (2013) – Groundwater composition and pollution due to agricultural practices at Sete Cidades volcano (Azores, Portugal). *App. Geochem.*, 29: 162-173.
- Cruz, J.V., Pacheco, D., Porteiro, J., Cymbron, R., Mendes, S., Malcata, A., & Andrade, C. (2015) – Sete Cidades and Furnas lake eutrophication (São Miguel, Azores): analysis of long-term monitoring data and remediation measures. *Sci. Total Environ.*, 520: 168- 186.
- Cruz, J.V., Andrade, C., Ferreira, L. & Coutinho, R. (2023a) – Investigação geoquímica sobre o estado inferior a bom das massas de água das Lagoas Negra, Congro e Santiago e Ribeira Quente – LAKESTATUS (FASE I). Instituto de Investigação em Vulcanologia e avaliação de Riscos, relatório DTC.017/IVAR/CIVISA/23, Ponta Delgada, 19 pp.
- Cruz, J.V., Andrade, C., Ferreira, L. & Coutinho, R. (2023b) – Investigação geoquímica sobre o estado inferior a bom das massas de água das Lagoas Negra, Congro e

- Santiago e Ribeira Quente – LAKESTATUS (FASE II). Instituto de Investigação em Vulcanologia e avaliação de Riscos, relatório DTC.018/IVAR/CIVISA/23, Ponta Delgada, 62 pp.
- Cruz, J.V., Andrade, C., Ferreira, L. & Coutinho, R. (2024) – Investigação geoquímica sobre o estado inferior a bom das massas de água das Lagoas Negra, Congro e Santiago e Ribeira Quente – LAKESTATUS (FASE III/IV). Instituto de Investigação em Vulcanologia e avaliação de Riscos, relatório DTC.013/IVAR/CIVISA/24, Ponta Delgada, 114 pp.
- Custodio, E. & Llamas, M.R. (1983) – Hidrologia Subterranea, 2ª Ed., Omega S.A., Barcelona.
- Cymbron, R., Pacheco, D., Gonçalves, V., Cabral, M., Cruz, J.V., Raposeiro, P., Costa, A., Marques, H., Domingos, M., Nunes, J.C. & Coutinho, R. (2005) – Monitorização da qualidade das águas interiores das ilhas de Santa Maria e São Miguel da Região Autónoma dos Açores. In: Ortega, A., Peña, L. & Rodriguez, G. (eds.), Técnicas y métodos para la gestión sostenible del agua en la Macaronesia, Canarias, 295-334.
- Cymbron, R., Pacheco, D., Cabral, M., Cruz, J.V., Domingos, M., Nunes, J.C. & Coutinho, R. (2006) – Monitorização da qualidade das águas superficiais das ilhas de Santa Maria e São Miguel da Região Autónoma dos Açores. Anais (em CD-ROM) do 8.º Congresso da Água “Água, Sede de sustentabilidade”, Figueira da Foz (Portugal), 14 pp.
- Cymbron, R., Pacheco, D., Cruz, J.V., Gonçalves, V., Cabral, M., Raposeiro, P., Costa, A., Marques, H., Domingos, M. & Lima, M.J. (2008) – Monitorização da qualidade das águas interiores das ilhas do Pico, Faial, Flores e Corvo da Região Autónoma dos Açores. In: Suárez, B.P., Rodríguez, G.M., Peña, L.V., Marfil, M.A. & González, J.G. (eds.), Técnicas y métodos para la gestión sostenible del agua en la Macaronesia, ITC, Tenerife, Espanha, 201- 221.
- Deutsch C.V., Journel A.G. (1998) – GSLIB: Geostatistical Software Library and User Guide, 2nd ed. Oxford U, 363p.
- Drever, J.I. (1997) – The geochemistry of natural waters. Surface and groundwater environments. Prentice-Hall, 3.^a Ed., Upper Saddle River, 436 pp.

- DROTRH (2006) – Relatório síntese de caracterização da Região Hidrográfica, Arquipélago dos Açores, Portugal. Direção Regional do Ordenamento do Território e do Ordenamento do Território, Ponta Delgada, 91 pp.
- DROTRH (2021a) – Plano de Gestão da Região Hidrográfica dos Açores (RH9) 2022-2027 – Relatório Técnico – Versão para consulta pública. Relatório Técnico. Direção Regional do Ordenamento do Território e do Ordenamento do Território, Ponta Delgada.
- DROTRH (2021b) – Alteração do Programa Regional da Água – Relatório Técnico. Relatório Técnico. Direção Regional do Ordenamento do Território e do Ordenamento do Território, Ponta Delgada.
- Evans, W. C.; Bergfeld, D.; Mcgimsey, R. G. & Hunt, A. G. (2009) – Diffuse gas emissions at the Ukinrek Maars, Alaska: Implications for magmatic degassing and volcanic monitoring. *Applied Geochemistry*, 24: 527-535.
- Ferreira, L., Cruz, J.V., Viveiros, F., Durães, N., Coutinho, R., Andrade, C. Santos, J.F. & Acciaioli, M.H. (2023) – Hydrogeochemistry and strontium isotopic signatures of mineral waters from Furnas and Fogo volcanoes (São Miguel, Azores). *Water* 15, 245 (doi.org/10.3390/w15020245).
- Ferreira, L., Cruz, J.V., Viveiros, F., Durães, N., Coutinho, R., Andrade, C. & Santos, J.F. (2024) – Chemical and $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ signatures of rainwaters at two active central volcanoes in São Miguel (Azores) – first survey. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 447, 108033 (doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2024.108033).
- Ferreira, T. & Oskarsson, N. (1999) – Chemistry and isotopic composition of fumarole discharges of Furnas Caldera. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 92, 169-179.
- Foley, B., Jones, I.D., Maberly, S.C. & Rippey, B. (2012) – Long-term changes in oxygen depletion in a small temperate lake: effects of climate change and eutrophication. *Freshw. Biol.* 57, 278–289.
- Freire, P., Andrade, C., Coutinho, R. & Cruz, J.V. (2013) – Fluvial geochemistry in São Miguel Island (Azores, Portugal): Source and fluxes of inorganic solutes in an active volcanic environment. *Sci. Total Environ.*, 454-455: 154-169.
- Freire, P., Andrade, C., Viveiros, F., Silva, C., Coutinho, R. & Cruz, J.V. (2015) – Mineral water occurrence and geochemistry in the Azores volcanic archipelago (Portugal):

insight from an extended database on water chemistry. *Environ. Earth Sci.* 73: 2749-2762.

Granieri, D., Carapezza, M. L., Chiodini, G., Avino, R., Caliro, S., Ranaldi, M., Ricci, T. & Tarchini, L. (2006) – Correlated increase in CO₂ fumarolic content and diffuse emission from La Fossa crater (Vulcano, Italy): Evidence of volcanic unrest or increasing gas release from a stationary deep magma body?. *Geophysical Research Letters*, 33, L13316, (doi:10.1029/2006GL026460).

Granieri, D., Avino, R. & Chiodini, G. (2010) – Carbon dioxide diffuse emission from the soil: ten years of observations at Vesuvio and Campi Flegrei (Pozzuoli), and linkages with volcanic activity. *Bulletin of Volcanology*, 72: 103-118. (doi:10.1007/s00445-009-0304-8).

Gibbs, R.J. (1970) – Mechanisms Controlling World Water Chemistry. *Science*, 170, 1088-1090.

Gonçalves, V. (2008) – Contribuição para o estudo da qualidade ecológica das lagoas dos açores — fitoplâncton e diatomáceas bentónicas. Tese de doutoramento, Universidade dos Açores, Ponta Delgada.

Hem, J.D. (1989) – Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water. US Geological Survey Water-Supply Paper 2254, USGS, 3.^a Ed., Alexandria, 263 pp.

Hernández, P., Pérez, N., Salazar, J., Sato, M., Notsu, K. & Wakita, H. (2000) – Soil gas CO₂, CH₄ and H₂ distribution in and around Las Cañadas caldera, Tenerife, Canary Island, Spain. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 103, 425-438.

Hernández, P.A., Mori, T., Padrón, E., Sumino, H., Pérez, N. (2011) – Carbon dioxide emission from Katanuma volcanic lake, Japan. *Earth Planets Space*, 63, 1151–1156.

Huo, S., Ma, C., Xi, B., Su, J., Zan, F., Ji, D. & He, Z. (2013) – Establishing eutrophication assessment standards for four lake regions, China. *J. Environ. Sci.*, 25, 2014–2022.

Landim, P.M.B. (2003) – Análise estatística de dados geológicos. 2^a Edição, Editora UNESP, São Paulo, pp. 253.

INOVA (1996) Análise das Águas da Região Autónoma dos Açores. Relatório Final. Instituto de Inovação Tecnológica dos Açores, Ponta Delgada.

- INOVA (1999) – Análise das águas da Região Autónoma dos Açores. Instituto de Inovação Tecnológica dos Açores, Ponta Delgada.
- Khadka, U.R. & Ramanathan, A.L. (2013) – Major ion composition and seasonal variation in the Lesser Himalayan Lake: case of Begnas Lake of the Pokhara Valley, Nepal. *Arab. J. Geosci.* 6, 4191–4206.
- Kowalkowski, T., Pastuszak, M., Igras, J., Buszewski, B. (2012) – Differences in emission of nitrogen and phosphorus into the Vistula and Oder basins in 1995–2008— natural and anthropogenic causes (MONERIS model). *J. Mar. Syst.*, 89, 48–60.
- Langmuir, D. (1997) – Aqueous environmental geochemistry. Prentice-Hall, Upper Saddle River, 600 pp.
- Liu, S., Kuhn, C., Amatulli, G., Ahoa, K., Butman, D.E., Allen, G.H., Lin, P., Pan, M., Yamazaki, D., Brinkerhoff, C., Gleason, C., Xia, X. & Raymond, P.A. (2022) – The importance of hydrology in routing terrestrial carbon to the atmosphere via global streams and rivers. *Proc. National Academy of Sciences*, 119 (11), e2106322119 (doi: 10.1073/pnas.2106322119).
- Liu, B., Zhang, R., Zhu, L., Wang, J., Qin, B. & Shi, W. (2024) – An outsized contribution of rivers to carbon emissions from interconnected urban river-lake networks within plains. *Geophys. Res. Letters*, 51, e2023GL107250 (doi: 10.1029/2023GL107250).
- Loução, A. (1991) – Acerca do ciclo do azoto. *Ciência*, VI(1), 5-7.
- Malcata, A., Pacheco, D. & Cymbron, R. (2022) – Monitorização da qualidade da água das lagoas de São Miguel, Pico, Flores e Corvo. Comparação de resultados entre 2017 e 2020. SRAAC, Ponta Delgada, 336 pp.
- Martínez, A.G., Romero macias, E. & Caballero Rodriguez (1990) – Problemática de la contaminación de aguas subterráneas por nitratos. Livro de Homenagem ao prof. Dr. Carlos Romariz, Departamento de Geologia, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa, pp. 127-150.
- Martins, G., Ribeiro, D., Pacheco, D., Cruz, J.V., Cunha, R., Gonçalves, V., Nogueira, R. & Brito, A.G., (2008) – Prospective scenarios for water quality and ecological status in Lake Sete Cidades (Portugal): the integration of mathematical modeling in decision processes. *Appl. Geochem.* 23, 2171–2181.

- Mazot, A., Rouwet, D., Taran, Y., Inguaggiato, Y., Varley, N. (2011) – CO₂ and He degassing at El Chichon volcano, Chiapas, Mexico: Gas flux, origin and relationship with local and regional tectonics. *Bull. Volcanol.*, 73, 423–441.
- Medeiros, J.M., Flores, G. & Ribeiro, F. (1983) – Dados preliminares sobre o estado eutrófico da Lagoa das Sete Cidades. *Arquip. Sér. Ciênc. Nat.*, 4, 209–228.
- Melo, A, Cruz, J.V. & Coutinho, R. (2014) – River water composition in volcanic islands: characterization and main hydrogeochemical processes in São Miguel island (Azores, Portugal). *Comunicações Geológicas*, 101: 693-696.
- Mendes, B. & Santos Oliveira, J.F. (2004) – Qualidade da água para consumo humano. Lidel, Lisboa, 626 pp.
- Meybeck, M. (2005) – Global occurrence of major elements in rivers. In: Drever, J.I (Ed.), Surface and ground water, weathering and soils, Treatise on Geochemistry, Vol. 5, pp. 207–223.
- Meybeck, M. (1982) – Carbon, nitrogen and phosphorus transport by world rivers. *Am. J. Sci.*, 282, 401–450.
- Mook, W.G. (2000) – Environmental isotopes in the hydrological cycle: principles and applications. In: IHO-V - Technical Documents in Hydrology, vol. III. UNESCO, Paris, 39. pp. 280.
- Moss, B. (2008) – Water pollution by agriculture. *Philos. Trans. Roy. Soc. London B. Biol. Sci.*, 363, 659–666.
- Moss, B., Kosten, S., Meerhoff, M., Battarbee, R.W., Jeppesen, E., Mazzeo, N., Havens, K., Lacerot, G., Liu, Z., Meester, L., Paerl, H. & Scheffer, M. (2011) – Allied attack: climate change and eutrophication. *Inland Waters*, 1, 101–105.
- Muri, G., Cermelj, B., Jacimovic, R., Skaberne, D., Smuc, A., Sturm, M.B., Tursic, J. & Vreca, P. (2013) – Consequences of anthropogenic activity for two remote alpine lakes in NW Slovenia as tracked by sediment geochemistry. *J. Paleolimnol.* 50, 457–470.
- Orderud, G.I. & Vogt, R.D. (2013) – Trans-disciplinarity required in understanding, predicting and dealing with water eutrophication. *Int. J. Sustain. Dev. World Ecol.* 20, 404–415.

- O' Sullivan, P.E. (2004) – Palaeolimnology. In: O' Sullivan, P.E., Reynolds, C.S. (Eds.), *The Lakes Handbook*, vol. 1. Limnology and Limnetic Ecology, Blackwell, Oxford, pp. 609–666.
- Pacheco, D., Cruz, J.V., Malcata, A. & Mendes, S. (2005) – Monitorização da qualidade da água das lagoas de São Miguel. SRAM, Ponta Delgada, 178 pp.
- Pacheco, D., Malcata, A., Mendes, S., Cruz, J.V. & Gaspar, J.L. (2010) – Monitorização da qualidade da água das lagoas de São Miguel. Comparação de resultados entre 2004 e 2008. SRAM, Ponta Delgada, 211 pp.
- Pedrozo, F.L., Temporetti, P.F., Beamud, G. Diaz, M.M. (2008) – Volcanic nutrient inputs and trophic state of Lake Caviahue, Patagonia, Argentina. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 178, 205–212.
- Parkhurst, D.L. & Appelo, C.A.J. (1999) – User's guide to phreeqc (version 2) — a computer program for speciation, batch-reaction, one-dimensional transport, and inverse geochemical calculations. Water-Resources Investigations Report, 99–4259, USGS, Denver.
- Pérez, N.M., Hernández, P.A., Padilla, G., Nolasco, D., Barrancos, J., Melián, G., Padrón, E., Dionis, S., Calvo, D., Rodríguez, F., Notsu, K., Mori, T., Kusakabe, M., Arpa, M.C., Reniva, P. & Ibarra, M. (2011) – Global CO₂ emission from volcanic lakes. *Geology*, 39: 235–238.
- Porteiro, J. (2000) – Lagoas dos Açores, Elementos de Suporte ao Planeamento Integrado. Tese de doutoramento, Universidade dos Açores, Ponta Delgada.
- Prepas, E.E. & Charette, T. (2005). Worldwide eutrophication of water bodies: causes, concerns, controls. In: Lollar, B.S. (Ed.), *Environmental Geochemistry, Treatise of Geochemistry*. Elsevier, Amsterdam, pp. 311–331.
- Pretty, J.N., Mason, C.F., Nedwell, D.B., Hine, R.E., Leaf, S. & Dils, R. (2003) – Environmental costs of freshwater eutrophication in England and Wales. *Environ. Sci. Technol.* 37, 201–208.
- Raymond, P.A., Zappa, C.J., Butman, D., Bott, T.L., Potter, J., Mulholland, P., Laursen, A.E., McDowell, W.H. & Newbold D. (2012) – Scaling the gas transfer velocity and hydraulic geometry in streams and small rivers. *Limnology and Oceanography: Fluids and Environments*, pp. 41-53.

- Raymond, P.A., Hartmann, J., Lauerwald, R., Sobek, S., McDonald, C., Butman, D., Striegl, R., Mayorga, E., Humborg, C., Kortelainen, P., Durr, H., Meybeck, M., Ciais, P. & Guth, P. (2013) – Global carbon dioxide emissions from inland waters. Global carbon dioxide emissions from inland waters. *Nature*, 503, 355–359 (doi: 10.1038/nature12760).
- Ribeiro, D.C., Martins, G., Nogueira, R., Cruz, J.V. & Brito, A.G. (2008) – Phosphorus fractionation in volcanic lake sediments (Azores — Portugal). *Chemosphere* 70, 1256–126.
- Rodrigues, R.J.R. (1995) – Hidrologia de ilhas vulcânicas. Dissertação para a obtenção do Grau de Especialista. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, pp. 196.
- Ryden, J-C., Ball, P.R. & Garwood, E.A. (1984) – Nitrate leaching from grassland. *Nature*, 311, 50-53.
- Silva, C. (2013) – Estudo da desgaseificação difusa de ^{222}Rn : Implicações em termos de monitorização sismovulcânica, recursos geotérmicos e saúde pública. Dissertação para a obtenção do grau de Doutor em Geologia, Universidade dos Açores, Ponta Delgada, pp. 376.
- Santos, M., Rodrigues, A., Santana, F. & Sobral, P. (1991a) – O Controlo da Eutrofização nas Lagoas de S. Miguel — Açores. Parte I, A Lagoa das Sete Cidades. Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente, Lisboa, 136 pp.
- Santos, M., Rodrigues, A., Santana, F. & Sobral, P. (1991b) – O Controlo da Eutrofização nas Lagoas de S. Miguel — Açores. Parte II, A Lagoa das Furnas. Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente, Lisboa, 83 pp.
- Santos, M., Pacheco, D., Santana, A.F. & Muelle, H. (2005) – Cyanobacteria blooms in Sete Cidades lake (São Miguel Island — Azores). *Algol. Stud.* 117, 393–406.
- Santos, M., Muelle, H. & Pacheco, D. (2012) – Cyanobacteria and microcystins in lake Furnas (S. Miguel island-Azores). *Limnetica* 31, 107–118.
- Sinclair, A.J. (1974) – Selection of threshold values in geochemical data using probability graphs. *J. Geochem. Exploration*, 3, 129-149.

- Smith, V.H., Tilman, G.D. & Nekola, J.C. (1999) – Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystems. *Environ. Pollut.* 100, 179–196.
- Smith, V.H. & Schindler, D.W. (2009) – Eutrophication science: where do we go from here? *Trends Ecol. Evol.* 24, 201–207.
- Tranvik, L.J., Downing, J.A., Cotner, J.B., Loiselle, S.A., Striegl, R.G., Ballatore, T.J., Dillon, P., Finlay, K., Fortino, K., Knoll, L.B., Kortelainen, P.L., Kutser, T., Larsen, S., Laurion, I., Leech, D.M., McCallister, S.L., McKnight, D.M., Melack, J.M., Overholt, E., Porter, J.A., Prairie, Y., Renwick, W.H., Roland, F., Sherman, B.S., Schindler, D.W., Sobek, S., Tremblay, A., Vanni, M.J., Verschoor, A.M., Von Wachenfeldt, E. & Weyhenmeyer, G.A. (2009) – Lakes and reservoirs as regulators of carbon cycling and climate. *Limnology and Oceanography*, 54: 2298-2314.
- Varekamp, J.C. (2015) – The chemical composition and evolution of volcanic lakes. In: Rouwet, D., Christenson, B., Tassi, F., Vandemeulebrouck, J. (Eds.), *Volcanic Lakes, Advances in Volcanology*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp. 93–123 (doi: 10.1007/978-3-642-36833-2_4).
- Verspagen, J., Van de Waal, D., Finke, J., Visser, P., Van Donk, E. & Huisman, J. (2014) – Rising CO₂ levels will intensify phytoplankton blooms in eutrophic and hypertrophic lakes. *PLoS One* 9, e104325 (doi: 10.1371/journal.pone.0104325).
- Vieira, J.M. (2018) – Água e saúde pública. Sílabo, Lisboa, 459 pp.
- Vigil, K.M. (2003) – Clean water. An introduction to water quality and water pollution control. Oregon State University press, Corvallis, 181 pp.
- Viveiros, F. (2010) – Soil CO₂ flux variation at Furnas Volcano (S. Miguel Island, Azores). Dissertação para a obtenção do grau de Doutor em Geologia, Universidade dos Açores, Ponta Delgada, pp. 262.
- Viveiros, F., Cardellini, C., Ferreira, T., Caliro, S., Chiodini, G. & Silva, C. (2010) – Soil CO₂ emissions at Furnas Volcano, São Miguel Island, Azores archipelago: Volcano monitoring perspectives, geomorphologic studies, and land use planning application. *J. Geophys. Res.*, 115, B12208, 1-17.
- Viveiros, F., Baldoni, E., Massaro, S., Stocchi, M., Costa, A., Caliro, S., Chiodini, G. & Andrade, C. (2023a) – Quantification of CO₂ degassing and atmospheric dispersion

at Caldeiras da Ribeira Grande (São Miguel Island, Azores), *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 438, 107807, (doi:10.1016/j.jvolgeores.2023.107807).

WEST Systems (2002) – Carbon dioxide flux meter Handbook. Itália, pp. 74.

Werner, C., Hurwitz, S., Evans, W. C., Lowenstern, J. B., Bergfeld, D., Heasler, H., Jaworowski, C. & Hunt, A. (2008) – Volatile emissions and gas geochemistry of Hot Spring Basin, Yellowstone National Park, USA. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 178, 751-762.

Wetzel, R.G. (1993) – Limnologia. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 919 pp.

White, W.M., Tapia, M.D.M. & Schilling, J.-G. (1979) – The Petrology and Geochemistry of the Azores Islands. *Contrib. Mineral. Petrol.* 69, 201-213.

Zhukova, T.V. (2011) – Long-term dynamics of phosphorus in the Naro-chanski Lakes and factors determining it. *Water Resour.* 40, 510–517.

ANEXOS

**INVESTIGAÇÃO GEOQUÍMICA SOBRE O ESTADO INFERIOR A BOM DAS MASSAS DE ÁGUA DAS
LAGOAS NEGRA, CONGRO E SANTIAGO E RIBEIRA QUENTE – LAKESTATUS (FASE V)**



ANEXO A



Tabela A.1 | Composição química elementar na Lagoa do Congro ao longo das várias campanhas de amostragem.

Amost.	Prof.	T (°C)	pH	Cond. (µS/cm)	CO ₂ (mg/L)	HCO ₃ (mg/L)	Cl (mg/L)	SO ₄ (mg/L)	F (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	Mg (mg/L)	Ca (mg/L)	SiO ₂ (mg/L)
1	0	16,60	8,23	94,00	3,20	24,62	12,41	4,96	0,10	11,84	5,89	1,84	1,97	6,11
	2	16,50	8,10	94,00	3,30	24,01	11,27	5,92	0,10	11,36	5,90	1,88	1,98	1,13
	4	16,50	8,15	95,00	3,50	24,40	12,55	4,49	0,09	11,05	5,65	1,80	1,92	0,95
	6	16,40	8,05	94,00	3,40	25,72	12,41	5,01	0,08	11,41	5,09	1,79	1,91	4,04
	8	16,30	8,00	96,00	3,50	25,51	12,28	4,93	0,10	10,76	6,30	1,93	1,84	0,76
	10	16,30	7,78	96,00	3,70	25,62	12,33	5,04	0,10	11,24	5,66	1,86	1,88	n.d.
	12	15,90	7,80	99,00	3,80	26,26	12,24	4,97	0,09	10,68	5,70	1,96	1,87	n.d.
	14	15,60	7,71	105,00	4,00	28,78	12,26	5,16	0,09	11,19	5,09	1,95	1,89	n.d.
	16	15,40	7,66	110,00	4,20	33,46	12,33	5,31	0,10	11,47	4,98	1,99	2,01	n.d.
	Máximo	16,60	8,23	110,00	4,20	33,46	12,55	5,92	0,10	11,84	6,30	1,99	2,01	6,11
	Mínimo	15,40	7,66	94,00	3,20	24,01	11,27	4,49	0,08	10,68	4,98	1,79	1,84	0,76
	Média±DP	16,17±0,40	7,94±0,21	98,11±5,69	3,62±0,33	26,49±2,96	12,23±0,37	5,09±0,38	0,09±0,01	11,22±0,36	5,58±0,44	1,89±0,07	1,92±0,06	2,60±2,38
	Mediana	16,30	8,00	96,00	3,50	25,62	12,33	5,01	0,10	11,24	5,66	1,88	1,91	1,13
2	0	22,50	9,98	98,28	----	31,11	11,02	7,58	0,13	10,50	4,64	1,24	1,69	n.d.
	1	21,40	10,10	90,88	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	2	20,90	10,26	92,87	----	32,94	12,13	9,00	0,14	10,90	5,29	1,32	1,85	n.d.
	3	20,30	10,17	90,75	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	4	19,60	9,46	87,25	----	30,50	12,05	8,86	0,13	11,26	5,37	1,29	1,86	n.d.
	5	18,70	8,47	88,01	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	6	17,50	7,99	89,21	----	28,06	11,96	8,66	0,14	10,87	4,91	1,29	1,86	n.d.
	7	16,80	7,73	90,14	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	8	16,10	7,61	90,87	2,40	29,28	12,79	9,31	0,12	11,41	7,32	1,41	1,89	n.d.
	9	15,70	7,51	91,91	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----



3	10	15,20	7,38	92,06	1,80	28,67	12,22	8,65	0,13	10,78	7,23	1,38	1,90	n.d.
	11	14,90	7,28	90,80	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	12	14,60	7,20	92,59	1,60	31,11	12,24	8,87	0,13	11,27	5,83	1,36	1,54	n.d.
	13	14,30	7,05	97,89	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	14	14,10	6,88	106,25	2,10	32,94	12,30	8,84	0,13	10,90	7,60	1,44	1,53	n.d.
	15	13,90	7,15	116,09	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	16	13,80	7,10	128,59	2,70	44,53	12,02	5,89	0,13	10,74	5,10	1,53	2,72	n.d.
	17,5	13,80	6,96	136,53	2,90	60,39	12,74	5,14	0,13	11,90	6,09	1,71	3,93	n.d.
	Máximo	22,50	10,26	136,53	2,90	60,39	12,79	9,31	0,14	11,90	7,60	1,71	3,93	-----
	Mínimo	13,80	6,88	87,25	1,60	28,06	11,02	5,14	0,12	10,50	4,64	1,24	1,53	-----
	Média±DP	16,89±2,86	8,13±1,22	98,39±13,95	2,25±0,51	34,95±9,57	12,15±0,46	8,08±1,36	0,13±0,01	11,05±0,39	5,94±1,03	1,40±0,13	2,08±0,69	-----
	Mediana	15,90	7,56	91,99	2,25	31,11	12,18	8,75	0,13	10,90	5,60	1,37	1,86	-----
	0	22,40	9,26	91,47	-----	34,16	13,06	8,47	0,14	9,41	5,25	1,61	2,10	n.d.
	1	22,40	9,10	91,50	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
3	2	22,30	8,76	91,43	-----	33,55	12,65	9,31	0,16	9,42	5,36	2,03	2,08	n.d.
	3	22,30	8,29	91,48	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	4	22,30	8,16	91,47	3,60	32,33	12,71	9,84	0,14	9,68	5,05	1,77	2,09	n.d.
	5	22,30	8,19	91,41	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	6	20,00	7,84	88,76	4,30	30,50	12,46	8,52	0,14	8,58	5,46	1,81	2,20	n.d.
	7	17,50	7,48	90,99	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	8	16,60	7,38	92,75	5,20	31,72	12,44	8,75	0,13	9,09	5,58	1,81	2,22	n.d.
	9	15,70	7,35	93,33	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	10	15,10	7,32	94,06	5,60	29,89	12,62	9,42	0,14	8,74	5,33	1,75	2,37	n.d.
	11	14,70	7,25	96,81	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	12	14,30	7,19	109,90	6,10	28,06	12,63	8,15	0,15	8,71	5,70	1,95	2,39	n.d.
	13	14,20	7,12	117,32	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	14	14,10	7,12	124,50	6,50	27,45	12,55	5,47	0,13	11,40	4,55	2,09	3,54	n.d.

	15	14,00	7,04	141,85	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	16	14,00	7,05	147,46	7,40	28,06	12,58	6,02	0,14	11,37	7,54	2,11	4,82	n.d.
	Máximo	22,40	9,26	147,46	7,40	34,16	13,06	9,84	0,16	11,40	7,54	2,11	4,82	n.d.
	Mínimo	14,00	7,04	88,76	3,60	27,45	12,44	5,47	0,13	8,58	4,55	1,61	2,08	n.d.
	Média±DP	17,89±3,70	7,76±0,74	102,73±18,81	5,53±1,30	30,64±2,47	12,63±0,18	8,22±1,50	0,14±0,01	9,60±1,08	5,54±0,82	1,88±0,17	2,65±0,93	n.d.
	Mediana	16,60	7,38	92,75	5,60	30,50	12,62	8,52	0,14	9,41	5,36	1,81	2,22	n.d.
4	0	15,90	7,94	90,47	7,60	29,28	11,67	8,70	0,14	10,31	4,81	1,76	2,33	n.d.
	1	15,90	7,85	90,39	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	2	16,00	7,83	90,39	5,60	26,84	12,03	8,95	0,14	9,93	5,05	1,81	2,33	n.d.
	3	16,00	8,04	90,36	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	4	16,00	8,22	90,31	5,20	27,45	11,59	8,89	0,14	11,08	5,27	1,76	2,53	n.d.
	5	16,00	8,11	90,33	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	6	16,00	7,70	90,27	5,20	27,45	12,17	8,97	0,14	11,34	5,21	1,79	2,56	n.d.
	7	16,00	7,45	90,26	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	8	15,90	7,32	90,24	5,60	28,06	12,20	9,00	0,14	10,53	6,74	1,80	2,23	n.d.
	9	16,00	7,43	90,27	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	10	15,90	7,56	90,21	5,40	27,45	11,86	8,78	0,13	8,86	6,21	1,85	2,17	n.d.
	11	15,90	7,67	90,27	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	12	15,90	7,78	90,46	6,20	28,06	11,84	8,82	0,14	9,91	4,77	1,82	2,19	n.d.
	13	15,90	7,81	90,78	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	14	15,80	7,81	91,72	8,80	29,89	11,91	8,91	0,12	9,12	4,68	1,83	2,24	n.d.
	15	15,00	7,54	129,24	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	16	14,60	7,36	142,46	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	17	15,90	7,94	160,95	7,60	29,28	11,67	8,70	0,14	10,31	4,81	1,76	2,33	n.d.
	Máximo	16,00	8,22	160,95	8,80	29,89	12,20	9,00	0,14	11,34	6,74	1,85	2,56	----
	Mínimo	14,60	7,32	90,21	5,20	26,84	11,59	6,27	0,12	8,86	4,68	1,76	2,17	----
	Média±DP	15,81±0,38	7,72±0,26	99,41±21,33	6,98±1,31	28,20±1,05	11,88±0,22	8,59±0,87	0,14±0,01	10,15±1,03	5,28±0,72	1,80±0,03	2,32±0,14	----



	Mediana	15,90	7,74	90,38	5,60	28,06	11,86	8,89	0,14	10,31	5,05	1,80	2,33	-----
5	0	14,60	8,17	91,73	3,8	26,84	12,01	10,03	0,14	10,51	3,72	1,84	2,07	8,14
	1	14,60	8,22	91,84	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	2	14,60	8,24	91,82	3,70	28,06	12,10	9,18	0,14	9,16	3,77	1,86	2,01	7,83
	3	14,60	8,27	91,82	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	4	14,60	8,27	91,80	3,80	25,62	12,15	9,23	0,14	9,10	3,84	1,84	2,02	7,40
	5	14,60	8,25	91,75	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	6	14,60	8,21	91,76	3,80	27,45	12,08	9,03	0,14	9,49	3,88	1,87	2,00	8,10
	7	14,60	8,22	91,72	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	8	14,60	8,10	91,70	3,90	29,28	12,12	8,90	0,14	9,53	4,04	1,88	1,99	8,72
	9	14,60	8,12	91,71	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	10	14,60	8,14	91,67	4,20	31,72	12,04	8,96	0,14	9,33	3,70	1,82	2,00	7,68
	11	14,60	8,19	91,64	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	12	14,60	8,18	91,64	4,20	30,50	12,03	8,94	0,13	8,95	3,61	1,86	1,97	6,73
	13	14,60	7,98	91,44	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	14	14,50	8,32	91,11	4,10	29,28	11,86	8,76	0,13	8,61	4,16	1,92	1,99	7,24
	15	14,50	8,18	91,76	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	16	14,50	8,09	92,48	4,20	31,11	12,04	8,80	0,14	9,08	3,70	1,85	1,98	7,91
	17	14,50	7,79	94,70	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	18	14,50	7,67	95,51	4,20	32,94	11,86	8,40	0,14	8,81	3,85	1,87	2,08	5,75
	Máximo	14,60	8,32	95,51	4,20	32,94	12,15	10,03	0,14	10,51	4,16	1,92	2,08	8,72
	Mínimo	14,50	7,67	91,11	3,70	25,62	11,86	8,40	0,13	8,61	3,61	1,82	1,97	5,75
	Média±DP	14,57±0,05	8,14±0,16	92,08±1,10	4,01±0,21	29,28±2,32	12,03±0,10	9,02±0,42	0,14±0,00	9,26±0,53	3,83±0,17	1,86±0,03	2,01±0,04	7,55±0,84
	Mediana	14,60	8,18	91,75	4,10	29,28	12,04	8,95	0,14	9,13	3,81	1,86	2,00	7,76
	0	17,40	10,07	95,52	-----	29,28	12,86	8,30	0,12	10,43	4,03	1,38	1,93	7,17
	1	17,30	10,22	95,54	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	2	17,10	10,26	95,11	-----	30,50	12,34	8,42	0,13	10,11	4,79	1,35	1,93	7,20

6

3	17,00	10,54	94,67	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
4	16,40	9,89	91,38	----	31,11	12,44	8,18	0,13	9,96	3,96	1,42	1,93	8,63
5	15,50	9,55	91,14	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
6	14,80	9,11	90,81	2,00	29,28	12,97	8,20	0,12	9,63	4,22	1,47	1,92	8,86
7	14,60	8,70	90,92	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
8	14,50	8,73	91,00	2,90	29,89	11,96	8,34	0,12	10,26	3,76	1,48	1,92	6,04
9	14,40	8,53	91,14	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
10	14,30	8,35	91,12	4,10	28,06	11,78	7,91	0,13	10,13	3,66	1,49	1,93	7,66
11	14,20	7,99	91,10	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
12	14,10	7,88	91,25	4,60	26,84	11,80	8,08	0,12	8,88	3,64	1,37	1,94	6,51
13	14,10	7,76	91,53	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
14	14,10	7,87	91,98	5,10	25,01	11,53	7,95	0,13	8,97	3,95	1,38	1,88	7,13
15	14,10	7,45	92,30	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
16	14,10	7,77	93,51	6,30	24,40	11,78	7,83	0,12	9,49	3,61	1,50	1,87	8,10
17	14,10	7,78	94,23	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
18	14,10	7,47	124,67	6,50	26,23	12,06	7,75	0,13	9,47	3,97	1,35	1,88	6,66
Máximo	17,40	10,54	124,67	6,50	31,11	12,97	8,42	0,13	10,43	4,79	1,50	1,94	8,86
Mínimo	14,10	7,45	90,81	2,00	24,40	11,53	7,75	0,12	8,88	3,61	1,35	1,87	6,04
Média±DP	15,06±1,27	8,73±1,05	94,16±7,59	4,50±1,66	28,06±2,34	12,15±0,49	8,10±0,23	0,13±0,01	9,73±0,53	3,96±0,35	1,42±0,06	1,91±0,03	7,40±0,92
Mediana	14,40	8,53	91,53	4,60	28,67	12,01	8,13	0,13	9,80	3,96	1,40	1,93	7,19
0	21,80	9,91	94,70	9,20	36,60	11,90	9,43	0,16	11,00	3,82	1,25	2,31	9,88
1	21,90	9,78	94,39	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
2	21,80	9,67	94,36	9,10	37,82	12,45	9,41	0,18	11,14	3,94	1,70	2,83	10,50
3	20,80	9,59	94,93	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
4	19,70	9,25	89,92	9,30	37,82	12,99	9,60	0,16	11,34	4,59	1,76	2,83	11,00
5	17,80	8,05	91,87	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
6	16,50	7,77	92,59	9,40	40,26	12,50	9,33	0,15	10,96	4,56	1,80	2,60	8,51

A-7



7	7	15,40	7,38	93,11	----	----	----	----	----	----	----	----	----	
	8	14,90	7,36	92,85	9,20	41,48	12,47	9,31	0,17	10,47	3,79	1,75	2,61	8,58
	9	14,50	7,37	92,97	----	----	----	----	----	----	----	----	----	
	10	14,30	7,41	93,14	9,80	42,70	12,36	9,18	0,14	10,61	4,33	1,80	2,53	10,05
	11	14,30	7,44	93,10	----	----	----	----	----	----	----	----	----	
	12	14,20	7,33	93,20	10,20	35,38	12,28	9,15	0,15	11,43	3,78	1,73	2,55	8,22
	13	14,20	7,25	93,24	----	----	----	----	----	----	----	----	----	
	14	14,10	7,05	93,68	10,10	40,26	12,32	9,29	0,14	10,57	5,31	1,70	2,50	9,49
	15	14,10	6,96	94,62	----	----	----	----	----	----	----	----	----	
	16	14,10	6,81	96,51	9,80	41,48	12,22	8,71	0,13	10,63	4,74	1,77	2,52	9,19
	17	14,10	6,69	118,41	10,60	43,31	12,25	6,62	0,16	11,12	3,73	1,87	3,27	8,69
	Máximo	21,90	9,91	118,41	10,60	43,31	12,99	9,60	0,18	11,43	5,31	1,87	3,27	11,00
	Mínimo	14,10	6,69	89,92	9,10	35,38	11,90	6,62	0,13	10,47	3,73	1,25	2,31	8,22
	Média±DP	16,58±3,13	7,95±1,13	94,87±6,04	9,67±0,51	39,71±2,67	12,37±0,28	9,00±0,87	0,15±0,02	10,93±0,34	4,26±0,53	1,71±0,17	2,66±0,27	9,41±0,93
Mediana	14,70	7,39	93,22	9,60	40,26	12,34	9,30	0,16	10,98	4,14	1,76	2,58	9,34	
Total	Máximo	22,50	10,54	160,95	10,60	60,39	13,06	10,03	0,18	12,03	7,60	2,11	4,82	11,00
	Mínimo	13,80	6,69	87,25	1,60	24,01	11,02	4,49	0,08	8,58	3,61	1,24	1,53	0,76
	Média±DP	16,10±2,45	8,07±0,89	96,91±13,15	5,35±2,68	31,51±6,66	12,23±0,39	8,05±1,51	0,13±0,02	10,30±0,95	4,90±1,03	1,69±0,23	2,25±0,53	7,33±2,43
	Mediana	15,20	7,88	91,89	4,25	29,28	12,22	8,71	0,13	10,50	4,81	1,79	2,01	7,83

Tabela A.2 | Composição química elementar na Lagoa de Santiago ao longo das várias campanhas de amostragem.

Amost.	Prof.	T (°C)	pH	Cond. (µS/cm)	CO ₂ (mg/L)	HCO ₃ (mg/L)	Cl (mg/L)	SO ₄ (mg/L)	F (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	Mg (mg/L)	Ca (mg/L)	SiO ₂ (mg/L)
1	0	13,80	8,67	123,90	-----	44,21	14,53	5,47	1,18	18,88	2,19	0,87	1,23	n.d.
	3	14,00	8,77	123,50	-----	44,30	14,56	5,52	1,18	19,65	2,20	0,94	1,24	n.d.
	6	14,00	8,74	124,30	-----	44,15	14,74	4,97	1,14	19,08	2,17	0,89	1,25	n.d.
	8	14,10	8,78	124,10	-----	44,06	14,54	5,43	1,21	18,64	2,19	0,94	1,26	n.d.
	10	14,20	8,67	124,10	-----	43,55	14,55	5,44	1,19	19,15	2,21	0,93	1,24	n.d.
	13	14,00	8,62	123,40	-----	43,30	14,71	5,48	1,21	18,29	2,20	0,93	1,24	n.d.
	15	13,90	8,56	123,30	1,15	43,28	15,22	5,57	1,22	18,88	2,52	0,98	1,25	n.d.
	17	14,00	8,37	123,30	1,20	43,33	14,56	5,54	1,20	19,67	2,25	0,99	1,26	n.d.
	18	14,00	7,85	122,90	1,28	43,25	14,51	5,45	1,18	19,06	2,26	1,02	1,29	n.d.
	20	13,30	7,52	123,50	1,30	43,18	14,62	5,49	1,18	18,85	2,32	0,98	1,30	n.d.
	23	13,20	7,41	124,90	1,40	43,01	14,52	5,51	1,18	19,39	2,35	0,97	1,30	n.d.
	27	13,20	7,66	125,90	1,55	42,87	14,49	4,98	1,18	18,64	2,34	1,03	1,32	n.d.
	Máximo	14,20	8,78	125,90	1,55	44,30	15,22	5,57	1,22	19,67	2,52	1,03	1,32	-----
	Mínimo	13,20	7,41	122,90	1,15	42,87	14,49	4,97	1,14	18,29	2,17	0,87	1,23	-----
	Média±DP	13,81±0,40	8,30±0,53	123,93±0,83	1,31±0,14	43,54±0,50	14,63±0,20	5,40±0,20	1,19±0,02	19,02±0,41	2,27±0,10	0,96±0,05	1,27±0,03	-----
	Mediana	14,00	8,59	123,70	1,29	43,32	14,56	5,48	1,18	18,97	2,23	0,96	1,26	-----
2	0	19,60	8,98	115,88	-----	42,70	14,36	8,54	1,00	13,76	1,84	0,86	1,35	n.d.
	1	20,00	9,41	115,01	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	2	19,70	9,51	116,11	-----	34,16	13,82	7,30	1,01	13,75	1,82	0,86	1,34	n.d.
	3	19,50	9,42	116,44	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	4	19,30	9,33	116,78	-----	43,31	13,84	7,24	0,98	12,91	1,84	0,89	1,26	n.d.
	5	18,60	9,04	115,21	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	6	17,70	8,41	114,66	-----	39,04	13,83	7,09	0,99	13,92	1,81	0,89	1,28	n.d.

7	17,40	8,12	114,60	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
8	17,20	7,86	114,58	----	39,65	12,15	6,26	0,92	13,19	1,86	0,87	1,27	n.d.
9	16,50	7,75	115,98	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
10	15,90	7,55	120,03	1,80	42,70	13,91	7,51	1,12	14,91	1,94	0,94	1,41	n.d.
11	15,40	7,57	119,75	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
12	15,00	7,59	119,47	4,40	43,92	14,38	7,99	1,10	15,25	2,03	1,02	1,42	n.d.
13	14,60	7,60	119,66	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
14	14,20	7,61	119,85	4,90	42,09	15,01	8,08	1,15	14,42	2,05	1,00	1,44	n.d.
15	13,90	7,64	120,65	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
16	13,70	7,70	121,14	5,10	42,70	14,41	7,85	1,10	14,54	2,06	0,96	1,44	n.d.
17	13,60	7,71	121,04	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
18	13,60	7,72	120,94	5,30	41,48	14,26	7,96	1,07	14,26	2,05	0,94	1,41	n.d.
19	13,40	7,71	119,69	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
20	13,30	7,70	119,67	5,70	42,70	14,04	7,26	0,99	13,89	2,06	1,04	1,41	n.d.
21	13,30	7,71	120,07	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
22	13,20	7,72	120,46	6,00	40,26	14,11	7,27	1,01	14,10	2,10	1,01	1,41	n.d.
23	13,20	7,75	120,99	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
24	13,20	7,77	121,52	6,90	33,55	14,08	7,36	0,99	14,37	2,17	1,11	1,60	n.d.
25	13,10	7,85	123,34	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
26	12,90	7,98	126,72	7,40	44,53	14,08	6,02	1,00	14,01	2,23	1,04	1,60	n.d.
27	12,90	7,98	126,75	7,60	42,70	16,78	5,86	1,03	14,86	3,67	1,03	1,74	n.d.
Máximo	20,00	9,51	126,75	7,60	44,53	16,78	8,54	1,15	15,25	3,67	1,11	1,74	----
Mínimo	12,90	7,55	114,58	1,80	33,55	12,15	5,86	0,92	12,91	1,81	0,86	1,26	----
Média±DP	15,50±2,50	8,10±0,66	119,18±3,32	5,51±1,69	41,03±3,28	14,20±0,93	7,31±0,77	1,03±0,06	14,14±0,63	2,10±0,45	0,96±0,08	1,43±0,13	----
Mediana	14,40	7,75	119,72	5,50	42,70	14,08	7,30	1,01	14,10	2,05	0,96	1,41	----
0	21,50	9,70	105,28	----	39,65	15,30	9,98	1,11	17,83	2,66	0,87	1,32	n.d.
1	21,70	9,85	105,80	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

3

2	21,80	9,85	106,27	----	40,26	12,86	7,50	0,95	18,41	1,84	0,93	2,07	n.d.
3	21,80	9,86	107,03	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
4	21,80	9,73	107,66	----	40,26	13,26	7,35	0,98	18,17	1,78	1,08	2,08	n.d.
5	21,80	9,69	108,46	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
6	21,80	9,71	108,57	----	38,43	13,28	7,49	1,00	18,25	1,78	0,90	0,98	n.d.
7	21,20	9,56	110,23	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
8	17,70	8,65	114,53	----	38,43	13,44	9,03	1,03	20,34	1,79	0,99	1,36	n.d.
9	16,60	8,29	117,53	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
10	16,10	8,14	121,02	----	38,43	14,09	8,71	1,16	19,83	1,91	1,05	1,37	n.d.
11	15,50	8,04	120,47	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
12	15,20	8,02	119,49	----	41,48	14,14	8,72	1,14	20,19	1,92	1,01	1,38	n.d.
13	14,70	7,95	118,94	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
14	14,30	7,84	119,50	----	41,48	14,00	9,33	1,12	19,77	1,99	0,96	1,36	n.d.
15	14,00	7,74	121,01	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
16	13,90	7,70	121,62	----	39,65	15,12	9,33	1,19	19,76	2,00	1,06	1,39	n.d.
17	13,90	7,71	122,61	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
18	13,70	7,71	121,89	1,40	42,70	15,05	9,21	1,18	19,88	2,04	1,04	1,44	n.d.
19	13,60	7,70	120,88	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
20	13,50	7,69	120,07	1,20	41,48	15,07	8,28	1,15	20,68	2,04	1,05	1,46	n.d.
21	13,40	7,62	119,08	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
22	13,40	7,59	121,70	2,10	40,87	15,07	8,67	1,15	19,56	2,11	1,06	1,51	n.d.
23	13,30	7,53	122,74	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
24	13,20	7,68	123,90	3,00	40,87	15,53	7,65	1,13	18,46	2,09	1,10	1,50	n.d.
25	13,10	7,74	126,18	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
26	13,00	7,92	129,39	3,25	41,02	14,97	8,54	1,11	19,47	2,21	1,11	1,55	n.d.
Máximo	21,80	9,86	129,39	3,25	42,70	15,53	9,98	1,19	20,68	2,66	1,11	2,08	----
Mínimo	13,00	7,53	105,28	1,20	38,43	12,86	7,35	0,95	17,83	1,78	0,87	0,98	----



	Média±DP	16,50±3,60	8,41±0,91	117,10±6,98	2,19±0,92	40,36±1,31	14,37±0,89	8,56±0,81	1,10±0,08	19,33±0,92	2,01±0,23	1,02±0,07	1,48±0,28	-----
	Mediana	14,70	7,95	119,50	2,10	40,57	14,56	8,69	1,13	19,66	2,00	1,05	1,42	-----
4	0	15,40	8,42	108,17	0,90	54,90	14,48	8,33	1,09	18,53	2,39	0,60	1,46	n.d.
	1	15,50	8,43	109,46	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	2	15,50	8,40	109,96	1,20	52,46	14,31	7,92	1,08	18,17	2,22	0,54	1,46	n.d.
	3	15,50	8,40	110,53	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	4	15,50	8,32	111,01	1,60	52,46	14,33	7,78	1,08	17,91	2,18	0,61	1,49	n.d.
	5	15,60	8,29	111,38	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	6	15,50	8,27	111,56	1,90	53,68	14,37	7,85	1,09	18,87	2,15	0,54	1,48	n.d.
	7	15,50	8,26	111,85	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	8	15,50	8,24	112,08	2,00	51,85	14,44	8,06	1,10	18,54	2,08	0,57	1,27	n.d.
	9	15,50	8,25	112,27	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	10	15,50	8,27	112,39	2,20	50,02	14,83	8,01	1,11	18,32	2,12	0,61	1,20	n.d.
	11	15,50	8,28	112,49	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	12	15,50	8,28	112,61	2,30	50,63	14,54	7,88	1,09	18,50	2,09	0,57	1,21	n.d.
	13	15,50	8,30	112,77	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	14	15,50	8,31	112,84	2,50	48,80	14,24	7,88	1,09	18,52	2,07	0,59	1,23	n.d.
	15	15,50	8,29	112,90	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	16	15,50	8,27	112,98	2,60	46,97	14,44	7,81	1,10	19,37	2,06	0,61	1,22	n.d.
	17	15,50	8,30	113,01	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	18	14,60	8,16	123,19	2,90	44,53	14,90	8,68	1,18	19,53	2,34	0,62	1,74	n.d.
	19	13,90	7,87	125,21	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	20	13,80	7,73	125,06	3,40	42,09	14,82	8,12	1,18	19,56	2,36	0,64	1,71	n.d.
	21	13,60	7,74	124,44	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	22	13,50	7,86	124,95	3,70	37,21	14,47	7,08	1,14	19,70	2,37	0,58	1,72	n.d.
	23	13,50	7,71	125,35	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	24	13,30	7,97	126,02	3,80	39,04	14,89	5,71	1,11	18,70	2,47	0,61	1,84	n.d.

	25	13,30	7,83	128,79	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	26	13,20	7,90	131,26	3,80	39,65	14,71	5,17	1,10	18,67	2,38	0,65	1,85	n.d.
	27	13,10	8,13	133,67	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	28	13,20	7,68	139,08	4,50	39,04	14,66	4,86	1,14	19,09	2,56	0,79	1,81	n.d.
	Máximo	15,60	8,43	139,08	4,50	54,90	14,90	8,68	1,18	19,70	2,56	0,79	1,85	----
	Mínimo	13,10	7,68	108,17	0,90	37,21	14,24	4,86	1,08	17,91	2,06	0,54	1,20	----
	Média±DP	14,80±1,00	8,14±0,24	117,84±8,60	2,62±1,05	46,89±6,11	14,56±0,22	7,41±1,18	1,11±0,03	18,80±0,54	2,26±0,16	0,61±0,06	1,51±0,25	----
	Mediana	15,50	8,27	112,84	2,50	48,80	14,48	7,88	1,10	18,67	2,22	0,61	1,48	----
5	0	14,00	7,86	113,51	1,20	45,14	14,31	8,09	1,12	19,93	2,26	0,90	1,25	6,30
	1	14,00	7,95	113,98	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	2	14,00	8,03	114,09	1,30	43,92	14,17	8,29	1,16	18,95	2,15	0,95	1,23	6,96
	3	14,00	8,11	114,09	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	4	14,00	8,15	113,57	1,40	42,09	14,66	8,84	1,14	18,87	2,13	1,00	1,22	8,55
	5	14,00	8,21	113,55	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	6	14,00	8,28	113,97	1,30	40,26	14,29	8,15	1,13	18,86	2,05	0,96	1,24	6,43
	7	14,00	8,32	114,04	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	8	14,00	8,35	114,05	1,30	42,09	14,63	8,66	1,15	19,41	2,03	1,02	1,26	5,23
	9	14,00	8,40	114,04	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	10	14,00	8,44	114,05	1,30	41,48	14,48	8,31	1,15	19,16	1,99	0,97	1,26	6,52
	11	14,00	8,48	114,03	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	12	14,00	8,53	114,06	1,40	43,31	14,44	8,14	1,13	19,92	1,96	1,01	1,26	5,76
	13	14,00	8,53	114,11	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	14	14,00	8,56	114,04	1,50	42,09	14,45	8,31	1,14	18,84	1,96	1,00	1,31	7,55
	15	14,00	8,59	116,70	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	16	14,00	8,70	114,11	1,50	41,48	14,38	8,15	1,14	19,15	1,95	1,04	1,31	7,98
	17	14,00	8,70	114,09	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	18	14,00	8,73	114,09	1,50	42,09	14,42	8,26	1,14	19,60	1,91	1,08	1,30	6,88

	19	14,00	8,78	114,09	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	20	14,00	8,78	114,09	1,60	43,31	14,28	9,24	1,14	20,35	1,90	1,03	1,22	7,18
	21	14,00	8,83	114,08	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	22	14,00	8,79	114,09	1,60	42,70	14,41	8,19	1,14	19,40	1,87	0,92	1,22	6,61
	23	14,00	8,83	114,08	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	24	14,00	8,74	114,08	1,70	42,70	14,41	8,16	1,14	19,41	1,81	0,92	1,22	6,91
	25	14,00	8,77	114,09	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	26	14,00	8,85	114,07	1,70	42,70	14,40	8,21	1,15	19,35	1,89	0,95	1,23	6,42
	27	14,00	8,62	114,11	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	28	14,00	8,14	137,21	1,80	41,48	14,42	8,30	1,14	18,90	1,91	1,10	1,27	5,43
	Máximo	14,00	8,85	137,21	1,80	45,14	14,66	9,24	1,16	20,35	2,26	1,10	1,31	8,55
	Mínimo	14,00	7,86	113,51	1,20	40,26	14,17	8,09	1,12	18,84	1,81	0,90	1,22	5,23
	Média±DP	14,00±0,00	8,48±0,29	114,90±4,32	1,47±0,18	42,46±1,17	14,41±0,12	8,35±0,32	1,14±0,01	19,34±0,46	1,98±0,12	0,99±0,06	1,25±0,03	6,71±0,89
	Mediana	14,00	8,53	114,08	1,50	42,09	14,41	8,26	1,14	19,35	1,96	1,00	1,25	6,61
6	0	16,20	9,67	117,51	0,50	53,68	13,82	7,40	1,00	19,74	2,02	0,72	1,15	3,56
	1	16,30	9,49	117,44	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	2	16,20	9,53	117,31	----	42,70	13,94	7,60	0,99	18,90	1,84	0,65	1,15	1,90
	3	15,80	9,61	117,35	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	4	15,70	9,65	117,26	----	43,31	13,92	6,94	1,01	18,31	1,85	0,67	1,12	3,84
	5	15,60	9,76	117,28	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	6	15,50	9,85	117,13	----	43,31	13,32	6,93	0,99	18,56	1,84	0,71	1,13	3,17
	7	15,30	10,08	116,95	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	8	14,60	10,07	116,78	----	43,92	13,95	7,08	1,04	20,13	1,83	0,69	1,12	2,21
	9	14,40	9,83	116,38	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	10	14,30	9,80	116,17	----	42,70	13,78	6,99	1,00	18,92	1,85	0,75	1,14	2,73
	11	14,20	9,46	116,12	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	12	14,20	9,32	116,25	1,50	45,75	13,88	7,13	1,01	19,08	1,83	0,73	1,26	1,33

	13	14,20	9,12	116,38	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	14	14,00	8,93	117,98	1,00	42,70	13,41	7,05	1,03	18,75	1,91	0,74	1,27	5,22
	15	13,90	8,75	119,21	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	16	13,90	8,65	117,44	2,00	45,14	14,01	7,37	1,04	19,11	1,91	0,74	1,25	6,22
	17	13,80	8,58	118,29	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	18	13,70	8,54	117,73	3,40	43,31	13,90	7,31	1,03	19,36	1,86	0,80	1,27	4,43
	19	13,70	8,56	117,32	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	20	13,70	8,57	117,32	1,50	44,53	13,93	7,20	1,02	19,31	1,86	0,74	1,21	6,43
	21	13,60	8,61	116,81	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	22	13,60	8,65	116,96	2,10	43,92	13,72	7,06	0,99	19,42	1,67	0,77	1,24	5,64
	23	13,60	8,62	117,29	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	24	13,60	8,62	117,31	2,50	41,48	13,41	7,25	1,02	19,06	1,75	0,71	1,22	4,73
	25	13,50	8,62	117,36	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	26	13,50	8,60	117,41	2,80	43,92	13,73	7,00	0,99	18,37	1,77	0,73	1,15	5,28
	27	13,50	8,57	118,06	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	28	13,60	8,09	129,83	3,90	42,70	13,69	7,03	0,99	18,65	1,86	0,78	1,19	4,92
	Máximo	16,30	10,08	129,83	3,90	53,68	14,01	7,60	1,04	20,13	2,02	0,80	1,27	6,43
	Mínimo	13,50	8,09	116,12	0,50	41,48	13,32	6,93	0,99	18,31	1,67	0,65	1,12	1,33
	Média±DP	14,40±1,00	9,11±0,58	117,68±2,43	2,12±1,06	44,20±2,83	13,76±0,22	7,16±0,19	1,01±0,02	19,04±0,50	1,84±0,08	0,73±0,04	1,19±0,06	4,11±1,59
	Mediana	14,00	8,93	117,31	2,05	43,31	13,82	7,08	1,01	19,06	1,85	0,73	1,19	4,43
7	0	20,40	9,74	116,66	6,80	52,46	14,06	6,97	0,98	17,95	2,90	1,07	2,09	n.d
	1	20,40	9,44	116,61	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	2	20,40	9,37	116,53	6,60	52,46	13,94	7,36	0,99	19,35	2,58	1,10	1,83	n.d
	3	20,40	9,41	116,55	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	4	20,40	9,34	116,60	6,20	51,24	13,75	6,71	0,98	18,10	2,54	1,08	1,83	n.d.
	5	17,90	8,73	114,85	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	6	16,80	8,30	116,49	7,20	52,46	14,00	7,28	1,04	18,52	2,45	1,20	1,66	4,15

7	16,00	8,17	119,06	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
8	15,20	8,44	120,08	6,40	51,24	14,10	7,36	1,06	19,14	2,51	1,16	2,65	3,76
9	14,80	8,46	120,87	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
10	14,50	8,51	121,33	7,60	51,24	14,19	7,45	1,09	19,04	2,43	1,17	2,64	3,08
11	14,20	8,38	121,71	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
12	14,20	8,01	121,65	9,20	52,46	14,22	7,61	1,09	18,45	2,42	1,19	2,64	3,02
13	14,10	7,75	122,54	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
14	14,00	7,73	121,61	9,00	52,46	14,09	7,41	1,05	19,21	2,26	1,25	1,58	2,70
15	13,90	7,74	120,74	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
16	13,90	7,72	120,65	10,30	52,46	14,17	7,57	1,07	19,58	2,42	1,27	1,68	3,82
17	13,80	7,74	121,38	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
18	13,80	7,78	122,40	10,60	50,02	14,12	7,58	1,07	19,81	2,41	1,61	1,47	4,69
19	13,70	7,81	122,28	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
20	13,70	7,77	121,80	10,20	52,52	14,08	7,47	1,05	19,52	2,39	1,72	1,47	5,59
21	13,70	7,77	121,02	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
22	13,60	7,74	120,74	10,60	51,24	13,77	7,25	1,00	18,60	2,50	1,22	1,47	1,78
23	13,60	7,67	120,42	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
24	13,60	7,65	120,11	10,80	52,46	13,56	7,35	1,03	19,03	2,49	1,35	1,83	1,76
25	13,60	7,64	119,57	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
26	13,60	7,63	119,53	11,80	52,46	14,62	8,48	1,14	18,53	2,47	1,23	1,15	1,39
27	13,60	7,61	120,30	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
28	13,60	7,60	120,16	12,60	56,12	14,64	8,53	1,16	18,96	2,49	1,19	1,15	1,81
29	13,60	7,55	123,39	15,10	55,51	14,02	8,03	1,12	18,95	2,41	1,22	1,01	1,30
Máximo	20,40	9,74	123,39	15,10	56,12	14,64	8,53	1,16	19,81	2,90	1,72	2,65	5,59
Mínimo	13,60	7,55	114,85	6,20	50,02	13,56	6,71	0,98	17,95	2,26	1,07	1,01	1,30
Média±DP	15,30±2,50	8,17±0,67	119,92±2,24	9,44±2,54	52,43±1,52	14,08±0,28	7,53±0,48	1,06±0,05	18,92±0,53	2,48±0,13	1,25±0,18	1,76±0,52	2,99±1,36
Mediana	14,00	7,78	120,54	9,70	52,46	14,09	7,43	1,06	19,00	2,46	1,21	1,67	3,02

Total	Máximo	21,80	10,08	139,08	15,10	56,12	16,78	9,98	1,22	20,68	3,67	1,72	2,65	8,55
	Mínimo	12,90	7,41	105,28	0,50	33,55	12,15	4,86	0,92	12,91	1,67	0,54	0,98	1,30
	Média±DP	15,00±2,20	8,40±0,68	118,18±5,40	3,99±3,38	44,56±4,93	14,28±0,58	7,44±1,11	1,09±0,07	18,35±1,85	2,14±0,29	0,93±0,22	1,42±0,31	4,68±2,03
	Mediana	14,00	8,30	117,43	2,50	43,27	14,31	7,50	1,10	18,90	2,09	0,96	1,31	4,92

Tabela A.3 | Composição química elementar na Lagoa Negra ao longo das várias campanhas de amostragem.

Amost.	Prof.	T (°C)	pH	Cond. (µS/cm)	CO ₂ (mg/L)	HCO ₃ (mg/L)	Cl (mg/L)	SO ₄ (mg/L)	F (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	Mg (mg/L)	Ca (mg/L)	SiO ₂ (mg/L)
1	0	19,20	8,88	128,00	----	50,02	16,93	7,38	0,11	11,16	1,46	3,66	6,23	4,03
	3	19,00	8,69	125,00	----	50,02	17,04	8,01	0,11	11,32	1,39	3,78	6,24	5,29
	6	18,60	8,75	126,00	----	51,24	16,52	7,64	0,12	12,31	1,39	3,72	6,41	4,13
	9	18,40	8,66	125,00	----	52,46	16,44	7,67	0,13	11,65	1,35	3,88	6,42	5,12
	12	18,10	8,52	126,00	----	51,24	16,50	8,66	0,12	11,05	1,19	3,88	6,63	3,54
	15	15,80	8,51	126,00	----	51,85	16,41	7,68	0,11	11,58	1,35	3,86	6,59	3,40
	18	15,10	8,53	125,00	----	53,07	16,43	8,08	0,15	10,44	1,31	3,87	6,60	3,88
	21	15,00	8,20	124,00	2,70	52,46	16,41	7,59	0,10	11,56	1,30	3,87	6,64	3,19
	24	14,50	8,10	125,00	3,90	52,46	16,78	7,44	0,11	9,82	1,28	3,82	6,63	2,10
	27	14,40	8,02	127,00	4,10	51,85	16,25	7,01	0,11	11,70	1,08	3,85	6,64	6,68
	30	14,20	7,95	128,00	4,30	52,46	16,44	7,21	0,11	11,27	1,09	3,87	6,60	4,01
	40	13,70	7,90	128,00	4,40	53,68	16,20	7,37	0,11	11,21	1,12	3,86	6,56	3,49
	50	13,50	7,84	130,00	4,50	50,63	15,51	6,80	0,11	10,97	1,12	3,84	6,58	4,12
	60	13,30	7,66	130,00	4,40	51,85	15,92	7,18	0,18	10,87	1,11	3,77	6,70	5,19
	70	13,10	7,67	129,00	4,70	51,85	16,05	6,98	0,12	10,76	0,97	3,82	6,78	2,96
	80	13,00	7,50	132,00	4,70	53,07	16,09	7,21	0,12	10,83	0,95	3,90	6,73	8,45
	90	12,90	7,53	134,00	4,90	51,85	16,10	7,26	0,11	10,93	0,91	3,90	6,75	1,66
	100	12,80	7,51	137,00	5,10	53,68	16,01	7,14	0,11	11,53	0,99	3,95	6,94	3,21
	114	12,80	7,40	138,00	5,30	53,68	16,13	6,69	0,11	11,56	0,99	3,90	6,94	4,47
	Máximo	19,20	8,88	138,00	5,30	53,68	17,04	8,66	0,18	12,31	1,46	3,95	6,94	8,45
	Mínimo	12,80	7,40	124,00	2,70	50,02	15,51	6,69	0,10	9,82	0,91	3,66	6,23	1,66
	Média±DP	15,13±2,3	8,10±0,51	128,58±4,85	4,42±0,75	52,07±1,81	16,32±0,35	7,42±0,51	0,12±0,02	11,19±0,53	1,18±0,20	3,66±0,08	6,63±0,20	4,15±1,52
	Mediana	14,40	8,02	128,00	4,45	51,85	16,41	7,37	0,11	11,21	1,12	3,86	6,63	4,01

2	0	22,90	10,22	125,12	----	46,36	16,92	7,54	0,11	12,09	0,64	3,33	5,61	10,20
	1	22,90	10,42	125,07	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	2	22,80	10,49	124,91	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	3	21,40	10,00	119,77	----	46,36	16,83	7,54	0,11	10,52	0,61	3,33	5,64	9,57
	4	20,20	8,83	120,63	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	5	18,70	8,28	124,11	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	6	17,50	8,24	126,33	3,60	46,97	16,90	8,96	0,12	13,19	0,62	3,42	6,45	11,06
	7	17,00	8,17	126,58	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	8	16,60	8,14	127,68	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	9	16,10	8,17	130,46	4,20	49,41	16,95	7,69	0,12	12,64	0,62	3,66	6,47	17,31
	10	15,50	8,05	133,35	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	11	14,90	7,94	135,99	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	12	14,50	7,97	136,87	6,40	48,19	16,60	8,83	0,13	12,14	0,62	3,78	7,71	16,59
	13	14,20	7,98	139,54	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	14	13,90	8,03	139,99	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	15	13,80	8,11	135,48	6,70	52,46	16,31	8,92	0,13	12,45	0,62	3,92	7,50	21,70
	16	13,60	8,20	135,01	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	17	13,50	8,29	134,25	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	18	13,50	8,34	133,93	6,80	53,07	16,52	8,16	0,12	13,25	0,65	3,78	7,32	19,34
	19	13,40	8,42	132,36	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	20	13,30	8,50	131,08	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	21	13,30	8,55	129,97	6,80	53,07	16,59	7,89	0,12	12,86	0,58	3,79	7,43	17,89
	22	13,20	8,58	128,97	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	23	13,20	8,63	128,38	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	24	13,20	8,69	127,71	6,90	53,68	16,24	9,25	0,11	11,17	0,58	3,55	6,84	17,12
	25	13,10	8,74	127,61	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	26	13,10	8,48	127,21	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

27	13,10	8,38	127,09	6,80	53,07	16,21	7,86	0,12	11,29	0,59	3,63	6,79	9,88
28	13,00	8,32	127,08	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
29	13,00	8,37	127,08	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
30	13,00	8,34	127,02	6,80	46,36	16,31	7,99	0,11	10,66	0,59	3,66	6,79	13,24
31	13,00	8,33	126,91	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
32	13,00	8,31	126,93	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
33	12,90	8,33	126,83	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
34	12,90	8,40	126,84	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
35	12,90	8,35	126,80	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
36	12,90	8,35	126,87	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
37	12,90	8,35	126,90	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
38	12,80	8,35	126,86	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
39	12,80	8,21	126,96	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
40	12,80	8,17	126,88	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
41	12,80	8,17	126,93	7,00	53,07	16,17	7,81	0,11	11,01	0,59	3,62	6,76	11,19
42	12,70	8,02	126,98	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
43	12,70	8,05	126,97	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
44	12,70	8,07	126,94	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
45	12,60	8,16	126,94	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
46	12,60	8,17	126,89	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
47	12,60	8,19	126,83	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
48	12,50	8,22	126,79	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
49	12,50	8,26	126,75	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
50	12,40	8,27	126,71	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
51	12,40	8,31	126,66	6,80	53,07	16,19	8,68	0,11	10,37	0,54	3,64	6,78	14,87
52	12,40	8,34	126,67	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
53	12,30	8,36	126,64	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

54	12,30	8,40	126,62	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
55	12,30	8,24	126,61	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
56	12,30	8,28	126,51	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
57	12,30	8,25	126,48	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
58	12,30	8,29	126,49	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
59	12,30	8,27	126,49	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
60	12,30	8,25	126,45	6,80	53,68	16,03	7,81	0,11	10,53	0,54	3,68	6,79	13,05
61	12,30	8,29	126,43	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
62	12,30	8,24	126,42	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
63	12,30	8,26	126,40	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
64	12,30	8,28	126,39	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
65	12,30	8,26	126,39	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
66	12,30	8,26	126,37	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
67	12,30	8,26	126,36	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
68	12,30	8,27	126,36	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
69	12,30	8,23	126,35	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
70	12,30	8,25	126,34	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
71	12,30	8,23	126,31	6,90	53,68	16,05	7,68	0,11	10,53	0,55	3,58	6,89	13,17
72	12,30	8,25	126,34	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
73	12,30	8,32	126,34	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
74	12,30	8,28	126,33	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
75	12,30	8,29	126,32	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
76	12,30	8,24	126,28	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
77	12,30	8,34	126,31	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
78	12,30	8,28	126,30	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
79	12,30	8,25	126,32	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
80	12,30	8,25	126,31	7,00	53,07	16,28	8,17	0,11	10,75	0,59	3,04	6,87	12,80

81	12,30	8,25	126,30	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
82	12,30	8,27	126,31	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
83	12,30	8,27	126,32	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
84	12,30	8,29	126,31	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
85	12,30	8,30	126,26	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
86	12,30	8,33	126,33	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
87	12,30	8,37	126,31	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
88	12,30	8,25	126,31	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
89	12,30	8,20	126,33	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
90	12,30	8,20	126,34	7,00	54,29	16,44	8,49	0,11	10,71	0,89	3,67	6,87	13,88
91	12,30	8,13	126,39	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
92	12,30	8,10	126,41	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
93	12,30	8,10	126,44	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
94	12,30	8,04	126,42	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
95	12,30	8,04	126,39	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
96	12,30	8,02	126,41	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
97	12,30	7,99	126,46	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
98	12,30	7,92	126,53	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
99	12,30	7,92	126,45	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
100	12,30	7,90	126,59	7,80	56,12	15,41	6,88	0,11	11,37	1,32	3,69	6,90	17,62
101	12,30	7,83	126,70	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
102	12,30	7,77	126,80	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
103	12,30	7,76	126,63	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
104	12,30	7,71	126,84	9,60	55,51	15,75	12,59	0,13	11,29	1,49	3,24	6,93	17,59
Máximo	22,90	10,49	139,99	9,60	56,12	16,95	12,59	0,13	13,25	1,49	3,92	7,71	21,70
Mínimo	12,30	7,71	119,77	3,60	46,36	15,41	6,88	0,11	10,37	0,54	3,04	5,61	9,57
Média±DP	13,30±2,26	8,31±0,44	127,44±3,05	6,70±1,27	51,66±3,25	16,35±0,40	8,35±1,19	0,12±0,01	11,52±0,98	0,70±0,26	3,58±0,22	6,81±0,53	14,64±3,50

3	Mediana	12,40	8,26	126,59	6,80	53,07	16,31	7,99	0,11	11,29	0,61	3,64	6,84	13,88
	0	15,50	8,38	115,10	1,60	47,58	16,48	7,00	0,14	11,95	1,53	3,19	6,51	16,73
	1	15,50	8,49	116,08	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	2	15,50	8,46	116,83	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	3	15,50	8,42	117,59	1,70	45,75	16,69	7,41	0,13	11,83	1,45	3,22	6,62	18,81
	4	15,50	8,31	118,75	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	5	15,50	8,31	119,80	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	6	15,50	8,30	120,53	1,90	48,80	16,59	7,20	0,12	11,91	1,46	3,27	6,66	17,48
	7	15,50	8,28	121,22	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	8	15,50	8,42	121,70	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	9	15,50	8,47	122,23	2,00	50,02	17,30	7,43	0,12	12,66	1,49	3,22	6,67	17,28
	10	15,50	8,31	122,49	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	11	15,50	8,32	122,91	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	12	15,50	8,36	123,26	2,20	48,80	16,91	7,62	0,11	12,86	1,45	3,21	6,70	19,94
	13	15,50	8,23	123,69	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	14	15,50	8,24	124,00	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	15	15,50	8,24	124,23	2,50	50,02	16,73	7,29	0,11	12,14	1,43	3,21	6,72	16,78
	16	15,50	8,26	124,45	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	17	15,50	8,30	124,64	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	18	15,50	8,30	124,79	2,60	49,41	16,64	7,21	0,12	11,96	1,43	3,21	6,76	16,48
	19	15,50	8,29	125,05	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	20	15,50	8,22	125,36	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	21	15,30	8,24	126,39	2,60	50,63	16,63	7,34	0,12	12,96	1,41	3,22	6,71	13,91
	22	14,80	8,27	129,78	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	23	14,50	8,25	131,94	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	24	13,60	8,33	131,21	2,70	53,07	16,62	7,36	0,12	12,45	1,43	3,16	6,80	17,46
	25	13,50	8,31	130,64	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

26	13,40	8,28	129,50	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
27	13,30	8,29	127,58	2,90	53,07	16,54	7,85	0,13	12,10	1,49	3,40	7,42	18,90
28	13,30	8,27	127,25	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
29	13,20	8,22	126,16	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
30	13,20	8,27	125,59	2,90	53,68	16,91	8,11	0,13	12,50	1,40	3,43	7,07	11,04
31	13,10	8,36	125,13	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
32	13,10	8,26	125,05	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
33	13,00	8,24	124,98	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
34	13,00	8,24	125,14	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
35	13,00	8,24	125,06	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
36	13,00	8,28	125,05	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
37	13,00	8,23	125,07	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
38	12,90	8,13	125,15	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
39	12,90	8,13	125,05	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
40	12,90	8,23	125,02	3,10	53,07	16,59	7,64	0,09	10,80	1,41	3,28	6,64	8,77
41	12,90	8,25	125,09	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
42	12,80	8,30	125,15	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
43	12,80	8,31	125,14	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
44	12,80	8,30	125,13	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
45	12,70	8,33	125,17	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
46	12,70	8,33	125,15	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
47	12,70	8,27	125,20	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
48	12,70	8,29	125,12	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
49	12,60	8,30	125,14	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
50	12,60	8,33	125,19	3,30	56,73	16,31	7,64	0,11	11,79	1,39	3,24	6,60	12,09
51	12,50	8,29	125,16	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
52	12,50	8,18	125,13	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

53	12,40	8,13	125,10	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
54	12,40	8,14	125,15	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
55	12,40	8,15	125,13	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
56	12,40	8,14	125,14	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
57	12,40	8,15	125,18	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
58	12,40	8,14	125,15	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
59	12,40	8,15	125,12	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
60	12,30	8,23	125,09	3,40	56,12	16,57	7,81	0,13	11,36	1,41	3,19	6,62	9,56
61	12,30	8,20	125,10	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
62	12,30	8,24	125,13	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
63	12,30	8,21	125,08	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
64	12,30	8,23	125,09	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
65	12,30	8,23	125,11	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
66	12,30	8,22	125,15	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
67	12,30	8,20	125,11	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
68	12,30	8,18	125,12	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
69	12,30	8,19	125,11	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
70	12,30	8,21	125,05	3,60	56,73	16,53	7,68	0,12	11,02	1,40	3,20	6,63	11,24
71	12,30	8,19	125,06	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
72	12,30	8,17	125,08	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
73	12,30	8,18	125,09	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
74	12,30	8,19	125,11	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
75	12,30	8,19	125,11	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
76	12,30	8,20	125,13	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
77	12,30	8,19	125,15	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
78	12,30	8,21	125,15	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
79	12,30	8,21	125,18	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

80	12,30	8,24	125,19	3,90	58,56	16,55	7,79	0,09	11,89	1,38	3,19	6,68	14,59
81	12,30	8,23	125,22	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
82	12,30	8,20	125,27	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
83	12,30	8,24	125,29	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
84	12,30	8,21	125,34	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
85	12,30	8,23	125,36	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
86	12,30	8,23	125,40	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
87	12,30	8,21	125,40	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
88	12,30	8,24	125,40	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
89	12,30	8,23	125,40	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
90	12,30	8,22	125,46	4,10	57,34	16,81	7,80	0,09	12,19	1,39	3,21	6,69	11,26
91	12,30	8,21	125,42	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
92	12,30	8,20	125,45	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
93	12,30	8,22	125,48	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
94	12,30	8,19	125,48	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
95	12,30	8,17	125,51	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
96	12,30	8,18	125,52	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
97	12,30	8,16	125,51	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
98	12,30	8,17	125,54	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
99	12,30	8,19	125,55	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
100	12,30	8,14	125,76	4,30	57,34	16,50	8,54	0,12	12,25	1,41	3,24	6,74	11,46
101	12,30	8,14	125,75	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
102	12,30	8,14	125,77	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
103	12,30	8,13	125,79	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
104	12,30	8,13	125,74	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
105	12,30	8,12	125,70	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
106	12,30	8,12	125,53	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

	107	12,30	8,11	126,37	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	108	12,30	8,11	127,92	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	109	12,30	8,12	131,12	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	110	12,30	8,14	137,43	4,60	48,12	16,58	7,66	0,12	11,60	1,41	3,19	6,83	9,29
	111	12,30	8,13	143,69	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	112	12,30	8,13	156,90	4,70	58,56	16,98	7,80	0,12	12,14	1,43	3,23	6,82	10,05
	Máximo	15,50	8,49	156,90	4,70	58,56	17,30	8,54	0,14	12,96	1,53	3,43	7,42	19,94
	Mínimo	12,30	8,11	115,10	1,60	45,75	16,31	7,00	0,09	10,80	1,38	3,16	6,51	8,77
	Média±DP	13,10±1,23	8,23±0,94	125,51±4,39	3,03±0,94	52,67±4,06	16,67±0,22	7,61±0,35	0,12±0,01	12,02±0,55	1,43±0,04	3,24±0,07	6,74±0,20	14,16±3,68
	Mediana	12,40	8,23	125,15	2,90	53,07	16,61	7,64	0,12	12,03	1,42	3,22	6,70	14,25
4	0	13,00	10,02	125,79	0,80	39,04	16,00	7,29	0,10	13,95	1,23	3,64	6,53	11,32
	1	13,00	10,09	125,77	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	2	13,00	10,15	125,70	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	3	13,00	10,19	125,66	0,90	38,43	16,11	7,42	0,12	12,06	1,23	3,81	6,99	10,07
	4	13,00	10,27	125,63	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	5	13,00	10,34	125,58	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	6	13,00	9,96	125,57	1,20	38,43	16,30	7,54	0,11	11,57	1,23	3,90	7,09	10,90
	7	13,00	9,91	125,56	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	8	13,00	9,92	125,55	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	9	13,00	9,84	125,55	1,20	37,82	16,27	7,38	0,12	12,38	1,22	3,78	7,13	10,71
	10	13,00	9,80	125,55	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	11	13,00	9,77	125,53	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	12	13,00	9,69	125,52	1,30	39,65	15,34	7,02	0,12	11,78	1,25	3,78	7,00	12,72
	13	13,00	9,67	125,53	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	14	13,00	9,64	121,53	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	15	13,00	9,64	125,53	1,40	39,04	16,35	7,63	0,12	11,34	1,24	3,84	7,00	10,20
	16	13,00	9,60	125,50	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

17	13,00	9,62	125,53	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
18	13,00	9,50	125,44	1,50	41,48	16,34	7,58	0,13	11,27	1,22	3,85	7,02	12,52
19	13,00	9,45	125,42	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
20	12,90	9,43	125,43	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
21	13,00	9,39	125,44	1,50	41,48	16,40	7,61	0,12	11,44	1,22	3,84	6,75	22,44
22	12,90	9,37	124,42	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
23	12,90	9,34	125,43	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
24	12,90	9,31	125,43	1,60	42,09	16,35	7,57	0,11	11,72	1,22	3,81	7,16	23,34
25	12,90	9,28	125,41	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
26	12,90	9,25	125,43	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
27	12,90	9,22	125,45	1,60	42,09	16,33	7,61	0,10	11,82	1,28	3,82	7,19	20,00
28	12,80	9,22	125,45	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
29	12,80	9,20	125,41	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
30	12,80	9,19	125,45	2,20	43,31	16,78	7,71	0,13	11,46	1,28	3,84	7,23	26,47
31	12,80	9,14	125,41	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
32	12,80	9,15	125,47	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
33	12,80	9,10	125,45	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
34	12,70	9,04	125,42	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
35	12,70	9,05	125,46	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
36	12,70	8,51	125,44	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
37	12,70	8,58	125,44	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
38	12,80	8,65	125,41	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
39	12,70	8,72	125,40	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
40	12,70	8,84	125,40	2,10	45,75	16,57	7,70	0,13	11,43	1,22	3,88	7,25	29,84
41	12,70	9,04	125,38	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
42	12,70	9,20	125,34	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
43	12,70	9,28	125,31	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

44	12,70	9,31	125,31	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
45	12,70	9,29	125,29	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
46	12,70	9,11	125,28	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
47	12,70	8,97	125,28	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
48	12,70	8,98	125,24	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
49	12,70	8,99	125,27	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
50	12,70	8,85	125,26	2,00	45,14	16,40	7,69	0,12	12,49	1,20	3,77	7,06	28,38
51	12,70	8,99	125,26	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
52	12,70	8,73	125,27	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
53	12,70	8,68	125,25	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
54	12,70	8,62	125,26	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
55	12,70	8,57	125,21	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
56	12,70	8,40	125,25	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
57	12,70	8,34	125,19	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
58	12,70	8,33	125,17	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
59	12,70	8,25	125,11	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
60	12,70	8,21	125,11	2,30	46,36	16,31	7,60	0,11	11,61	1,20	3,80	6,92	27,92
61	12,70	8,15	125,09	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
62	12,70	8,14	125,10	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
63	12,70	8,11	125,17	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
64	12,70	8,00	125,19	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
65	12,70	8,01	125,16	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
66	12,70	7,99	125,15	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
67	12,70	7,86	125,15	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
68	12,70	7,91	125,11	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
69	12,70	7,91	125,11	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
70	12,70	7,91	125,11	3,00	46,97	16,41	7,68	0,11	11,78	1,24	3,81	6,98	34,81

71	12,70	7,91	125,09	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
72	12,70	7,85	125,10	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
73	12,70	7,92	125,09	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
74	12,70	7,94	125,08	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
75	12,70	7,94	125,08	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
76	12,70	7,95	125,08	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
77	12,70	7,85	125,10	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
78	12,70	7,98	125,08	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
79	12,70	7,97	125,08	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
80	12,70	7,86	125,06	3,10	48,80	16,57	7,61	0,09	11,40	1,23	3,82	7,14	32,59
81	12,70	7,88	125,04	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
82	12,70	7,94	125,05	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
83	12,60	7,97	124,98	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
84	12,60	7,93	124,98	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
85	12,50	7,89	124,94	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
86	12,40	7,75	124,86	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
87	12,30	7,70	124,88	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
88	12,30	7,49	124,90	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
89	12,30	7,25	124,92	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
90	12,30	7,68	124,93	3,00	48,19	16,38	7,75	0,13	11,47	1,22	3,83	7,21	34,66
91	12,30	7,85	124,98	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
92	12,30	7,88	125,00	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
93	12,30	7,83	124,97	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
94	12,30	7,59	125,08	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
95	12,30	7,70	125,05	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
96	12,30	7,88	125,05	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
97	12,30	7,75	125,06	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

	98	12,30	7,70	125,09	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	99	12,30	7,54	125,25	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	100	12,30	7,54	125,59	3,20	48,19	16,27	7,61	0,11	12,63	1,30	3,70	7,41	34,78
	101	12,30	7,45	125,65	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	102	12,30	7,42	125,70	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	103	12,30	7,36	125,92	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	104	12,30	7,38	126,37	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	105	12,30	7,50	126,96	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	106	12,30	7,49	127,56	3,50	51,85	16,39	7,87	0,14	13,53	1,39	3,73	7,23	33,63
	Máximo	13,00	10,34	127,56	3,50	51,85	16,78	7,87	0,14	13,95	1,39	3,90	7,41	34,81
	Mínimo	12,30	7,25	121,53	0,80	37,82	15,34	7,02	0,09	11,27	1,20	3,64	6,53	10,07
	Média±DP	12,70±0,20	8,62±0,84	125,29±0,53	1,97±0,84	43,37±4,22	16,31±0,29	7,57±0,19	0,12±0,01	11,95±0,74	1,24±0,04	3,80±0,06	7,07±0,20	22,49±9,76
	Mediana	12,70	8,58	125,27	1,60	42,09	16,35	7,61	0,12	11,72	1,23	3,81	7,09	23,34
5	0	12,70	10,51	128,85	1,40	59,17	16,39	7,43	0,11	12,26	1,38	3,64	7,31	4,02
	1	12,90	10,49	128,72	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	2	12,70	10,49	128,57	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	3	12,70	10,47	128,42	2,50	61,00	16,32	7,35	0,12	11,92	1,31	3,60	7,24	4,24
	4	12,70	10,43	128,29	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	5	12,70	10,37	128,15	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	6	12,70	10,38	128,14	2,00	57,34	16,16	7,32	0,11	12,67	1,30	3,56	7,45	7,35
	7	12,60	10,37	127,92	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	8	12,70	10,34	127,81	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	9	12,70	10,33	127,74	1,70	54,90	16,31	7,23	0,12	12,64	1,31	3,61	7,34	3,29
	10	12,70	10,24	127,71	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	11	12,70	10,25	127,62	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	12	12,70	10,18	127,51	1,80	50,02	16,31	7,74	0,12	11,83	1,32	3,13	7,16	5,34
	13	12,70	10,12	127,16	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

14	12,60	10,11	127,47	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
15	12,60	10,09	127,44	1,40	51,24	16,30	7,28	0,12	12,11	1,33	3,08	7,37	11,86
16	12,60	10,04	127,39	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
17	12,70	10,00	127,33	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
18	12,60	9,92	127,31	2,90	53,68	16,17	7,25	0,12	11,94	1,32	3,70	7,30	10,78
19	12,60	9,95	127,28	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
20	12,60	9,91	127,23	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
21	12,60	9,87	127,19	1,70	53,68	16,17	7,35	0,11	12,60	1,28	3,59	7,22	10,35
22	12,60	9,78	127,15	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
23	12,60	9,76	127,13	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
24	12,60	9,63	127,10	1,80	53,07	16,19	7,63	0,11	12,61	1,27	3,59	7,22	9,84
25	12,60	9,57	127,06	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
26	12,60	9,52	127,04	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
27	12,60	9,43	127,03	2,00	54,90	16,19	7,26	0,11	12,48	1,26	3,58	7,25	11,04
28	12,60	9,38	126,99	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
29	12,60	9,27	126,97	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
30	12,60	9,25	126,92	2,90	46,97	16,25	7,40	0,11	12,43	1,28	3,58	7,16	10,94
31	12,60	9,19	126,91	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
32	12,60	9,12	126,89	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
33	12,60	9,07	126,88	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
34	12,60	9,00	126,83	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
35	12,60	8,93	126,81	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
36	12,60	8,92	126,78	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
37	12,60	8,86	126,77	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
38	12,60	8,77	126,75	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
39	12,60	8,78	126,74	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
40	12,60	8,65	126,71	2,80	54,90	16,21	8,20	0,11	12,25	1,27	3,64	7,16	11,09

41	12,60	8,70	126,63	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
42	12,60	8,46	126,62	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
43	12,60	8,57	126,62	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
44	12,60	8,43	126,61	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
45	12,50	8,56	126,59	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
46	12,50	8,46	126,58	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
47	12,50	8,50	126,58	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
48	12,50	8,47	126,56	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
49	12,50	8,46	126,56	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
50	12,50	8,50	126,56	1,90	50,63	16,29	7,45	0,11	12,18	1,30	3,66	7,19	11,34
51	12,50	8,58	126,56	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
52	12,50	8,58	126,56	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
53	12,50	8,61	126,57	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
54	12,50	8,55	126,55	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
55	12,50	8,42	126,56	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
56	12,50	8,42	126,54	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
57	12,50	8,63	126,55	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
58	12,50	8,63	126,54	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
59	12,50	8,62	126,54	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
60	12,50	8,68	126,54	2,70	56,73	16,05	7,17	0,12	12,21	1,24	3,63	7,31	11,89
61	12,50	8,65	126,53	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
62	12,50	8,67	126,53	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
63	12,50	8,67	126,53	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
64	12,50	8,77	126,51	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
65	12,50	8,71	126,51	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
66	12,50	8,72	126,50	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
67	12,50	8,66	126,49	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

68	12,50	8,56	126,50	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
69	12,50	8,64	126,44	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
70	12,50	8,59	126,46	2,10	53,07	16,35	6,71	0,12	11,54	1,24	3,57	7,29	10,49
71	12,50	8,46	126,38	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
72	12,50	8,56	126,39	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
73	12,50	8,49	126,33	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
74	12,50	8,46	126,30	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
75	12,50	8,42	126,16	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
76	12,50	8,38	126,12	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
77	12,50	8,28	126,18	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
78	12,50	8,36	126,21	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
79	12,50	8,10	126,21	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
80	12,50	8,18	126,21	3,90	54,29	16,45	6,74	0,15	11,75	1,25	3,56	7,33	11,50
81	12,50	8,11	126,20	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
82	12,50	8,19	126,07	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
83	12,50	8,15	126,19	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
84	12,50	8,17	126,12	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
85	12,50	8,15	126,11	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
86	12,50	8,04	126,11	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
87	12,50	8,03	126,12	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
88	12,50	8,18	125,92	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
89	12,50	8,11	126,05	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
90	12,50	8,16	126,01	2,50	52,46	16,54	6,93	0,11	11,86	1,21	3,60	7,29	8,38
91	12,50	8,07	125,81	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
92	12,50	8,03	125,86	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
93	12,50	7,87	125,88	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
94	12,50	7,79	125,88	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

95	12,50	7,73	125,87	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
96	12,50	7,94	125,85	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
97	12,50	7,97	125,88	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
98	12,50	8,13	125,85	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
99	12,50	8,08	125,83	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
100	12,50	8,01	125,85	2,40	57,95	16,66	8,02	0,11	12,32	1,19	3,48	7,27	9,86
101	12,50	7,95	125,82	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
102	12,50	7,93	125,86	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
103	12,50	7,87	125,87	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
104	12,50	7,80	145,82	3,50	43,31	16,42	7,28	0,11	12,45	1,18	3,48	6,99	10,27
Máximo	12,90	10,51	145,82	3,90	61,00	16,66	8,20	0,15	12,67	1,38	3,70	7,45	11,89
Mínimo	12,50	7,73	125,81	1,40	43,31	16,05	6,71	0,11	11,54	1,18	3,08	6,99	3,29
Média±DP	12,60±0,10	8,89±0,81	126,90±1,99	2,31±0,68	53,65±4,17	16,30±0,15	7,35±0,37	0,12±0,01	12,21±0,33	1,28±0,05	3,54±0,16	7,26±0,10	9,15±2,86
Mediana	12,50	8,63	126,56	2,10	53,68	16,30	7,32	0,11	12,25	1,28	3,59	7,27	10,35
0	19,60	8,36	119,25	2,90	59,78	16,21	7,74	0,10	9,80	1,41	3,60	5,95	3,21
1	18,00	8,81	119,99	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
2	17,80	8,62	120,17	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
3	17,60	8,45	120,42	2,80	57,95	16,48	7,16	0,16	9,46	1,41	3,71	5,65	2,04
4	17,60	8,40	120,53	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
5	17,50	8,56	120,47	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
6	17,40	8,63	120,51	2,70	52,46	16,08	6,95	0,12	9,49	1,38	3,66	5,71	1,19
7	17,40	8,70	120,49	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
8	17,20	8,98	119,61	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
9	16,70	9,09	123,41	2,50	50,02	16,09	6,86	0,12	9,75	1,32	3,62	5,70	3,37
10	15,90	9,12	126,73	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
11	14,80	9,11	131,90	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
12	14,60	9,30	132,03	4,50	50,02	16,18	7,14	0,12	10,37	1,38	3,90	6,70	1,44

13	14,20	9,00	133,27	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
14	13,80	9,08	135,10	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
15	13,70	9,27	133,45	2,30	49,41	16,18	7,41	0,13	10,14	1,45	3,91	6,71	7,78
16	13,60	9,35	131,36	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
17	13,50	9,26	129,96	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
18	13,30	9,16	129,51	1,50	50,02	16,09	7,36	0,12	10,03	1,45	3,75	6,75	5,50
19	13,20	9,05	130,27	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
20	13,00	8,90	127,68	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
21	12,90	8,66	127,50	1,90	49,41	16,34	7,34	0,13	10,60	1,26	3,65	6,36	4,50
22	12,80	8,54	127,35	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
23	12,80	8,44	127,31	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
24	12,70	8,42	127,35	3,40	49,41	16,24	7,30	0,12	9,29	1,27	3,60	6,48	5,64
25	12,70	8,39	127,35	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
26	12,70	8,41	127,33	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
27	12,70	8,40	127,23	3,70	46,97	16,32	7,24	0,12	8,53	1,14	3,61	6,45	6,88
28	12,70	8,41	127,12	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
29	12,70	8,44	127,18	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
30	12,70	8,45	127,16	3,60	48,19	16,31	7,21	0,12	8,99	1,23	3,62	6,21	6,79
31	12,70	8,47	127,08	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
32	12,70	8,50	127,02	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
33	12,70	8,53	127,07	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
34	12,60	8,57	127,07	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
35	12,60	8,61	127,12	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
36	12,60	8,65	127,11	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
37	12,60	8,71	127,08	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
38	12,60	8,78	127,04	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
39	12,60	8,80	127,02	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

40	12,60	8,84	127,02	2,60	46,97	16,32	7,71	0,13	9,07	1,26	3,58	6,25	5,58
41	12,70	8,85	126,85	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
42	12,70	8,87	126,89	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
43	12,70	8,88	126,88	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
44	12,70	8,91	126,89	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
45	12,70	8,94	126,91	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
46	12,70	8,95	126,91	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
47	12,70	8,98	126,89	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
48	12,60	8,99	126,88	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
49	12,60	9,02	126,91	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
50	12,60	9,05	126,93	3,50	47,58	16,24	7,27	0,12	8,99	1,21	3,61	5,82	5,59
51	12,60	9,08	126,94	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
52	12,60	9,10	126,94	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
53	12,60	9,10	126,91	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
54	12,60	9,12	126,97	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
55	12,60	9,15	126,96	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
56	12,60	9,15	126,97	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
57	12,60	9,19	126,95	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
58	12,60	9,21	126,93	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
59	12,60	9,29	126,92	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
60	12,60	9,32	126,91	3,10	46,36	16,27	7,27	0,12	8,23	1,22	3,69	6,08	6,97
61	12,60	9,35	126,91	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
62	12,60	9,36	126,94	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
63	12,60	9,36	126,93	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
64	12,60	9,36	126,93	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
65	12,60	9,34	126,94	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
66	12,60	9,35	126,94	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

67	12,60	9,36	126,93	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
68	12,60	9,39	126,95	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
69	12,60	9,36	126,95	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
70	12,60	9,34	126,95	3,60	45,14	16,24	7,37	0,13	9,07	1,29	3,66	6,22	7,94
71	12,60	9,35	126,95	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
72	12,60	9,36	126,94	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
73	12,60	9,37	126,95	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
74	12,60	9,38	126,94	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
75	12,60	9,45	126,95	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
76	12,60	9,45	126,95	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
77	12,60	9,47	126,95	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
78	12,60	9,47	126,96	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
79	12,60	9,47	126,95	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
80	12,60	9,48	126,97	3,50	46,36	16,30	7,30	0,12	8,48	1,29	3,65	6,32	7,55
81	12,60	9,45	126,93	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
82	12,60	9,48	126,98	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
83	12,60	9,50	127,00	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
84	12,60	9,50	126,99	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
85	12,60	9,54	126,95	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
86	12,60	9,57	127,01	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
87	12,60	9,59	126,98	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
88	12,60	9,59	126,98	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
89	12,60	9,59	126,99	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
90	12,60	9,55	127,04	5,00	42,70	16,37	7,28	0,13	9,40	1,26	3,54	6,08	8,09
91	12,60	9,55	127,02	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
92	12,60	9,57	127,01	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
93	12,60	9,58	127,03	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

94	12,60	9,60	127,06	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
95	12,60	9,58	127,05	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
96	12,60	9,54	127,14	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
97	12,60	9,53	127,17	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
98	12,60	9,49	127,26	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
99	12,60	9,35	127,43	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
100	12,60	9,27	127,67	5,30	49,41	16,26	7,24	0,12	8,95	1,24	3,65	6,14	6,49
101	12,60	9,25	127,81	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
102	12,60	9,21	127,97	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
103	12,60	9,11	129,22	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
104	12,60	9,01	129,67	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
105	12,60	8,96	130,12	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
106	12,60	8,92	130,18	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
107	12,60	8,86	130,17	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
108	12,60	8,86	130,23	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
109	12,60	8,81	130,81	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
110	12,60	8,75	131,41	4,80	50,02	16,19	7,37	0,11	9,11	1,20	3,59	6,20	7,77
111	12,60	8,65	133,65	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
112	12,60	8,75	135,88	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
113	12,60	8,65	139,37	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
Máximo	19,60	9,60	139,37	5,30	59,78	16,48	7,74	0,16	10,60	1,45	3,91	6,75	8,09
Mínimo	12,60	8,36	119,25	1,50	42,70	16,08	6,86	0,10	8,23	1,14	3,54	5,65	1,19
Média±DP	13,20±1,50	9,06±0,37	127,32±3,02	3,33±1,03	49,38±4,01	16,25±0,10	7,29±0,21	0,12±0,01	9,36±0,64	1,30±0,09	3,66±0,10	6,20±0,34	5,49±2,26
Mediana	12,60	9,11	126,99	3,40	49,41	16,24	7,28	0,12	9,29	1,27	3,65	6,21	5,64
0	26,30	9,97	142,88	----	71,37	17,49	7,06	0,13	8,58	1,19	2,79	5,07	3,76
1	23,20	9,95	137,77	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
2	23,30	9,87	134,58	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

3	22,40	9,84	123,14	----	57,34	16,91	6,82	0,12	8,51	1,27	3,13	5,31	6,29
4	21,20	9,88	120,34	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
5	20,30	9,74	121,28	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
6	20,10	9,86	121,14	----	45,14	17,21	8,01	0,12	8,55	2,01	3,30	5,88	6,02
7	19,70	9,74	121,34	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
8	19,60	9,70	121,58	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
9	19,30	9,65	121,95	----	51,12	16,35	7,07	0,11	8,76	1,49	3,28	5,93	6,33
10	17,60	9,42	127,29	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
11	16,00	9,43	131,96	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
12	15,50	9,35	133,60	----	65,88	16,16	7,33	0,13	10,48	1,46	3,70	6,91	13,34
13	14,90	9,20	135,89	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
14	14,40	9,17	137,99	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
15	14,30	9,15	139,07	----	65,27	15,93	7,75	0,12	10,68	1,41	3,78	7,06	16,09
16	14,10	9,10	138,03	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
17	14,00	9,08	136,62	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
18	13,90	9,01	135,61	2,00	70,15	16,11	7,93	0,12	10,18	1,45	3,69	6,31	17,03
19	13,90	9,00	135,70	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
20	13,70	8,98	134,08	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
21	13,60	8,80	133,92	1,70	67,71	16,20	7,64	0,11	10,68	1,35	3,66	6,29	7,37
22	13,50	8,75	132,54	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
23	13,40	8,53	130,96	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
24	13,20	8,52	130,22	2,20	76,25	16,27	7,37	0,13	10,66	1,31	3,62	5,95	5,70
25	13,10	8,56	128,87	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
26	13,00	8,57	127,85	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
27	12,90	8,59	127,59	3,80	87,23	16,46	8,53	0,17	10,73	1,38	3,54	5,94	6,89
28	12,90	8,61	127,63	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
29	12,80	8,60	127,58	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

30	12,80	8,57	127,65	4,00	80,52	16,41	8,87	0,12	10,08	1,37	3,50	5,88	6,91
31	12,80	8,59	127,60	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
32	12,70	8,55	127,50	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
33	12,70	8,44	127,40	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
34	12,70	8,49	127,40	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
35	12,70	8,41	127,42	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
36	12,70	8,51	127,39	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
37	12,70	8,57	127,33	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
38	12,70	8,51	127,33	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
39	12,70	8,52	127,31	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
40	12,70	8,53	127,33	4,00	88,45	16,29	8,95	0,11	9,96	1,36	3,50	5,90	7,06
41	12,70	8,56	127,30	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
42	12,70	8,60	127,31	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
43	12,70	8,63	127,31	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
44	12,70	8,59	127,31	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
45	12,70	8,60	127,31	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
46	12,70	8,58	127,31	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
47	12,70	8,56	127,32	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
48	12,70	8,53	127,30	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
49	12,70	8,52	127,31	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
50	12,70	8,53	127,31	4,20	94,55	16,57	8,35	0,11	10,17	1,28	3,59	5,93	6,58
51	12,70	8,57	127,32	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
52	12,70	8,60	127,33	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
53	12,70	8,57	127,33	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
54	12,70	8,60	127,32	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
55	12,70	8,55	127,32	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
56	12,70	8,56	127,32	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

57	12,70	8,55	127,33	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
58	12,60	8,50	127,31	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
59	12,60	8,53	127,32	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
60	12,60	8,50	127,33	4,30	104,31	16,48	8,63	0,16	9,51	1,32	3,57	5,89	6,33
61	12,60	8,48	127,33	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
62	12,60	8,55	127,32	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
63	12,60	8,53	127,33	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
64	12,60	8,55	127,36	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
65	12,60	8,54	127,35	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
66	12,60	8,52	127,37	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
67	12,60	8,54	127,39	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
68	12,60	8,55	127,39	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
69	12,60	8,57	127,38	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
70	12,60	8,55	127,37	4,40	120,78	16,76	9,17	0,14	9,37	1,32	3,55	5,94	6,28
71	12,60	8,56	127,36	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
72	12,60	8,61	127,34	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
73	12,60	8,58	127,36	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
74	12,60	8,58	127,37	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
75	12,60	8,56	127,36	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
76	12,60	8,59	127,36	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
77	12,60	8,40	127,37	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
78	12,60	8,48	127,38	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
79	12,60	8,43	127,38	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
80	12,60	8,43	127,39	4,60	111,63	16,78	8,83	0,18	8,92	1,37	3,55	5,91	7,55
81	12,60	8,43	127,39	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
82	12,60	8,51	127,39	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
83	12,60	8,57	127,40	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

84	12,60	8,56	127,43	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
85	12,60	8,52	127,43	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
86	12,60	8,54	127,41	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
87	12,60	8,55	127,46	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
88	12,60	8,54	127,44	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
89	12,60	8,52	127,47	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
90	12,60	8,51	127,47	8,00	168,97	16,21	10,36	0,14	9,58	1,43	3,54	6,01	5,23
91	12,60	8,57	127,50	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
92	12,60	8,52	127,54	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
93	12,60	8,49	127,83	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
94	12,60	8,50	128,02	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
95	12,60	8,44	128,15	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
96	12,60	8,50	128,28	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
97	12,60	8,58	128,48	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
98	12,60	8,56	128,56	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
99	12,60	8,55	129,71	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
100	12,60	8,51	129,84	8,50	122,61	16,54	8,26	0,12	10,04	1,39	3,51	6,07	8,83
101	12,60	8,49	130,15	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
102	12,60	8,47	130,41	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
103	12,60	8,22	130,67	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
104	12,60	8,18	131,88	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
105	12,60	7,80	132,44	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
106	12,60	8,15	132,78	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
107	12,60	8,04	132,91	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
108	12,60	8,71	133,45	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
109	12,60	8,83	133,84	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
110	12,60	8,44	135,11	8,48	130,12	16,57	7,92	0,11	9,65	1,50	3,50	6,15	6,72

	111	12,60	8,72	136,20	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	112	12,60	8,70	136,44	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	113	12,60	8,68	137,19	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	114	12,50	8,65	214,48	8,50	147,01	16,17	7,76	0,13	9,99	1,52	3,55	6,21	8,10
	Máximo	26,30	9,97	214,48	8,50	168,97	17,49	10,36	0,18	10,73	2,01	3,78	7,06	17,03
	Mínimo	12,50	7,80	120,34	1,70	45,14	15,93	6,82	0,11	8,51	1,19	2,79	5,07	3,76
	Média±DP	13,60±2,60	8,70±0,42	129,74±8,88	4,91±2,45	91,32±33,31	16,49±0,38	8,13±0,86	0,13±0,02	9,75±0,76	1,41±0,16	3,49±0,22	6,03±0,44	7,92±3,48
	Mediana	12,70	8,56	127,40	4,25	83,88	16,44	7,97	0,12	9,98	1,38	3,55	5,94	6,81
Total	Máximo	26,30	10,51	214,48	9,60	168,97	17,49	12,59	0,18	13,95	2,01	3,95	7,71	34,81
	Mínimo	12,30	7,25	115,10	0,80	37,82	15,34	6,69	0,09	8,23	0,54	2,79	5,07	1,19
	Média±DP	13,20±1,70	8,60±0,75	127,12±4,79	3,69±1,95	56,55±19,68	16,39±0,32	7,68±0,72	0,12±0,01	11,14±1,25	1,22±0,27	3,59±0,24	6,67±0,51	11,09±7,42
	Mediana	12,60	8,49	126,58	3,30	52,46	16,34	7,60	0,12	11,37	1,28	3,63	6,73	9,87

Tabela A.4 | Composição química elementar na Ribeira Quente ao longo das várias campanhas de amostragem

Amost.	Pont.	M	P	T (°C)	pH	Cond. (µS/cm)	CO ₂ (mg/L)	HCO ₃ (mg/L)	Cl (mg/L)	SO ₄ (mg/L)	F (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	Mg (mg/L)	Ca (mg/L)	SiO ₂ (mg/L)
1	RQ13	648446	4182262	14,40	7,20	219,00	3,10	81,13	15,25	5,07	0,43	21,10	7,62	3,05	6,93	19,49
	RQ11	647857	4181216	17,50	6,21	198,90	14,70	81,74	16,18	4,36	0,50	19,21	6,80	2,52	5,45	57,03
	RQ16	649098	4181728	19,30	6,62	304,00	11,00	134,20	24,83	6,46	0,57	31,56	8,64	3,74	8,31	46,97
	RQ25	650184	4181847	19,70	6,84	348,00	15,50	148,23	24,17	7,12	0,65	37,19	9,12	4,48	11,30	50,44
	RQ34	649735	4178412	24,70	7,33	1066,00	10,90	350,14	113,09	32,19	1,81	119,52	24,25	10,12	44,40	60,87
	RQ36	649969	4177818	19,50	7,30	419,00	5,90	176,90	28,66	8,46	1,60	40,47	10,39	4,09	12,86	53,50
	Máximo			24,70	7,33	1066,00	15,50	350,14	113,09	32,19	1,81	119,52	24,25	10,12	44,40	60,87
	Mínimo			14,40	6,21	198,90	3,10	81,13	15,25	4,36	0,43	19,21	6,80	2,52	5,45	19,49
	Média±DP			19,18 ±3,36	6,92 ±0,45	425,82 ±324,05	10,18 ±4,87	162,06 ±99,56	37,03 ±37,63	10,61 ±10,67	0,93 ±0,61	44,84 ±37,55	11,14 ±6,54	4,67 ±2,76	14,88 ±14,72	48,05 ±14,81
	Mediana			19,40	7,02	326,00	10,95	141,22	24,50	6,79	0,61	34,38	8,88	3,92	9,81	51,97
2	RQ2	646356	4182302	16,50	6,20	358,00	20,50	133,60	24,89	10,76	0,40	10,47	14,90	3,75	3,35	3,51
	RQ3	647259	4182876	16,20	7,30	174,00	5,60	64,70	12,42	5,50	0,48	19,43	8,54	1,51	4,17	48,05
	RQ4	648872	4183300	16,70	7,60	155,00	3,10	50,63	16,29	3,65	0,00	15,27	4,32	1,94	4,43	40,19
	RQ5	648930	4183288	16,50	7,54	164,00	1,90	53,68	17,01	3,96	0,35	14,49	11,06	1,83	4,52	31,06
	RQ6	649250	4183056	18,70	7,70	165,00	1,40	62,80	16,43	4,62	0,36	15,17	9,70	2,13	5,51	41,95
	RQ7	646345	4182671	16,30	6,80	270,00	8,60	72,60	31,33	3,34	0,25	13,48	5,42	3,84	15,46	11,82
	RQ8	649088	4183132	17,00	8,10	150,00	3,00	69,50	16,18	4,1	0,33	14,95	10,01	2,33	5,77	31,53
	RQ9	647306	4181857	16,40	7,70	188,00	0,20	86,00	14,59	4,28	0,54	19,52	19,50	1,38	2,98	49,00
	RQ10	648039	4181570	32,50	6,50	470,00	23,60	115,30	53,84	9,7	0,84	53,47	6,90	3,62	16,58	80,05
	RQ11	647790	4181161	21,90	7,10	156,00	2,70	58,60	13,67	4,06	0,37	15,28	9,69	2,26	3,24	n.d.
	RQ12	648604	4181982	16,10	6,78	227,00	8,10	102,50	15,34	5,25	0,42	21,48	12,81	3,14	6,66	34,18
	RQ13	648436	4182281	16,20	7,60	220,00	1,70	89,10	15,28	5,06	0,43	21,38	11,69	2,65	5,56	33,37

3	RQ14	648140	4181628	24,70	7,10	227,00	3,20	64,70	20,89	5,16	0,47	25,71	10,48	2,43	5,24	n.d.
	RQ15	648809	4181802	16,10	6,80	227,00	9,10	92,72	21,71	5,36	0,52	26,91	6,36	2,47	5,36	23,97
	RQ16	649102	4181725	21,60	6,90	271,00	10,60	102,50	21,74	5,75	0,52	30,98	13,42	3,02	7,44	16,64
	RQ17	649442	4181789	22,00	6,40	308,00	13,60	186,70	24,25	6,22	0,64	39,20	13,26	3,23	8,59	26,88
	RQ18	649531	4181987	22,00	6,70	311,00	19,10	148,80	24,03	6,44	0,62	34,74	13,42	3,30	8,36	19,62
	RQ19	649316	4182141	19,00	5,80	292,00	49,80	107,40	16,17	5,17	0,89	22,43	20,87	1,01	5,99	97,78
	RQ20	649543	4182018	35,70	6,40	421,00	16,60	165,90	20,09	46,89	1,41	42,88	15,39	1,86	15,10	126,73
	RQ21	649947	4182039	22,70	6,60	320,00	10,60	127,50	23,38	7,03	0,65	35,18	5,83	2,56	8,47	61,43
	RQ23	650041	4182215	17,40	7,50	167,00	5,30	137,25	16,50	3,72	0,36	19,77	15,22	2,14	6,89	59,42
	RQ25	650181	4181855	22,90	6,80	315,00	8,20	107,40	21,86	6,15	0,56	34,79	23,13	3,57	12,91	66,58
	RQ26	650549	4181205	24,40	7,10	339,00	4,40	170,80	23,80	7,80	0,90	52,96	10,33	2,92	12,62	67,20
	RQ27	649144	4179362	21,50	7,50	353,00	2,80	169,00	25,40	7,51	1,30	50,91	9,08	3,23	15,31	67,71
	RQ28	649193	4179725	17,60	7,70	631,00	3,20	159,20	37,45	11,43	9,13	122,29	6,95	2,58	10,81	73,04
	RQ29	649858	4180125	21,30	7,80	327,00	0,50	147,60	23,41	7,16	0,93	44,80	14,36	2,93	9,43	65,88
	RQ30	649129	4179017	21,50	7,50	353,00	11,10	111,00	25,40	7,51	1,30	50,91	9,08	3,23	15,31	67,71
	RQ31	649556	4178556	24,00	7,70	366,00	5,60	114,70	26,82	8,69	1,48	53,43	9,93	3,22	14,95	69,71
	RQ32	649102	4178896	18,50	7,30	874,00	12,60	214,10	40,72	7,84	7,98	159,96	16,99	3,98	24,39	90,65
	RQ34	649678	4178523	22,10	7,70	386,00	0,40	180,60	26,36	7,63	1,47	58,74	13,85	3,10	15,78	72,34
	RQ35	649844	4178012	22,00	8,03	385,00	----	211,06	26,49	7,91	1,46	51,42	9,86	3,00	16,01	68,88
	RQ36	649966	4177817	22,10	8,00	385,00	0,20	168,36	26,14	7,68	1,42	50,81	9,42	3,01	14,14	69,27
	Máximo			35,70	8,10	874,00	49,80	214,10	53,84	46,89	9,13	159,96	23,13	3,98	24,39	126,73
	Mínimo			16,10	5,80	150,00	0,20	50,63	12,42	3,34	0,00	10,47	4,32	1,01	2,98	3,51
	Média±DP			20,63 ±4,56	7,20 ±0,58	311,09 ±148,99	8,62 ±9,91	120,20 ±47,33	23,11 ±8,71	7,60 ±7,46	1,21 ±1,98	38,85 ±31,11	11,62 ±4,45	2,72 ±0,74	9,73 ±5,31	53,87 ±27,76
	Mediana			21,40	7,30	309,50	5,60	112,85	21,86	6,19	0,59	32,86	10,41	2,93	8,42	60,43
3	RQ2	646356	4182302	15,90	6,30	536,00	69,40	170,20	38,75	5,95	0,22	12,23	34,30	4,23	22,53	14,99
	RQ3	647259	4182876	15,00	6,80	187,90	11,50	72,60	13,25	3,87	0,47	20,74	12,27	1,77	4,11	58,82

RQ4	648872	4183300	16,10	7,00	162,90	4,40	61,60	16,60	3,72	0,36	18,30	9,50	2,17	4,80	67,52
RQ5	648930	4183288	15,20	7,10	132,10	4,00	47,60	14,80	3,13	0,22	12,15	4,04	2,66	5,44	55,02
RQ6	649250	4183056	16,00	7,20	162,60	4,80	64,10	16,04	3,83	0,32	15,87	6,06	2,56	5,65	63,68
RQ7	646345	4182671	15,30	7,00	101,20	29,30	393,50	109,59	3,89	0,33	25,06	18,25	22,51	41,99	43,74
RQ8	649088	4183132	15,10	7,30	150,10	4,60	56,70	16,03	3,72	0,31	14,53	5,34	2,40	5,02	61,83
RQ9	647306	4181857	17,40	7,80	131,10	4,00	69,50	14,45	4,82	0,56	22,53	9,97	1,42	3,02	76,33
RQ10	648039	4181570	34,40	6,50	461,00	29,40	185,40	50,65	9,13	0,82	33,20	14,89	4,04	20,84	105,08
RQ11	647790	4181161	22,50	7,60	159,30	2,90	68,90	15,20	4,13	0,52	20,67	6,77	2,46	3,48	25,98
RQ12	648604	4181982	16,30	6,50	215,00	18,10	85,40	15,02	4,80	0,39	22,99	11,24	3,38	6,28	64,84
RQ13	648436	4182281	15,40	7,70	216,00	5,40	87,80	15,78	4,95	0,45	24,12	17,79	3,07	5,67	64,25
RQ14	648140	4181628	26,50	7,20	236,00	9,50	107,40	29,63	6,00	0,59	38,15	11,87	2,97	7,12	55,51
RQ15	648809	4181802	16,10	7,30	213,00	6,70	83,60	15,17	4,91	0,40	22,84	10,19	3,36	6,18	62,08
RQ16	649102	4181725	21,70	6,60	294,00	23,00	127,50	24,17	6,02	0,53	37,15	13,24	3,59	8,27	63,14
RQ17	649442	4181789	24,00	6,30	370,00	35,60	150,70	27,67	6,47	0,74	26,96	10,47	3,98	16,45	71,03
RQ18	649531	4181987	23,70	6,40	356,00	26,60	150,10	27,69	6,98	0,70	23,18	10,36	3,83	12,26	68,12
RQ19	649316	4182141	19,90	5,90	234,00	43,60	97,60	16,86	5,33	1,06	31,85	13,38	0,88	5,26	88,14
RQ20	649543	4182018	38,50	6,40	421,00	32,30	144,00	22,07	49,55	1,41	40,05	17,59	2,02	20,45	127,73
RQ21	649947	4182039	23,60	6,40	364,00	30,80	161,00	27,73	7,86	0,75	24,68	10,17	3,48	13,04	75,90
RQ23	650041	4182215	17,00	6,40	364,00	30,90	161,00	27,58	7,63	0,74	30,70	10,90	3,36	14,60	75,52
RQ25	650181	4181855	22,80	6,60	342,00	24,10	154,30	29,33	7,07	0,65	27,85	10,80	4,21	16,29	68,40
RQ26	650549	4181205	27,60	7,00	494,00	19,90	221,40	30,06	15,73	1,91	53,39	14,37	3,81	16,80	84,44
RQ27	649144	4179362	21,70	7,40	396,00	9,50	171,40	27,22	7,91	1,43	38,17	10,48	4,11	18,41	73,58
RQ28	649193	4179725	17,40	7,60	634,00	8,10	292,80	37,23	11,57	9,42	33,22	8,00	3,08	8,76	68,50
RQ29	649858	4180125	21,60	7,80	365,00	5,60	162,30	26,23	7,62	0,96	26,14	9,95	3,88	14,05	72,15
RQ30	649129	4179017	21,20	7,70	407,00	6,10	175,70	27,62	8,58	1,51	25,90	9,75	4,13	19,25	73,65
RQ31	649556	4178556	24,50	6,70	510,00	21,10	219,00	37,25	13,45	1,73	51,97	10,32	5,35	26,72	77,82
RQ32	649102	4178896	15,60	7,50	854,00	12,90	464,20	46,24	6,53	0,72	133,65	11,98	4,43	25,25	82,14

4	RQ34	649678	4178523	25,00	7,20	554,00	14,20	244,00	43,96	12,77	1,82	48,21	11,06	5,45	26,56	82,34
	RQ35	649844	4178012	22,80	7,60	429,00	7,30	200,10	16,40	5,18	0,52	34,42	11,35	4,29	13,22	75,73
	RQ36	649966	4177817	22,80	7,80	432,00	5,00	189,70	28,80	8,03	1,72	44,76	10,26	3,89	18,68	75,85
	Máximo			38,5081	7,80	854,00	69,40	464,20	109,59	49,55	9,42	133,65	34,30	22,51	41,99	127,73
	Mínimo			15,00	5,90	101,20	2,90	47,60	13,25	3,13	0,22	12,15	4,04	0,88	3,02	14,99
	Média±DP			20,89	7,02	340,13	17,52	157,53	28,28	8,16	1,07	32,36	11,78	3,96	13,64	69,50
				±5,64	±0,55	±170,91	±14,91	±93,94	±17,96	±8,14	±1,60	±21,40	±5,23	±3,54	±8,96	±19,81
	Mediana			21,40	7,05	360,00	12,20	152,50	27,40	6,25	0,68	26,55	10,64	3,54	13,13	69,77
	RQ2	646356	4182302	15,10	6,70	122,60	4,50	23,90	18,53	3,42	0,18	9,13	8,08	2,35	4,38	13,11
	RQ3	647259	4182876	15,80	6,30	164,50	4,20	53,30	18,44	4,47	0,38	15,71	11,80	1,87	5,29	37,62
	RQ4	648872	4183300	15,80	7,50	154,00	8,30	58,30	16,21	3,98	0,32	15,86	11,22	1,94	4,32	56,31
	RQ5	648930	4183288	15,20	7,40	127,50	8,20	43,60	15,22	3,24	0,25	13,10	5,72	2,25	4,45	51,69
	RQ6	649250	4183056	15,90	7,30	160,50	7,80	57,00	8,28	2,39	0,24	16,58	8,43	2,16	5,21	56,60
	RQ7	646345	4182671	15,20	6,40	167,70	7,60	63,00	17,51	2,37	0,24	11,80	16,13	2,84	7,18	18,20
	RQ8	649088	4183132	15,60	7,20	145,80	9,20	47,90	16,40	3,65	0,30	14,34	9,13	2,05	4,51	45,76
	RQ9	647306	4181857	16,60	7,70	178,40	11,00	67,10	14,81	4,43	0,53	19,74	10,21	1,51	2,99	55,64
	RQ10	648039	4181570	30,30	6,60	444,00	7,20	62,80	49,54	10,06	0,81	47,27	12,57	3,78	18,86	87,03
	RQ11	647790	4181161	16,50	6,80	149,50	12,10	68,70	13,47	3,97	0,36	16,06	9,70	2,24	3,09	13,30
	RQ12	648604	4181982	15,70	6,60	218,00	17,60	88,10	14,35	4,75	0,38	22,47	13,58	3,40	6,26	87,03
	RQ13	648436	4182281	15,50	6,90	212,00	10,10	87,40	15,56	4,76	0,40	24,87	10,76	2,85	5,32	60,10
	RQ14	648140	4181628	19,80	6,70	204,00	6,60	68,50	20,69	4,99	0,45	27,48	11,32	2,53	5,20	34,66
	RQ15	648809	4181802	18,80	6,50	259,00	28,60	68,10	20,73	5,64	0,51	30,97	13,35	3,29	7,78	35,89
	RQ16	649102	4181725	19,30	6,40	256,00	19,60	67,00	14,49	4,27	0,40	30,87	13,88	3,16	7,15	39,06
	RQ17	649442	4181789	20,70	6,40	319,00	28,00	102,20	24,47	5,90	0,65	40,72	15,86	3,28	8,61	48,90
	RQ18	649531	4181987	20,60	7,00	301,00	23,10	117,90	23,98	6,44	0,63	37,99	12,69	3,36	8,72	50,22
	RQ19	649316	4182141	17,70	5,90	220,00	62,30	832,00	15,52	5,51	0,80	27,31	16,86	0,89	5,30	80,82
	RQ20	649543	4182018	35,00	6,40	421,00	41,80	127,10	20,00	53,94	1,38	36,30	16,88	2,13	16,75	110,71
	RQ21	649947	4182039	20,90	6,80	314,00	7,50	1147,40	23,91	7,25	0,65	40,47	14,28	2,88	8,62	57,05



	RQ23	650041	4182215	16,20	7,20	162,60	22,40	625,30	16,06	3,71	0,31	15,63	9,21	2,28	6,70	54,05
	RQ25	650181	4181855	19,60	6,40	280,00	28,60	1136,40	21,64	6,13	0,54	35,58	11,37	3,14	8,79	55,58
	RQ26	650549	4181205	21,70	6,90	312,00	8,70	1282,80	23,56	7,34	0,89	41,69	8,90	3,12	12,11	60,11
	RQ27	649144	4179362	18,20	6,60	440,00	10,80	199,00	28,52	8,95	2,68	65,85	10,44	3,83	16,65	65,96
	RQ28	649193	4179725	17,40	7,10	550,00	8,00	---	34,98	10,26	7,96	98,67	9,98	3,50	18,63	64,92
	RQ29	649858	4180125	20,30	7,40	353,00	9,10	1453,00	25,55	8,13	1,41	46,16	11,28	2,89	11,32	63,49
	RQ30	649129	4179017	18,60	7,50	475,00	5,00	212,00	29,64	8,81	3,04	70,98	10,01	3,85	20,27	69,49
	RQ31	649556	4178556	19,50	6,90	437,00	7,80	174,90	40,49	11,05	1,48	52,25	10,18	3,83	14,74	66,68
	RQ32	649102	4178896	16,80	7,10	842,00	8,70	75,20	39,40	7,69	7,61	144,76	12,30	4,19	25,20	80,65
	RQ34	649678	4178523	19,30	7,70	425,00	7,10	163,50	33,14	9,65	1,29	48,08	11,26	3,92	18,15	62,50
	RQ35	649844	4178012	18,00	7,70	359,00	8,20	156,80	24,86	6,98	1,26	42,08	8,73	3,30	17,16	53,87
	RQ36	649966	4177817	17,90	6,60	364,00	10,50	156,30	25,79	7,40	1,30	43,94	9,60	3,48	15,94	53,73
	Máximo			35,00	7,70	842,00	62,30	1453,00	49,54	53,94	7,96	144,76	16,88	4,19	25,20	110,71
	Mínimo			15,10	5,90	122,60	4,20	23,90	8,28	2,37	0,18	9,13	5,72	0,89	2,99	13,11
	Média±DP			18,73 ±4,18	6,89 ±0,47	298,07 ±154,43	14,38 ±12,43	286,66 ±416,26	22,68 ±9,06	7,59 ±8,94	1,24 ±1,84	37,65 ±27,64	11,43 ±2,66	2,88 ±0,79	10,18 ±6,08	55,96 ±20,91
	Mediana			17,95	6,85	269,50	8,90	88,10	20,71	5,64	0,59	33,28	11,24	3,01	8,20	55,98
5	RQ2	646356	4182302	8,30	6,10	306,00	6,20	64,70	45,95	4,84	0,15	14,72	10,60	2,46	13,41	N.D..
	RQ3	647259	4182876	10,10	7,20	186,00	5,20	52,50	25,45	5,56	0,36	20,39	6,68	1,28	5,92	30,37
	RQ4	648872	4183300	11,70	6,60	166,50	3,40	54,90	16,89	3,81	0,34	16,97	6,41	2,14	4,28	50,71
	RQ5	648930	4183288	12,10	6,30	133,30	5,90	50,60	15,15	3,19	0,25	12,85	5,01	2,58	4,71	38,59
	RQ6	649250	4183056	12,50	6,30	171,80	3,50	59,80	16,89	4,28	0,34	16,85	5,82	2,52	5,49	49,85
	RQ7	646345	4182671	9,00	6,90	191,50	24,70	62,20	23,03	4,46	0,25	13,06	9,66	2,35	7,41	26,69
	RQ8	649088	4183132	11,80	6,10	155,20	7,60	50,02	16,39	3,67	0,31	15,19	5,45	2,25	4,41	45,59
	RQ9	647306	4181857	12,30	6,50	184,20	6,10	52,50	16,33	3,66	0,31	20,53	8,73	1,42	2,92	59,71
	RQ10	648039	4181570	30,70	6,40	434,00	34,40	197,60	47,93	9,31	0,74	39,92	12,33	3,40	8,78	92,08
	RQ11	647790	4181161	15,00	6,50	149,60	5,80	62,20	12,80	12,80	0,33	17,27	4,54	2,72	2,91	6,28
	RQ12	648604	4181982	15,30	6,40	233,00	15,10	102,50	14,98	4,82	0,40	23,21	8,58	3,78	6,17	57,20

	RQ13	648436	4182281	14,10	7,60	220,00	3,60	81,70	15,43	4,77	0,41	22,66	9,83	3,29	5,11	58,40
	RQ14	648140	4181628	18,40	6,40	216,00	8,60	86,60	20,60	4,88	0,44	24,86	8,93	3,73	4,82	8,89
	RQ15	648809	4181802	17,70	7,30	256,00	6,40	100,00	19,98	5,28	0,46	30,00	9,56	3,90	6,52	41,15
	RQ16	649102	4181725	18,00	6,70	255,00	11,40	119,60	20,65	5,78	0,47	30,42	10,95	3,89	6,47	39,94
	RQ17	649442	4181789	19,60	6,40	318,00	22,20	153,10	23,22	5,84	0,62	41,67	12,60	4,38	7,69	55,15
	RQ18	649531	4181987	19,30	6,50	303,00	19,40	134,80	22,65	5,87	0,61	37,22	11,49	4,26	7,29	75,95
	RQ19	649316	4182141	15,60	6,00	227,00	32,20	74,40	15,87	6,05	0,81	28,27	12,33	1,00	4,50	111,24
	RQ20	649543	4182018	31,70	6,30	419,00	34,80	169,00	19,86	47,13	1,33	39,52	20,33	1,69	11,89	141,77
	RQ21	649947	4182039	19,80	6,50	309,00	18,80	131,80	23,02	7,40	0,63	39,01	13,24	3,72	7,23	76,67
	RQ23	650041	4182215	13,70	7,60	168,00	10,10	68,90	16,06	3,68	0,32	15,89	4,54	1,97	6,44	77,05
	RQ25	650181	4181855	18,50	6,60	298,00	14,70	119,60	21,81	6,27	0,57	36,19	10,62	3,66	8,35	77,39
	RQ26	650549	4181205	19,20	7,10	318,00	4,90	151,30	22,85	7,16	0,77	41,92	10,69	4,22	8,78	82,17
	RQ27	649144	4179362	17,40	7,20	485,00	12,70	225,70	31,18	9,75	3,61	61,63	11,53	6,12	12,91	91,17
	RQ28	649193	4179725	16,60	7,20	560,00	15,60	245,20	37,09	10,81	8,79	96,18	8,05	2,94	10,38	86,32
	RQ29	649858	4180125	18,00	7,60	365,00	6,20	158,00	26,44	8,65	1,87	43,77	12,31	2,34	12,76	85,40
	RQ30	649129	4179017	17,20	7,50	525,00	14,70	233,00	31,36	9,09	3,77	76,27	13,02	6,53	12,95	92,73
	RQ31	649556	4178556	18,70	7,40	366,00	5,60	174,50	25,40	7,78	1,46	42,01	10,33	4,28	11,34	83,67
	RQ32	649102	4178896	16,10	7,10	820,00	11,80	245,80	38,25	7,66	7,20	130,01	15,42	3,99	24,01	99,86
	RQ34	649678	4178523	18,80	7,90	368,00	5,20	173,20	25,53	7,54	1,36	44,01	11,02	4,09	12,74	85,43
	RQ35	649844	4178012	19,20	7,60	365,00	2,20	173,20	25,35	7,42	1,35	38,33	10,92	4,36	13,65	80,42
	RQ36	649966	4177817	19,20	8,20	367,00	2,30	168,40	25,45	7,55	1,35	35,60	9,88	3,64	13,34	82,39
	Máximo			31,70	8,20	820,00	34,80	245,80	47,93	47,13	8,79	130,01	20,33	6,53	24,01	141,77
	Mínimo			8,30	6,00	133,30	2,20	50,02	12,80	3,19	0,15	12,85	4,54	1,00	2,91	6,28
	Média ±DP			16,74 ±5,04	6,88 ±0,59	307,47 ±146,39	11,92 ±9,28	124,92 ±62,82	23,75 ±8,65	7,71 ±7,55	1,31 ±1,96	36,45 ±25,09	10,04 ±3,33	3,28 ±1,27	8,61 ±4,41	67,43 ±29,71
	Mediana			17,30	6,65	300,50	8,10	119,60	22,75	5,96	0,59	33,01	10,47	3,52	7,35	76,67
6	RQ2	646356	4182302	14,60	6,70	168,20	10,30	43,30	19,78	5,76	0,44	10,48	21,18	4,36	11,45	4,85
	RQ3	647259	4182876	15,00	7,30	121,50	4,20	44,50	10,22	3,93	0,28	12,84	7,93	2,00	4,55	26,97



RQ4	648872	4183300	15,60	7,60	153,70	3,80	72,00	15,93	3,66	0,30	16,93	5,17	1,71	4,59	50,31
RQ5	648930	4183288	15,00	7,60	144,00	2,80	48,20	14,81	3,12	0,21	13,00	2,83	2,20	5,33	40,84
RQ6	649250	4183056	15,40	7,50	159,70	41,70	90,30	15,95	3,99	0,30	15,81	5,42	2,20	6,03	46,79
RQ7	646345	4182671	14,60	6,70	167,00	13,10	59,80	20,09	3,55	0,19	11,69	7,27	2,90	7,53	28,65
RQ8	649088	4183132	15,20	7,70	144,80	5,20	64,70	16,38	3,48	0,27	14,78	4,32	1,95	5,08	42,74
RQ9	647306	4181857	16,30	8,00	175,00	2,10	74,40	15,16	3,92	0,44	21,58	6,86	1,37	3,48	53,01
RQ10	648039	4181570	38,50	6,30	192,00	33,70	165,90	45,06	9,35	0,76	28,30	11,85	3,31	12,59	84,20
RQ11	647790	4181161	19,00	7,80	150,00	3,70	79,30	13,46	3,92	0,31	17,42	4,62	2,40	3,60	2,89
RQ12	648604	4181982	16,00	7,60	215,00	5,00	115,30	14,92	5,03	0,36	22,34	7,71	3,19	7,35	50,02
RQ13	648436	4182281	15,30	7,50	219,00	3,00	92,10	15,32	4,82	0,42	25,50	7,92	2,62	6,24	52,43
RQ14	648140	4181628	25,00	6,50	285,00	15,00	90,30	27,73	6,95	0,55	35,12	5,93	2,51	7,55	40,59
RQ15	648809	4181802	19,20	6,90	271,00	11,10	114,10	21,50	5,87	0,45	35,87	7,40	3,07	8,53	53,01
RQ16	649102	4181725	20,70	7,00	293,00	15,40	130,50	23,57	6,28	0,52	35,85	7,05	2,91	12,03	52,12
RQ17	649442	4181789	22,30	6,40	254,00	18,10	174,50	25,89	6,65	0,69	37,39	8,63	3,13	12,45	61,40
RQ18	649531	4181987	22,10	6,50	341,00	20,40	161,00	25,75	6,98	0,69	31,62	8,14	3,05	11,54	65,41
RQ19	649316	4182141	18,50	5,10	223,00	22,60	87,80	0,78	6,08	0,86	28,89	9,42	0,77	5,97	83,80
RQ20	649543	4182018	33,90	6,40	414,00	21,30	147,60	19,57	47,99	1,29	39,19	15,85	1,86	13,29	116,04
RQ21	649947	4182039	---	6,90	348,00	13,80	158,60	25,12	7,68	0,68	32,92	8,45	2,85	10,67	67,00
RQ23	650041	4182215	17,80	6,40	164,00	5,80	70,20	15,64	3,59	0,26	15,86	3,85	2,44	7,14	49,69
RQ25	650181	4181855	21,70	7,20	329,00	15,00	151,30	23,20	6,68	0,57	39,04	7,68	3,09	13,49	65,79
RQ26	650549	4181205	20,90	7,30	343,00	9,60	166,50	25,20	8,32	0,99	38,72	7,97	3,09	14,16	70,93
RQ27	649144	4179362	17,40	7,50	670,00	15,50	331,80	0,78	12,36	6,66	111,60	8,31	3,96	21,26	73,44
RQ28	649193	4179725	16,80	7,90	650,00	10,40	272,10	36,59	11,12	9,21	100,89	5,83	2,45	11,33	62,17
RQ29	649858	4180125	17,70	7,60	572,00	9,30	268,40	37,45	14,42	5,74	100,76	7,98	2,79	16,44	81,44
RQ30	649129	4179017	17,20	7,60	697,00	9,00	463,60	37,47	11,09	6,53	113,74	8,81	4,13	22,84	76,09
RQ31	649556	4178556	19,60	7,60	412,00	7,70	204,40	28,68	8,39	1,62	41,67	8,33	3,49	16,83	69,71
RQ32	649102	4178896	15,60	7,30	838,00	16,50	463,60	39,22	7,75	7,91	148,62	10,61	4,14	26,55	80,94

	RQ34	649678	4178523	19,60	7,80	325,00	4,70	213,50	27,30	7,86	1,49	44,87	8,01	3,53	17,29	69,16
	RQ35	649844	4178012	19,60	8,20	410,00	2,70	196,40	27,60	8,01	1,50	41,86	7,86	3,48	14,76	69,51
	RQ36	649966	4177817	19,60	8,20	412,00	2,10	205,00	27,62	7,92	1,54	40,92	7,61	3,39	13,92	69,72
	Máximo			38,50	8,20	838,00	41,70	463,60	45,06	47,99	9,21	148,62	21,18	4,36	26,55	116,04
	Mínimo			14,60	5,10	121,50	2,10	43,30	0,78	3,12	0,19	10,48	2,83	0,77	3,48	2,89
	Média±DP			19,22	7,21	320,65	11,71	156,91	22,30	8,02	1,69	41,44	8,03	2,82	11,12	58,18
				±5,28	±0,68	±185,95	±9,16	±107,66	±10,17	±7,81	±2,50	±34,56	±3,39	±0,82	±5,77	±22,88
	Mediana			17,80	7,40	278,00	9,95	139,05	22,35	6,67	0,63	34,02	7,89	2,91	11,39	61,79
	RQ2	646356	4182302	16,50	6,60	410,00	34,30	83,00	12,07	13,20	0,17	12,26	37,69	4,09	17,68	11,27
	RQ3	647259	4182876	16,10	7,00	171,40	18,70	72,00	1,02	4,78	0,46	20,21	11,73	1,72	5,13	49,33
7	RQ4	648872	4183300	16,30	7,40	187,70	11,60	65,30	16,48	3,85	0,32	17,63	6,58	2,41	5,17	50,69
	RQ5	648930	4183288	14,80	7,70	148,50	19,90	78,70	14,68	3,10	0,21	12,18	3,07	2,65	5,50	42,70
	RQ6	649250	4183056	16,20	7,10	190,90	10,80	707,60	16,11	4,00	0,28	16,03	5,33	2,62	6,01	46,86
	RQ7	646345	4182671	16,20	6,90	470,00	19,10	86,00	50,48	7,25	0,29	22,75	25,15	5,92	13,90	35,31
	RQ8	649088	4183132	15,10	7,70	150,80	18,90	78,70	16,27	3,67	0,27	15,06	5,62	2,48	5,05	45,61
	RQ9	647306	4181857	16,90	7,90	180,40	16,80	85,40	14,47	3,83	0,45	21,08	10,01	1,78	3,61	57,63
	RQ10	648039	4181570	34,70	6,60	471,00	28,60	183,00	50,66	10,75	0,82	59,66	14,42	3,92	13,82	91,01
	RQ11	647790	4181161	21,60	7,90	152,20	15,20	98,80	13,71	3,94	0,35	16,97	5,30	2,70	4,93	7,78
	RQ12	648604	4181982	16,00	7,30	215,00	12,90	133,00	15,08	4,99	0,39	21,09	10,14	3,48	7,95	55,76
	RQ13	648436	4182281	14,90	7,60	236,00	15,60	98,80	15,84	5,05	0,41	23,03	10,88	3,08	6,89	56,36
	RQ14	648140	4181628	24,60	7,20	235,00	12,60	106,10	22,44	5,40	0,49	26,72	8,04	2,91	7,45	30,76
	RQ15	648809	4181802	20,50	7,10	250,00	12,90	133,00	21,62	5,68	0,44	27,54	8,82	3,45	8,70	48,40
	RQ16	649102	4181725	21,40	7,10	260,00	19,80	182,40	21,52	5,74	0,50	27,64	12,35	3,50	12,25	47,93
	RQ17	649442	4181789	23,30	6,80	324,00	32,60	164,10	24,22	6,68	0,65	37,70	10,46	3,64	10,66	56,16
	RQ18	649531	4181987	22,30	6,70	309,00	33,70	140,90	23,65	6,40	0,63	36,76	10,39	3,77	10,69	54,36
	RQ19	649316	4182141	17,80	6,80	224,00	34,90	153,10	16,45	5,49	0,86	25,85	12,72	1,60	6,92	79,69
	RQ20	649543	4182018	33,50	6,30	424,00	51,50	159,80	20,76	45,50	1,35	52,01	19,82	2,70	14,20	115,01
	RQ21	649947	4182039	24,20	6,80	323,00	27,30	144,00	21,82	6,46	0,59	38,26	11,47	3,65	11,17	55,76



	RQ23	650041	4182215	18,90	6,20	159,10	9,80	70,20	15,82	3,59	0,32	14,56	3,23	3,02	7,40	46,17
	RQ25	650181	4181855	23,50	6,40	306,00	10,20	163,50	24,00	6,67	0,61	34,66	7,19	4,08	9,92	55,60
	RQ26	650549	4181205	24,70	7,40	332,00	5,80	153,70	23,78	7,35	0,77	38,05	7,81	3,87	11,21	56,33
	RQ27	649144	4179362	20,80	7,70	502,00	7,10	219,60	32,00	10,40	3,78	73,58	9,67	4,22	11,93	63,56
	RQ28	649193	4179725	17,70	7,80	534,00	4,70	231,80	35,92	11,16	8,99	92,56	6,06	2,91	8,87	57,56
	RQ29	649858	4180125	22,90	7,80	420,00	4,60	164,70	29,12	9,02	2,17	60,02	9,04	3,74	11,04	60,15
	RQ30	649129	4179017	20,00	7,20	595,00	9,40	274,50	34,04	10,36	4,90	89,80	11,06	5,17	16,82	67,37
	RQ31	649556	4178556	32,00	7,40	1233,00	24,70	414,80	173,94	56,62	1,66	161,82	25,78	12,55	58,73	115,46
	RQ32	649102	4178896	18,20	7,40	813,00	4,40	442,90	37,69	7,91	7,59	130,59	12,87	4,68	23,68	74,63
	RQ34	649678	4178523	26,30	7,10	970,00	16,60	377,00	103,22	30,23	1,71	118,36	22,92	10,75	44,06	108,15
	RQ35	649844	4178012	21,40	7,80	381,00	5,60	161,70	25,95	7,46	1,50	46,69	8,36	4,26	12,02	59,65
	RQ36	649966	4177817	21,50	7,80	390,00	6,20	180,00	26,27	7,82	1,48	53,96	7,22	4,25	11,85	58,35
	Máximo			34,70	7,90	1233,00	51,50	707,60	173,94	56,62	8,99	161,82	37,69	12,55	58,73	115,46
	Mínimo			14,80	6,20	148,50	4,40	65,30	1,02	3,10	0,17	12,18	3,07	1,60	3,61	7,78
	Média±DP			20,96 ±5,23	7,20 ±0,49	374,00 ±245,90	17,40 ±11,17	181,50 ±135,35	30,35 ±31,54	10,14 ±11,87	1,42 ±2,08	45,16 ±37,12	11,60 ±7,38	3,92 ±2,25	12,66 ±11,19	58,17 ±24,10
	Mediana			20,65	7,20	316,00	15,40	153,40	22,13	6,57	0,60	31,15	10,08	3,57	10,68	55,96
Total	Máximo			38,50	8,20	1233,00	69,40	1453,00	173,94	56,62	9,42	161,82	37,69	22,51	58,73	141,77
	Mínimo			8,30	5,10	101,20	0,20	23,90	0,78	2,37	0,00	9,13	2,83	0,77	2,91	2,89
	Média±DP			19,52 ±5,11	7,06 ±0,57	328,28 ±183,29	13,51 ±11,47	170,42 ±191,46	25,45 ±17,58	8,28 ±8,71	1,31 ±1,96	38,84 ±29,94	10,76 ±4,84	3,31 ±1,95	11,11 ±7,71	60,17 ±24,51
	Mediana			18,50	7,10	305,00	10,10	133,00	22,85	6,28	0,61	31,27	10,16	3,11	8,74	60,10

ANEXO B

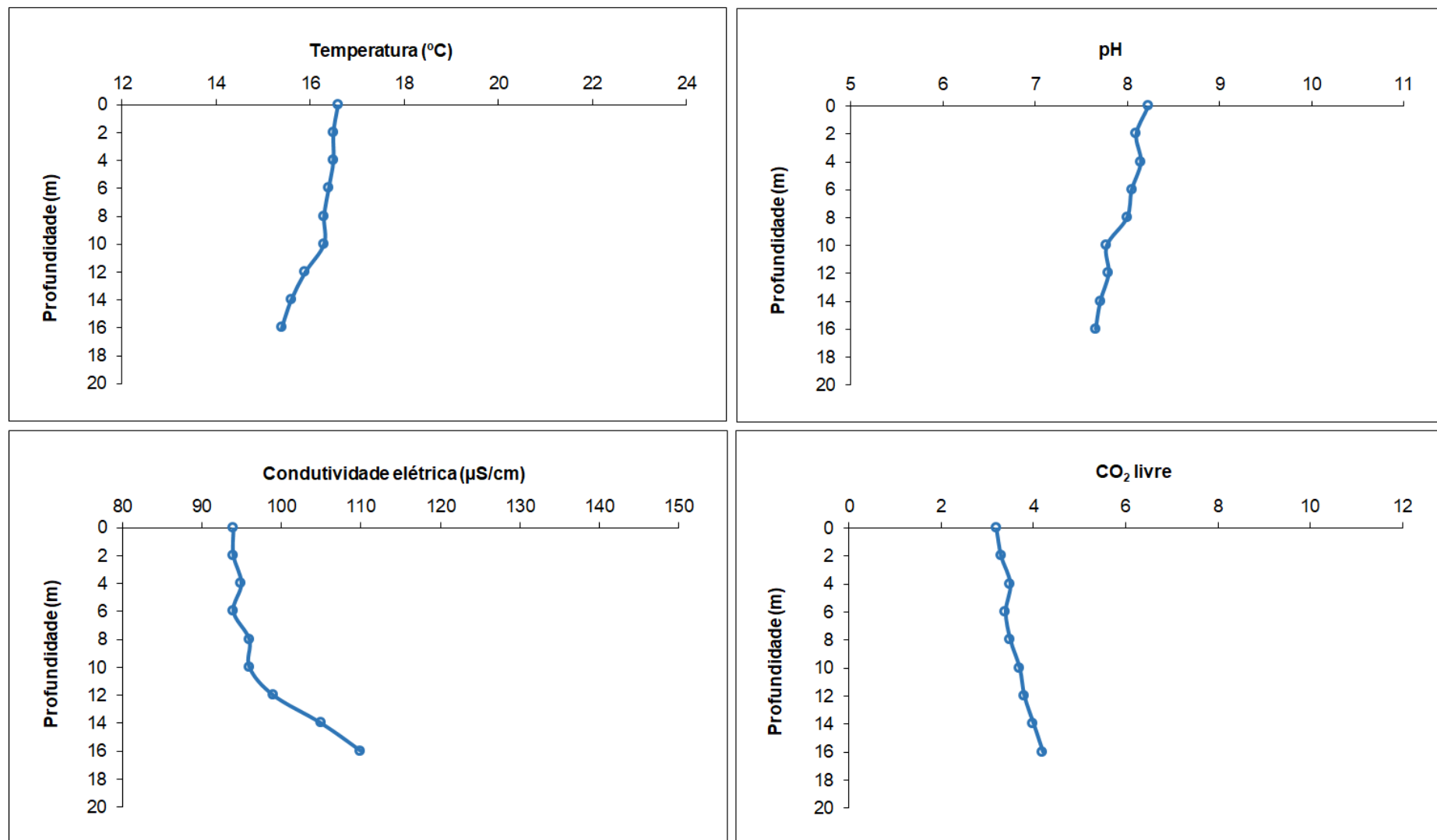


Figura B.1 | Representação da variação ao longo da coluna de água dos principais parâmetros físico-químicos na Lagoa do Congro - 1.^a campanha de amostragem (Temperatura, pH, Condutividade Elétrica e CO₂ Livre.)

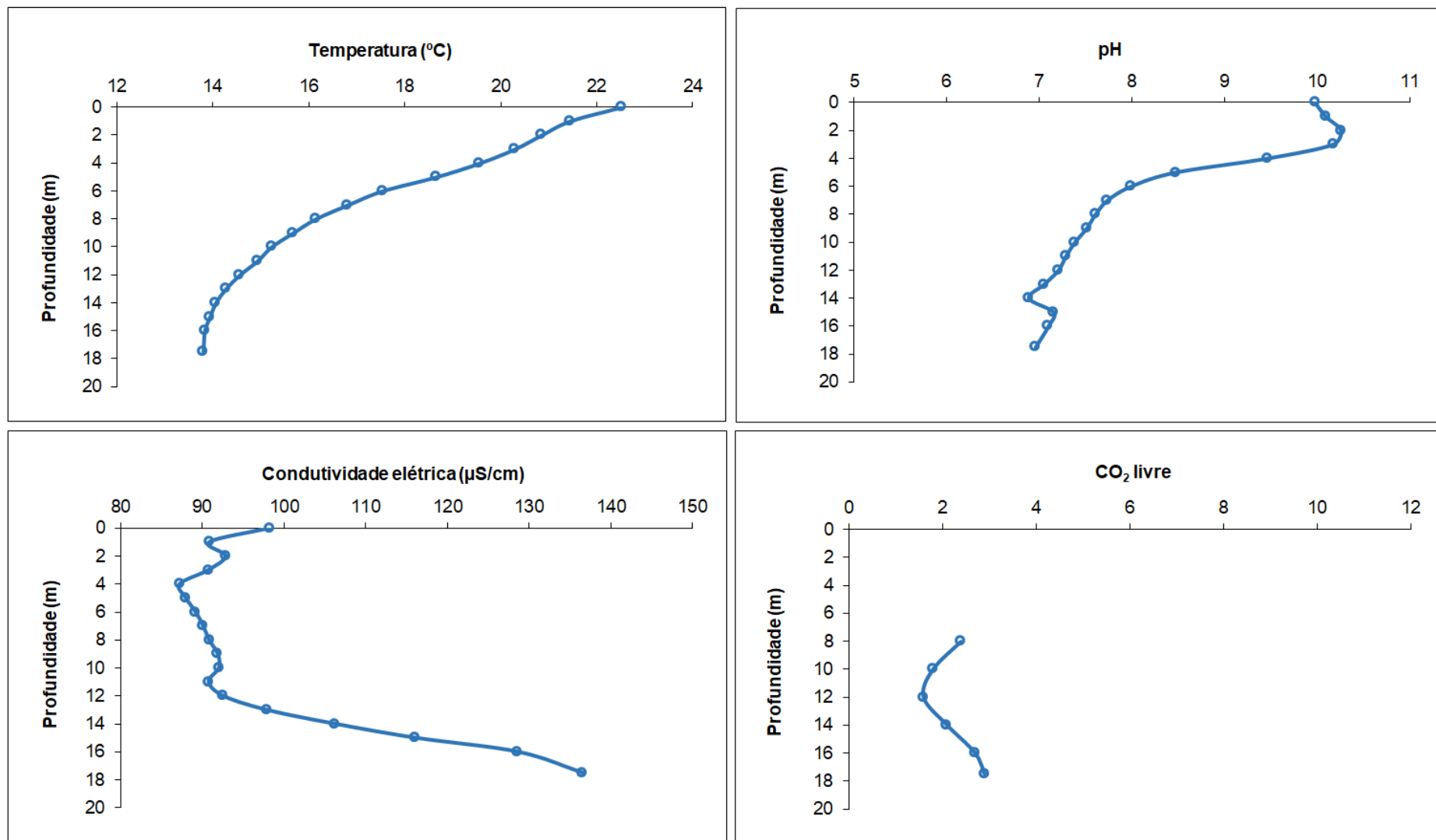


Figura B.2 | Representação da variação ao longo da coluna de água dos principais parâmetros físico-químicos na Lagoa do Congo - 2.^a campanha de amostragem (Temperatura, pH, Condutividade Elétrica e CO₂ Livre.)

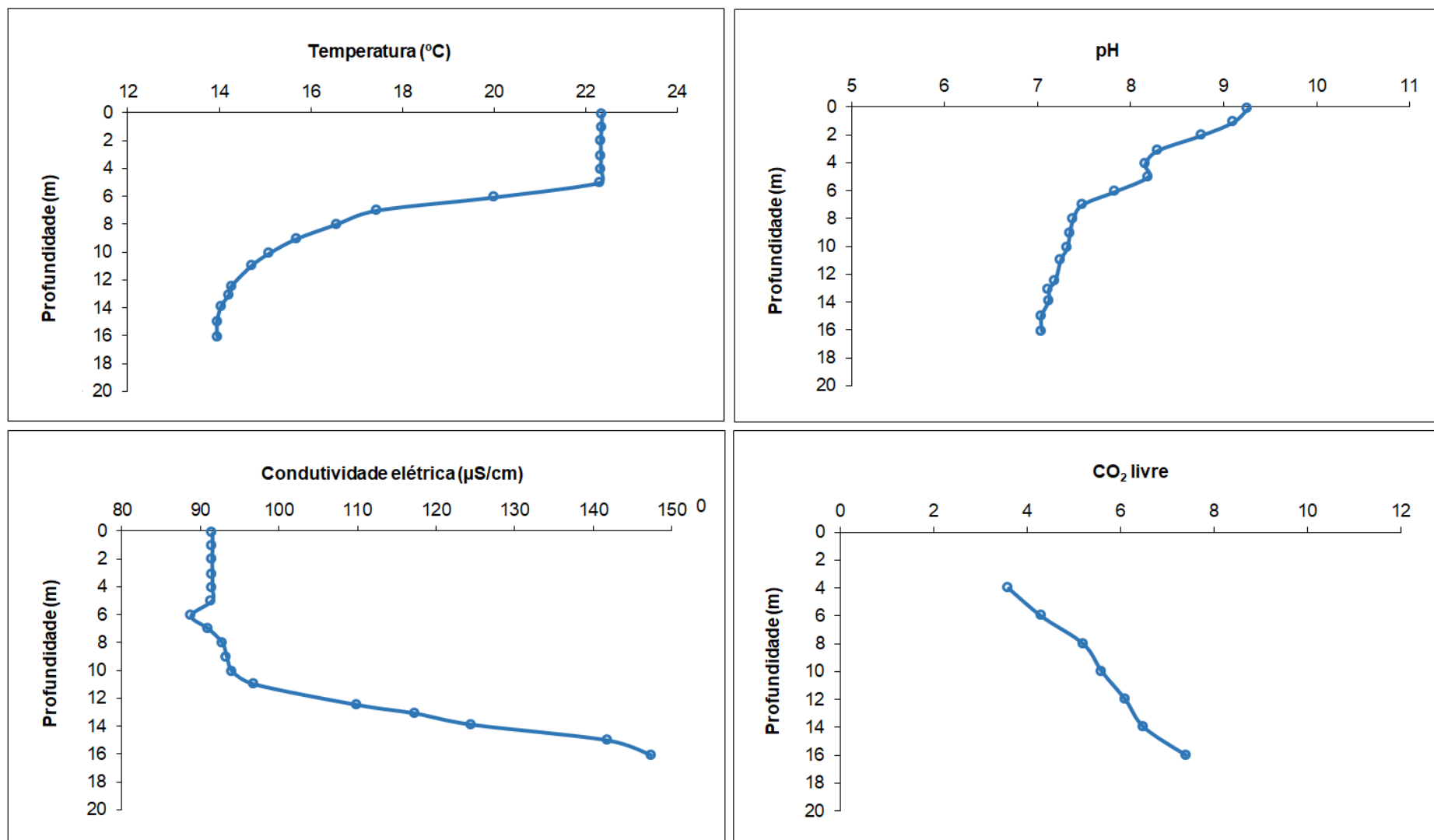


Figura B.3 | Representação da variação ao longo da coluna de água dos principais parâmetros físico-químicos na Lagoa do Congo - 3.^a campanha de amostragem (Temperatura, pH, Condutividade Elétrica e CO₂ Livre.)

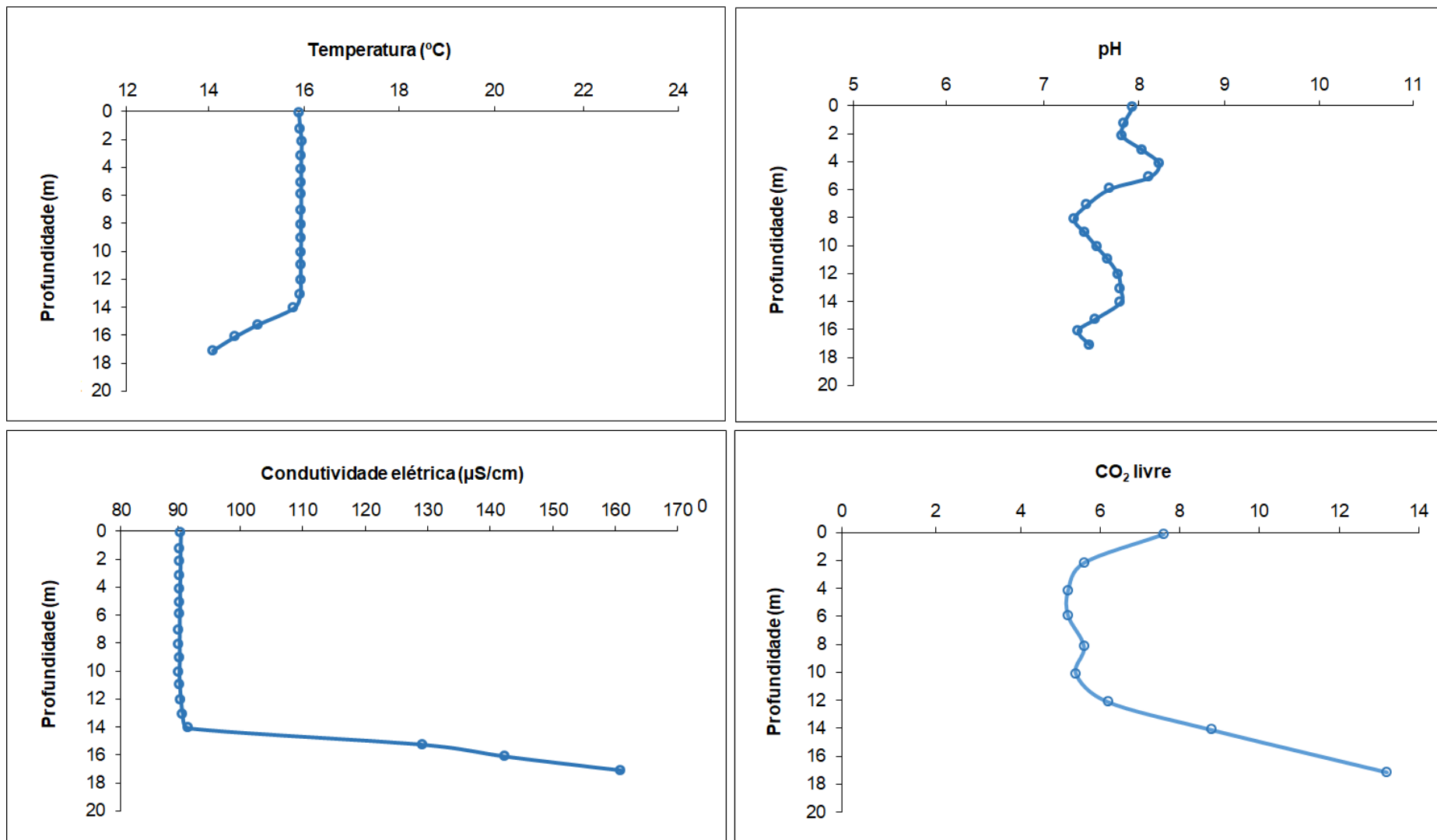


Figura B.4 | Representação da variação ao longo da coluna de água dos principais parâmetros físico-químicos na Lagoa do Congo - 4.^a campanha de amostragem (Temperatura, pH, Condutividade Elétrica e CO₂ Livre.)

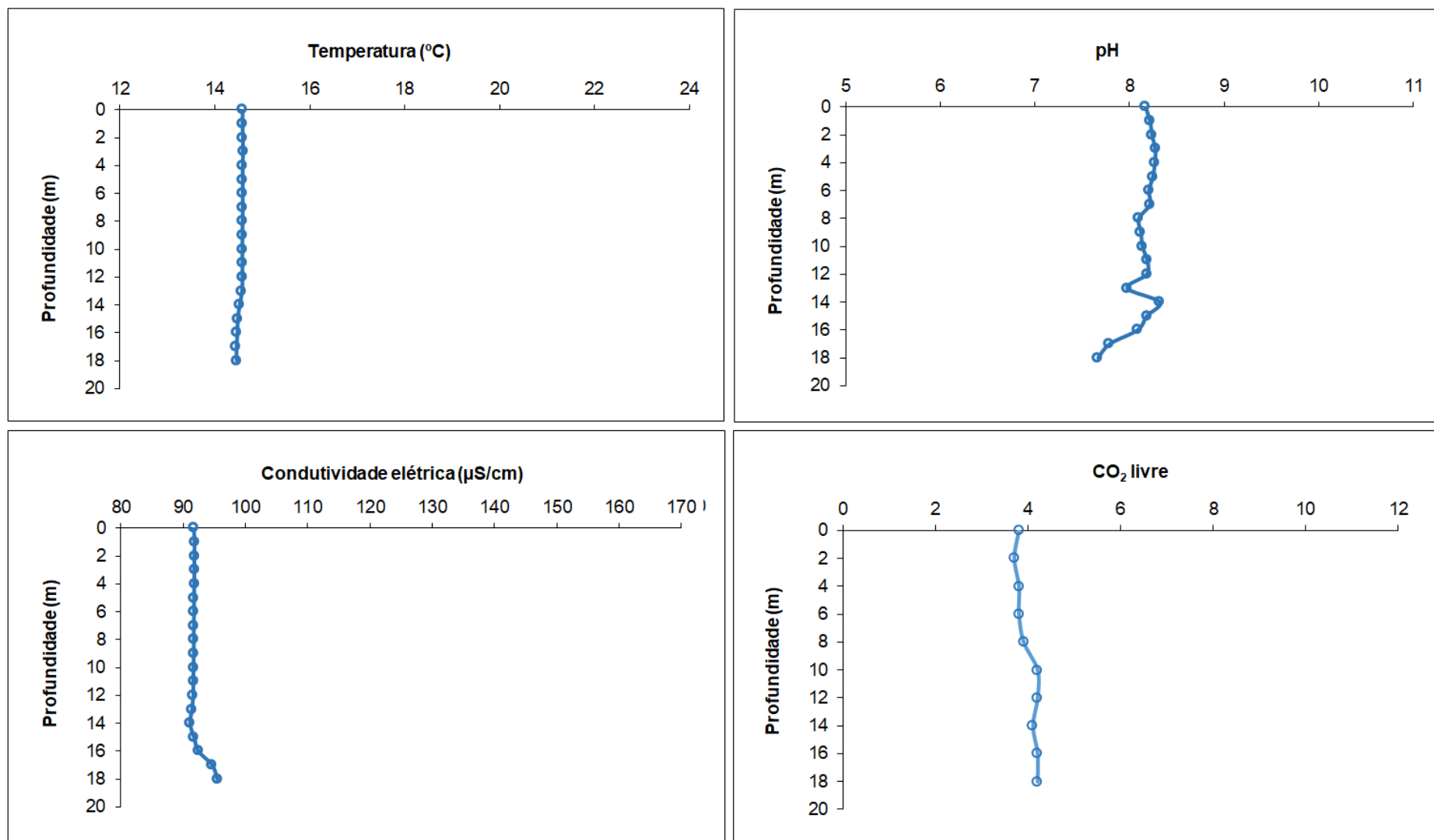


Figura B.5 | Representação da variação ao longo da coluna de água dos principais parâmetros físico-químicos na Lagoa do Congro - 5.^a campanha de amostragem (Temperatura, pH, Condutividade Elétrica e CO₂ Livre.)

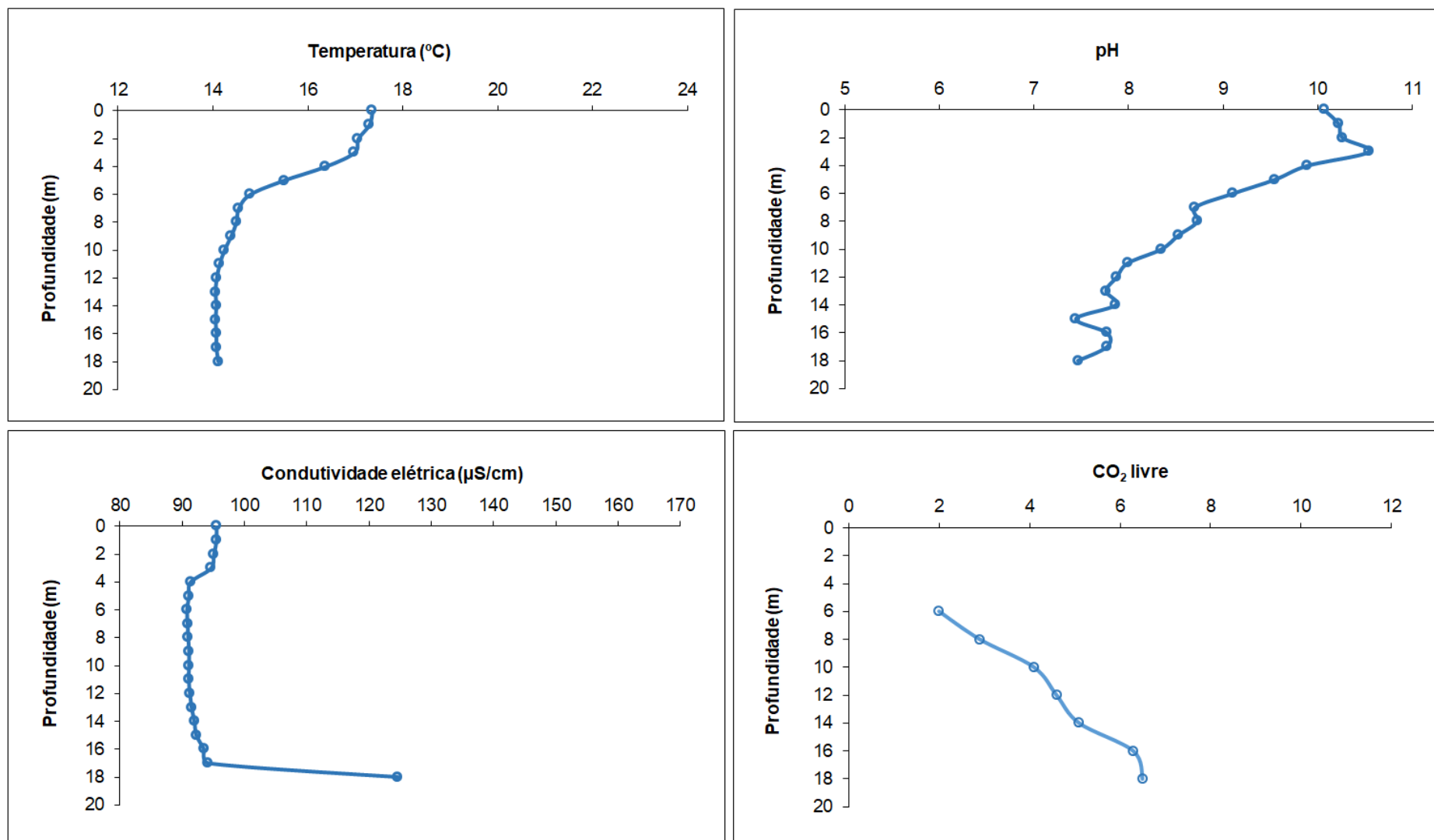


Figura B.6 | Representação da variação ao longo da coluna de água dos principais parâmetros físico-químicos na Lagoa do Congo - 6.^a campanha de amostragem (Temperatura, pH, Condutividade Elétrica e CO₂ Livre.)

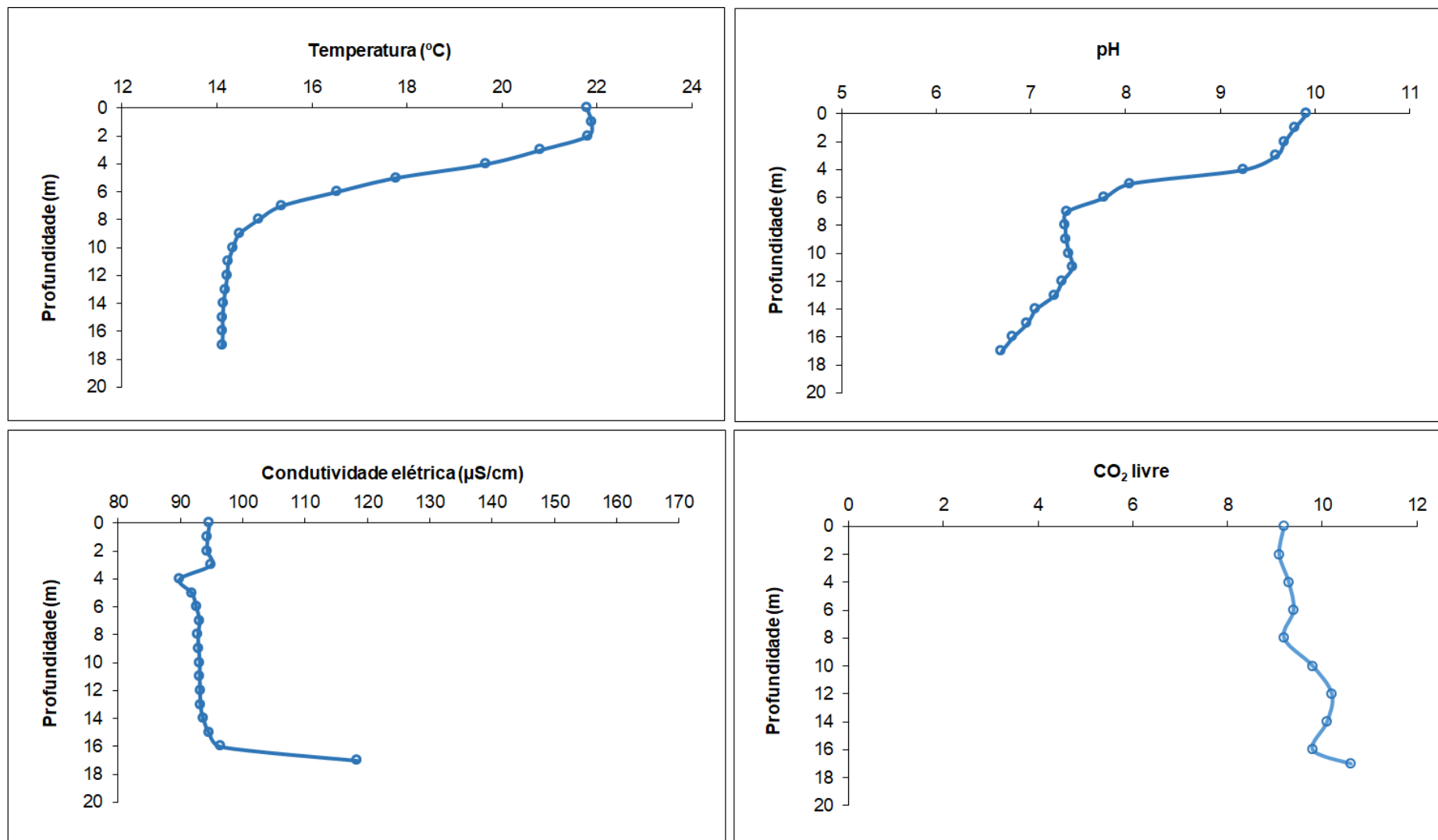


Figura B.7 | Representação da variação ao longo da coluna de água dos principais parâmetros físico-químicos na Lagoa do Congo - 7.^a campanha de amostragem (Temperatura, pH, Condutividade Elétrica e CO₂ Livre.)

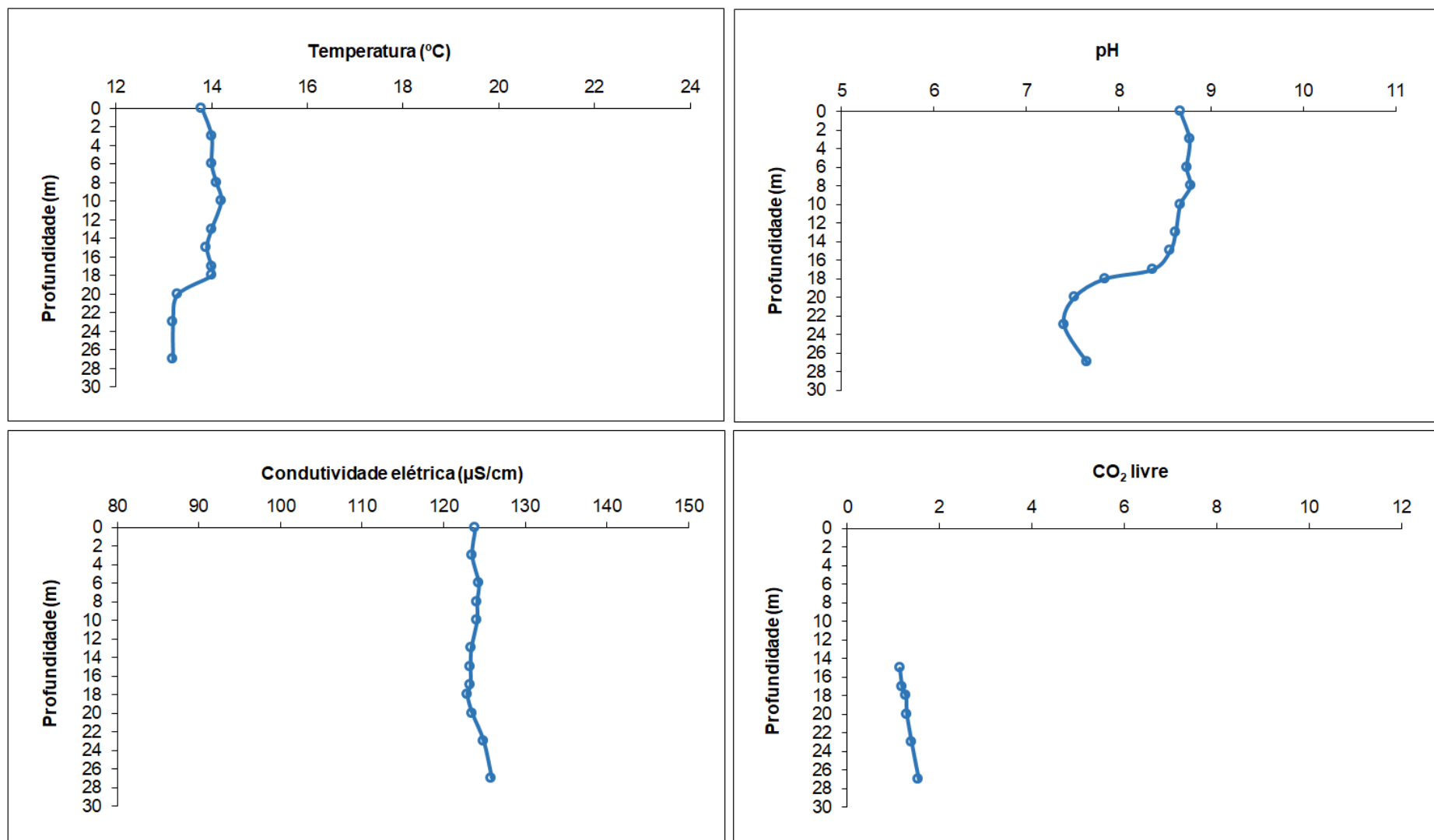


Figura B.8 | Representação da variação ao longo da coluna de água dos principais parâmetros físico-químicos na Lagoa de Santiago - 1.^a campanha de amostragem (Temperatura, pH, Condutividade Elétrica e CO₂ Livre.)

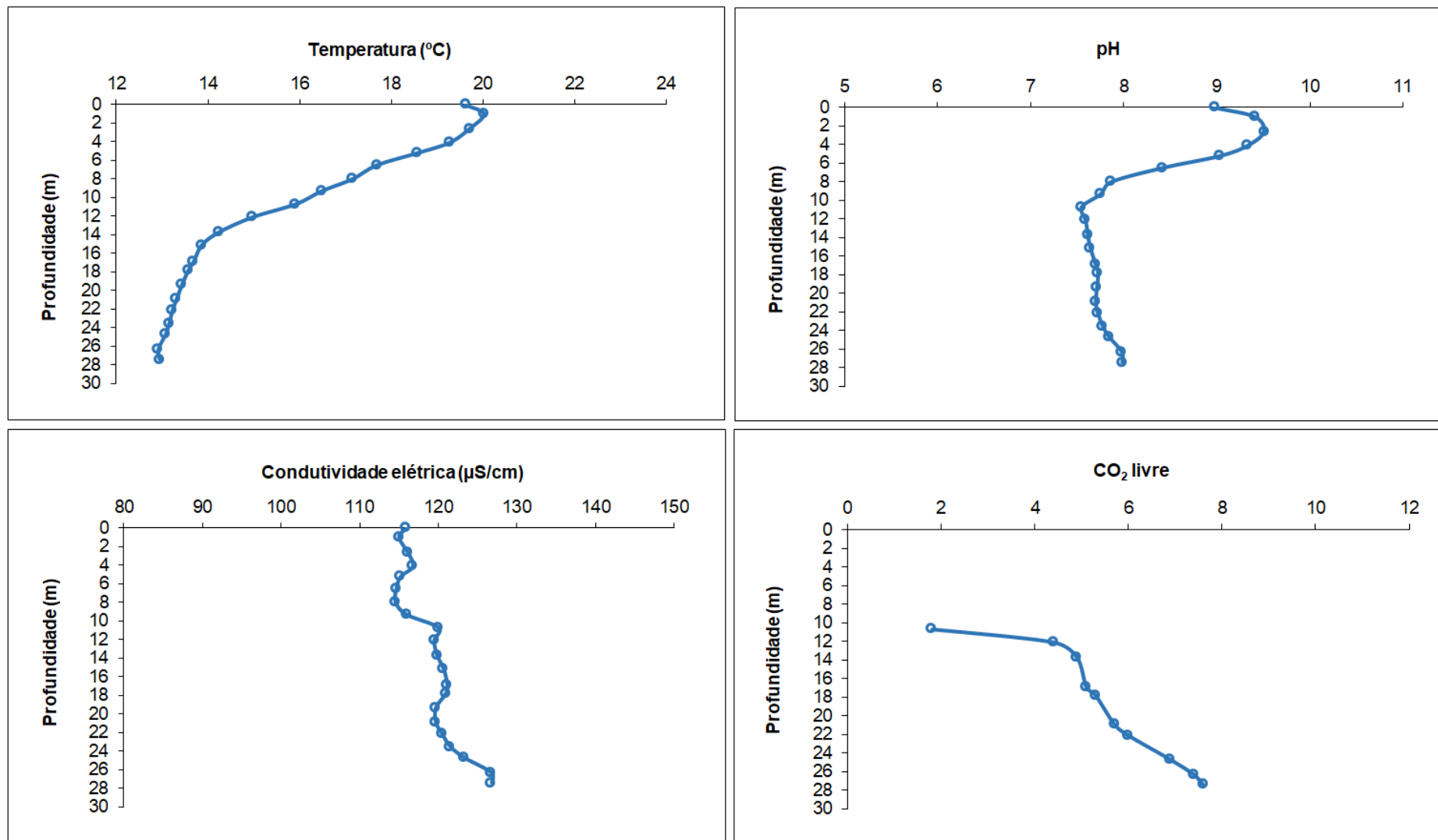


Figura B.9 | Representação da variação ao longo da coluna de água dos principais parâmetros físico-químicos na Lagoa de Santiago - 2.^a campanha de amostragem (Temperatura, pH, Condutividade Elétrica e CO₂ Livre.)

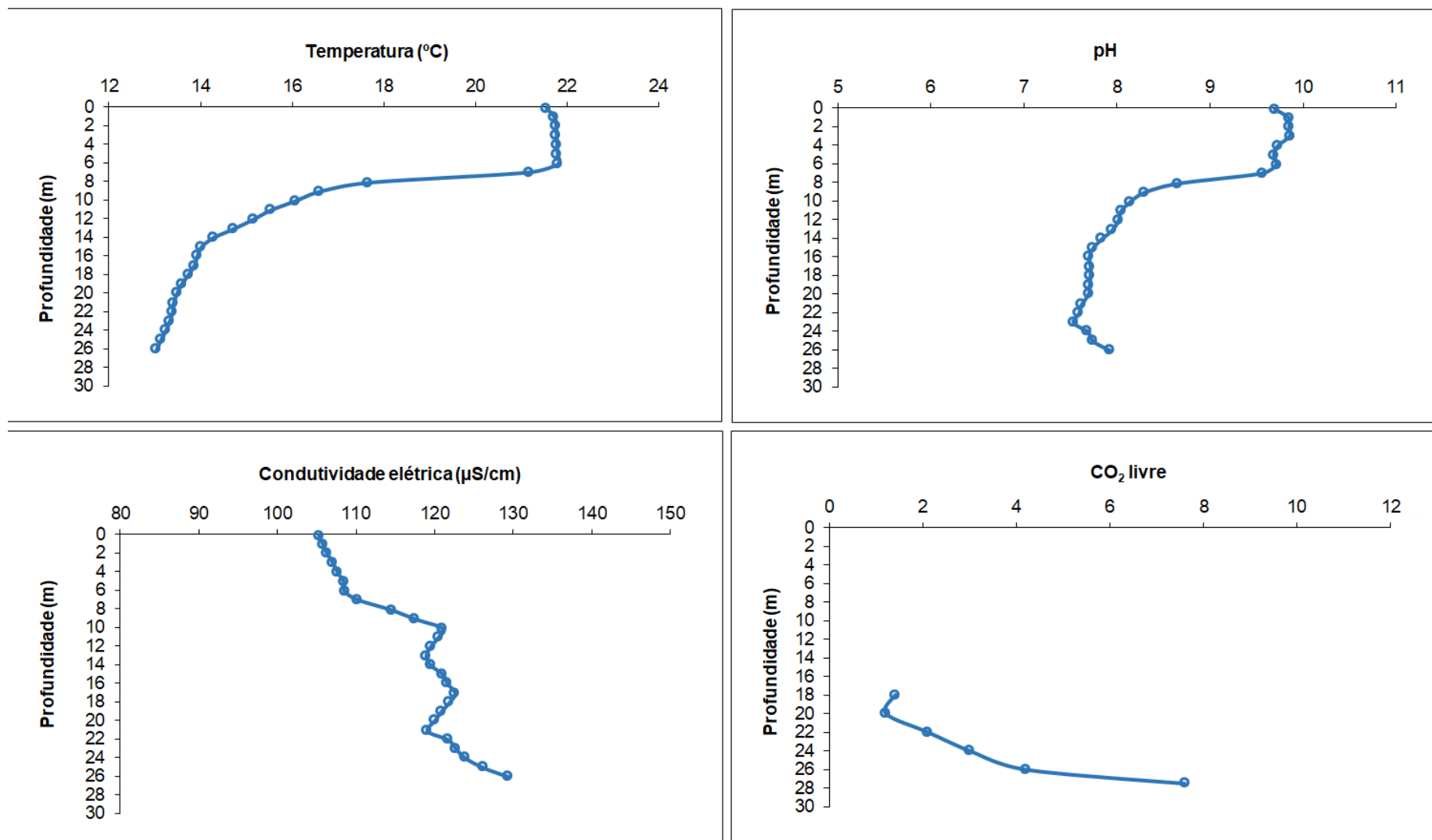


Figura B.10 | Representação da variação ao longo da coluna de água dos principais parâmetros físico-químicos na Lagoa de Santiago - 3.^a campanha de amostragem (Temperatura, pH, Condutividade Elétrica e CO₂ Livre.)

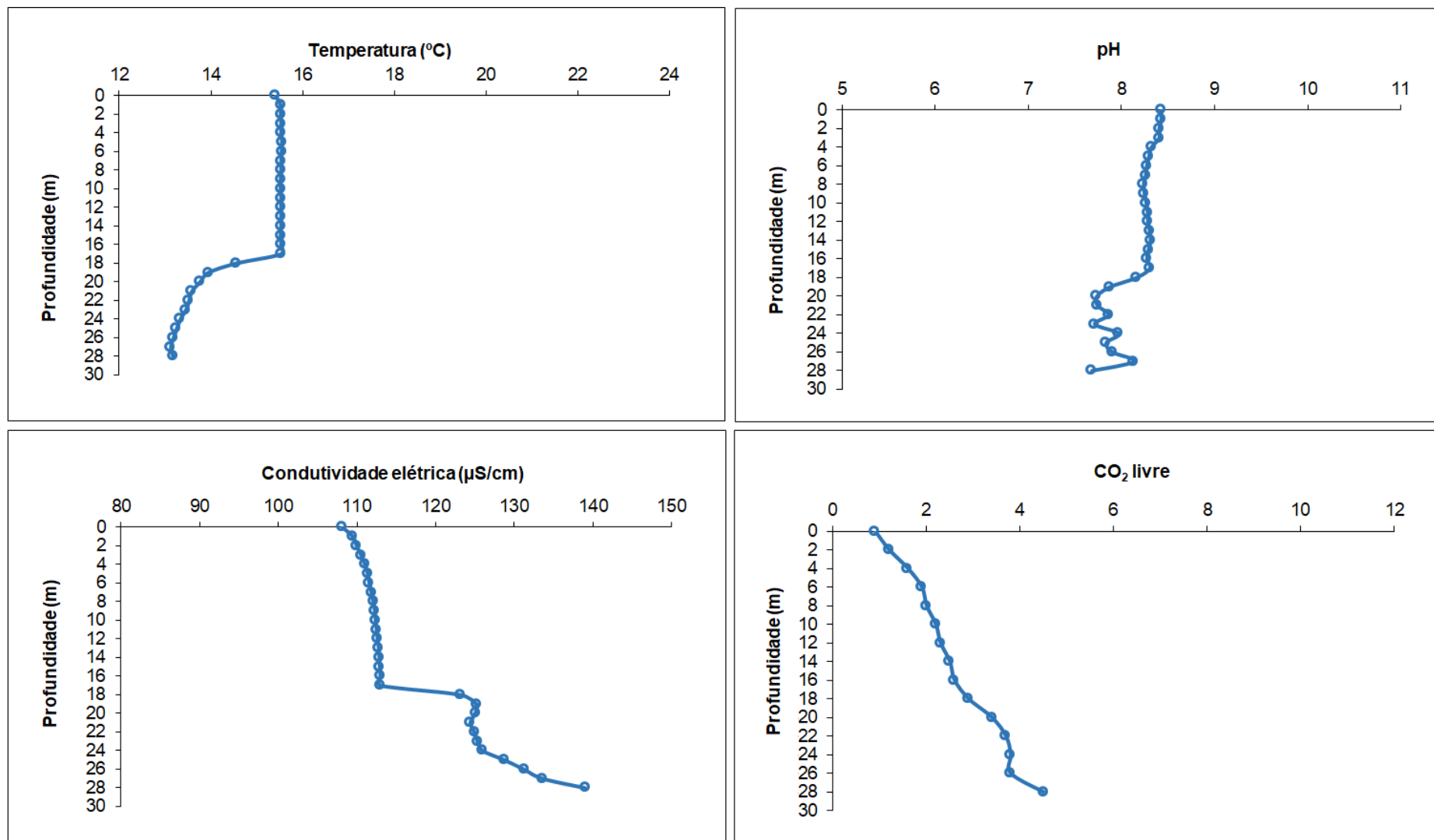


Figura B.11 | Representação da variação ao longo da coluna de água dos principais parâmetros físico-químicos na Lagoa de Santiago - 4.^a campanha de amostragem (Temperatura, pH, Condutividade Elétrica e CO₂ Livre.)

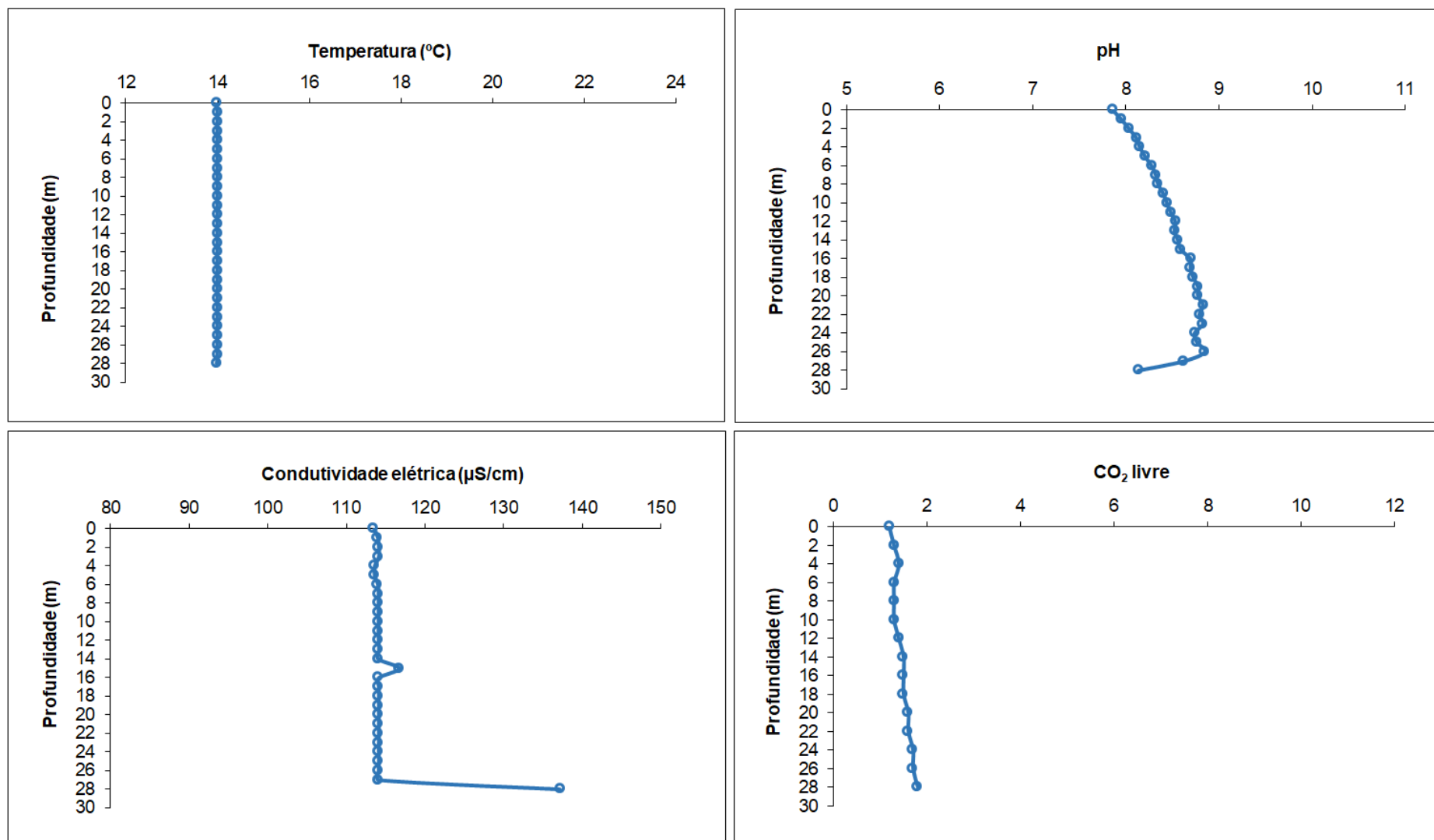


Figura B.12 | Representação da variação ao longo da coluna de água dos principais parâmetros físico-químicos na Lagoa de Santiago - 5.^a campanha de amostragem (Temperatura, pH, Condutividade Elétrica e CO₂ Livre.)

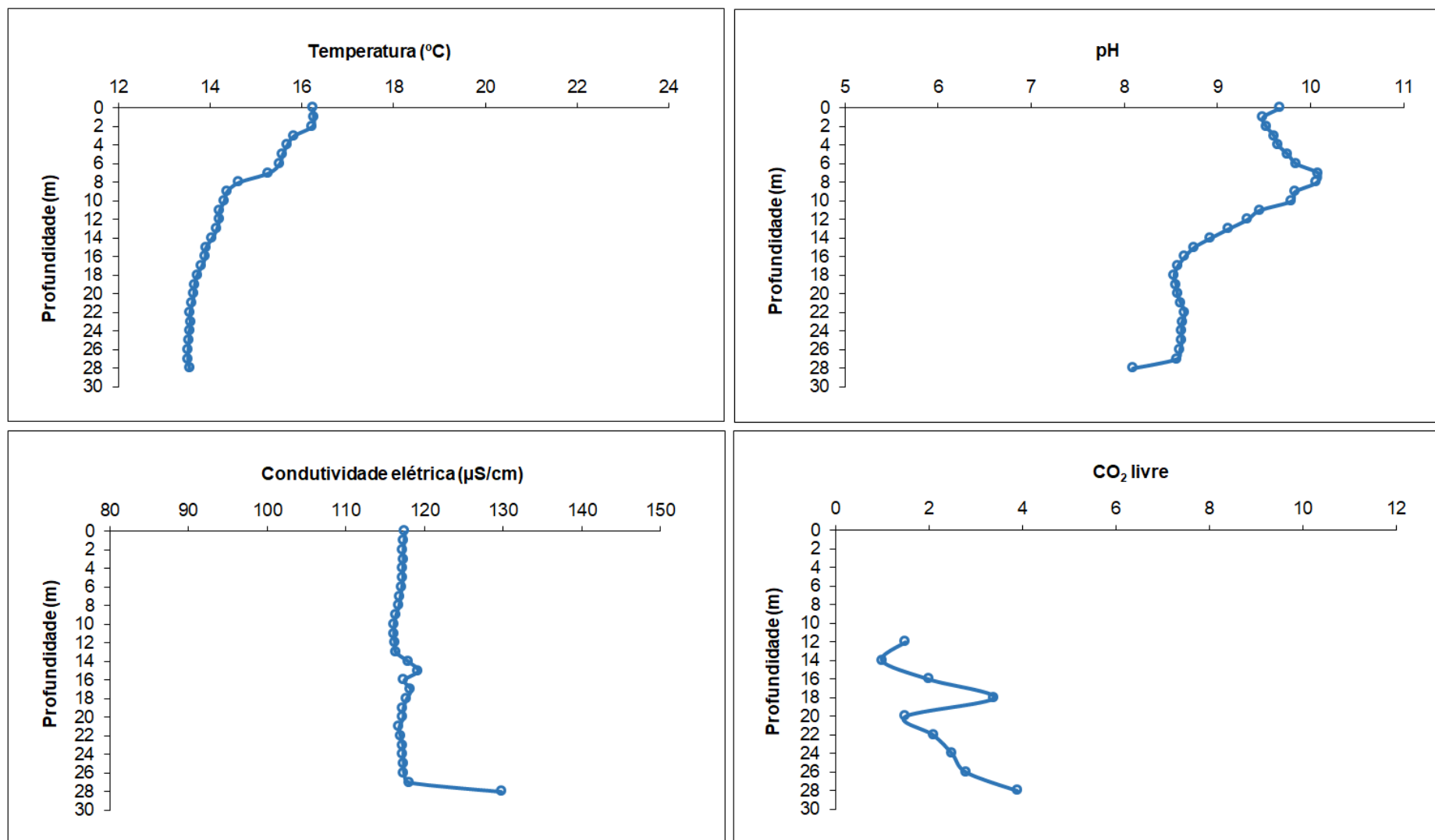


Figura B.13 | Representação da variação ao longo da coluna de água dos principais parâmetros físico-químicos na Lagoa de Santiago - 6.^a campanha de amostragem (Temperatura, pH, Condutividade Elétrica e CO₂ Livre.)

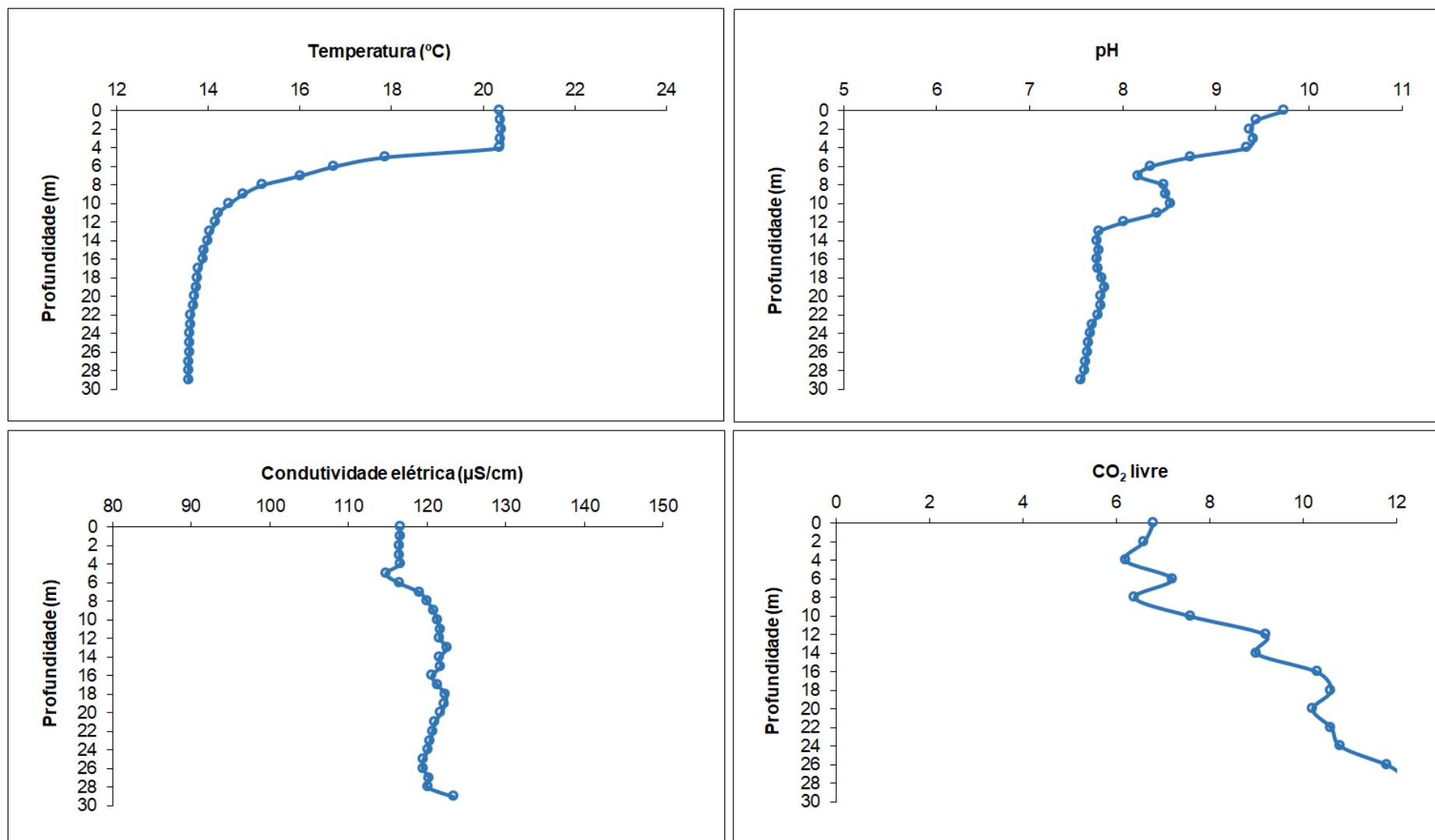


Figura B.14 | Representação da variação ao longo da coluna de água dos principais parâmetros físico-químicos na Lagoa de Santiago - 7.^a campanha de amostragem (Temperatura, pH, Condutividade Elétrica e CO₂ Livre.)

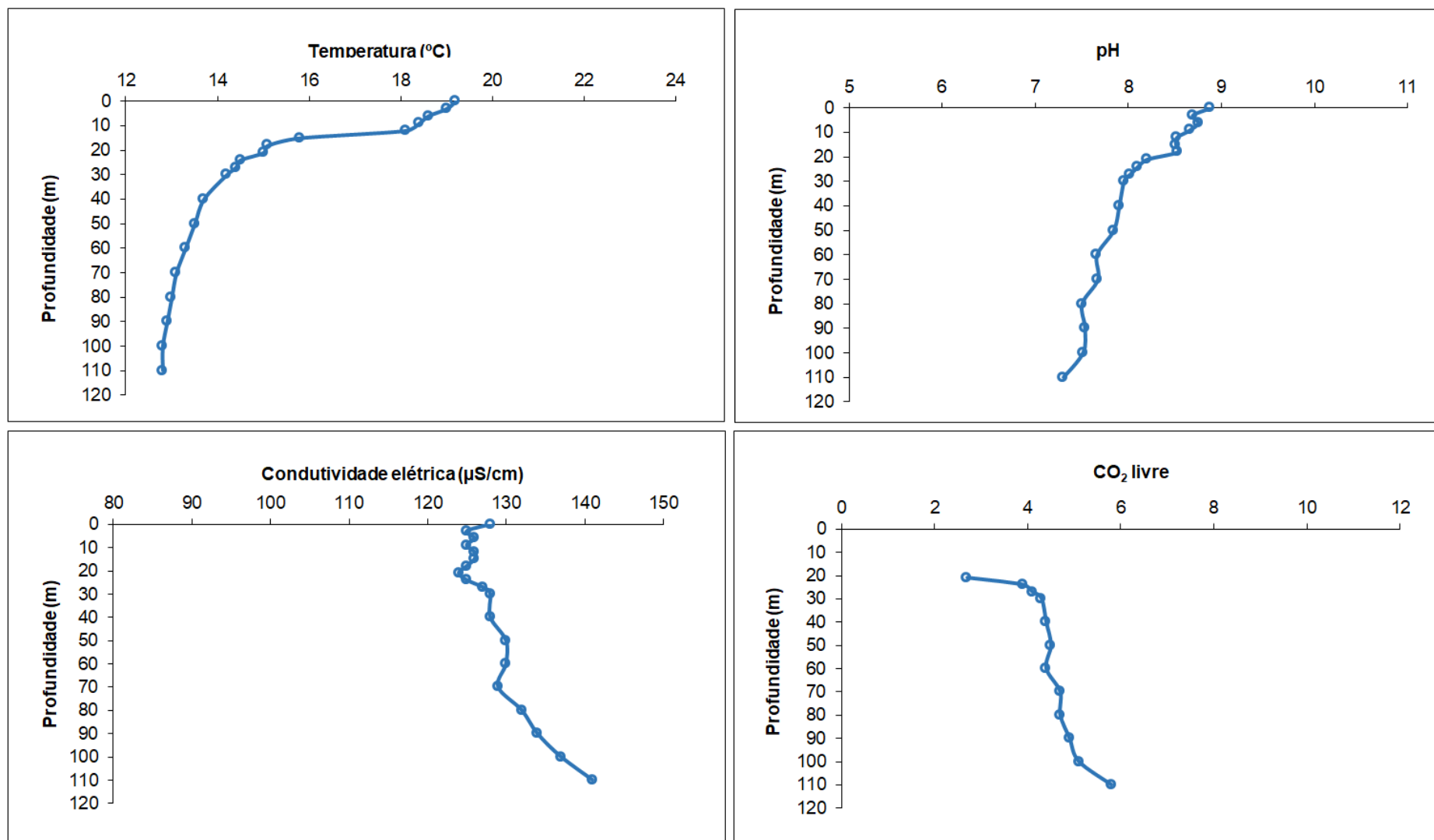


Figura B.15 | Representação da variação ao longo da coluna de água dos principais parâmetros físico-químicos na Lagoa Negra - 1.^a campanha de amostragem (Temperatura, pH, Condutividade Elétrica e CO₂ Livre.)

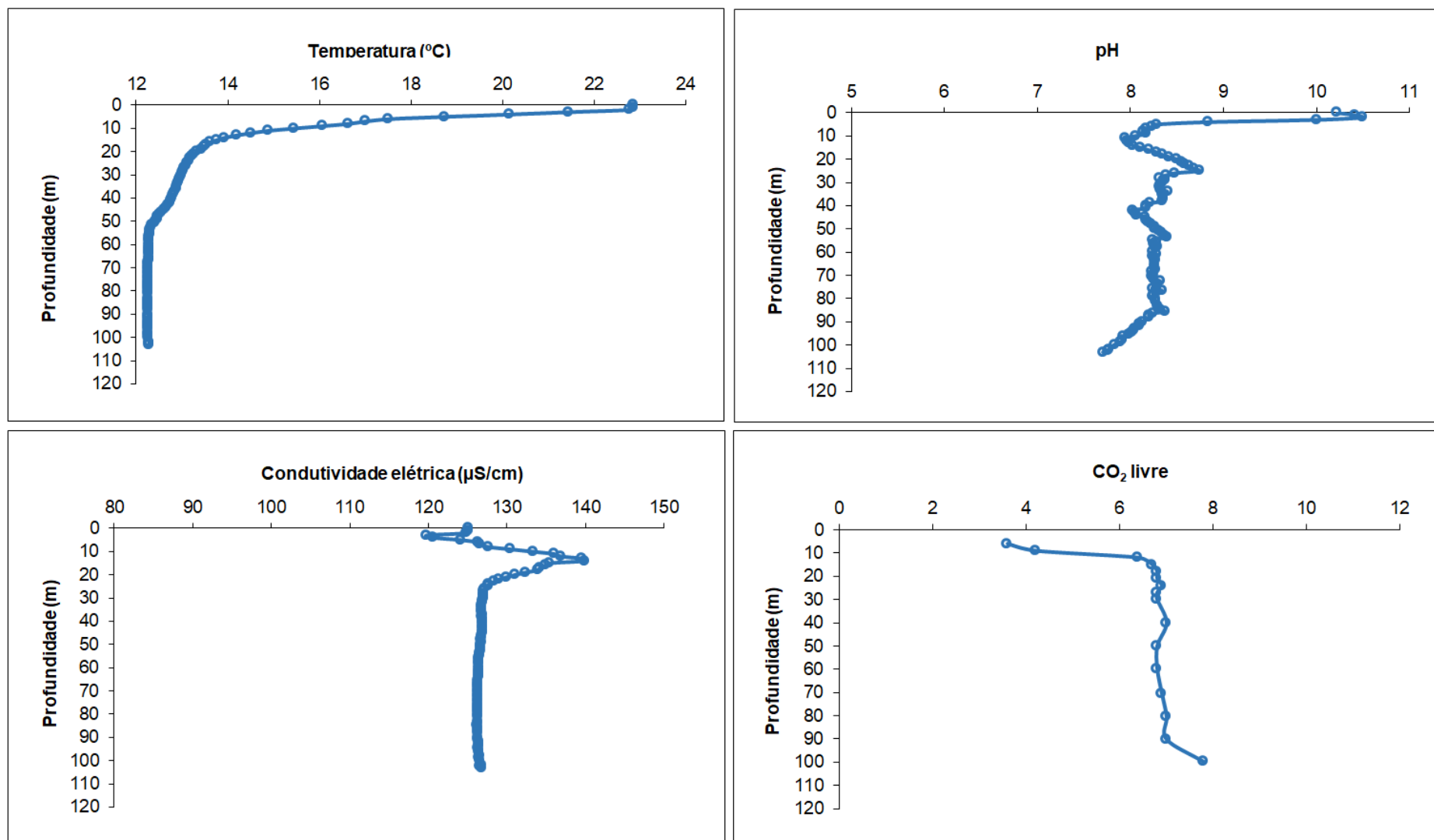


Figura B.16 | Representação da variação ao longo da coluna de água dos principais parâmetros físico-químicos na Lagoa Negra - 2.^a campanha de amostragem (Temperatura, pH, Condutividade Elétrica e CO₂ Livre.)

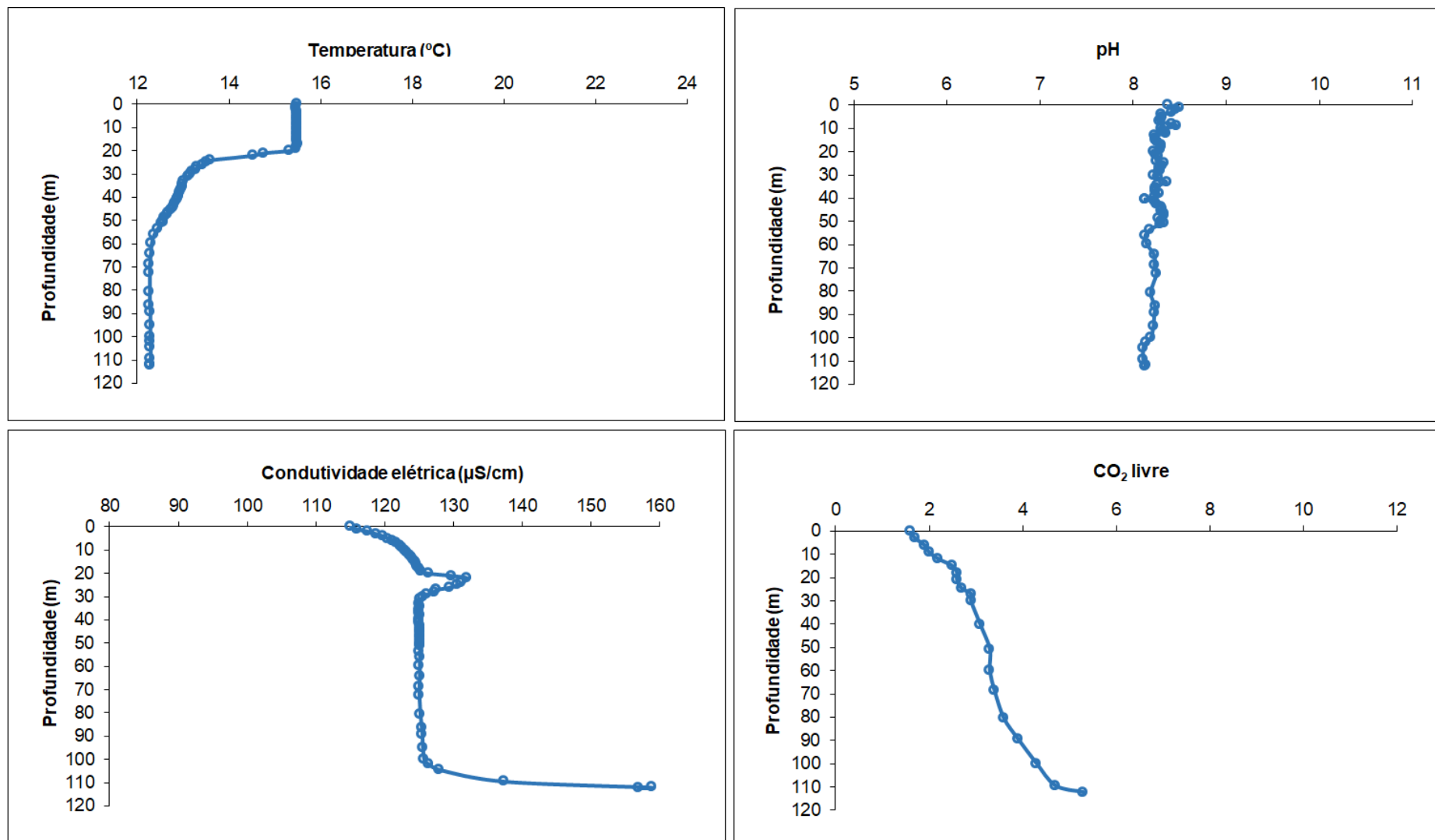


Figura B.17 | Representação da variação ao longo da coluna de água dos principais parâmetros físico-químicos na Lagoa Negra - 3.^a campanha de amostragem (Temperatura, pH, Condutividade Elétrica e CO₂ Livre.)

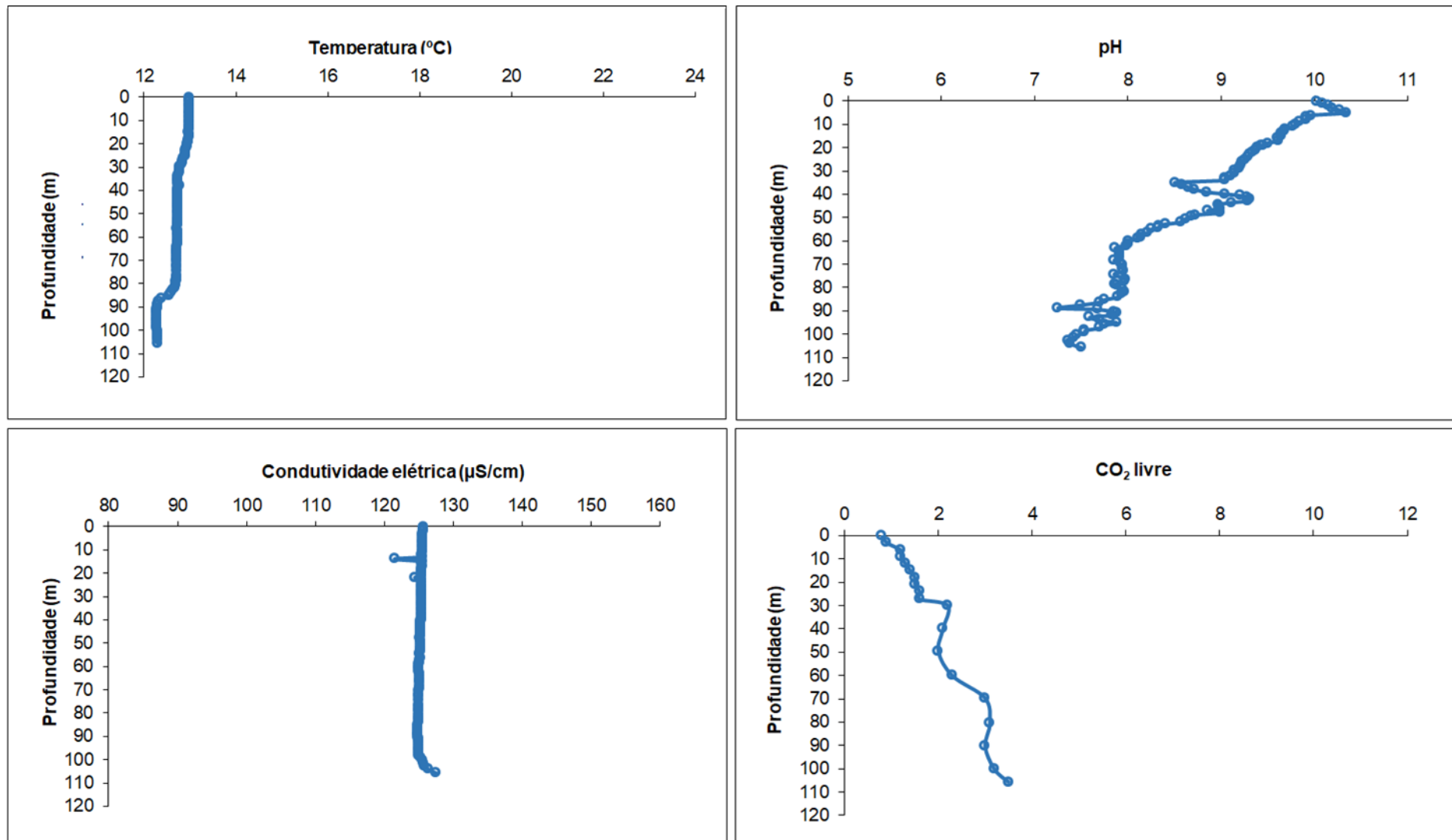


Figura B.18 | Representação da variação ao longo da coluna de água dos principais parâmetros físico-químicos na Lagoa Negra - 4.^a campanha de amostragem (Temperatura, pH, Condutividade Elétrica e CO₂ Livre.)

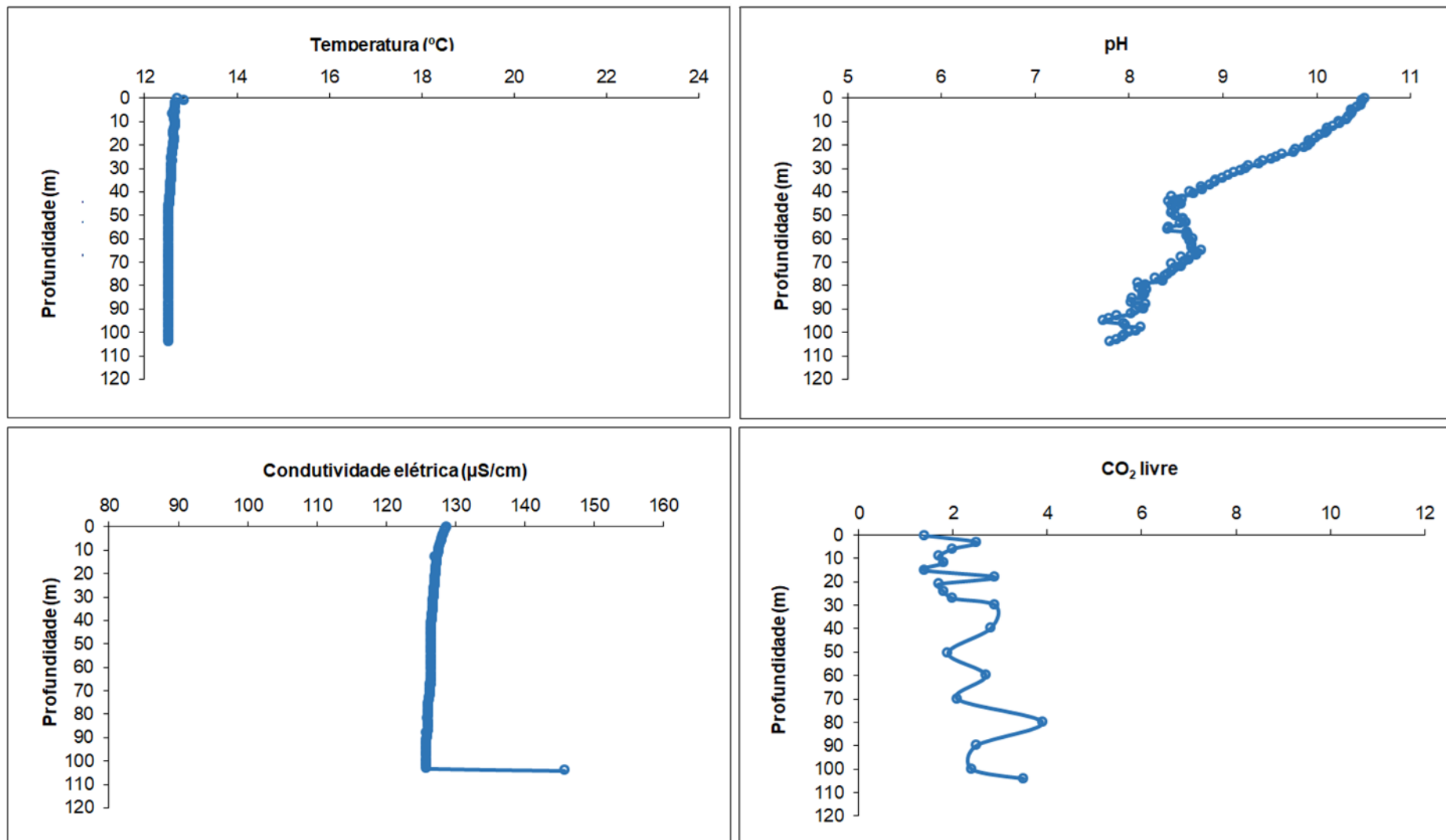


Figura B.19 | Representação da variação ao longo da coluna de água dos principais parâmetros físico-químicos na Lagoa Negra - 5.^a campanha de amostragem (Temperatura, pH, Condutividade Elétrica e CO₂ Livre.)

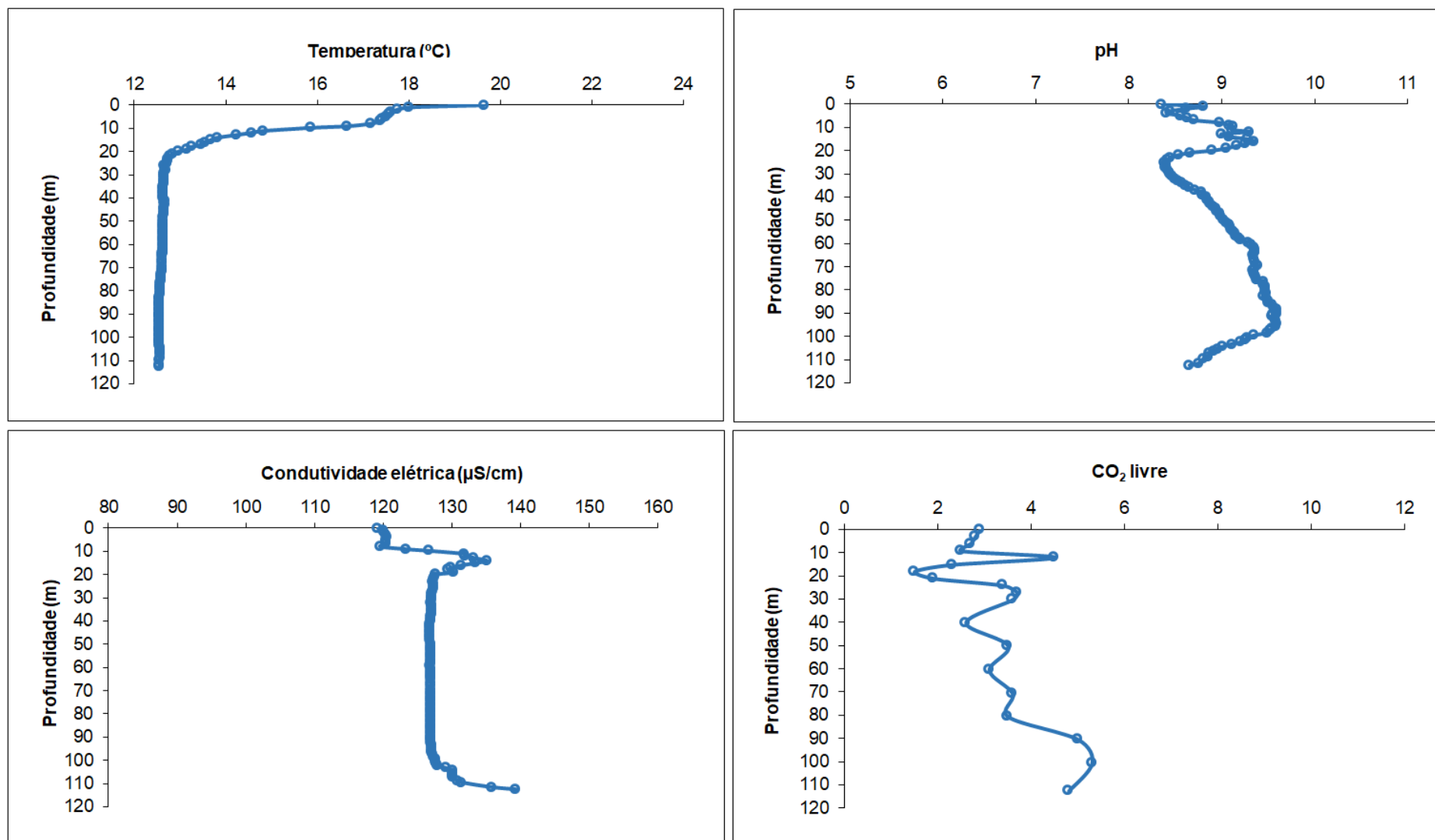


Figura B.20 | Representação da variação ao longo da coluna de água dos principais parâmetros físico-químicos na Lagoa Negra - 6.^a campanha de amostragem (Temperatura, pH, Condutividade Elétrica e CO₂ Livre.)

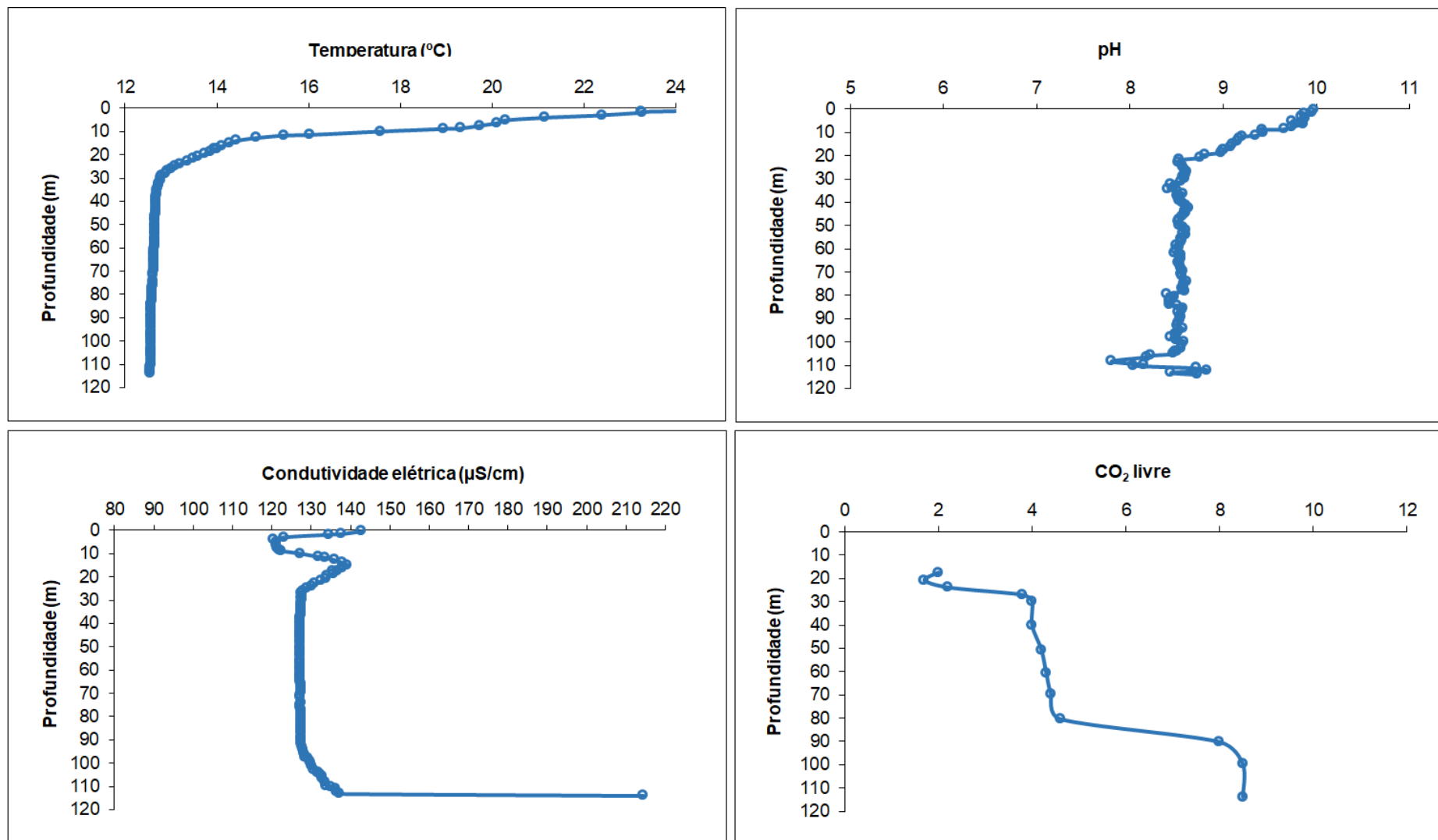


Figura B.21 | Representação da variação ao longo da coluna de água dos principais parâmetros físico-químicos na Lagoa Negra - 7.^a campanha de amostragem (Temperatura, pH, Condutividade Elétrica e CO₂ Livre).

ANEXO C

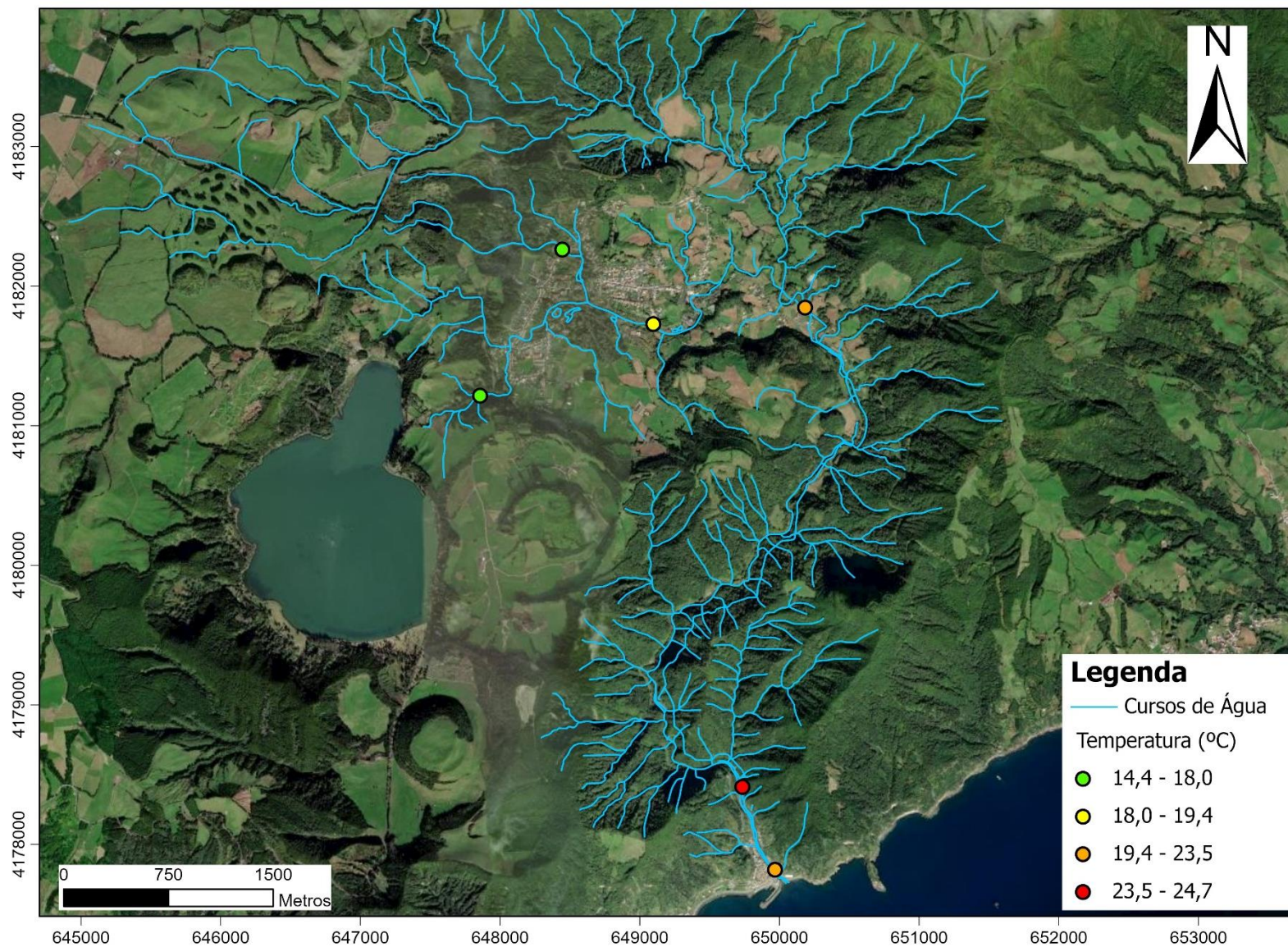


Figura C.1 | Representação espacial dos valores de temperatura na Ribeira Quente - 1.^a campanha de amostragem (por classes estabelecidas a partir dos valores dos quartis).

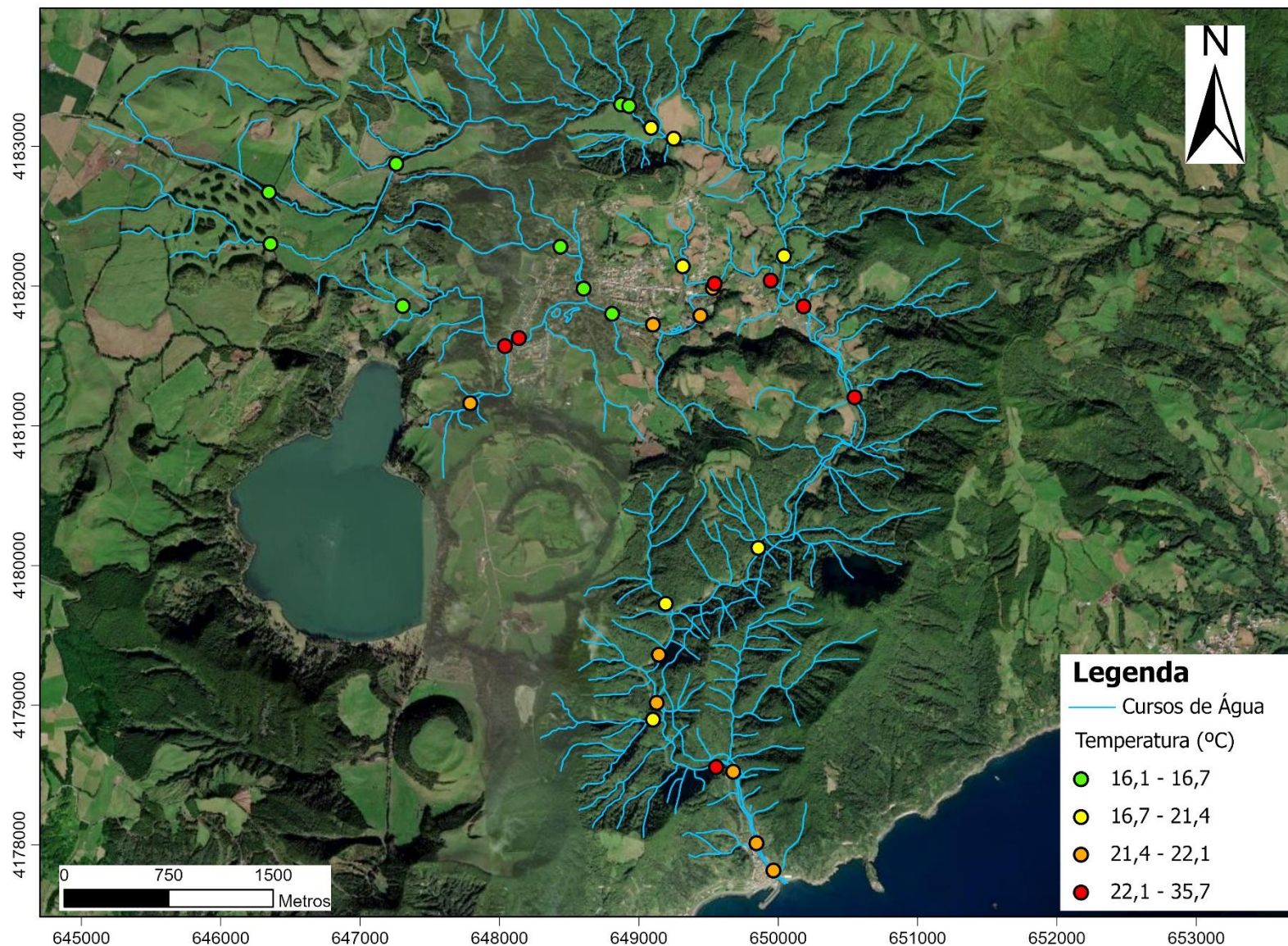


Figura C.2 | Representação espacial dos valores de temperatura na Ribeira Quente - 2.^a campanha de amostragem (por classes estabelecidas a partir dos valores dos quartis).

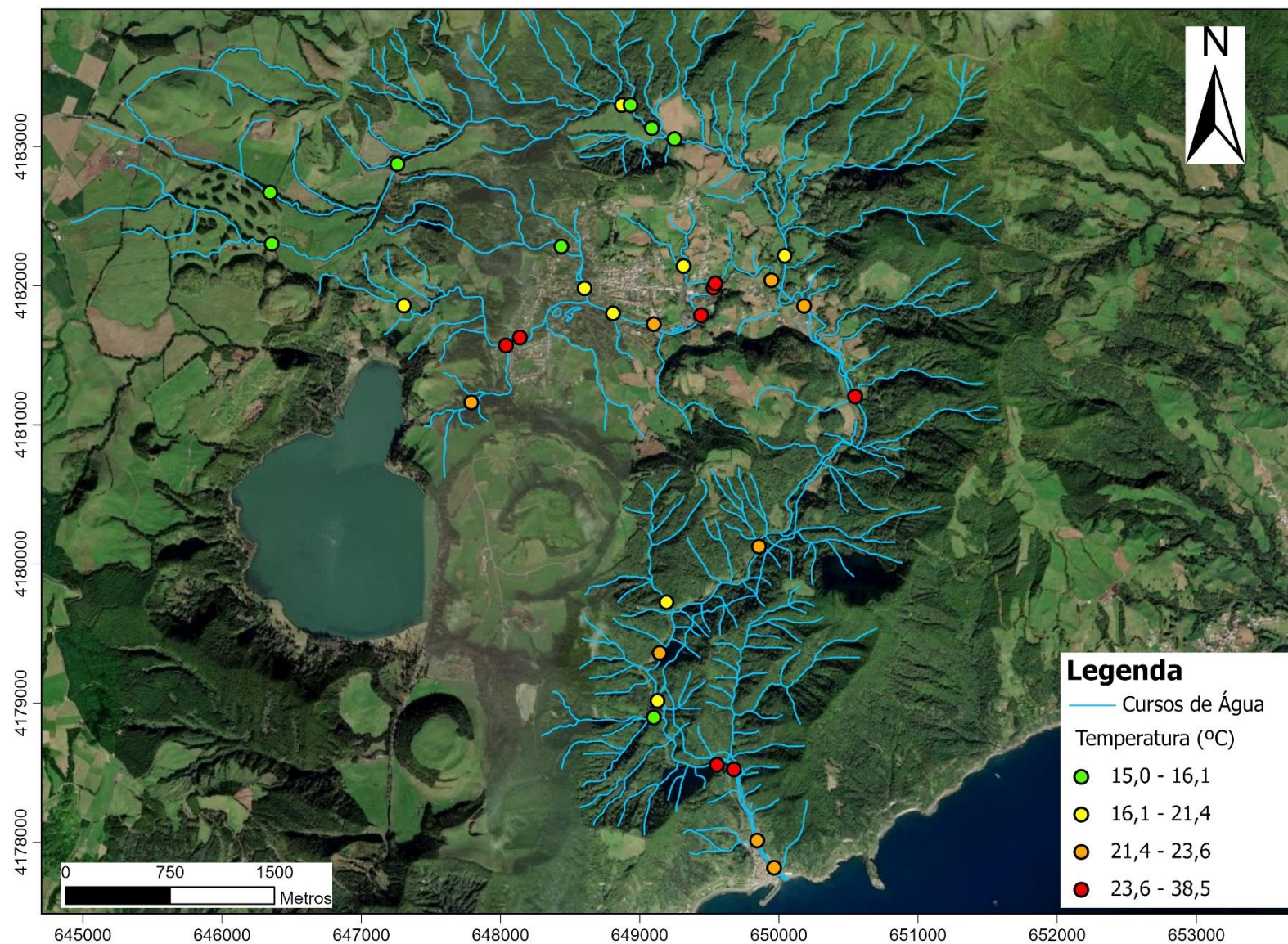


Figura C.3 | Representação espacial dos valores de temperatura na Ribeira Quente - 3.^a campanha de amostragem (por classes estabelecidas a partir dos valores dos quartis).

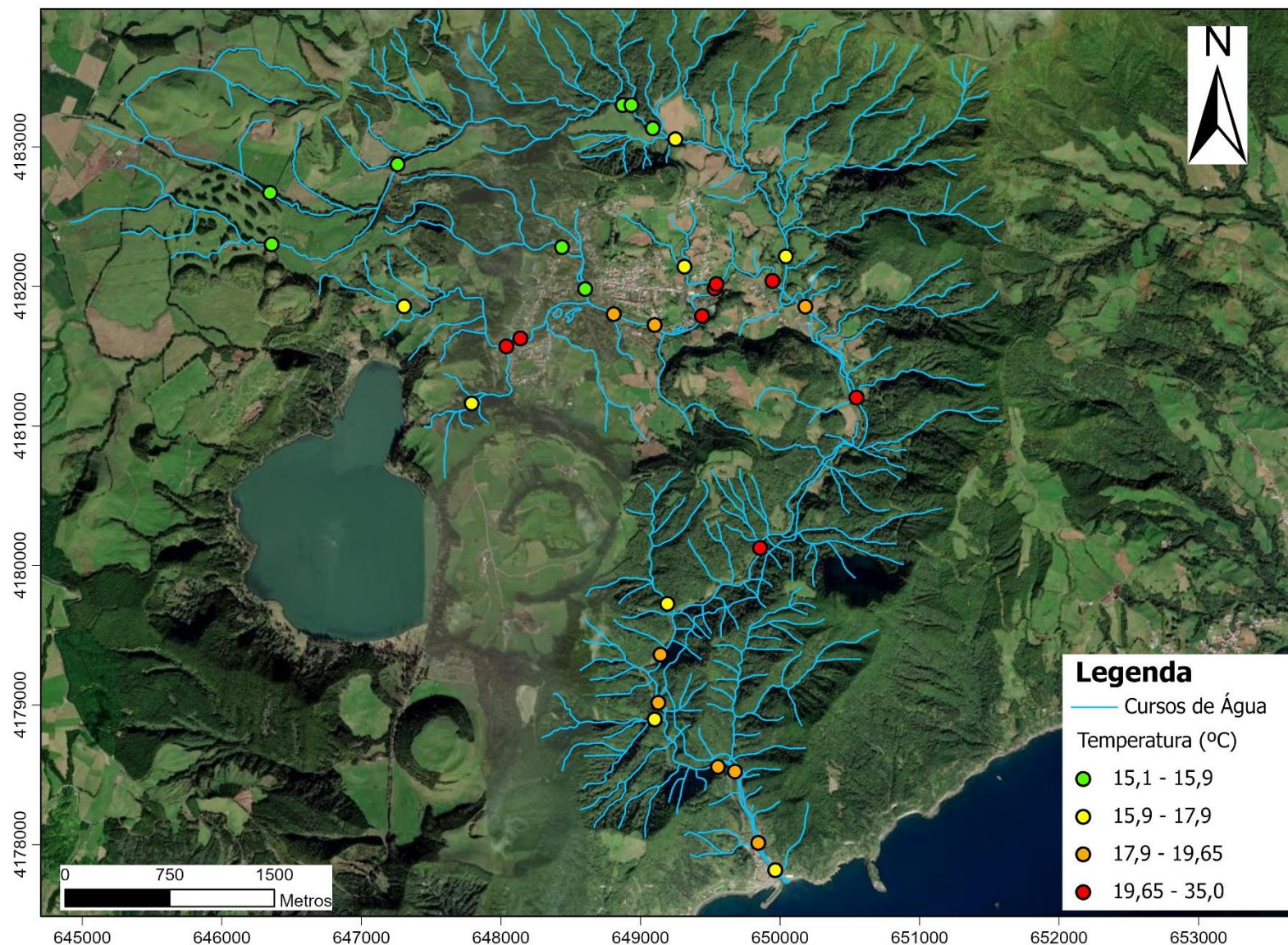


Figura C.4 | Representação espacial dos valores de temperatura na Ribeira Quente - 4.^a campanha de amostragem (por classes estabelecidas a partir dos valores dos quartis).

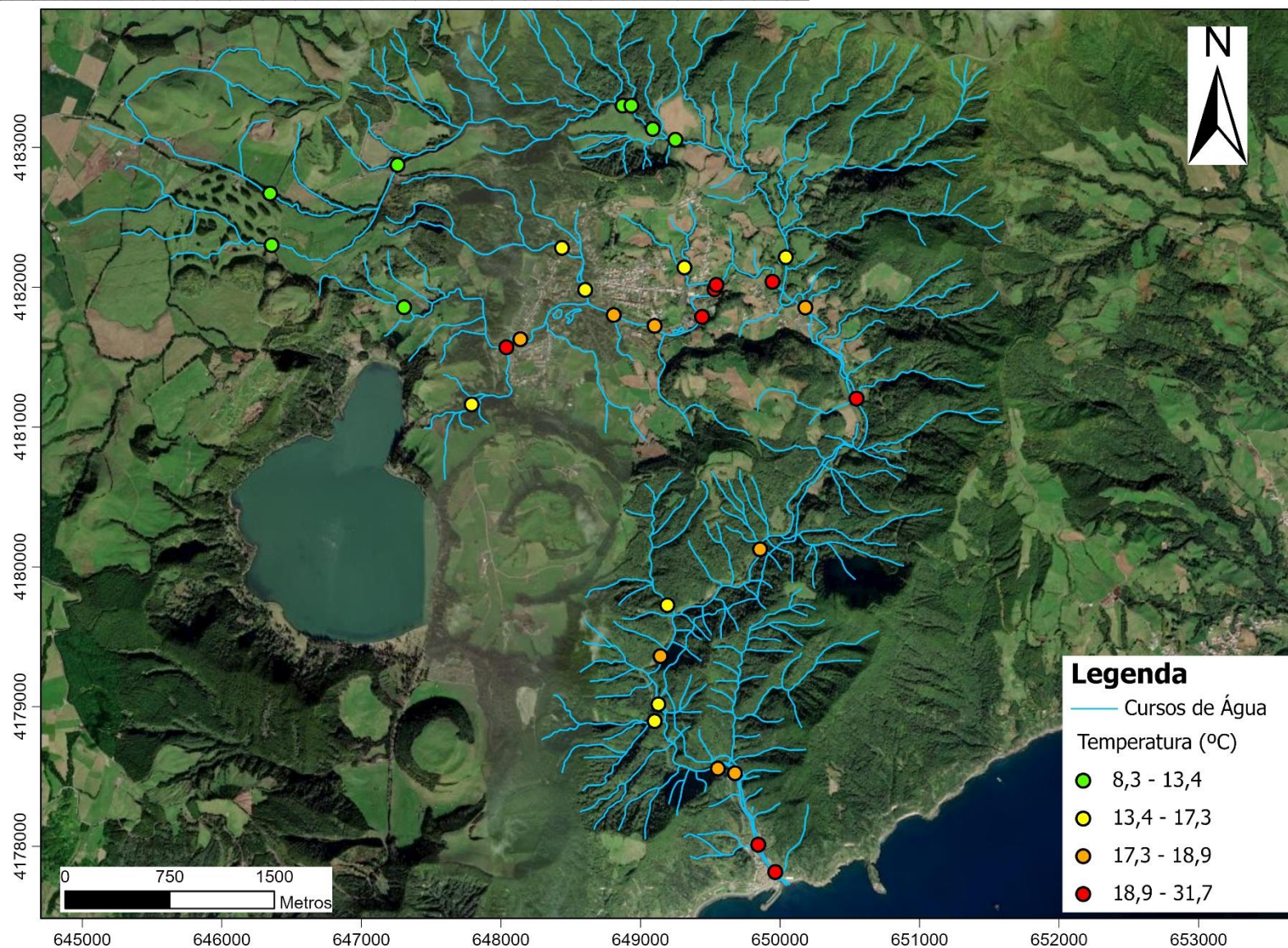


Figura C.5 | Representação espacial dos valores de temperatura na Ribeira Quente - 5.^a campanha de amostragem (por classes estabelecidas a partir dos valores dos quartis).

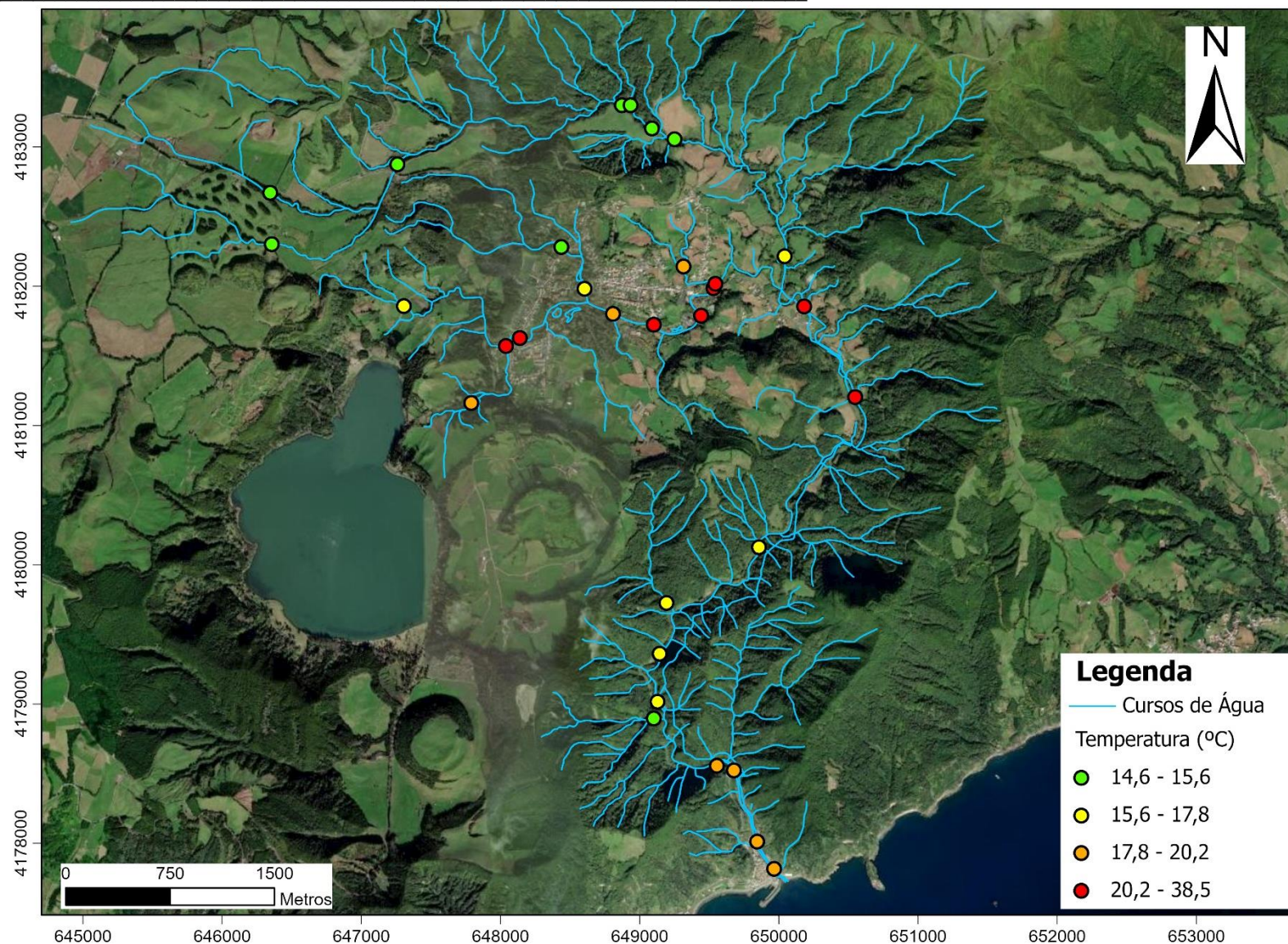


Figura C.6 | Representação espacial dos valores de temperatura na Ribeira Quente - 6.ª campanha de amostragem (por classes estabelecidas a partir dos valores dos quartis).

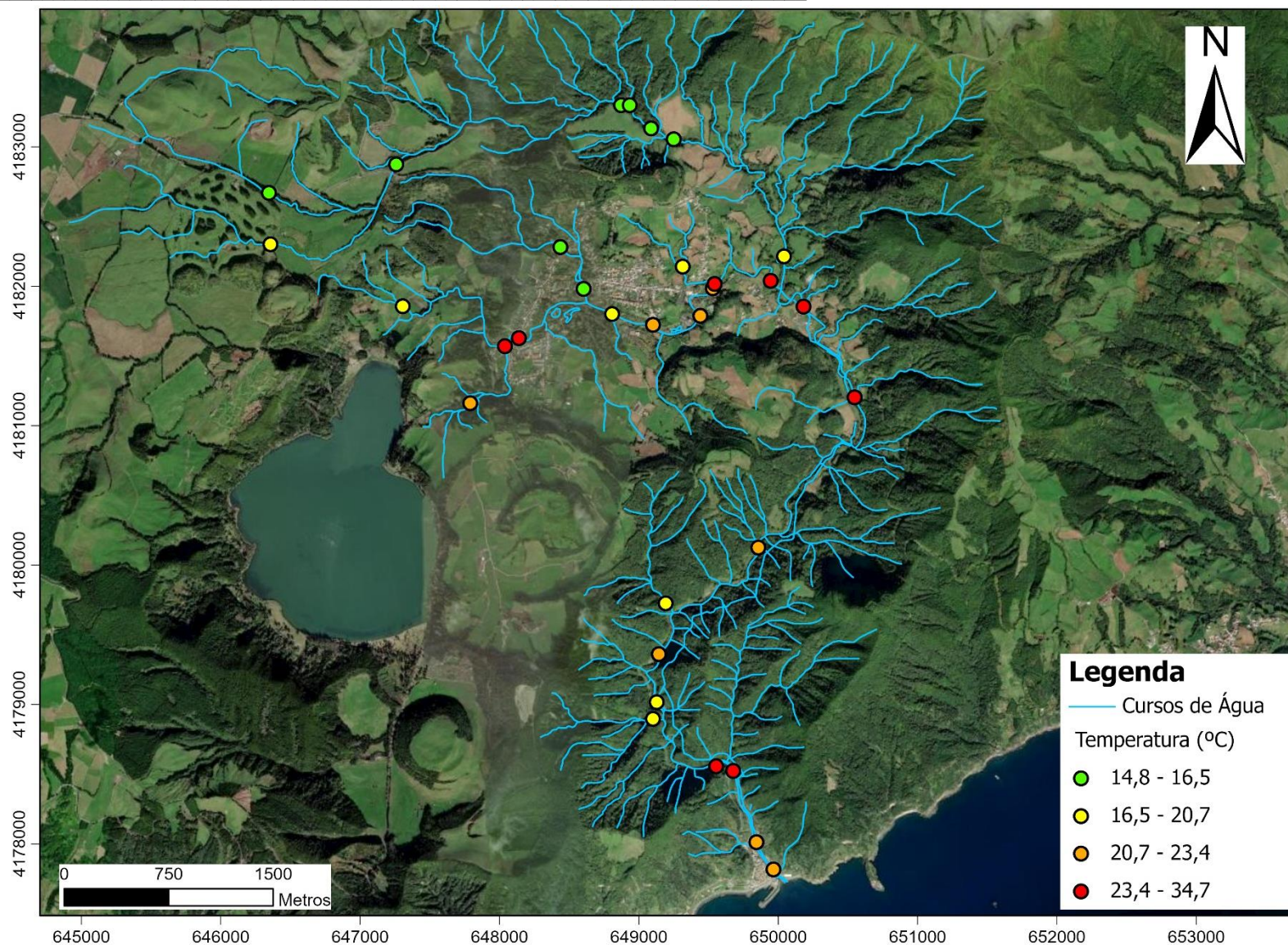


Figura C.7 | Representação espacial dos valores de temperatura na Ribeira Quente - 7.^a campanha de amostragem (por classes estabelecidas a partir dos valores dos quartis).

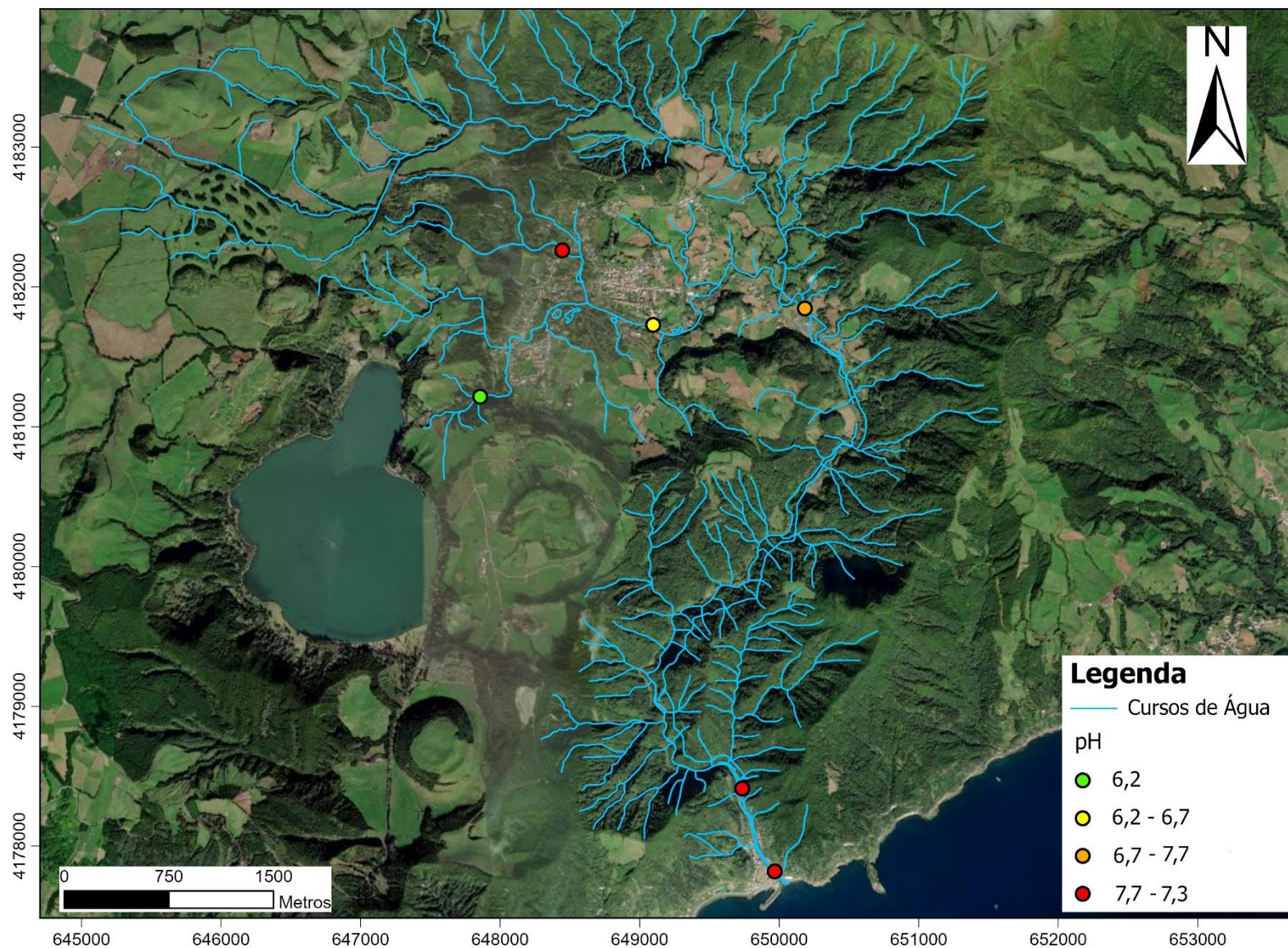


Figura C.8 | Representação espacial dos valores de pH na Ribeira Quente - 1.^a campanha de amostragem (por classes estabelecidas a partir dos valores dos quartis).

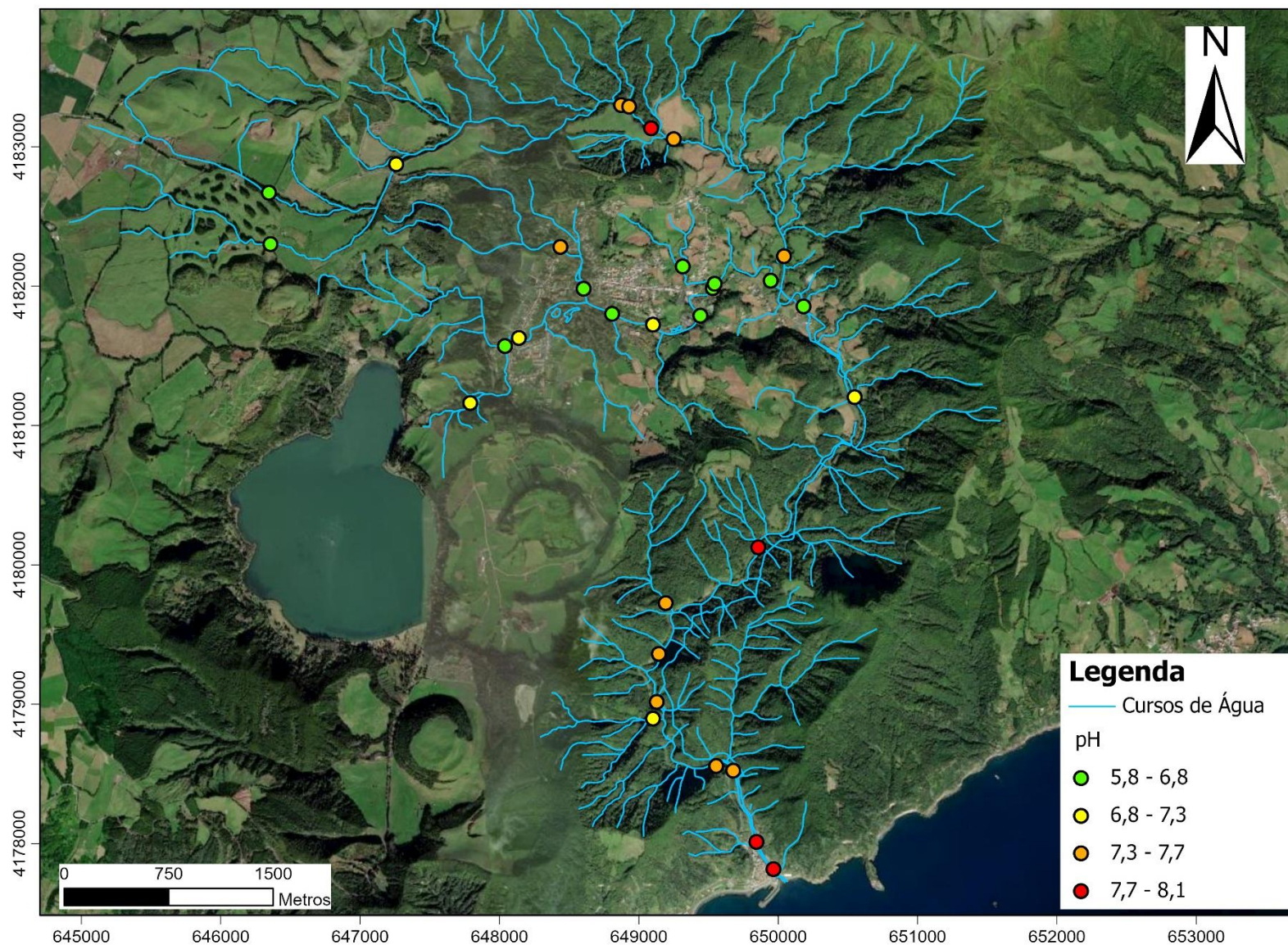


Figura C.9 | Representação espacial dos valores de pH na Ribeira Quente - 2.^a campanha de amostragem (por classes estabelecidas a partir dos valores dos quartis).

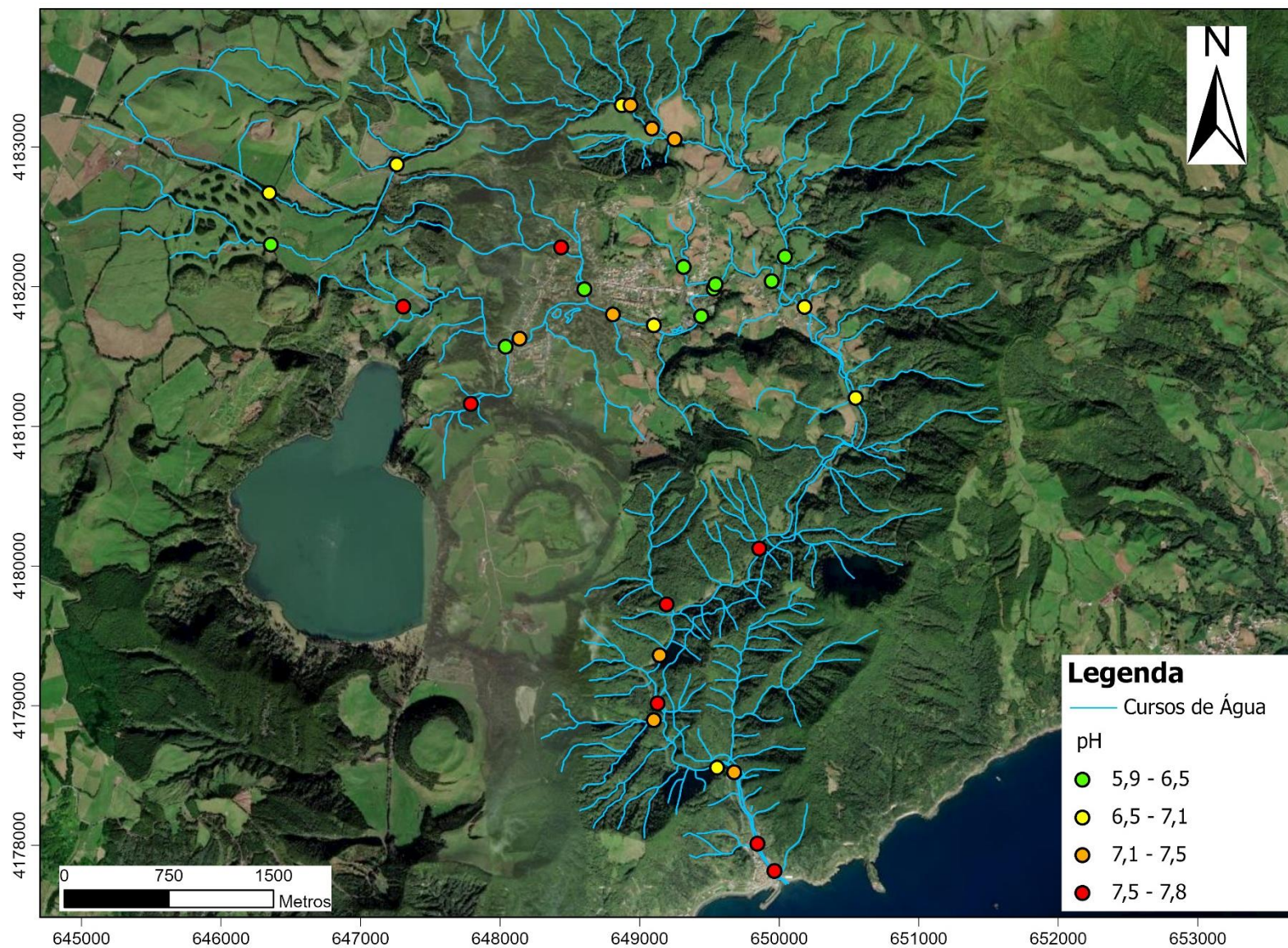


Figura C.10 | Representação espacial dos valores de pH na Ribeira Quente - 3.^a campanha de amostragem (por classes estabelecidas a partir dos valores dos quartis).

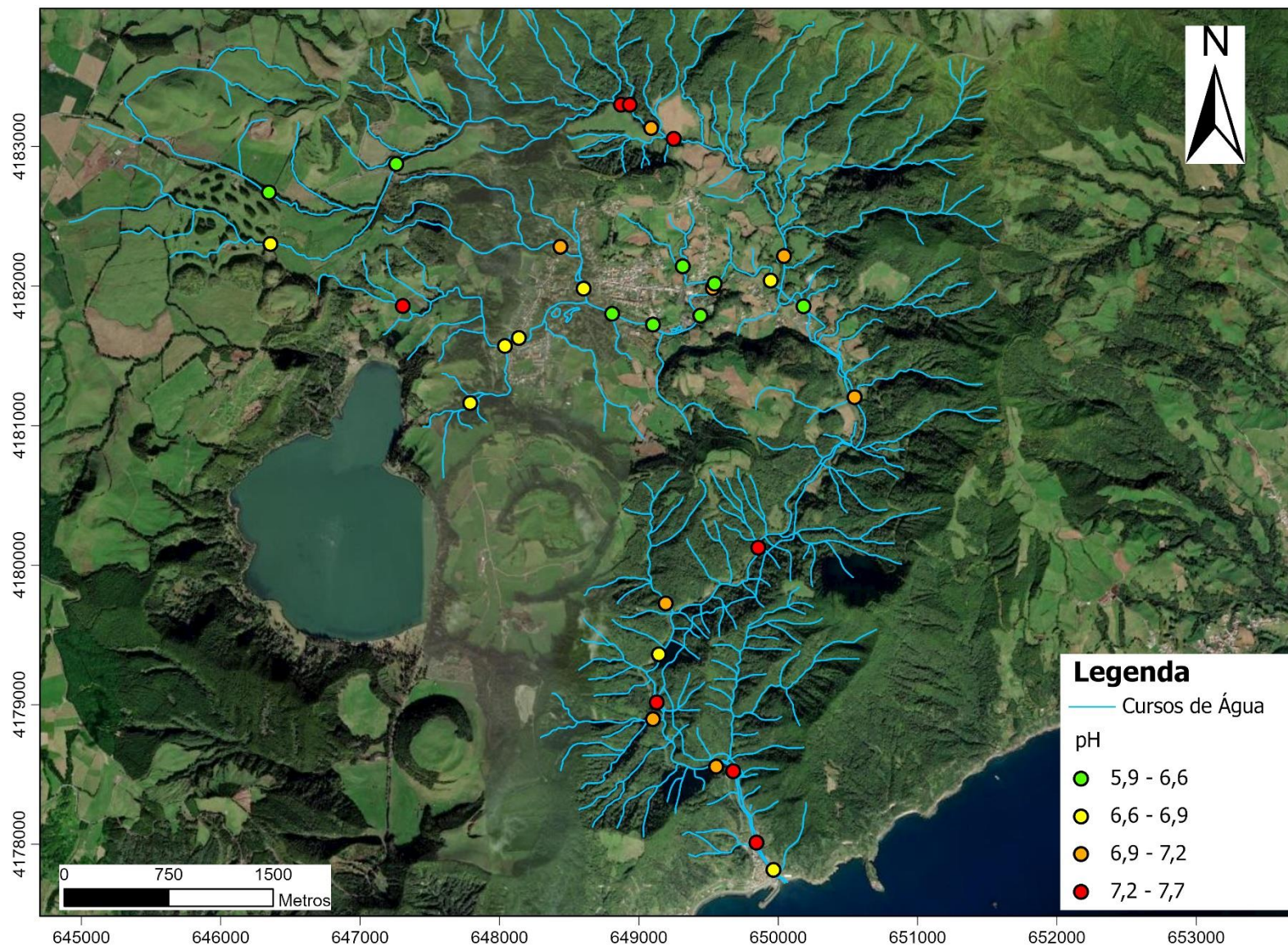


Figura C.11 | Representação espacial dos valores de pH na Ribeira Quente - 4.^a campanha de amostragem (por classes estabelecidas a partir dos valores dos quartis).

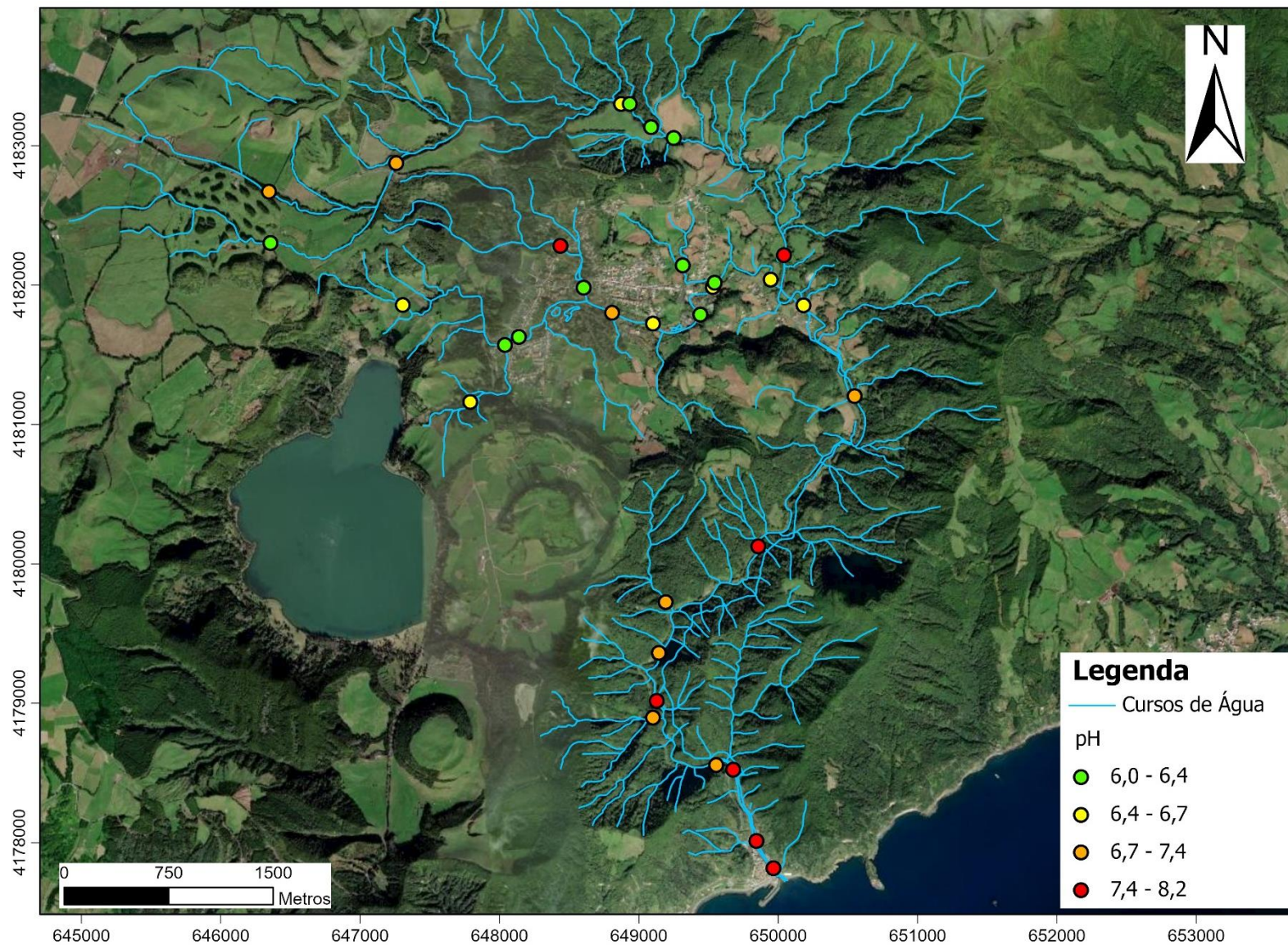


Figura C.12 | Representação espacial dos valores de pH na Ribeira Quente - 5.^a campanha de amostragem (por classes estabelecidas a partir dos valores dos quartis).

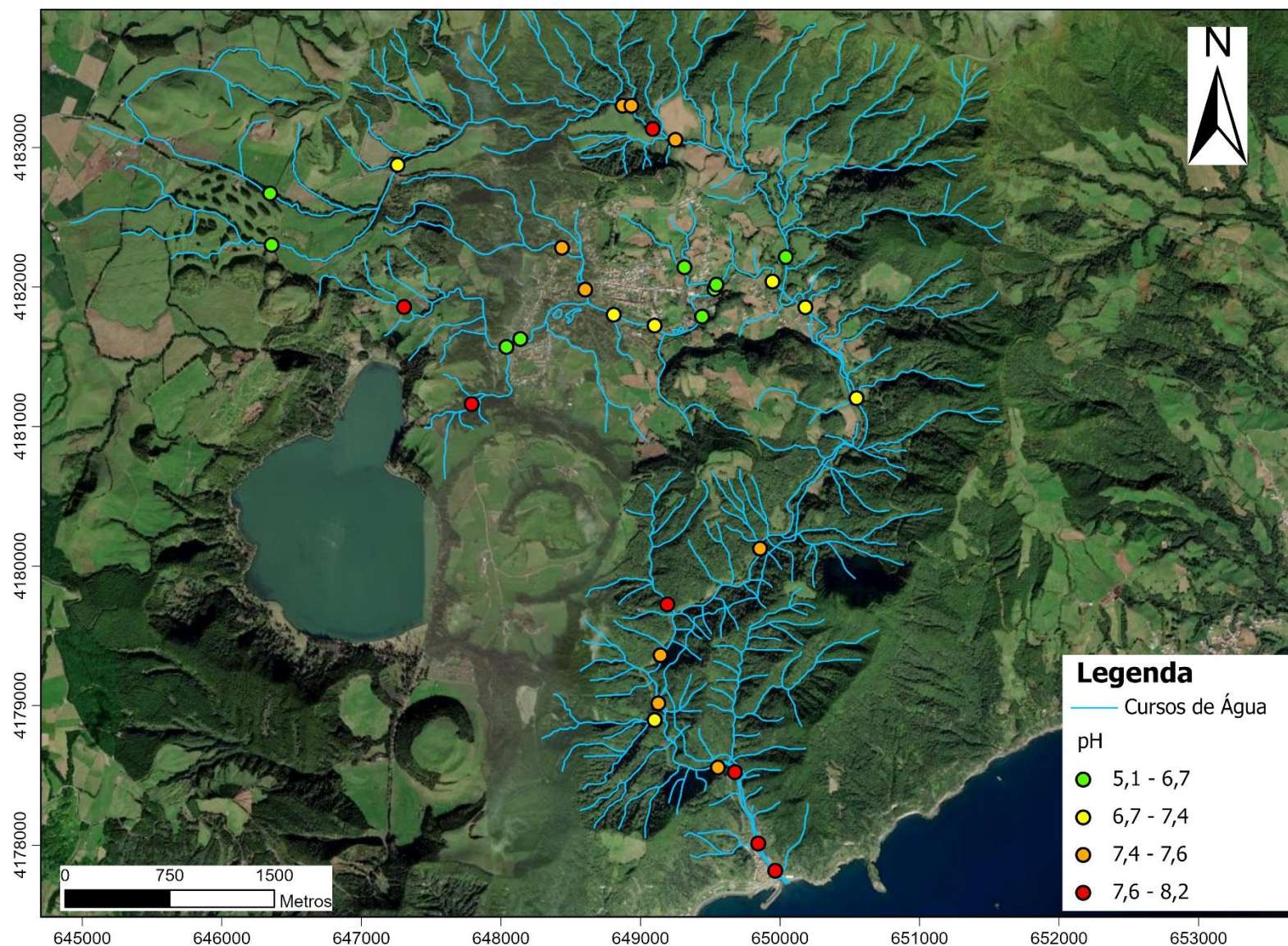


Figura C.13 | Representação espacial dos valores de pH na Ribeira Quente - 6.ª campanha de amostragem (por classes estabelecidas a partir dos valores dos quartis).

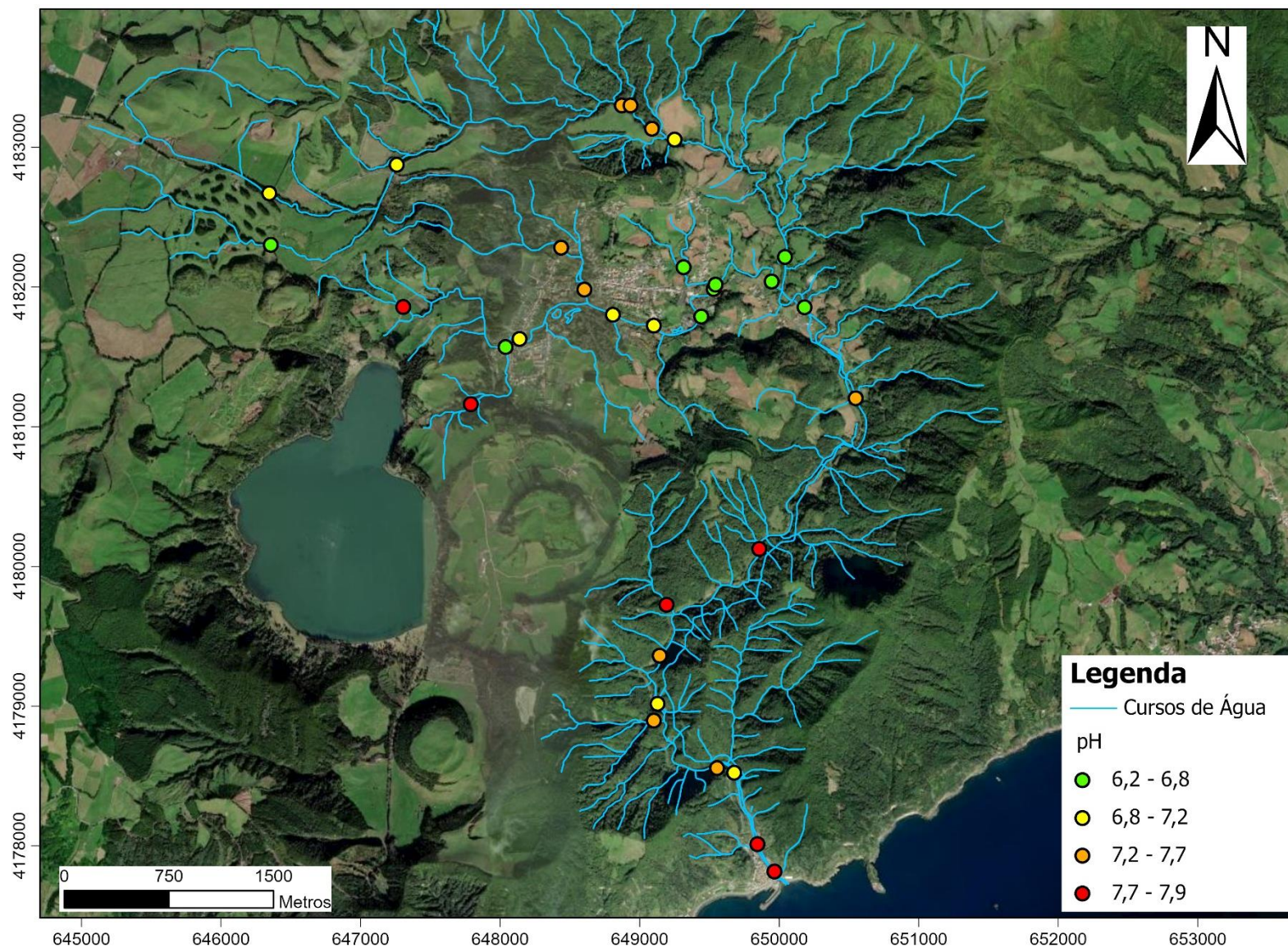


Figura C.14 | Representação espacial dos valores de pH na Ribeira Quente - 7.^a campanha de amostragem (por classes estabelecidas a partir dos valores dos quartis).

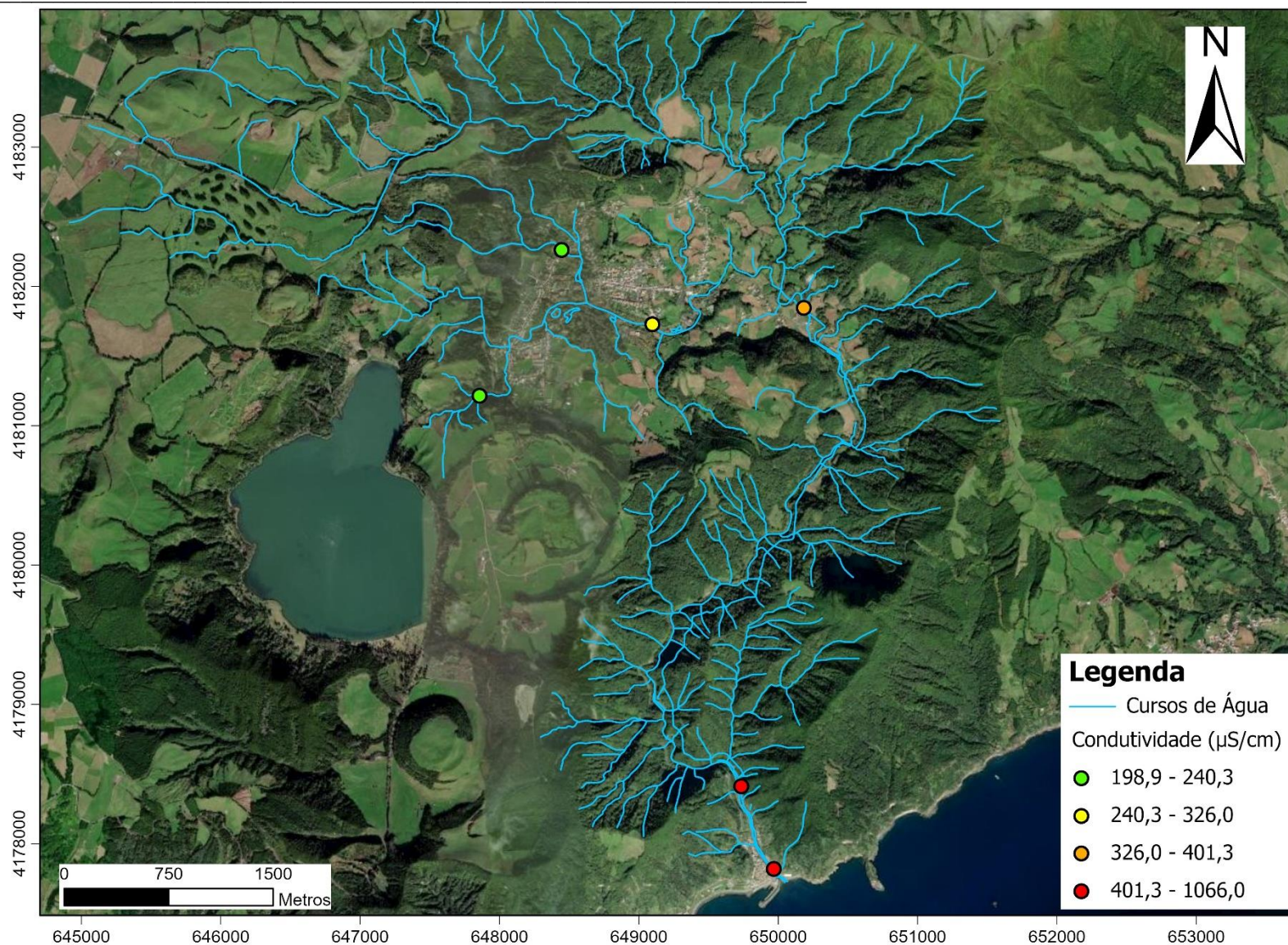


Figura C.15 | Representação espacial dos valores de condutividade na Ribeira Quente - 1.^a campanha de amostragem (por classes estabelecidas a partir dos valores dos quartis).

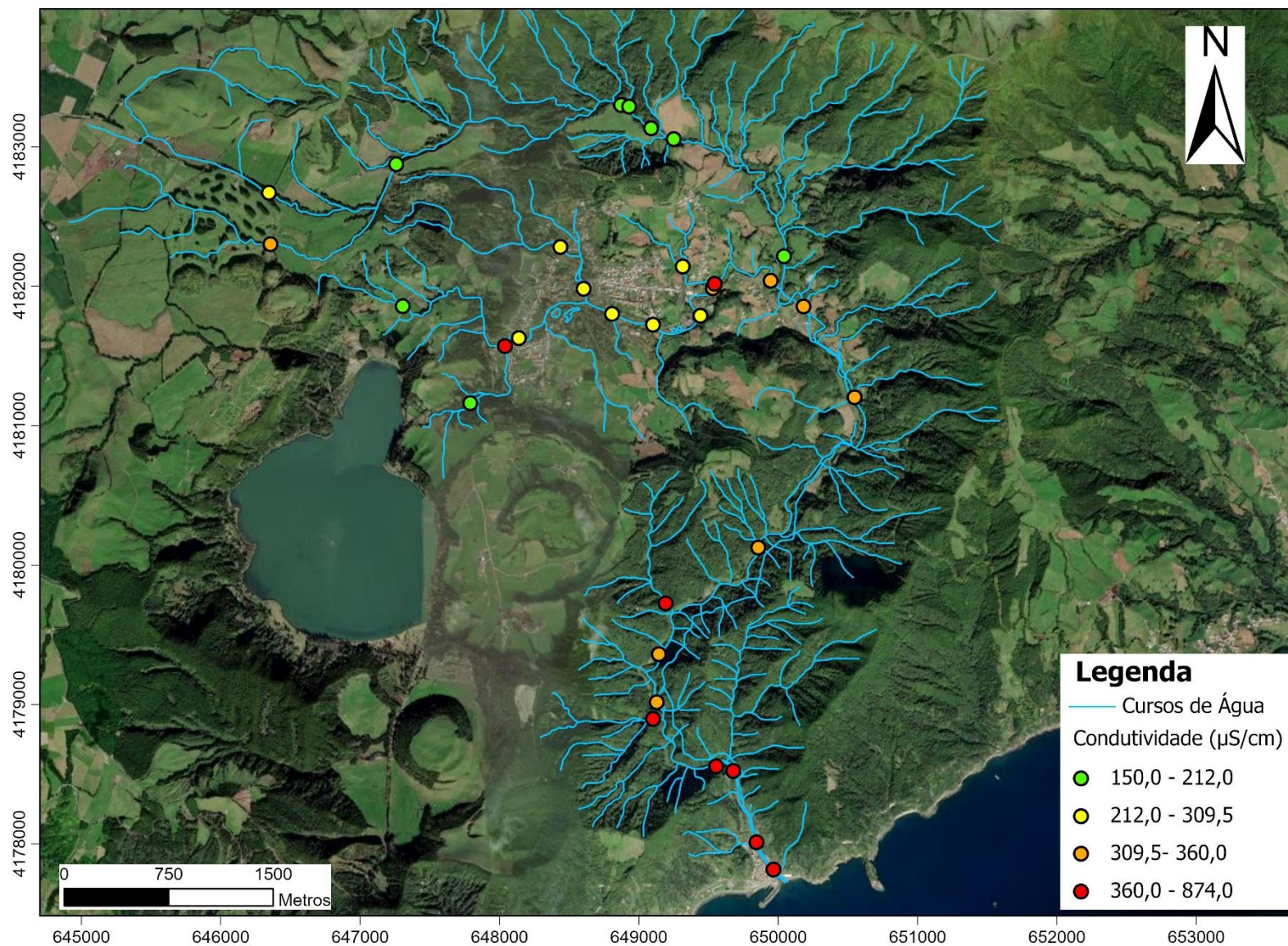


Figura C.16 | Representação espacial dos valores de condutividade na Ribeira Quente - 2.^a campanha de amostragem (por classes estabelecidas a partir dos valores dos quartis).

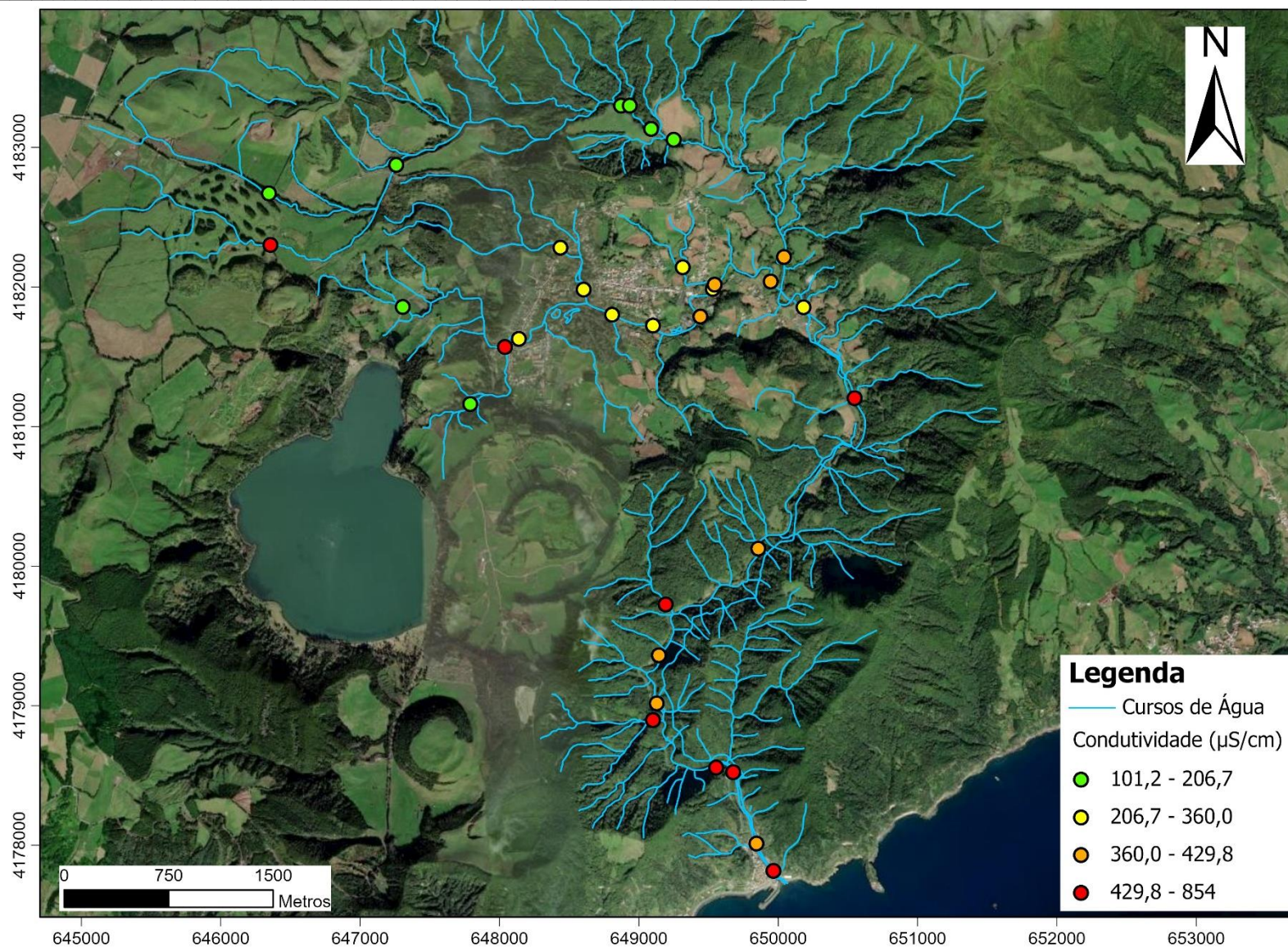


Figura C.17 | Representação espacial dos valores de condutividade na Ribeira Quente - 3.^a campanha de amostragem (por classes estabelecidas a partir dos valores dos quartis).

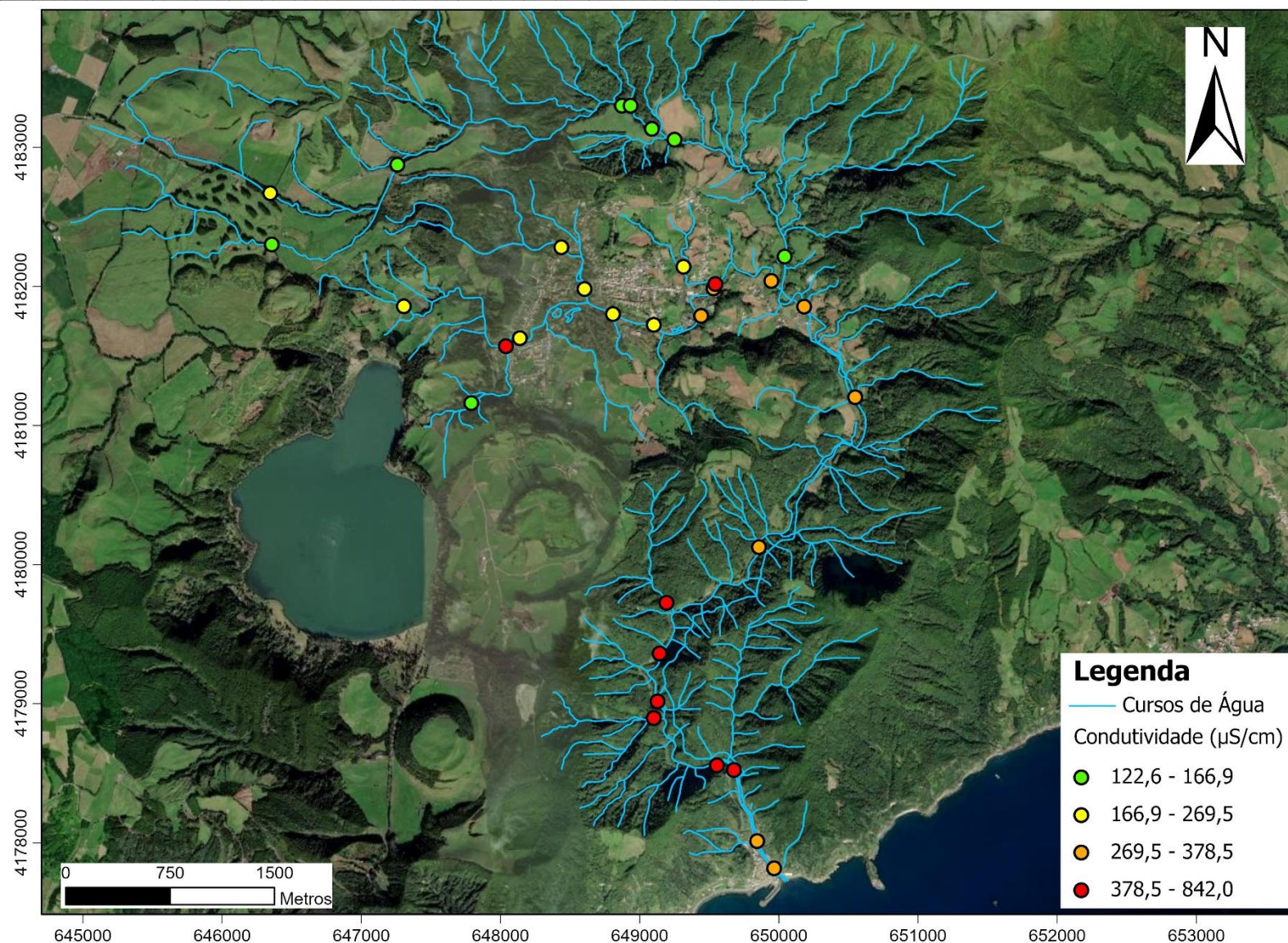


Figura C.18 | Representação espacial dos valores de condutividade na Ribeira Quente - 4.^a campanha de amostragem (por classes estabelecidas a partir dos valores dos quartis).

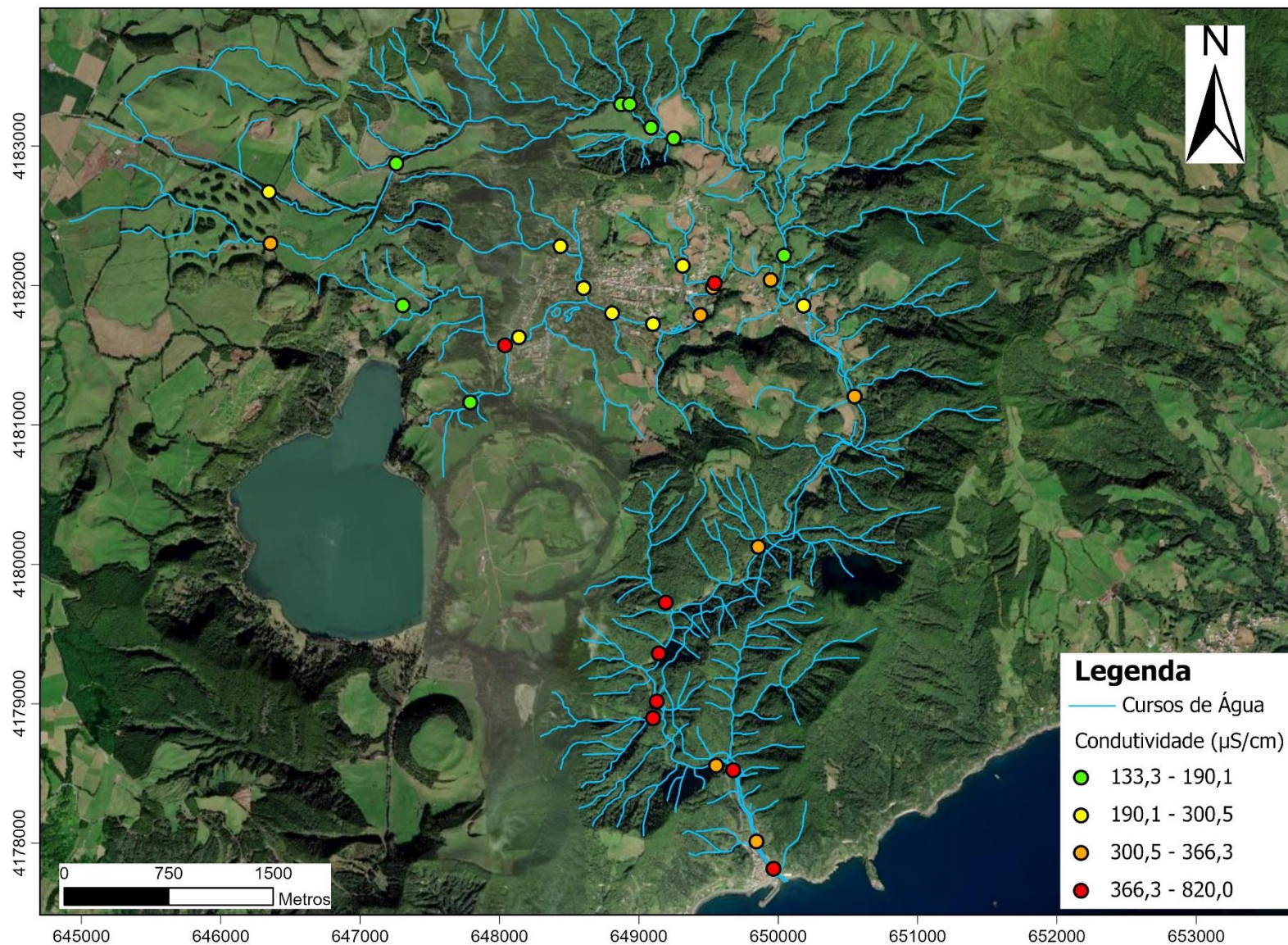


Figura C.19 | Representação espacial dos valores de condutividade na Ribeira Quente - 5.^a campanha de amostragem (por classes estabelecidas a partir dos valores dos quartis).

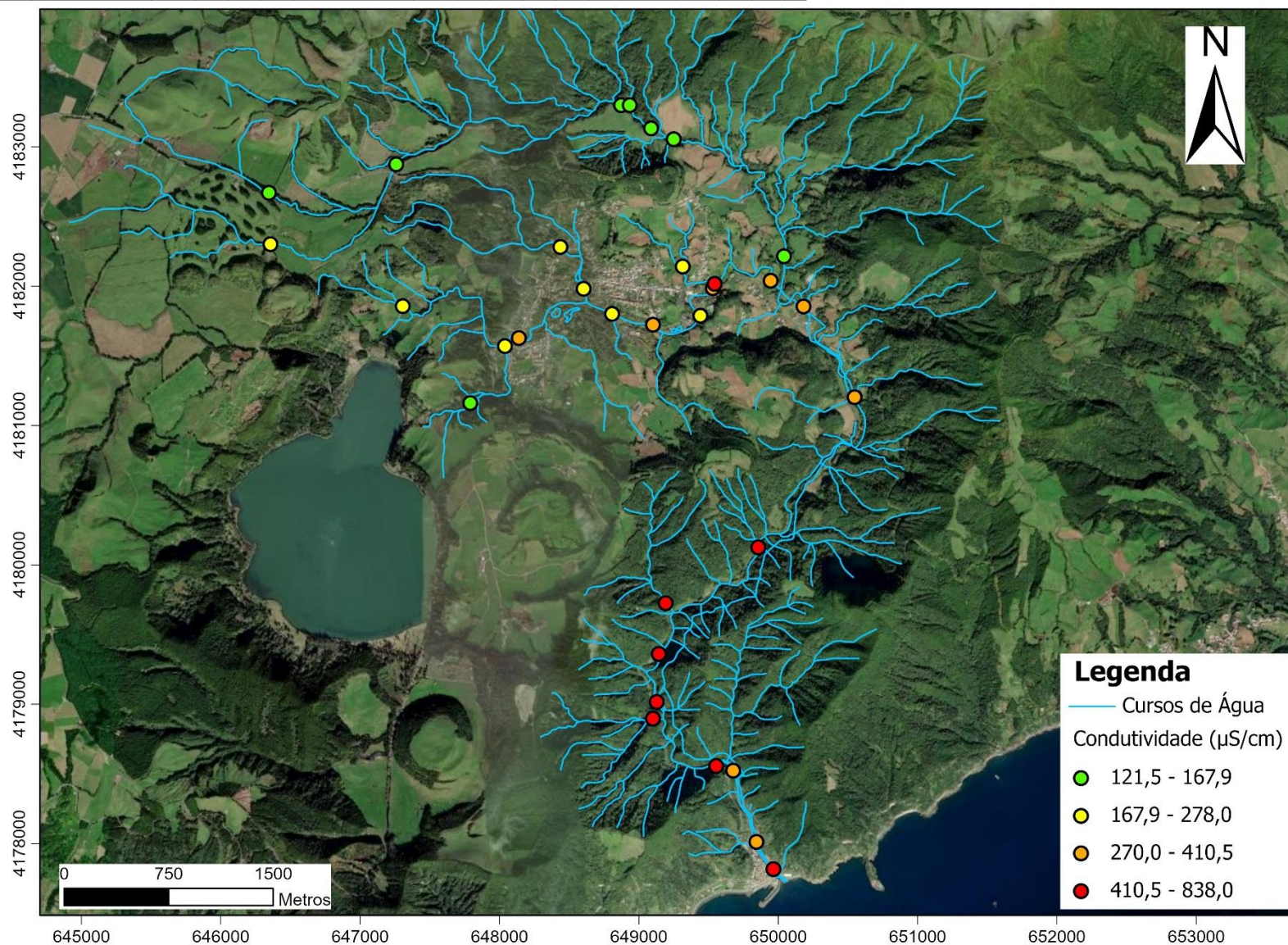


Figura C.20 | Representação espacial dos valores de condutividade na Ribeira Quente - 6.^a campanha de amostragem (por classes estabelecidas a partir dos valores dos quartis).

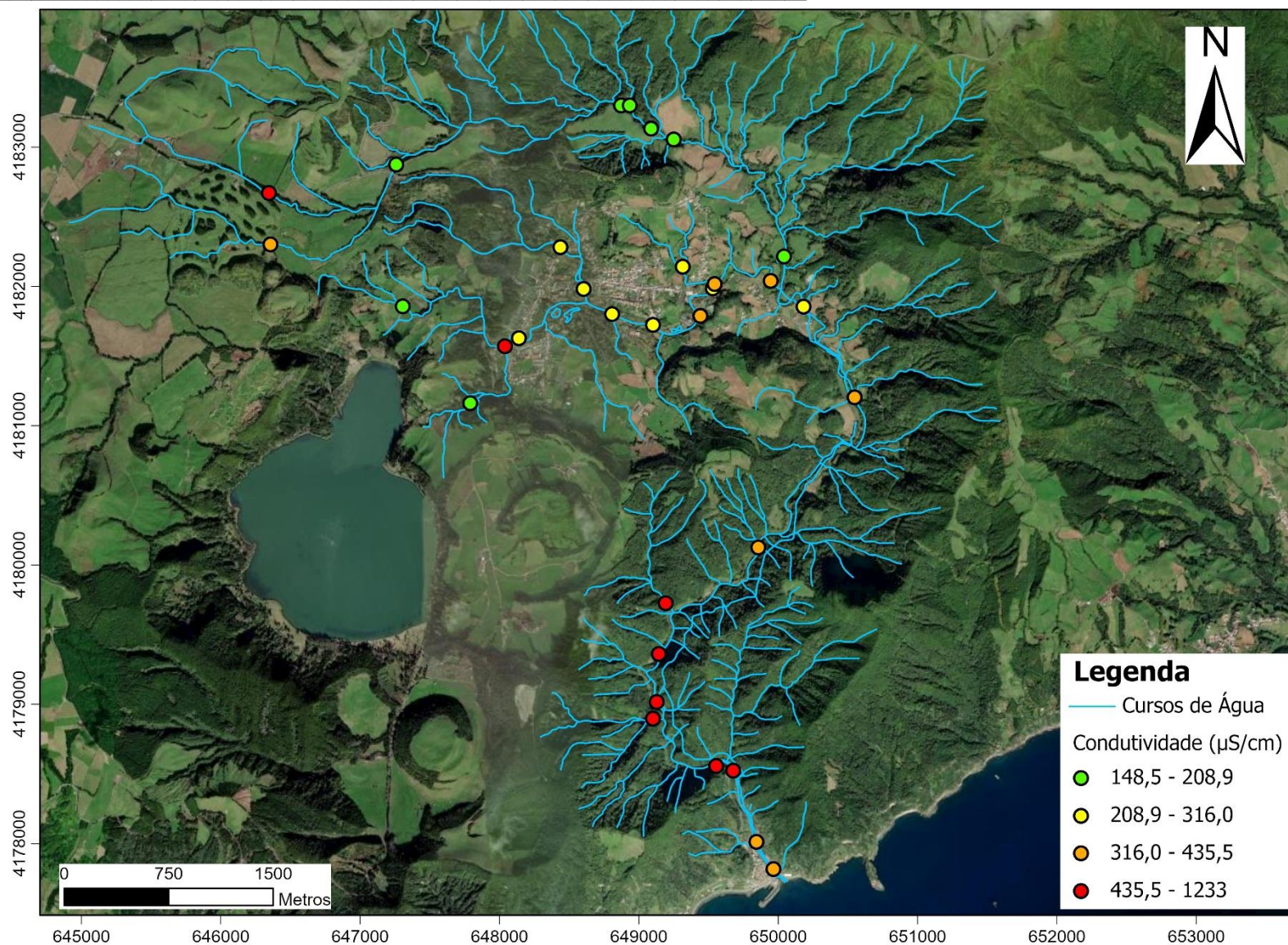


Figura C.21 | Representação espacial dos valores de condutividade na Ribeira Quente - 7.ª campanha de amostragem (por classes estabelecidas a partir dos valores dos quartis).

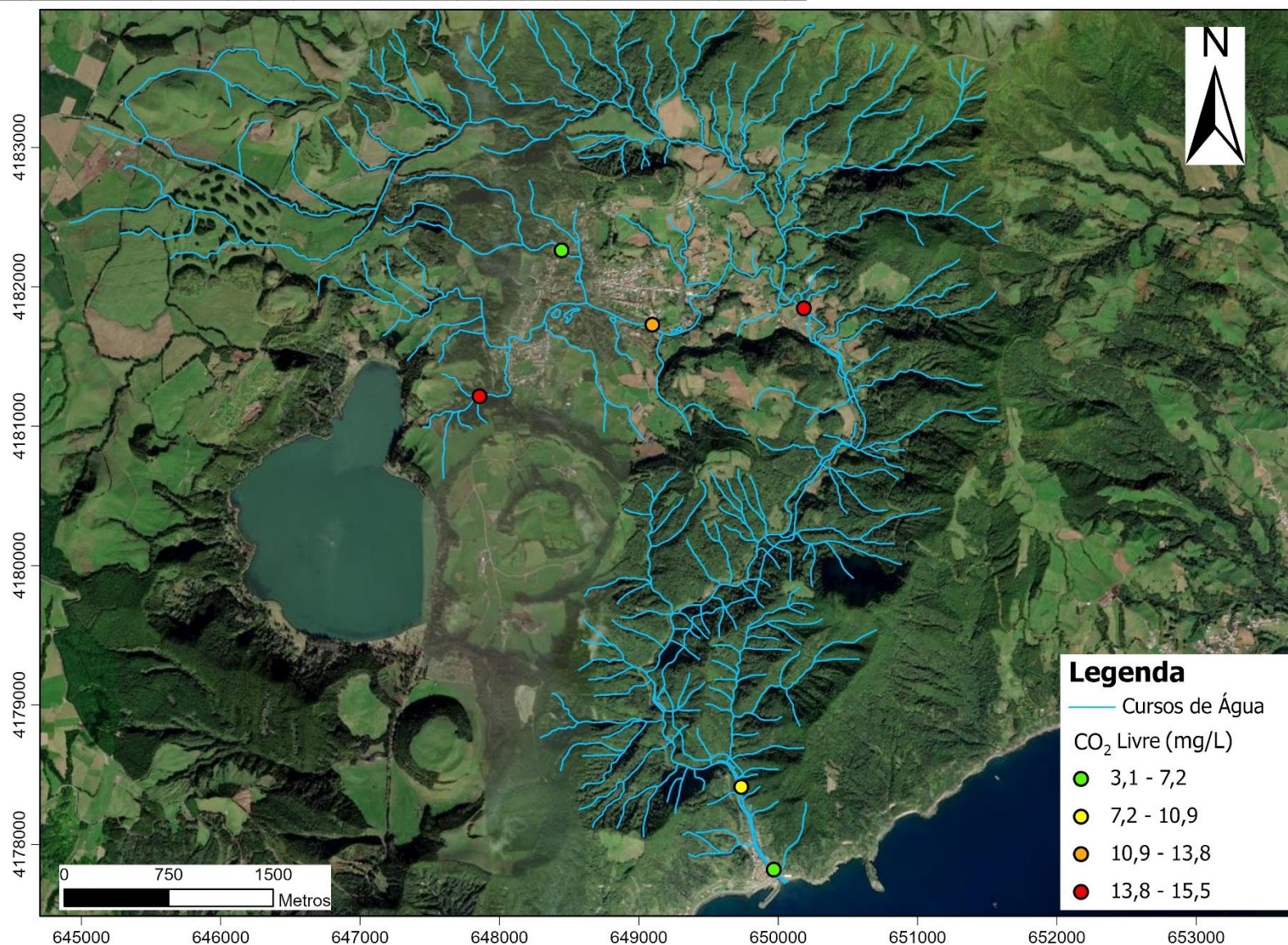


Figura C.22 | Representação espacial dos valores de CO₂ Livre na Ribeira Quente - 1.^a campanha de amostragem (por classes estabelecidas a partir dos valores dos quartis).

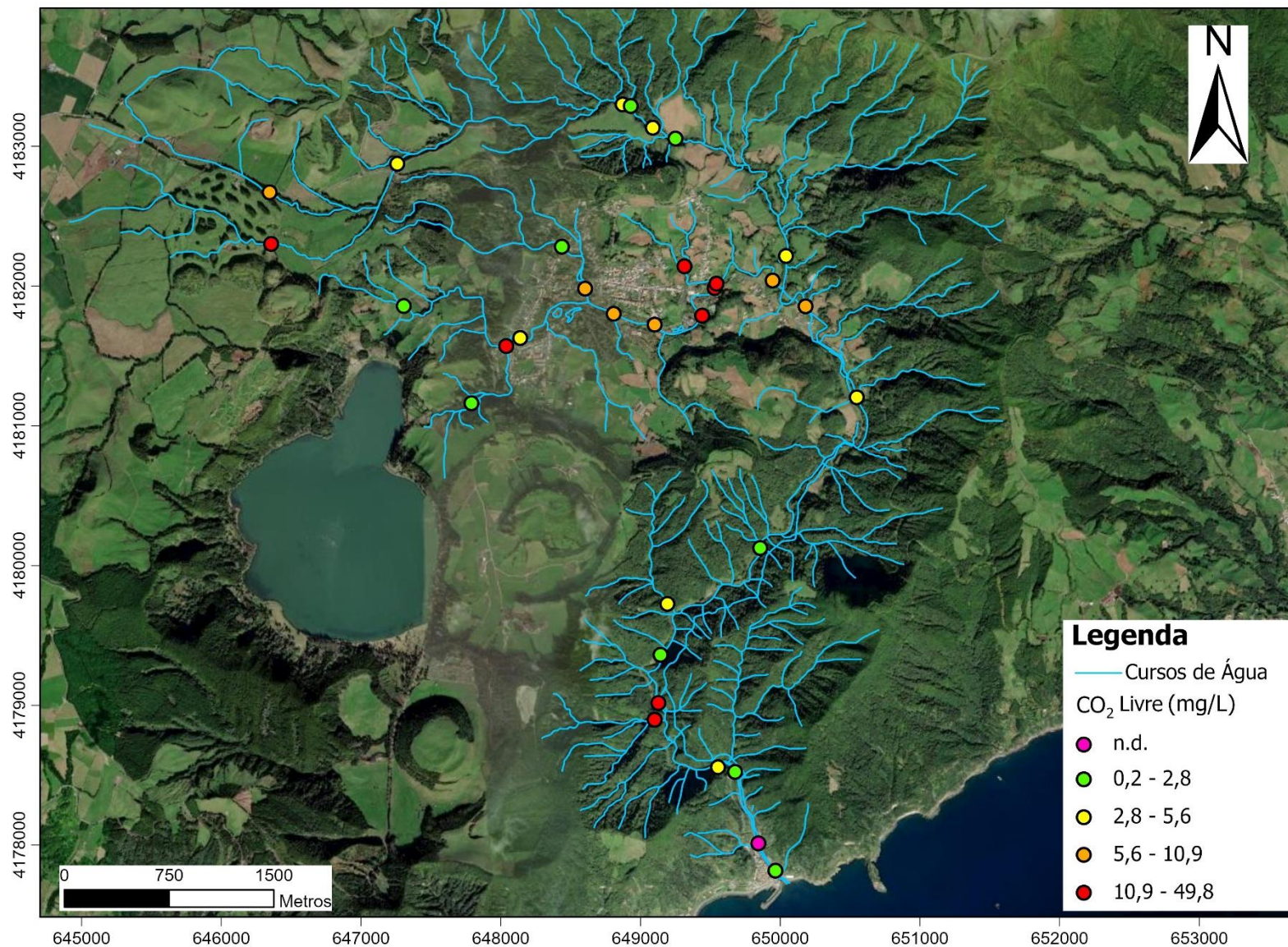


Figura C.23 | Representação espacial dos valores de CO_2 Livre na Ribeira Quente - 2.^a campanha de amostragem (por classes estabelecidas a partir dos valores dos quartis).

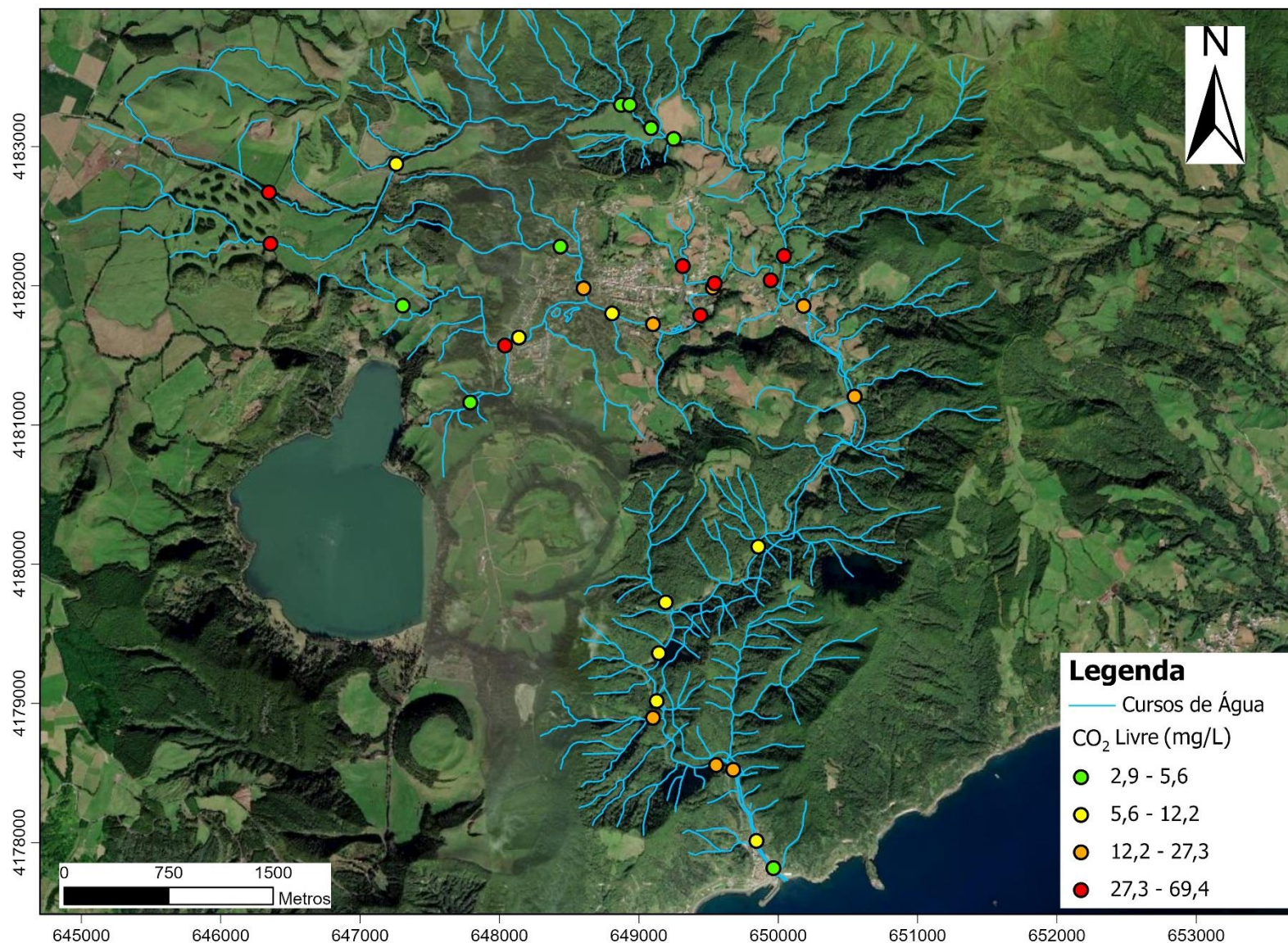


Figura C.24 | Representação espacial dos valores de CO₂ Livre na Ribeira Quente - 3.^a campanha de amostragem (por classes estabelecidas a partir dos valores dos quartis).

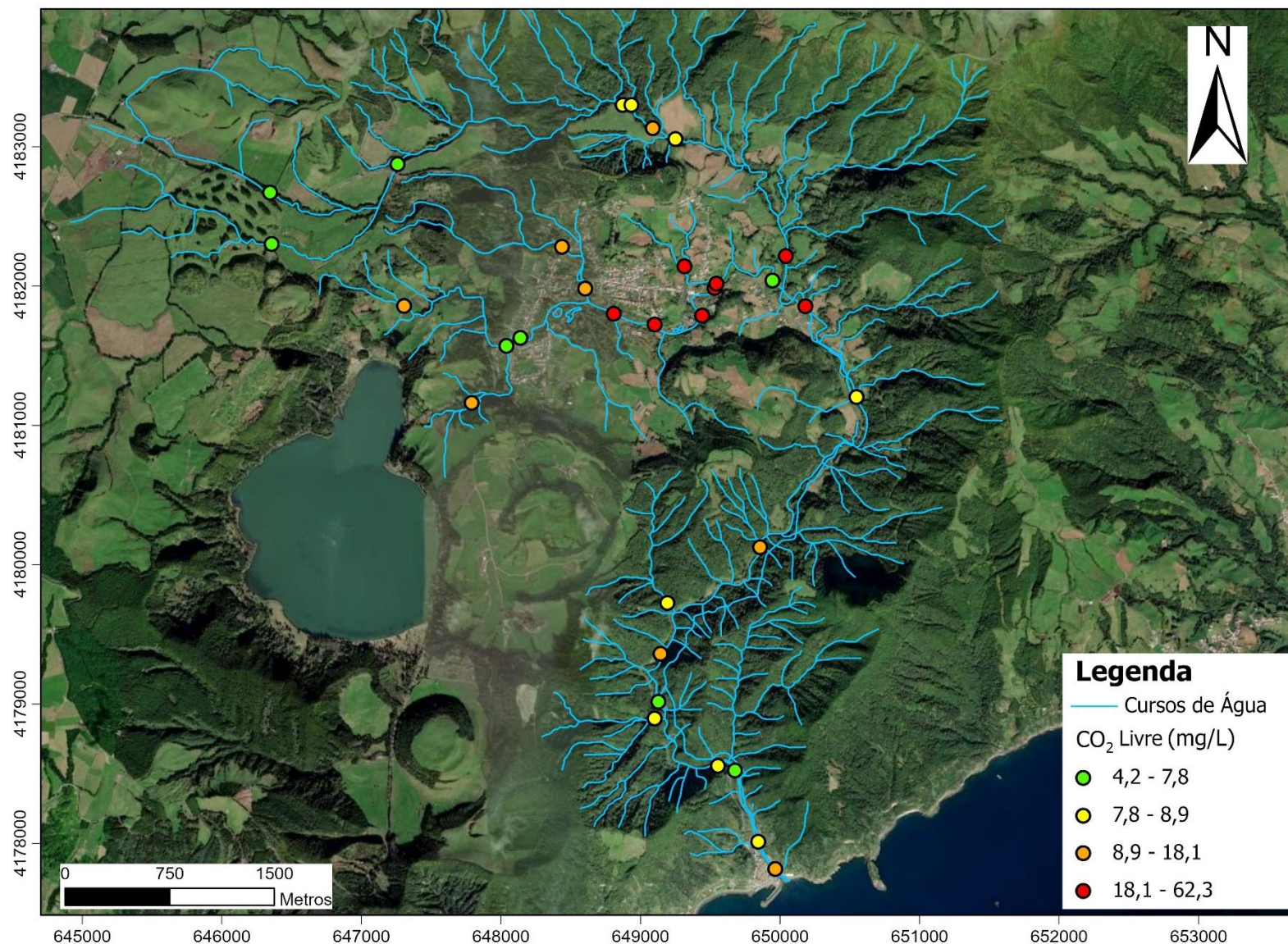


Figura C.25 | Representação espacial dos valores de CO₂ Livre na Ribeira Quente - 4.^a campanha de amostragem (por classes estabelecidas a partir dos valores dos quartis).

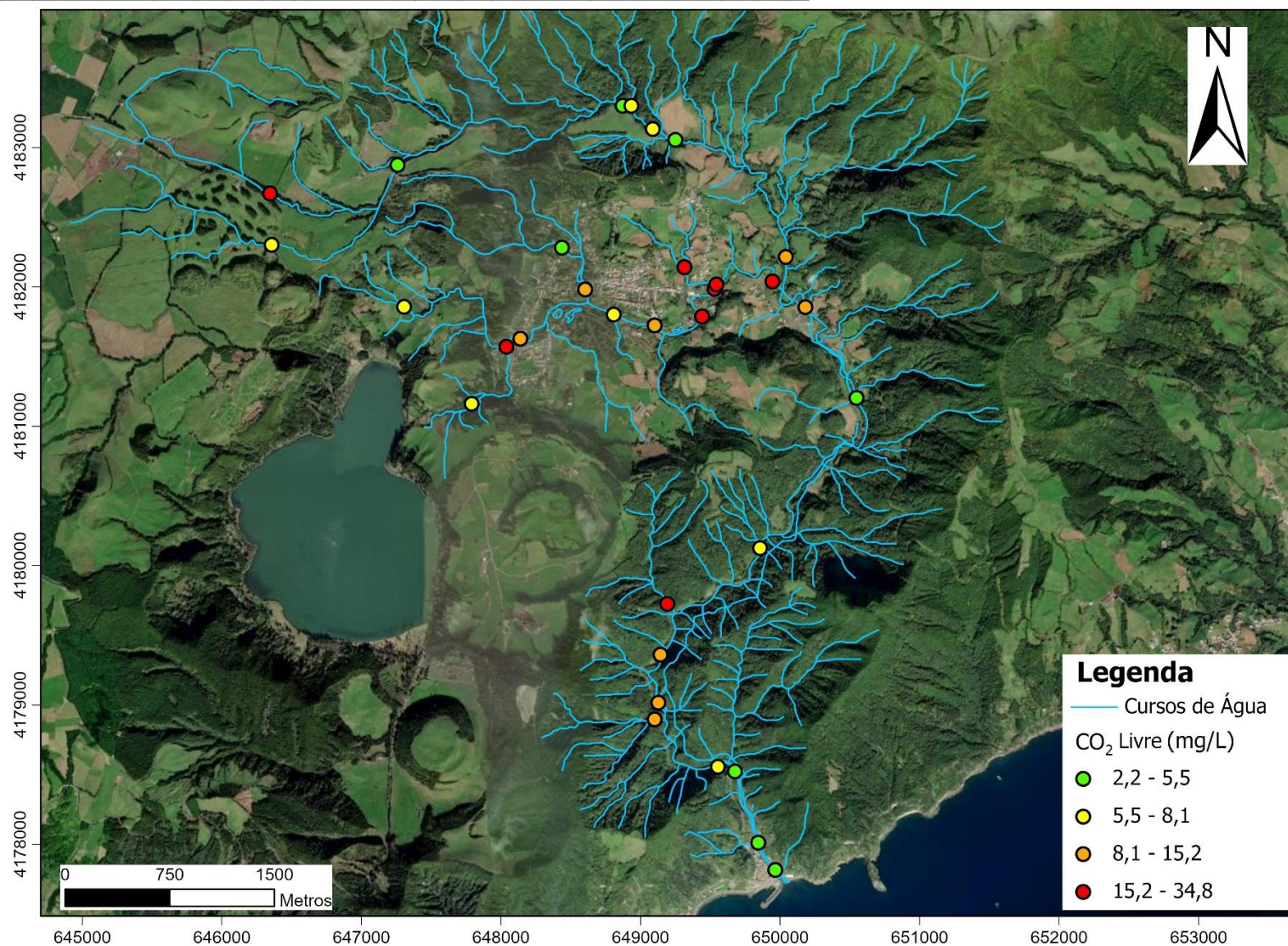


Figura C.26 | Representação espacial dos valores de CO_2 Livre na Ribeira Quente - 5.^a campanha de amostragem (por classes estabelecidas a partir dos valores dos quartis).

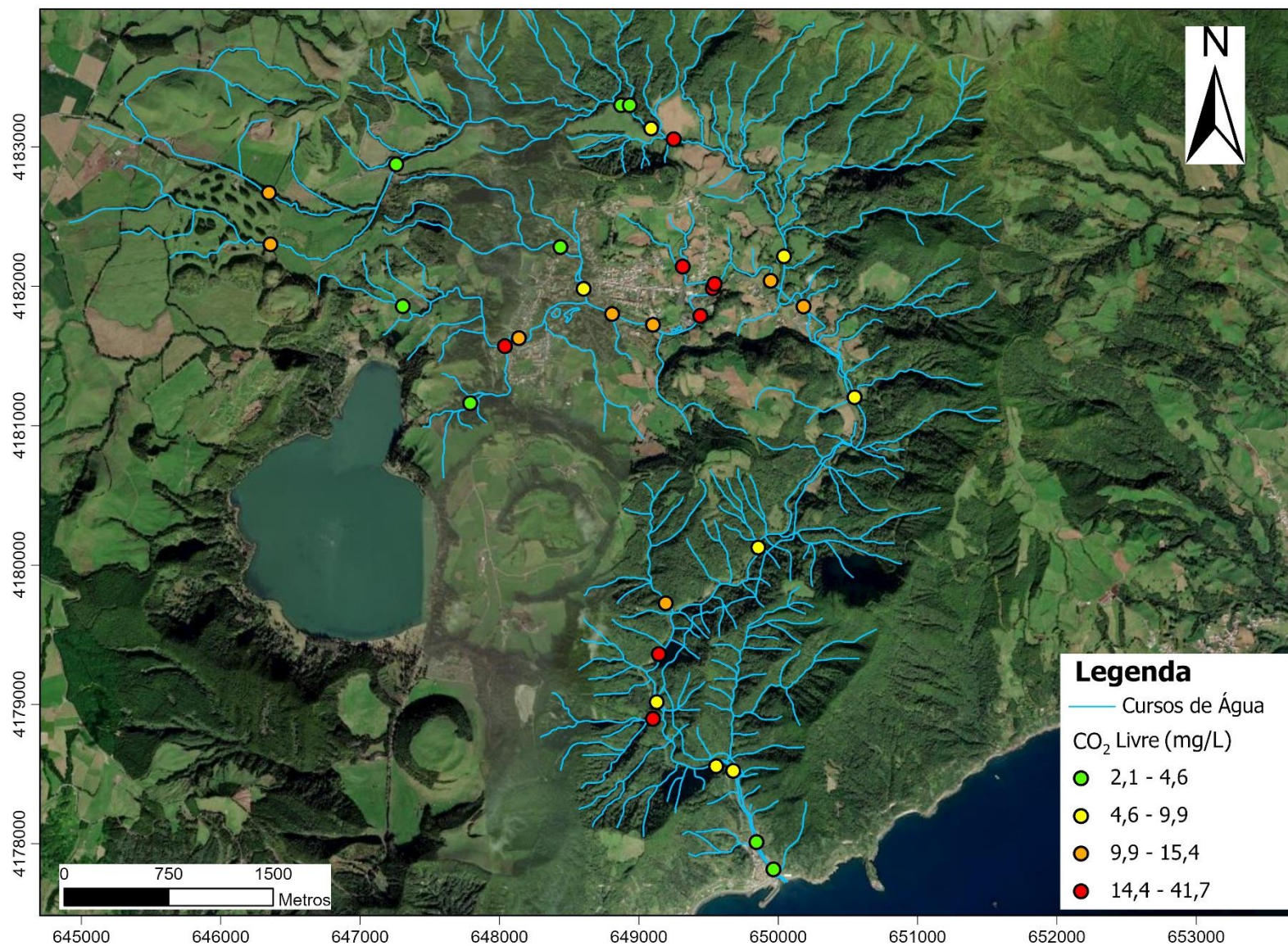


Figura C.27 | Representação espacial dos valores de CO₂ Livre na Ribeira Quente - 6.^a campanha de amostragem (por classes estabelecidas a partir dos valores dos quartis).

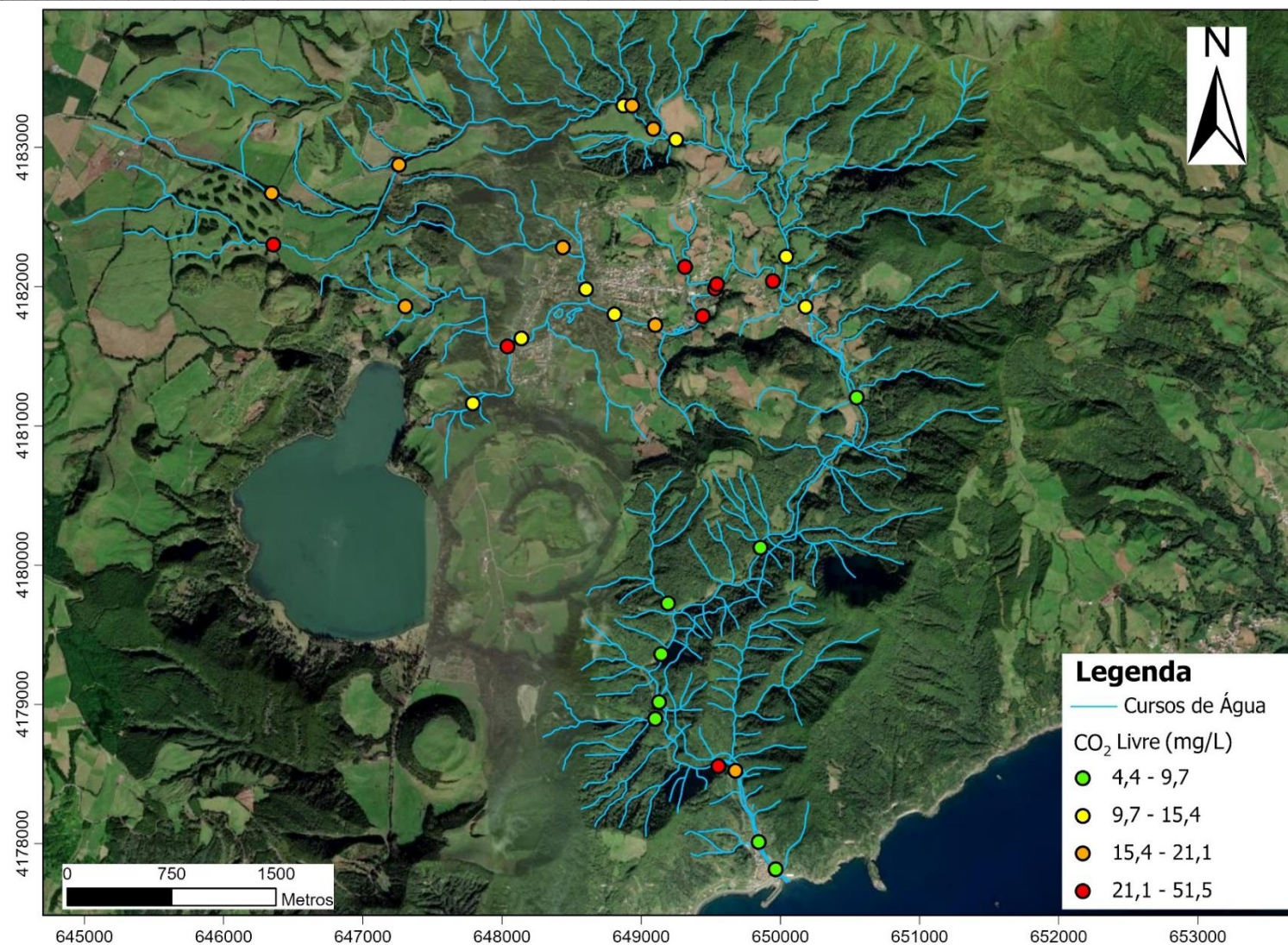


Figura C.28 | Representação espacial dos valores de CO_2 Livre na Ribeira Quente - 7.ª campanha de amostragem (por classes estabelecidas a partir dos valores dos quartis).

ANEXO D

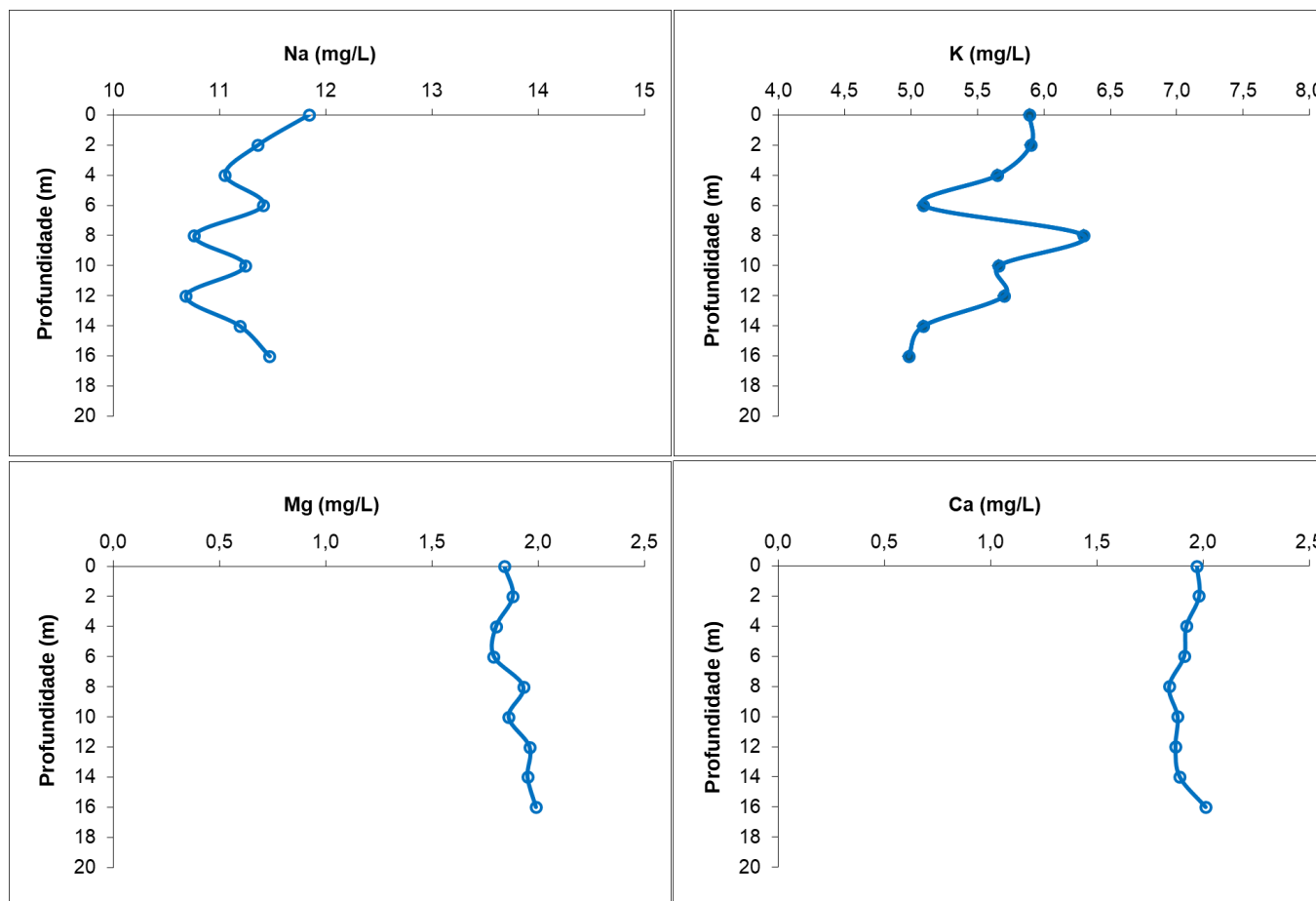


Figura D.1 | Representação da variação ao longo da coluna de água das principais espécies químicas em solução na Lagoa do Congo - 1.^a campanha de amostragem (Sódio, Potássio, Magnésio e Cálcio.)

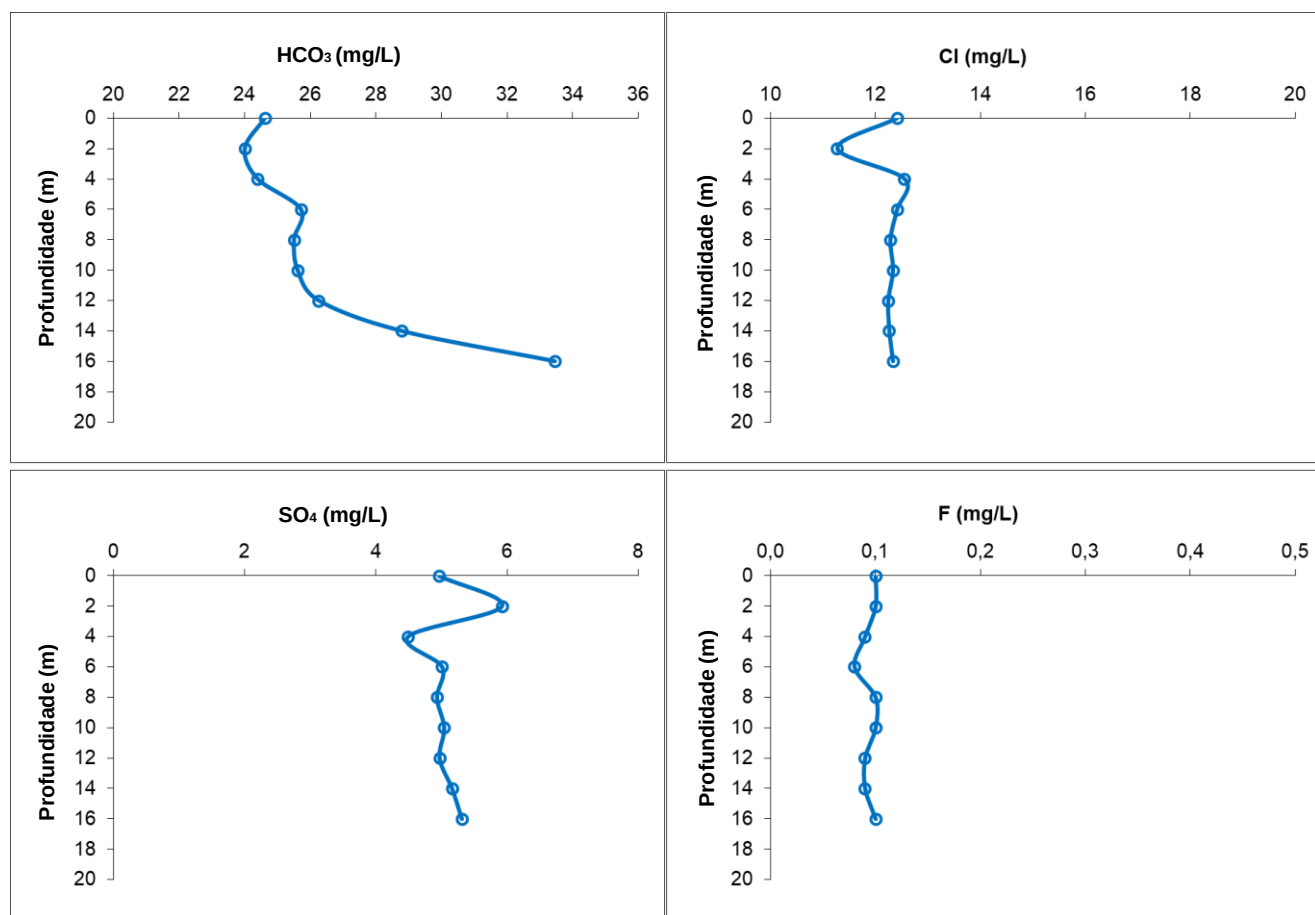


Figura D.2 | Representação da variação ao longo da coluna de água das principais espécies químicas em solução na Lagoa do Congro - 1.^a campanha de amostragem (Bicarbonato, Cloreto, Sulfato e Fluoreto.)

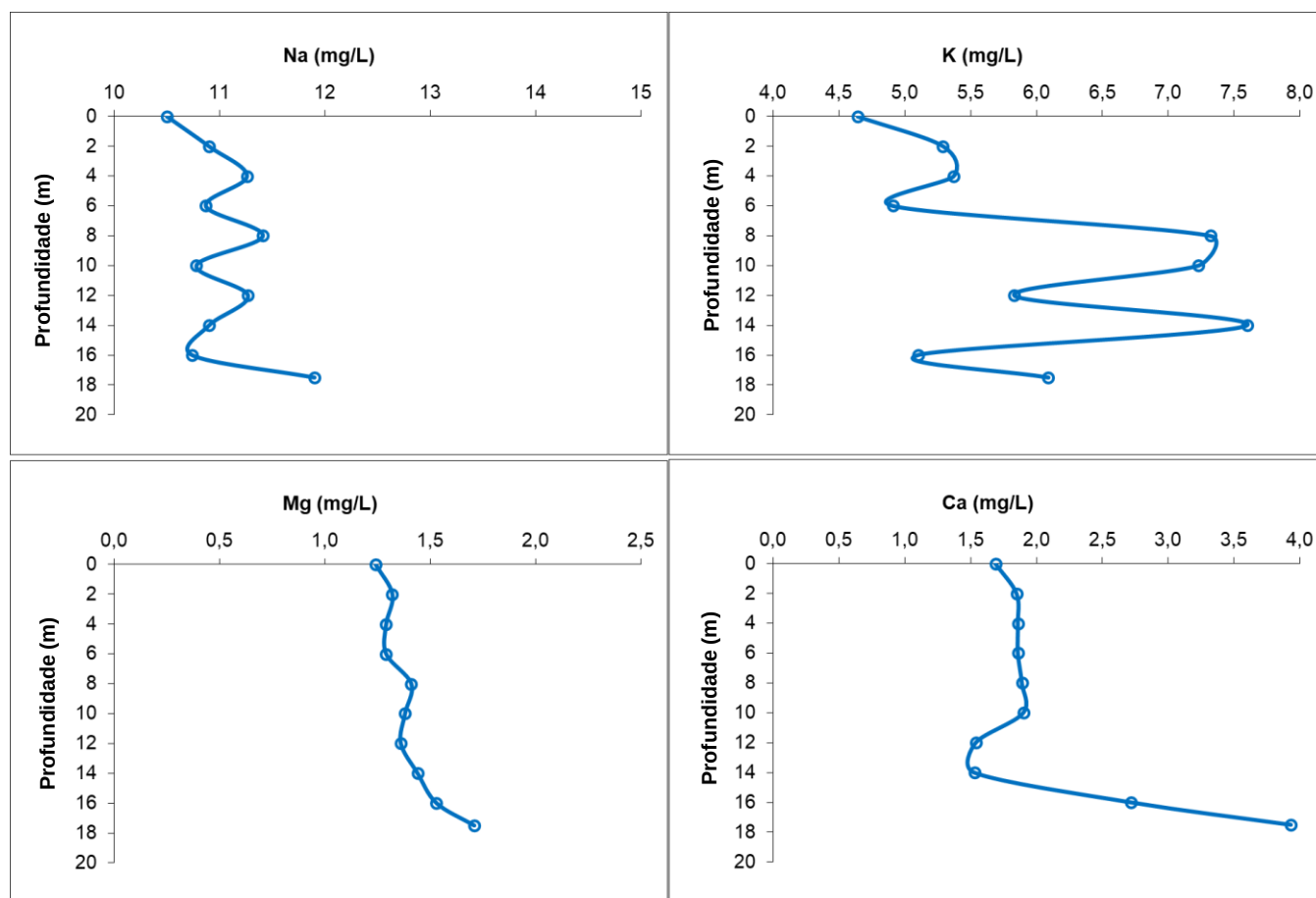


Figura D.3 | Representação da variação ao longo da coluna de água das principais espécies químicas em solução na Lagoa do Congro - 2.^a campanha de amostragem (Sódio, Potássio, Magnésio e Cálcio.)

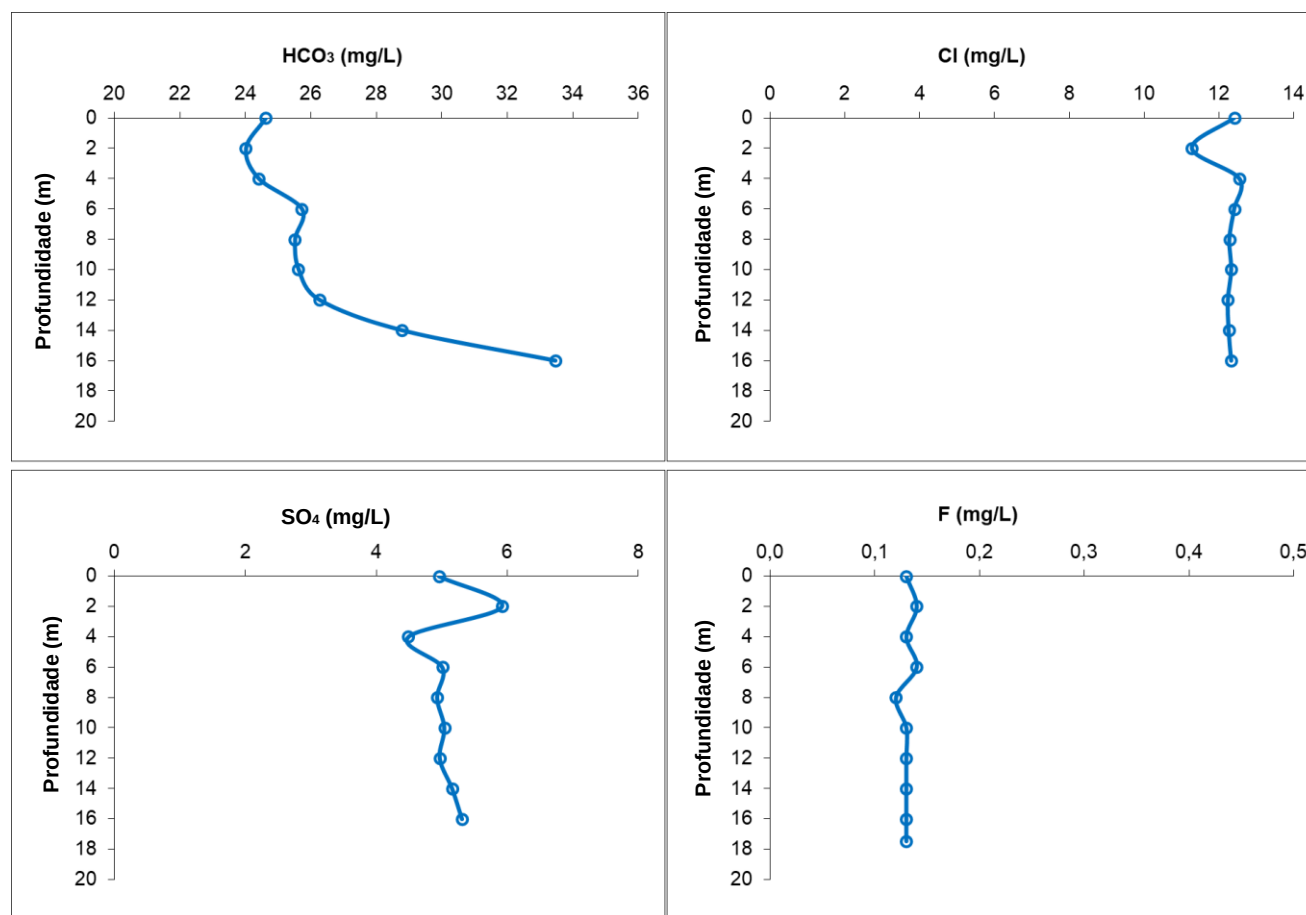


Figura D.4 | Representação da variação ao longo da coluna de água das principais espécies químicas em solução na Lagoa do Congro - 2.^a campanha de amostragem (Bicarbonato, Cloreto, Sulfato e Fluoreto.)

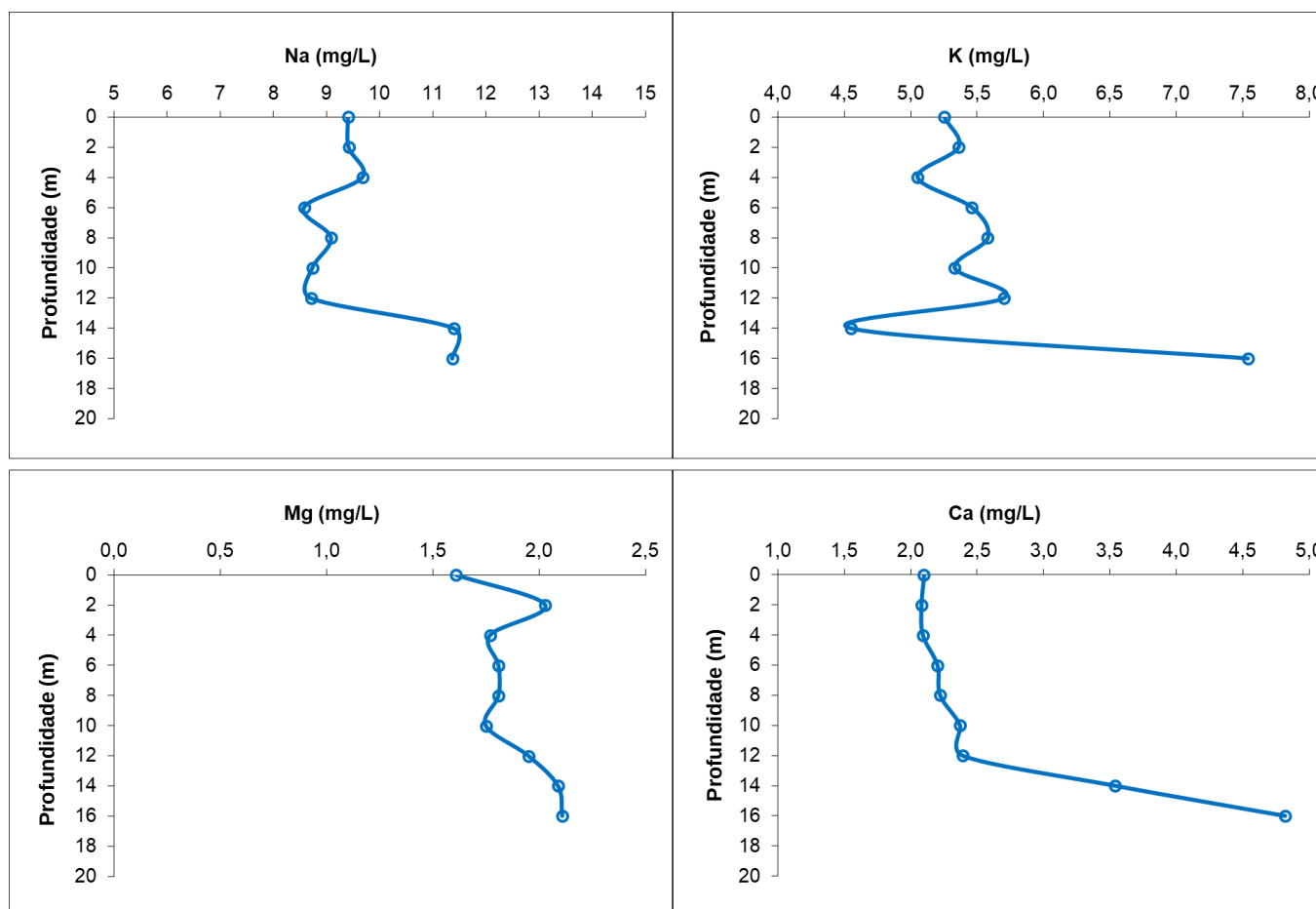


Figura D.5 | Representação da variação ao longo da coluna de água das principais espécies químicas em solução na Lagoa do Congo - 3.^a campanha de amostragem (Sódio, Potássio, Magnésio e Cálcio.)

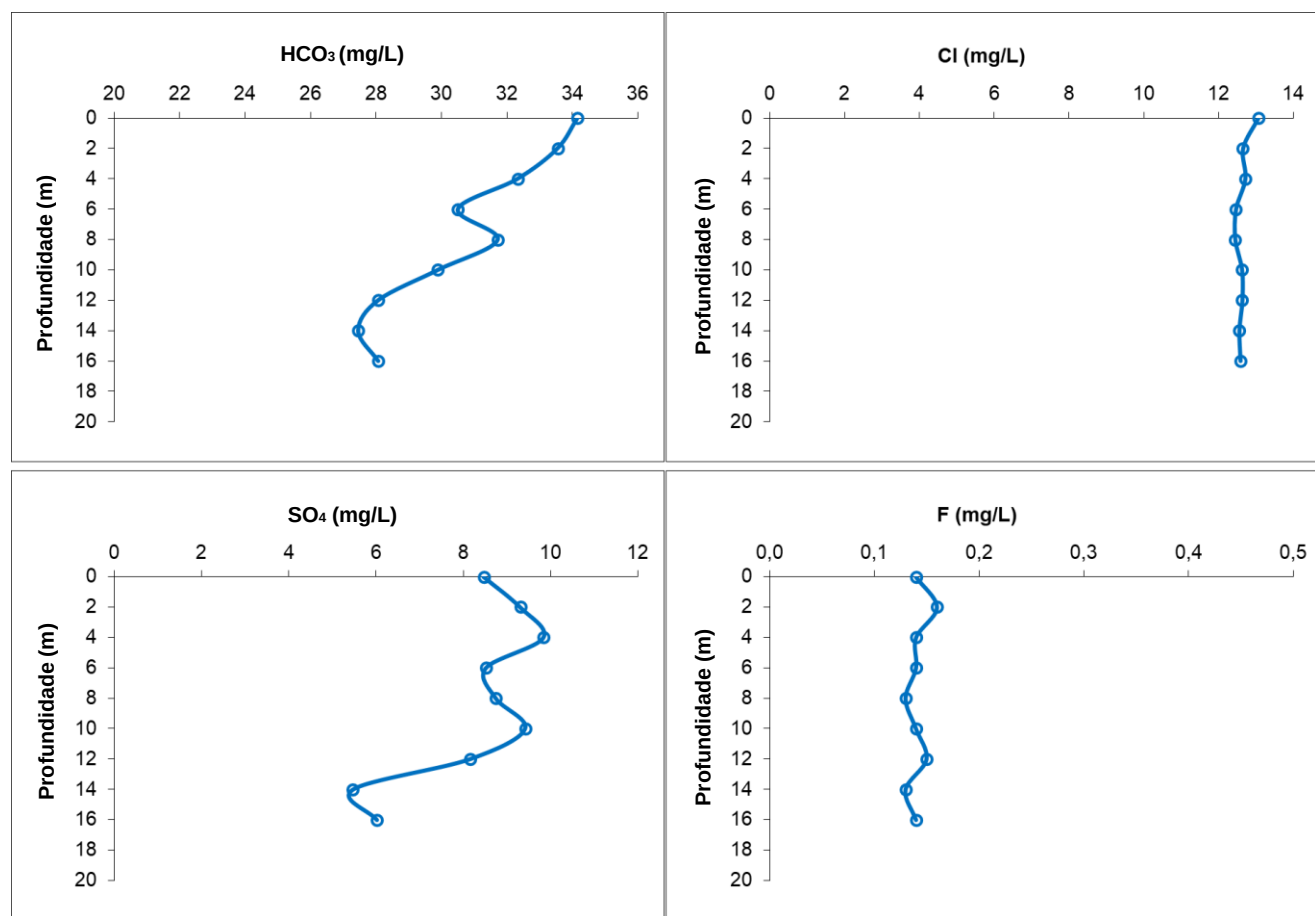


Figura D.6 | Representação da variação ao longo da coluna de água das principais espécies químicas em solução na Lagoa do Congro - 3.^a campanha de amostragem (Bicarbonato, Cloreto, Sulfato e Fluoreto.)

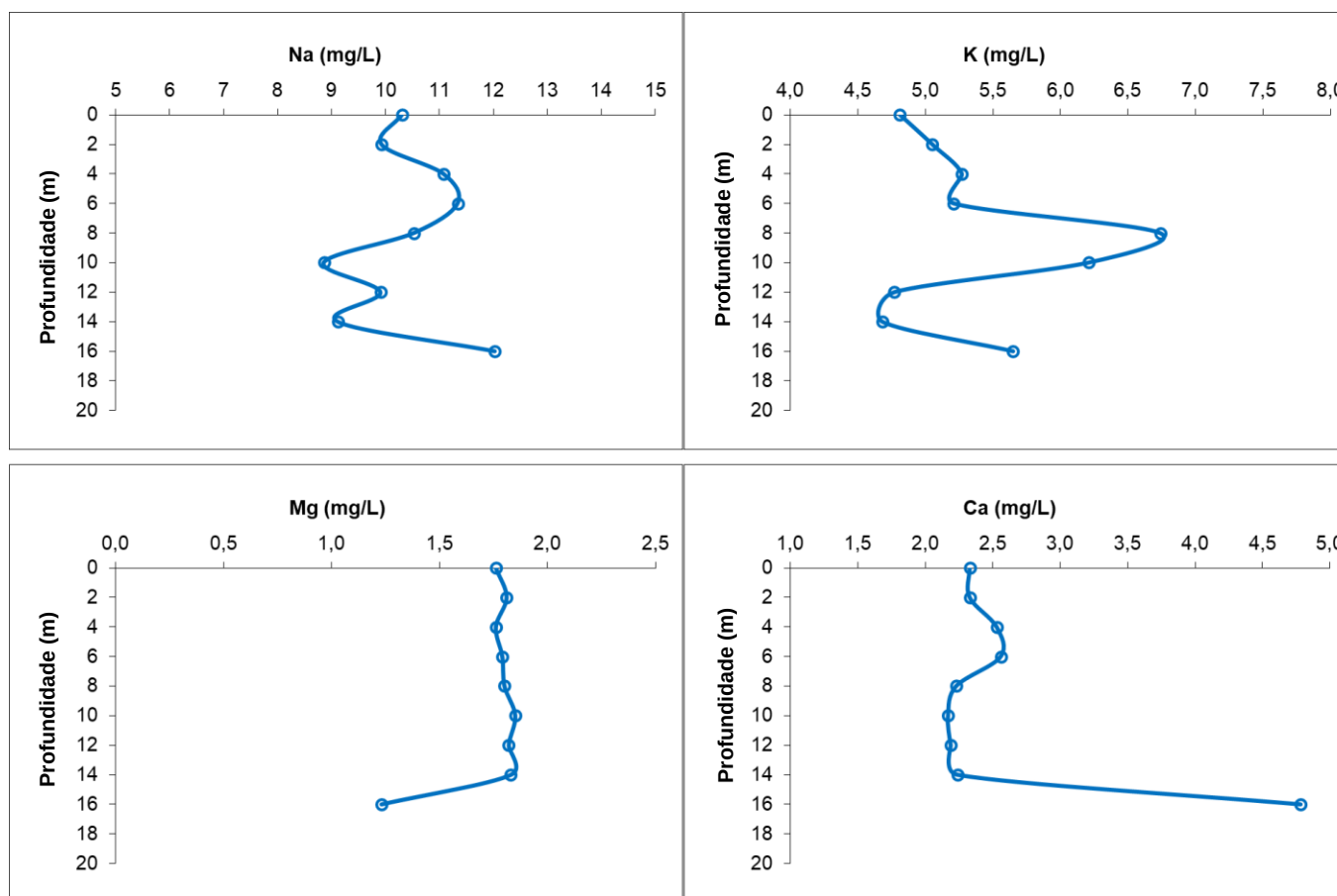


Figura D.7 | Representação da variação ao longo da coluna de água das principais espécies químicas em solução na Lagoa do Congro - 4.^a campanha de amostragem (Sódio, Potássio, Magnésio e Cálcio.)

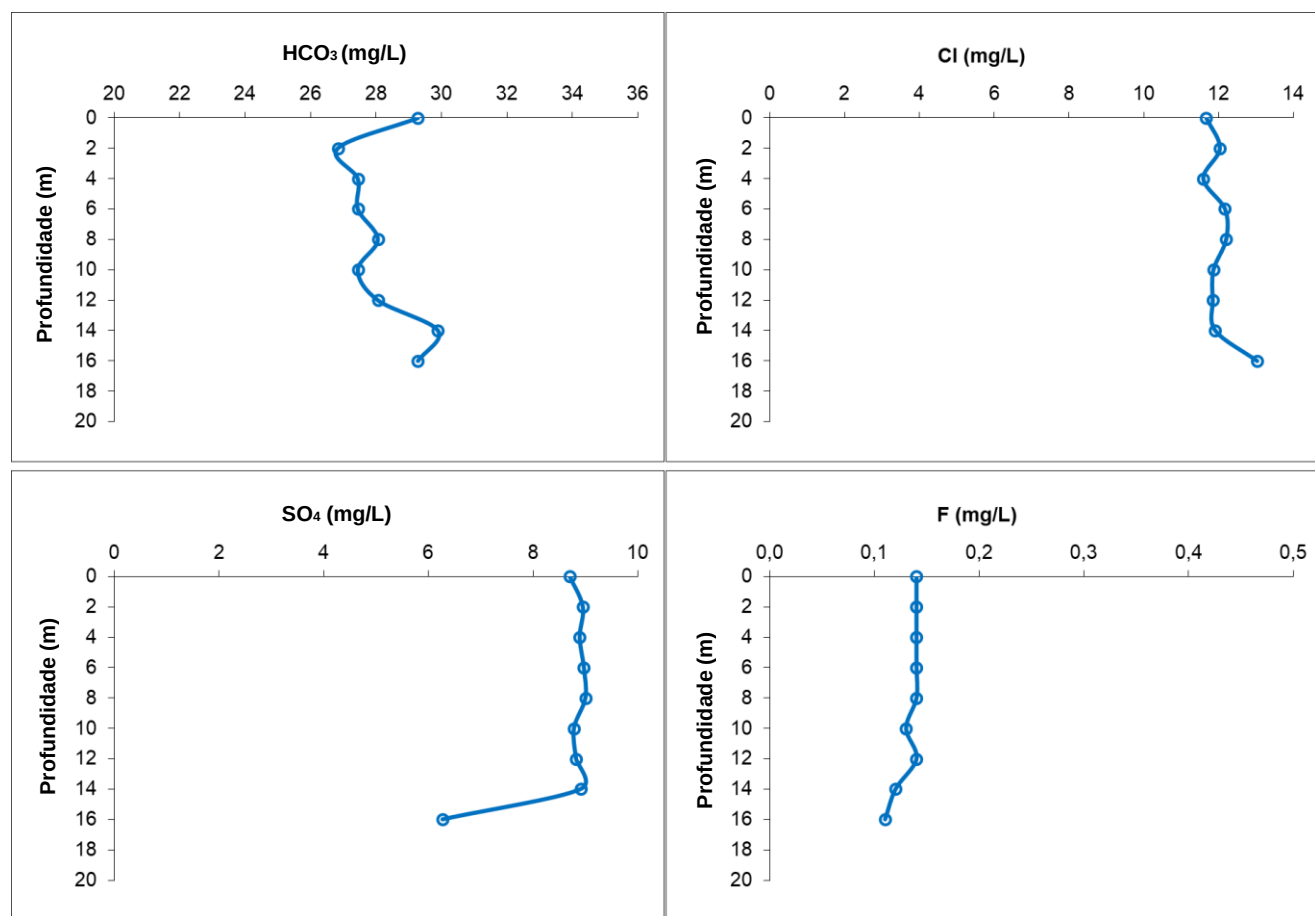


Figura D.8 | Representação da variação ao longo da coluna de água das principais espécies químicas em solução na Lagoa do Congro - 4.^a campanha de amostragem (Bicarbonato, Cloreto, Sulfato e Fluoreto.)

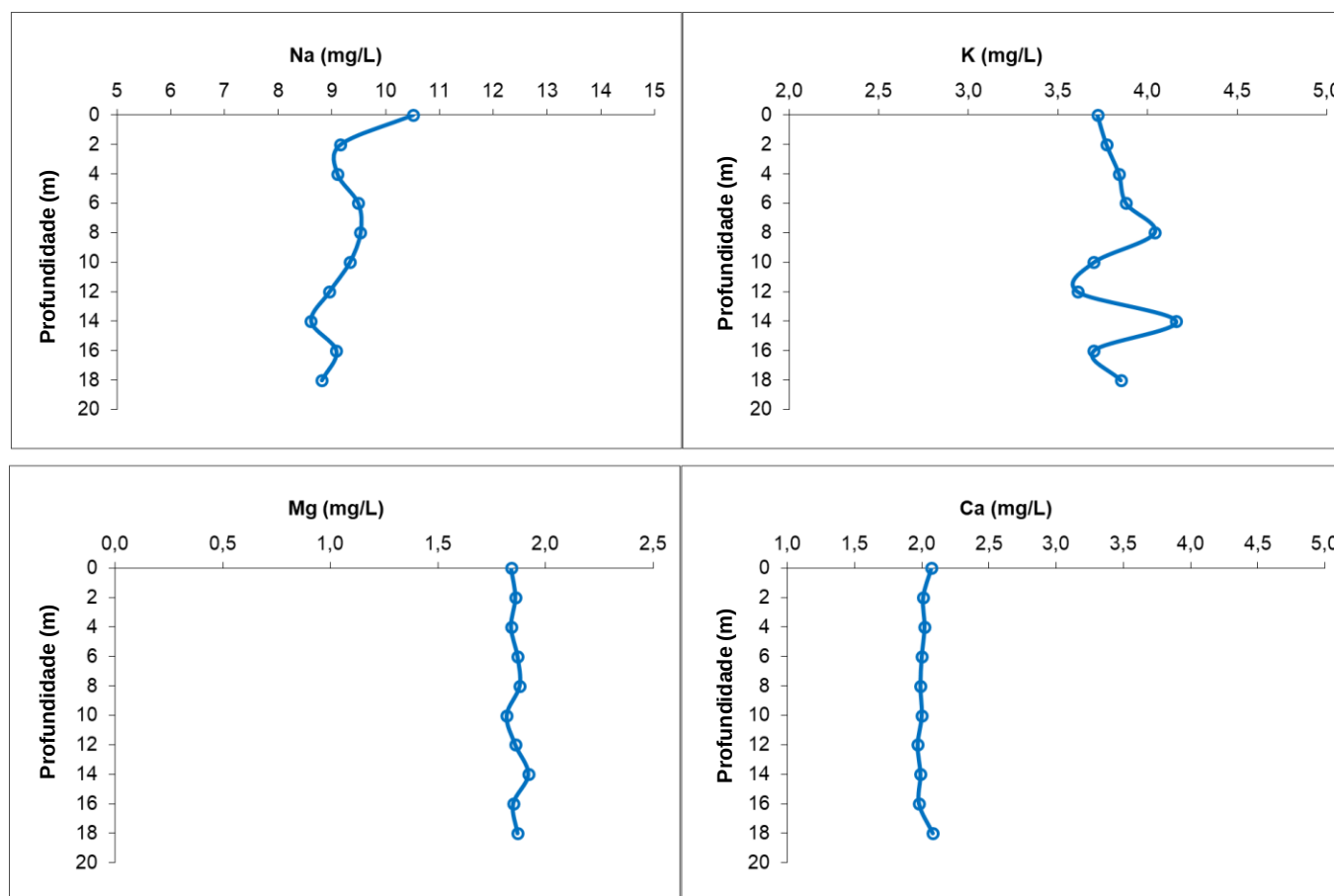


Figura D.9 | Representação da variação ao longo da coluna de água das principais espécies químicas em solução na Lagoa do Congo - 5.^a campanha de amostragem (Sódio, Potássio, Magnésio e Cálcio.)

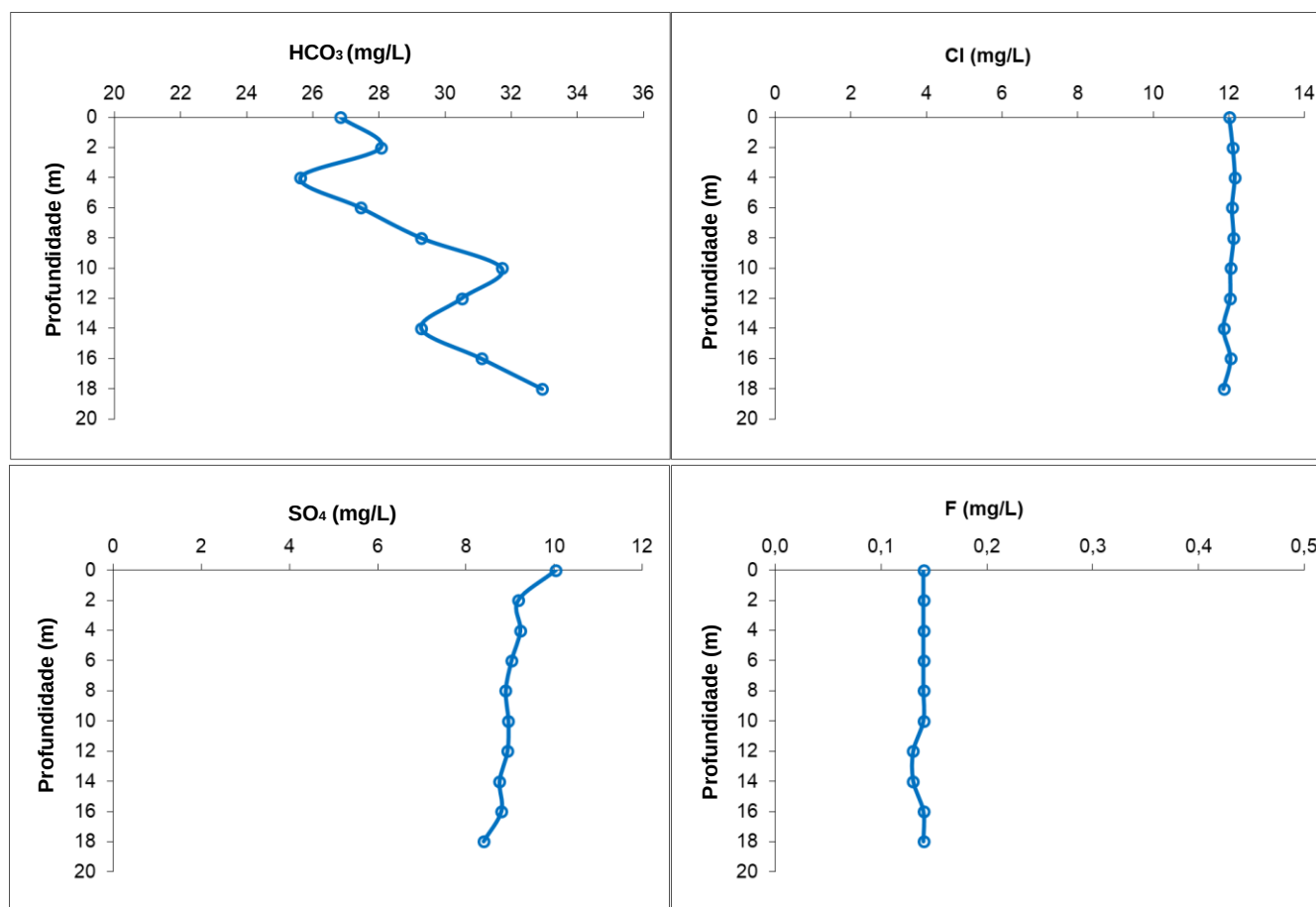


Figura D.10 | Representação da variação ao longo da coluna de água das principais espécies químicas em solução na Lagoa do Congro - 5.^a campanha de amostragem (Bicarbonato, Cloreto, Sulfato e Fluoreto.)

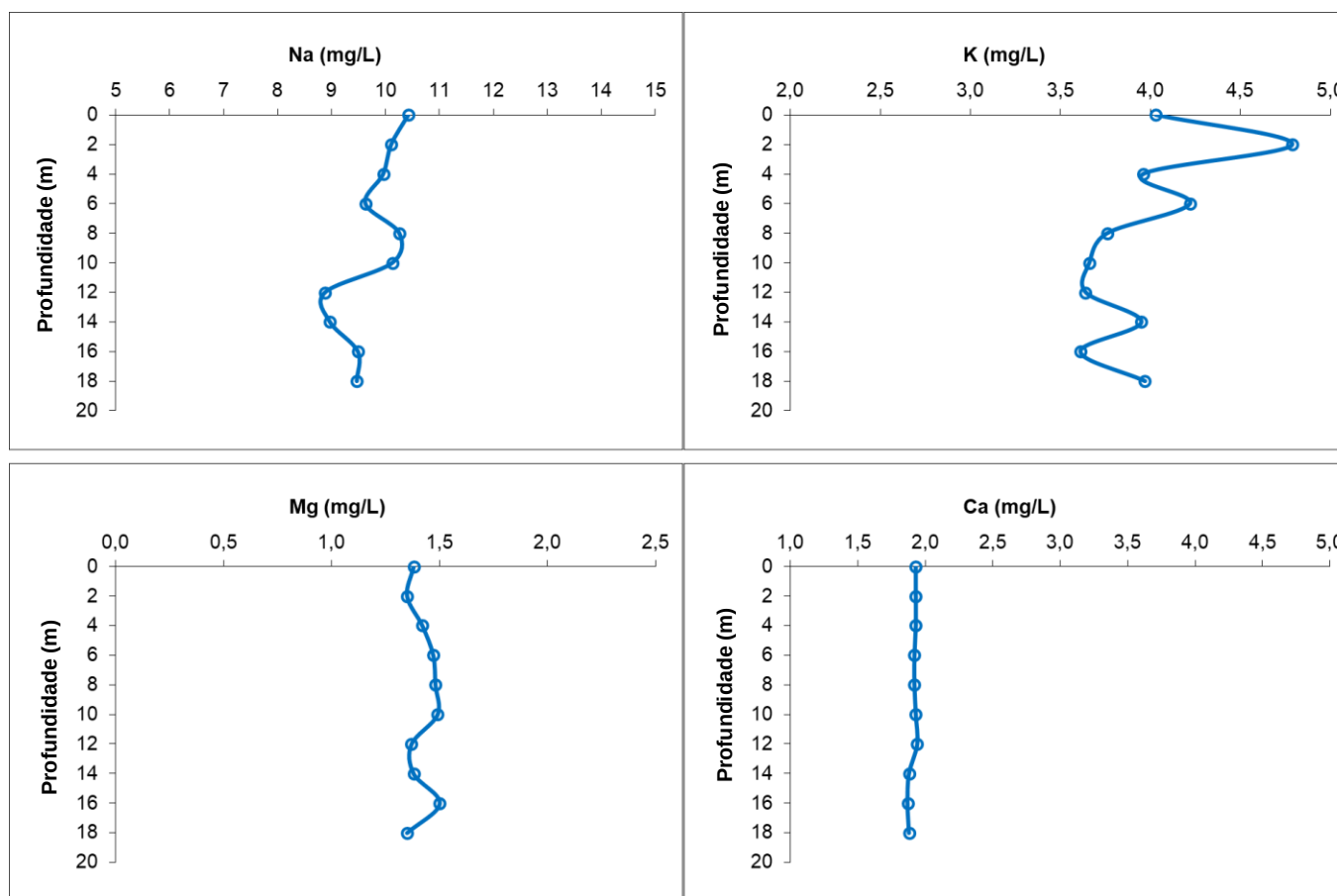


Figura D.11 | Representação da variação ao longo da coluna de água das principais espécies químicas em solução na Lagoa do Congo - 6.^a campanha de amostragem (Sódio, Potássio, Magnésio e Cálcio.)

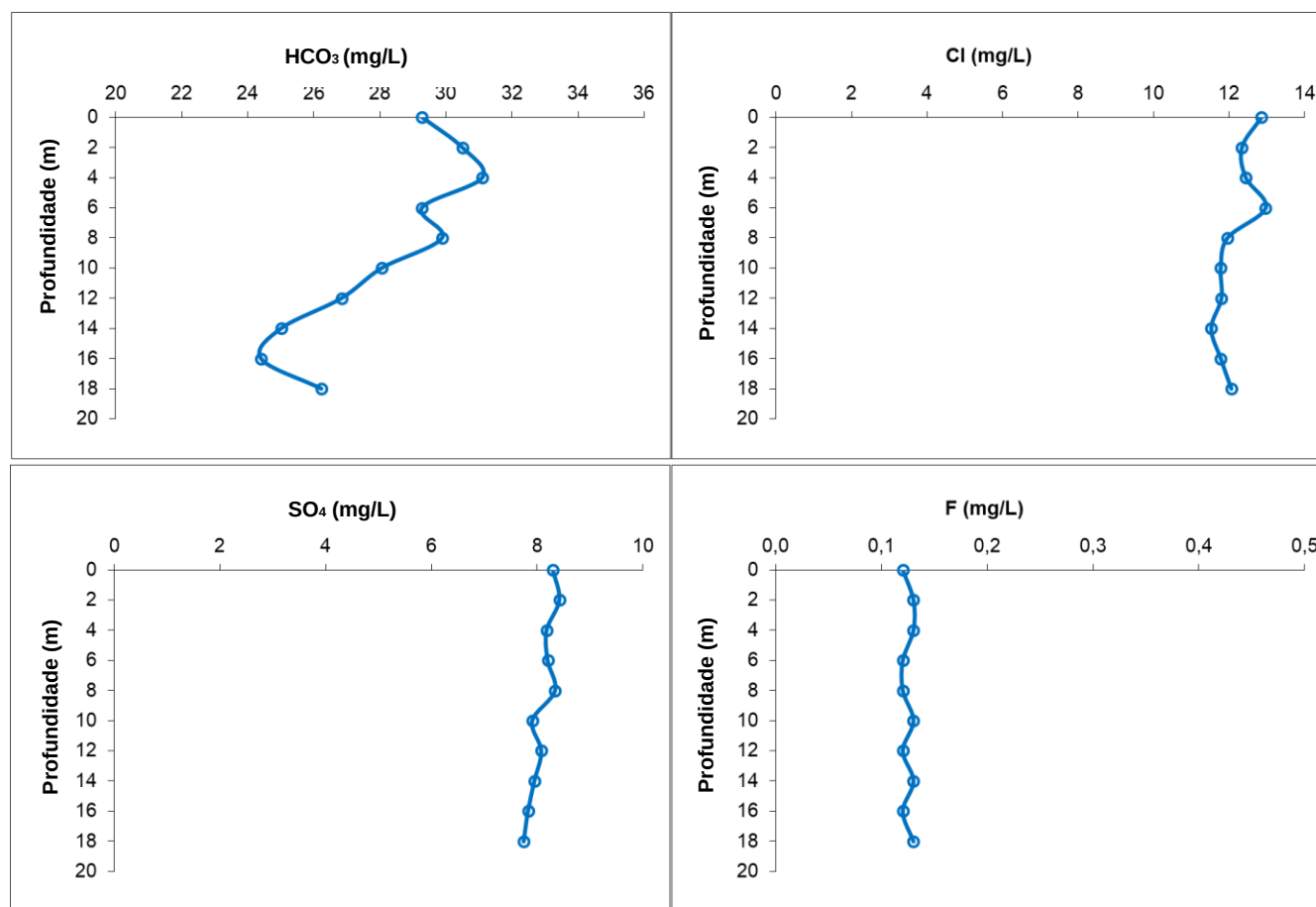


Figura D.12 | Representação da variação ao longo da coluna de água das principais espécies químicas em solução na Lagoa do Congo - 6.^a campanha de amostragem (Bicarbonato, Cloreto, Sulfato e Fluoreto.)

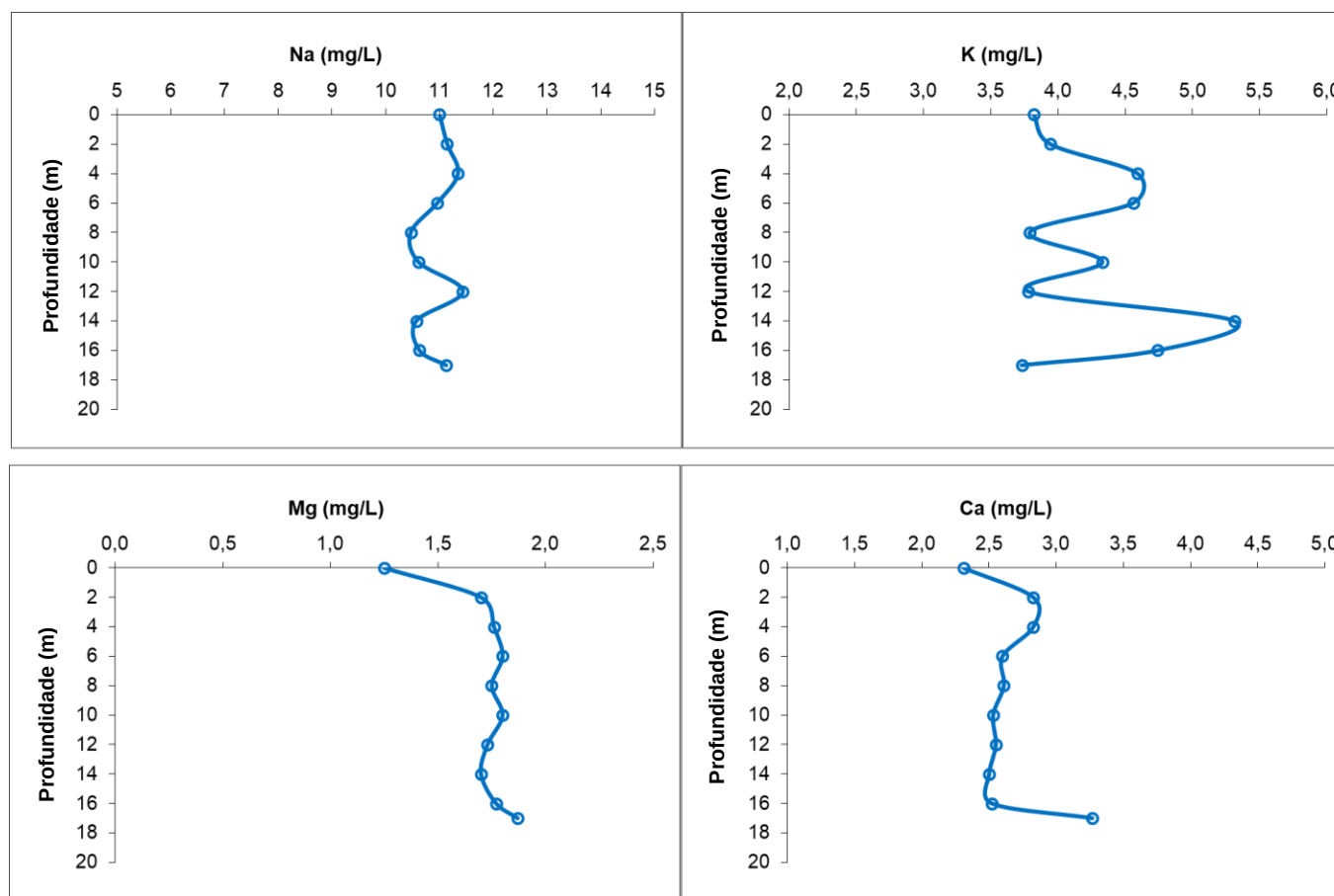


Figura D.13 | Representação da variação ao longo da coluna de água das principais espécies químicas em solução na Lagoa do Congo - 7.^a campanha de amostragem (Sódio, Potássio, Magnésio e Cálcio.)

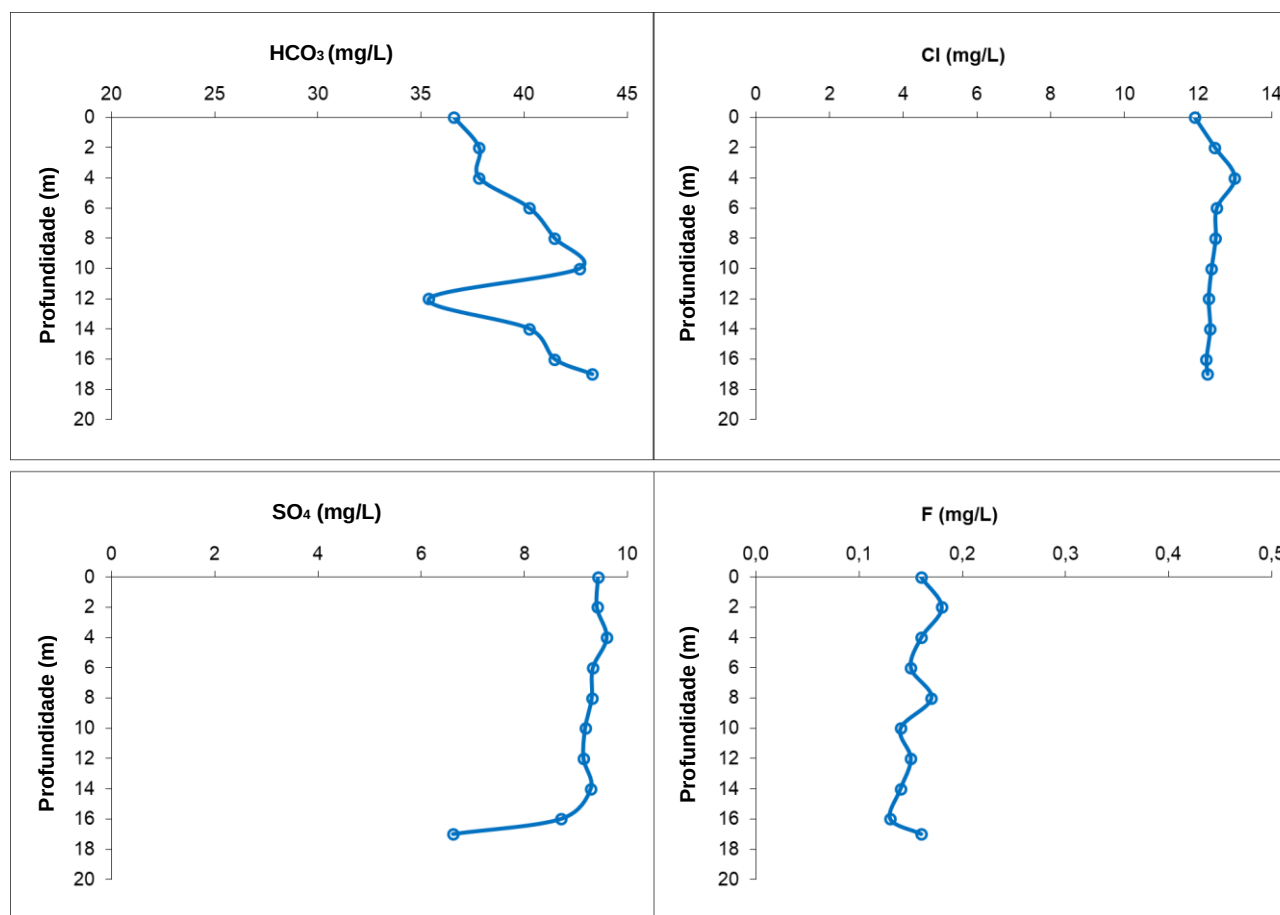


Figura D.14 | Representação da variação ao longo da coluna de água das principais espécies químicas em solução na Lagoa do Congro – 7.^a campanha de amostragem (Bicarbonato, Cloreto, Sulfato e Fluoreto.)

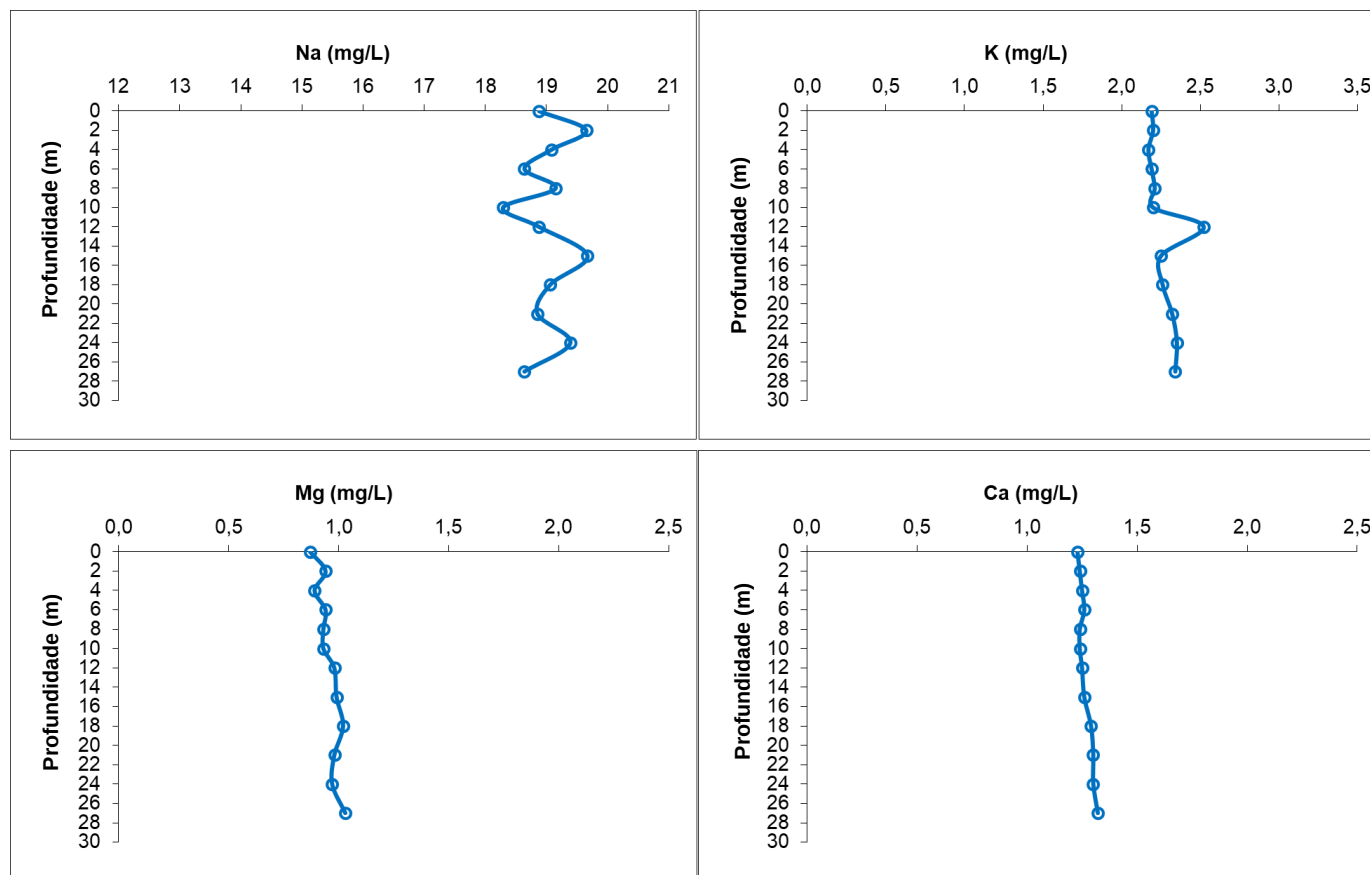


Figura D.15 | Representação da variação ao longo da coluna de água das principais espécies químicas em solução na Lagoa de Santiago - 1.^a campanha de amostragem (Sódio, Potássio, Magnésio e Cálcio.)

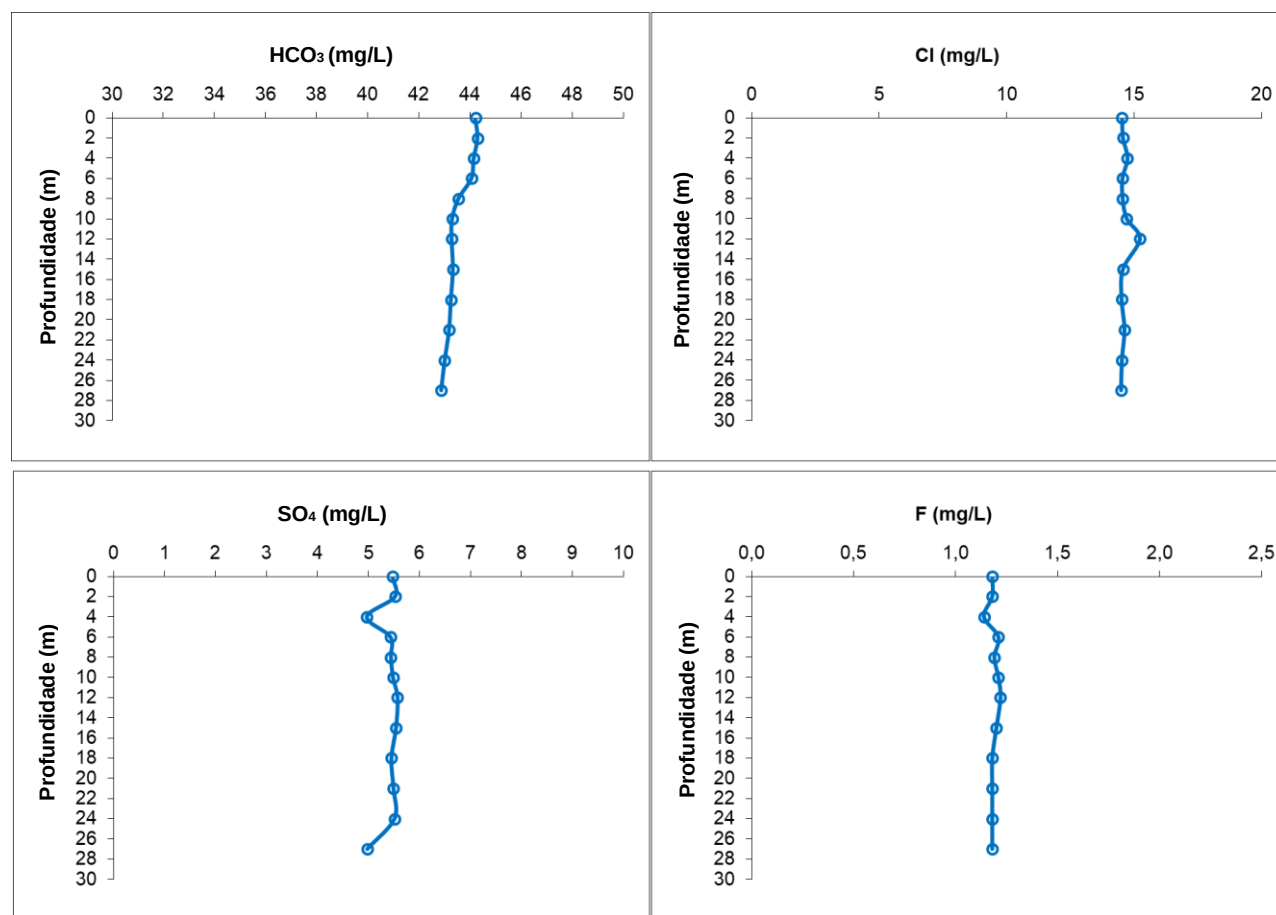


Figura D.16 | Representação da variação ao longo da coluna de água das principais espécies químicas em solução na Lagoa de Santiago – 1.^a campanha de amostragem (Bicarbonato, Cloreto, Sulfato e Fluoreto.)

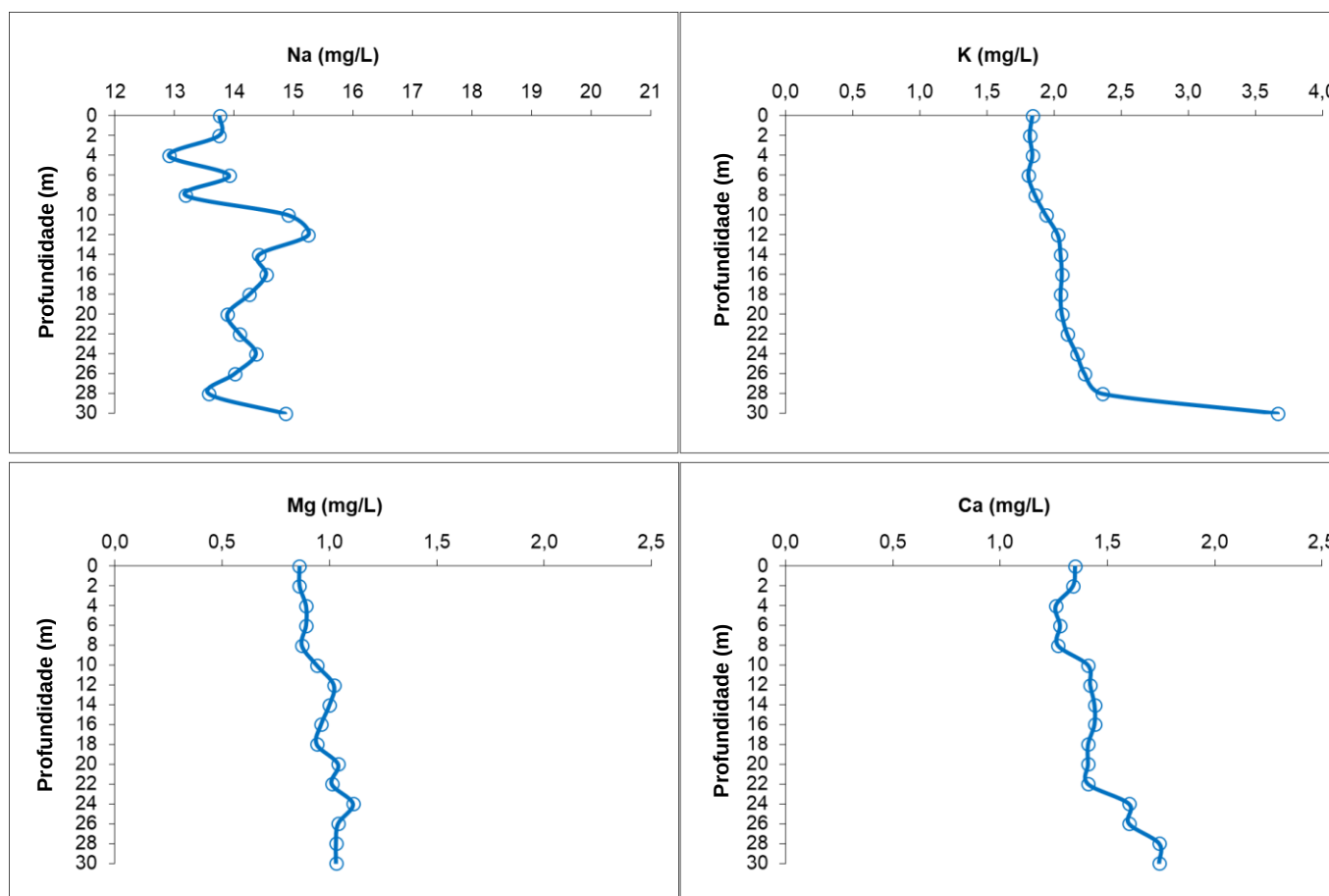


Figura D.17 | Representação da variação ao longo da coluna de água das principais espécies químicas em solução na Lagoa de Santiago - 2.^a campanha de amostragem (Sódio, Potássio, Magnésio e Cálcio.)

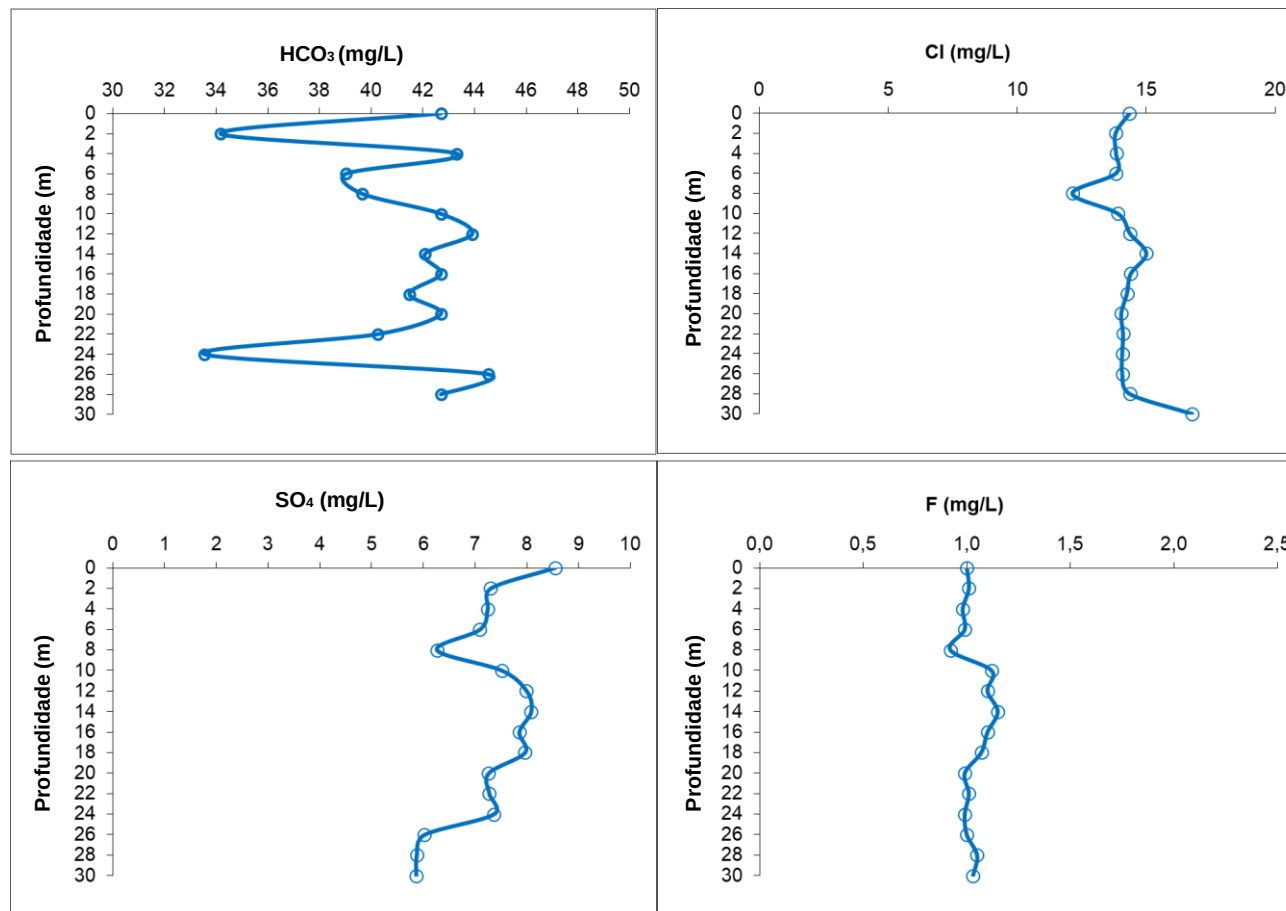


Figura D.18 | Representação da variação ao longo da coluna de água das principais espécies químicas em solução na Lagoa de Santiago – 2.^a campanha de amostragem (Bicarbonato, Cloreto, Sulfato e Fluoreto.)

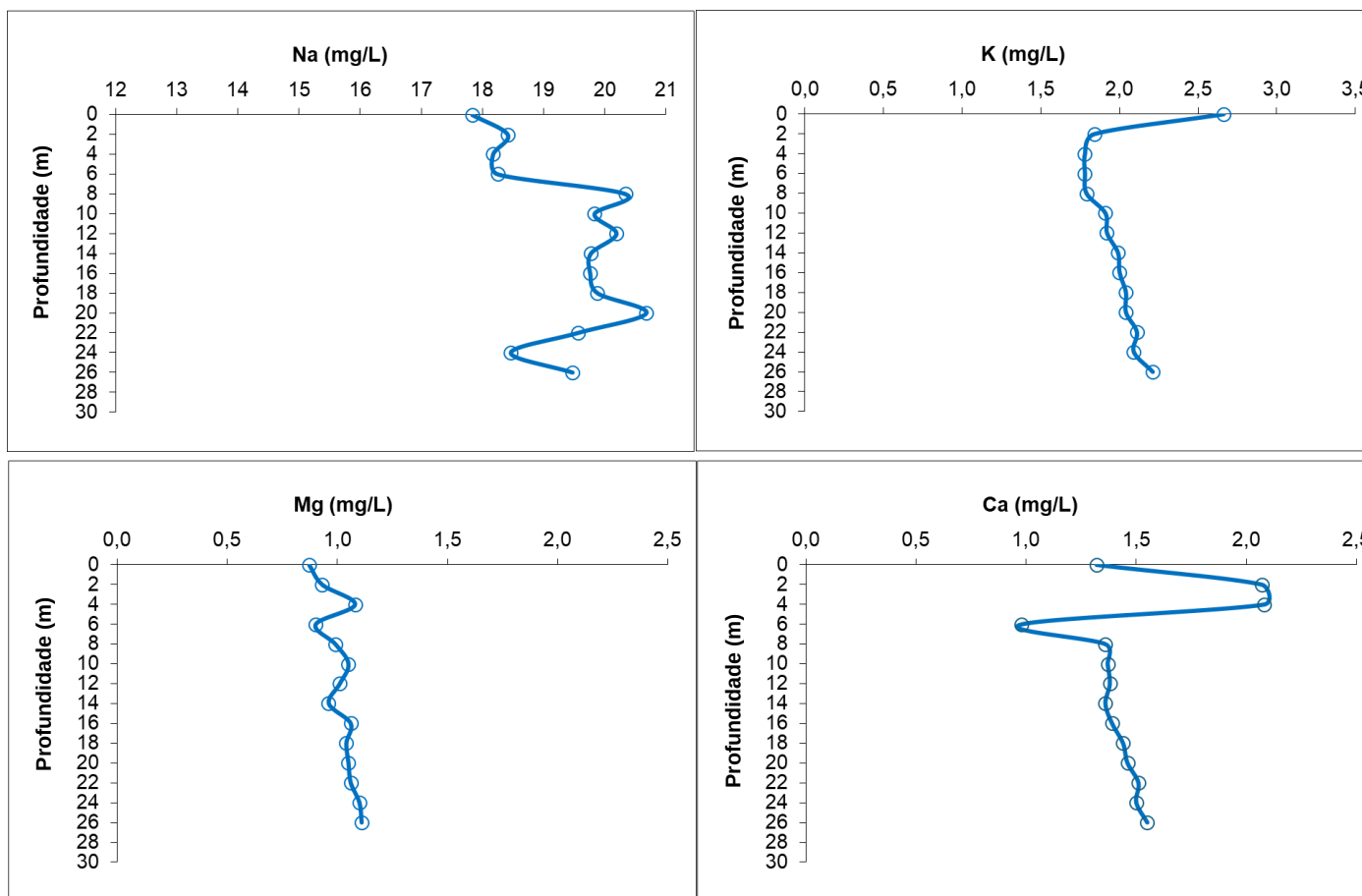


Figura D.19 | Representação da variação ao longo da coluna de água das principais espécies químicas em solução na Lagoa de Santiago - 3.^a campanha de amostragem (Sódio, Potássio, Magnésio e Cálcio.)

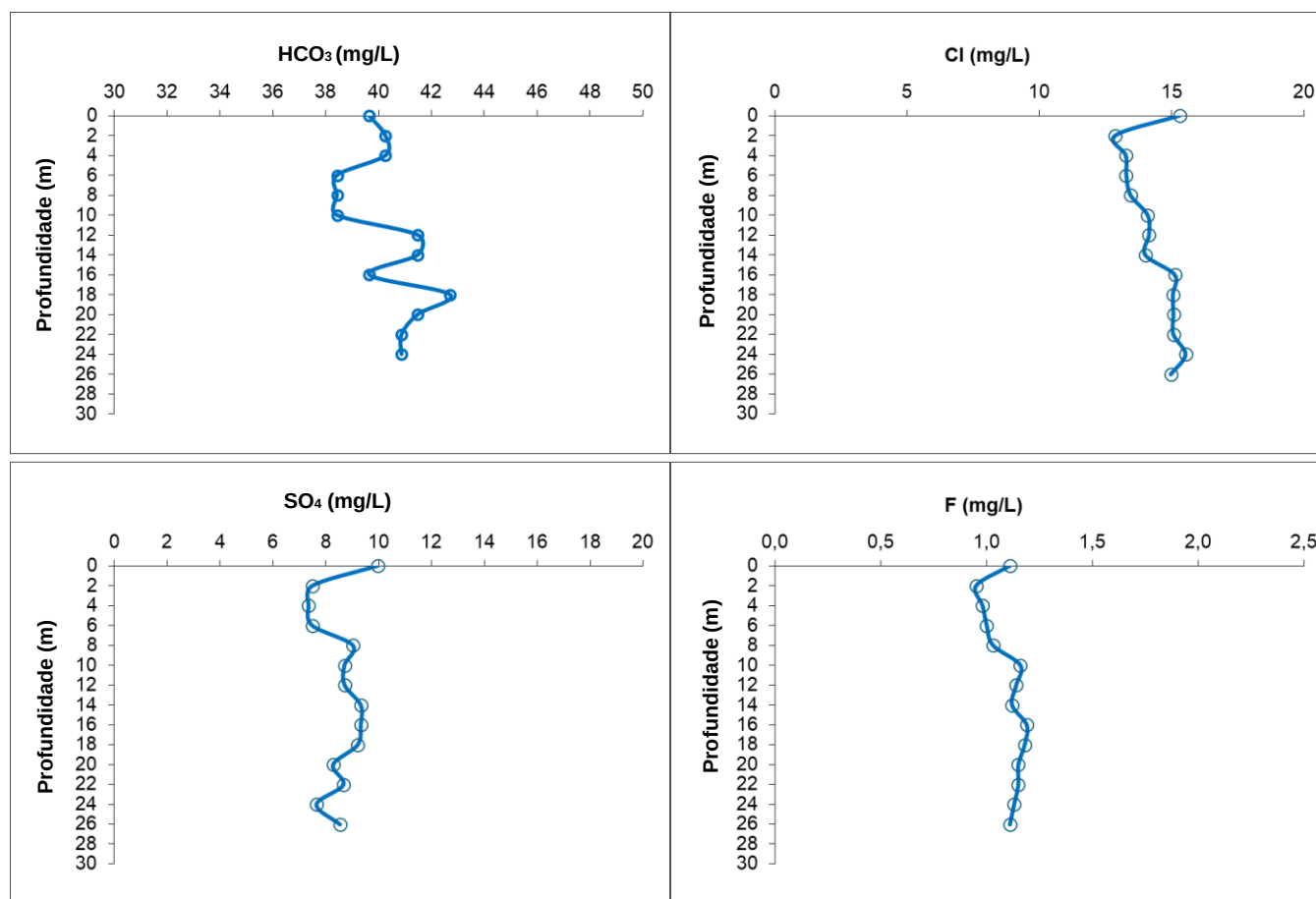


Figura D.20 | Representação da variação ao longo da coluna de água das principais espécies químicas em solução na Lagoa de Santiago – 3.^a campanha de amostragem (Bicarbonato, Cloreto, Sulfato e Fluoreto.)

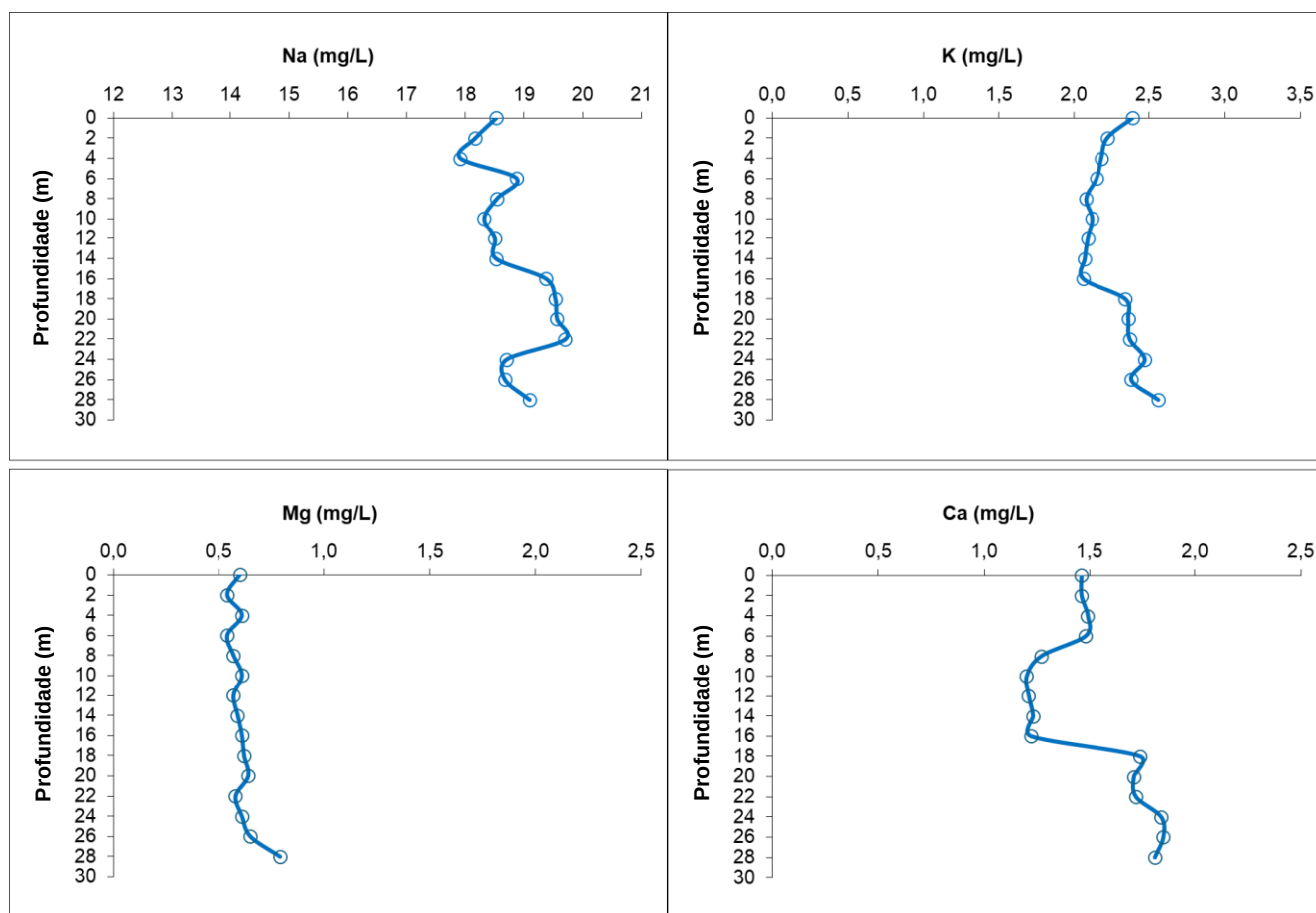


Figura D.21 | Representação da variação ao longo da coluna de água das principais espécies químicas em solução na Lagoa de Santiago - 4.^a campanha de amostragem (Sódio, Potássio, Magnésio e Cálcio.)

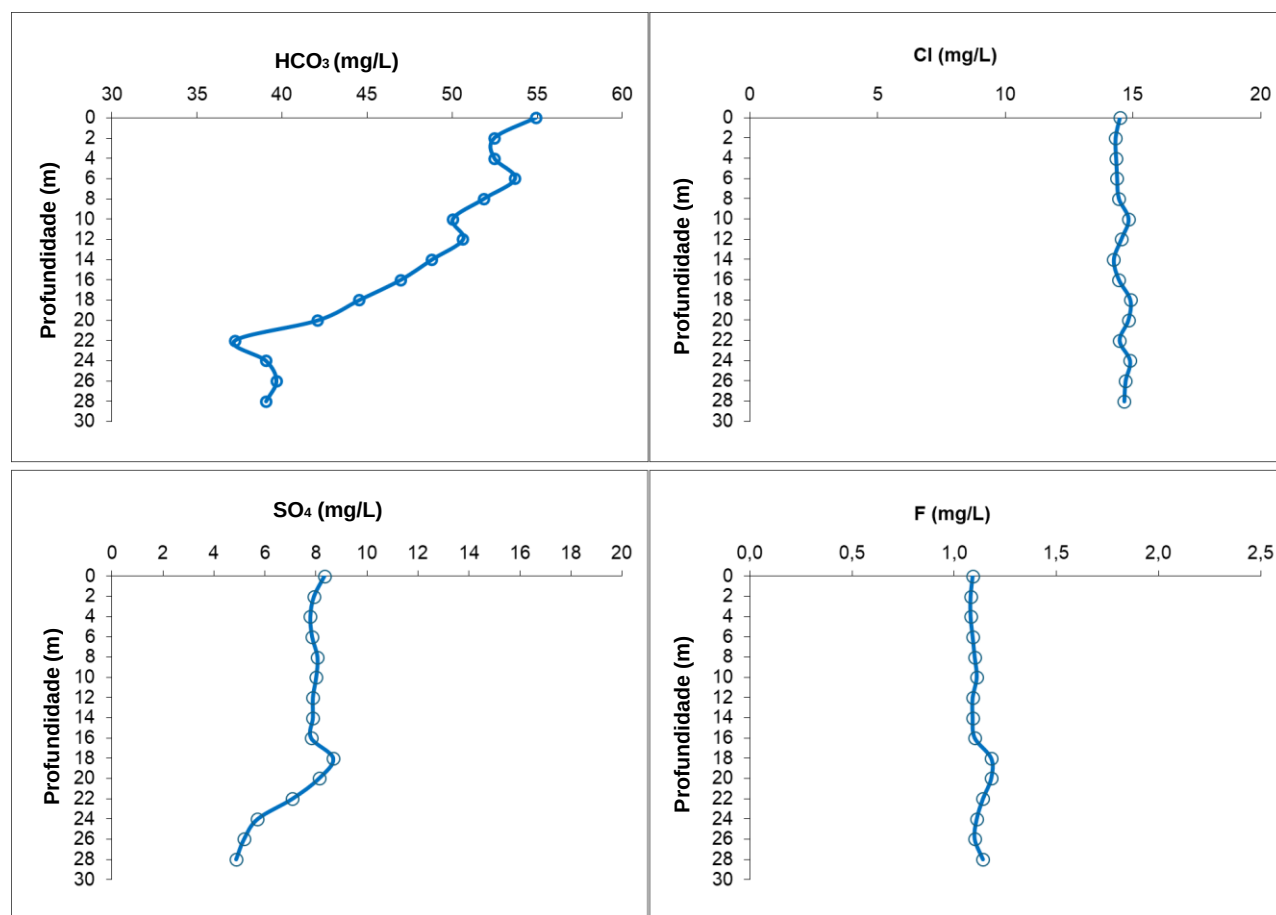


Figura D.22 | Representação da variação ao longo da coluna de água das principais espécies químicas em solução na Lagoa de Santiago – 4.^a campanha de amostragem (Bicarbonato, Cloreto, Sulfato e Fluoreto.)

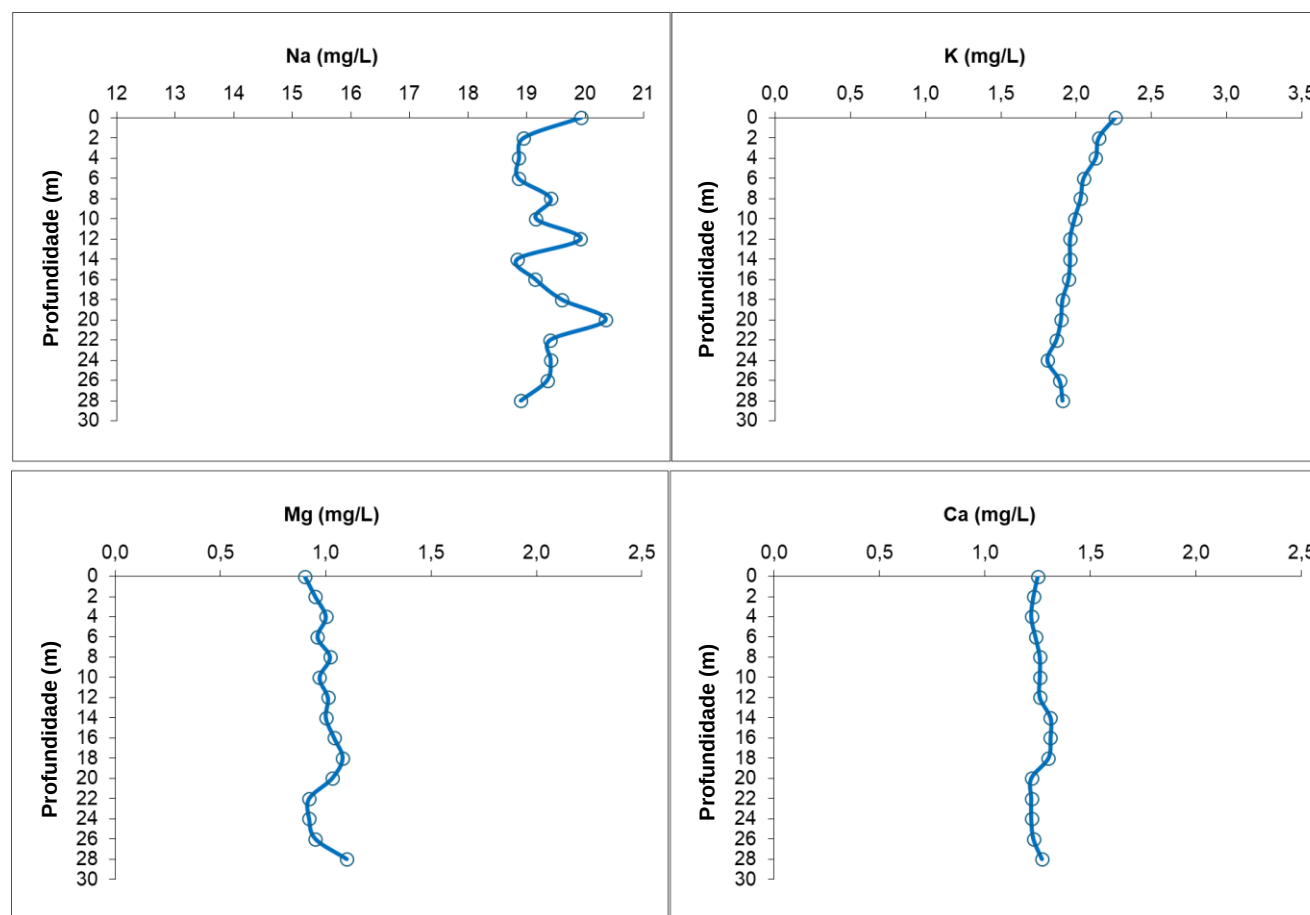


Figura D.23 | Representação da variação ao longo da coluna de água das principais espécies químicas em solução na Lagoa de Santiago - 5.^a campanha de amostragem (Sódio, Potássio, Magnésio e Cálcio.)

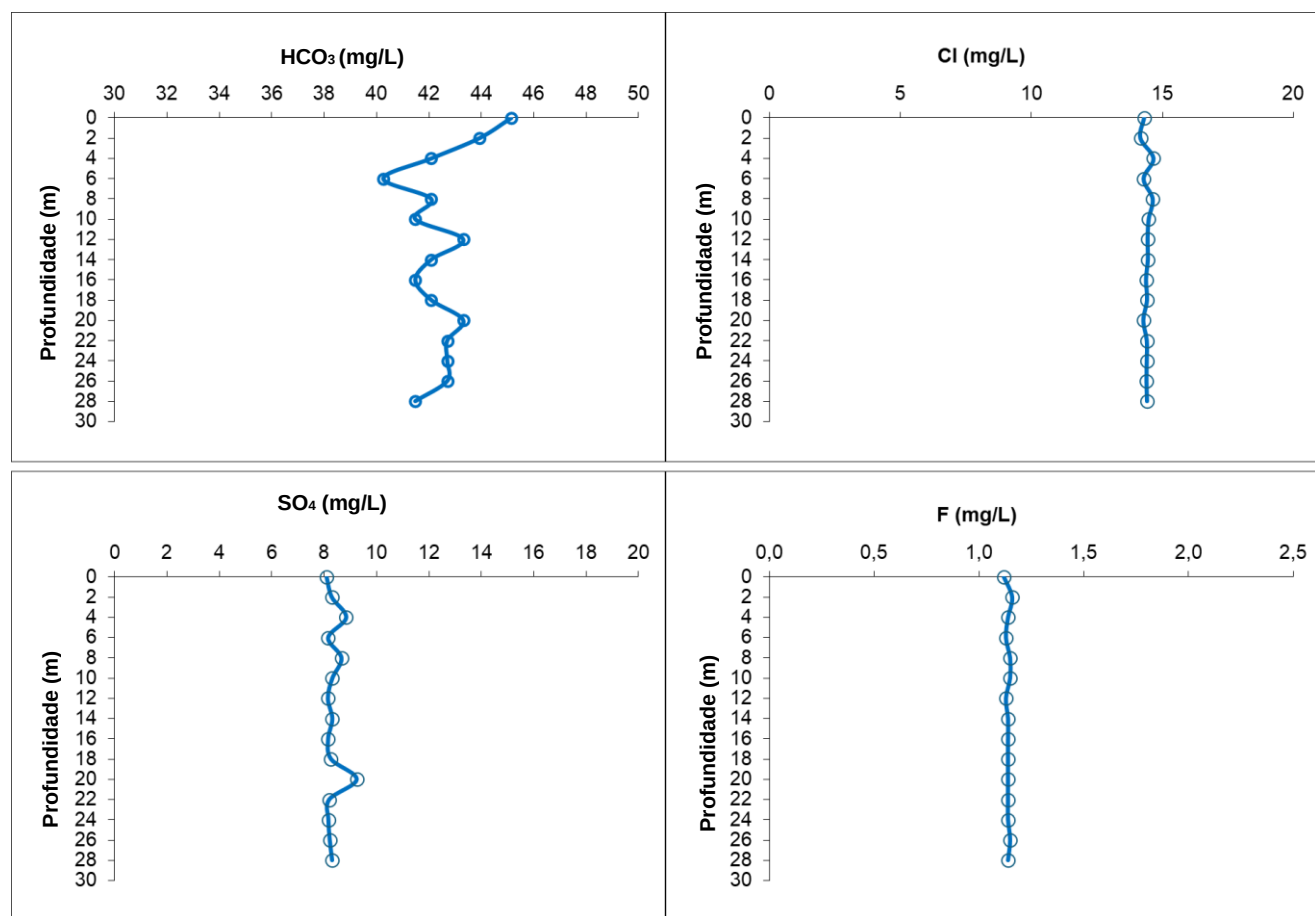


Figura D.24 | Representação da variação ao longo da coluna de água das principais espécies químicas em solução na Lagoa de Santiago – 5.^a campanha de amostragem (Bicarbonato, Cloreto, Sulfato e Fluoreto.)

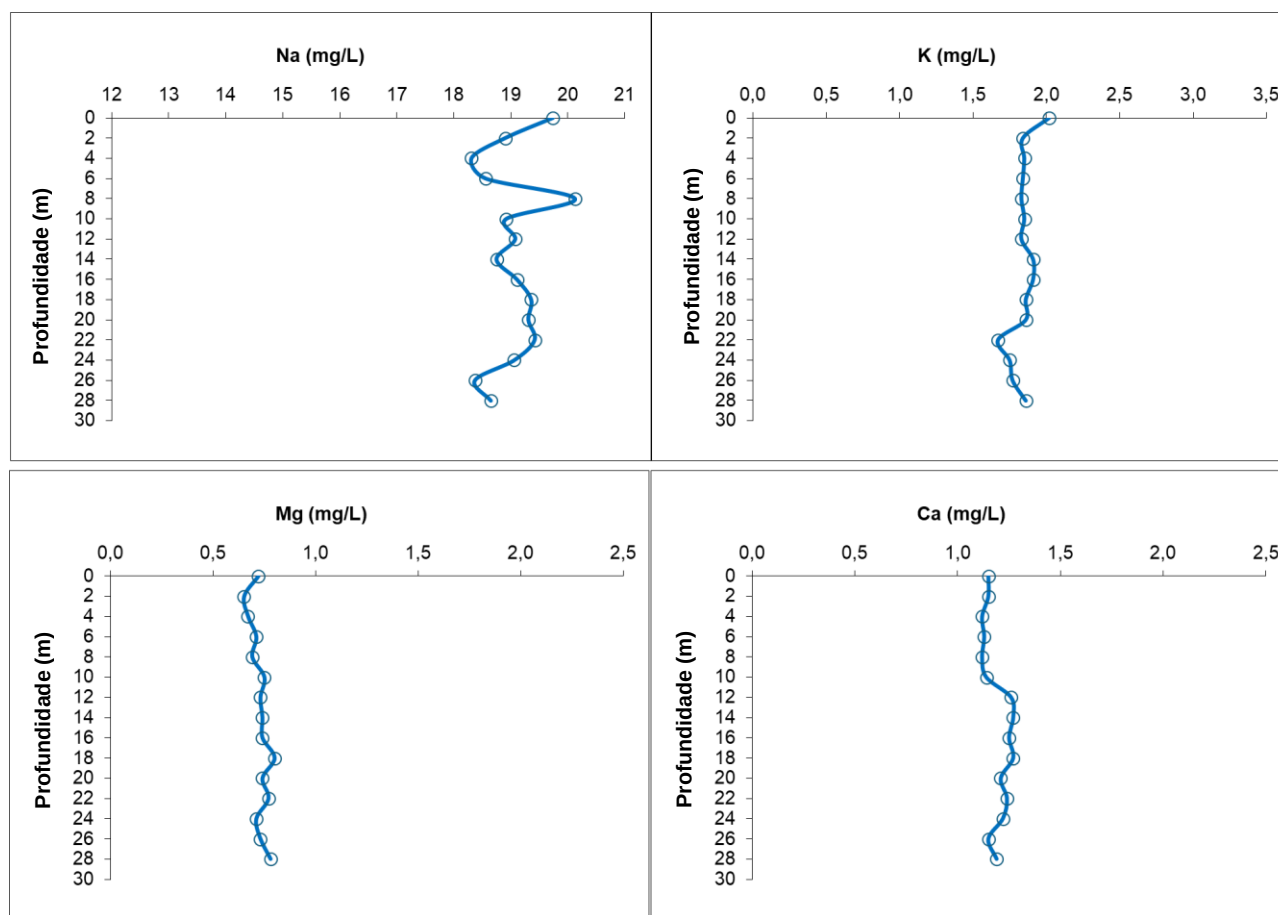


Figura D.25 | Representação da variação ao longo da coluna de água das principais espécies químicas em solução na Lagoa de Santiago - 6.^a campanha de amostragem (Sódio, Potássio, Magnésio e Cálcio.)

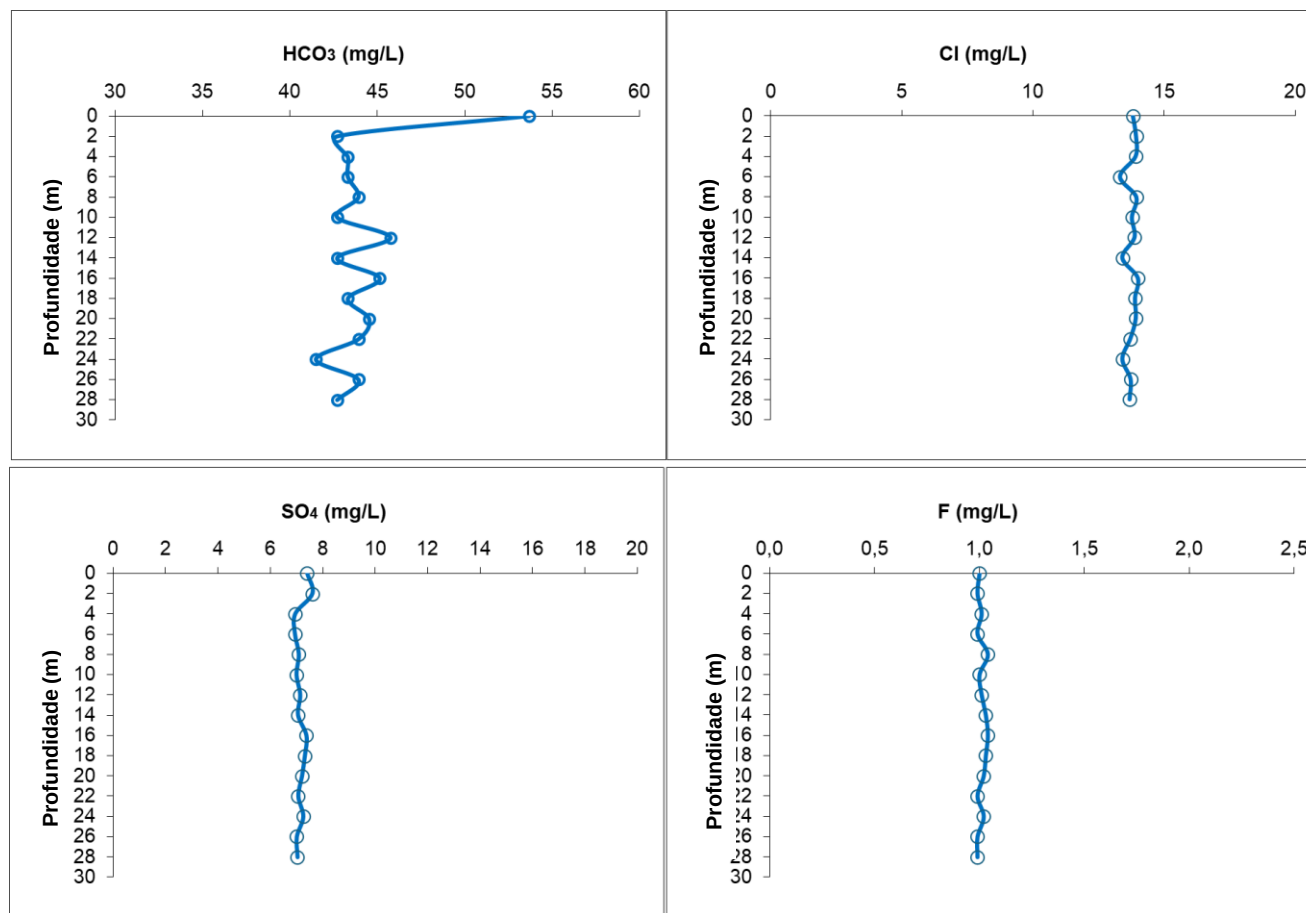


Figura D.26 | Representação da variação ao longo da coluna de água das principais espécies químicas em solução na Lagoa de Santiago – 6.^a campanha de amostragem (Bicarbonato, Cloreto, Sulfato e Fluoreto.)

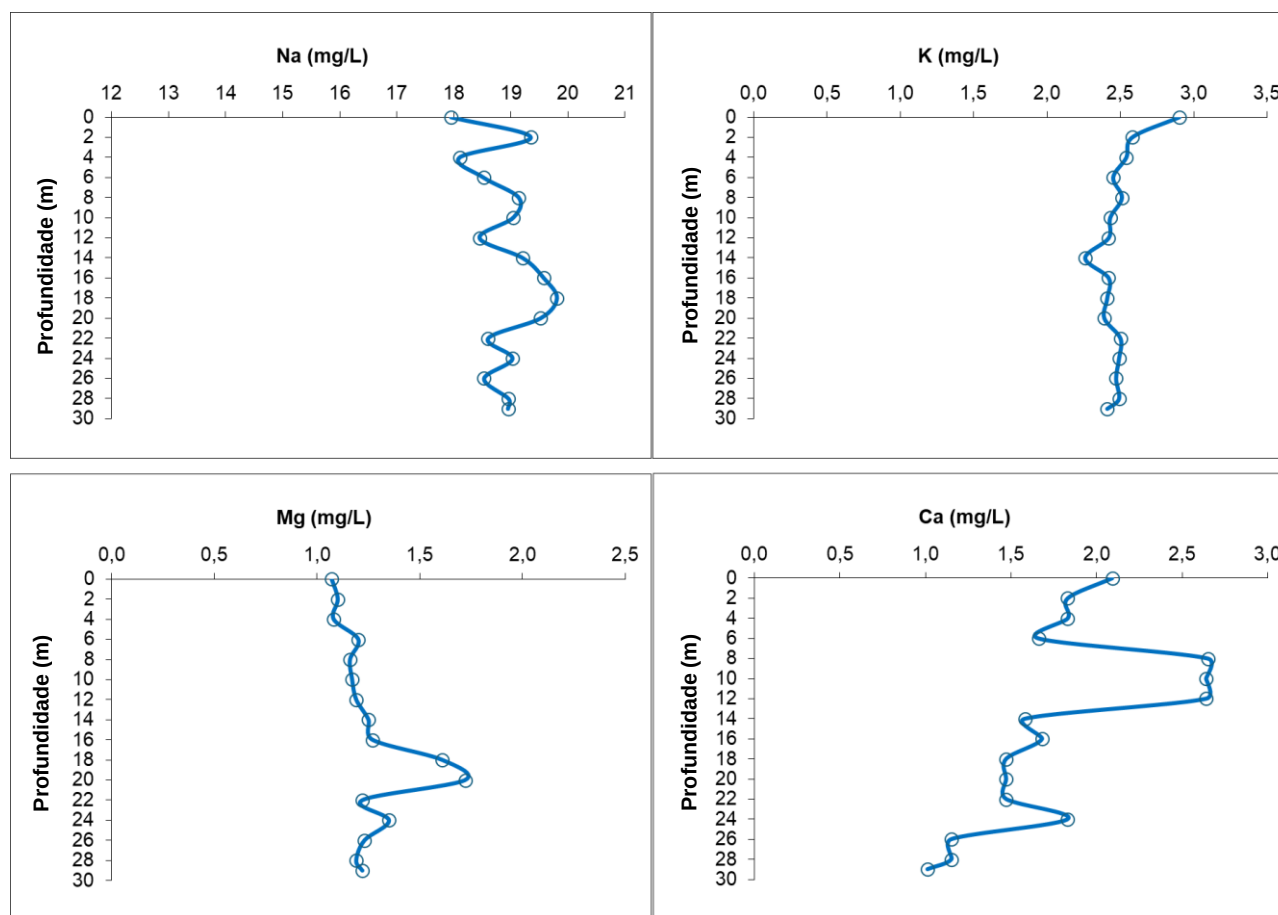


Figura D.27 | Representação da variação ao longo da coluna de água das principais espécies químicas em solução na Lagoa de Santiago - 7.^a campanha de amostragem (Sódio, Potássio, Magnésio e Cálcio.)

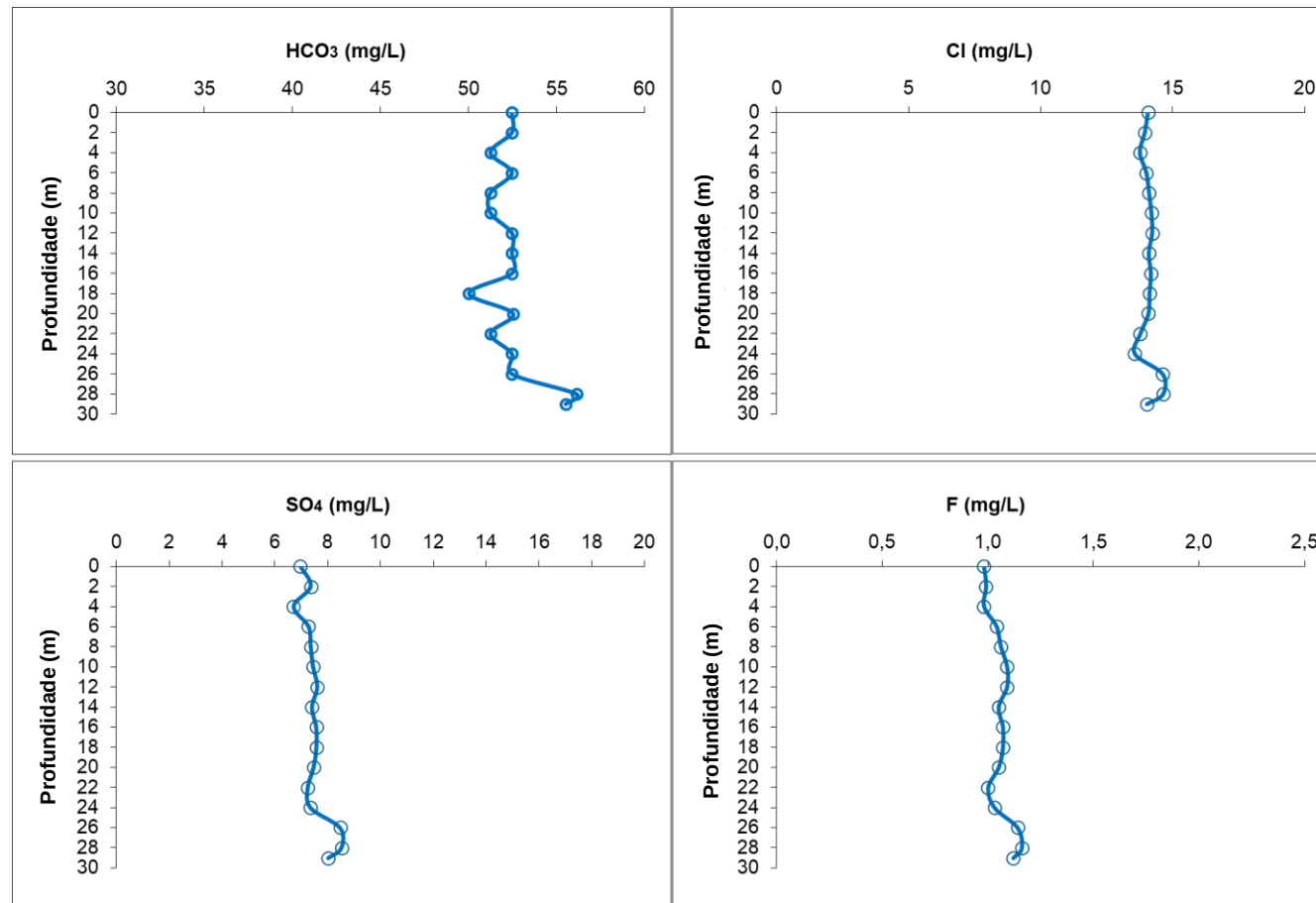


Figura D.28 | Representação da variação ao longo da coluna de água das principais espécies químicas em solução na Lagoa de Santiago – 7.^a campanha de amostragem (Bicarbonato, Cloreto, Sulfato e Fluoreto.)

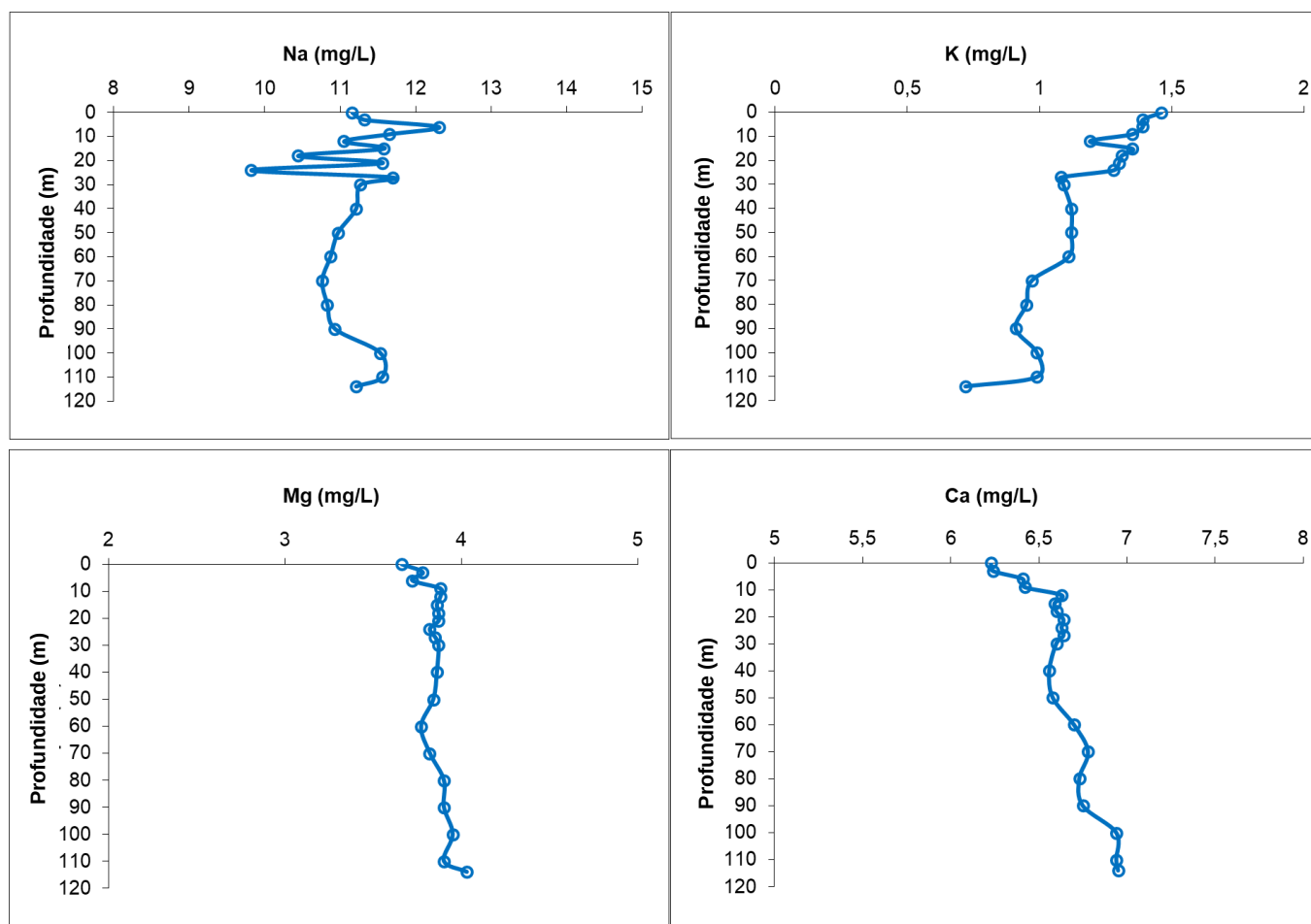


Figura D.29 | Representação da variação ao longo da coluna de água das principais espécies químicas em solução na Lagoa Negra - 1.^a campanha de amostragem (Sódio, Potássio, Magnésio e Cálcio.)

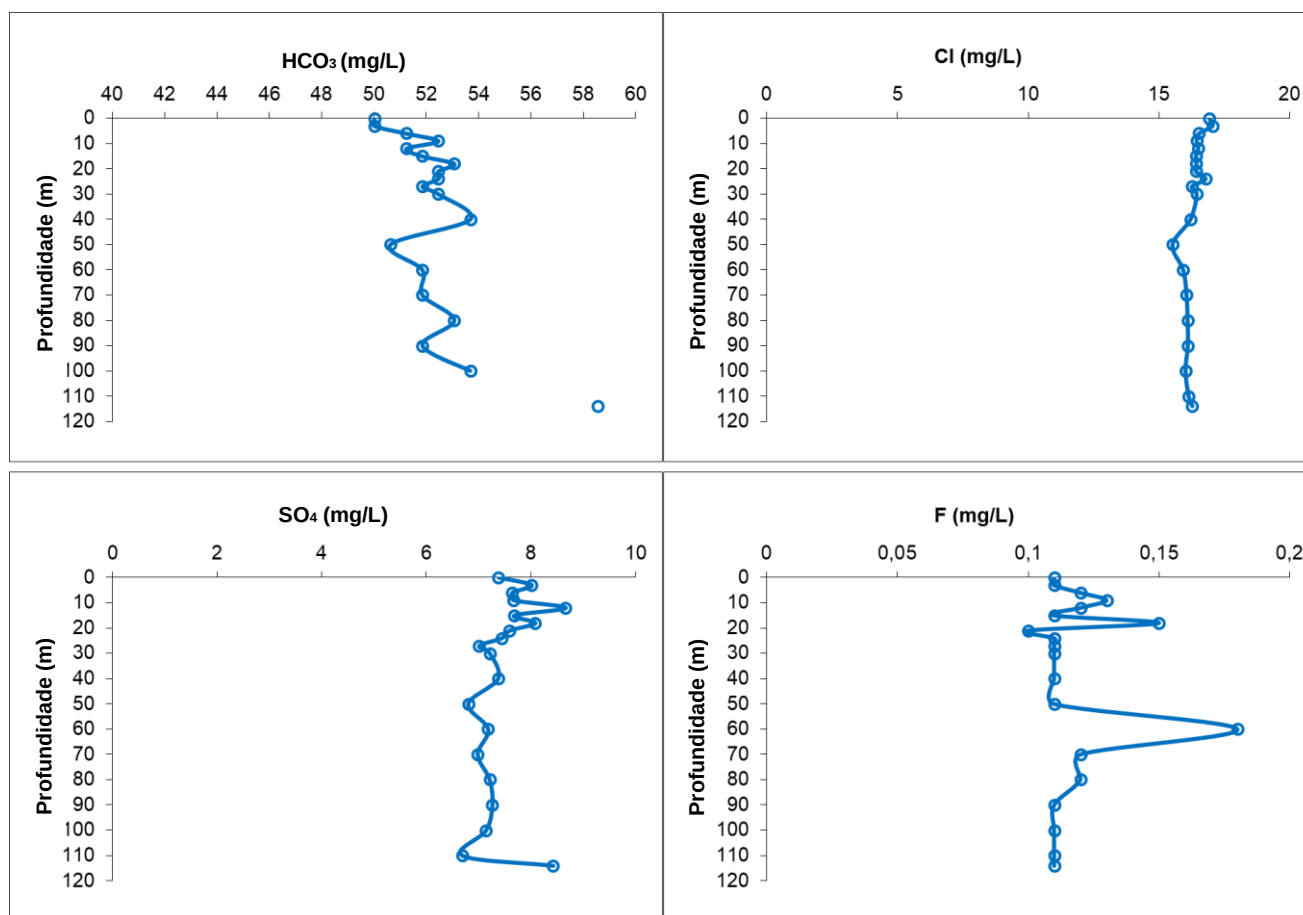


Figura D.30 | Representação da variação ao longo da coluna de água das principais espécies químicas em solução na Lagoa Negra – 1.^a campanha de amostragem (Bicarbonato, Cloreto, Sulfato e Fluoreto.)

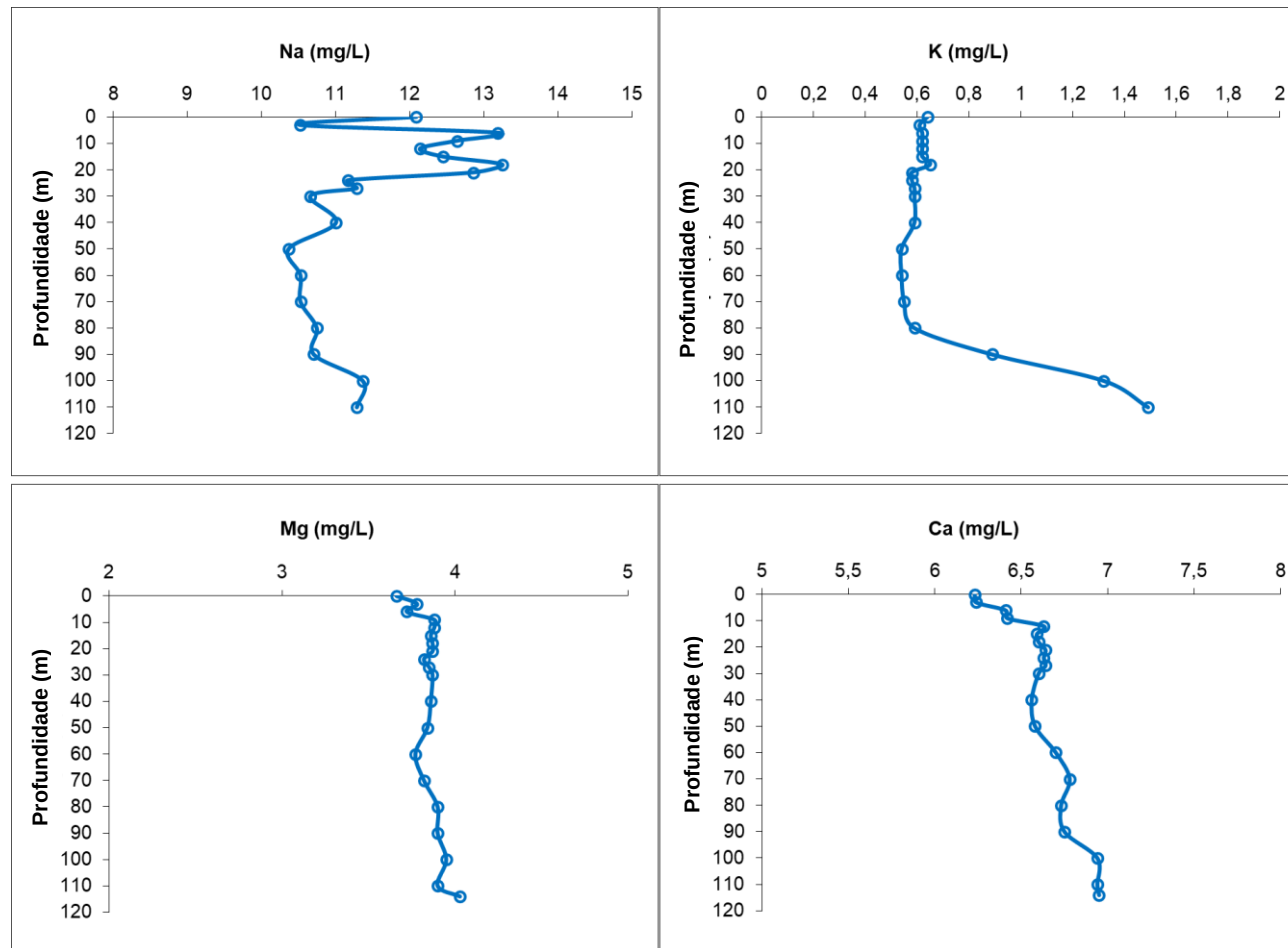


Figura D.31 | Representação da variação ao longo da coluna de água das principais espécies químicas em solução na Lagoa Negra - 2.^a campanha de amostragem (Sódio, Potássio, Magnésio e Cálcio.)

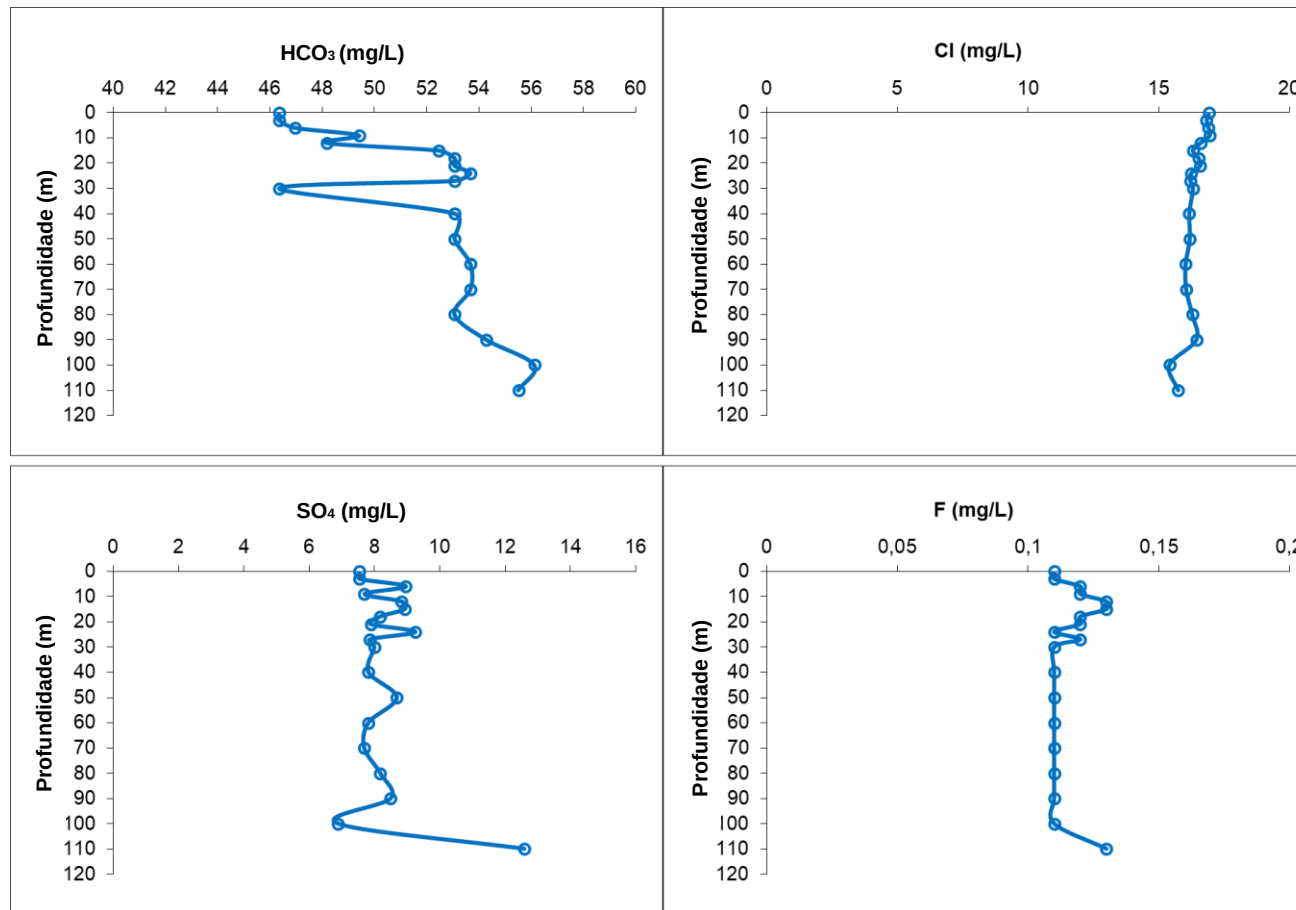


Figura D.32 | Representação da variação ao longo da coluna de água das principais espécies químicas em solução na Lagoa Negra – 2.^a campanha de amostragem (Bicarbonato, Cloreto, Sulfato e Fluoreto.)

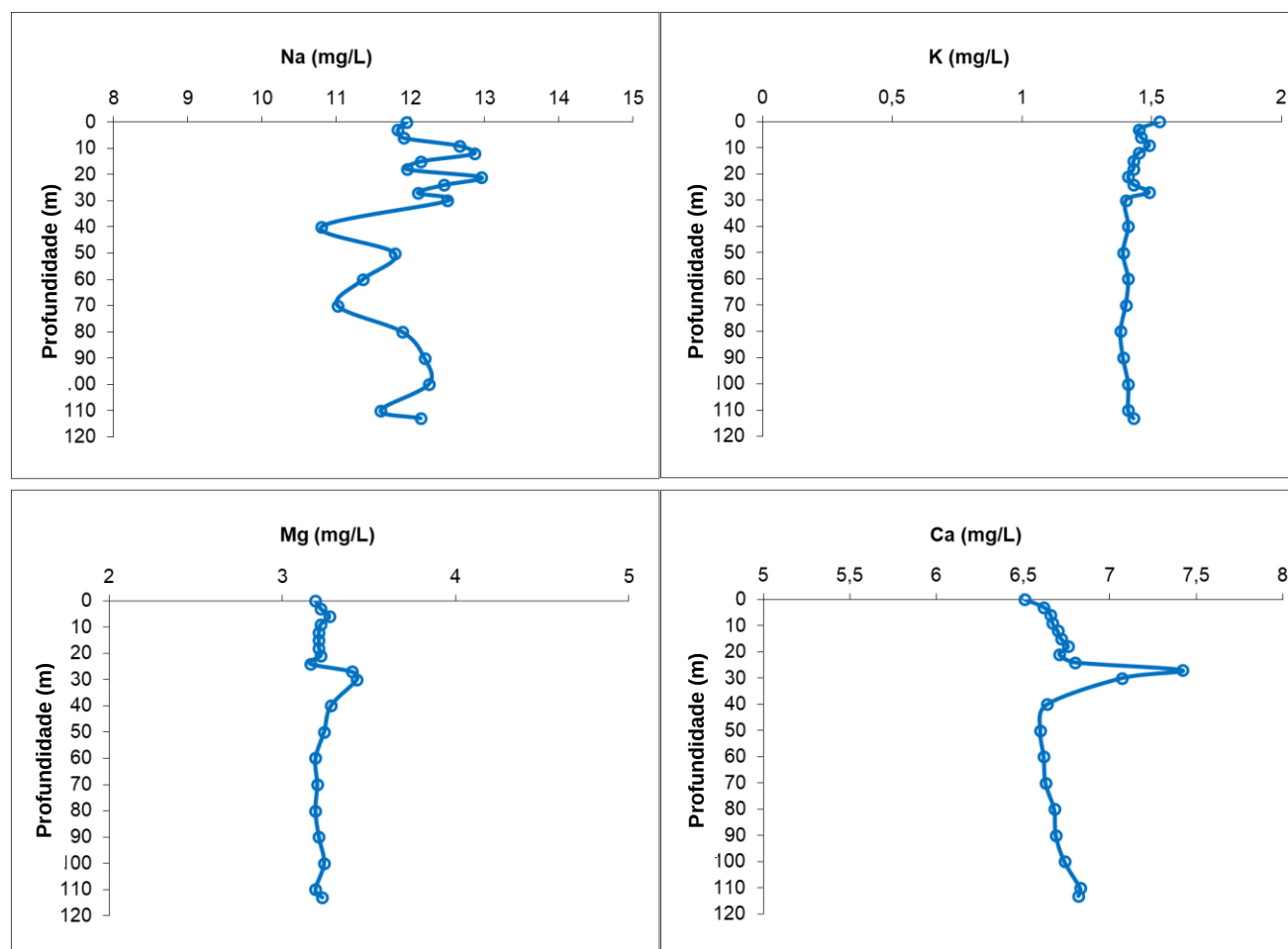


Figura D.33 | Representação da variação ao longo da coluna de água das principais espécies químicas em solução na Lagoa Negra - 3.^a campanha de amostragem (Sódio, Potássio, Magnésio e Cálcio.)

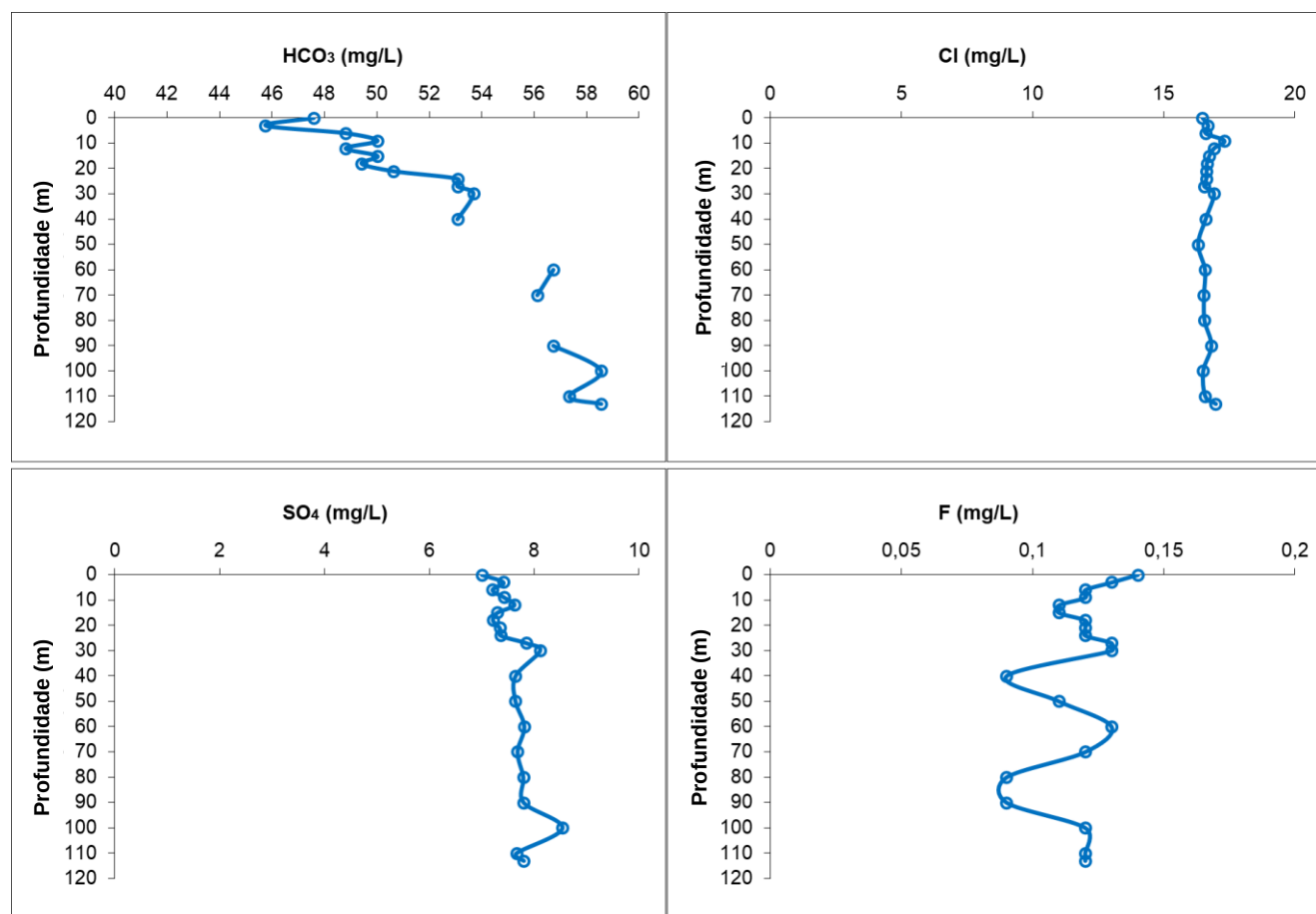


Figura D.34 | Representação da variação ao longo da coluna de água das principais espécies químicas em solução na Lagoa Negra – 3.^a campanha de amostragem (Bicarbonato, Cloreto, Sulfato e Fluoreto.)

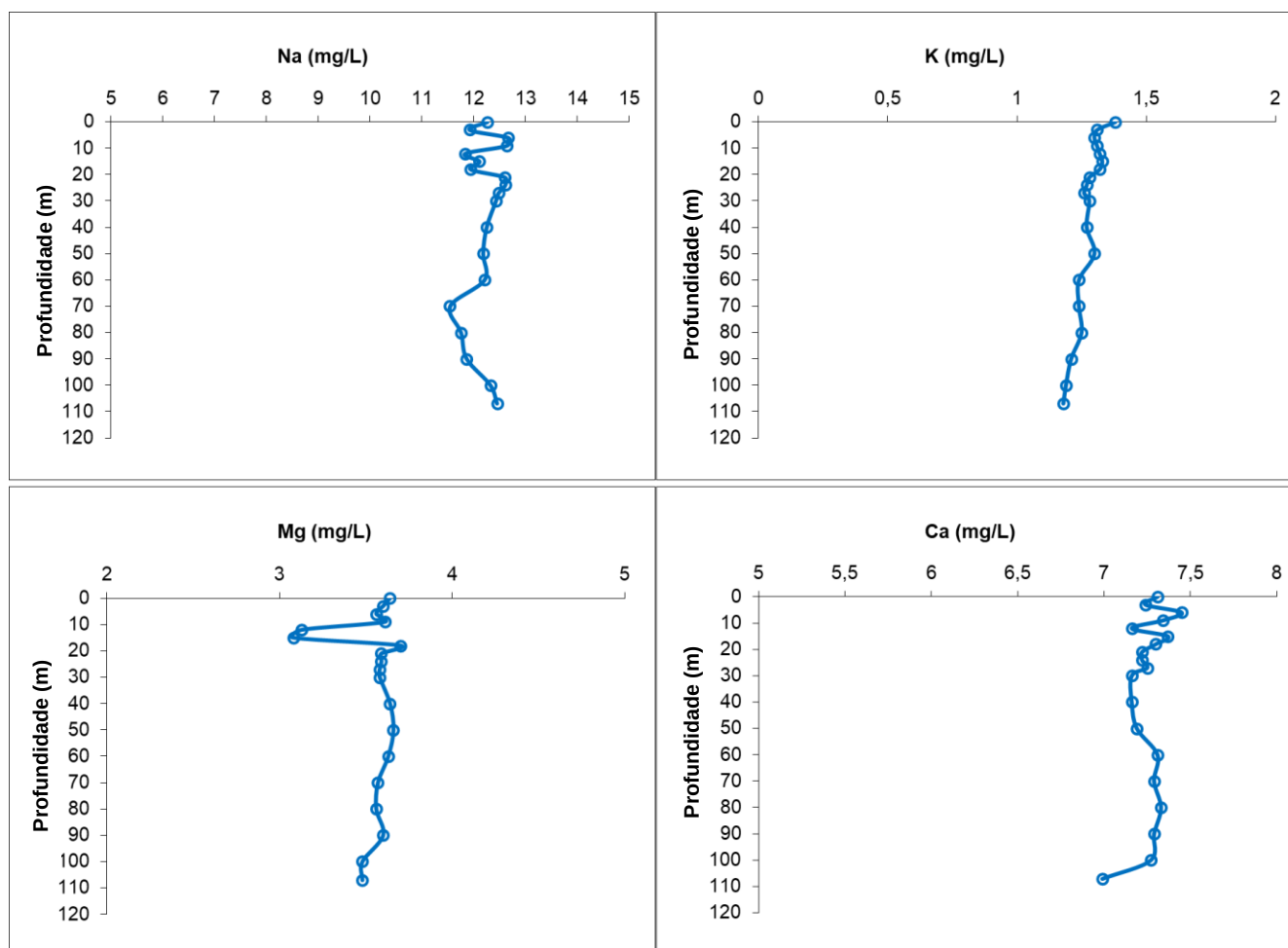


Figura D.35 | Representação da variação ao longo da coluna de água das principais espécies químicas em solução na Lagoa Negra - 4.^a campanha de amostragem (Sódio, Potássio, Magnésio e Cálcio.)

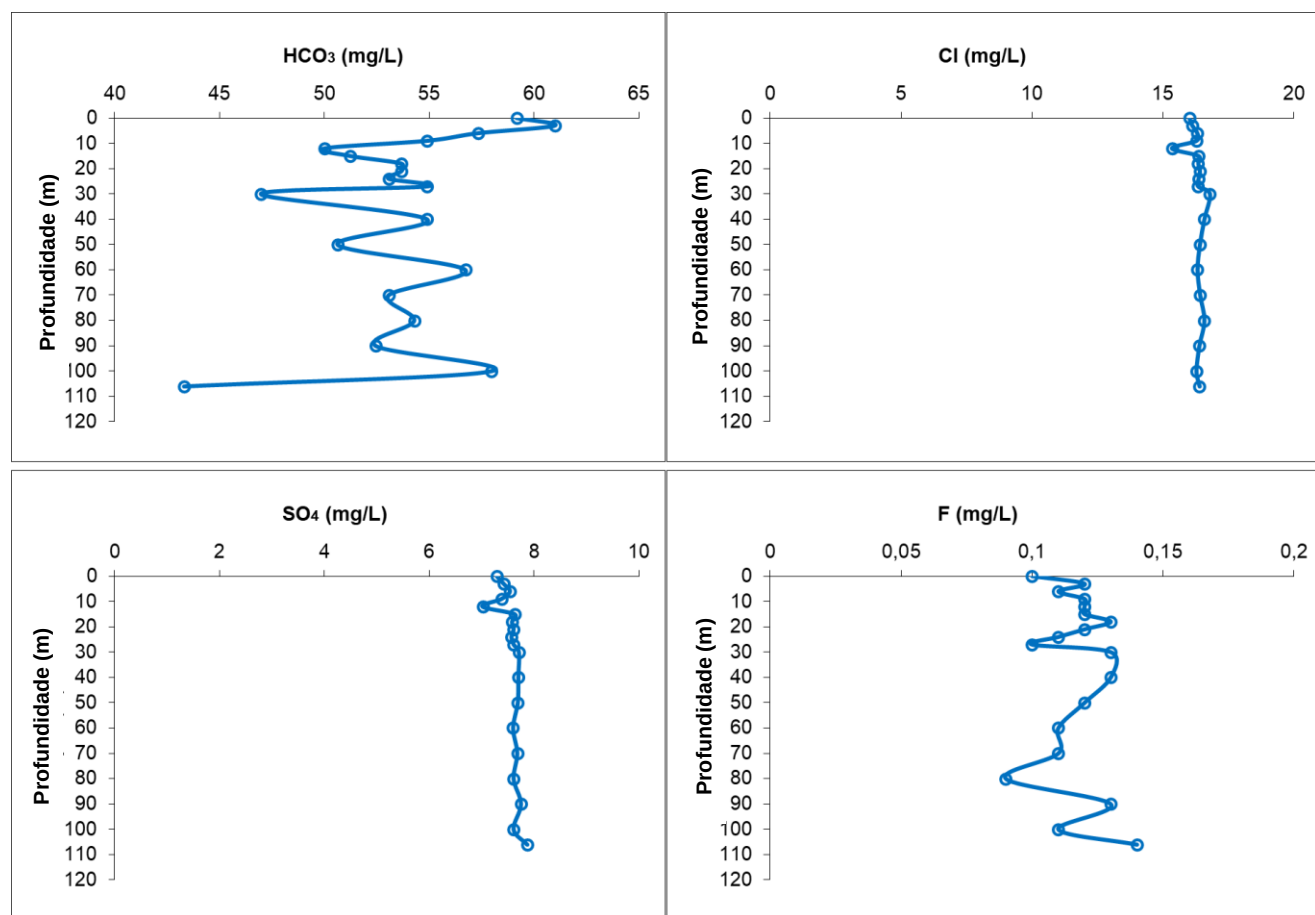


Figura D.36 | Representação da variação ao longo da coluna de água das principais espécies químicas em solução na Lagoa Negra – 4.^a campanha de amostragem (Bicarbonato, Cloreto, Sulfato e Fluoreto.)

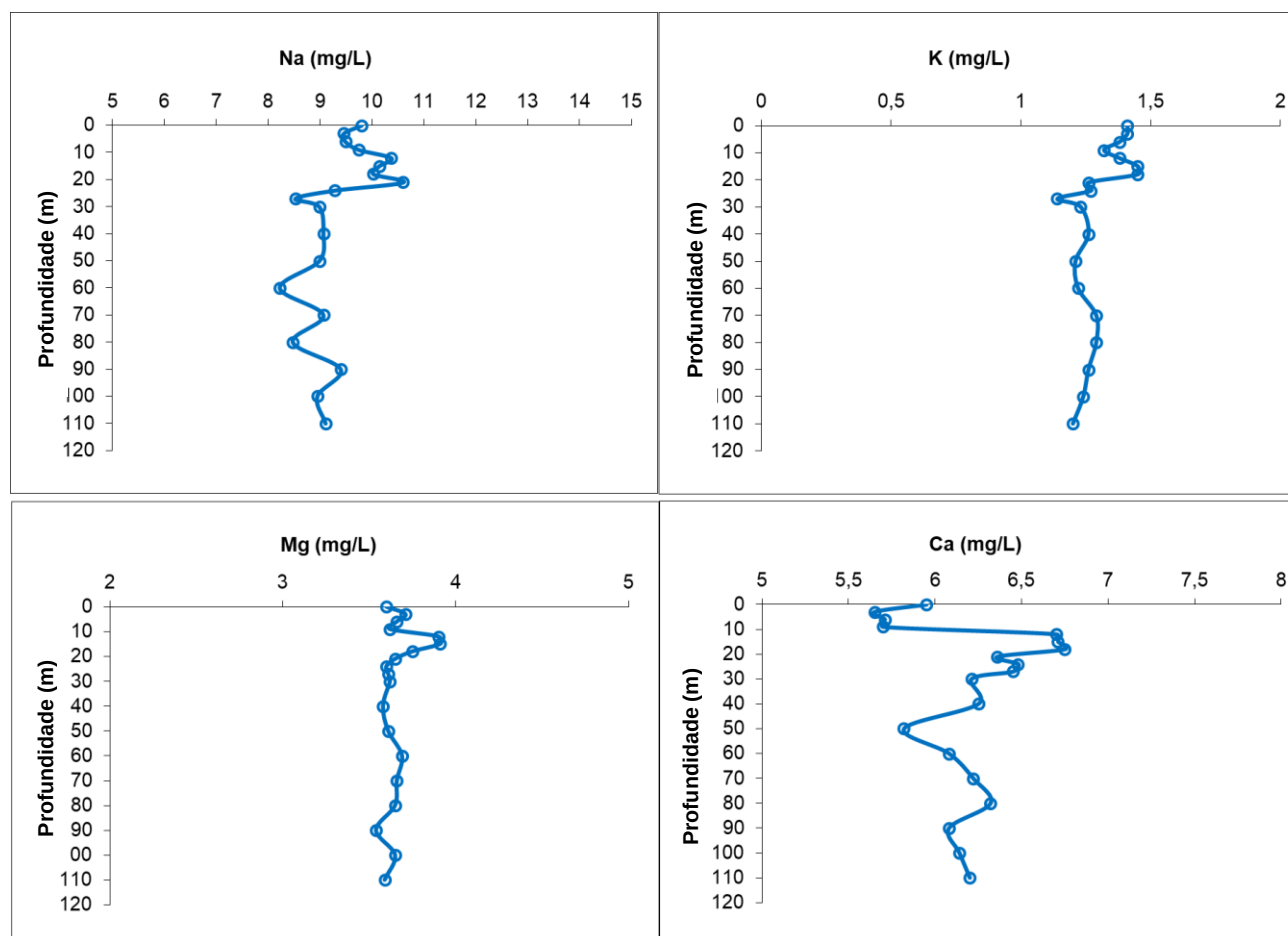


Figura D.37 | Representação da variação ao longo da coluna de água das principais espécies químicas em solução na Lagoa Negra - 5.^a campanha de amostragem (Sódio, Potássio, Magnésio e Cálcio.)

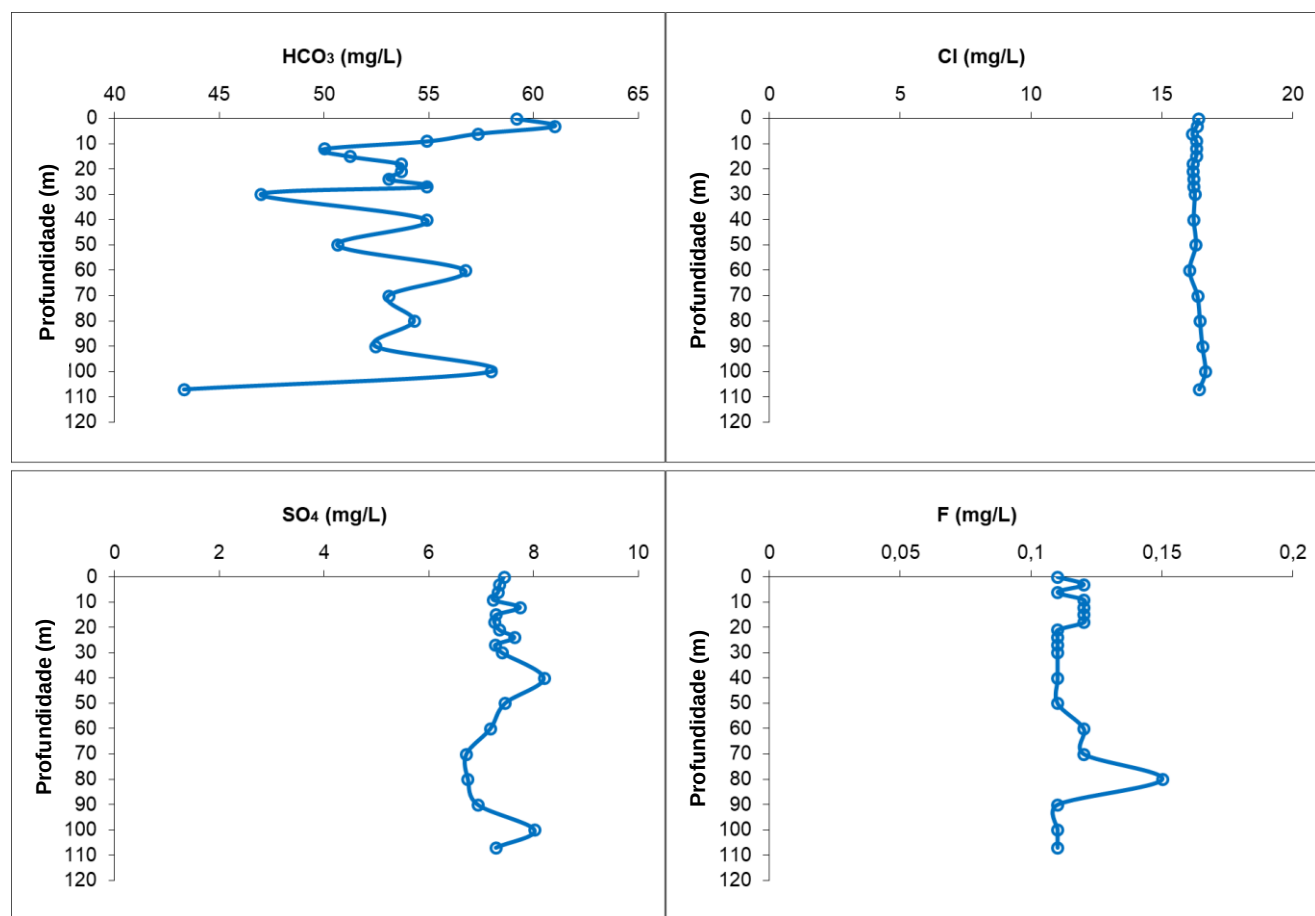


Figura D.38 | Representação da variação ao longo da coluna de água das principais espécies químicas em solução na Lagoa Negra – 5.^a campanha de amostragem (Bicarbonato, Cloreto, Sulfato e Fluoreto.)

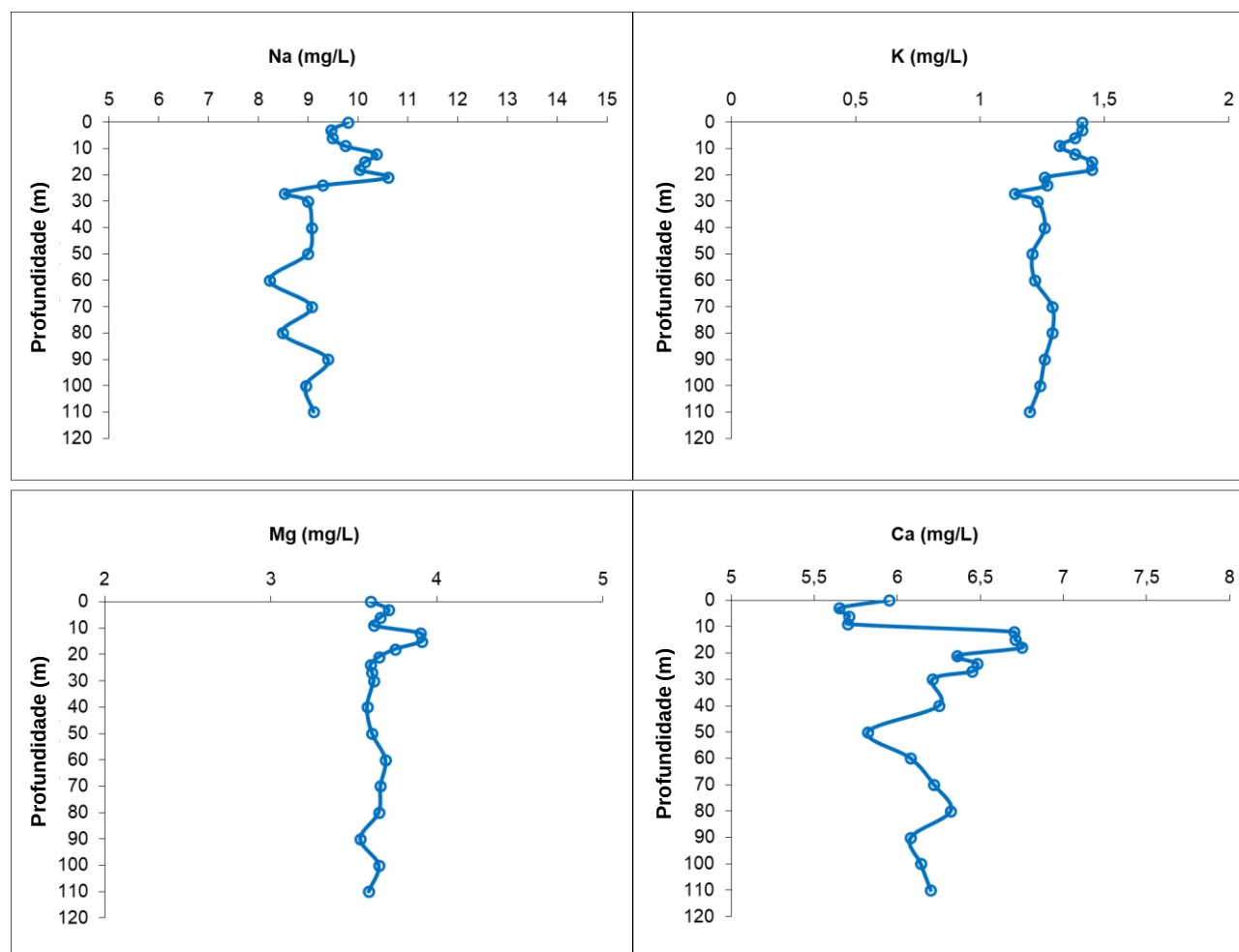


Figura D.39 | Representação da variação ao longo da coluna de água das principais espécies químicas em solução na Lagoa Negra - 6.^a campanha de amostragem (Sódio, Potássio, Magnésio e Cálcio.)

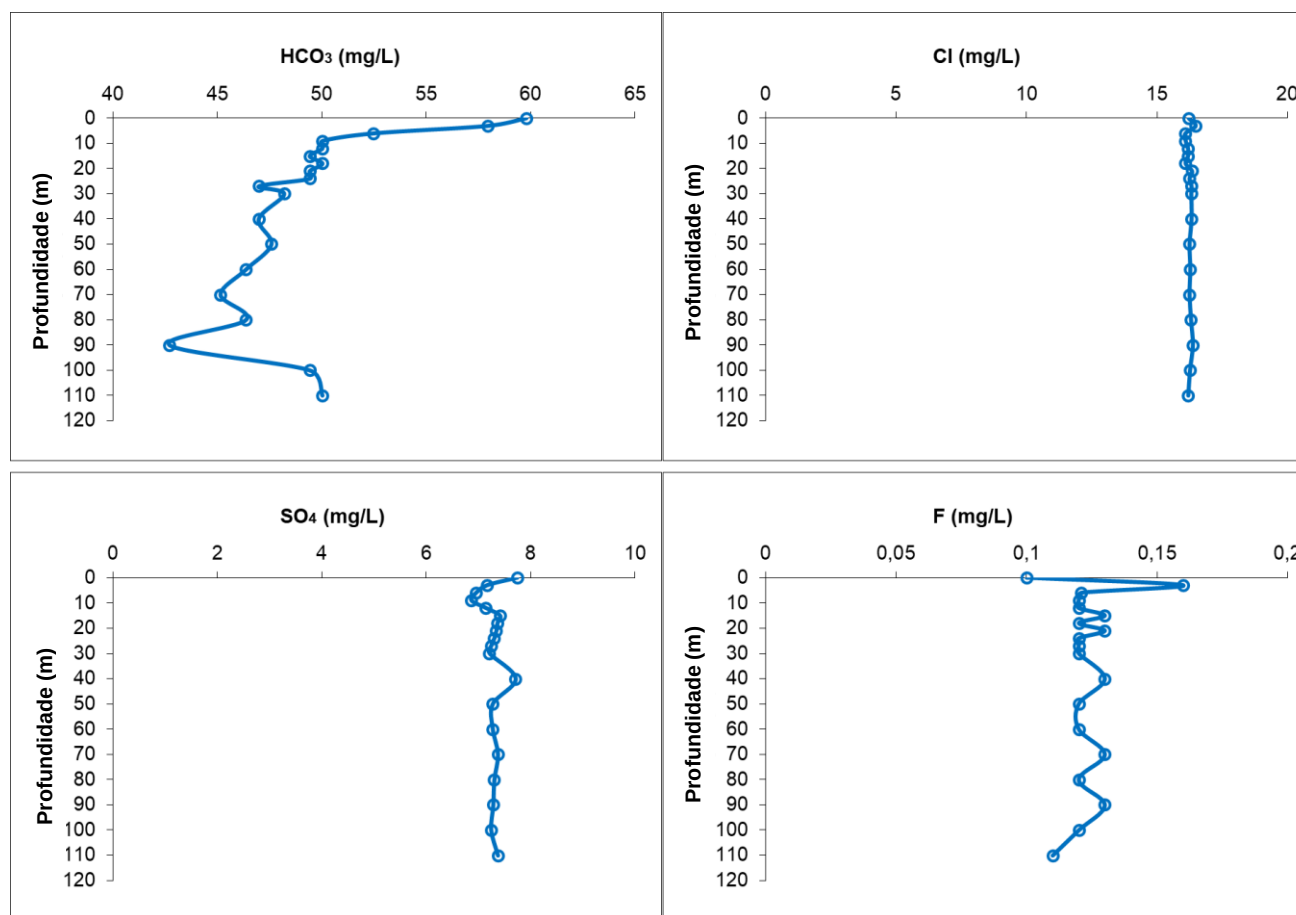


Figura D.40 | Representação da variação ao longo da coluna de água das principais espécies químicas em solução na Lagoa Negra – 6.^a campanha de amostragem (Bicarbonato, Cloreto, Sulfato e Fluoreto.)

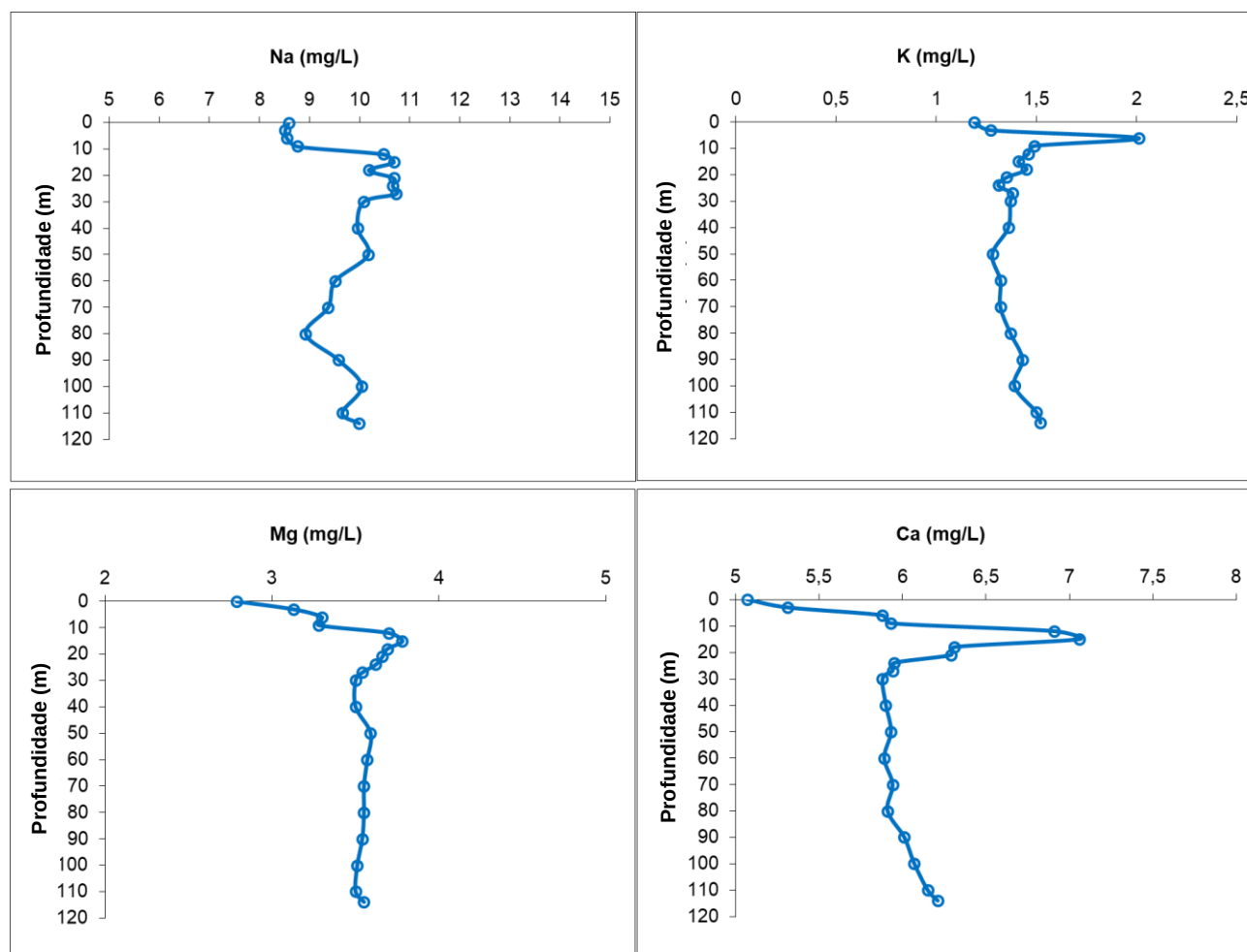


Figura D.41 | Representação da variação ao longo da coluna de água das principais espécies químicas em solução na Lagoa Negra - 7.^a campanha de amostragem (Sódio, Potássio, Magnésio e Cálcio.)

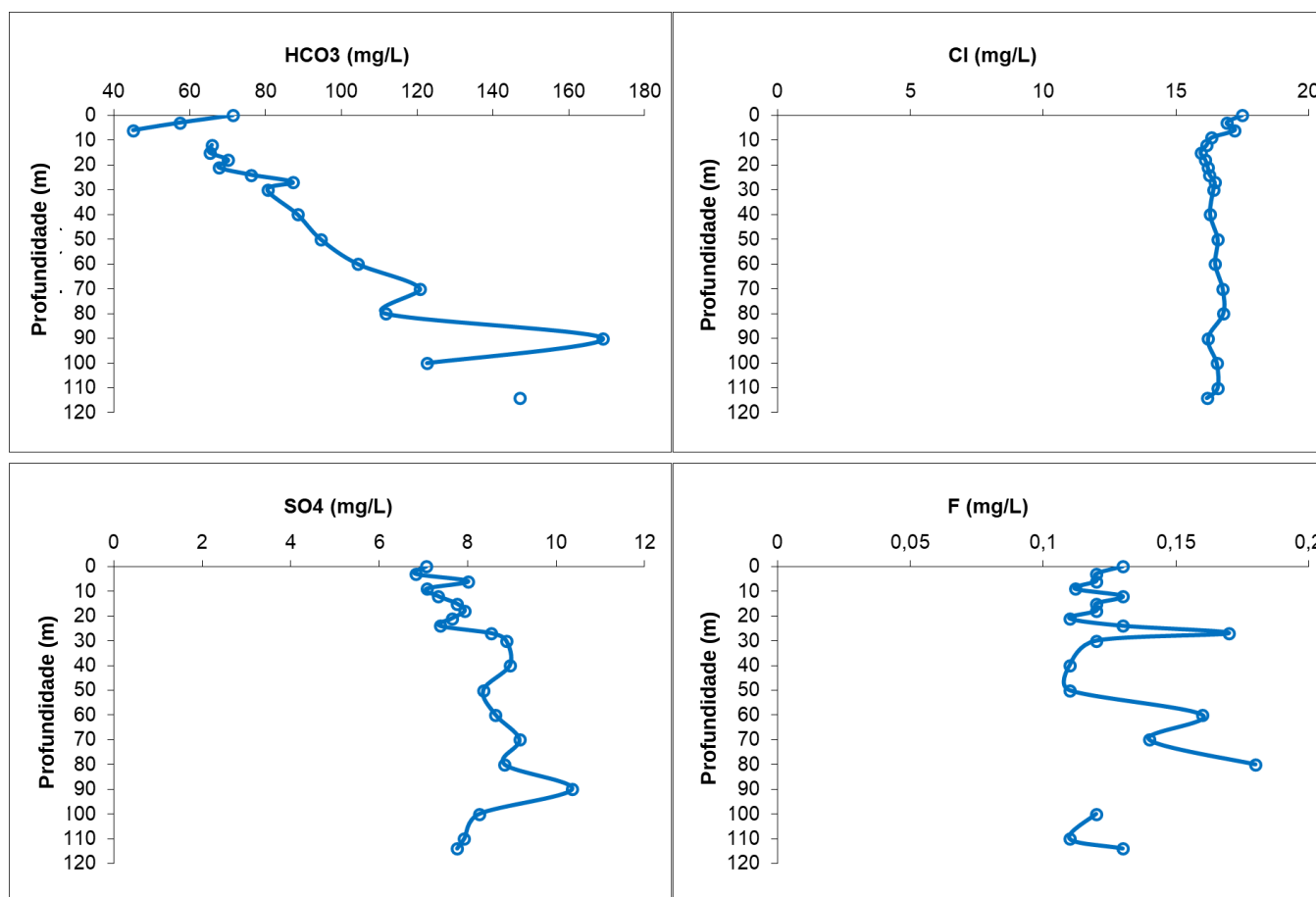


Figura D.42 | Representação da variação ao longo da coluna de água das principais espécies químicas em solução na Lagoa Negra – 7.^a campanha de amostragem (Bicarbonato, Cloreto, Sulfato e Fluoreto).

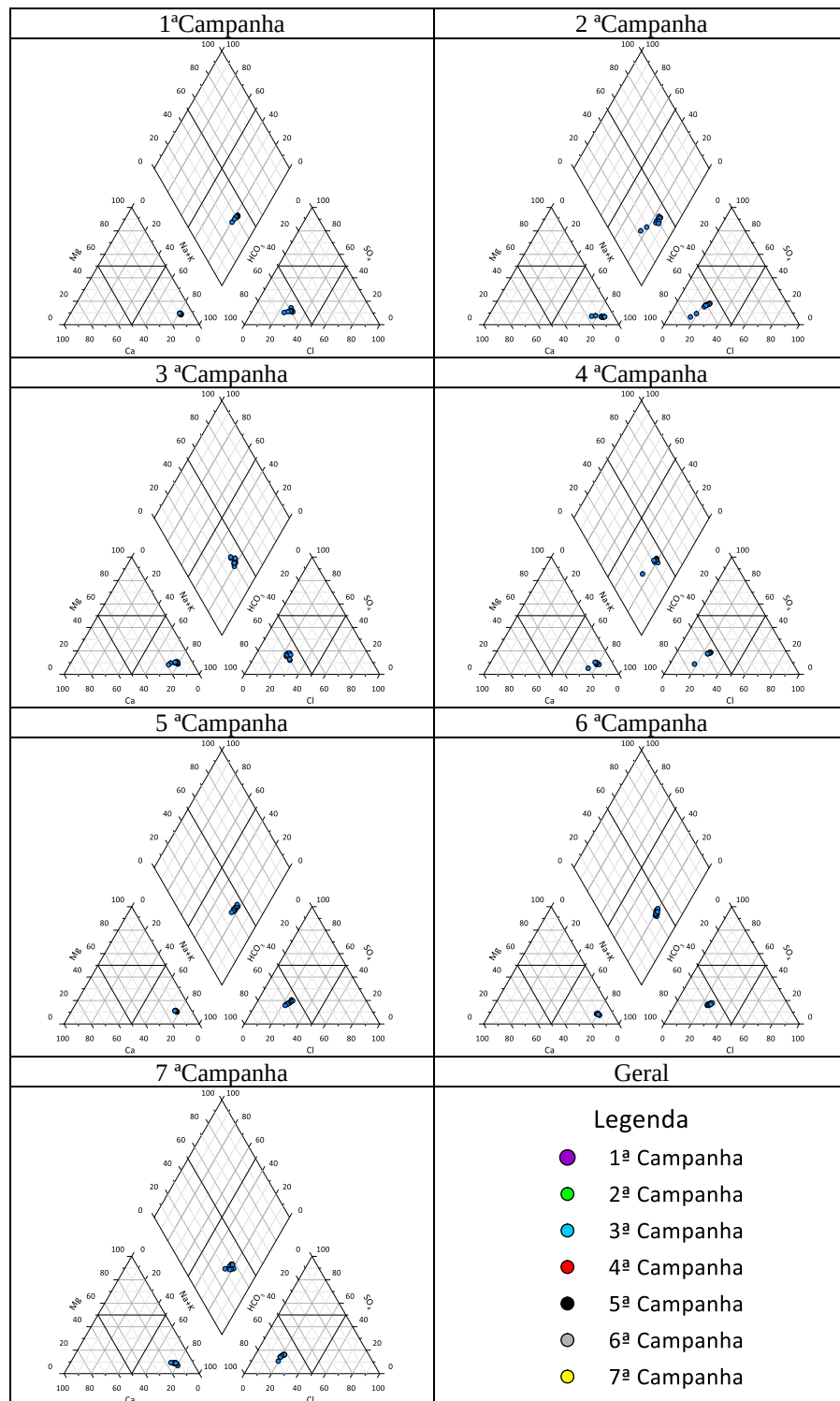


Figura D.43 | Composição química das águas da Lagoa do Congro, ao longo das várias amostragens, representada por meio de um diagrama de Piper.

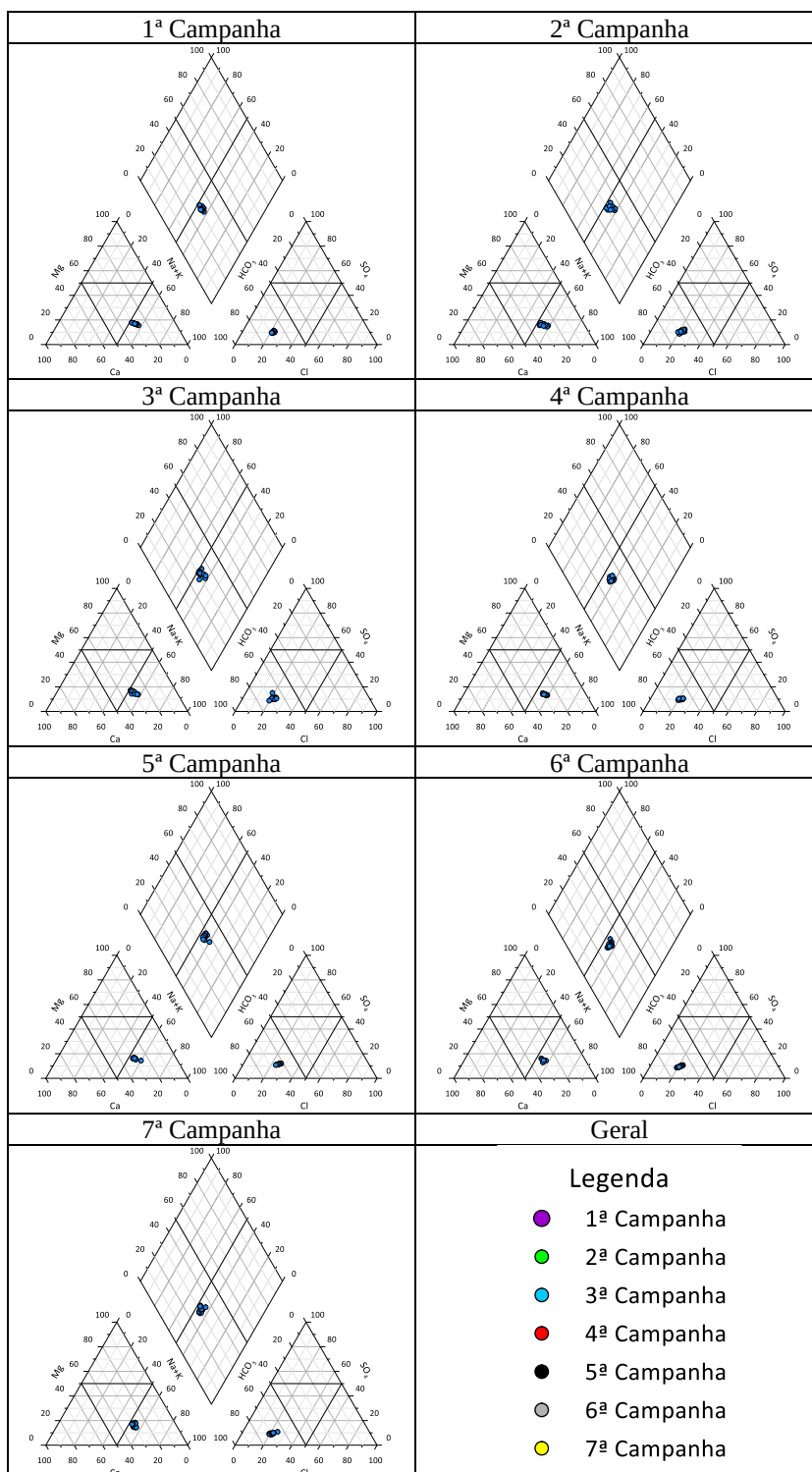


Figura D.44 | Composição química das águas da Lagoa de Santiago, ao longo das várias amostragens, representada por meio de um diagrama de Piper.

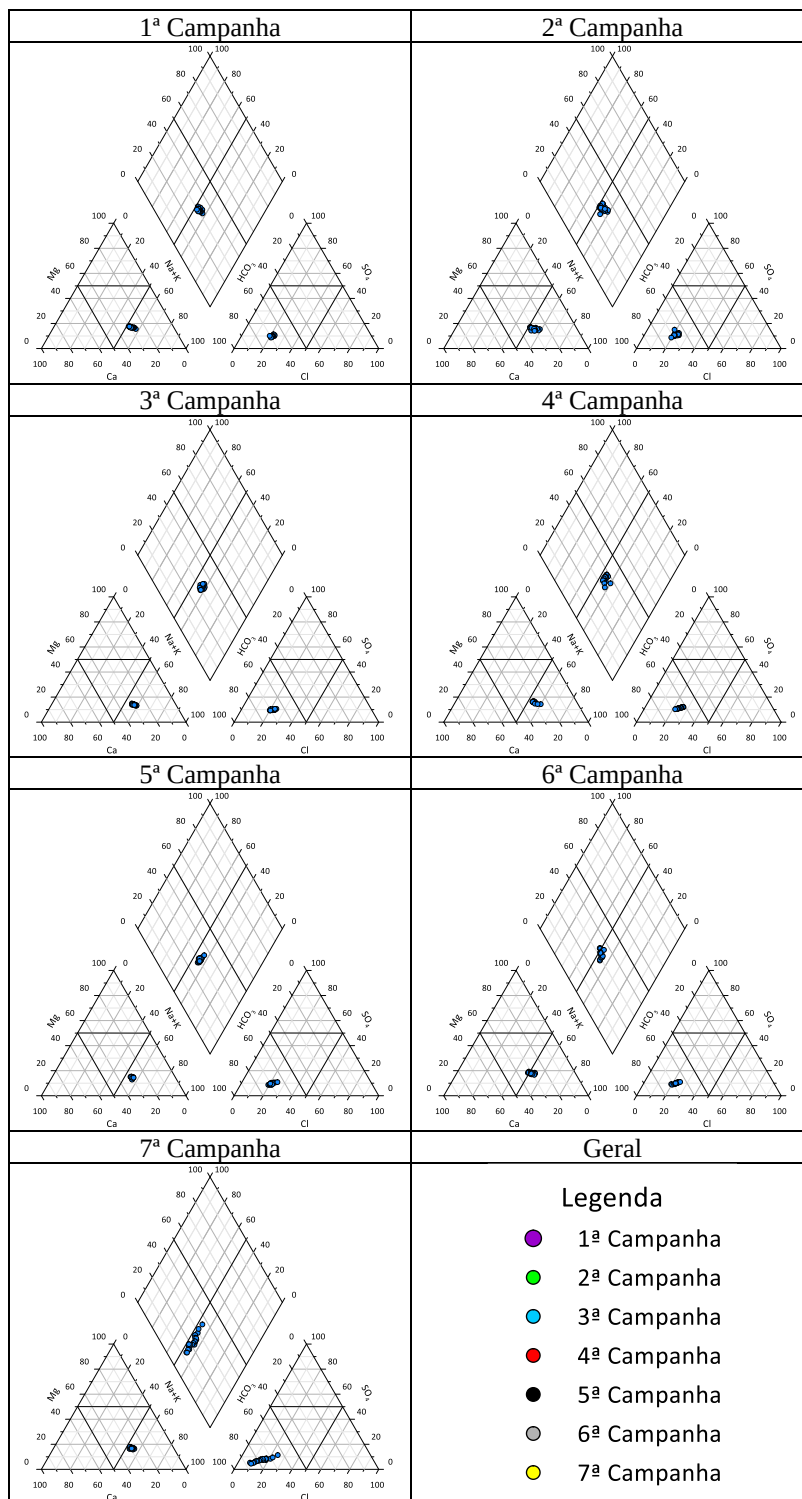


Figura D.45 | Composição química das águas da Lagoa Negra, ao longo das várias amostragens, representada por meio de um diagrama de Piper.

Legenda:

- Negra
- Congro
- ◆ Santiago

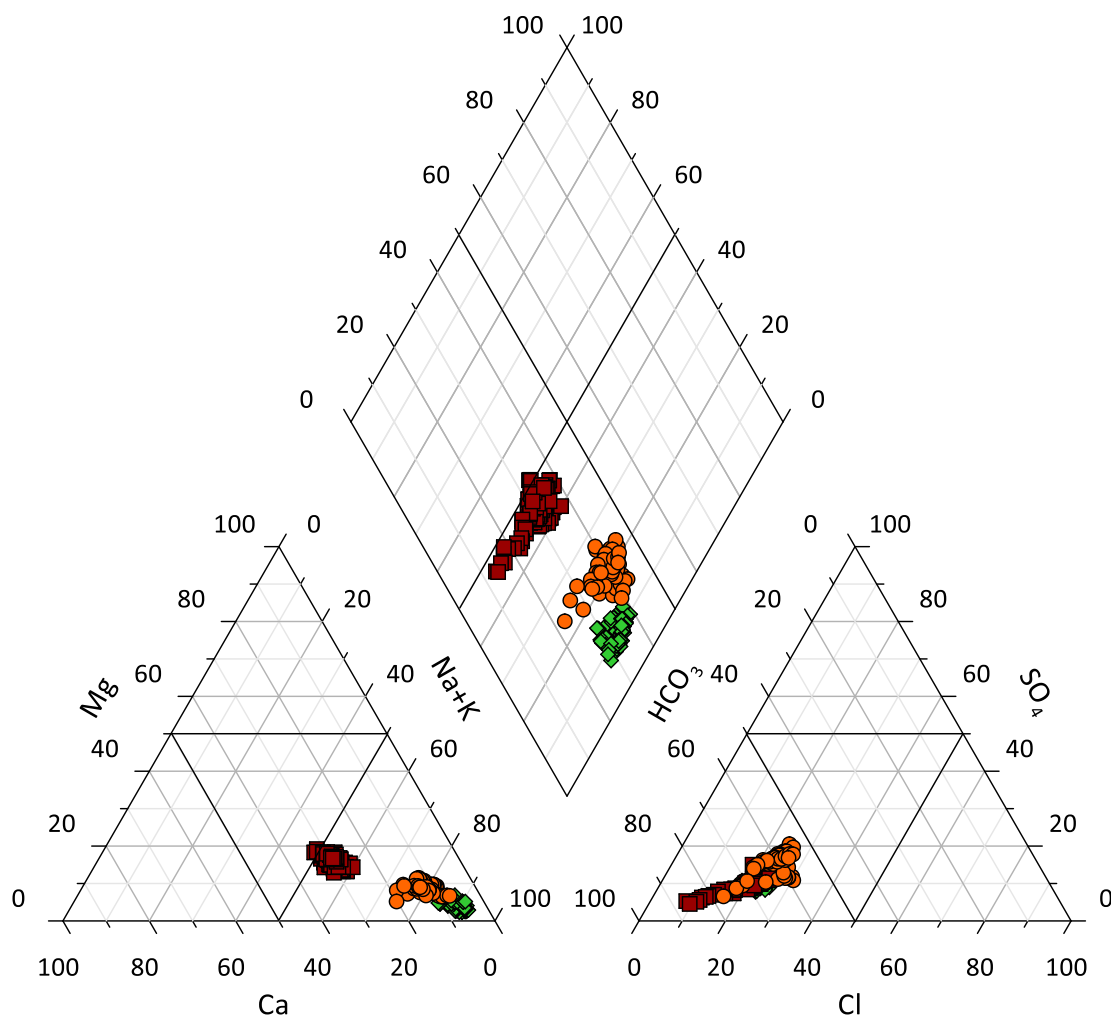


Figura D.46 | Composição química das águas recolhidas nas massas de água em estudo, ao longo das várias amostragens, representada por meio de um diagrama de Piper.

ANEXO E

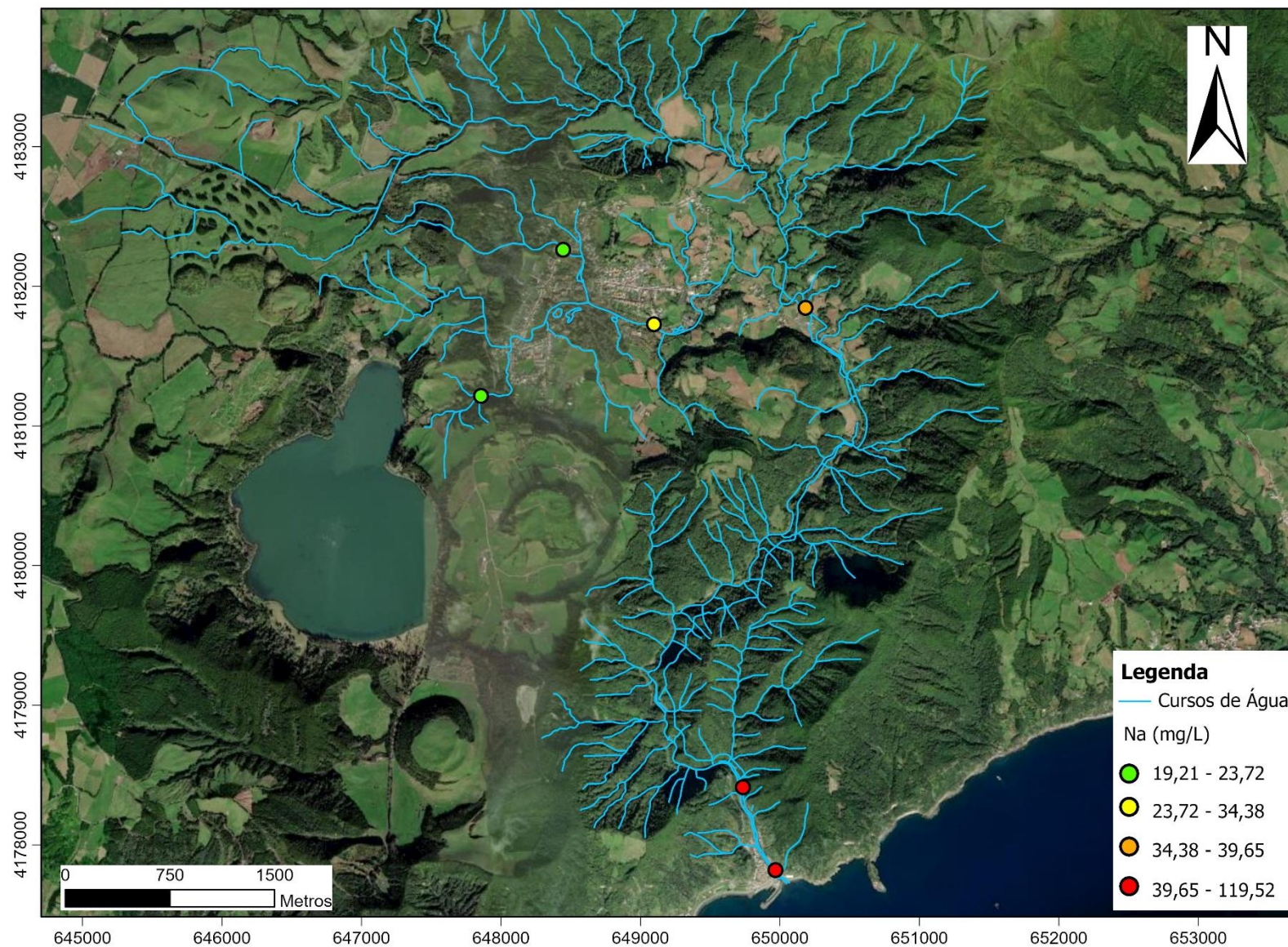


Figura E.1 | Representação espacial dos valores de sódio na Ribeira Quente 1.^a campanha de amostragem.

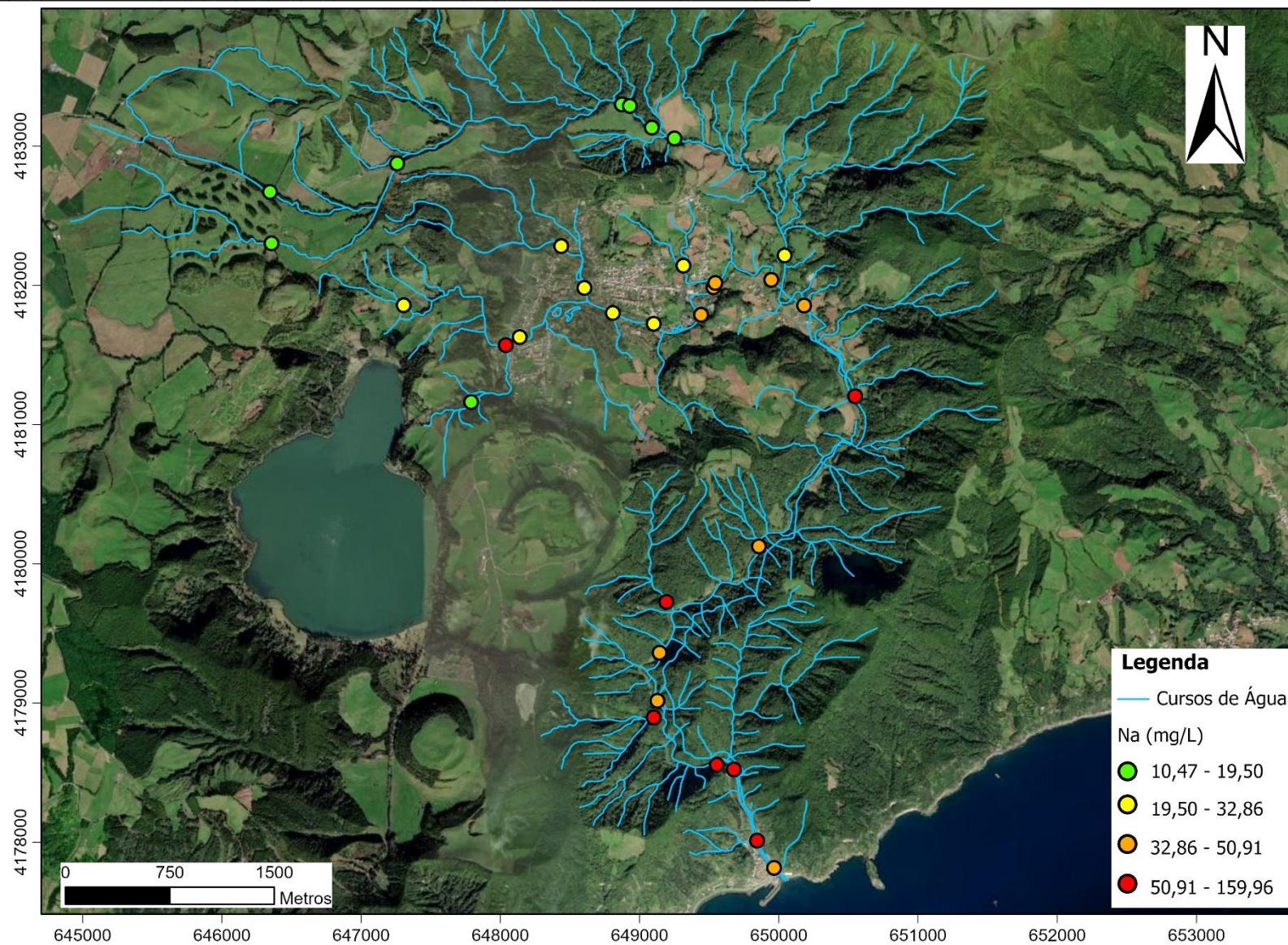


Figura E.2 | Representação espacial dos valores de sódio na Ribeira Quente 2.^a campanha de amostragem.

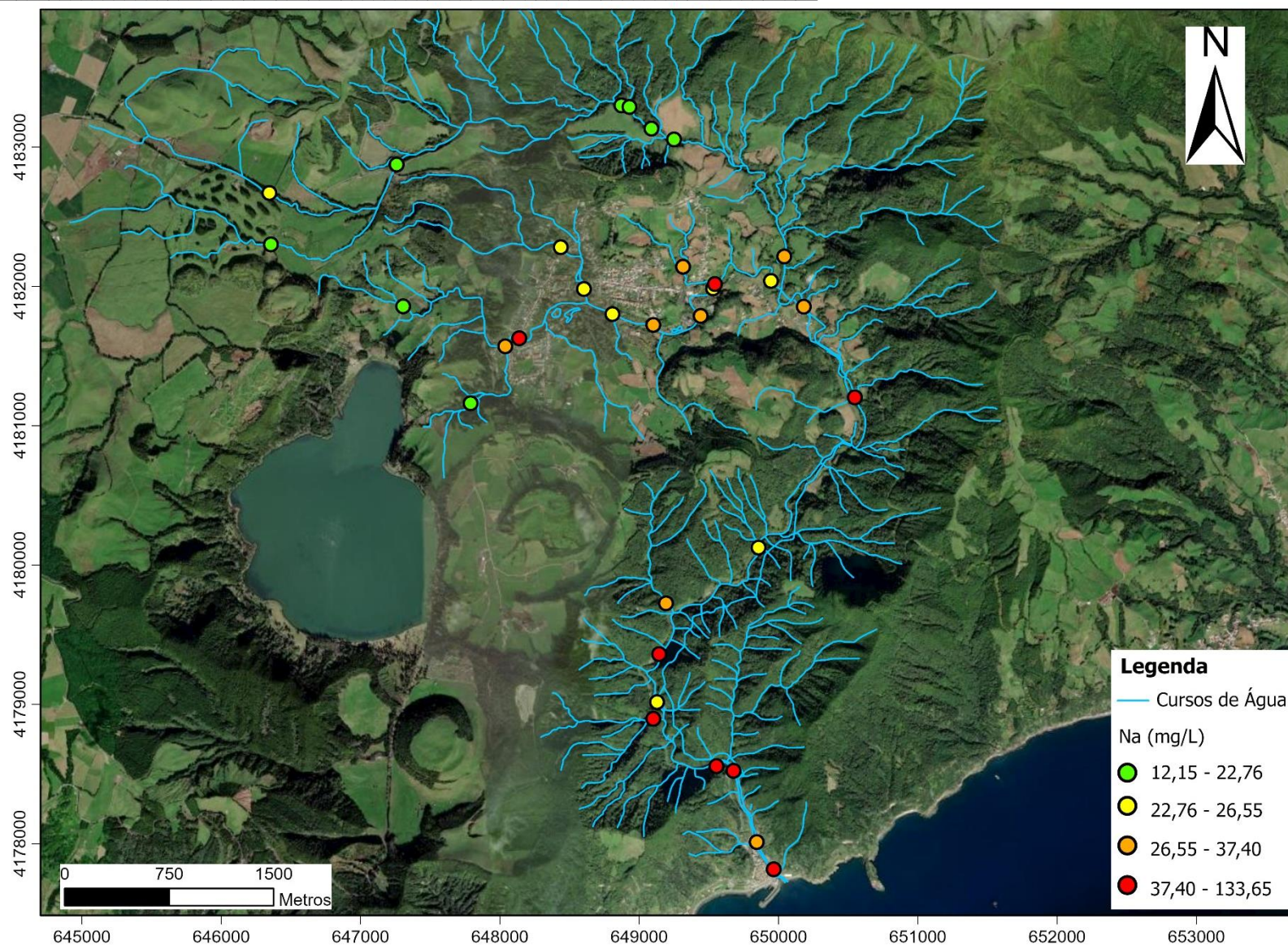


Figura E.3 | Representação espacial dos valores de sódio na Ribeira Quente 3.^a campanha de amostragem.

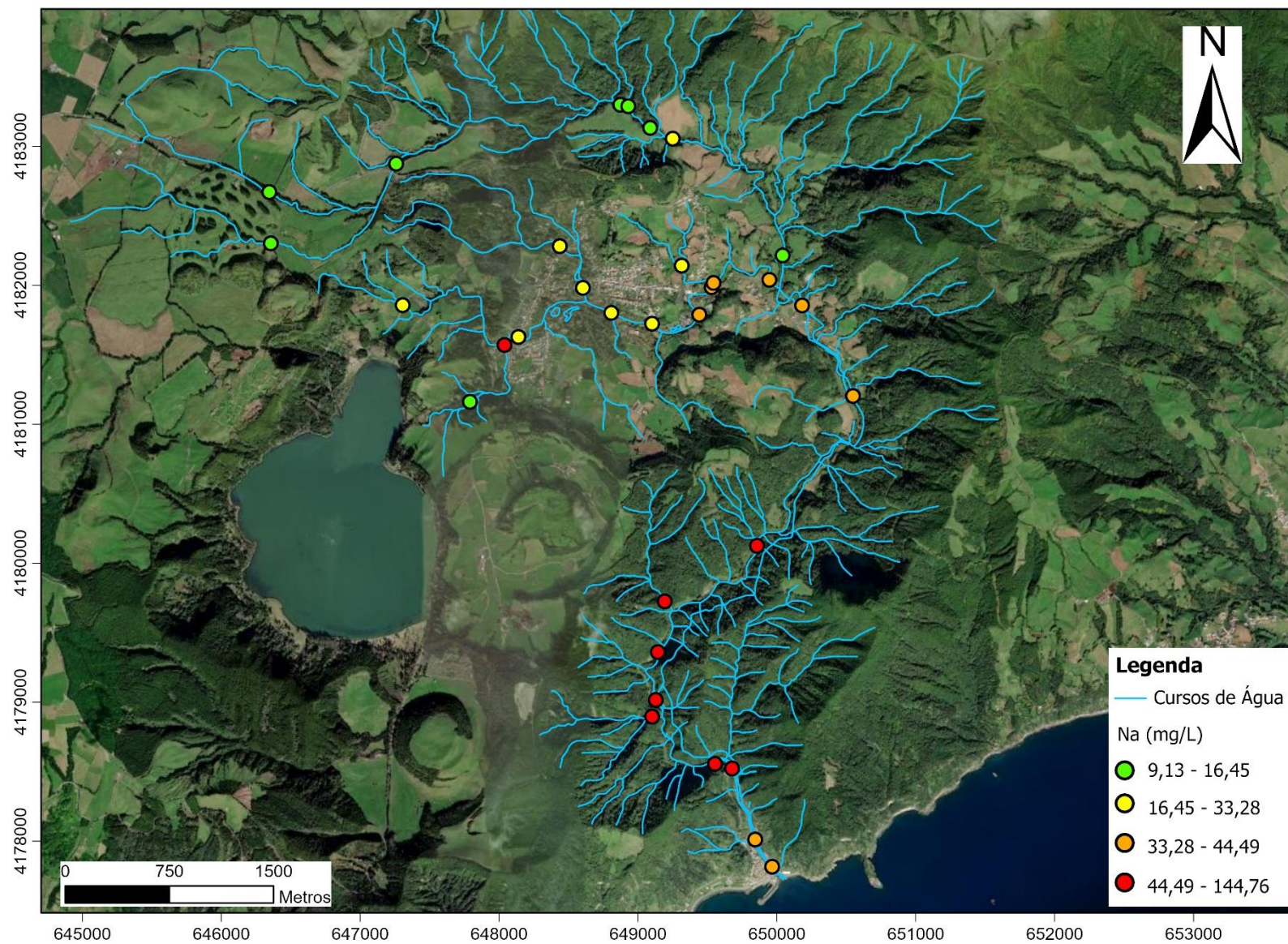


Figura E.4 | Representação espacial dos valores de sódio na Ribeira Quente 4.^a campanha de amostragem.

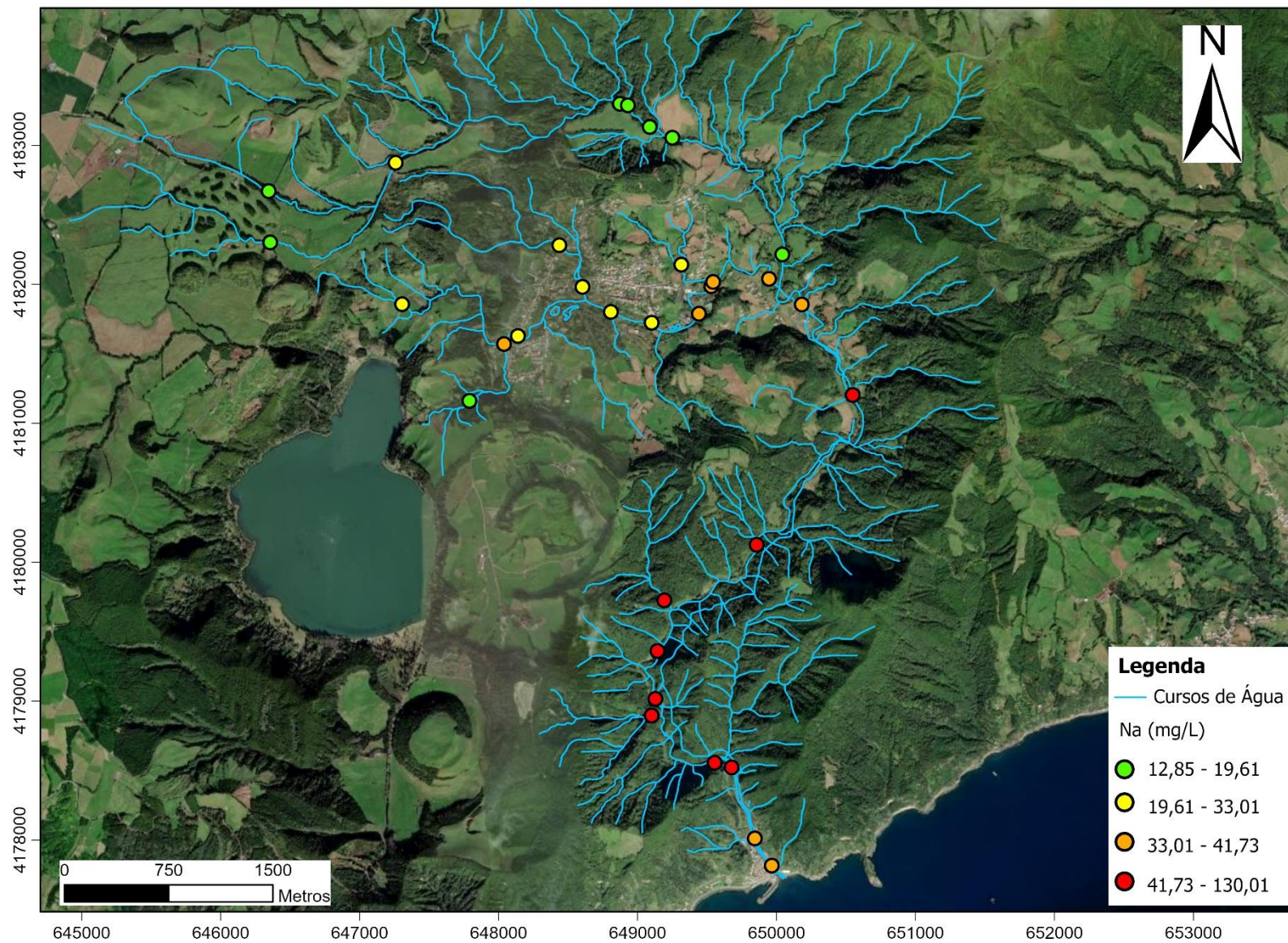


Figura E.5 | Representação espacial dos valores de sódio na Ribeira Quente 5.ª campanha de amostragem.

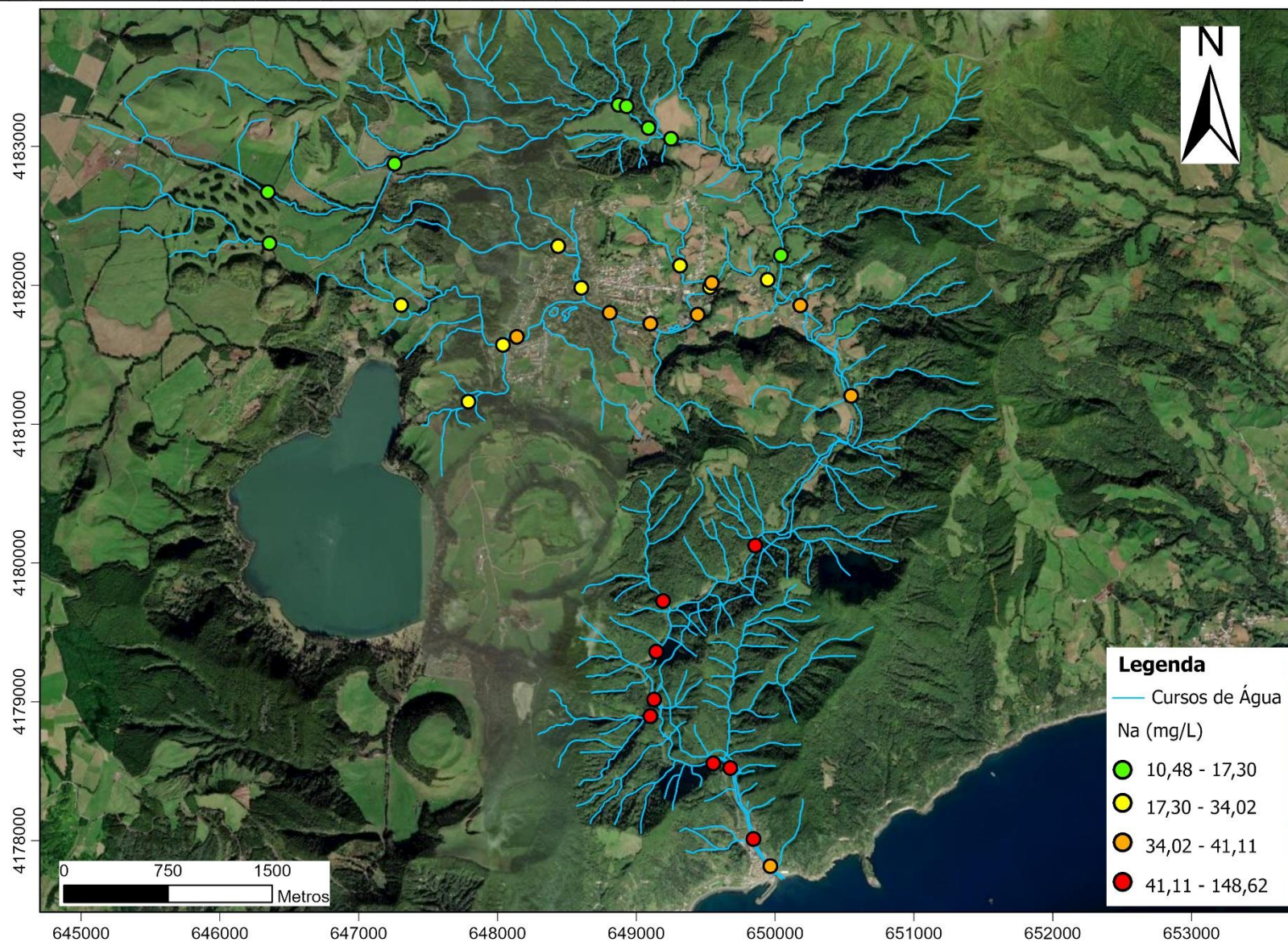


Figura E.6 | Representação espacial dos valores de sódio na Ribeira Quente 6.^a campanha de amostragem.

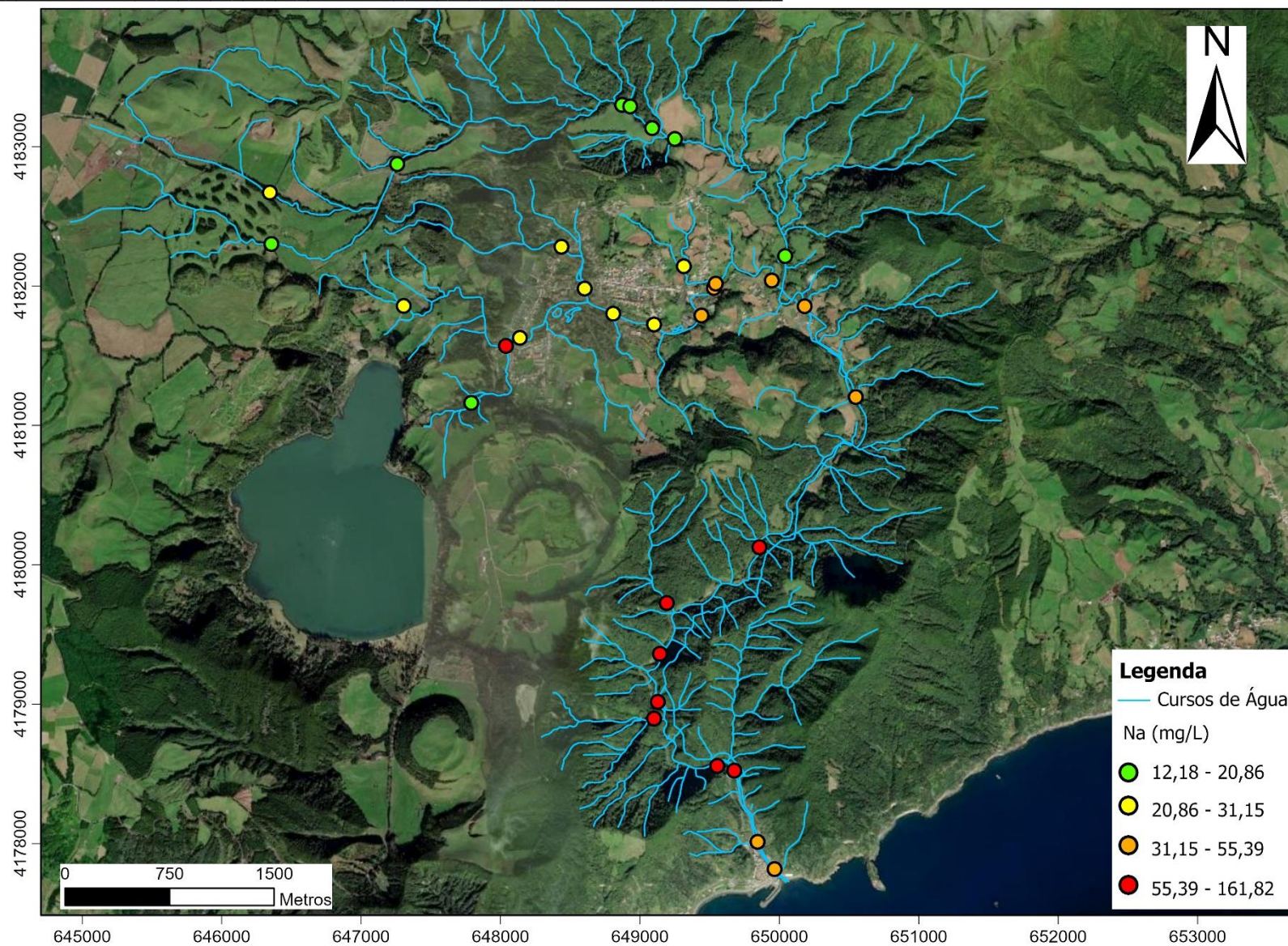


Figura E.7 | Representação espacial dos valores de sódio na Ribeira Quente 7.^a campanha de amostragem.

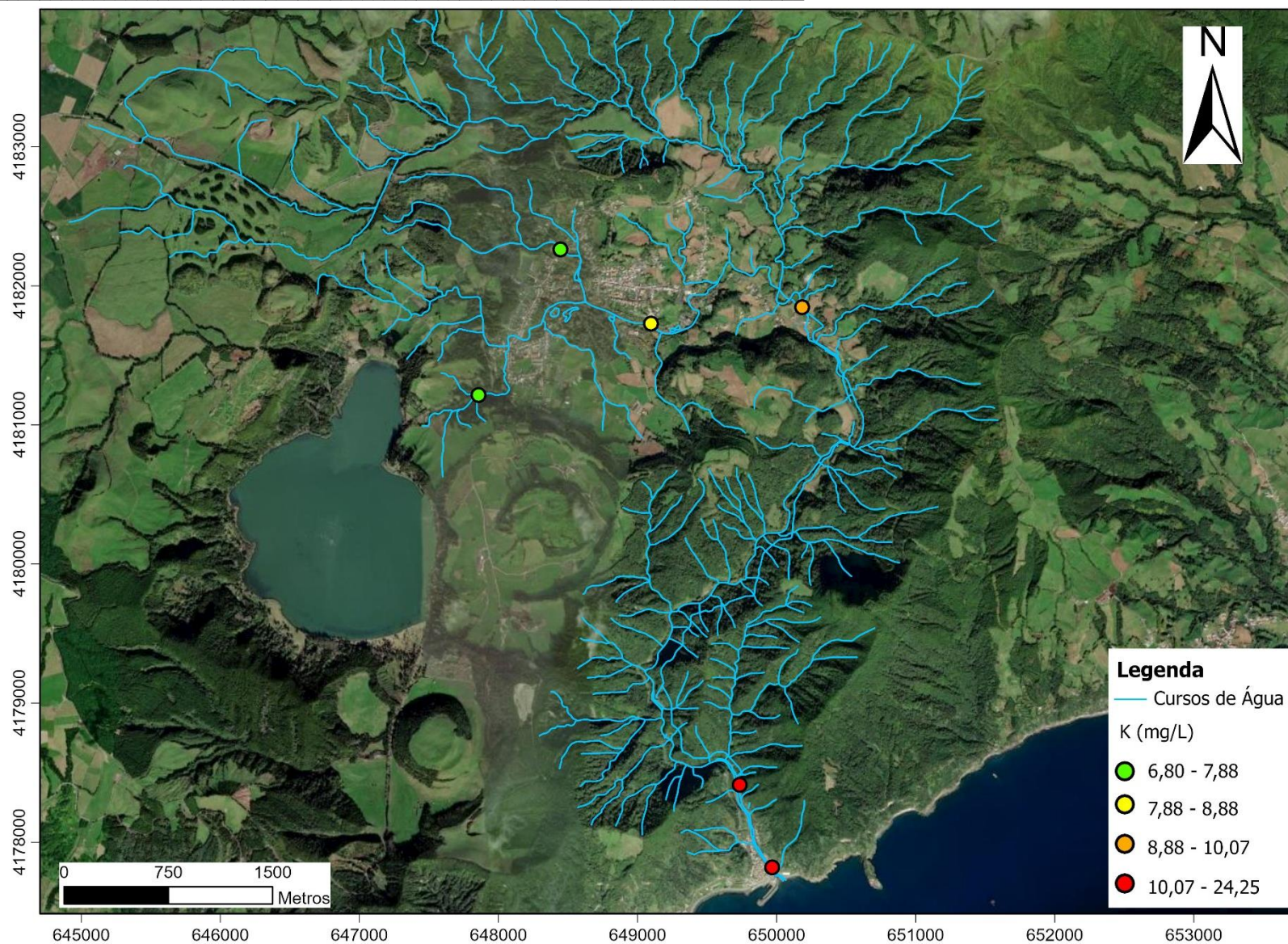


Figura E.8 | Representação espacial dos valores de potássio na Ribeira Quente 1.^a campanha de amostragem.

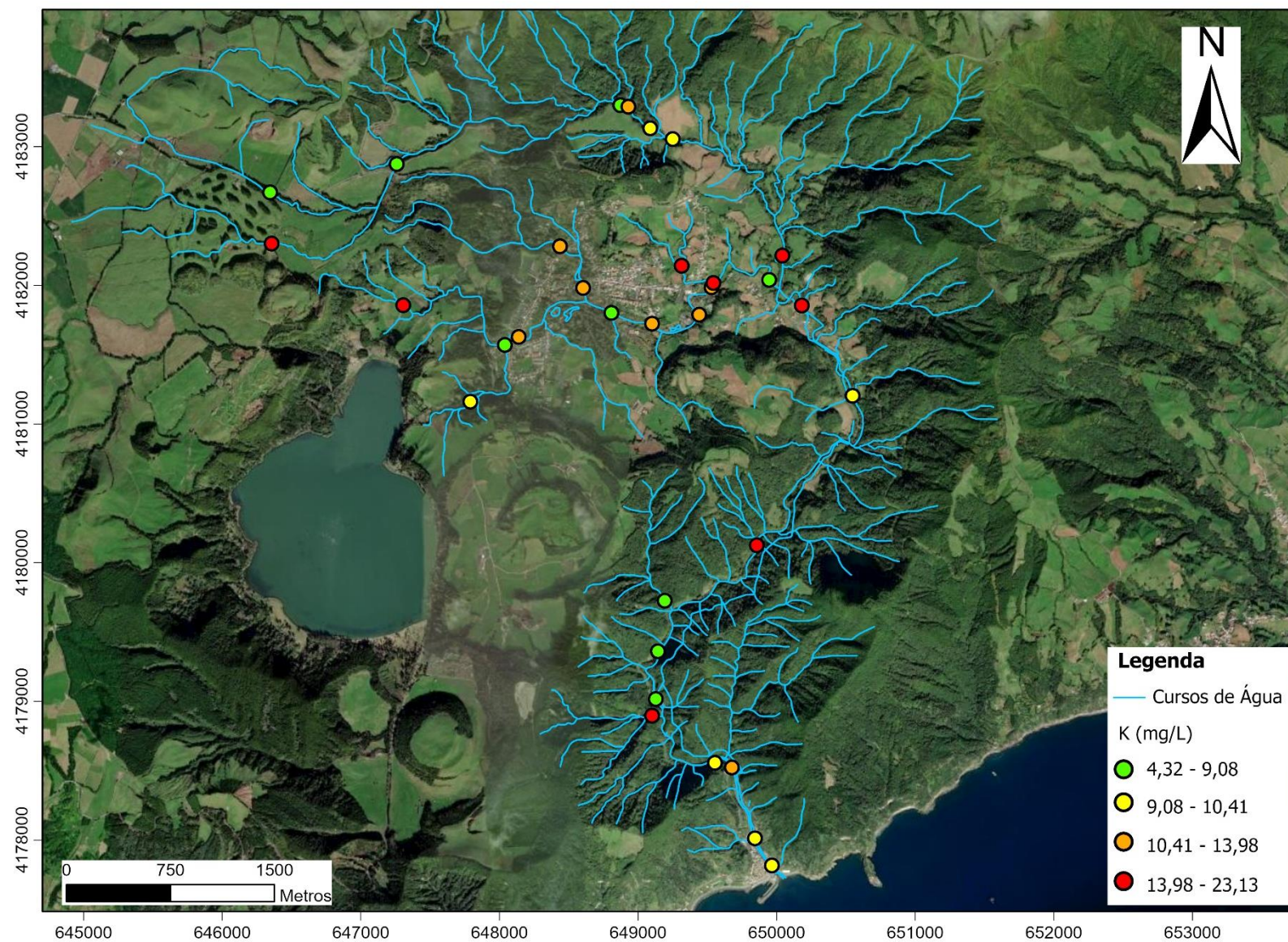


Figura E.9 | Representação espacial dos valores de potássio na Ribeira Quente 2.ª campanha de amostragem.

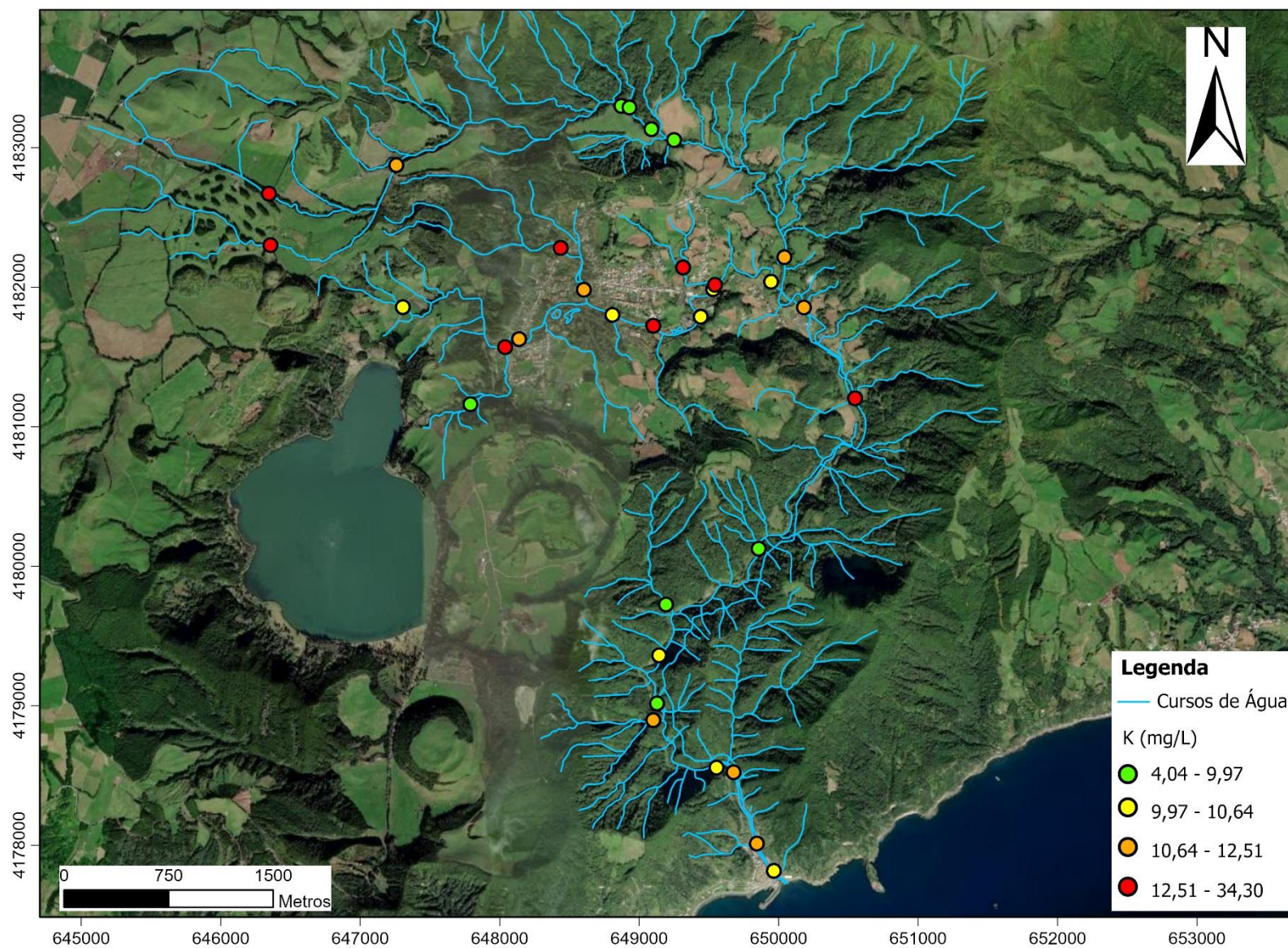


Figura E.10 | Representação espacial dos valores de potássio na Ribeira Quente 3.^a campanha de amostragem.

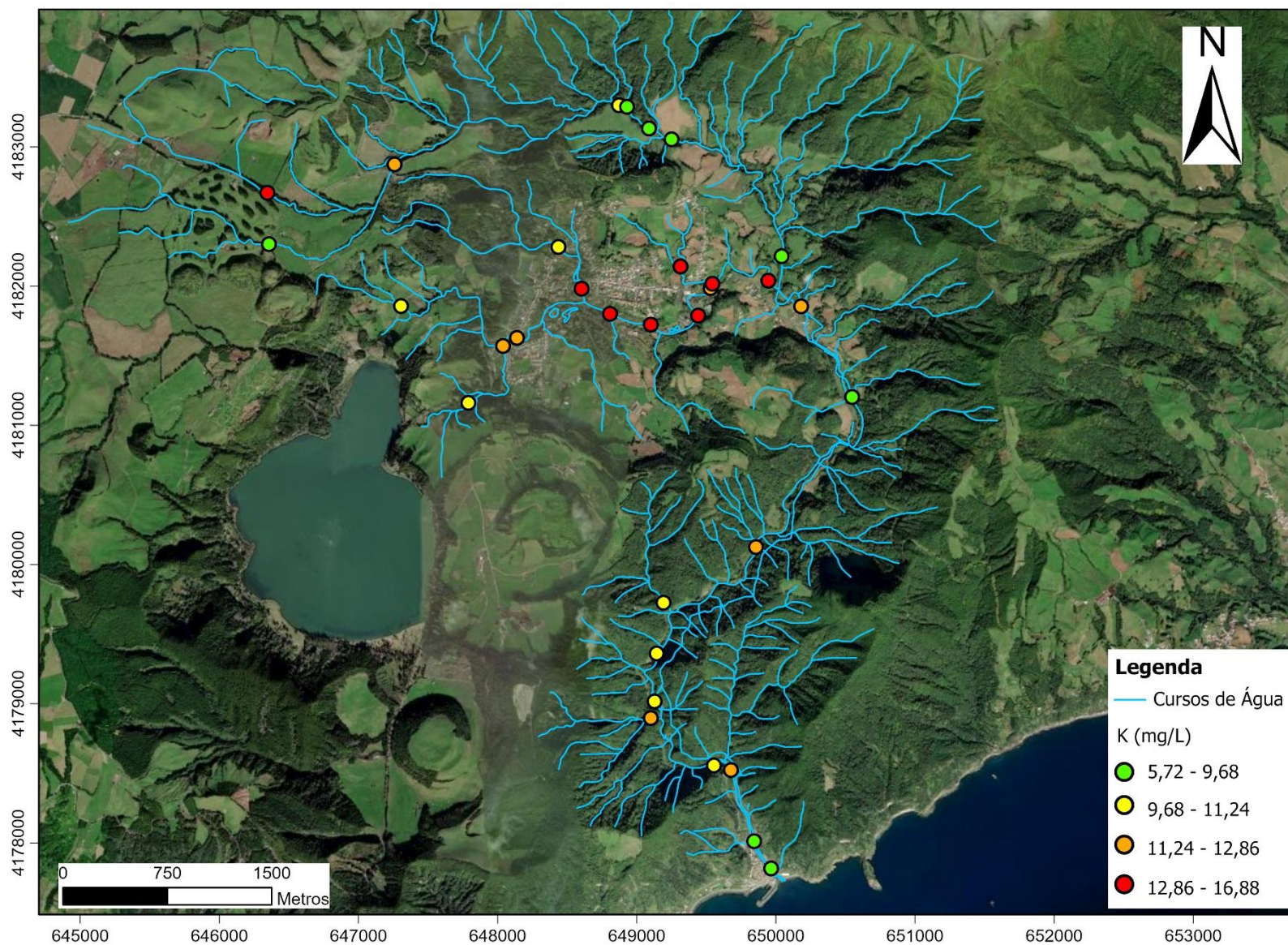


Figura E.11 | Representação espacial dos valores de potássio na Ribeira Quente 4.^a campanha de amostragem.

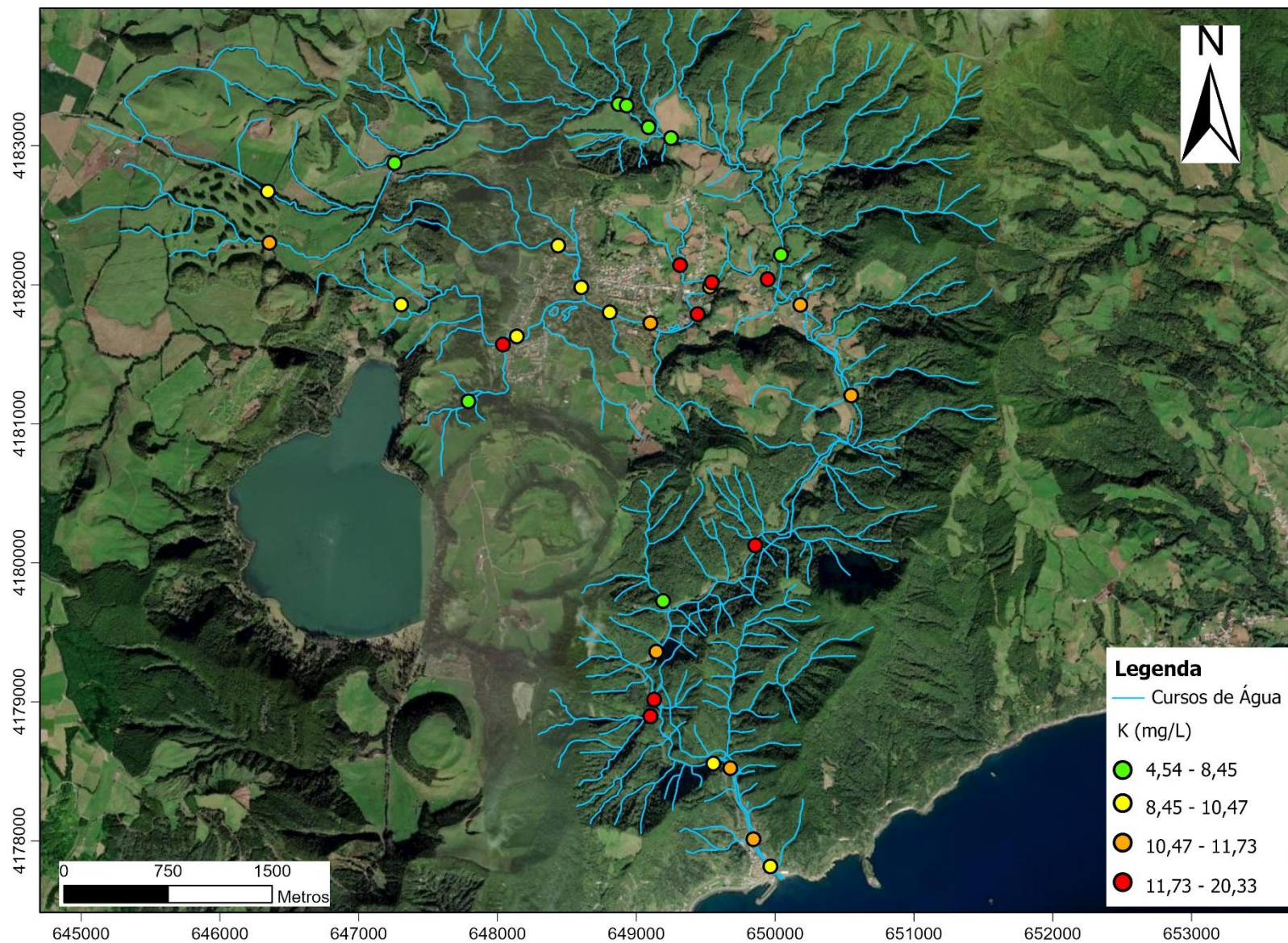


Figura E.12 | Representação espacial dos valores de potássio na Ribeira Quente 5.^a campanha de amostragem.

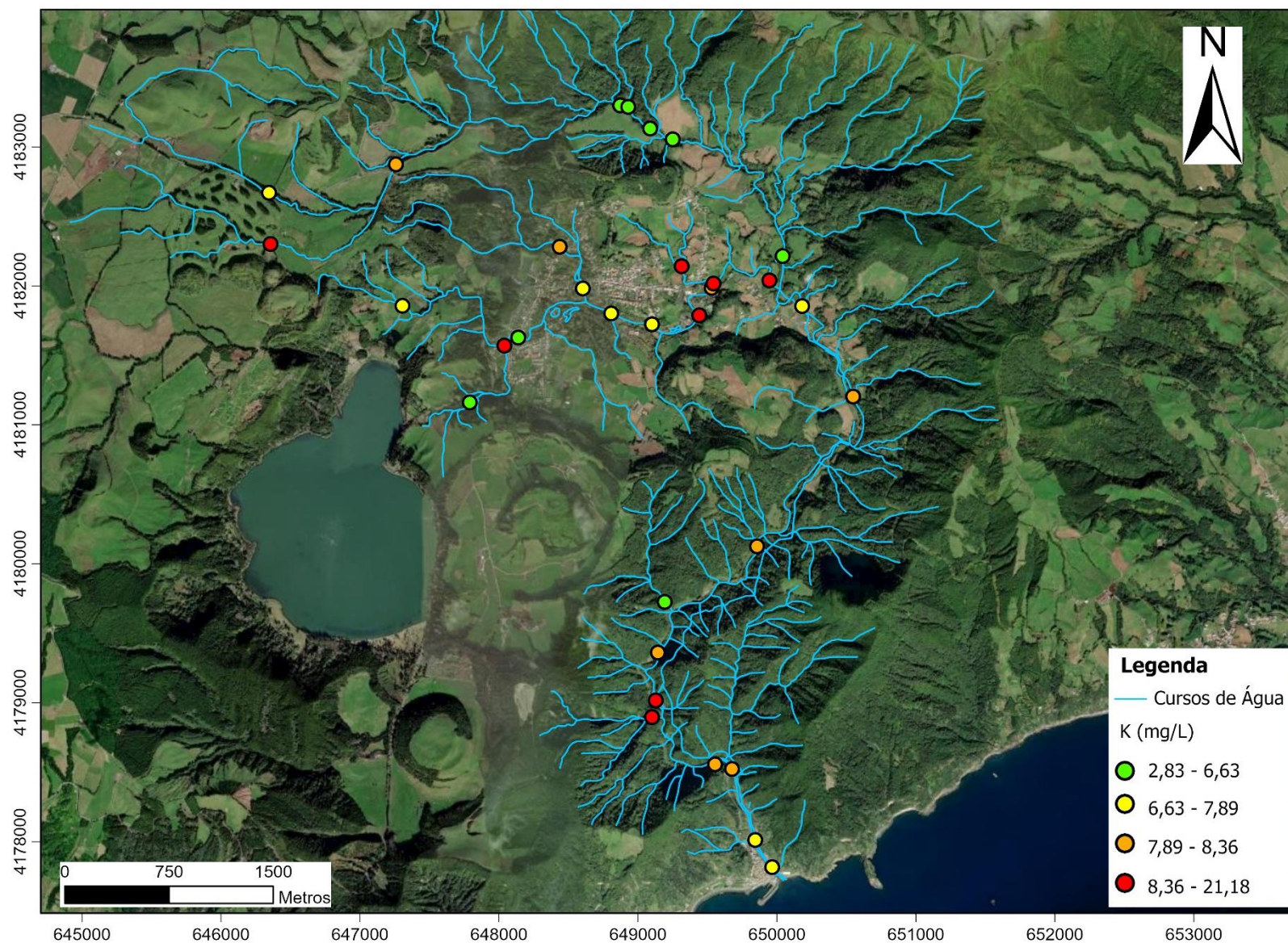


Figura E.13 | Representação espacial dos valores de potássio na Ribeira Quente 6.^a campanha de amostragem.

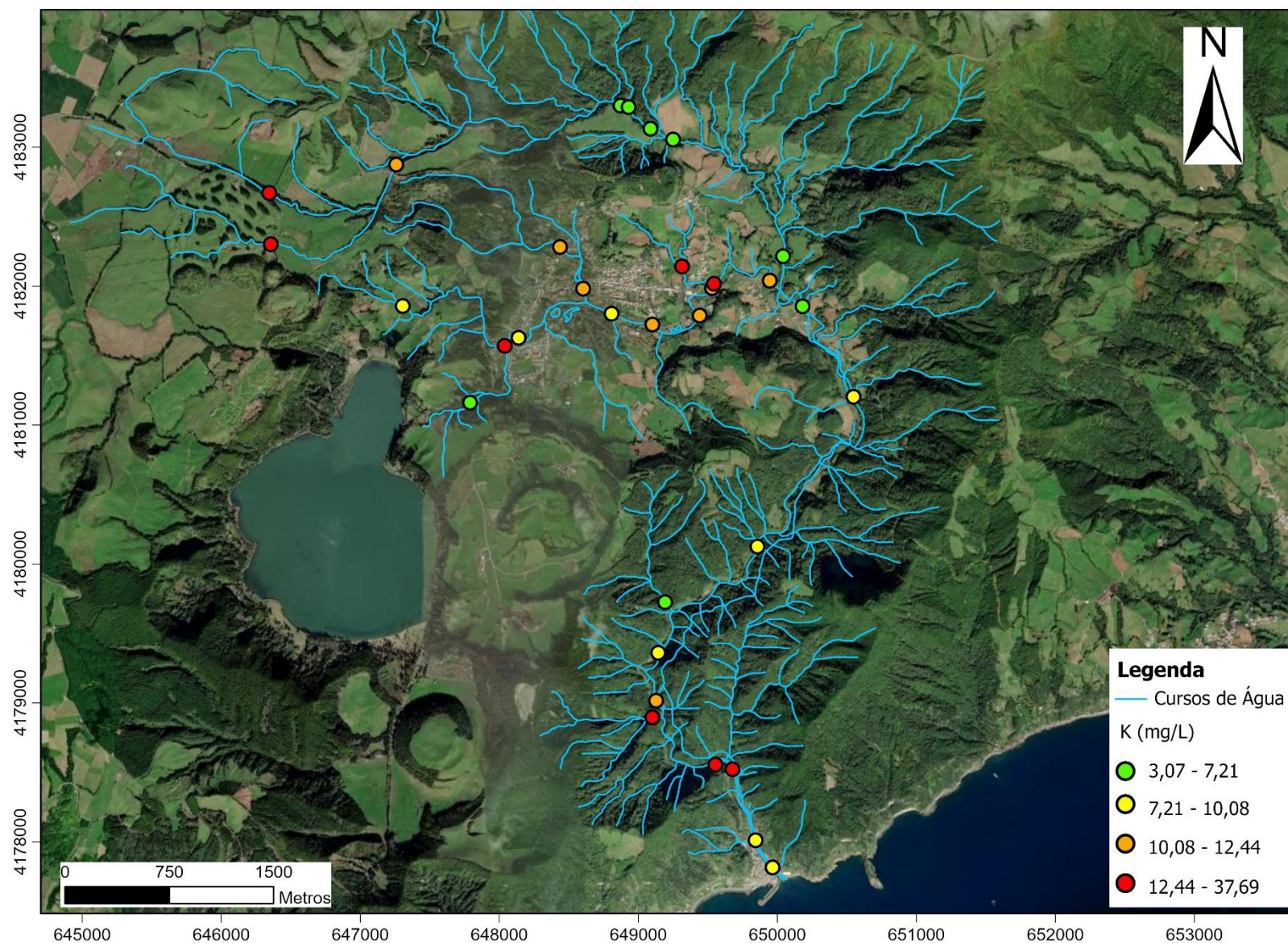


Figura E.14 | Representação espacial dos valores de potássio na Ribeira Quente 7.^a campanha de amostragem.

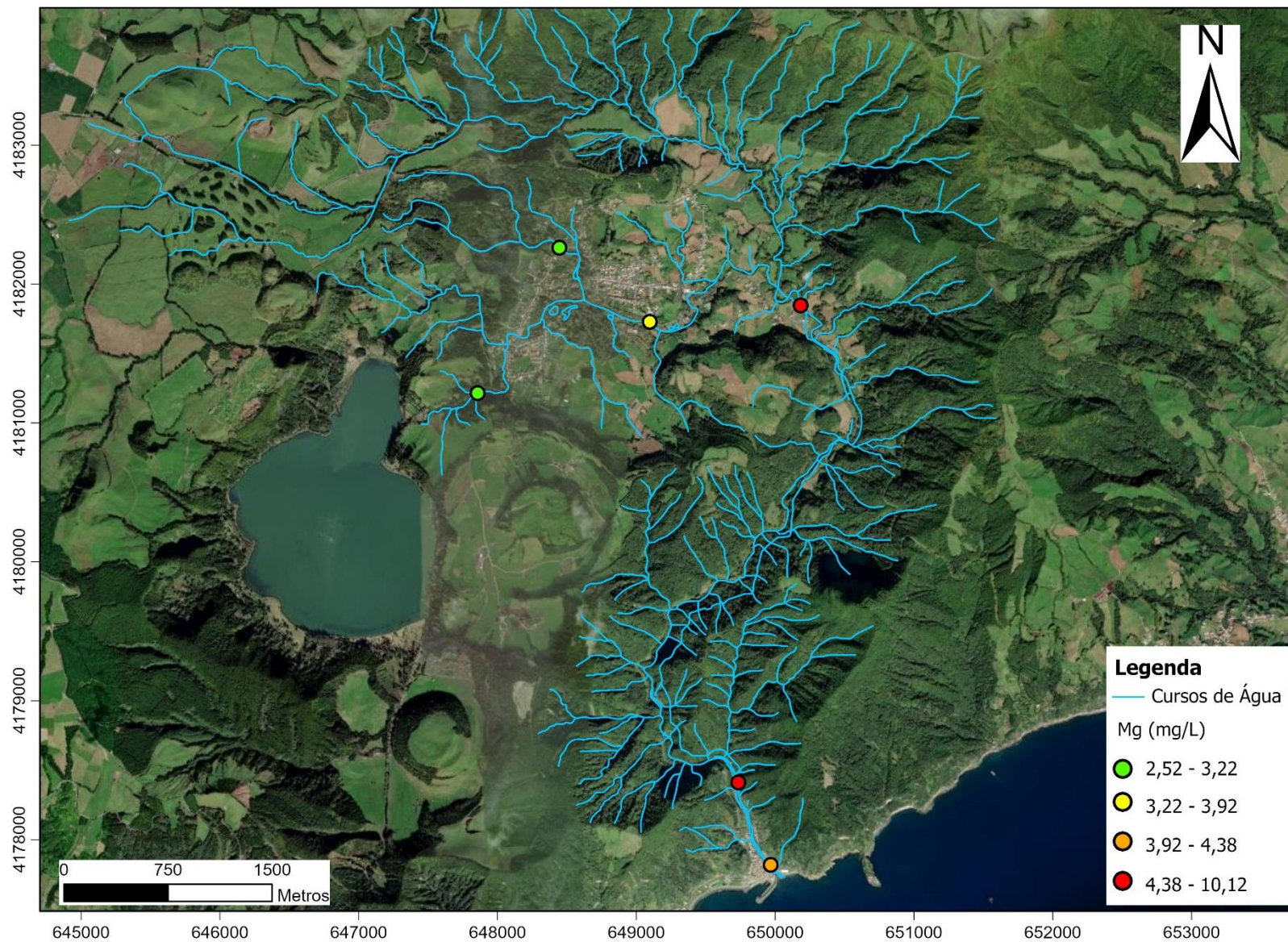


Figura E.15 | Representação espacial dos valores de magnésio na Ribeira Quente 1.ª campanha de amostragem.

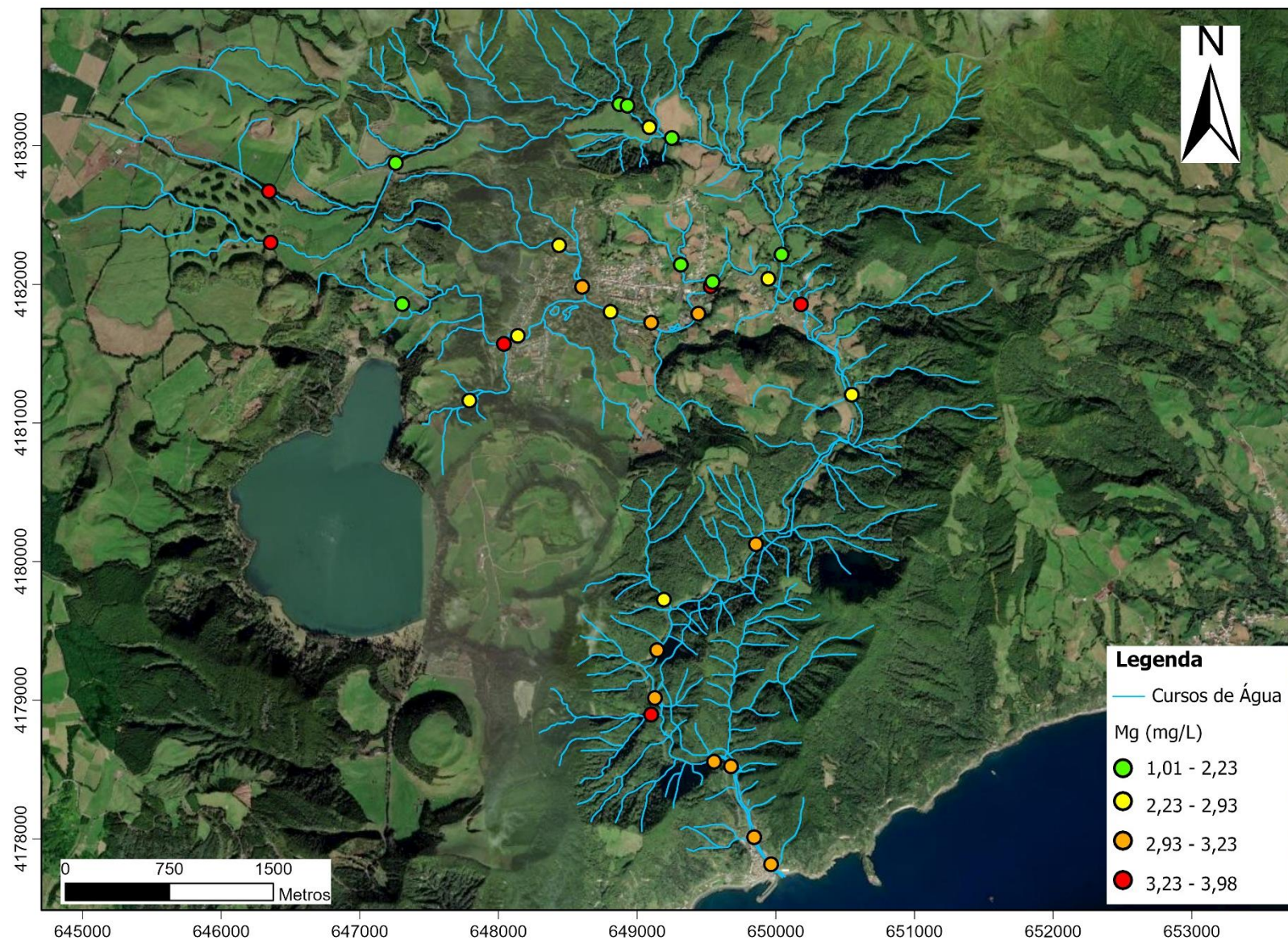


Figura E.16 | Representação espacial dos valores de magnésio na Ribeira Quente 2.^a campanha de amostragem.

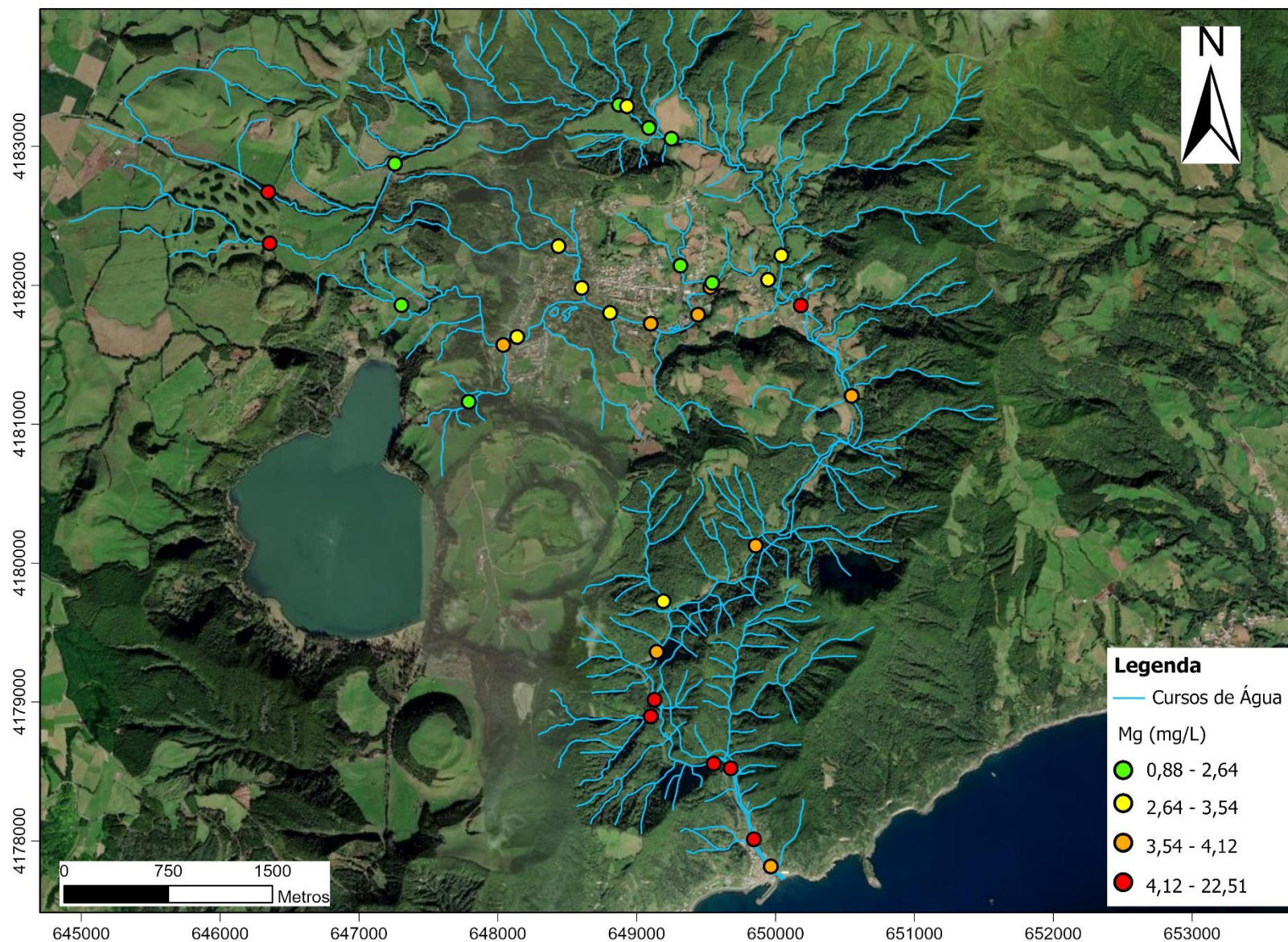


Figura E.17 | Representação espacial dos valores de magnésio na Ribeira Quente 3.ª campanha de amostragem.

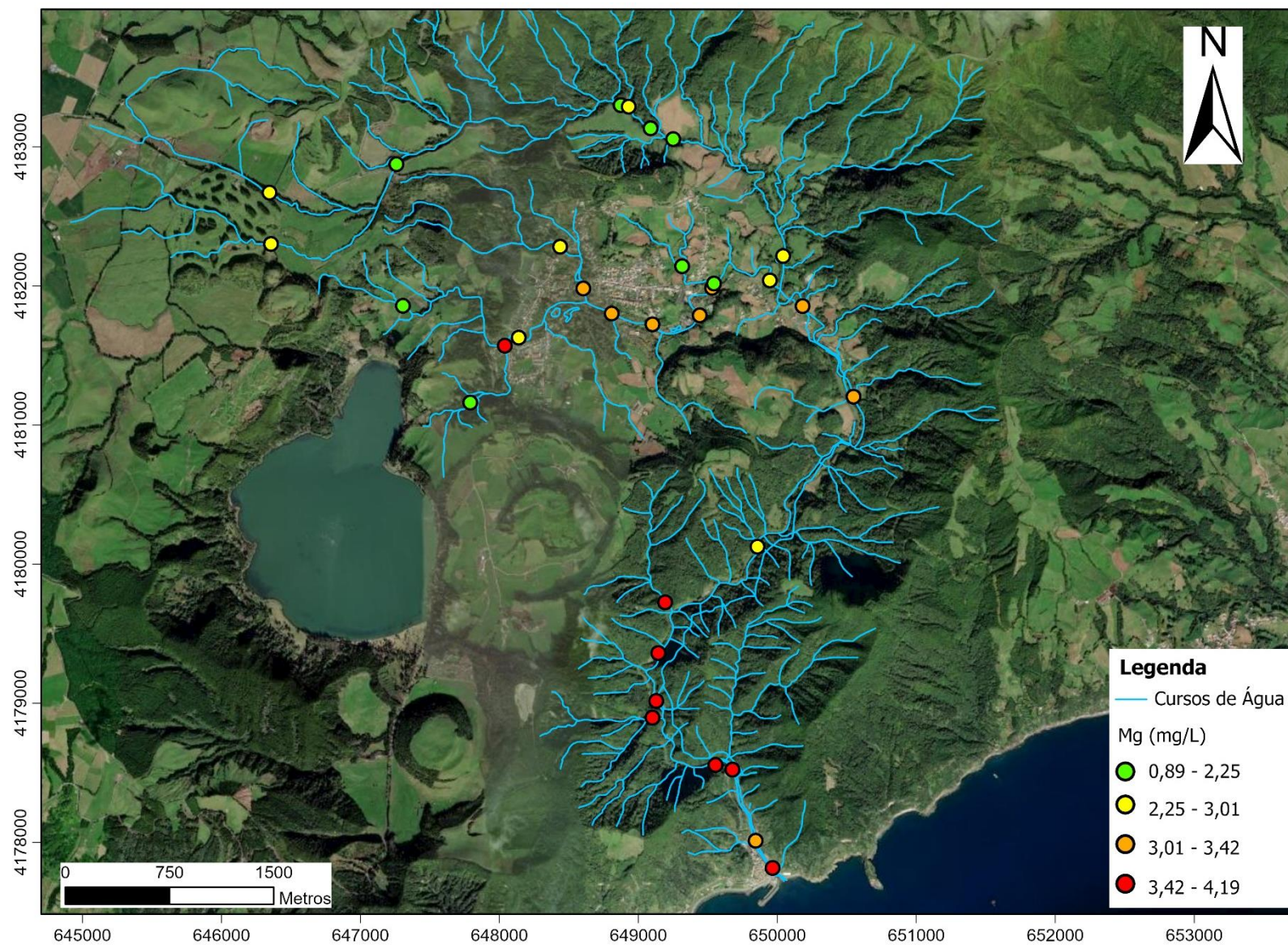


Figura E.18 | Representação espacial dos valores de magnésio na Ribeira Quente 4.^a campanha de amostragem.

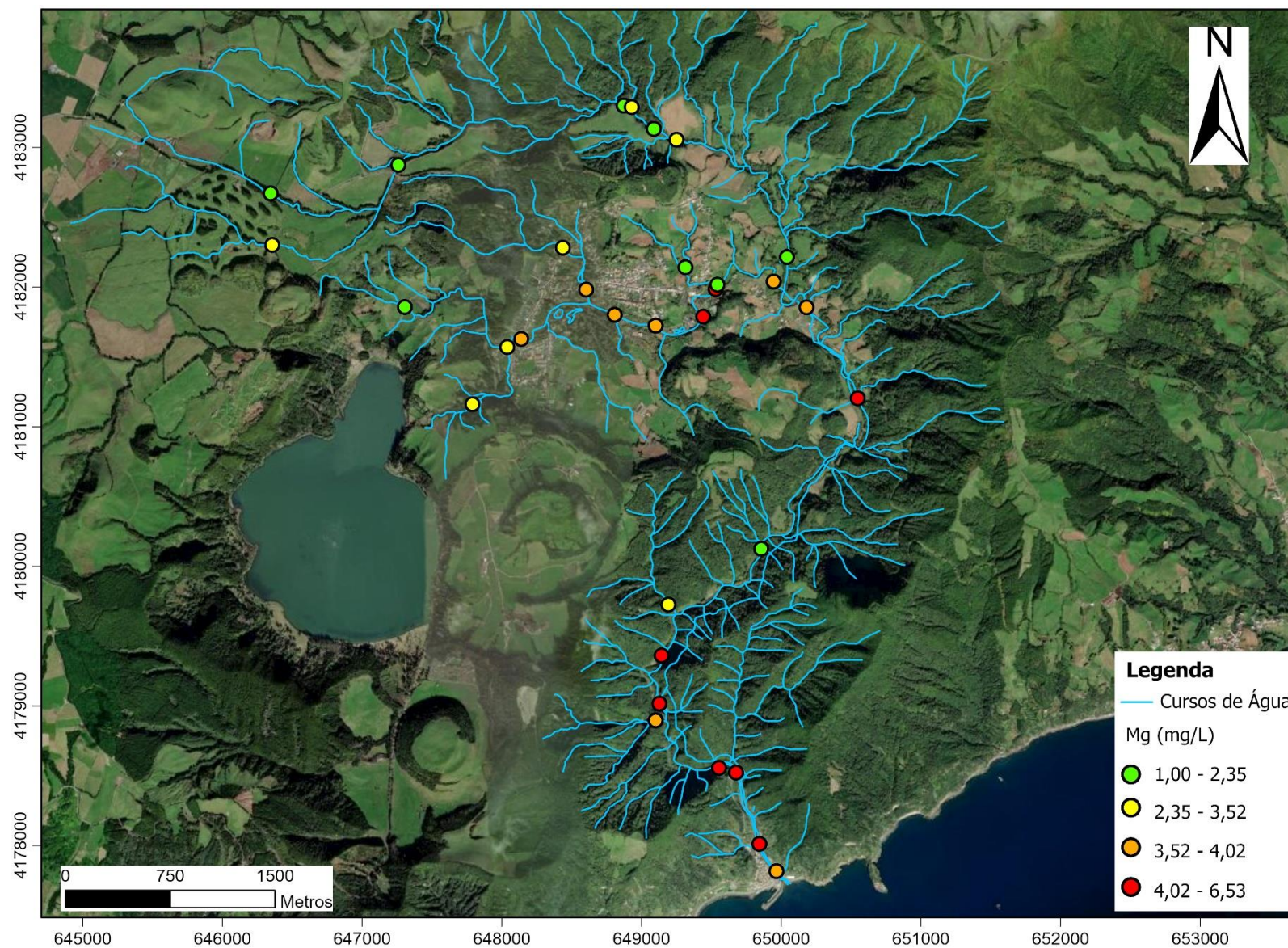


Figura E.19 | Representação espacial dos valores de magnésio na Ribeira Quente 5.^a campanha de amostragem.

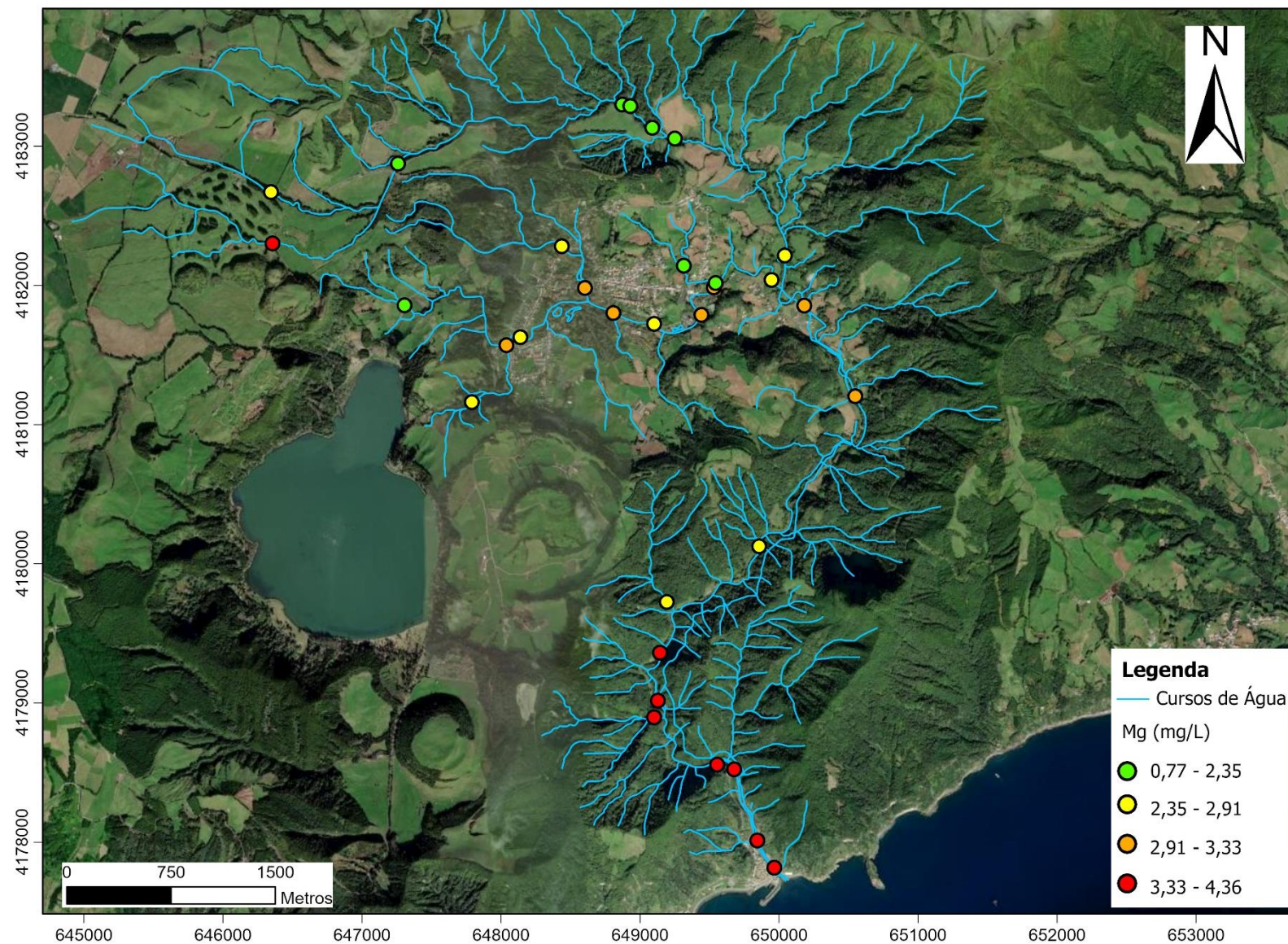


Figura E.20 | Representação espacial dos valores de magnésio na Ribeira Quente 6.^a campanha de amostragem.

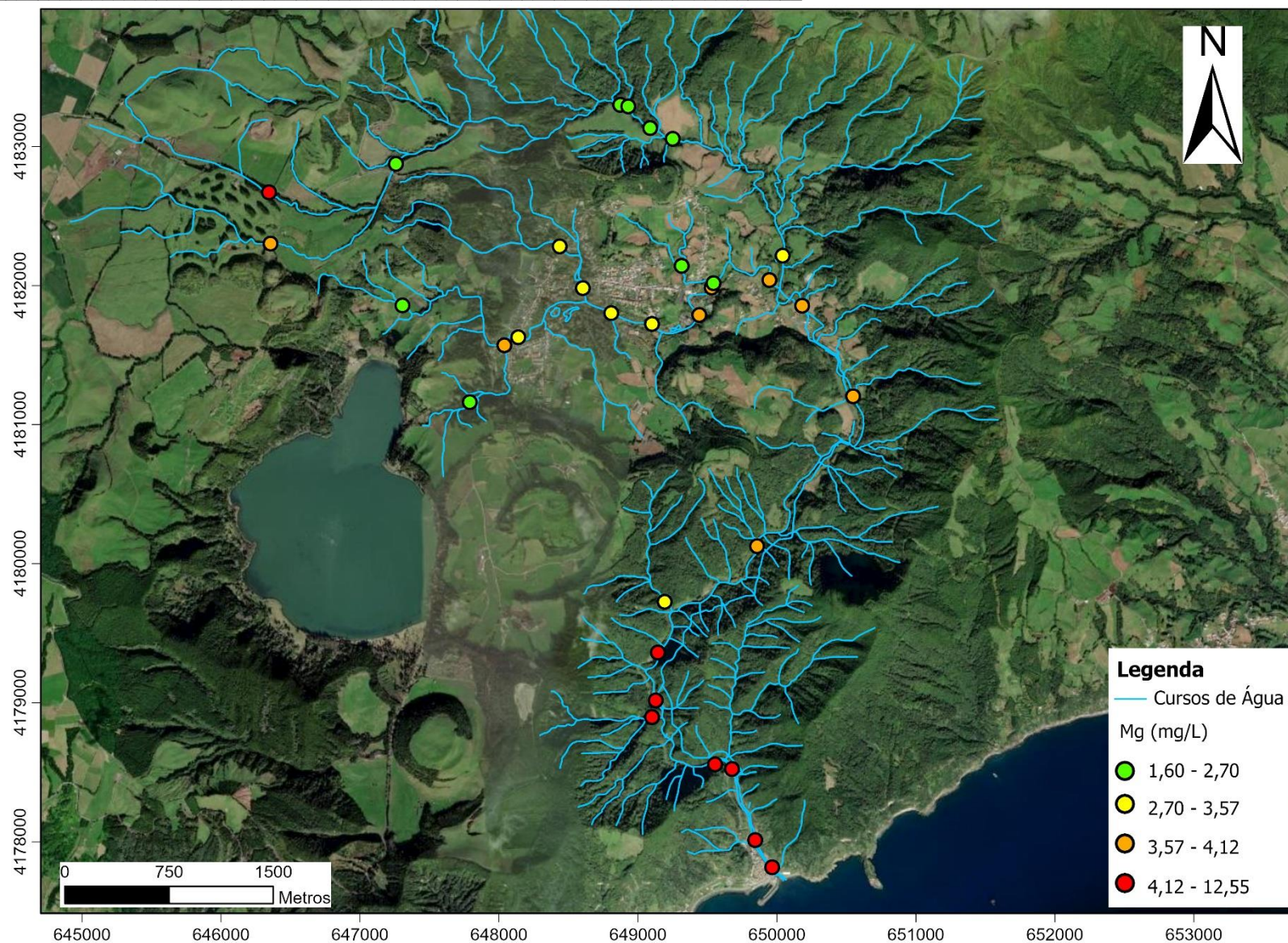


Figura E.21 | Representação espacial dos valores de magnésio na Ribeira Quente 7.ª campanha de amostragem.

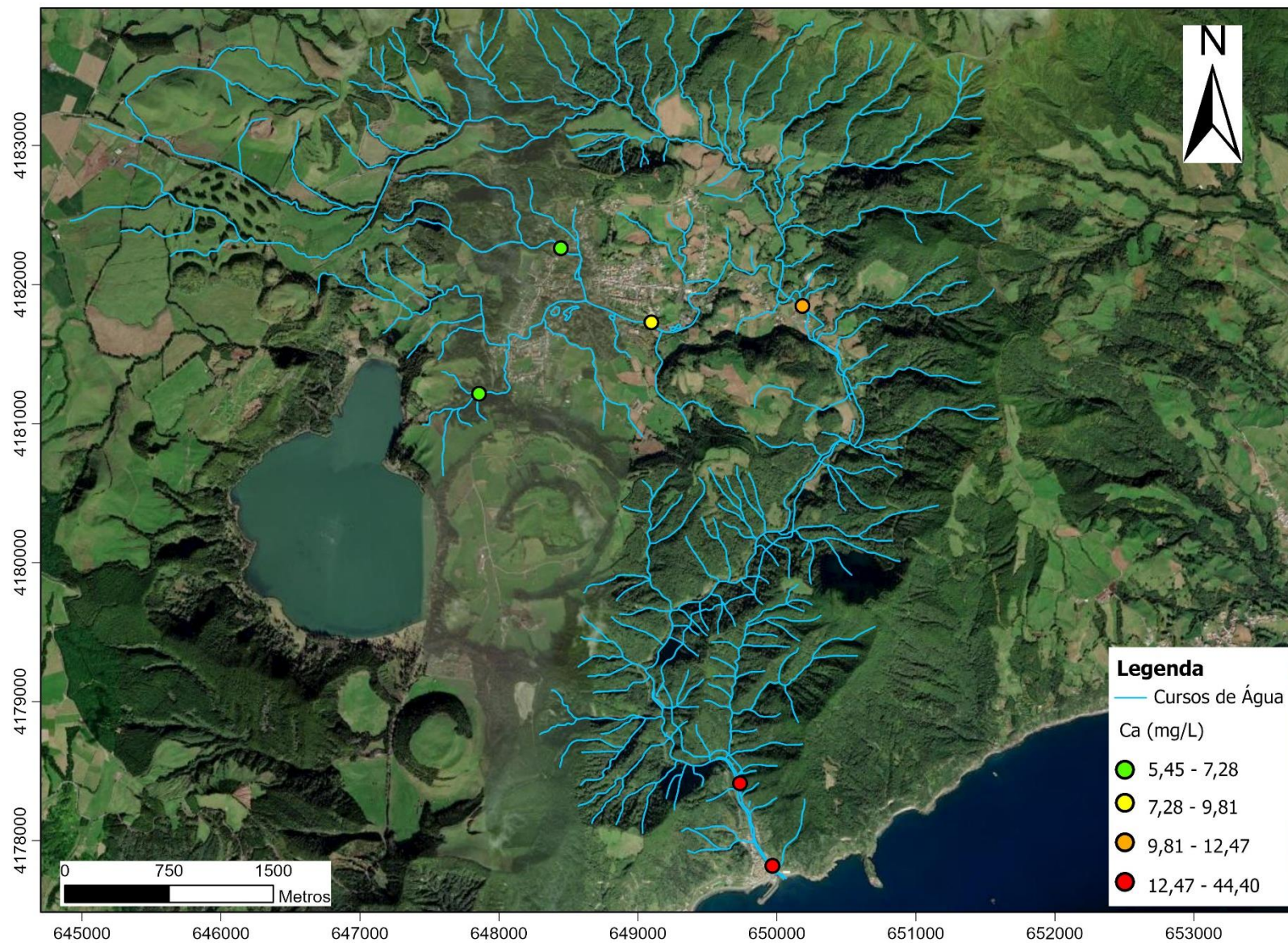


Figura E.22 | Representação espacial dos valores de cálcio na Ribeira Quente 1.^a campanha de amostragem.

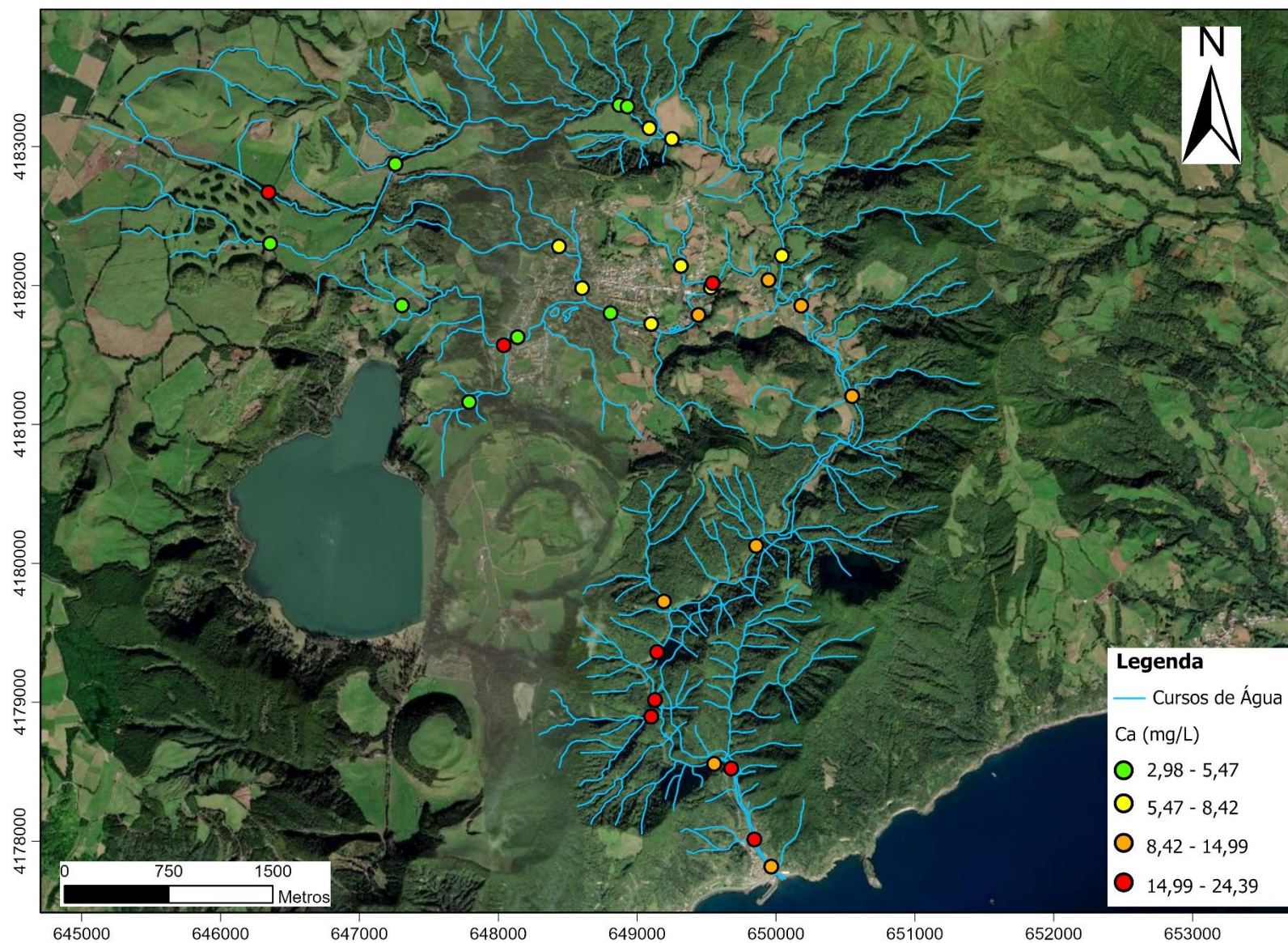


Figura E.23 | Representação espacial dos valores de cálcio na Ribeira Quente 2.^a campanha de amostragem.

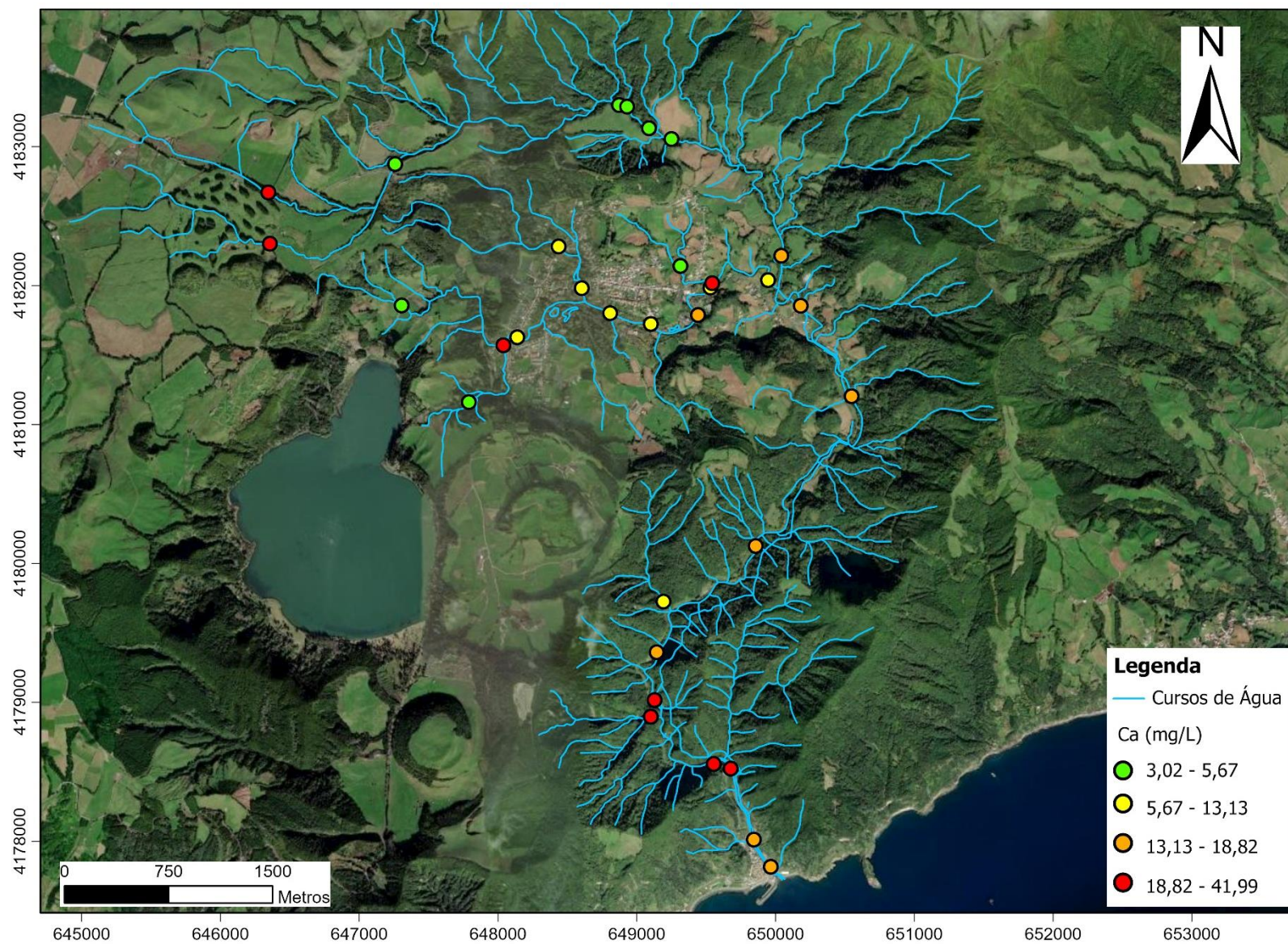


Figura E.24 | Representação espacial dos valores de cálcio na Ribeira Quente 3.^a campanha de amostragem.

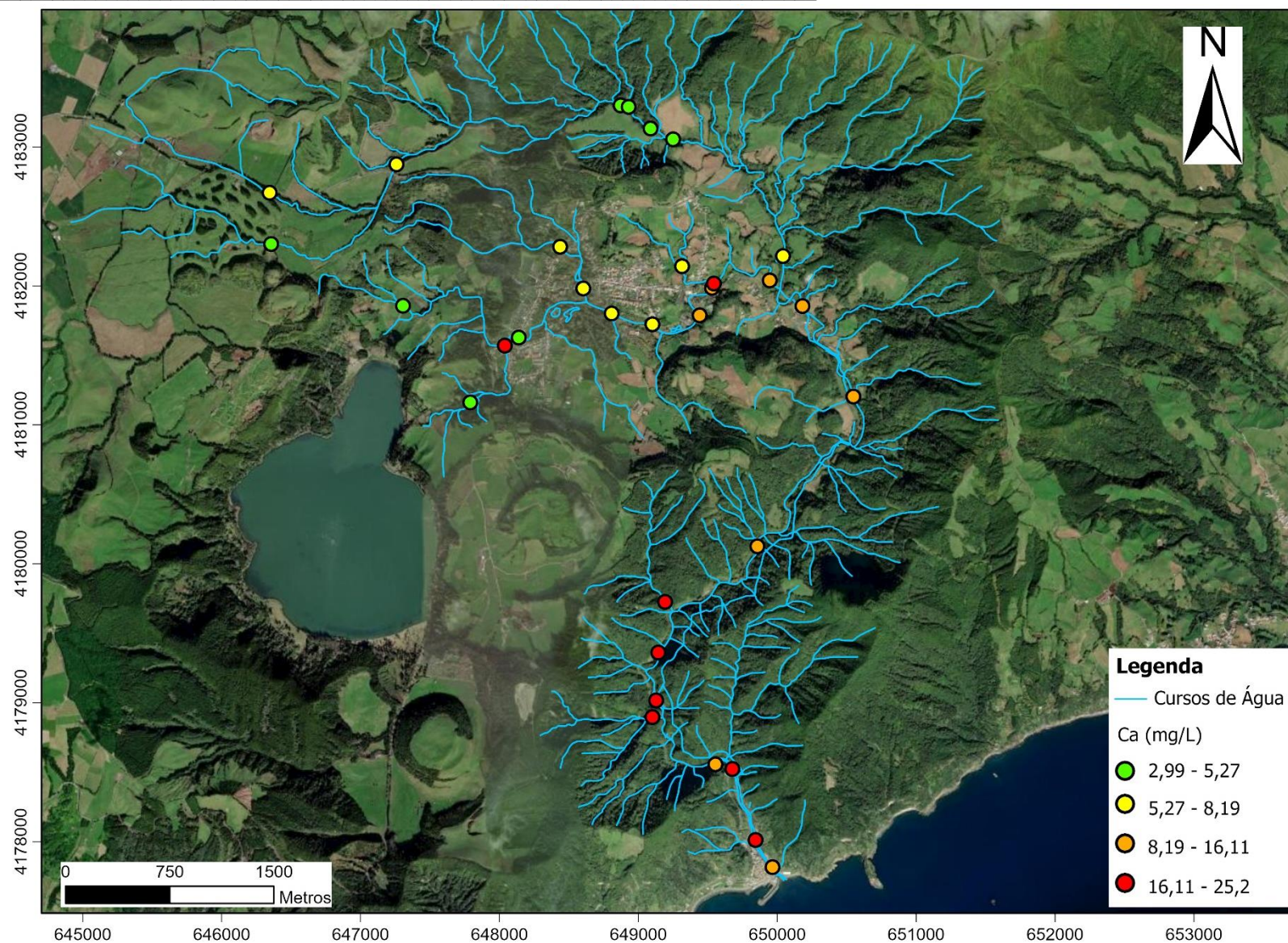


Figura E.25 | Representação espacial dos valores de cálcio na Ribeira Quente 4.^a campanha de amostragem.

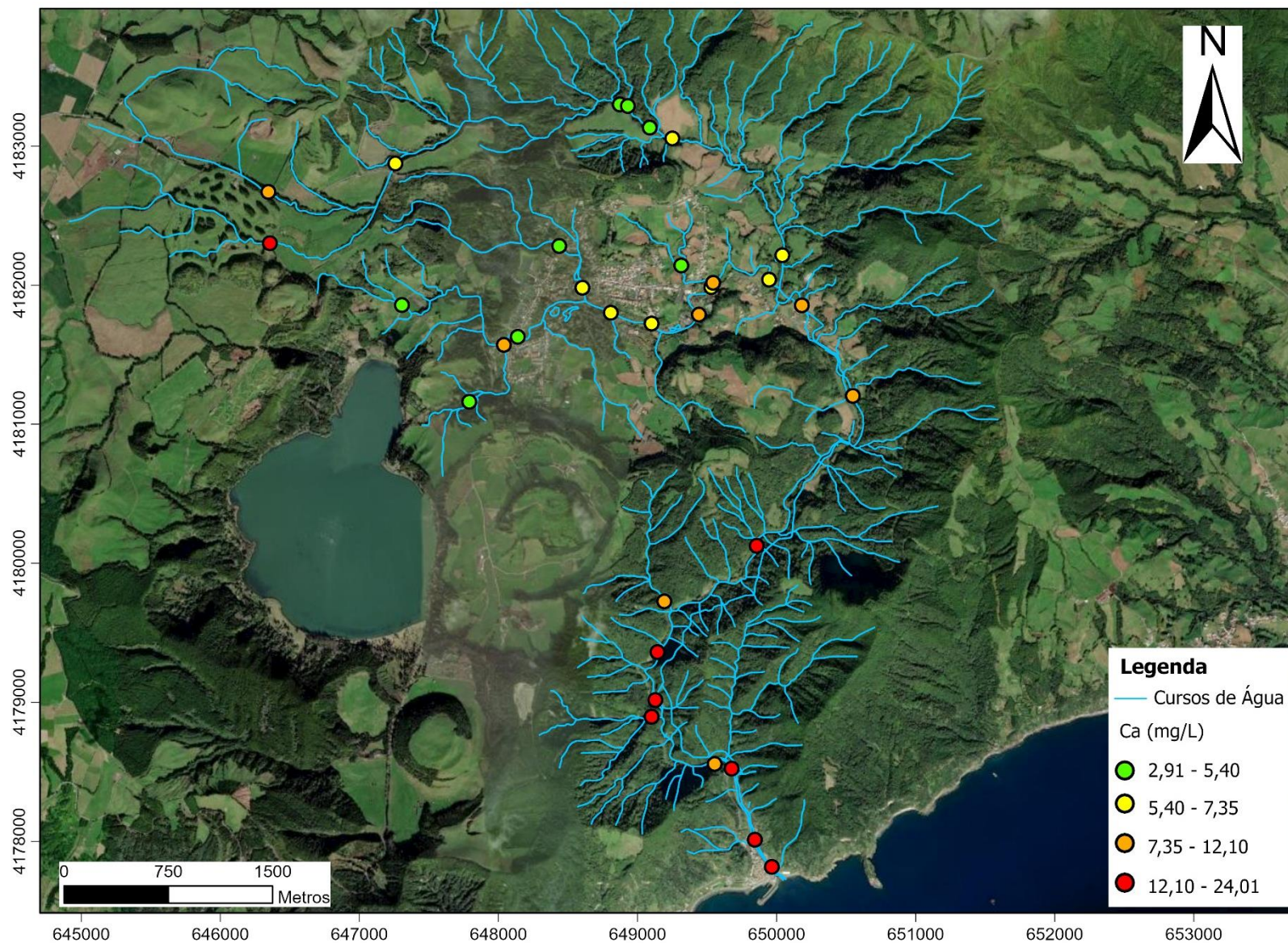


Figura E.26 | Representação espacial dos valores de cálcio na Ribeira Quente 5.^a campanha de amostragem.

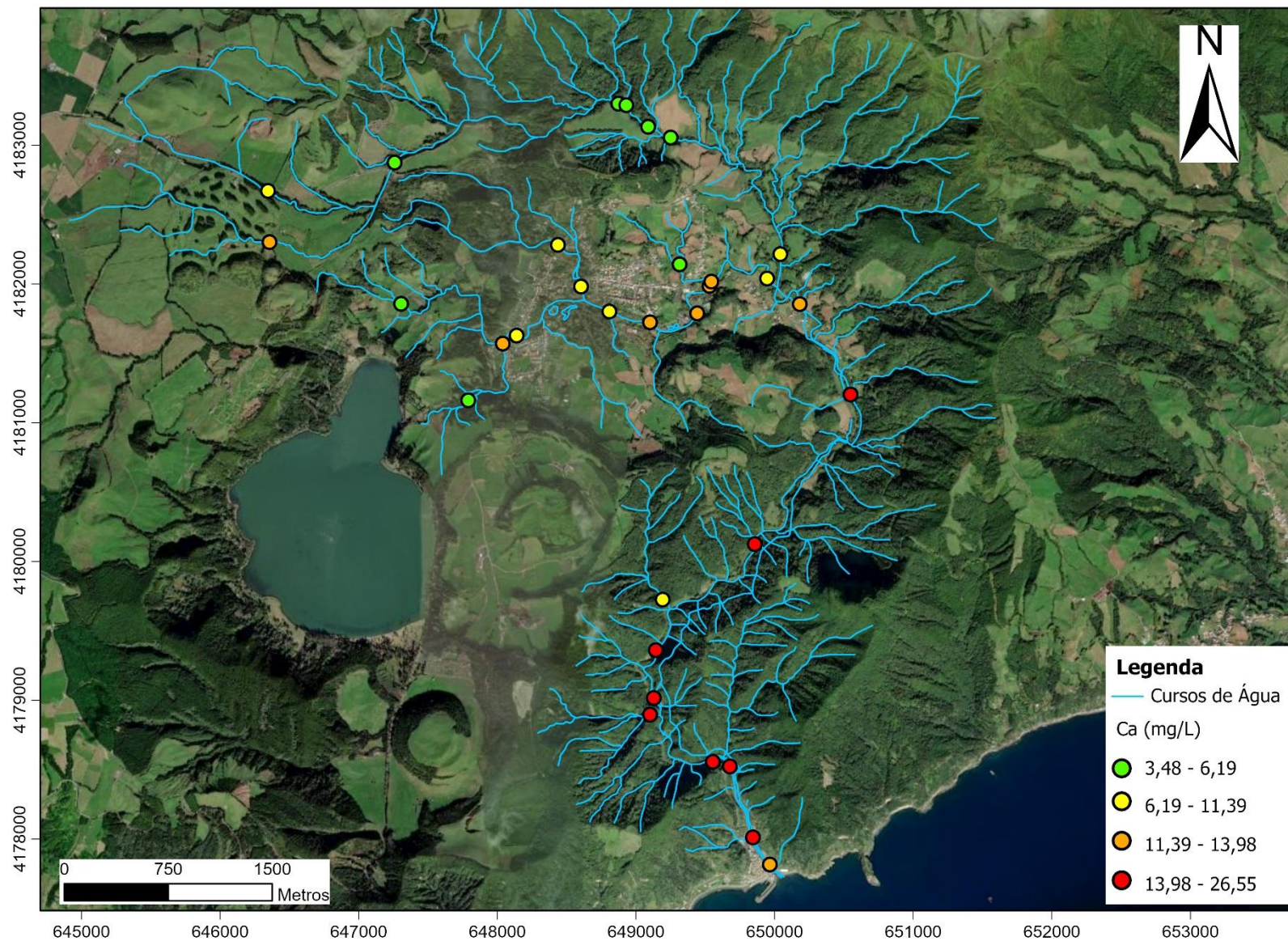


Figura E.27 | Representação espacial dos valores de cálcio na Ribeira Quente 6.^a campanha de amostragem.

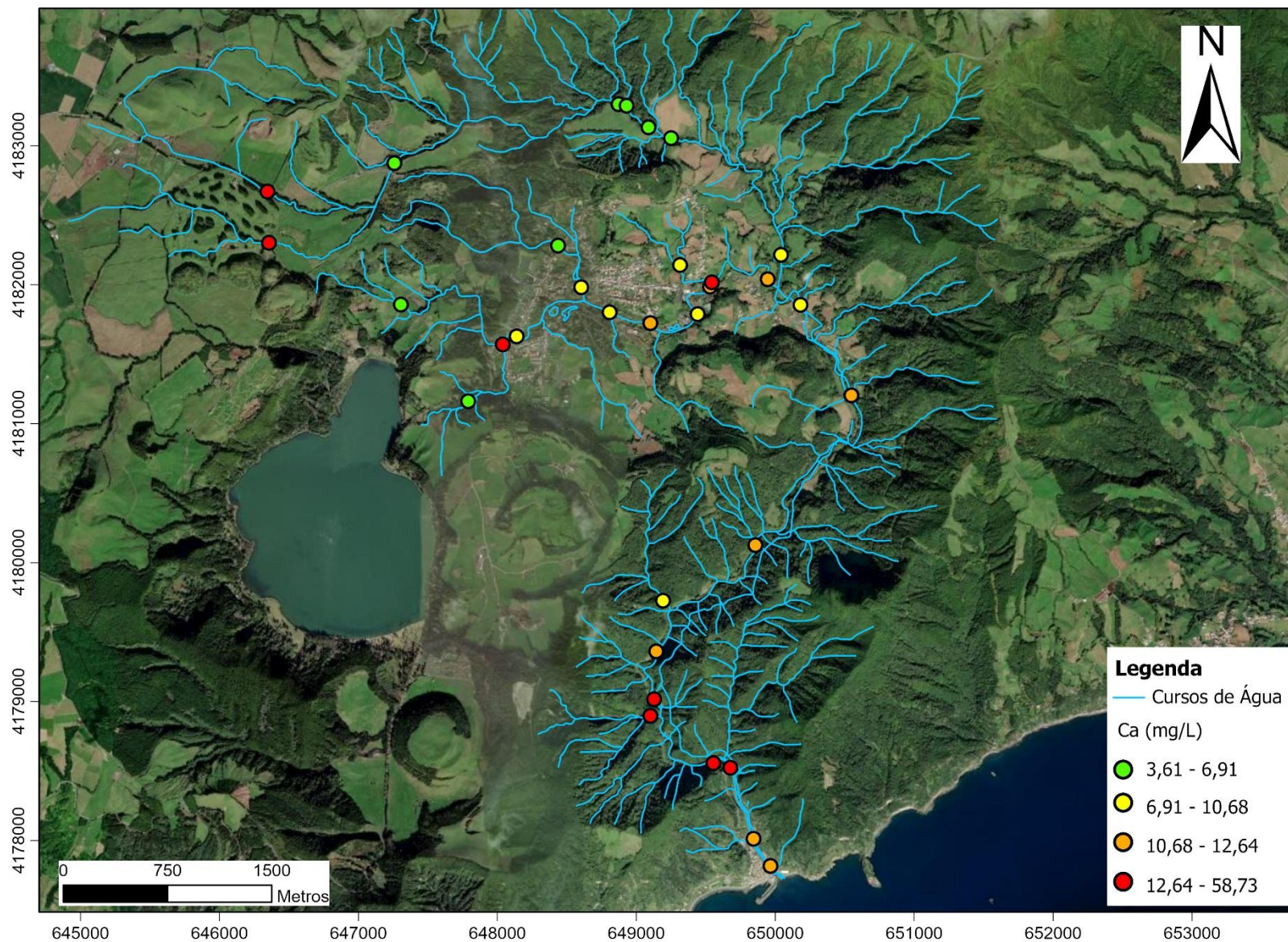


Figura E.28 | Representação espacial dos valores de cálcio na Ribeira Quente 7.^a campanha de amostragem.

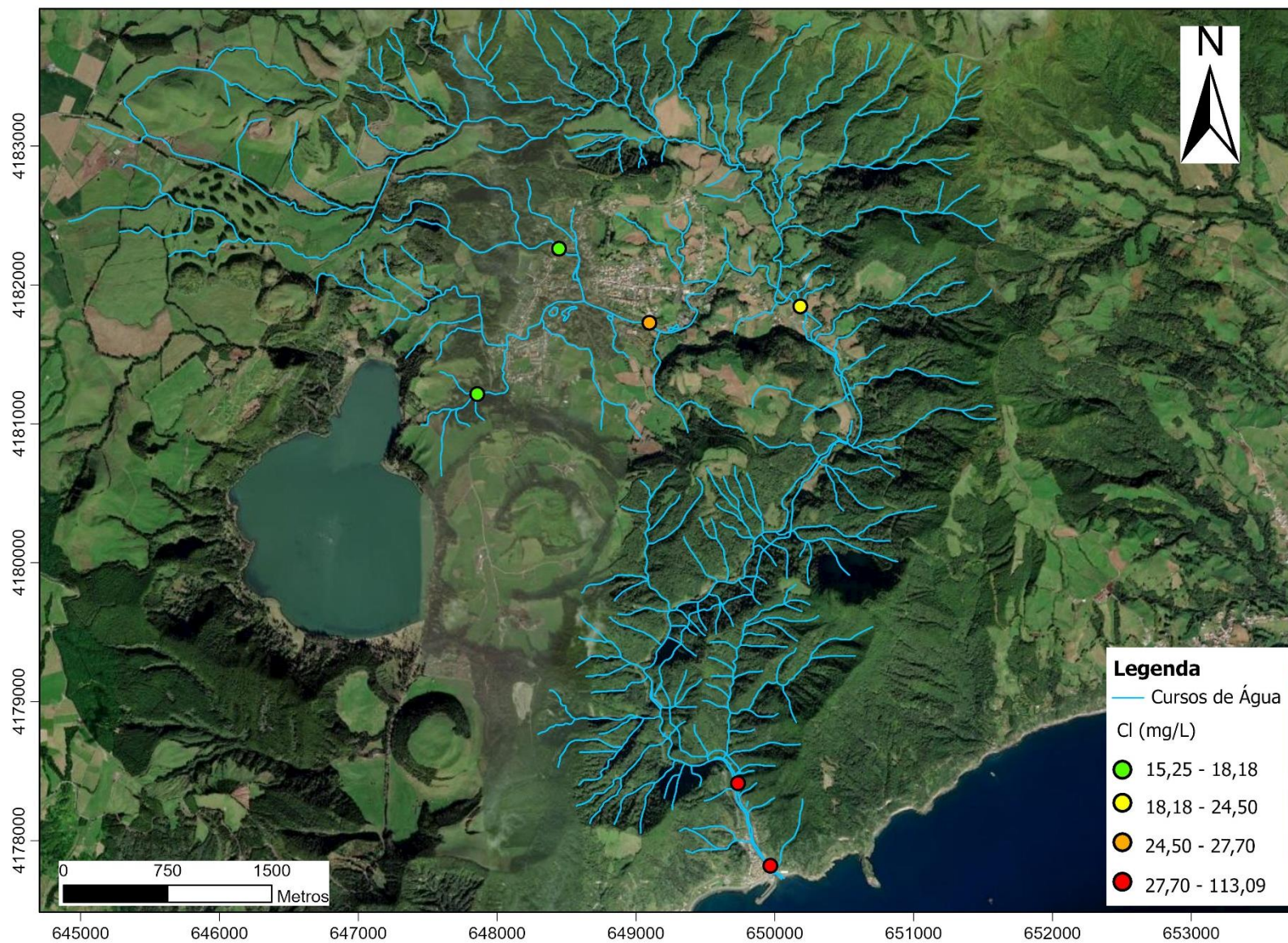


Figura E.29 | Representação espacial dos valores de cloreto na Ribeira Quente 1.^a campanha de amostragem.

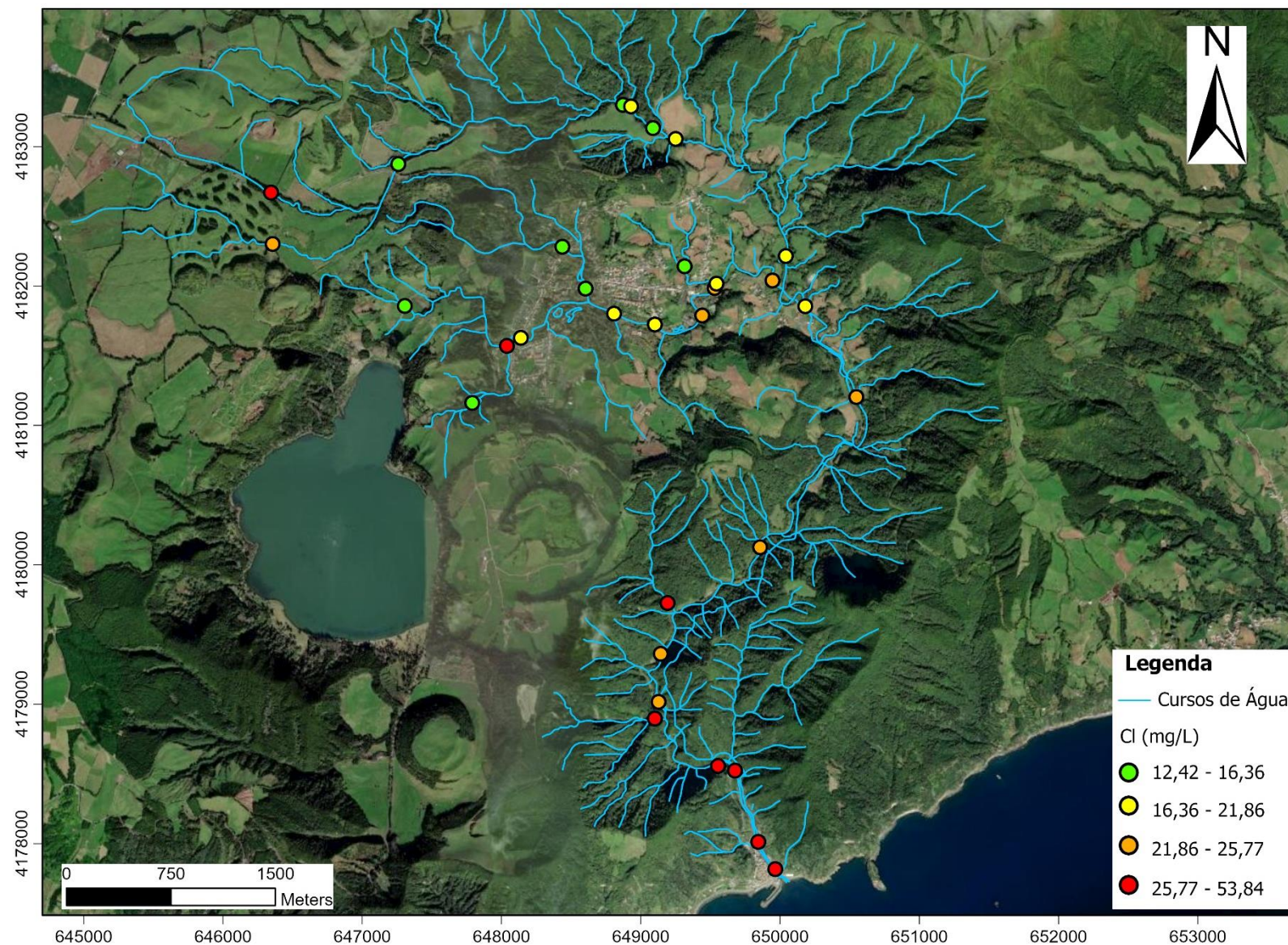


Figura E.30 | Representação espacial dos valores de cloreto na Ribeira Quente 2.^a campanha de amostragem.

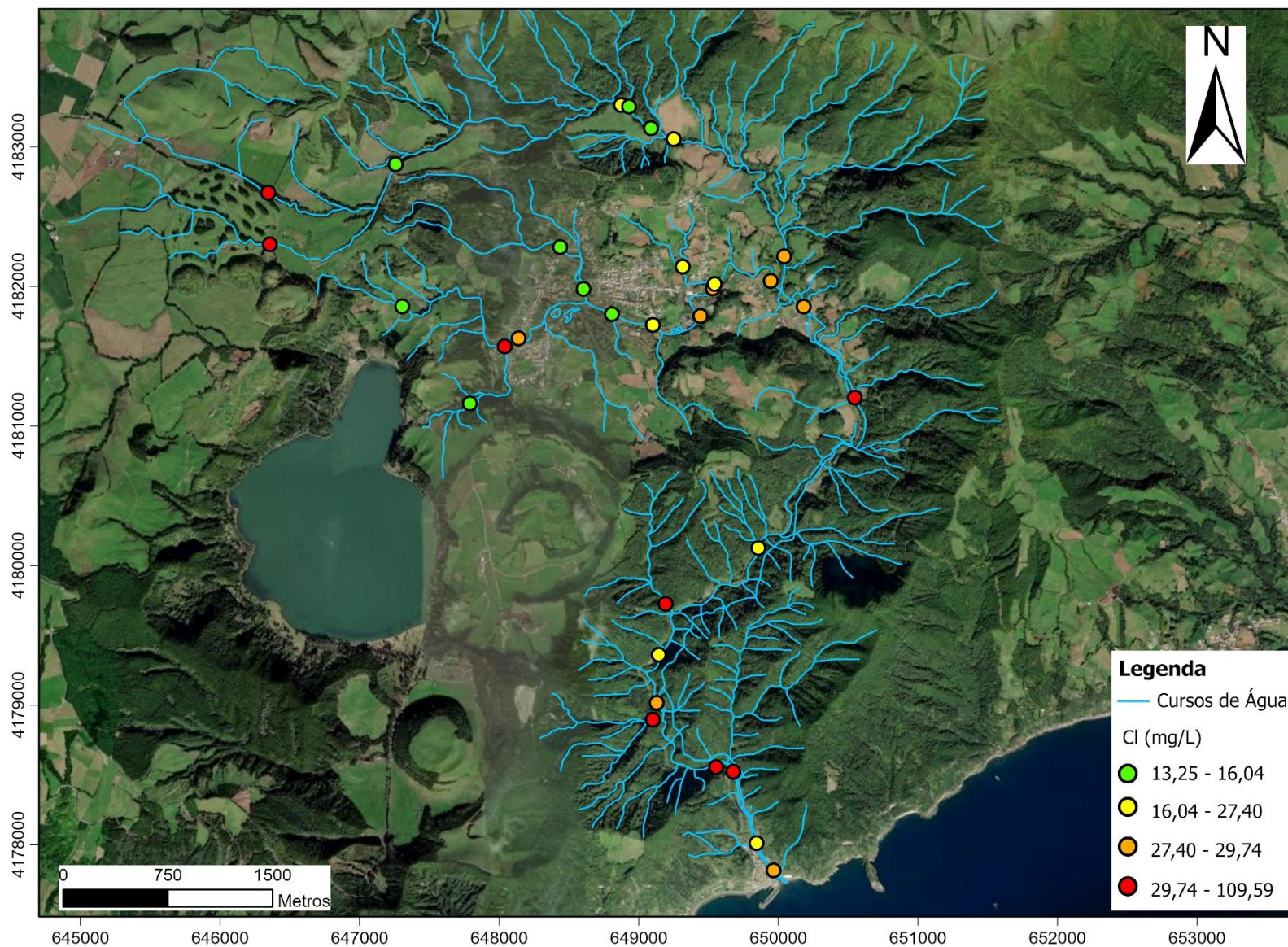


Figura E.31 | Representação espacial dos valores de cloreto na Ribeira Quente 3.^a campanha de amostragem.

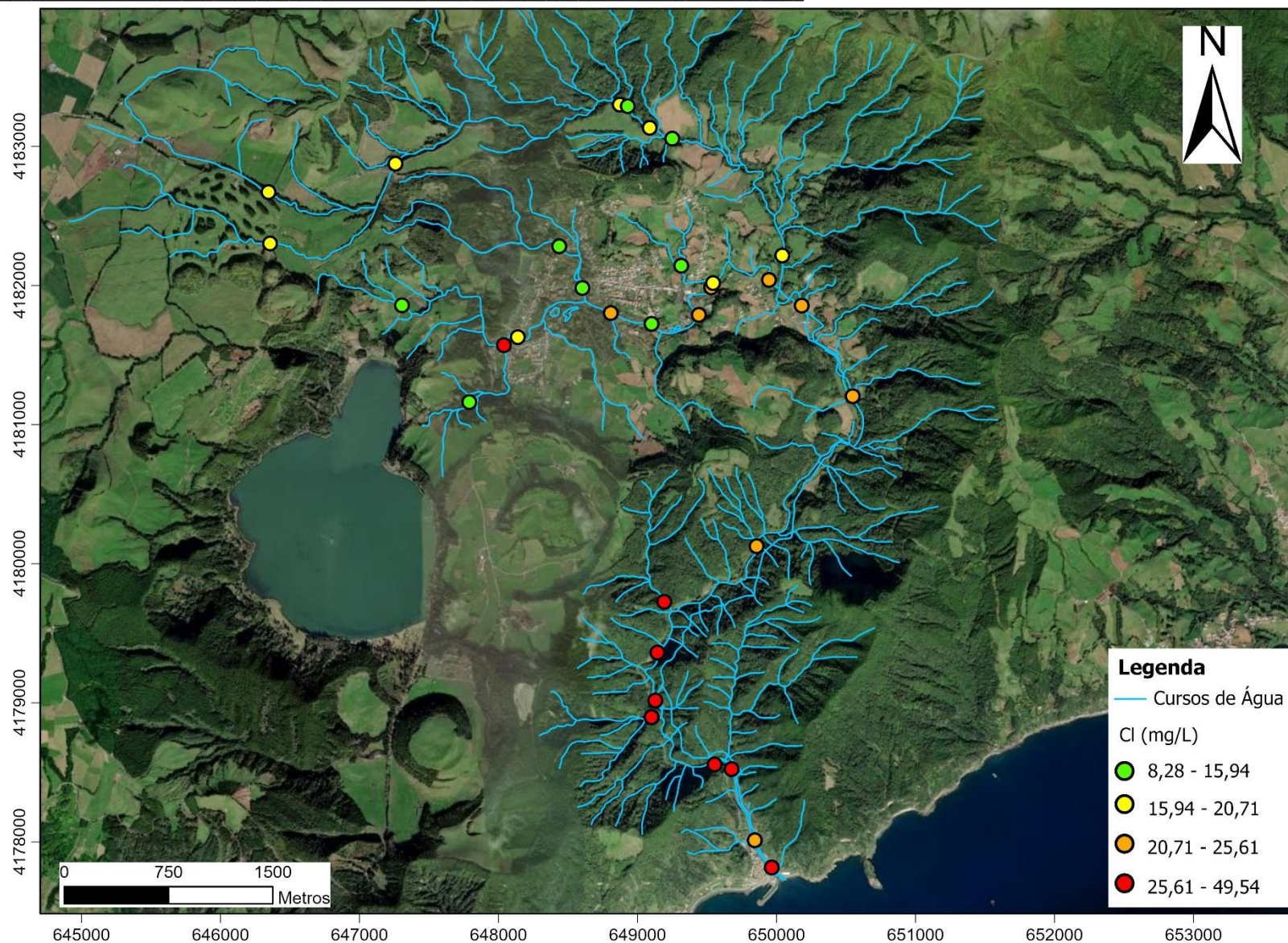


Figura E.32 | Representação espacial dos valores de cloreto na Ribeira Quente 4.^a campanha de amostragem.

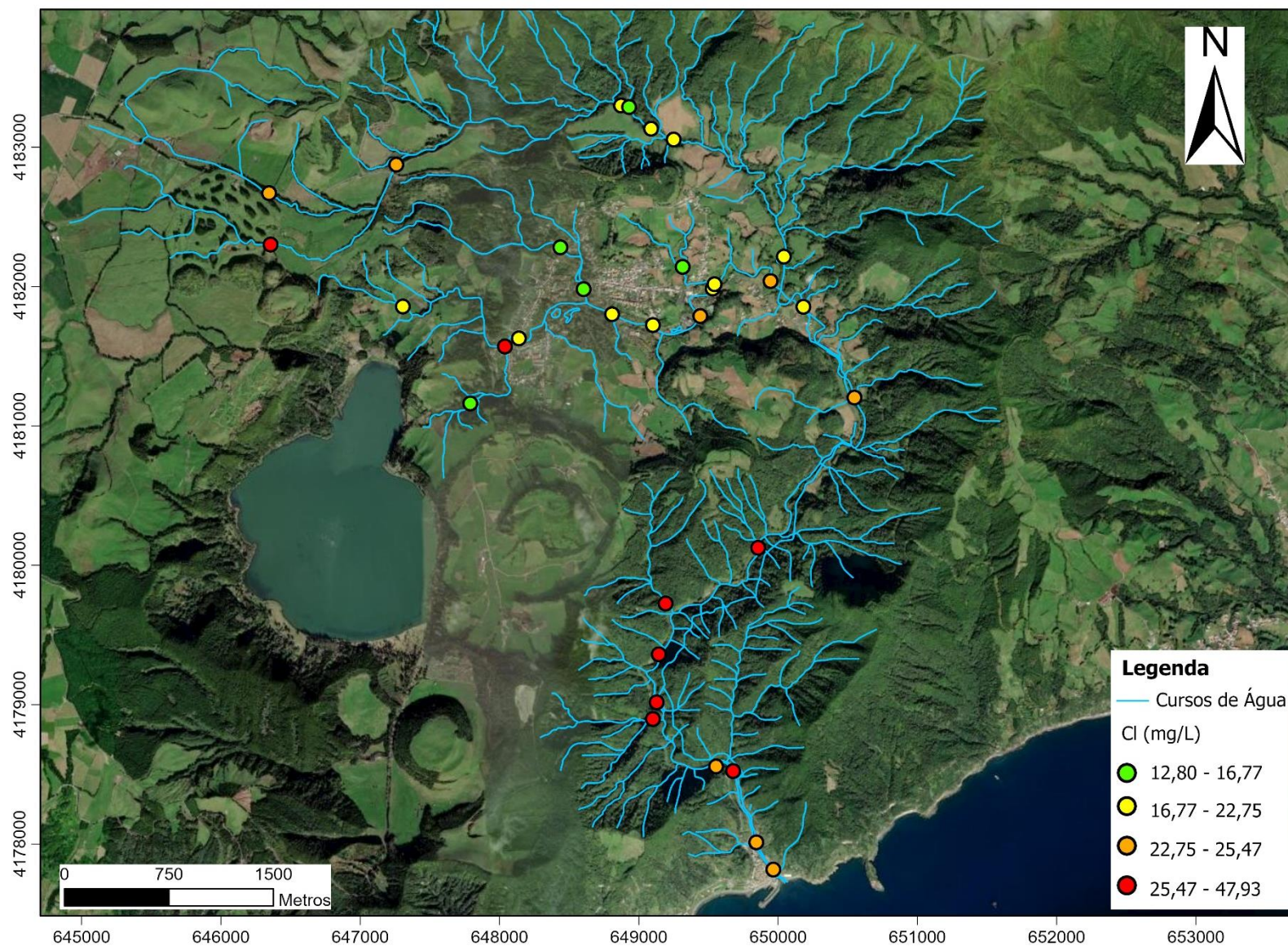


Figura E.33 | Representação espacial dos valores de cloreto na Ribeira Quente 5.^a campanha de amostragem.

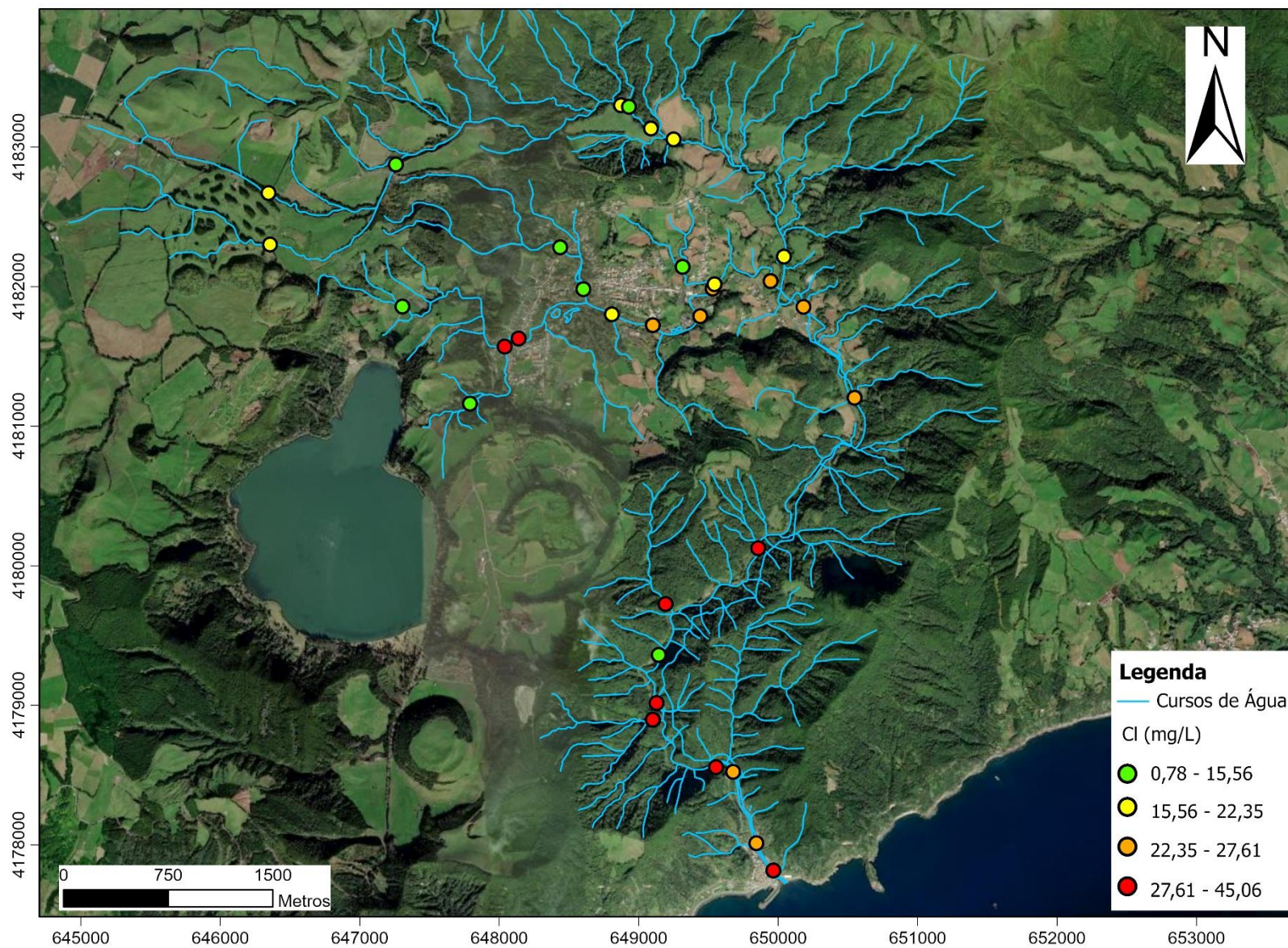


Figura E.34 | Representação espacial dos valores de cloreto na Ribeira Quente 6.^a campanha de amostragem.

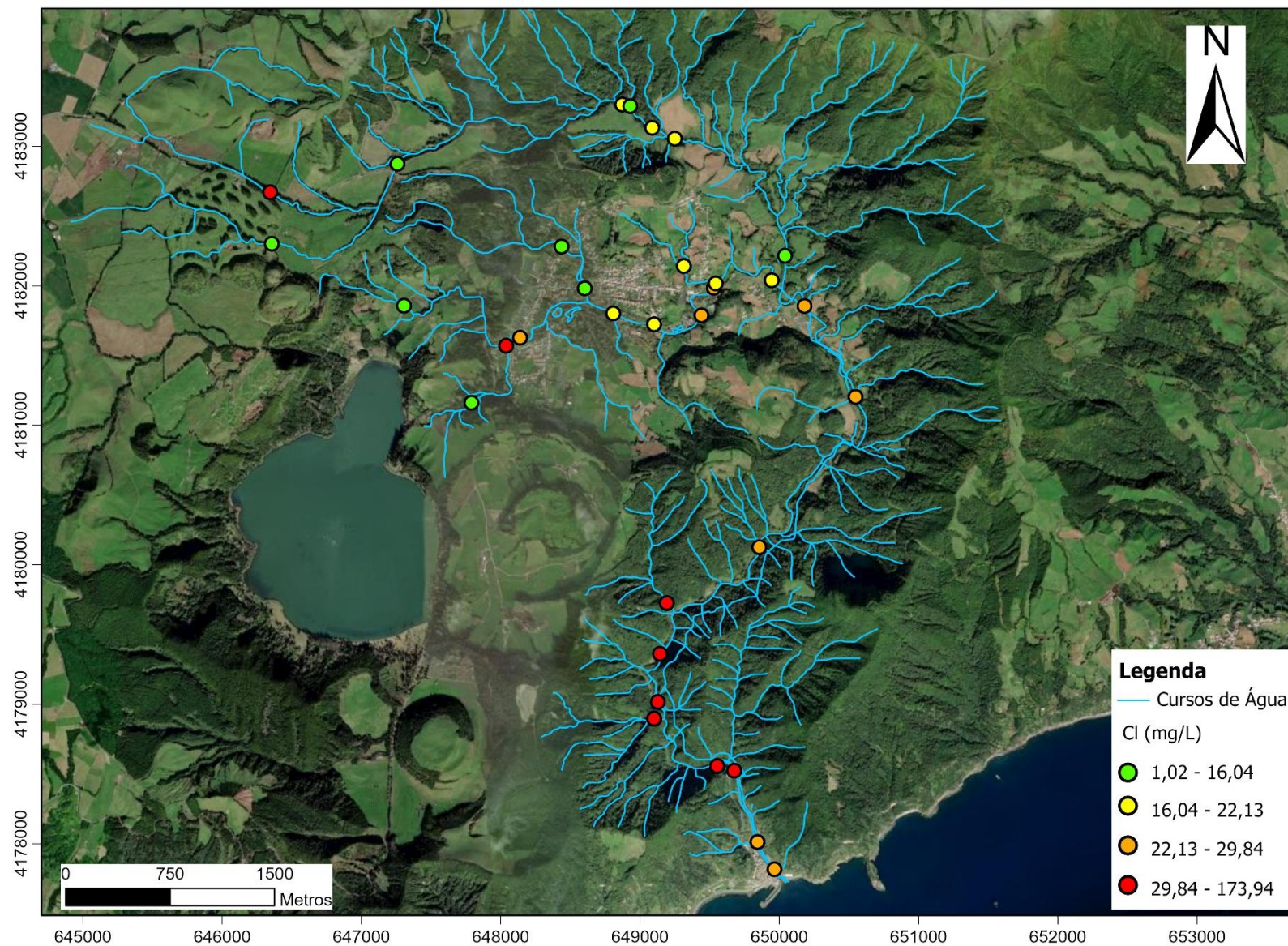


Figura E.35 | Representação espacial dos valores de cloreto na Ribeira Quente 7.^a campanha de amostragem.

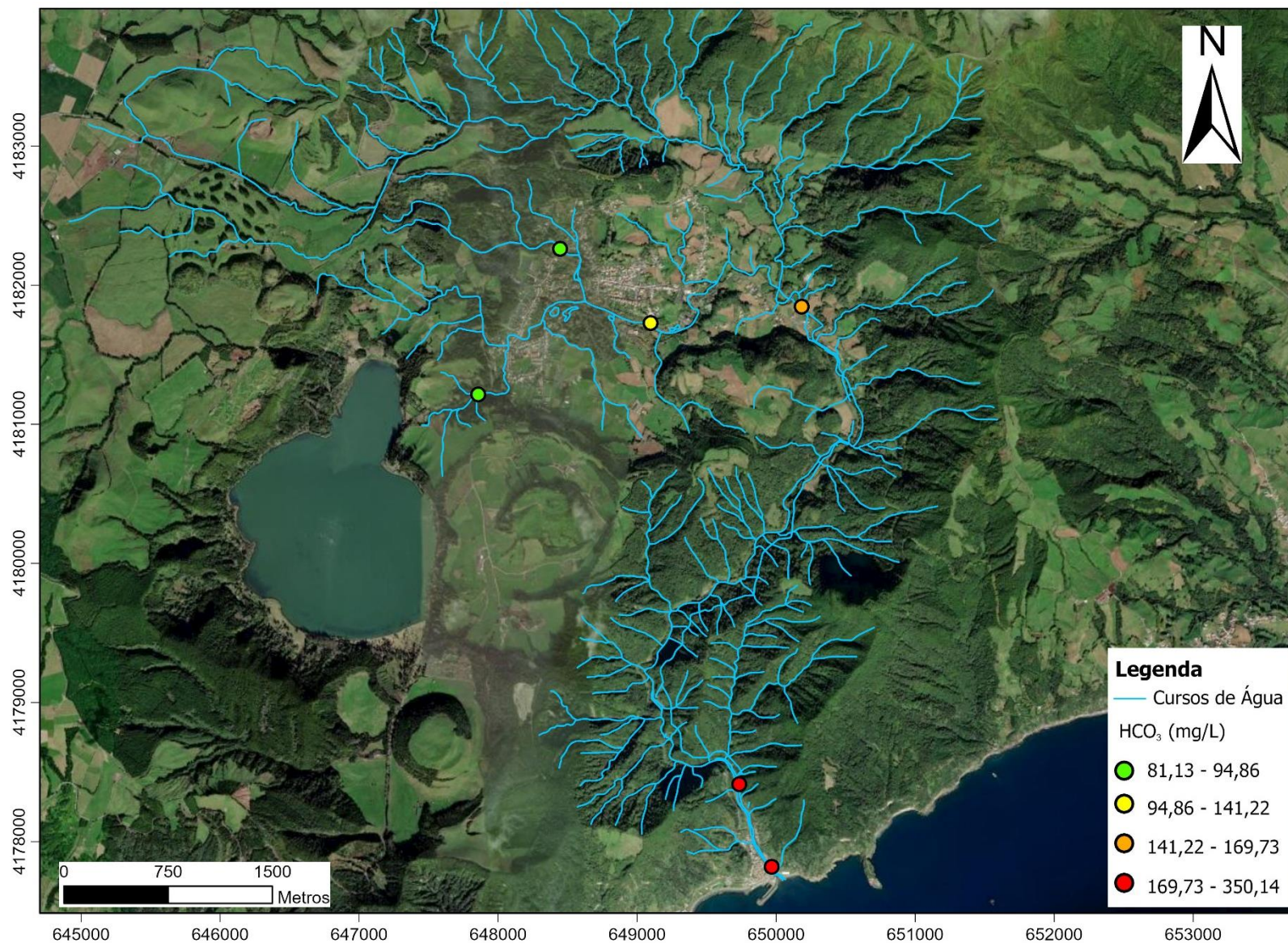


Figura E.36 | Representação espacial dos valores de bicarbonato na Ribeira Quente 1.^a campanha de amostragem.

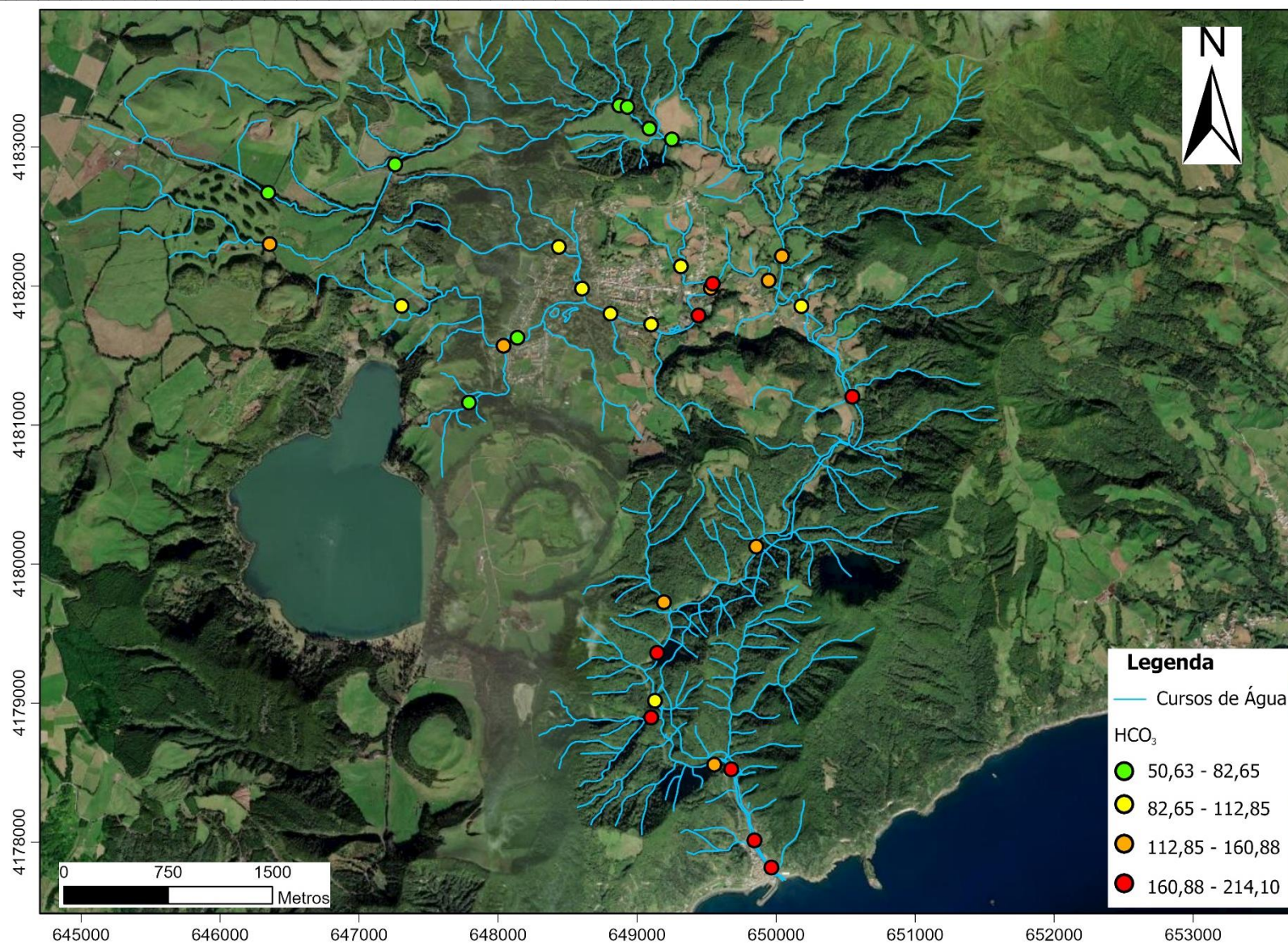


Figura E.37 | Representação espacial dos valores de bicarbonato na Ribeira Quente 2.^a campanha de amostragem.

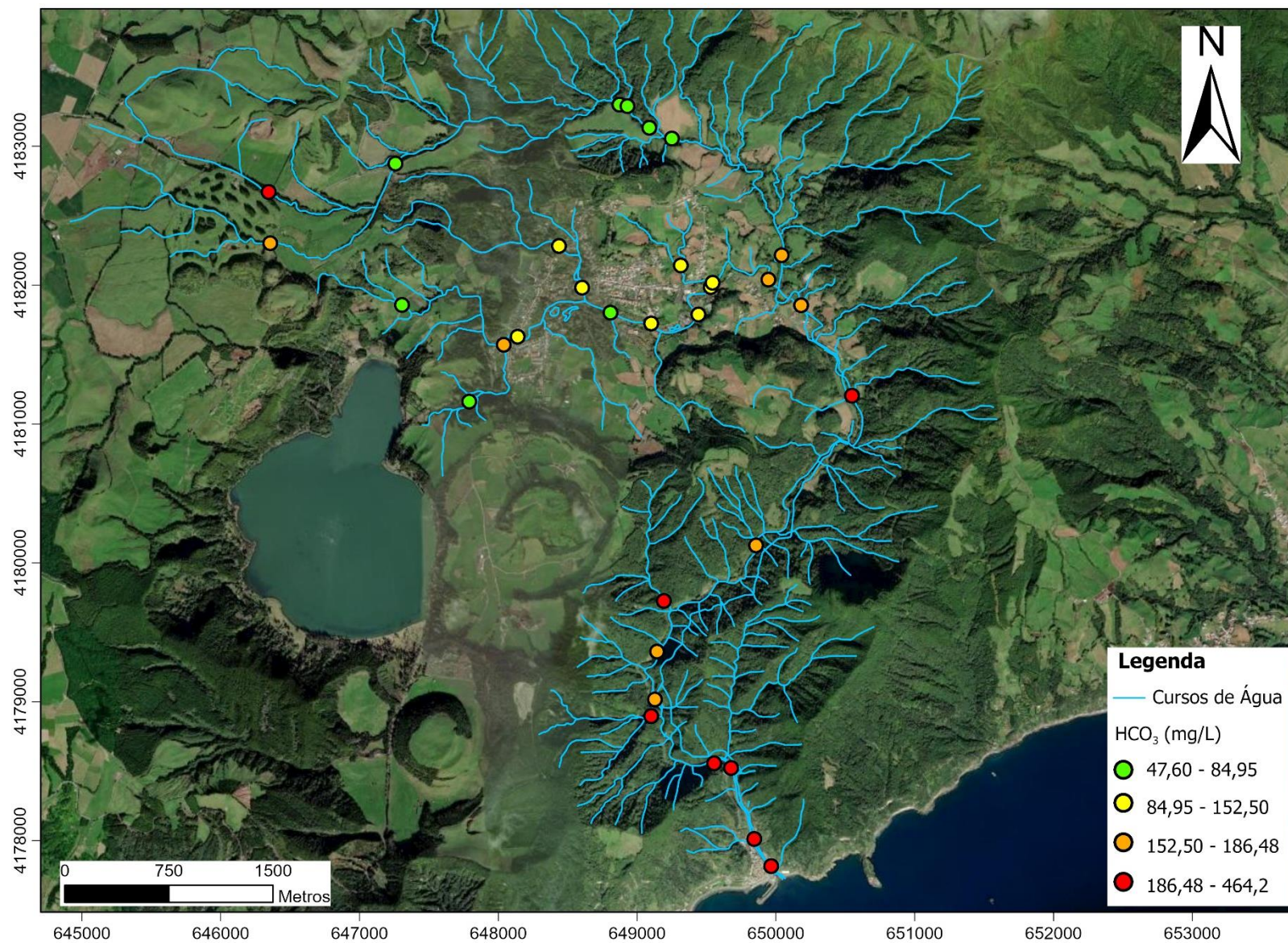


Figura E.38 | Representação espacial dos valores de bicarbonato na Ribeira Quente 3.^a campanha de amostragem.

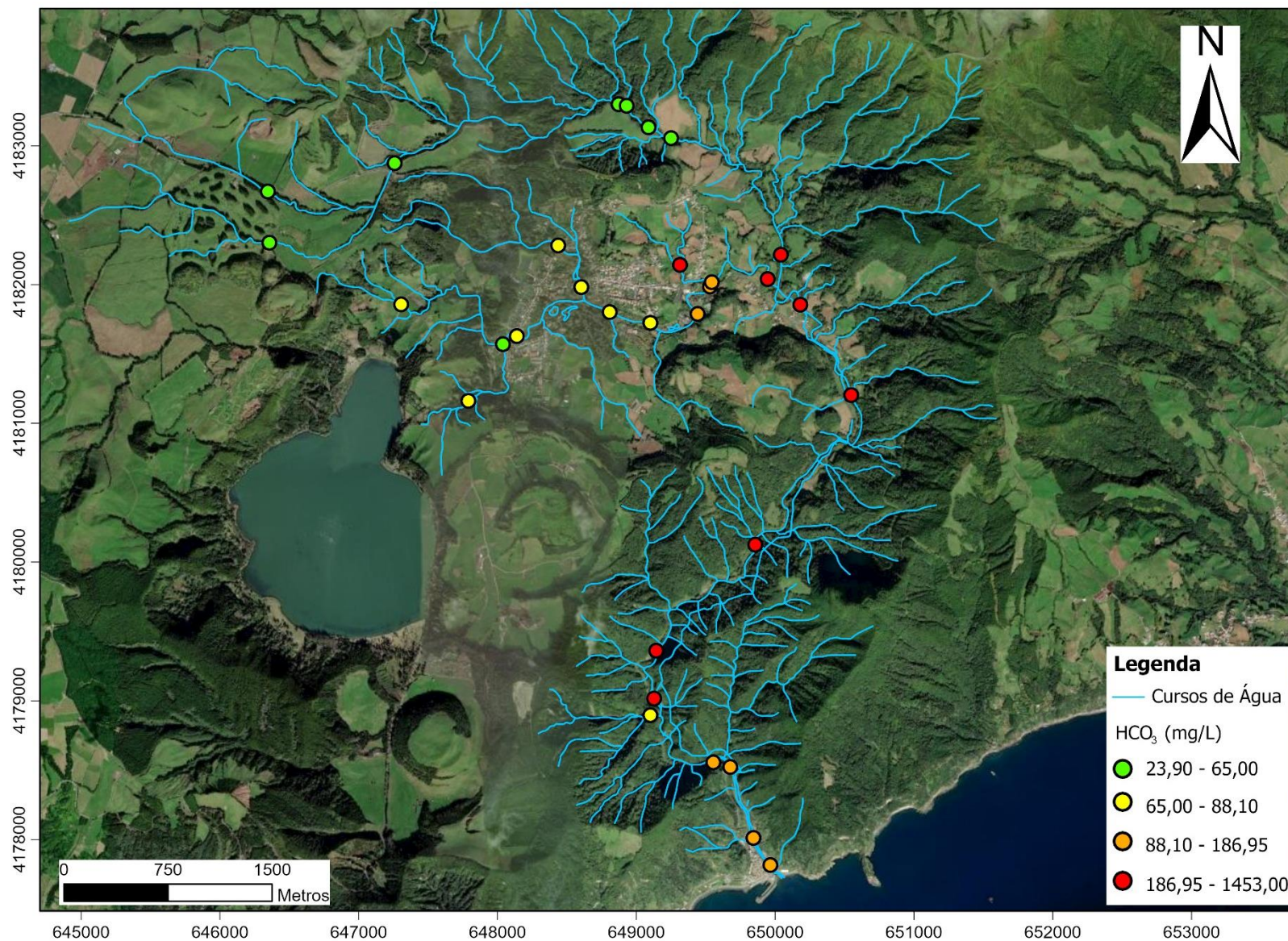


Figura E.39 | Representação espacial dos valores de bicarbonato na Ribeira Quente 4.^a campanha de amostragem.

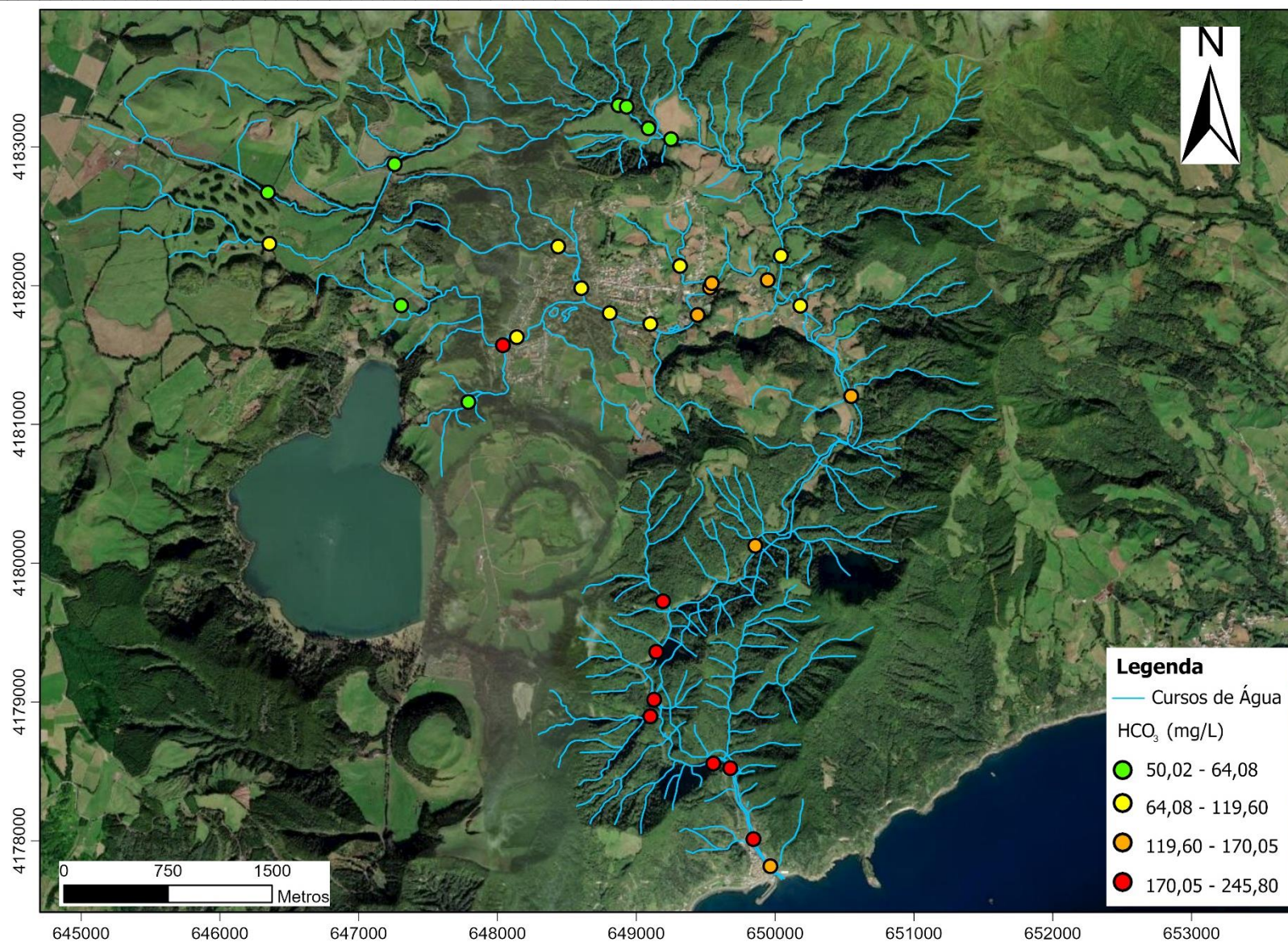


Figura E.40 | Representação espacial dos valores de bicarbonato na Ribeira Quente 5.^a campanha de amostragem.

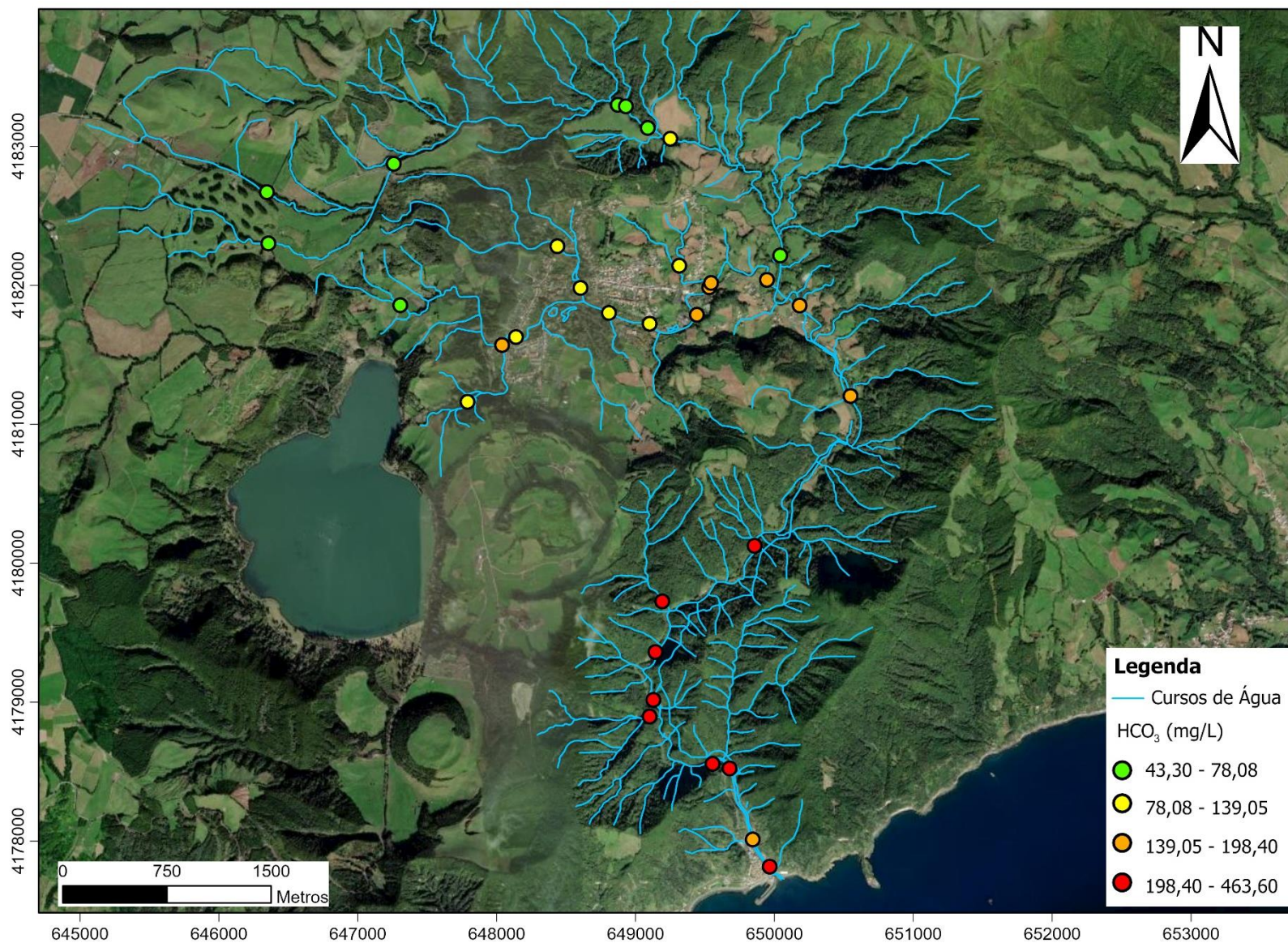


Figura E.41 | Representação espacial dos valores de bicarbonato na Ribeira Quente 6.^a campanha de amostragem.

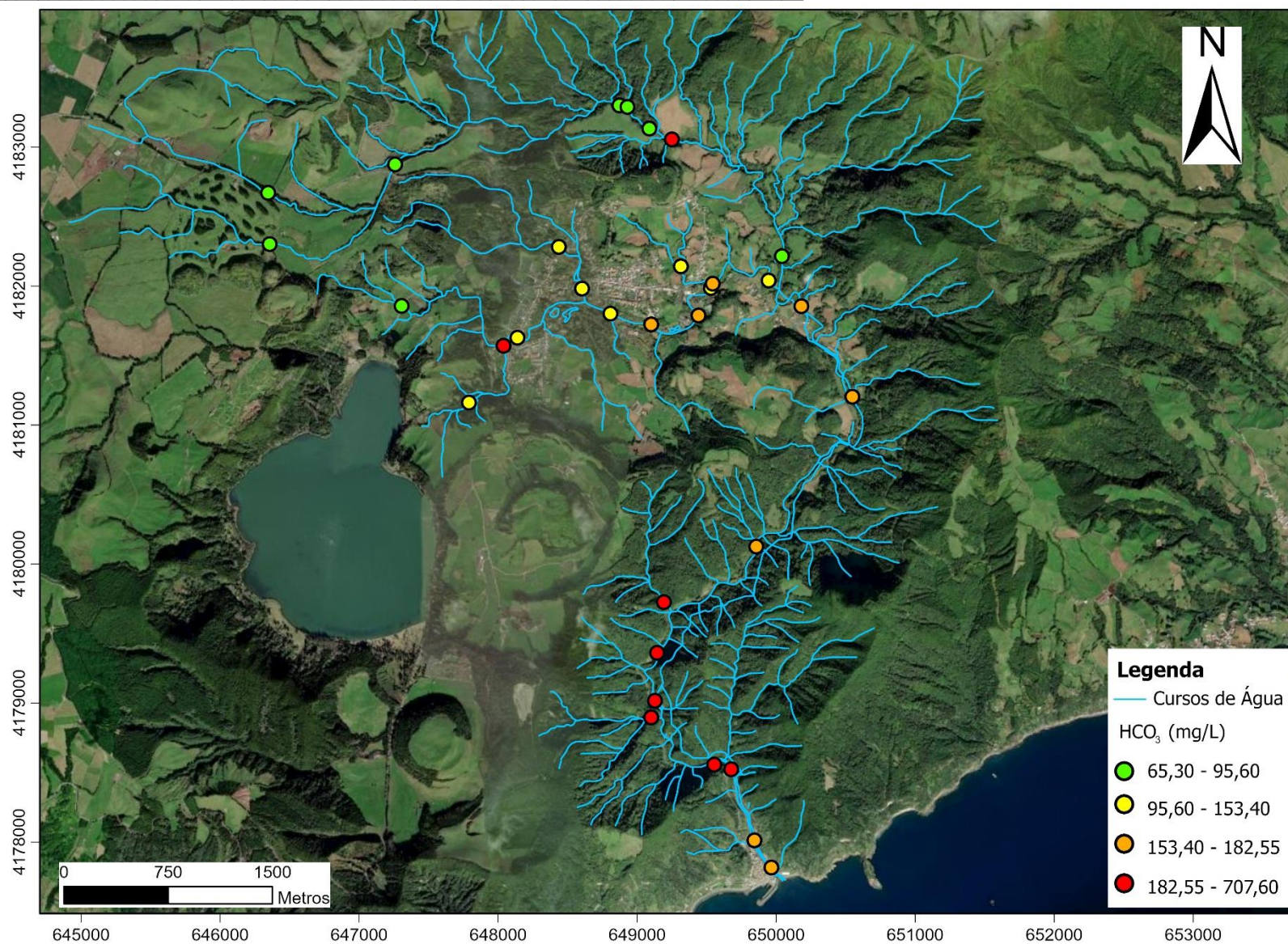


Figura E.42 | Representação espacial dos valores de bicarbonato na Ribeira Quente 7.^a campanha de amostragem.

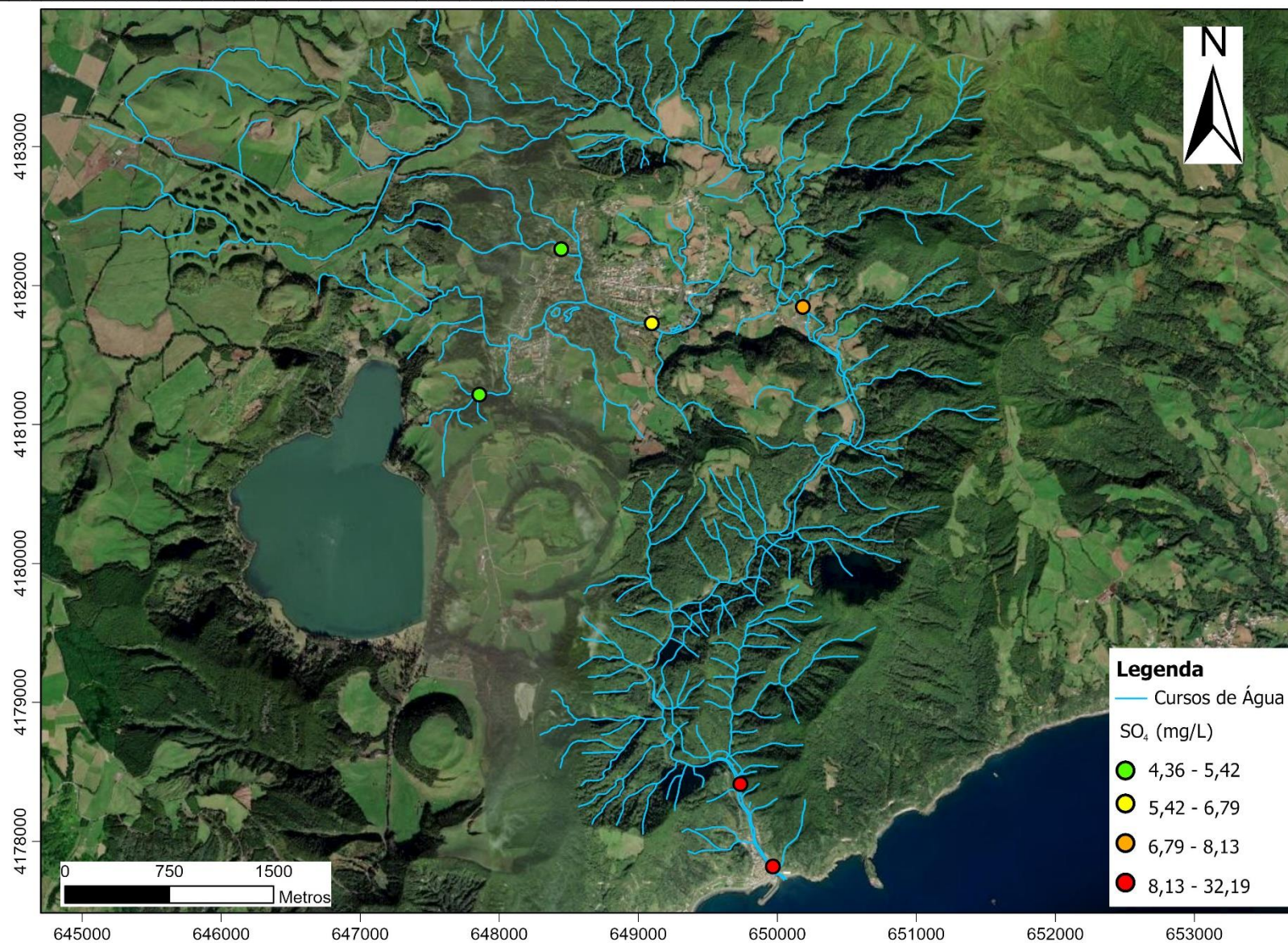


Figura E.43 | Representação espacial dos valores de sulfato na Ribeira Quente 1.^a campanha de amostragem.

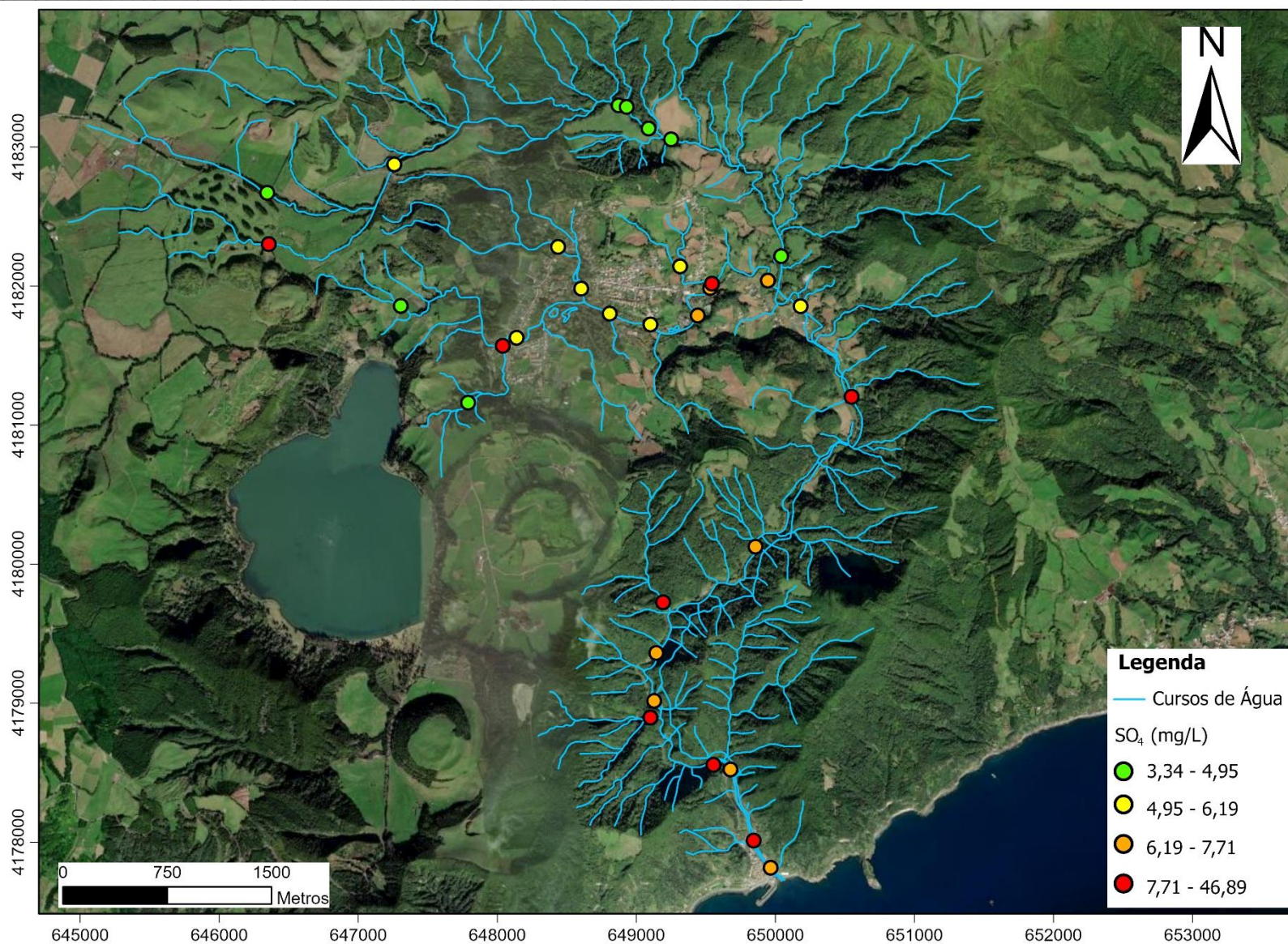


Figura E.44 | Representação espacial dos valores de sulfato na Ribeira Quente 2.ª campanha de amostragem.

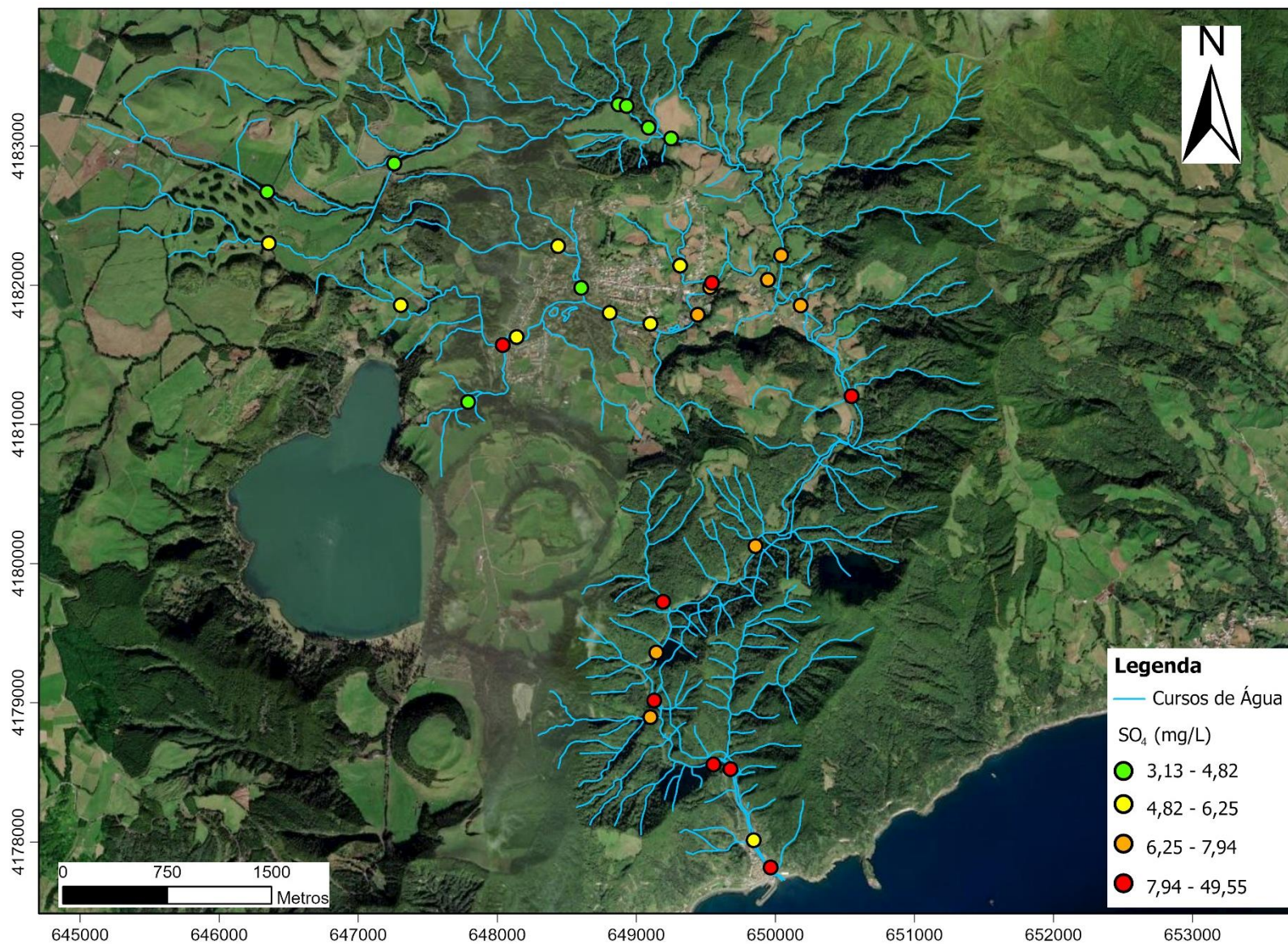


Figura E.45 | Representação espacial dos valores de sulfato na Ribeira Quente 3.ª campanha de amostragem.

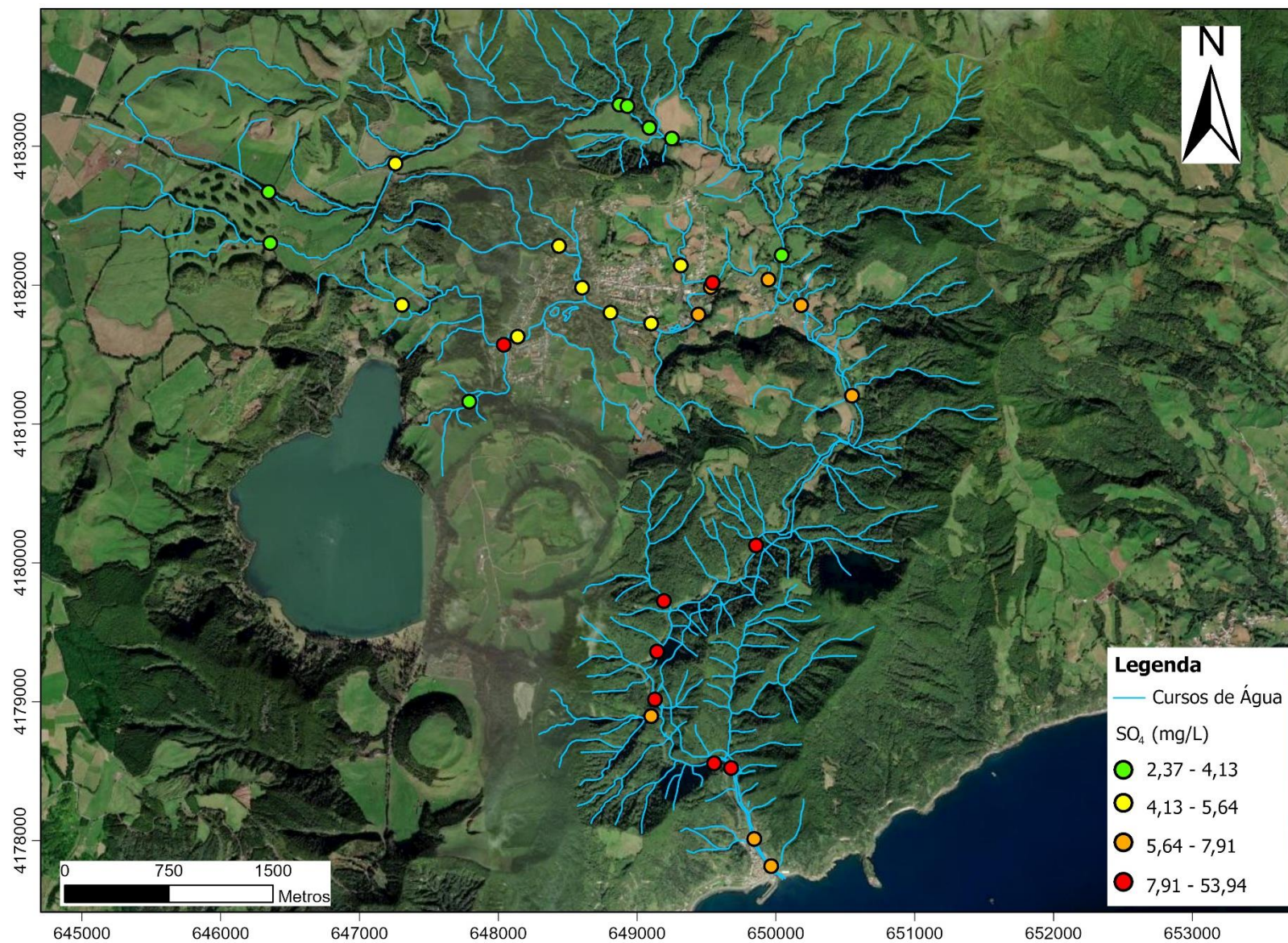


Figura E.46 | Representação espacial dos valores de sulfato na Ribeira Quente 4.^a campanha de amostragem.

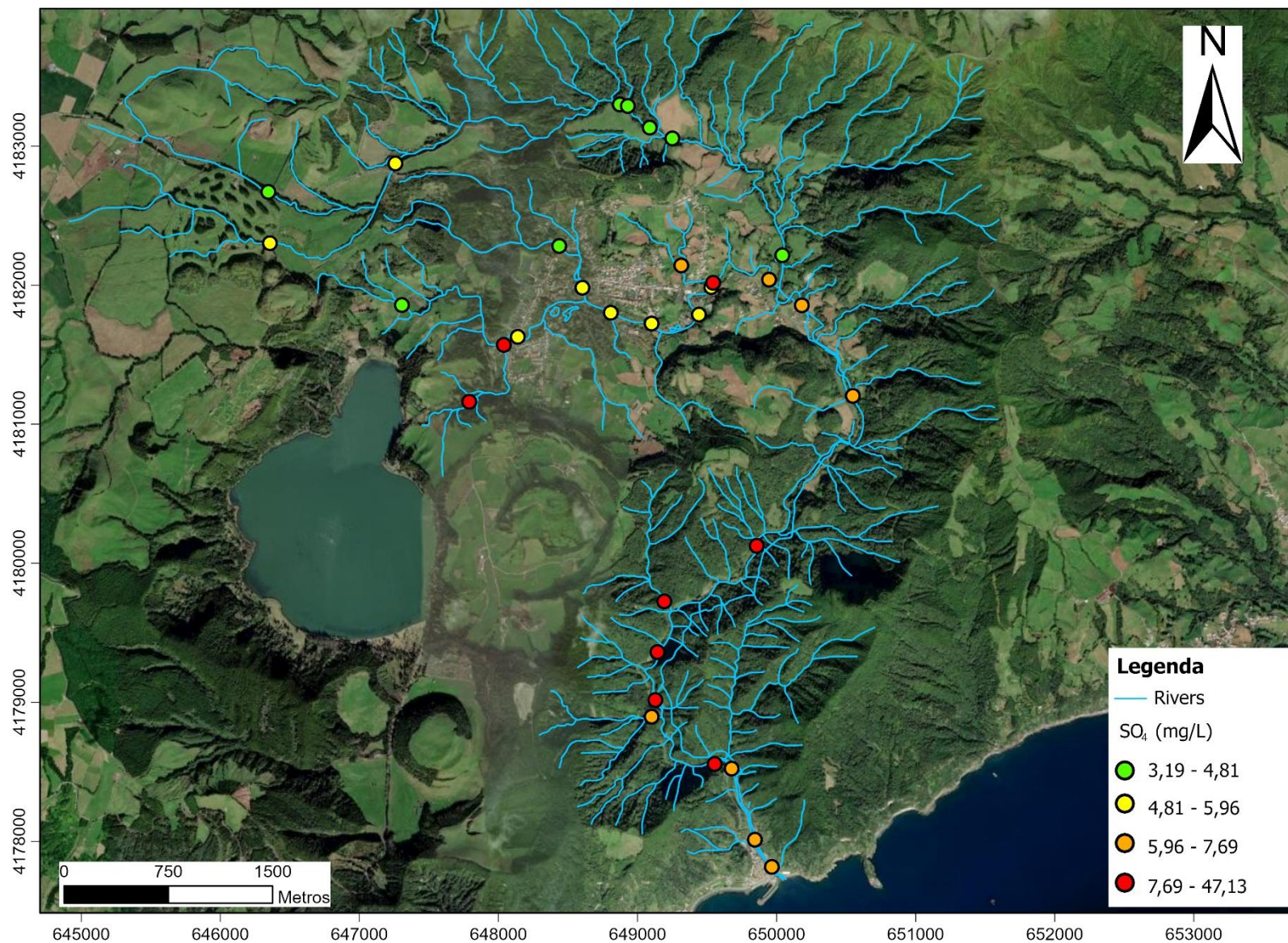


Figura E.47 | Representação espacial dos valores de sulfato na Ribeira Quente 5.ª campanha de amostragem.

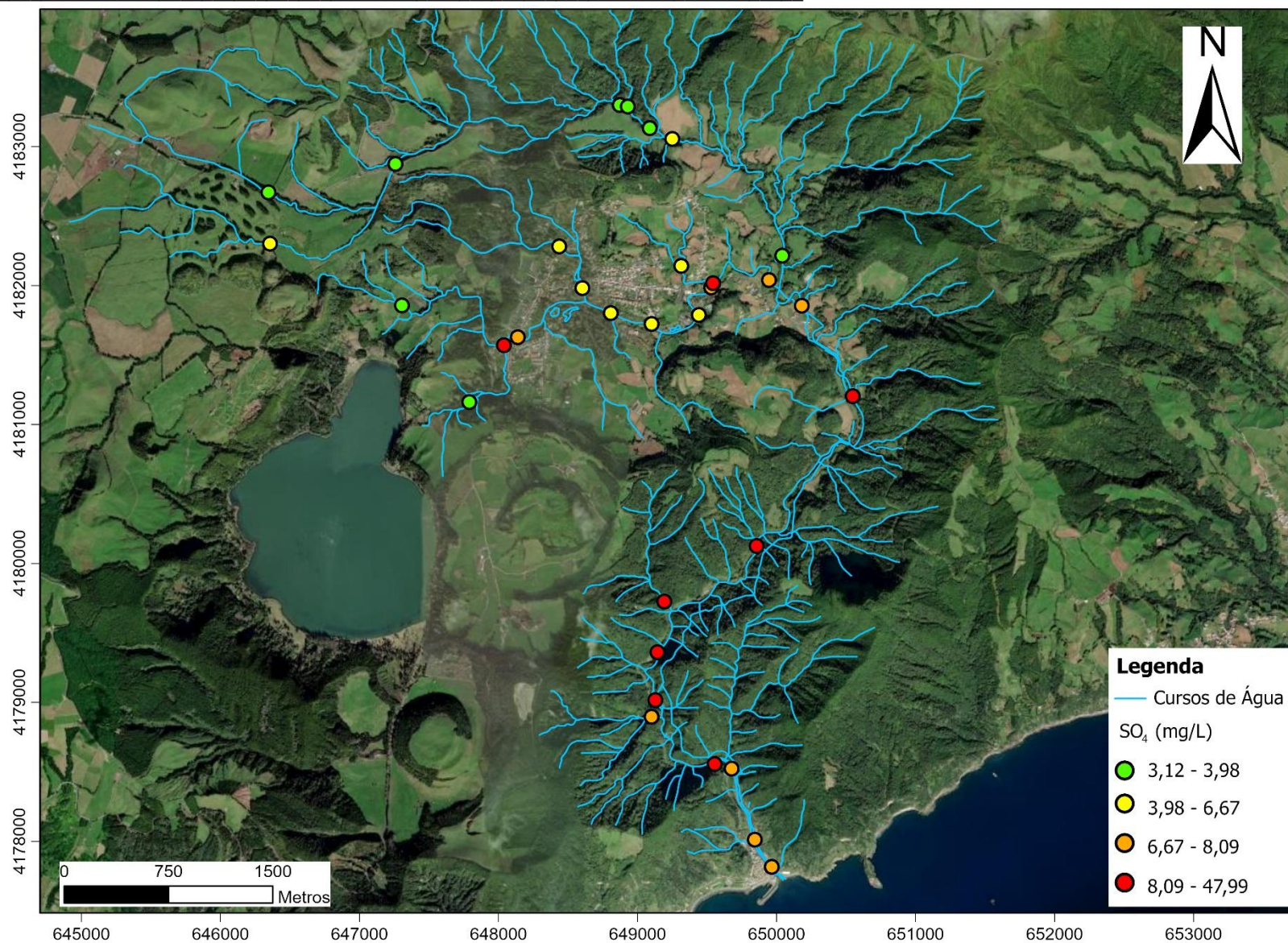


Figura E.48 | Representação espacial dos valores de sulfato na Ribeira Quente 6.ª campanha de amostragem.

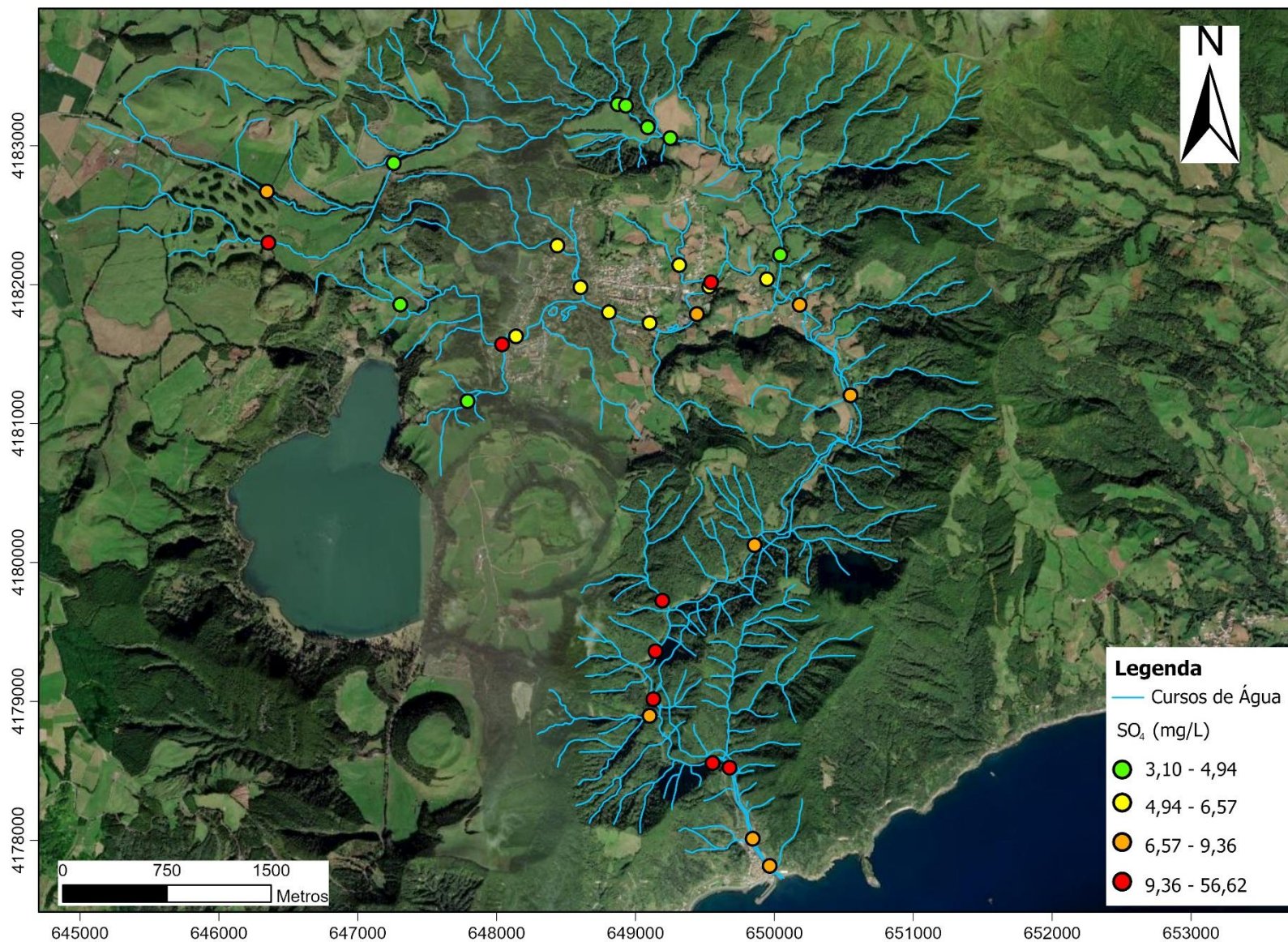


Figura E.49 | Representação espacial dos valores de sulfato na Ribeira Quente 7.ª campanha de amostragem.

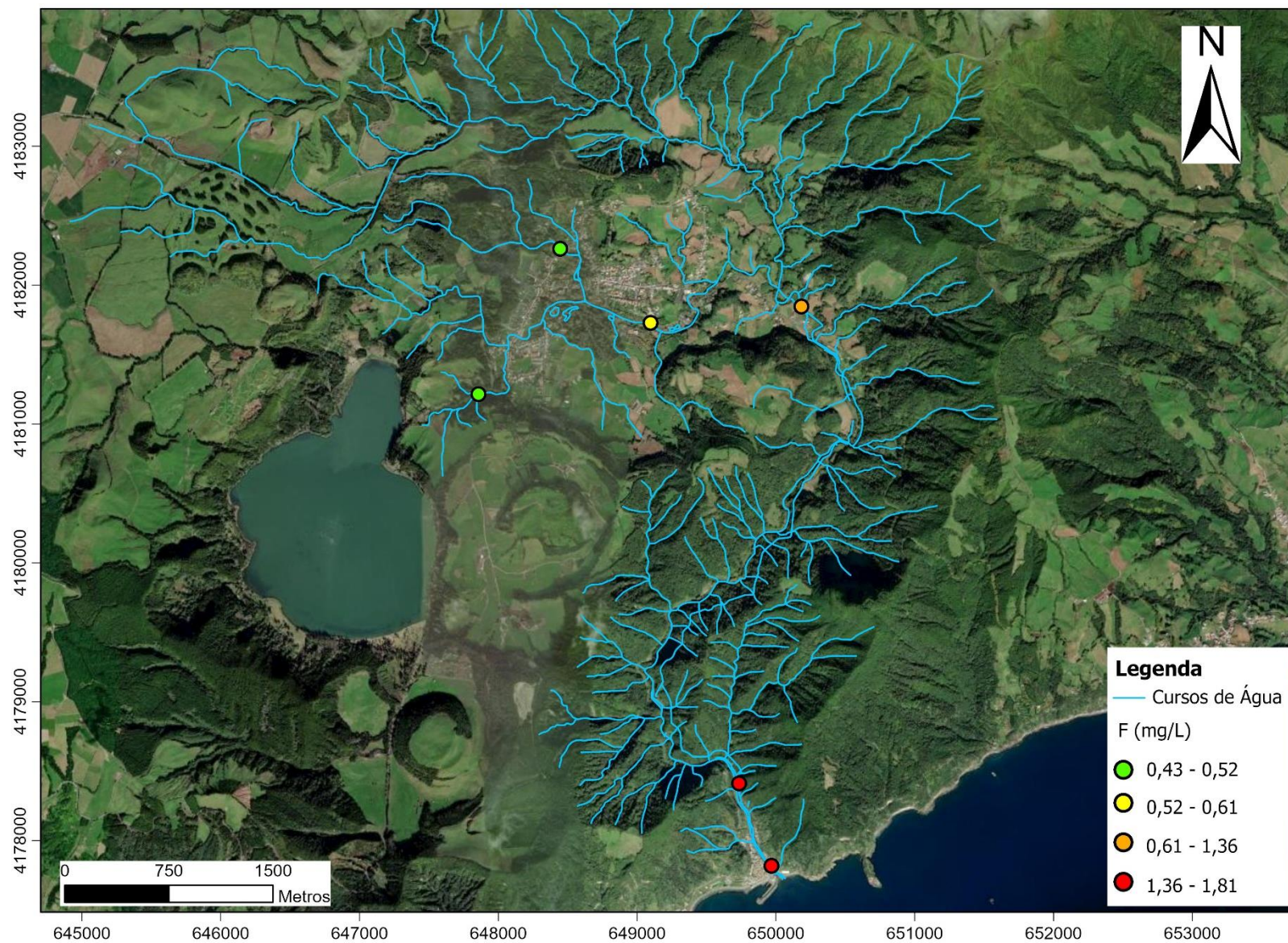


Figura E.50 | Representação espacial dos valores de fluoreto na Ribeira Quente 1.^a campanha de amostragem.

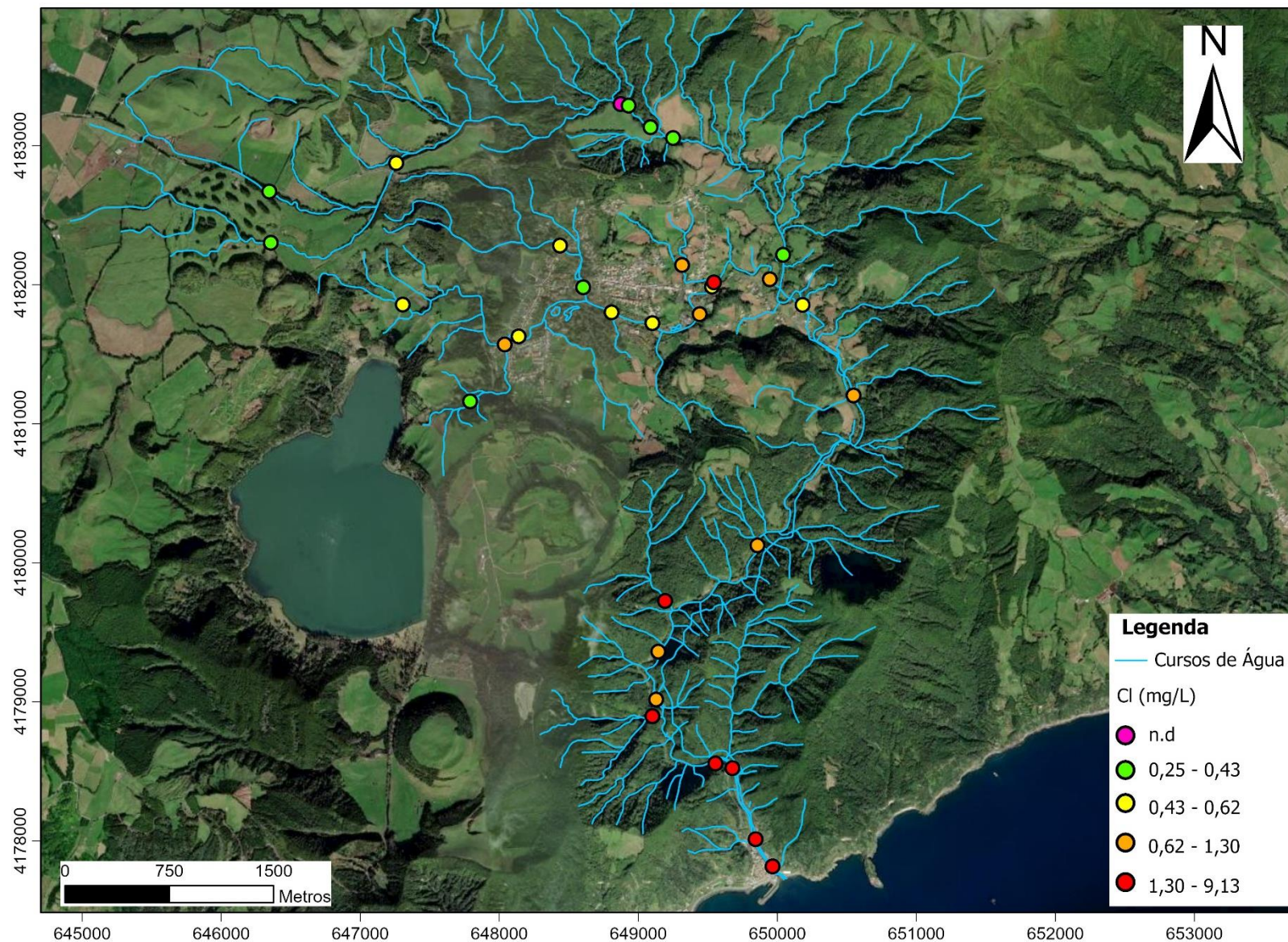


Figura E.51 | Representação espacial dos valores de fluoreto na Ribeira Quente 2.^a campanha de amostragem.

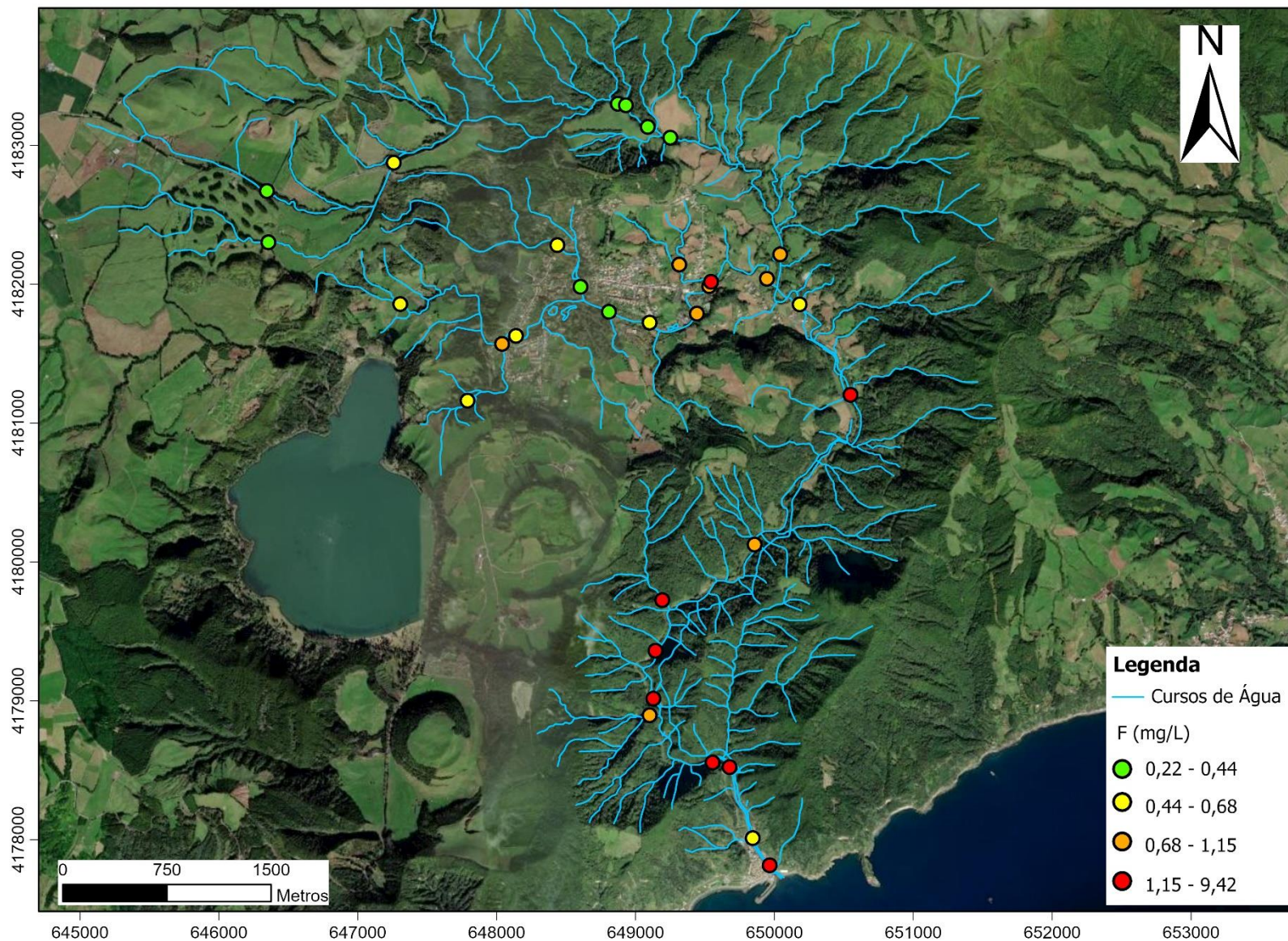


Figura E.52 | Representação espacial dos valores de fluoreto na Ribeira Quente 3.^a campanha de amostragem.

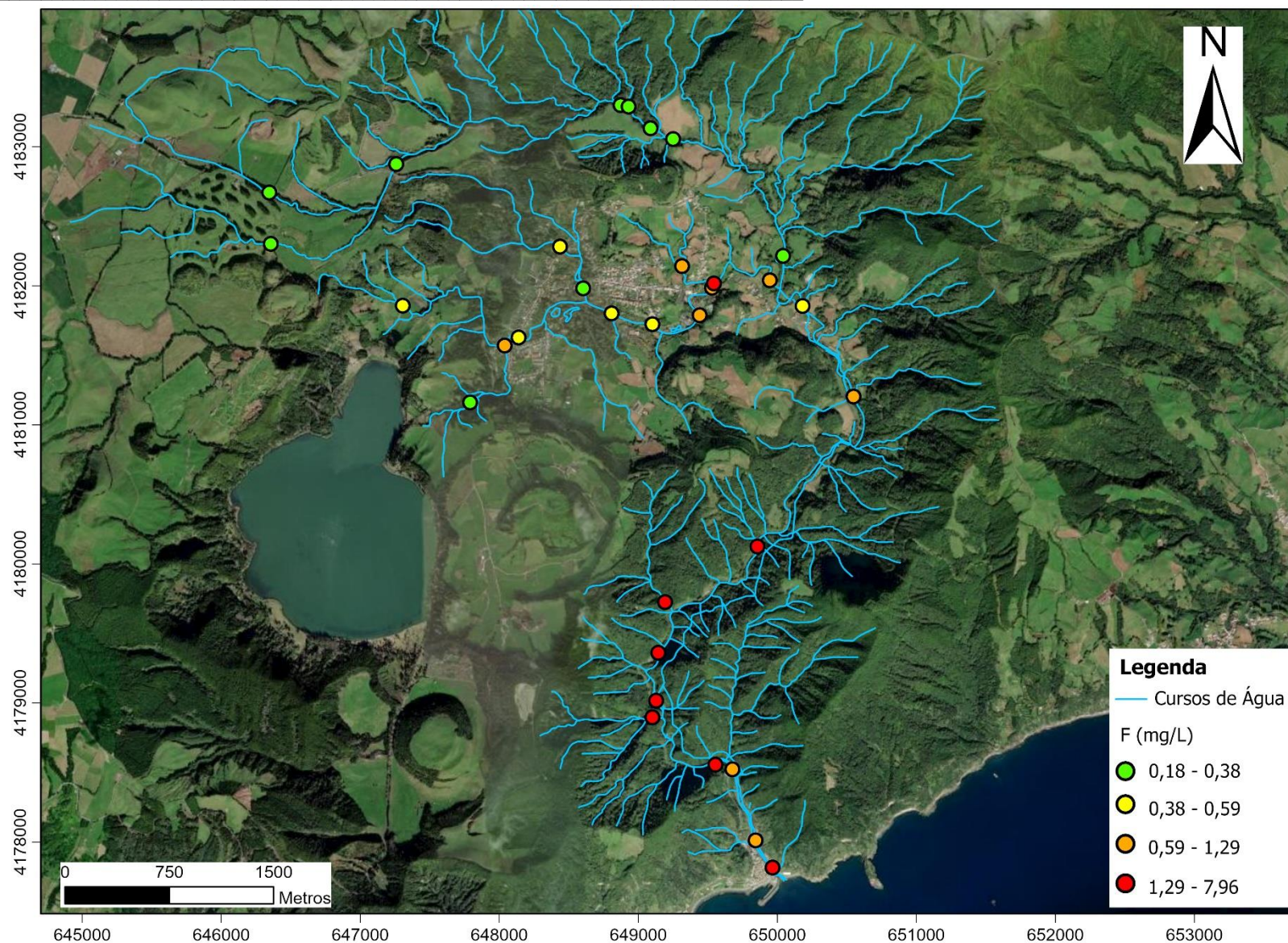


Figura E.53 | Representação espacial dos valores de fluoreto na Ribeira Quente 4.^a campanha de amostragem.

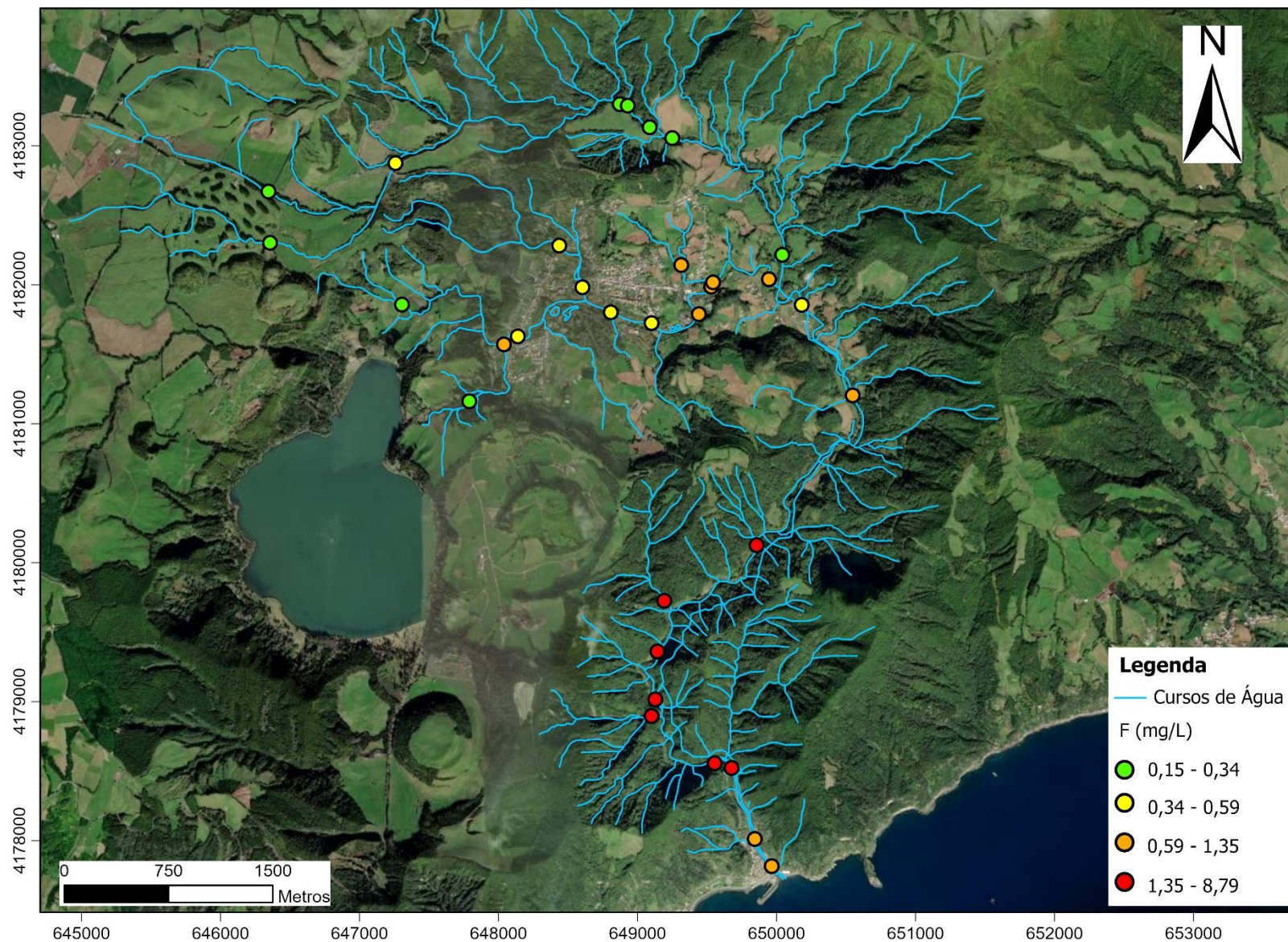


Figura E.54 | Representação espacial dos valores de fluoreto na Ribeira Quente 5.^a campanha de amostragem.

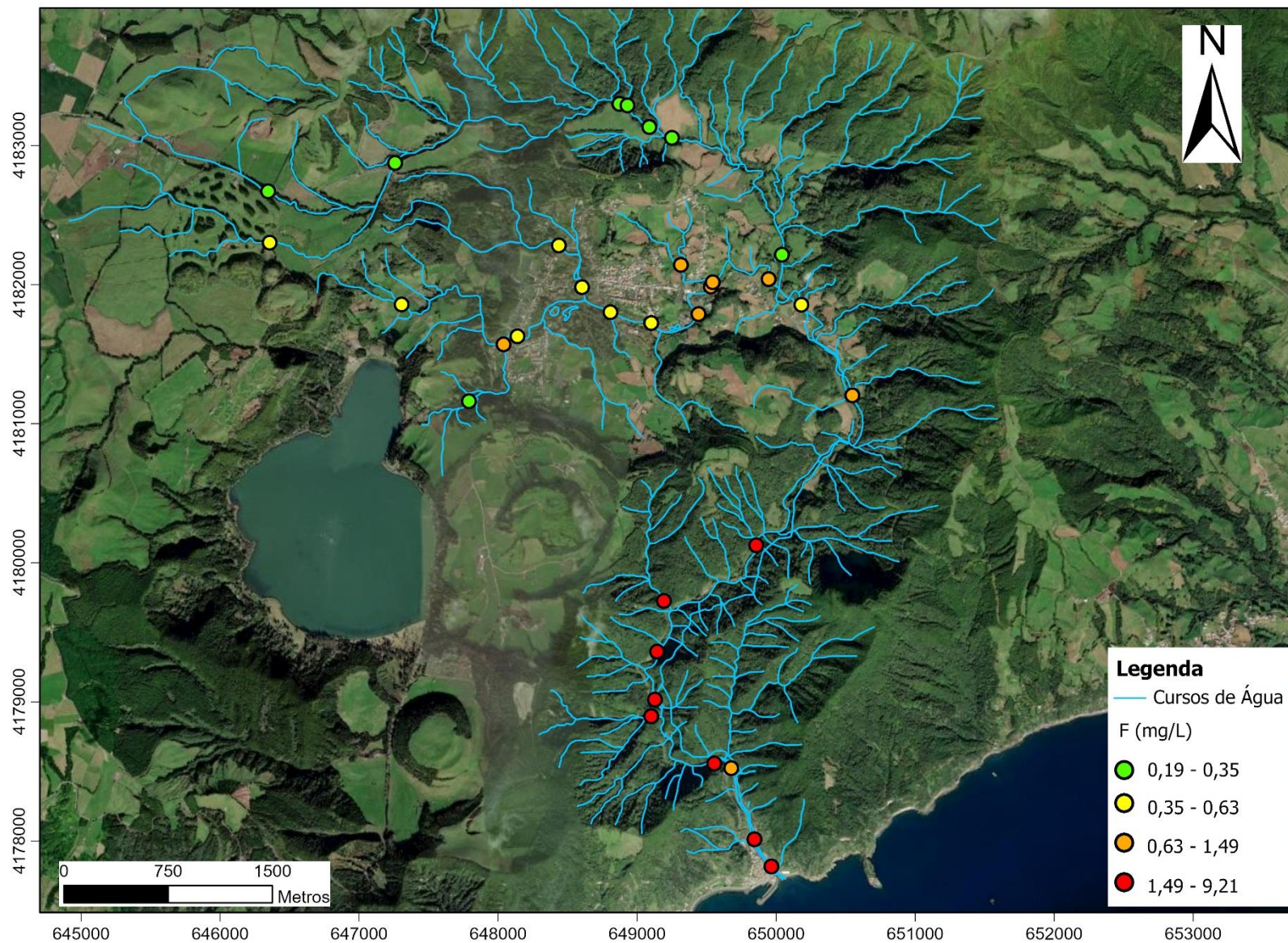


Figura E.55 | Representação espacial dos valores de fluoreto na Ribeira Quente 6.^a campanha de amostragem.

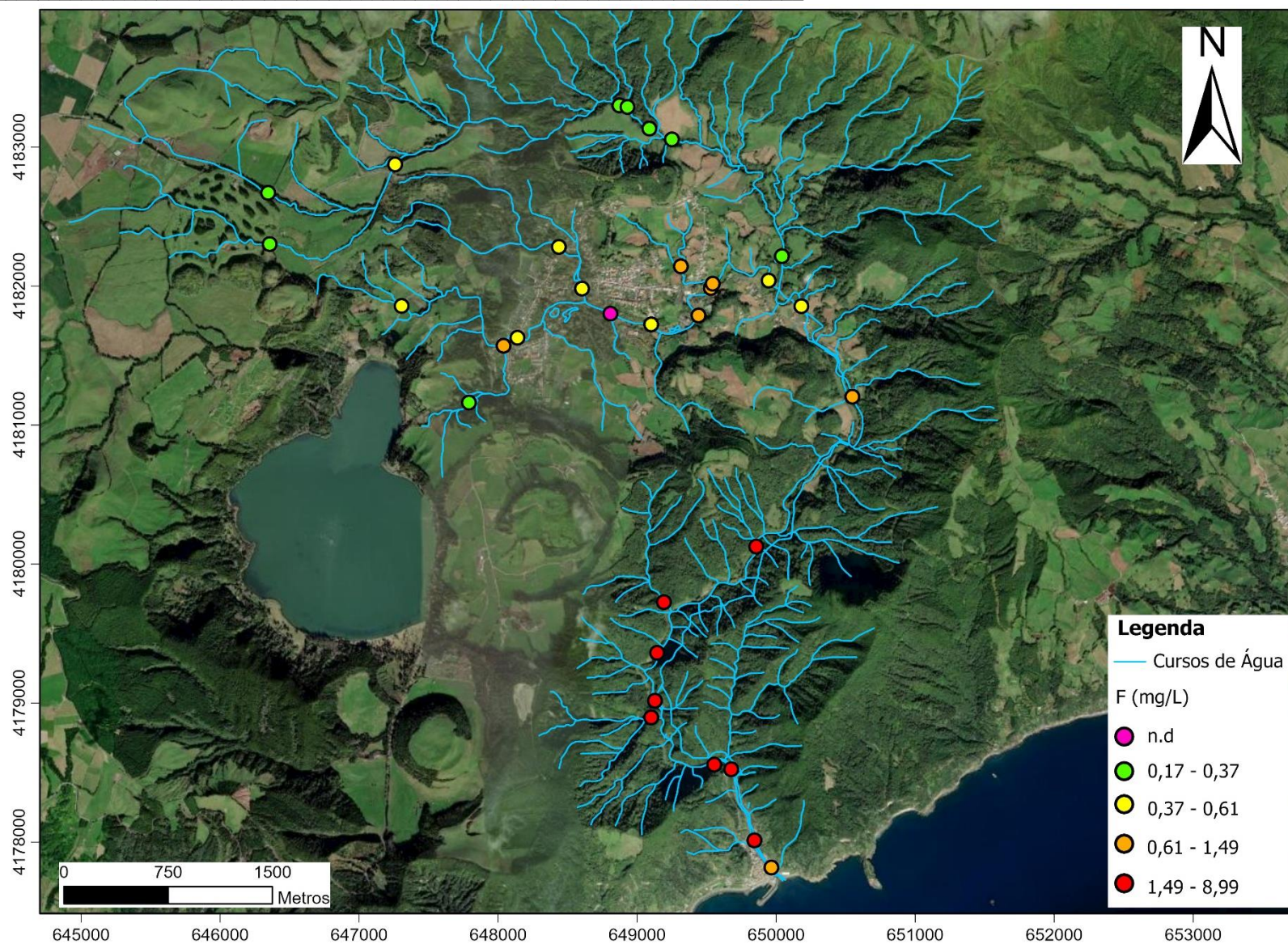


Figura E.56 | Representação espacial dos valores de fluoreto na Ribeira Quente 7.^a campanha de amostragem.

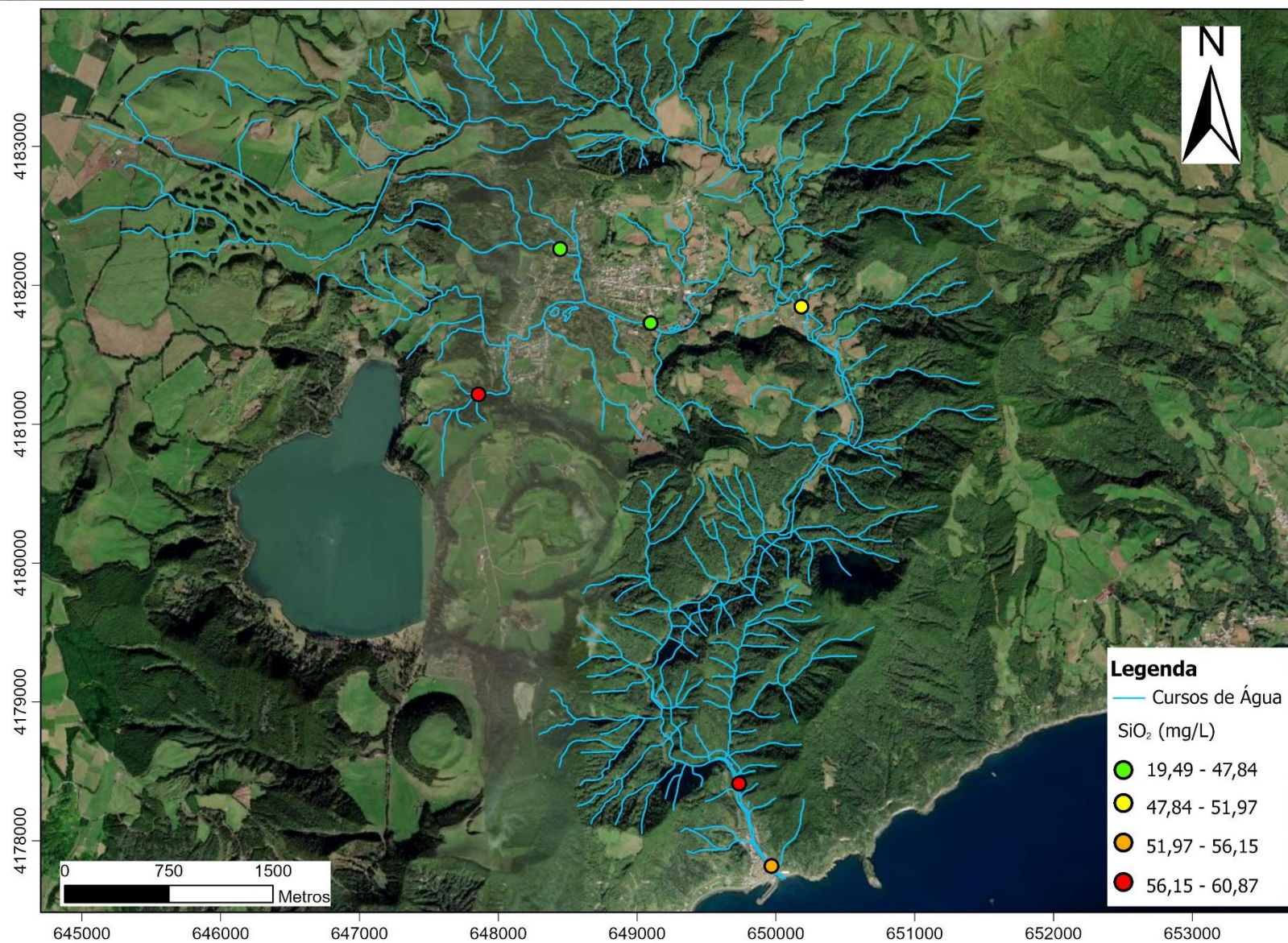


Figura E.57 | Representação espacial dos valores de sílica na Ribeira Quente 1.^a campanha de amostragem.

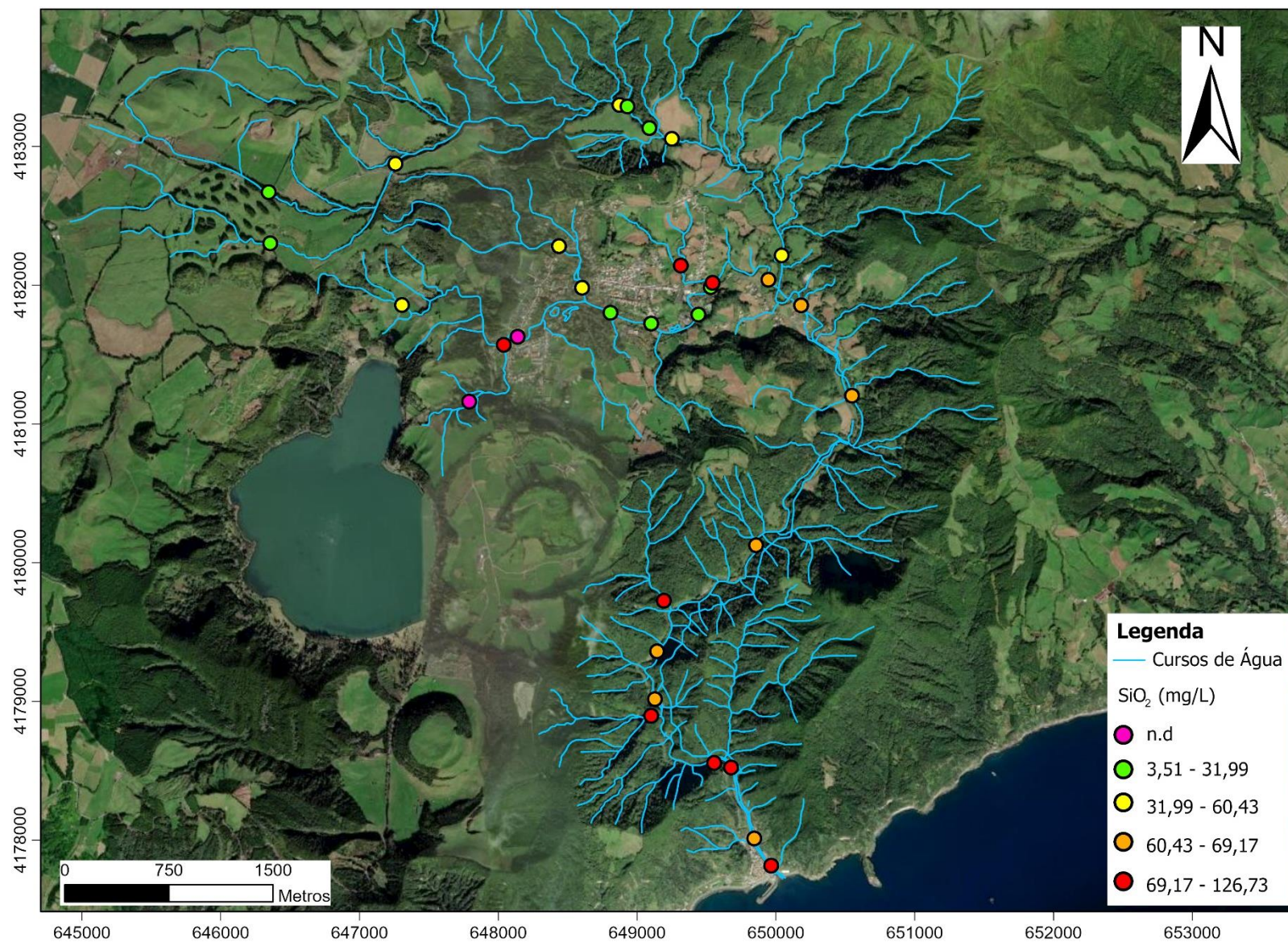


Figura E.58 | Representação espacial dos valores de sílica na Ribeira Quente 2.^a campanha de amostragem.

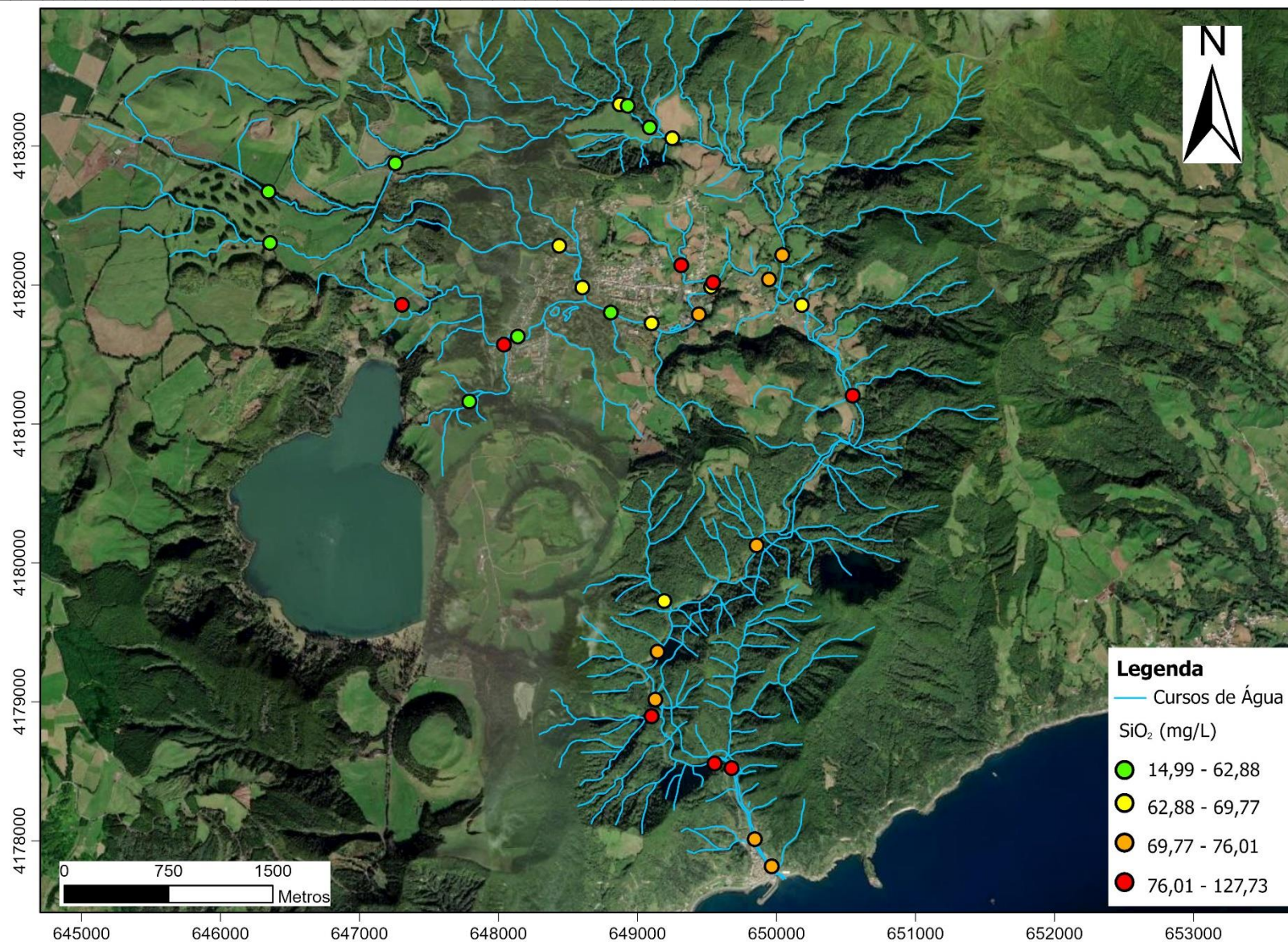


Figura E.59 | Representação espacial dos valores de sílica na Ribeira Quente 3.^a campanha de amostragem.

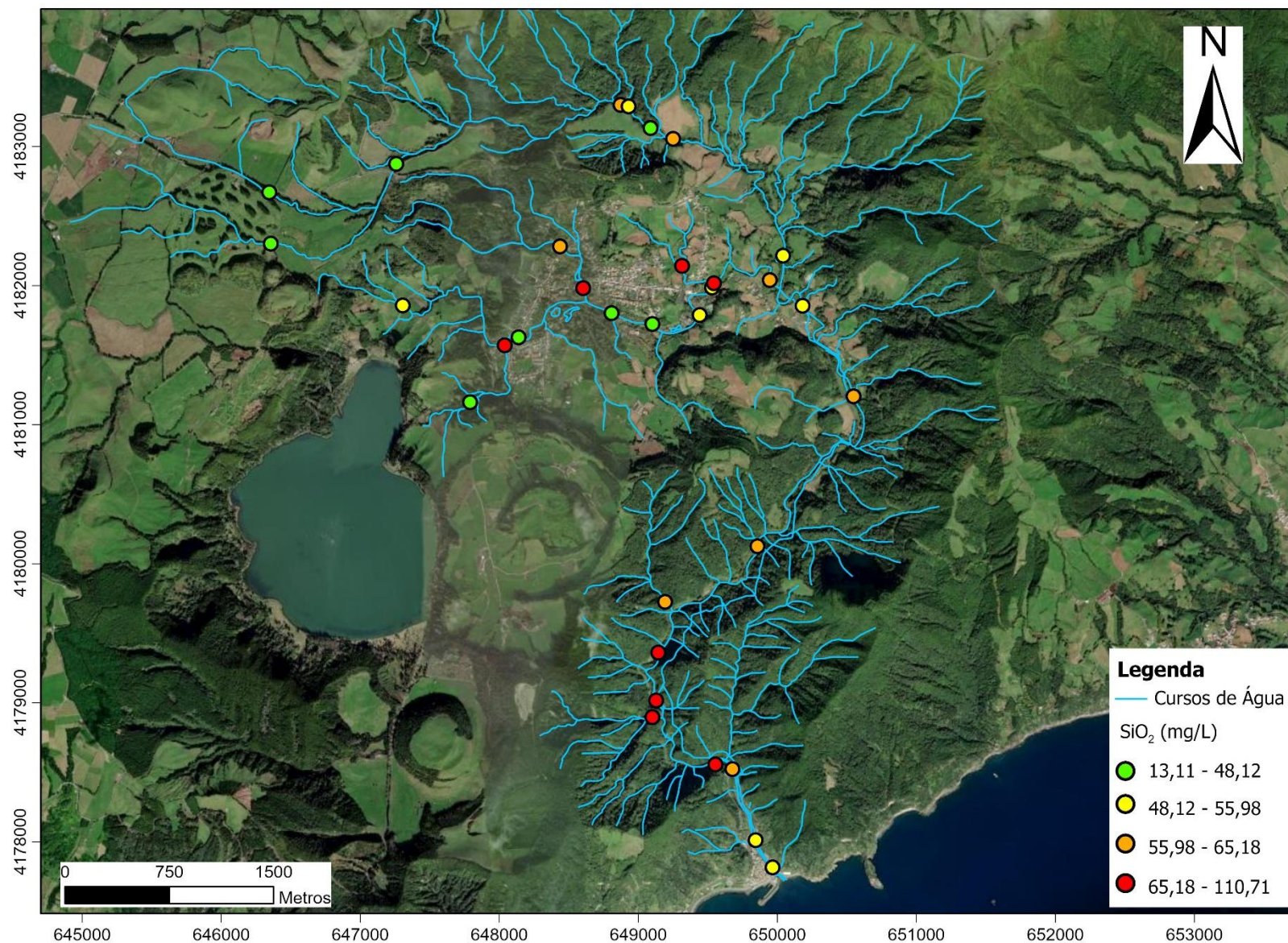


Figura E.60 | Representação espacial dos valores de sílica na Ribeira Quente 4.^a campanha de amostragem.

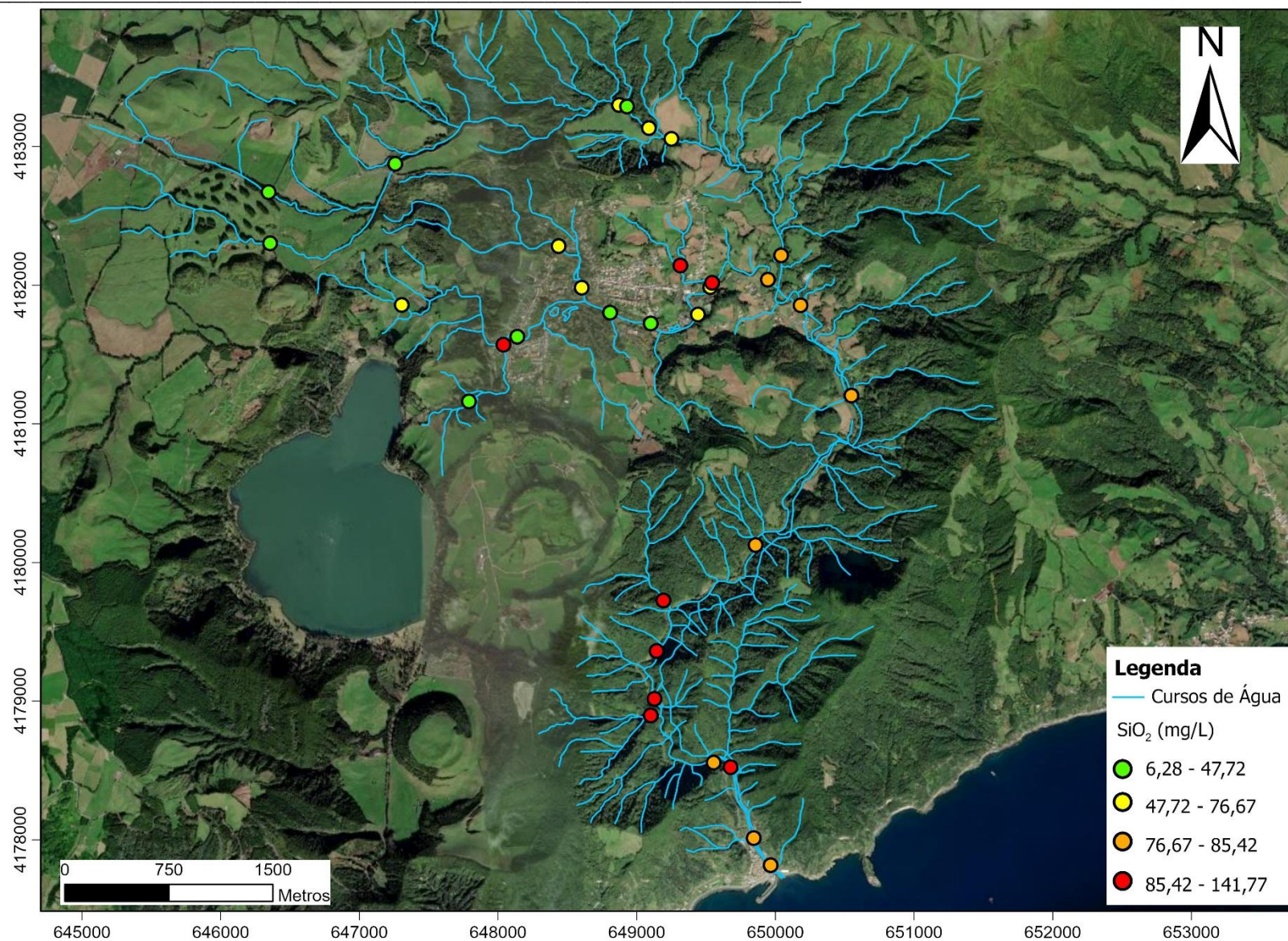


Figura E.61 | Representação espacial dos valores de sílica na Ribeira Quente 5.^a campanha de amostragem.

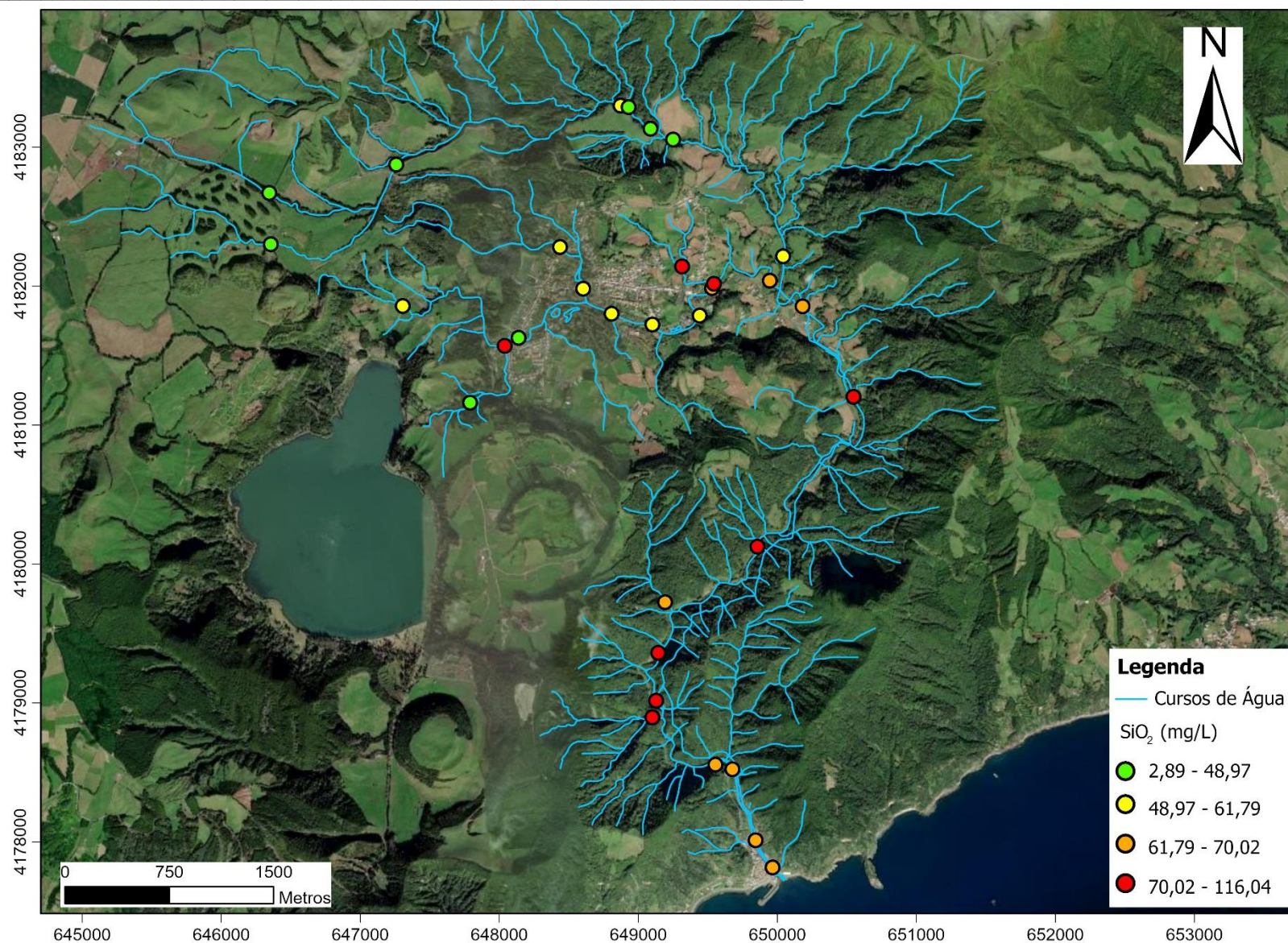


Figura E.62 | Representação espacial dos valores de sílica na Ribeira Quente 6.^a campanha de amostragem.

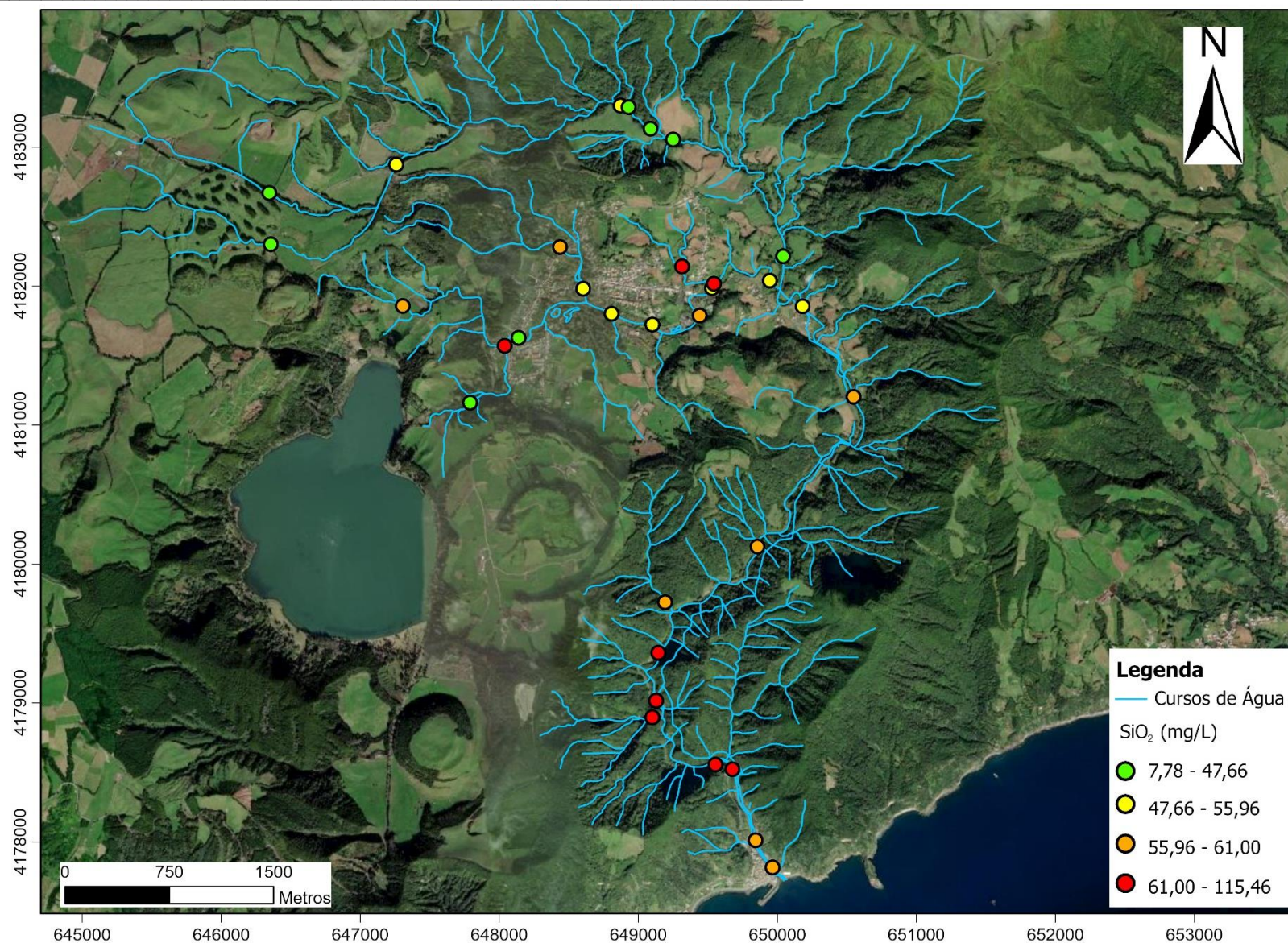


Figura E.63 | Representação espacial dos valores de sílica na Ribeira Quente 7.^a campanha de amostragem.

ANEXO F

Tabela F.1 | Composição em nutrientes na Lagoa do Congro ao longo das várias campanhas de amostragem.

Amostragem	Profundidade	Azoto Total (mg N/L)	Azoto Kjeldahl (mg N/L)	Azoto amoniacal (mg NH ₄ /L)	Nitrato (mg NO ₃ /L)	Nitrito (mg NO ₂ /L)	Fósforo Total (µg P/L)	Fosfato (µg P ₂ O ₅ /L)
2	Sup	0,40	0,40	0,02	0,15	<0,10 (LQ)	14,00	7,50
	5m	0,40	0,40	0,02	0,15	<0,10 (LQ)	25,00	11,70
	10m	0,60	0,40	0,17	0,80	<0,10 (LQ)	127,00	7,50
	15m	0,90	0,90	1,18	0,15	<0,10 (LQ)	25,00	7,50
	20m	4,30	4,00	5,60	0,15	<0,10 (LQ)	215,00	262,00
	Máximo	4,30	4,00	5,60	0,80	-----	215,00	262,00
	Mínimo	0,40	0,40	0,02	0,15	-----	14,00	7,50
	Média+DP	1,32±1,50	1,22±1,40	1,40±2,15	0,28±0,26	-----	81,20±78,53	59,24±101,39
3	Sup	0,40	0,40	0,02	0,15	<0,10 (LQ)	25,00	7,50
	5m	0,30	0,30	0,12	0,15	<0,10 (LQ)	23,00	7,50
	10m	0,60	0,60	0,73	0,15	<0,10 (LQ)	37,00	7,50
	15m	1,90	1,90	1,30	0,15	<0,10 (LQ)	307,00	63,00
	Máximo	1,90	1,90	1,30	0,15	-----	307,00	63,00
	Mínimo	0,30	0,30	0,02	0,15	-----	23,00	7,50
	Média+DP	0,80±0,64	0,80±0,64	0,54±0,51	0,15±0,00	-----	98,00±120,31	21,38±24,03
	Mediana	0,50	0,50	0,43	0,15	-----	31,00	7,50
4	Sup	0,80	0,70	0,25	0,42	<0,10 (LQ)	41,00	21,80
	5m	0,80	0,70	0,28	0,52	<0,10 (LQ)	35,00	7,50
	10m	0,80	0,70	0,28	0,41	<0,10 (LQ)	38,00	7,50
	15m	3,00	3,00	4,31	0,15	<0,10 (LQ)	49,00	7,50
	20m	2,00	2,00	1,38	0,15	<0,10 (LQ)	210,00	52,00
	Máximo	3,00	3,00	4,31	0,52	-----	210,00	52,00
	Mínimo	0,80	0,70	0,25	0,15	-----	35,00	7,50

	Média+DP	1,48±0,89	1,42±0,94	1,30±1,57	0,33±0,15	-----	74,60±67,86	19,26±17,28
	Mediana	0,80	0,70	0,28	0,41	-----	41,00	7,50
5	Sup	0,70	0,20	0,04	2,10	<0,10 (LQ)	16,00	7,50
	5m	0,50	0,10	0,05	2,10	<0,10 (LQ)	67,00	15,00
	10m	0,60	0,10	0,02	2,10	<0,10 (LQ)	11,00	16,60
	15m	0,70	0,30	0,41	1,90	<0,10 (LQ)	30,00	15,00
	20m	0,60	0,30	0,40	1,40	<0,10 (LQ)	61,00	23,90
	Máximo	0,70	0,30	0,41	2,10	-----	67,00	23,90
	Mínimo	0,50	0,10	0,02	1,40	-----	11,00	7,50
	Média+DP	0,62±0,08	0,20±0,10	0,18±0,27	1,92±0,30	-----	37,00±25,70	15,60±5,84
	Mediana	0,60	0,20	0,05	2,10	-----	30,00	15,00
6	Sup	0,30	0,10	0,02	1,20	<0,10 (LQ)	32,00	47,00
	5m	0,40	0,10	0,02	1,70	<0,10 (LQ)	68,00	26,20
	10m	0,50	0,10	0,02	2,20	<0,10 (LQ)	25,00	69,00
	15m	0,50	0,10	0,02	2,30	<0,10 (LQ)	34,00	15,90
	20m	0,30	0,10	0,08	1,30	<0,10 (LQ)	542,00	59,00
	Máximo	0,50	0,10	0,08	2,30	-----	542,00	69,00
	Mínimo	0,30	0,10	0,02	1,20	-----	25,00	15,90
	Média+DP	0,40±0,09	0,10±0,00	0,03±0,02	1,74±0,45	-----	140,20±201,45	43,42±19,42
	Mediana	0,40	0,10	0,02	1,70	-----	34,00	47,00
7	Sup	1,50	1,50	0,02	0,15	<0,10 (LQ)	28,00	32,00
	5m	1,00	1,00	0,02	0,15	<0,10 (LQ)	24,00	30,90
	10m	1,50	1,00	0,02	2,00	<0,10 (LQ)	34,00	36,70
	15m	1,40	0,90	0,02	2,30	<0,10 (LQ)	16,00	30,50
	20m	1,40	1,40	1,39	0,15	<0,10 (LQ)	40,00	32,00
	Máximo	1,50	1,50	1,39	2,30	-----	40,00	36,70
	Mínimo	1,00	0,90	0,02	0,15	-----	16,00	30,50
	Média+DP	1,36±0,19	1,16±0,24	0,29±0,55	0,95±0,98	-----	28,40±8,24	32,42±2,22

	Mediana	1,40	1,00	0,02	0,15	-----	28,00	32,00
Total	Máximo	4,30	4,00	5,60	2,30	-----	542,00	262,00
	Mínimo	0,30	0,10	0,02	0,15	-----	11,00	7,50
	Média+DP	1,00±0,87	0,82±0,91	0,63±1,27	0,92±0,87	-----	75,83±111,38	32,25±47,09
	Mediana	0,70	0,40	0,08	0,42	-----	34,00	16,60

Tabela F.2 | Composição em nutrientes na Lagoa de Santiago ao longo das várias campanhas de amostragem.

Amostragem	Profundidade	Azoto Total (mg N/L)	Azoto Kjeldahl (mg N/L)	Azoto amoniacal (mg NH ₄ /L)	Nitrato (mg NO ₃ /L)	Nitrito (mg NO ₂ /L)	Fósforo Total (µg P/L)	Fosfato (µg P ₂ O ₅ /L)
2	Sup	0,20	0,20	0,08	0,15	<0,10 (LQ)	26,00	7,50
	5m	0,20	0,20	0,04	0,15	<0,10 (LQ)	55,00	7,50
	10m	0,20	0,20	0,04	0,15	<0,10 (LQ)	153,00	7,50
	15m	0,20	0,10	0,02	0,48	<0,10 (LQ)	128,00	7,50
	20m	0,30	0,10	0,05	1,30	<0,10 (LQ)	62,00	50,00
	25m	0,60	0,60	0,55	0,15	<0,10 (LQ)	180,00	290,00
	27,4m	1,30	1,30	1,52	0,15	<0,10 (LQ)	599,00	570,00
	Máximo	1,30	1,30	1,52	1,30	-----	599,00	570,00
	Mínimo	0,20	0,10	0,02	0,15	-----	26,00	7,50
	Média+DP	0,43±0,38	0,39±0,41	0,33±0,52	0,36±0,40	-----	171,86±181,97	134,29±201,95
	Mediana	0,20	0,20	0,05	0,15	-----	128,00	7,50
3	Sup	0,15	0,20	0,08	0,15	<0,10 (LQ)	21,00	7,50
	5m	0,30	0,30	0,02	0,15	<0,10 (LQ)	18,00	7,50
	10m	0,30	0,30	0,02	0,15	<0,10 (LQ)	17,00	17,10
	15m	0,50	0,30	0,02	0,70	<0,10 (LQ)	19,00	7,50
	20m	0,30	0,20	0,27	0,30	<0,10 (LQ)	103,00	105,00
	26m	0,60	0,60	0,78	0,15	<0,10 (LQ)	211,00	326,00
	Máximo	0,60	0,60	0,78	0,70	-----	211,00	326,00
	Mínimo	0,15	0,20	0,02	0,15	-----	17,00	7,50
	Média+DP	0,36±0,15	0,32±0,13	0,20±0,27	0,27±0,20	-----	64,83±72,26	78,43±116,08
	Mediana	0,30	0,30	0,08	0,15	-----	21,00	17,10
4	Sup	0,80	0,80	0,02	0,15	<0,10 (LQ)	20,00	7,50
	5m	0,60	0,60	0,02	0,15	<0,10 (LQ)	25,00	7,50
	10m	0,70	0,70	0,02	0,15	<0,10 (LQ)	17,00	7,50

	15m	0,50	0,50	0,04	0,15	<0,10 (LQ)	15,00	7,50
	20m	0,60	0,60	0,32	0,15	<0,10 (LQ)	93,00	118,00
	28m	4,00	4,00	3,30	0,15	<0,10 (LQ)	831,00	660,00
	Máximo	4,00	4,00	3,30	0,15	-----	831,00	660,00
	Mínimo	0,50	0,50	0,02	0,15	-----	15,00	7,50
	Média+DP	1,20±1,26	1,20±1,26	0,62±1,20	0,15±0,00	-----	166,83±298,26	134,67±238,38
	Mediana	0,65	0,65	0,03	0,15	-----	22,50	7,50
5	Sup	0,15	0,20	0,06	0,15	<0,10 (LQ)	57,00	62,00
	5m	0,15	0,20	0,09	0,15	<0,10 (LQ)	60,00	38,00
	10m	0,15	0,10	0,08	0,15	<0,10 (LQ)	55,00	42,00
	15m	0,15	0,20	0,09	0,15	<0,10 (LQ)	43,00	50,00
	20m	0,15	0,10	0,12	0,15	<0,10 (LQ)	60,00	69,00
	25m	0,15	0,10	0,17	0,15	<0,10 (LQ)	58,00	51,00
	28m	0,40	0,40	0,40	0,15	<0,10 (LQ)	723,00	240,00
	Máximo	0,40	0,40	0,40	0,15	-----	723,00	240,00
	Mínimo	0,15	0,10	0,06	0,15	-----	43,00	38,00
	Média+DP	0,19±0,09	0,19±0,10	0,14±0,11	0,15±0,00	-----	150,86±233,64	78,86±66,53
	Mediana	0,15	0,20	0,09	0,15	-----	58,00	51,00
6	Sup	0,15	0,10	0,02	0,15	<0,10 (LQ)	22,00	24,80
	5m	0,15	0,10	0,02	0,15	<0,10 (LQ)	29,00	22,00
	10m	0,15	0,10	0,02	0,15	<0,10 (LQ)	24,00	23,40
	15m	0,15	0,10	0,02	0,15	<0,10 (LQ)	32,00	34,40
	20m	0,15	0,10	0,02	0,15	<0,10 (LQ)	36,00	45,00
	25m	0,15	0,10	0,02	0,15	<0,10 (LQ)	23,00	26,20
	28m	0,90	0,90	0,02	0,15	<0,10 (LQ)	22,00	24,80
	Máximo	0,90	0,90	0,02	0,15	-----	36,00	45,00
	Mínimo	0,15	0,10	0,02	0,15	-----	22,00	22,00
	Média+DP	0,26±0,26	0,21±0,28	0,02±0,00	0,15±0,00	-----	26,86±5,14	28,66±7,63

	Mediana	0,15	0,10	0,02	0,15	-----	24,00	24,80
7	Sup	0,30	0,30	0,09	0,15	<0,1 (LQ)	94,00	38,30
	5m	0,15	0,20	0,02	0,15	<0,10 (LQ)	54,00	48,00
	10m	0,15	0,20	0,02	0,15	<0,10 (LQ)	13,00	15,70
	15m	0,30	0,20	0,02	0,30	<0,10 (LQ)	36,00	50,00
	20m	0,40	0,20	0,02	1,10	<0,10 (LQ)	47,00	51,00
	25m	2,20	2,10	0,39	0,51	<0,10 (LQ)	121,00	42,00
	29m	1,20	1,20	0,43	0,48	<0,10 (LQ)	138,00	38,30
	Máximo	2,20	2,10	0,43	1,10	-----	138,00	51,00
	Mínimo	0,15	0,20	0,02	0,15	-----	13,00	15,70
	Média+DP	0,67±0,71	0,63±0,69	0,14±0,17	0,41±0,32	-----	71,86±43,04	40,47±11,24
	Mediana	0,30	0,20	0,02	0,30	-----	54,00	42,00
Total	Máximo	4,00	4,00	3,30	1,30	-----	831,00	660,00
	Mínimo	0,15	0,10	0,02	0,15	-----	13,00	7,50
	Média+DP	0,50±0,69	0,48±0,69	0,23±0,56	0,25±0,25	-----	108,50±181,71	81,36±142,08
	Mediana	0,30	0,20	0,04	0,15	-----	50,50	38,15

Tabela F.3 | Composição em nutrientes na Lagoa Negra ao longo das várias campanhas de amostragem.

Amostragem	Profundidade	Azoto Total (mg N/L)	Azoto Kjeldahl (mg N/L)	Azoto amoniacal (mg NH ₄ /L)	Nitrato (mg NO ₃ /L)	Nitrito (mg NO ₂ /L)	Fósforo Total (µg P/L)	Fosfato (µg P ₂ O ₅ /L)
2	Sup	0,15	0,20	0,06	0,15	<0,10 (LQ)	39,00	87,00
	5m	0,70	0,70	0,37	0,15	<0,10 (LQ)	29,00	67,00
	10m	0,50	0,50	0,20	0,15	<0,10 (LQ)	51,00	117,00
	15m	0,60	0,50	0,04	0,46	<0,10 (LQ)	119,00	259,00
	20m	0,40	0,40	0,02	0,15	<0,10 (LQ)	101,00	202,00
	50m	0,40	0,20	0,02	0,80	<0,10 (LQ)	100,00	194,00
	110m	0,70	0,40	0,31	1,40	<0,10 (LQ)	174,00	398,00
	Máximo	0,70	0,70	0,37	1,40	-----	174,00	398,00
	Mínimo	0,15	0,20	0,02	0,15	-----	29,00	67,00
	Média+DP	0,49±0,18	0,41±0,16	0,15±0,14	0,47±0,44	-----	87,57±47,69	189,14±106,40
	Mediana	0,50	0,40	0,06	0,15	-----	100,00	194,00
3	Sup	1,10	0,90	0,02	0,70	<0,10 (LQ)	79,00	118,00
	5m	0,90	0,70	0,04	0,70	<0,10 (LQ)	84,00	66,00
	10m	1,40	1,20	0,02	0,80	<0,10 (LQ)	89,00	123,00
	15m	1,00	0,80	0,02	0,70	<0,10 (LQ)	84,00	87,00
	20m	0,90	0,80	0,02	0,70	<0,10 (LQ)	76,00	114,00
	50m	0,80	0,70	0,02	0,60	<0,10 (LQ)	82,00	116,00
	112,3m	0,80	0,50	0,02	1,30	<0,10 (LQ)	112,00	158,00
	Máximo	1,40	1,20	0,04	1,30	-----	112,00	158,00
	Mínimo	0,80	0,50	0,02	0,60	-----	76,00	66,00
	Média+DP	0,99±2,00	0,80±0,20	0,02±0,01	0,79±0,22	-----	86,57±11,06	111,71±26,82
	Mediana	0,90	0,80	0,02	0,70	-----	84,00	116,00
4	Sup	0,15	0,01	0,02	0,39	<0,1 (LQ)	89,00	173,00
	5m	0,15	0,01	0,02	0,39	<0,10 (LQ)	89,00	171,00

	10m	0,15	0,01	0,02	0,40	<0,10 (LQ)	102,00	167,00
	15m	0,15	0,01	0,02	0,40	<0,10 (LQ)	92,00	167,00
	20m	0,15	0,01	0,02	0,40	<0,10 (LQ)	92,00	163,00
	50m	0,15	0,01	0,02	0,54	<0,10 (LQ)	89,00	174,00
	105,7m	0,50	0,30	0,34	1,00	<0,10 (LQ)	271,00	353,00
	Máximo	0,50	0,30	0,34	1,00	-----	271,00	353,00
	Mínimo	0,15	0,01	0,02	0,39	-----	89,00	163,00
	Média+DP	0,20±0,12	0,05±0,10	0,07±0,11	0,50±0,21	-----	117,71±67,72	195,43±64,43
	Mediana	0,15	0,01	0,02	0,40	-----	92,00	171,00
5	Sup	0,15	0,01	0,04	0,45	<0,10 (LQ)	112	223
	5m	0,15	0,01	0,02	0,46	<0,10 (LQ)	112	183
	10m	0,15	0,01	0,02	0,44	<0,10 (LQ)	119	147
	15m	0,15	0,01	0,02	0,47	<0,10 (LQ)	114	189
	20m	0,15	0,01	0,02	0,47	<0,10 (LQ)	106	156
	50m	0,15	0,01	0,02	0,45	<0,10 (LQ)	102	186
	104,1m	0,15	0,01	0,2	0,57	<0,10 (LQ)	152	305
	Máximo	0,15	0,01	0,20	0,57	-----	152,00	305,00
	Mínimo	0,15	0,01	0,02	0,44	-----	102,00	147,00
	Média+DP	0,15±0,00	0,01±0,00	0,05±0,06	0,47±0,04	-----	116,71±15,28	198,43±49,12
	Mediana	0,15	0,01	0,02	0,46	-----	112,00	186,00
6	Sup	0,15	0,2	0,02	0,15	<0,10 (LQ)	65	76
	5m	0,15	0,01	0,02	0,15	<0,10 (LQ)	141	35,9
	10m	0,15	0,2	0,02	0,15	<0,10 (LQ)	98	199
	15m	0,15	0,01	0,02	0,15	<0,10 (LQ)	60	42
	20m	0,15	0,01	0,02	0,15	<0,10 (LQ)	93	77
	50m	0,3	0,2	0,02	0,51	<0,10 (LQ)	118	70
	112,6m	0,4	0,2	0,02	0,52	0,12	194	130
	Máximo	0,40	0,20	0,02	0,52	-----	194,00	199,00

	Mínimo	0,15	0,01	0,02	0,15	-----	60,00	35,90
	Média+DP	0,21±0,09	0,12±0,09	0,02±0,00	0,25±0,16	-----	109,86±43,16	89,99±52,75
	Mediana	0,15	0,20	0,02	0,15	-----	98,00	76,00
7	Sup	1,30	1,30	0,24	0,15	<0,10 (LQ)	69,00	65,00
	5m	1,00	1,00	0,32	0,15	<0,10 (LQ)	37,00	49,00
	10m	0,70	0,70	0,02	0,15	<0,10 (LQ)	84,00	114,00
	15m	0,60	0,50	0,02	0,36	<0,10 (LQ)	109,00	194,00
	20m	0,40	0,40	0,02	0,15	<0,10 (LQ)	87,00	154,00
	50m	0,50	0,30	0,02	0,80	<0,10 (LQ)	92,00	176,00
	112,6m	0,60	0,60	0,60	0,15	<0,10 (LQ)	307,00	560,00
	Máximo	1,30	1,30	0,60	0,80	-----	307,00	560,00
	Mínimo	0,40	0,30	0,02	0,15	-----	37,00	49,00
	Média+DP	0,73±0,29	0,69±0,33	0,18±0,21	0,27±0,23	-----	112,14±82,22	187,43±160,20
	Mediana	0,60	0,60	0,02	0,15	-----	87,00	154,00
Total	Máximo	12,00	12,00	0,60	1,40	-----	307,00	560,00
	Mínimo	0,15	0,01	0,02	0,15	-----	37,00	35,90
	Média+DP	1,63±2,97	1,55±3,01	0,08±0,13	0,46±0,30	-----	112,14±82,22	162,02±98,82
	Mediana	0,40	0,20	0,02	0,45	-----	87,00	157,00

Tabela F.4 | Composição em nutrientes na Ribeira Quente ao longo das várias campanhas de amostragem.

Amostragem	Ponto	M	P	Azoto Total (mg N/L)	Azoto Kjeldahl (mg N/L)	Azoto amoniacal (mg NH ₄ /L)	Nitrato (mg NO ₃ /L)	Nitrito (mg NO ₂ /L)	Fósforo Total (µg P/L)	Fosfato (µg P ₂ O ₅ /L)
2	RQ2	646356	4182302	11,00	11,00	2,20	0,15	<0,10 (LQ)	3093,00	5900,00
	RQ3	647259	4182876	2,70	1,50	0,10	5,50	<0,10 (LQ)	227,00	232,00
	RQ4	648872	4183300	0,80	0,40	0,02	1,90	<0,10 (LQ)	121,00	263,00
	RQ5	648930	4183288	0,90	0,30	0,02	2,50	<0,10 (LQ)	140,00	235,00
	RQ6	649250	4183056	1,00	1,40	1,83	1,80	<0,10 (LQ)	56,00	129,00
	RQ7	646345	4182671	1,40	1,40	0,25	0,15	<0,10 (LQ)	450,00	183,00
	RQ8	649088	4183132	0,70	0,20	0,04	2,20	<0,10 (LQ)	102,00	177,00
	RQ9	647306	4181857	1,70	0,70	0,16	4,50	<0,10 (LQ)	288,00	98,00
	RQ10	648039	4181570	0,60	0,30	0,30	1,40	<0,10 (LQ)	322,00	22,70
	RQ11	647790	4181161	0,15	0,20	0,02	0,15	<0,10 (LQ)	43,00	7,50
	RQ12	648604	4181982	1,80	0,20	0,02	7,00	<0,10 (LQ)	259,00	275,00
	RQ13	648436	4182281	2,00	0,30	0,02	7,50	<0,10 (LQ)	144,00	245,00
	RQ14	648140	4181628	0,40	0,20	0,02	0,70	<0,10 (LQ)	98,00	40,20
	RQ15	648809	4181802	1,00	0,80	0,02	1,10	<0,10 (LQ)	140,00	30,70
	RQ16	649102	4181725	3,20	2,50	0,17	3,20	<0,10 (LQ)	94,00	117,00
	RQ17	649442	4181789	1,90	1,10	0,10	3,30	<0,10 (LQ)	280,00	164,00
	RQ18	649531	4181987	1,50	0,70	0,05	3,40	<0,10 (LQ)	246,00	165,00
	RQ19	649316	4182141	2,40	1,00	0,02	5,80	0,14	267,00	246,00
	RQ20	649543	4182018	1,40	0,90	0,09	2,10	<0,10 (LQ)	558,00	26,70
	RQ21	649947	4182039	1,40	0,60	0,07	3,30	<0,10 (LQ)	238,00	101,00
	RQ23	650041	4182215	0,60	0,30	0,02	1,50	<0,10 (LQ)	103,00	168,00
	RQ25	650181	4181855	0,90	0,30	0,02	2,60	<0,10 (LQ)	43,00	90,00
	RQ26	650549	4181205	1,00	0,30	0,02	2,80	<0,10 (LQ)	103,00	154,00
	RQ27	649144	4179362	1,00	0,10	0,11	3,40	<0,10 (LQ)	99,00	154,00

3	RQ28	649193	4179725	3,20	0,30	0,02	12,80	<0,10 (LQ)	283,00	490,00
	RQ29	649858	4180125	1,00	0,30	0,02	3,00	<0,10 (LQ)	194,00	123,00
	RQ30	649129	4179017	1,00	0,60	0,10	3,90	<0,10 (LQ)	76,00	161,00
	RQ31	649556	4178556	1,00	0,10	0,07	3,10	<0,10 (LQ)	120,00	105,00
	RQ32	649102	4178896	1,00	0,20	0,05	0,15	<0,10 (LQ)	17,00	19,00
	RQ34	649678	4178523	1,00	0,20	0,02	3,00	<0,10 (LQ)	116,00	152,00
	RQ35	649844	4178012	1,00	0,30	0,08	2,90	<0,10 (LQ)	295,00	232,00
	RQ36	649966	4177817	1,00	0,60	0,02	3,10	<0,10 (LQ)	122,00	146,00
	Máximo			11,00	11,00	2,20	12,80	-----	3093,00	5900,00
	Mínimo			0,15	0,10	0,02	0,15	-----	17,00	7,50
	Média+DP			1,61±1,83	0,92±1,88	0,19±0,49	0,47±0,44	-----	273,03±520,28	332,87±1004,46
	Mediana			1,00	0,30	0,05	2,95	-----	140,00	154,00
	RQ2	646356	4182302	27,00	27,00	35,00	0,15	<0,10 (LQ)	4047,00	3200,00
	RQ3	647259	4182876	11,00	11,00	5,20	0,15	<0,10 (LQ)	13379,00	4500,00
3	RQ4	648872	4183300	1,10	0,60	0,02	2,10	<0,10 (LQ)	132,00	229,00
	RQ5	648930	4183288	0,60	0,20	0,04	1,80	<0,10 (LQ)	106,00	184,00
	RQ6	649250	4183056	0,70	0,20	0,02	2,00	<0,10 (LQ)	197,00	149,00
	RQ7	646345	4182671	27,00	27,00	34,60	1,20	0,27	4283,00	7400,00
	RQ8	649088	4183132	1,30	0,90	0,02	1,80	<0,10 (LQ)	110,00	194,00
	RQ9	647306	4181857	2,20	1,30	0,42	4,00	<0,10 (LQ)	659,00	51,00
	RQ10	648039	4181570	1,00	0,60	0,29	1,80	<0,10 (LQ)	180,00	48,00
	RQ11	647790	4181161	0,40	0,40	0,02	0,15	<0,10 (LQ)	154,00	7,50
	RQ12	648604	4181982	2,50	1,10	0,02	6,40	<0,10 (LQ)	139,00	263,00
	RQ13	648436	4182281	2,00	0,50	0,02	6,70	<0,10 (LQ)	114,00	211,00
	RQ14	648140	4181628	0,50	0,20	0,18	1,20	<0,10 (LQ)	174,00	61,00
	RQ15	648809	4181802	2,20	0,80	0,02	6,10	<0,10 (LQ)	161,00	161,00
	RQ16	649102	4181725	2,20	1,20	0,02	4,30	<0,10 (LQ)	259,00	7,50
	RQ17	649442	4181789	1,50	0,60	0,02	3,90	<0,10 (LQ)	208,00	63,00

	RQ18	649531	4181987	1,80	0,90	0,26	4,00	<0,10 (LQ)	192,00	60,00
	RQ19	649316	4182141	1,80	0,60	0,10	5,20	<0,10 (LQ)	411,00	201,00
	RQ20	649543	4182018	0,70	0,40	0,02	1,30	<0,10 (LQ)	173,00	78,00
	RQ21	649947	4182039	1,50	0,60	0,10	4,10	<0,10 (LQ)	171,00	84,00
	RQ23	650041	4182215	0,50	0,20	0,05	1,50	<0,10 (LQ)	422,00	222,00
	RQ25	650181	4181855	1,50	0,70	0,19	3,30	<0,10 (LQ)	363,00	159,00
	RQ26	650549	4181205	0,90	0,60	0,02	1,20	<0,10 (LQ)	108,00	37,80
	RQ27	649144	4179362	2,60	1,60	0,08	4,20	<0,10 (LQ)	254,00	185,00
	RQ28	649193	4179725	3,00	0,20	0,02	13,10	<0,10 (LQ)	310,00	480,00
	RQ29	649858	4180125	1,70	0,90	0,02	3,40	<0,10 (LQ)	172,00	66,00
	RQ30	649129	4179017	1,90	1,00	0,02	4,20	<0,10 (LQ)	276,00	101,00
	RQ31	649556	4178556	1,30	0,60	0,02	3,30	<0,10 (LQ)	149,00	137,00
	RQ32	649102	4178896	0,70	0,70	0,04	0,15	<0,10 (LQ)	309,00	74,00
	RQ34	649678	4178523	1,60	0,90	0,02	3,20	<0,10 (LQ)	133,00	156,00
	RQ35	649844	4178012	1,40	0,70	0,04	3,30	<0,10 (LQ)	289,00	57,00
	RQ36	649966	4177817	1,40	0,60	0,02	3,70	<0,10 (LQ)	210,00	111,00
	Máximo			27,00	27,00	35,00	13,10	-----	13379,00	7400,00
	Mínimo			0,40	0,20	0,02	0,15	-----	106,00	7,50
	Média+DP			3,36±6,36	2,65±6,55	2,40±8,41	3,22±2,52	-----	882,63±2241,03	591,81±1529,07
	Mediana			1,50	0,65	0,02	3,30	-----	194,50	143,00
4	RQ2	646356	4182302	4,00	2,10	0,39	6,30	0,25	633,00	900,00
	RQ3	647259	4182876	1,40	0,40	0,04	4,30	<0,10 (LQ)	113,00	123,00
	RQ4	648872	4183300	1,20	0,50	0,02	3,20	<0,10 (LQ)	123,00	236,00
	RQ5	648930	4183288	0,80	0,30	0,02	2,30	<0,10 (LQ)	79,00	138,00
	RQ6	649250	4183056	1,00	0,50	0,02	2,30	<0,10 (LQ)	106,00	175,00
	RQ7	646345	4182671	4,00	4,00	0,02	0,15	<0,10 (LQ)	1039,00	820,00
	RQ8	649088	4183132	1,50	0,80	0,02	2,90	<0,10 (LQ)	118,00	190,00
	RQ9	647306	4181857	2,00	0,80	0,06	5,40	<0,10 (LQ)	253,00	65,00

RQ10	648039	4181570	1,60	0,90	0,34	3,30	<0,10 (LQ)	232,00	7,50
RQ11	647790	4181161	0,90	0,90	0,02	0,15	<0,10 (LQ)	71,00	19,30
RQ12	648604	4181982	2,20	0,80	0,02	6,10	<0,10 (LQ)	138,00	167,00
RQ13	648436	4182281	2,00	0,20	0,02	7,90	<0,10 (LQ)	119,00	167,00
RQ14	648140	4181628	1,30	1,10	0,02	0,80	<0,10 (LQ)	82,00	24,30
RQ15	648809	4181802	2,80	2,20	0,10	2,60	<0,10 (LQ)	160,00	15,20
RQ16	649102	4181725	1,70	1,30	0,02	1,80	<0,10 (LQ)	196,00	7,50
RQ17	649442	4181789	1,50	1,10	0,02	1,90	<0,10 (LQ)	223,00	21,00
RQ18	649531	4181987	1,70	1,20	0,02	2,40	<0,10 (LQ)	227,00	19,30
RQ19	649316	4182141	3,00	0,70	0,07	10,10	<0,10 (LQ)	96,00	156,00
RQ20	649543	4182018	1,40	0,80	0,23	2,50	<0,10 (LQ)	323,00	15,20
RQ21	649947	4182039	1,40	0,60	0,05	3,40	<0,10 (LQ)	172,00	34,20
RQ23	650041	4182215	1,00	0,40	0,02	2,50	<0,10 (LQ)	98,00	219,00
RQ25	650181	4181855	1,40	0,70	0,02	3,10	<0,10 (LQ)	140,00	51,00
RQ26	650549	4181205	1,60	0,90	0,02	3,20	<0,10 (LQ)	191,00	71,00
RQ27	649144	4179362	1,30	0,50	0,02	3,60	<0,10 (LQ)	113,00	34,20
RQ28	649193	4179725	2,70	0,40	0,02	10,20	<0,10 (LQ)	251,00	430,00
RQ29	649858	4180125	1,00	0,30	0,02	3,20	<0,10 (LQ)	146,00	134,00
RQ30	649129	4179017	1,50	0,50	0,02	4,50	<0,10 (LQ)	151,00	162,00
RQ31	649556	4178556	1,50	0,70	0,04	3,40	<0,10 (LQ)	138,00	97,00
RQ32	649102	4178896	0,60	0,60	0,06	0,15	<0,10 (LQ)	155,00	24,30
RQ34	649678	4178523	1,30	0,50	0,02	3,30	<0,10 (LQ)	137,00	101,00
RQ35	649844	4178012	1,60	0,80	0,04	3,50	<0,10 (LQ)	136,00	85,00
RQ36	649966	4177817	1,70	0,90	0,11	3,50	<0,10 (LQ)	158,00	114,00
Máximo			4,00	4,00	0,39	10,20	-----	1039,00	900,00
Mínimo			0,60	0,20	0,02	0,15	-----	71,00	7,50
Média+DP			1,71±0,80	0,89±0,71	0,06±0,09	3,56±2,38	-----	197,41±181,54	150,72±203,58
Mediana			1,50	0,75	0,02	3,20	-----	143,00	99,00

5	RQ2	646356	4182302	7,00	7,00	0,16	0,15	<0,10 (LQ)	1010,00	399,00
	RQ3	647259	4182876	0,70	0,10	0,02	3,20	<0,10 (LQ)	43,00	24,70
	RQ4	648872	4183300	0,70	0,10	0,02	3,10	<0,10 (LQ)	153,00	221,00
	RQ5	648930	4183288	0,40	0,10	0,02	1,90	<0,10 (LQ)	77,00	134,00
	RQ6	649250	4183056	0,70	0,10	0,02	2,90	<0,10 (LQ)	118,00	152,00
	RQ7	646345	4182671	0,50	0,50	0,70	0,15	<0,10 (LQ)	317,00	53,00
	RQ8	649088	4183132	0,60	0,10	0,02	2,60	<0,10 (LQ)	89,00	148,00
	RQ9	647306	4181857	1,10	0,10	0,02	4,90	<0,10 (LQ)	82,00	29,60
	RQ10	648039	4181570	1,20	0,40	0,51	3,90	<0,10 (LQ)	79,00	7,50
	RQ11	647790	4181161	0,30	0,30	0,02	0,15	<0,10 (LQ)	42,00	29,60
	RQ12	648604	4181982	1,90	0,40	0,02	6,60	<0,10 (LQ)	151,00	165,00
	RQ13	648436	4182281	0,80	0,10	0,02	3,50	<0,10 (LQ)	128,00	197,00
	RQ14	648140	4181628	0,15	0,10	0,12	0,49	<0,10 (LQ)	85,00	35,50
	RQ15	648809	4181802	0,90	0,10	0,16	4,00	<0,10 (LQ)	145,00	66,00
	RQ16	649102	4181725	0,80	0,10	0,02	3,50	<0,10 (LQ)	175,00	82,00
	RQ17	649442	4181789	0,70	0,10	0,02	3,00	<0,10 (LQ)	153,00	245,00
	RQ18	649531	4181987	0,70	0,10	0,02	3,30	<0,10 (LQ)	181,00	52,00
	RQ19	649316	4182141	2,50	0,10	0,11	11,00	<0,10 (LQ)	95,00	97,00
	RQ20	649543	4182018	0,70	0,10	0,16	2,90	<0,10 (LQ)	1882,00	50,00
	RQ21	649947	4182039	0,80	0,10	0,05	3,50	<0,10 (LQ)	152,00	40,10
	RQ23	650041	4182215	0,40	0,10	0,02	1,90	<0,10 (LQ)	101,00	129,00
	RQ25	650181	4181855	0,50	0,10	0,02	2,10	<0,10 (LQ)	114,00	50,00
	RQ26	650549	4181205	0,70	0,10	0,10	3,20	<0,10 (LQ)	103,00	86,00
	RQ27	649144	4179362	0,90	0,10	0,02	4,00	<0,10 (LQ)	142,00	116,00
	RQ28	649193	4179725	2,40	0,10	0,02	10,80	<0,10 (LQ)	257,00	339,00
	RQ29	649858	4180125	0,70	0,10	0,04	3,30	<0,10 (LQ)	139,00	100,00
	RQ30	649129	4179017	0,70	0,10	0,02	3,30	<0,10 (LQ)	234,00	152,00
	RQ31	649556	4178556	0,90	0,10	0,05	3,80	<0,10 (LQ)	129,00	87,00

6	RQ32	649102	4178896	0,15	0,10	0,09	0,53	<0,10 (LQ)	183,00	24,70
	RQ34	649678	4178523	0,80	0,10	0,05	3,70	<0,10 (LQ)	155,00	88,00
	RQ35	649844	4178012	0,50	0,10	0,07	2,20	<0,10 (LQ)	140,00	67,00
	RQ36	649966	4177817	0,90	0,10	0,04	3,90	<0,10 (LQ)	84,00	106,00
	Máximo			7,00	7,00	0,70	11,00	-----	1882,00	399,00
	Mínimo			0,15	0,10	0,02	0,15	-----	42,00	7,50
	Média+DP			1,02±1,19	0,35±1,20	0,09±0,14	3,36±2,40	-----	216,81±340,37	111,65±88,68
	Mediana			0,70	0,10	0,02	3,25	-----	139,50	87,50
	RQ2	646356	4182302	1,10	0,10	0,09	3,50	0,96	2337,00	910,00
	RQ3	647259	4182876	0,70	0,10	0,02	3,30	<0,10 (LQ)	139,00	142,00
	RQ4	648872	4183300	0,60	0,10	0,02	2,50	<0,10 (LQ)	141,00	242,00
	RQ5	648930	4183288	0,40	0,10	0,02	1,80	<0,10 (LQ)	90,00	144,00
	RQ6	649250	4183056	0,60	0,10	0,09	2,50	<0,10 (LQ)	129,00	188,00
	RQ7	646345	4182671	0,15	0,10	0,06	0,15	<0,10 (LQ)	786,00	630,00
	RQ8	649088	4183132	0,40	0,10	0,02	1,70	<0,10 (LQ)	130,00	218,00
	RQ9	647306	4181857	0,90	0,10	0,02	3,90	<0,10 (LQ)	73,00	51,00
	RQ10	648039	4181570	1,20	0,50	0,35	3,30	<0,10 (LQ)	199,00	70,00
	RQ11	647790	4181161	0,15	0,10	0,05	0,15	<0,10 (LQ)	44,00	26,20
	RQ12	648604	4181982	1,60	0,10	0,02	7,00	<0,10 (LQ)	166,00	270,00
	RQ13	648436	4182281	1,70	0,10	0,02	7,40	<0,10 (LQ)	149,00	240,00
	RQ14	648140	4181628	0,30	0,10	0,11	1,30	<0,10 (LQ)	121,00	75,00
	RQ15	648809	4181802	1,20	0,10	0,05	5,30	<0,10 (LQ)	187,00	170,00
	RQ16	649102	4181725	1,00	0,10	0,04	4,40	<0,10 (LQ)	202,00	144,00
	RQ17	649442	4181789	0,80	0,10	0,08	3,60	<0,10 (LQ)	210,00	149,00
	RQ18	649531	4181987	0,90	0,10	0,10	4,20	<0,10 (LQ)	232,00	135,00
	RQ19	649316	4182141	2,30	0,10	0,10	10,20	<0,10 (LQ)	126,00	274,00
	RQ20	649543	4182018	0,50	0,10	0,15	2,30	<0,10 (LQ)	1088,00	217,00
	RQ21	649947	4182039	0,50	0,10	0,10	2,30	<0,10 (LQ)	204,00	166,00

	RQ23	650041	4182215	0,90	0,40	0,35	2,00	<0,10 (LQ)	157,00	223,00
	RQ25	650181	4181855	0,80	0,10	0,07	3,70	<0,10 (LQ)	406,00	193,00
	RQ26	650549	4181205	0,50	0,10	0,02	2,10	<0,10 (LQ)	161,00	145,00
	RQ27	649144	4179362	2,00	0,10	0,02	8,70	<0,10 (LQ)	212,00	325,00
	RQ28	649193	4179725	0,80	0,10	0,02	3,40	<0,10 (LQ)	266,00	450,00
	RQ29	649858	4180125	0,70	0,10	0,02	3,20	<0,10 (LQ)	208,00	319,00
	RQ30	649129	4179017	1,50	0,10	0,02	6,50	<0,10 (LQ)	113,00	251,00
	RQ31	649556	4178556	0,90	0,10	0,02	4,00	<0,10 (LQ)	162,00	180,00
	RQ32	649102	4178896	0,15	0,10	0,02	0,15	<0,10 (LQ)	175,00	147,00
	RQ34	649678	4178523	0,90	0,10	0,02	3,90	<0,10 (LQ)	301,00	183,00
	RQ35	649844	4178012	0,70	0,10	0,02	2,90	<0,10 (LQ)	148,00	180,00
	RQ36	649966	4177817	0,90	0,10	0,02	4,00	<0,10 (LQ)	164,00	177,00
	Máximo			2,30	0,50	0,35	10,20	-----	2337,00	910,00
	Mínimo			0,15	0,10	0,02	0,15	-----	44,00	26,20
	Média+DP			0,87±0,51	0,12±0,09	0,07±0,08	3,60±2,29	-----	288,31±418,70	226,07±166,59
	Mediana			0,80	0,10	0,02	3,35	-----	165,00	181,50
7	RQ2	646356	4182302	1,60	1,60	2,01	0,15	<0,10 (LQ)	2224,00	1200,00
	RQ3	647259	4182876	0,80	0,20	0,02	2,80	<0,10 (LQ)	282,00	137,00
	RQ4	648872	4183300	0,80	0,20	0,02	2,80	<0,10 (LQ)	160,00	78,00
	RQ5	648930	4183288	2,00	0,20	0,02	8,00	<0,10 (LQ)	82,00	40,60
	RQ6	649250	4183056	0,70	0,20	0,02	2,10	<0,10 (LQ)	186,00	100,00
	RQ7	646345	4182671	7,00	7,00	1,93	0,15	<0,10 (LQ)	1195,00	430,00
	RQ8	649088	4183132	1,70	1,20	0,02	2,20	<0,10 (LQ)	127,00	45,00
	RQ9	647306	4181857	1,80	0,80	0,02	4,60	<0,10 (LQ)	89,00	47,00
	RQ10	648039	4181570	2,60	2,20	0,36	1,80	<0,10 (LQ)	189,00	39,10
	RQ11	647790	4181161	0,40	0,40	0,02	0,15	<0,10 (LQ)	38,00	31,30
	RQ12	648604	4181982	2,20	0,40	0,02	8,00	<0,10 (LQ)	158,00	82,00
	RQ13	648436	4182281	0,30	0,30	0,02	0,15	<0,10 (LQ)	147,00	32,80

	RQ14	648140	4181628	0,50	0,40	0,04	0,39	<0,10 (LQ)	74,00	73,00
	RQ15	648809	4181802	1,10	0,30	0,02	3,50	<0,10 (LQ)	167,00	89,00
	RQ16	649102	4181725	1,30	0,40	0,02	3,80	<0,10 (LQ)	189,00	94,00
	RQ17	649442	4181789	1,00	0,30	0,02	3,30	<0,10 (LQ)	195,00	114,00
	RQ18	649531	4181987	0,70	0,10	0,10	3,20	<0,10 (LQ)	164,00	131,00
	RQ19	649316	4182141	2,30	0,10	0,09	10,00	<0,10 (LQ)	246,00	222,00
	RQ20	649543	4182018	0,40	0,10	0,04	1,60	<0,10 (LQ)	420,00	226,00
	RQ21	649947	4182039	0,80	0,10	0,02	3,40	<0,10 (LQ)	179,00	116,00
	RQ23	650041	4182215	0,30	0,10	0,02	1,40	<0,10 (LQ)	197,00	57,00
	RQ25	650181	4181855	0,70	0,10	0,02	3,00	<0,10 (LQ)	185,00	148,00
	RQ26	650549	4181205	0,80	0,20	0,02	2,60	<0,10 (LQ)	306,00	96,00
	RQ27	649144	4179362	1,80	1,10	0,02	3,20	<0,10 (LQ)	1005,00	187,00
	RQ28	649193	4179725	4,00	0,20	0,02	16,00	<0,10 (LQ)	284,00	108,00
	RQ29	649858	4180125	0,90	0,20	0,02	3,10	<0,10 (LQ)	483,00	155,00
	RQ30	649129	4179017	0,90	0,10	0,02	3,90	<0,10 (LQ)	160,00	192,00
	RQ31	649556	4178556	0,15	0,10	0,02	0,80	<0,10 (LQ)	142,00	103,00
	RQ32	649102	4178896	0,70	0,50	0,02	0,73	<0,10 (LQ)	174,00	169,00
	RQ34	649678	4178523	0,80	0,50	0,02	1,40	<0,10 (LQ)	129,00	98,00
	RQ35	649844	4178012	1,70	1,00	0,02	3,30	<0,10 (LQ)	131,00	84,00
	RQ36	649966	4177817	2,40	1,50	0,02	3,80	<0,10 (LQ)	139,00	118,00
	Máximo			7,00	7,00	2,01	16,00	-----	2224,00	1200,00
	Mínimo			0,15	0,10	0,02	0,15	-----	38,00	31,30
	Média+DP			1,41±1,30	0,69±1,24	0,16±0,47	3,29±3,21	-----	307,69±419,14	151,34±203,16
	Mediana			0,90	0,30	0,02	2,90	-----	176,50	101,50
Total	Máximo			27,00	27,00	35,00	16,00	0,96	13379,00	7400,00
	Mínimo			0,15	0,10	0,02	0,15	0,14	17,00	7,50
	Média+DP			1,66±2,94	0,94±3,00	0,49±3,55	3,36±2,57	0,41±0,32	360,98±1085,10	260,74±777,56
	Mediana			1,00	0,30	0,02	3,20	0,26	160,00	134,00

ANEXO G

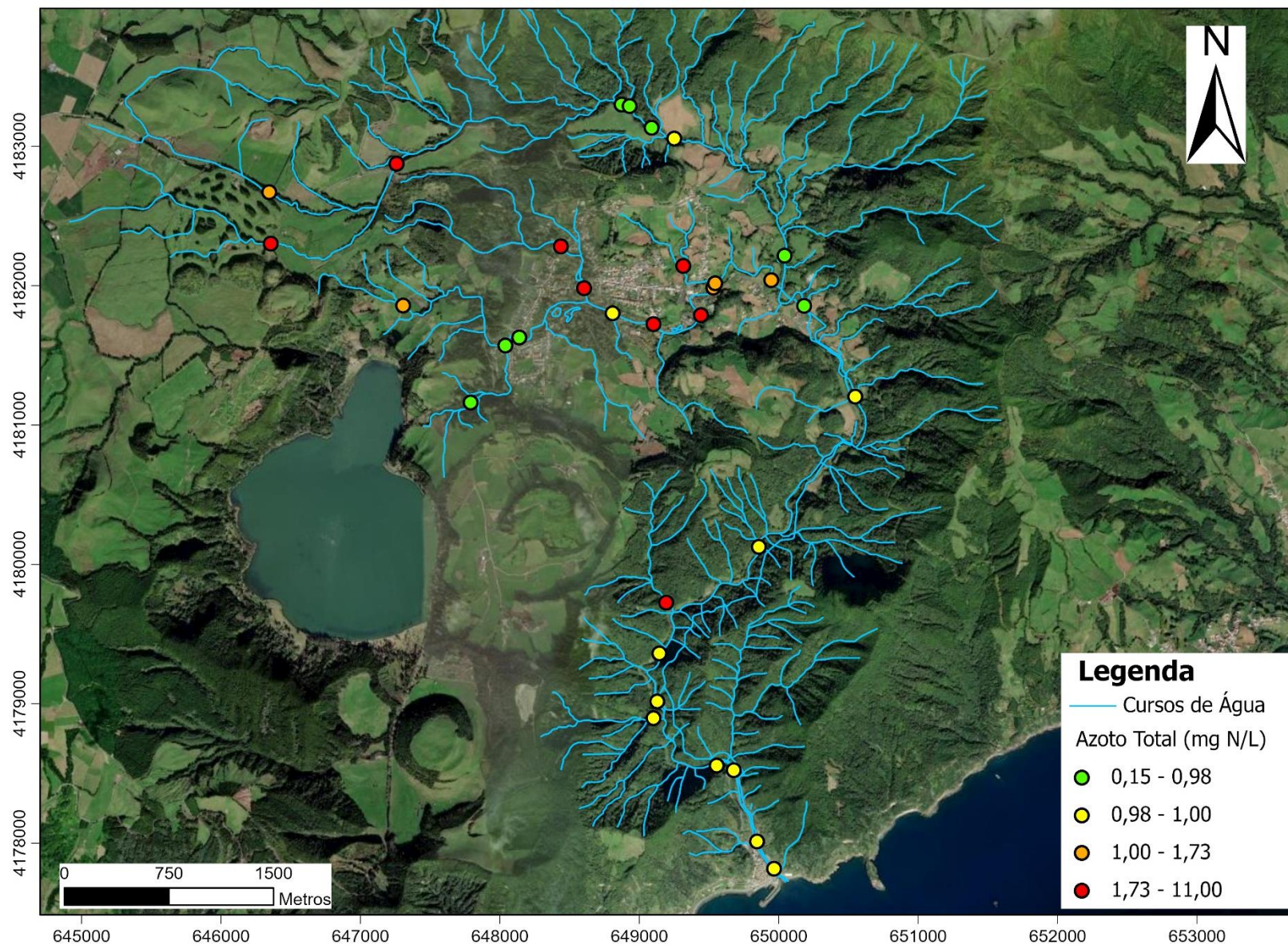


Figura G.1 | Representação espacial dos valores de azoto total na Ribeira Quente - 2.^a campanha de amostragem.

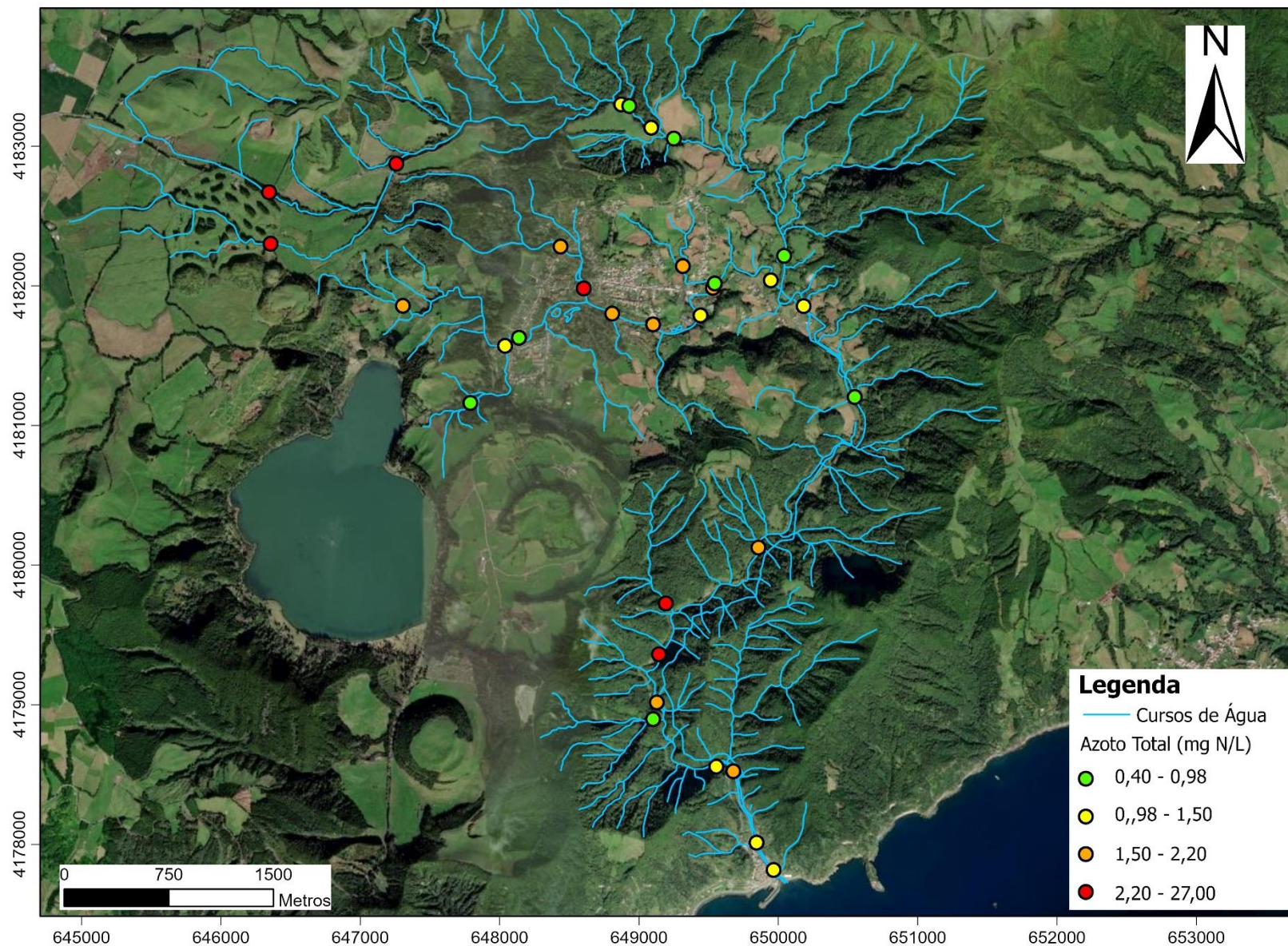


Figura G.2 | Representação espacial dos valores de azoto total na Ribeira Quente - 3.^a campanha de amostragem.

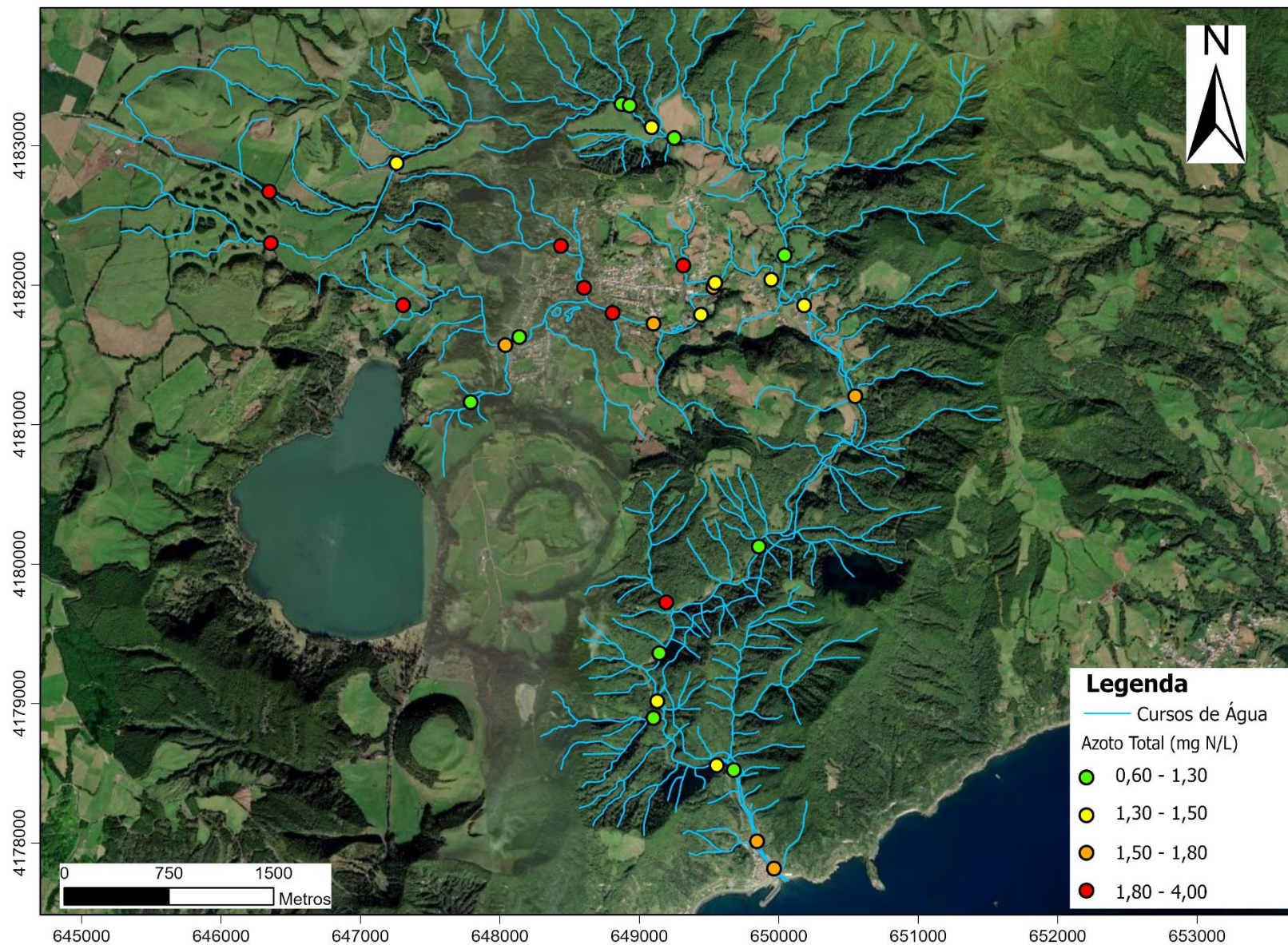


Figura G.3 | Representação espacial dos valores de azoto total na Ribeira Quente - 4.^a campanha de amostragem.

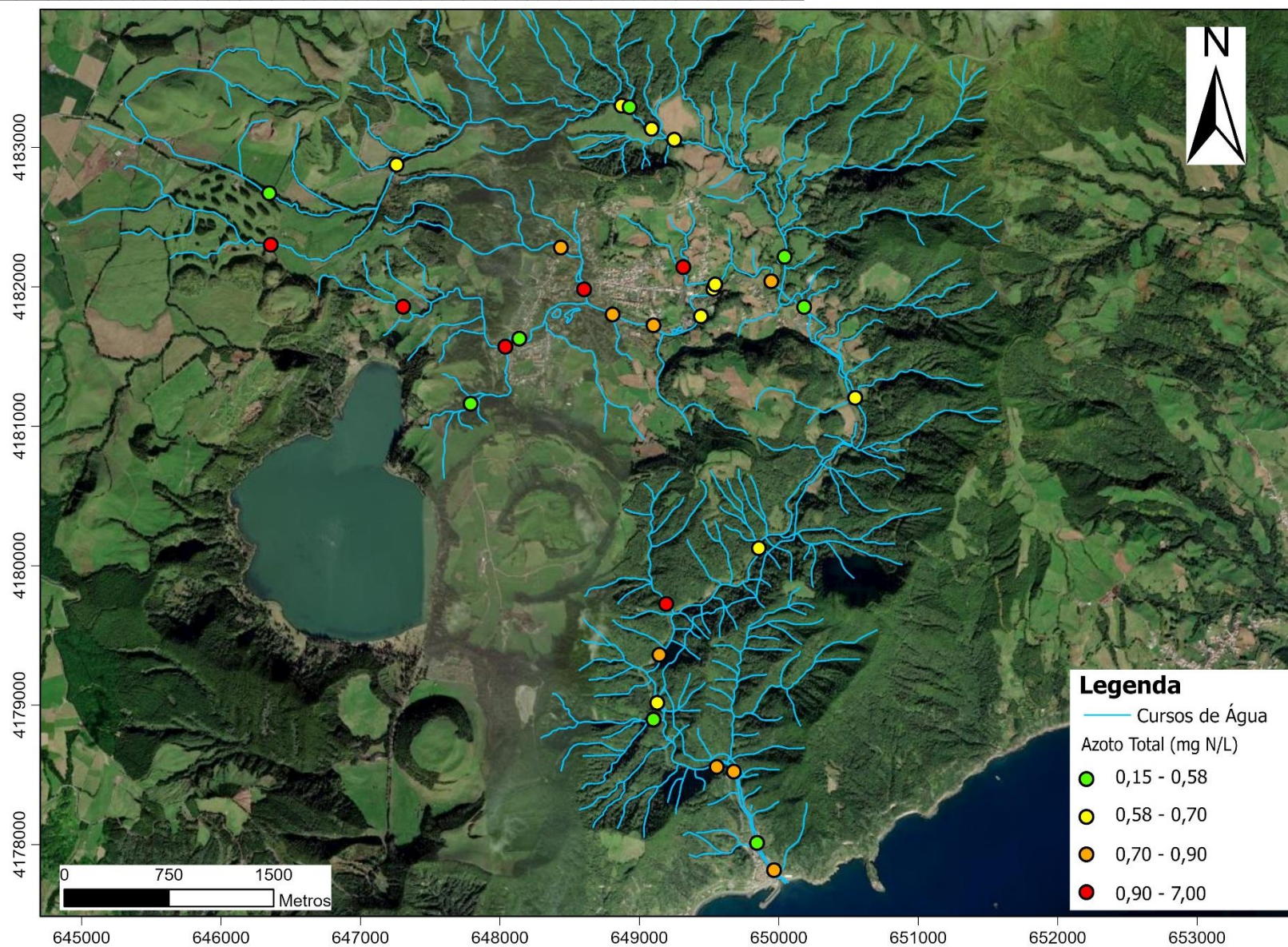


Figura G.4 | Representação espacial dos valores de azoto total na Ribeira Quente - 5.^a campanha de amostragem.

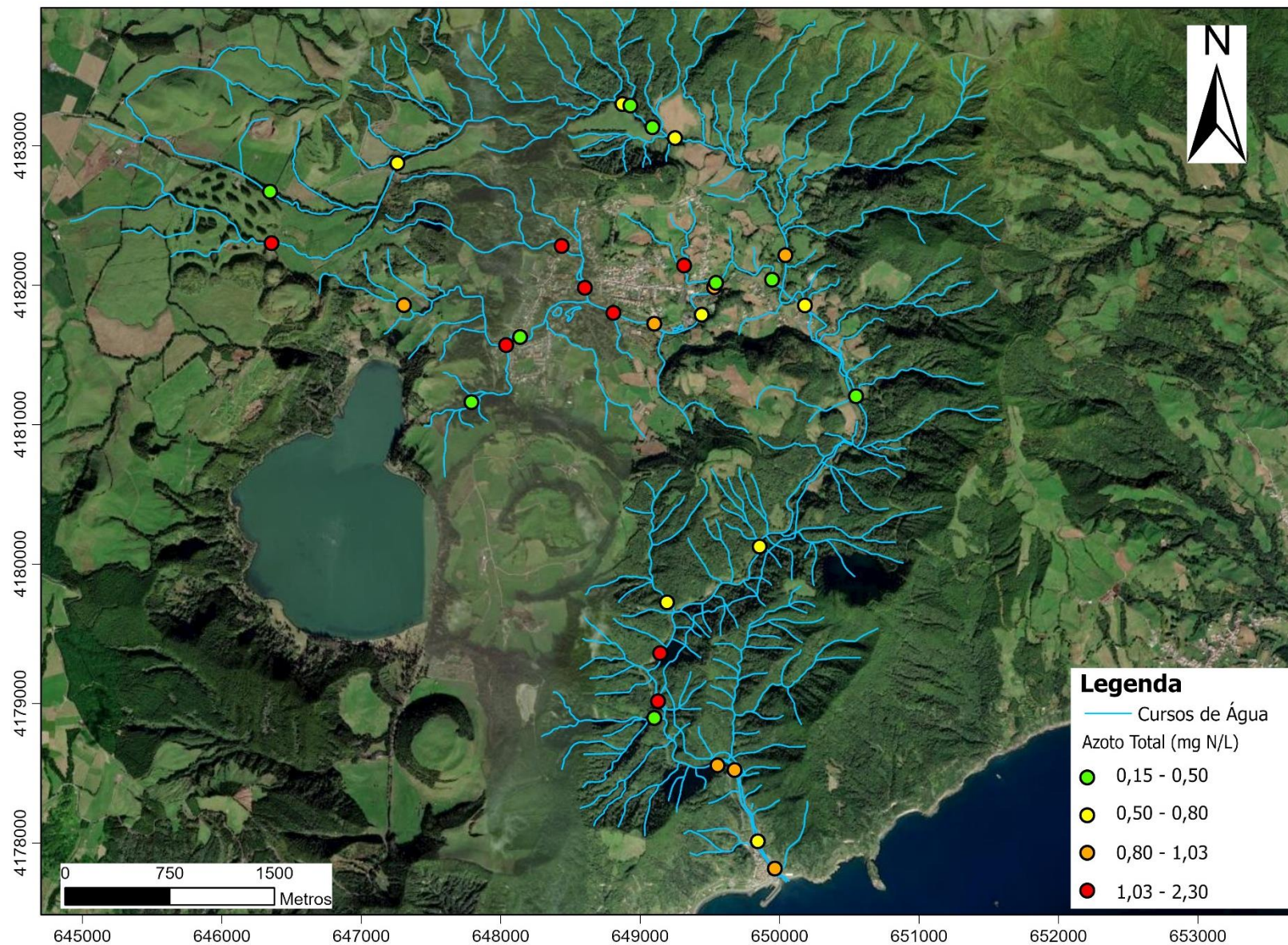


Figura G.5 | Representação espacial dos valores de azoto total na Ribeira Quente - 6.^a campanha de amostragem.

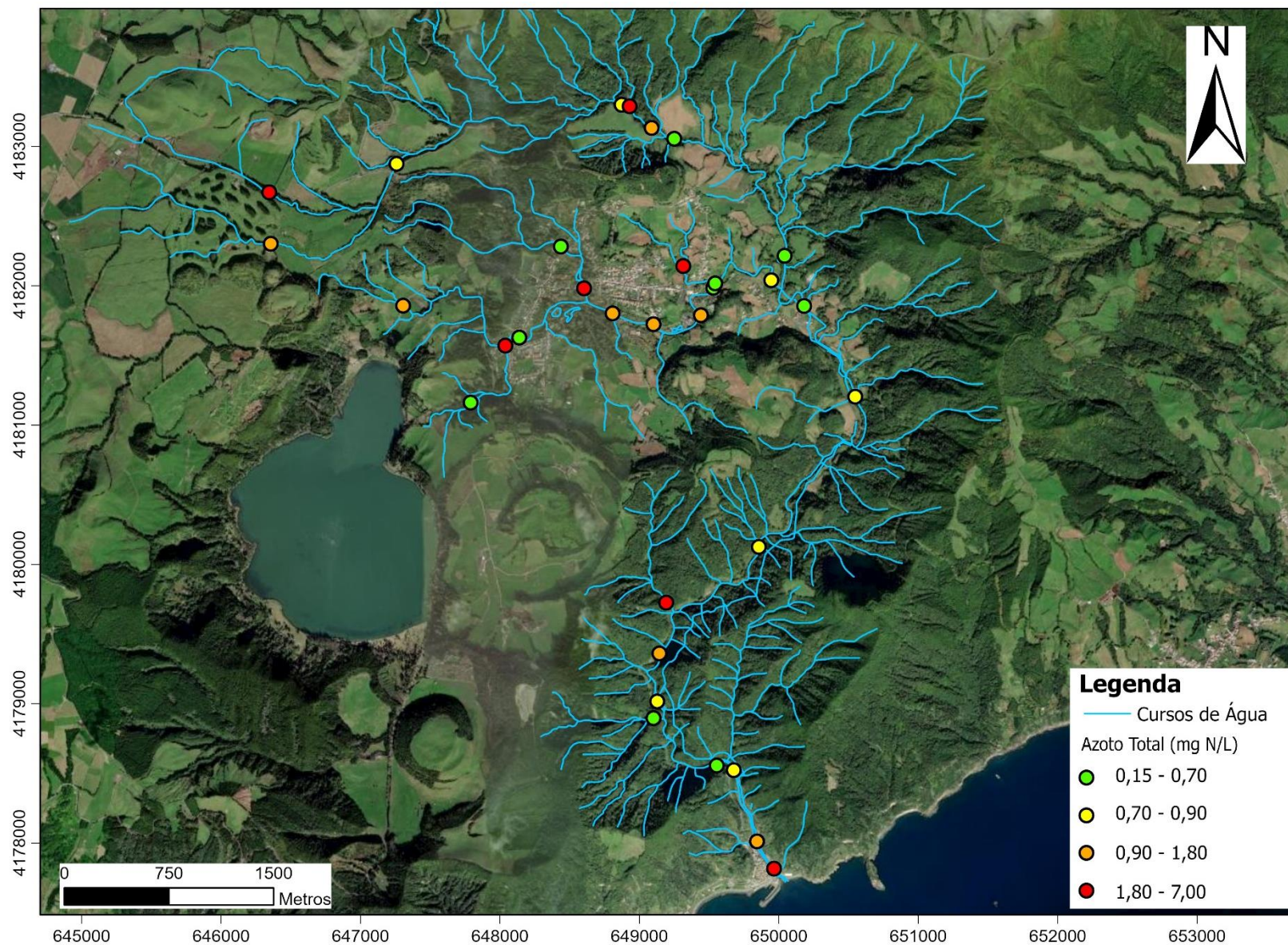


Figura G.6 | Representação espacial dos valores de azoto total na Ribeira Quente - 7.ª campanha de amostragem.

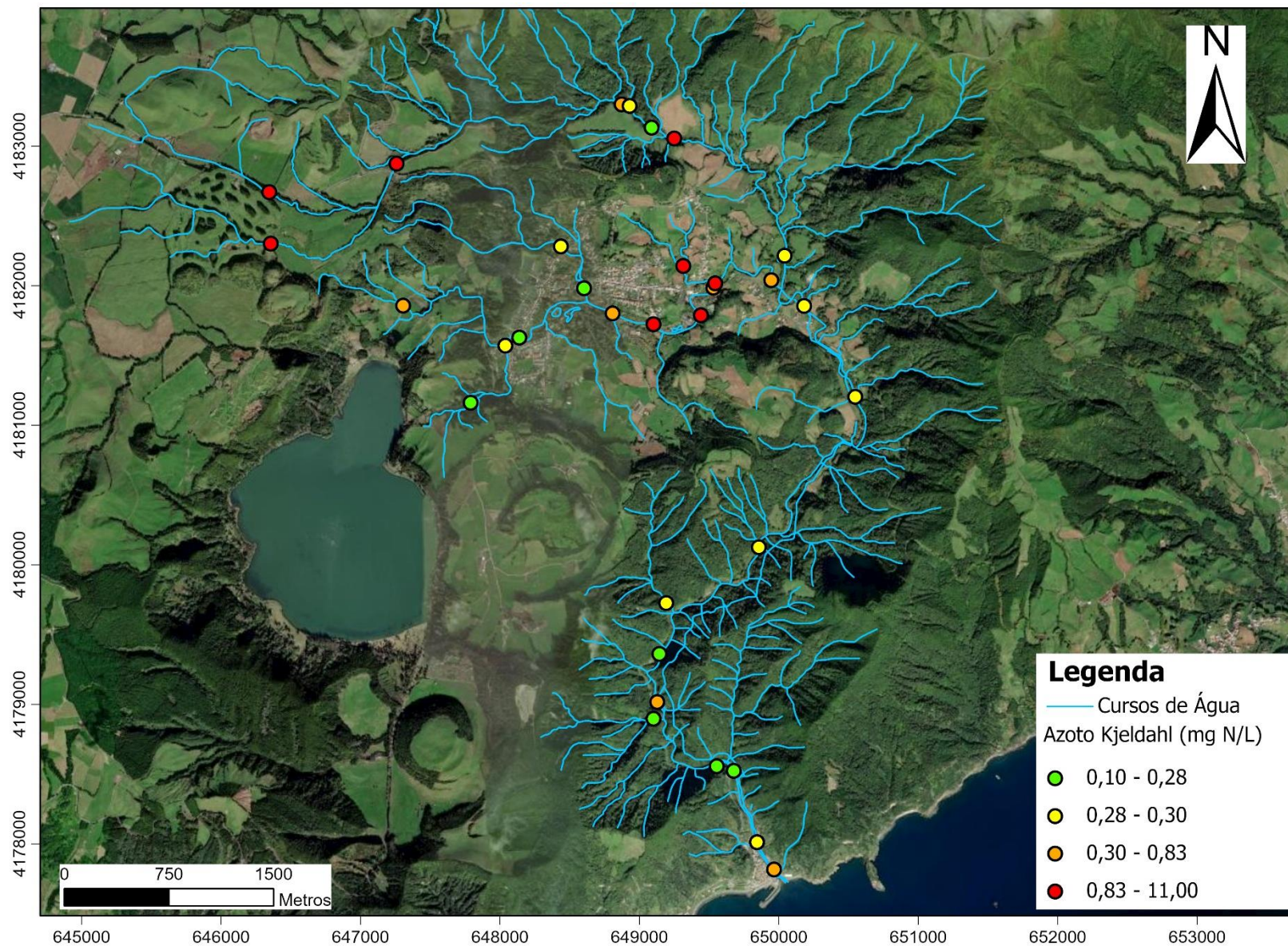


Figura G.7 | Representação espacial dos valores de azoto Kjeldahl na Ribeira Quente - 2.^a campanha de amostragem.

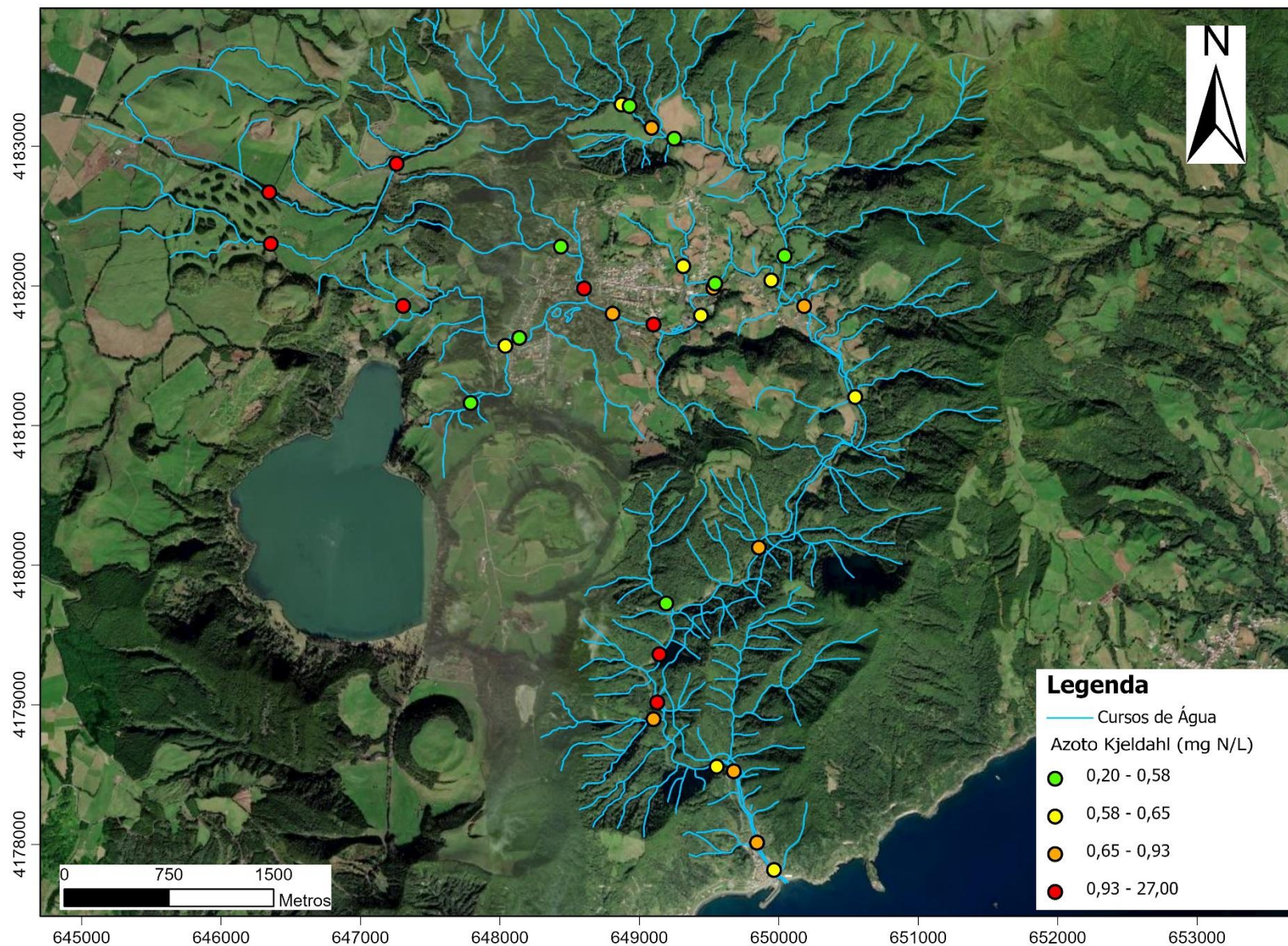


Figura G.8 | Representação espacial dos valores de azoto Kjeldahl na Ribeira Quente - 3.^a campanha de amostragem.

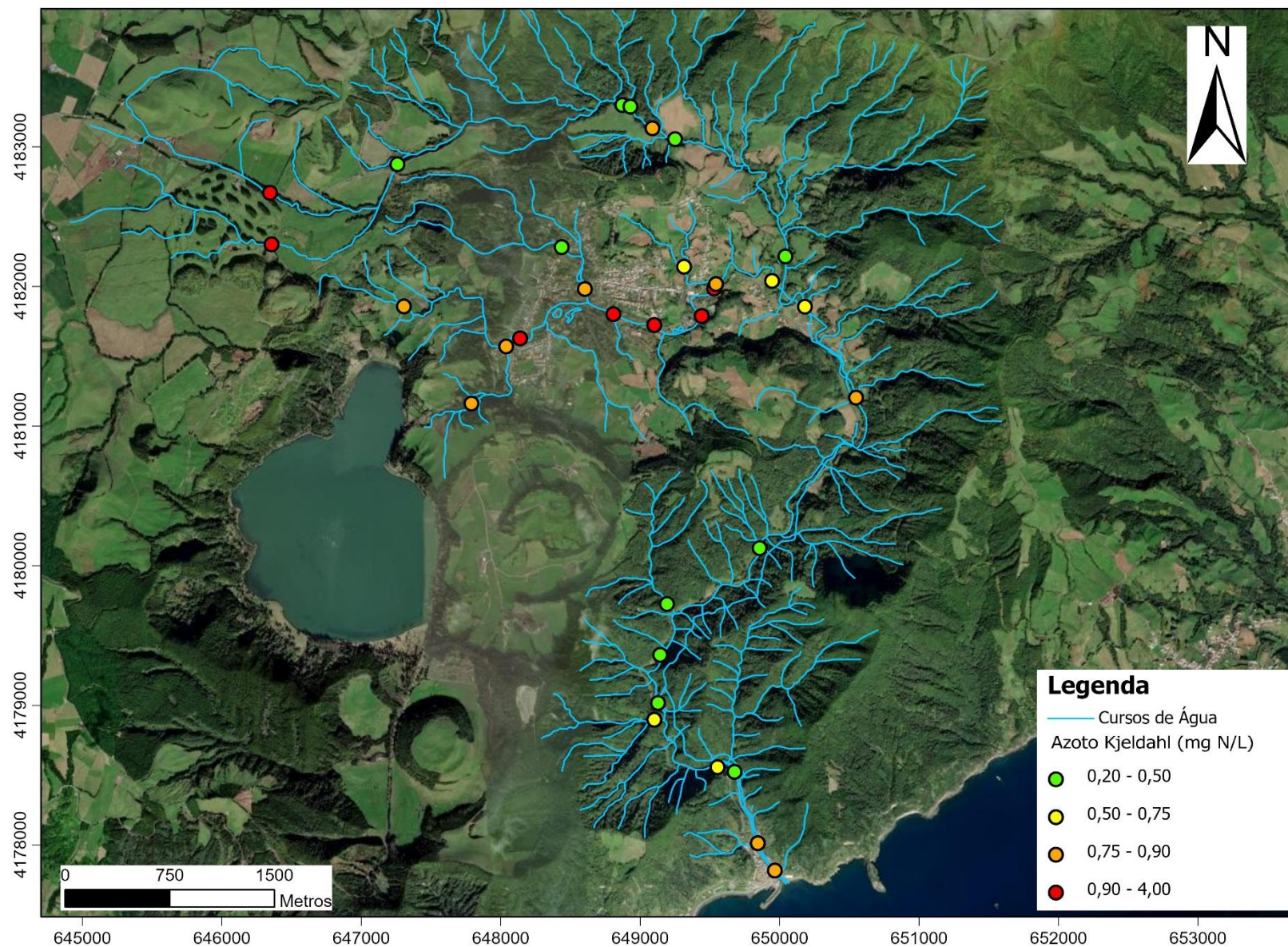


Figura G.9 | Representação espacial dos valores de azoto Kjeldahl na Ribeira Quente - 4.^a campanha de amostragem.

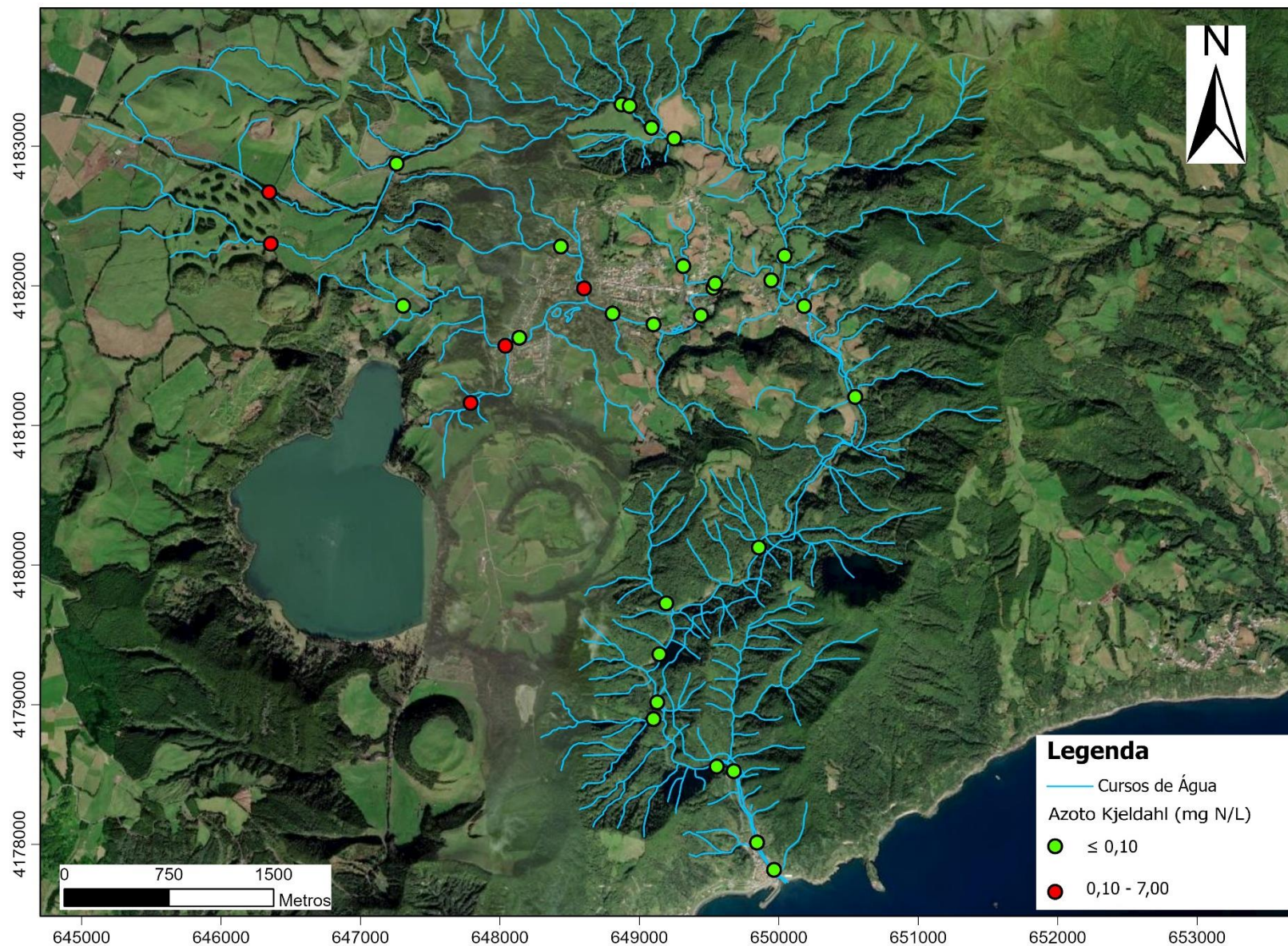


Figura G.10 | Representação espacial dos valores de azoto Kjeldahl na Ribeira Quente - 5.^a campanha de amostragem.

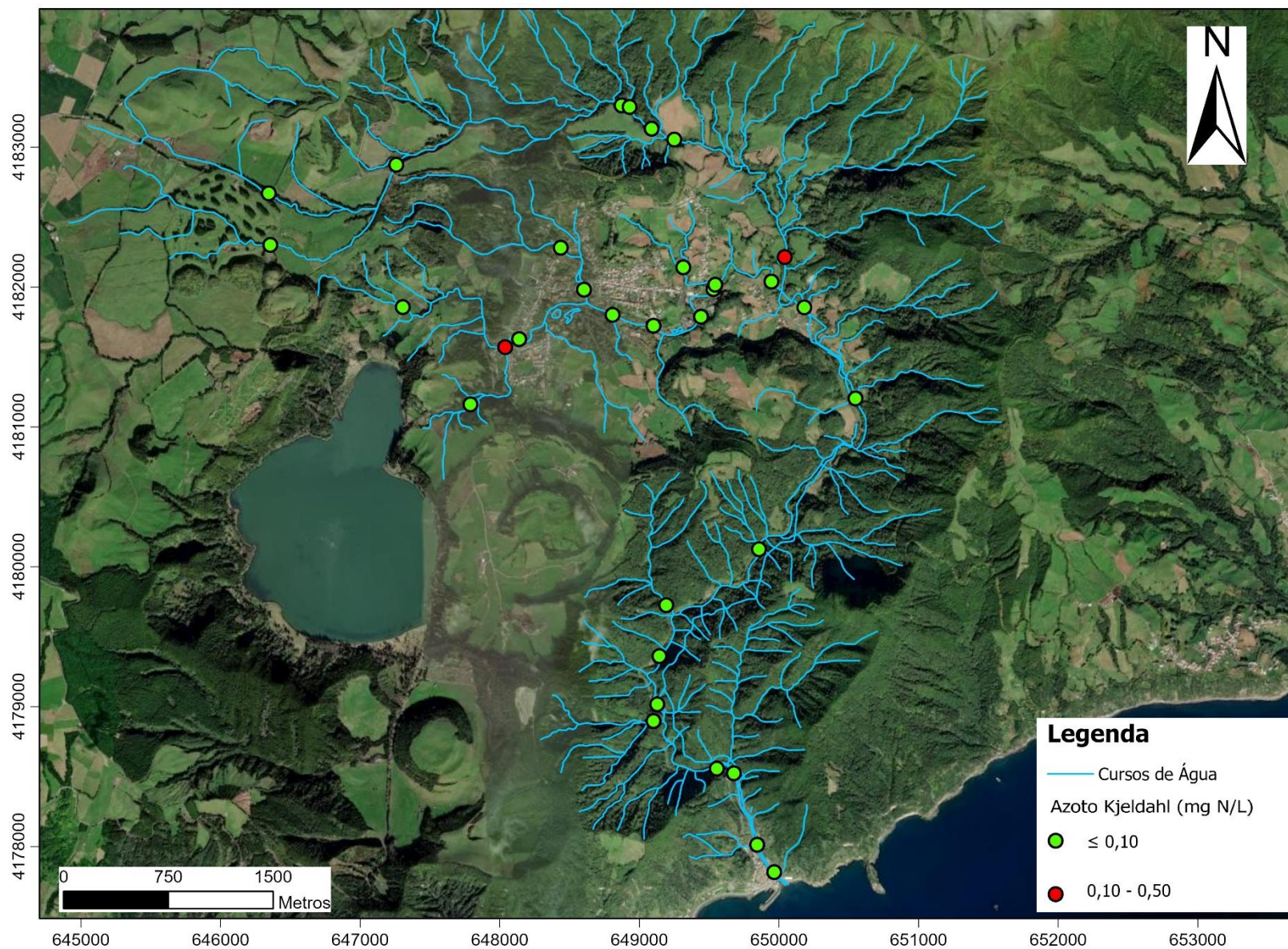


Figura G.11 | Representação espacial dos valores de azoto Kjeldahl na Ribeira Quente - 6.^a campanha de amostragem.

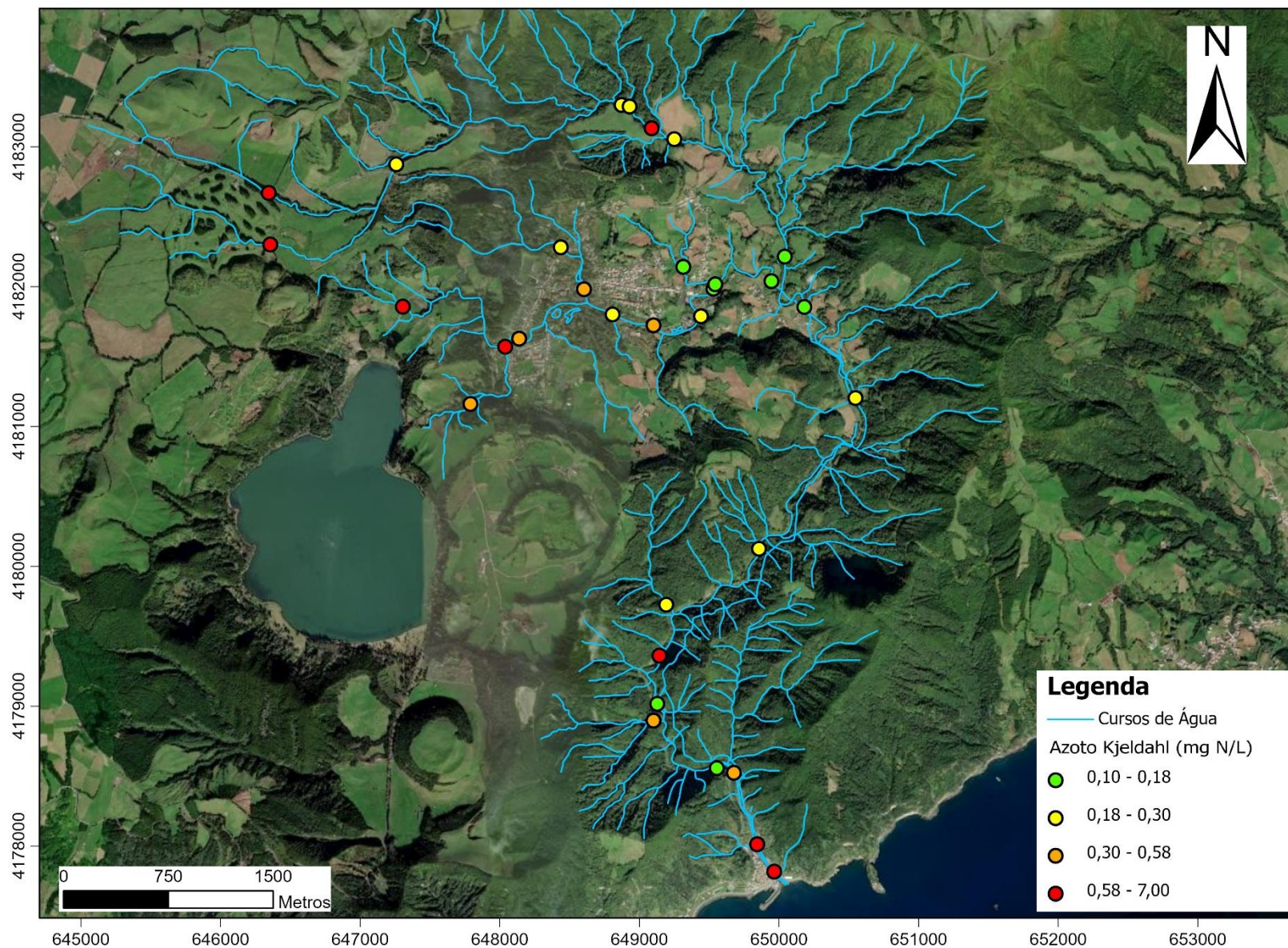


Figura G.12 | Representação espacial dos valores de azoto Kjeldahl na Ribeira Quente - 7.^a campanha de amostragem.

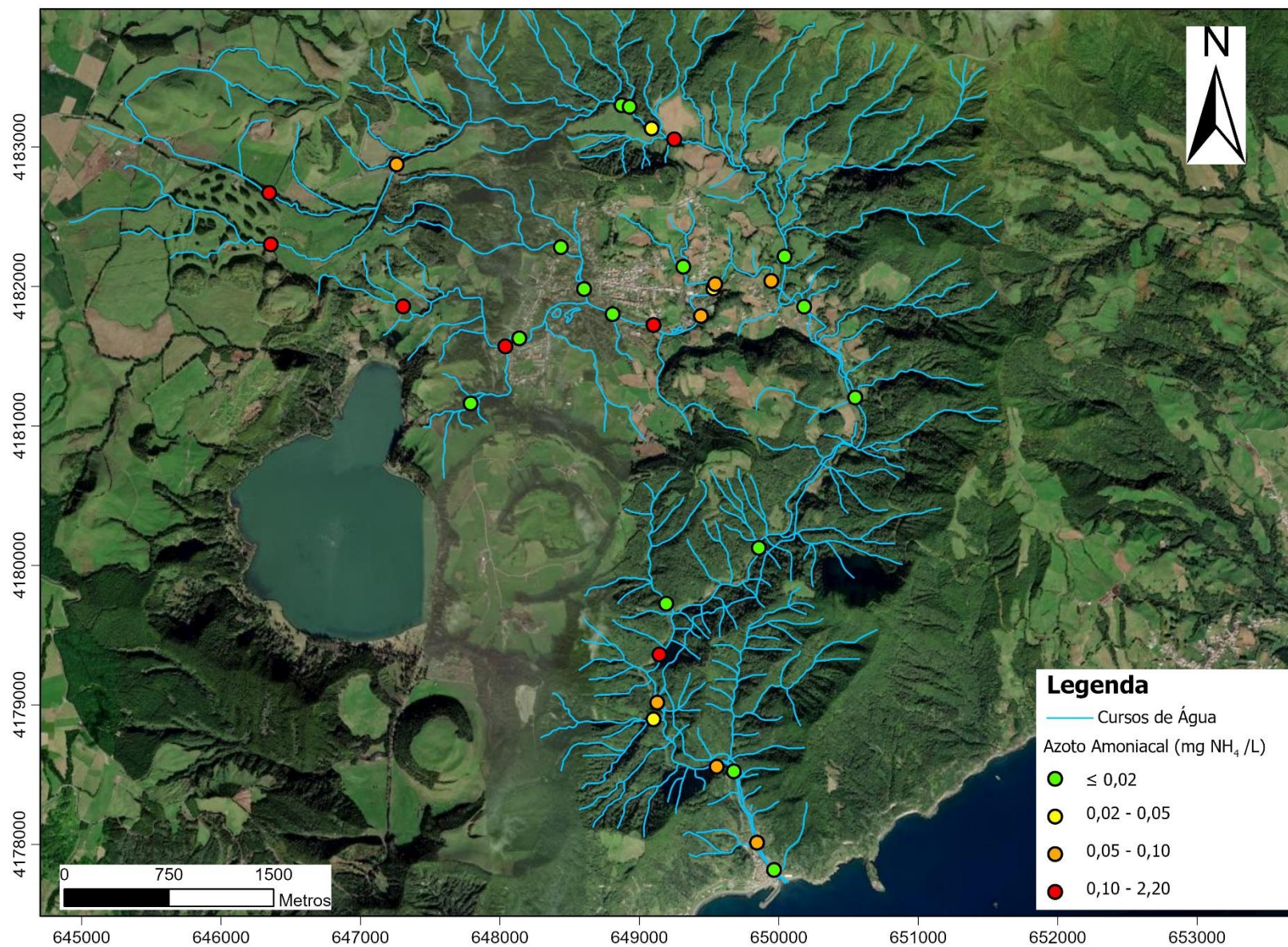


Figura G.13 | Representação espacial dos valores de azoto amoniacal na Ribeira Quente - 2.^a campanha de amostragem.

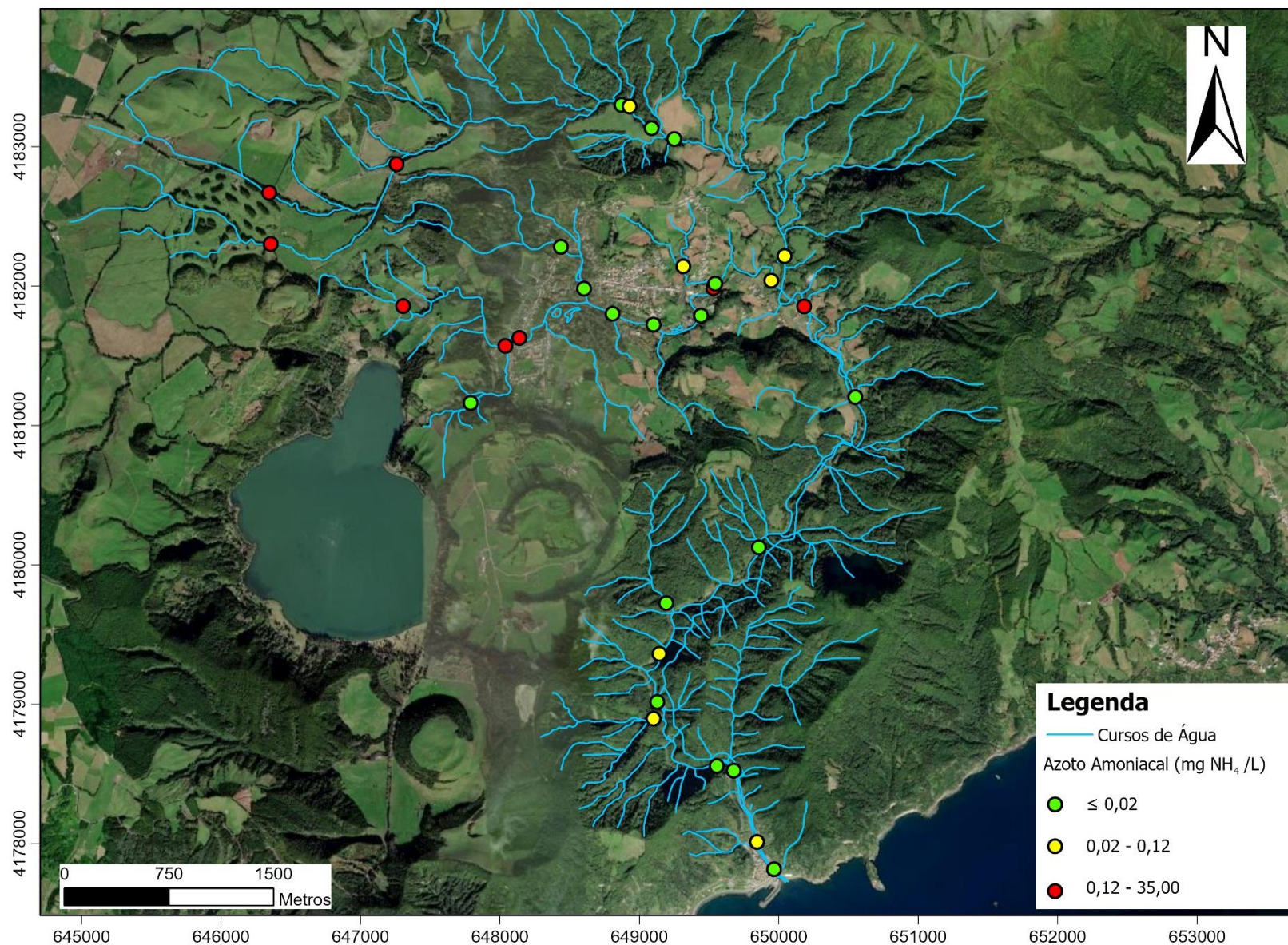


Figura G.14 | Representação espacial dos valores de azoto amoniacal na Ribeira Quente - 3.^a campanha de amostragem.

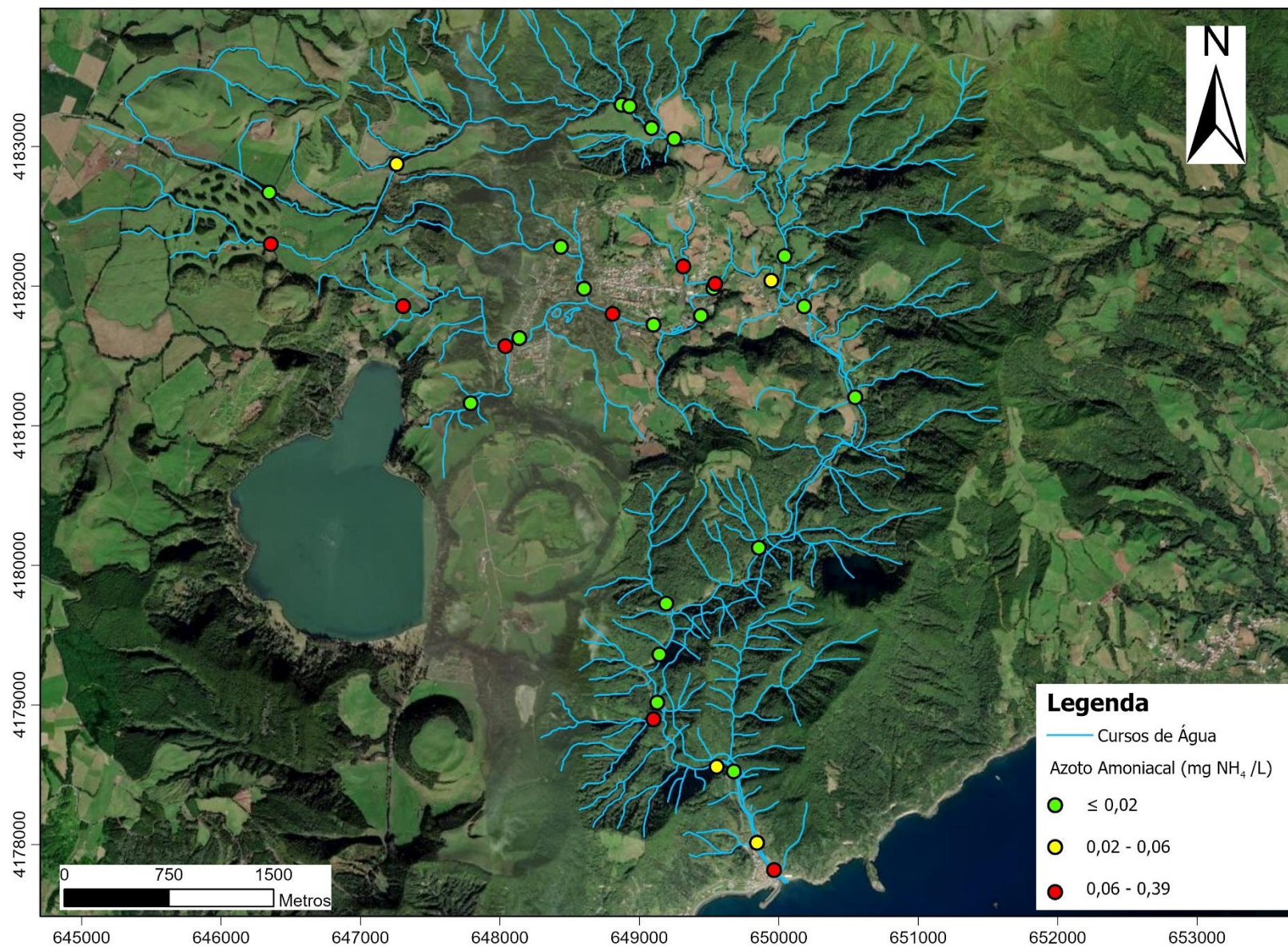


Figura G.15 | Representação espacial dos valores de azoto amoniacal na Ribeira Quente - 4.^a campanha de amostragem.

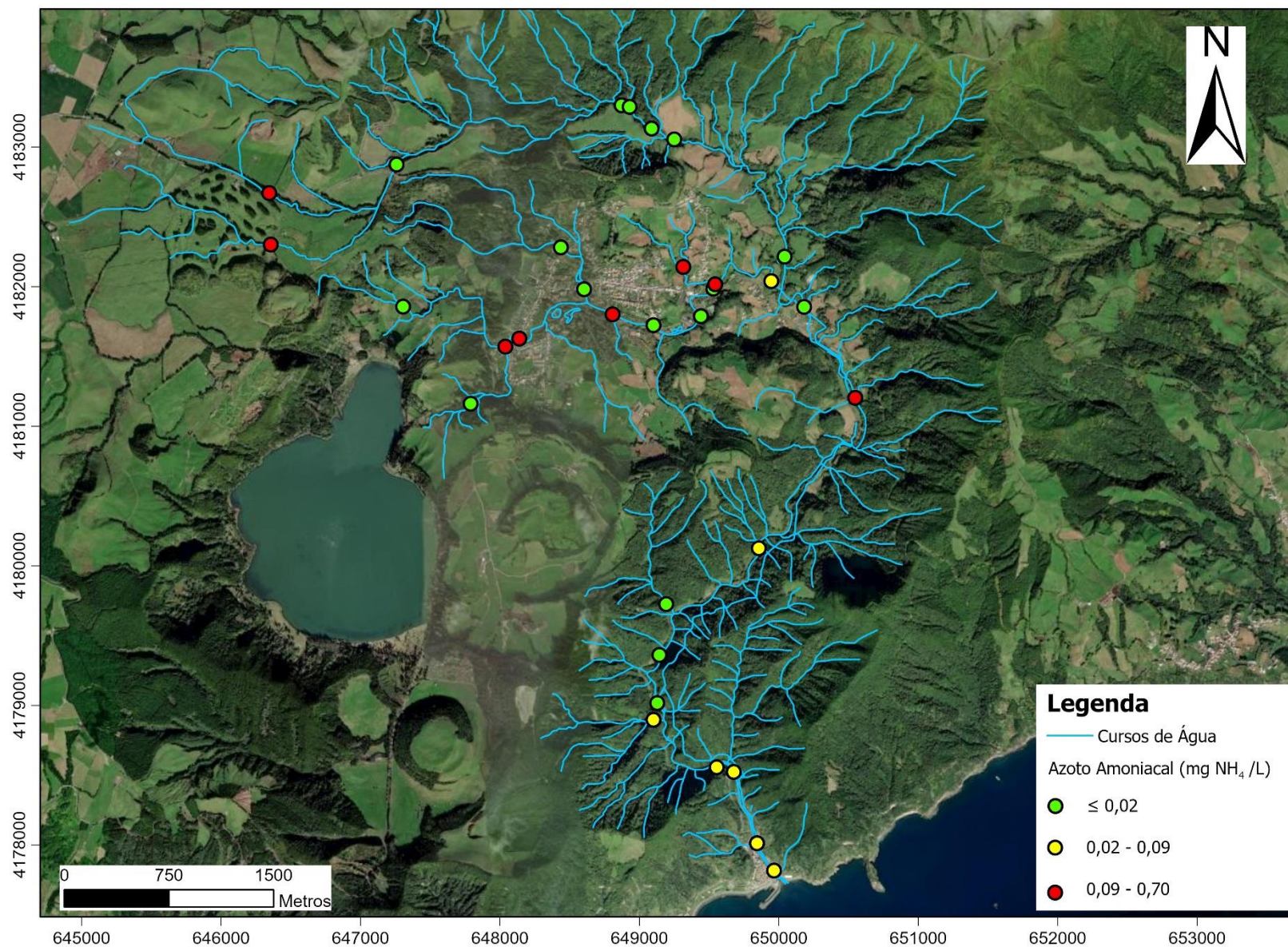


Figura G.16 | Representação espacial dos valores de azoto amoniacal na Ribeira Quente - 5.^a campanha de amostragem.

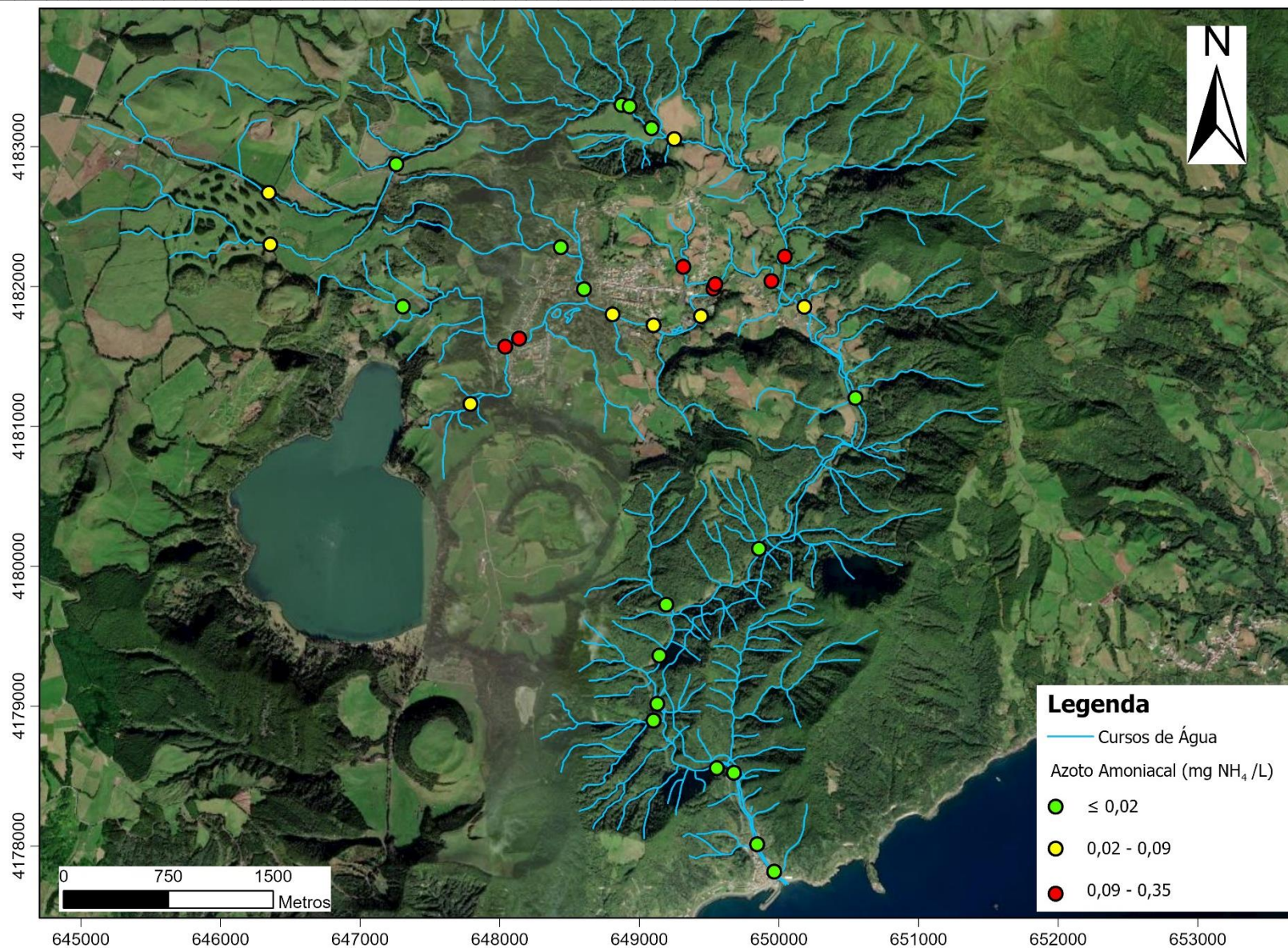


Figura G.17 | Representação espacial dos valores de azoto amoniacal na Ribeira Quente - 6.^a campanha de amostragem.

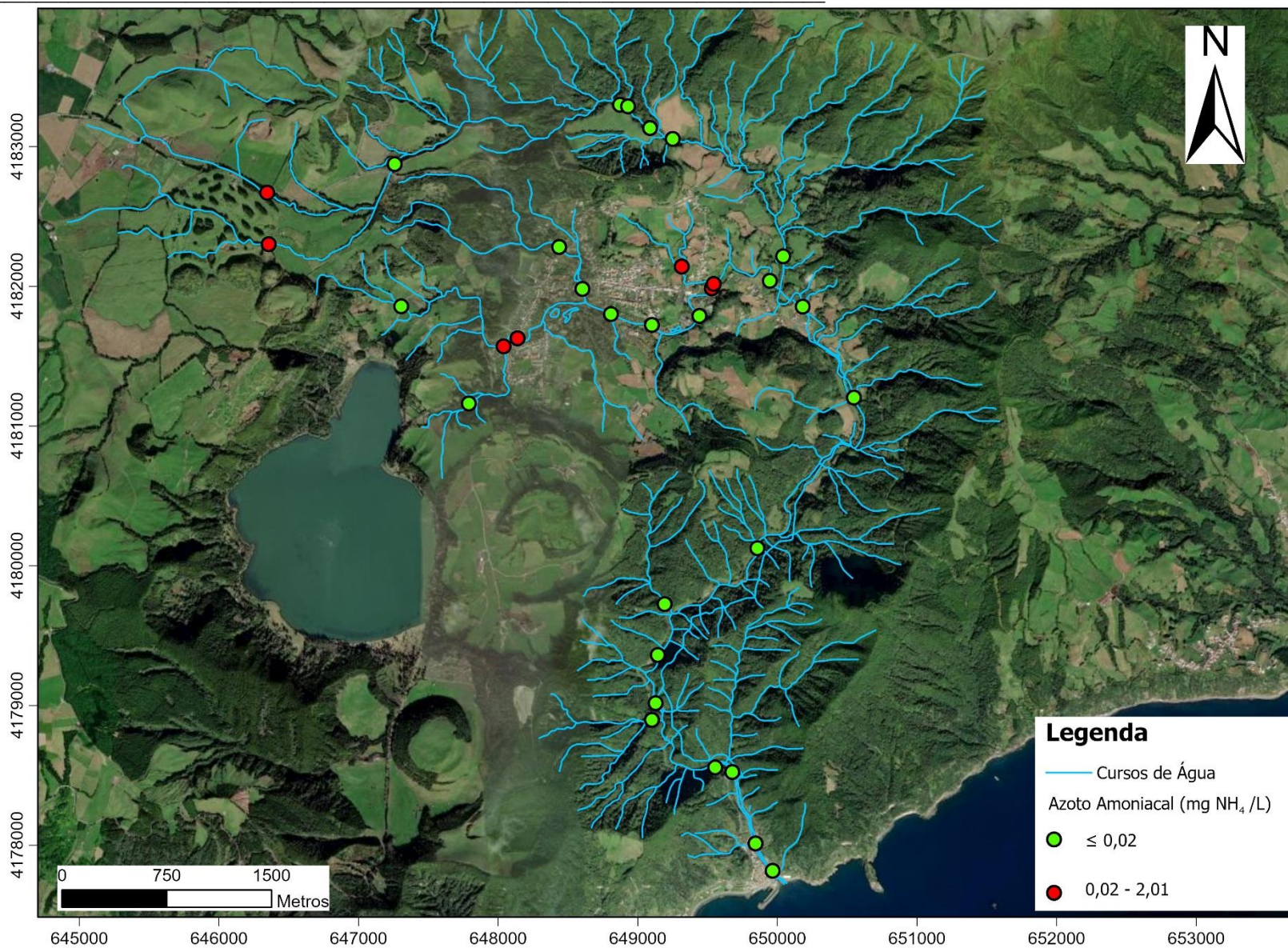


Figura G.18 | Representação espacial dos valores de azoto amoniacal na Ribeira Quente - 7.^a campanha de amostragem.

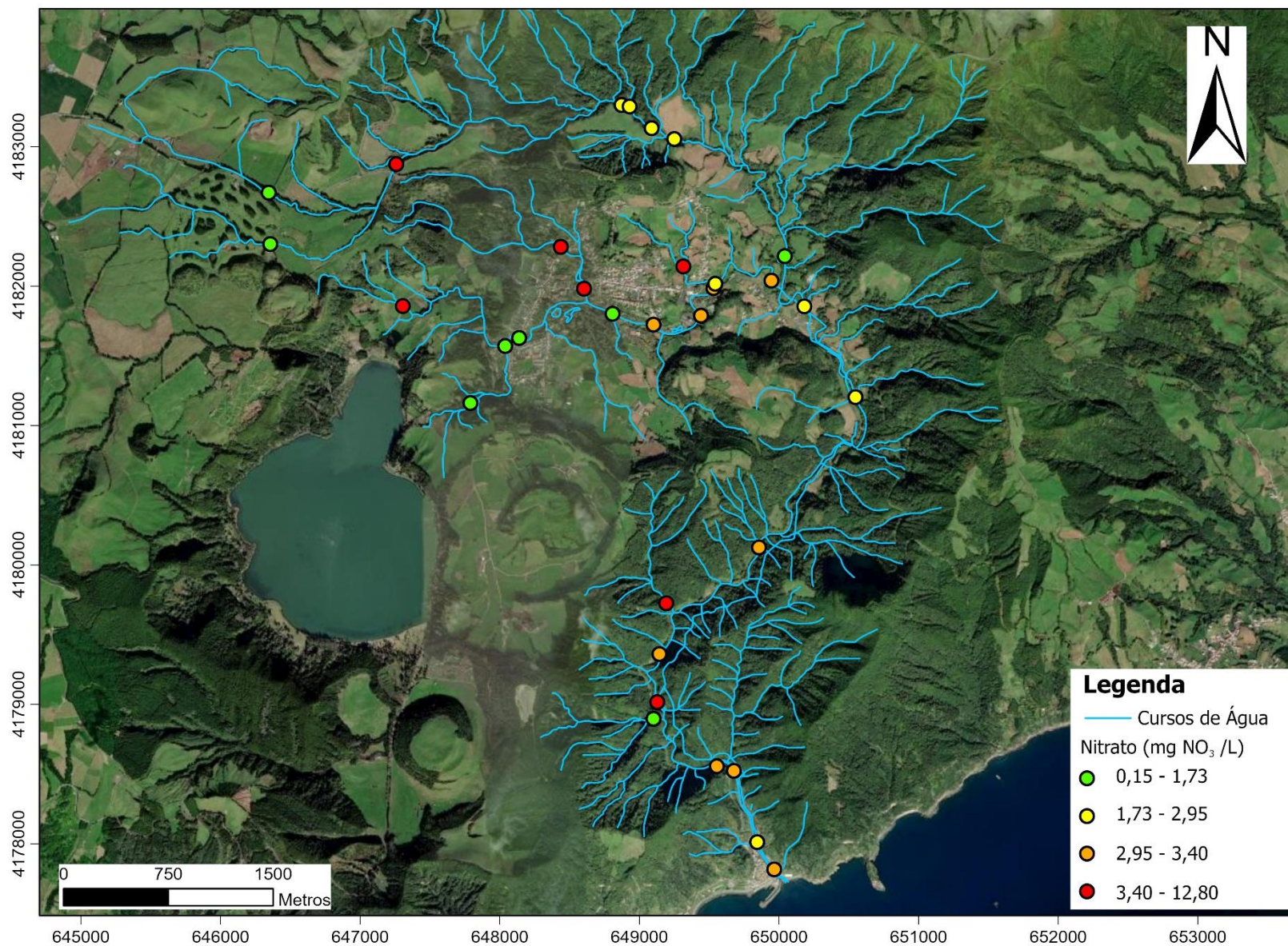


Figura G.19 | Representação espacial dos valores de nitrato na Ribeira Quente - 2.^a campanha de amostragem.

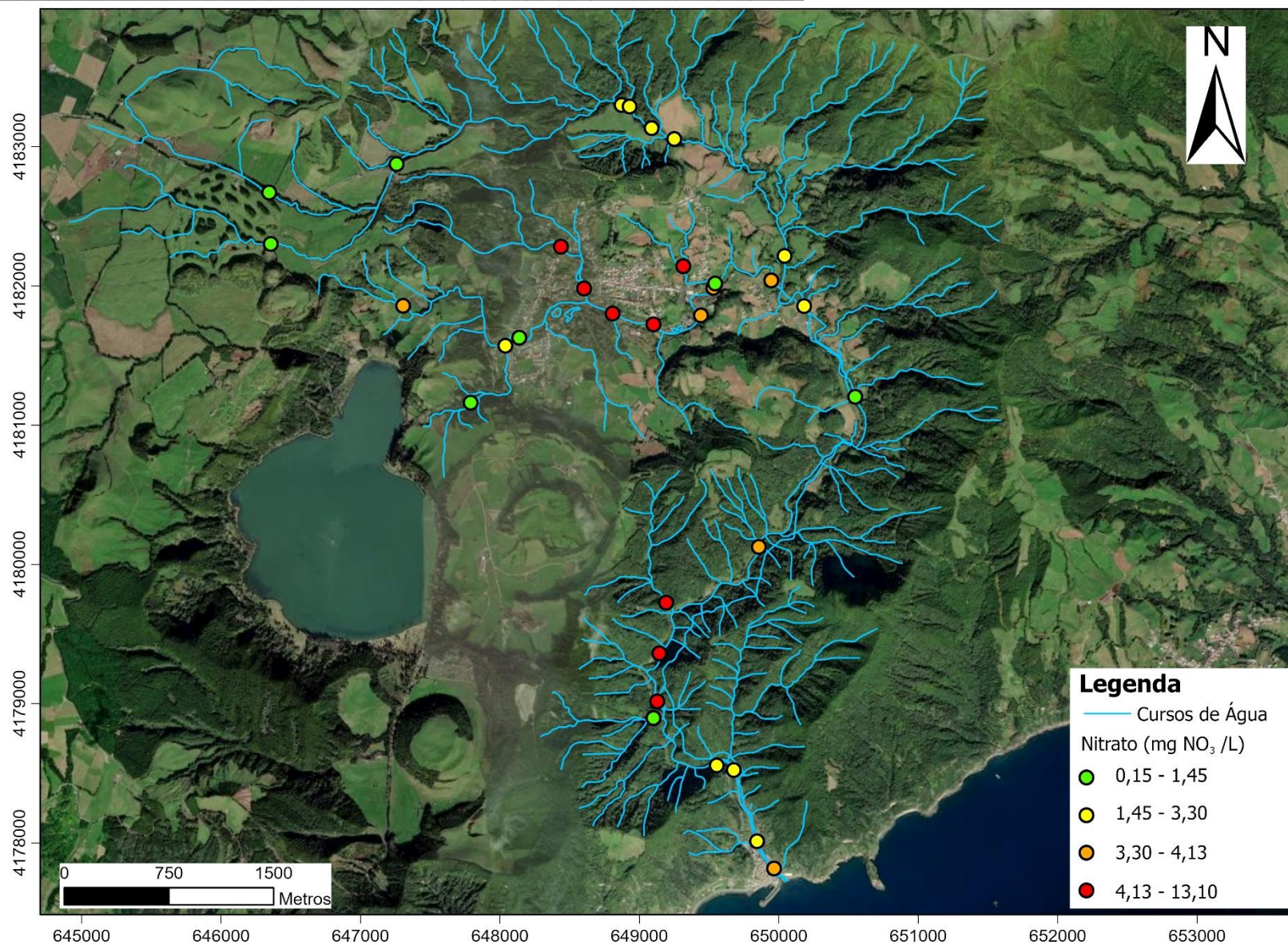


Figura G.20 | Representação espacial dos valores de nitrato na Ribeira Quente - 3.^a campanha de amostragem.

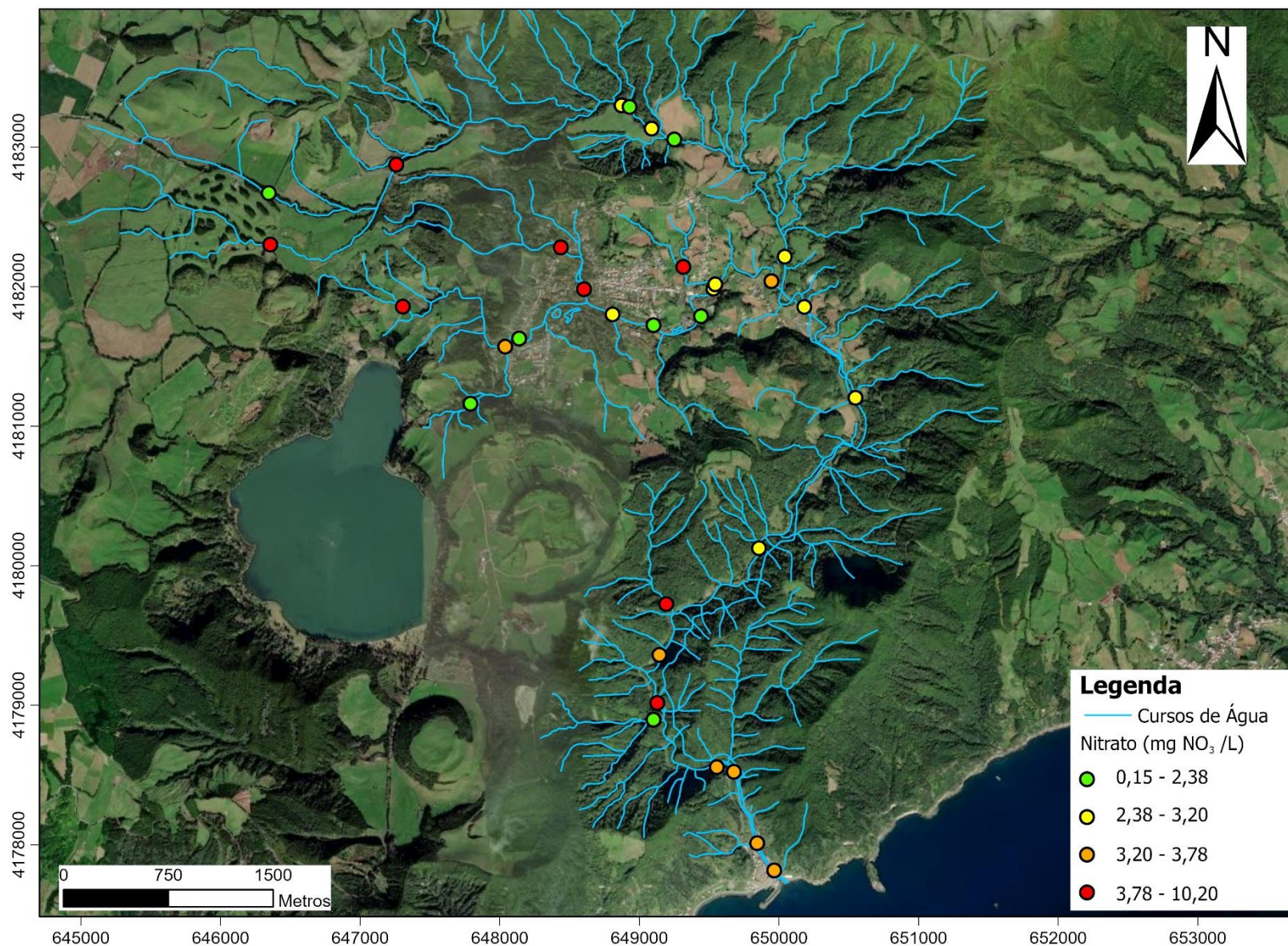


Figura G.21 | Representação espacial dos valores de nitrato na Ribeira Quente - 4.^a campanha de amostragem.

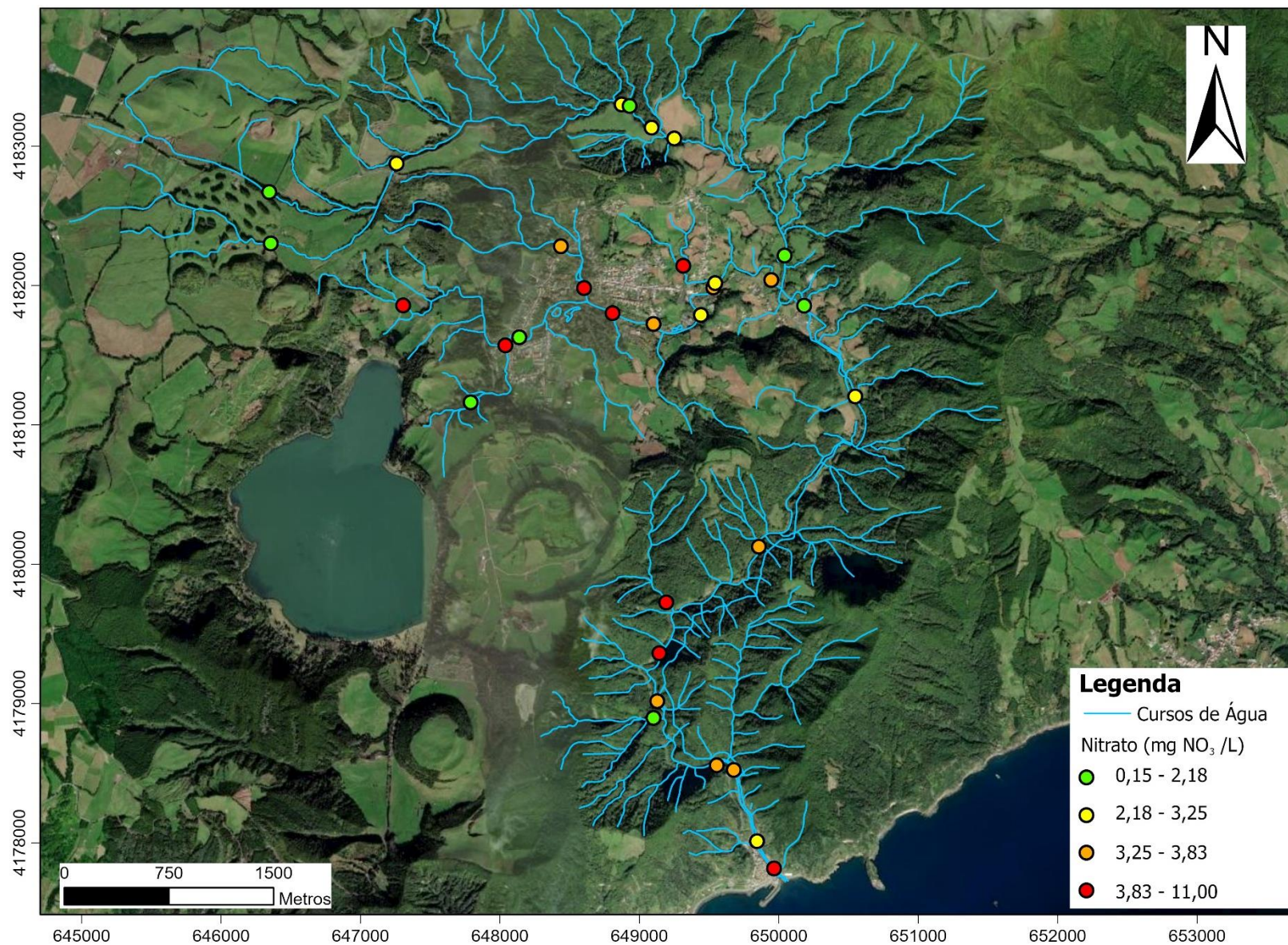


Figura G.22| Representação espacial dos valores de nitrato na Ribeira Quente - 5.^a campanha de amostragem.

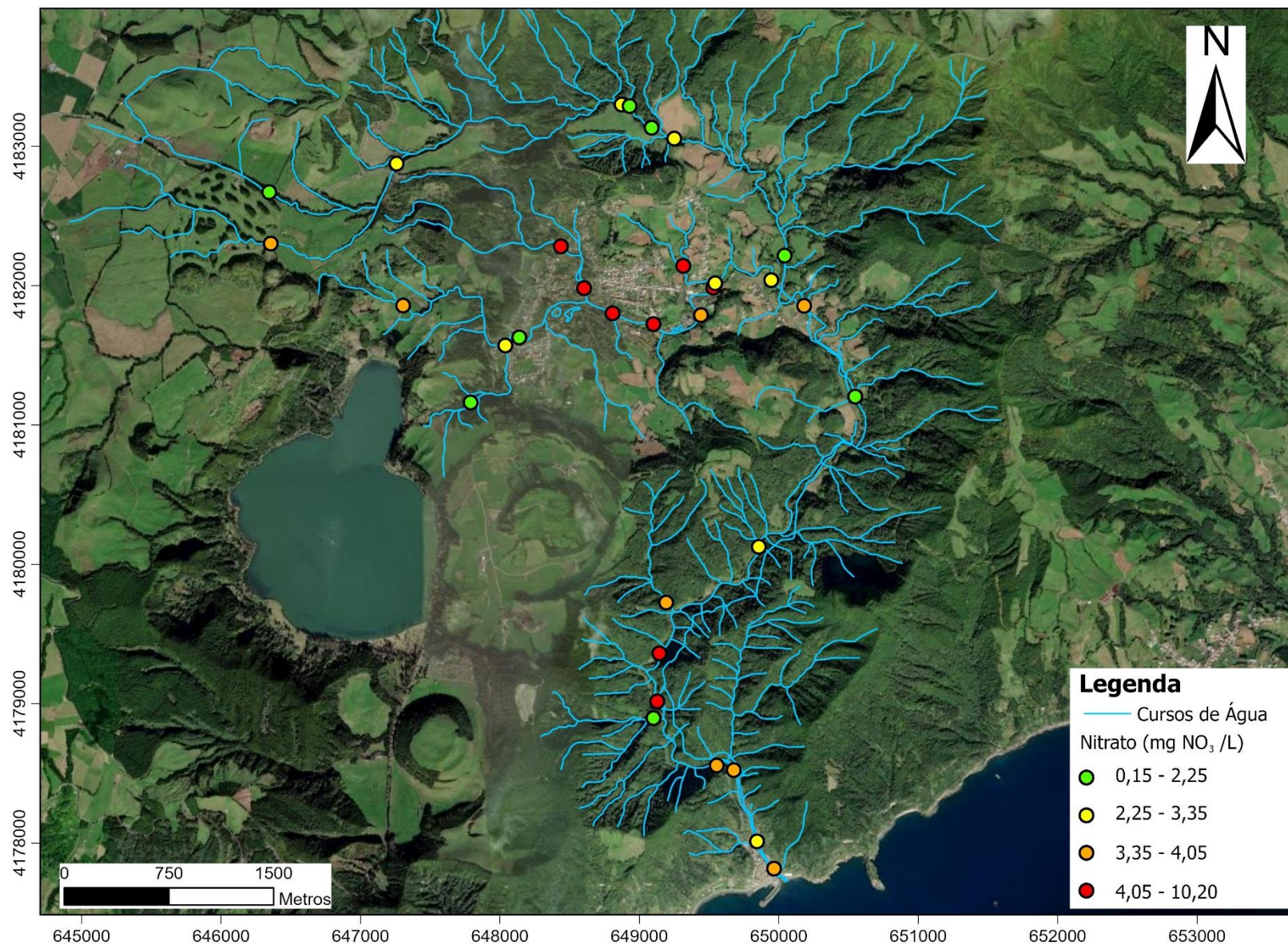


Figura G.23 | Representação espacial dos valores de nitrato na Ribeira Quente - 6.^a campanha de amostragem.

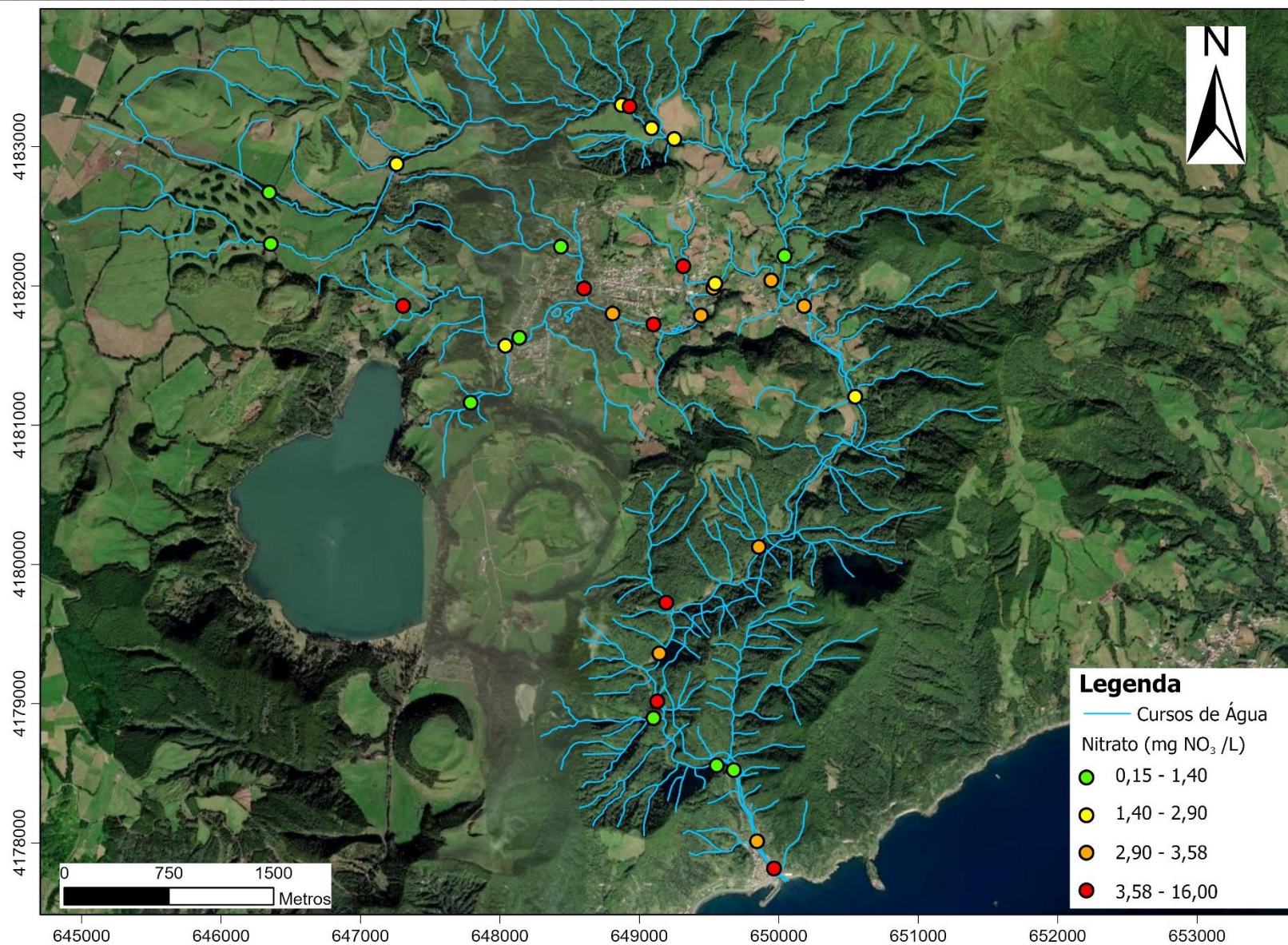


Figura G.24 | Representação espacial dos valores de nitrato na Ribeira Quente - 7.^a campanha de amostragem.

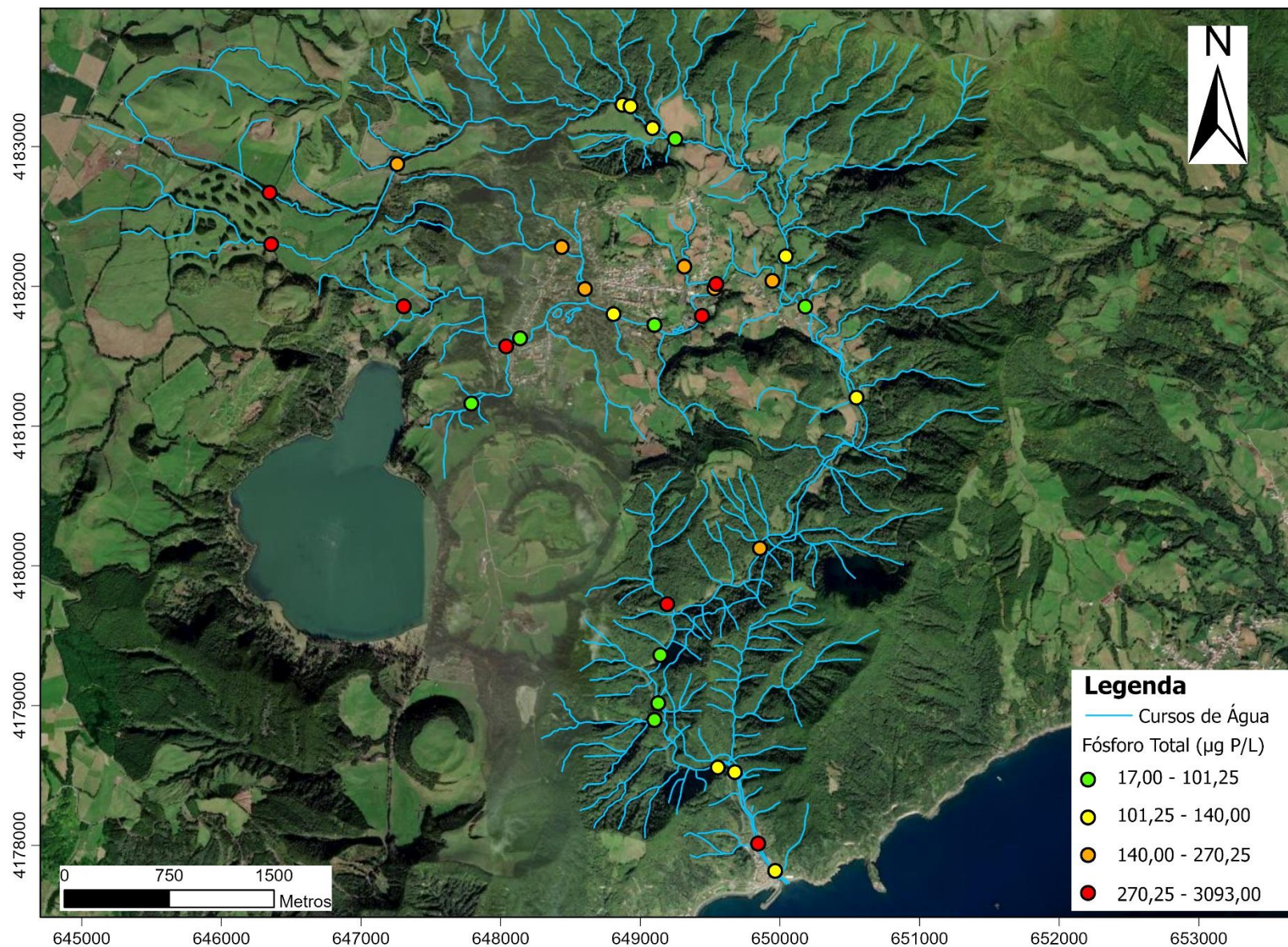


Figura G.25 | Representação espacial dos valores de fósforo total na Ribeira Quente - 2.^a campanha de amostragem.

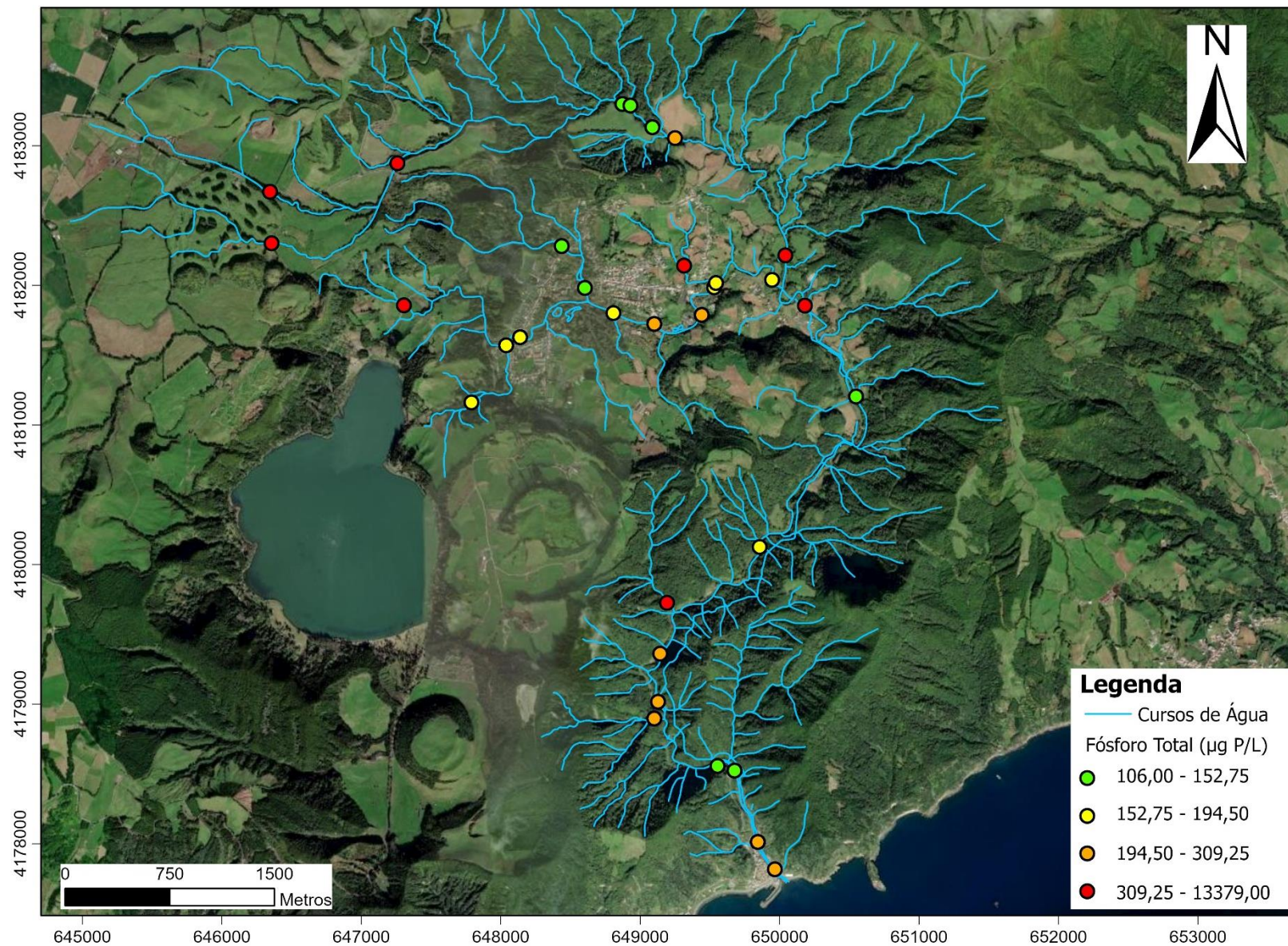


Figura G.26 | Representação espacial dos valores de fósforo total na Ribeira Quente - 3.^a campanha de amostragem.

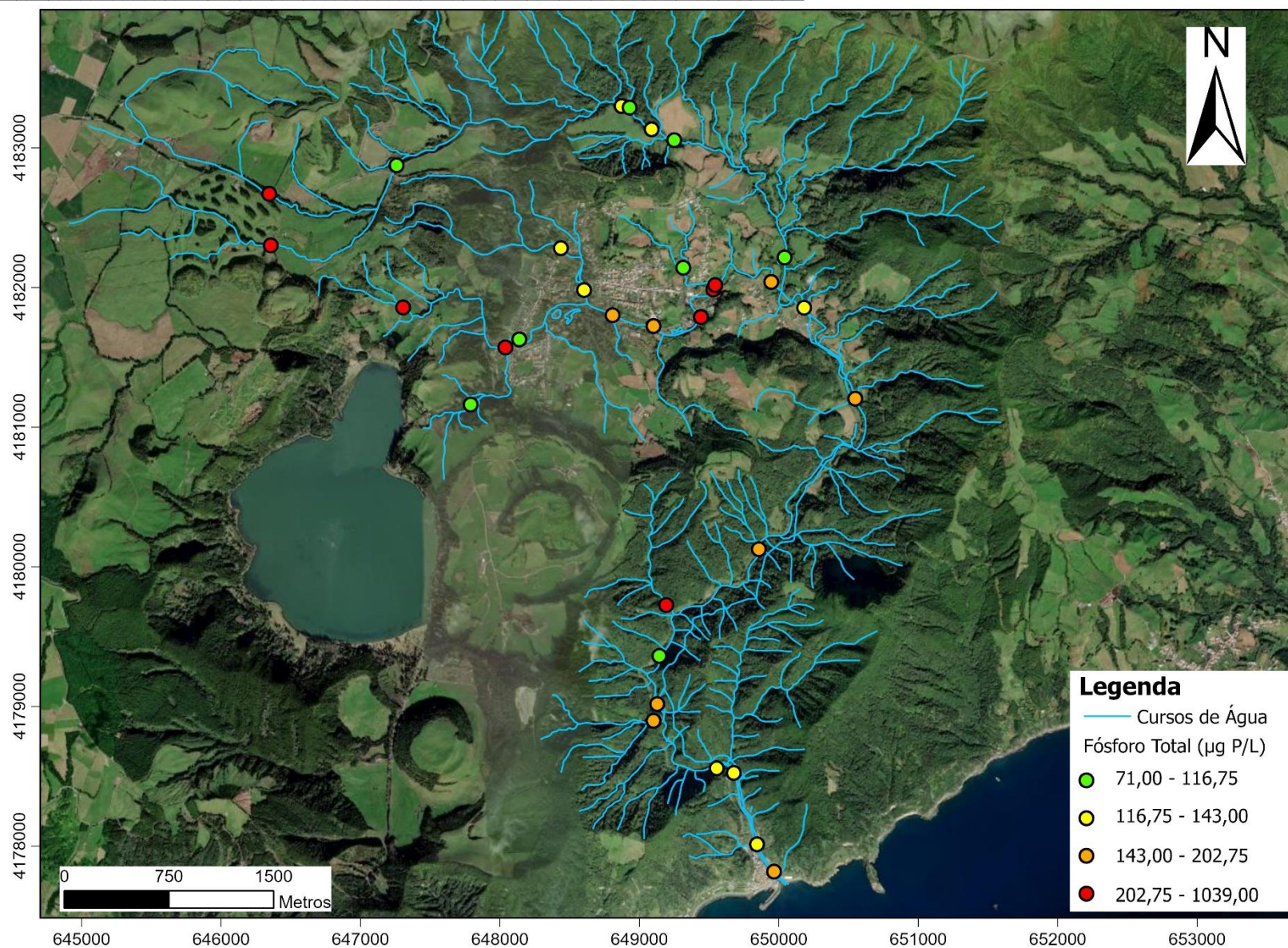


Figura G.27 | Representação espacial dos valores de fósforo total na Ribeira Quente - 4.^a campanha de amostragem.

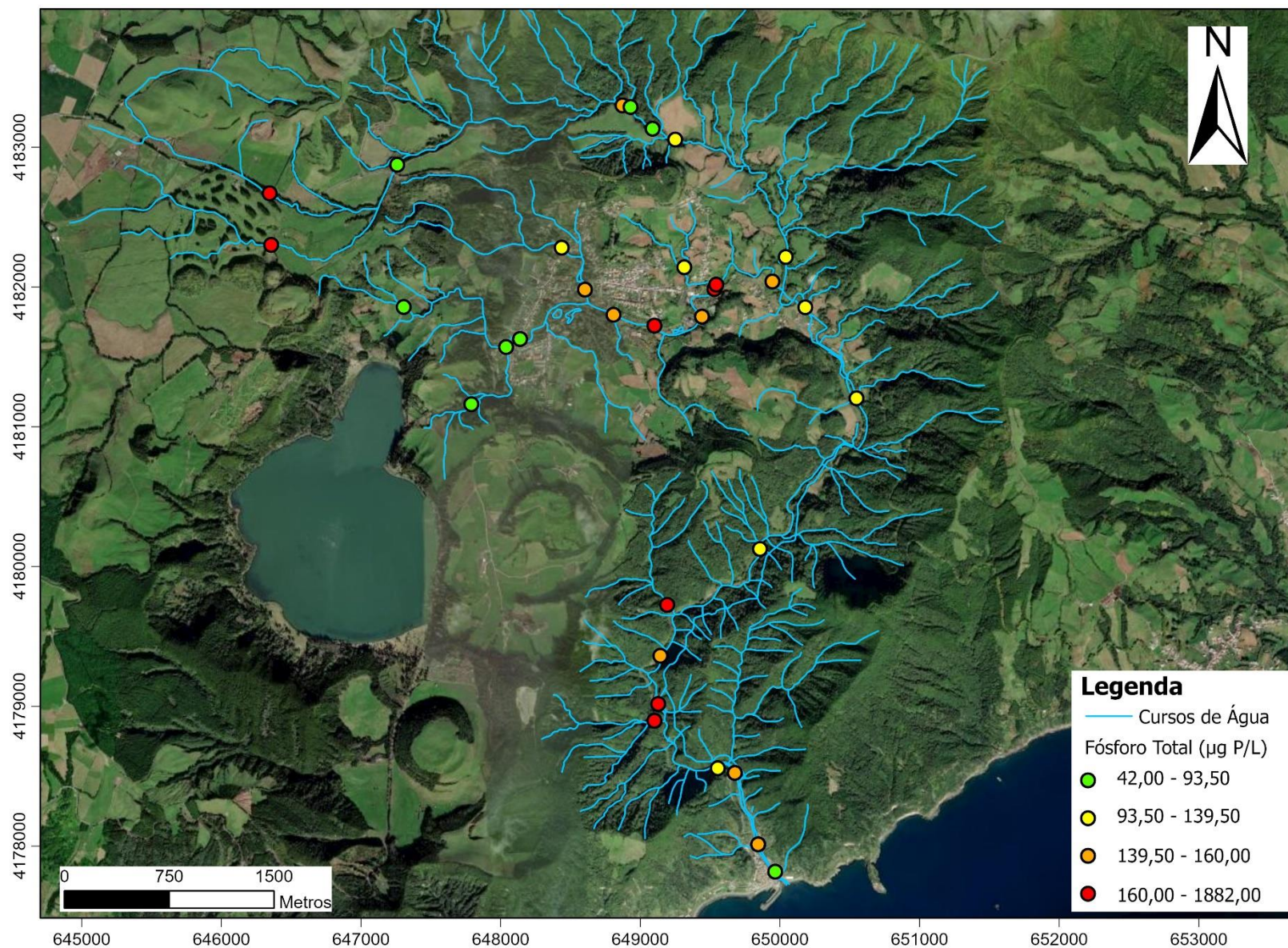


Figura G.28 | Representação espacial dos valores de fósforo total na Ribeira Quente - 5.^a campanha de amostragem.

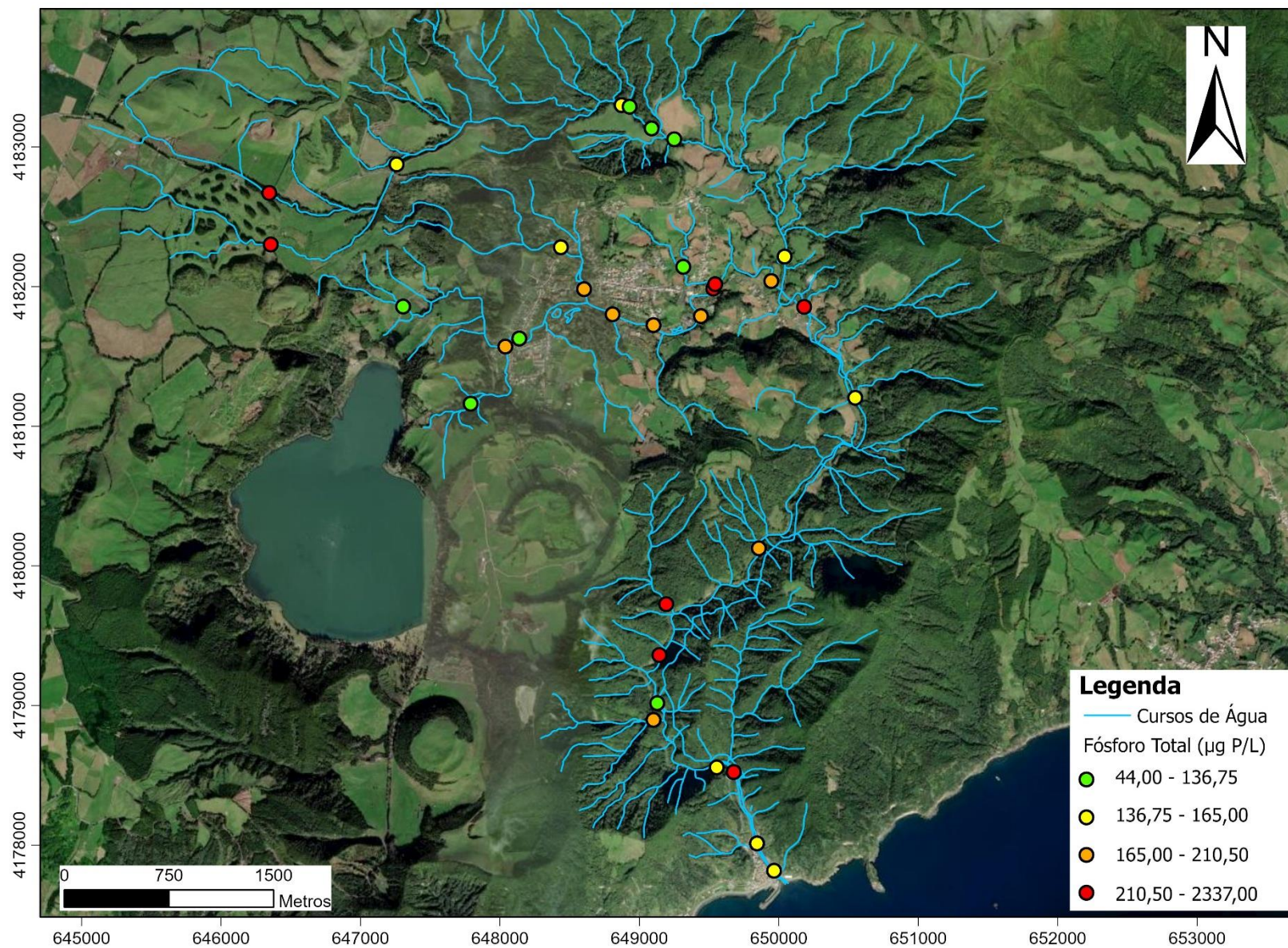


Figura G.29 | Representação espacial dos valores de fósforo total na Ribeira Quente - 6.^a campanha de amostragem.

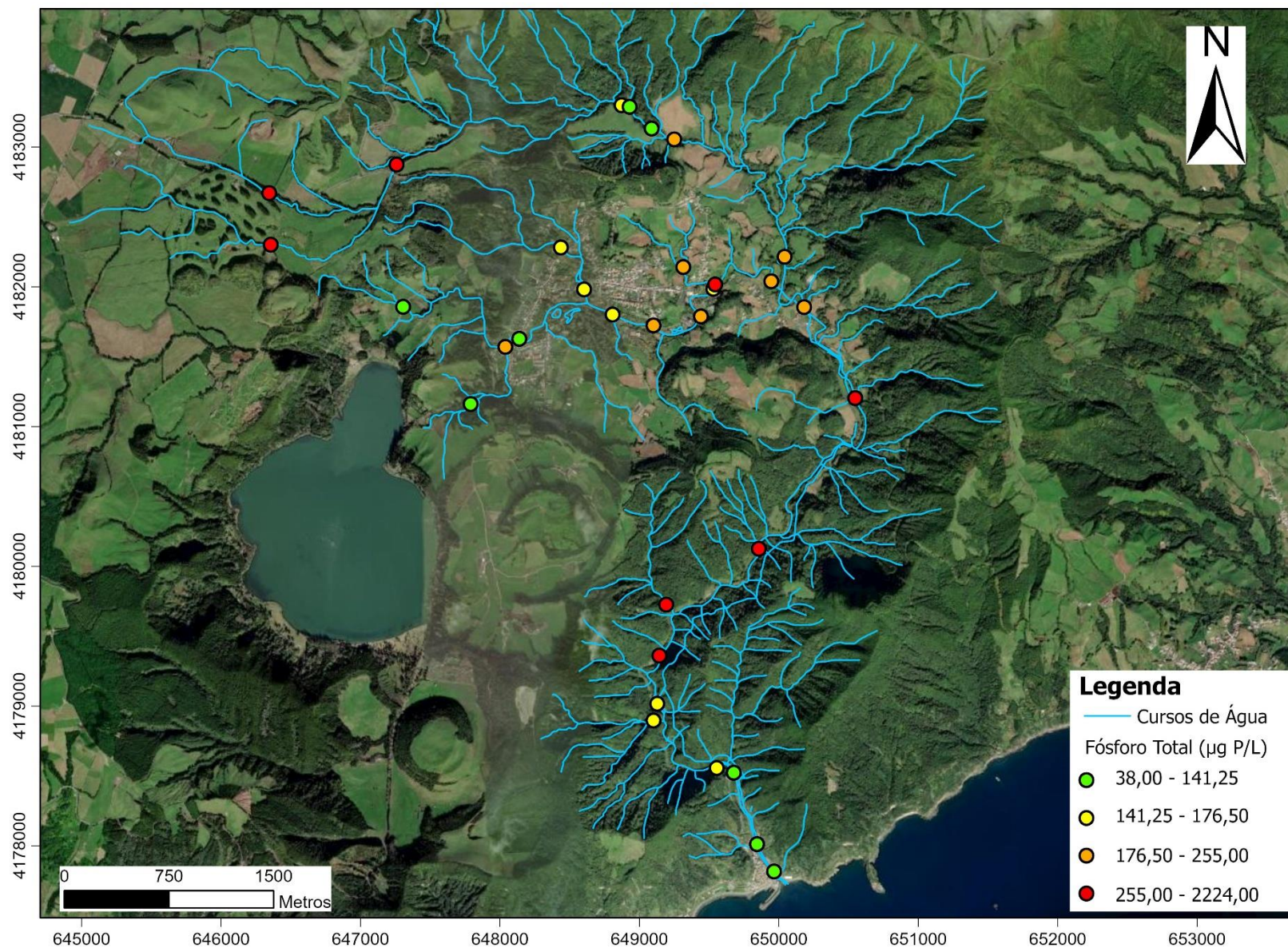


Figura G.30 | Representação espacial dos valores de fósforo total na Ribeira Quente - 7.^a campanha de amostragem.

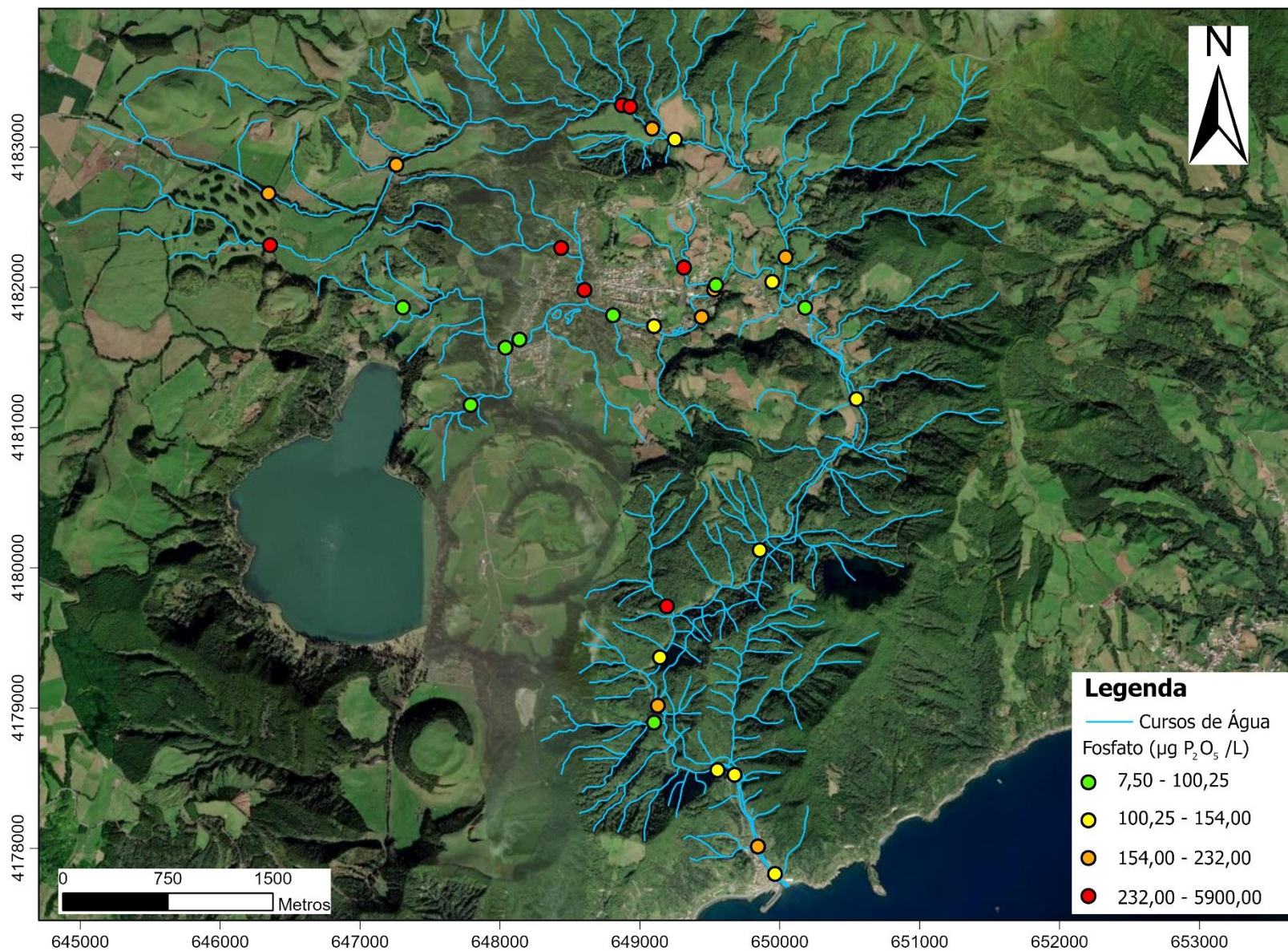


Figura G.31 | Representação espacial dos valores de fósforo na Ribeira Quente - 2.^a campanha de amostragem.

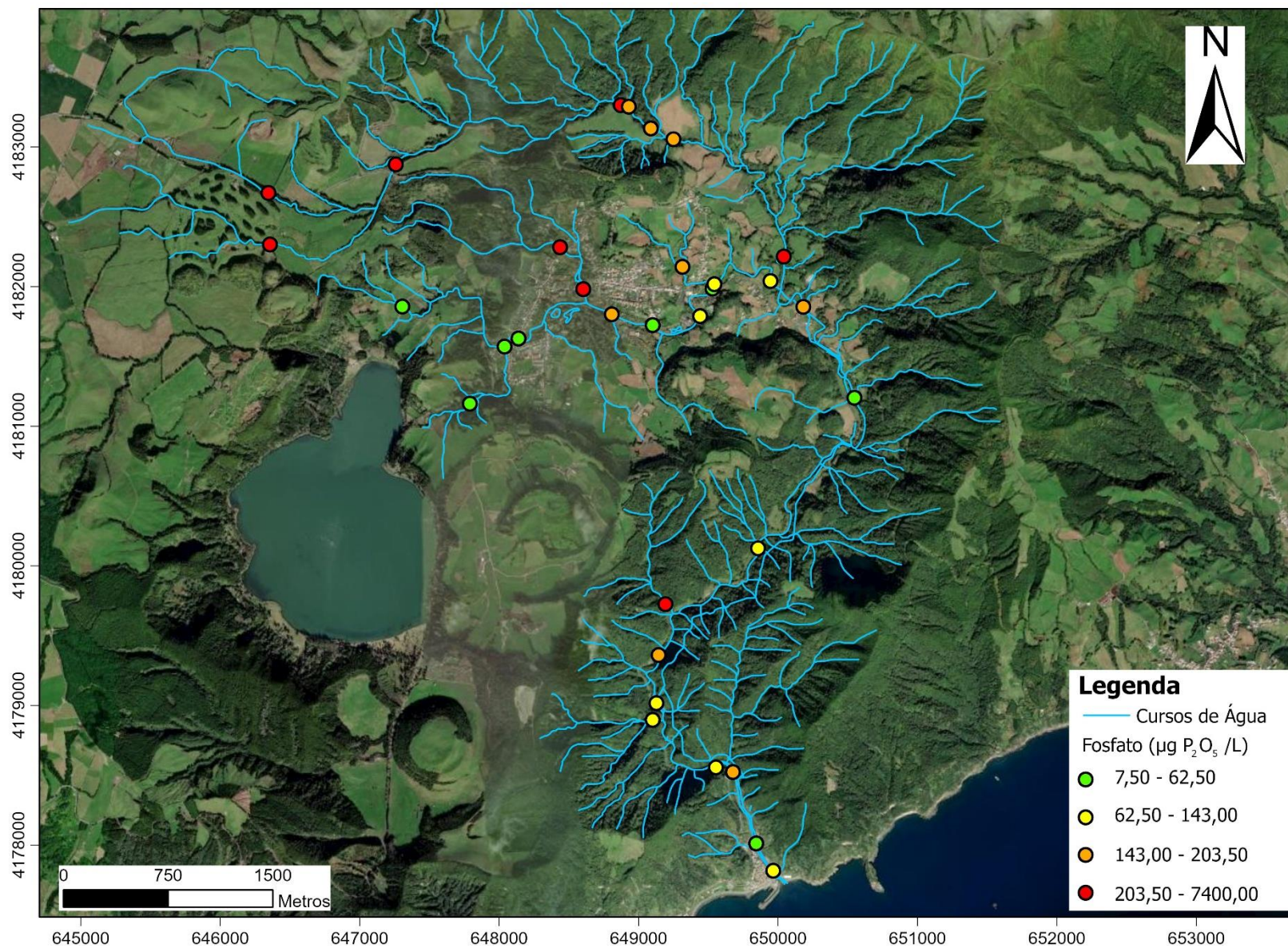


Figura G.32 | Representação espacial dos valores de fósforo na Ribeira Quente - 3.^a campanha de amostragem.

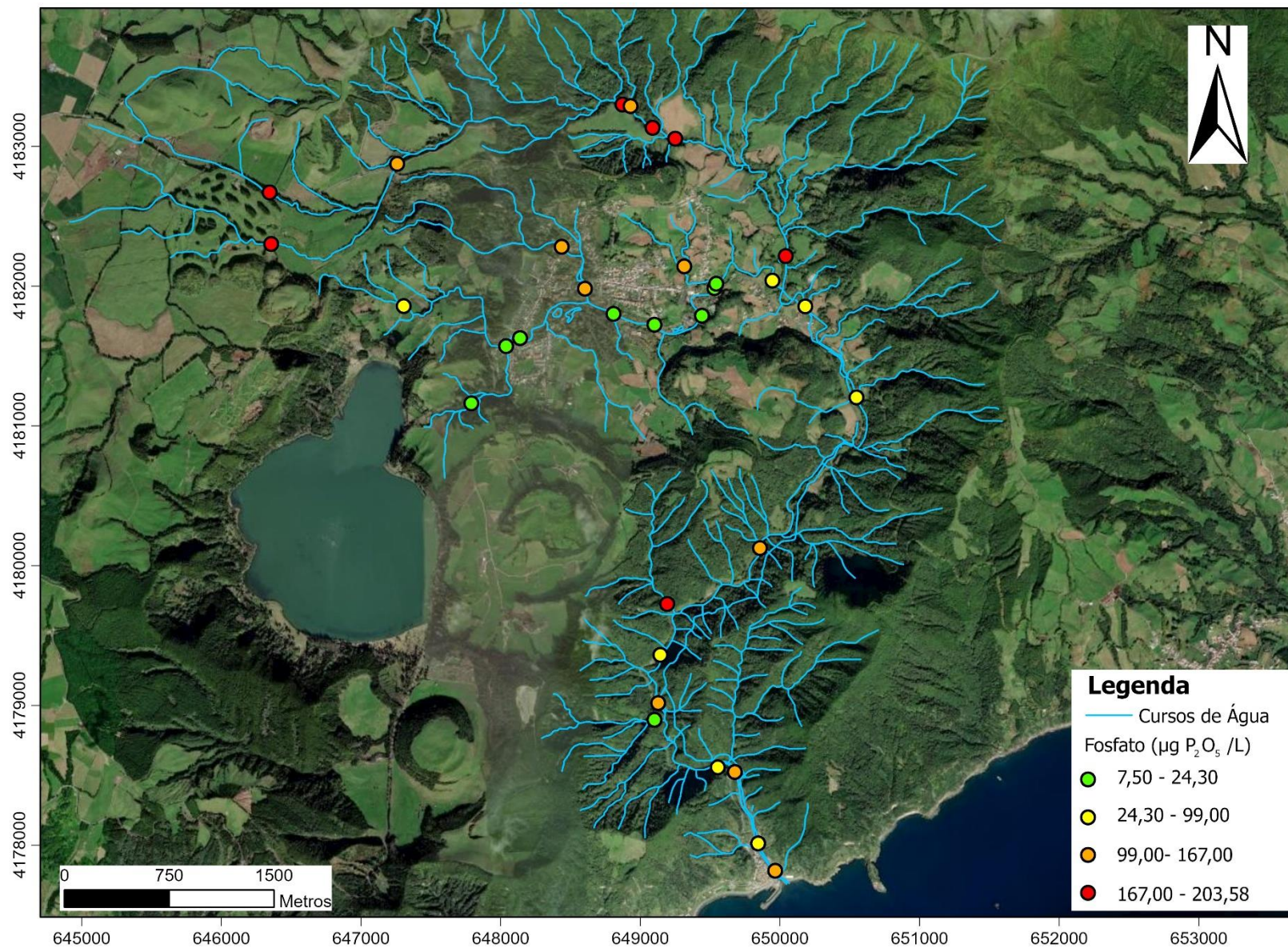


Figura G.33 | Representação espacial dos valores de fósforo na Ribeira Quente - 4.^a campanha de amostragem.

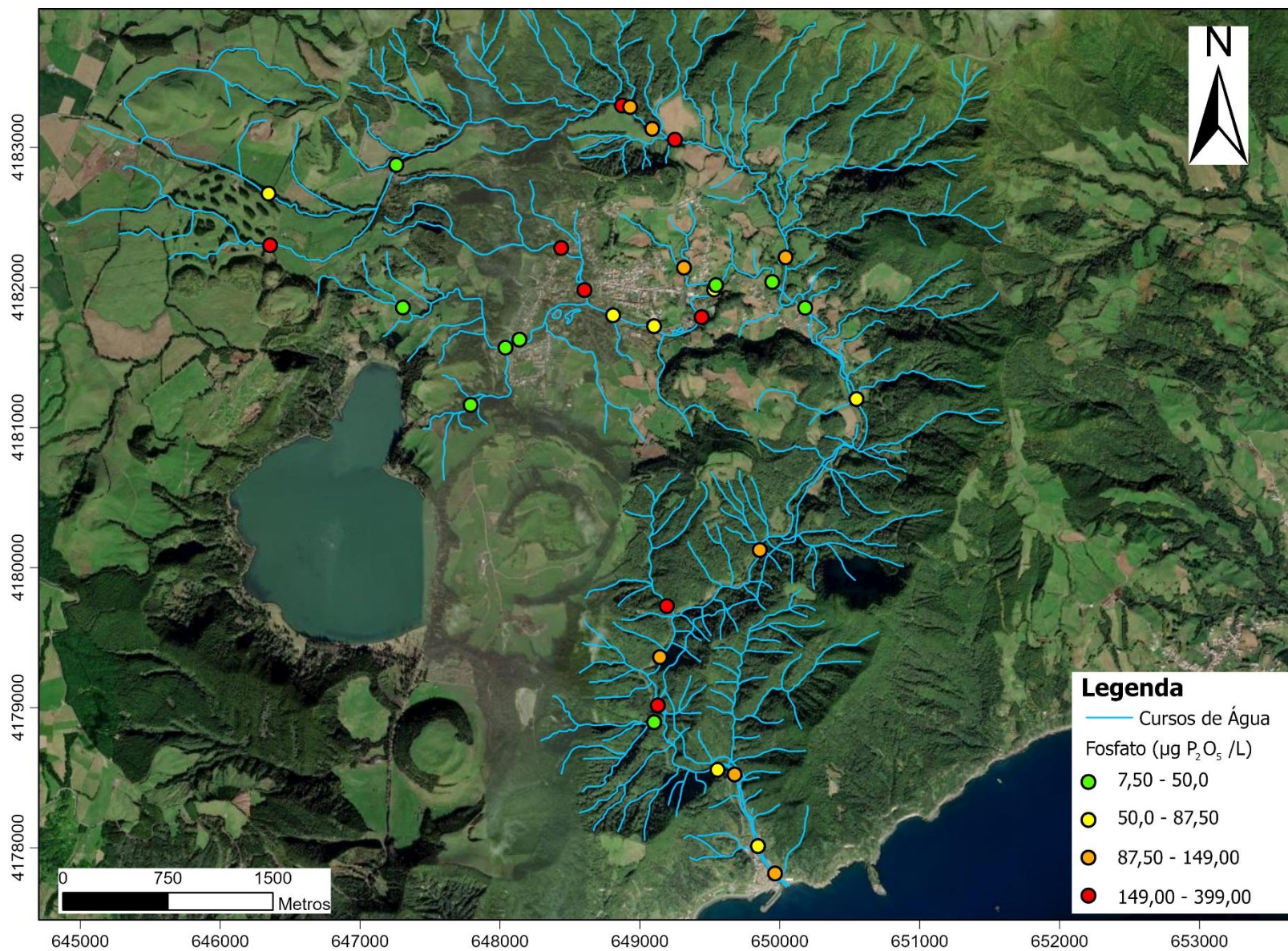


Figura G.34 | Representação espacial dos valores de fósforo na Ribeira Quente - 5.ª campanha de amostragem.

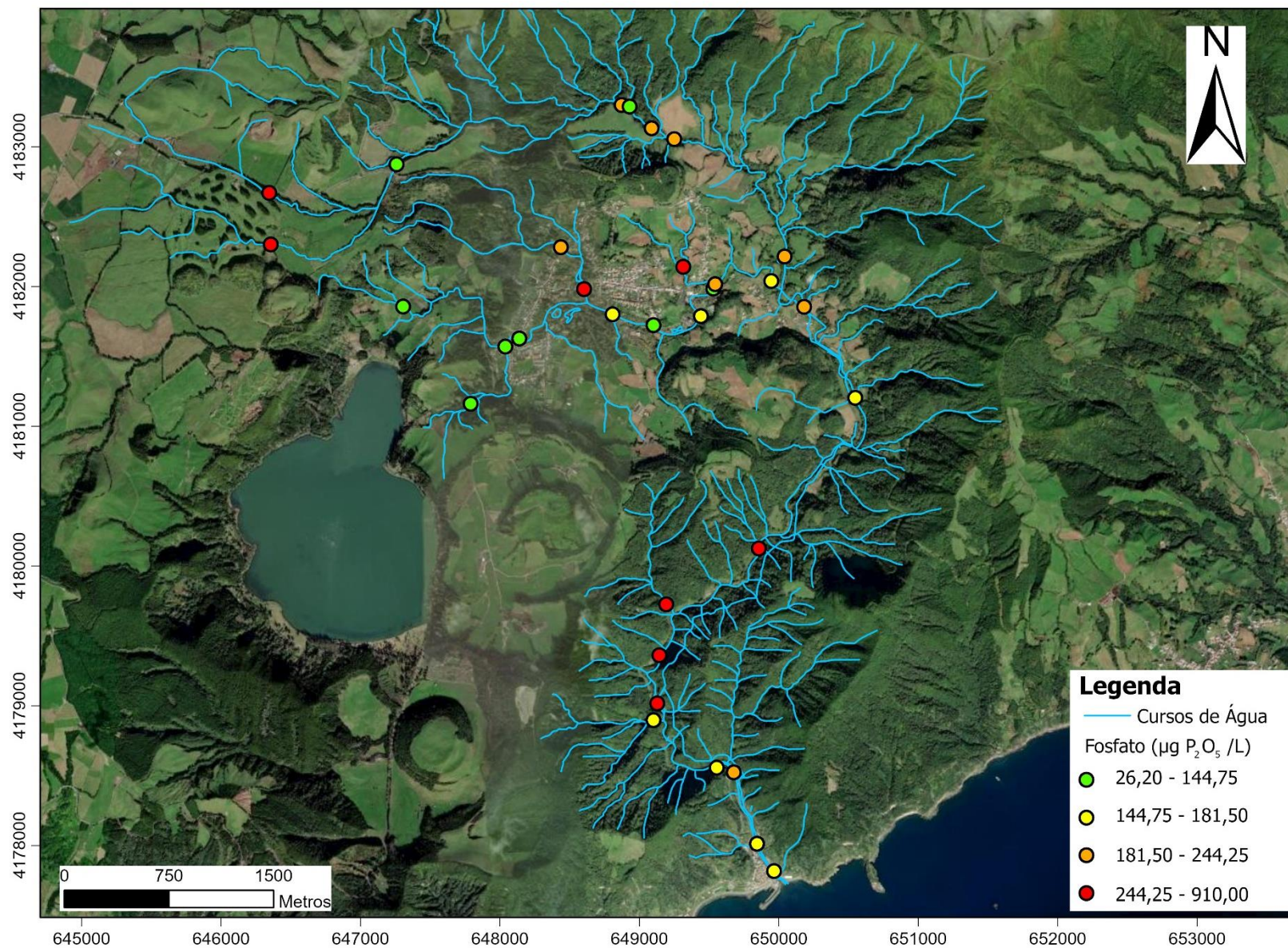


Figura G.35 | Representação espacial dos valores de fósforo na Ribeira Quente - 6.^a campanha de amostragem.

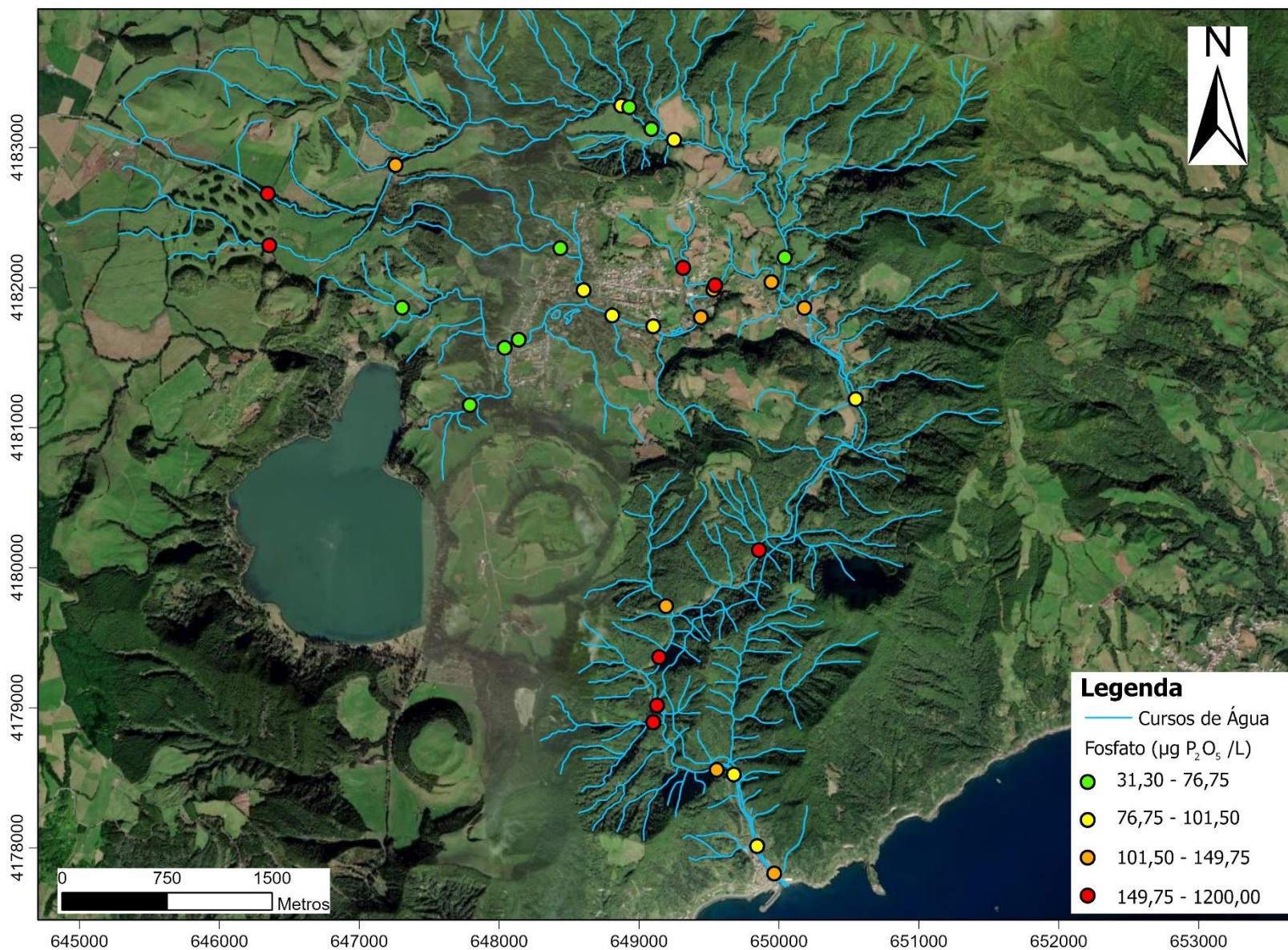


Figura G.36 | Representação espacial dos valores de fósforo na Ribeira Quente - 7.ª campanha de amostragem

ANEXO H

Tabela H.1 | Medições de fluxo de CO₂ na Lagoa do Congro ao longo das várias campanhas de amostragem.

Amostragem	M	P	Temperatura (°C)	pH	Condutividade Elétrica (µS/cm)	Fluxo de CO ₂ (g/m ² .d)
1	640318	4179904	14,90	9,20	102,80	4,52
	640328	4179901	15,20	9,75	102,00	4,08
	640186	4179925	14,80	9,75	102,40	3,83
	640171	4179939	16,10	9,75	102,30	6,34
	640155	4179955	11,40	9,60	101,50	1,98
	640145	4179972	12,30	9,57	101,20	3,72
	640150	4180000	17,40	9,53	101,70	4,42
	640147	4180027	17,40	9,50	101,20	7,16
	640169	4180053	16,50	9,62	101,80	3,23
	640163	4180037	16,30	9,63	101,70	8,50
	640163	4180010	16,20	9,60	101,70	2,91
	640166	4179971	16,30	9,60	101,80	1,56
	640174	4179946	16,20	9,61	92,70	3,32
	640189	4179926	15,30	9,66	101,10	5,42
	640218	4179928	15,40	9,69	102,10	4,39
	640228	4179939	16,10	9,70	102,90	3,88
	640220	4179956	16,70	9,80	102,30	4,37
	640221	4179982	16,70	9,79	103,30	3,89
	640233	4180012	16,50	9,77	103,20	5,78
	640233	4180048	16,50	9,74	103,20	3,34
	640235	4180040	16,80	9,71	102,80	6,01
	640231	4180097	17,00	9,75	103,00	7,00
	640254	4180109	16,80	9,71	102,40	2,16
	640255	4180080	16,80	9,71	102,50	5,13

	640246	4180066	16,40	9,71	102,50	4,38
	640246	4180040	16,30	9,71	103,40	4,99
	640242	4180006	16,40	9,72	103,50	4,68
	640240	4179976	16,50	9,70	103,80	8,47
	640242	4179947	16,20	9,71	103,60	8,21
	640240	4179919	16,10	9,74	103,70	4,01
	640253	4179900	16,30	9,73	103,30	6,98
	640256	4179910	17,20	9,74	103,30	4,33
	640258	4179929	17,40	9,40	103,20	6,37
	640258	4179959	17,50	9,61	103,10	5,65
	640274	4179971	17,50	9,69	102,80	4,20
	640284	4179987	17,30	9,69	102,30	5,40
	640287	4180004	17,70	9,60	102,20	3,76
	640290	4180042	17,80	9,65	102,60	4,84
	640304	4180071	17,70	9,68	102,60	5,54
	640323	4180097	17,70	9,70	102,80	6,73
	640341	4180087	16,70	9,74	102,50	5,16
	640340	4180067	16,90	9,71	103,00	2,81
	640329	4180029	16,50	9,66	102,80	7,38
	640311	4179984	16,30	9,68	102,40	3,40
	640300	4179954	16,30	9,68	103,10	3,70
	640298	4179920	16,20	9,69	103,30	6,26
	640294	4179905	16,00	9,80	103,70	2,78
	640307	4179897	17,00	9,75	100,80	5,75
	640307	4179909	17,30	9,76	103,60	3,57
	640314	4179915	17,50	9,74	103,70	3,47
	640322	4179934	17,60	9,76	103,90	4,48

	640332	4179952	17,60	9,77	103,80	2,63
	640342	4179970	17,80	9,74	97,90	6,36
	640350	4179978	17,80	9,69	103,20	2,81
	640356	4179998	17,80	9,73	103,40	4,00
	640364	4180022	17,40	9,73	103,60	2,85
	640373	4180042	17,10	9,72	102,60	3,49
	640371	4180064	16,80	9,68	102,50	3,08
	640381	4180036	16,60	9,73	102,80	4,66
	640380	4180011	16,40	9,69	102,90	2,99
	640374	4179988	16,40	9,77	104,10	2,64
	640371	4179967	16,50	9,77	103,80	3,08
	640368	4179935	16,50	9,75	104,20	3,08
	640348	4179914	16,50	9,76	103,70	4,22
	640329	4179911	16,60	9,77	103,70	4,00
	Máximo		17,80	9,80	104,20	8,50
	Mínimo		11,40	9,20	92,70	1,56
	Média ± DP		16,55 ± 1,09	9,69 ± 0,09	102,57 ± 1,58	4,53 ± 1,59
	Mediana		16,50	9,71	102,80	4,22
2	640309	4179887	20,60	9,11	102,10	13,40
	640325	4179892	20,60	9,25	102,70	2,36
	640336	4179902	20,80	9,27	102,30	2,75
	640352	4179917	20,80	9,22	102,20	5,97
	640365	4179932	20,80	9,22	102,20	3,79
	640370	4179952	20,80	9,22	102,20	8,24
	640376	4179971	21,00	9,22	102,20	2,75
	640381	4179997	21,00	9,23	102,50	3,73
	640393	4180007	20,80	9,22	102,30	6,67

640389	4180026	20,80	9,20	102,50	3,45
640396	4180034	20,80	9,00	102,00	4,98
640385	4180042	20,80	9,16	102,00	4,28
640380	4180032	20,80	9,20	102,60	2,67
640370	4180010	20,80	9,20	102,60	9,54
640355	4179989	21,10	9,20	102,00	8,03
640349	4179964	21,10	9,20	102,00	2,53
640356	4179945	21,10	9,20	102,00	7,42
640366	4179934	20,80	9,20	102,00	3,85
640363	4179928	20,60	9,20	102,00	2,94
640304	4179902	20,70	9,20	102,00	4,10
640309	4179917	21,50	9,12	102,00	0,00
640313	4179940	21,10	9,19	102,80	0,00
640333	4179976	21,10	9,20	102,60	0,00
640349	4180013	20,10	9,20	102,60	0,00
640358	4180039	19,90	9,20	102,50	3,93
640369	4180061	19,90	9,20	102,80	4,15
640359	4180066	20,30	9,20	102,80	2,68
640349	4180054	21,00	9,15	102,40	0,00
640336	4180035	21,40	9,20	102,60	0,00
640322	4180014	21,10	9,10	102,30	0,00
640313	4179990	21,20	9,15	102,70	0,00
640302	4184962	20,90	9,12	102,50	0,00
640299	4179943	21,70	9,20	102,70	2,17
640293	4179927	21,90	9,20	102,80	0,00
640287	4179911	22,00	9,00	102,00	0,00
640277	4179899	22,00	9,10	101,50	2,19

640262	4179902	22,00	9,10	101,60	1,15
640261	4179916	22,60	9,14	102,20	0,00
640269	4179944	22,70	9,20	102,60	1,04
640294	4179981	22,30	9,20	102,80	0,00
640301	4180019	22,40	9,20	102,70	2,09
640304	4180068	22,00	9,10	102,50	4,54
640316	4180085	21,50	9,13	102,80	5,64
640323	4180096	21,20	9,12	102,70	8,10
640305	4180105	21,40	9,13	102,30	1,58
640302	4180093	22,50	9,14	102,30	0,00
640295	4180075	22,30	9,10	102,30	0,00
640291	4180053	22,50	9,10	102,00	0,00
640287	4180024	22,30	9,20	102,60	2,48
640278	4180003	22,40	9,13	102,80	1,66
640268	4179981	22,80	9,15	102,80	4,20
640260	4179961	22,10	9,20	102,80	0,00
640259	4179932	22,30	9,20	102,50	1,88
640247	4179906	22,60	9,10	102,60	1,43
640239	4179911	22,40	9,00	102,00	5,16
640232	4179917	23,00	9,14	101,00	2,48
640243	4179922	23,30	9,20	102,40	2,15
640248	4179957	23,40	9,20	102,70	4,36
640255	4180011	23,20	9,20	102,70	2,81
640267	4180045	23,00	9,20	102,70	1,19
640269	4180080	23,30	9,20	102,80	2,75
640268	4180098	23,20	9,20	102,70	0,33
640244	4180105	23,20	9,20	102,30	0,76

	640240	4180092	22,90	9,20	102,60	0,00
	640236	4180068	22,80	9,20	102,30	3,24
	640234	4180037	22,80	9,14	102,60	1,95
	640234	4180038	22,70	9,14	102,40	1,86
	640225	4180010	22,80	9,20	102,20	0,00
	640215	4179983	23,40	9,00	101,00	1,30
	640203	4179953	23,40	9,10	102,30	1,78
	640208	4179945	23,00	9,10	102,30	5,80
	640211	4179923	23,40	9,10	102,20	2,91
	640204	4179900	24,20	9,00	101,00	14,61
	640180	4179928	23,30	9,00	101,00	0,80
	640180	4179921	23,20	9,00	101,00	2,68
	640185	4179938	23,30	9,00	102,00	2,54
	640187	4179969	24,00	9,10	102,00	3,28
	640191	4180013	24,10	9,10	102,50	5,33
	640194	4180042	24,10	9,10	102,60	2,33
	640198	4180066	24,10	9,10	102,50	2,72
	640197	4180083	23,80	9,10	102,60	3,57
	640177	4180074	23,80	9,10	102,40	3,57
	640175	4180053	23,90	9,10	102,40	3,08
	640164	4180021	22,70	9,00	102,30	4,48
	640161	4179989	22,80	9,00	102,20	2,84
	640165	4179956	22,70	9,00	101,80	1,59
	640168	4179935	23,60	9,00	101,90	1,91
	640174	4179921	22,30	9,00	101,40	2,96
	640163	4179926	22,40	9,00	101,40	1,81
	640159	4179934	22,80	9,00	101,90	3,58

640155	4179932	22,50	9,00	101,50	4,17
640150	4179951	22,40	9,00	101,40	4,03
640141	4179963	23,10	9,00	101,70	4,21
640140	4179984	23,00	9,00	101,60	2,61
640137	4179999	22,20	8,90	101,00	3,90
640141	4180007	22,90	9,00	101,50	2,43
640141	4180024	23,50	9,00	102,50	2,88
640139	4180036	23,00	9,00	102,00	3,90
640150	4180045	23,40	9,00	101,80	2,30
640156	4180060	22,40	9,10	102,20	2,92
Máximo		24,20	9,27	102,80	14,61
Mínimo		19,90	8,9	101,00	0,00
Média ± DP		22,20 ± 1,11	9,1 ± 0,08	102,20 ± 0,48	2,92 ± 2,61
Mediana		22,40	9,14	102,30	2,67

Tabela H.2 | Medições de fluxo de CO₂ na Lagoa de Santiago ao longo das várias campanhas de amostragem.

Amostragem	M	P	Temperatura (°C)	pH	Condutividade Elétrica (μS/cm)	Fluxo de CO ₂ (g/m ² .d)
1	607624	4189863	14,00	9,11	126,00	4,81
	607624	4189880	14,00	9,10	126,00	6,72
	607630	4189801	14,10	9,25	124,90	3,61
	607634	4189908	14,20	9,12	125,20	6,44
	607645	4189779	13,90	9,27	124,00	6,68
	607646	4189932	13,90	9,36	124,10	6,00
	607646	4189766	14,10	9,12	125,10	7,78
	607653	4189874	14,00	9,10	125,70	5,42
	607655	4189652	13,90	9,00	124,00	5,11
	607661	4189680	13,90	9,01	124,00	3,53
	607665	4189908	13,90	8,99	123,80	5,21
	607665	4189678	14,10	9,08	124,60	6,33
	607665	4189775	14,00	9,36	124,80	9,40
	607666	4189811	14,00	9,07	125,90	5,99
	607670	4189885	14,30	9,01	124,40	3,34
	607678	4189991	14,20	9,08	125,20	5,97
	607683	4189955	13,90	9,00	124,00	3,53
	607692	4190005	14,30	9,10	123,90	6,53
	607700	4190016	14,20	9,09	125,20	6,59
	607701	4189809	14,00	9,40	125,10	5,25
	607704	4189888	14,00	9,08	123,70	4,79
	607706	4189587	13,90	9,00	124,00	3,70
	607706	4189972	14,10	9,09	125,40	5,22
	607708	4189702	13,90	8,99	123,80	6,14

607713	4189790	13,90	8,99	123,80	5,34
607713	4190019	14,20	9,12	123,90	6,42
607715	4189552	13,90	8,98	123,80	4,75
607716	4190004	14,20	9,05	123,70	6,72
607718	4189621	13,90	8,96	123,90	5,23
607721	4189908	14,00	9,04	125,80	5,92
607725	4190029	14,20	9,09	125,80	8,22
607727	4189575	13,80	8,97	123,70	7,43
607729	4189496	13,90	8,94	123,80	6,58
607735	4189729	13,90	8,99	124,00	8,22
607736	4190026	14,20	9,07	124,20	8,25
607737	4189700	14,10	9,08	129,60	4,37
607741	4189910	14,00	9,05	125,00	6,77
607742	4189822	13,80	8,90	123,80	3,91
607744	4189723	14,20	9,02	125,30	3,10
607749	4190045	14,10	9,07	125,00	7,57
607750	4189994	13,90	9,00	124,00	6,21
607754	4189740	13,90	9,00	124,00	5,11
607759	4189549	13,90	8,97	123,90	11,61
607763	4189611	13,90	8,96	123,90	4,09
607764	4189641	14,00	9,01	125,20	3,11
607765	4190055	13,90	8,96	123,90	7,04
607768	4190047	14,20	9,05	124,40	7,59
607770	4189849	14,00	9,09	124,60	6,66
607771	4190016	14,10	9,05	123,60	6,39
607773	4189904	14,00	9,06	125,10	5,22
607777	4189779	13,90	8,99	123,70	6,80

607778	4189979	14,10	9,05	124,40	5,80
607779	4189968	13,80	8,97	123,90	6,96
607781	4189431	14,10	9,04	124,50	5,13
607782	4189550	13,80	8,96	123,80	8,09
607786	4190073	14,20	9,08	125,00	6,21
607795	4189479	13,90	8,99	124,10	3,51
607795	4189736	14,00	9,04	125,00	6,51
607796	4189879	14,00	9,05	125,70	4,56
607797	4189930	13,80	8,91	123,90	6,21
607801	4189907	14,20	9,07	124,40	5,46
607805	4190091	14,30	9,10	125,60	6,85
607811	4190073	13,90	8,93	123,80	6,29
607811	4189608	14,20	9,06	124,20	6,54
607812	4189705	13,90	9,00	124,00	4,27
607814	4189968	14,10	9,05	124,30	8,19
607815	4189744	13,90	9,00	124,00	5,43
607816	4189748	13,90	8,98	123,90	4,14
607817	4189636	14,10	9,05	124,20	6,69
607819	4190027	13,90	8,98	123,80	6,32
607821	4189974	14,10	9,06	124,50	4,38
607821	4190092	14,50	9,11	125,40	5,56
607822	4189400	13,80	8,83	123,80	8,51
607824	4189999	14,10	9,04	124,60	6,16
607827	4189751	13,90	8,98	123,90	4,95
607832	4190097	14,40	9,13	125,50	5,24
607833	4189585	13,90	8,96	123,80	7,27
607835	4190078	14,20	9,08	124,20	8,38

607838	4189934	14,00	9,06	125,60	6,52
607841	4189914	13,80	8,89	123,90	6,00
607842	4189756	13,90	9,05	125,20	5,39
607843	4189765	12,90	8,99	124,00	8,24
607844	4189667	13,80	8,94	123,90	4,34
607845	4189623	13,90	8,93	123,90	3,54
607846	4189362	13,80	8,95	123,80	3,22
607850	4189602	14,10	9,05	124,60	6,14
607853	4189975	14,10	9,06	123,10	5,22
607854	4189848	14,10	9,05	123,90	5,21
607854	4189522	13,90	8,98	124,00	5,81
607855	4189982	14,40	9,10	125,90	5,21
607856	4190085	13,80	8,91	124,00	4,79
607860	4189765	13,80	8,92	123,80	6,71
607862	4190076	14,20	9,09	125,20	7,81
607864	4189413	14,00	9,05	125,20	3,77
607865	4189456	13,80	8,88	124,00	3,82
607867	4189930	14,20	9,15	125,40	5,00
607867	4189398	13,80	8,94	123,90	6,02
607872	4190077	14,10	9,03	125,00	6,05
607878	4189675	14,10	9,05	123,90	5,23
607881	4189900	13,80	8,90	123,70	7,95
607888	4190037	13,90	9,08	125,60	6,66
607889	4189823	13,80	8,94	123,80	5,24
607891	4189725	13,90	8,95	123,80	7,41
607893	4189612	13,90	8,96	124,00	6,66
607898	4189769	13,90	8,99	123,90	3,28

607906	4189711	13,80	8,93	124,00	4,31
607907	4189949	14,10	9,03	124,00	7,52
607910	4189434	14,00	9,06	125,10	7,24
607910	4189900	13,80	8,92	123,70	7,55
607912	4189749	13,80	8,87	123,90	4,87
607913	4189818	13,90	9,06	125,20	5,98
607916	4189545	13,90	8,99	123,90	4,72
607919	4189684	13,80	8,89	124,00	4,37
607921	4189771	13,90	8,95	124,00	3,34
607926	4189921	13,90	8,96	124,00	8,32
607928	4189718	14,10	9,02	124,90	4,15
607929	4189912	13,90	9,05	125,10	4,85
607945	4189601	13,80	8,92	123,90	4,93
607945	4189518	13,80	8,90	123,80	6,76
607946	4189983	14,10	9,04	123,70	6,07
607954	4189778	13,90	8,96	123,90	6,55
607957	4190024	14,20	9,03	124,20	5,53
607966	4189742	13,90	8,92	124,00	7,53
607972	4189633	13,80	8,94	123,90	5,93
607974	4189460	14,10	9,04	123,70	3,15
607980	4189993	13,80	8,87	123,80	4,76
607981	4189825	13,90	9,05	125,00	4,76
607981	4189777	13,80	8,65	123,80	11,21
607982	4189438	13,90	8,95	124,10	5,06
607988	4189783	13,80	8,89	123,70	5,25
607990	4189541	13,90	9,06	123,80	2,13
607990	4189893	14,00	9,03	125,30	4,36

607991	4189702	13,90	8,92	123,90	4,18
607993	4189670	14,20	9,06	124,50	7,45
607993	4189894	13,80	8,73	123,90	8,30
607994	4190013	13,90	8,94	123,90	5,08
607994	4189552	14,10	9,04	124,50	7,19
607999	4189955	13,80	8,98	123,90	7,52
608003	4189757	13,80	8,93	123,90	8,39
608010	4189806	13,90	8,95	123,80	8,13
608013	4189853	13,90	9,05	125,50	4,84
608015	4189440	13,80	8,77	123,90	6,76
608020	4189905	14,00	9,06	125,80	6,04
608021	4189793	13,90	8,93	123,00	4,94
608024	4189761	13,80	8,92	123,90	4,22
608027	4189456	13,90	8,92	123,90	4,53
608031	4189932	14,10	9,06	124,90	5,78
608033	4189430	13,80	8,84	124,00	4,45
608034	4189699	13,80	8,83	123,80	4,82
608038	4189877	13,90	9,06	125,80	6,43
608038	4189573	13,80	8,88	133,40	7,34
608045	4189817	13,80	8,96	123,90	10,55
608046	4189963	14,10	9,04	125,00	6,16
608049	4189601	13,30	8,99	123,80	7,13
608054	4189794	13,90	8,93	123,90	2,72
608054	4189796	13,90	8,93	123,00	3,26
608056	4189885	13,70	8,87	123,80	3,55
608056	4189465	13,90	9,07	125,90	5,09
608057	4189763	13,90	8,90	124,00	5,36

	608059	4189901	13,90	9,06	125,90	2,70
	608061	4189934	14,10	9,05	124,90	6,80
	608064	4189565	13,80	8,92	128,70	4,45
	608064	4189725	13,90	8,88	124,20	5,80
	608081	4189504	13,90	8,89	123,80	3,44
	608083	4189712	13,90	8,89	124,10	4,13
	608085	4189493	13,70	8,91	123,90	7,86
	608088	4189504	13,80	8,89	123,90	7,03
	608093	4189648	13,80	8,93	123,70	6,66
	608098	4189583	13,80	8,91	123,80	3,61
	608113	4189621	13,80	8,94	123,70	5,97
	608121	4189501	13,80	8,92	123,80	5,24
	608131	4189600	13,90	8,94	123,70	3,72
	608141	4189548	13,90	8,92	123,80	6,84
	Máximo		14,50	9,40	133,40	11,61
	Mínimo		12,90	8,65	123,00	2,13
	Média ± DP		13,95 ± 0,18	9,00 ± 0,10	124,43 ± 1,10	5,80 ± 1,63
	Mediana		13,90	9,00	124,00	5,81
2	608143	4189527	19,90	8,80	127,80	3,75
	608129	4189509	20,00	8,80	128,00	2,10
	608097	4189486	20,00	8,80	127,00	3,52
	608070	4189449	20,00	8,80	128,00	2,34
	608046	4189459	20,00	8,80	128,00	3,52
	608041	4189441	19,90	8,75	127,00	3,18
	608013	4189445	20,00	8,73	128,00	3,36
	607981	4189447	20,00	8,75	128,00	2,48
	607951	4189427	19,80	8,78	128,00	2,30

607907	4189408	19,90	8,71	128,00	1,71
607867	4189394	19,80	8,71	128,00	1,96
607844	4189383	19,90	8,75	128,00	4,09
607829	4189396	19,90	8,68	128,00	2,61
607811	4189409	19,90	8,78	128,00	2,95
607791	4189426	20,00	8,75	128,00	2,95
607797	4189430	20,00	8,72	128,00	1,57
607837	4189445	20,00	8,70	128,00	0,81
607888	4189466	20,10	8,66	128,00	1,75
607912	4189482	20,10	8,66	128,00	0,35
607952	4189494	20,10	8,61	128,00	0,00
608004	4189511	20,10	8,63	128,00	0,24
608050	4189526	20,10	8,66	128,00	0,00
608094	4189557	20,10	8,60	128,00	0,00
608123	4189587	20,00	8,80	128,00	0,57
608115	4189613	20,00	8,64	127,80	2,93
608096	4189632	20,00	8,68	128,00	1,45
608068	4189630	20,00	8,68	128,00	0,00
608023	4189597	20,00	8,64	128,00	0,00
607976	4189570	20,10	8,61	128,00	0,26
607925	4189548	20,10	8,64	128,00	0,00
607883	4189521	20,10	8,63	128,00	0,59
607837	4189491	20,00	8,60	128,00	2,40
607792	4189460	20,10	8,64	128,00	1,97
607769	4189454	20,00	8,70	128,00	2,57
607744	4189482	20,10	8,60	128,00	1,59
607764	4189506	20,10	8,67	127,00	1,00

607731	4189531	20,20	8,69	127,00	4,58
607754	4189570	20,20	8,69	128,00	0,57
607800	4189607	20,30	8,62	128,00	0,00
607846	4189619	20,40	8,66	128,00	0,00
607897	4189640	20,80	8,66	128,00	0,00
607953	4189657	20,50	8,61	128,00	0,00
607999	4189675	20,50	8,62	128,00	0,00
608045	4189692	20,60	8,62	128,00	0,00
608078	4189707	20,50	8,72	128,00	4,66
608064	4189724	20,50	8,70	128,00	4,36
608058	4189749	20,50	8,70	128,00	1,24
608021	4189740	20,70	8,65	128,00	0,00
607972	4189710	20,80	8,65	128,00	0,00
607919	4189703	20,70	8,66	128,00	0,00
607827	4189672	20,80	8,62	128,00	0,00
607743	4189629	20,70	8,64	128,00	0,00
607688	4189608	20,70	8,25	128,00	0,00
607634	4189601	20,70	8,58	128,00	2,32
607656	4189632	20,80	8,66	128,00	2,69
607662	4189670	20,90	8,66	128,00	2,32
607705	4189695	20,90	8,60	128,00	0,00
607755	4189710	20,90	8,61	128,00	0,00
607816	4189728	21,10	8,61	128,00	0,00
607862	4189737	21,10	8,60	128,00	0,00
607922	4189758	21,10	8,67	128,00	0,24
607980	4189533	21,00	8,60	128,00	0,00
608026	4189794	21,00	8,60	128,00	0,00

608051	4189797	20,90	8,66	128,00	3,24
608045	4189822	20,90	8,70	128,00	5,40
607991	4189867	20,90	8,65	128,00	0,00
607943	4189816	21,00	8,63	128,00	0,00
607894	4189795	20,80	8,69	128,00	0,00
607838	4189789	20,80	8,57	128,00	0,00
607762	4189533	20,80	8,55	128,00	0,00
607699	4189764	20,70	8,60	128,00	0,00
607666	4189758	20,70	8,58	128,00	0,73
607641	4189792	20,80	8,60	128,00	0,26
607630	4189803	20,70	8,60	128,00	2,30
607659	4189813	20,70	8,65	128,00	0,00
607711	4189817	20,80	8,65	128,00	0,00
607768	4189820	20,80	8,66	128,00	0,00
607811	4189823	20,80	8,66	128,00	0,41
607835	4189428	20,80	8,69	128,00	0,00
607910	4189832	20,90	8,65	128,00	0,00
607953	4189832	21,00	8,70	128,00	0,00
607989	4189834	20,90	8,74	128,00	0,00
608029	4189842	20,90	8,74	128,00	2,12
608040	4189869	20,90	8,65	128,00	4,30
608054	4189882	20,80	8,78	128,00	2,79
608027	4189885	20,80	8,80	128,00	1,51
607992	4189886	20,80	8,80	128,00	0,00
607934	4189874	20,80	8,70	128,00	0,00
607888	4189869	20,80	8,83	128,00	0,00
607839	4189869	20,70	8,78	128,00	0,43

607788	4189667	20,70	8,75	128,00	0,00
607732	4189862	20,70	8,80	128,00	0,00
607695	4189706	20,70	8,75	128,00	0,00
607650	4189859	20,70	8,74	128,00	0,35
607630	4189856	20,60	8,76	128,00	5,42
607623	4189876	20,80	8,80	128,00	5,85
607624	4189893	20,60	8,80	128,00	3,39
607658	4189908	20,60	8,77	128,00	0,00
607711	4189905	20,60	8,76	128,00	0,00
607741	4189898	20,70	8,77	128,00	0,00
607828	4189898	20,70	8,77	128,00	0,00
607891	4189898	20,70	8,77	128,00	0,00
607957	4189902	20,70	8,70	128,00	0,00
608018	4189905	20,70	8,70	128,00	0,00
608048	4189912	20,70	8,70	128,00	0,90
608062	4189924	20,60	8,70	128,00	4,17
608062	4189934	20,60	8,70	128,00	3,99
608025	4189958	20,70	8,77	128,00	1,88
607987	4189957	20,60	8,76	128,00	0,00
607943	4189953	20,60	8,77	128,00	0,00
607809	4189932	20,70	8,78	128,00	0,00
607785	4189929	20,70	8,78	128,00	0,72
607727	4189926	20,80	8,71	128,00	0,00
607681	4189925	20,50	8,70	128,00	0,00
607651	4189924	20,50	8,70	128,00	1,47
607654	4189947	20,50	8,75	128,00	3,23
607684	4189945	20,50	8,64	128,00	0,00

607732	4189952	20,50	8,60	128,00	0,00
607802	4189949	20,50	8,60	128,00	0,00
607867	4189942	20,50	8,55	128,00	0,25
607923	4189965	20,50	8,60	128,00	1,68
607968	4189988	20,60	8,55	128,00	1,37
607984	4190009	20,60	8,60	128,00	3,90
607964	4190024	20,70	8,67	128,00	3,68
607921	4190029	20,80	8,63	128,00	0,35
607856	4190027	20,80	8,60	128,00	1,64
607791	4190019	20,80	8,60	128,00	1,43
607746	4190008	20,70	8,62	128,00	2,51
607720	4190007	20,60	8,60	128,00	4,50
607733	4190019	20,60	8,55	128,00	4,17
607754	4190029	20,80	8,58	128,00	4,80
607789	4190036	20,80	8,60	128,00	1,43
607860	4190036	20,90	8,60	128,00	1,98
607888	4190051	21,00	8,65	128,00	5,48
607880	4190068	21,00	8,65	128,00	3,48
607867	4190068	21,00	8,73	128,00	5,40
607844	4190081	21,00	8,81	128,00	2,09
607820	4190084	21,20	8,80	128,00	2,72
607807	4190074	21,00	8,76	128,00	2,92
607808	4190066	21,00	8,70	128,00	2,82
Máximo		21,20	8,83	128,00	5,85
Mínimo		19,80	8,25	127,00	0,00
Média ± DP		20,55 ± 0,36	8,68 ± 0,08	127,97 ± 0,17	1,42 ± 1,65
Mediana		20,70	8,67	128,00	0,58

Tabela H.3 | Medições de fluxo de CO₂ na Lagoa Negra ao longo das várias campanhas de amostragem.

Amostragem	M	P	Temperatura (°C)	pH	Condutividade Elétrica (μS/cm)	Fluxo de CO ₂ (g/m ² .d)
1	652438	4367368	16,70	9,13	140,10	3,25
	652440	4367347	16,70	9,12	140,10	3,00
	652447	4367322	16,70	9,13	140,10	3,83
	652448	4367396	16,80	9,12	140,10	1,91
	652452	4367426	16,70	9,13	140,10	1,68
	652456	4367304	16,60	9,15	140,10	3,20
	652459	4367402	16,70	9,10	140,10	1,81
	652461	4367442	16,70	9,14	140,10	2,04
	652465	4367364	16,70	9,09	140,10	2,20
	652469	4367296	16,60	9,12	140,10	1,54
	652475	4367353	16,60	9,11	140,10	1,96
	652476	4367462	16,60	9,14	140,00	4,08
	652489	4367272	16,70	9,09	140,10	2,68
	652495	4367298	16,70	9,11	140,10	2,99
	652497	4367456	16,60	9,10	140,00	2,63
	652498	4367481	16,90	9,14	140,10	1,88
	652504	4367251	16,90	9,10	140,00	3,34
	652509	4367277	17,10	9,11	140,10	5,68
	652520	4367448	17,00	9,12	140,00	0,70
	652520	4367447	16,80	9,10	140,00	1,14
	652520	4367233	16,90	9,09	140,10	2,96
	652522	4367500	17,00	9,14	140,10	1,77
	652534	4367222	16,90	9,09	140,00	3,14

652536	4367248	17,10	9,09	140,10	2,51
652540	4367509	17,00	9,14	140,00	0,00
652542	4367437	16,80	9,07	140,00	2,82
652547	4367402	17,00	9,11	140,10	0,00
652550	4367391	16,90	9,06	140,00	0,00
652551	4367212	17,00	9,10	140,10	1,47
652556	4367219	17,00	9,09	140,10	1,51
652561	4367344	16,90	9,07	140,00	0,00
652565	4367203	17,10	9,12	140,10	0,00
652566	4367371	17,00	9,11	140,00	2,09
652581	4367484	17,20	9,13	140,00	0,00
652585	4367332	17,10	9,09	140,00	0,00
652586	4367323	16,90	9,08	140,00	0,00
652590	4367553	18,10	9,13	140,00	1,11
652597	4367448	17,20	9,09	140,00	1,57
652597	4367529	18,20	9,09	140,00	0,17
652603	4367273	16,90	9,07	140,10	0,00
652608	4367301	17,10	9,09	140,00	0,00
652612	4367496	18,20	9,09	140,00	0,00
652613	4367565	18,20	9,12	140,00	0,41
652618	4367391	17,20	9,09	140,10	0,00
652619	4367234	17,00	9,08	140,10	0,00
652627	4367269	17,10	9,08	140,10	0,67
652631	4367460	18,10	9,09	140,00	0,00
652633	4367571	18,10	9,12	140,10	0,00
652634	4367358	17,30	9,11	140,00	1,26
652634	4367187	17,00	9,05	140,10	1,55

652646	4367155	16,90	9,12	140,10	0,00
652647	4367550	18,20	9,09	140,00	4,37
652648	4367323	17,30	9,12	140,00	0,33
652649	4367241	17,10	9,02	140,10	0,00
652653	4367418	18,10	9,09	140,10	0,00
652662	4367522	18,20	9,11	140,00	0,11
652666	4367161	17,00	9,09	140,10	0,00
652669	4367484	18,30	9,11	140,00	2,93
652674	4367210	17,00	9,08	140,10	0,61
652676	4367376	17,80	9,09	140,10	0,00
652677	4367285	17,40	9,10	140,00	0,00
652677	4367580	18,50	9,13	140,00	0,00
652677	4367434	18,10	9,11	140,00	0,27
652681	4367558	18,60	9,11	140,00	4,47
652682	4367456	18,60	9,09	140,00	0,00
652683	4367394	18,50	9,12	140,10	0,00
652683	4367500	18,60	9,08	140,00	0,14
652688	4367171	17,10	9,10	140,10	0,16
652688	4367423	18,50	9,12	140,00	2,85
652692	4367254	17,40	9,10	140,10	2,57
652692	4367185	17,00	9,08	140,00	0,30
652697	4367332	17,70	9,09	140,10	0,00
652699	4367224	17,40	9,09	140,10	0,28
652700	4367579	18,50	9,13	140,00	1,04
652701	4367529	18,60	9,09	140,00	0,85
652705	4367297	17,70	9,08	140,10	0,00
652711	4367189	17,50	9,11	140,10	0,34

652713	4367392	18,50	9,11	140,00	1,76
652716	4367386	18,10	9,11	140,10	0,00
652718	4367340	18,20	9,11	140,10	0,00
652719	4367568	18,30	9,12	140,00	1,14
652721	4367295	18,20	9,11	140,10	0,00
652722	4367250	17,70	9,07	140,00	0,00
652729	4367537	18,30	9,12	140,00	0,51
652734	4367186	17,60	9,12	140,10	0,00
652734	4367217	17,60	9,09	140,10	0,00
652740	4367361	18,50	9,11	140,00	4,13
652745	4367575	18,00	9,14	140,00	0,41
652746	4367561	18,00	9,12	140,00	2,11
652746	4367495	18,30	9,12	140,00	2,70
652748	4367193	17,60	9,10	140,10	1,31
652757	4367534	18,00	9,10	139,90	0,82
652760	24032452	18,10	9,12	140,00	1,71
652762	4367565	17,80	9,12	139,90	0,33
652763	4367272	18,60	9,08	139,90	0,00
652763	4367305	18,50	9,10	140,00	0,19
652768	4367332	18,50	9,10	140,00	0,00
652772	4367250	18,80	9,08	139,90	2,54
652774	4367420	17,90	9,13	140,00	1,90
652777	4367509	17,70	9,11	140,00	2,19
652778	4367545	17,90	9,12	139,90	0,38
652784	4367303	19,10	9,06	139,90	1,12
652785	4367234	19,00	9,10	140,00	3,08
652787	4367251	19,00	9,08	139,90	2,00

	652787	4367392	18,10	9,12	140,00	2,02
	652790	4367364	18,90	9,11	140,00	1,64
	652795	4367277	19,20	9,05	139,90	1,55
	652796	4367526	18,00	9,13	140,00	1,08
	652797	4367473	18,00	9,10	140,00	1,32
	652799	4367264	19,40	9,08	140,10	1,68
	652809	4367358	18,10	9,09	140,00	1,47
	652810	4367504	18,30	9,13	139,90	3,33
	652813	4367433	18,20	9,10	140,00	0,89
	652816	4367322	18,40	9,07	139,90	2,18
	652821	4367484	18,20	9,15	139,90	1,73
	652822	4367405	18,30	9,08	140,00	2,08
	652823	4367302	18,50	9,10	140,00	2,09
	652825	4367371	18,40	9,08	140,10	1,36
	652828	4367318	18,40	9,12	139,90	0,20
	652829	4367462	18,40	9,12	139,70	1,84
	652830	4367337	18,70	9,09	139,90	3,93
	652836	4367367	18,30	9,16	138,30	0,33
	652844	4367436	18,60	9,10	140,00	1,66
	652845	4367384	17,90	9,11	139,90	1,83
	652850	4367407	18,60	9,08	140,00	1,53
	Máximo		19,40	9,16	140,10	5,68
	Mínimo		16,60	9,02	138,30	0,00
	Média ± DP		17,70 ± 0,74	9,10 ± 0,02	140,01 ± 0,17	1,31 ± 1,14
	Mediana		17,80	9,10	140,00	1,14
2	652830	4367350	22,50	9,34	137,20	0,00
	652845	4367379	22,60	9,35	136,80	0,31

652850	4367397	22,40	9,31	136,70	3,65
652849	4367416	22,40	9,28	137,00	0,00
652841	4367446	22,40	9,29	137,10	2,18
652803	4367461	22,20	9,27	137,10	1,99
652770	4367494	22,30	9,31	137,60	0,00
652748	4367522	22,30	9,28	137,80	0,00
652727	4367557	22,30	9,29	138,00	0,00
652716	4367569	22,30	9,33	138,00	0,00
652713	4367544	22,30	9,24	138,00	0,00
652731	4367493	22,70	9,20	138,10	0,00
652767	4367434	22,90	9,22	138,10	0,00
652788	4367399	22,90	9,20	138,10	0,00
652812	4367366	23,00	9,24	138,00	0,00
652829	4367333	22,90	9,29	137,90	2,67
652819	4367288	22,90	9,29	137,90	2,90
652801	4367342	22,90	9,20	138,00	0,00
652767	4367405	22,80	9,20	138,10	0,00
652723	4367474	22,80	9,20	138,10	0,00
652695	4367537	22,30	9,23	138,00	0,00
652683	4367578	22,30	9,25	137,80	2,75
652638	4367574	22,40	9,32	137,80	4,77
652657	4367485	22,80	9,20	138,00	0,00
652668	4367425	22,90	9,24	138,80	0,00
652698	4367376	23,00	9,20	138,20	0,00
652732	4367324	22,90	9,22	138,10	0,00
652763	4367282	22,90	9,16	138,10	0,00
652786	4367240	22,80	9,22	138,10	0,00

652773	4367208	22,90	9,23	137,90	0,00
652724	4367259	22,90	9,25	138,20	0,00
652666	4367331	22,80	9,21	138,20	0,00
652615	4367402	22,80	9,20	138,00	0,00
652581	4367468	22,90	9,19	138,00	0,00
652564	4367521	22,70	9,25	137,80	0,00
652542	4367518	22,70	9,29	137,40	5,65
652522	4367501	22,90	9,32	137,20	3,97
652533	4367456	23,00	9,24	138,00	0,00
652579	4367396	23,00	9,22	138,00	0,00
652627	4367316	23,10	9,21	138,20	0,00
652683	4367244	23,20	9,20	138,10	0,00
652715	4367190	23,20	9,24	137,80	0,00
652682	4367163	22,80	9,25	137,90	4,11
652645	4367215	23,00	9,20	138,20	0,00
652620	4367280	22,90	9,25	138,20	0,00
652566	4367344	22,90	9,23	138,10	0,00
652528	4367407	22,70	9,20	138,00	0,00
652490	4367475	22,70	9,26	137,10	0,00
652478	4367466	22,70	9,31	137,80	5,47
652453	4367438	22,90	9,30	137,50	6,33
652478	4367413	22,90	9,30	138,00	0,00
652526	4367343	22,90	9,24	138,00	0,00
652583	4367247	23,10	9,23	138,30	0,00
652600	4367203	23,30	9,24	138,00	0,00
652642	4367148	22,90	9,31	138,00	2,56
652616	4367147	22,80	9,35	138,00	4,60

652600	4367154	23,30	9,30	138,00	0,76
652576	4367183	23,20	9,36	138,20	7,21
652554	4367215	23,30	9,29	138,20	0,00
652504	4367272	23,20	9,21	138,00	0,00
652484	4367331	23,20	9,21	138,00	0,00
652472	4367366	23,10	9,22	138,00	0,00
652443	4367395	23,10	9,25	137,90	1,26
652435	4367370	23,20	9,29	137,80	3,68
652434	4367345	23,20	9,30	137,70	5,28
652452	4367305	23,20	9,33	137,90	3,15
652470	4367281	23,10	9,32	137,90	7,66
652487	4367274	23,10	9,31	137,90	8,62
652499	4367249	23,20	9,35	138,00	2,19
652516	4367232	23,10	9,35	138,00	0,00
652542	4367207	23,10	9,33	138,10	8,85
Máximo		23,30	9,36	138,80	8,85
Mínimo		22,20	9,16	136,70	0,00
Média ± DP		22,85 ± 0,29	9,26 ± 0,05	137,89 ± 0,36	1,44 ± 2,38
Mediana		22,90	9,25	138,00	0,00

Tabela H.4 | Medições de fluxo de CO₂ na Ribeira Quente ao longo das várias campanhas de amostragem.

Amostragem	M	P	Temperatura (°C)	pH	Condutividade Elétrica (μS/cm)	Fluxo de CO ₂ (g/m ² .d)
1	647857	4181216	17,50	6,21	198,90	1307,25
	648446	4182262	14,40	7,20	219,00	17,95
	649098	4181728	19,30	6,62	304,00	699,19
	650184	4181847	19,70	6,84	348,00	2279,73
	649735	4178412	24,70	7,33	1066,00	35,55
	649969	4177818	19,50	7,30	419,00	92,33
	Máximo		24,70	7,30	1066,00	2279,73
	Mínimo		14,40	6,21	198,90	17,95
	Média ± DP		19,18 ± 3,07	6,92 ± 0,41	425,82 ± 295,82	738,67 ± 829,79
	Mediana		19,40	7,02	326,00	395,76
2	649621	4182954	15,70	7,80	158,00	2,12
	649602	4182968	16,70	8,44	160,00	6,67
	649578	4182980	16,80	7,79	153,00	7,42
	649545	4182984	16,50	7,86	159,00	0,40
	649497	4182993	17,20	8,11	159,00	2,57
	649454	4183015	15,10	8,03	155,00	2,47
	649419	4183031	18,00	7,92	162,00	3,11
	649360	4183040	17,70	8,15	165,00	3,27
	649282	4183043	18,00	7,79	167,00	4,57
	649217	4183055	18,20	8,03	167,00	6,53
	649153	4183095	19,80	8,36	162,00	2,53
	649103	4183115	17,00	8,08	150,00	3,37
	649240	4183051	18,70	7,72	165,00	9,74
	646357	4182305	16,50	6,20	358,00	2,98

646341	4182661	16,30	6,75	270,00	3,30
646342	4182662	16,60	6,97	271,00	9,01
646348	4182657	16,40	6,88	240,00	8,59
646349	4182658	16,30	6,81	241,00	6,63
647241	4182873	16,20	7,25	174,00	8,47
647253	4182868	16,20	7,31	181,00	2,54
647256	4182867	16,10	7,31	185,00	4,03
647254	4182869	16,40	7,33	184,00	4,30
647288	4182903	16,40	7,15	154,00	7,16
648436	4182273	16,20	7,63	220,00	22,30
648425	4182287	16,20	7,45	218,00	78,02
648427	4182299	16,60	7,54	219,00	47,95
648382	4182318	17,00	7,52	222,00	41,26
648463	4182255	17,50	7,67	220,00	20,25
648503	4182223	17,30	7,52	218,00	43,61
648544	4182222	17,30	7,52	222,00	90,52
649102	4181715	21,60	6,90	271,00	1177,91
649119	4181697	21,30	6,80	270,00	2,83
649139	4181684	21,20	7,10	270,00	4,00
649162	4181674	21,30	7,10	270,00	5,06
649193	4181664	21,20	6,81	270,00	4,94
649219	4181660	21,20	6,70	271,00	5,56
649397	4181840	22,00	6,44	308,00	2764,35
649375	4181874	22,10	6,50	308,00	1976,26
649372	4181909	22,30	6,20	308,00	2560,91
649381	4181920	22,20	6,50	308,00	131,19
649381	4181920	22,20	6,50	308,00	24085,47

649406	4181928	22,00	7,50	300,00	1932,35
649422	4181936	22,10	6,50	310,00	1096,15
649464	4181937	22,20	6,51	311,00	1818,66
649494	4181940	22,30	6,80	311,00	241,95
649526	4181973	22,00	6,70	311,00	283,11
649554	4181996	22,10	6,60	313,00	951,64
649573	4182009	25,50	6,80	361,00	301,07
649584	4182025	22,10	6,70	313,00	1893,62
649560	4182008	36,00	6,34	421,00	204,97
649541	4182014	35,70	6,40	421,00	294,52
649524	4182020	36,10	6,50	423,00	713,18
649511	4182028	36,30	5,90	426,00	1548,12
649496	4182030	36,50	5,90	423,00	604,59
649967	4182016	22,50	7,00	320,00	1457,61
649939	4182044	22,50	6,90	320,00	941,88
649941	4182086	22,40	6,60	320,00	4402,77
649954	4182114	22,70	6,60	320,00	2553,50
649994	4182001	17,10	7,50	175,00	19,30
650023	4182037	17,00	7,20	175,00	106,40
650029	4182068	17,10	7,62	177,00	276,80
650034	4182094	17,30	6,80	178,00	131,81
650046	4182140	17,40	7,50	171,00	51,85
650031	4182165	17,50	7,40	178,00	45,84
650027	4182198	17,40	7,50	167,00	21,67
649994	4181991	17,50	7,51	175,00	772,50
650000	4181963	22,00	6,60	279,00	2250,96
650003	4181936	21,70	6,80	291,00	1311,47

	650191	4181850	21,20	6,80	302,00	148,25
	650206	4181823	21,60	6,70	304,00	112,51
	650216	4181811	22,90	6,80	315,00	56,29
	650240	4181792	22,00	6,70	367,00	1542,33
	650276	4181763	22,30	6,90	380,00	274,88
	650182	4181868	21,80	6,90	300,00	1524,32
	650180	4181884	22,10	6,90	301,00	140,58
	650182	4181901	22,20	6,92	308,00	62,29
	650553	4181203	24,10	7,15	333,00	20,20
	650572	4181144	24,30	7,42	336,00	23,59
	650589	4181116	24,40	7,05	339,00	91,78
	650595	4181106	24,50	7,06	337,00	12,23
	650549	4181225	24,40	7,33	336,00	267,52
	650533	4181266	24,00	7,33	330,00	459,75
	650523	4181303	24,10	7,30	336,00	260,11
	650000	4181200	19,50	7,80	240,00	2,24
	649303	4182114	19,00	5,80	292,00	651,25
	649317	4182104	18,50	6,00	320,00	216,72
	649333	4182062	18,90	6,03	318,00	266,28
	649337	4182032	19,50	6,00	320,00	396,80
	649354	4182013	23,50	5,90	390,00	2151,54
	649367	4182023	26,00	5,90	332,00	3534,54
	649375	4182023	24,50	5,70	432,00	6644,87
	648879	4183294	16,70	7,56	155,00	5,61
	648910	4183284	16,40	7,59	165,00	13,47
	648930	4183288	16,50	7,54	164,00	3,69
	648959	4183249	16,10	7,69	152,00	9,76

648974	4183219	16,40	7,26	157,00	10,28
649010	4183207	16,10	7,98	151,00	4,37
649044	4183182	16,00	7,70	151,00	4,25
649077	4183156	16,10	7,93	152,00	4,79
649097	4183121	15,80	7,89	152,00	3,15
649115	4183123	15,60	7,96	152,00	3,97
649138	4183119	15,80	7,88	152,00	7,50
649154	4183113	15,60	7,82	154,00	5,93
649183	4183089	15,80	8,12	153,00	7,62
649197	4183069	16,00	8,76	194,00	5,55
649230	4183054	16,40	8,30	169,00	2,71
649277	4183047	16,50	8,01	168,00	9,98
649314	4183044	16,20	8,19	168,00	17,58
649393	4183044	16,20	7,69	165,00	6,66
649438	4183031	16,20	7,73	167,00	6,34
649451	4183021	16,00	7,71	165,00	3,78
648142	4181628	24,70	7,08	227,00	16,98
648153	4181617	25,40	7,03	228,00	91,05
648188	4181613	25,50	7,15	229,00	419,68
648214	4181633	25,60	6,80	230,00	526,44
648220	4181644	25,50	6,70	232,00	822,13
648223	4181674	25,20	6,71	231,00	826,52
648259	4181762	25,10	6,74	232,00	378,26
648283	4181707	25,40	6,80	232,00	319,22
648304	4181720	26,00	6,81	231,00	387,20
648309	4181739	25,70	6,71	233,00	399,28
648330	4181781	25,30	6,64	232,00	1311,15

648338	4181813	24,50	6,88	227,00	13,34
648355	4181828	24,90	6,84	235,00	11,77
648579	4182155	15,10	7,37	217,00	5,83
648557	4182093	15,60	7,47	218,00	6,55
648583	4182044	15,80	6,98	220,00	4,73
648604	4181982	16,10	6,78	227,00	8,50
648619	4181932	16,30	6,95	177,00	9,63
648632	4181879	16,80	6,89	49,00	5,48
648629	4181875	26,70	6,70	258,00	2,43
648753	4181795	20,50	6,74	252,00	2,28
648774	4181826	21,40	6,63	259,00	5,02
648809	4181802	22,00	6,63	261,00	3,68
648857	4181775	22,20	6,65	258,00	5,37
648972	4181743	22,30	6,68	260,00	5,50
648945	4181740	22,70	6,75	259,00	2,39
648968	4181736	22,90	6,67	259,00	3,68
649000	4181735	23,10	6,63	258,00	3,17
649028	4181736	23,40	6,67	259,00	5,41
647840	4181235	21,80	6,09	157,00	8,10
647838	4181286	21,90	7,71	156,00	4,57
647783	4181157	21,90	7,06	156,00	8,10
648030	4181563	34,40	6,18	494,00	2574,19
648065	4181568	32,50	6,46	470,00	1549,40
648071	4181606	21,80	7,38	170,00	121,66
648072	4181628	24,00	6,35	224,00	82,30
648073	4181547	21,60	7,13	166,00	12,51
648067	4181531	21,60	7,40	167,00	18,61

648052	4181519	21,60	7,30	165,00	8,56
647308	4181872	16,40	7,70	188,00	6,83
649854	4180167	21,10	7,80	377,00	21,11
649844	4180014	21,10	7,90	327,00	5303,09
649847	4180083	21,10	7,80	328,00	174,56
649845	4180076	21,30	7,80	327,00	1061,98
649827	4180042	21,30	7,80	327,00	7,29
649818	4180027	21,50	7,60	327,00	68,00
649805	4180003	21,40	7,70	327,00	30,93
649148	4178987	21,40	7,80	361,00	16,25
649141	4178983	21,10	7,70	360,00	7106,94
649138	4179064	21,00	7,60	366,00	19,29
649145	4179136	21,10	7,48	371,00	19,39
649080	4179179	21,50	7,70	351,00	75,18
649058	4179245	21,50	7,60	351,00	319,20
649150	4179211	21,60	7,40	351,00	24,32
649161	4179307	21,60	7,48	355,00	20,09
649132	4179353	21,50	7,50	353,00	18,28
649177	4179355	21,60	7,70	349,00	9,00
649224	4179466	21,50	7,60	348,00	24,48
649244	4179500	21,50	7,70	349,00	21,96
649685	4178498	22,10	7,70	386,00	70,24
649706	4178446	22,20	7,17	387,00	5,60
649716	4178411	22,10	7,80	376,00	31,10
650015	4177749	22,10	8,00	385,00	46,82
649989	4177788	22,20	7,94	393,00	6,56
649967	4177817	22,10	8,00	385,00	67,97

649903	4177886	22,00	8,06	385,00	146,44
649885	4177917	22,00	8,02	385,00	26,50
649865	4177945	22,00	8,01	385,00	62,14
649849	4177967	22,00	8,03	385,00	133,69
649829	4177999	22,00	8,03	385,00	17,17
649186	4178957	21,90	7,70	359,00	102,18
649165	4178906	22,00	7,60	256,00	17,82
649164	4178895	18,00	7,80	861,00	265,28
649137	4178879	18,00	7,70	872,00	145,91
649201	4178874	22,00	7,50	410,00	90,62
649074	4178872	18,40	7,40	876,00	129,86
649066	4178884	18,50	7,30	874,00	1274,57
649054	4178893	18,10	7,40	870,00	308,72
649032	4178901	17,90	7,20	860,00	502,87
649017	4178908	17,90	7,20	862,00	183,58
649251	4179541	21,40	7,60	375,00	12,14
649245	4179559	21,40	7,61	374,00	18,55
649233	4179629	21,50	7,80	344,00	71,78
649237	4179614	21,70	7,50	338,00	133,53
649235	4179656	21,70	7,51	338,00	122,31
649262	4179640	17,30	7,70	635,00	150,22
649187	4179745	17,70	7,40	678,00	90,01
649198	4179764	17,00	7,25	591,00	586,12
649210	4179765	17,60	7,70	631,00	821,70
649216	4179748	17,60	7,70	633,00	75,34
649231	4179729	17,50	7,60	635,00	242,52
649505	4178540	23,30	7,90	368,00	6,39

	649508	4178557	24,00	7,70	366,00	29,89
	649569	4178592	22,30	7,80	384,00	17,01
	649594	4178589	22,50	7,80	384,00	13,80
	649620	4178585	22,40	7,60	387,00	11,11
	649666	4178514	18,30	7,70	328,00	5,14
	649632	4178570	22,10	7,55	373,00	80,52
	649650	4178551	22,10	7,60	386,00	13,64
	Máximo		36,50	8,76	876,00	24085,47
	Mínimo		15,10	5,70	150,00	0,40
	Média ± DP		20,80 ± 4,00	7,26 ± 0,59	302,80 ± 147,00	518,46 ± 25,49
3	Mediana		21,50	7,40	296,00	1906,36
	648075	4181577	33,00	6,72	453,00	390,81
	648070	4181611	29,10	7,06	---	66,72
	648101	4181639	23,60	6,84	---	23,84
	648140	4181628	26,50	7,18	236,00	28,03
	648172	4181616	26,70	---	---	54,90
	648221	4181633	26,20	---	---	55,06
	648225	4181671	26,60	---	---	22,42
	648272	4181706	26,40	---	---	20,05
	648310	4181728	26,40	---	---	248,33
	648324	4181773	26,30	---	---	831,66
	648336	4181800	26,40	---	---	8,46
	648367	4181834	26,10	---	---	6,70
	649102	4181725	21,70	6,56	294,00	871,90
	649078	4181727	21,20	---	---	153,24
	649063	4181732	21,20	---	---	89,83
	649038	4181732	21,20	---	---	1001,15

649001	4181735	21,50	---	---	62,37
648980	4181734	21,50	---	---	365,94
648948	4181744	21,30	---	---	152,66
648920	4181757	21,20	---	---	267,76
648897	4181763	21,20	---	---	134,90
648880	4181768	21,10	---	---	767,15
648851	4181785	20,20	---	---	573,90
648818	4181797	20,10	---	---	82,51
648793	4181813	20,10	---	---	727,69
648766	4181817	20,80	---	---	844,92
648726	4181830	19,40	---	---	53,97
648636	4181856	18,70	---	---	3619,43
648674	4181861	18,10	---	---	33,37
648648	4181875	18,10	---	---	167,60
648623	4181902	16,40	---	---	339,08
648614	4181938	16,80	---	---	56,10
648648	4181985	16,30	6,54	215,00	336,88
648606	4181997	16,30	---	---	516,76
648596	4182019	16,30	---	---	181,31
648436	4182281	15,40	7,74	216,00	49,34
648417	4182294	15,60	---	---	45,85
648397	4182317	15,10	---	---	6,22
648460	4182256	16,30	---	---	53,59
648508	4182224	16,30	---	---	20,21
648556	4182222	16,40	---	---	44,81
648582	4182209	16,40	---	---	8,11
648589	4182197	16,10	7,25	213,00	16,64

649118	4181708	22,10	---	---	2133,85
649142	4181684	21,70	---	---	49,93
649171	4181669	21,80	---	---	91,75
649189	4181659	21,70	---	---	946,72
649236	4181652	21,90	---	---	382,97
649265	4181659	21,90	---	---	1344,06
649288	4181668	21,90	---	---	1583,77
649323	4181679	21,80	---	---	1229,46
649369	4281694	21,80	---	---	339,14
649400	4181712	24,90	---	---	2923,00
649408	4181737	23,10	---	---	37,47
649424	4181759	23,10	---	---	474,13
649442	4181789	24,00	6,31	370,00	1325,29
649368	4181881	23,40	---	---	10636,96
649384	4181924	23,50	---	---	407,15
649400	4181928	23,40	---	---	565,65
649429	4181941	23,50	---	---	2180,55
649449	4181937	23,30	---	---	1276,32
649474	4181938	23,50	---	---	1792,83
649508	4181956	23,40	---	---	165,44
649531	4181987	23,70	6,35	356,00	1103,44
649558	4181999	23,70	---	---	310,96
649570	4182017	24,80	---	---	143,48
649582	4182025	23,80	---	---	855,47
649566	4182012	38,50	---	---	1302,08
649555	4182012	38,20	---	---	232,98
649543	4182018	38,50	6,36	421,00	1060,37

	649528	4182023	38,60	---	---	1372,07
	649497	4182033	38,80	---	---	1065,48
	650181	4181855	22,80	6,55	342,00	1362,14
	650200	4181836	22,30	---	---	499,79
	650219	4181809	22,50	---	---	723,73
	650242	4181792	22,60	---	---	557,38
	650182	4181870	21,10	---	---	232,59
	650181	4181884	22,60	---	---	198,68
	650167	4181905	22,70	---	---	79,92
	650549	4181205	27,60	6,99	494,00	132,17
	650568	4181172	26,90	---	---	22,55
	650573	4181157	21,80	---	---	48,13
	650584	4181147	26,30	---	---	15,41
	650600	4181124	26,30	---	---	33,25
	650544	4181246	28,30	---	---	85,86
	650540	418279	19,80	---	---	25,38
	650525	4181305	30,60	---	---	34,78
	649856	4180163	21,40	7,50	356,00	11,02
	649858	4180125	21,60	7,81	365,00	13,27
	649858	4180125	21,60	7,97	366,00	13,27
	649853	4180086	21,40	7,98	367,00	31,30
	649838	4180055	21,40	8,06	367,00	8,33
	649833	4180041	21,40	7,99	367,00	12,86
	649793	4179933	21,40	7,77	370,00	7,47
	649197	4179753	17,20	---	---	36,43
	649193	4179725	17,40	7,63	634,00	114,10
	649228	4179728	17,80	---	---	98,84

649237	4179700	17,90	---	---	340,89
649253	4179663	22,10	---	---	14,29
649274	4179653	22,00	---	---	20,21
649229	4179631	21,80	---	---	18,30
649233	4179586	21,80	---	---	10,77
649236	4179529	21,90	---	---	48,81
6492236	4179482	21,90	---	---	21,57
649221	4179448	21,70	---	---	23,15
649194	4179394	21,70	---	---	11,42
649144	4179362	21,70	7,39	396,00	34,01
649135	4179311	21,80	---	---	14,56
649129	4179267	21,70	---	---	46,06
649077	4179225	21,70	---	---	21,69
649094	4179155	21,40	---	---	58,14
649136	4179147	21,60	---	---	37,71
649129	4179017	21,20	7,66	407,00	32,79
649136	4178956	20,00	6,65	319,00	13,90
649180	4178943	22,10	---	---	33,18
649133	4178869	22,10	---	---	65,32
649180	4178899	14,30	---	---	110,24
649087	4178876	19,60	---	---	181,88
649102	4178896	15,60	7,48	854,00	246,36
649055	4178875	19,30	---	---	684,48
649035	4178871	19,30	---	---	193,32
649042	4178899	19,20	---	---	326,78
649717	4178411	25,30	---	---	54,04
649730	4178488	25,40	---	---	26,84

649678	4178523	25,00	7,19	554,00	65,27
649643	4178568	24,70	---	---	112,03
649632	4178588	19,20	---	---	7,88
649602	4178596	24,50	---	---	21,24
649577	4178588	24,40	---	---	14,08
649546	4178571	24,70	---	---	19,34
649556	4178556	24,50	6,74	510,00	625,82
649511	4178556	24,70	---	---	15,06
650003	4177767	22,40	---	---	10,63
649933	4177797	22,60	---	---	94,63
649966	4177817	22,80	7,78	432,00	5,76
649954	4177829	22,70	---	---	133,59
649896	4177936	22,70	---	---	127,01
649882	4177933	22,80	---	---	21,70
649855	4177974	22,90	---	---	8,93
649844	4178012	22,80	7,57	429,00	37,73
646356	4182302	15,90	6,33	536,00	77,77
646341	4182671	15,30	---	---	355,78
646334	4182670	15,30	---	---	199,09
646345	4182671	15,30	7,04	101,20	284,98
647259	4182876	15,00	---	---	8,22
649176	4183081	15,10	---	---	8,12
649160	4183098	14,50	---	---	7,77
649120	4183097	15,10	---	---	6,83
649103	4183110	14,90	---	---	8,10
649088	4183132	15,10	7,32	150,10	4,90
649076	4183159	15,30	---	---	3,37

	649046	4183179	15,40	---	---	2,25
	649010	4183190	15,30	---	---	7,85
	648981	4183217	15,50	---	---	8,98
	648962	4183244	15,50	---	---	4,44
	648957	4183263	15,60	---	---	8,52
	648937	4183281	16,00	---	---	11,63
	648911	4183286	15,80	---	---	10,49
	648879	4183301	16,10	---	---	4,24
	648872	4183300	16,10	7,04	162,90	7,01
	648855	4183310	16,20	---	---	9,96
	648935	4183299	15,20	7,12	132,10	6,41
	649114	4183125	15,50	---	---	3,70
	649146	4183122	15,60	---	---	8,70
	649178	4183102	15,60	---	---	13,90
	649186	4183086	15,70	---	---	9,16
	649200	4183067	16,00	---	---	12,17
	649230	4183057	16,10	---	---	8,08
	649250	4183056	16,00	7,17	162,60	6,55
	649293	4183049	15,90	---	---	6,89
	649339	4183045	15,90	---	---	9,62
	649398	4183045	15,80	---	---	7,67
	649422	4183039	15,80	---	---	6,19
	649439	4183026	15,80	---	---	10,10
	649454	4183021	15,20	---	---	6,85
	649480	4183006	15,60	---	---	6,15
	649502	4182993	15,70	---	---	7,09
	649529	4182989	15,70	---	---	8,24

649556	4182990	16,00	---	---	5,48
649589	4182987	15,80	---	---	4,36
649604	4182970	15,90	---	---	9,46
650017	4181990	16,10	---	---	389,50
650040	4182076	16,60	6,77	170,30	7,06
650048	4182127	16,80	---	---	9,32
650039	4182169	16,90	---	---	5,73
650024	4182132	16,90	---	---	54,37
650041	4182215	17,00	6,44	364,00	21,29
650006	4181964	17,50	---	---	59,28
650002	4181934	23,60	---	---	408,45
650003	4181892	22,10	---	---	677,69
650019	4181877	22,20	---	---	987,79
649999	4181969	23,70	---	---	1412,67
649975	4182016	23,60	---	---	1409,52
649947	4182039	23,60	6,44	364,00	1712,86
649948	4182068	23,40	---	---	1845,68
649953	4182107	23,40	---	---	1861,06
649942	4182130	23,70	---	---	277,15
647306	4181857	17,40	7,75	131,10	3,05
647790	4181161	22,50	7,62	159,30	14,37
647799	4181165	22,40	---	---	11,22
647803	4181176	22,40	---	---	9,40
647817	4181189	22,40	---	---	11,09
647835	4181196	22,40	---	---	10,09
647851	4181203	22,70	---	---	7,78
648039	4181570	34,40	6,48	461,00	84,66

	648066	4181581	34,00	---	---	47,38
	648074	4181557	22,80	---	---	69,92
	648072	4181539	22,90	---	---	38,62
	648056	4181527	22,90	---	---	15,93
	649366	4182018	26,10	---	---	60,87
	649366	4182007	24,10	---	---	9,72
	649335	4182027	18,00	---	---	8,07
	649335	4182055	18,40	---	---	12,72
	649308	4182117	18,90	---	---	6,22
	649316	4182141	19,90	5,92	234,00	8,58
	Máximo		38,80	8,10	854,00	10637,96
	Mínimo		14,30	5,90	101,20	2,25
	Média ± DP		21,10 ± 4,80	7,10 ± 0,60	364,50 ± 152,20	334,47 ± 884,9
	Mediana		4,80	7,10	364,50	46,1

ANEXO I

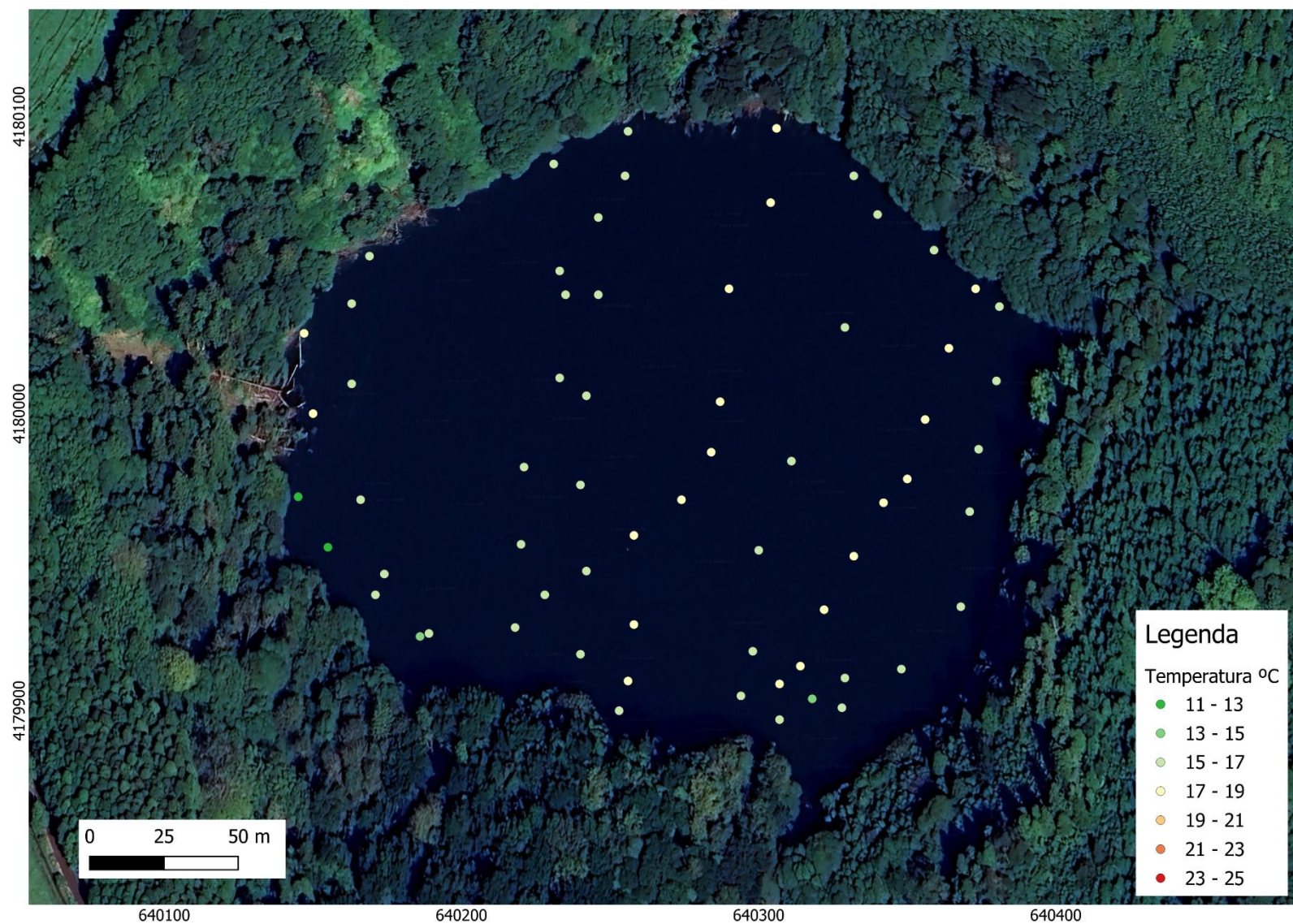


Figura I.1 | Representação espacial dos valores de temperatura na Lagoa do Congo referente à 1.^a campanha de amostragem.

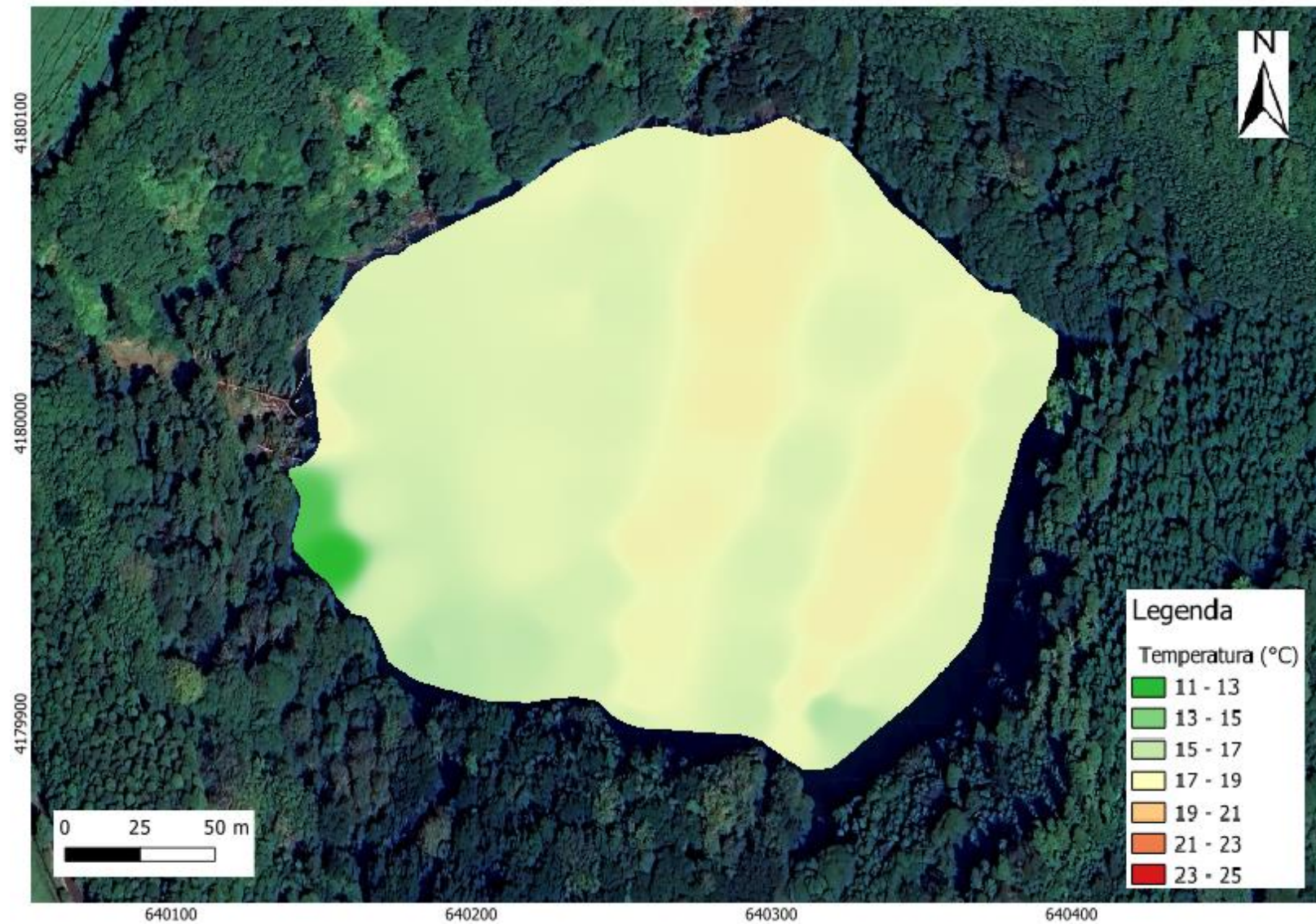


Figura I.2 | Mapa de dispersão da temperatura na Lagoa do Congo referente à 1.ª campanha de amostragem.

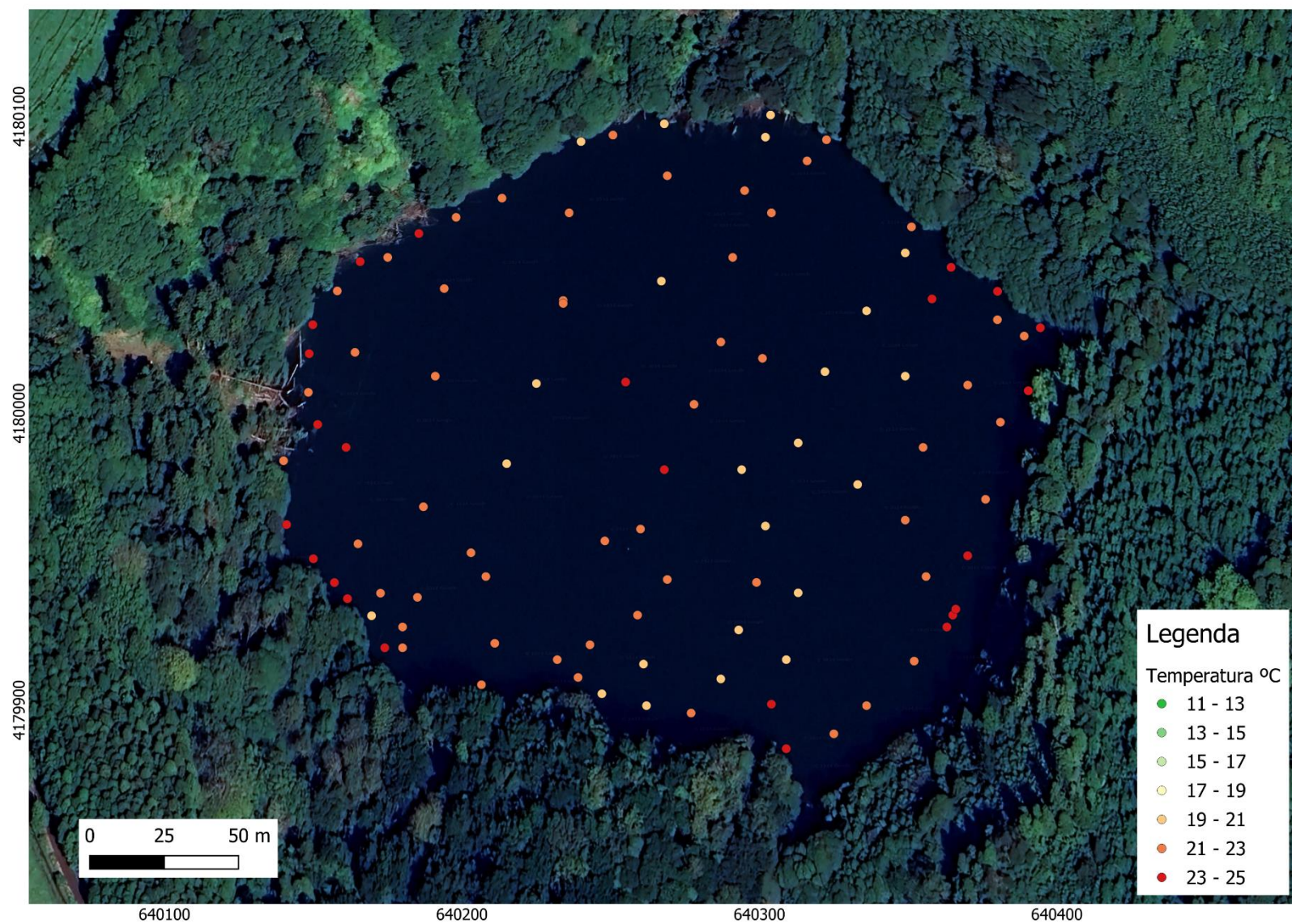


Figura I.3 | Representação espacial dos valores de temperatura na Lagoa do Congo referente à 2.^a campanha de amostragem.

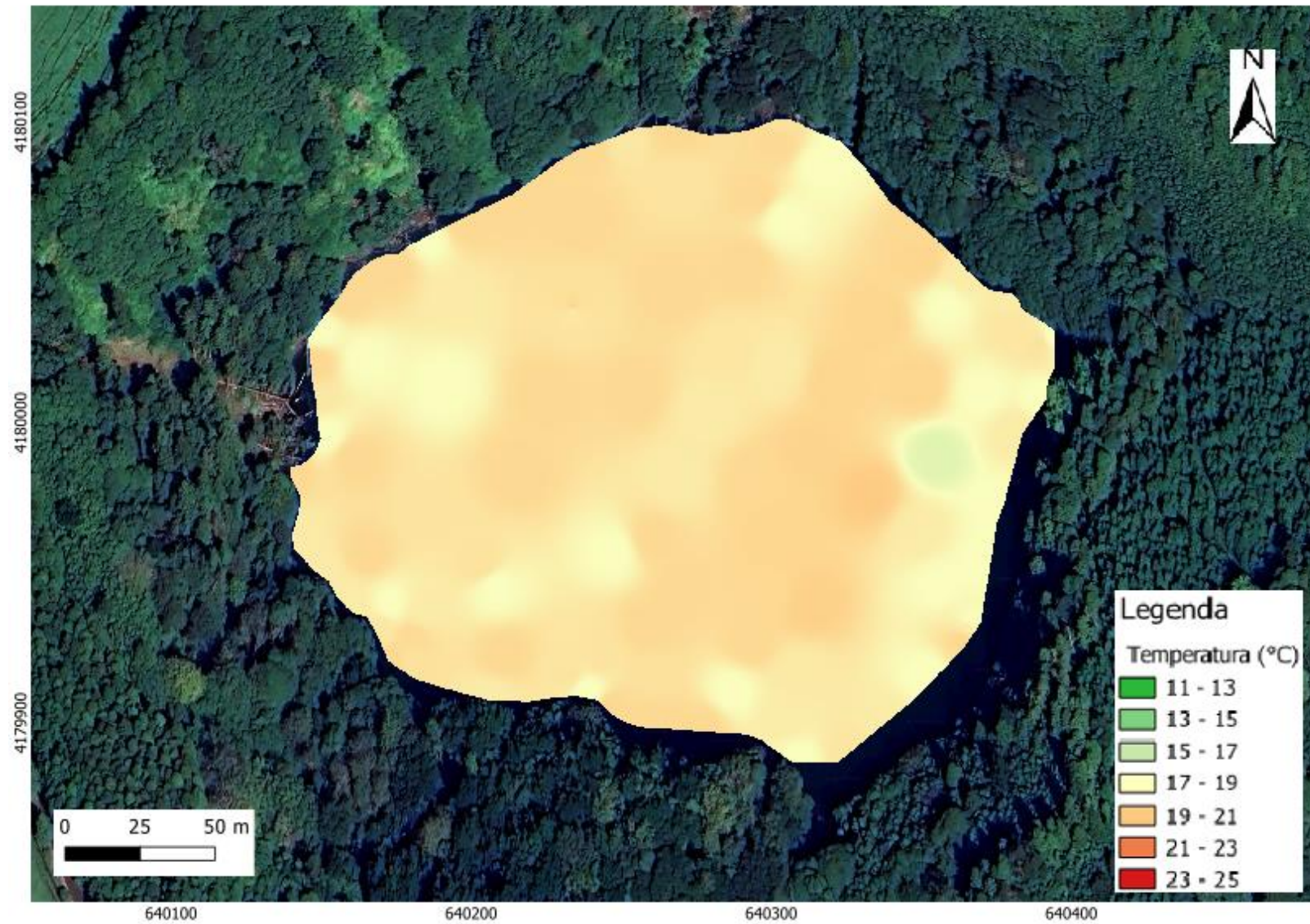


Figura I.4 | Mapa de dispersão da temperatura na Lagoa do Congo referente à 2.ª campanha de amostragem.

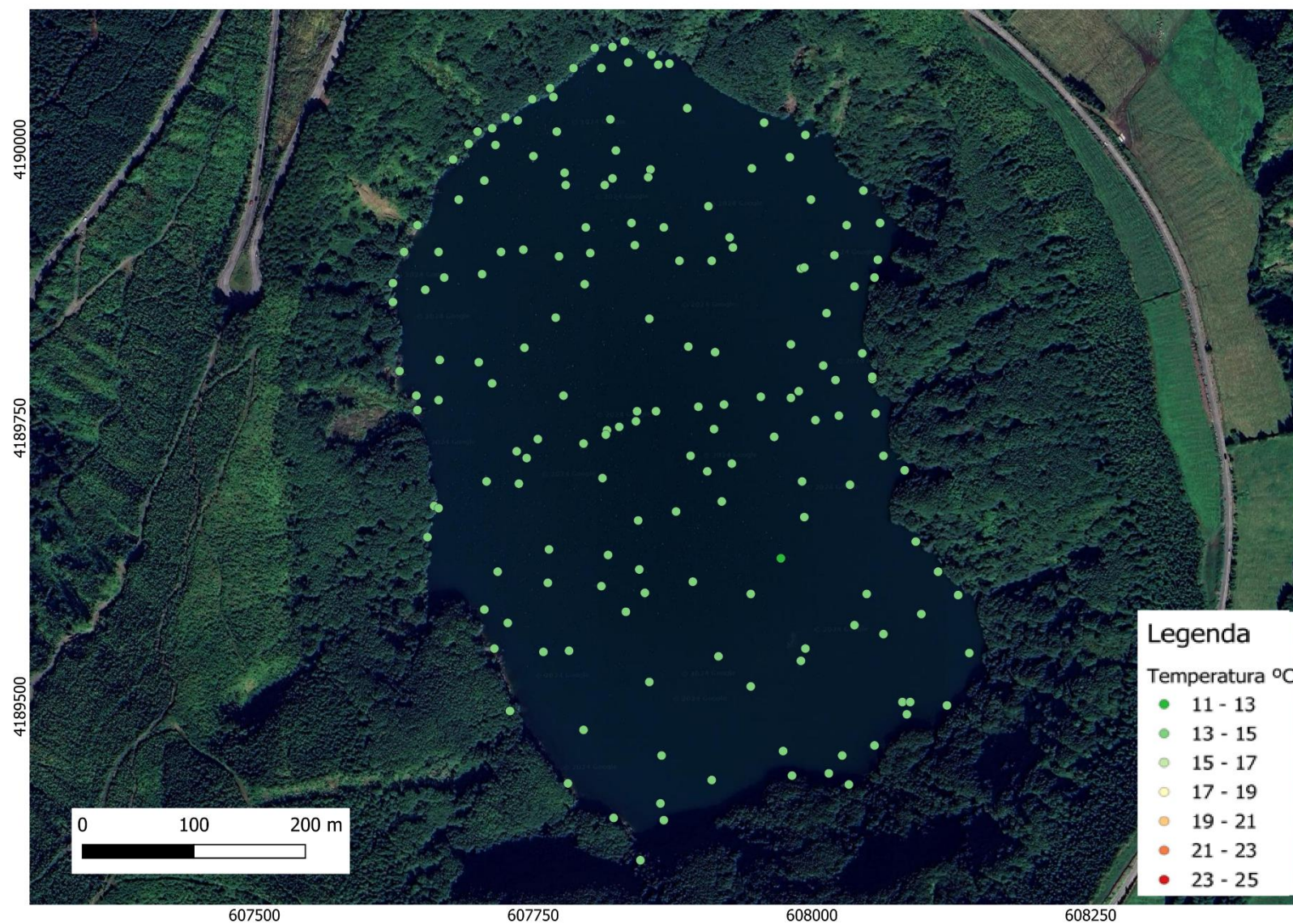


Figura I.5 | Representação espacial dos valores de temperatura na Lagoa de Santiago referente à 1.^a campanha de amostragem.

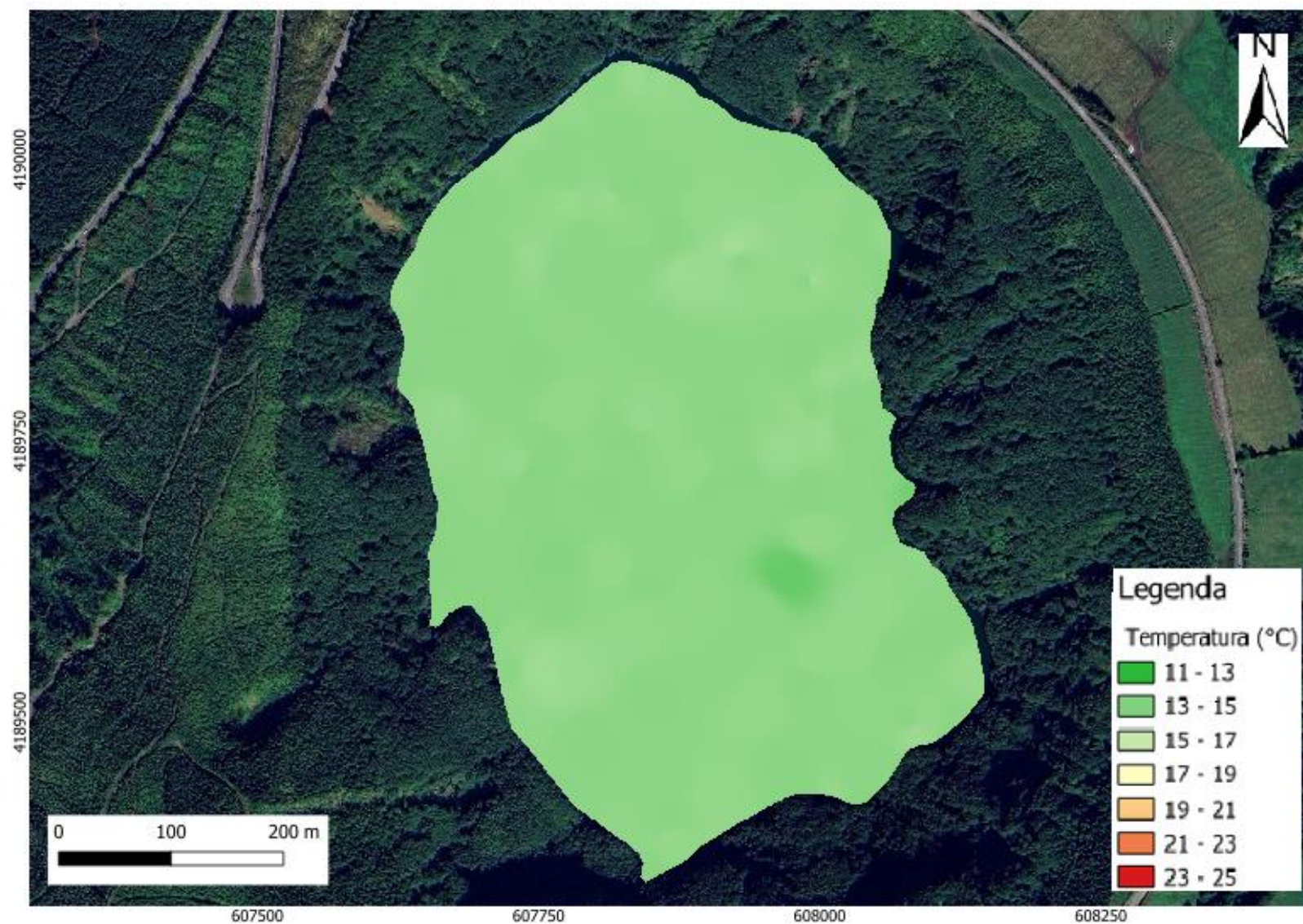


Figura I.6 | Mapa de dispersão da temperatura na Lagoa de Santiago referente à 1.^a campanha de amostragem.

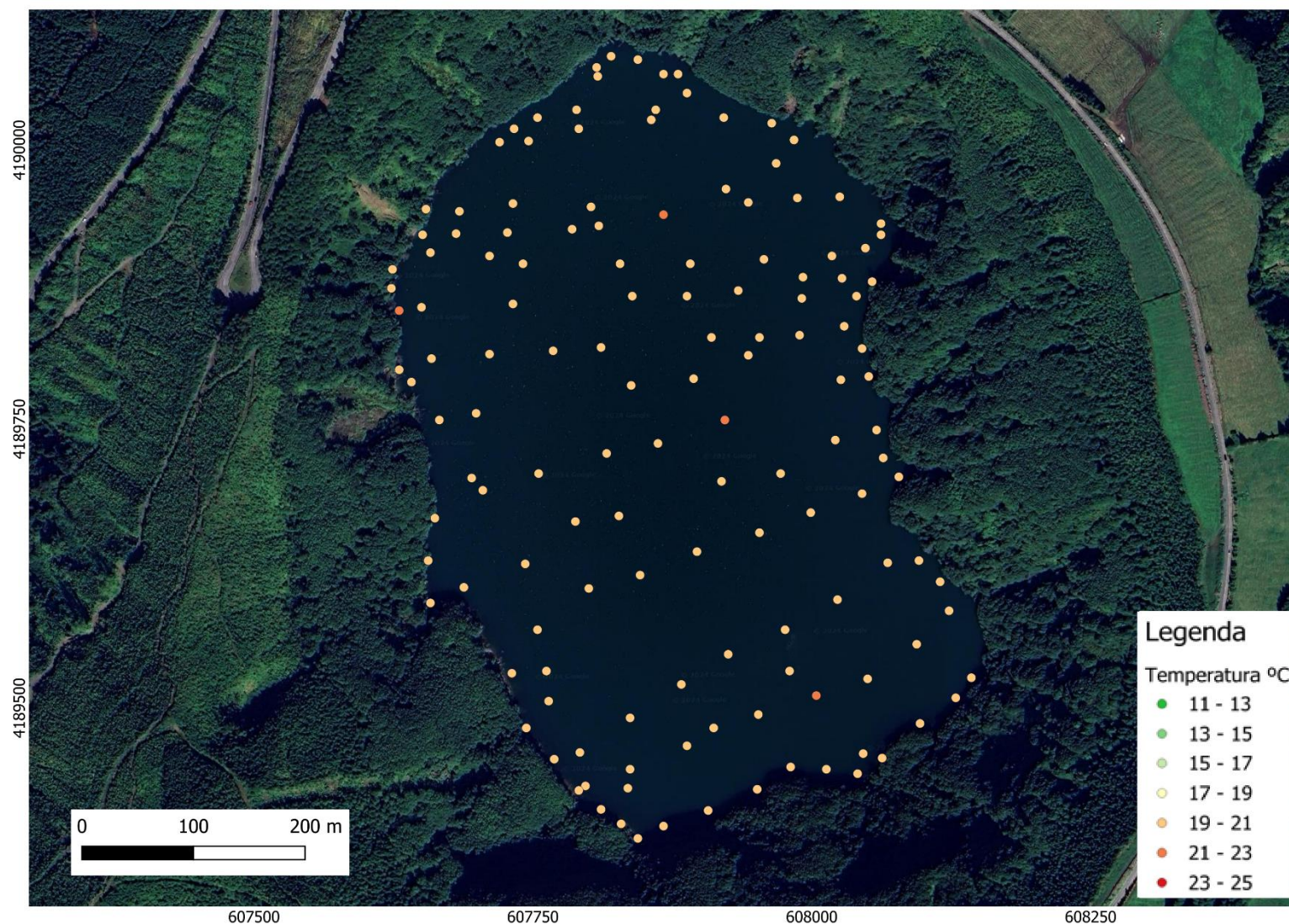


Figura I.7 | Representação espacial dos valores de temperatura na Lagoa de Santiago referente à 2.^a campanha de amostragem.

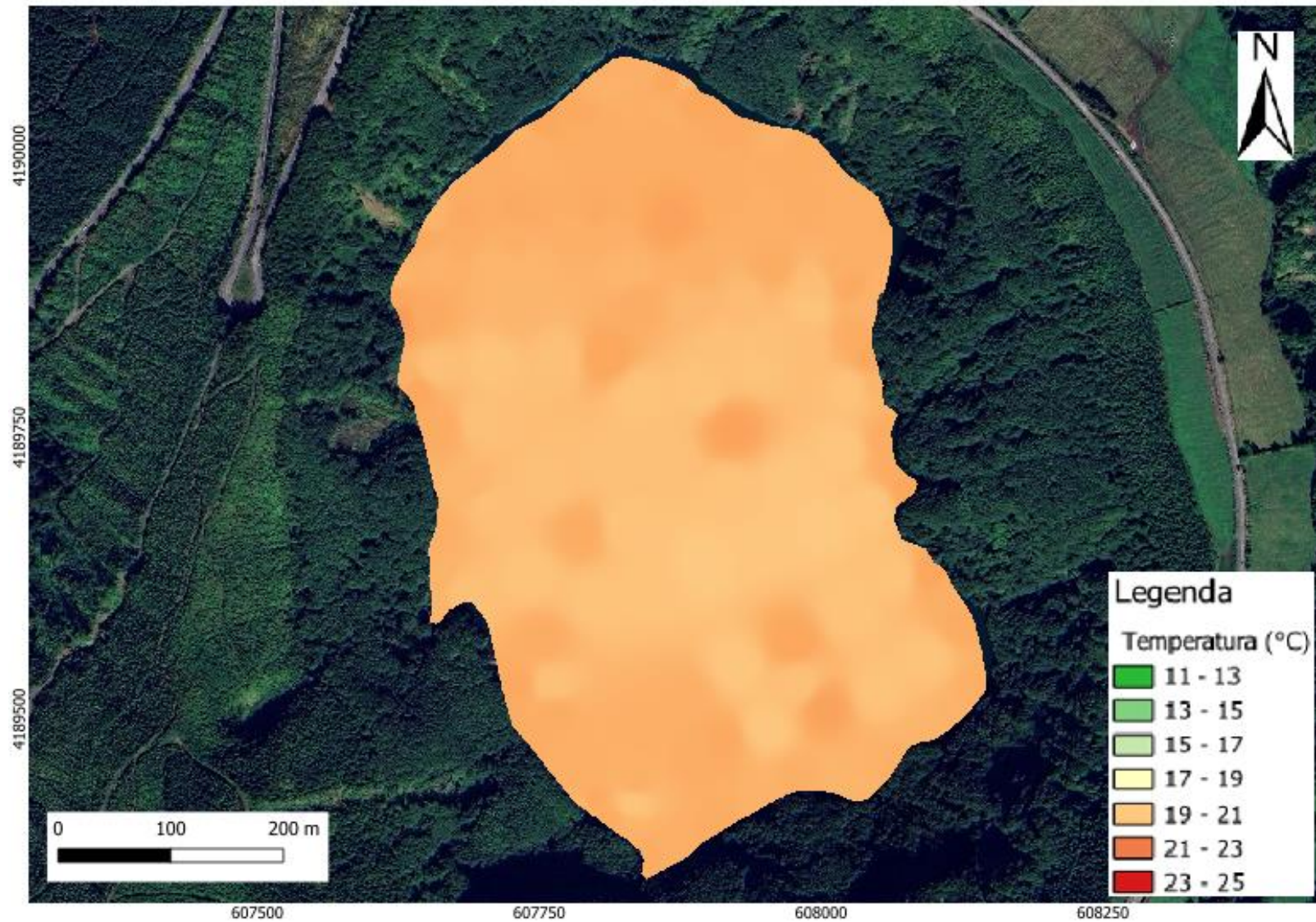


Figura I.8 | Mapa de dispersão da temperatura na Lagoa de Santiago referente à 2.^a campanha de amostragem.

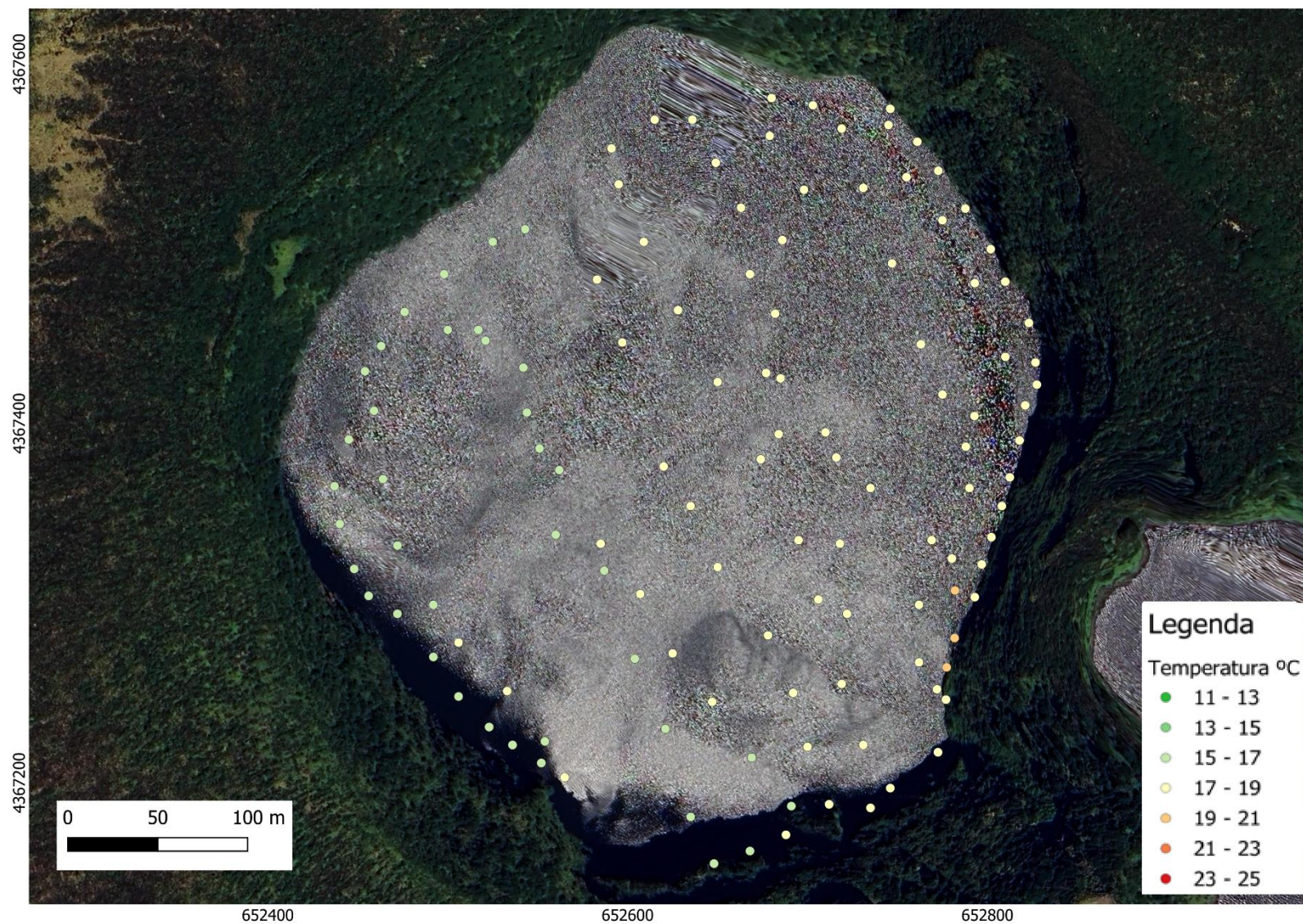


Figura I.9 | Representação espacial dos valores de temperatura na Lagoa Negra referente à 1.^a campanha de amostragem.

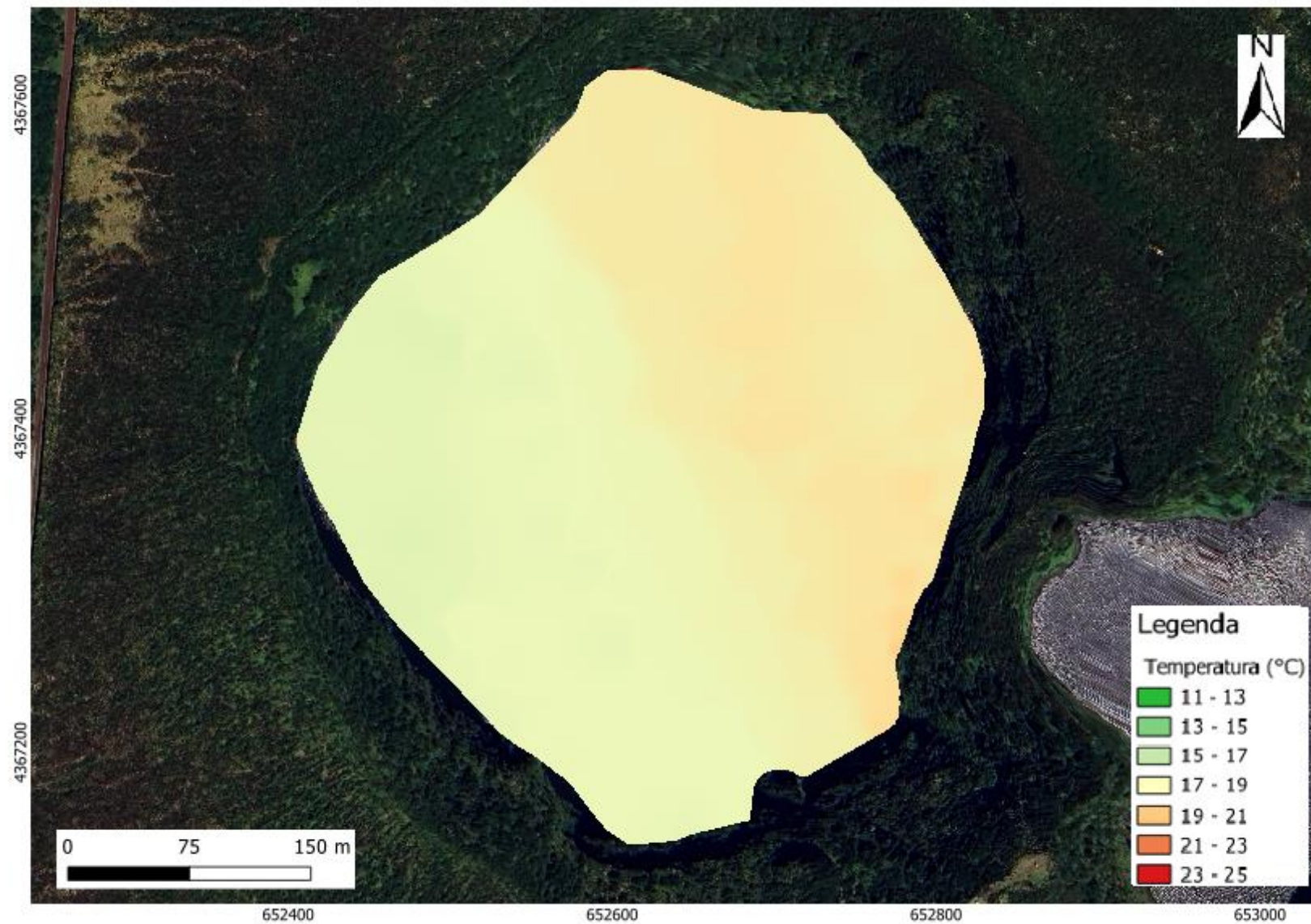


Figura I.10 | Mapa de dispersão da temperatura na Lagoa Negra referente à 1.ª campanha de amostragem.

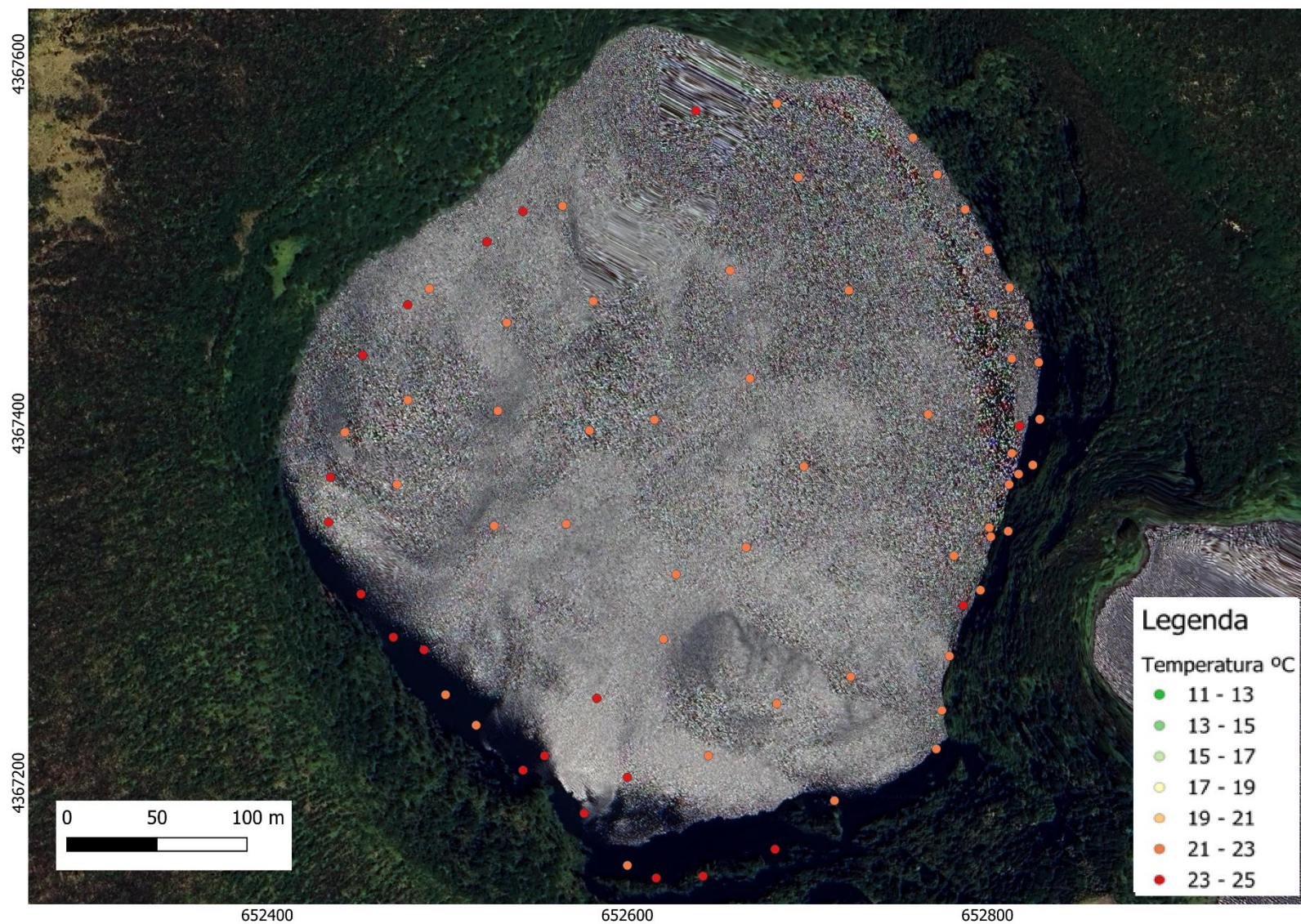


Figura I.11 | Representação espacial dos valores de temperatura na Lagoa Negra referente à 2.^a campanha de amostragem.

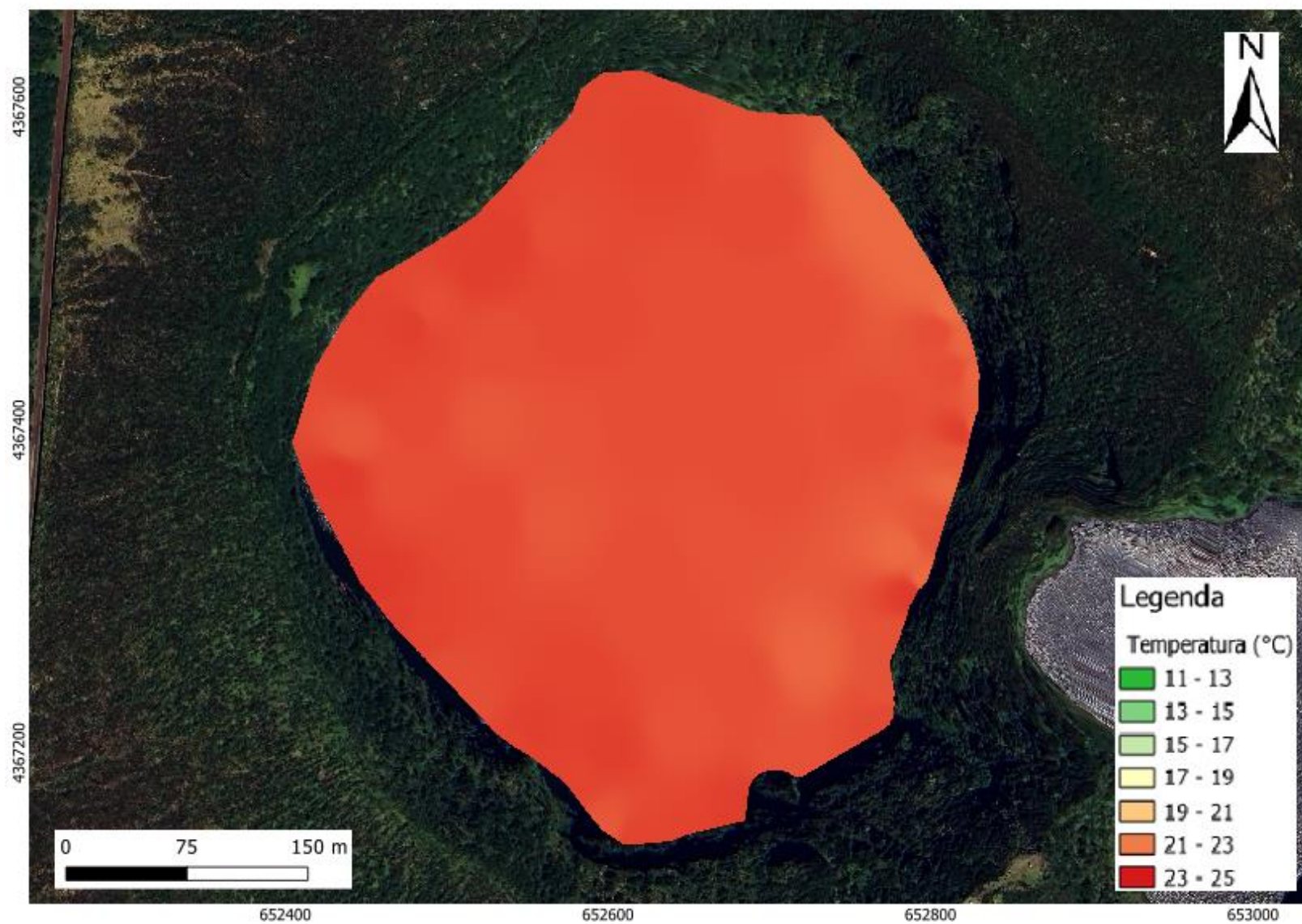


Figura I.12 | Mapa de dispersão da temperatura na Lagoa Negra referente à 2.^a campanha de amostragem.

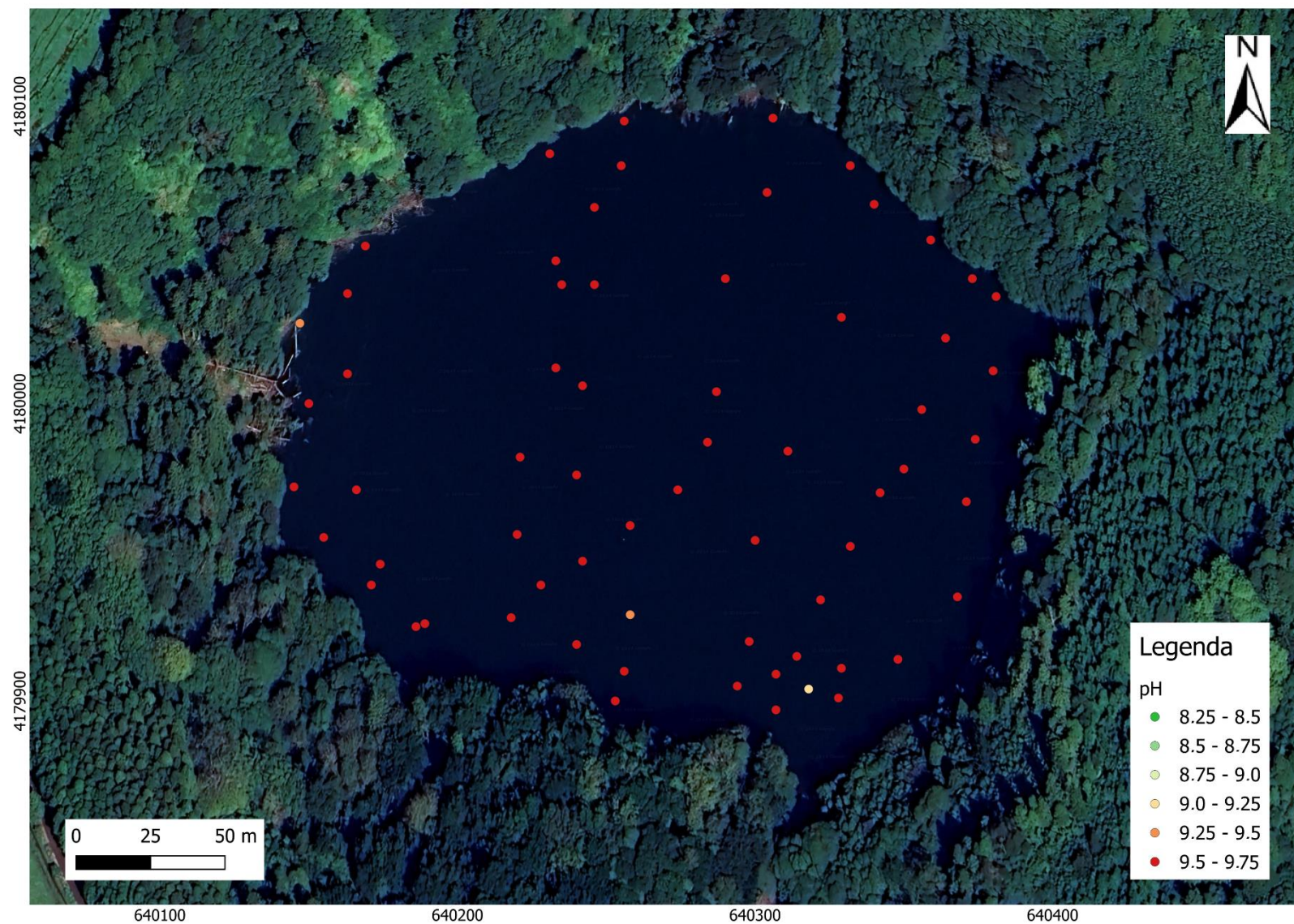


Figura I.13 | Representação espacial dos valores de pH na Lagoa do Congo referente à 1.^a campanha de amostragem.

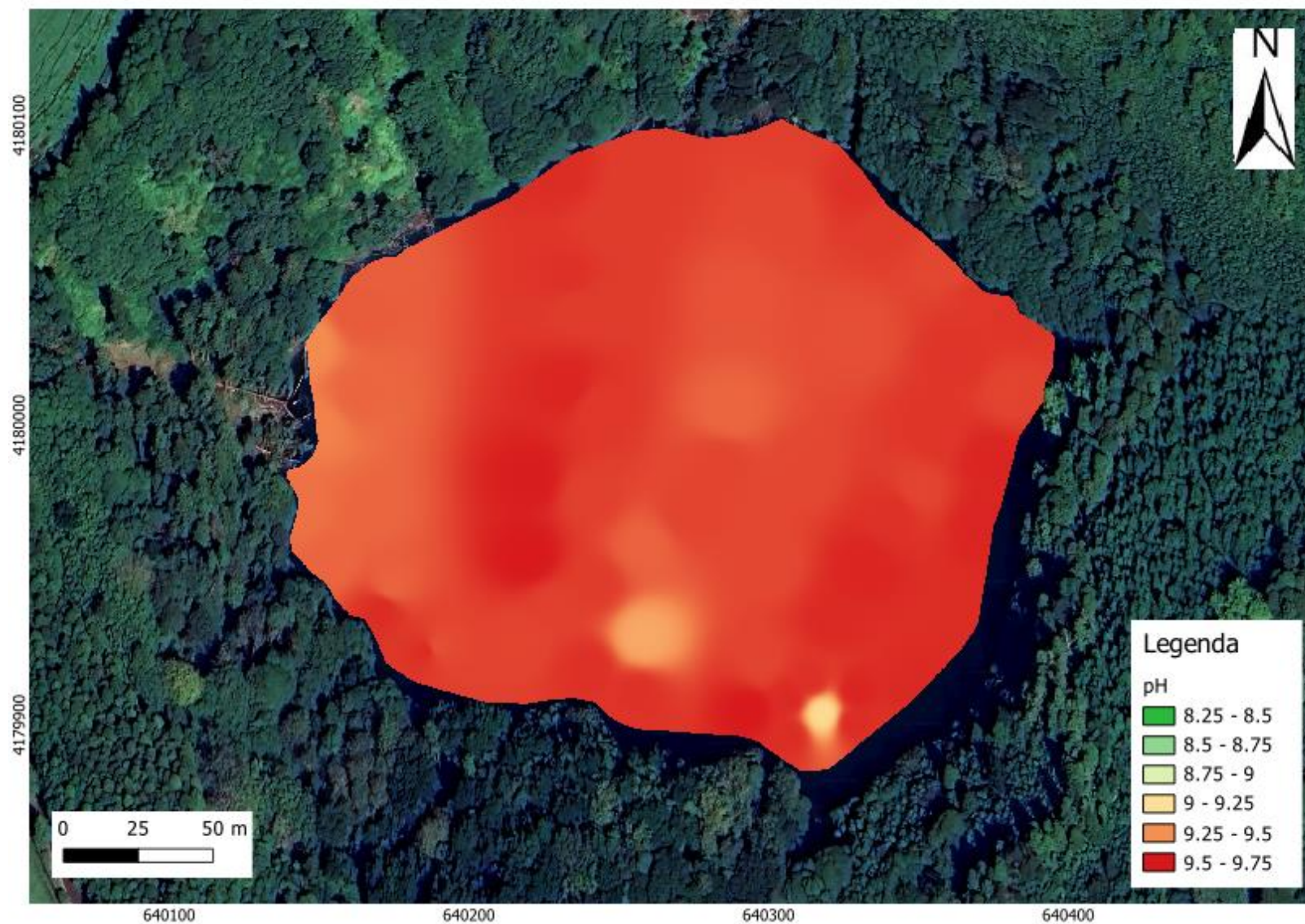


Figura I.14 | Mapa de dispersão do pH na Lagoa do Congro referente à 1.^a campanha de amostragem.

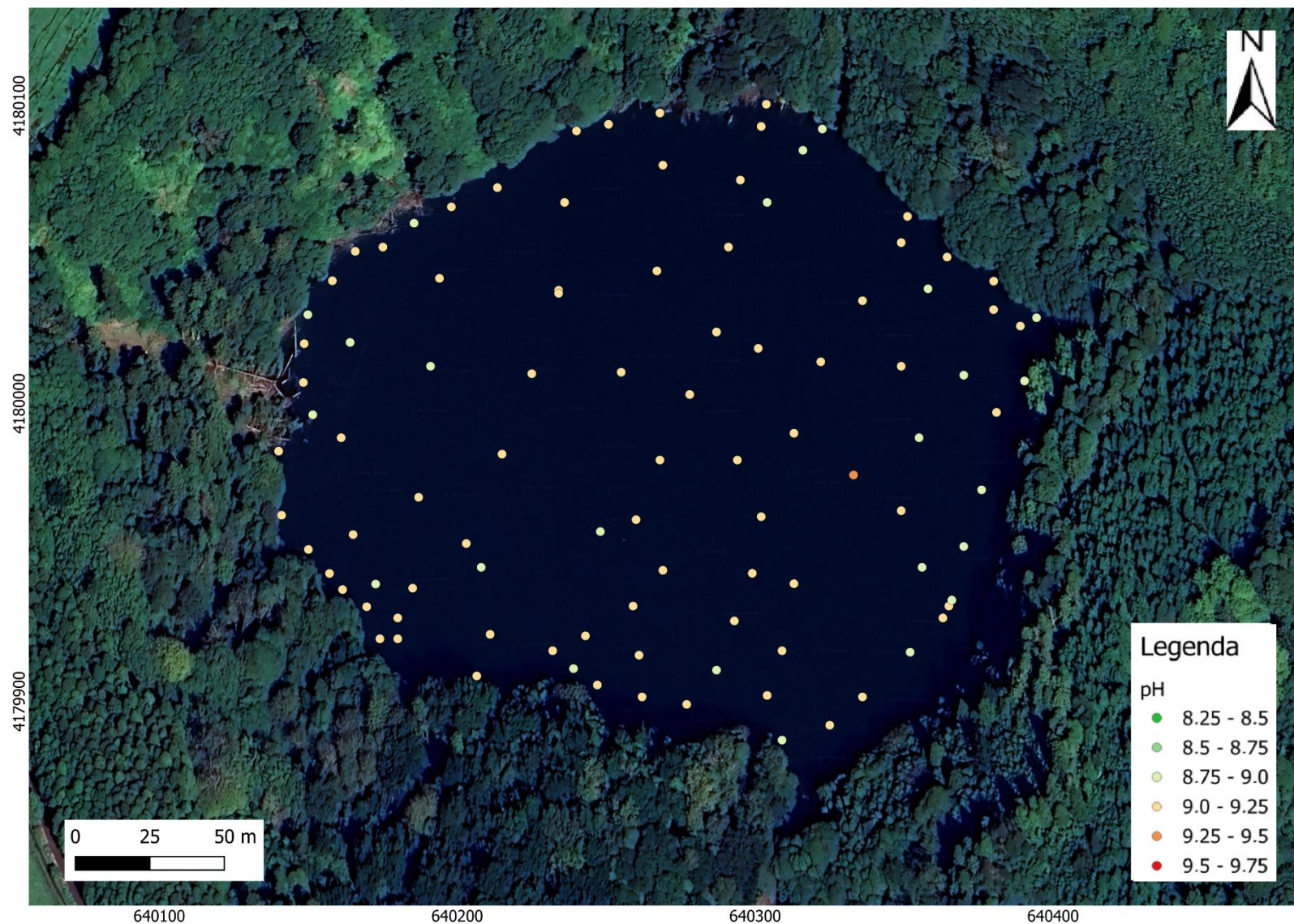


Figura I.15 | Representação espacial dos valores de pH na Lagoa do Congo referente à 2.^a campanha de amostragem.

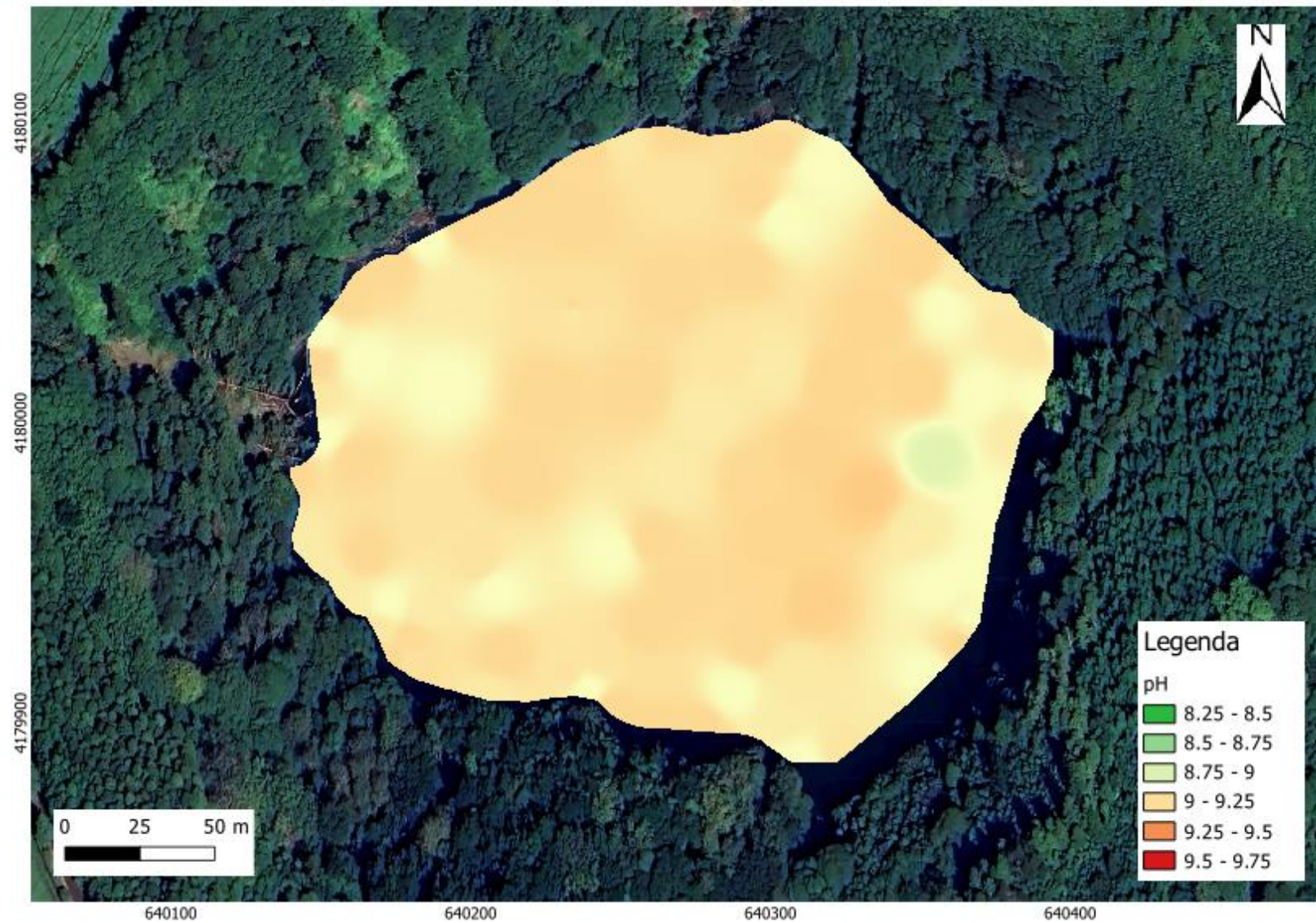


Figura I.16 | Mapa de dispersão do pH na Lagoa do Congro referente à 2.ª campanha de amostragem.

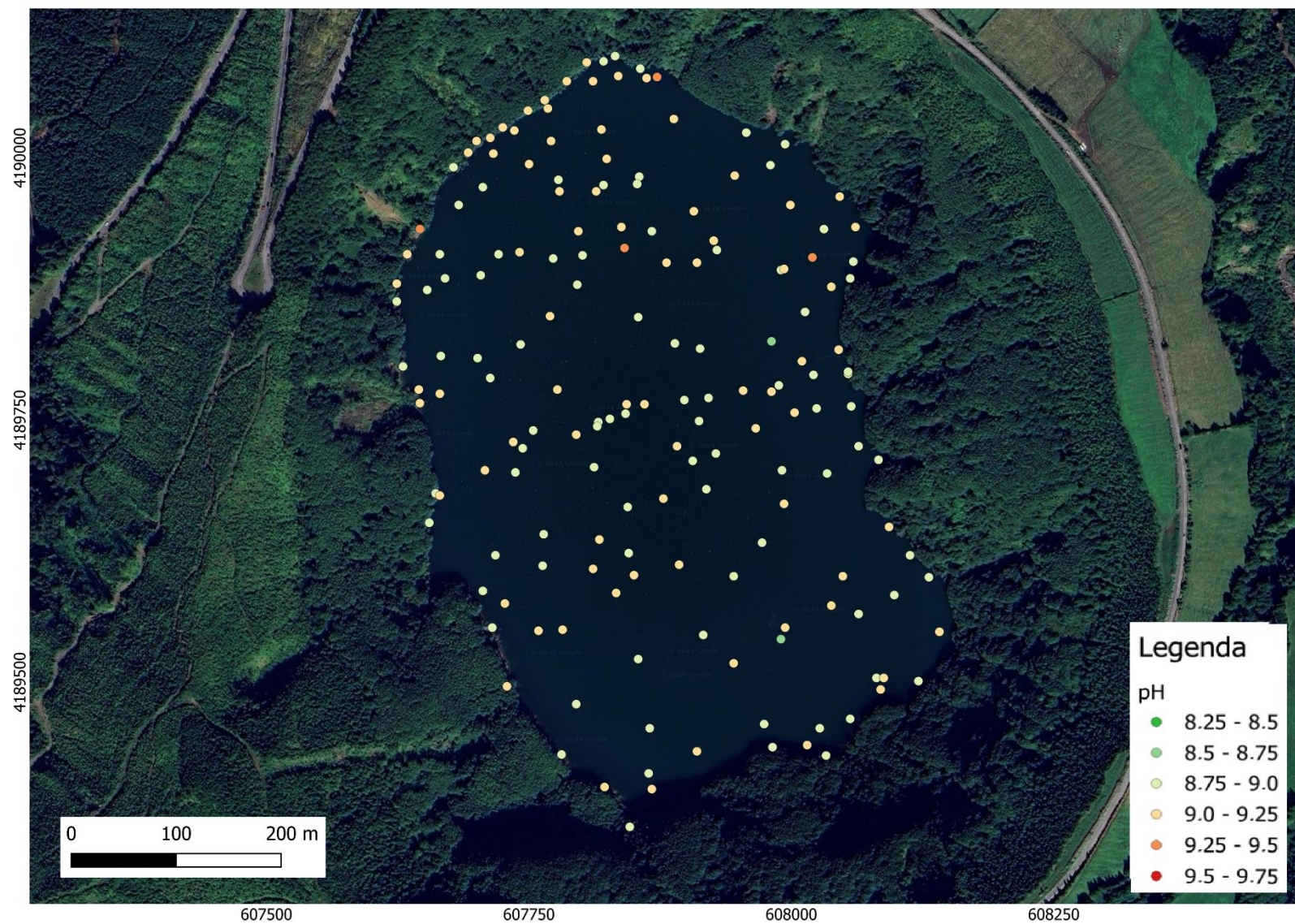


Figura I.17 | Representação espacial dos valores de pH na Lagoa de Santiago referente à 1.ª campanha de amostragem.

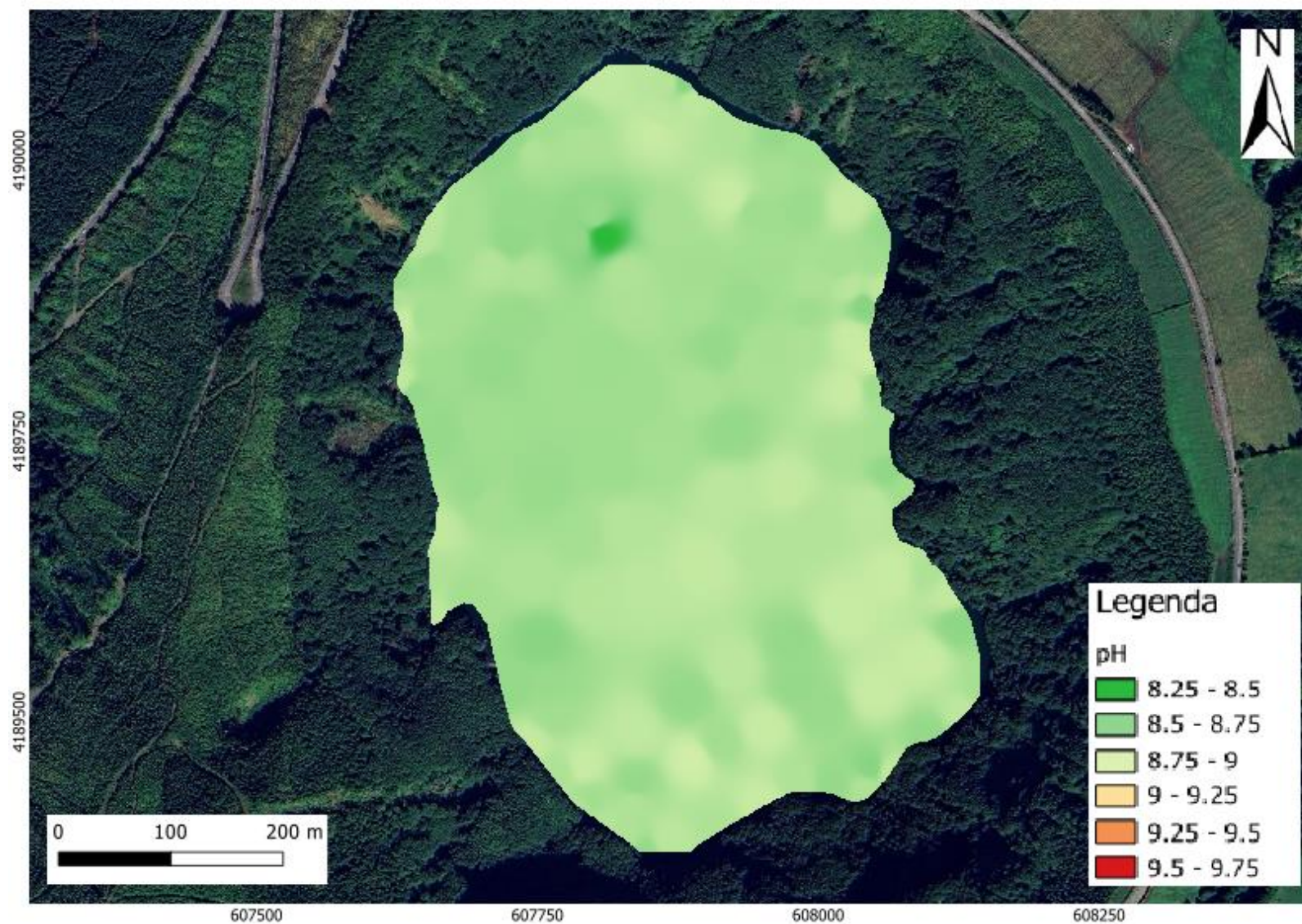


Figura I.18 | Mapa de dispersão do pH na Lagoa de Santiago referente à 1.ª campanha de amostragem.

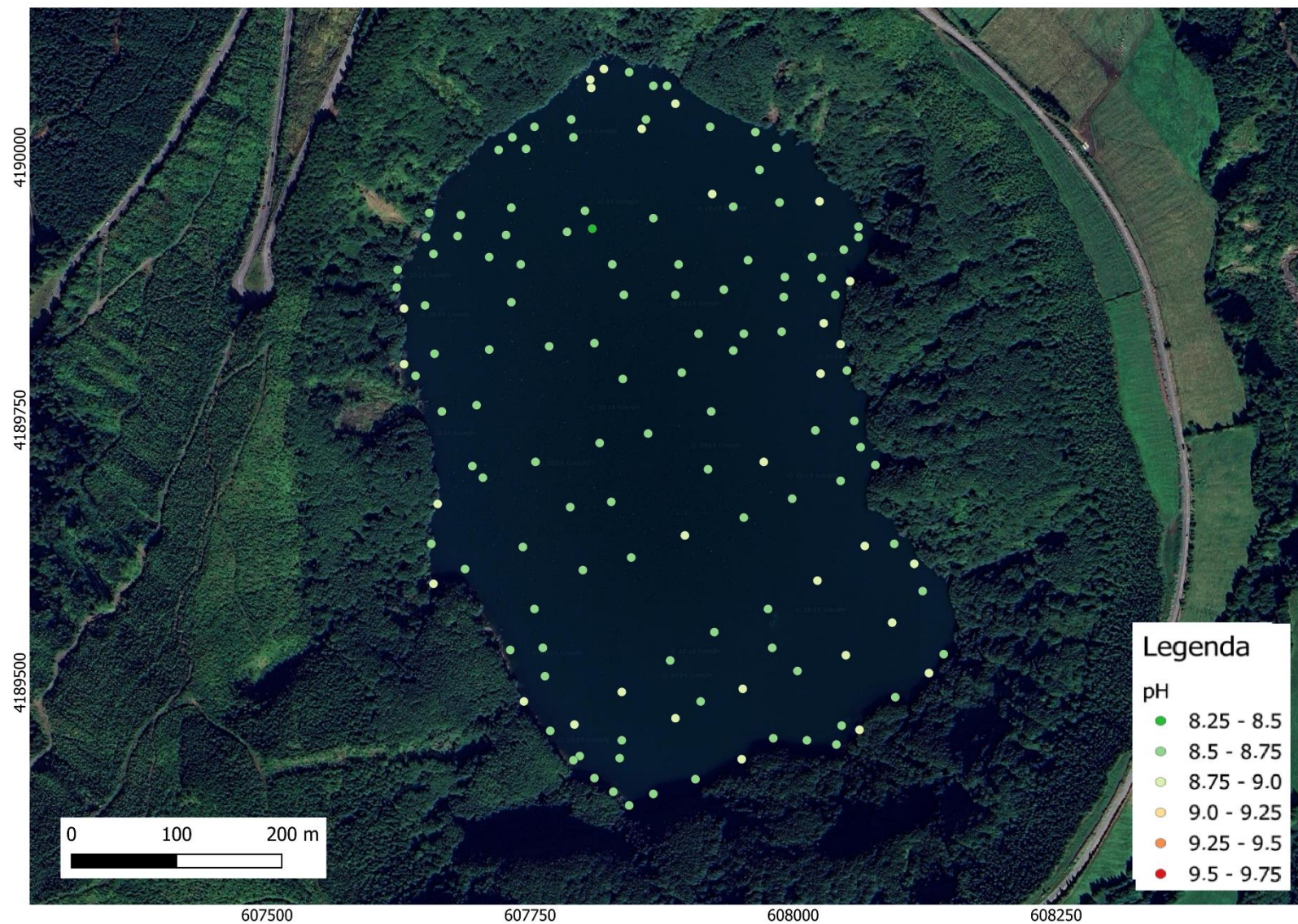


Figura I.19 | Representação espacial dos valores de pH na Lagoa de Santiago referente à 2.ª campanha de amostragem.

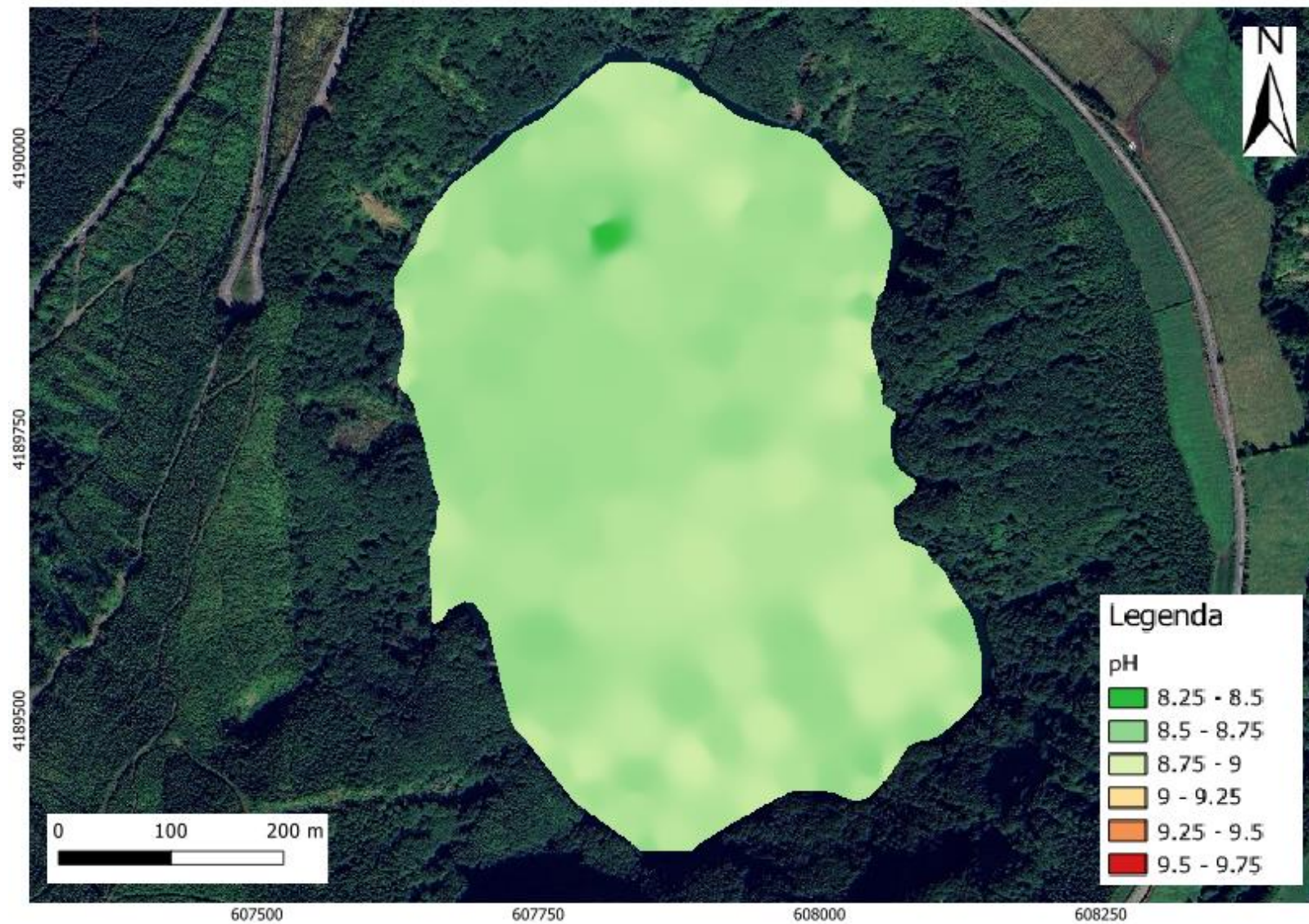


Figura I.20 | Mapa de dispersão do pH na Lagoa de Santiago referente à 2.ª campanha de amostragem.

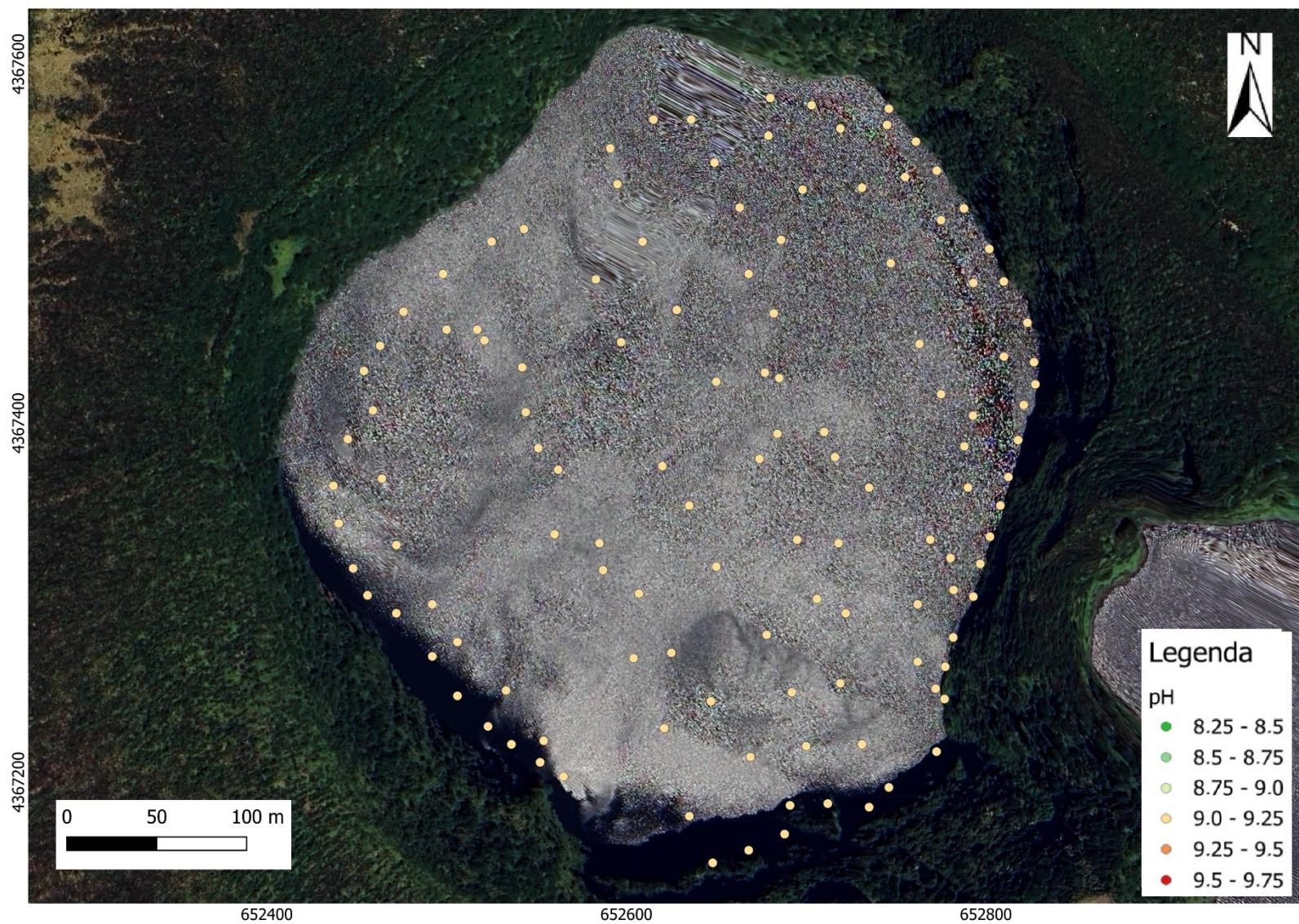


Figura I.21 | Representação espacial dos valores de pH na Lagoa Negra referente à 1.ª campanha de amostragem.



Figura I.22 | Mapa de dispersão do pH na Lagoa Negra referente à 1.ª campanha de amostragem.

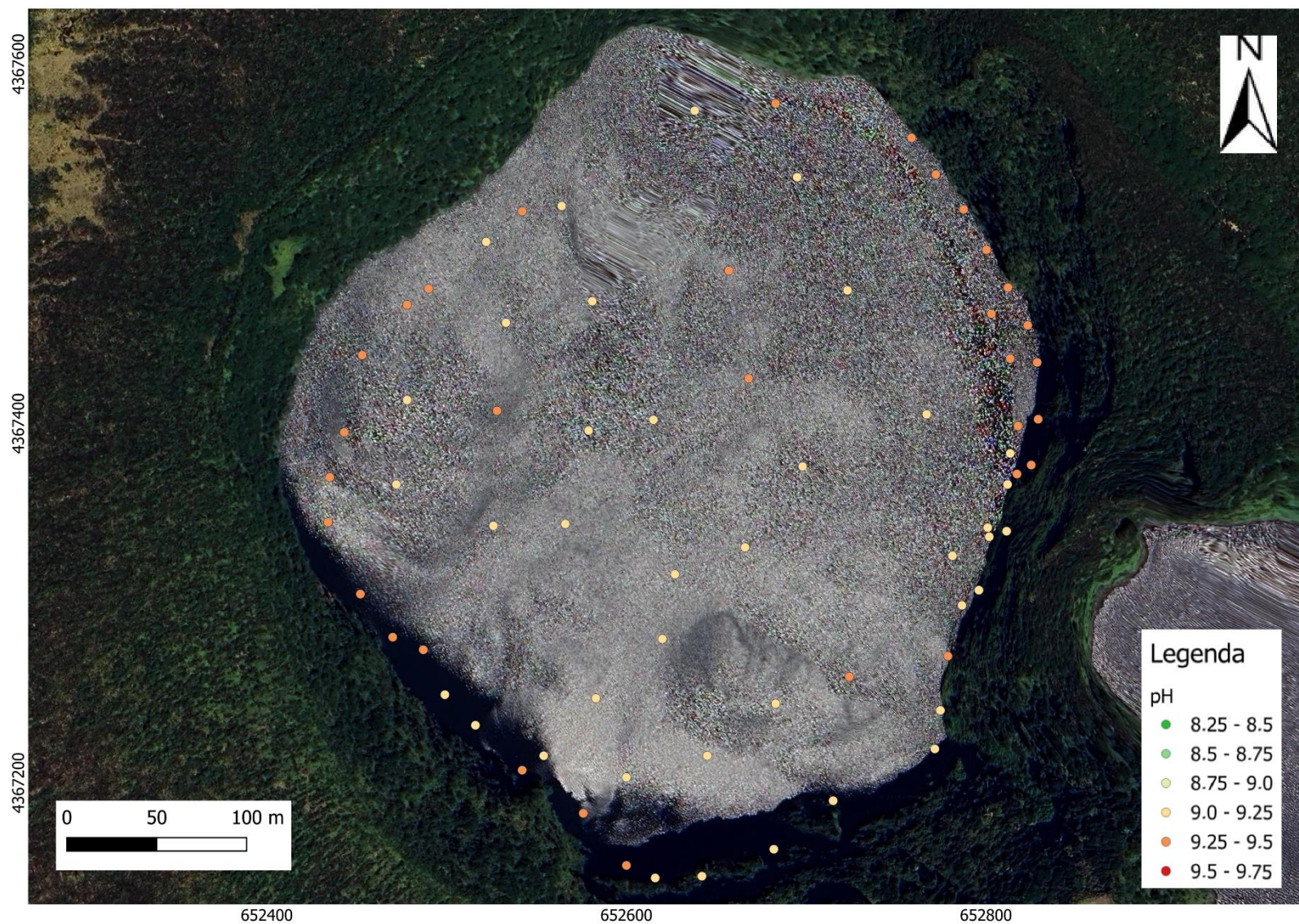


Figura I.23 | Representação espacial dos valores de pH na Lagoa Negra referente à 2.^a campanha de amostragem.

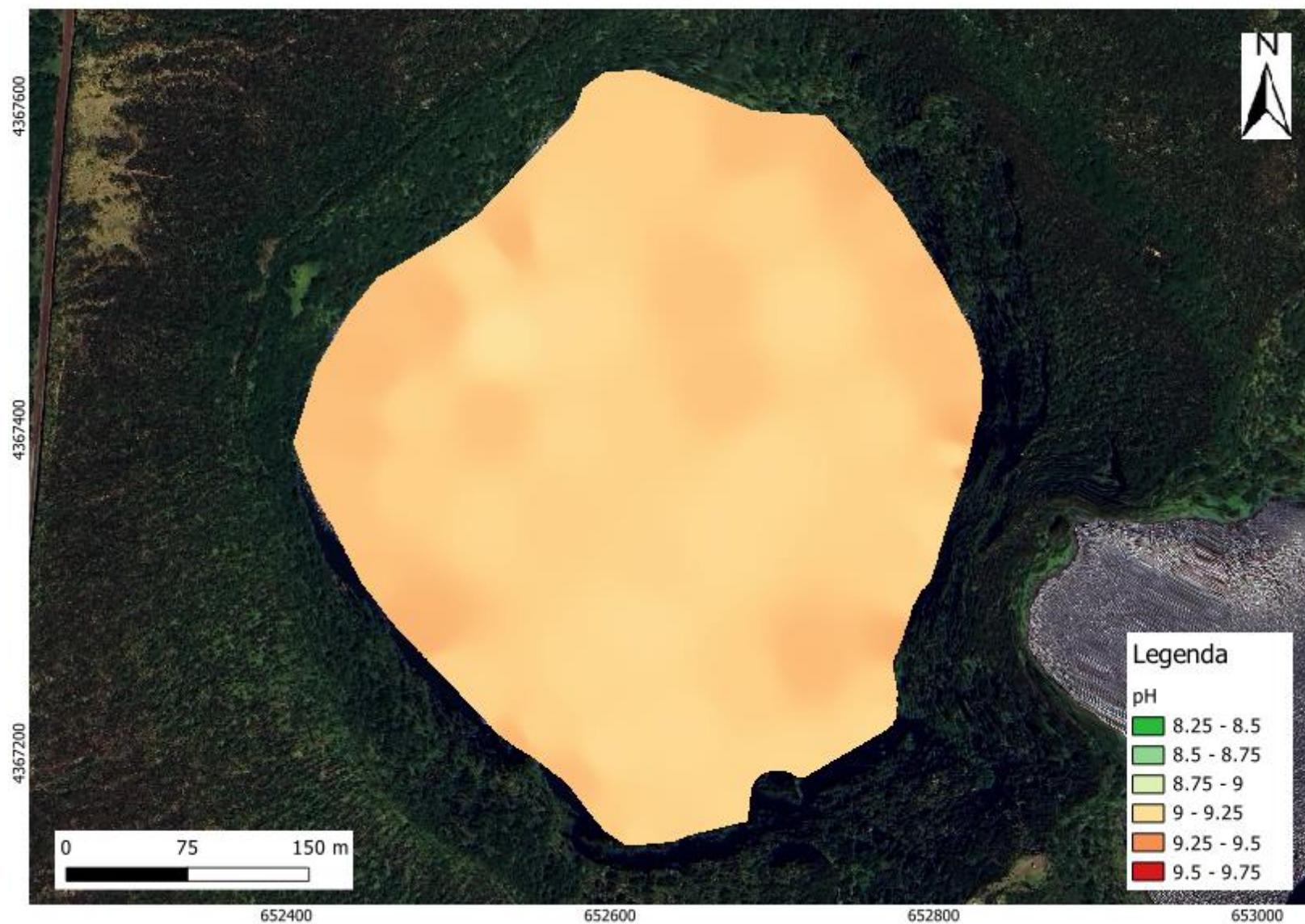


Figura E.24 | Mapa de dispersão do pH na Lagoa Negra referente à 2.ª campanha de amostragem.

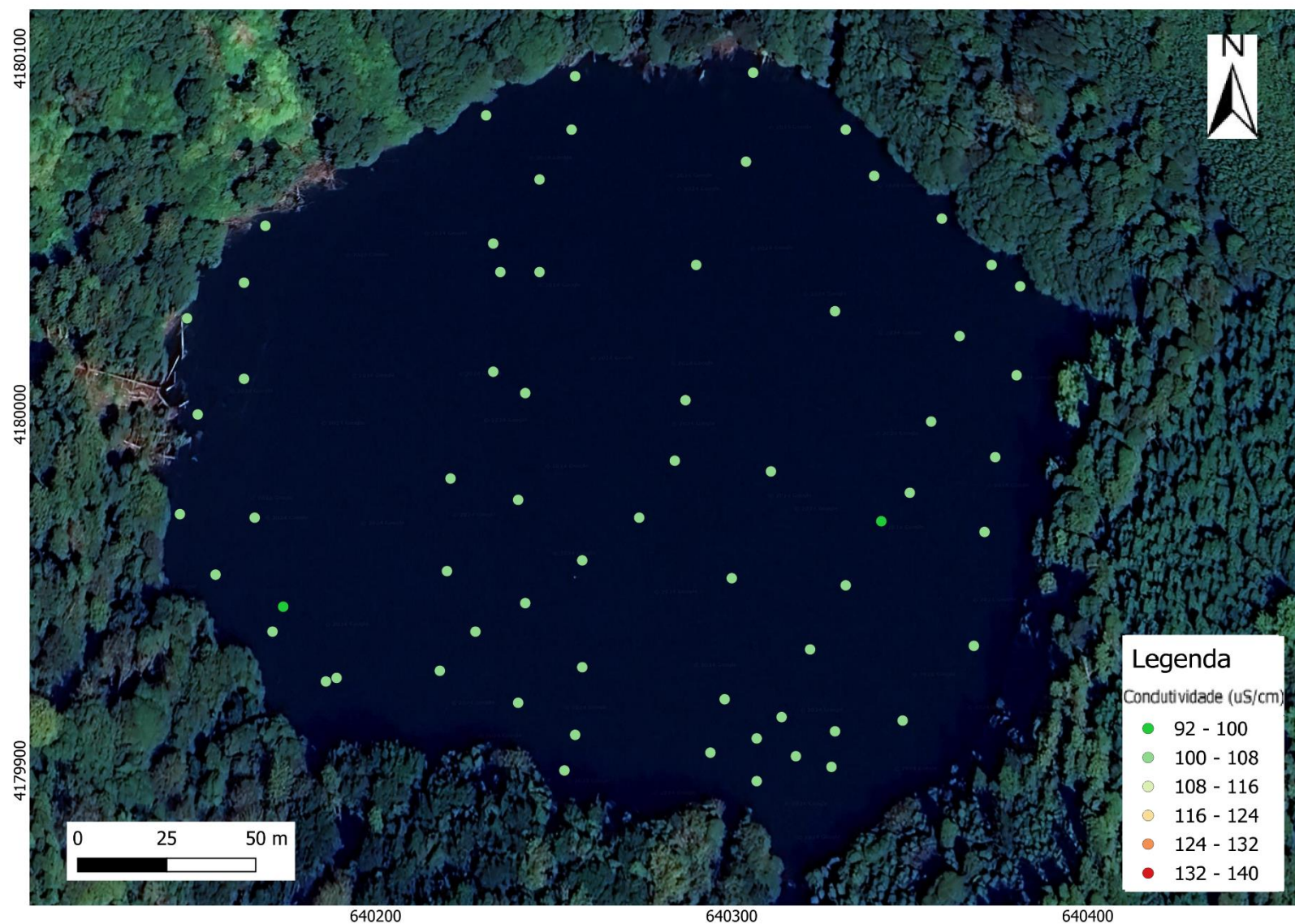


Figura E.25 | Representação espacial dos valores da condutividade na Lagoa do Congro referente à 1.^a campanha de amostragem.

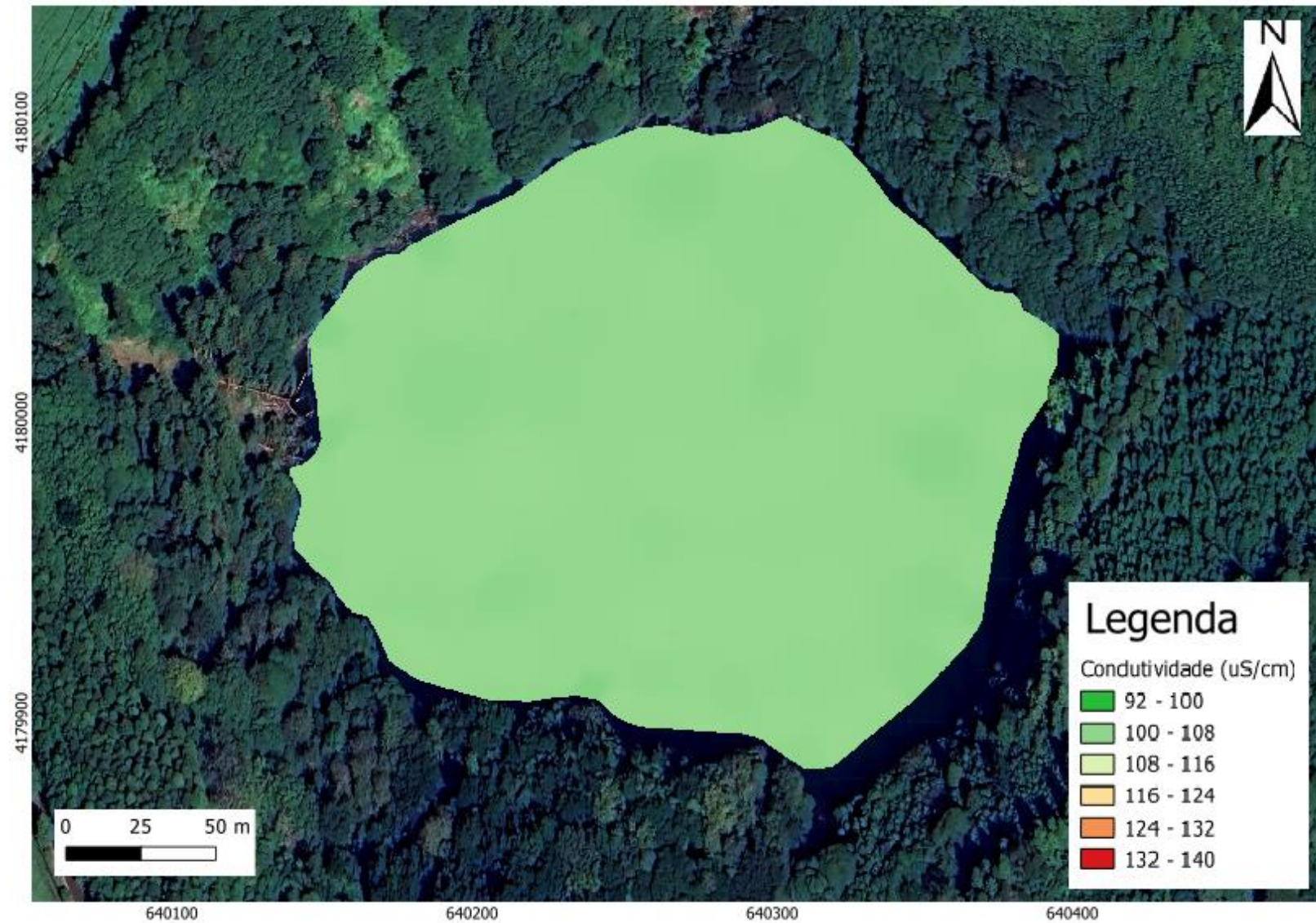


Figura I.26 | Mapa de dispersão da condutividade na Lagoa do Congro referente à 1.^a campanha de amostragem.

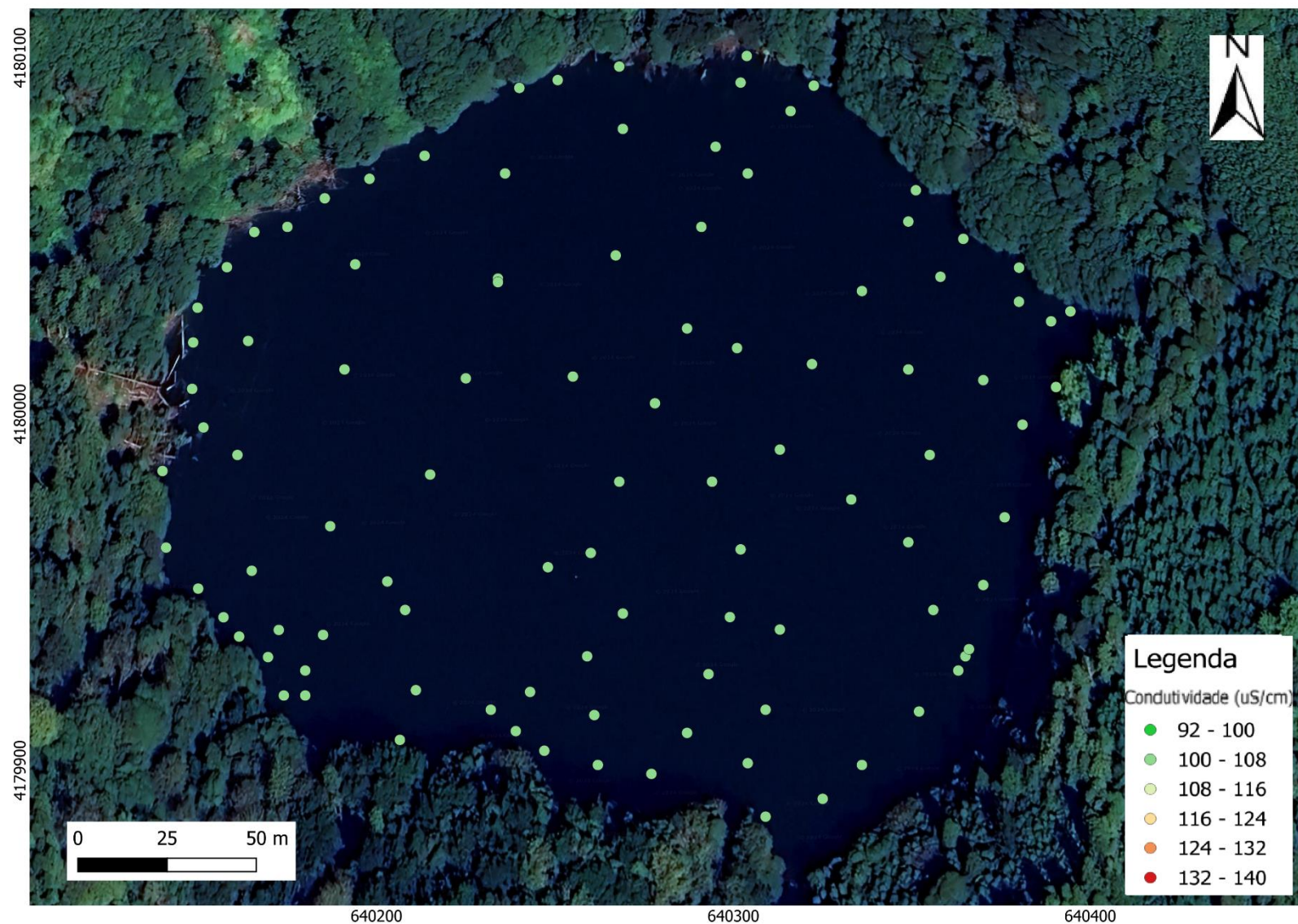


Figura I.27 | Representação espacial dos valores de condutividade na Lagoa do Congro referente à 2.^a campanha de amostragem.

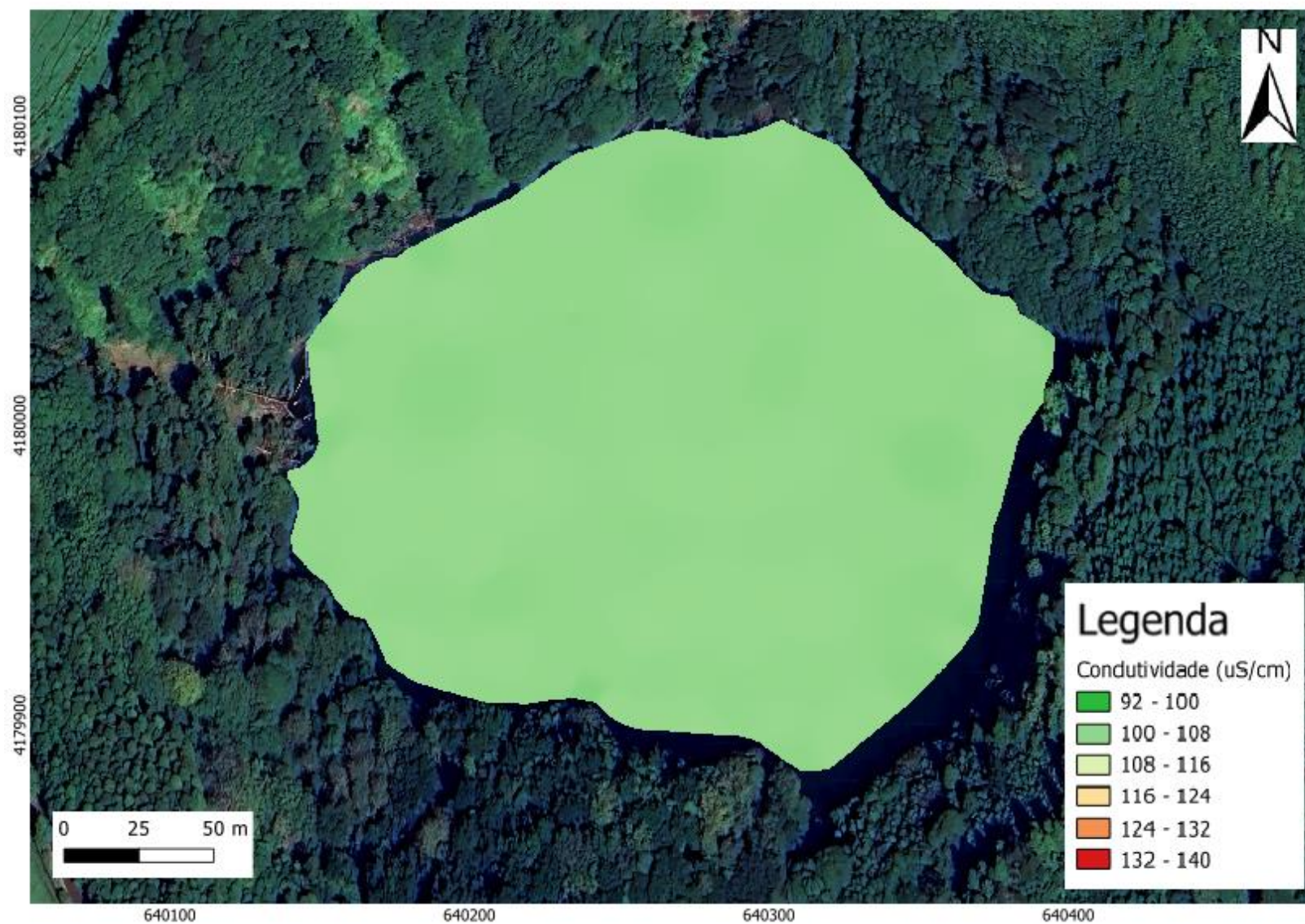


Figura I.28 | Mapa de dispersão da condutividade na Lagoa do Congo referente à 2.ª campanha de amostragem.

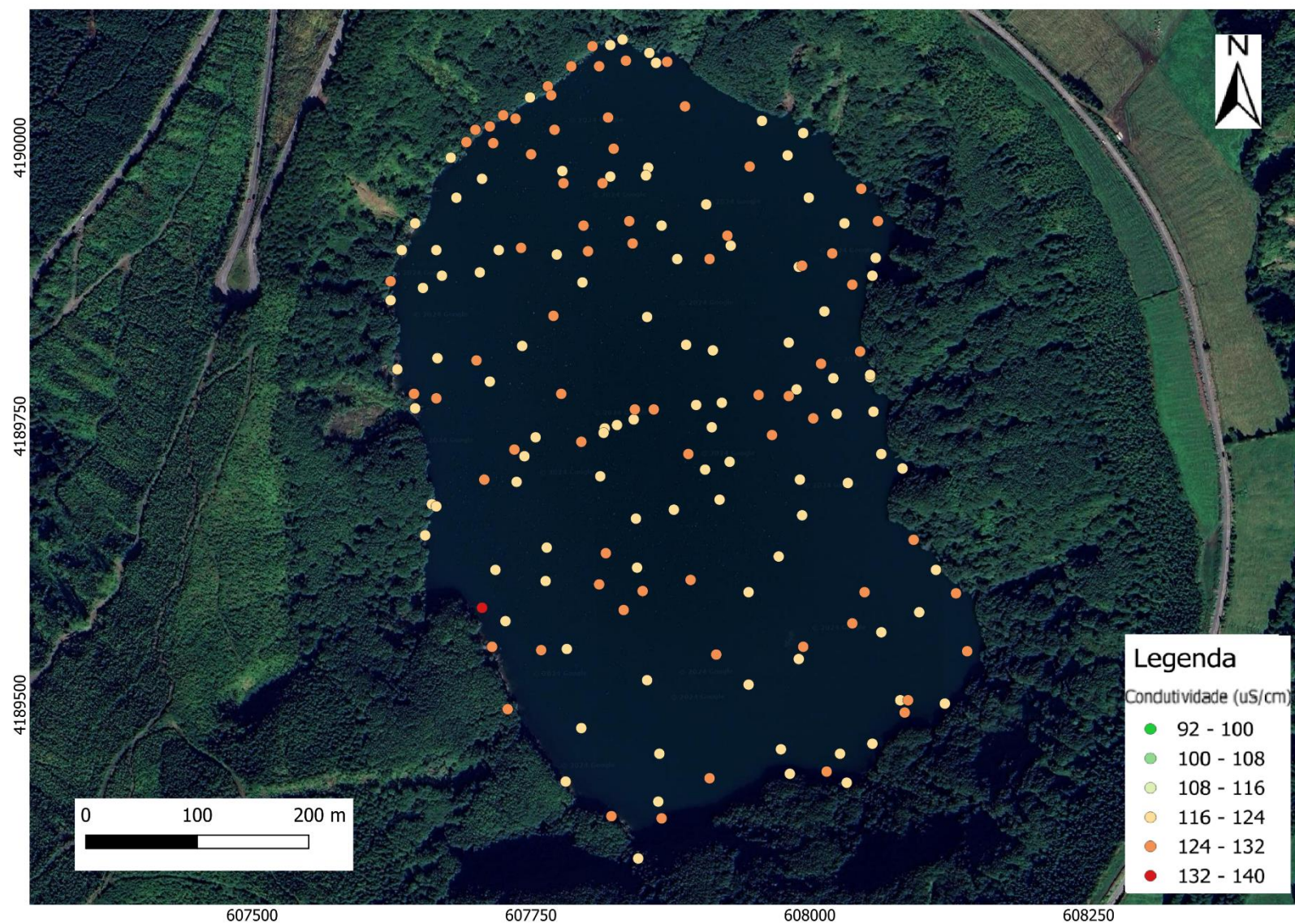


Figura I.29 | Representação espacial dos valores de condutividade na Lagoa de Santiago referente à 1.^a campanha de amostragem.

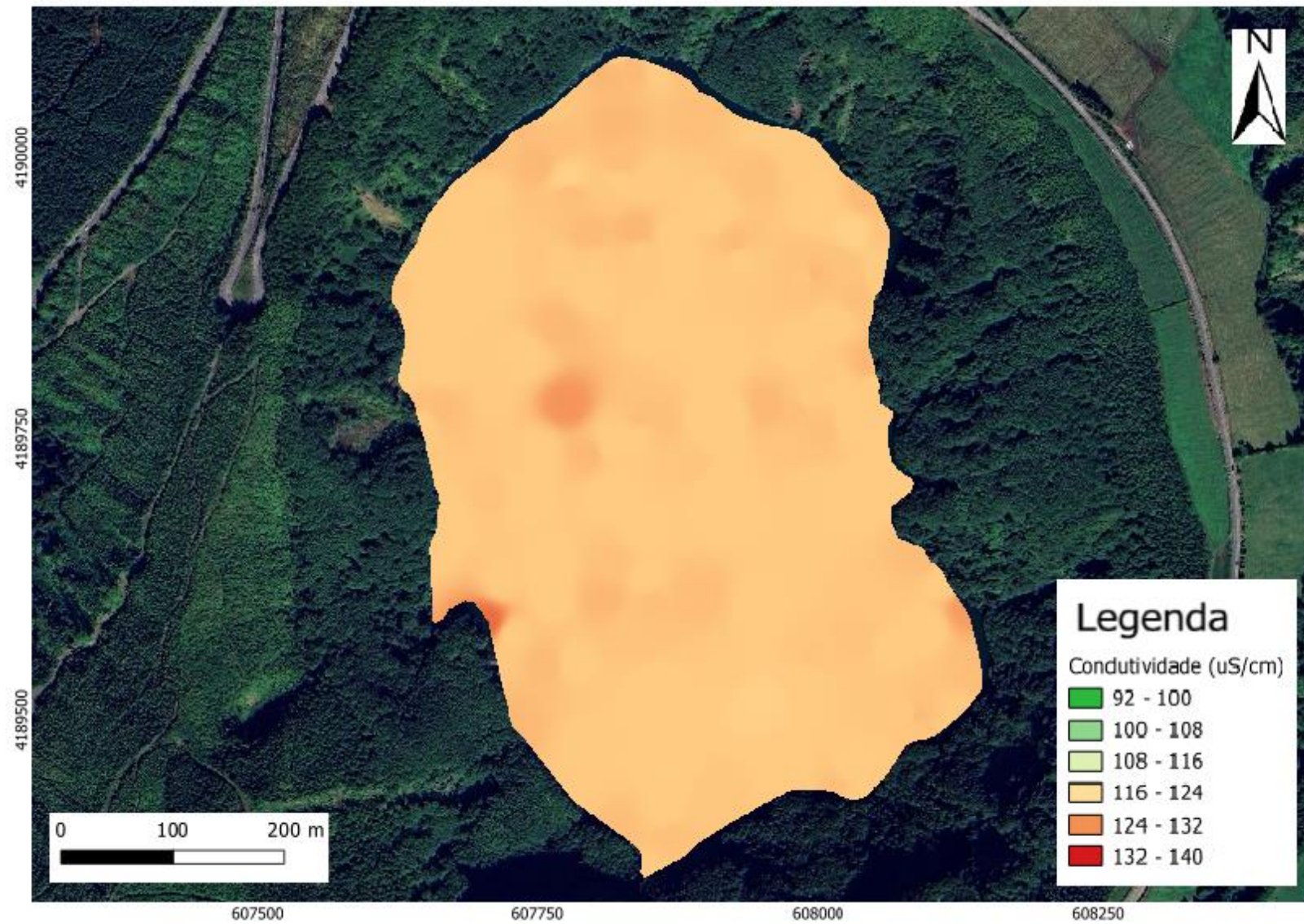


Figura I.30 | Mapa de dispersão da condutividade na Lagoa de Santiago referente à 1.^a campanha de amostragem.

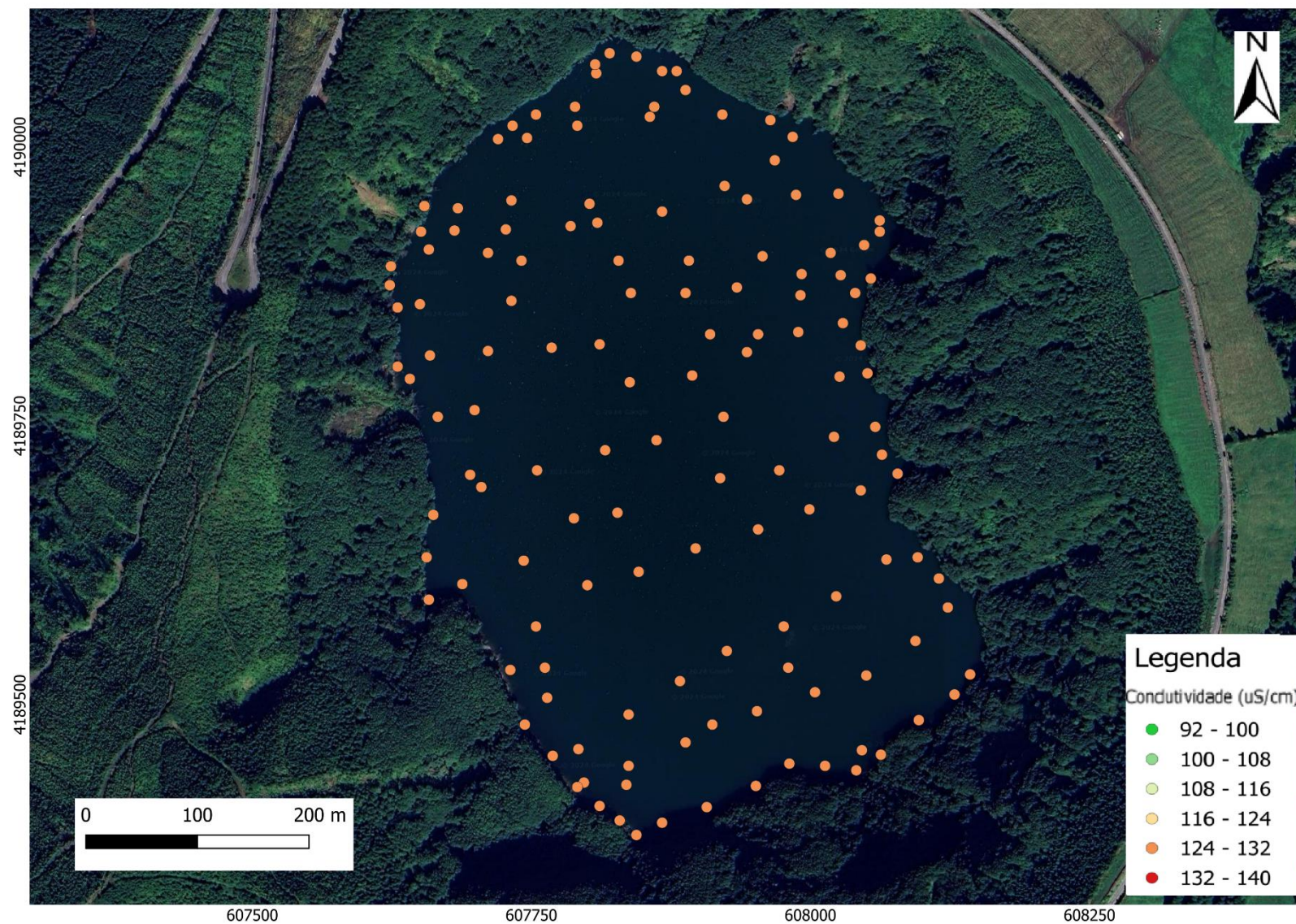


Figura I.31 | Representação espacial dos valores da condutividade na Lagoa de Santiago referente à 2.^a campanha de amostragem.

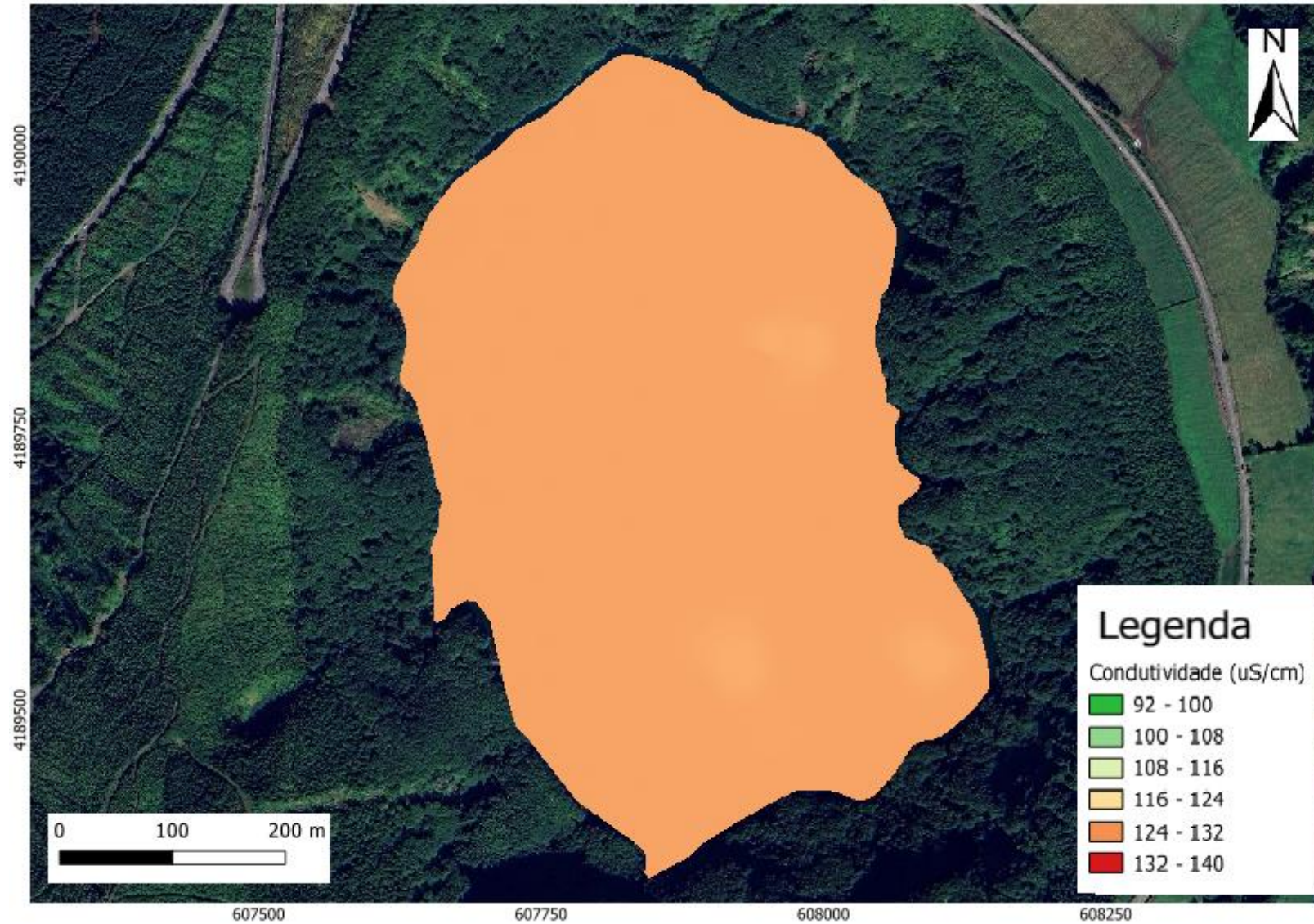


Figura I.32 | Mapa de dispersão da condutividade na Lagoa de Santiago referente à 2.^a campanha de amostragem.

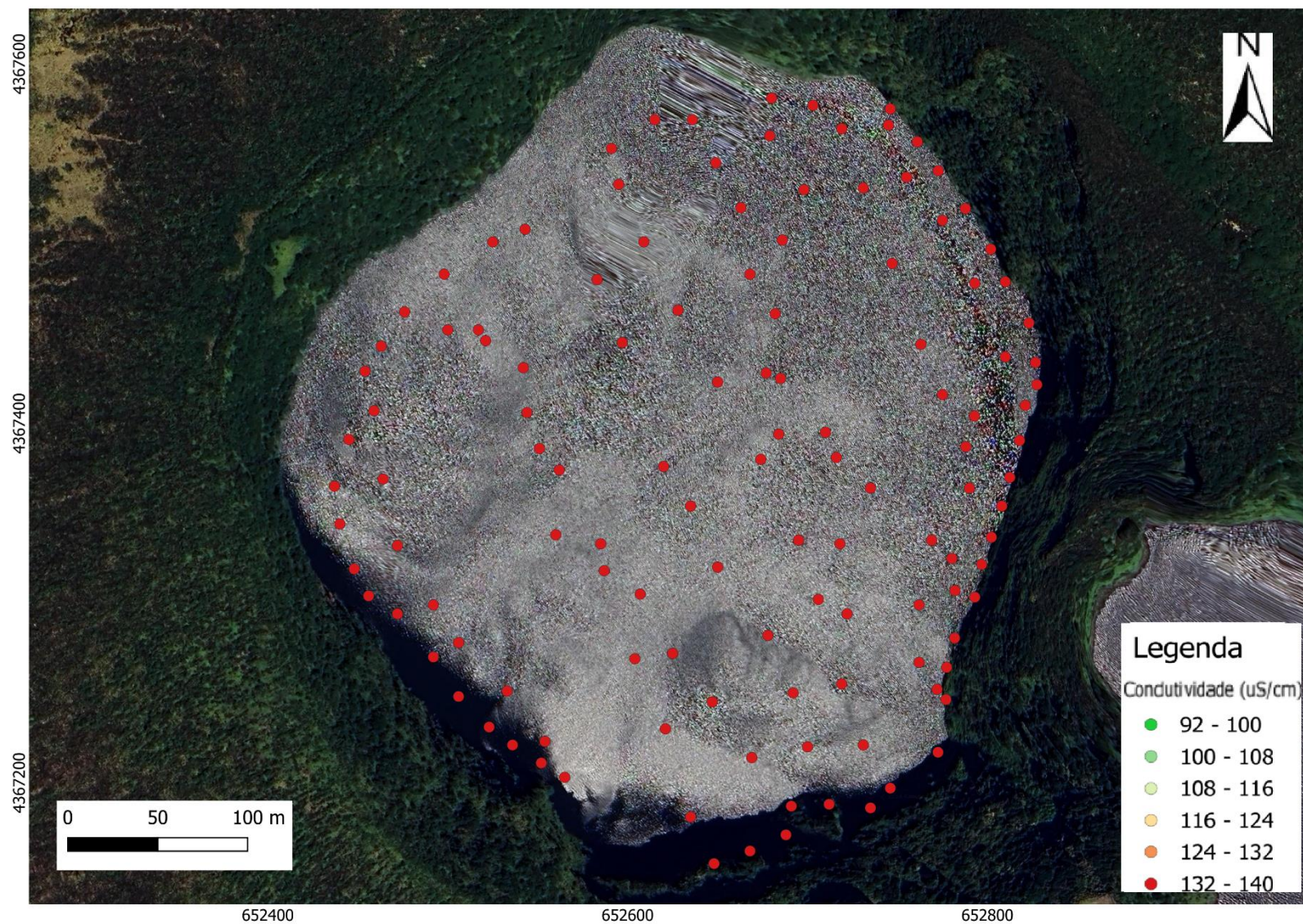


Figura I.33 | Representação espacial dos valores de condutividade na Lagoa Negra referente à 1.^a campanha de amostragem.

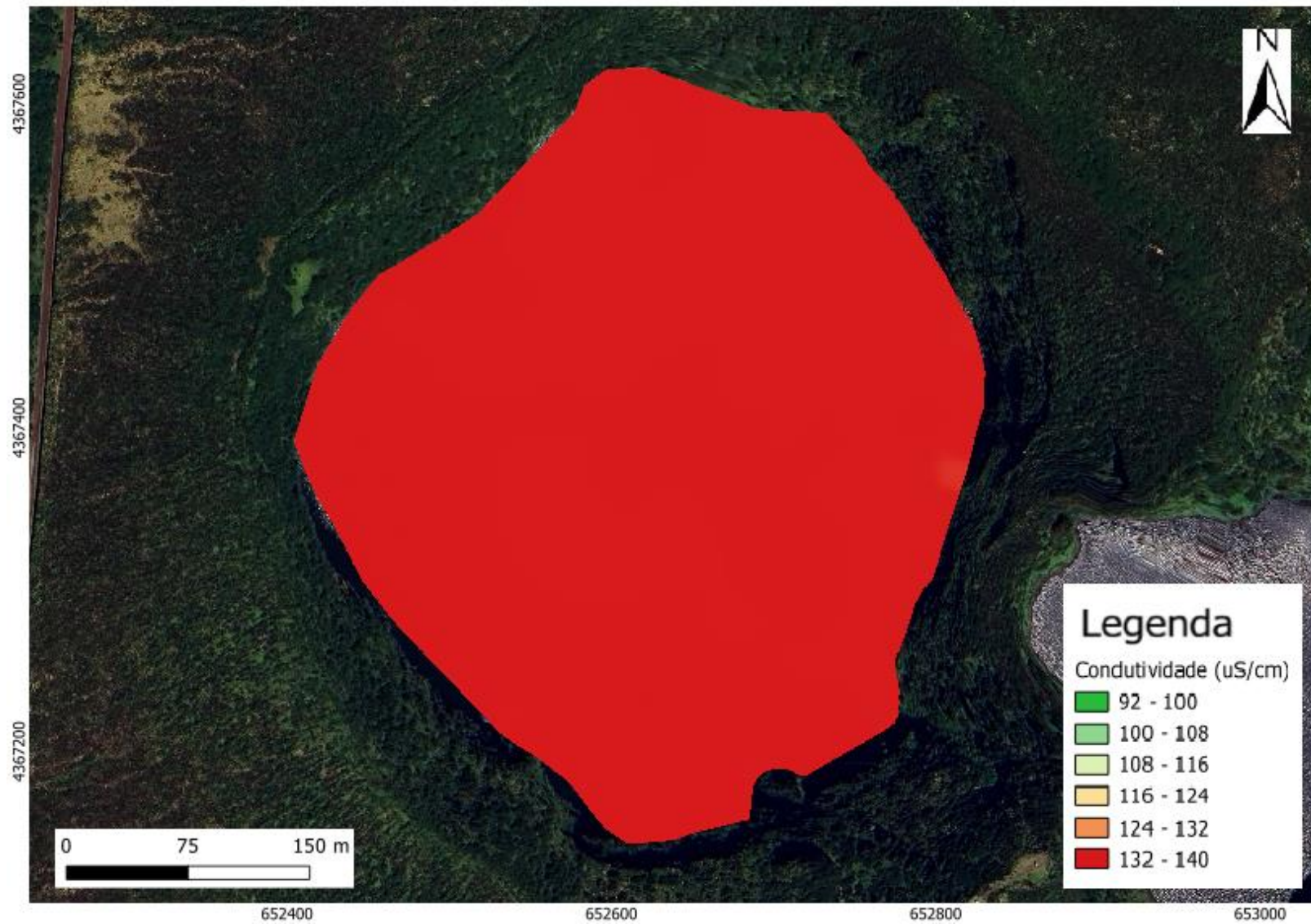


Figura I.34 | Mapa de dispersão da condutividade na Lagoa Negra referente à 1.ª campanha de amostragem.

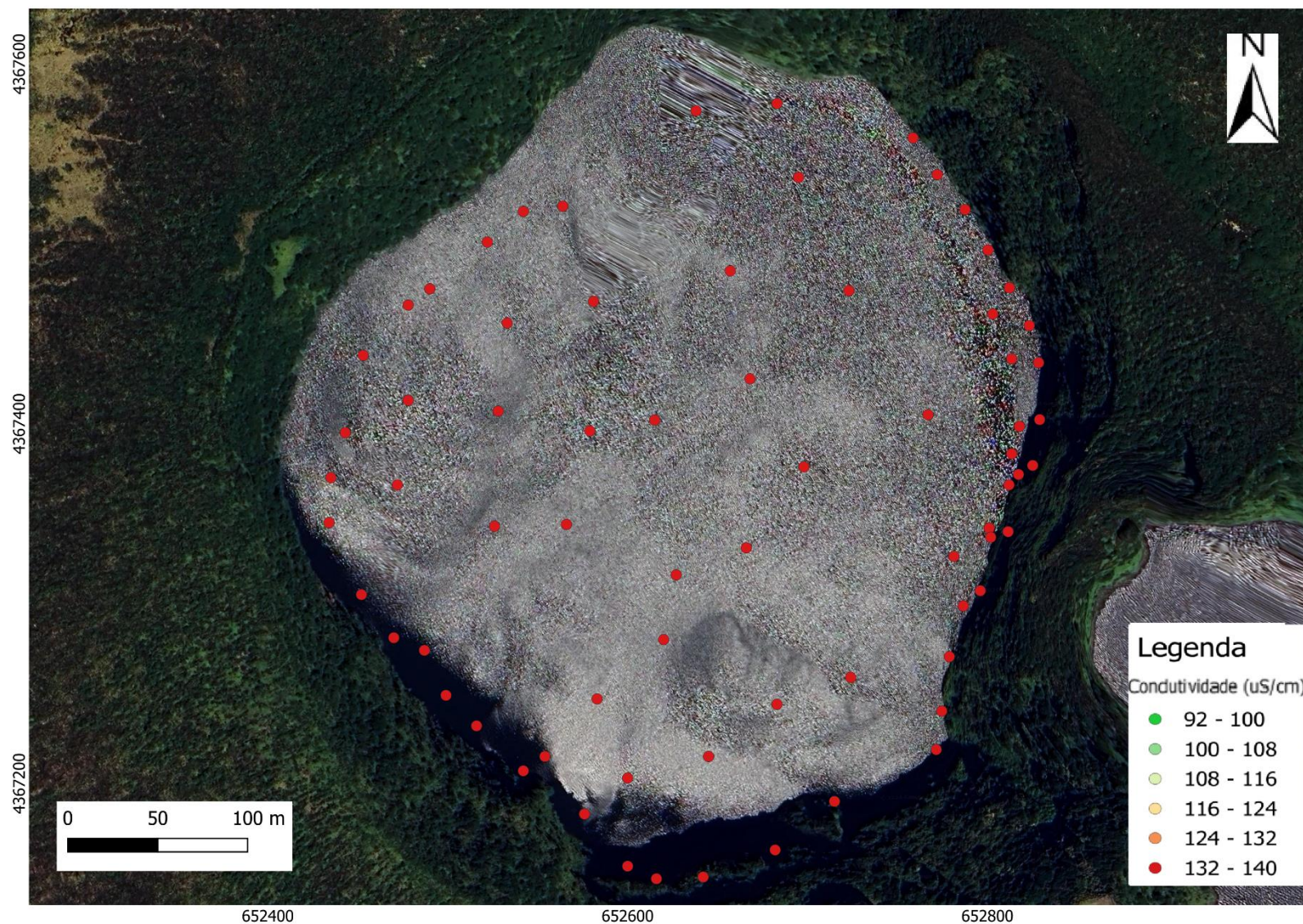


Figura I.35 | Representação espacial dos valores da condutividade na Lagoa Negra referente à 2.^a campanha de amostragem.

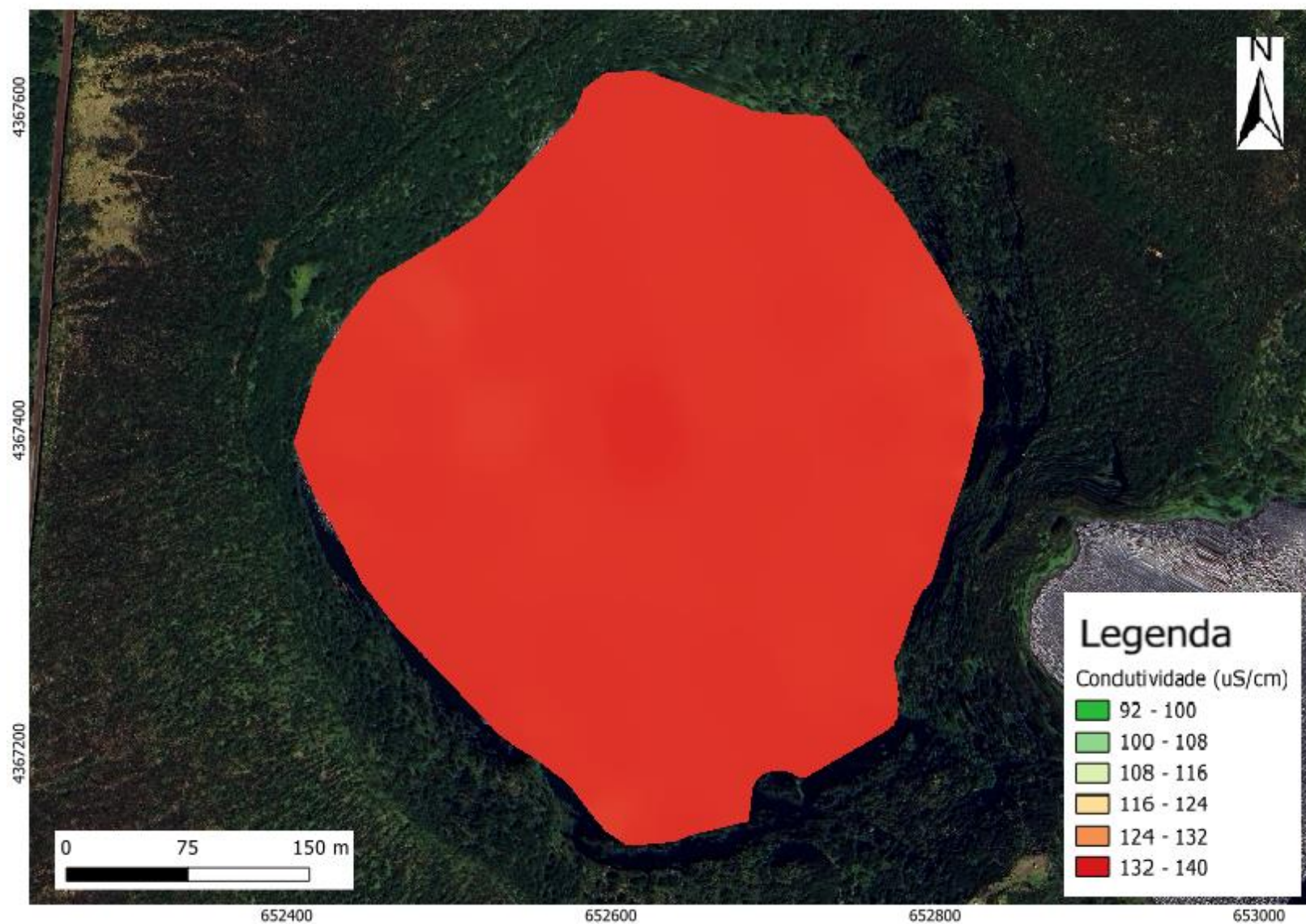


Figura I.36 | Mapa de dispersão da condutividade na Lagoa Negra referente à 2.ª campanha de amostragem.