



BACIA DO RIO SUBAÉ

# ATLAS

## geoquímico





# **ATLAS GEOQUÍMICO DA BACIA DO RIO SUBAÉ**

ESTADO DA BAHIA

## **MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA**

### **Ministro de Estado**

Carlos Eduardo de Souza Braga

### **Secretário Executivo**

Luiz Eduardo Barata

### **Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral**

Carlos Nogueira da Costa Junior

## **COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS/ SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM/SGB)**

### **DIRETORIA EXECUTIVA**

#### **Diretor-Presidente**

Manoel Barretto da Rocha Neto

#### **Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial**

Thales de Queiroz Sampaio (até 30.09.2015)

Stênio Petrovich Pereira (a partir de 01.10.2015)

#### **Diretor de Geologia e Recursos Minerais**

Roberto Ventura Santos

#### **Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento**

Antonio Carlos Bacelar Nunes

#### **Diretor de Administração e Finanças**

Eduardo Santa Helena da Silva

### **SUREG - SA**

#### **Superintendente**

Gustavo Carneiro da Silva (interino)

#### **Gerência de Hidrologia e Gestão Territorial**

Gustavo Carneiro da Silva

**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA**  
**SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL**

# **ATLAS GEOQUÍMICO DA BACIA DO RIO SUBAÉ**

**ESTADO DA BAHIA**

**Fernanda Gonçalves da Cunha**  
**Eduardo Paim Viglio**

**CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL**

**Rio de Janeiro, RJ**  
**2015**

## **CRÉDITOS TÉCNICOS**

### **Departamento de Gestão Territorial**

Cássio Roberto da Silva - D.Sc

### **Gerência Executiva**

Fernanda Gonçalves da Cunha - D.Sc

### **Execução Técnica**

Fernanda Gonçalves da Cunha – Pesquisadora em Geociências - Geóloga D.Sc

Eduardo Paim Viglio – Pesquisador em Geociências - Geólogo M.Sc

Marco Antônio Pimentel – Técnico em Geociências

Neuro Rodrigues – Técnico em Geociências

### **Colaboradores**

José Angelo Sebastião Araújo dos Anjos – Geólogo DSc. UFBA

Marcus Vinícius Souza – Estagiário em Geologia

### **Revisão Ortográfica e Gramatical**

Enjôlras de Albuquerque Medeiros Lima

### **Revisão Bibliográfica**

Margareth Lopes de Moraes

### **Projeto Gráfico e Diagramação**

DRI / DEPAT / DIEDIG

DEPAT - Departamento de Apoio Técnico

Paulo Bastos

DIEDIG - Divisão de Editoração Geral

Valter Barradas

Coordenação de Editoração

Andréia Continentino

Projeto e Execução

Juliana Colussi

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

CPRM – Serviço Geológico do Brasil

DIDOTE – Processamento Técnico

---

Cunha, Fernanda Gonçalves da.

Atlas geoquímico da bacia do rio Subaé: estado da Bahia /

Fernanda Gonçalves da Cunha [e] Eduardo Paim Viglio. –

Salvador : CPRM, 2015.

163 p. : il. color. ; 30 cm

ISBN 978-85-7499-308-9.

1.Geoquímica – Atlas – Brasil – Bahia. I. VIGLIO, Eduardo

Paim. II. Título.

CDD 551.9098142

---

## APRESENTAÇÃO

As técnicas de exploração geoquímica têm sido submetidas a uma crescente adaptação às novas necessidades da sociedade. Todos os métodos desenvolvidos para levantamento geoquímico direcionado à exploração mineral são úteis e aplicáveis a estudos da distribuição espacial, da abundância e das carências de elementos químicos ou substâncias de origem natural ou antropogênica no conhecimento do quimismo do meio físico, relacionado a diversas áreas do conhecimento, tais como a agricultura, veterinária, saúde pública e monitoramento ambiental. Diversos tipos de doenças endêmicas estão sendo explicados por estudos de Geologia Médica – ciência que estuda a influência de fatores geológicos ambientais na distribuição geográfica de doenças humanas e de animais e vegetais.

Essa abordagem moderna da exploração geoquímica tem possibilitado a execução de projetos de abrangência regional em diversos países do mundo, dentre os quais o Brasil.

No âmbito da geoquímica ambiental e geologia médica, a CPRM tem dado destaque à Ação Levantamentos Geoquímicos, cujo objetivo é avaliar, em todo o território nacional, a composição do substrato rochoso, dos solos, dos sedimentos ativos de corrente e das águas de drenagem.

Em 2013 foram realizados, no estado da Bahia, estudos geoquímicos na bacia do rio Subaé, com objetivo de elaborar o Atlas Geoquímico da Bacia do Rio Subaé, visando subsidiar projetos nas áreas do meio ambiente e de saúde pública.

Este atlas representa o principal instrumento para o planejamento territorial, objetivando o desenvolvimento de planos, programas, projetos e ações sustentáveis do meio físico, relacionadas à gestão ambiental, social e econômica do uso do solo e das águas superficiais. No nordeste do Brasil e, especialmente, no estado da Bahia, representa a primeira bacia a ser editada, em função da peculiaridade de considerá-la uma das áreas que apresenta maior contaminação antropogênica por chumbo no mundo.



# SUMÁRIO

## APRESENTAÇÃO

<b>ATLAS GEOQUÍMICO DA BACIA DO RIO SUBAÉ.....</b>	<b>8</b>
INTRODUÇÃO.....	9
CARACTERIZAÇÃO DA BACIA DO RIO SUBAÉ.....	9
CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS DA BACIA DO RIO SUBAÉ.....	10
MATERIAIS E MÉTODOS.....	12
Coleta e análise química das amostras .....	12
TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS ANALÍTICOS .....	13
ELABORAÇÃO DOS MAPAS GEOQUÍMICOS.....	14
MAPAS GEOQUÍMICOS .....	15
RESULTADOS OBTIDOS.....	15
CONCLUSÕES.....	17
<b>SUMÁRIOS ESTATÍSTICOS .....</b>	<b>18</b>
<b>MAPAS GEOQUÍMICOS.....</b>	<b>23</b>
<b>DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>149</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>161</b>

■ ■ ■ ATLAS GEOQUÍMICO  
DA BACIA DO RIO SUBAÉ

# ATLAS GEOQUÍMICO DA BACIA DO RIO SUBAÉ

## INTRODUÇÃO

O Serviço Geológico do Brasil – CPRM executa, desde 2008, o Projeto Levantamento Geoquímico de Baixa Densidade no Brasil, com o objetivo de avaliar em todo o território nacional as composições químicas dos sedimentos de corrente, solos e águas de superfície e de abastecimento público, que refletem a natureza do substrato rochoso e de contaminantes que foram adicionados aos mesmos. Este projeto visa disponibilizar a multiusuários dados e informações para a pesquisa de novos depósitos minerais, fertilidade natural para a agricultura, fontes de contaminações naturais e antropogênicas de elementos químicos nocivos à saúde humana, animal e ambiental, entre outras. Os estudos já foram concluídos em vários estados brasileiros, tais como, Roraima, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e São Paulo. Estão em desenvolvimento os trabalhos nos estados do Pará, Goiás e Bahia.

No estado da Bahia, o levantamento geoquímico foi iniciado em 2013, com o estudo da bacia do rio Subaé, quando a metodologia do projeto foi adaptada, com um adensamento da malha de amostragem dos solos, dos sedimentos de corrente e da água superficial, para um estudo detalhado da bacia, dando origem ao Atlas da Bacia do Rio Subaé.

O atlas produz informações integralizadas e sistematizadas de 52 (cinquenta e dois) elementos químicos avaliados nos sedimentos de corrente ou de fundo dos rios e nos solos e, de 28 (vinte e oito) cátions, 7 (sete) ânions e 4 (quatro) parâmetros físico-químicos analisados nas águas superficiais.

A avaliação do solo foi estabelecida de acordo com a regulamentação da Resolução CONAMA 420/2009, e representa o primeiro mapeamento dos teores naturais de metais pesados nos solos de referência do Estado da Bahia. Os resultados indicam a intensidade da contaminação ambiental - em especial chumbo e cádmio - encontradas na zona urbana do município de Santo Amaro até a foz do rio Subaé localizada a norte da Baía de Todos os Santos.

## CARACTERIZAÇÃO DA BACIA DO RIO SUBAÉ

A bacia do rio Subaé possui uma superfície de 651km<sup>2</sup>. As duas principais nascentes do rio Subaé estão no município de Feira de Santana e sua foz, na Baía de Todos os Santos, com sua zona estuarina compreendendo os municípios de Santo Amaro e São Francisco do Conde. Abrange, parcialmente, os municípios de Amélia Rodrigues, Conceição de Jacuípe, Feira de Santana, Santo Amaro, São Francisco do Conde, São Gonçalo dos Campos e São Sebastião do Passé (Figura 1).

A ocupação da área da bacia foi intensificada a partir da década de 50, com a inserção da agroindústria canavieira, do Distrito Industrial do Subaé, da expansão urbana e da metalurgia em Santo Amaro. Em conjunto, causaram vários problemas ambientais, tais como a supressão da cobertura vegetal,

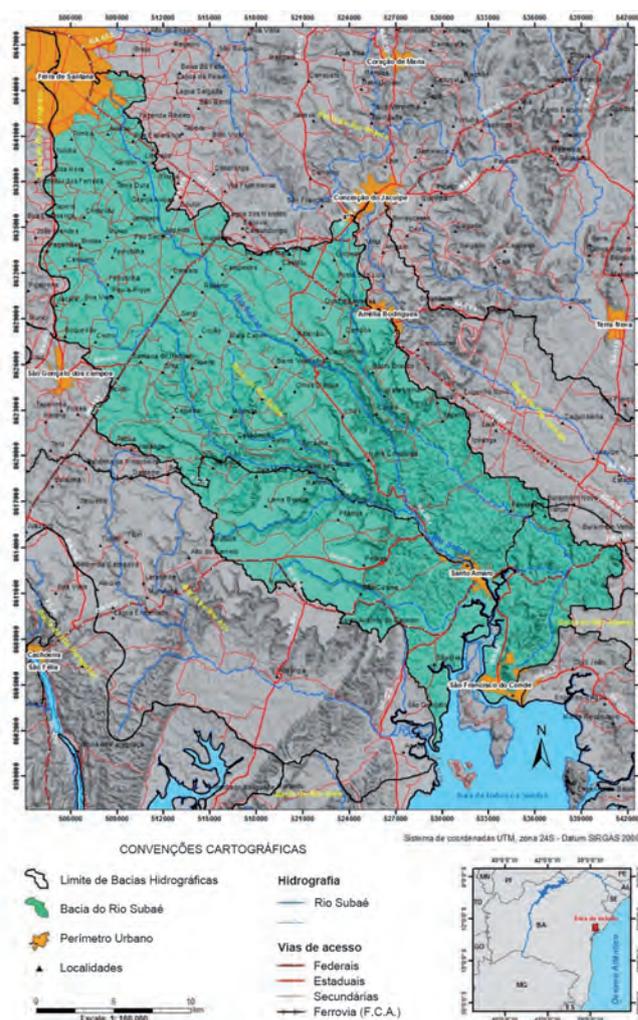


Figura 1 - Localização da Bacia do rio Subaé, Bahia.

o assoreamento das nascentes e do leito do rio e o lançamento de efluentes industriais e domésticos nos mananciais, comprometendo a qualidade das águas e do solo.

Segundo Barbosa e Dominguez (1995), a bacia do rio Subaé é constituída por litologias com idades variando do Arqueano ao Quaternário. As rochas datadas do Arqueano pertencem ao Complexo Santa-Luz (principalmente gnaisses, mármore, metagabros e migmatitos). Predominam nesta bacia rochas sedimentares do Mesozoico (Cretáceo e Jurássico) e Cenozoico (Paleogeno e Quaternário), pertencentes aos Grupos Barreiras, Brotas, Ilhas e Santo Amaro, compostos por siltitos, argilitos, arenitos, folhelhos, entre outros. Os sedimentos mais recentes, datados do Quaternário são os da foz do rio Subaé, na Baía de Todos os Santos, de origem fluvial e fluviomarinho.

Na parte central da bacia predomina o solo Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, com alto teor de argila e pobre em nutrientes. No baixo-Subaé, predomina o Vertissolo, também conhecido como massapê, que é um solo argiloso a muito argiloso, desenvolvido de folhelhos carbonatados, ricos em montmorilonita, porosidade e permeabilidade baixas e pouco profundo.

Atualmente, a cobertura vegetal é constituída por florestas de diferentes estágios de regeneração, e o manguezal, na foz do rio Subaé, nos municípios de Santo Amaro e São Francisco do Conde.

Na região da bacia do Subaé predomina o clima subúmido a seco, com temperatura anual variando de 24 °C a 25 °C.

Nesta bacia, os solos são utilizados principalmente para pastagem, agricultura de subsistência e plantação de eucalipto. Entre os municípios de Feira de Santana, Santo Amaro e São Gonçalo dos Campos as principais atividades econômicas são o cultivo de hortaliças, frutas, mandioca, coco e silvicultura com produção de derivados da mandioca, avicultura, produção de leite, carne bovina, dentre outras (BORGES; JESUS; NOLASCO, 2014).

## **CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS DA BACIA DO RIO SUBAÉ**

A bacia do rio Subaé apresenta problemas ambientais desde a sua nascente até a sua foz. Segundo o Centro de Recursos Ambientais - CRA (1998 *apud* Santos *et al.*, 2014), na região da nascente, o rio recebe contribuições do Centro Industrial do Subaé e de assentamentos sem sistema de esgotamento sanitário

adequado. Além disto, em todo seu percurso verifica-se que os esgotos provenientes de residências contribuem para a baixa qualidade das águas.

Segundo Rodrigues (2007) na cidade de Feira de Santana a população vive em áreas contaminadas, com rios poluídos que servem como fonte de abastecimento para as comunidades no seu entorno e para irrigação de culturas hortifrutigranjeiras. Os mananciais servem, também, como corpos receptores de efluentes industriais provenientes do Centro Industrial do Subaé, de esgotos domésticos e de lixo, comprometendo a qualidade das águas superficiais e subterrâneas.

Assis-Silva (2000 *apud* Rodrigues, 2007), detectou a presença de mercúrio em amostras de água coletadas no manancial subterrâneo do bairro Santa Mônica na cidade de Feira de Santana, registrando teores fora dos padrões de normalidade estabelecidos na Resolução CONAMA 357/2005 e na Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde, levando a autora a conjecturar sobre a possibilidade da existência de fontes poluidoras pontuais e difusas neste bairro.

Segundo Borges *et al.* (2014), o mapeamento do uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do rio Subaé mostrou que 77% do total da área da bacia sofreu transformações ambientais na sua paisagem, por conta das atividades agrícolas, pecuária, indústrias e crescimento urbano. As atividades agrícolas ocupam 50% da área, com lavouras de cana-de-açúcar, bambu, cultura de ciclo curto como a mandioca, feijão, milho, hortaliças e frutas. A pastagem ocorre em 19% de sua superfície, desenvolvida com pecuária bovina. As áreas construídas totalizam 8%, e correspondem às cidades, vilas, povoados e indústrias. Este processo de ocupação intensiva na bacia contrapõe a uma menor área de cobertura vegetal original, comprometendo a biodiversidade e alteração da dinâmica do rio Subaé, no controle da vazão e qualidade de suas águas e, conseqüentemente, a qualidade de vida das populações que vivem nesse espaço.

Santos (2013) reporta que a bacia do rio Subaé apresenta sérios impactos ambientais nos seus principais cursos d'água, decorrentes do despejo de efluentes domésticos e industriais, atividades agropecuária e extrativista. No alto curso, o rio recebe contribuição das indústrias de papel, processamento de mamona, milho e soja, horto florestal e matadouros. As altas taxas de urbanização provocam destruição das matas ciliares ao longo do curso do rio Subaé ocasionando assoreamento, erosão das suas margens e destruição de manguezais, principalmente na periferia das zonas

urbanas das cidades de Santo Amaro e São Francisco do Conde. No médio Subaé ocorre extensa plantação de eucalipto para produção de celulose com a finalidade de abastecer as empresas de papel que existem no município de Feira de Santana. Neste estudo foram coletadas amostras de água superficial ao longo do canal do rio e detectada uma contaminação onde as maiores concentrações de metais encontrados em ordem decrescente foram  $Zn > Mn > Cu > Pb > Ni$ . Os elementos Cd e Cr não foram detectados em nenhuma amostra coletada.

Um dos mais importantes municípios da bacia do rio Subaé é o de Santo Amaro, com 492,912km<sup>2</sup> e 57.900 habitantes (IBGE, 2010). Está localizado no litoral do estado da Bahia, distante 130 km da capital Salvador. A cidade de Santo Amaro é considerada a mais poluída do mundo por chumbo.

Em 1960 começou a operar no município a Companhia Brasileira de Chumbo – COBRAC, à época pertencente ao grupo multinacional Penarroya Oxide S.A., com o objetivo de produzir lingotes de chumbo. Em 1989, a usina foi vendida à empresa Plumbum Mineração e Metalurgia Ltda., pertencente ao grupo brasileiro Trevo, que encerrou suas atividades em 1993, deixando um grande passivo ambiental (ANJOS, 2003) (Fotos 1 e 3).

A produção das ligas de chumbo era feita usando o minério de chumbo lavrado e beneficiado no município de Boquira, no sudoeste do estado da Bahia. Com a exaustão da mina, em Boquira, a Plumbum passou a importar o minério do Peru (MACHADO *et al.*, 2004).

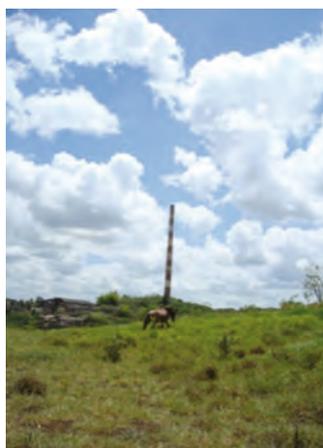
A COBRAC até a sua desativação em 1993, produziu e depositou aleatoriamente 490.000 toneladas de escória metalúrgica contendo elevados teores de metais pesados - sobretudo chumbo (Pb) e cádmio (Cd). Além da deposição destes resíduos

nas áreas de suas instalações, a escória também foi utilizada pela prefeitura para pavimentar logradouros públicos e pela população de Santo Amaro para aterrar pátios e fundações de casas (Foto 2).

A instalação da metalurgia em uma área onde predominam ventos de baixa velocidade e constantes inversões térmicas facilitou a deposição do material particulado na área urbana. A deposição inadequada da escória em aterros diversos e a sua utilização para pavimentação das ruas e aterro de quintais e fundações de casas, constituem uma das principais causas de contaminação de Santo Amaro (ANJOS, 2003).

Desde a década de 70, vários estudos foram realizados, tanto em relação à saúde humana, quanto ao meio ambiente. Mesmo decorridos 22 anos do fechamento da metalurgia, persistem dúvidas sobre a contaminação pretérita residual na cidade de Santo Amaro.

Magna *et al.* (2014) realizaram um estudo para estimar as doses de exposição aos elementos cádmio e chumbo em crianças de 0 a 17 anos de idade via consumo de alimentos vegetais cultivados em quintais localizados no entorno da antiga metalúrgica. As doses de exposição estimadas para ambos os elementos superaram os valores recomendados pela Organização Mundial da Saúde – OMS. Os autores encontraram teores de cádmio e chumbo em alimentos vegetais de 1,05mg/kg e 19,6mg/kg, respectivamente, ultrapassando os valores padrões recomendados pela OMS, de 0,05mg/kg para cádmio e 0,1mg/kg, para chumbo. Ainda segundo estes autores, o estudo comprovou que o consumo de alimentos vegetais cultivados em quintais próximos a antiga metalúrgica é uma importante rota de exposição atual aos metais, representando um risco à saúde da população.



**Foto 1** - Área da antiga metalurgia.

**Foto 2** - Ruas pavimentadas com a escória .

**Foto 3** - Resíduos depositados a céu aberto.

Apesar do histórico da contaminação por chumbo ser na região de Santo Amaro, localizada no baixo curso, Santana e Jesus (2014), detectaram elevados teores de Cu, Mn, Pb e Zn em água superficial do rio Subaé, particularmente no alto curso, em Feira de Santana, acima dos valores máximos permitidos pela Resolução CONAMA 357/2005, indicando comprometimento da qualidade do manancial, embora o chumbo tenha sido encontrado ao longo de todo o leito do rio Subaé. É interessante ressaltar que os autores citam Cruz (2012), Nunes (2012) e Silva (2012), que encontraram elevados teores de chumbo acima do valor permitido para consumo humano em peixes coletados em lagoas que formam as nascentes do rio Subaé. Santana e Jesus (2014) citaram, ainda, Araújo (2012) que detectou, também, elevados teores de Pb e Cd em peixes coletados no médio curso. Os autores discutiram a possibilidade das fontes dos metais na água e peixes estarem associadas ao uso de fertilizantes ricos em metais utilizados nas lavouras, a efluentes industriais e domésticos, ou até mesmo, a poluição atmosférica proveniente das indústrias.

Oliveira (2014) realizou um estudo com caranguejos coletados na foz do rio Subaé, entre Santo Amaro e São Francisco do Conde, durante o período de novembro de 2012 a junho de 2014, e detectou alterações histológicas nas brânquias que podem ser associadas à contaminação por metais pesados. O autor analisando órgãos e tecidos dos animais coletados, concluiu que em 22% das amostras analisadas foram mensurados teores médios de cádmio e chumbo acima dos valores definidos no Decreto nº 55.871, de 26/03/65 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (BRASIL, 1965) e Portaria nº 685, de 27 de agosto de 1998 (BRASIL, 1998).

Segundo Santos e Jesus (2014), que conduziram uma avaliação da qualidade das águas superficiais ao longo do curso do rio Subaé quanto à quantificação das concentrações de metais pesados totais (Cd, Cr, Cu, Ni, Mn, Pb e Zn), os elevados teores dos metais encontrados na bacia são influência dos esgotos domésticos e fertilizantes, assim como de efluentes industriais na região de Feira de Santana.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A amostragem foi planejada com o objetivo de proporcionar uma completa cobertura da bacia do rio Subaé. Foram coletadas 48 amostras de água superficial e 39 de sedimentos de corrente, em sub-bacias

com área de aproximadamente 40km<sup>2</sup>, sendo 1 estação de amostragem em cada sub-bacia. Foram coletadas ainda, 67 amostras de solos superficiais, numa malha de 4km x 4km. Todos os pontos de coleta foram georreferenciados. Ocorreu que em nove estações, não foi possível coletar amostras de sedimentos de corrente, devido a grande profundidade da calha de drenagem. Nessas estações foram coletadas somente amostras de água.

## Coleta e análise química das amostras

### ■ Amostras de água superficial

Nas estações de coleta de água superficial foi realizada a leitura dos seguintes parâmetros físico-químicos: pH, condutividade elétrica, temperatura e oxigênio dissolvido, utilizando-se uma sonda multiparâmetro portátil da Oakton PD650 (Foto 4).

As amostras foram filtradas através de filtros micropore 0,45µm e acondicionadas em dois tubos de polietileno com capacidade de 50ml, para análise de cátions e ânions. Para preservação dos cátions solúveis nas amostras foi adicionado HNO<sub>3</sub> 1:1, com o objetivo de manter o pH menor que 2, enquanto as amostras para análise dos ânions foram preservadas sob-refrigeração até o momento da análise (Cunha & Machado, 2003) (Foto 5).



Foto 4 - Multimetido Oakton PD650.

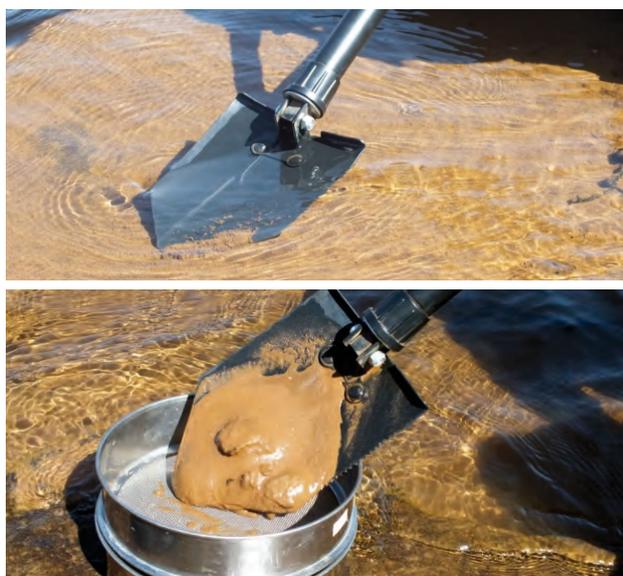
Foto 5 - Amostragem de água.

As técnicas analíticas utilizadas foram Espectrometria por Emissão Atômica com Fonte de Plasma – ICP-AES para 28 cátions (Al, As, B, Be, Ba, Ca, Co, Cd, Cu, Cr, Li, Fe, Hg, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Se, Si, Sb, Sn, Sr, Ti, V, Zn) e Cromatografia de Íons - IC para 7 ânions (fluoreto, cloreto, brometo, nitrito, nitrato, sulfato e fosfato). As análises foram realizadas no Laboratório SGS-Geosol, em Vespasiano, MG e no Centro Tecnológico de Análises -CETAN, em Vitória, ES.

#### ■ Amostras de sedimentos de corrente

As amostras de sedimentos de corrente foram coletadas com pá de aço inox nas calhas dos leitos dos rios, normalmente abaixo do nível d'água, nos mesmos locais da coleta das amostras de água superficial, nas zonas de baixa energia, onde ocorre a deposição do material mais fino (Foto 6). Para cada amostra, foram coletados aproximadamente 2 kg de material, peneirado a 20# no campo com peneira de aço inox ou de polietileno. Foram acondicionadas em sacos plásticos, lacrados e etiquetados.

No laboratório estas amostras foram postas à secagem em estufa a 50°C, homogêneas, peneiradas a 80# e pulverizadas a 150#. Após digestão em água régia a quente, foram analisadas para 53 elementos (Ag, Al, As, Au, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, Ga, Ge, Hf, Hg, In, K, La, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Pd, Pt, Rb, Re, S, Sb, Sc, Se, Sn, Sr, Ta, Te, Th, Ti, Tl, , V, W, Y, Zn, Zr) por Espectrometria de Emissão Atômica



**Foto 6** - Coleta de sedimento de corrente seguido de peneiramento.

com plasma acoplado indutivamente– ICP-AES e Espectrometria de Massas com Plasma Indutivamente Acoplado – ICP-MS, realizadas no Laboratório SGS-Geosol, em Vespasiano, MG.

#### ■ Amostras de solo

As amostras de solo foram coletadas em malha de 4km x 4km, à profundidade de até 20cm. Foram acondicionadas em sacos plásticos, lacrados e etiquetadas (Foto 7). No laboratório estas amostras passaram por tratamento exatamente igual aos das amostras de sedimento.

#### ■ Controle de qualidade de campo

A precisão de amostragem foi controlada através da coleta de amostras replicatas, sendo uma replicata a cada dez amostras coletadas, com o objetivo de testar a consistência dos dados e o controle de qualidade da amostragem. Para as amostras de água, foi também enviada ao laboratório, em cada lote, uma amostra “branco”, que consiste de água deionizada, que no caso das amostras para análise dos cátions, com adição de ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>). Todas as amostras-controle receberam numeração sequencial, no lote enviado ao laboratório.

## TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS ANALÍTICOS

Os elementos químicos, cujos resultados analíticos mostraram teores abaixo dos limites de detecção



**Foto 7** - Amostragem e acondicionamento de solos.

(LD) ou de quantificação (LQ), em todas as amostras coletadas, foram eliminados para fins da elaboração dos mapas geoquímicos.

Os resultados analíticos foram interpretados utilizando-se os conceitos da estatística básica descritiva: média aritmética, mediana, desvio-padrão e coeficiente de variação e pela elaboração de gráficos: *boxplot* e histograma, elaborados com o *Software STATISTICA 10*.

## ELABORAÇÃO DOS MAPAS GEOQUÍMICOS

Na elaboração dos mapas geoquímicos, para as amostras com teores menores que o limite de detecção ou quantificação foram arbitrados valores equivalentes à metade do limite de detecção, o que significa atribuir 0,05mg/l a uma amostra onde a rotina analítica determinou < 0,1mg/l. Com esse procedimento, foram eliminadas do processo de elaboração dos mapas, apenas as estações sem amostras coletadas, não analisadas ou com teores não detectados.

Através dos parâmetros estatísticos definidos pelos *boxplots* foram delimitados cinco intervalos para representação das curvas de tendência de cada elemento químico. Nos casos onde havia apenas 25 a 75% de amostras acima do limite de detecção (LD) ou de quantificação (LQ) do método analítico, as classes foram definidas utilizando-se como referência os percentis, conforme sumarizado na tabela 1.

Os mapas geoquímicos foram elaborados utilizando o *software ArcGis 10*. Para os mapas dos sedimentos de corrente e dos solos, o método de interpolação foi o inverso da distância ao quadrado (IDW), enquanto que para a elaboração dos mapas geoquímicos das amostras de água superficial foi adotada simbologia pontual.

Nas tabelas da estatística descritiva inseridas no *layout* dos mapas, estão apresentados os valores de referência para alguns elementos, estabelecidos pelas legislações ambientais brasileiras e que foram utilizados na interpretação dos dados.

As legislações ambientais utilizadas foram:

### a) Solos

Resolução CONAMA 420 de 28/12/2009, que dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo em relação às atividades antrópicas. Foram utilizados os Valores de Prevenção – VP, representando a concentração de valor limite de determinada substância no solo, tal que ele seja capaz de sustentar as suas funções principais, tais como:

- servir como meio básico para sustentação da vida e de habitat para pessoas, animais, plantas e outros organismos vivos;
- manter o ciclo da água e dos nutrientes;
- servir como meio para a produção de alimentos e outros bens primários de consumo;
- proteger as águas superficiais e subterrâneas.

### b) Sedimentos de corrente

Resolução CONAMA 454 de 1 de novembro de 2012, que estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras. Foram utilizados os níveis de classificação para água doce, nível 2 (limiar abaixo do qual há maior probabilidade de efeitos adversos à biota).

### c) Água superficial

Resolução CONAMA 357 de 18 de março de 2005 (utilizou-se como referência os parâmetros para água doce de Classe 2), que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

TABELA 1

Intervalos de classe em função da proporção de amostras com concentrações detectadas

↑ 75% DETECTADAS	25-75% DETECTADAS	↓ 25% DETECTADAS
valor mínimo - percentil 25	valor mínimo - mediana	percentil 75 - percentil 90
percentil 25 - mediana	mediana - percentil 75	percentil 90 - percentil 98
mediana - percentil 75	percentil 75 - percentil 90	percentil 98 - máximo
percentil 75 - limiar	percentil 90 - percentil 98	
limiar - valor máximo	percentil 98 - valor máximo	

Para os elementos que não são contemplados nas legislações brasileiras, se utilizou, também, a legislação americana para solos e sedimentos de corrente: Screening Quik Reference Table for Inorganic in Sediment and in soil – NOAA/SquiRTs (2008). Foram utilizados os valores de prevenção *Threshold Effects Level* (TEL) para sedimentos de água doce e os valores de prevenção (*Target*) para os solos.

Os sumários estatísticos básicos, bem como os valores orientadores das legislações brasileiras e internacionais utilizados neste atlas, estão disponibilizados nas tabelas 2, 3 e 4 anexadas no final do relatório.

## MAPAS GEOQUÍMICOS

Os mapas geoquímicos estão disponibilizados por ordem alfabética do símbolo químico e por tipo do meio amostrado, seguidos de um texto explicativo e anexados no final do relatório.

## RESULTADOS OBTIDOS

Nas amostras de solos e de sedimentos de corrente, os elementos Au, B, Ge, Pd, Pt, Re e Ta apresentaram teores abaixo do limite de detecção do equipamento analítico, acontecendo o mesmo com o elemento W em solos. Nas amostras de água superficial, os elementos Be, Co, Ni e Sn, também foram mensurados abaixo do limite de detecção do equipamento analítico. Assim, estes elementos não foram estudados nos meios físicos mencionados.

Alguns elementos foram detectados em valores acima dos permitidos pelas legislações brasileiras, a saber:

- Solos - nos elementos Ag, As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sb, Se e Zn foram detectados teores acima dos valores orientadores para prevenção definidos pela Resolução CONAMA 420/2009.

- Sedimento - foram mensurados para os elementos As, Cd, Ni, Pb e Zn teores acima dos níveis de classificação de sedimentos (para água doce – Nível 2) definidos pela Resolução CONAMA 454/2012.

- Água superficial - nos elementos Al, As, B, Ba, Cd, Cu, Fe, Hg, Mn, Pb, Sb, Se, V, Zn e no ânion sulfato foram mensurados teores acima dos valores máximos permitidos pela Resolução CONAMA 357/2005.

Os mapas geoquímicos realizados para a bacia do rio Subaé apresentam algumas peculiaridades abaixo descritas:

a) Nos mapas geoquímicos de água superficial e de sedimentos de corrente, alguns elementos mostram padrões de dispersão semelhantes em áreas com teores mais elevados, tais como:

- os cátions Hg, Na e Zn ocorrem nas cabeceiras do rio Subaé, no baixo curso do rio Traripe e na foz do rio Subaé, indicando contaminação por fontes antrópicas, sendo que o Na pode estar aumentado na foz por interferência da cunha marinha;

- ao entorno da metalúrgica em Santo Amaro, os teores mais elevados são de Cd, Pb, Sb e Zn, indicando que a contaminação ambiental está relacionada às antigas atividades de metalurgia, tanto através do material particulado liberado pela chaminé, no passado, quanto pela lixiviação pretérita e atual dos metais das pilhas de escória para o rio Subaé e,

- na foz do Subaé, ocorrem os teores mais elevados de Cd e S (sendo que na água superficial, sob forma de sulfato), indicando que o Cd está sendo transportado desde a região de Santo Amaro até a foz e acumulado por adsorção nos sedimentos estuarinos e o sulfato é proveniente das atividades antrópicas que ocorrem na bacia.

b) Tanto nos mapas geoquímicos de solos, quanto nos de sedimentos de corrente se observa que na área da metalúrgica, no município de Santo Amaro, ocorrem os teores mais elevados dos elementos Ag, As, Bi, Ca, Cd, Cu, In, Pb, S, Sb, Se, Sn, Tl e Zn. Contudo, nos mapas dos solos, na área da metalurgia, foram também detectados teores elevados de Al, Ba, Hg, Na, Nb e Sr. A maioria desses elementos está relacionada a composição do minério utilizado nos processos metalúrgicos, que ficaram disponibilizados para o meio ambiente através dos gases e material particulado lançado pela chaminé no passado e atualmente, através da lixiviação dos metais a partir das pilhas de escória, que se encontram na área da usina metalúrgica.

c) Os elementos Pb e Cd, considerados altamente tóxicos à saúde humana e ao meio ambiente, aparecem associados ao elemento Sb com teores acima dos valores orientadores definidos pelas legislações ambientais brasileiras, nos três meios amostrados. Os mapas geoquímicos mostram padrões de dispersão similares, com os teores mais baixos nas cabeceiras e os mais elevados em direção à foz do Subaé, sendo que as concentrações mais elevadas ocorreram em Santo Amaro, indicando que mesmo após o fechamento da metalúrgica em 1993, a contaminação ambiental na cidade ainda se faz presente.

d) Além da área da metalúrgica, nitidamente a maior fonte antrópica de poluição ambiental da bacia do rio Subaé, outras duas áreas bem distintas apareceram destacadas com elevados teores de alguns elementos, nas cabeceiras e na foz do rio:

- Na região norte da bacia localiza-se o Distrito Industrial do Subaé, no município de Feira de Santana, com inúmeras e diversificadas instalações industriais (alimentícias, agroindustriais, celulose, ração, metalúrgicas, entre outras). As nascentes do rio Subaé ficam dentro deste distrito industrial. As matas ciliares foram devastadas e as lagoas das nascentes originais do rio Subaé, aterradas para loteamento, e recebem efluentes industriais e de esgotos domésticos causando degradação ambiental (Foto 8). Alguns elementos já mostram valores bastante elevados, que tendem a aumentar com a continuidade do aporte de efluentes nos mananciais. Atualmente estes valores elevados estão refletidos nas amostras de água superficial, nos cátions Al, Ba, Hg, K, Li e Na, nos ânions brometo, cloreto, fluoreto, fosfato e sulfato, e nos valores elevados da condutividade elétrica, como também, S e Y nas amostras de sedimentos de corrente. Estes resultados confirmam os estudos de Santos (2013) e Santos



**Foto 8** - Loteamento nas nascentes do rio Subaé.

*et al.* (2013), nos quais são mencionados que fontes antropogênicas poluem as cabeceiras do rio Subaé.

- Na foz do rio Subaé, na Baía de Todos os Santos, a região de manguezal sofre naturalmente, influência da zona de variação das marés, onde muitos elementos apresentaram teores elevados, que podem estar relacionados à mudança de ambiente, com influência da cunha marinha, a contribuição das atividades humanas presentes ao longo da bacia e ainda, relacionada a contaminação ambiental da região de Santo Amaro (Foto 9). Valores muito elevados foram encontrados para as amostras de água nos cátions Al, As, B, Ca, Hg, K, Li, Mg, Mo, Na, Se, Sr, V e Zn, nos ânions brometo, cloreto e sulfato e, no parâmetro físico químico da condutividade. Alguns destes elementos também apresentam valores mais elevados nos sedimentos, como Mo, Na, S, Th e Ti. Os elementos Bi, Th e V também ocorrem em valores altos no solo. É importante notar que na foz, não são encontrados valores muito elevados dos elementos Pb e Cd. Segundo Oliveira (2014), elevados teores desses elementos foram detectados em tecidos e órgãos de caranguejos que vivem nos manguezais, o que pode ser consequência da adsorção dos metais no material pelítico-orgânico que ocorre na área, e depois filtrados por estes organismos que aí sobrevivem, resultado de grande aporte de material contaminado por muitos anos de atividade de metalurgia.

e) Outras regiões situadas na parte central da bacia, nos limites oeste e leste, próximo às rodovias federais, na sub-bacia do rio Traripe, contem diversas usinas de açúcar desativadas e regiões de plantação de cana e de bambu. Foram detectadas anomalias de



**Foto 9** - Foz do rio Subaé.

alguns elementos, principalmente de Mn. Nas amostras de solo, ocorreram anomalias dos elementos Co, Ga, Mn, Nb, Th e Zr. Em sedimentos de corrente, anomalias dos elementos Cs, Mn, Nb, Sr, Te, Th e Ti. Nas amostras de água superficial, ocorreram anomalias para os cátions B, Fe, Mn, Si, Ti e Zn. A presença de elevados teores de Cs, Co, Sr e Th em solos pode estar associada ao uso de fertilizantes nas plantações.

## CONCLUSÕES

Os resultados dos estudos realizados evidenciaram os seguintes destaques:

- A atividade exercida pela metalúrgica PLUMBUM causou um grande impacto na bacia do rio Subaé, a partir de suas instalações, em direção à sua foz.

- Os elementos Pb, Cd, Sb, Zn e Cu mostram uma extensa área de dispersão, extrapolando a área das instalações da antiga metalúrgica, o que pode estar correlacionado a dispersão dos particulados lançados pela chaminé, quando em atividade.

- Os elementos Pb, Cd e Sb estão presentes em amostras de água superficial, podendo estar contaminando o lençol freático, a partir, principalmente, da área das instalações da metalúrgica. A contaminação da água está provavelmente relacionada aos altos teores de metais, também encontrados nos solos.

- A região das cabeceiras do rio Subaé está severamente impactada pela instalação do Distrito Industrial do Subaé. Em decorrência de suas atividades, ocorreram a devastação das matas ciliares e aterramento das lagoas para loteamentos, os quais não possuem esgotamento sanitário, refletindo nos elevados teores de vários elementos químicos em amostras de água e de sedimentos de corrente. Estes fatos recomendam que esta poluição antrópica necessita de controle, para evitar que se estenda até a região já bastante impactada pelas antigas atividades da usina metalúrgica na região do curso médio da bacia.

- A região da foz, na zona de manguezal da Baía de Todos os Santos, apresenta alguns valores elevados para vários elementos: em amostras de água, o As, B, Cd, Cr, Hg, Na, Ni, Se, Sr e Zn, em sedimentos, o Cd, Mo, Na, Sb, Tl, Th e U e em solos, o Ag, Bi, Cd, Pb, Sb, Tl, Th, V e Zn. A ocorrência destes elementos nesta região do manguezal deve ser investigada com maior detalhe e monitorada visando manter a qualidade deste ecossistema. Alguns destes elementos, no entanto, estão relacionados ao próprio ambiente marinho e outros, à contaminação proveniente de Santo Amaro.

- A contaminação ambiental no município de Santo Amaro constitui-se em um relevante problema de saúde pública para a região. Há necessidade de instituir uma vigilância de sanidade ambiental, e epidemiológica, dirigida a esta problemática regional, para melhor compreender os efeitos na população humana e na biota, e propor medidas de prevenção e remediação.

- Dentre os aspectos gerais relacionados aos impactos ambientais na bacia do rio Subaé destaca-se que o mau uso do solo é um dos maiores responsáveis pelo atual quadro de degradação ambiental. Segundo vários pesquisadores, esses impactos se fizeram sentir ao longo de todo o processo histórico de colonização da região, estendendo-se até os dias atuais, manifestados pelo alto índice de desmatamento, pelo lançamento de esgotos domésticos e industriais no solo e nos mananciais hídricos. No município de Santo Amaro, a instalação da usina metalúrgica, e os consequentes problemas ambientais e de saúde pública, que estão presentes até os dias de hoje, se caracterizam como o mais grave de todos, necessitando de definição de um projeto de remediação com monitoramento da saúde humana, visando melhorar a qualidade de vida da população da cidade e circunvizinhanças de Santo Amaro afetada pela dispersão dos contaminantes.



# SUMÁRIOS ESTATÍSTICOS

## SUMÁRIO ESTATÍSTICO | TABELA 2

Valores máximos permitidos para água superficial e de abastecimento humano

ELEMENTO	UNIDADE	LIMITE DE DETECÇÃO	VALOR MÉDIO	MEDIANA	VALOR MÁXIMO	PORTARIA MS 2914/2011	CONAMA 357/2005	WHO 2011	
CÁTIONS	Al	mg/L	0,003	0,1303	0,0880	0,8080	0,2	0,1	-
	As	mg/L	0,002	0,0046	0,0010	0,0850	0,01	0,01	0,01
	B	mg/L	0,007	0,1885	0,0470	4,5330	-	0,5	2,4
	Ba	mg/L	0,003	0,2916	0,1625	2,1300	0,7	0,7	0,7
	Be	mg/L	0,001	0,0005	0,0005	0,0005	-	0,04	-
	Ca	mg/L	0,01	36,0615	13,3000	358,0000	-	-	-
	Cd	mg/L	0,001	0,0007	0,0005	0,0040	0,005	0,001	0,003
	Co	mg/L	0,003	0,0016	0,0015	0,0050	-	0,05	-
	Cr	mg/L	0,003	0,0023	0,0015	0,0170	0,05	0,05	0,05
	Cu	mg/L	0,002	0,0020	0,0010	0,0150	2	0,009	2
	Fe	mg/L	0,002	0,7964	0,2200	14,9000	0,3	0,3	-
	Hg	mg/L	0,0003	0,0006	0,0004	0,0041	0,001	0,0002	0,006
	K	mg/L	0,005	15,6931	4,0450	376,0000	-	-	-
	Li	mg/L	0,001	0,0150	0,0030	0,3290	-	2,5	-
	Mg	mg/L	0,01	37,2063	7,6400	1097,0000	-	-	-
	Mn	mg/L	0,007	0,2567	0,0200	3,3100	0,1	0,1	-
	Mo	mg/L	0,007	0,0107	0,0035	0,2400	-	-	-
	Na	mg/L	0,01	231,0983	23,1500	8220,0000	200	-	50
Ni	mg/L	0,007	0,0036	0,0035	0,0100	0,07	0,025	0,07	
CÁTIONS	Pb	mg/L	0,002	0,0047	0,0010	0,1130	0,01	0,01	0,01
	Sb	mg/L	0,002	0,0068	0,0010	0,1690	0,005	0,005	0,02
	Se	mg/L	0,002	0,0064	0,0010	0,2330	0,01	0,01	0,04
	Si	mg/L	0,002	41,6408	36,5500	188,0000	-	-	-
	Sn	mg/L	0,01	0,0050	0,0050	0,0050	-	-	-
	Sr	mg/L	0,01	0,3641	0,1100	8,0200	-	-	-
	Ti	mg/L	0,005	0,0048	0,0025	0,0450	-	-	-
	V	mg/L	0,01	0,0171	0,0050	0,3700	-	0,1	-
	Zn	mg/L	0,01	0,0258	0,0050	0,4100	5	0,18	-
ÂNIONS	Brometo	mg/L	0,01	0,1064	0,0342	2,0320	-	-	-
	Cloreto	mg/L	0,01	43,2747	22,3850	190,8500	250	250	-
	Fluoreto	mg/L	0,01	0,1440	0,1047	0,7200	1,5	1,4	1,5
	Fosfato	mg/L	0,01	0,3496	0,0250	6,2710	-	-	-
	Nitrato	mg/L	0,01	0,0605	0,0169	1,2210	10	10	50
	Nitrito	mg/L	0,01	0,9529	0,2677	10,6700	1	1	3
	Sulfato	mg/L	0,01	26,8374	4,6290	283,0000	250	250	-
FISICO-QUÍMICO	pH	-	-	5,7717	5,8050	7,0800	-	6 a 9	-
	OD	mg/L	-	3,6591	3,6000	6,7400	-	> 5	-
	Condut.	µS/cm	-	1959,3783	313,4500	43480,0000	-	-	-
	Temp	°C	-	28,1152	27,5000	37,0000	-	-	-

## SUMÁRIO ESTATÍSTICO | TABELA 3

Sumário estatístico e valores orientadores para sedimentos de corrente

ELEMENTO	UNIDADE	LIMITE DE DETECÇÃO	VALOR MÉDIO	MEDIANA	VALOR MÁXIMO	CONAMA 454/2012 (NÍVEL 2)	NOAA SQUIRTS/2008
Ag	ppm	0,01	0,174	0,090	1,470	-	-
Al	%	0,01	1,487	1,520	2,930	-	-
As	ppm	1	5,026	4,000	38,000	17	17
Au	ppm	0,1	0,050	0,050	0,050	-	-
B	ppm	10	0,500	0,500	0,500	-	-
Ba	ppm	5	183,795	180,000	462,000	-	-
Be	ppm	0,1	0,764	0,800	1,400	-	-
Bi	ppm	0,02	0,180	0,160	0,960	-	-
Ca	%	0,01	0,793	0,460	4,640	-	-
Cd	ppm	0,01	6,964	0,160	149,080	3,5	3,5
Ce	ppm	0,05	46,202	44,990	67,750	-	-
Co	ppm	0,1	13,010	11,300	39,500	-	-
Cr	ppm	1	29,923	31,000	57,000	90	90
Cs	ppm	0,05	0,515	0,530	1,450	-	-
Cu	ppm	0,5	30,933	27,400	144,800	197	197
Fe	%	0,01	2,873	2,920	5,890	-	-
Ga	ppm	0,1	6,141	6,600	11,000	-	-
Ge	ppm	0,1	0,050	0,050	0,050	-	-
Hf	ppm	0,05	0,139	0,140	0,340	-	-
Hg	ppm	0,01	0,064	0,040	0,320	0,49	0,49
In	ppm	0,02	0,048	0,030	0,590	-	-
K	%	0,01	0,269	0,230	0,660	-	-
La	ppm	0,1	18,818	16,800	28,600	-	-
Li	ppm	1	10,679	10,000	26,000	-	-
Mg	%	0,01	0,432	0,360	1,210	-	-
Mn	ppm	5	684,103	455,000	3698,000	-	-
Mo	ppm	0,05	0,949	0,500	8,570	-	-
Na	%	0,01	0,135	0,020	1,950	-	-
Nb	ppm	0,05	0,783	0,560	2,690	-	-
Ni	ppm	0,5	19,649	18,700	42,300	35,9	36
P	ppm	50	420,795	402,000	1001,000	-	-
Pb	ppm	0,2	193,285	22,000	4148,200	91,3	91,3
Pd	ppm	0,1	0,050	0,050	0,050	-	-
Pt	ppm	0,1	0,050	0,050	0,050	-	-
Rb	ppm	0,2	15,346	17,000	23,900	-	-
Re	ppm	0,1	0,050	0,050	0,050	-	-
S	%	0,01	0,211	0,050	2,270	-	-
Sb	ppm	0,05	0,854	0,080	13,280	-	-

Continua...

SUMÁRIO ESTATÍSTICO | TABELA 3 (continuação)

ELEMENTO	UNIDADE	LIMITE DE DETECÇÃO	VALOR MÉDIO	MEDIANA	VALOR MÁXIMO	CONAMA 454/2012 (NÍVEL 2)	NOAA SQUIRTS/2008
Sc	ppm	0,1	6,387	6,800	11,300	-	-
Se	ppm	1	1,218	0,500	18,000	-	-
Sn	ppm	0,3	1,549	1,400	4,900	-	-
Sr	ppm	0,5	42,256	26,300	154,600	-	-
Ta	ppm	0,05	0,025	0,025	0,025	-	-
Te	ppm	0,05	0,047	0,025	0,270	-	-
Th	ppm	0,1	6,982	6,500	18,900	-	-
Ti	%	0,01	0,017	0,005	0,070	-	-
Tl	ppm	0,1	2,083	0,250	40,980	-	-
U	ppm	0,05	0,936	0,770	3,700	-	-
V	ppm	1	38,718	40,000	65,000	-	-
W	ppm	0,1	0,087	0,050	0,400	-	-
Y	ppm	0,05	10,505	10,820	22,070	-	-
Zn	ppm	1	225,897	54,000	5372,000	315	315
Zr	ppm	0,5	2,381	2,100	7,200	-	-

SUMÁRIO ESTATÍSTICO | TABELA 4

Sumário estatístico e valores orientadores para solos

ELEMENTO	UNIDADE	LIMITE DE DETECÇÃO	VALOR MÉDIO	MEDIANA	VALOR MÁXIMO	CONAMA 420/2009	NOAA SQUIRTS/2008
Ag	ppm	0,01	0,708	0,02	11	-	-
Al	%	0,01	1,650	1,45	3,96	-	-
As	ppm	1	5,903	2	118	15	0,9
Au	ppm	0,1	0,050	0,05	0,05	-	-
B	ppm	10	1,776	0,5	5	-	0,5
Ba	ppm	5	103,015	34	419	150	160
Be	ppm	0,1	0,451	0,2	1,3	-	1,1
Bi	ppm	0,02	1,011	0,19	40,57	-	-
Ca	%	0,01	0,780	0,11	4,92	-	-
Cd	ppm	0,01	11,232	0,17	229,54	1,3	0,8
Ce	ppm	0,05	25,239	22,11	106,26	-	-
Co	ppm	0,1	11,609	2,1	65,5	25	2,4
Cr	ppm	1	30,597	33	77	75	0,38
Cs	ppm	0,05	0,327	0,31	0,96	-	-
Cu	ppm	0,5	43,000	24,2	716,3	60	3,4
Fe	%	0,01	2,810	2,98	6,7	-	0,20
Ga	ppm	0,1	7,793	7,5	23,1	-	-

Continua...

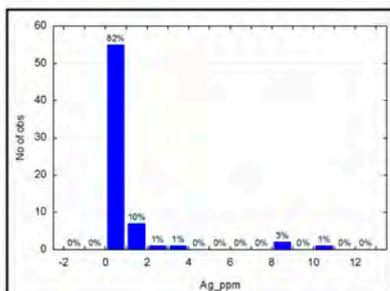
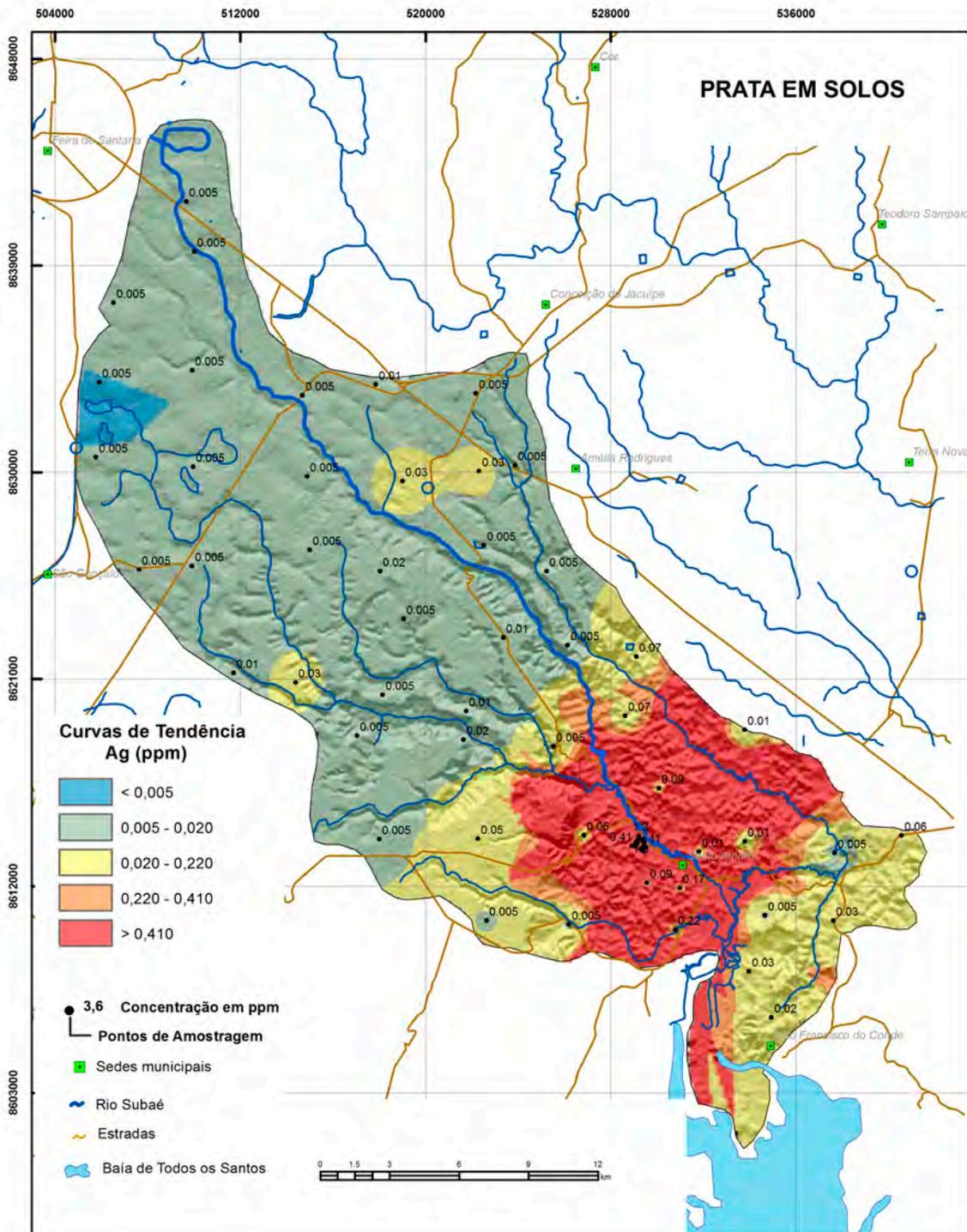
SUMÁRIO ESTATÍSTICO | TABELA 4 (continuação)

ELEMENTO	UNIDADE	LIMITE DE DETECÇÃO	VALOR MÉDIO	MEDIANA	VALOR MÁXIMO	CONAMA 420/2009	NOAA SQUIRITS/2008
Ge	ppm	0,1	0,050	0,05	0,05	-	-
Hf	ppm	0,05	0,119	0,11	0,34	-	-
Hg	ppm	0,01	0,126	0,07	1,6	0,5	0,3
In	ppm	0,02	0,069	0,04	0,97	-	-
K	%	0,01	0,219	0,05	0,79	-	-
La	ppm	0,1	9,963	8,7	26	-	50
Li	ppm	1	8,358	2	28	-	2
Mg	%	0,01	0,349	0,09	1,47	-	-
Mn	ppm	100	486,940	198	2356	-	220
Mo	ppm	0,05	0,586	0,48	1,48	30	3
Na	%	0,01	0,011	0,005	0,04	-	-
Nb	ppm	0,05	0,520	0,3	7,59	-	-
Ni	ppm	0,5	16,713	8,1	47,4	30	0,26
P	ppm	50	265,896	213	813	-	-
Pb	ppm	0,2	720,172	20,2	> 12500	72	55
Pd	ppm	0,1	0,050	0,05	0,05	-	-
Pt	ppm	0,1	0,050	0,05	0,05	-	-
Rb	ppm	0,2	8,896	3,7	25,2	-	-
Re	ppm	0,1	0,050	0,05	0,05	-	-
S	%	0,01	0,024	0,02	0,14	-	0,12%
Sb	ppm	0,05	2,814	0,19	54,14	2	3
Sc	ppm	0,1	5,739	6,4	13	-	-
Se	ppm	1	0,687	0,5	7	5	0,7
Sn	ppm	0,3	1,655	1,4	8,1	-	19
Sr	ppm	0,5	31,067	10,9	221,2	-	120
Ta	ppm	0,05	0,026	0,025	0,07	-	-
Te	ppm	0,05	0,074	0,025	1,56	-	600
Th	ppm	0,1	6,322	5,2	22,2	-	-
Ti	%	0,01	0,014	0,005	0,05	-	-
Tl	ppm		8,283	0,17	263,4	-	1
U	ppm	0,05	0,460	0,46	1,49	-	5
V	ppm	1	45,791	45	139	-	42
W	ppm	0,1	0,051	0,05	0,1	-	-
Y	ppm	0,05	6,459	3,6	20,71	-	-
Zn	ppm	1	156,284	28	2399	300	16
Zr	ppm	0,5	4,580	4	16,3	-	-

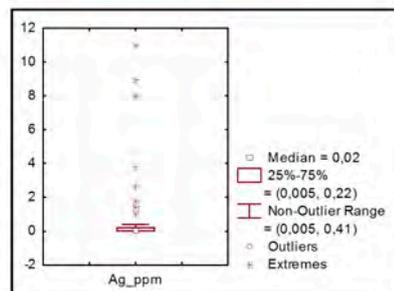


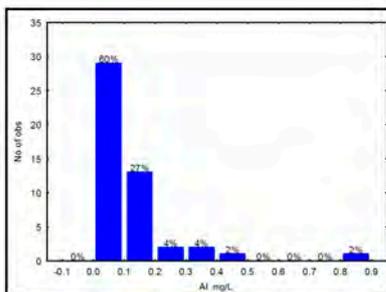
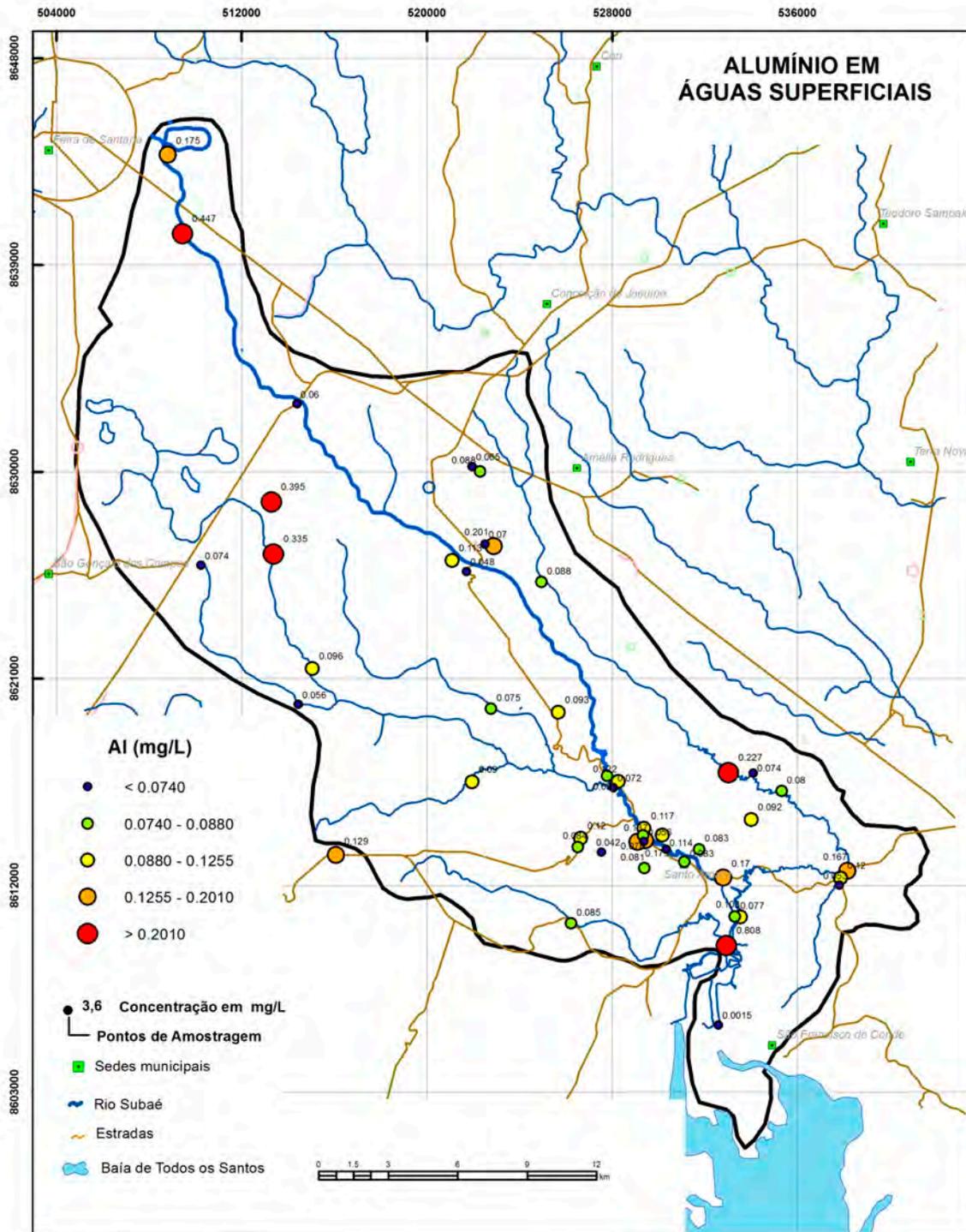
# MAPAS GEOQUÍMICOS



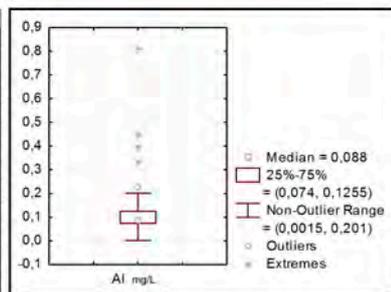


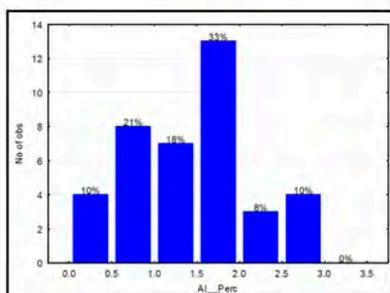
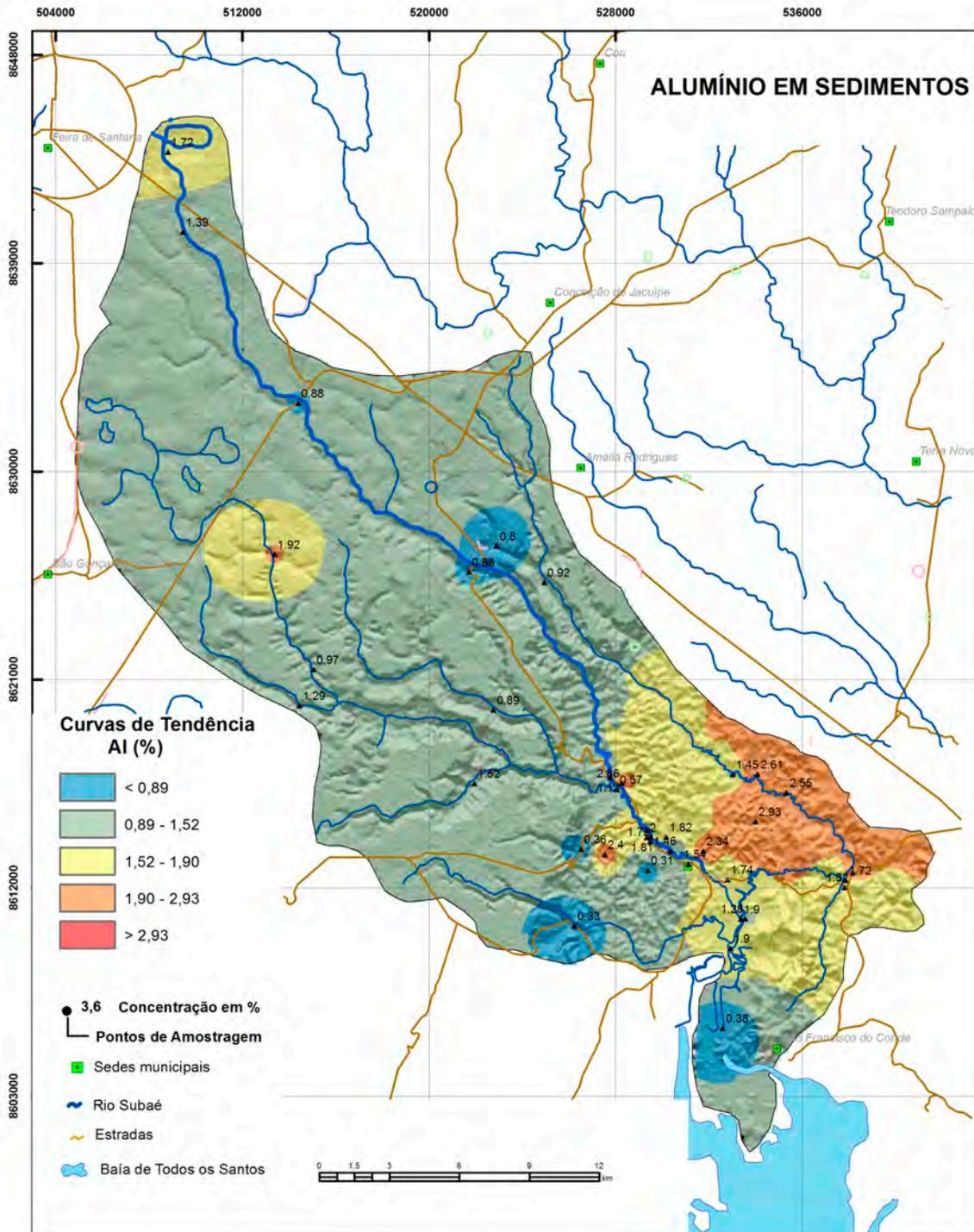
Estatística Descritiva	
Elemento	Ag (ppm)
Limite de Detecção - LD	0,01
Número de amostras	67
Resultados > LD	41
Valor médio	0,7078
Valor mínimo	0,005
Valor máximo	11
Mediana	0,02
Desvio Padrão	2,02
Valor de prevenção Res. CONAMA 420/2012	2
Valor de prevenção NOAA SQTR 2008	-



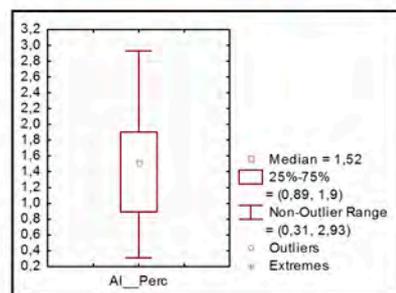


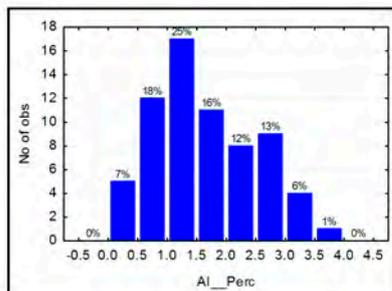
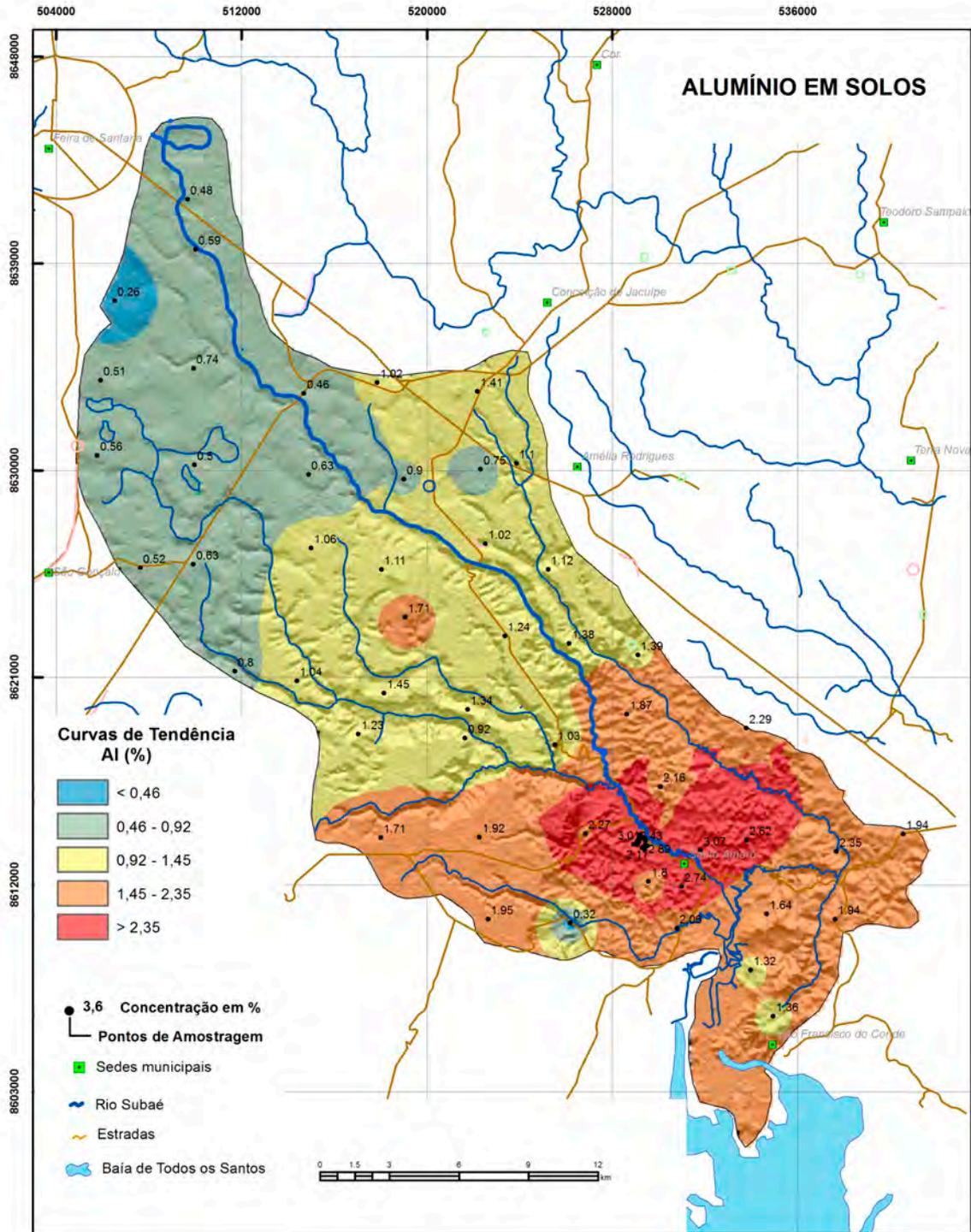
Estatística Descritiva	
Elemento	Al (mg/L)
Límite de Detecção - LD	0.003
Número de amostras	48
Resultados > LD	47
Valor médio	0.130
Valor mínimo	0.002
Valor máximo	0.808
Mediana	0.088
Desvio Padrão	0.131
<b>Portaria MS 2914 / 2011</b>	
Valor de prevenção Res. CONAMA 357/2005	0.1
Valor de prevenção Res. CONAMA 396/2008	0.2
WHO 2011	-



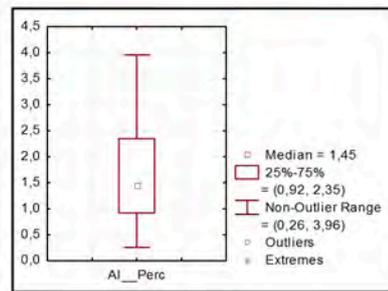


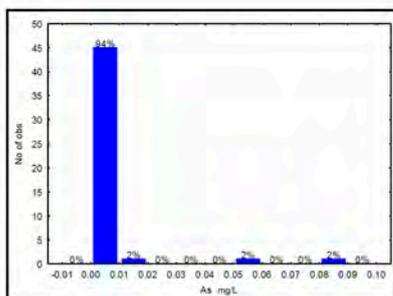
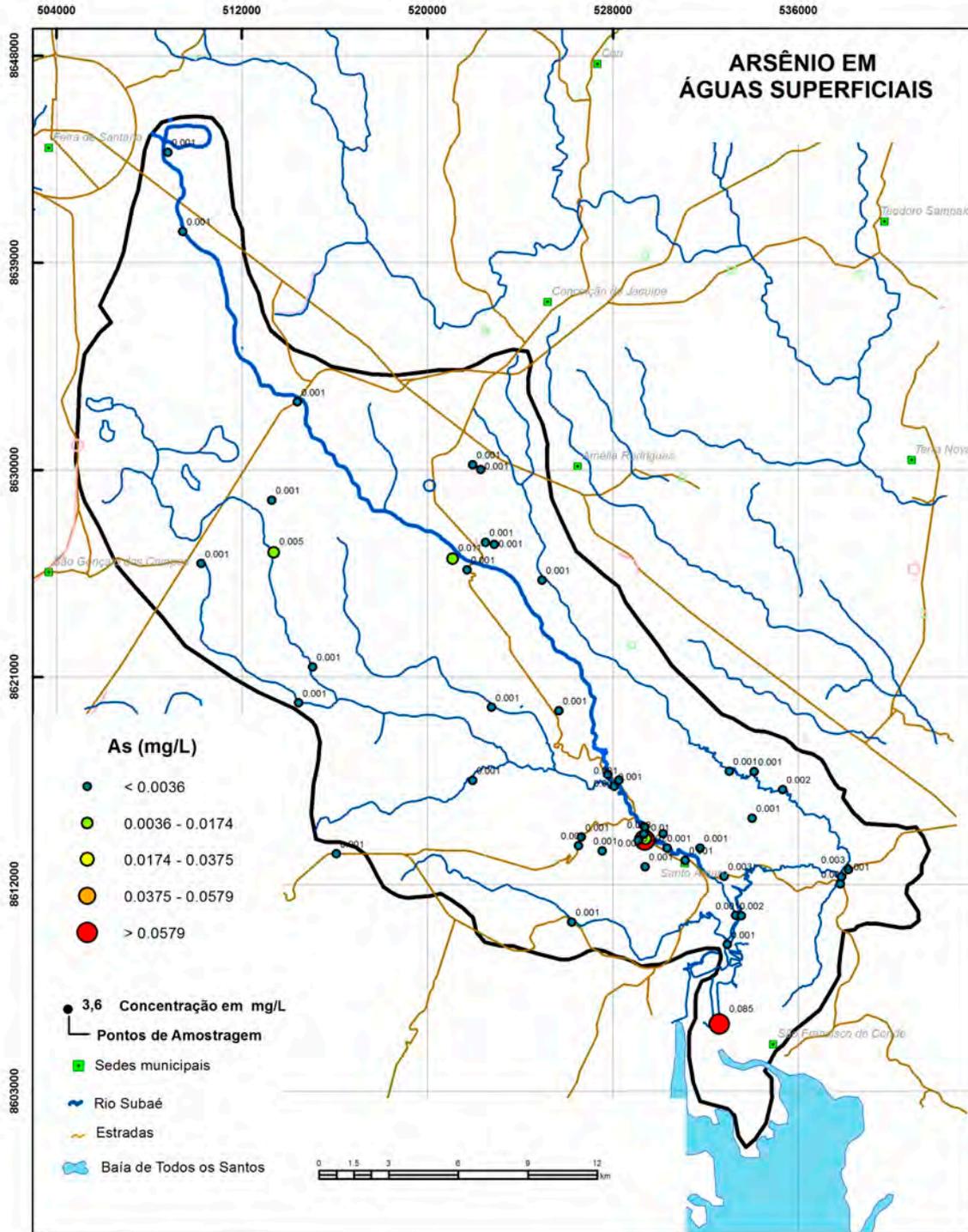
Estatística Descritiva	
Elemento	Al (%)
Limite de Detecção - LD	0.01
Número de amostras	39
Resultados > LD	39
Valor médio	1.49
Valor mínimo	0.31
Valor máximo	2.93
Mediana	1.52
Desvio Padrão	0.70
Valor de atenção Res. CONAMA 454/2012	-
Valor de prevenção (TEL) NOAA SQTR 2008	-



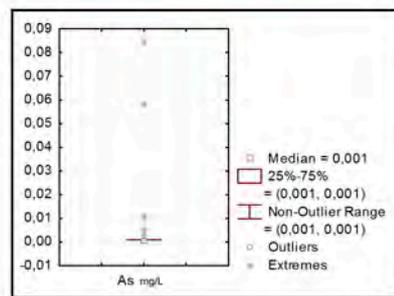


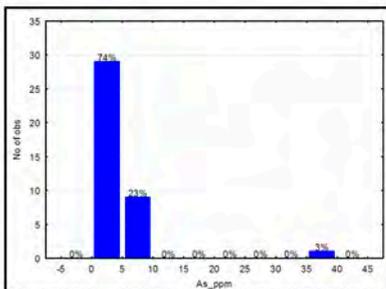
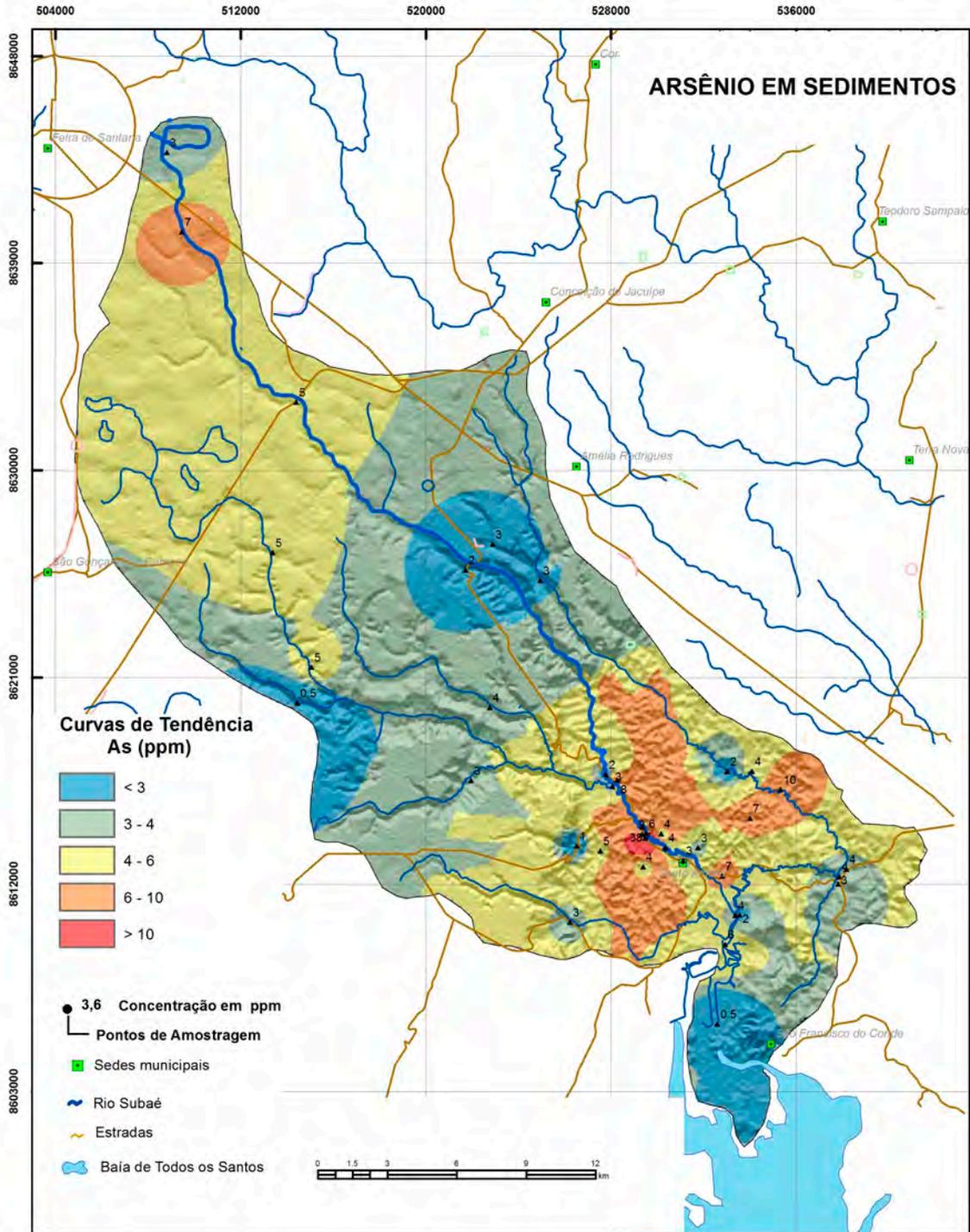
Estatística Descritiva	
Elemento	Al (%)
Limite de Detecção - LD	0,01
Número de amostras	67
Resultados > LD	67
Valor médio	1,65
Valor mínimo	0,26
Valor máximo	3,96
Mediana	1,45
Desvio Padrão	0,90
Valor de prevenção Res. CONAMA 420/2012	-
Valor de prevenção NOAA SQTR 2008	-



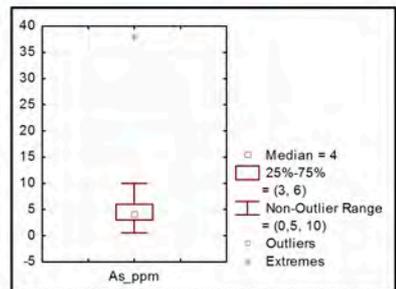


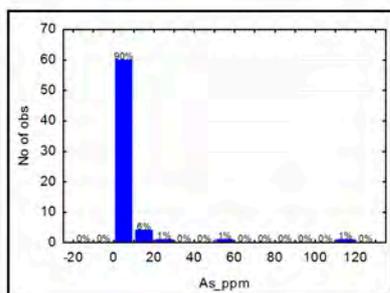
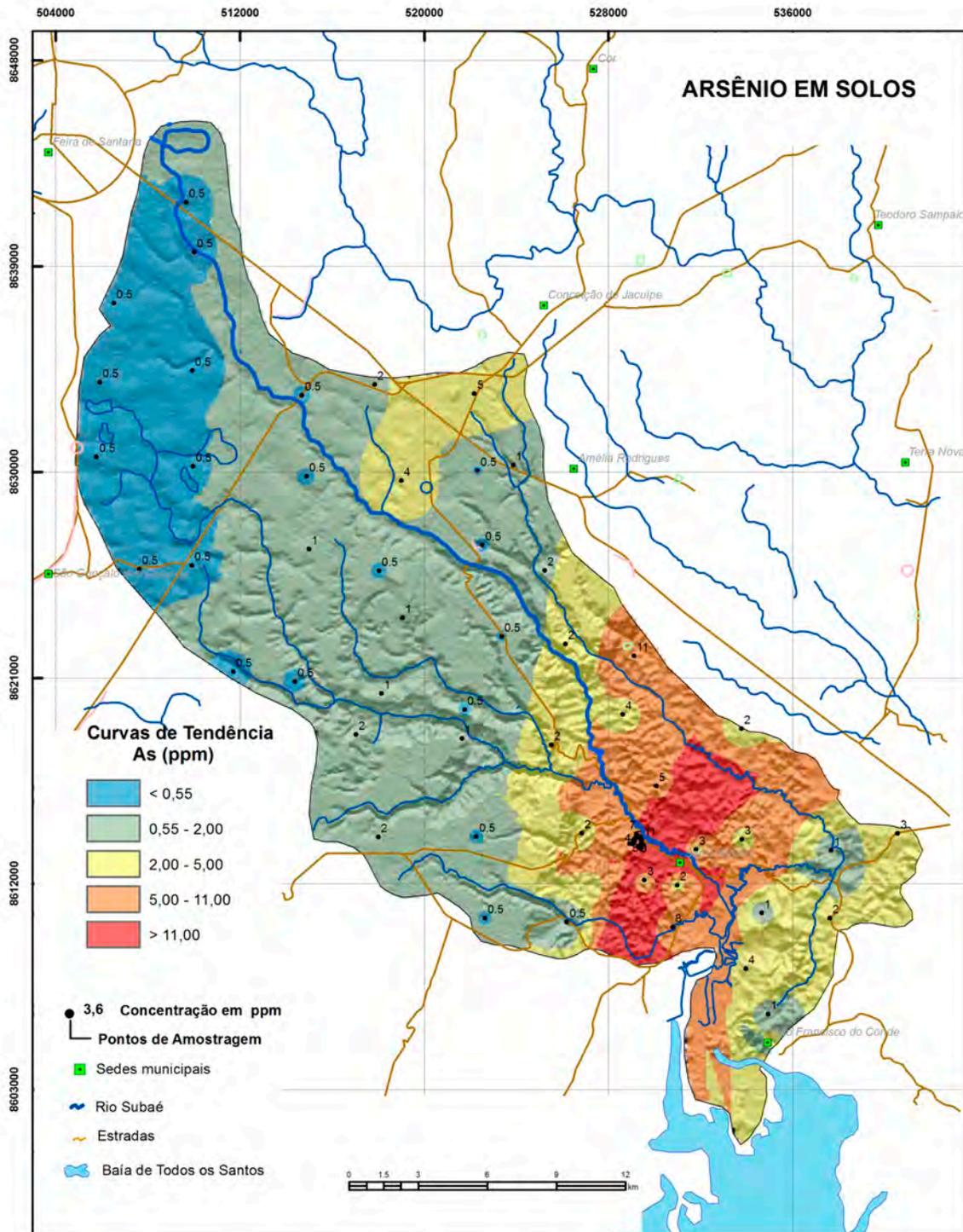
Estatística Descritiva	
Elemento	As (mg/L)
Límite de Detecção - LD	0,002
Número de amostras	48
Resultados > LD	10
Valor médio	0,0046
Valor mínimo	0,001
Valor máximo	0,085
Mediana	0,001
Desvio Padrão	0,0145
<b>Portaria MS 2914 / 2011</b>	<b>0,010</b>
Valor de prevenção Res. CONAMA 357/2005	0,010
Valor de prevenção Res. CONAMA 398/2008	0,010
WHO 2011	0,010



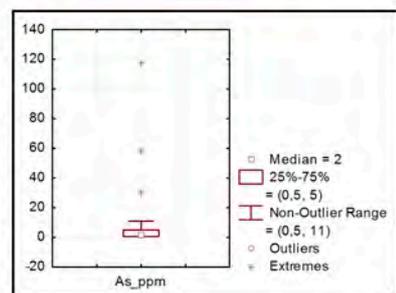


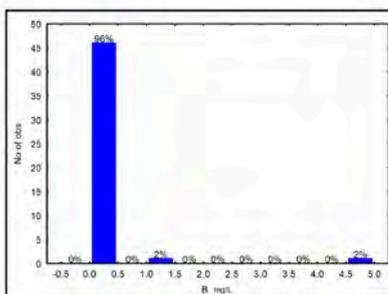
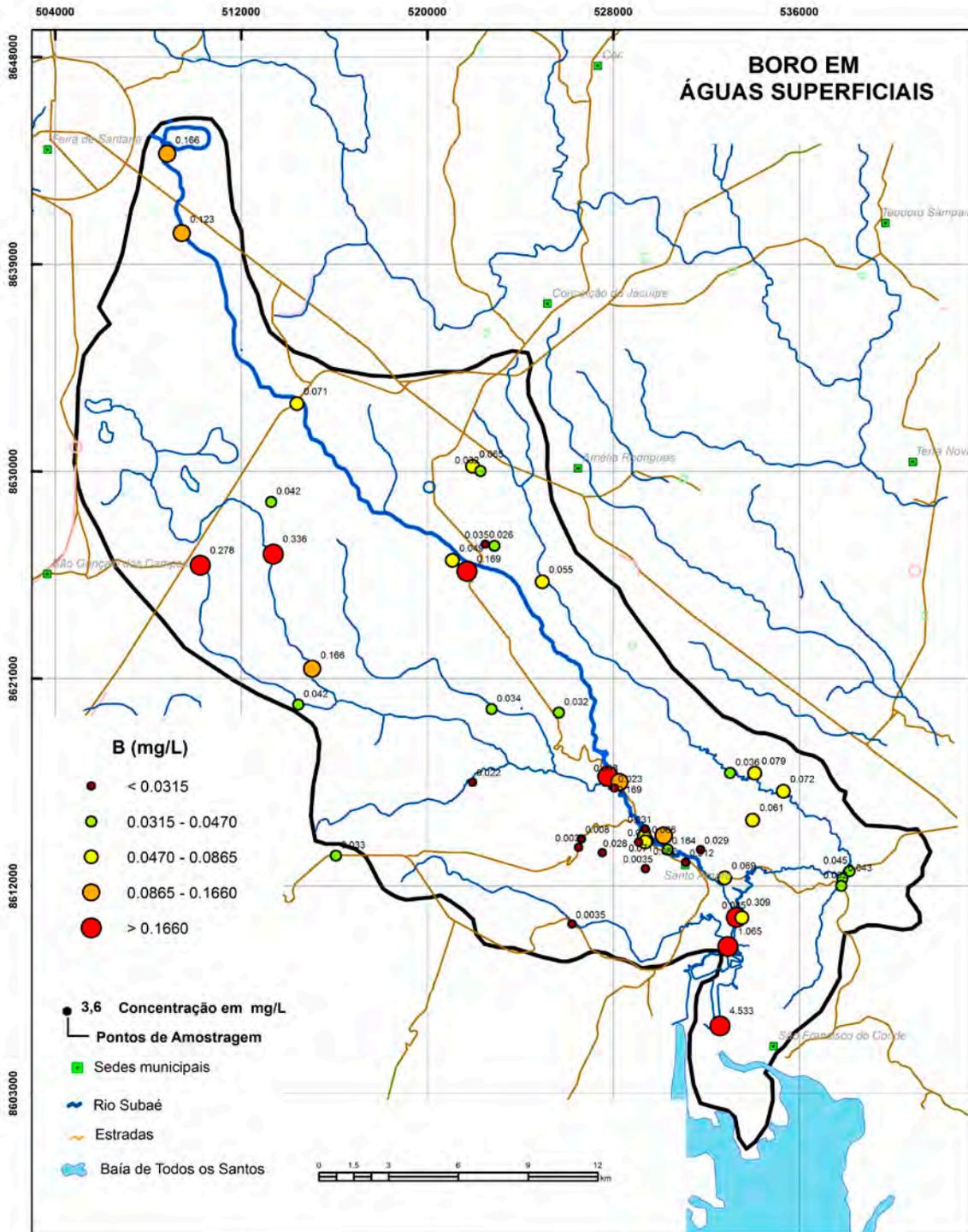
Estatística Descritiva	
Elemento	As (ppm)
Limite de Detecção - LD	1
Número de amostras	39
Resultados > LD	37
Valor médio	5,03
Valor mínimo	0,5
Valor máximo	38
Mediana	4
Desvio Padrão	5,86
Valor de atenção Res. CONAMA 454/2012	17
Valor de prevenção (TEL) NOAA SQTR 2008	5,9



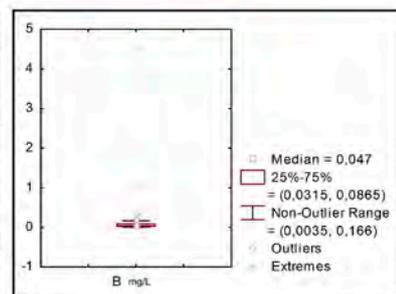


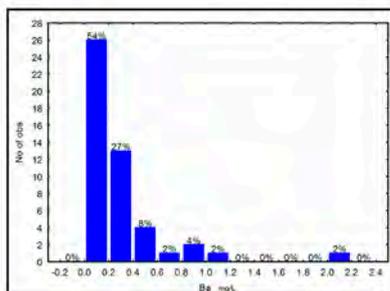
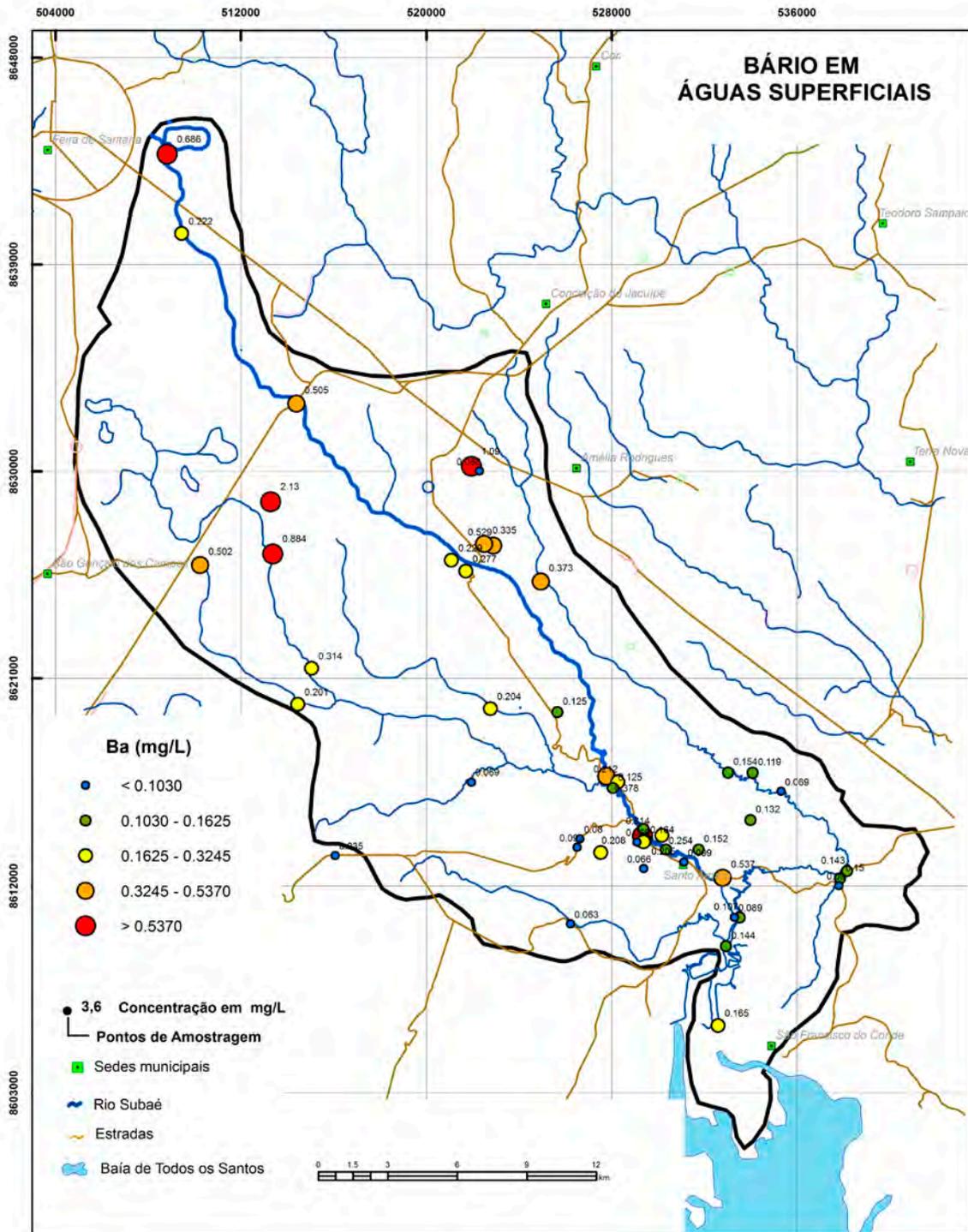
Estatística Descritiva	
Elemento	As (ppm)
Limite de Detecção - LD	1
Número de amostras	67
Resultados > LD	46
Valor médio	5,90
Valor mínimo	0,5
Valor máximo	118
Mediana	2
Desvio Padrão	16,06
Valor de prevenção Res. CONAMA 420/2009	15
Valor de prevenção NOAA SQR 2008	0,9



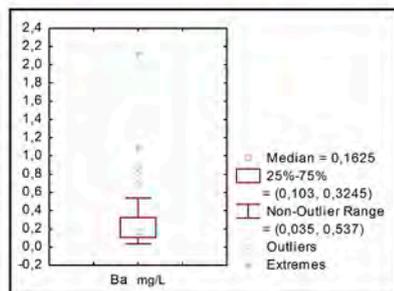


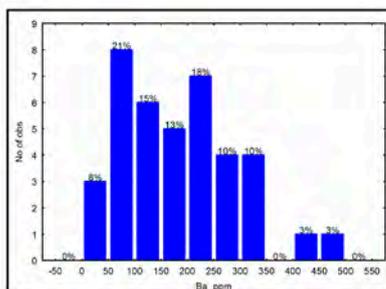
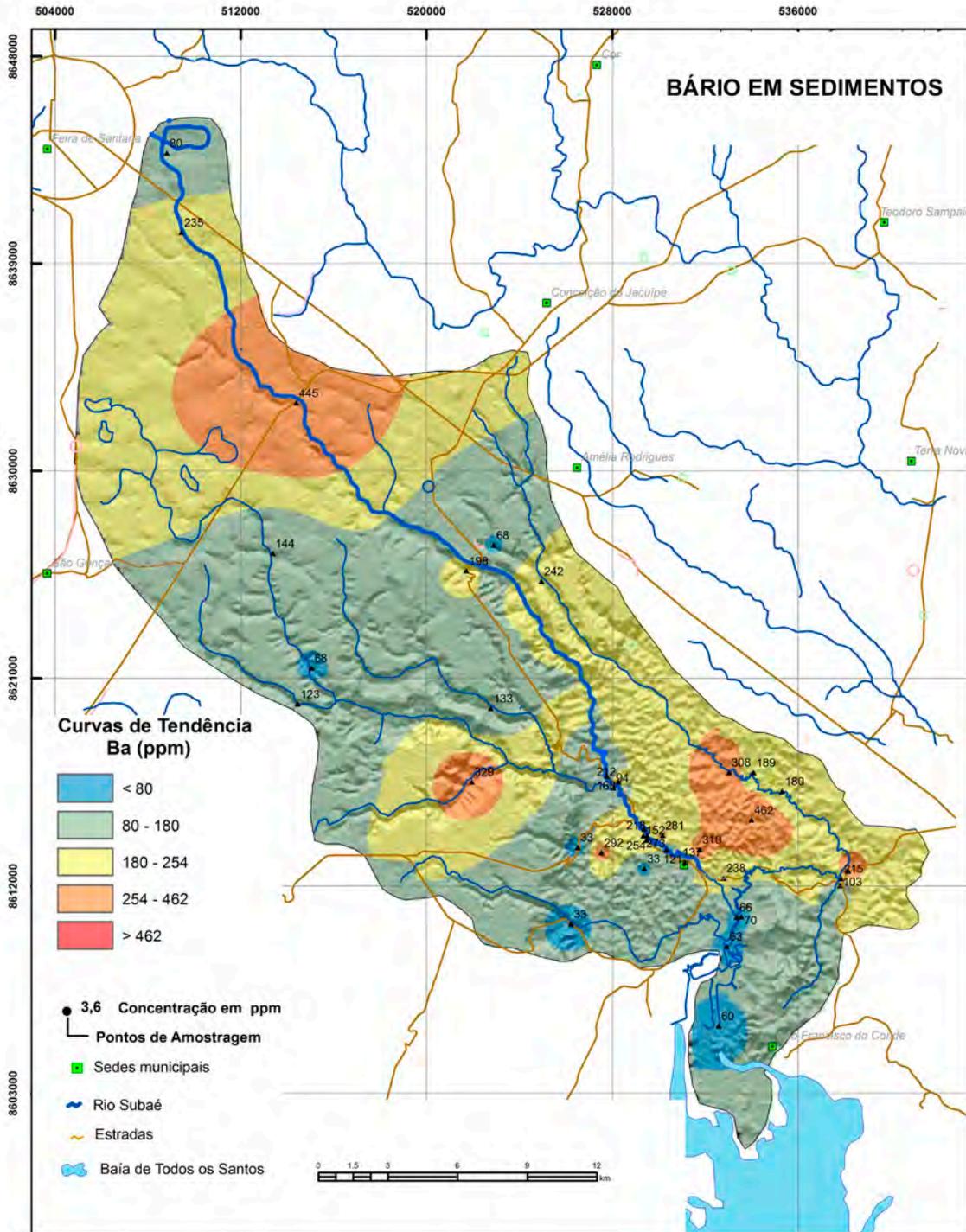
Estatística Descritiva	
Elemento	B (mg/L)
Limite de Detecção - LD	0,007
Número de amostras	48
Resultados > LD	45
Valor médio	0,1885
Valor mínimo	0,0035
Valor máximo	4,533
Mediana	0,047
Desvio Padrão	0,6605
Portaria MS 2914 / 2011	
Valor de prevenção Res. CONAMA 357/2005	0,5
Valor de prevenção Res. CONAMA 396/2008	0,5
WHO 2011	2,4



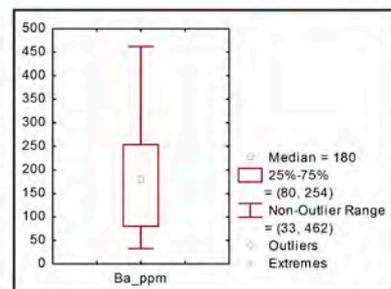


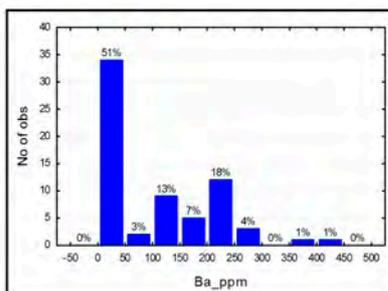
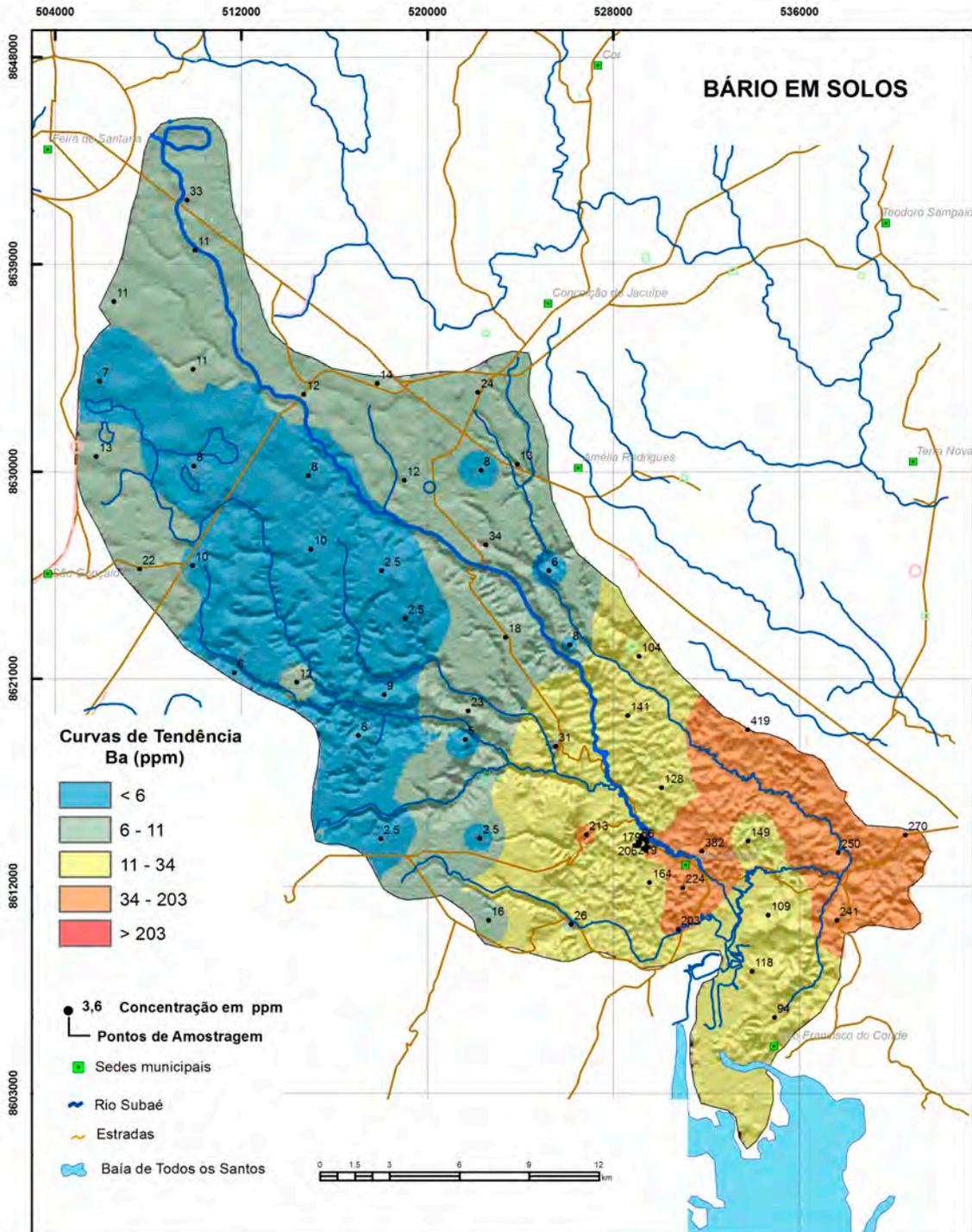
Estatística Descritiva	
Elemento	Ba (mg/L)
Limite de Detecção - LD	0,003
Número de amostras	46
Resultados > LD	46
Valor médio	0,2916
Valor mínimo	0,035
Valor máximo	2,13
Mediana	0,1625
Desvio Padrão	0,3556
Portaria MS 2914 / 2011	0,7
Valor de prevenção Res. CONAMA 357/2005	0,7
Valor de prevenção Res. CONAMA 396/2008	0,7
WHO 2011	0,7



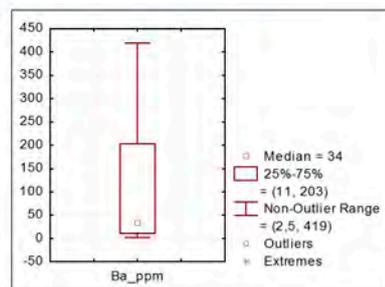


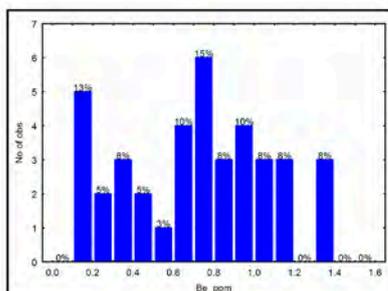
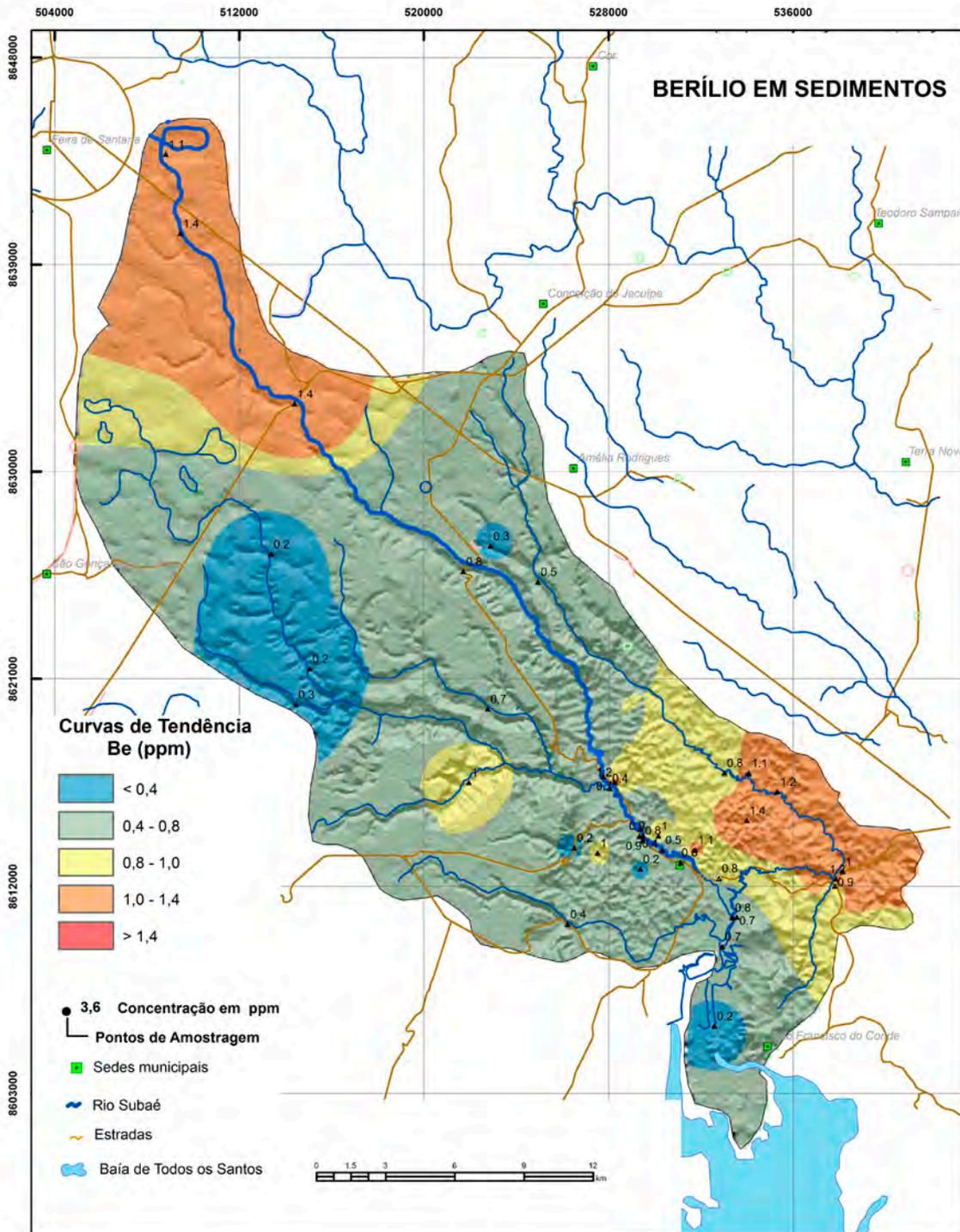
Estatística Descritiva	
Elemento	Ba (ppm)
Limite de Detecção - LD	5,0
Número de amostras	39
Resultados > LD	39
Valor médio	183,80
Valor mínimo	33
Valor máximo	462,00
Mediana	180,00
Desvio Padrão	109,80
Valor de atenção Res. CONAMA 454/2012	-
Valor de prevenção (TEL) NOAA SQTR 2008	-



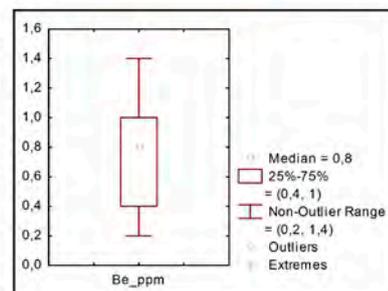


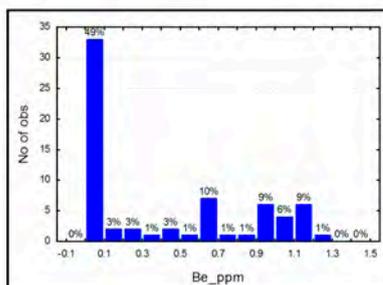
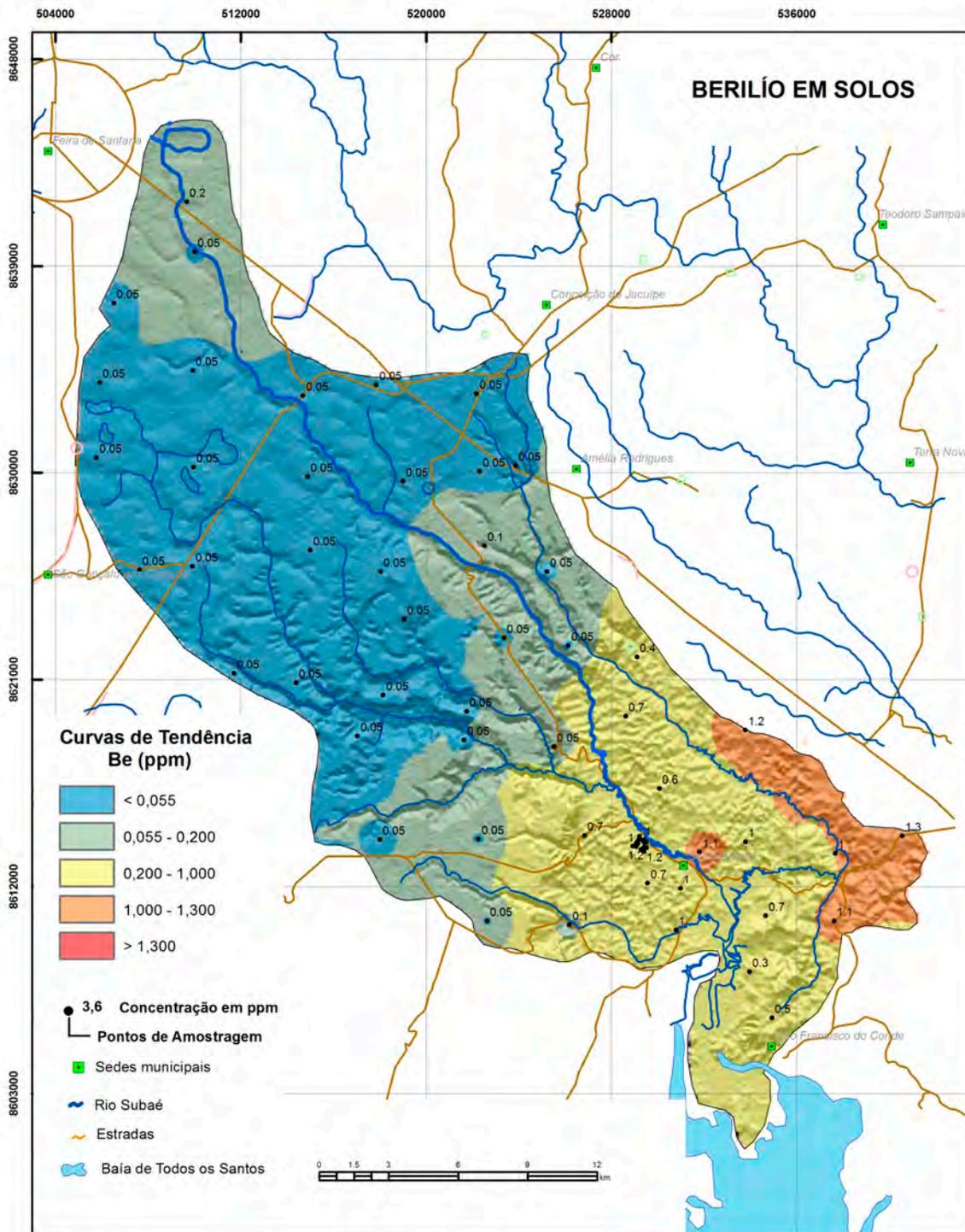
Estatística Descritiva	
Elemento	Ba (ppm)
Limite de Detecção - LD	5,0
Número de amostras	67
Resultados > LD	67
Valor médio	103
Valor mínimo	2,5
Valor máximo	419
Mediana	34
Desvio Padrão	107,07
Valor de prevenção Res. CONAMA 420/2009	160
Valor de prevenção NOAA SQTR 2008	160



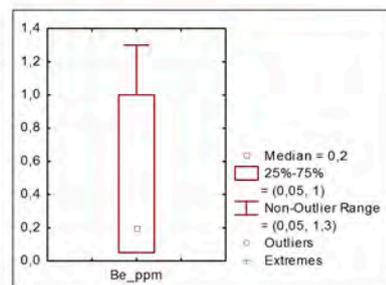


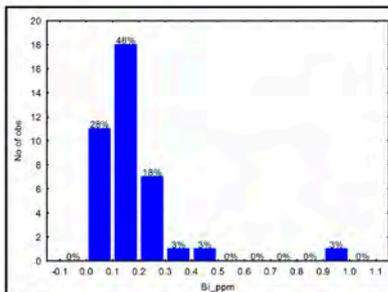
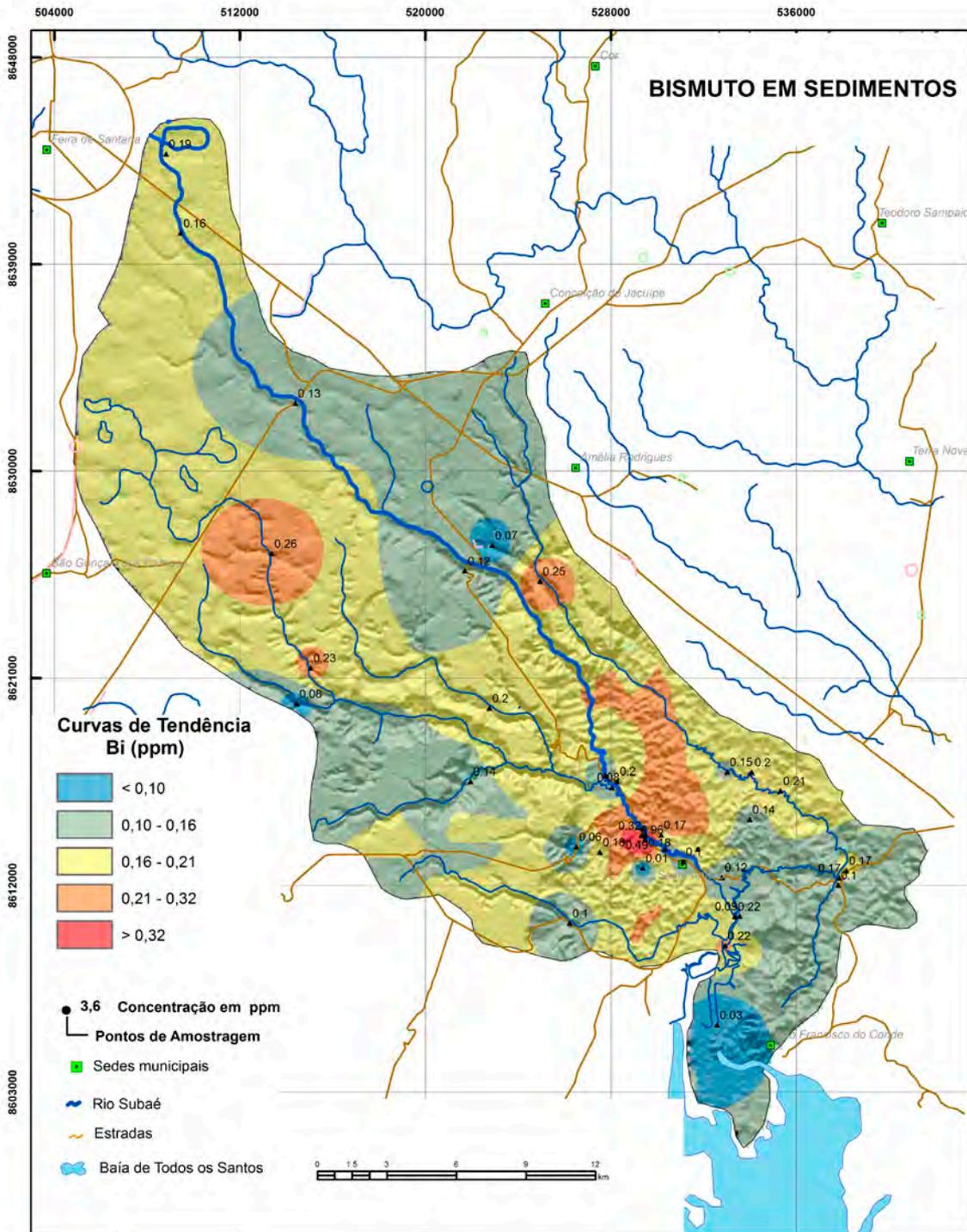
Estatística Descritiva	
Elemento	Be (ppm)
Limite de Detecção - LD	0,1
Número de amostras	39
Resultados > LD	39
Valor médio	0,76
Valor mínimo	0,2
Valor máximo	1,40
Mediana	0,80
Desvio Padrão	0,36
Valor de atenção Res. CONAMA 454/2012	-
Valor de prevenção (TEL) NOAA SQTR 2008	-



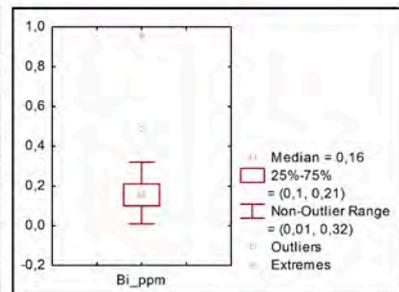


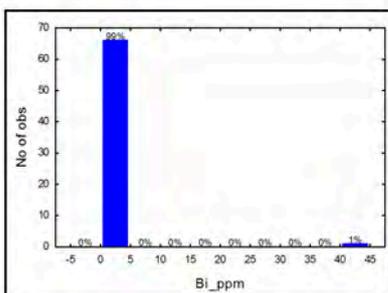
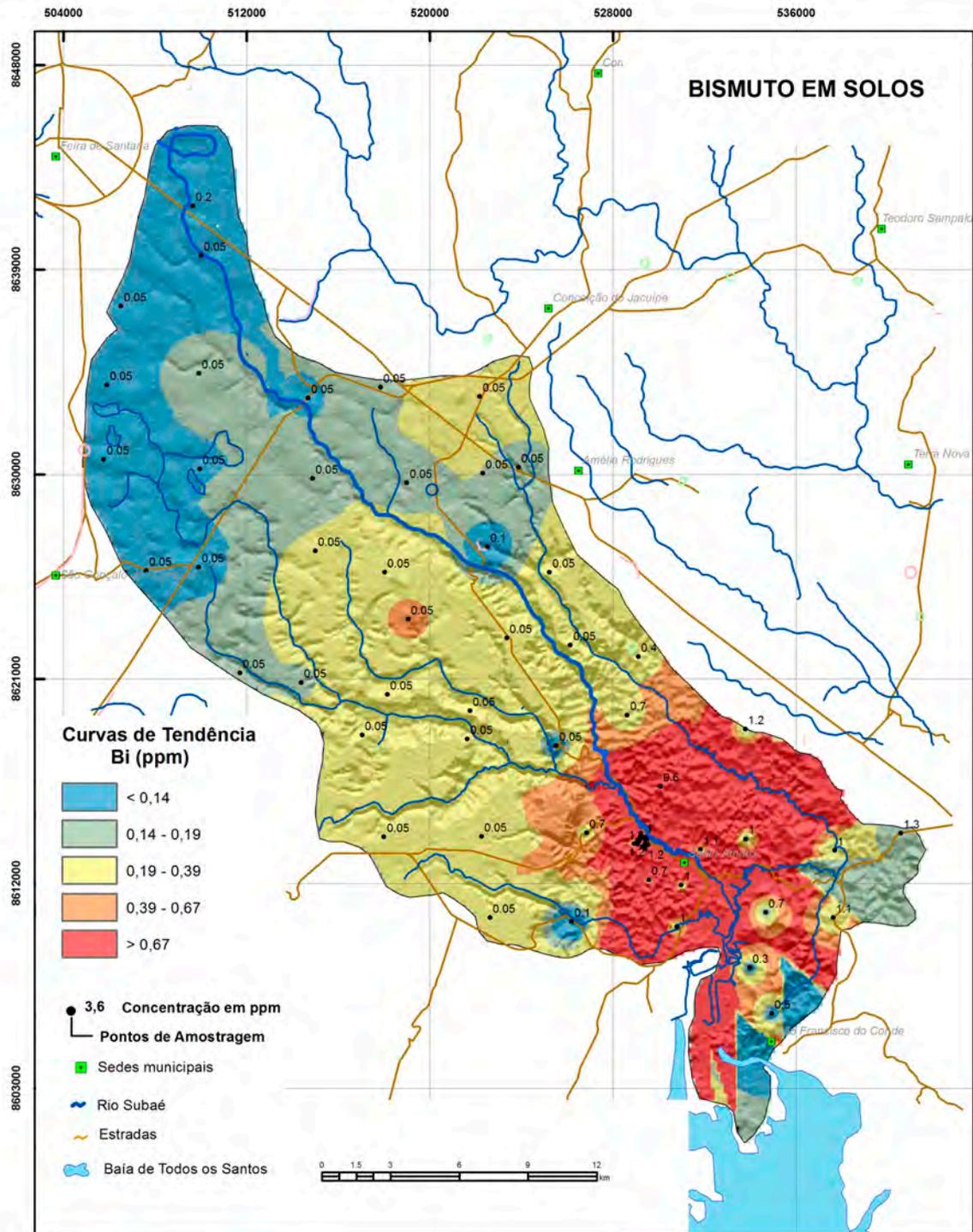
Estatística Descritiva	
Elemento	Be (ppm)
Limite de Detecção - LD	0,1
Número de amostras	67
Resultados > LD	36
Valor médio	0,45
Valor mínimo	0,05
Valor máximo	1,3
Mediana	0,2
Desvio Padrão	0,457
Valor de prevenção Res. CONAMA 420/2009	-
Valor de prevenção NOAA SQTR 2008	1,1



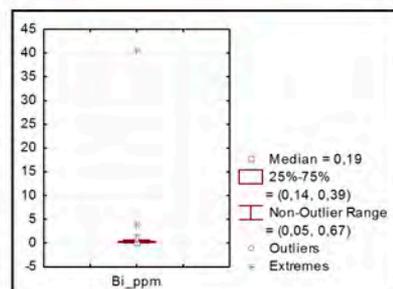


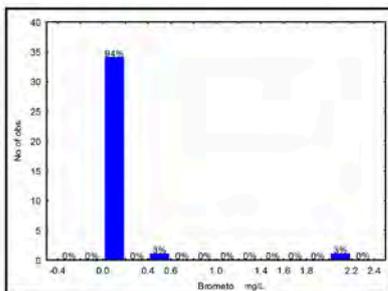
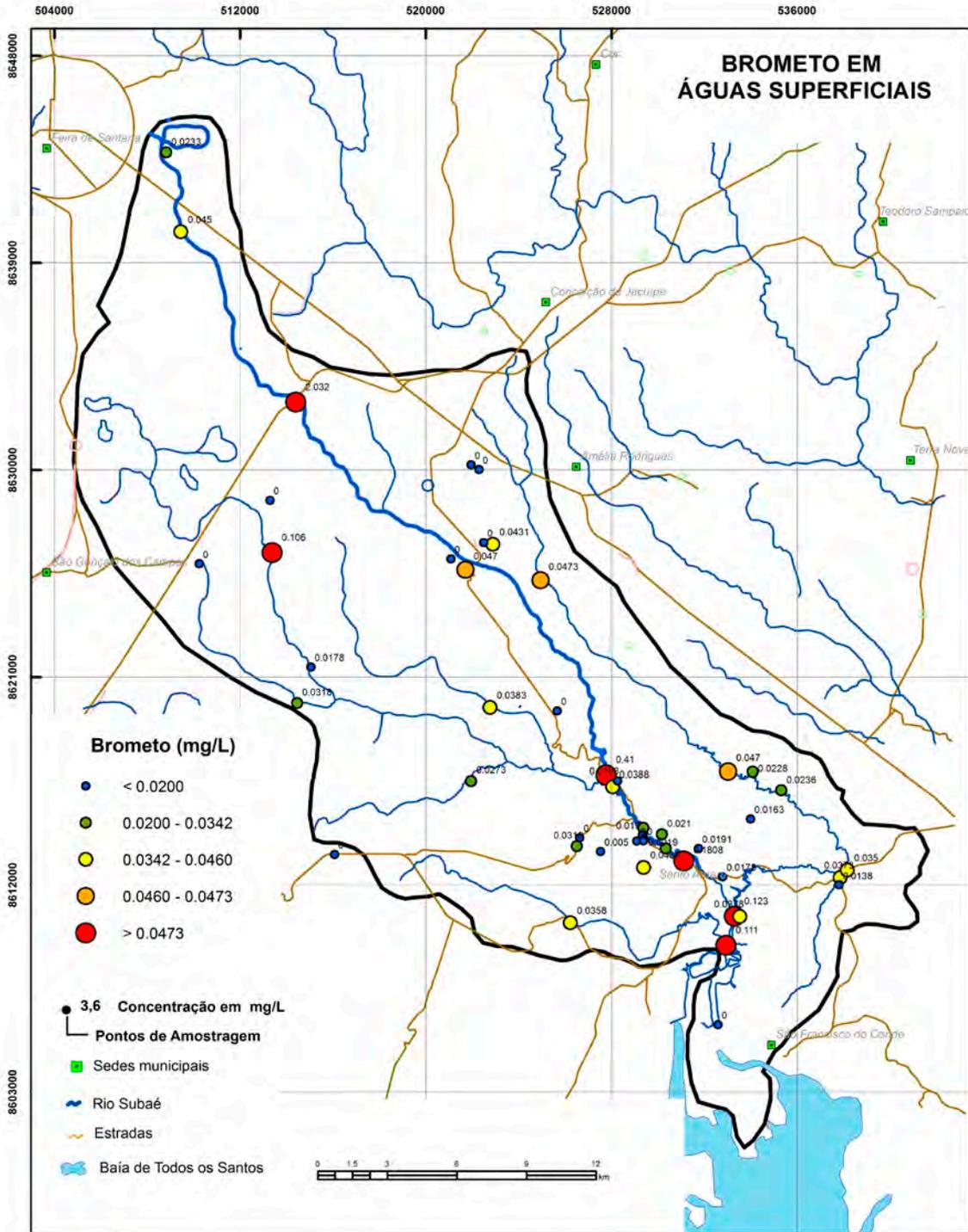
Estatística Descritiva	
Elemento	Bi (ppm)
Limite de Detecção - LD	0,02
Número de amostras	39
Resultados > LD	38
Valor médio	0,18
Valor mínimo	0,01
Valor máximo	0,96
Mediana	0,16
Desvio Padrão	0,15
Valor de atenção Res. CONAMA 454/2012	-
Valor de prevenção (TEL) NOAA SQTR 2008	-



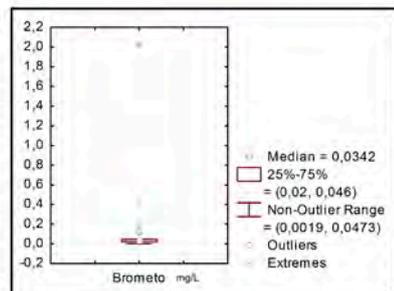


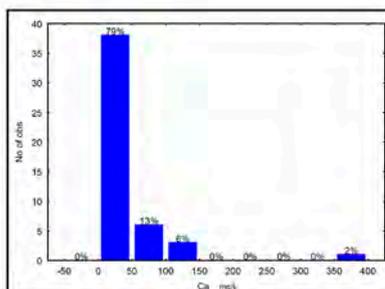
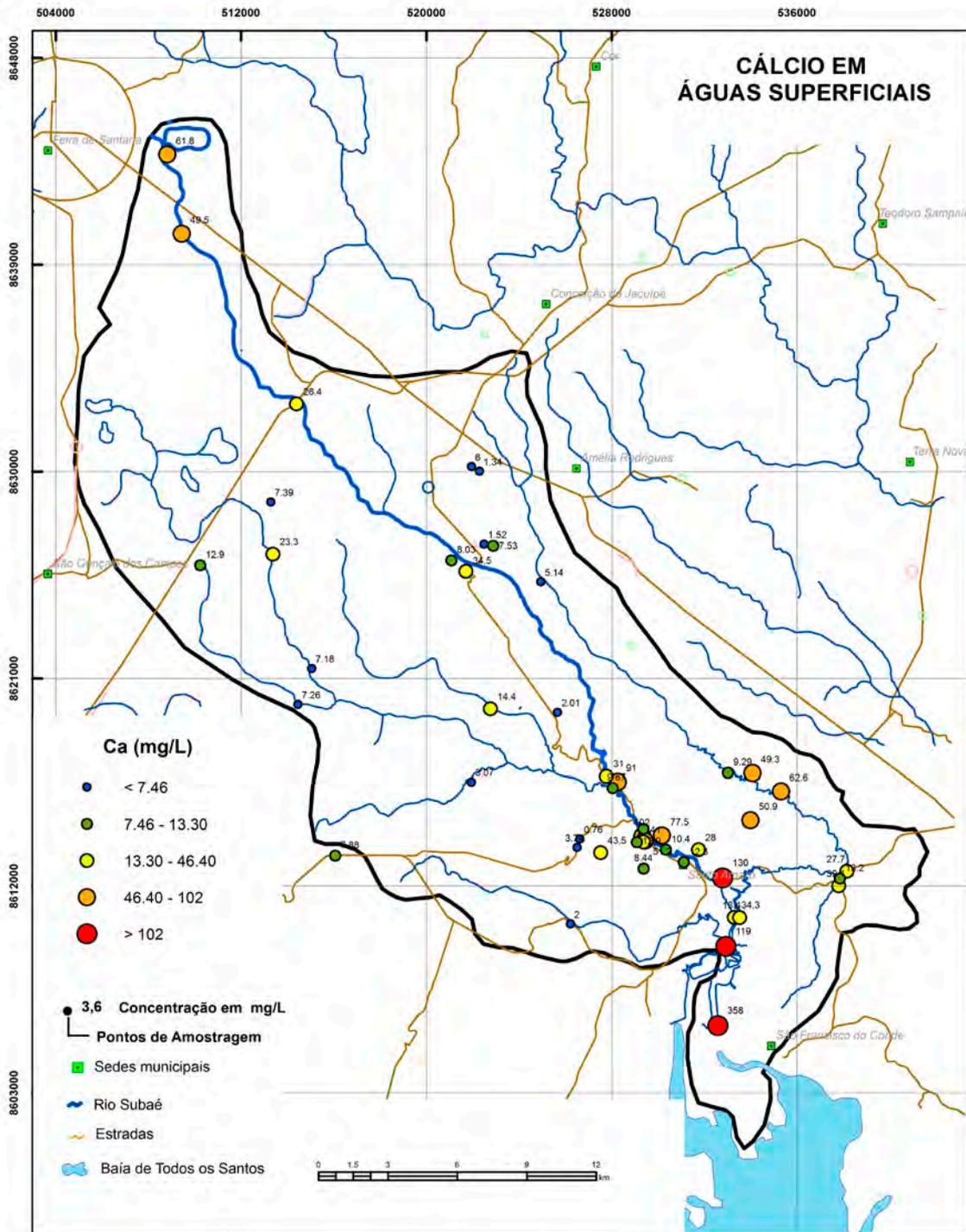
Estatística Descritiva	
Elemento	Bi (ppm)
Limite de Detecção - LD	0,02
Número de amostras	67
Resultados > LD	67
Valor médio	1,01
Valor mínimo	0,05
Valor máximo	40,57
Mediana	0,19
Desvio Padrão	4,95
Valor de prevenção Res. CONAMA 420/2009	-
Valor de prevenção NOAA SQTR 2008	-



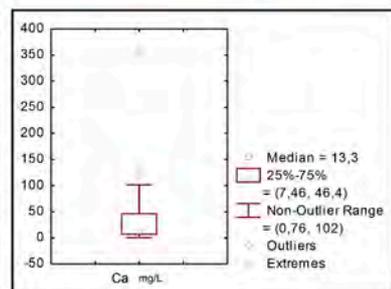


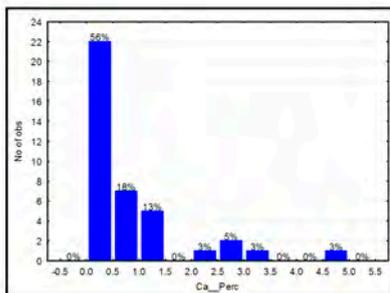
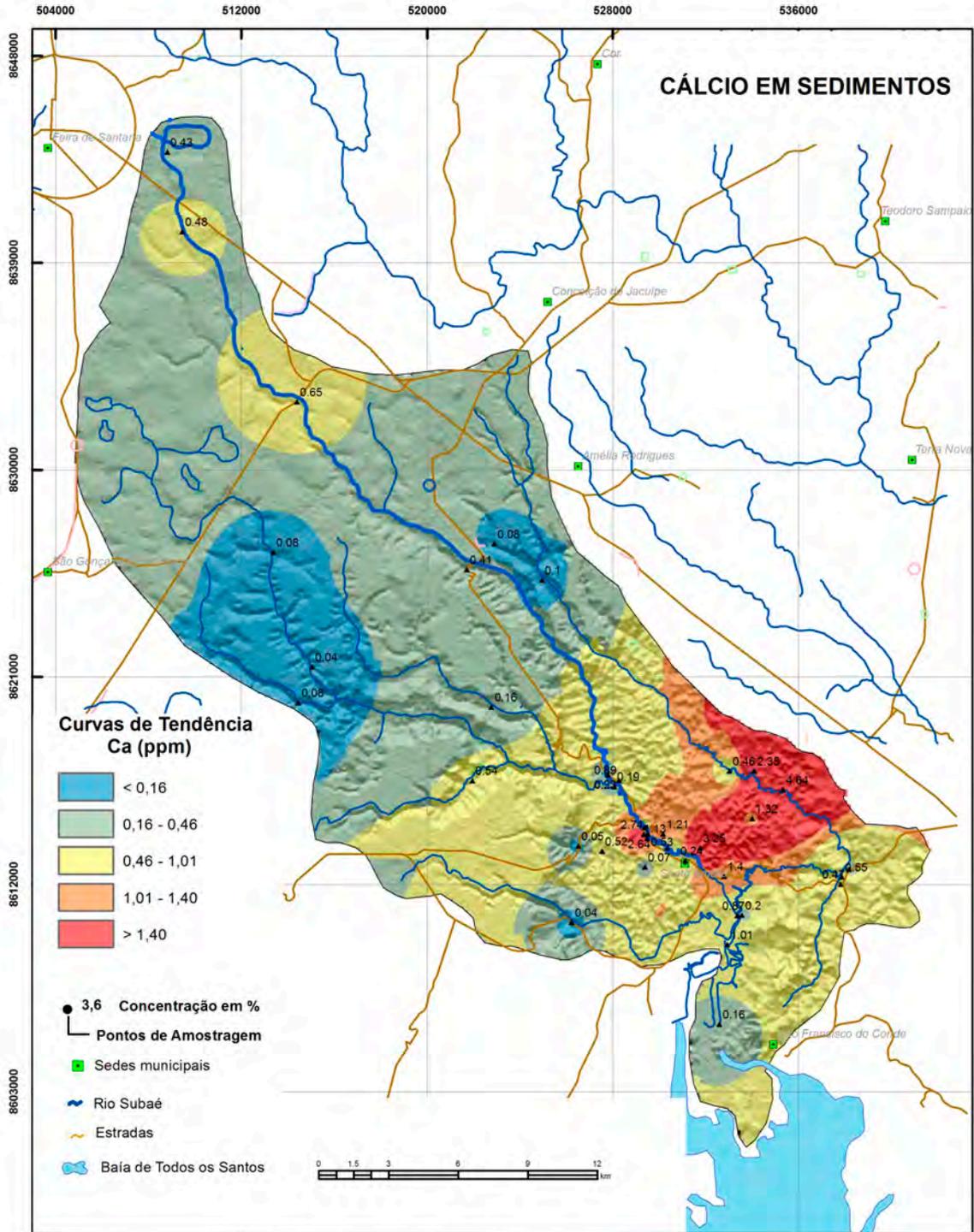
Estatística Descritiva	
Elemento	Brometo (mg/L)
Limite de Detecção - LD	0,01
Número de amostras	36
Resultados > LD	36
Valor médio	0,1064
Valor mínimo	0,0019
Valor máximo	2,032
Mediana	0,0342
Desvio Padrão	0,3377
Portaria MS 2914 / 2011	-
Valor de prevenção Res. CONAMA 357/2005	-
Valor de prevenção Res. CONAMA 396/2008	-
WHO 2011	-



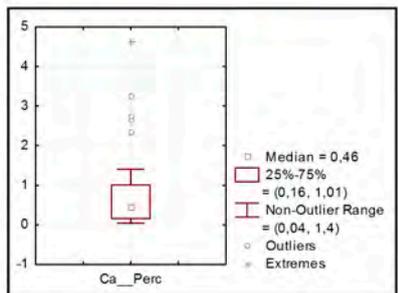


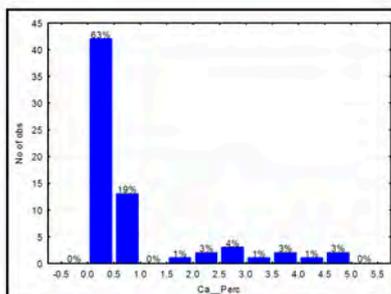
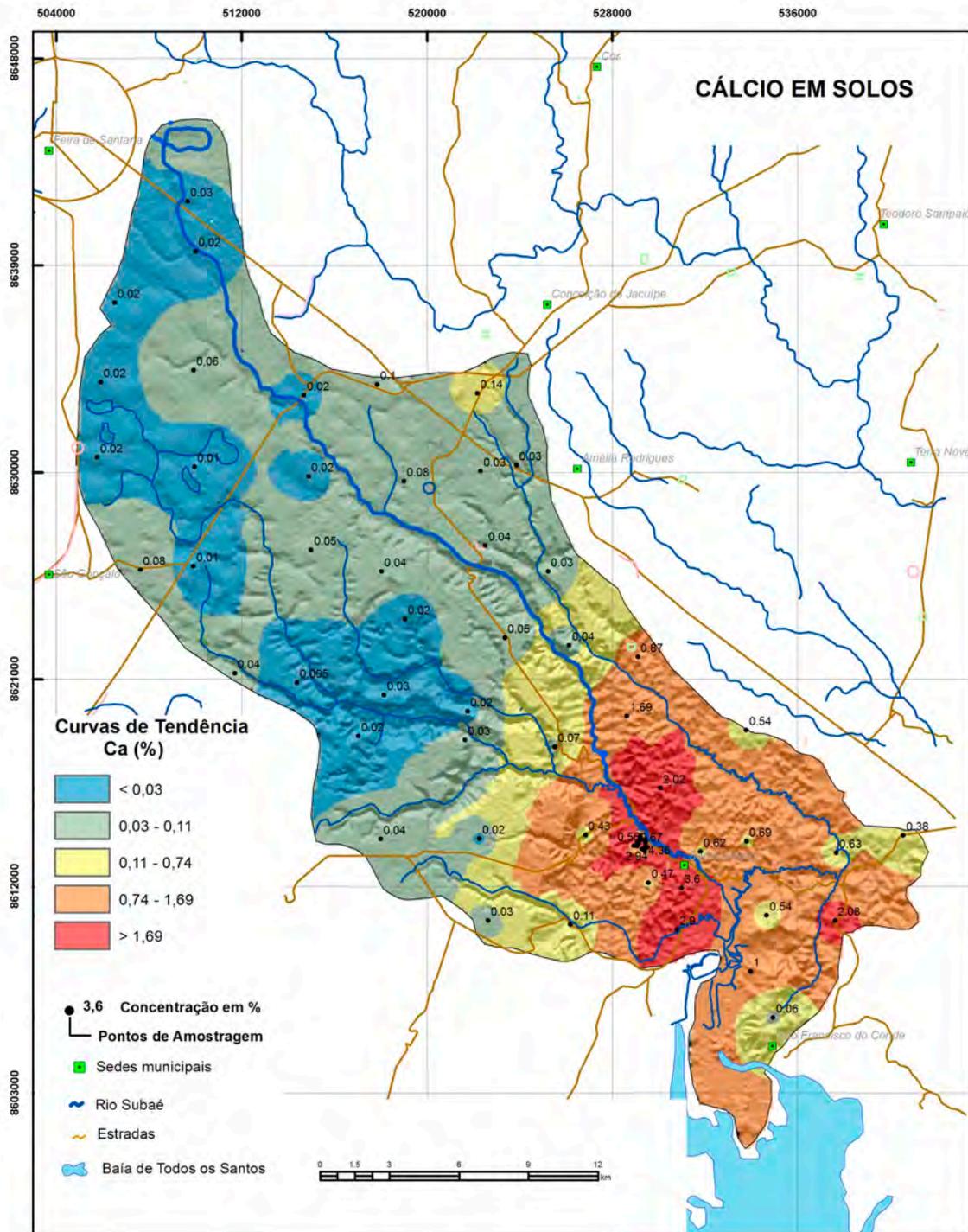
Estatística Descritiva	
Elemento	Ca (mg/L)
Limite de Detecção - LD	0,01
Número de amostras	48
Resultados > LD	48
Valor médio	36,0615
Valor mínimo	0,76
Valor máximo	358
Mediana	13,3
Desvio Padrão	56,9674
Portaria MS 2914 / 2011	-
Valor de prevenção Res. CONAMA 357/2005	-
Valor de prevenção Res. CONAMA 396/2008	-
WHO 2011	-



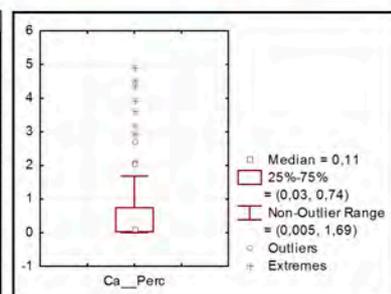


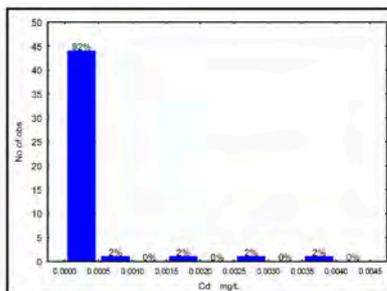
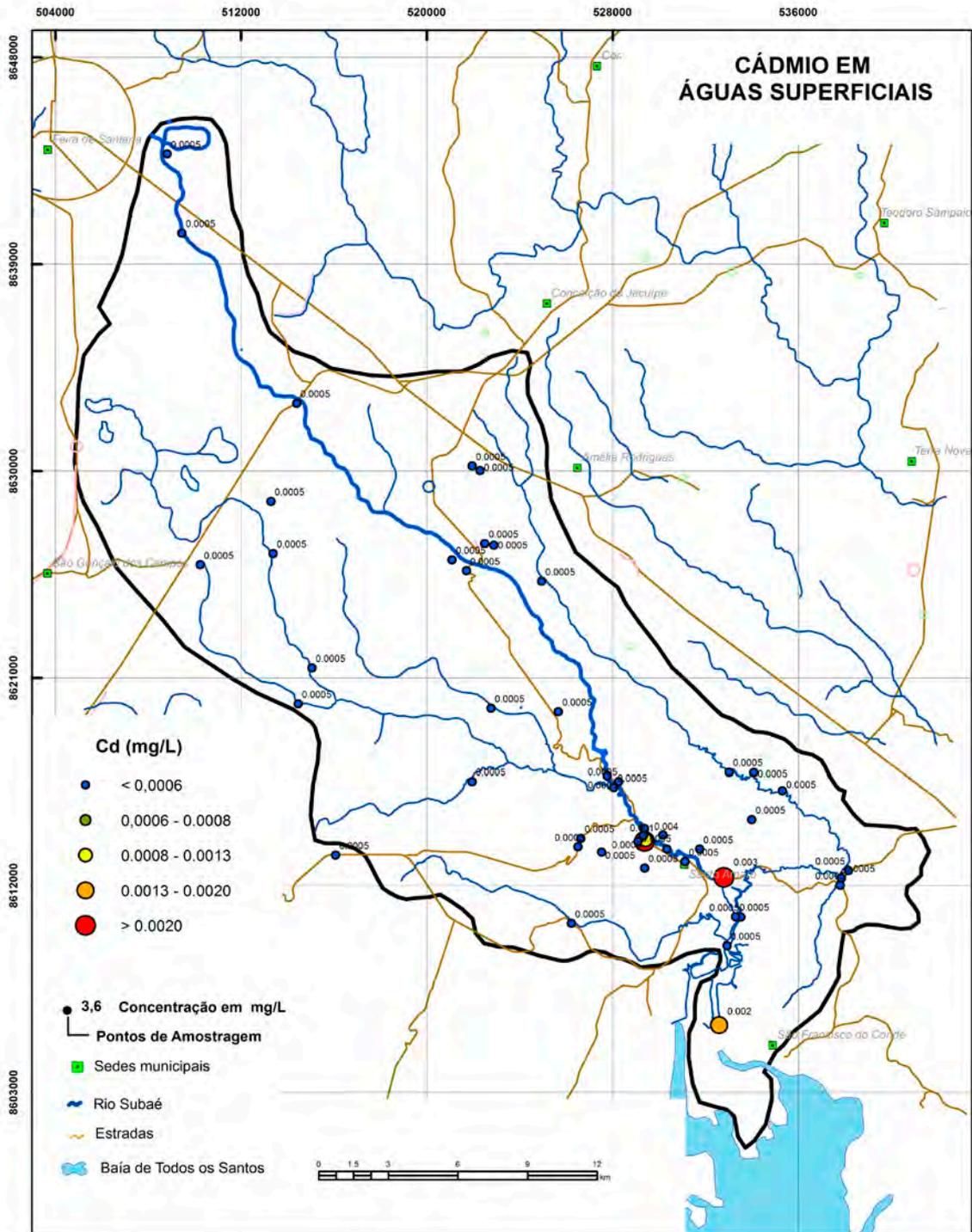
Estatística Descritiva	
Elemento	Ca (%)
Limite de Detecção - LD	0,01
Número de amostras	39
Resultados > LD	39
Valor médio	0,79
Valor mínimo	0,04
Valor máximo	4,64
Mediana	0,46
Desvio Padrão	1,02
Valor de atenção Res. CONAMA 454/2012	-
Valor de prevenção (TEL) NOAA SQTR 2008	-



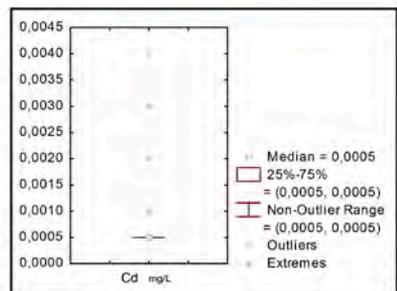


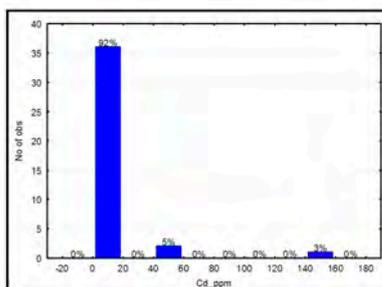
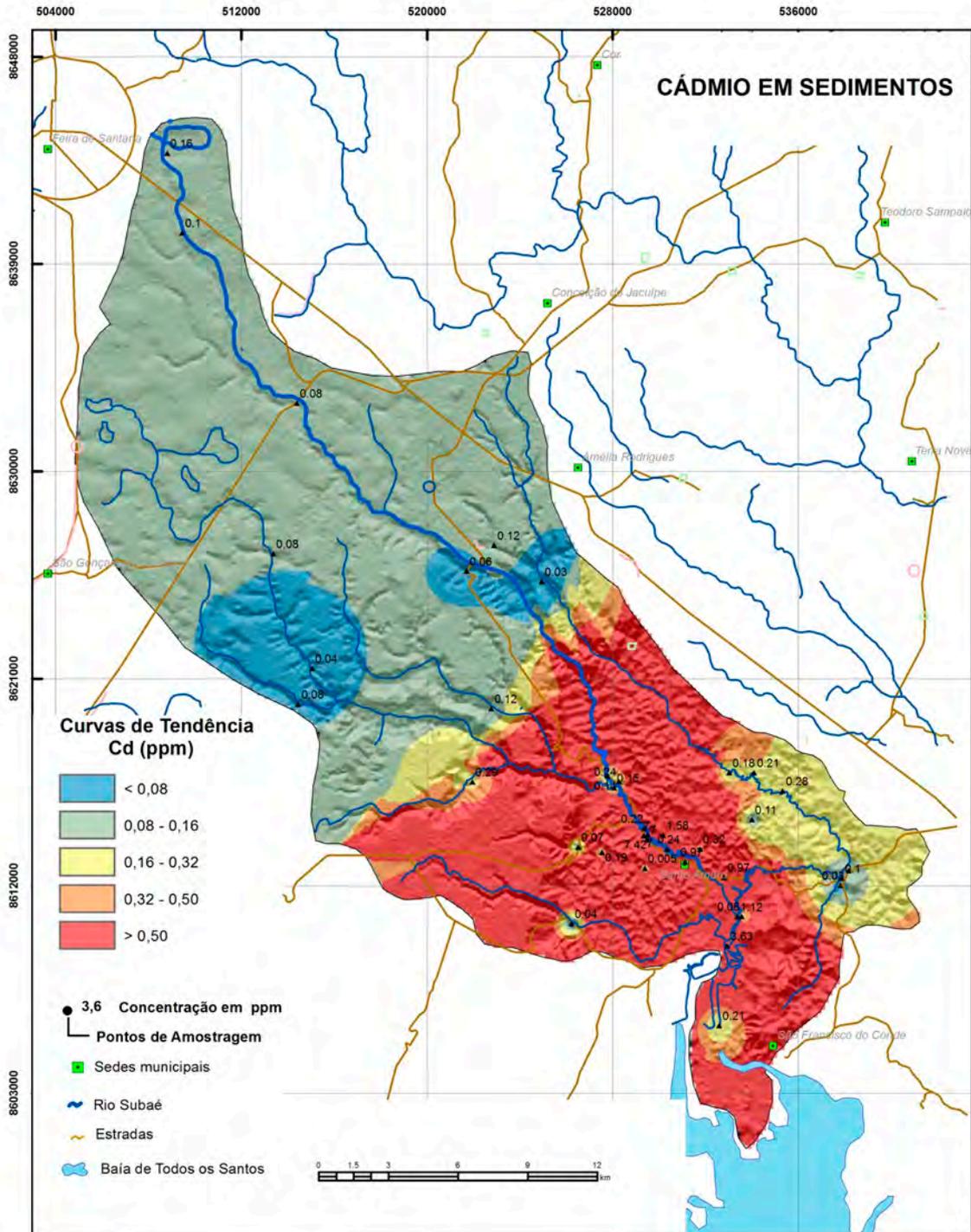
Estatística Descritiva	
Elemento	Ca (%)
Límite de Detecção - LD	0,01
Número de amostras	67
Resultados > LD	66
Valor médio	0,78
Valor mínimo	0,005
Valor máximo	4,92
Mediana	0,11
Desvio Padrão	1,26
Valor de prevenção Res. CONAMA 420/2009	-
Valor de prevenção NOAA SQTR 2008	-



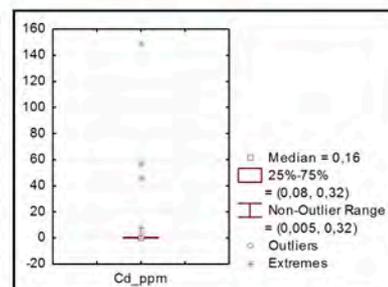


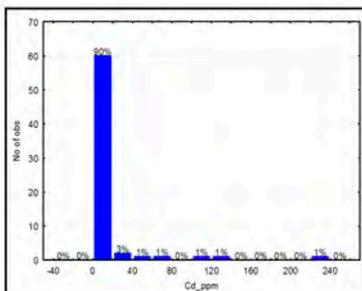
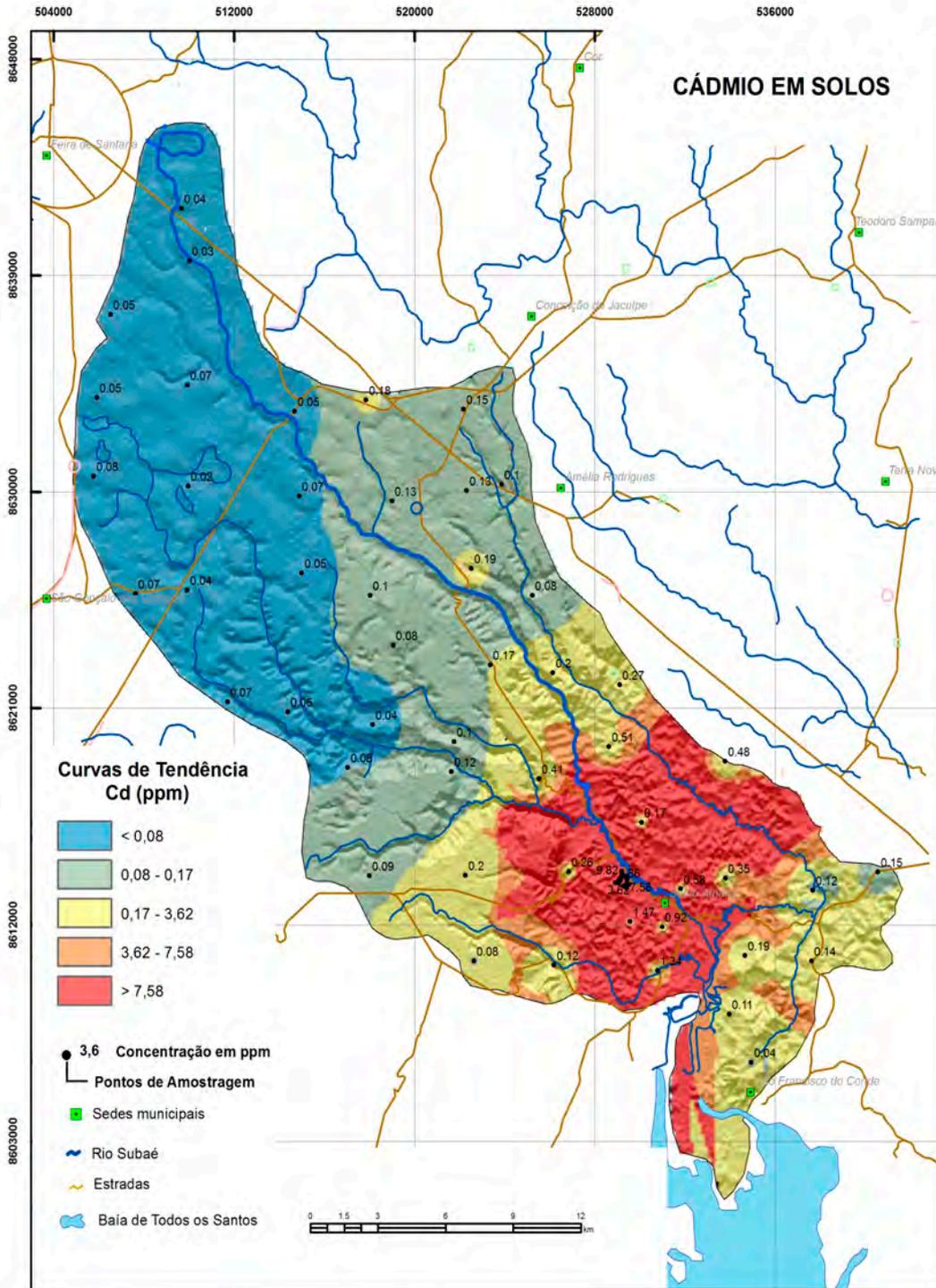
Estatística Descritiva	
Elemento	Cd (mg/L)
Limite de Detecção - LD	0,001
Número de amostras	48
Resultados > LD	4
Valor médio	0,0007
Valor mínimo	0,0005
Valor máximo	0,004
Mediana	0,0005
Desvio Padrão	0,0006
Portaria MS 2914 / 2011	0,005
Valor de prevenção Res. CONAMA 357/2005	0,001
Valor de prevenção Res. CONAMA 396/2008	0,005
WHO 2011	0,003



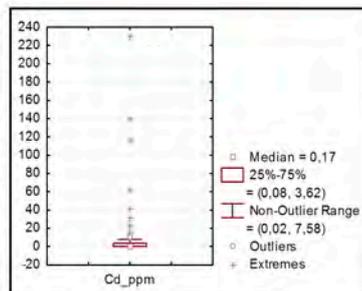


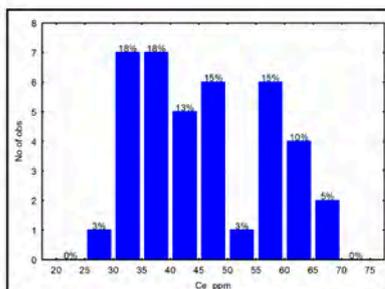
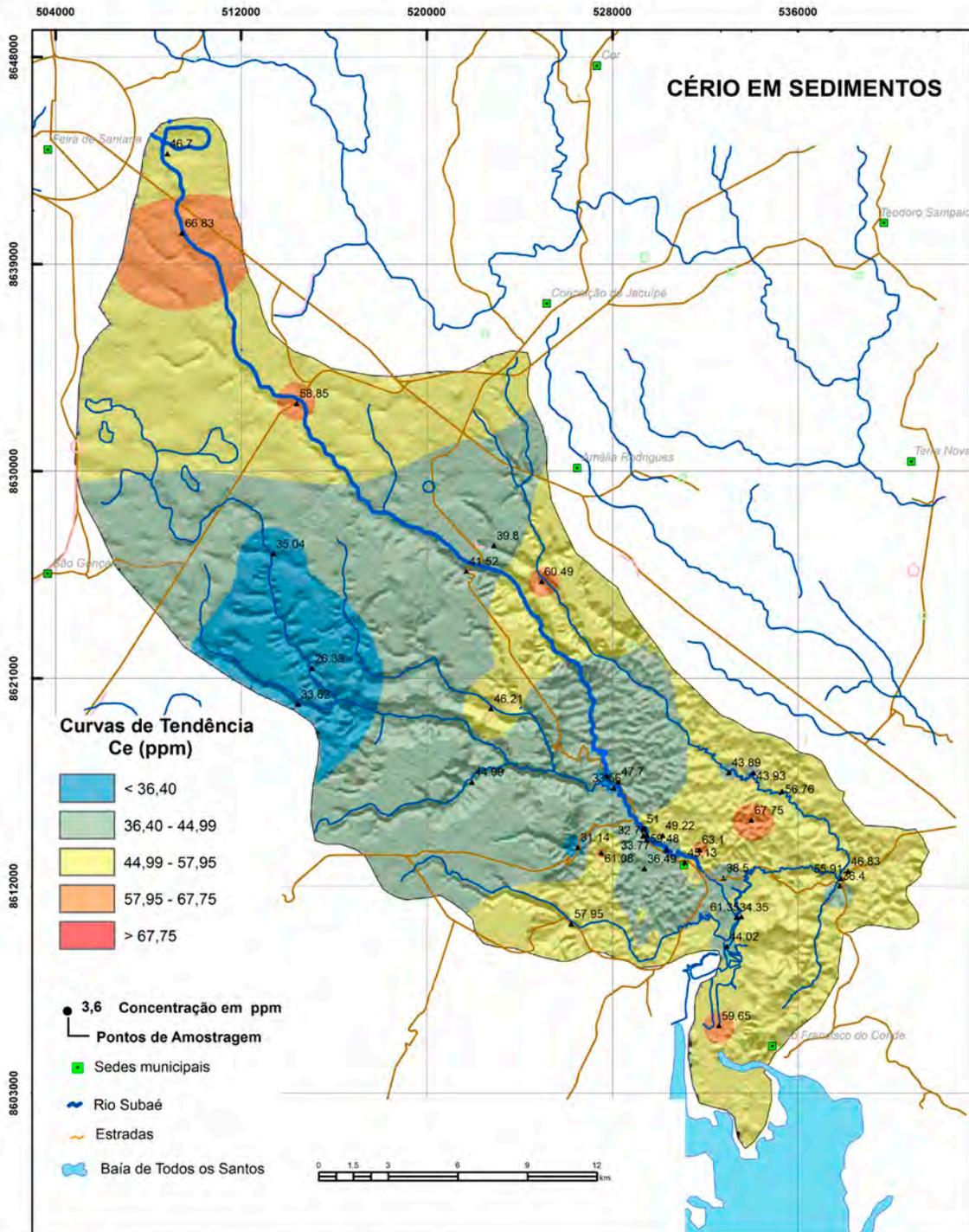
Estatística Descritiva	
Elemento	Cd (ppm)
Limite de Detecção - LD	0,01
Número de amostras	39
Resultados > LD	38
Valor médio	6,96
Valor mínimo	0,005
Valor máximo	149,08
Mediana	0,16
Desvio Padrão	26,03
Valor de atenção Res. CONAMA 454/2012	3,5
Valor de prevenção (TEL) NOAA SQTR 2008	0,596



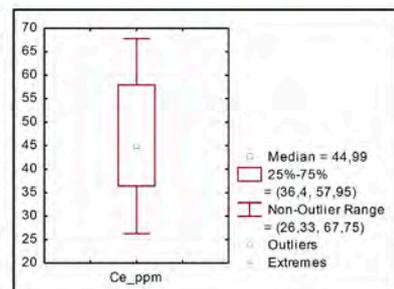


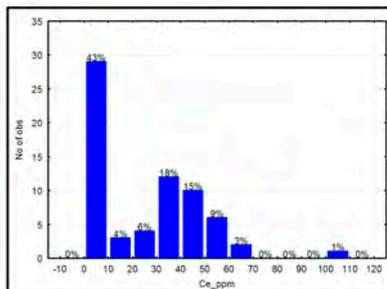
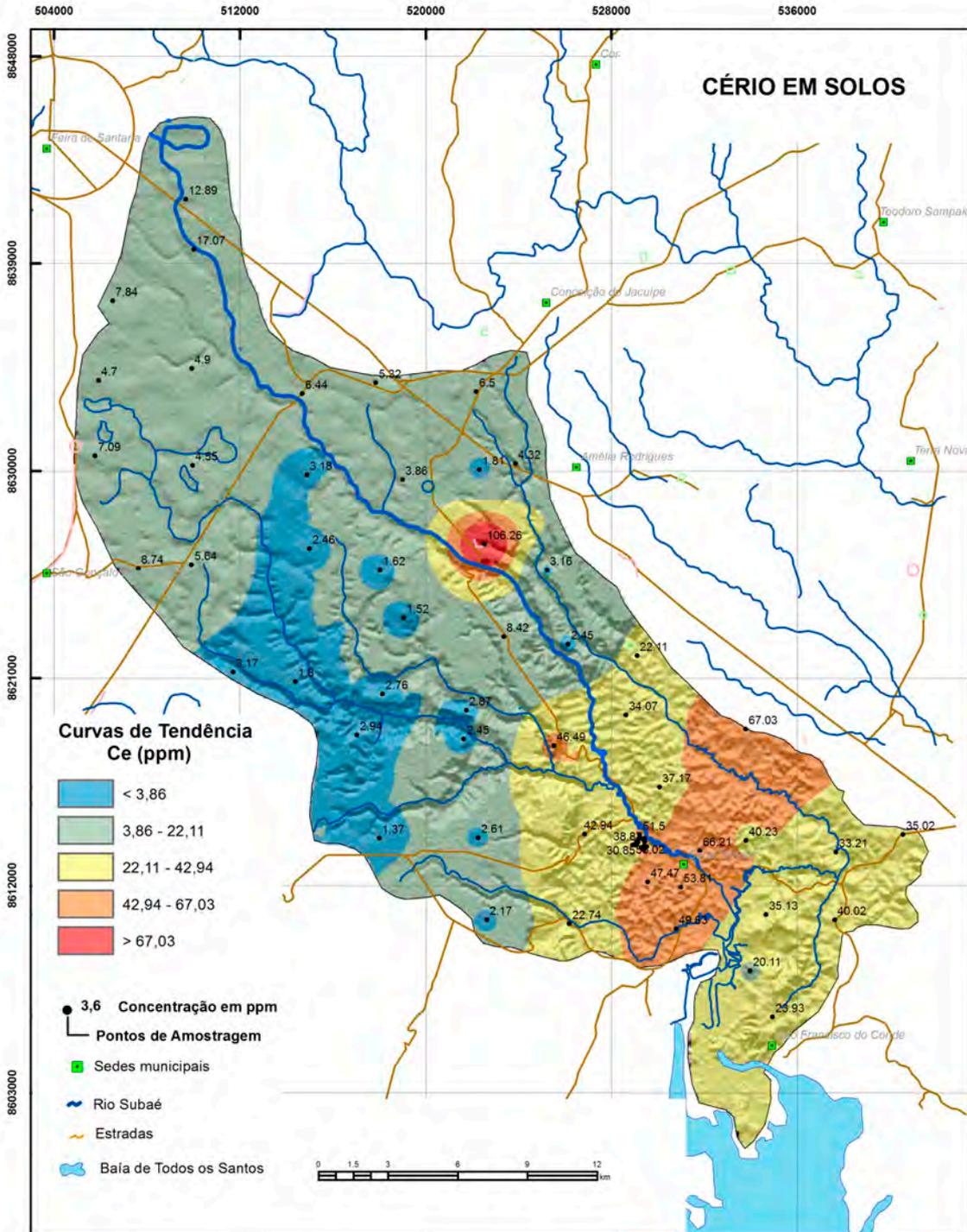
Estatística Descritiva	
Elemento	Cd (ppm)
Limite de Detecção - LD	0,01
Número de amostras	67
Resultados > LD	67
Valor médio	11,23
Valor mínimo	0,02
Valor máximo	229,54
Mediana	0,17
Desvio Padrão	35,90
Valor de prevenção Res. CONAMA 420/2009	1,3
Valor de prevenção NOAA SQTR 2008	0,8



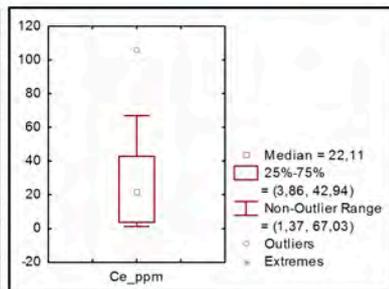


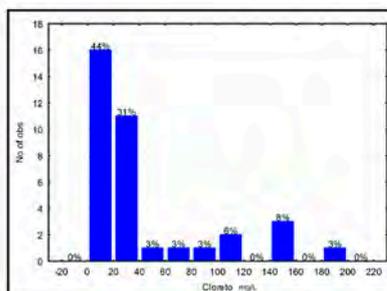
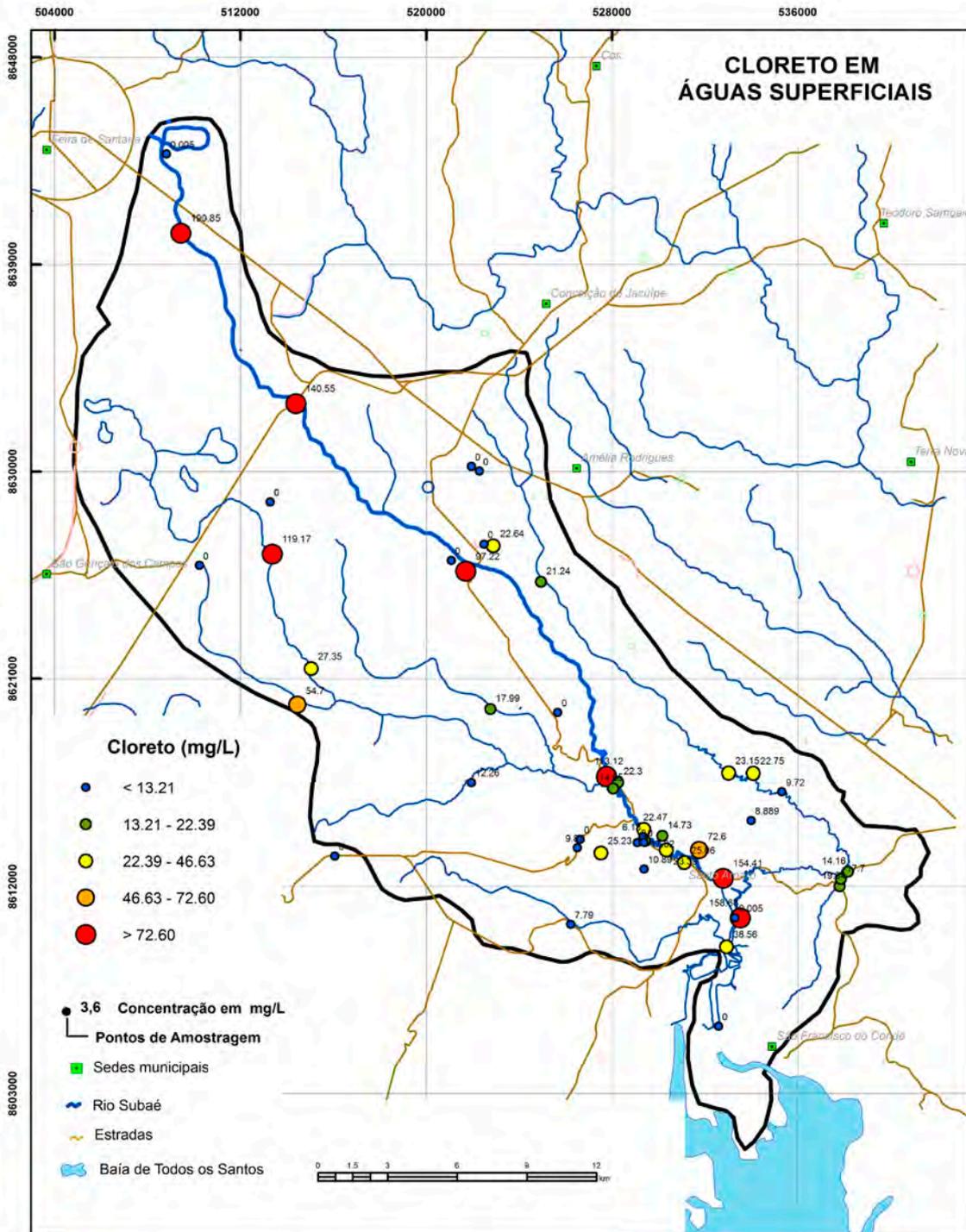
Estatística Descritiva	
Elemento	Ce (ppm)
Limite de Detecção - LD	0,05
Número de amostras	39
Resultados > LD	39
Valor médio	46,20
Valor mínimo	26,33
Valor máximo	67,75
Mediana	44,99
Desvio Padrão	11,35
Valor de atenção Res. CONAMA 454/2012	-
Valor de prevenção (TEL) NOAA SQTR 2008	-



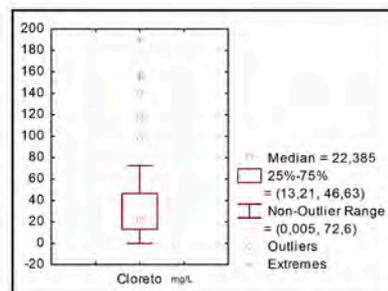


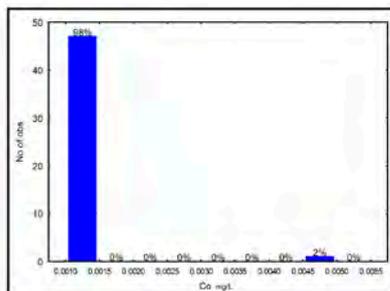
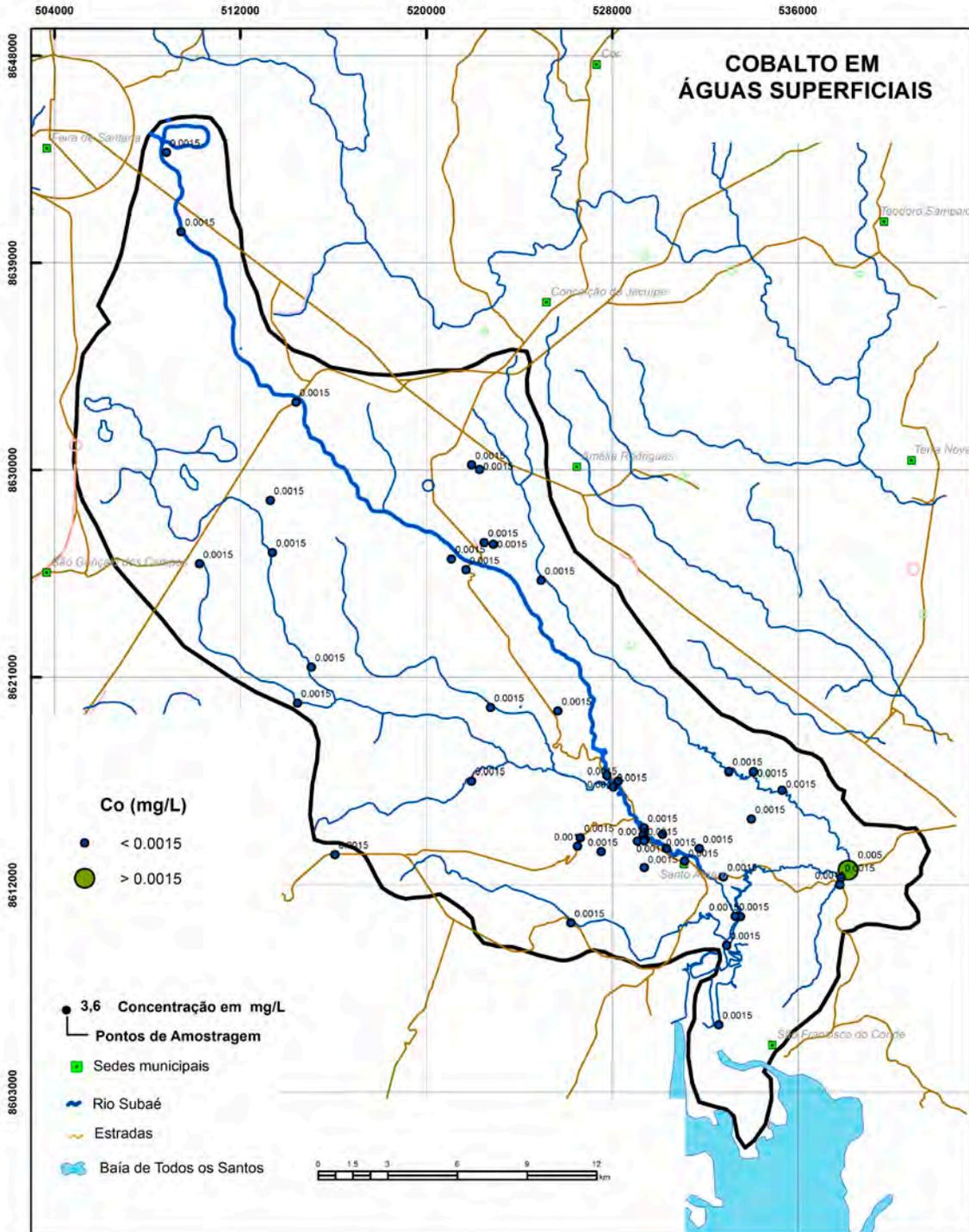
Estatística Descritiva	
Elemento	Ce (ppm)
Limite de Detecção - LD	0,05
Número de amostras	67
Resultados > LD	67
Valor médio	25,24
Valor mínimo	1,37
Valor máximo	106,26
Mediana	22,11
Desvio Padrão	22,71
Valor de prevenção Res. CONAMA 420/2009	-
Valor de prevenção NOAA SQTR 2008	-



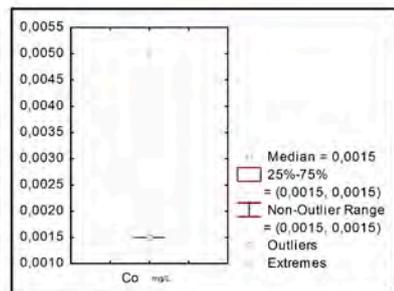


Estatística Descritiva	
Elemento	Cloreto (mg/L)
Limite de Detecção - LD	0,01
Número de amostras	36
Resultados > LD	35
Valor médio	43,27
Valor mínimo	0,005
Valor máximo	190,85
Mediana	22,39
Desvio Padrão	51,32
Portaria MS 2914 / 2011	250
Valor de prevenção Res. CONAMA 357/2005	250
Valor de prevenção Res. CONAMA 396/2008	250
WHO 2011	-

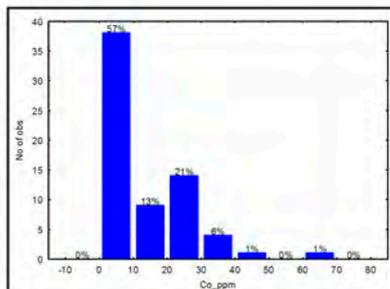
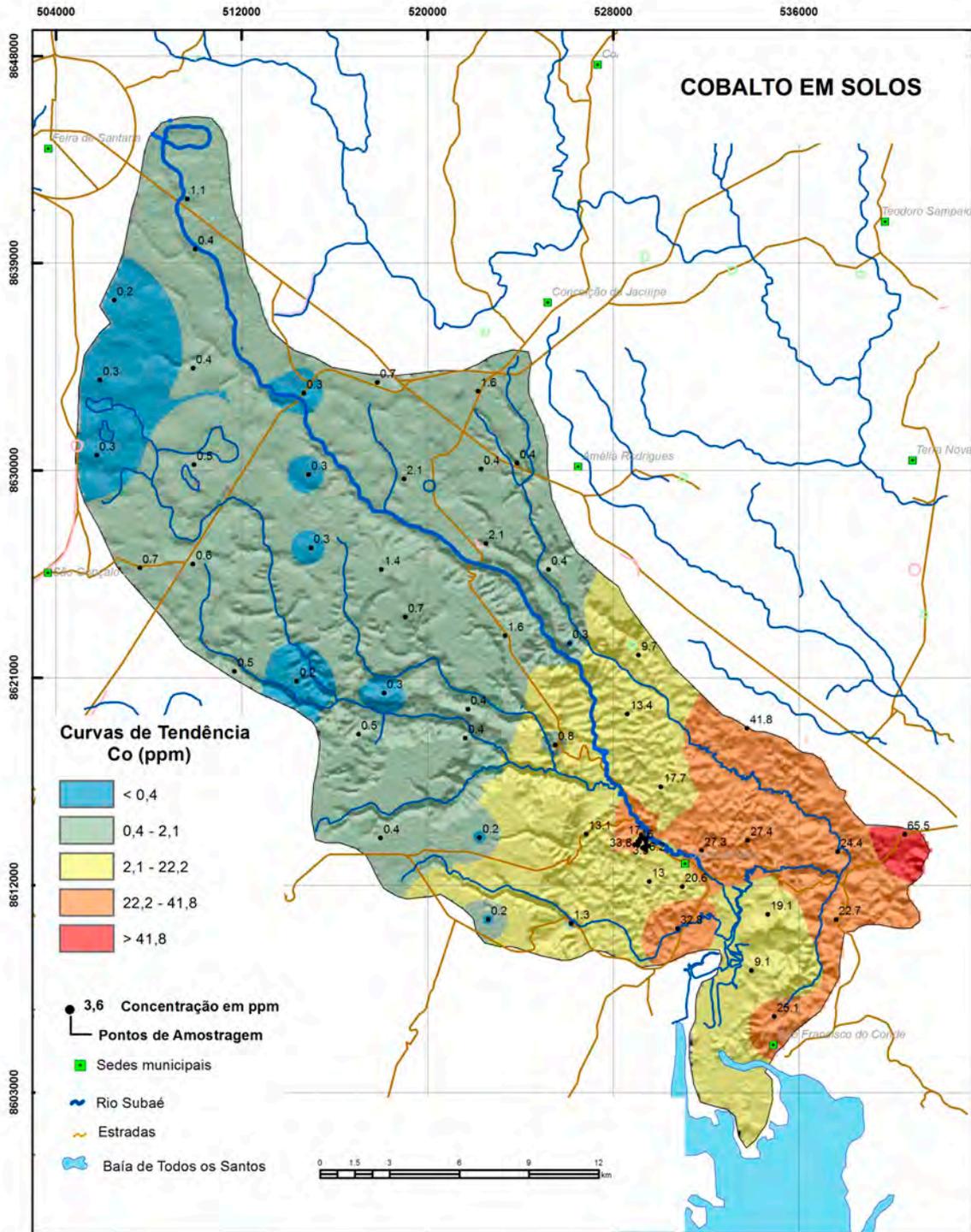




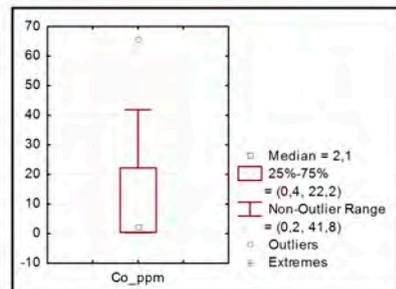
Estatística Descritiva	
Elemento	Co (mg/L)
Limite de Detecção - LD	0,003
Número de amostras	48
Resultados > LD	1
Valor médio	
Valor mínimo	
Valor máximo	0,005
Mediana	0,0015
Desvio Padrão	0,0005
Portaria MS 2914 / 2011	-
Valor de prevenção Res. CONAMA 357/2005	0,05
Valor de prevenção Res. CONAMA 395/2008	-
WHO 2011	-

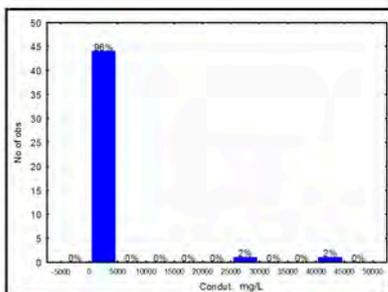
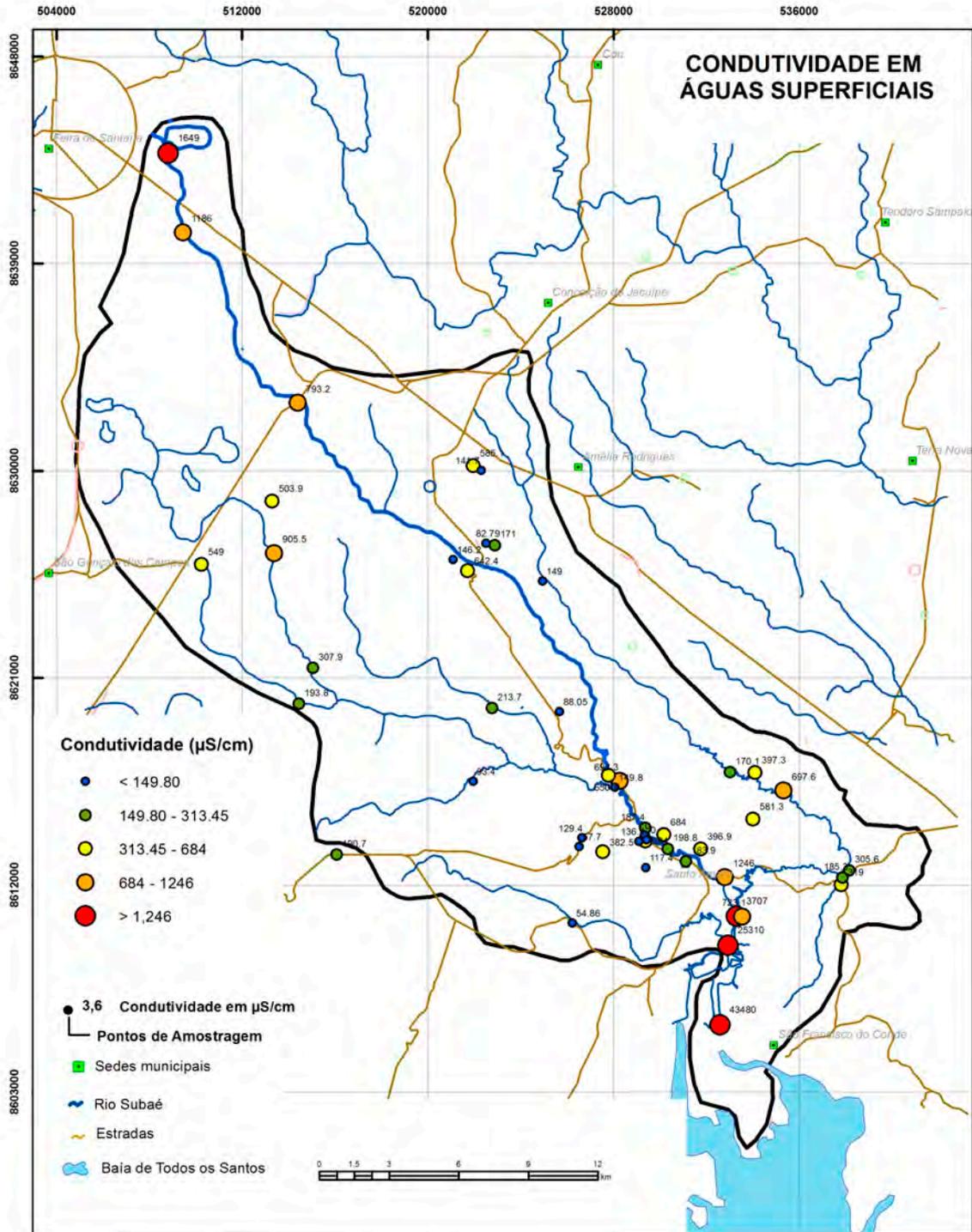




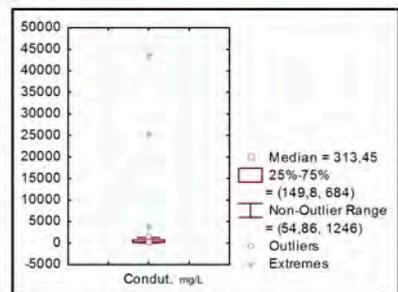


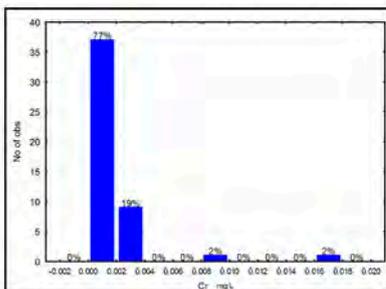
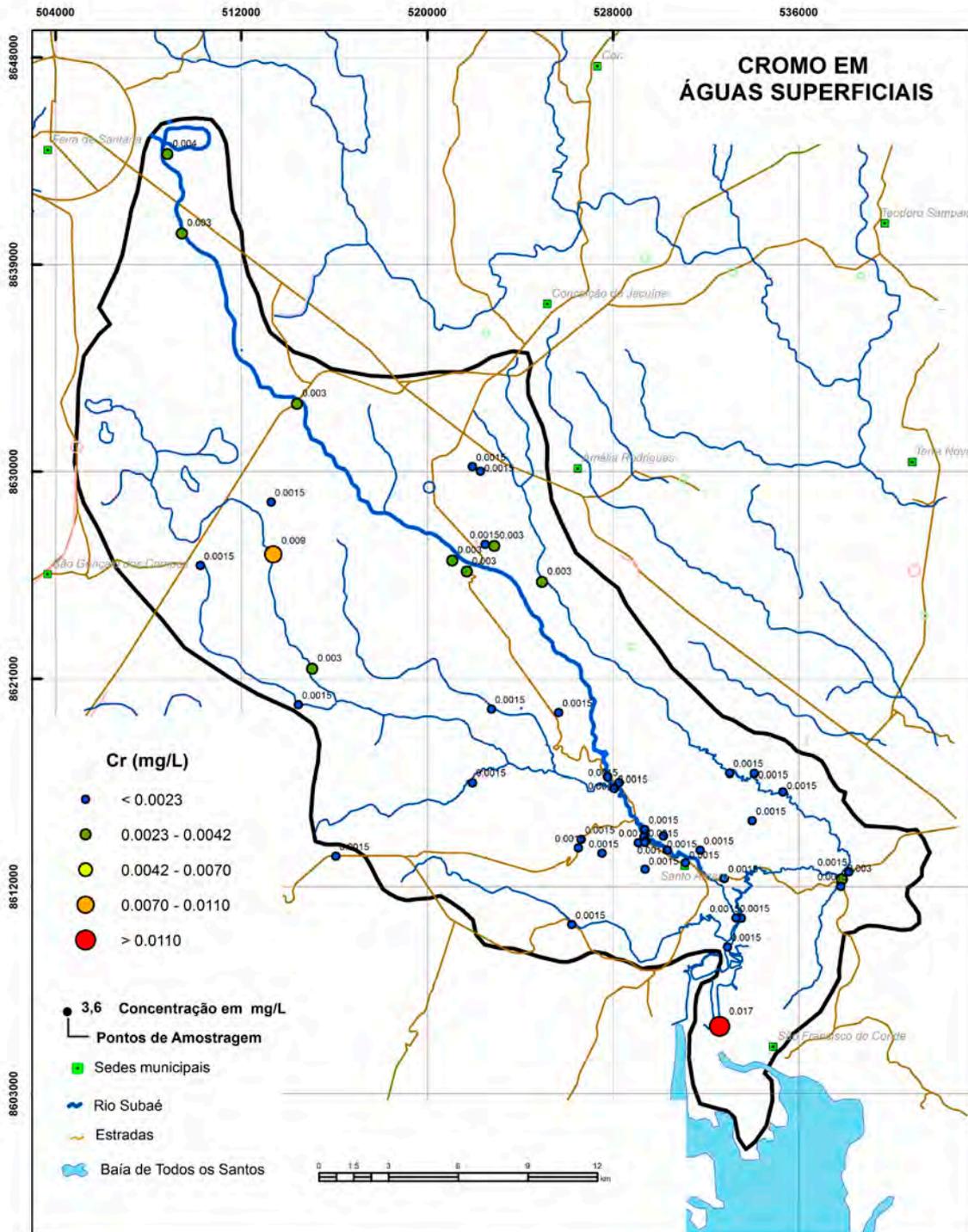
Estatística Descritiva	
Elemento	Co (ppm)
Limite de Detecção - LD	0,1
Número de amostras	67
Resultados > LD	67
Valor médio	11,61
Valor mínimo	0,2
Valor máximo	65,5
Mediana	2,10
Desvio Padrão	13,81
Valor de prevenção Res. CONAMA 420/2009	25
Valor de prevenção NOAA SQTR 2008	2,4



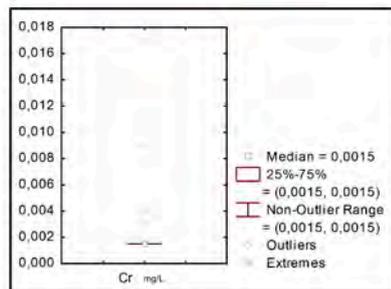


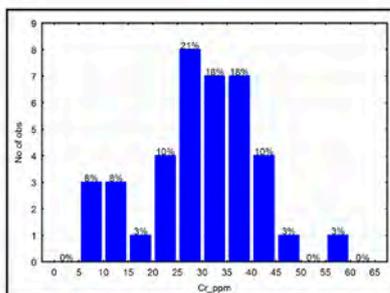
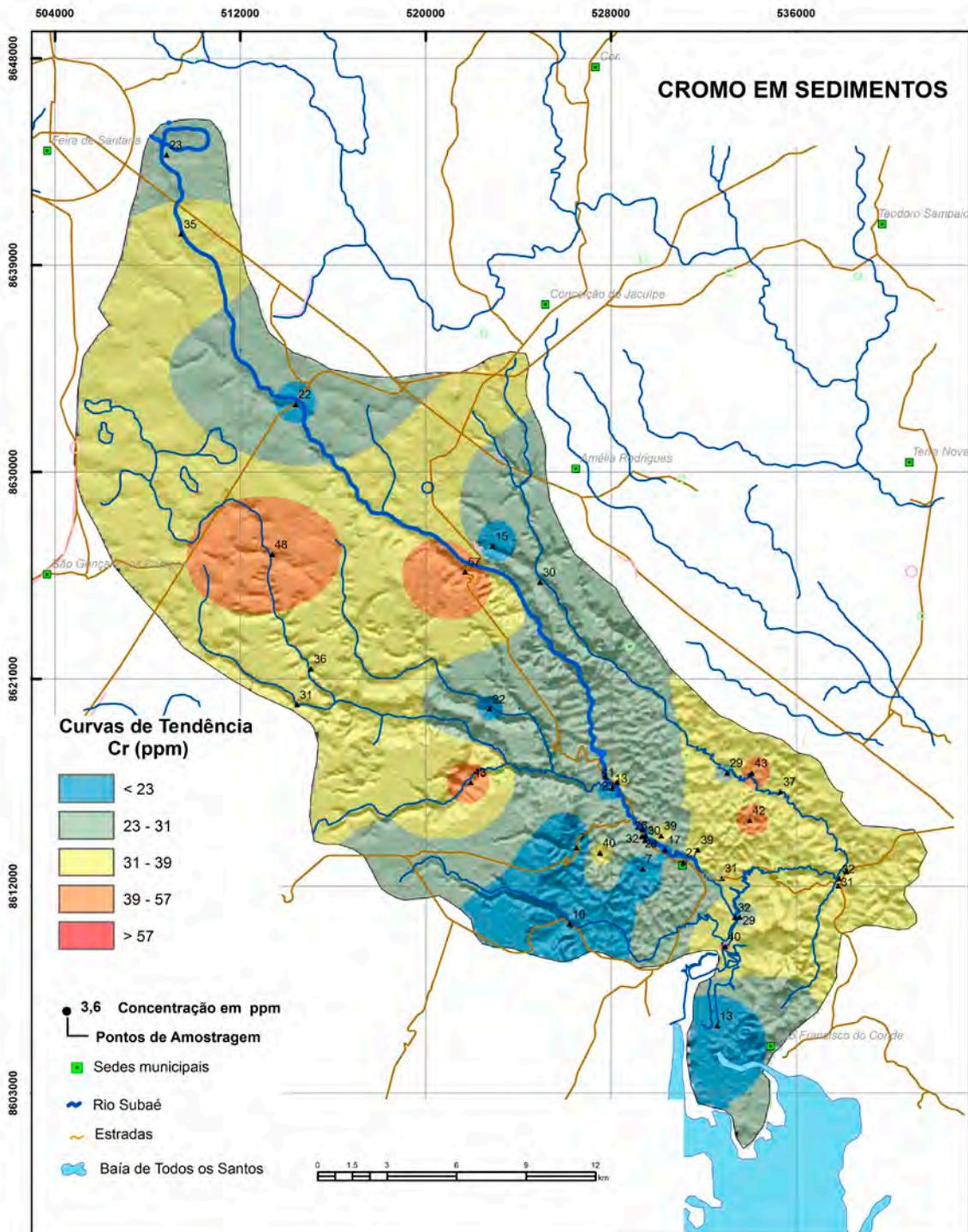
Estatística Descritiva	
Elemento	Conduct. (µS/cm)
Limite de Detecção - LD	-
Número de amostras	46
Resultados > LD	46
Valor médio	1959.4
Valor mínimo	54.9
Valor máximo	43480
Mediana	313.5
Desvio Padrão	7273.7
Portaria MS 2914 / 2011	-
Valor de prevenção Res. CONAMA 357/2005	100
Valor de prevenção Res. CONAMA 396/2008	-
WHO 2011	-



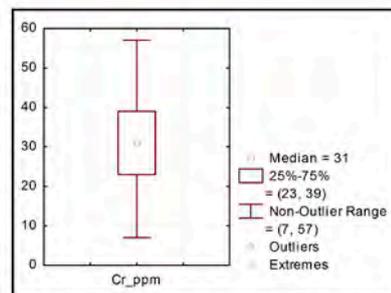


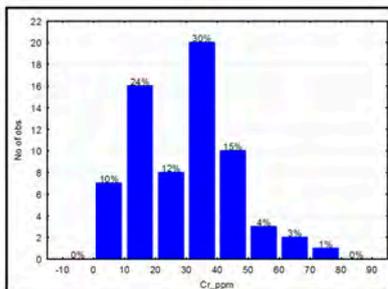
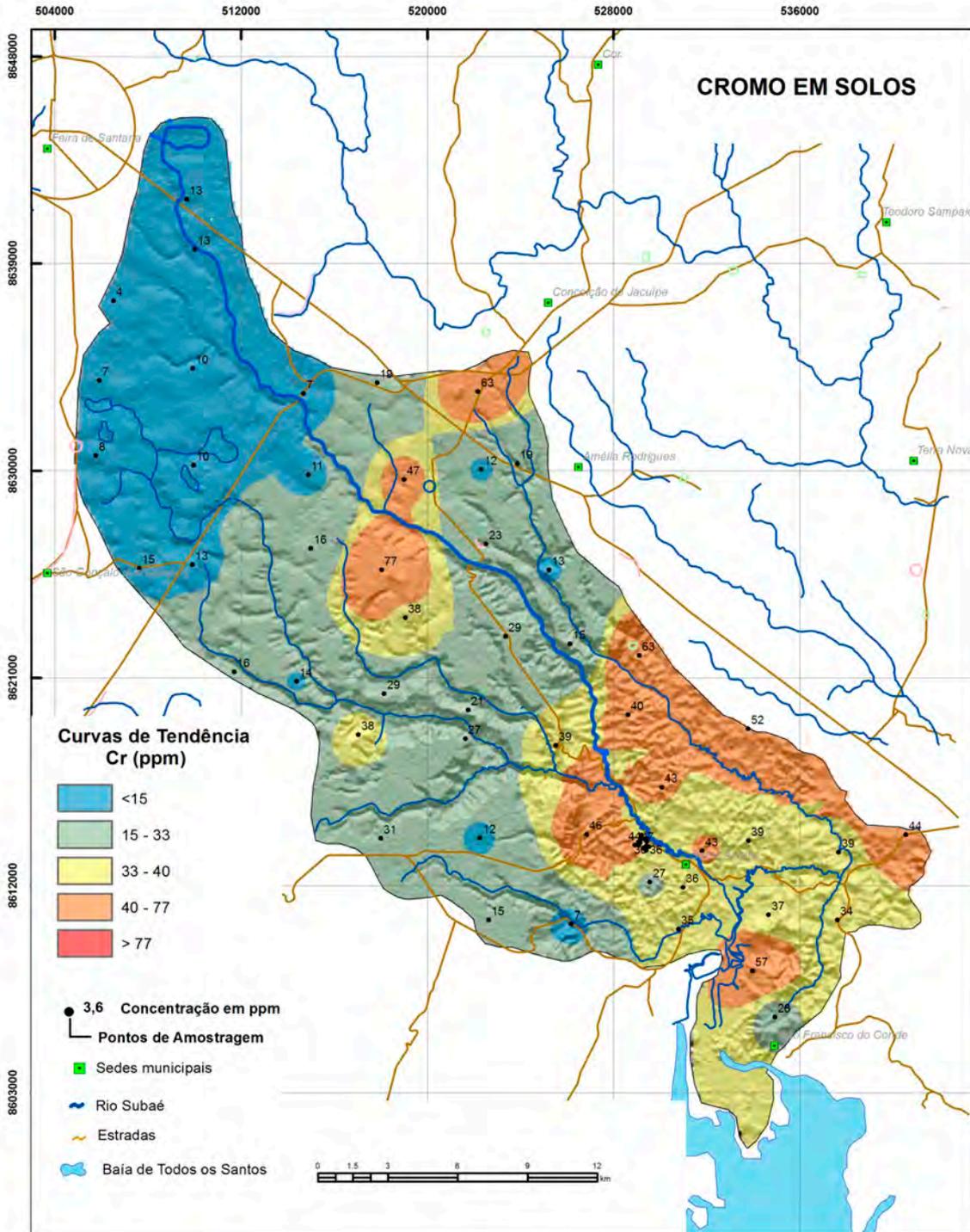
Estatística Descritiva	
Elemento	Cr (mg/L)
Limite de Detecção - LD	0,003
Número de amostras	48
Resultados > LD	11
Valor médio	0,0023
Valor mínimo	0,0015
Valor máximo	0,017
Mediana	0,0015
Desvio Padrão	0,0025
Portaria MS 2914 / 2011	0,05
Valor de prevenção Res. CONAMA 357/2005	0,05
Valor de prevenção Res. CONAMA 396/2008	0,05
WHO 2011	0,05



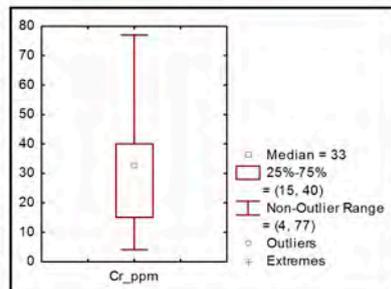


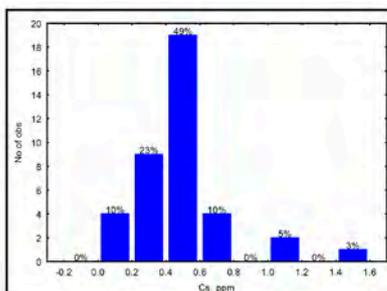
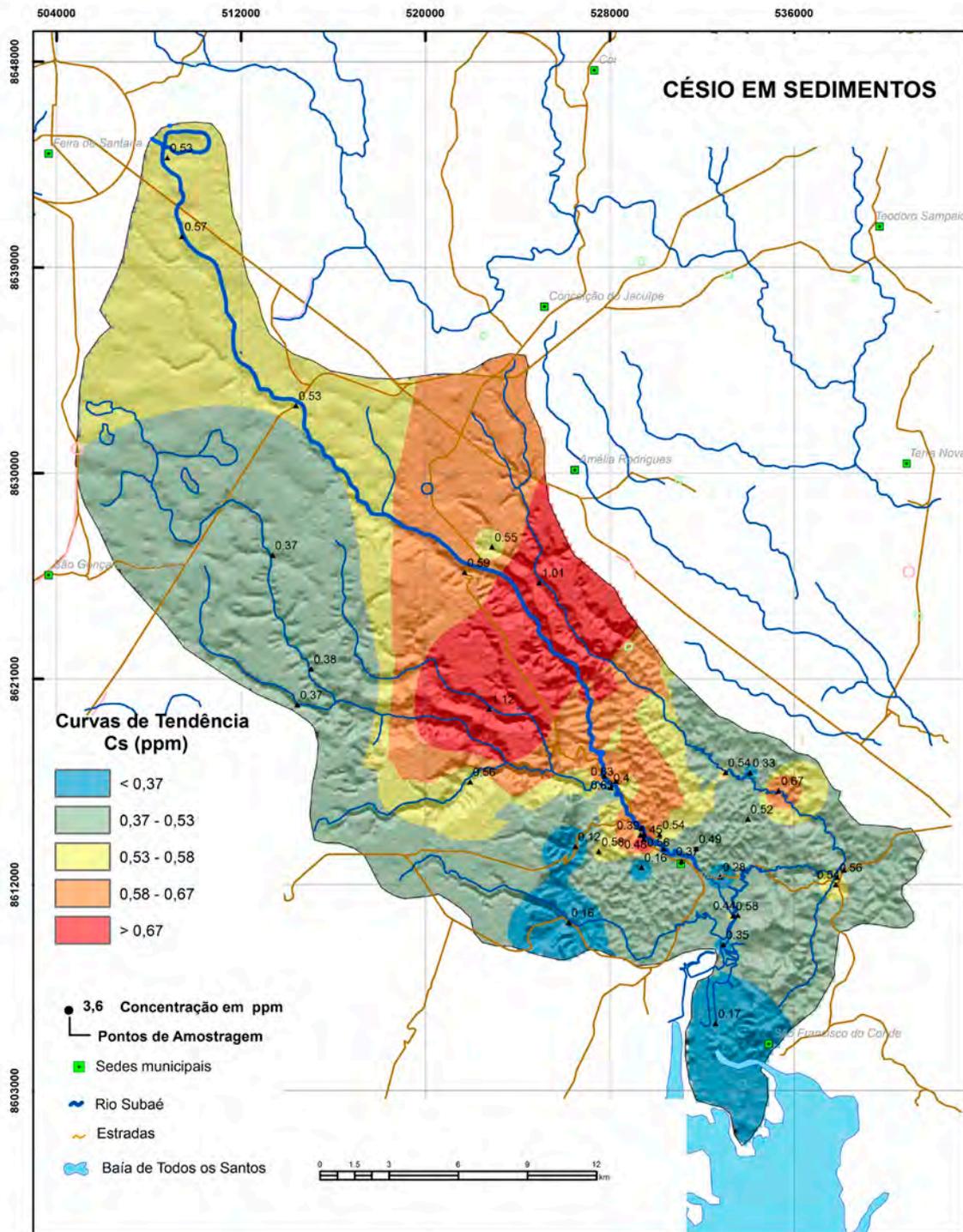
Estatística Descritiva	
Elemento	Cr (ppm)
Limite de Detecção - LD	1
Número de amostras	39
Resultados > LD	39
Valor médio	29.92
Valor mínimo	7
Valor máximo	57.00
Mediana	31.00
Desvio Padrão	11.40
Valor de atenção Res. CONAMA 454/2012	90
Valor de prevenção (TEL) NOAA SQTR 2008	37,3



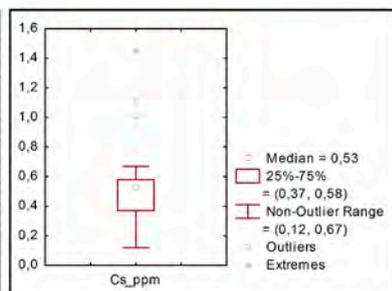


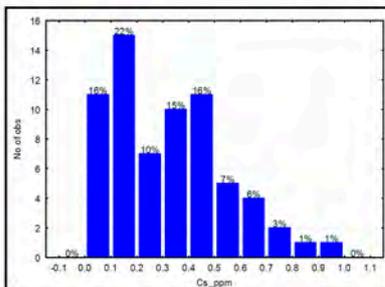
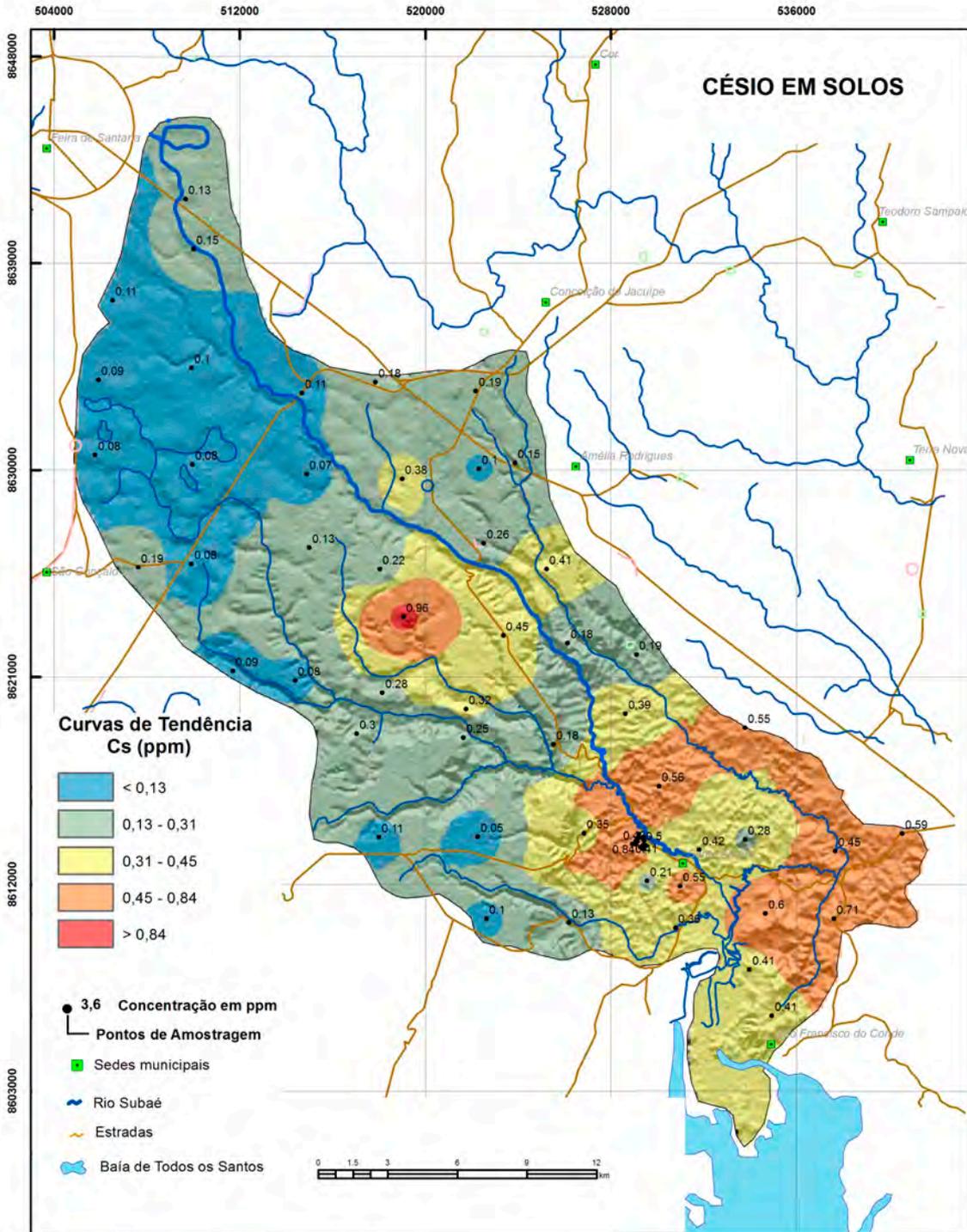
Estatística Descritiva	
Elemento	Cr (ppm)
Limite de Detecção - LD	1,0
Número de amostras	67
Resultados > LD	67
Valor médio	30,60
Valor mínimo	4
Valor máximo	77
Mediana	33
Desvio Padrão	16,08
Valor de prevenção Res. CONAMA 420/2009	75
Valor de prevenção NOAA SQTR 2008	0,38



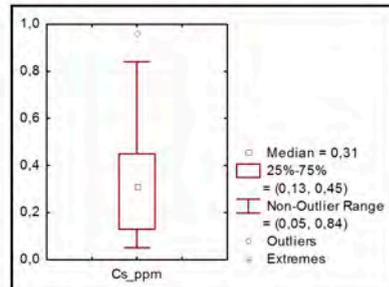


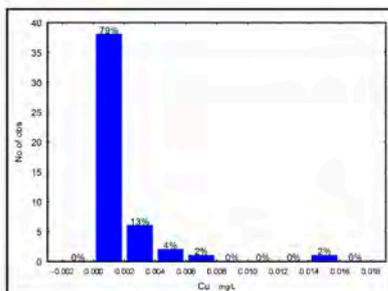
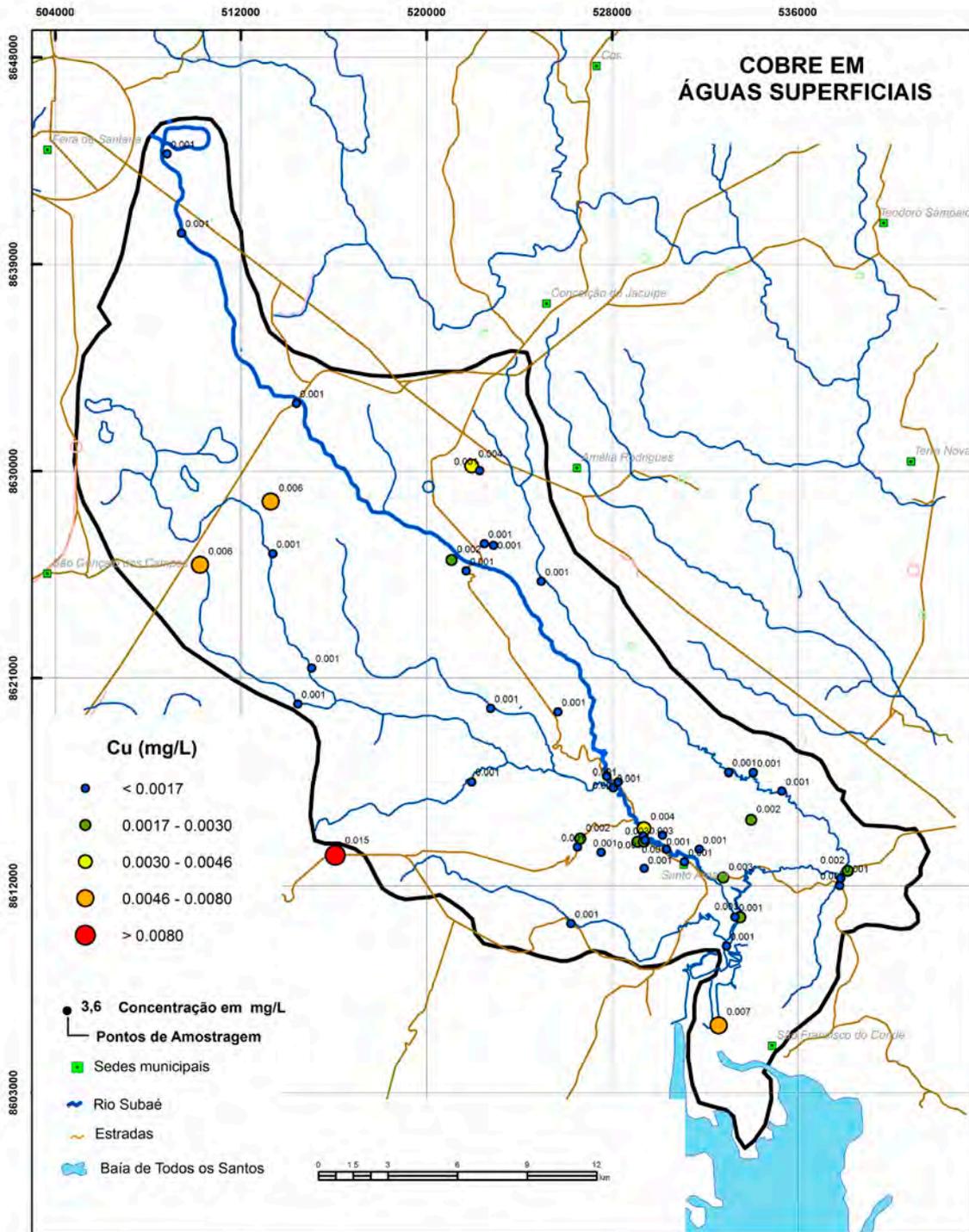
Estatística Descritiva	
Elemento	Cs (ppm)
Limite de Detecção - LD	0,05
Número de amostras	39
Resultados > LD	39
Valor médio	0,52
Valor mínimo	0,12
Valor máximo	1,45
Mediana	0,53
Desvio Padrão	0,25
Valor de atenção Res. CONAMA 454/2012	-
Valor de prevenção (TEL) NOAA SQTR 2008	-



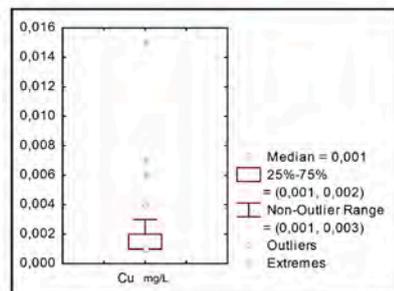


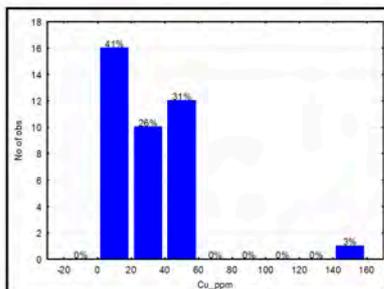
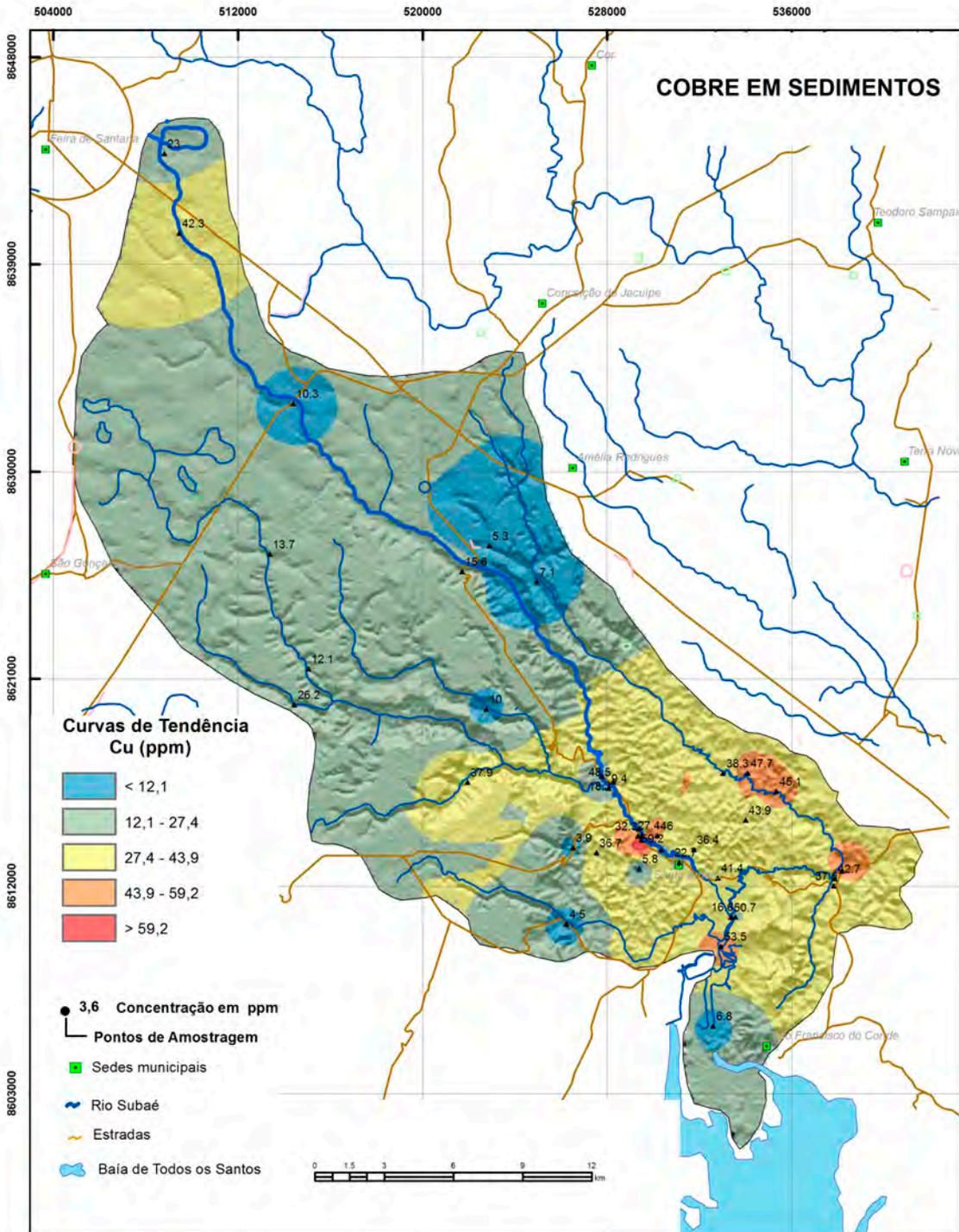
Estatística Descritiva	
Elemento	Cs (ppm)
Limite de Detecção - LD	0,05
Número de amostras	67
Resultados > LD	67
Valor médio	0,33
Valor mínimo	0,05
Valor máximo	0,96
Mediana	0,31
Desvio Padrão	0,21
Valor de prevenção Res. CONAMA 420/2009	-
Valor de prevenção NOAA SQTR 2008	-



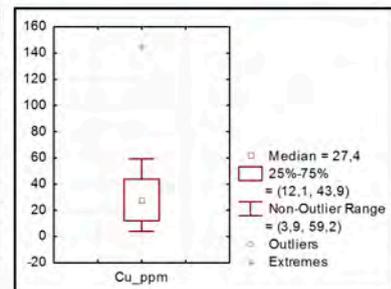


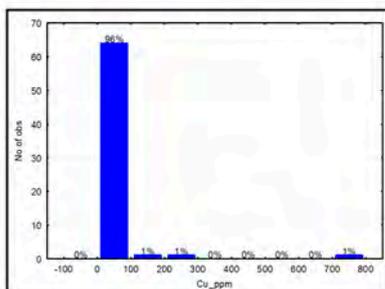
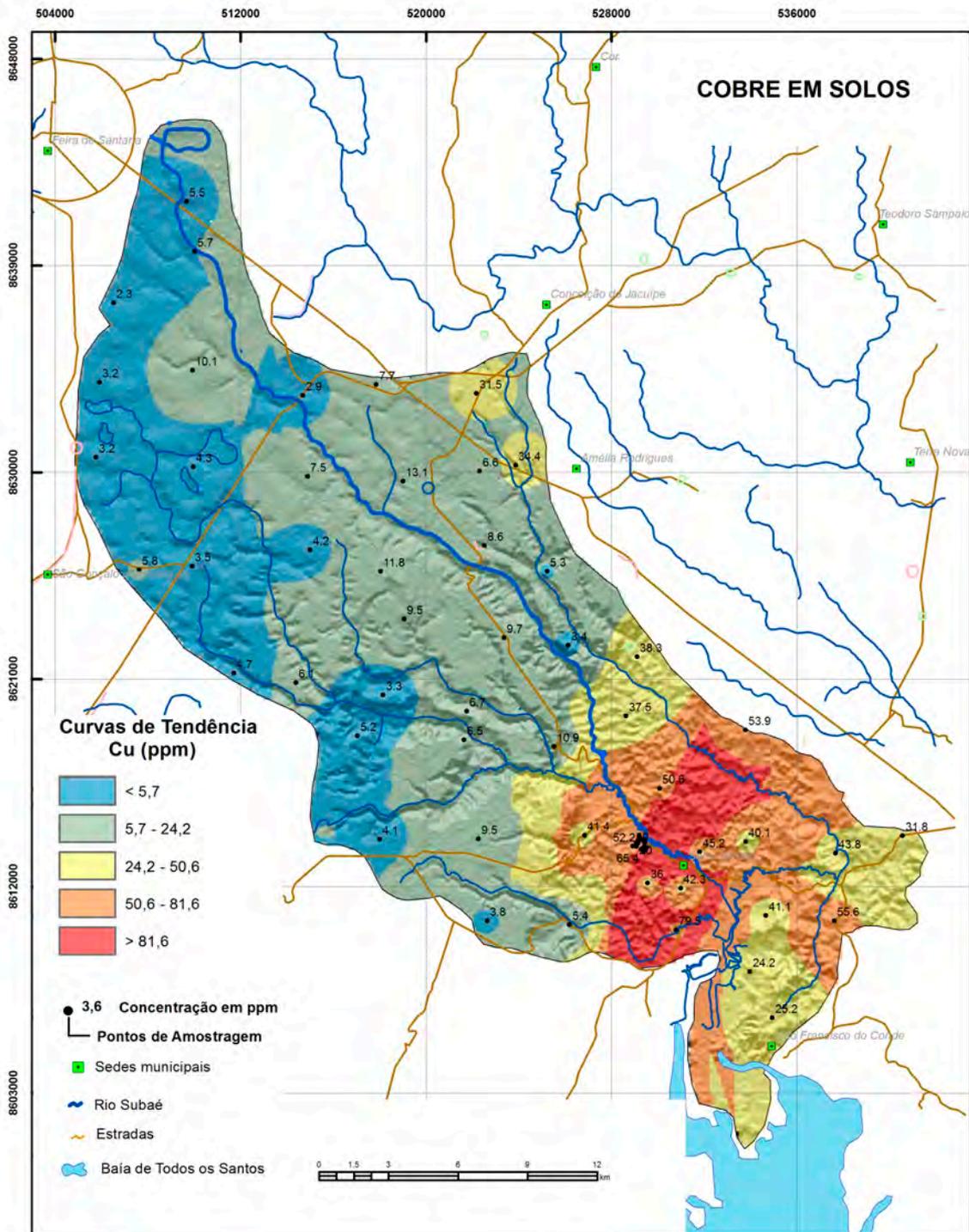
Estatística Descritiva	
Elemento	Cu (mg/L)
Limite de Detecção - LD	0,002
Número de amostras	48
Resultados > LD	14
Valor médio	0,002
Valor mínimo	0,001
Valor máximo	0,015
Mediana	0,001
Desvio Padrão	0,0024
Portaria MS 2914 / 2011	2
Valor de prevenção Res. CONAMA 357/2005	0,009
Valor de prevenção Res. CONAMA 396/2008	2
WHO 2011	2



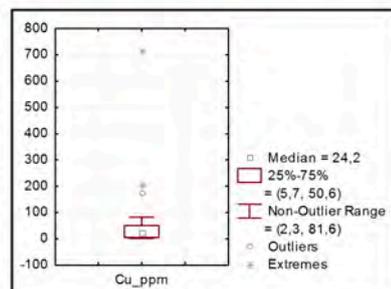


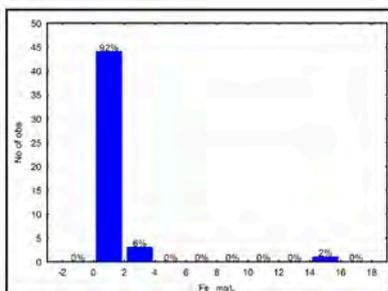
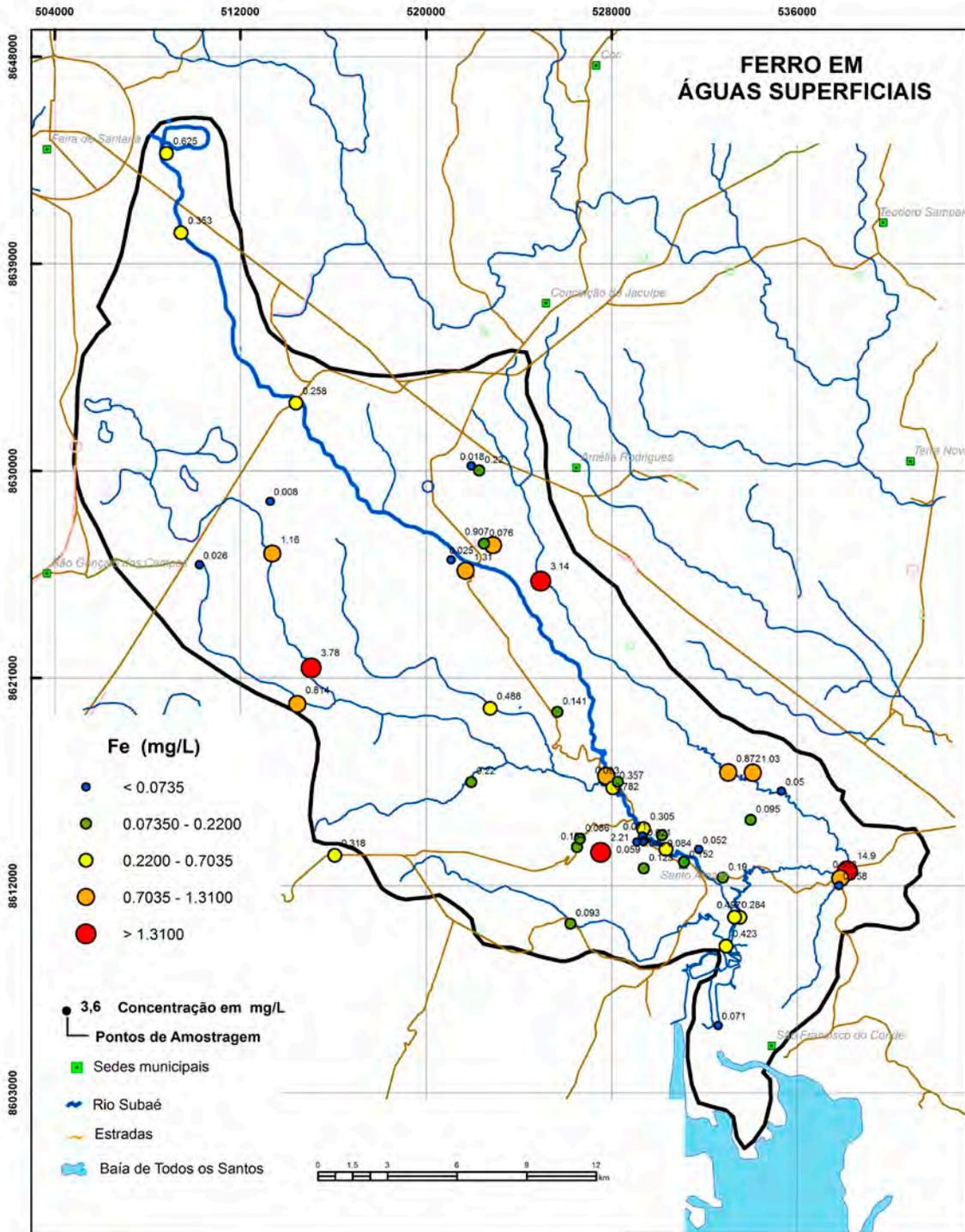
Estatística Descritiva	
Elemento	Cu (ppm)
Limite de Detecção - LD	0,5
Número de amostras	39
Resultados > LD	39
Valor médio	30,93
Valor mínimo	3,9
Valor máximo	144,8
Mediana	27,4
Desvio Padrão	25
Valor de atenção Res. CONAMA 454/2012	35,7
Valor de prevenção (TEL) NOAA SQTR 2008	35,7



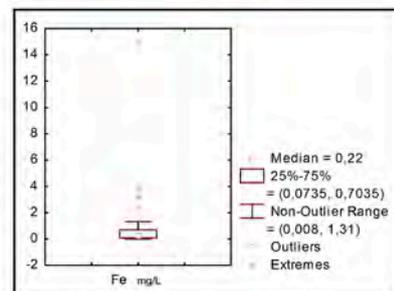


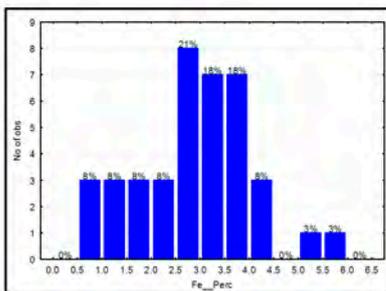
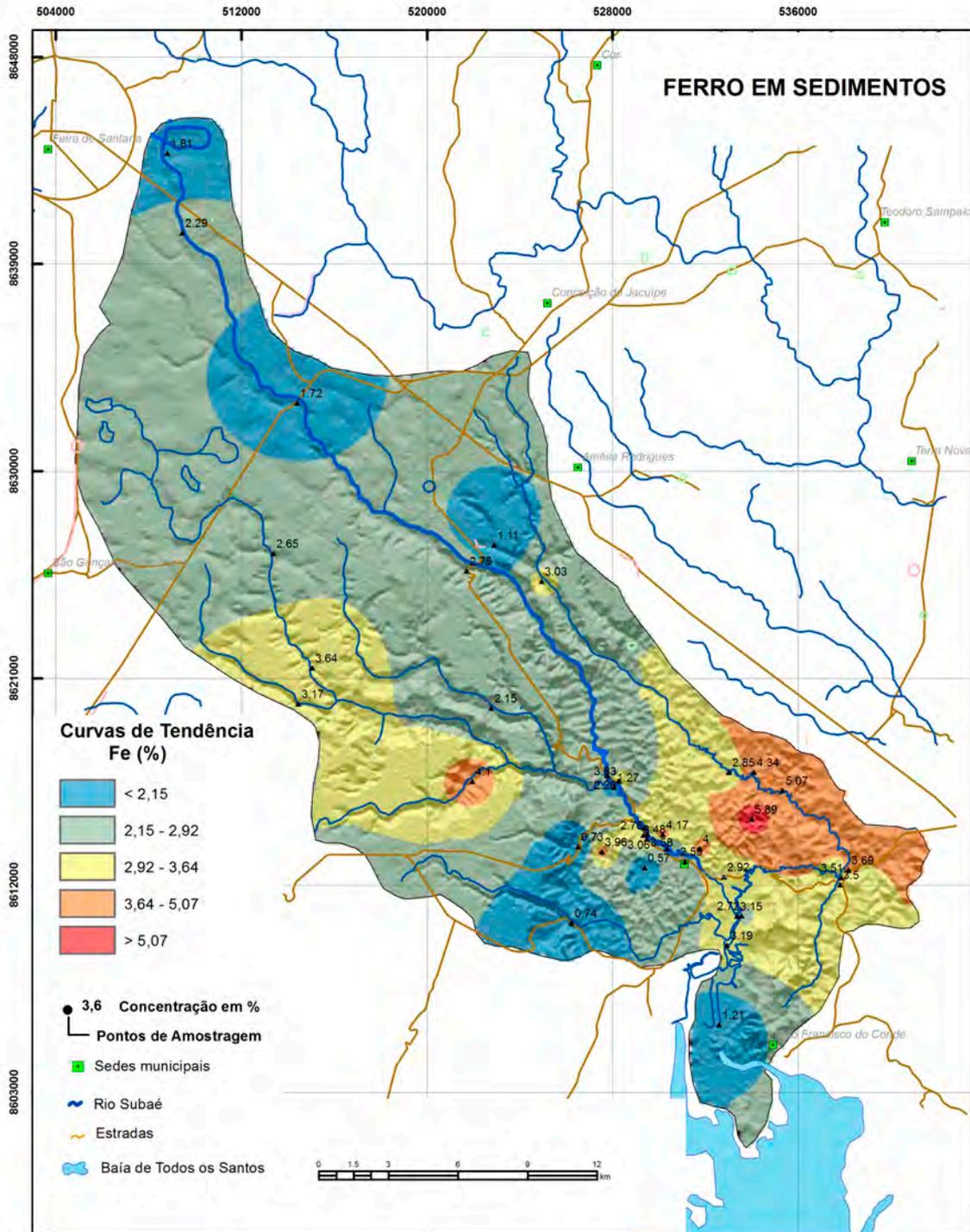
Estatística Descritiva	
Elemento	Cu (ppm)
Límite de Detecção - LD	0,5
Número de amostras	67
Resultados > LD	67
Valor médio	43
Valor mínimo	2,3
Valor máximo	716,3
Mediana	24,2
Desvio Padrão	91,31
Valor de prevenção Res. CONAMA 420/2009	60
Valor de prevenção NOAA SQTR 2008	3,4



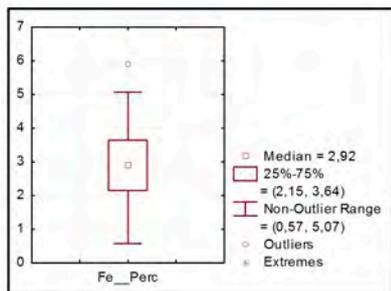


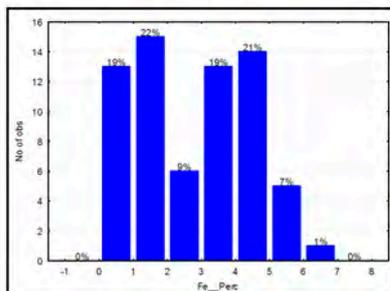
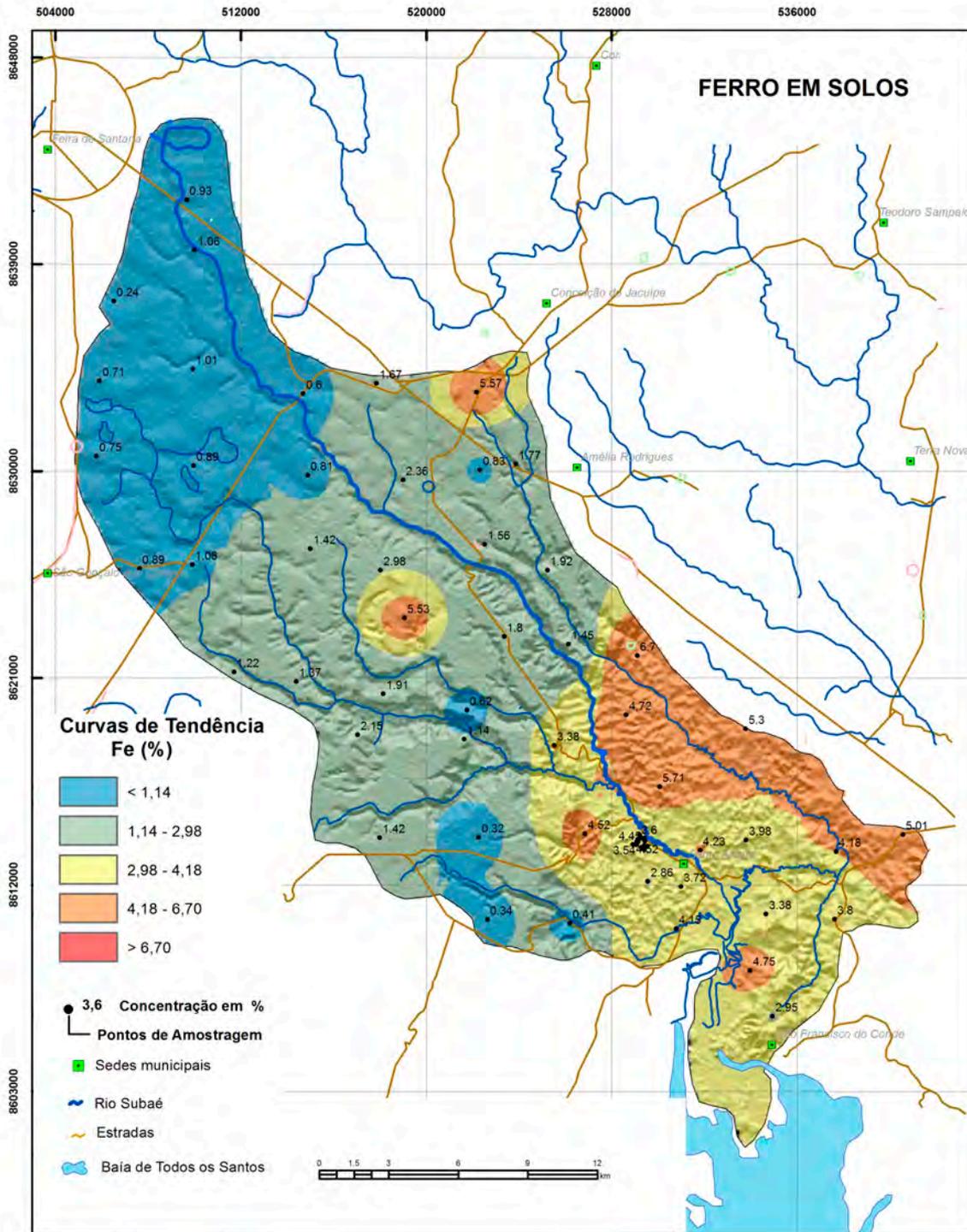
Estatística Descritiva	
Elemento	Fe (mg/L)
Limite de Detecção - LD	0,002
Número de amostras	48
Resultados > LD	48
Valor médio	0,80
Valor mínimo	0,008
Valor máximo	14,9
Mediana	0,22
Desvio Padrão	2,21
Portaria MS 2914 / 2011	0,3
Valor de prevenção Res. CONAMA 357/2005	0,3
Valor de prevenção Res. CONAMA 396/2008	0,3
WHO 2011	-



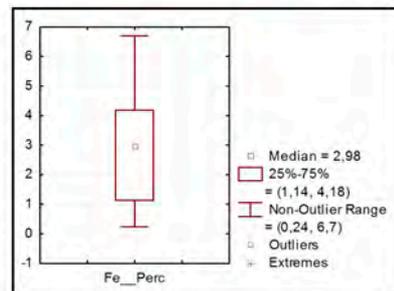


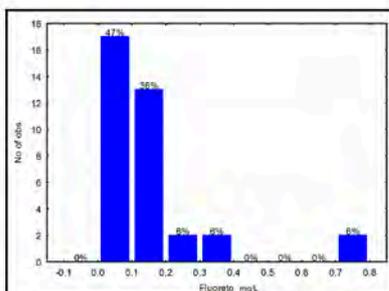
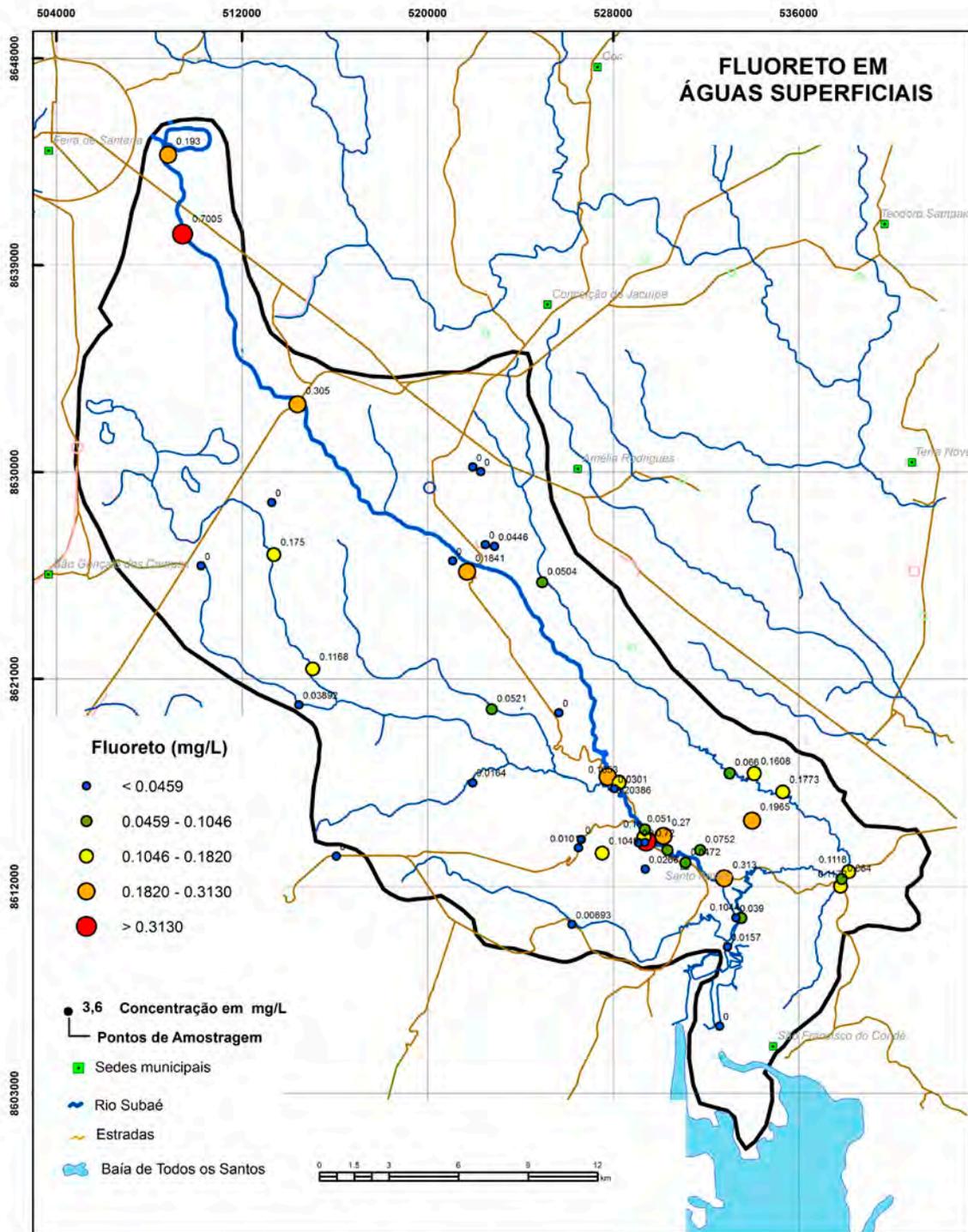
Estatística Descritiva	
Elemento	Fe (%)
Limite de Detecção - LD	0,01
Número de amostras	39
Resultados > LD	39
Valor médio	2,87
Valor mínimo	0,57
Valor máximo	5,89
Mediana	2,92
Desvio Padrão	1,19
Valor de atenção Res. CONAMA 454/2012	-
Valor de prevenção (TEL) NOAA SQTR 2008	-



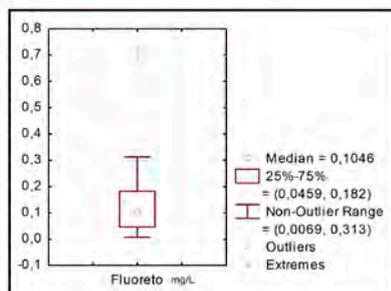


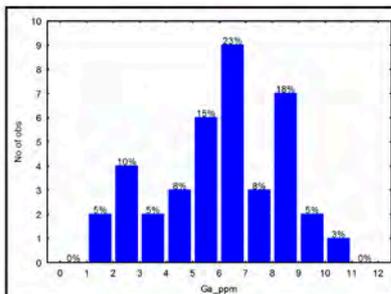
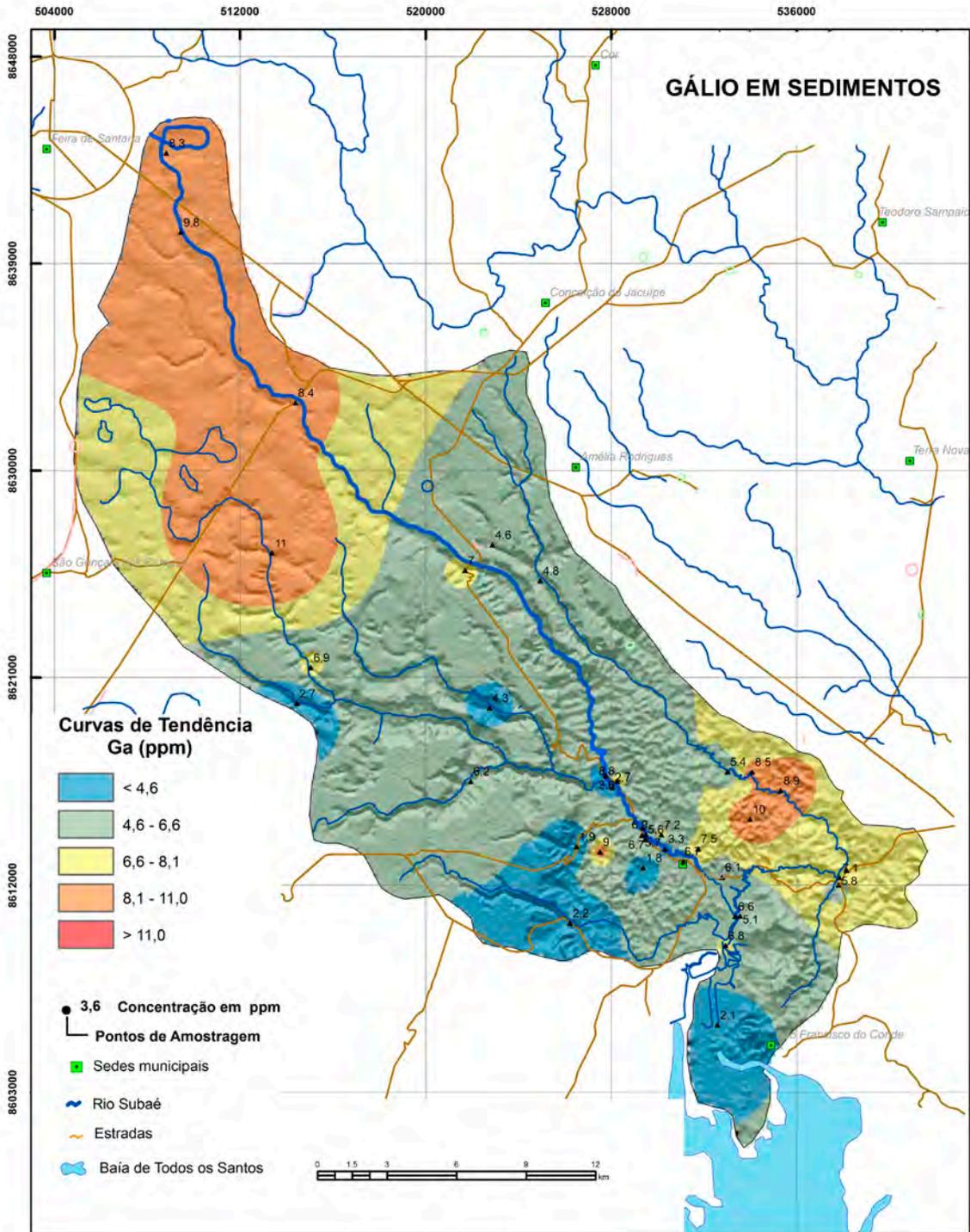
Estatística Descritiva	
Elemento	Fe (%)
Limite de Detecção - LD	0,01
Número de amostras	67
Resultados > LD	67
Valor médio	2,9
Valor mínimo	0,24
Valor máximo	6,7
Mediana	2,98
Desvio Padrão	1,69
Valor de prevenção Res. CONAMA 420/2009	-
Valor de prevenção NOAA SQTR 2008	-



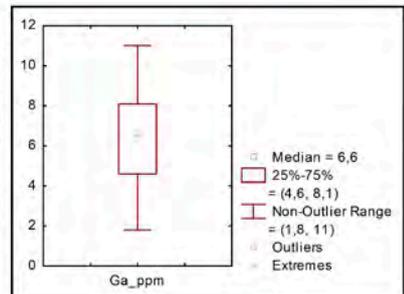


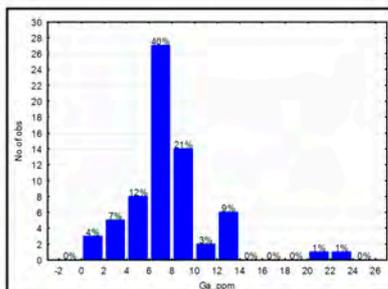
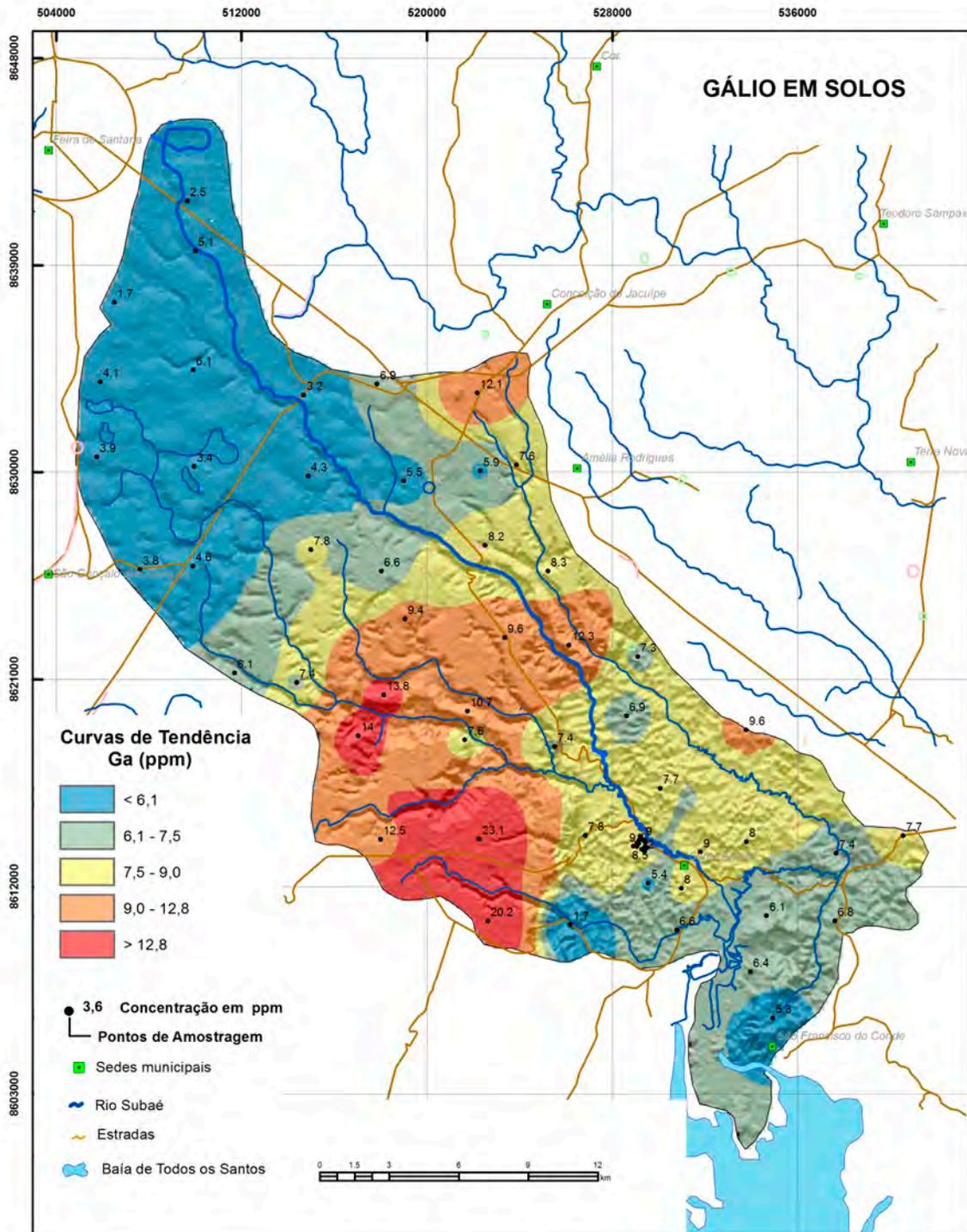
Estatística Descritiva	
Elemento	F (mg/L)
Limite de Detecção - LD	0,01
Número de amostras	36
Resultados > LD	36
Valor médio	0,144
Valor mínimo	0,0069
Valor máximo	0,72
Mediana	0,1047
Desvio Padrão	0,1622
Portaria MS 2914 / 2011	1,5
Valor de prevenção Res. CONAMA 357/2005	1,4
Valor de prevenção Res. CONAMA 396/2008	1,5
WHO 2011	1,5



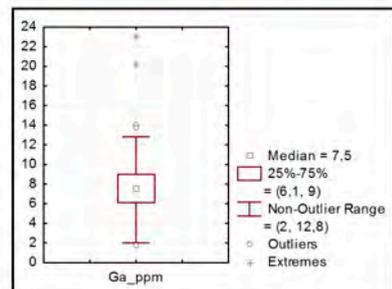


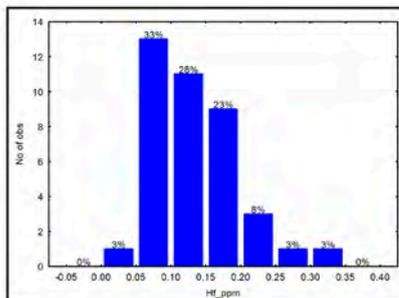
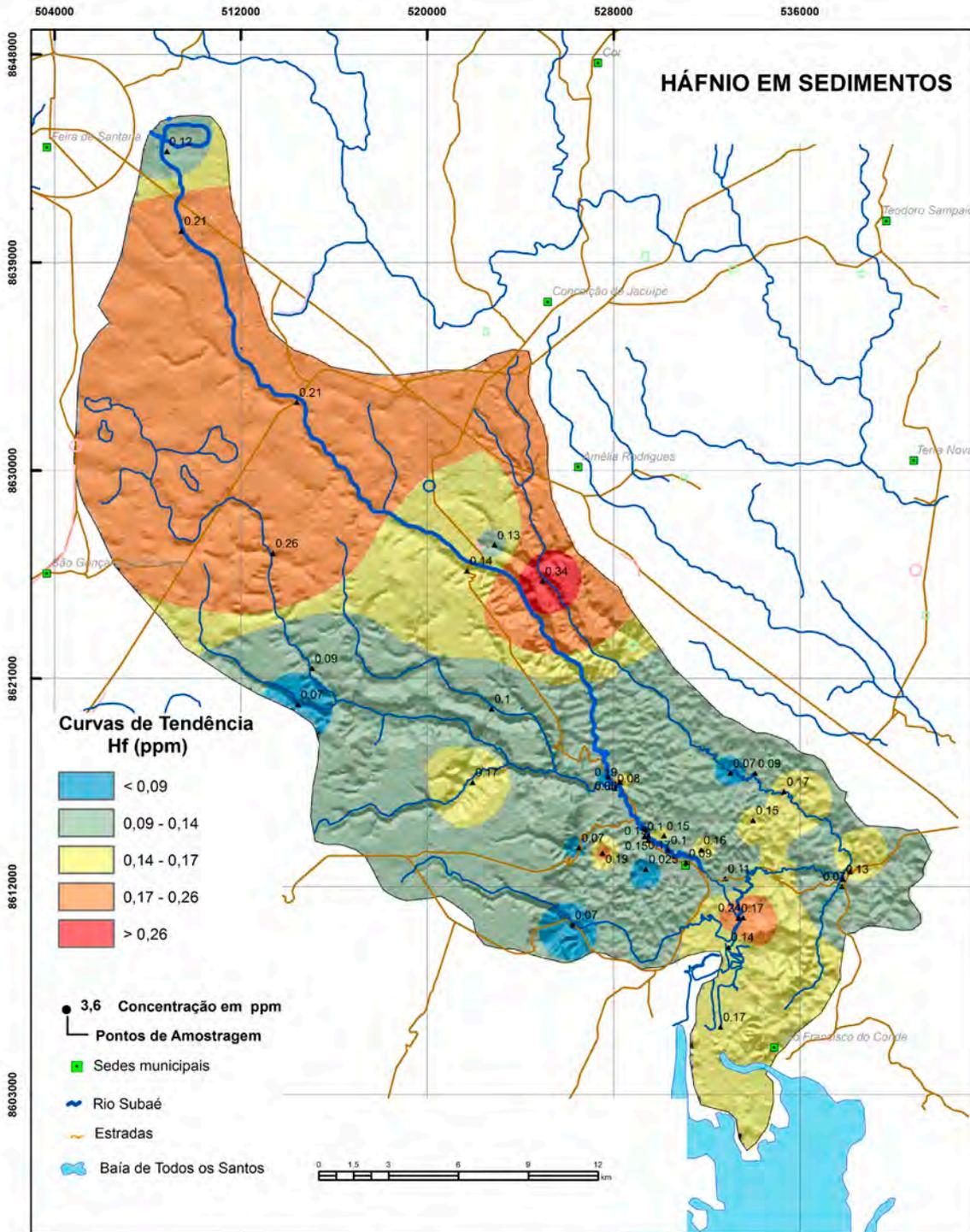
Estatística Descritiva	
Elemento	Ga (ppm)
Limite de Detecção - LD	0,1
Número de amostras	39
Resultados > LD	39
Valor médio	6,14
Valor mínimo	1,8
Valor máximo	11
Mediana	6,6
Desvio Padrão	2,40
Valor de atenção Res. CONAMA 454/2012	-
Valor de prevenção (TEL) NOAA SQTR 2008	-



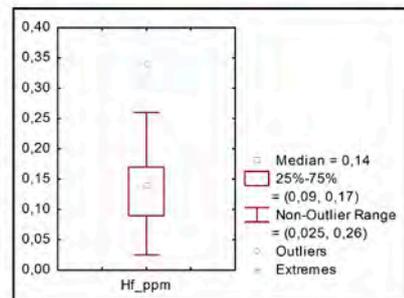


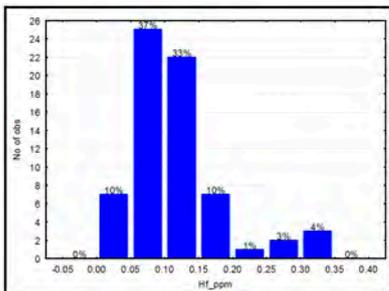
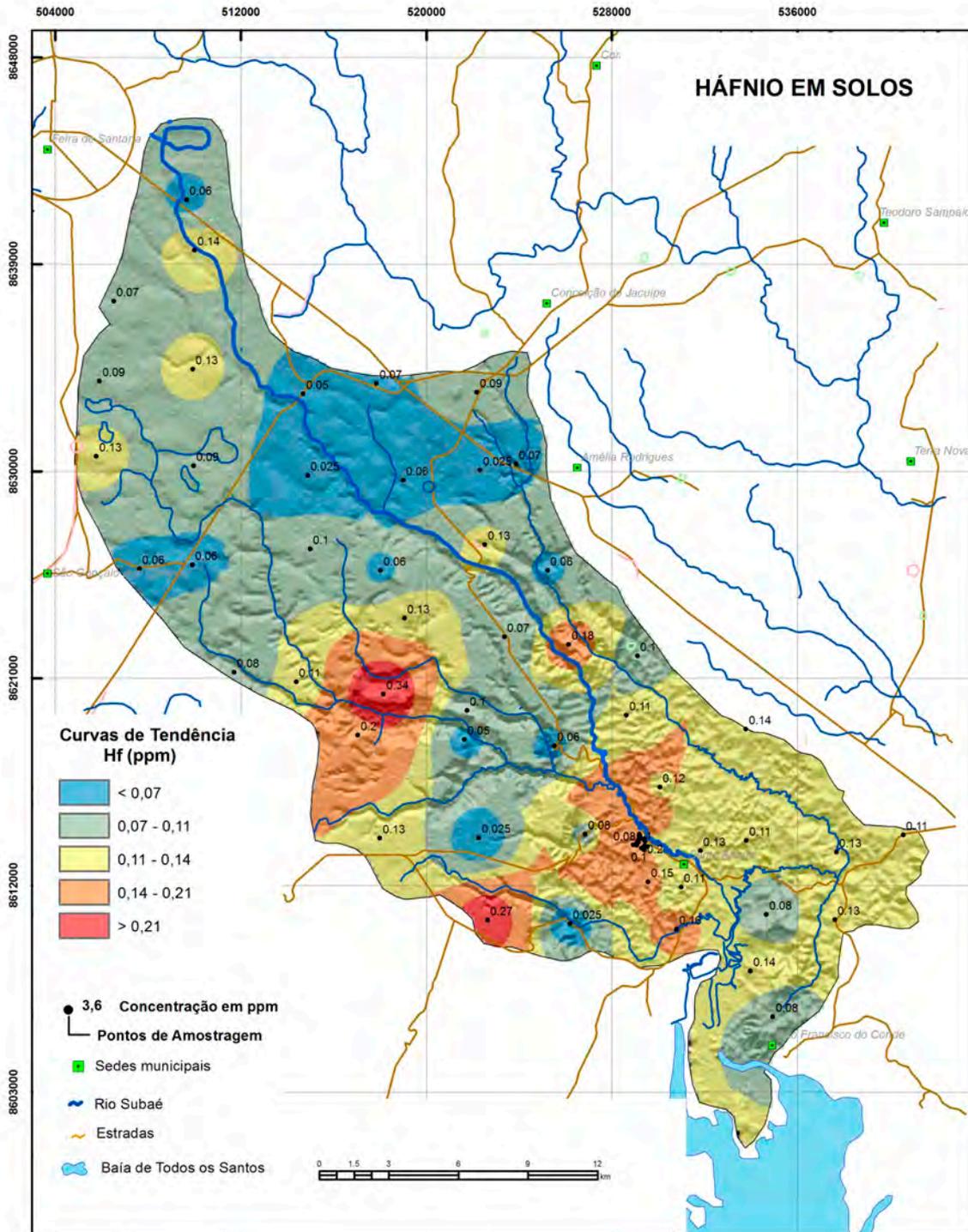
Estatística Descritiva	
Elemento	Ga (ppm)
Limite de Detecção - LD	0,1
Número de amostras	67
Resultados > LD	67
Valor médio	7,79
Valor mínimo	1,7
Valor máximo	23,1
Mediana	7,5
Desvio Padrão	3,65
Valor de prevenção Res. CONAMA 420/2009	-
Valor de prevenção NOAA SQTR 2008	-



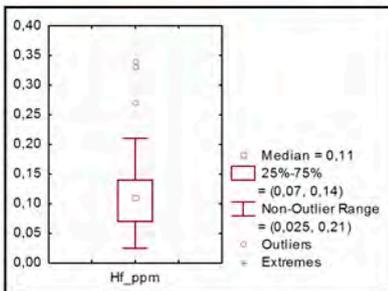


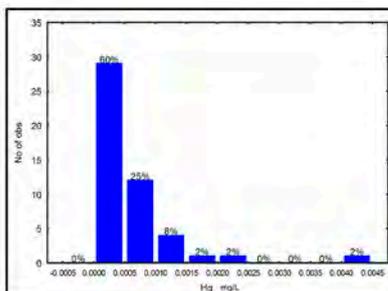
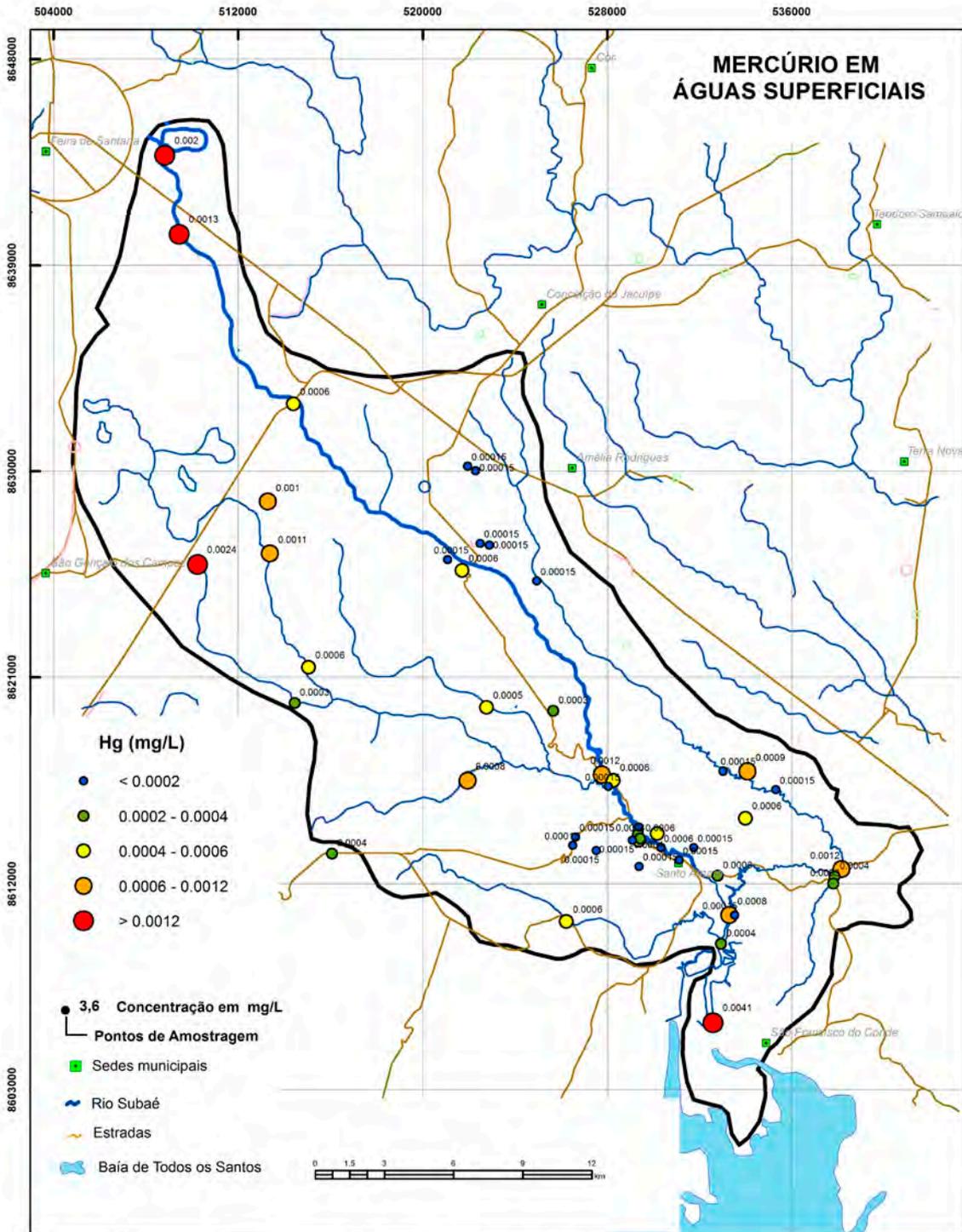
Estatística Descritiva	
Elemento	Hf (ppm)
Limite de Detecção - LD	0,05
Número de amostras	39
Resultados > LD	38
Valor médio	0,139
Valor mínimo	0,025
Valor máximo	0,34
Mediana	0,14
Desvio Padrão	0,062
Valor de atenção Res. CONAMA 454/2012	-
Valor de prevenção (TEL) NOAA SQTR 2008	-



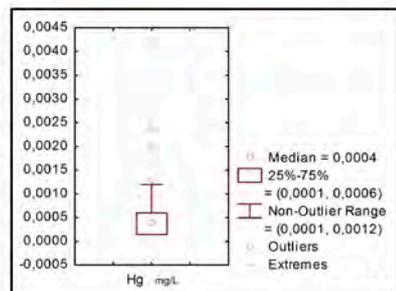


Estatística Descritiva	
Elemento	Hf (ppm)
Limite de Detecção - LD	0,05
Número de amostras	67
Resultados > LD	62
Valor médio	0,12
Valor mínimo	0,025
Valor máximo	0,34
Mediana	0,11
Desvio Padrão	0,07
Valor de prevenção Res. CONAMA 420/2009	-
Valor de prevenção NOAA SQTR 2008	-

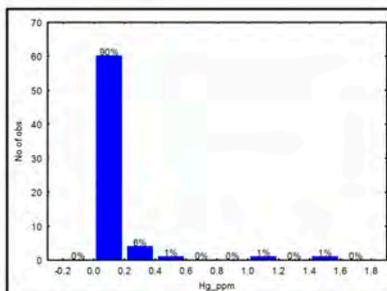
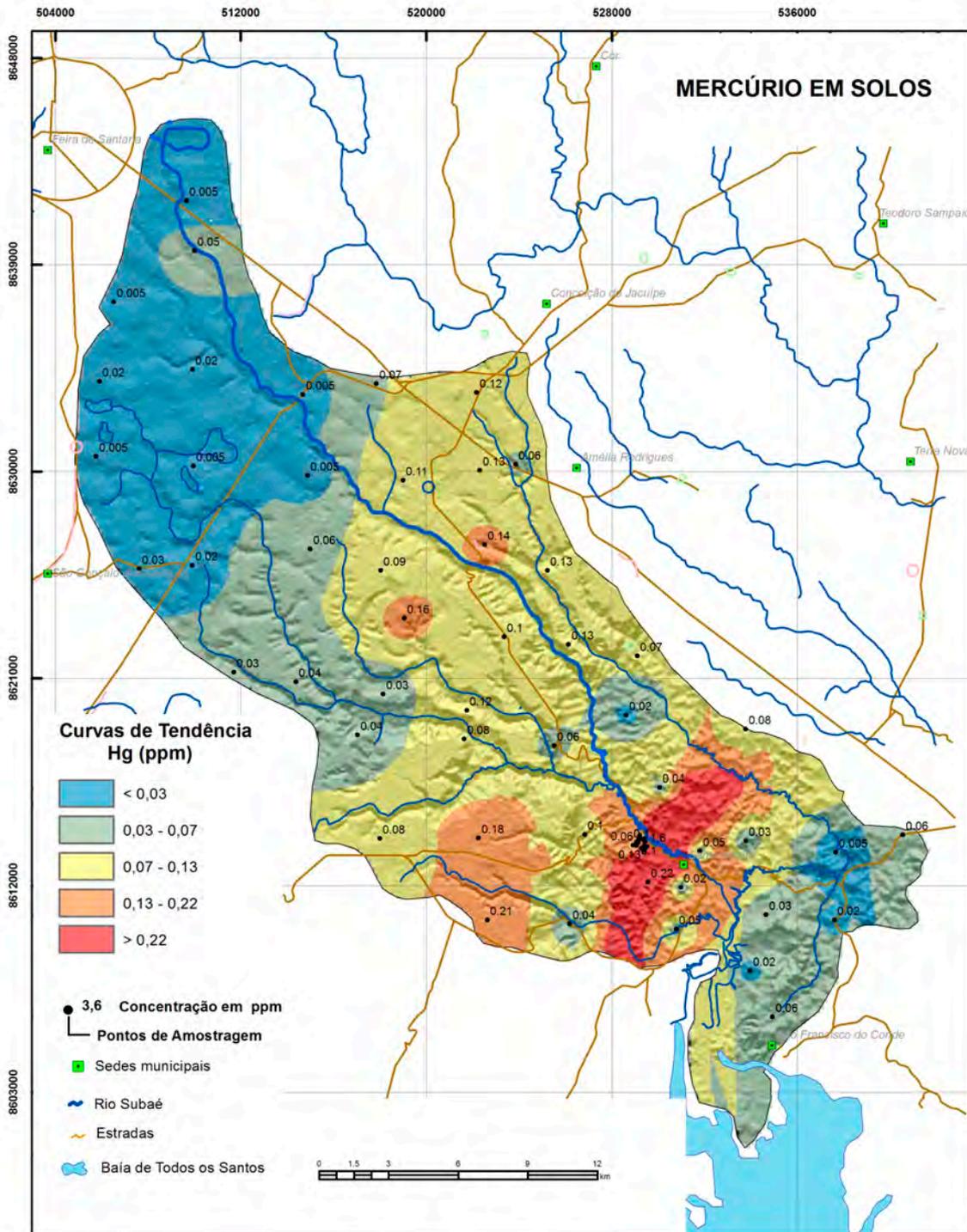




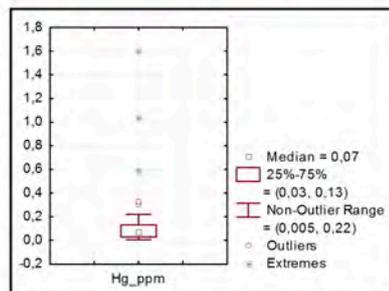
Estatística Descritiva	
Elemento	Hg (mg/L)
Límite de Detecção - LD	0,0003
Número de amostras	48
Resultados > LD	27
Valor médio	0,0006
Valor mínimo	0,0002
Valor máximo	0,0041
Mediana	0,0004
Desvio Padrão	0,0007
Portaria MS 2914 / 2011	0,001
Valor de prevenção Res. CONAMA 357/2005	0,0002
Valor de prevenção Res. CONAMA 396/2008	0,001
WHO 2011	0,006

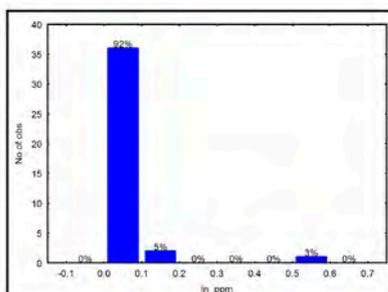
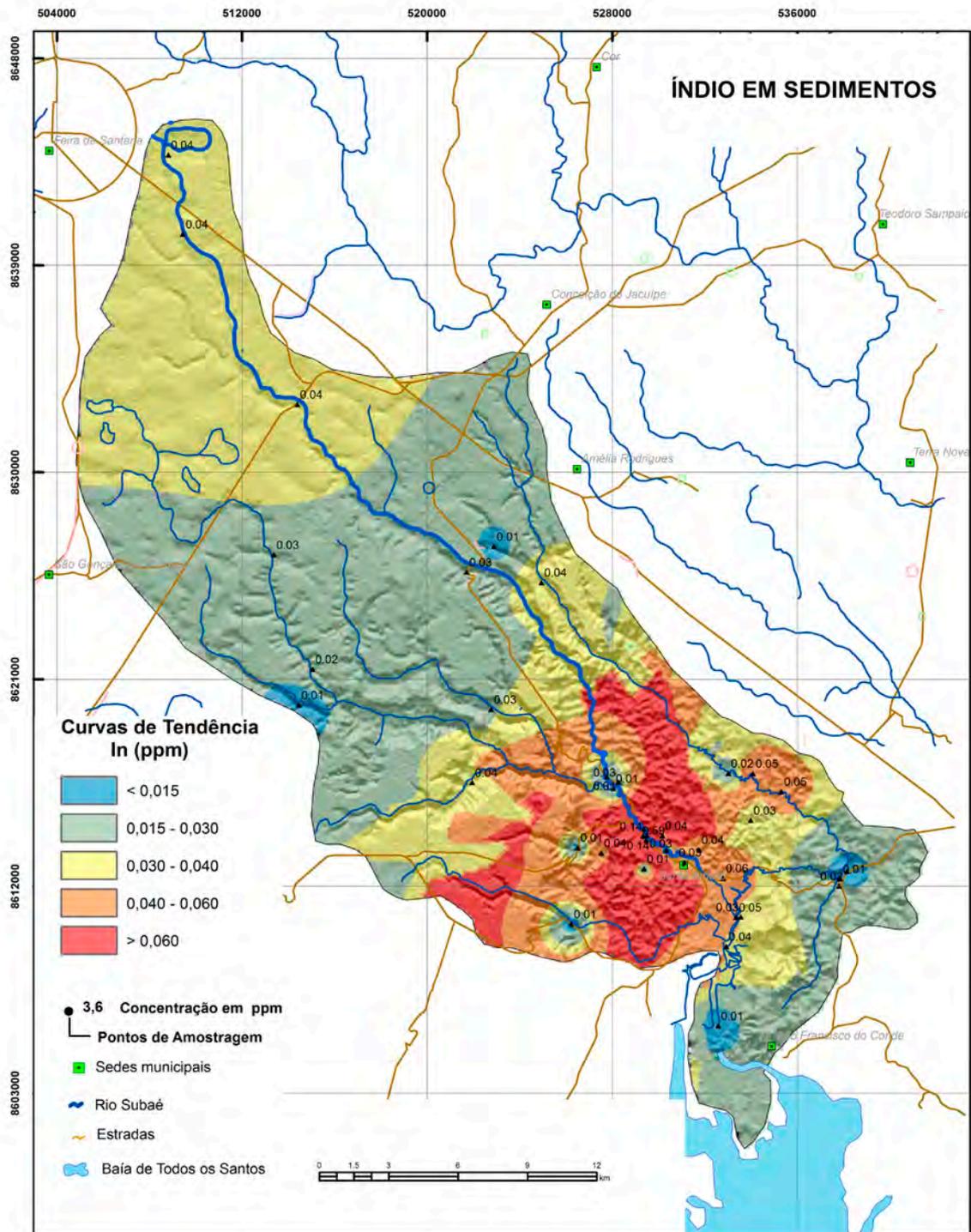




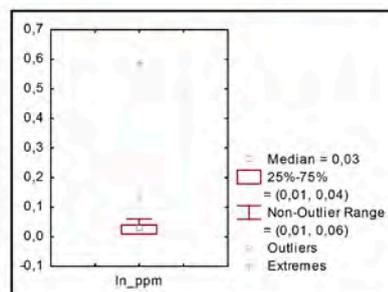


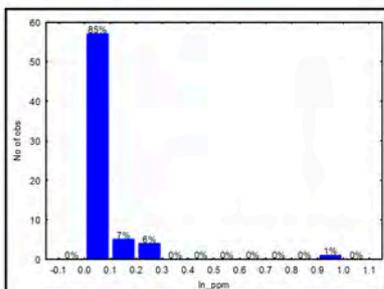
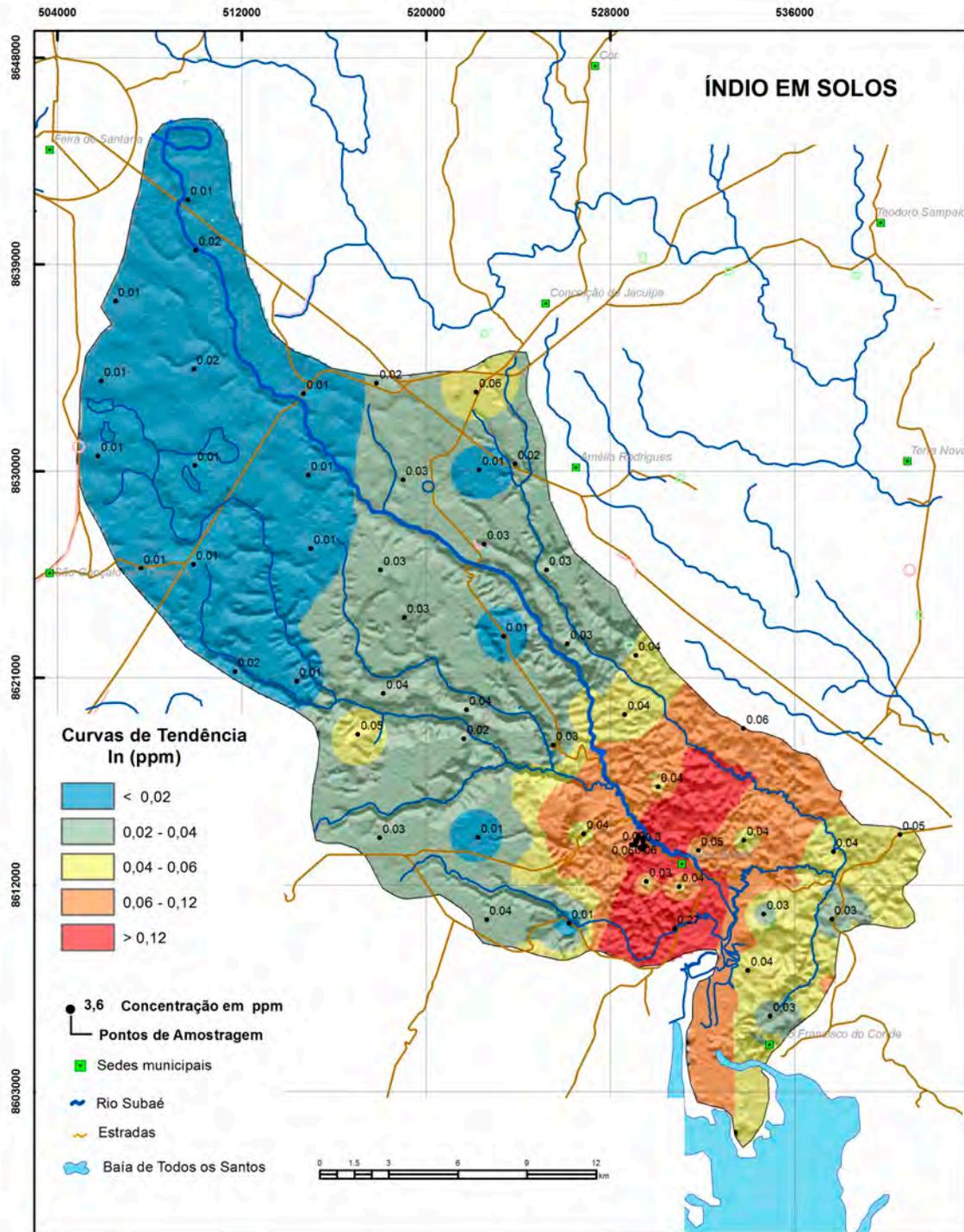
Estatística Descritiva	
Elemento	Hg (ppm)
Limite de Detecção - LD	0,01
Número de amostras	67
Resultados > LD	60
Valor médio	0,13
Valor mínimo	0,005
Valor máximo	1,6
Mediana	0,07
Desvio Padrão	0,24
Valor de prevenção Res. CONAMA 420/2009	0,5
Valor de prevenção NOAA SQTR 2008	0,3



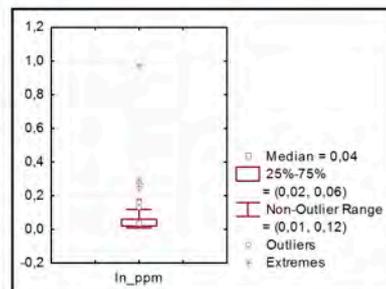


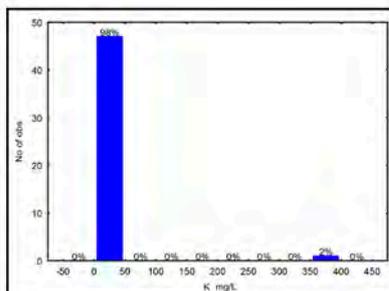
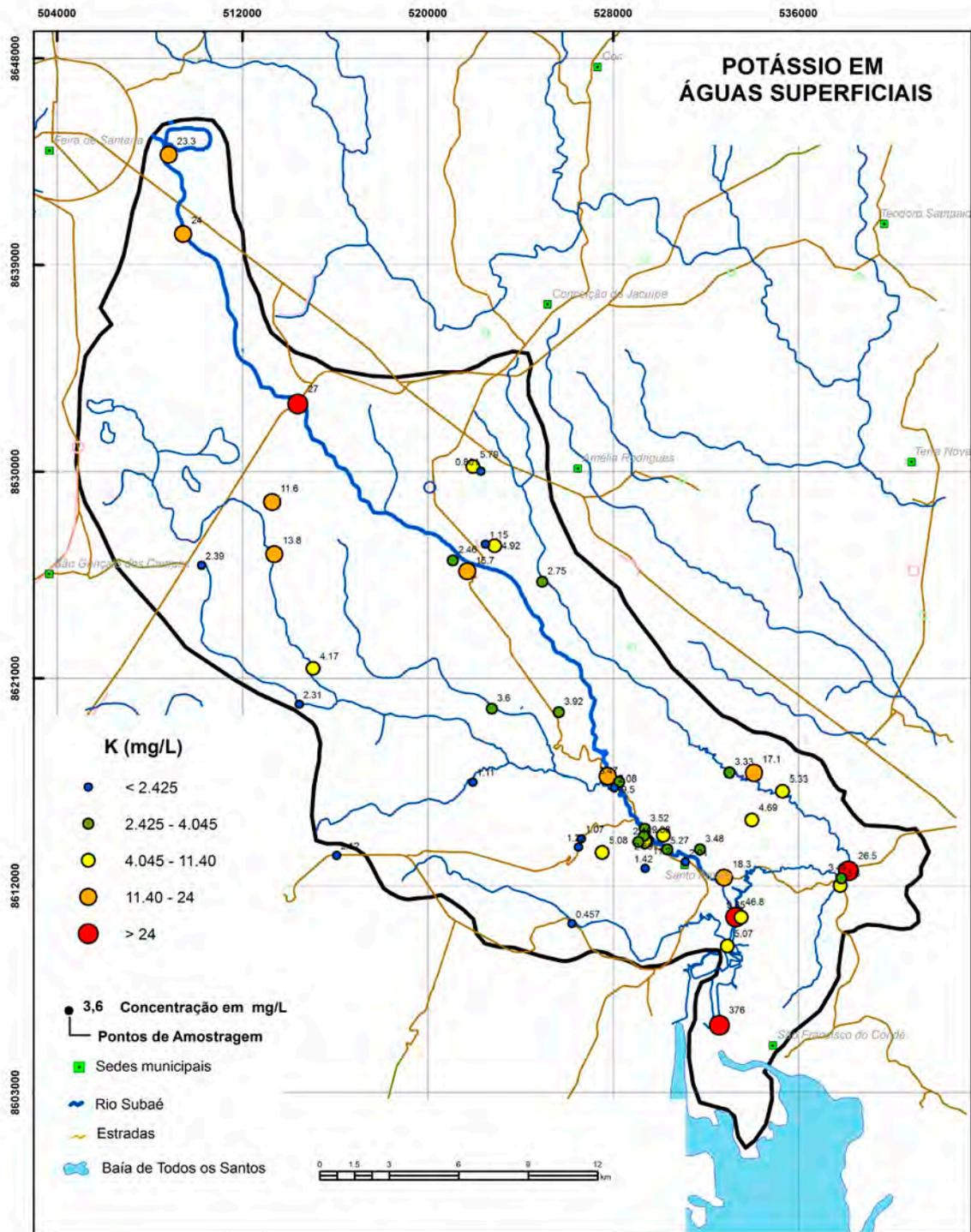
Estatística Descritiva	
Elemento	In (ppm)
Limite de Detecção - LD	0,02
Número de amostras	39
Resultados > LD	28
Valor médio	0,05
Valor mínimo	0,01
Valor máximo	0,59
Mediana	0,03
Desvio Padrão	0,09
Valor de atenção Res. CONAMA 454/2012	-
Valor de prevenção (TEL) NOAA SQTR 2008	-



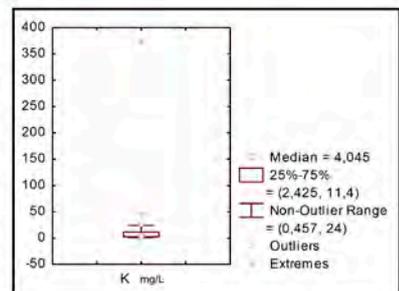


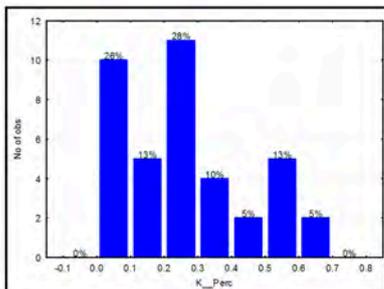
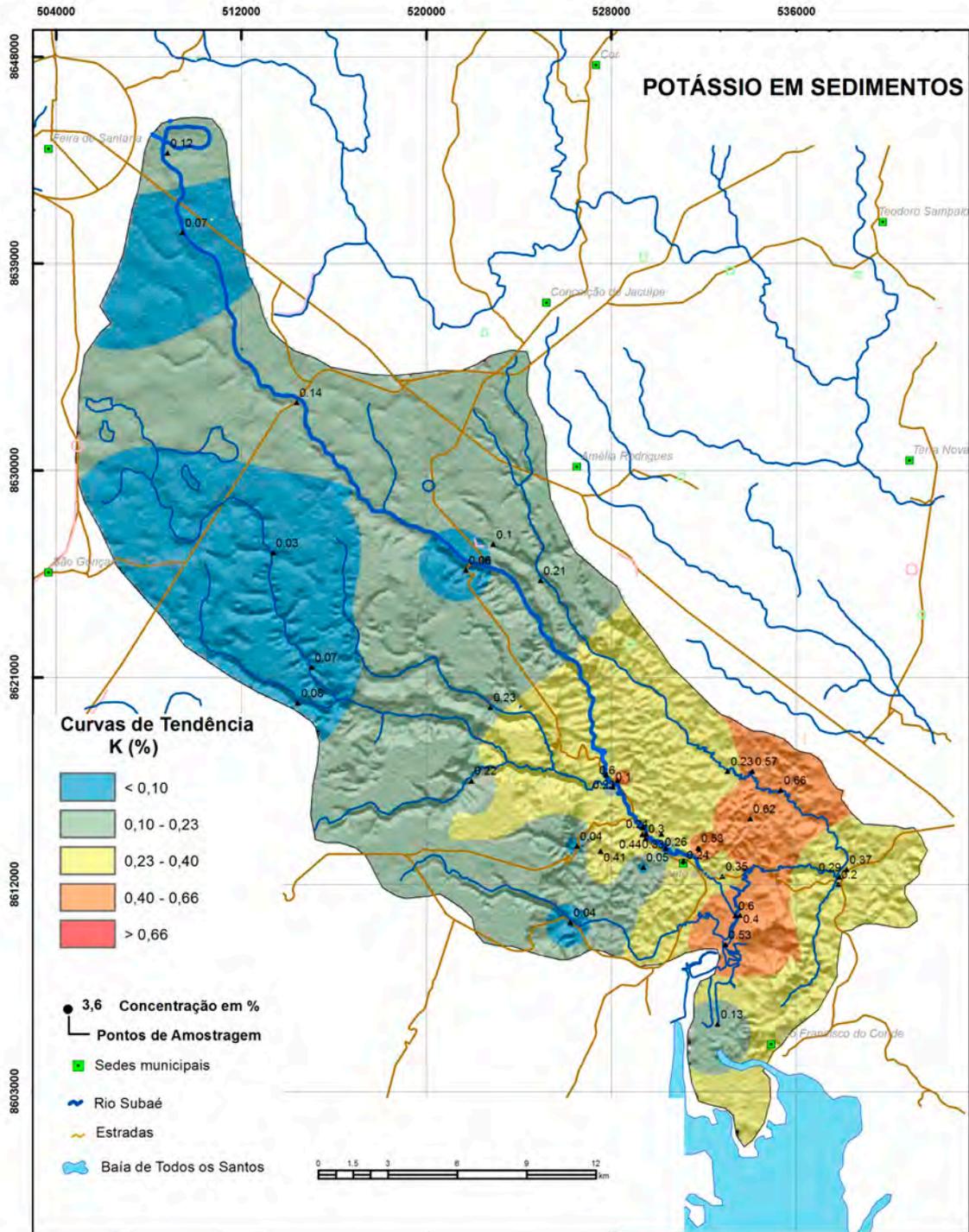
Estatística Descritiva	
Elemento	In (ppm)
Limite de Detecção - LD	0,02
Número de amostras	67
Resultados > LD	67
Valor médio	0,07
Valor mínimo	0,01
Valor máximo	0,97
Mediana	0,04
Desvio Padrão	0,13
Valor de prevenção Res. CONAMA 420/2009	-
Valor de prevenção NOAA SQTR 2008	-



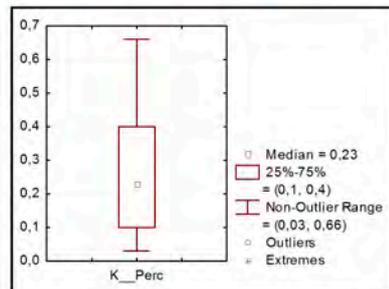


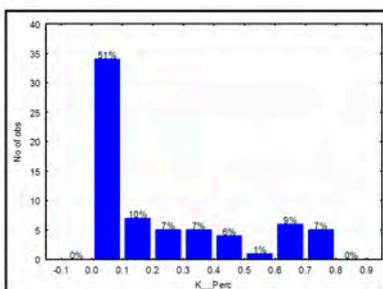
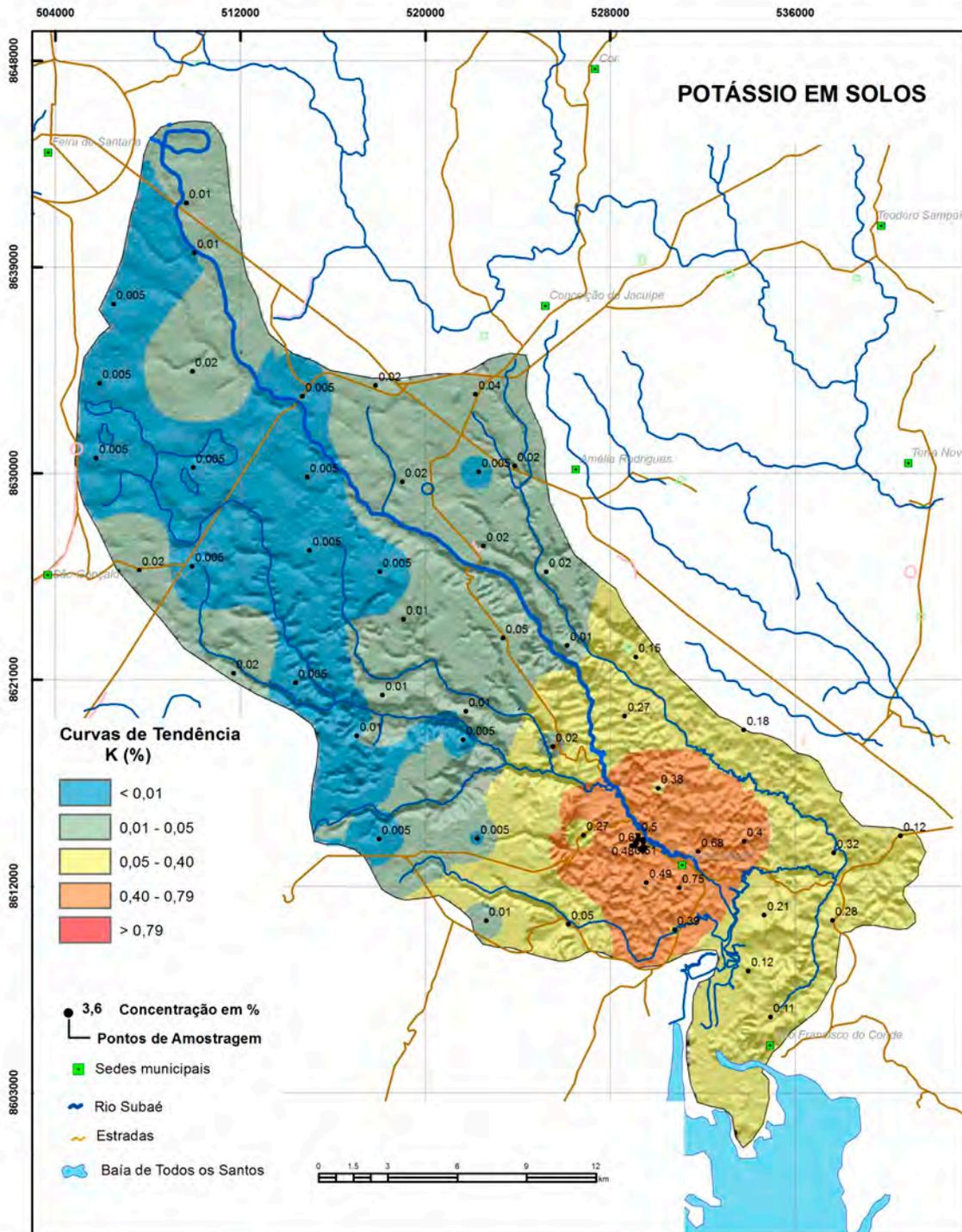
Estatística Descritiva	
Elemento	K (mg/L)
Limite de Detecção - LD	0,005
Número de amostras	48
Resultados > LD	48
Valor médio	15,69
Valor mínimo	0,457
Valor máximo	376
Mediana	4,05
Desvio Padrão	53,91
<b>Portaria MS 2914 / 2011</b>	
Valor de prevenção Res. CONAMA 357/2005	-
Valor de prevenção Res. CONAMA 396/2008	-
<b>WHO 2011</b>	
	-



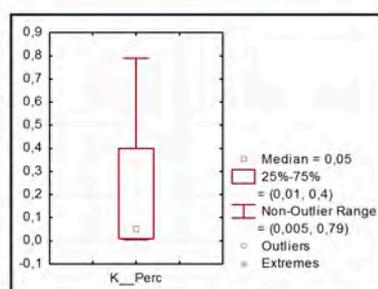


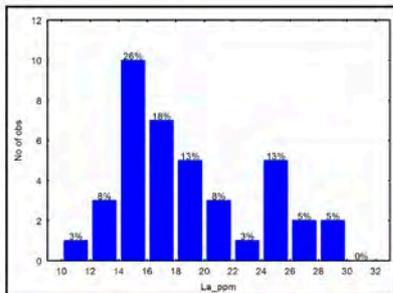
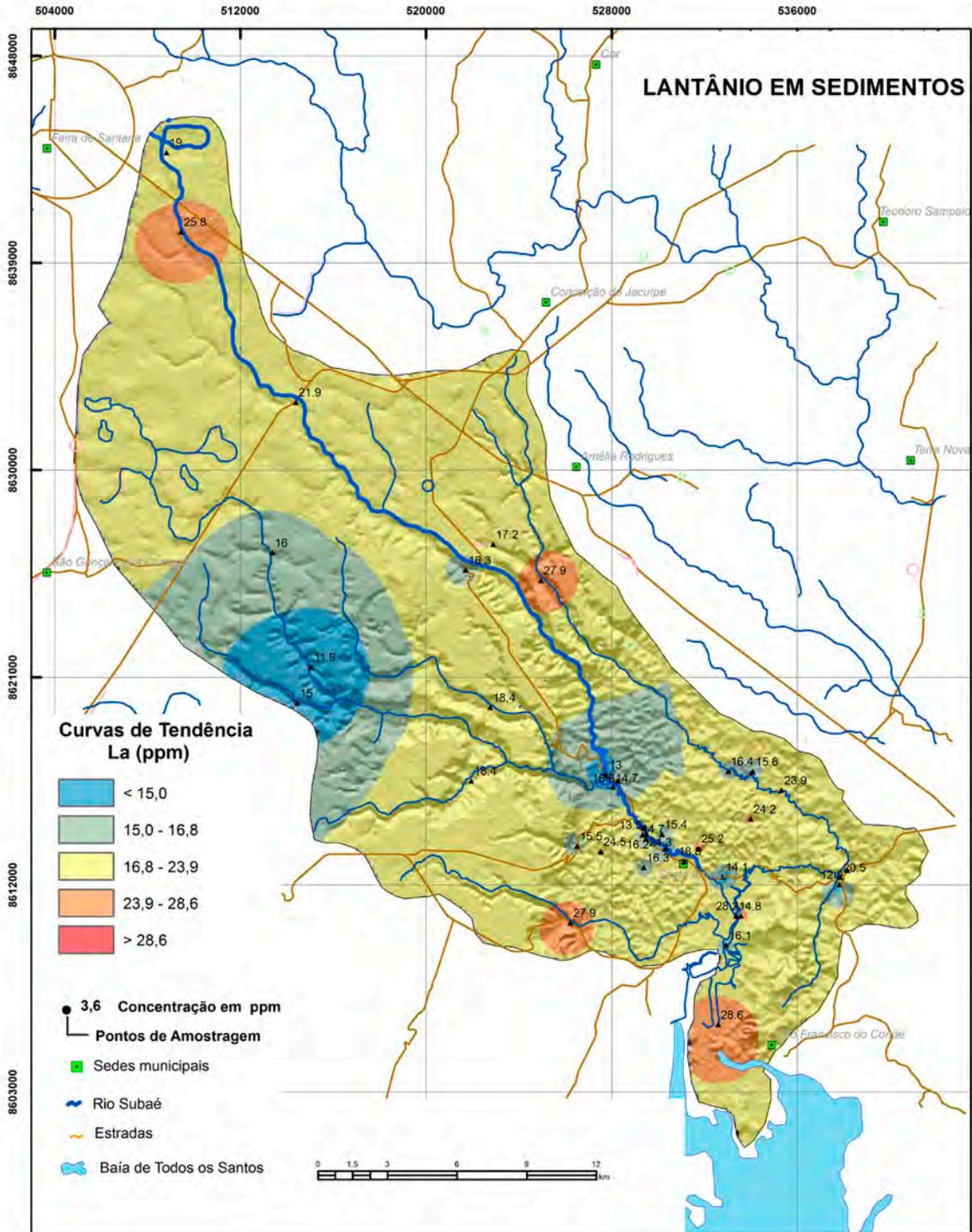
Estatística Descritiva	
Elemento	K (%)
Limite de Detecção - LD	0,01
Número de amostras	39
Resultados > LD	39
Valor médio	0,3
Valor mínimo	0,03
Valor máximo	0,66
Mediana	0,23
Desvio Padrão	0,19
Valor de atenção Res. CONAMA 454/2012	-
Valor de prevenção (TEL) NOAA SQTR 2008	-



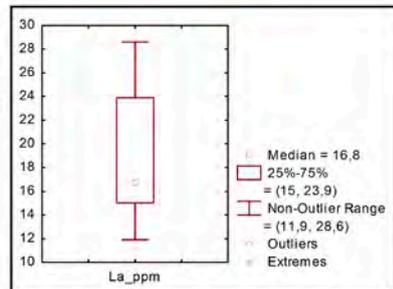


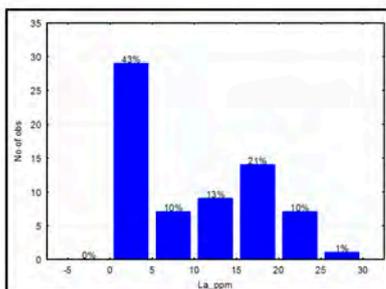
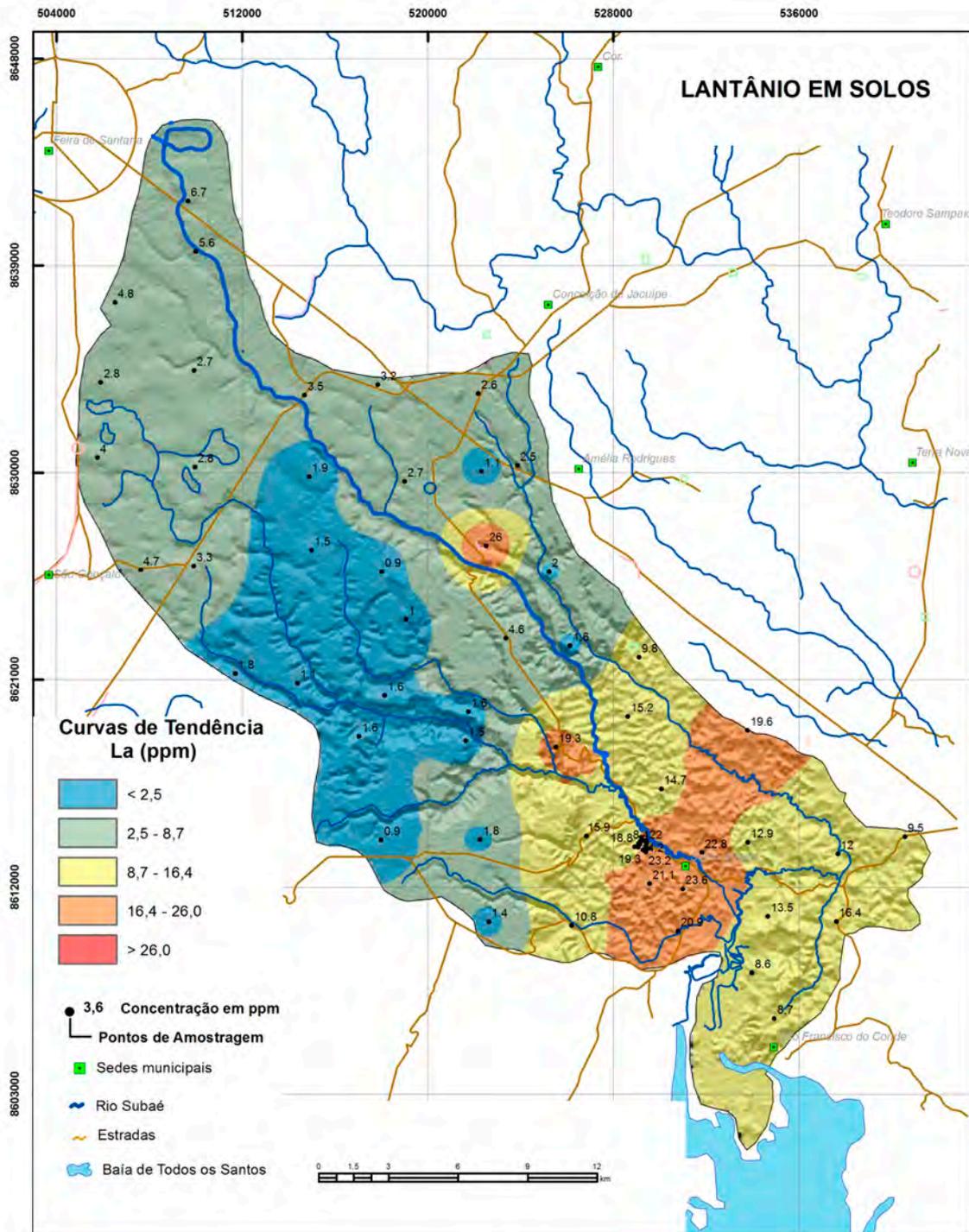
Estatística Descritiva	
Elemento	K (%)
Límite de Detecção	0,01
Número de medidas	67
Result > Lim Detec	56
Valor Médio	0,22
Valor Mínimo	0,005
Valor Máximo	0,79
Mediana	0,05
Desvio Padrão	0,26
Valor de prevenção Res. CONAMA 420/2009	-
Valor de prevenção NOAA SQRT2008	-



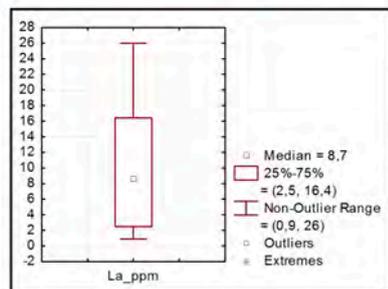


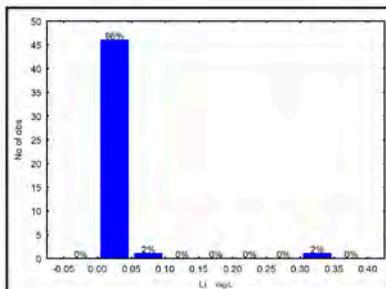
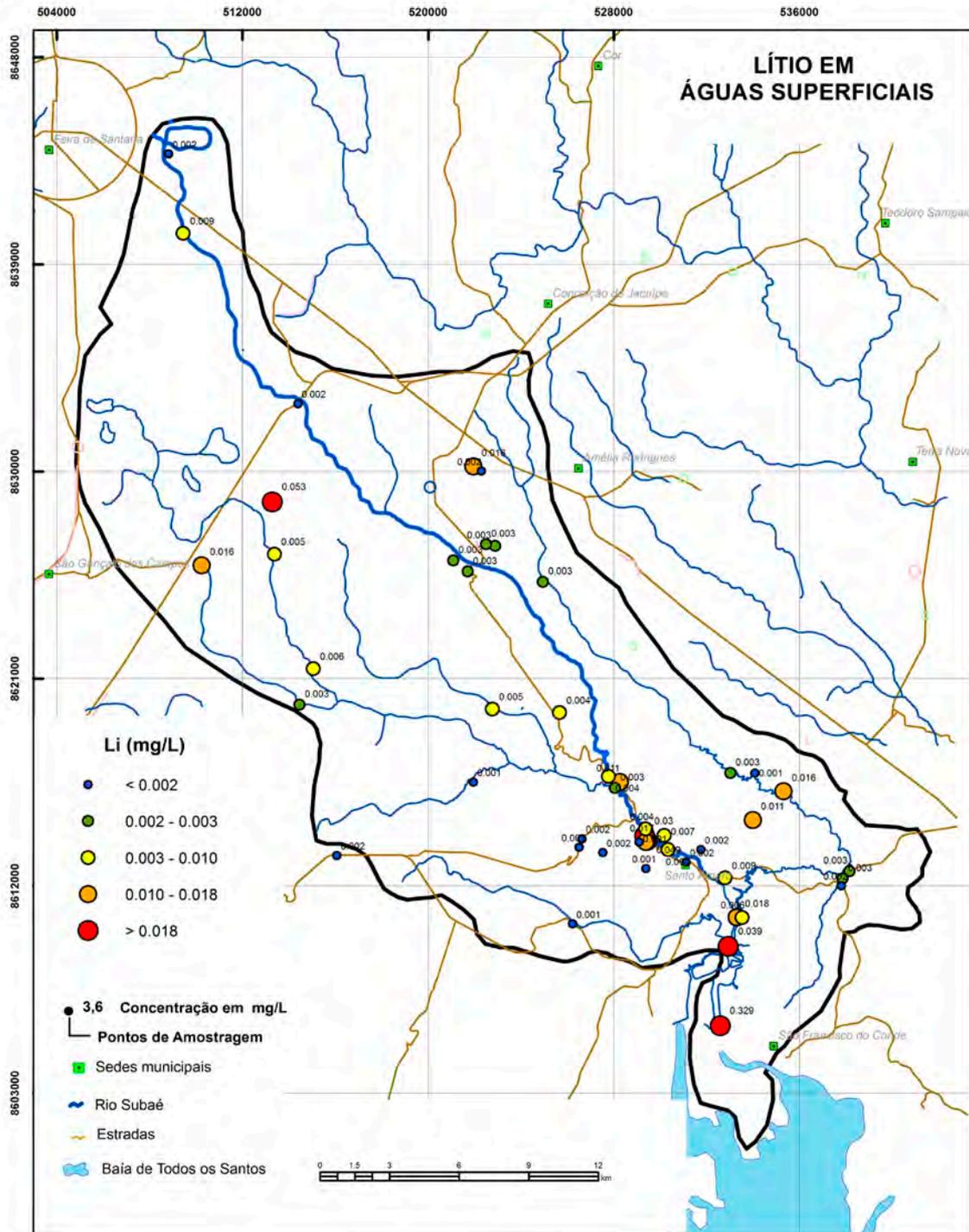
Estatística Descritiva	
Elemento	La (ppm)
Limite de Detecção - LD	0,1
Número de amostras	39
Resultados > LD	39
Valor médio	18,82
Valor mínimo	11,9
Valor máximo	28,6
Mediana	16,8
Desvio Padrão	4,87
Valor de atenção Res. CONAMA 454/2012	-
Valor de prevenção (TEL) NOAA SQTR 2008	-



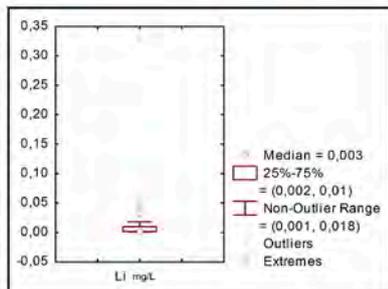


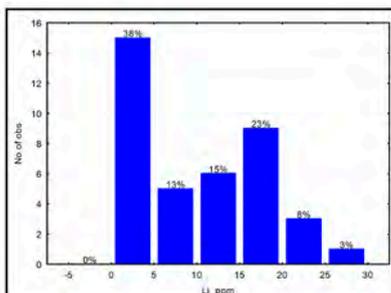
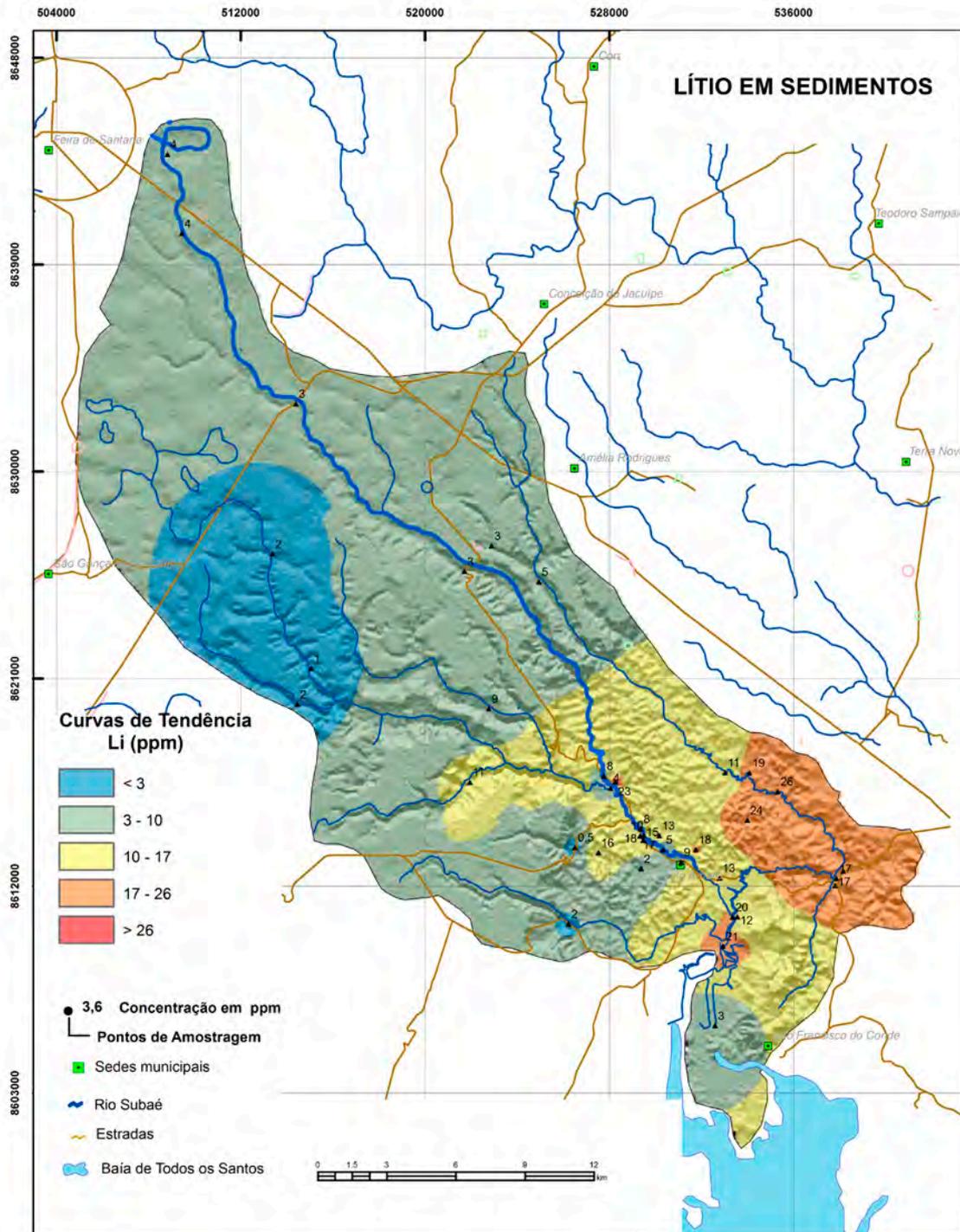
Estatística Descritiva	
Elemento	La (ppm)
Límite de Detecção - LD	0,1
Número de amostras	67
Resultados > LD	67
Valor médio	9,96
Valor mínimo	0,9
Valor máximo	26
Mediana	8,7
Desvio Padrão	7,75
Valor de prevenção Res. CONAMA 420/2009	-
Valor de prevenção NOAA SQTR 2008	-



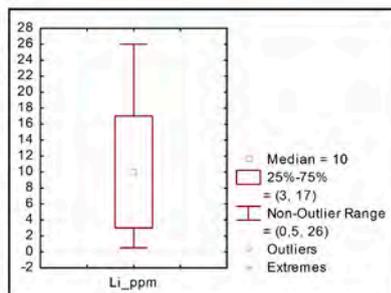


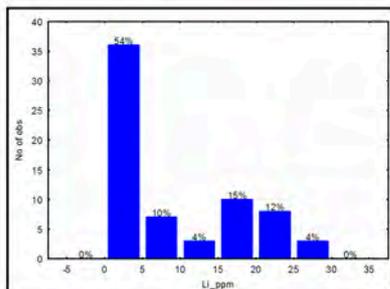
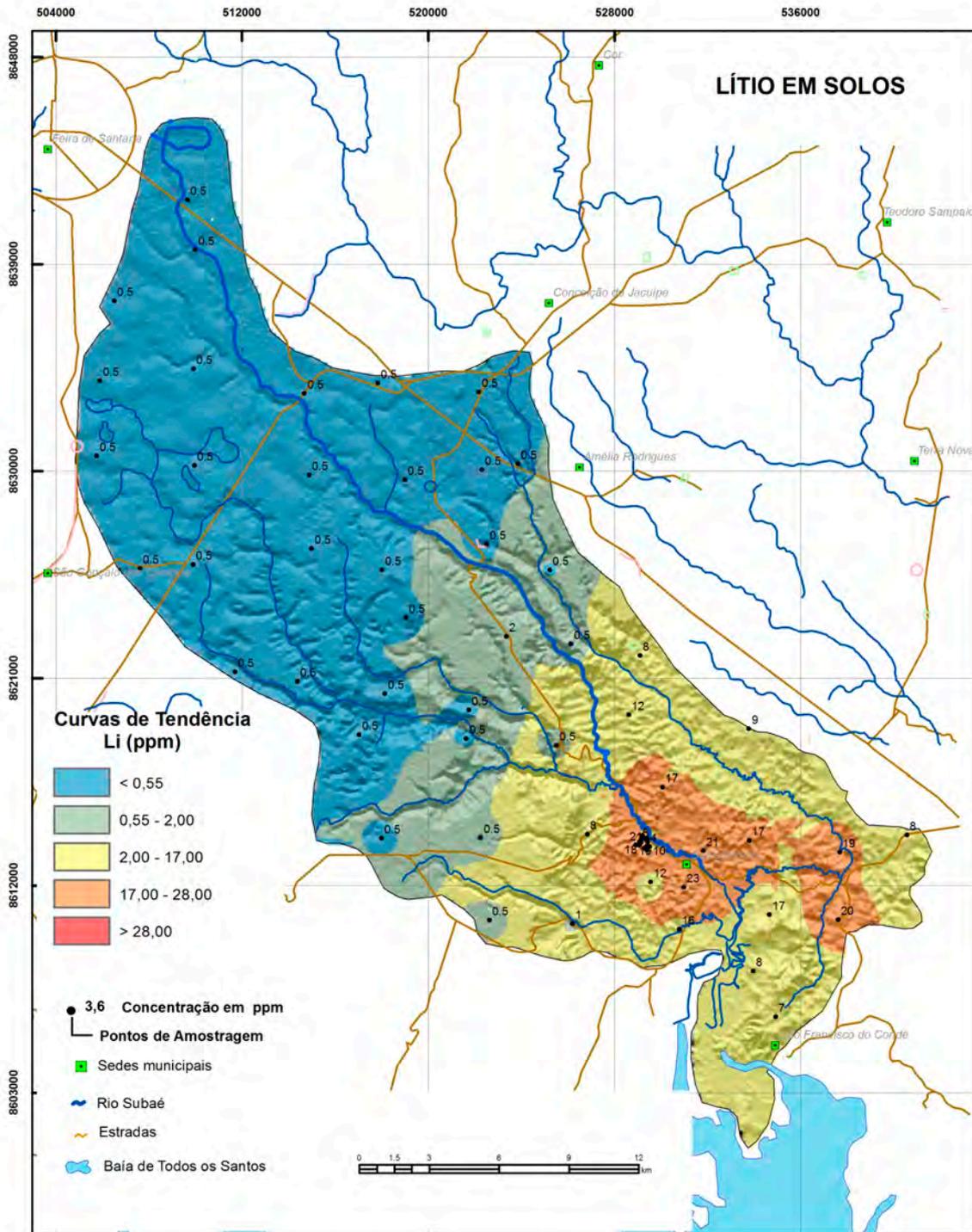
Estatística Descritiva	
Elemento	Li (mg/L)
Limite de Detecção - LD	0,001
Número de amostras	48
Resultados > LD	42
Valor médio	0,015
Valor mínimo	0,001
Valor máximo	0,329
Mediana	0,003
Desvio Padrão	0,048
Portaria MS 2914 / 2011	-
Valor de prevenção Res. CONAMA 357/2005	2,5
Valor de prevenção Res. CONAMA 396/2008	-
WHO 2011	-



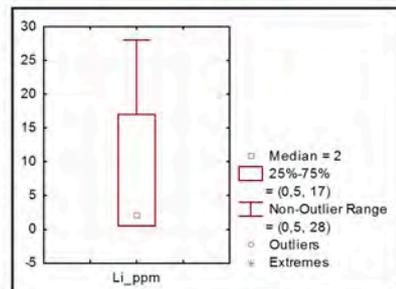


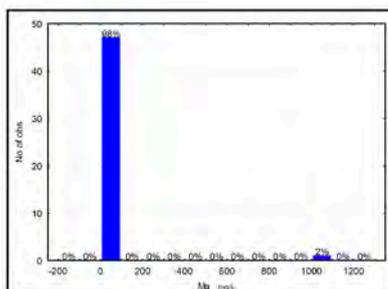
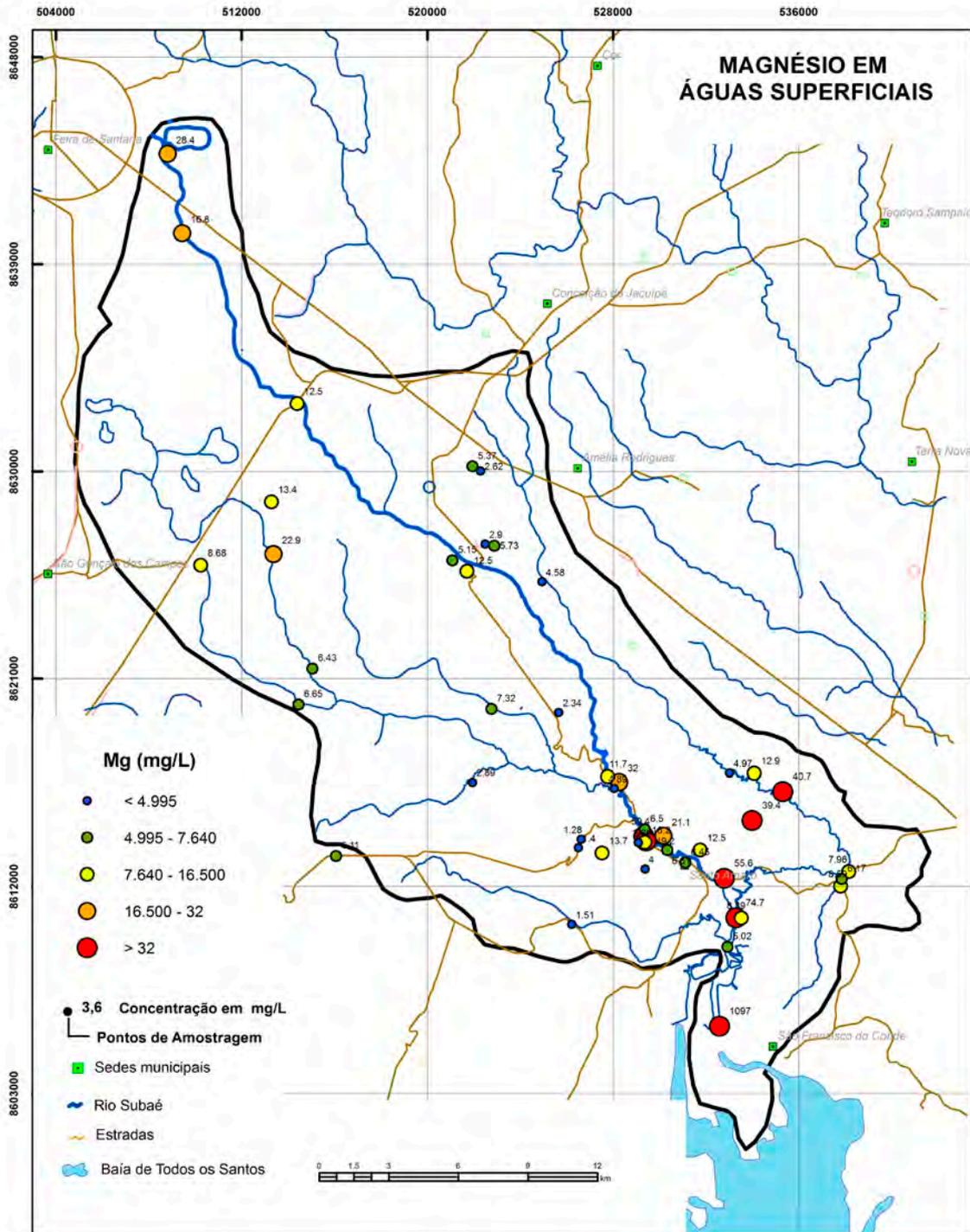
Estatística Descritiva	
Elemento	Li (ppm)
Limite de Detecção - LD	1
Número de amostras	39
Resultados > LD	38
Valor médio	10,68
Valor mínimo	0,5
Valor máximo	26
Mediana	10
Desvio Padrão	7,47
Valor de atenção Res. CONAMA 454/2012	-
Valor de prevenção (TEL) NOAA SQTR 2008	-



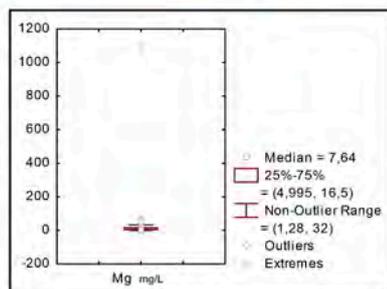


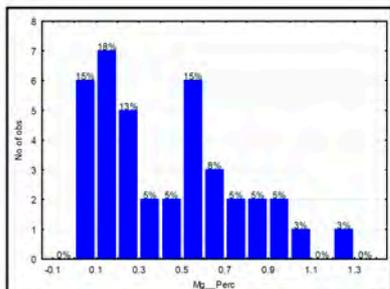
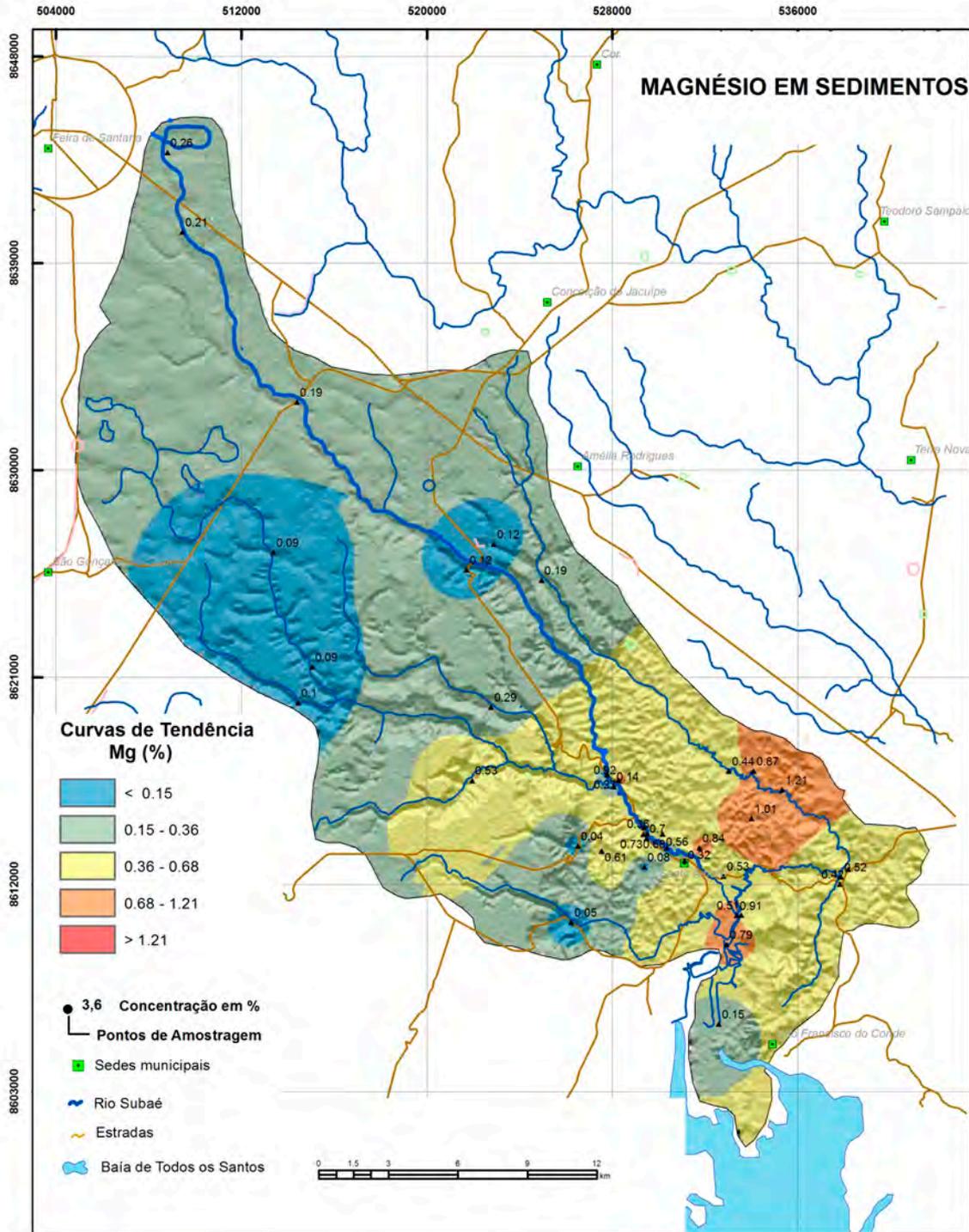
Estatística Descritiva	
Elemento	Li (ppm)
Limite de Detecção - LD	1,0
Número de amostras	67
Resultados > LD	51
Valor médio	8,36
Valor mínimo	0,5
Valor máximo	28
Mediana	2
Desvio Padrão	9,3
Valor de prevenção Res. CONAMA 420/2009	-
Valor de prevenção NOAA SQTR 2008	-



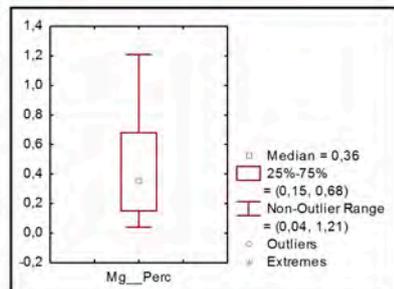


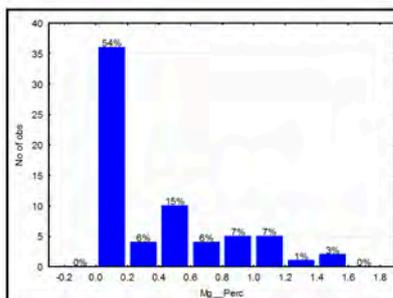
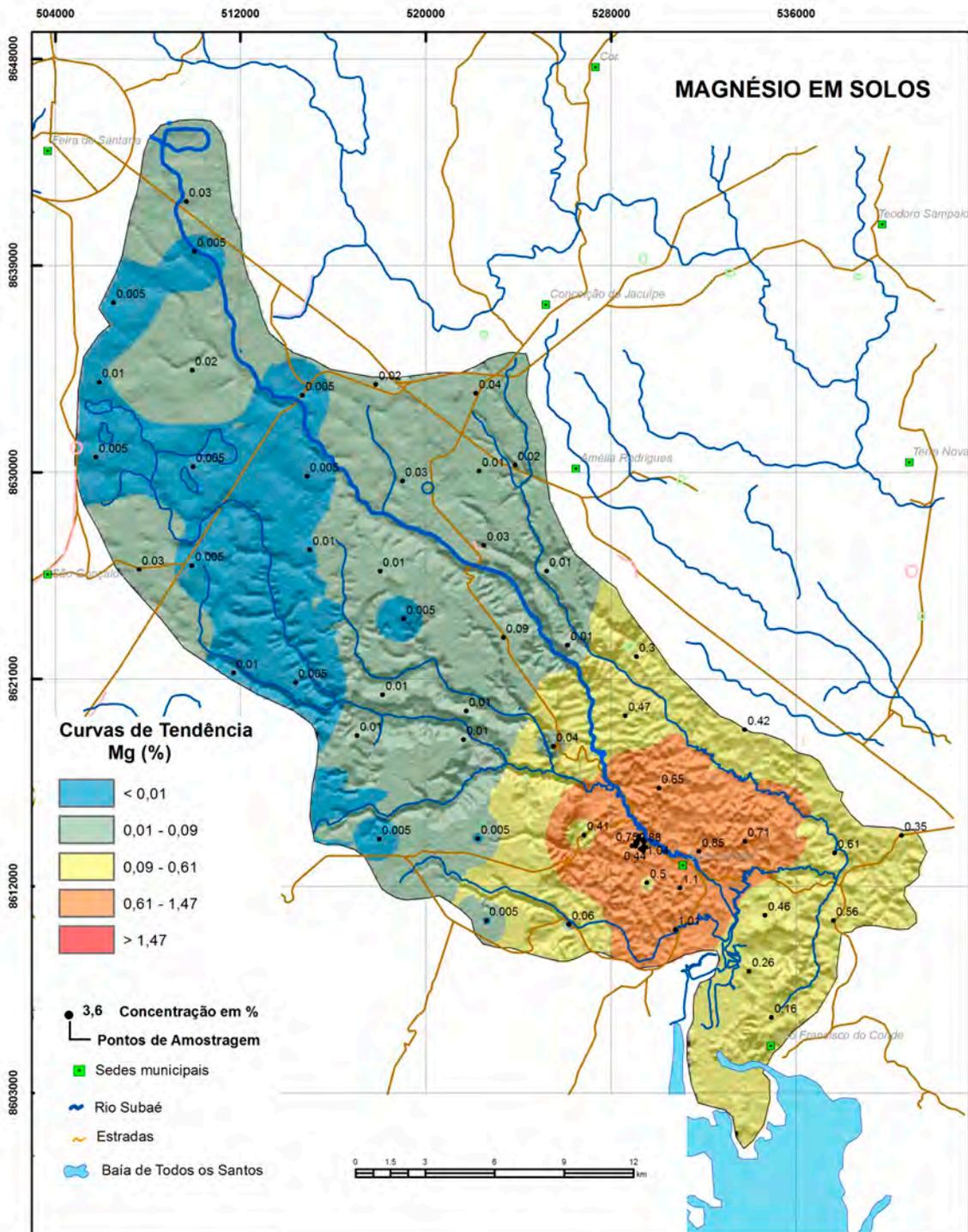
Estatística Descritiva	
Elemento	Mg (mg/L)
Límite de Detecção - LD	0,01
Número de amostras	48
Resultados > LD	48
Valor médio	37,21
Valor mínimo	1,28
Valor máximo	1097
Mediana	7,64
Desvio Padrão	157,11
Portaria MS 2914 / 2011	-
Valor de prevenção Res. CONAMA 357/2005	-
Valor de prevenção Res. CONAMA 396/2008	-
WHO 2011	-



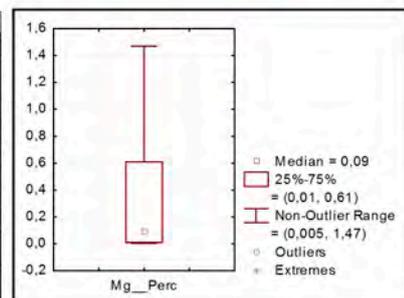


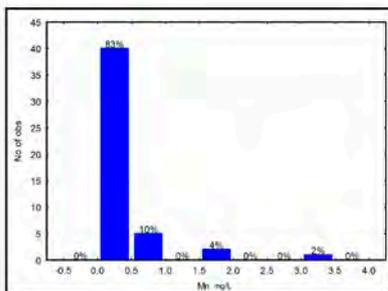
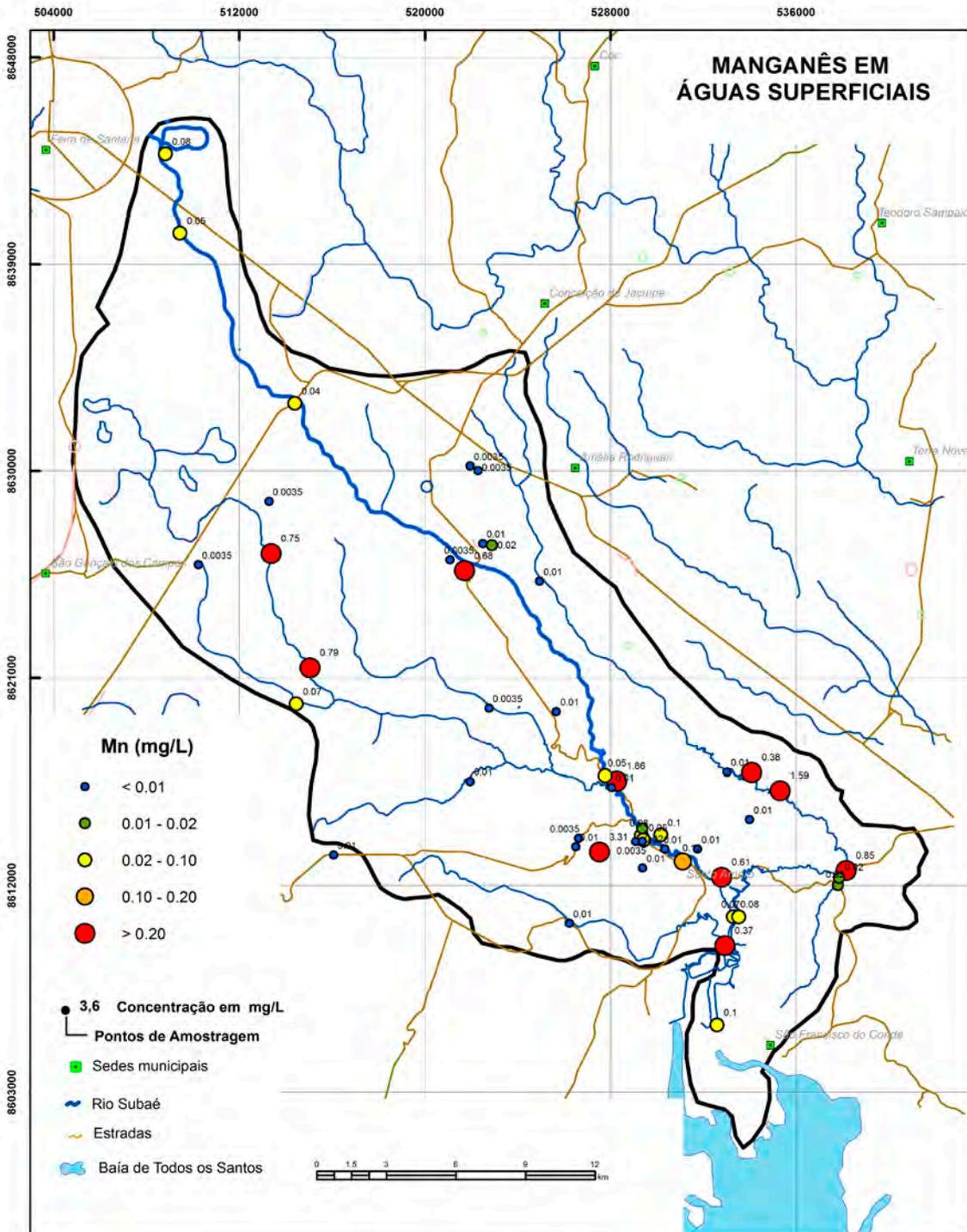
Estatística Descritiva	
Elemento	Mg (%)
Limite de Detecção - LD	0.01
Número de amostras	39
Resultados > LD	39
Valor médio	0.43
Valor mínimo	0.04
Valor máximo	1.21
Mediana	0.36
Desvio Padrão	0.31
Valor de atenção Res. CONAMA 454/2012	-
Valor de prevenção (TEL) NOAA SQTR 2008	-



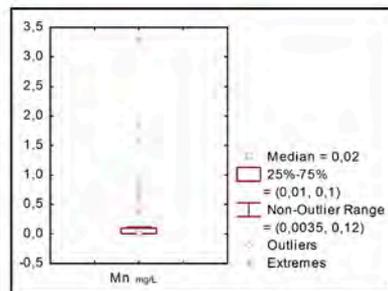


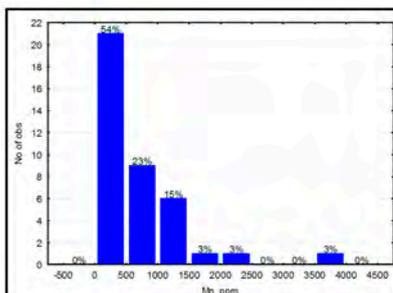
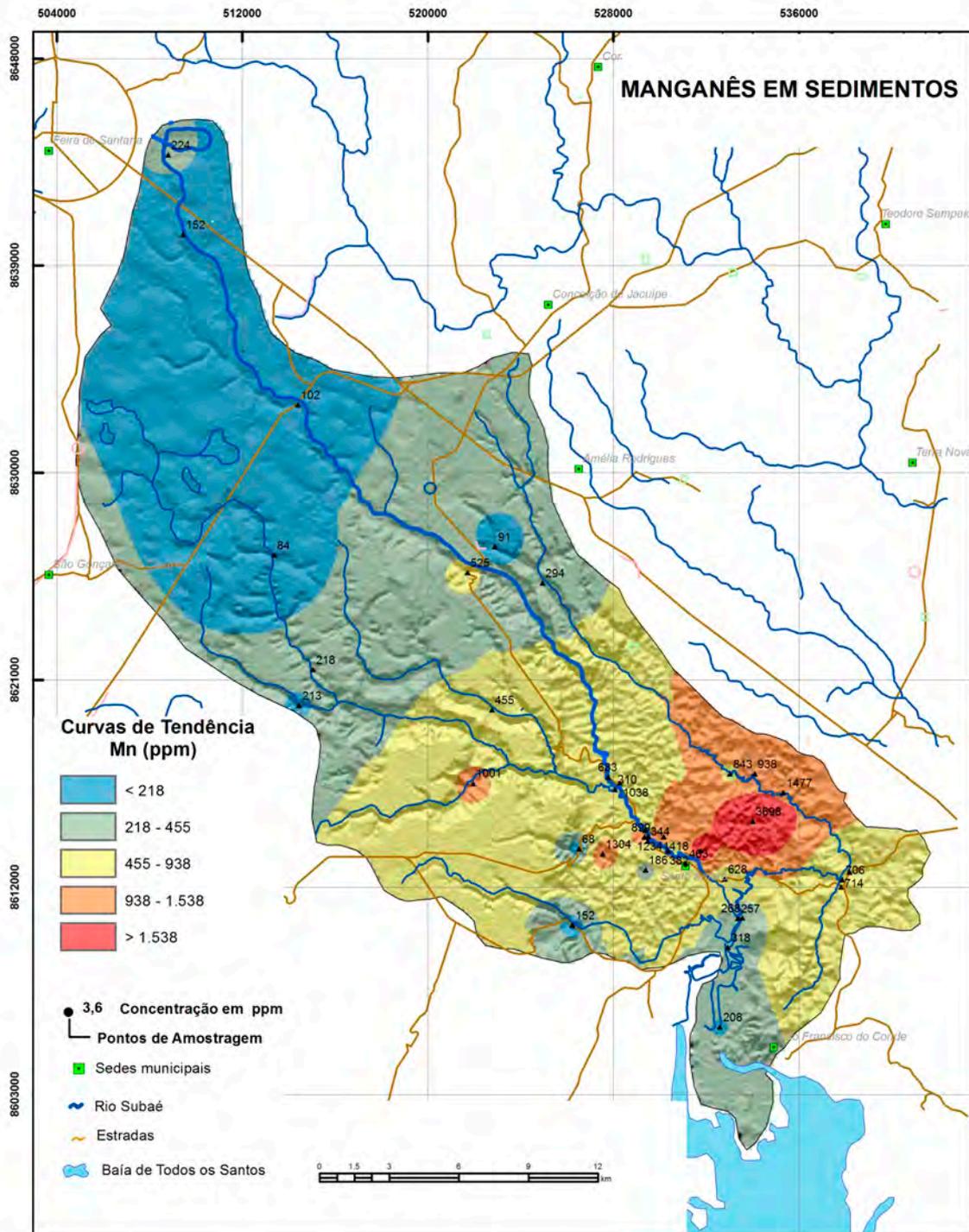
Estatística Descritiva	
Elemento	Mg (%)
Límite de Detecção - LD	0,01
Número de amostras	67
Resultados > LD	55
Valor médio	0,35
Valor mínimo	0,005
Valor máximo	1,47
Mediana	0,09
Desvio Padrão	0,42
Valor de prevenção Res. CONAMA 420/2009	-
Valor de prevenção NOAA SQTR 2008	-



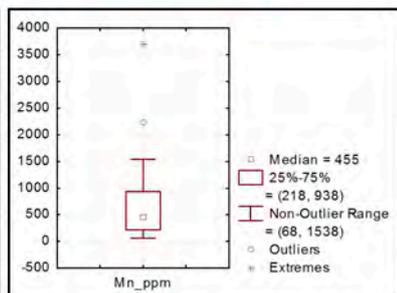


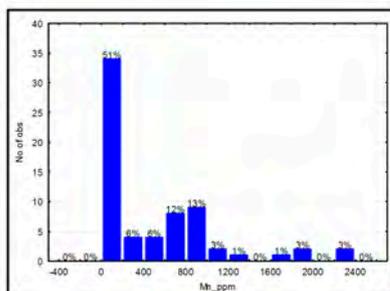
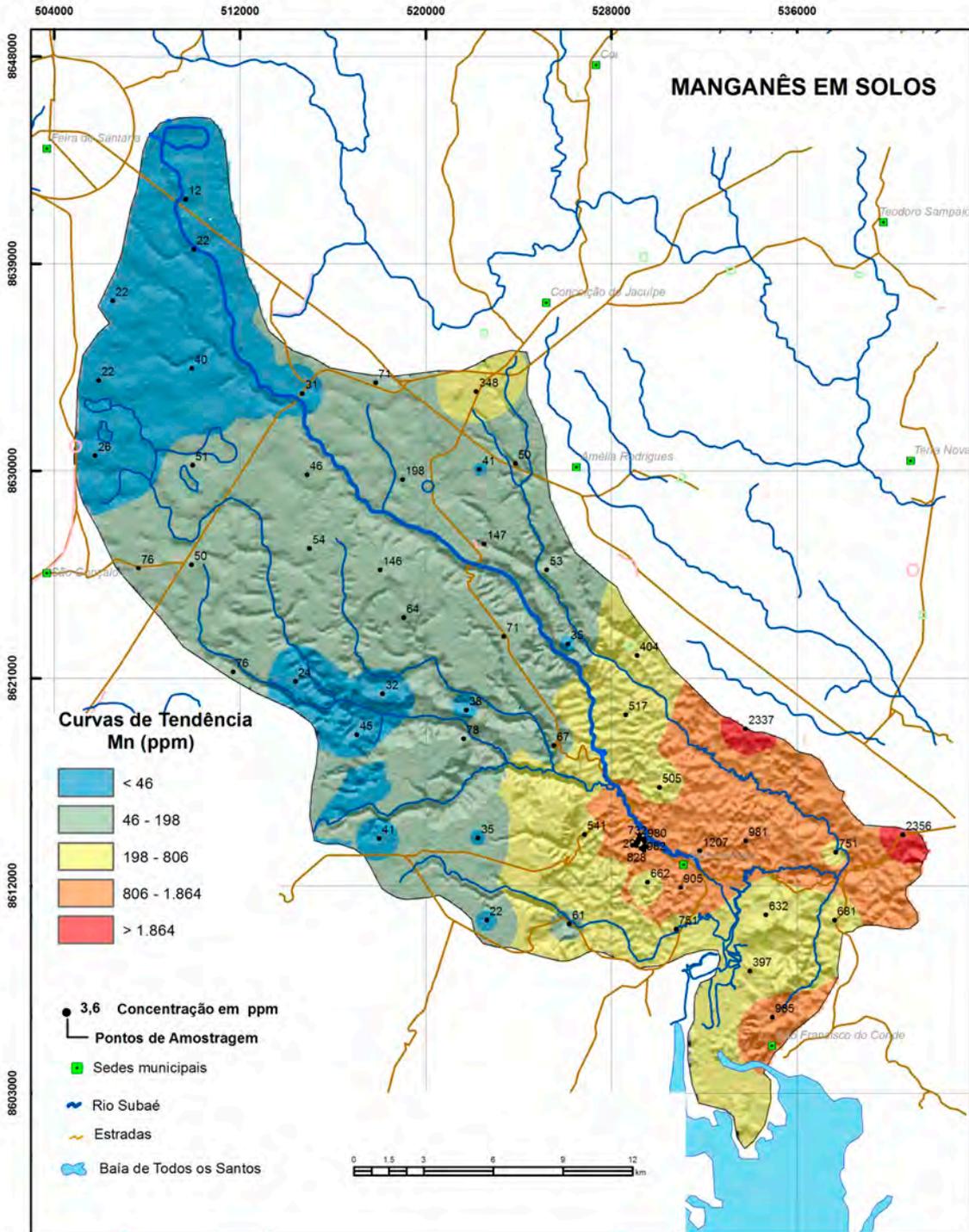
Estatística Descritiva	
Elemento	Mn (mg/L)
Limite de Detecção - LD	0,007
Número de amostras	48
Resultados > LD	39
Valor médio	0,257
Valor mínimo	0,0035
Valor máximo	3,31
Mediana	0,02
Desvio Padrão	0,599
Portaria MS 2914 / 2011	0,1
Valor de prevenção Res. CONAMA 357/2005	0,1
Valor de prevenção Res. CONAMA 396/2008	0,1
WHO 2011	-



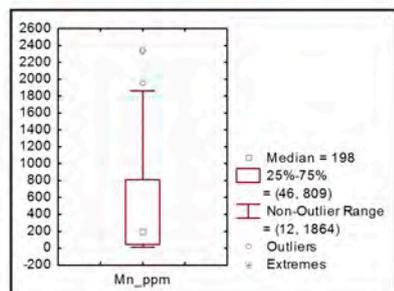


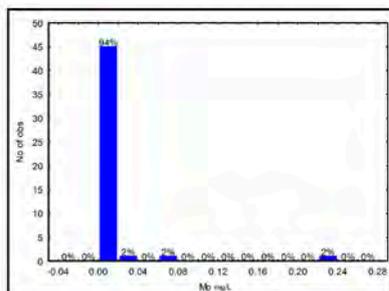
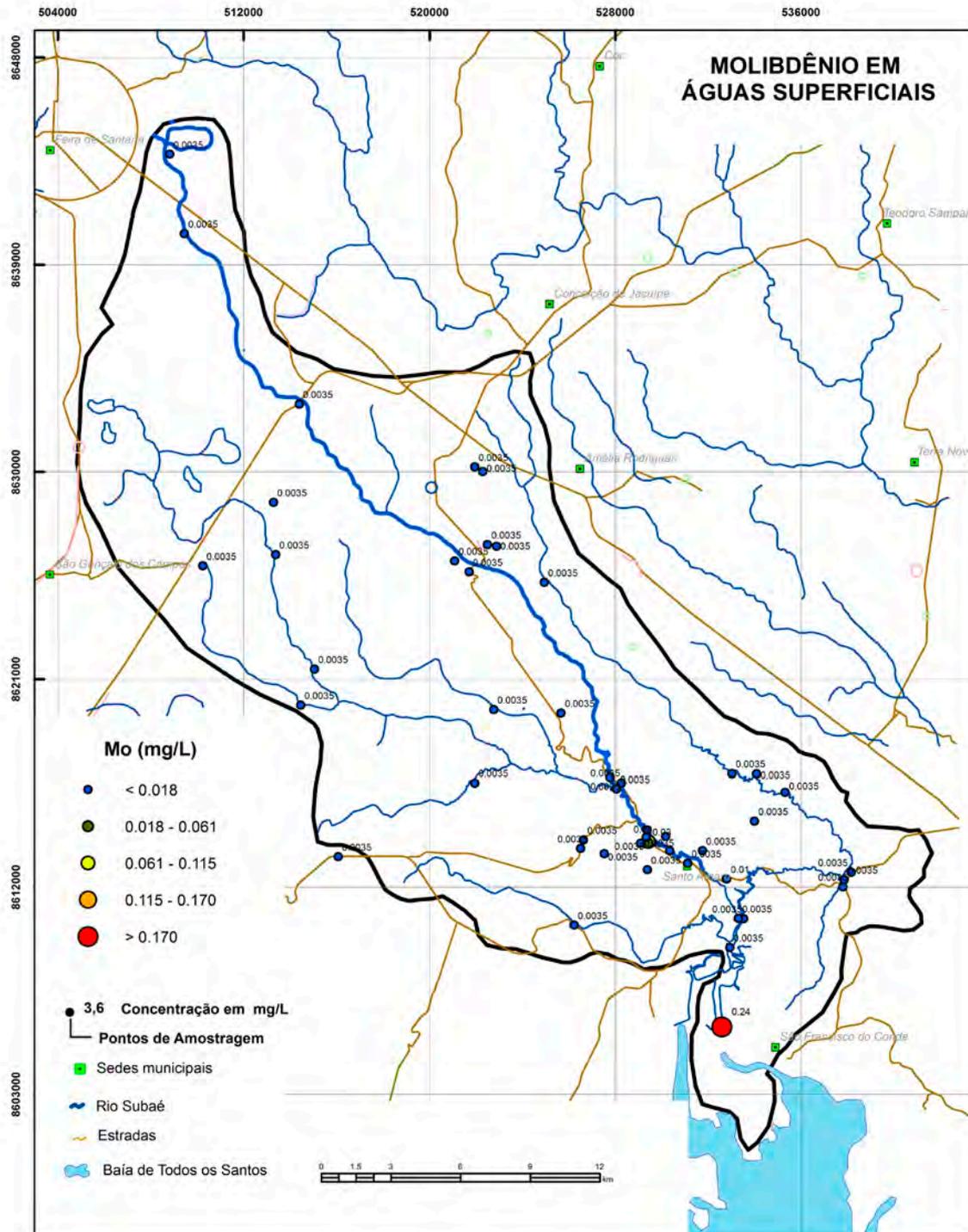
Estatística Descritiva	
Elemento	Mn (ppm)
Limite de Detecção - LD	5
Número de amostras	39
Resultados > LD	39
Valor médio	684,10
Valor mínimo	68
Valor máximo	3698
Mediana	455
Desvio Padrão	701,71
Valor de atenção Res. CONAMA 454/2012	-
Valor de prevenção (TEL) NOAA SQTR 2008	-



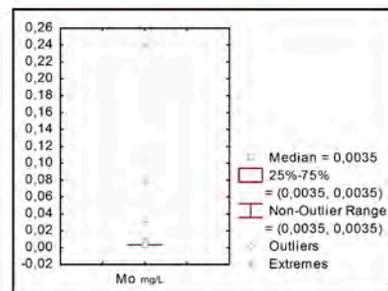


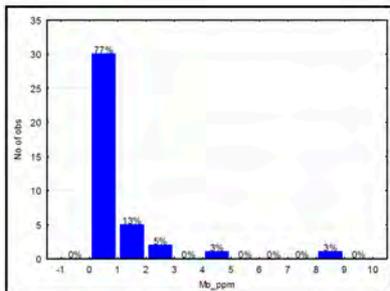
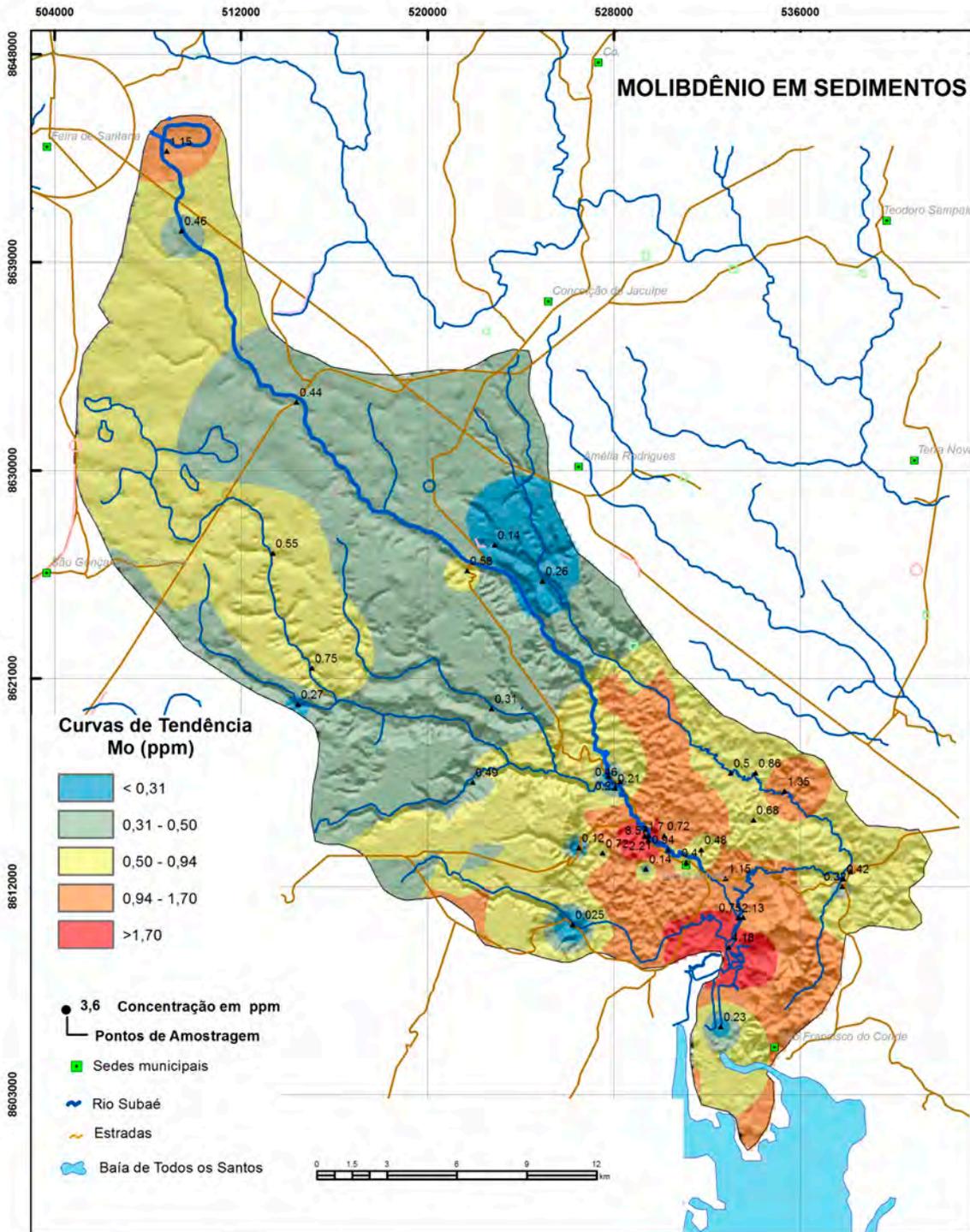
Estatística Descritiva	
Elemento	Mn (ppm)
Limite de Detecção - LD	100
Número de amostras	67
Resultados > LD	67
Valor médio	486,94
Valor mínimo	12
Valor máximo	2356
Mediana	198
Desvio Padrão	576,33
Valor de prevenção Res. CONAMA 420/2009	-
Valor de prevenção NOAA SQTR 2008	-



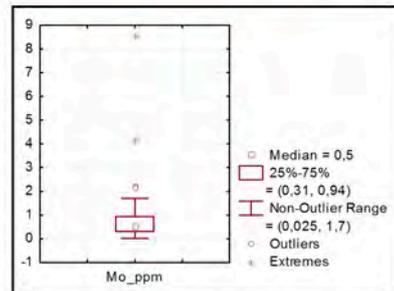


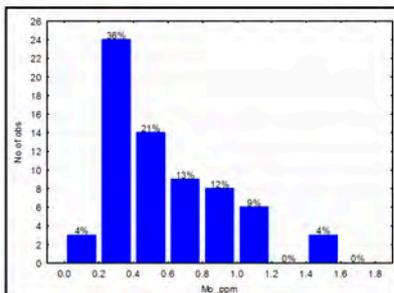
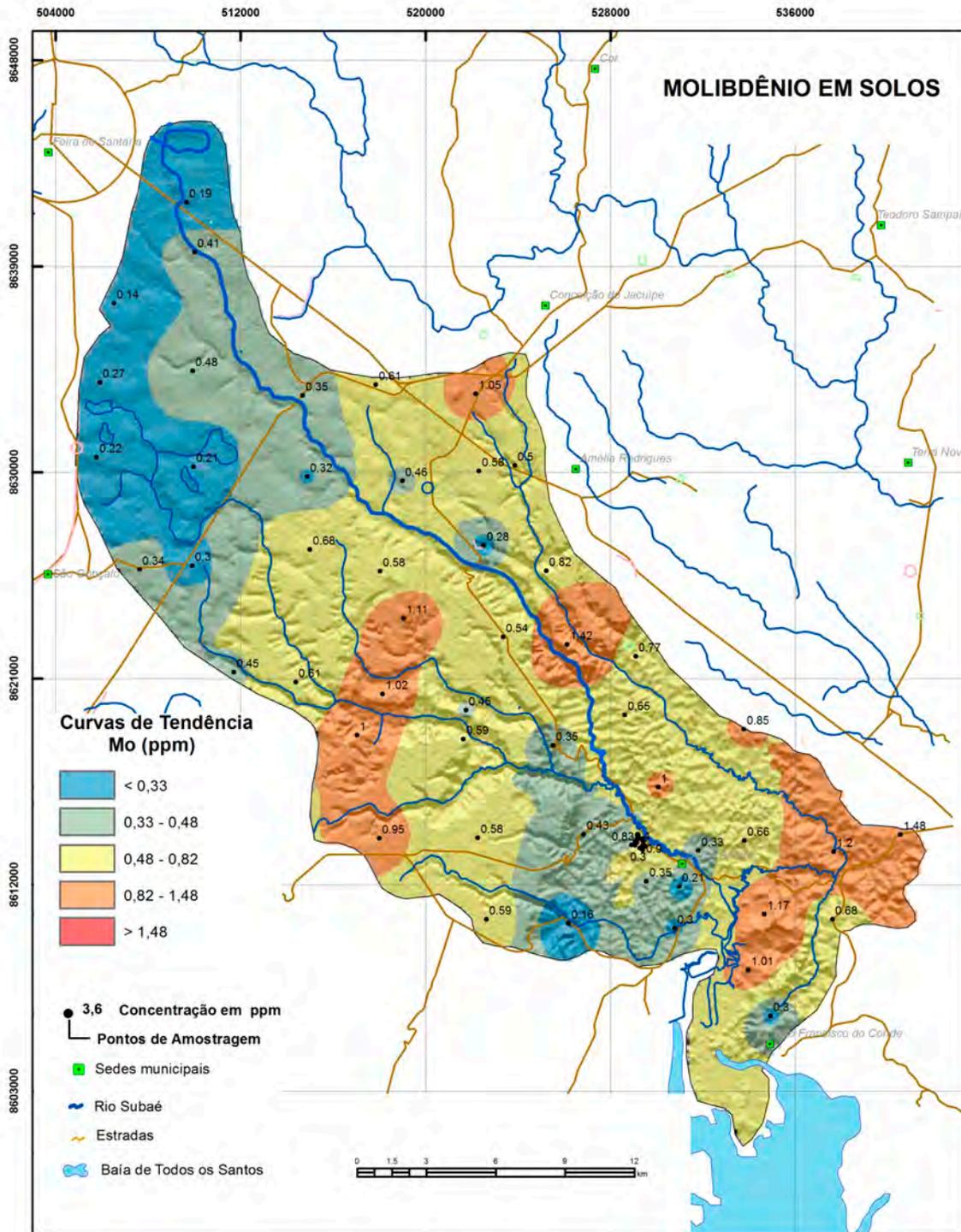
Estatística Descritiva	
Elemento	Mo (mg/L)
Limite de Detecção - LD	0,007
Número de amostras	48
Resultados > LD	4
Valor médio	0,0107
Valor mínimo	0,0035
Valor máximo	0,24
Mediana	0,0035
Desvio Padrão	0,0357
<b>Portaria MS 2914 / 2011</b>	
Valor de prevenção Res. CONAMA 357/2005	-
Valor de prevenção Res. CONAMA 396/2008	0,07
WHO 2011	-



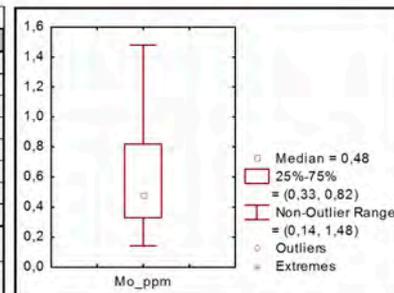


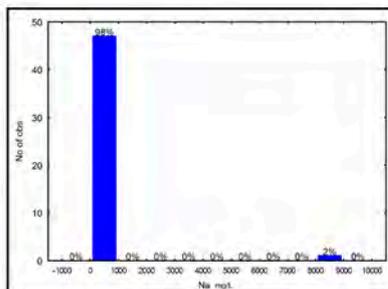
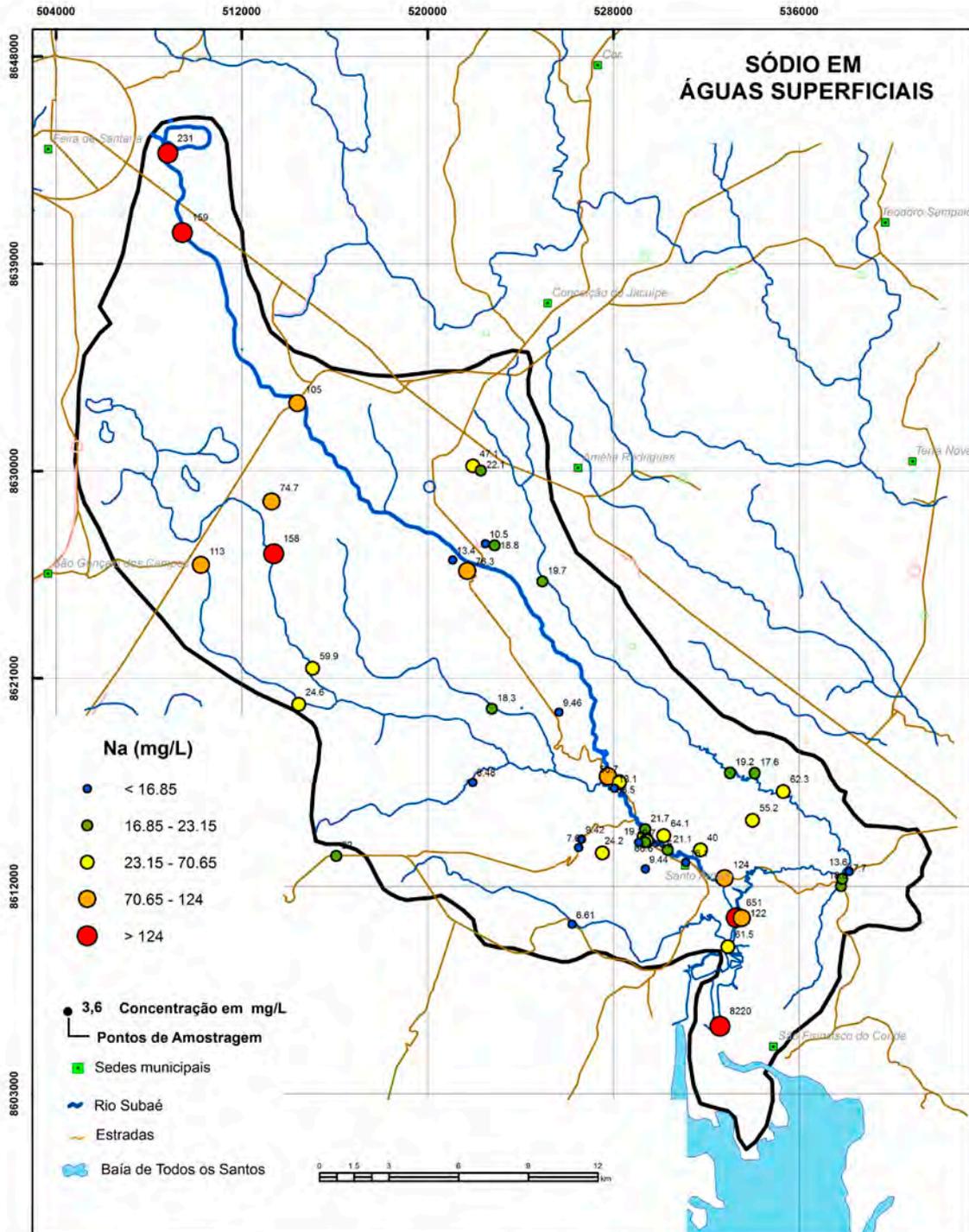
Estatística Descritiva	
Elemento	Mo (ppm)
Limite de Detecção - LD	0,05
Número de amostras	39
Resultados > LD	38
Valor médio	0,949
Valor mínimo	0,025
Valor máximo	8,57
Mediana	0,5
Desvio Padrão	1,46
Valor de atenção Res. CONAMA 454/2012	-
Valor de prevenção (TEL) NOAA SQTR 2008	-



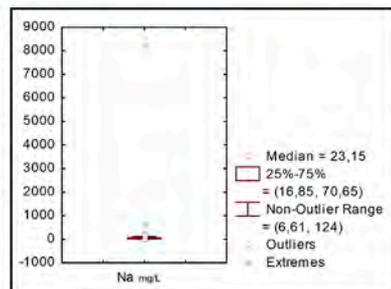


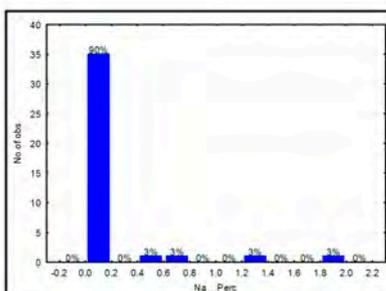
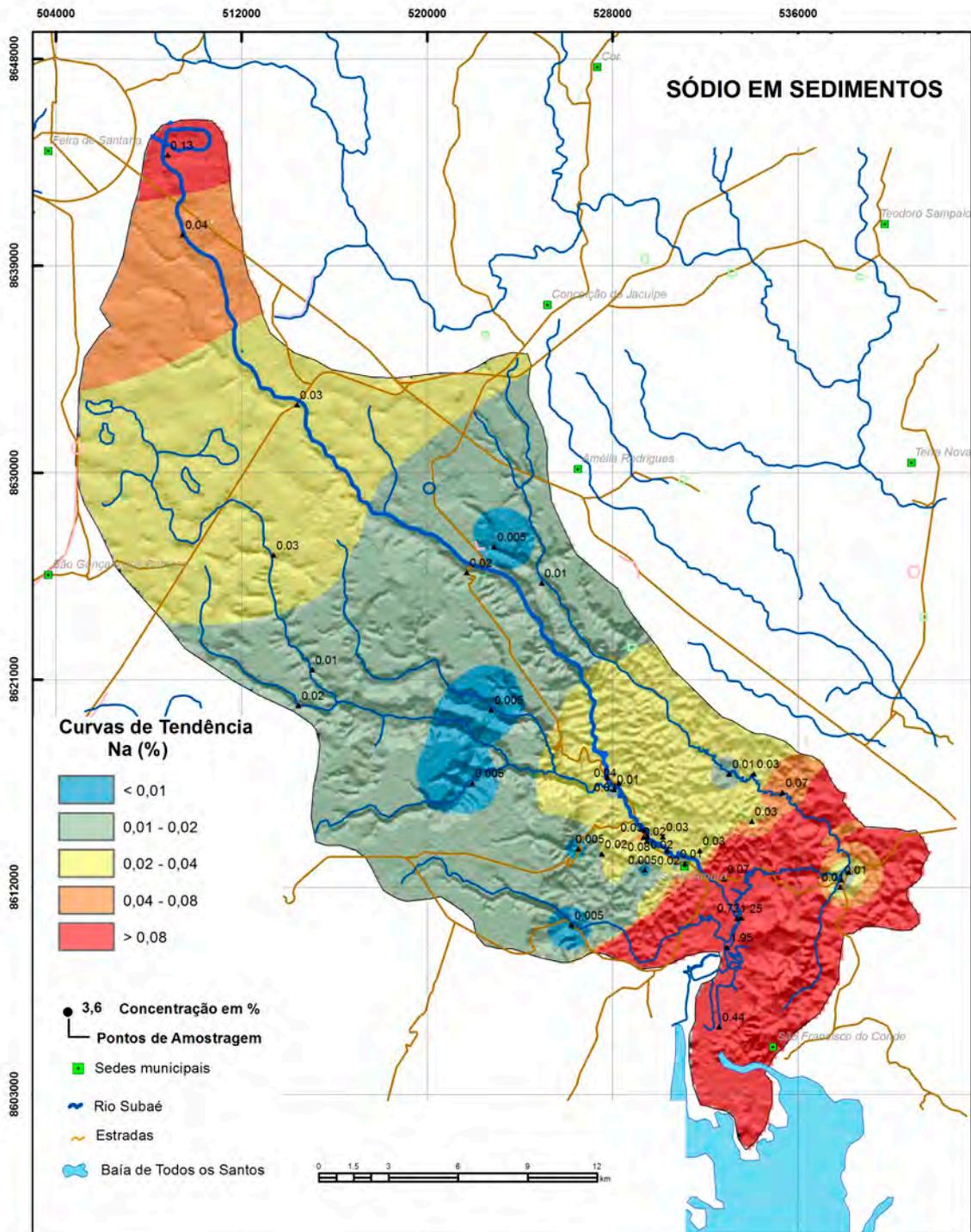
Estatística Descritiva	
Elemento	Mo (ppm)
Limite de Detecção - LD	0,05
Número de amostras	67
Resultados > LD	67
Valor médio	0,59
Valor mínimo	0,14
Valor máximo	1,48
Mediana	0,48
Desvio Padrão	0,33
Valor de prevenção Res. CONAMA 420/2009	30
Valor de prevenção NOAA SQTR 2008	3



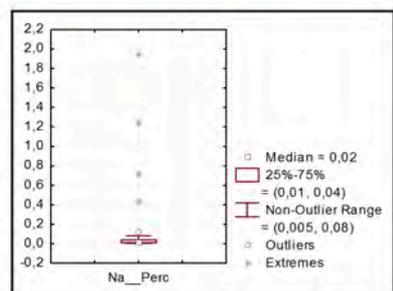


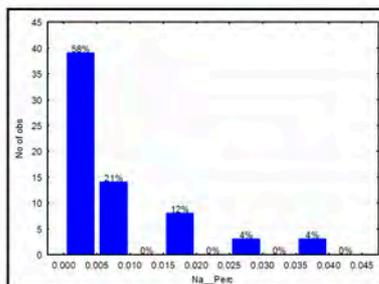
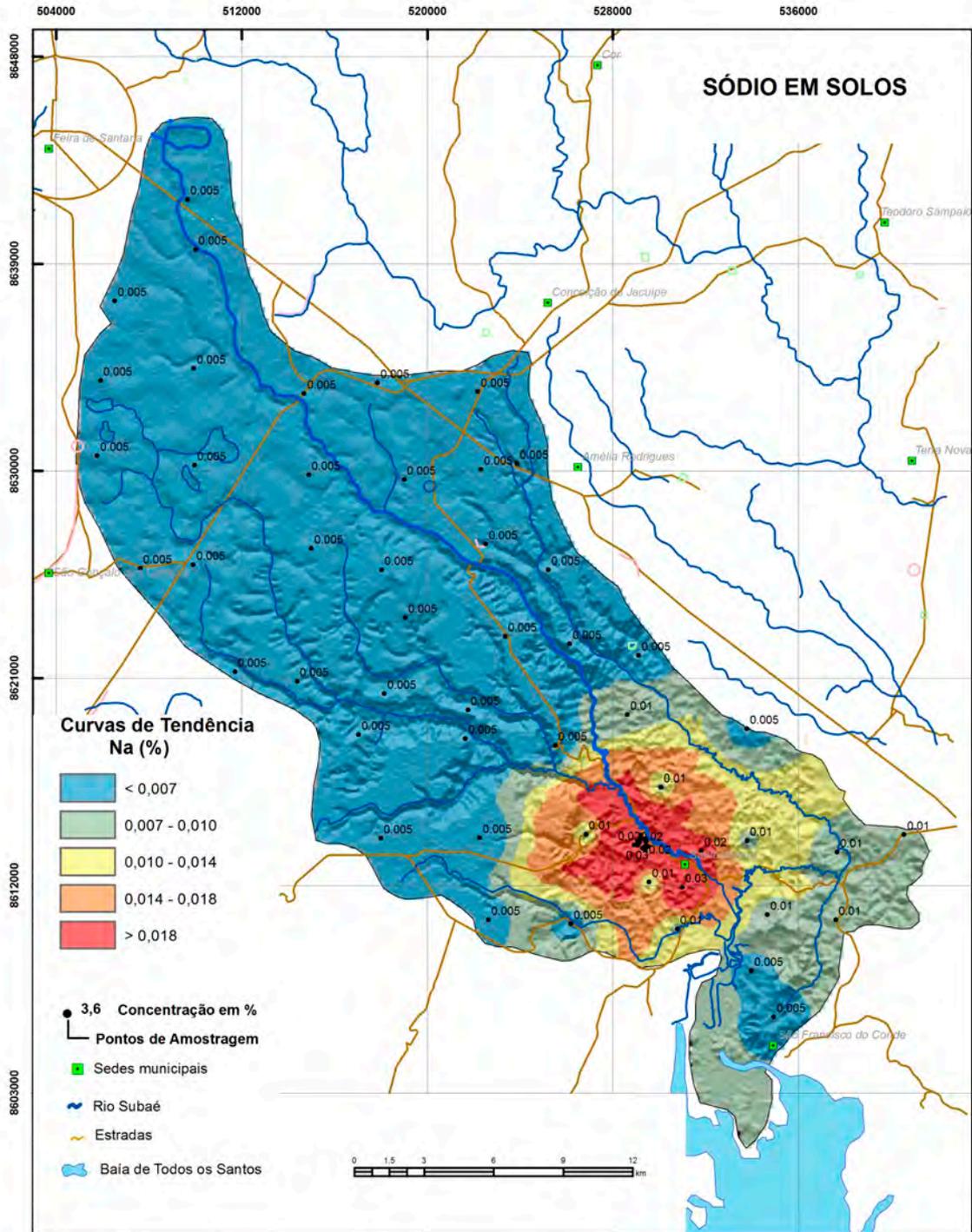
Estatística Descritiva	
Elemento	Na (mg/L)
Limite de Detecção - LD	0,01
Número de amostras	48
Resultados > LD	48
Valor médio	231,1
Valor mínimo	6,61
Valor máximo	8220
Mediana	23,15
Desvio Padrão	1181,82
Portaria MS 2914 / 2011	200
Valor de prevenção Res. CONAMA 357/2005	200
Valor de prevenção Res. CONAMA 396/2008	-
WHO 2011	50



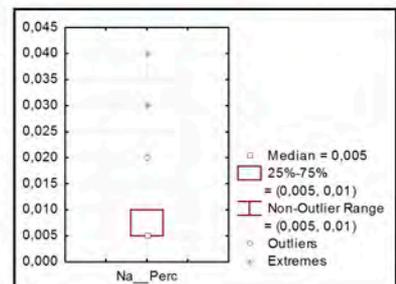


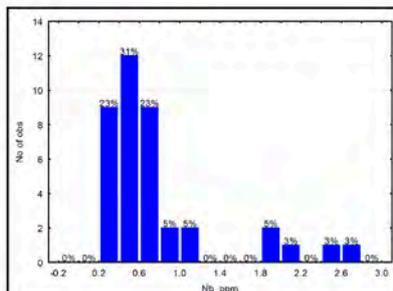
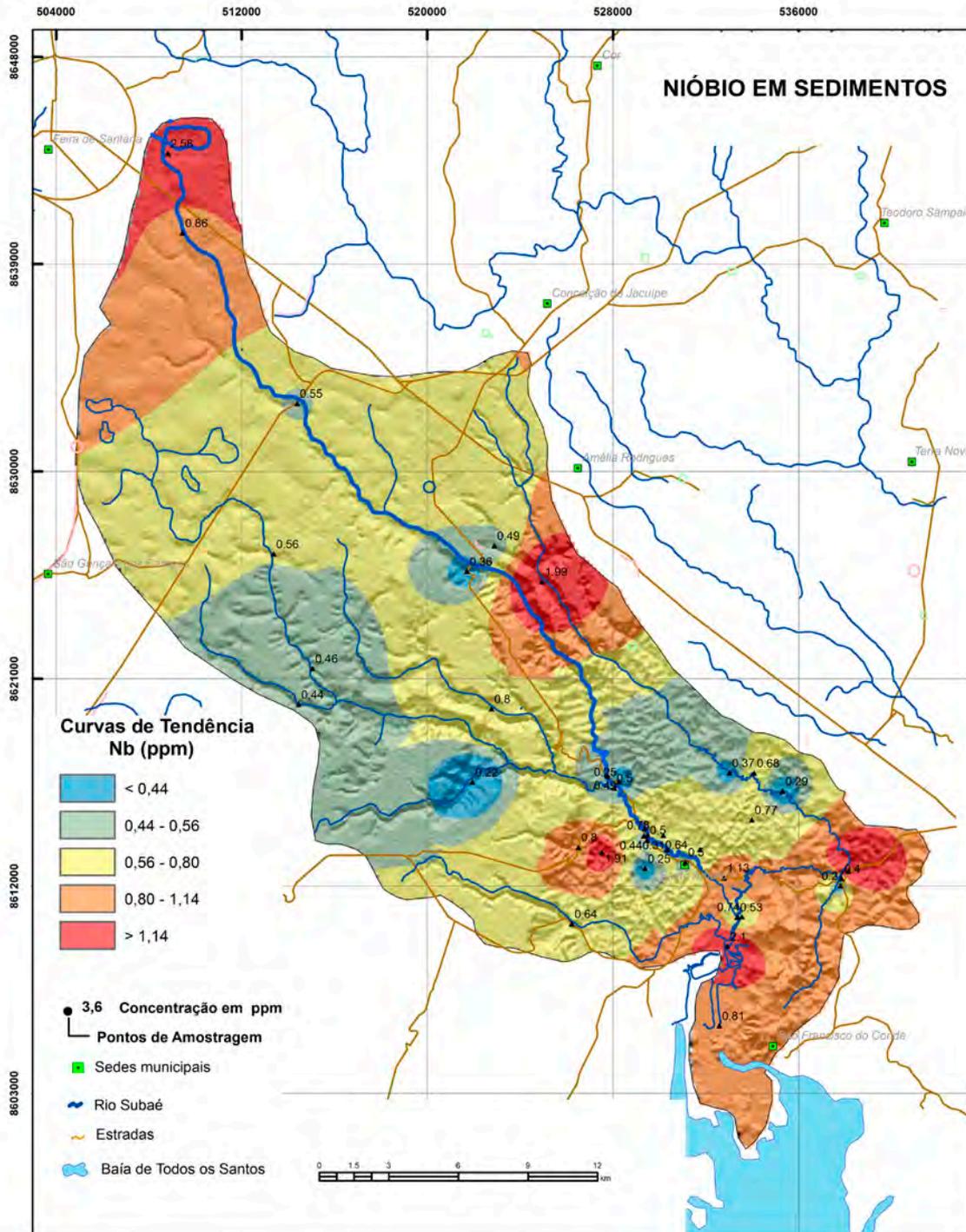
Estatística Descritiva	
Elemento	Na (%)
Limite de Detecção - LD	0,01
Número de amostras	39
Resultados > LD	33
Valor médio	0,14
Valor mínimo	0,005
Valor máximo	1,95
Mediana	0,02
Desvio Padrão	0,38
Valor de atenção Res. CONAMA 454/2012	-
Valor de prevenção (TEL) NOAA SQTR 2008	-



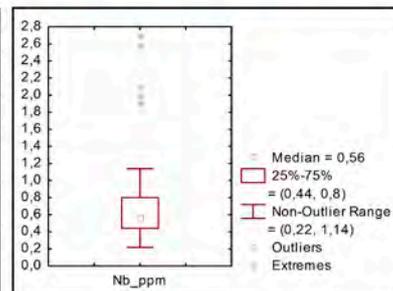


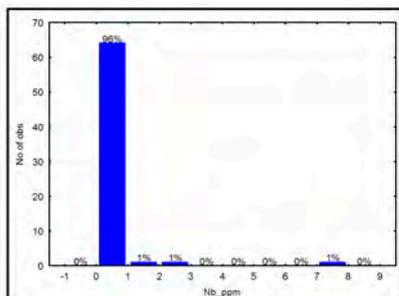
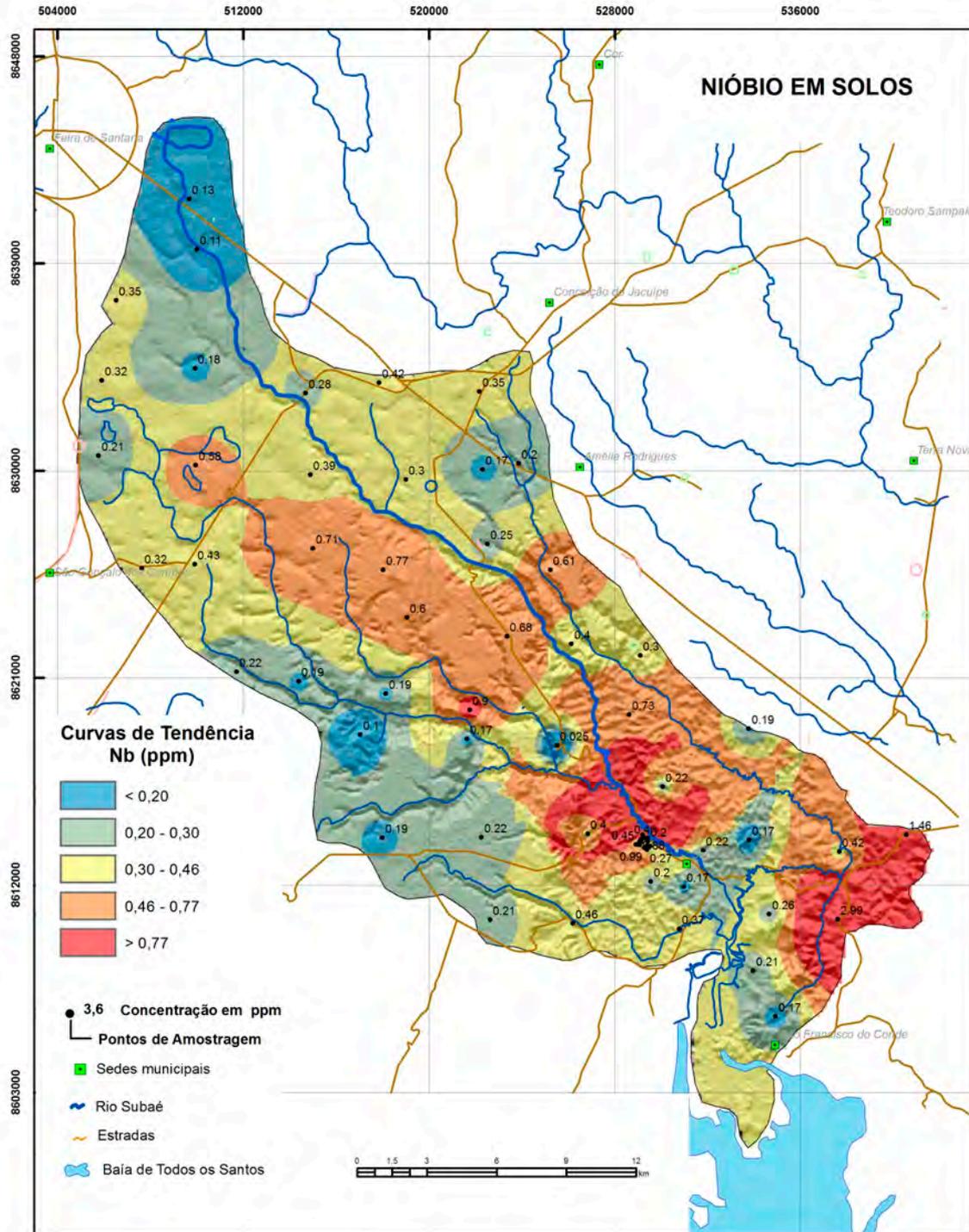
Estatística Descritiva	
Elemento	Na (%)
Limite de Detecção - LD	0,005
Número de amostras	67
Resultados > LD	28
Valor médio	0,01
Valor mínimo	0,005
Valor máximo	0,04
Mediana	0,01
Desvio Padrão	0,01
Valor de prevenção Res. CONAMA 420/2009	-
Valor de prevenção NOAA SQTR 2008	-



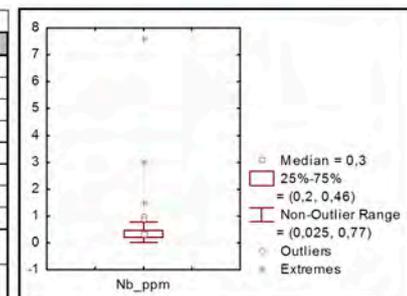


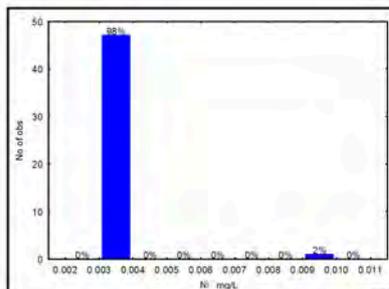
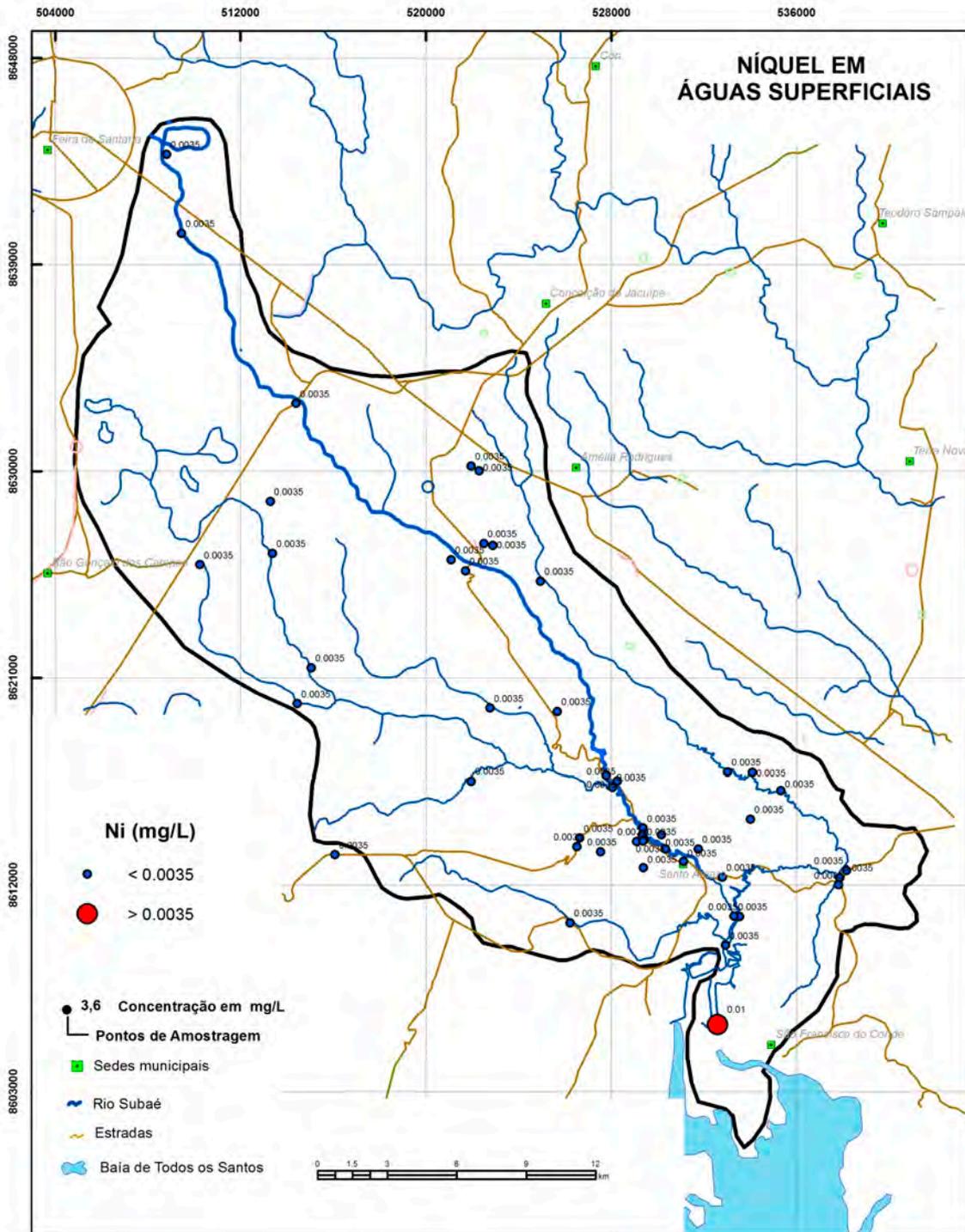
Estatística Descritiva	
Elemento	Nb (ppm)
Limite de Detecção - LD	0,05
Número de amostras	39
Resultados > LD	39
Valor médio	0,78
Valor mínimo	0,22
Valor máximo	2,69
Mediana	0,56
Desvio Padrão	0,62
Valor de atenção Res. CONAMA 454/2012	-
Valor de prevenção (TEL) NOAA SQTR 2008	-



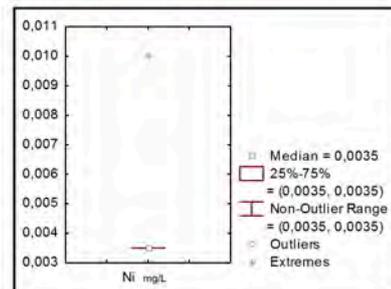


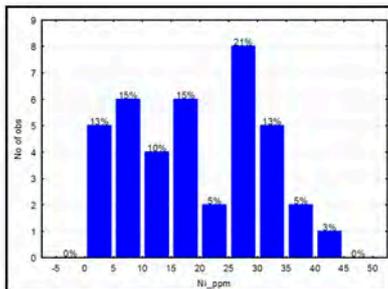
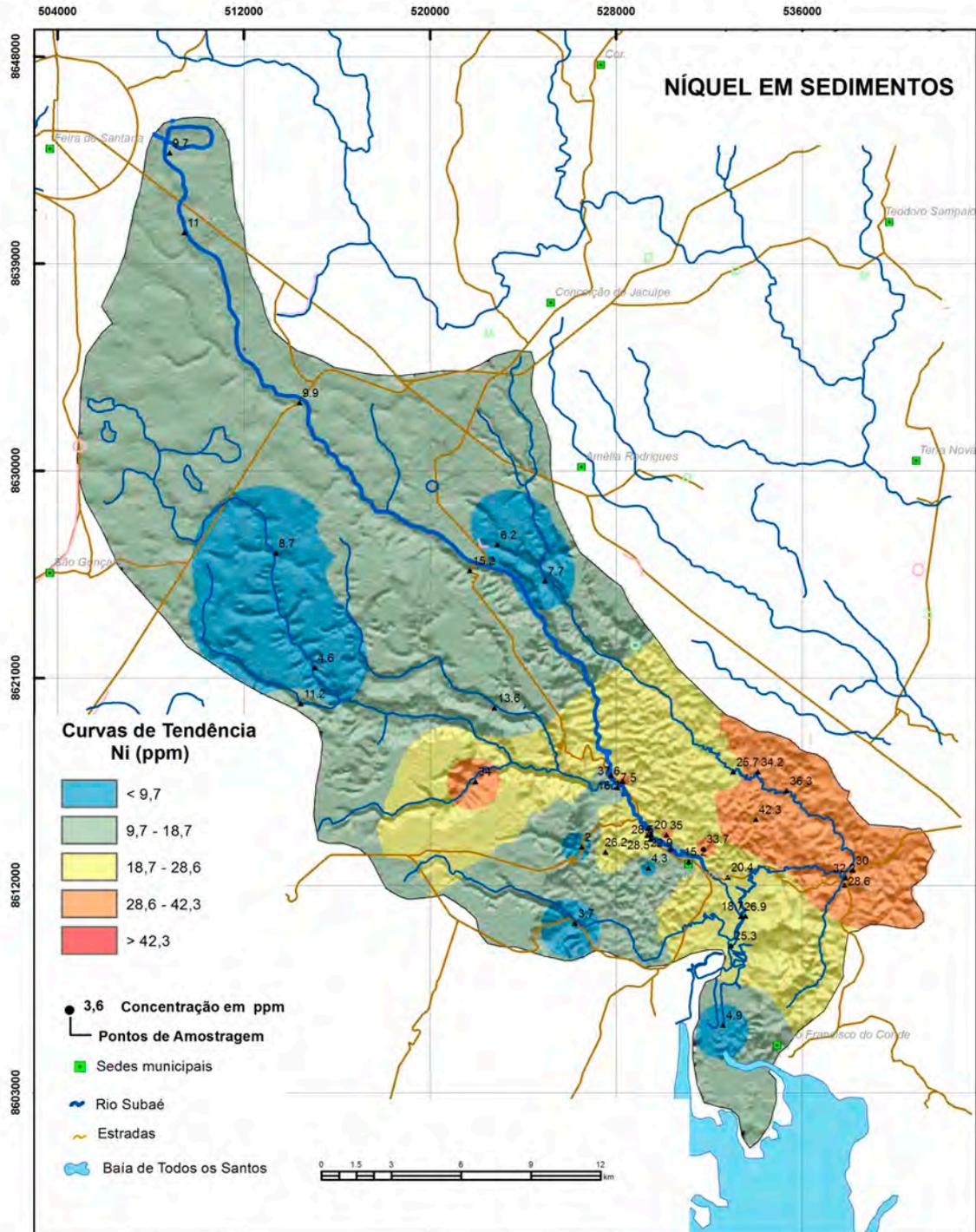
Estatística Descritiva	
Elemento	Nb (ppm)
Limite de Detecção - LD	0,05
Número de amostras	67
Resultados > LD	66
Valor médio	0,52
Valor mínimo	0,025
Valor máximo	7,59
Mediana	0,3
Desvio Padrão	0,97
Valor de prevenção Res. CONAMA 420/2009	-
Valor de prevenção NOAA SQ TR 2008	-



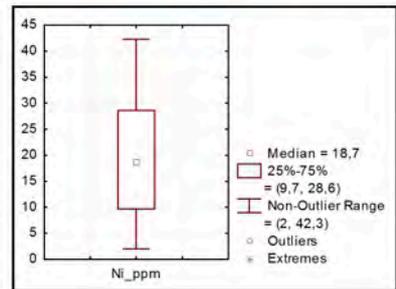


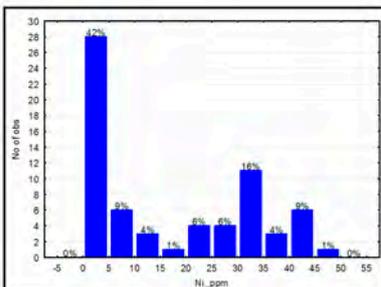
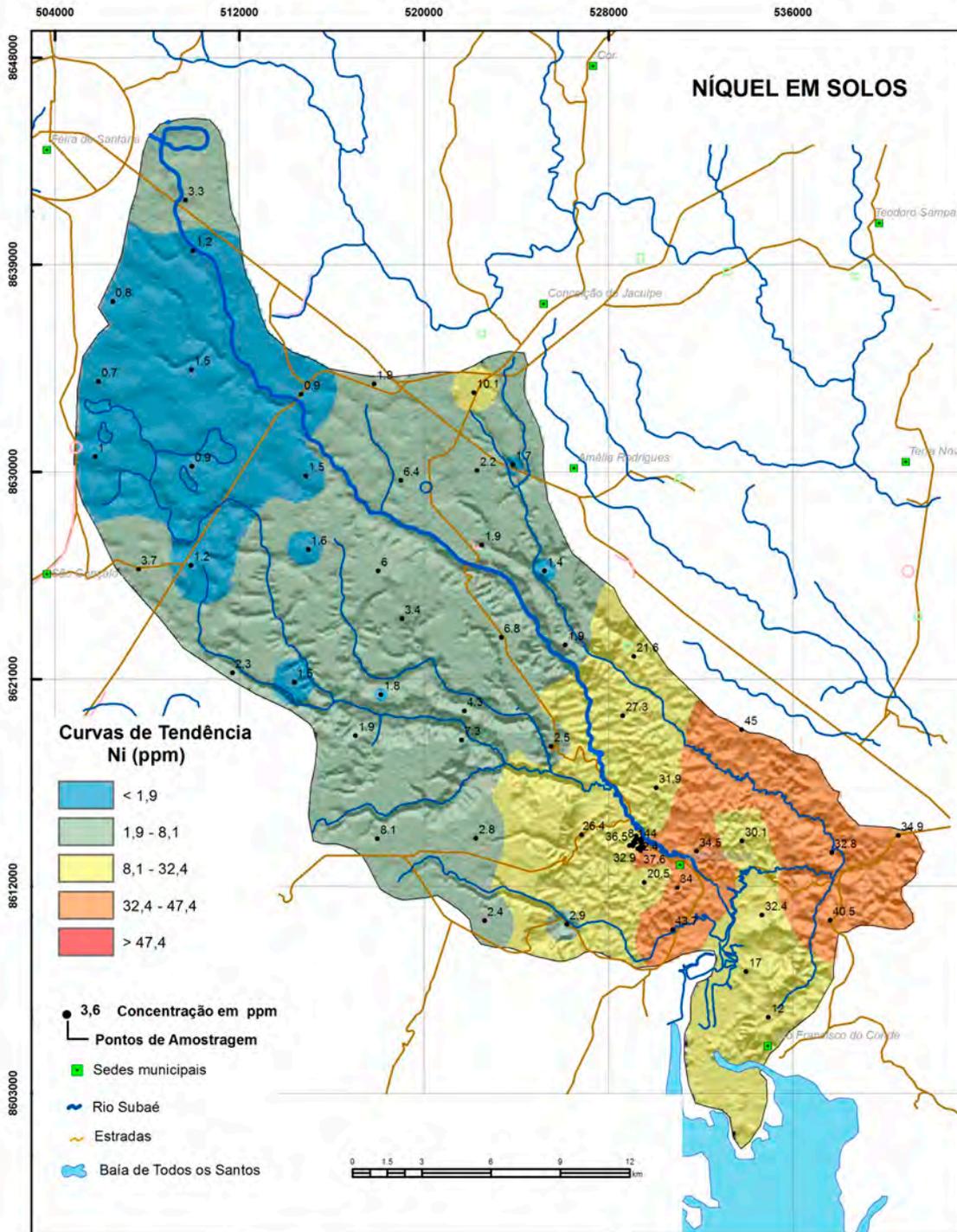
Estatística Descritiva	
Elemento	Ni (mg/L)
Limite de Detecção - LD	0,007
Número de amostras	48
Resultados > LD	1
Valor médio	
Valor mínimo	
Valor máximo	0,01
Mediana	0,0035
Desvio Padrão	0,0009
Portaria MS 2914 / 2011	0,07
Valor de prevenção Res. CONAMA 357/2005	0,025
Valor de prevenção Res. CONAMA 396/2008	0,02
WHO 2011	0,07



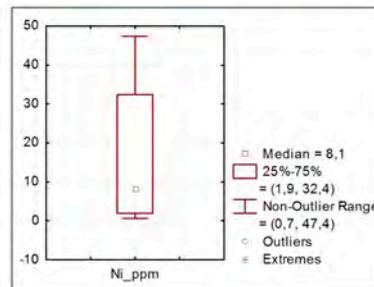


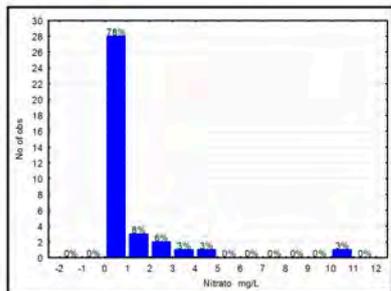
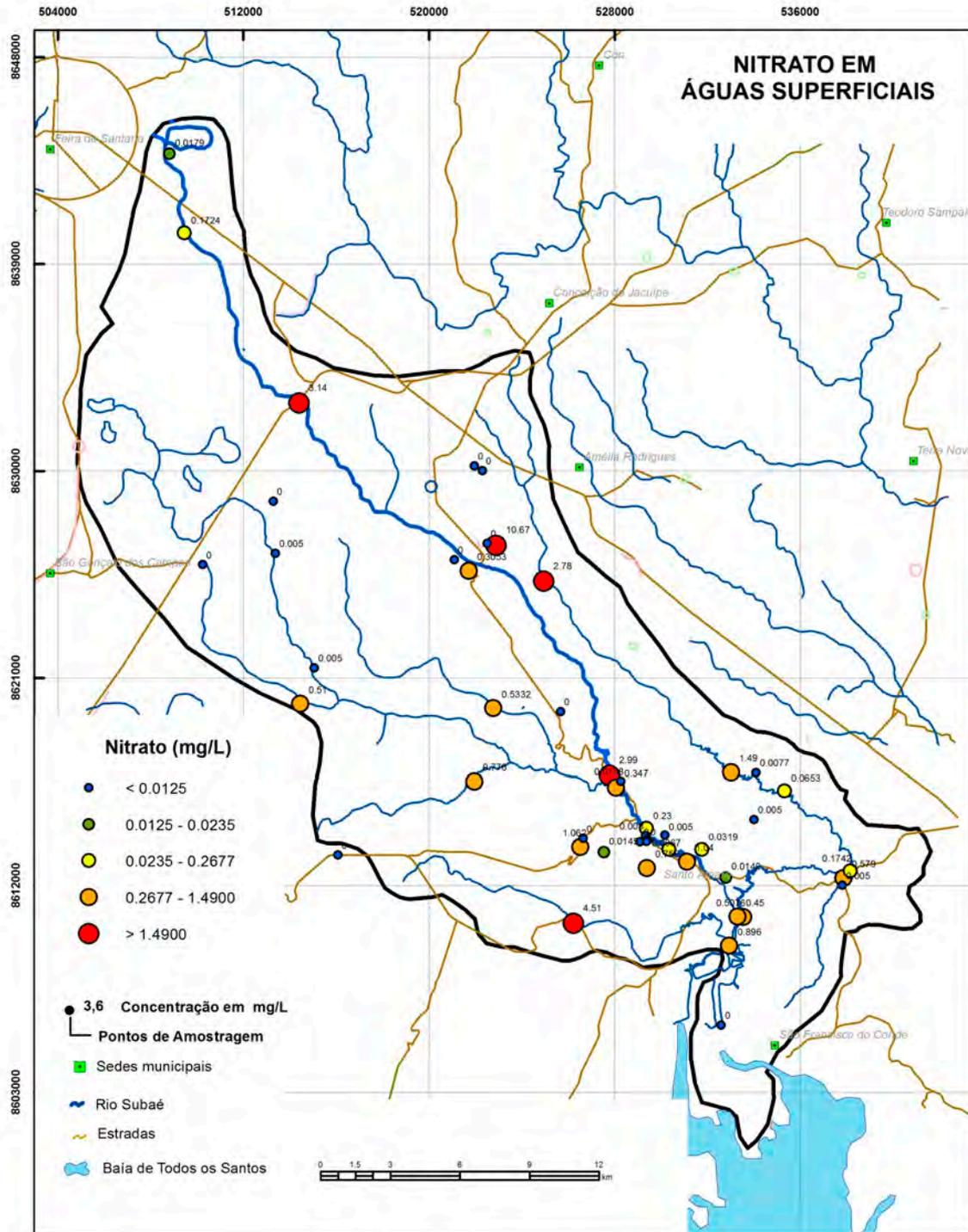
Estatística Descritiva	
Elemento	Ni (ppm)
Limite de Detecção - LD	0,5
Número de amostras	39
Resultados > LD	39
Valor médio	19,65
Valor mínimo	2
Valor máximo	42,3
Mediana	18,7
Desvio Padrão	11,45
Valor de atenção Res. CONAMA 454/2012	35,9
Valor de prevenção (TEL) NOAA SQTR 2008	18



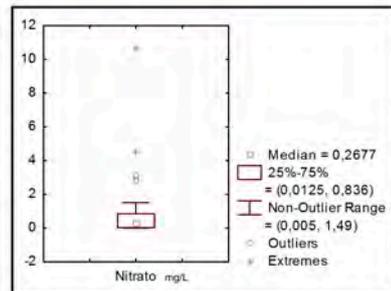


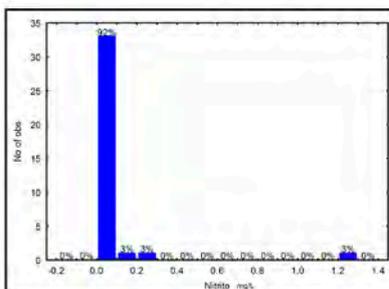
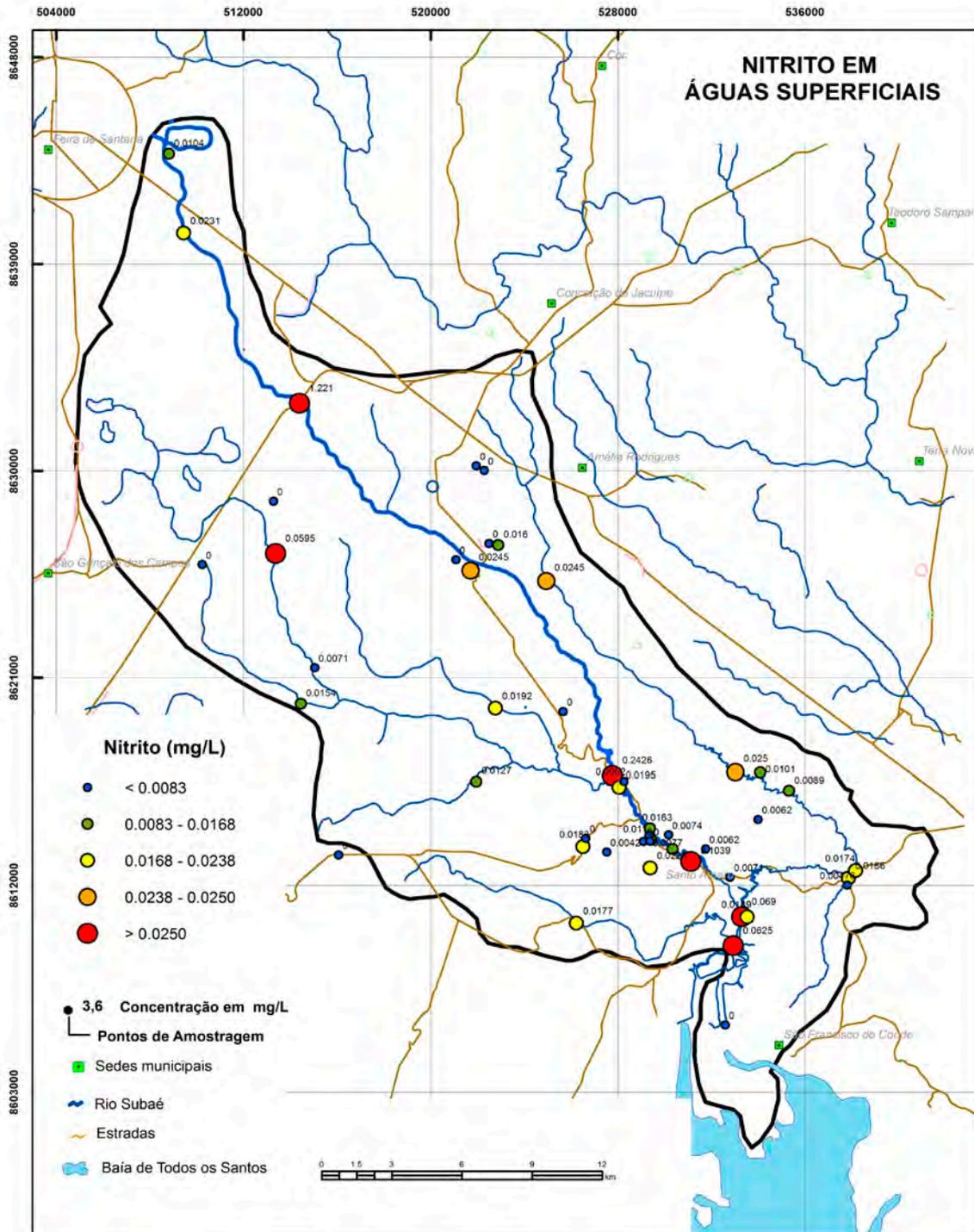
Estatística Descritiva	
Elemento	Ni (ppm)
Limite de Detecção - LD	0,5
Número de amostras	67
Resultados > LD	67
Valor médio	16,7
Valor mínimo	0,7
Valor máximo	47,4
Mediana	8,1
Desvio Padrão	15,7
Valor de prevenção Res. CONAMA 420/2009	30
Valor de prevenção NOAA SQTR 2008	0,26



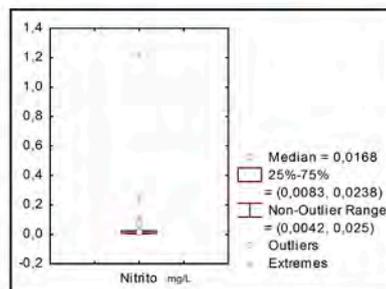


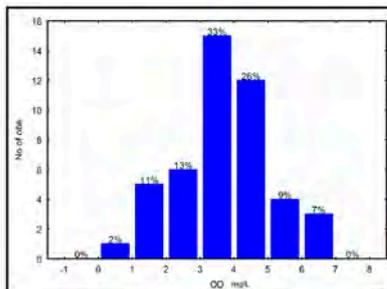
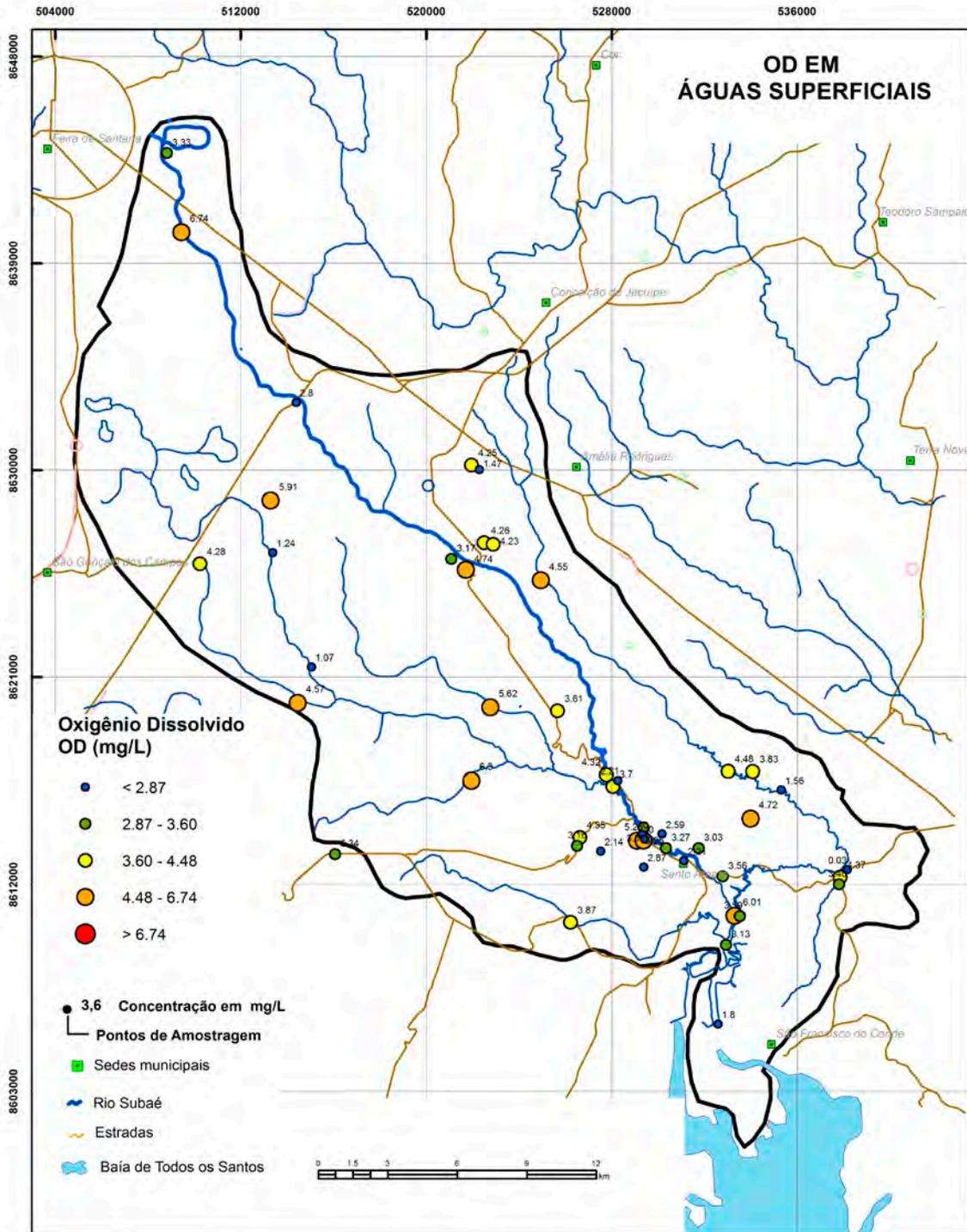
Estatística Descritiva	
Elemento	Nitrato (mg/L)
Limite de Detecção - LD	0,01
Número de amostras	36
Resultados > LD	36
Valor médio	0,017
Valor mínimo	0,004
Valor máximo	1,22
Mediana	0,06
Desvio Padrão	0,20
Portaria MS 2914 / 2011	10 N
Valor de prevenção Res. CONAMA 357/2005	10 N
Valor de prevenção Res. CONAMA 396/2008	10 N
WHO 2011	50



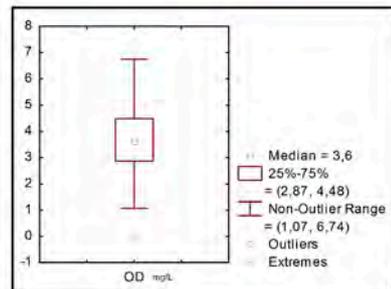


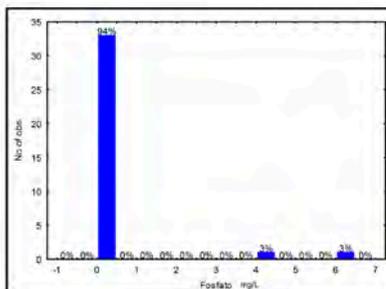
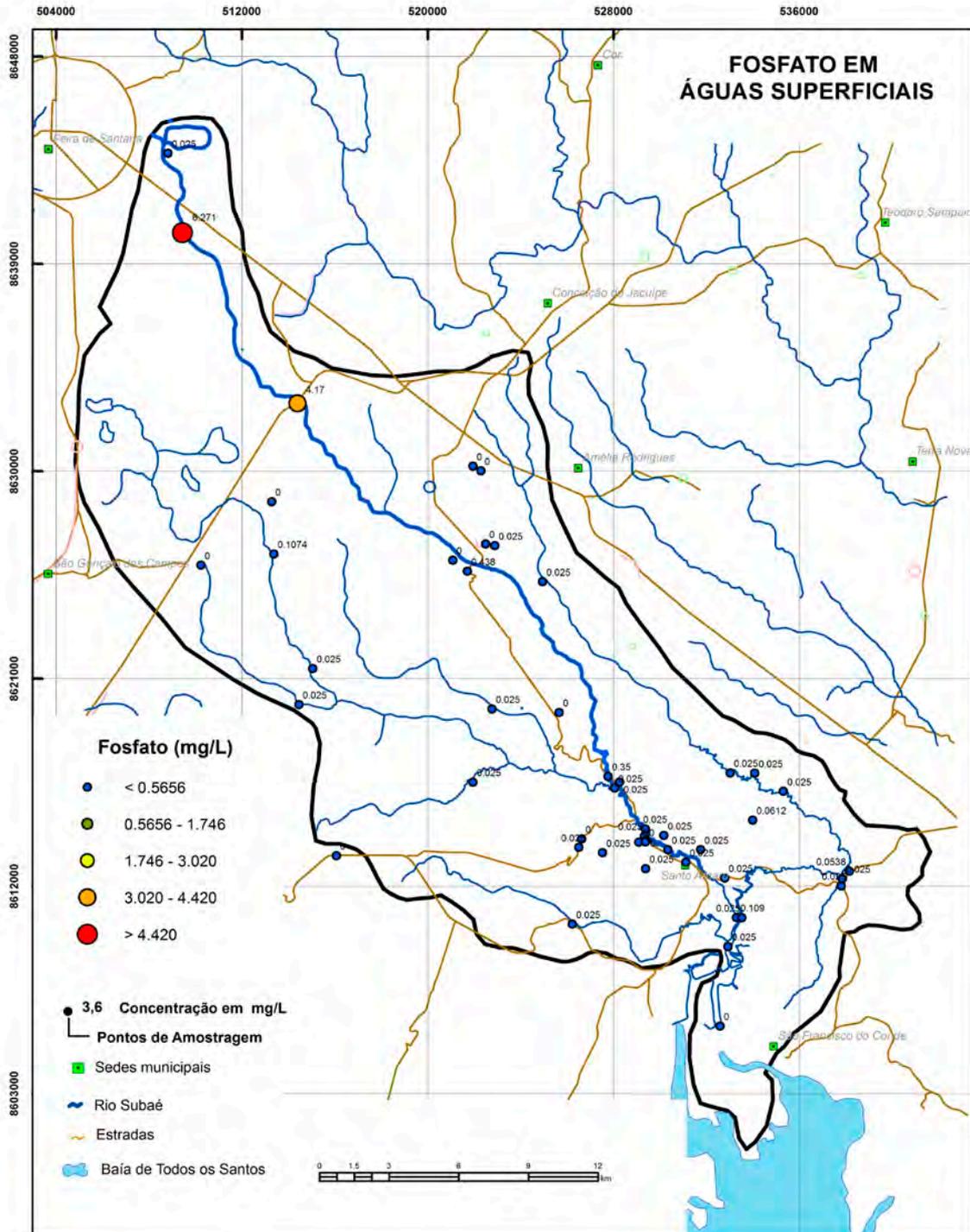
Estatística Descritiva	
Elemento	Nitrito (mg/L)
Limite de Detecção - LD	0,01
Número de amostras	36
Resultados > LD	31
Valor médio	0,95
Valor mínimo	0,005
Valor máximo	10,67
Mediana	0,27
Desvio Padrão	1,97
Portaria MS 2914 / 2011	1 N
Valor de prevenção Res. CONAMA 357/2005	1 N
Valor de prevenção Res. CONAMA 396/2008	1 N
WHO 2011	3



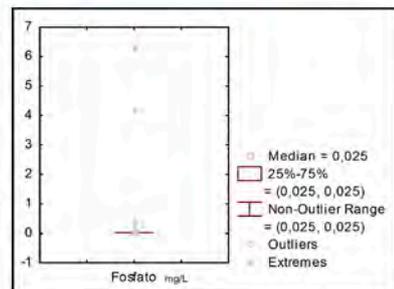


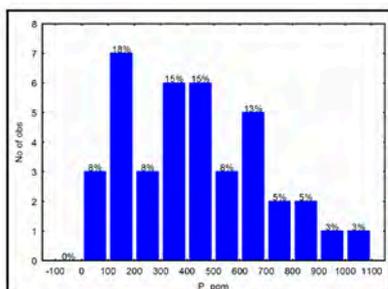
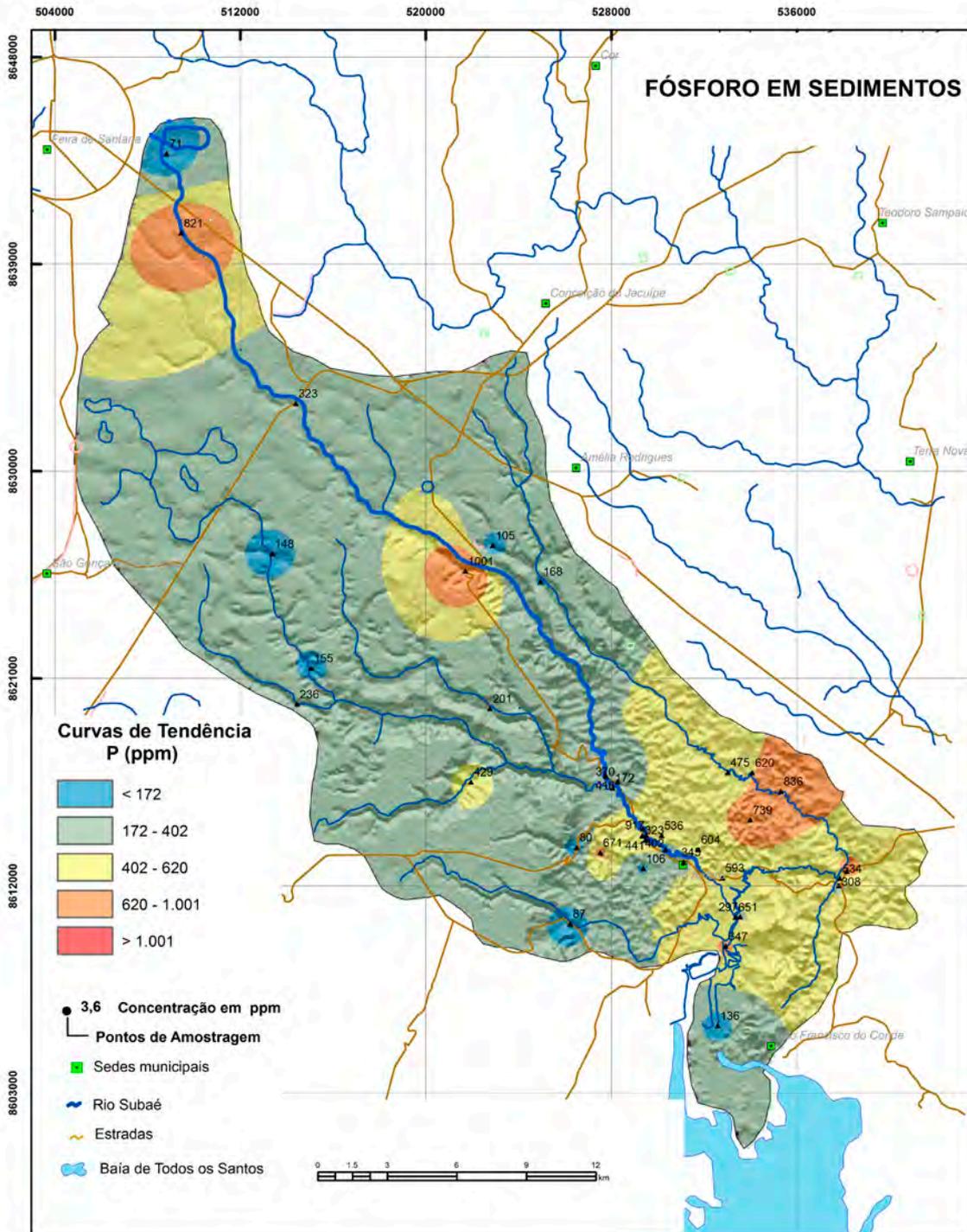
Estatística Descritiva	
Elemento	OD (mg/L)
Limite de Detecção - LD	-
Número de amostras	46
Resultados > LD	46
Valor médio	3,66
Valor mínimo	0,03
Valor máximo	6,74
Mediana	3,6
Desvio Padrão	1,46
<b>Portaria MS 2914 / 2011</b>	
Valor de prevenção Res. CONAMA 357/2005	< 2
Valor de prevenção Res. CONAMA 396/2008	
WHO 2011	



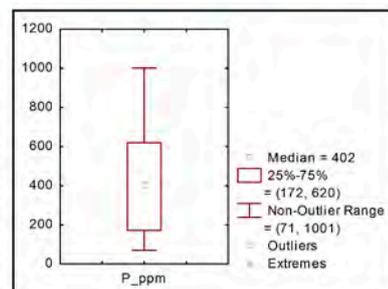


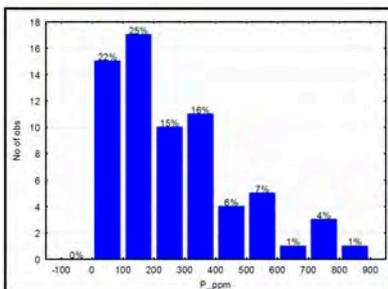
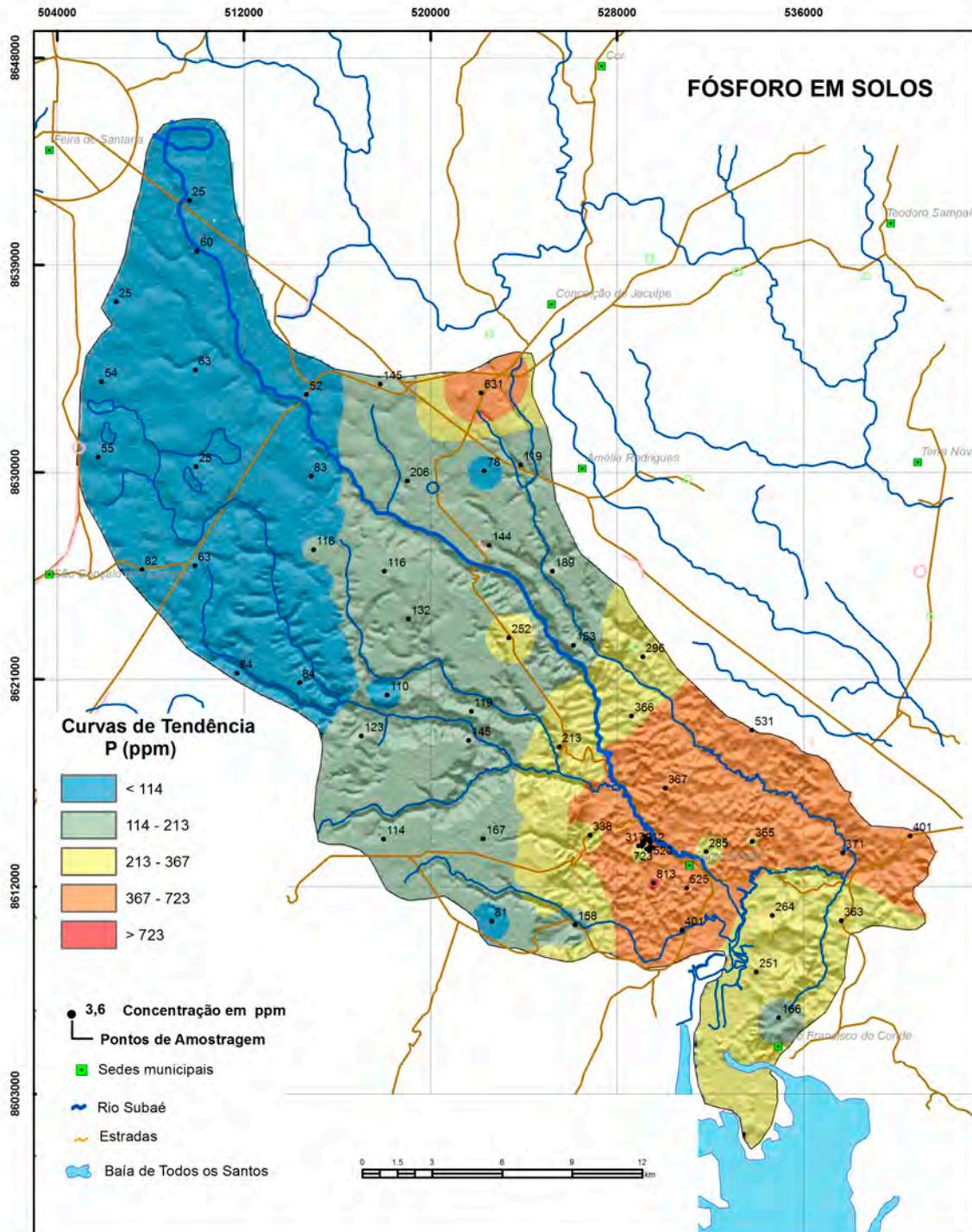
Estatística Descritiva	
Elemento	Fosfato (mg/L)
Limite de Detecção - LD	0,01
Número de amostras	35
Resultados > LD	8
Valor médio	0,35
Valor mínimo	0,025
Valor máximo	6,27
Mediana	0,025
Desvio Padrão	1,25
Portaria MS 2914 / 2011	-
Valor de prevenção Res. CONAMA 357/2005	-
Valor de prevenção Res. CONAMA 396/2008	-
WHO 2011	-



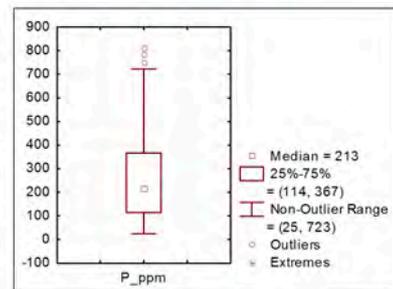


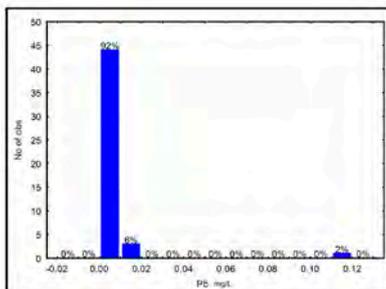
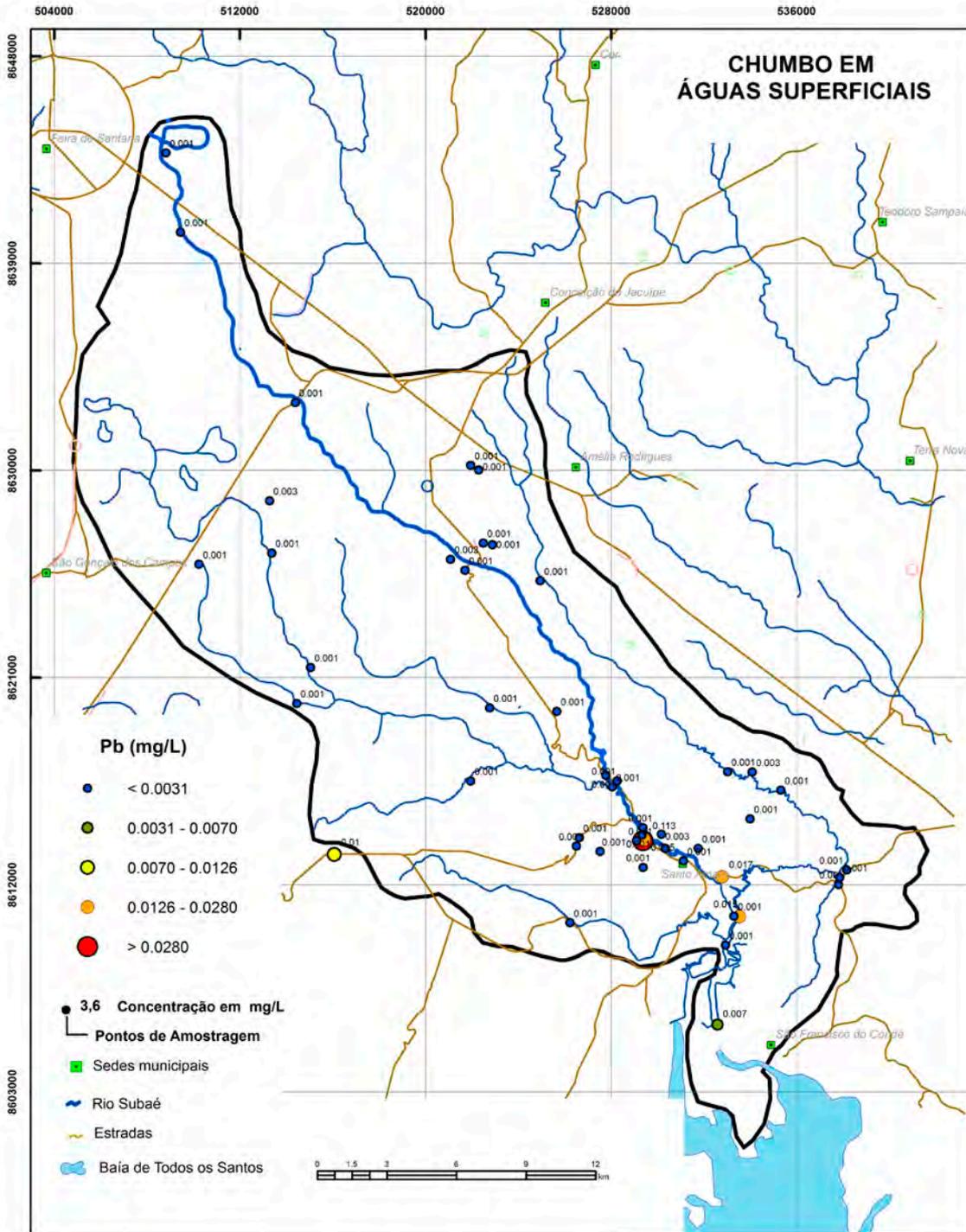
Estatística Descritiva	
Elemento	P (ppm)
Limite de Detecção - LD	50
Número de amostras	39
Resultados > LD	39
Valor médio	420,80
Valor mínimo	71
Valor máximo	1001
Mediana	402
Desvio Padrão	254,36
Valor de atenção Res. CONAMA 454/2012	-
Valor de prevenção (TEL) NOAA SQTR 2008	-



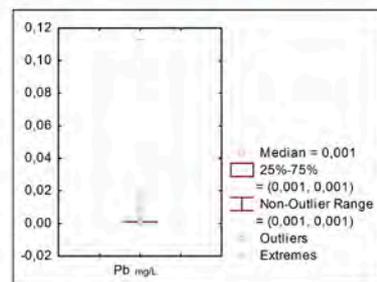


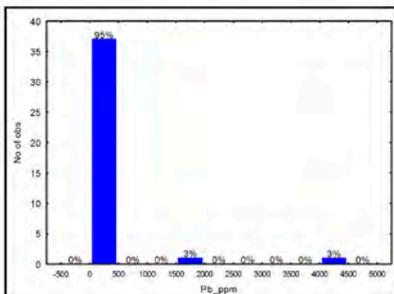
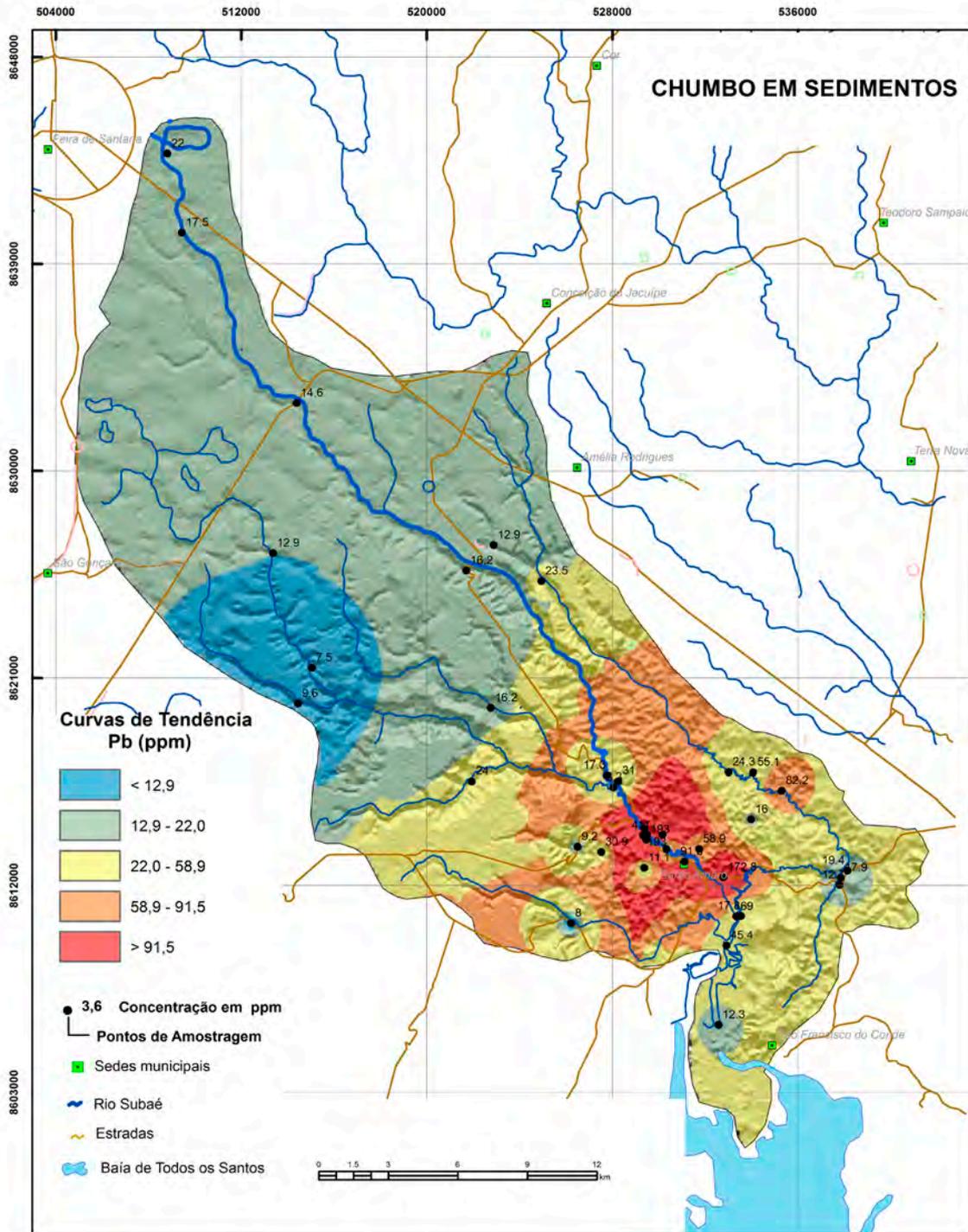
Estatística Descritiva	
Elemento	P (ppm)
Limite de Detecção - LD	50
Número de amostras	67
Resultados > LD	64
Valor médio	265,9
Valor mínimo	25
Valor máximo	813
Mediana	213
Desvio Padrão	200,6
Valor de prevenção Res. CONAMA 420/2009	-
Valor de prevenção NOAA SQTR 2008	-



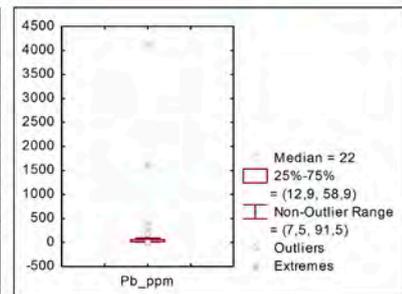


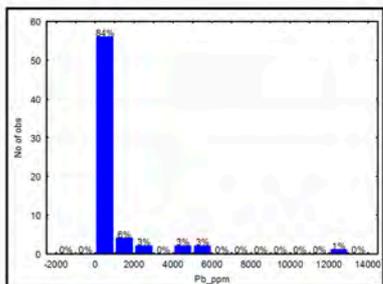
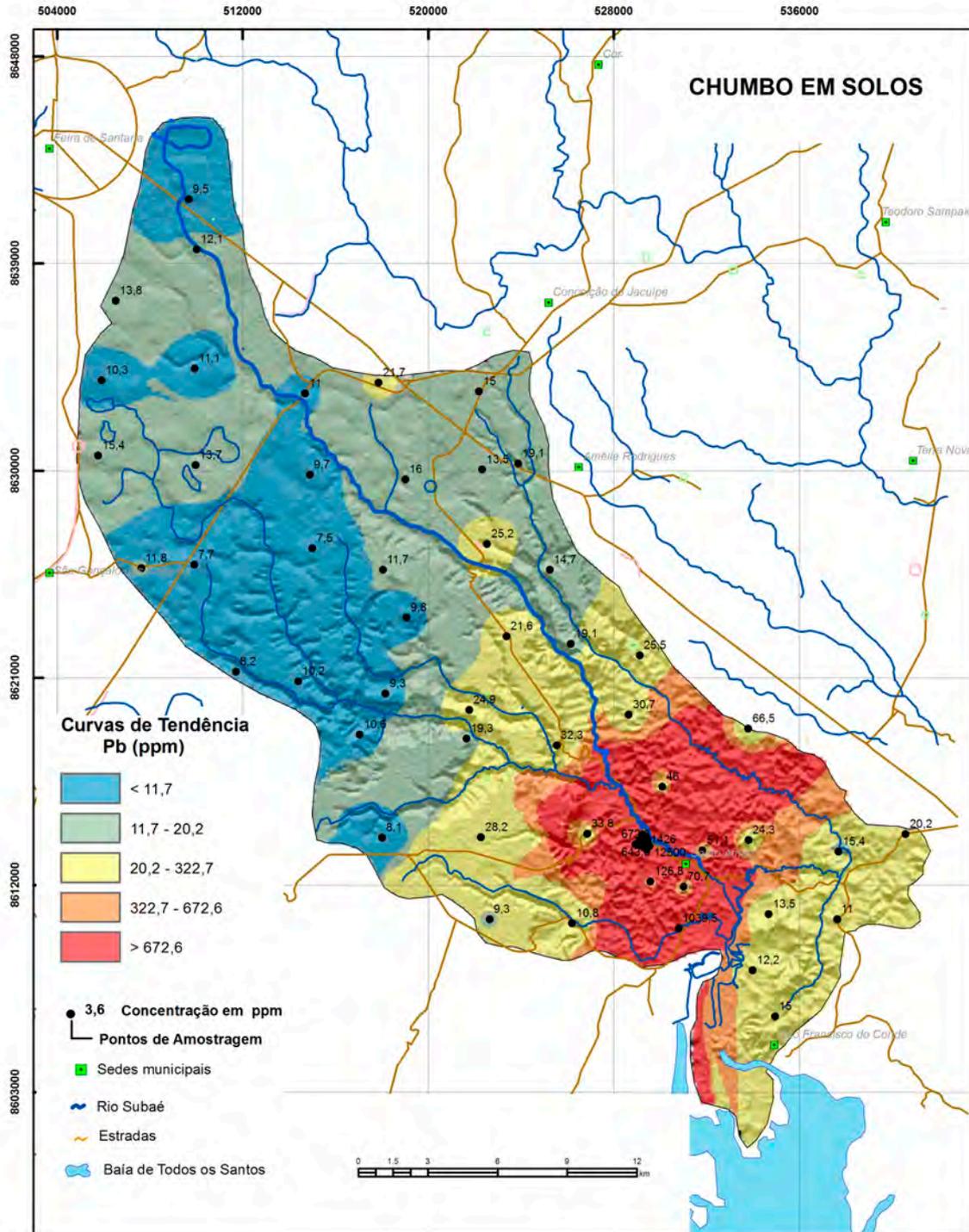
Estatística Descritiva	
Elemento	Pb (mg/L)
Limite de Detecção - LD	0,002
Número de amostras	48
Resultados > LD	10
Valor médio	0,0047
Valor mínimo	0,001
Valor máximo	0,113
Mediana	0,001
Desvio Padrão	0,0164
<b>Portaria MS 2914 / 2011</b>	<b>0,01</b>
Valor de prevenção Res. CONAMA 357/2005	0,01
Valor de prevenção Res. CONAMA 396/2008	0,01
WHO 2011	0,01



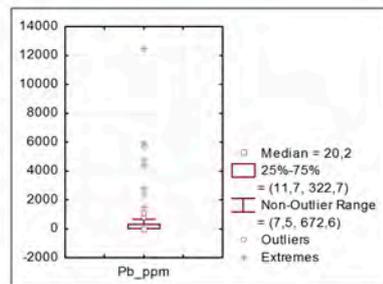


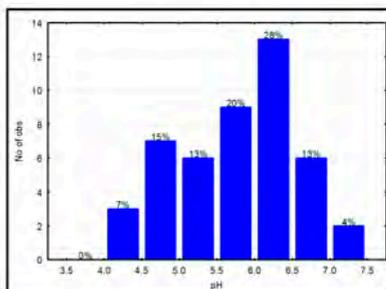
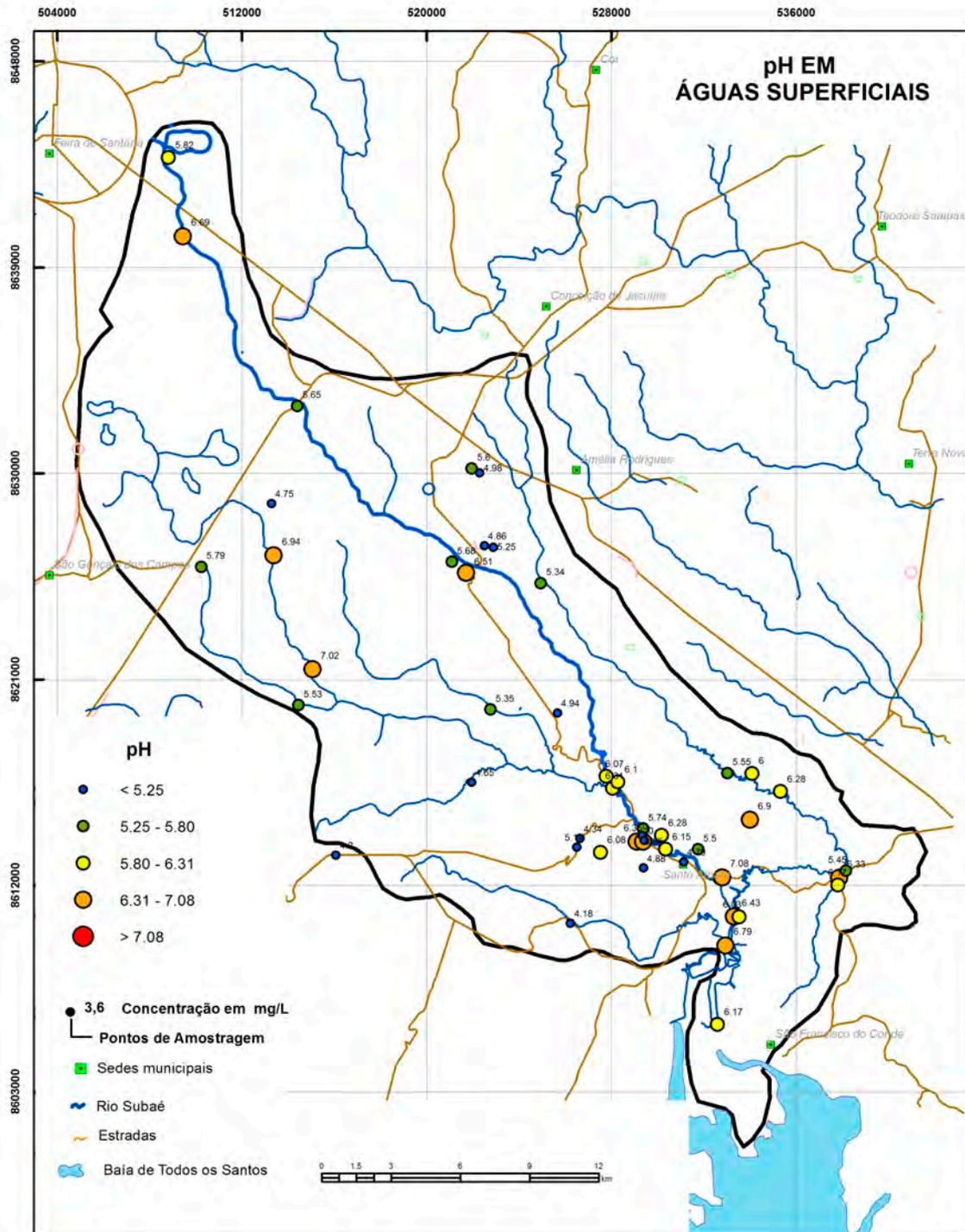
Estatística Descritiva	
Elemento	Pb (ppm)
Límite de Detecção - LD	0,2
Número de amostras	39
Resultados > LD	39
Valor médio	193,29
Valor mínimo	7,5
Valor máximo	4148
Mediana	22
Desvio Padrão	700,22
Valor de atenção Res. CONAMA 454/2012	35
Valor de prevenção (TEL) NOAA SQTR 2008	35



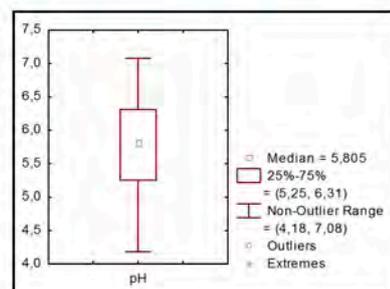


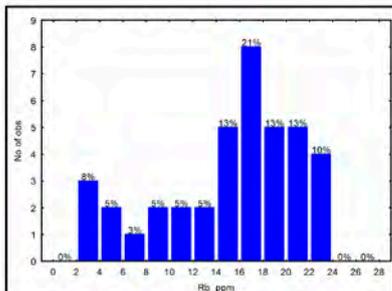
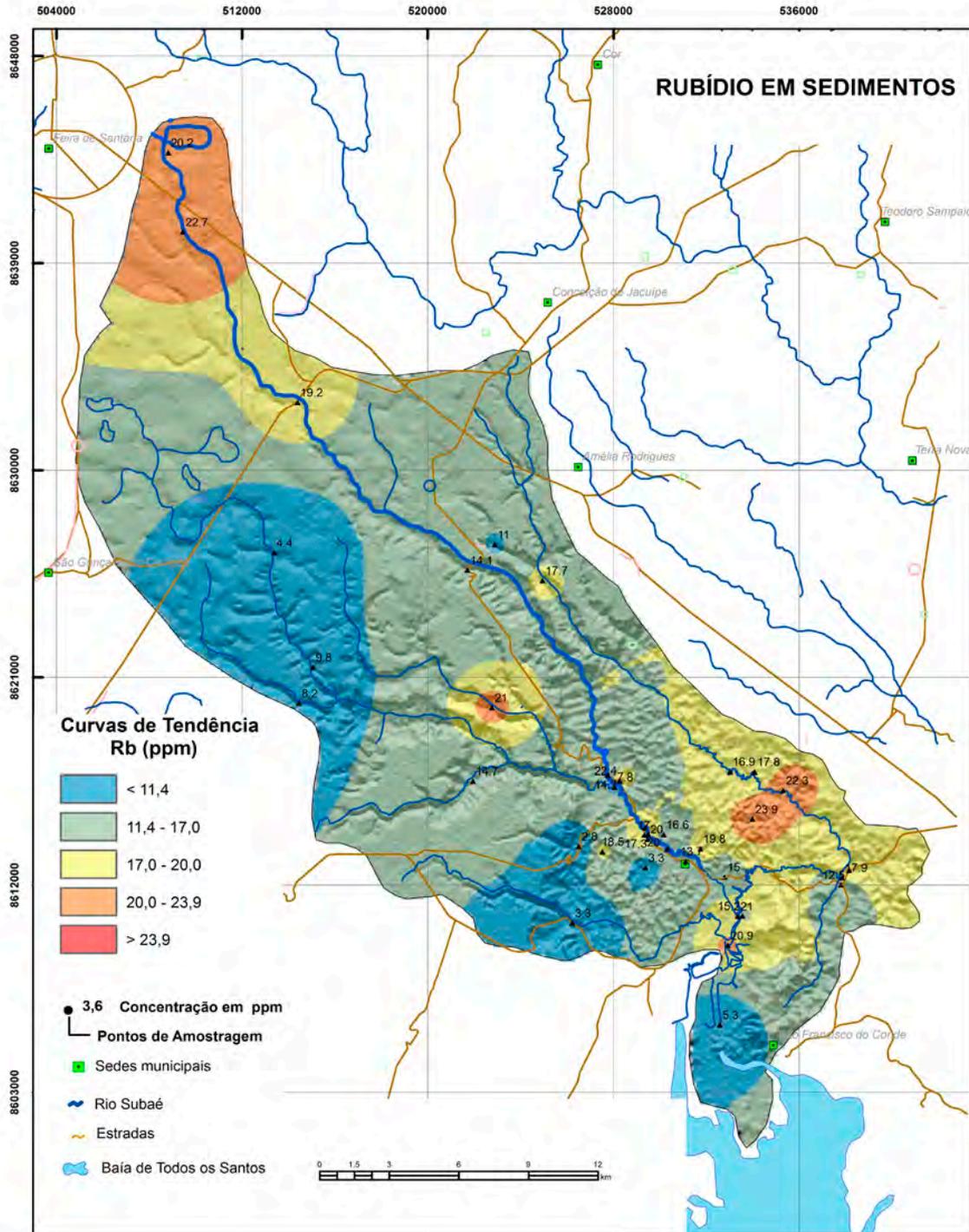
Estatística Descritiva	
Elemento	Pb (ppm)
Limite de Detecção - LD	0,2
Número de amostras	67
Resultados > LD	67
Valor médio	720,2
Valor mínimo	7,5
Valor máximo	12500
Mediana	20,2
Desvio Padrão	1959,16
Valor de prevenção Res. CONAMA 420/2009	72
Valor de prevenção NOAA SQTR 2008	55



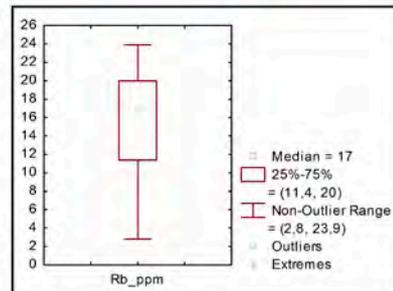


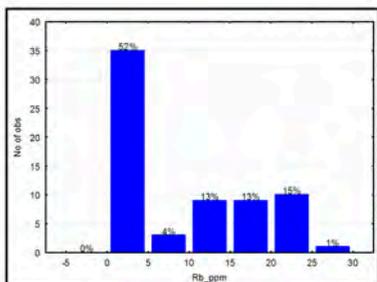
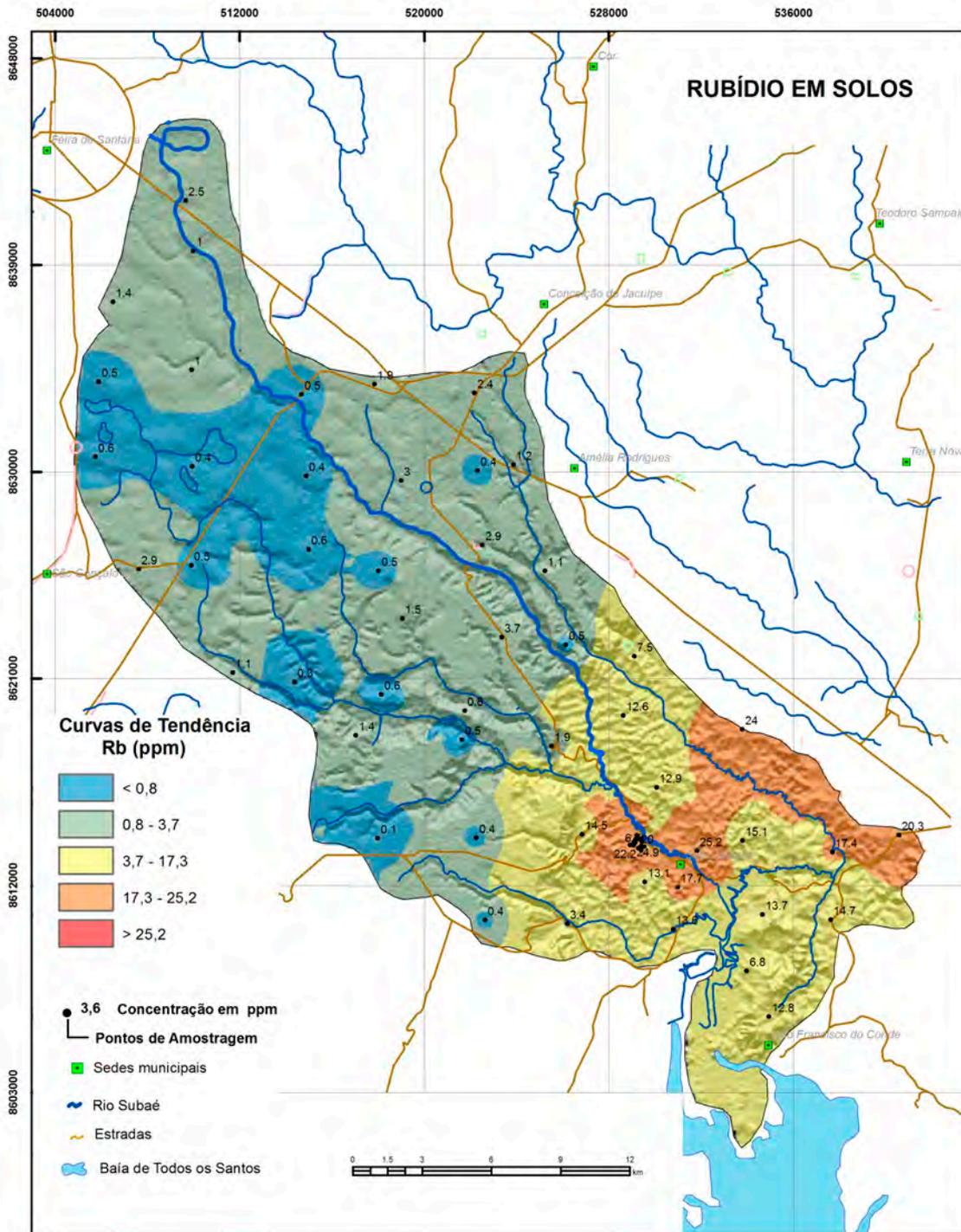
Estatística Descritiva	
Elemento	pH
Límite de Detecção - LD	-
Número de amostras	46
Resultados > LD	46
Valor médio	5,77
Valor mínimo	4,18
Valor máximo	7,08
Mediana	5,81
Desvio Padrão	0,77
Portaria MS 2914 / 2011	-
Valor de prevenção Res. CONAMA 357/2005	6 a 9
Valor de prevenção Res. CONAMA 396/2008	-
WHO 2011	-



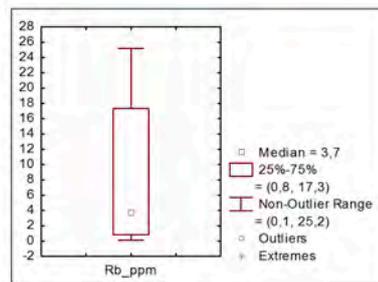


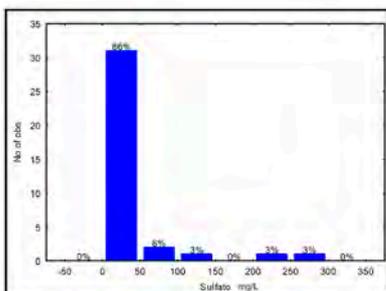
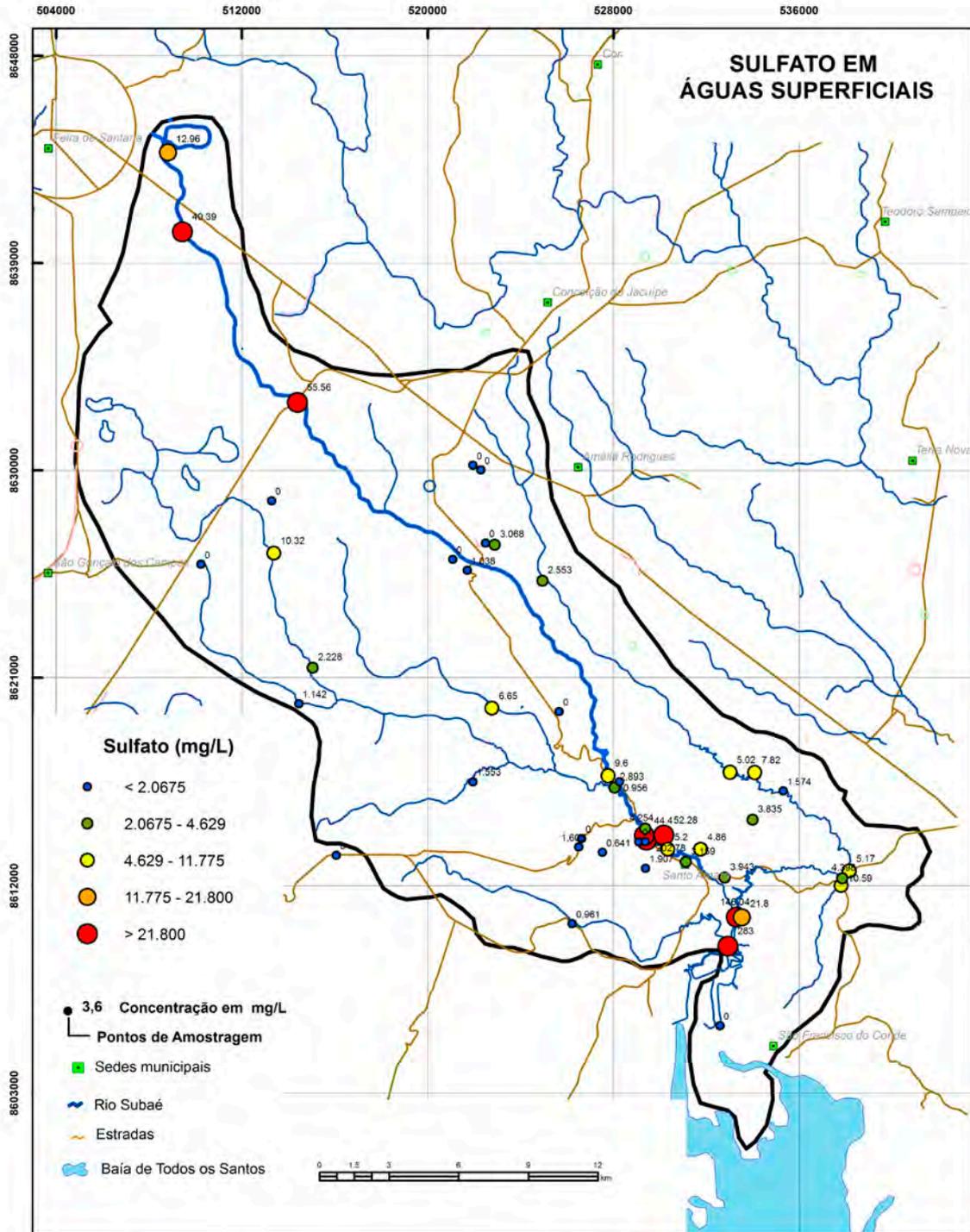
Estatística Descritiva	
Elemento	Rb (ppm)
Limite de Detecção - LD	0,2
Número de amostras	39
Resultados > LD	39
Valor médio	15,35
Valor mínimo	2,8
Valor máximo	23,9
Mediana	17
Desvio Padrão	5,95
Valor de atenção Res. CONAMA 454/2012	-
Valor de prevenção (TEL) NOAA SQTR 2008	-



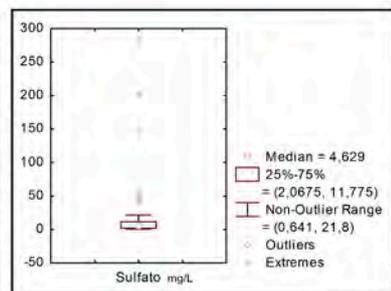


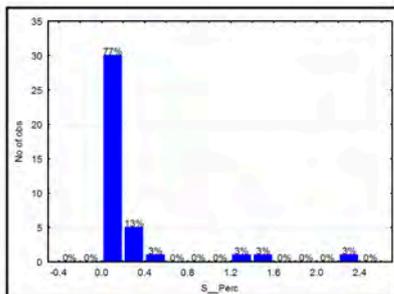
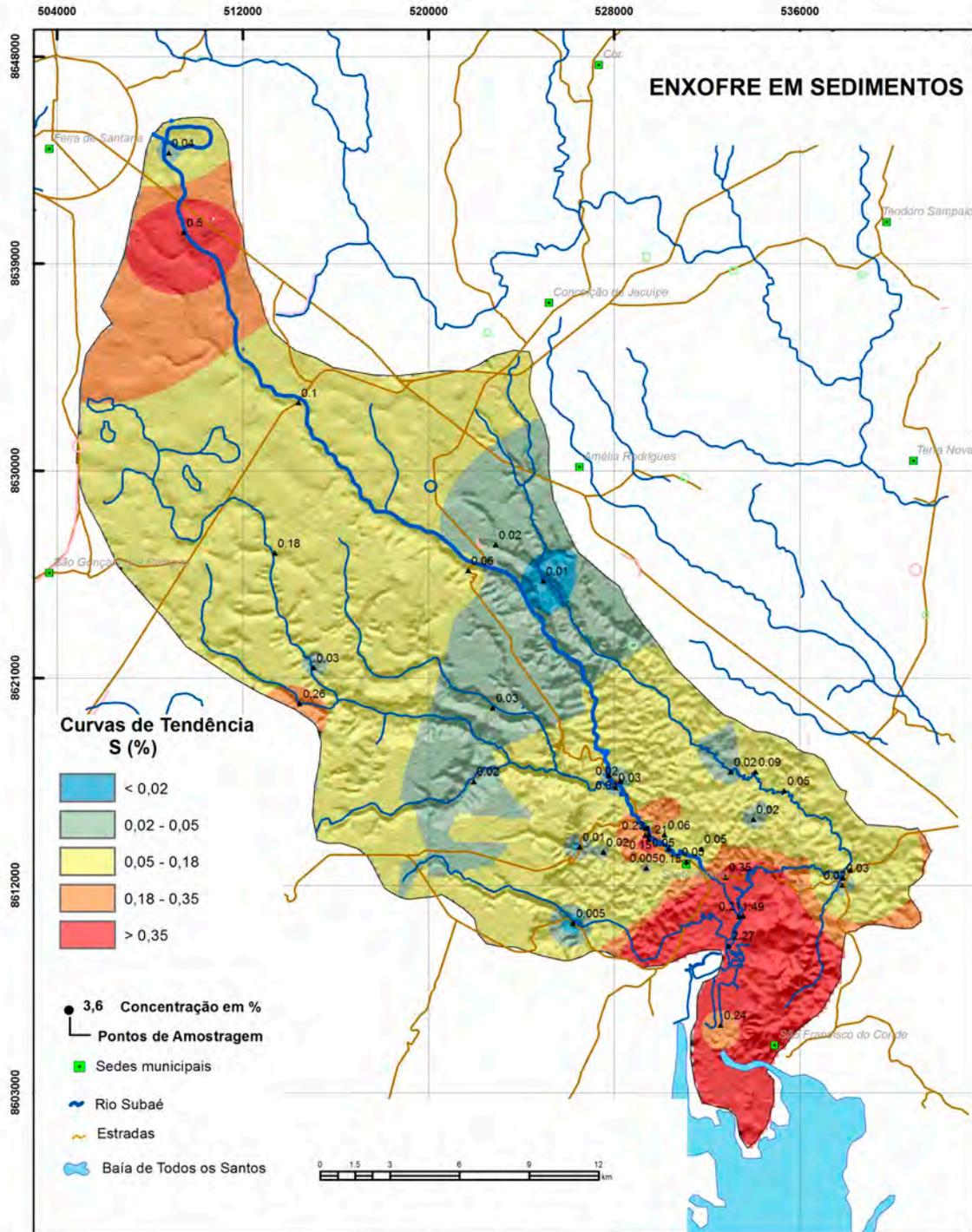
Estatística Descritiva	
Elemento	Rb (ppm)
Limite de Detecção - LD	0,2
Número de amostras	67
Resultados > LD	67
Valor médio	8,9
Valor mínimo	0,1
Valor máximo	25,2
Mediana	3,7
Desvio Padrão	8,8
Valor de prevenção Res. CONAMA 420/2009	-
Valor de prevenção NOAA SQTR 2008	-



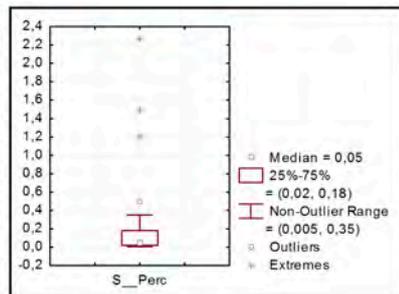


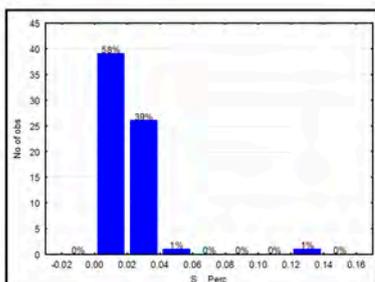
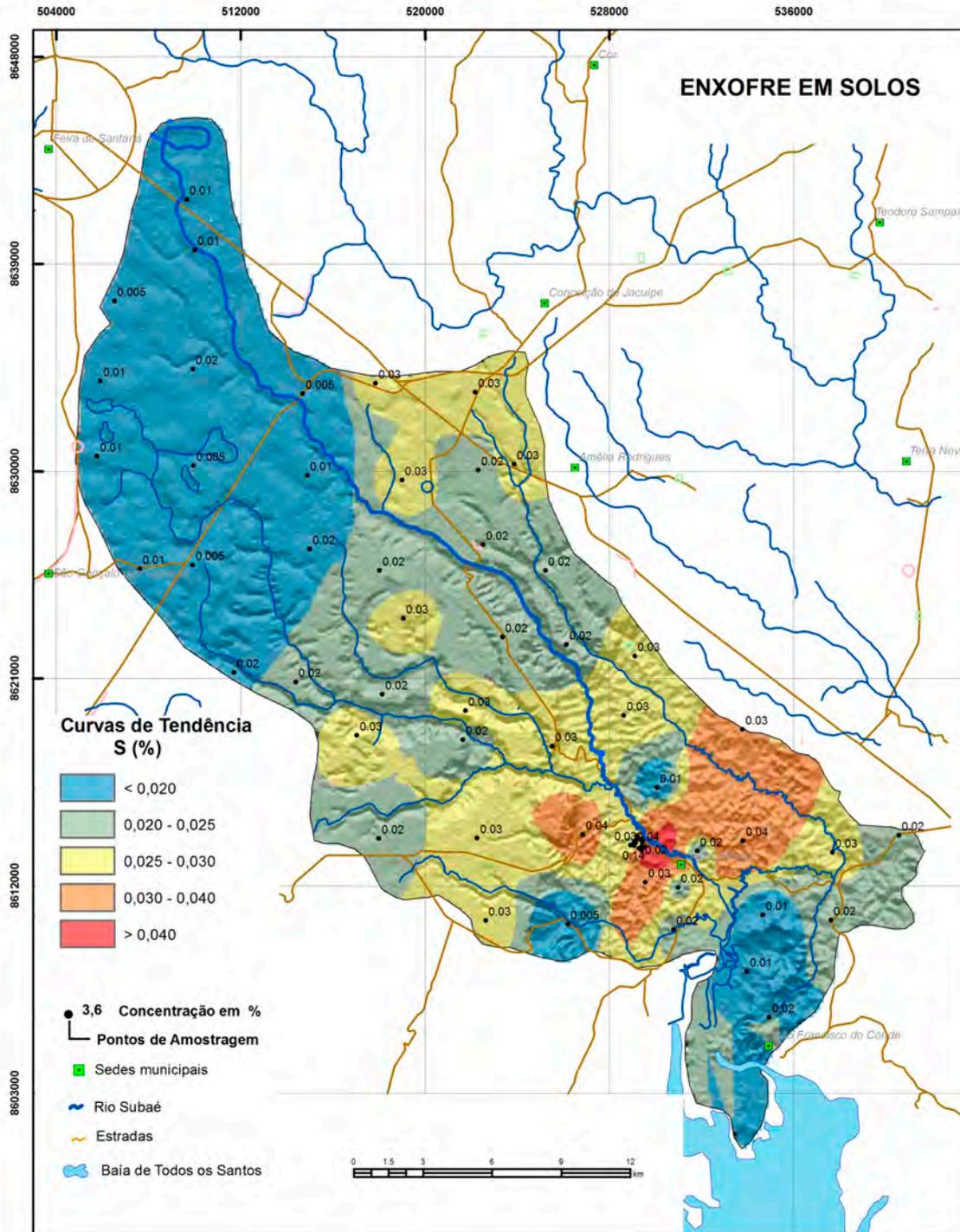
Estatística Descritiva	
Elemento	Sulfato (mg/L)
Limite de Detecção - LD	0,01
Número de amostras	36
Resultados > LD	36
Valor médio	26,8374
Valor mínimo	0,6410
Valor máximo	283,0000
Mediana	4,6290
Desvio Padrão	60,3123
Portaria MS 2914 / 2011	250
Valor de prevenção Res. CONAMA 357/2005	250
Valor de prevenção Res. CONAMA 396/2008	250
WHO 2011	-



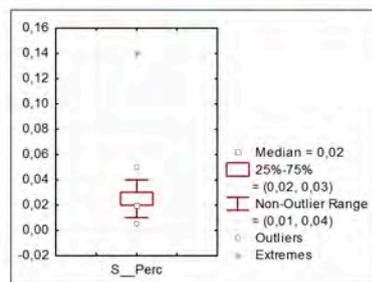


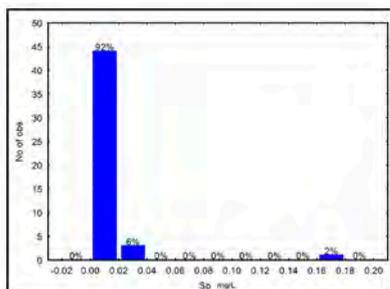
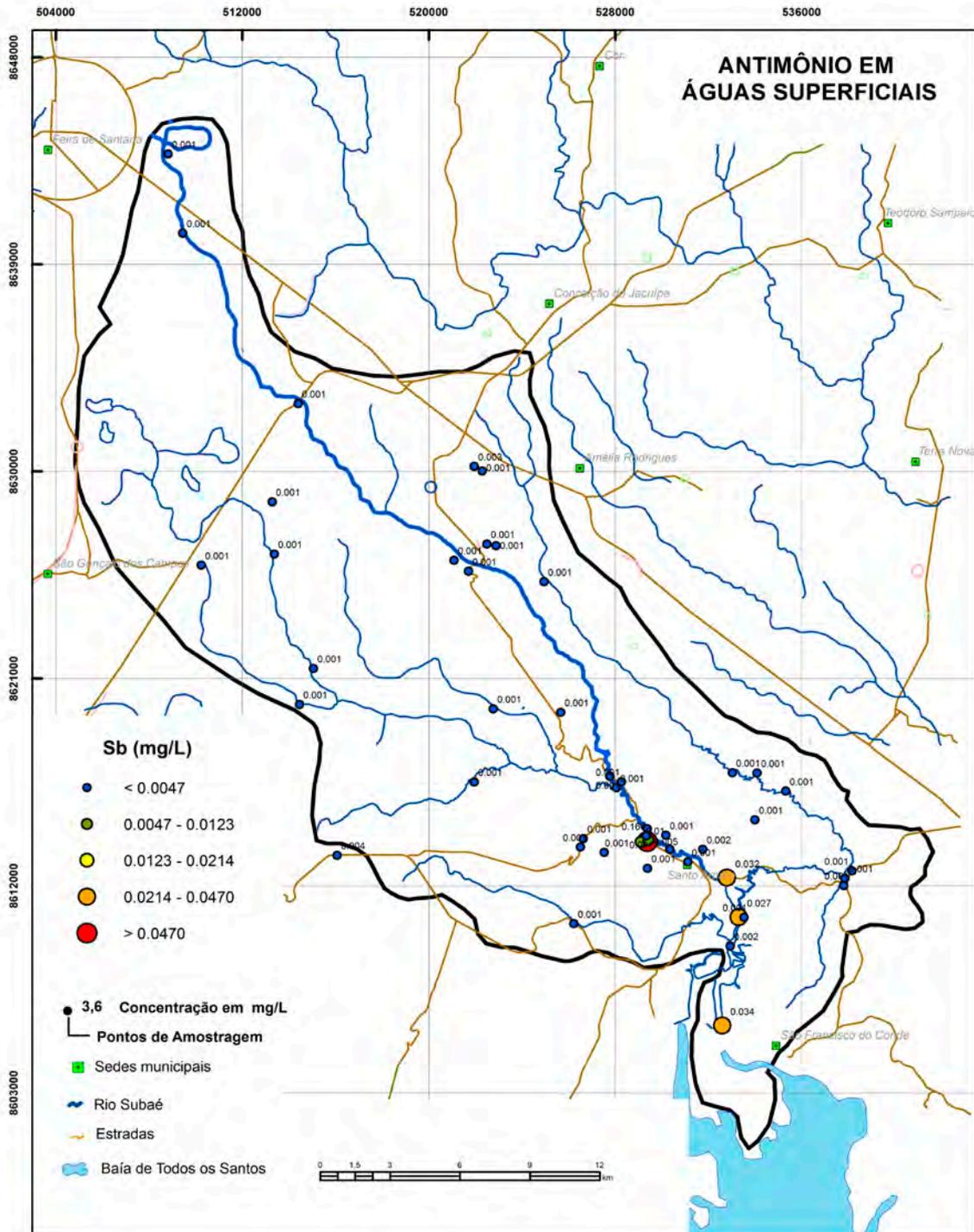
Estatística Descritiva	
Elemento	S (%)
Limite de Detecção - LD	0,01
Número de amostras	39
Resultados > LD	37
Valor médio	0,21
Valor mínimo	0,005
Valor máximo	2,27
Mediana	0,05
Desvio Padrão	0,45
Valor de atenção Res. CONAMA 454/2012	-
Valor de prevenção (TEL) NOAA SQTR 2008	-



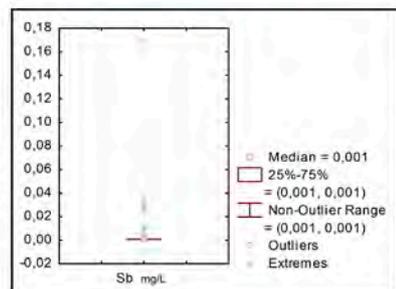


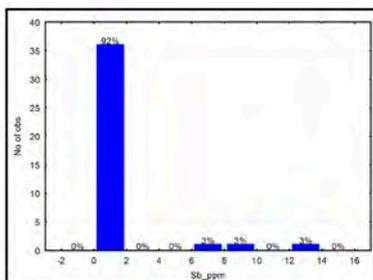
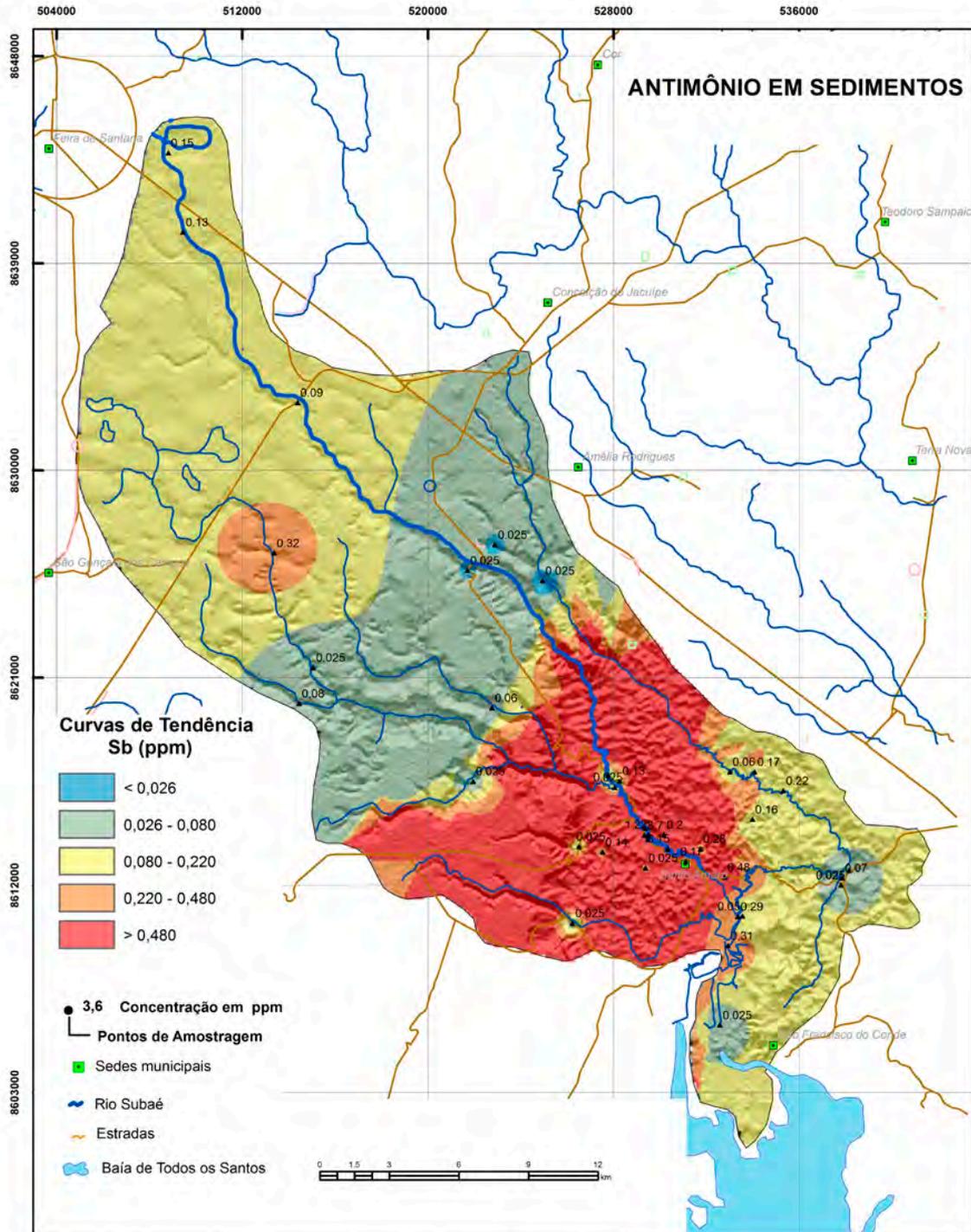
Estatística Descritiva	
Elemento	S (%)
Limite de Detecção - LD	0,01
Número de amostras	67
Resultados > LD	61
Valor médio	0,024
Valor mínimo	0,005
Valor máximo	0,14
Mediana	0,02
Desvio Padrão	0,02
Valor de prevenção Res. CONAMA 420/2009	-
Valor de prevenção NOAA SQTR 2008	-



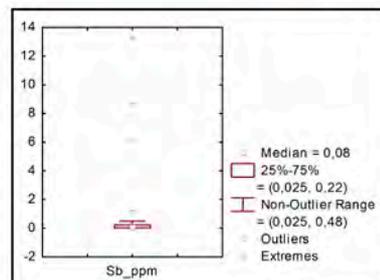


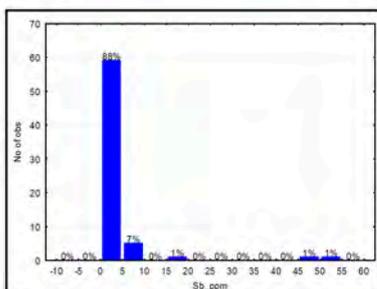
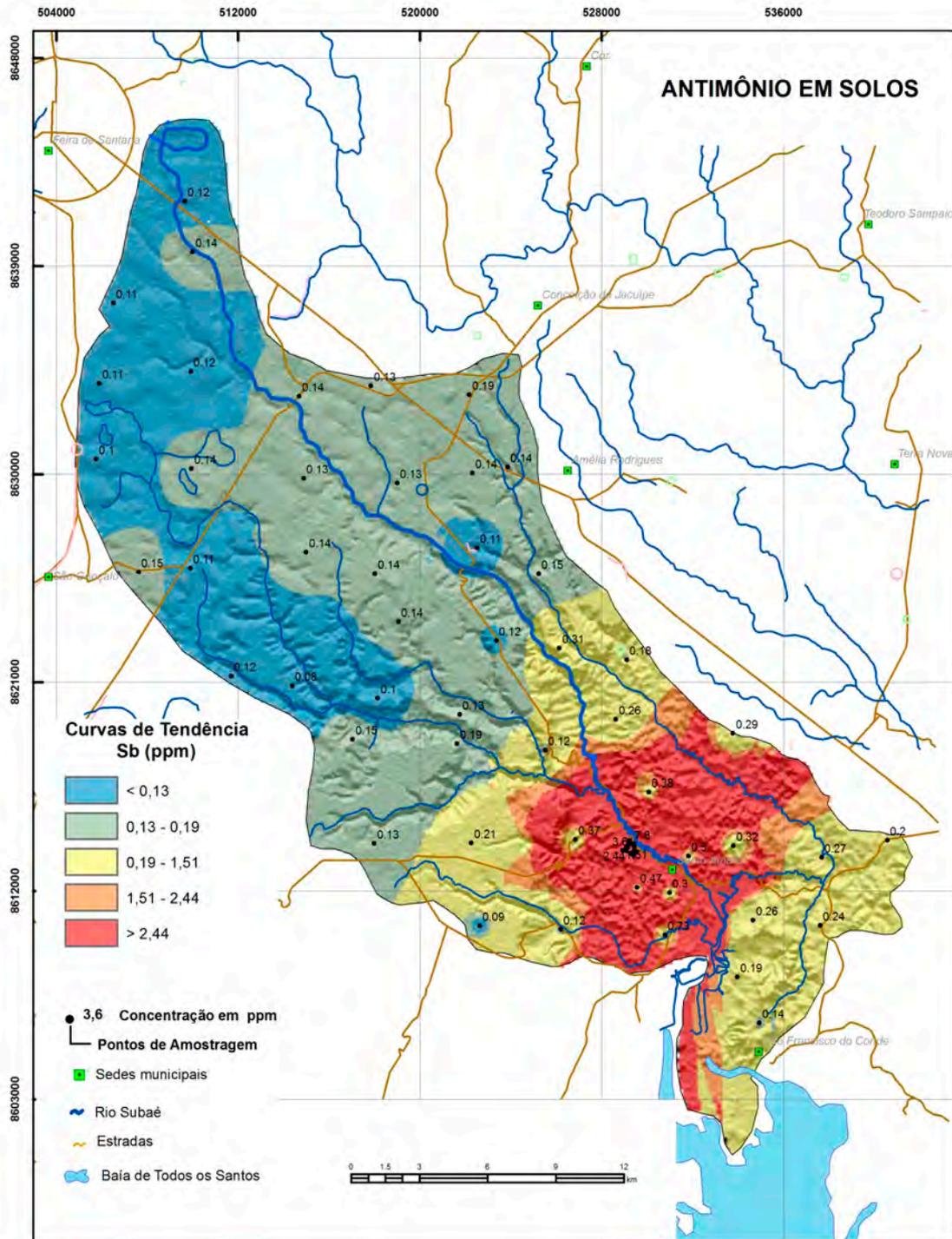
Estatística Descritiva	
Elemento	Sb (mg/L)
Limite de Detecção - LD	0,002
Número de amostras	46
Resultados > LD	10
Valor médio	0,0068
Valor mínimo	0,001
Valor máximo	0,169
Mediana	0,001
Desvio Padrão	0,025
Portaria MS 2914 / 2011	0,005
Valor de prevenção Res. CONAMA 357/2005	0,005
Valor de prevenção Res. CONAMA 396/2008	0,005
WHO 2011	0,02



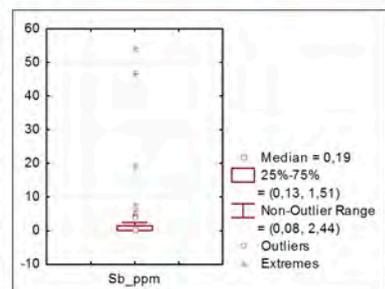


Estatística Descritiva	
Elemento	Sb (ppm)
Limite de Detecção - LD	0,05
Número de amostras	39
Resultados > LD	25
Valor médio	0,85
Valor mínimo	0,025
Valor máximo	13,28
Mediana	0,08
Desvio Padrão	2,64
Valor de atenção Res. CONAMA 454/2012	-
Valor de prevenção (TEL) NOAA SQTR 2008	-

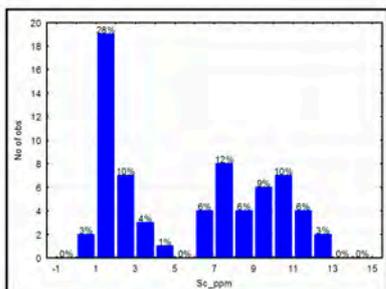
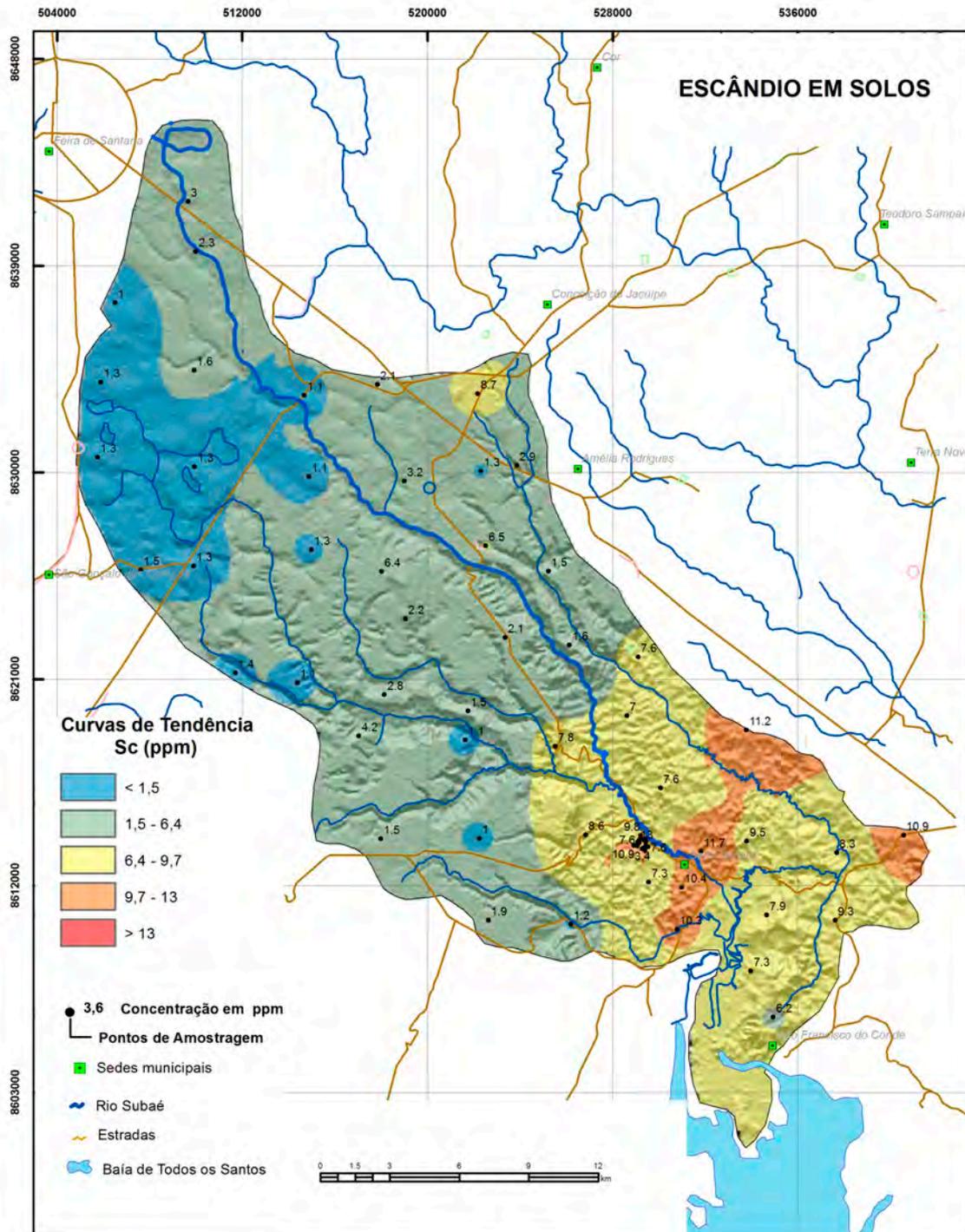




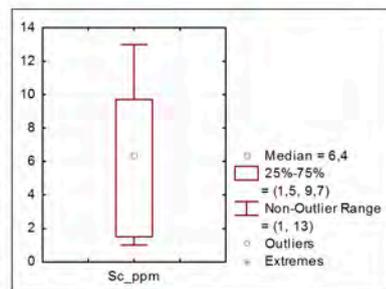
Estatística Descritiva	
Elemento	Sb (ppm)
Limite de Detecção - LD	0,05
Número de amostras	67
Resultados > LD	67
Valor médio	2,81
Valor mínimo	0,08
Valor máximo	54,14
Mediana	0,19
Desvio Padrão	8,91
Valor de prevenção Res. CONAMA 420/2009	2
Valor de prevenção NOAA SQTR 2008	3

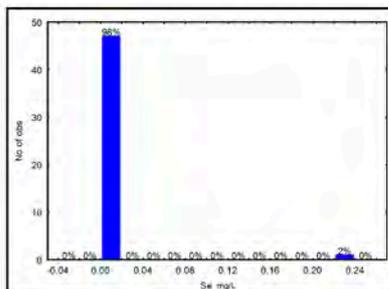
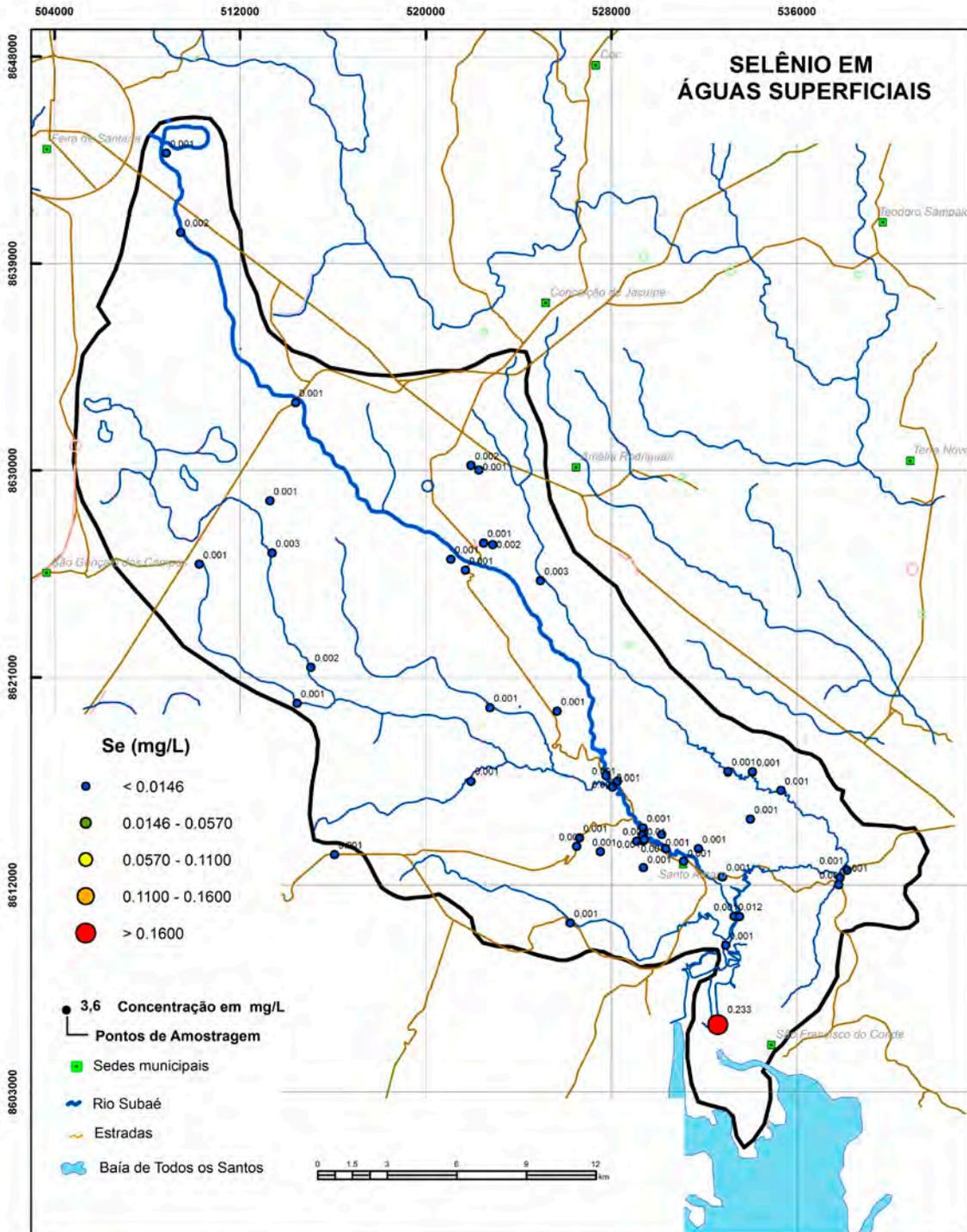




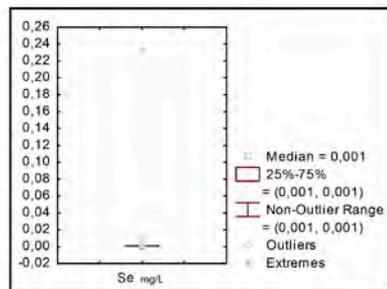


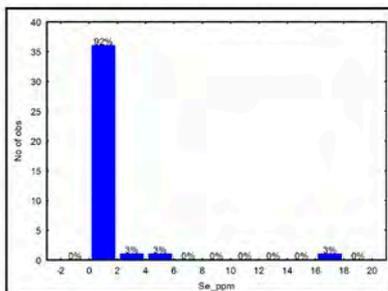
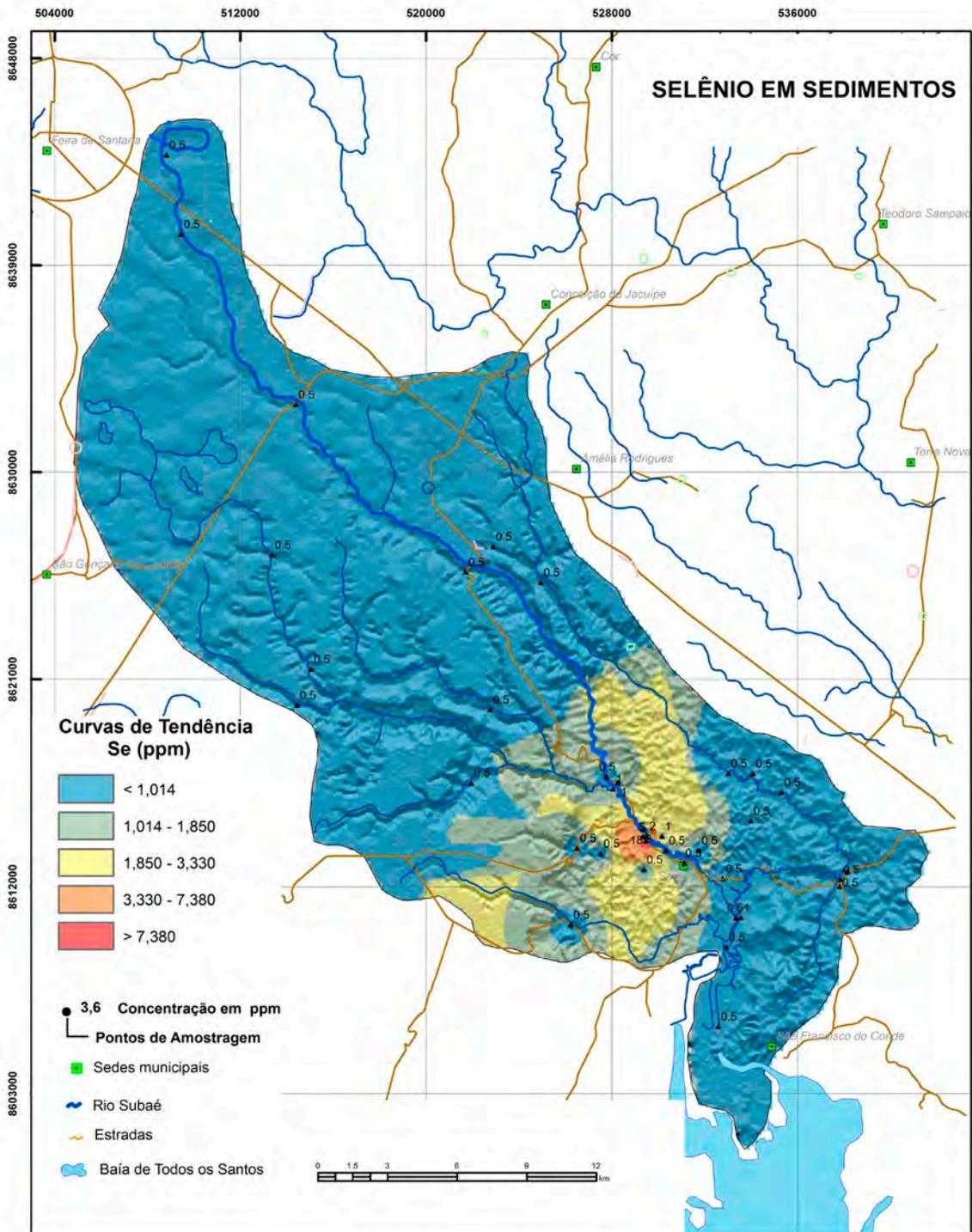
Estatística Descritiva	
Elemento	Sc (ppm)
Limite de Detecção - LD	0,1
Número de amostras	67
Resultados > LD	67
Valor médio	5,74
Valor mínimo	1
Valor máximo	13
Mediana	6,4
Desvio Padrão	3,99
Valor de prevenção Res. CONAMA 420/2009	-
Valor de prevenção NOAA SQTR 2008	-



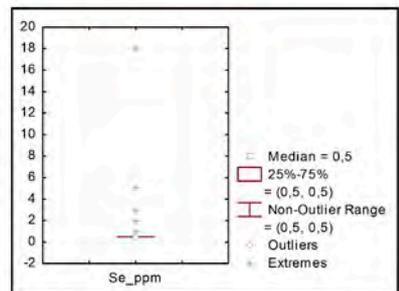


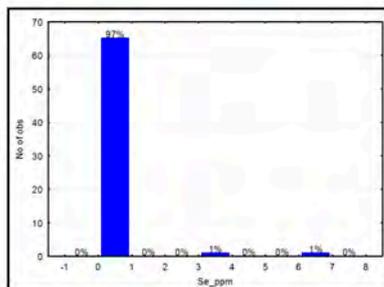
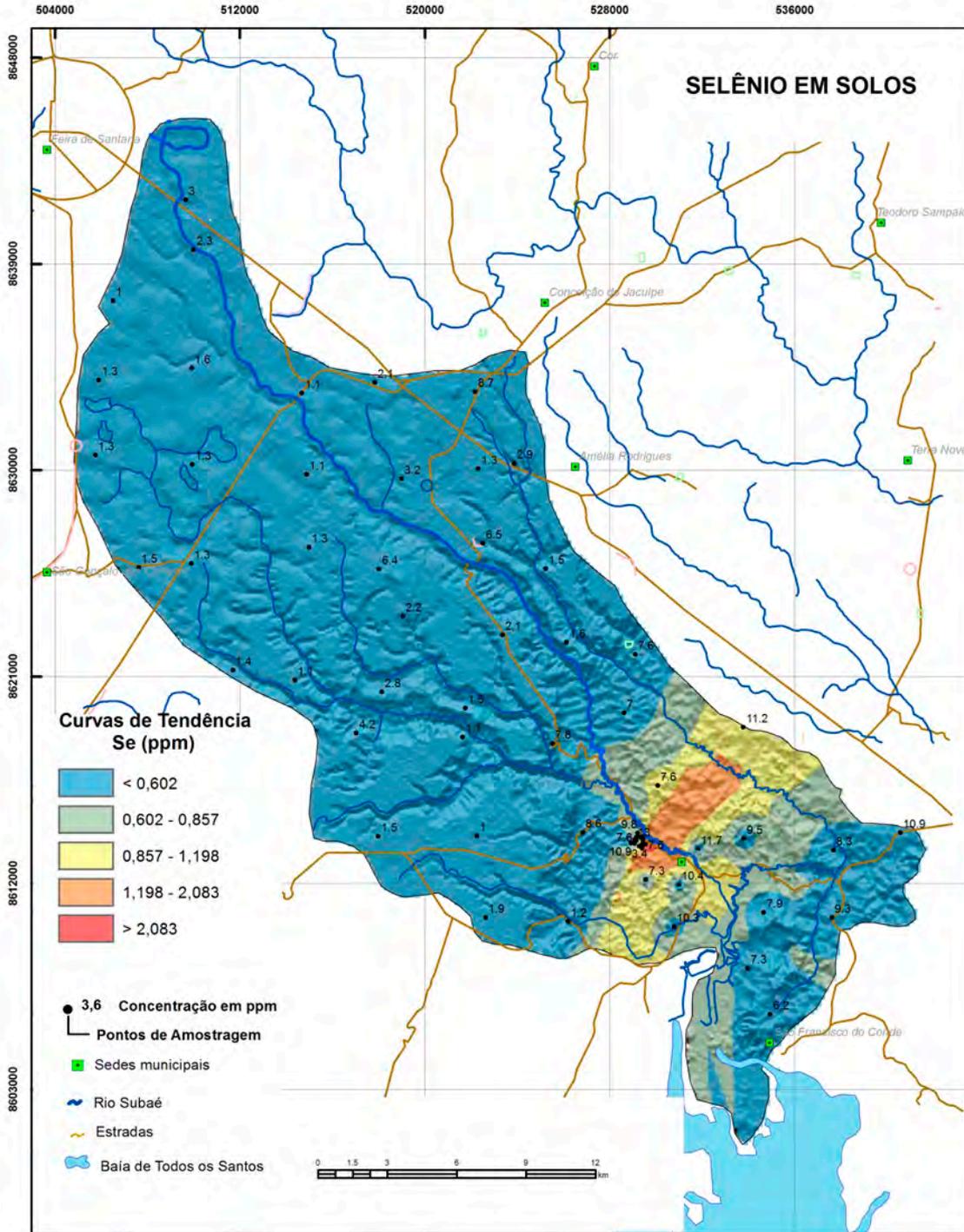
Estatística Descritiva	
Elemento	Se (mg/L)
Limite de Detecção - LD	0,002
Número de amostras	48
Resultados > LD	9
Valor médio	0,0064
Valor mínimo	0,001
Valor máximo	0,233
Mediana	0,001
Desvio Padrão	0,0335
<b>Portaria MS 2914 / 2011</b>	<b>0,01</b>
Valor de prevenção Res. CONAMA 357/2005	0,01
Valor de prevenção Res. CONAMA 386/2008	0,01
WHO 2011	0,04



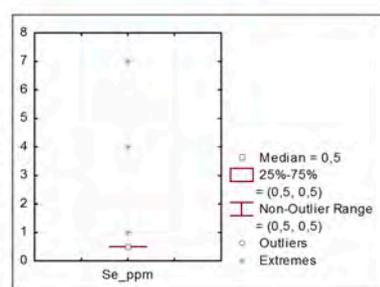


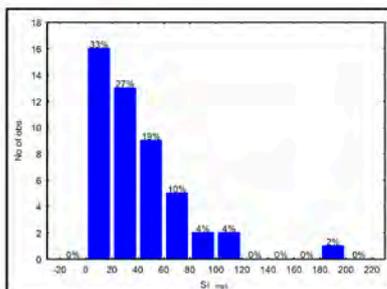
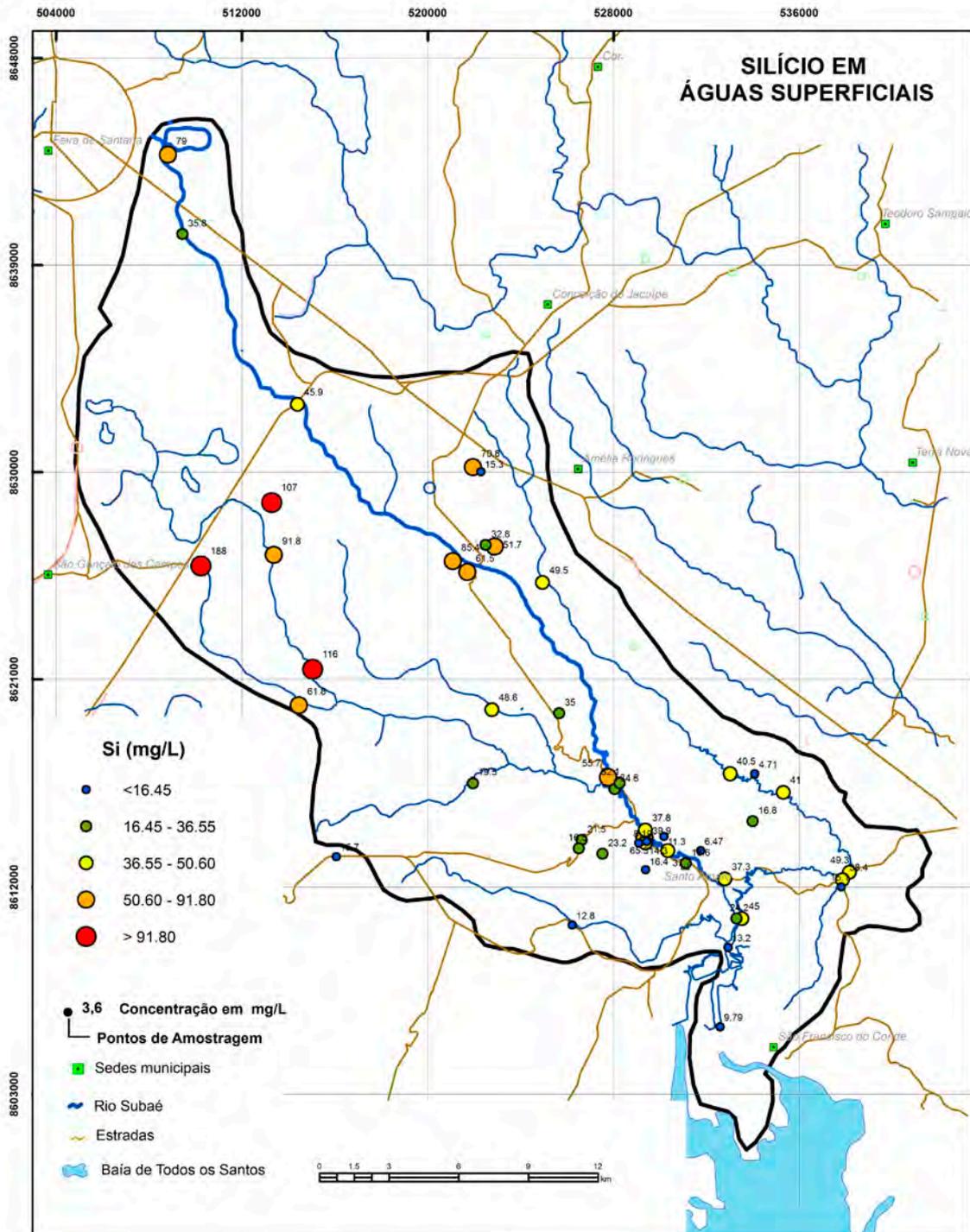
Estatística Descritiva	
Elemento	Se (ppm)
Limite de Detecção - LD	1
Número de amostras	39
Resultados > LD	8
Valor médio	1,22
Valor mínimo	0,5
Valor máximo	18
Mediana	0,5
Desvio Padrão	2,88
Valor de atenção Res. CONAMA 454/2012	-
Valor de prevenção (TEL) NOAA SQTR 2008	-



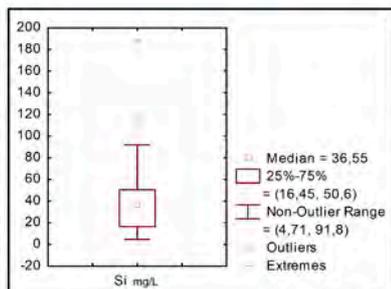


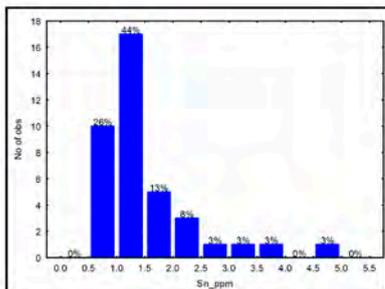
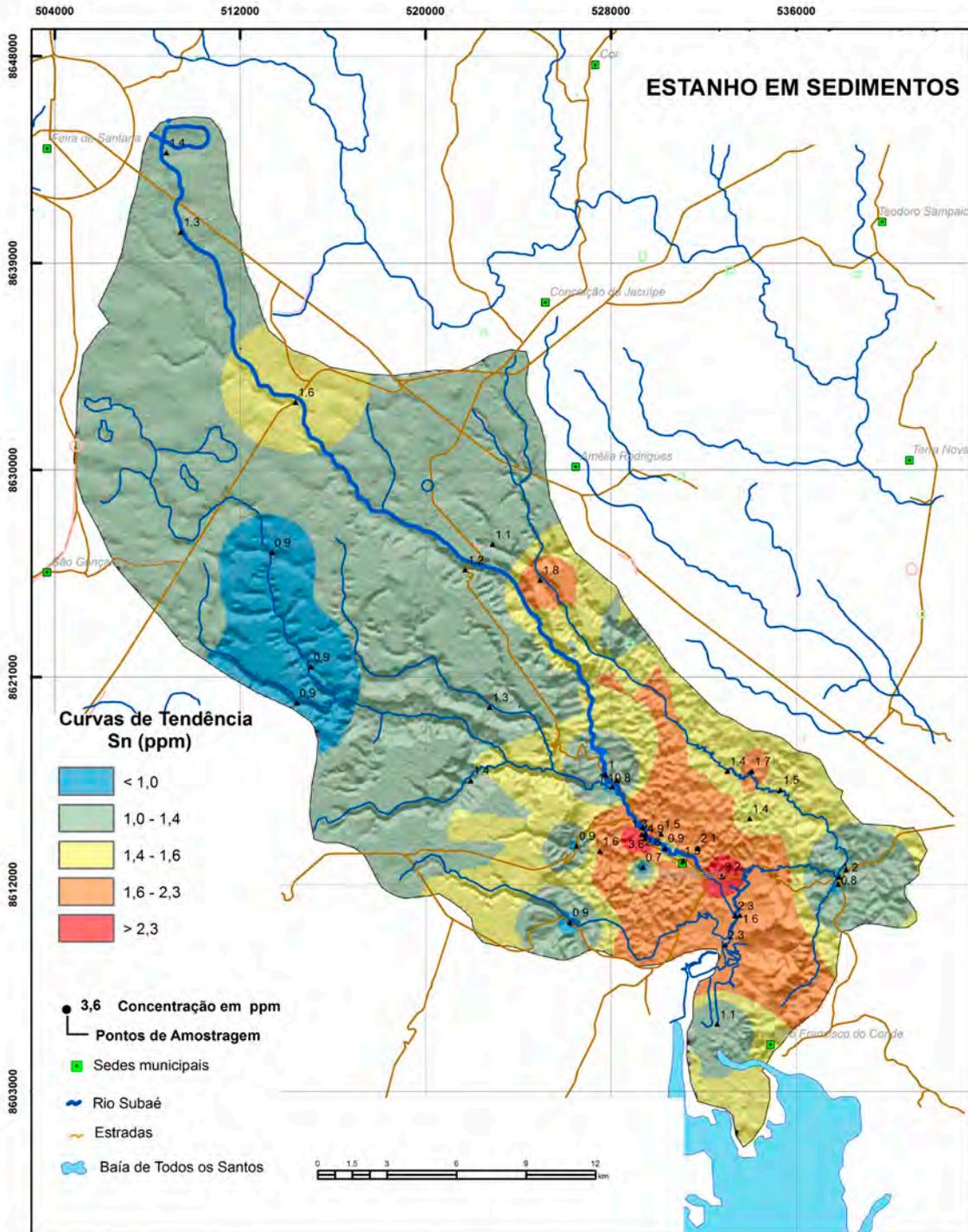
Estatística Descritiva	
Elemento	Se (ppm)
Límite de Detecção - LD	1
Número de amostras	67
Resultados > LD	37
Valor médio	0,69
Valor mínimo	0,5
Valor máximo	7
Mediana	0,5
Desvio Padrão	0,9
Valor de prevenção Res. CONAMA 420/2009	5
Valor de prevenção NOAA SQTR 2008	0,7



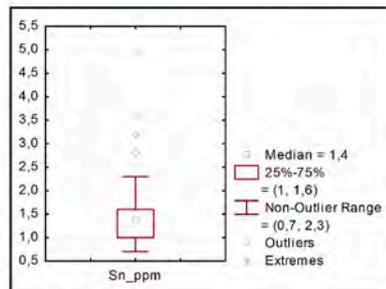


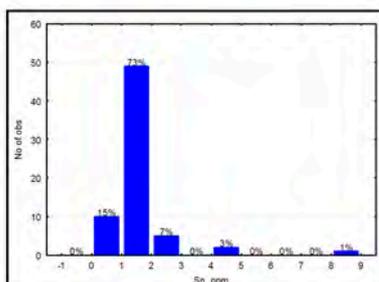
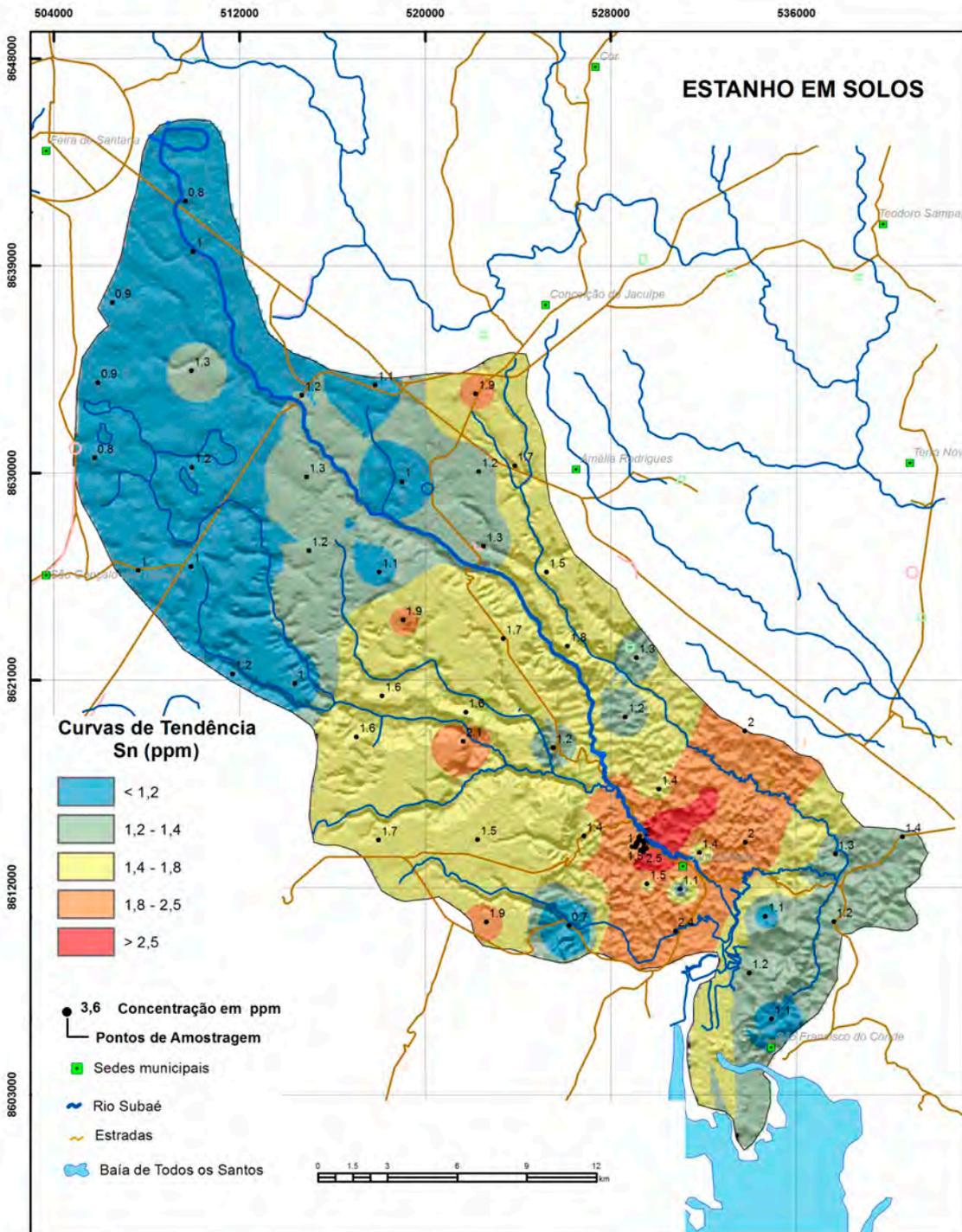
Estatística Descritiva	
Elemento	Si (mg/L)
Limite de Detecção - LD	0,002
Número de amostras	48
Resultados > LD	48
Valor médio	41,64
Valor mínimo	4,71
Valor máximo	188
Mediana	36,55
Desvio Padrão	33,96
Portaria MS 2914 / 2011	-
Valor de prevenção Res. CONAMA 357/2005	-
Valor de prevenção Res. CONAMA 396/2008	-
WHO 2011	-



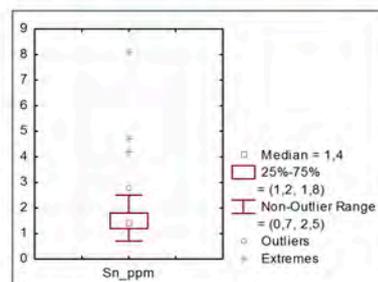


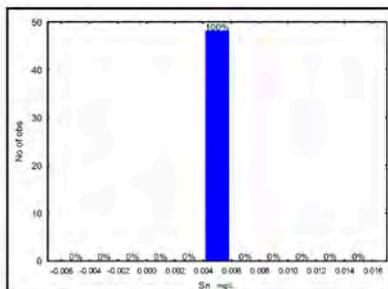
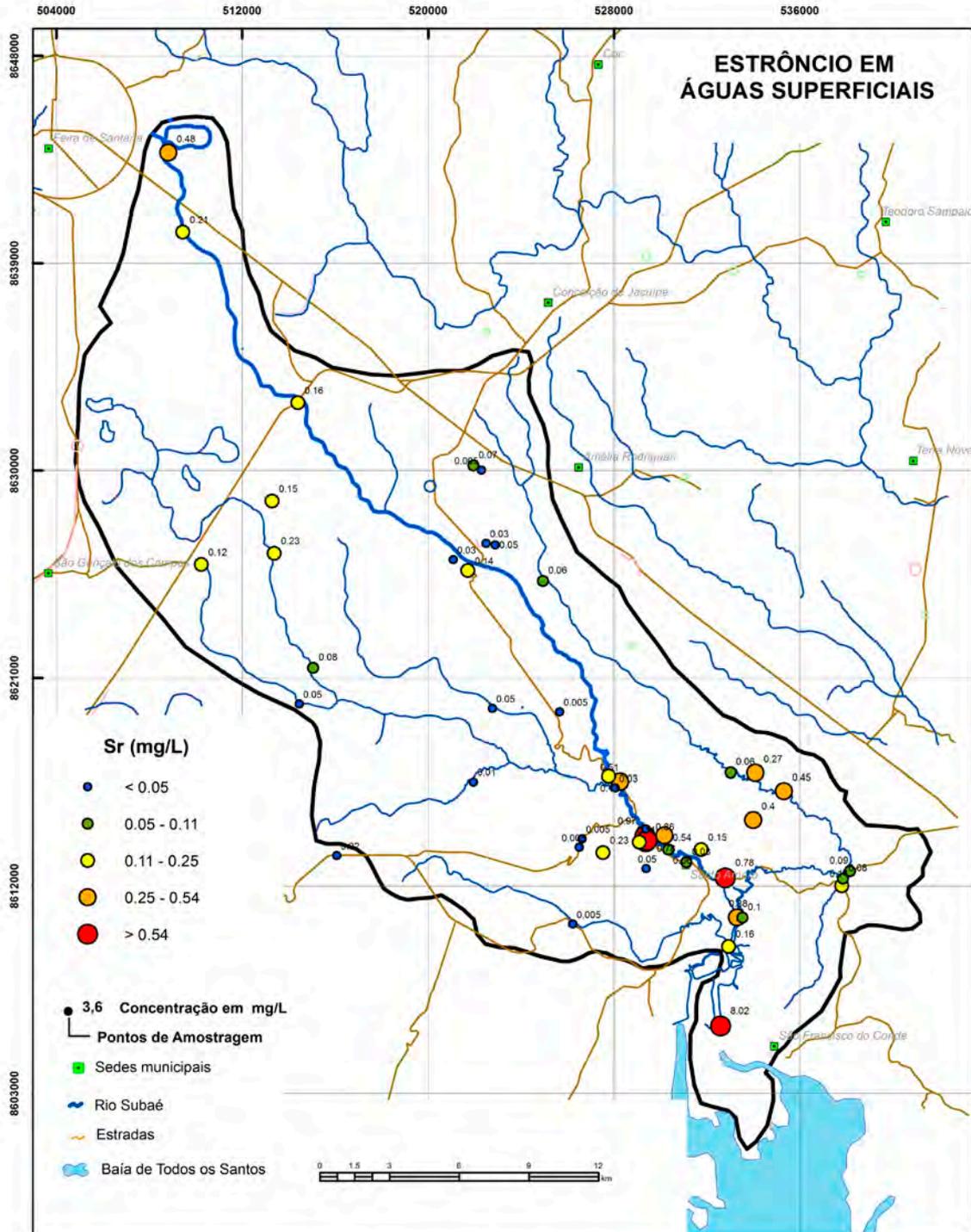
Estatística Descritiva	
Elemento	Sn (ppm)
Limite de Detecção - LD	0,3
Número de amostras	39
Resultados >LD	39
Valor médio	1,5
Valor mínimo	0,7
Valor máximo	4,9
Mediana	1,4
Desvio Padrão	0,85
Valor de atenção Res. CONAMA 454/2012	-
Valor de prevenção (TEL) NOAA SQTR 2008	-



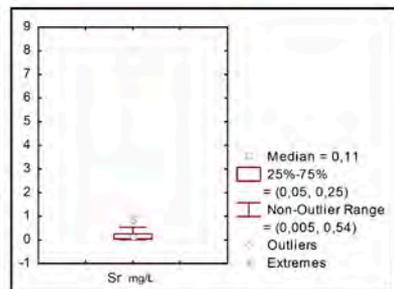


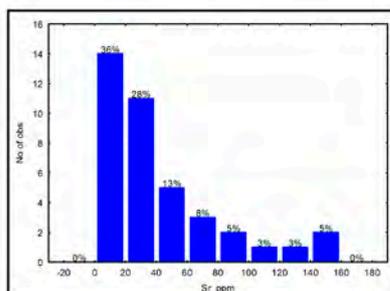
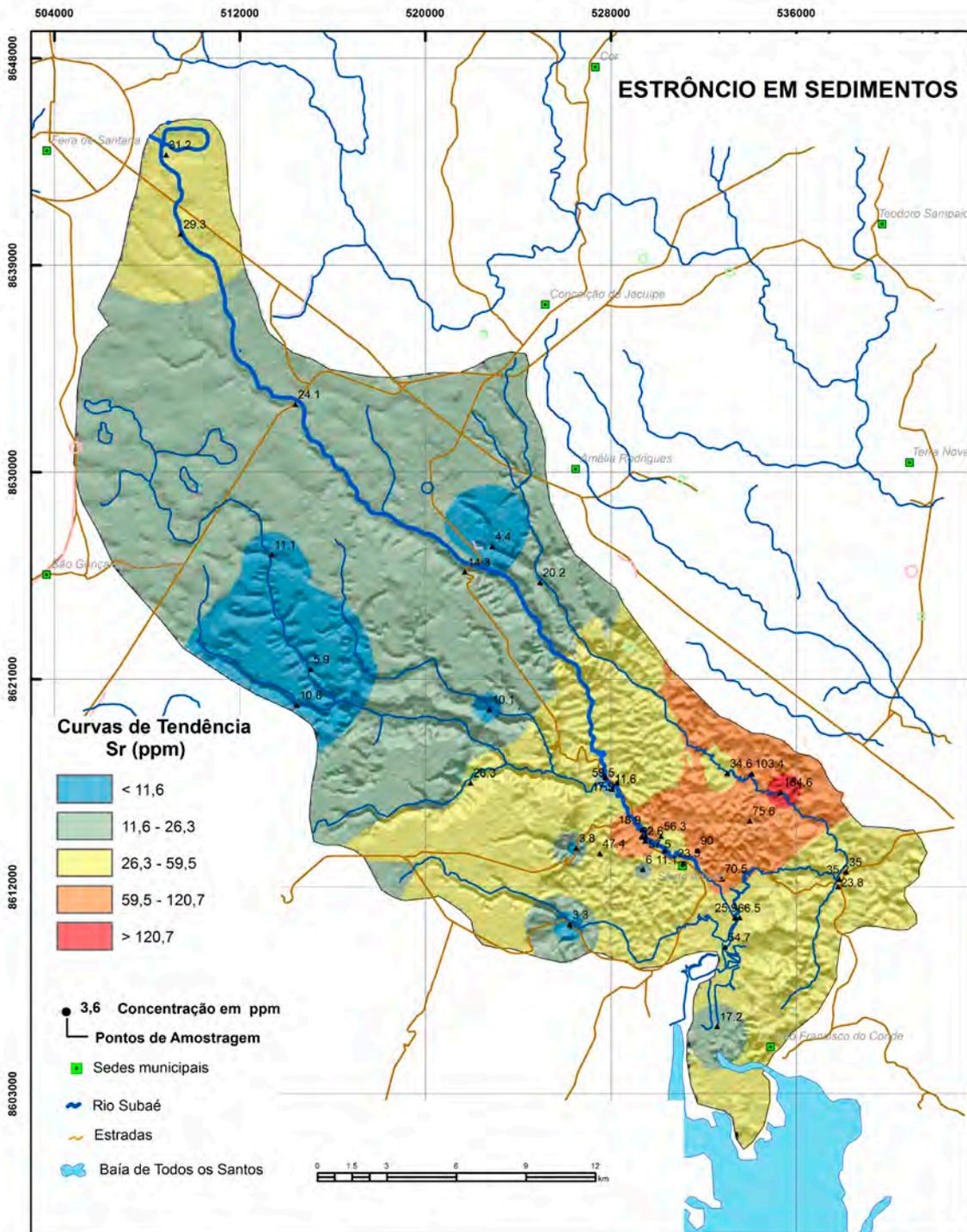
Estatística Descritiva	
Elemento	Sn (ppm)
Limite de Detecção - LD	0,3
Número de amostras	67
Resultados > LD	67
Valor médio	1,66
Valor mínimo	0,7
Valor máximo	8,1
Mediana	1,4
Desvio Padrão	1,04
Valor de prevenção Res. CONAMA 420/2009	-
Valor de prevenção NOAA SQTR 2008	19



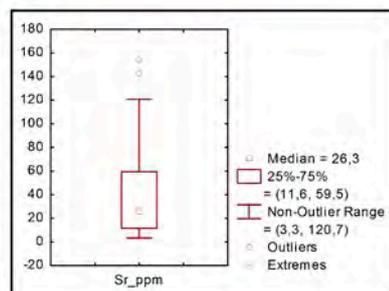


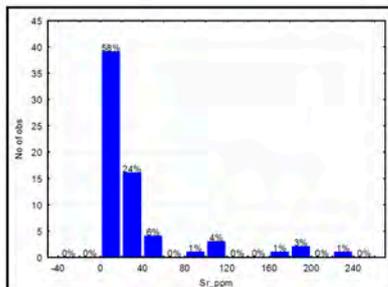
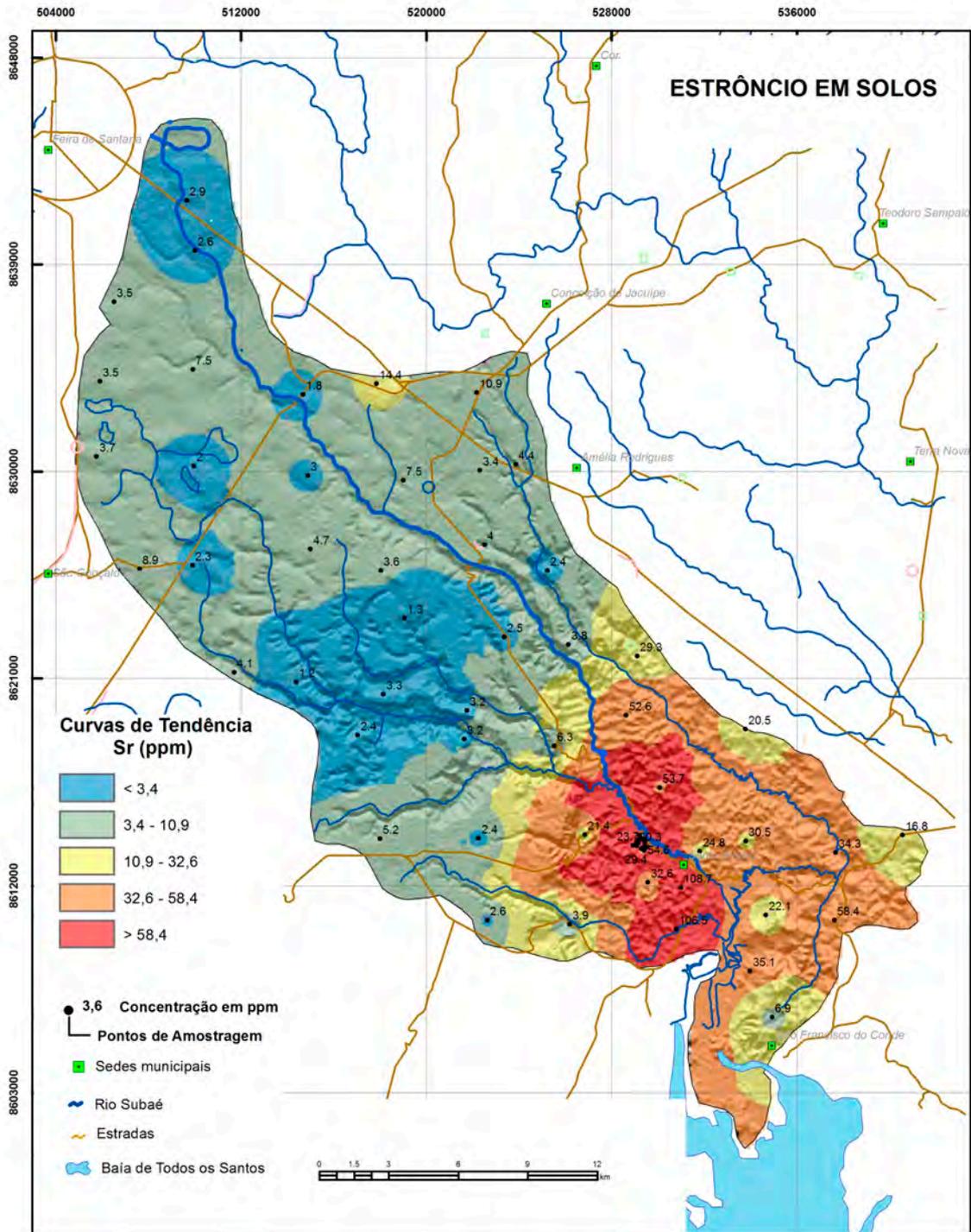
Estatística Descritiva	
Elemento	Sr (mg/L)
Limite de Detecção - LD	0,01
Número de amostras	48
Resultados > LD	43
Valor médio	0,3641
Valor mínimo	0,005
Valor máximo	8,02
Mediana	0,11
Desvio Padrão	1,1543
Portaria MS 2914 / 2011	-
Valor de prevenção Res. CONAMA 357/2005	-
Valor de prevenção Res. CONAMA 395/2008	-
WHO 2011	-



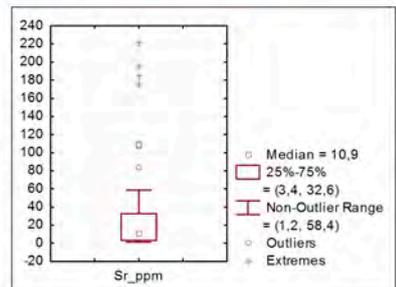


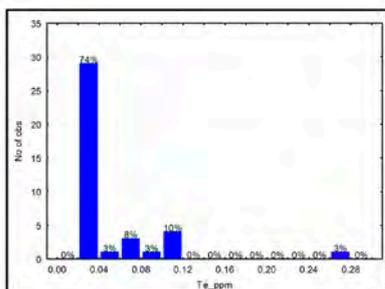
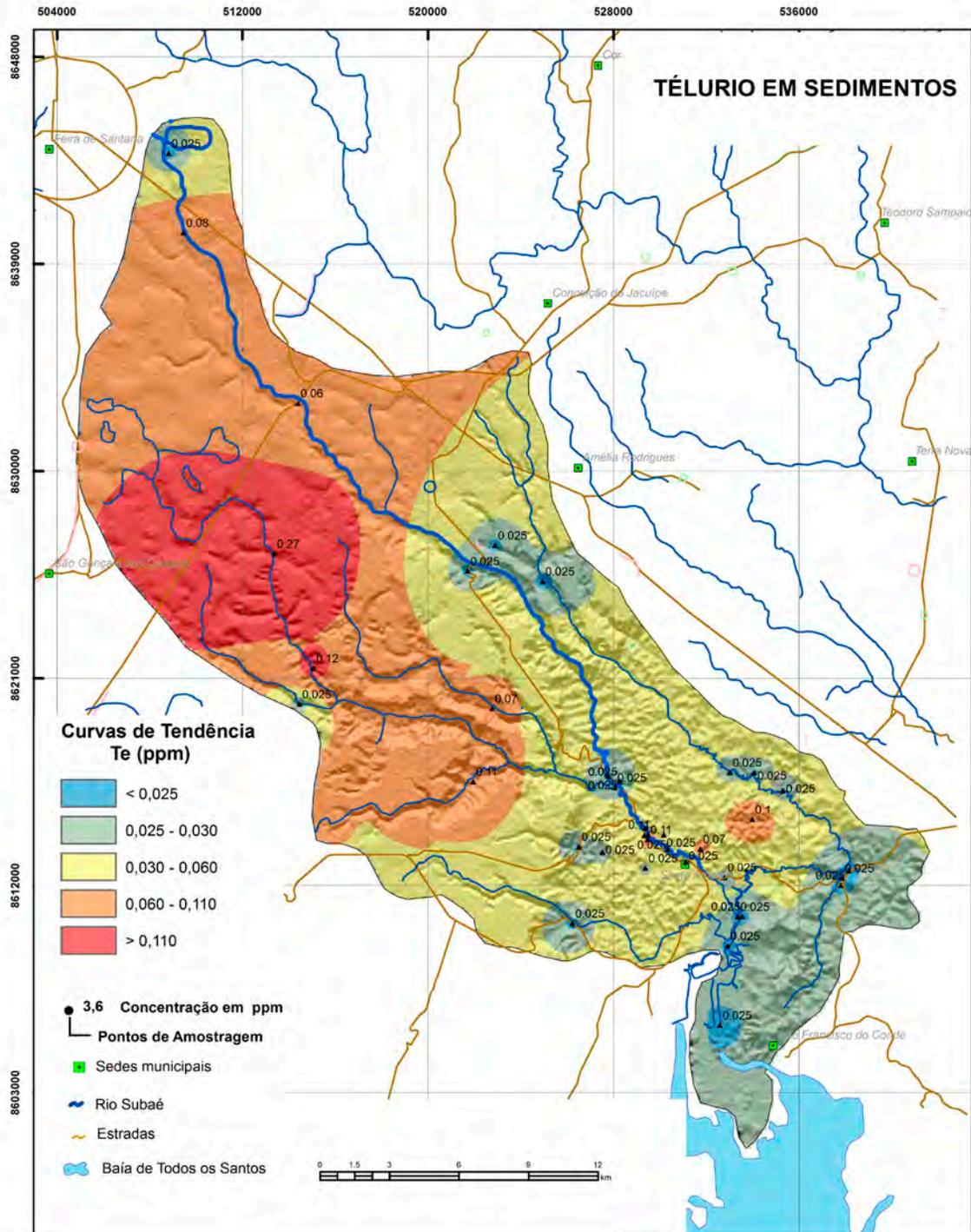
Estatística Descritiva	
Elemento	Sr (ppm)
Limite de Detecção - LD	0,5
Número de amostras	39
Resultados > LD	39
Valor médio	42,26
Valor mínimo	3,3
Valor máximo	154,6
Mediana	26,3
Desvio Padrão	39,04
Valor de atenção Res. CONAMA 454/2012	-
Valor de prevenção (TEL) NOAA SQTR 2008	-



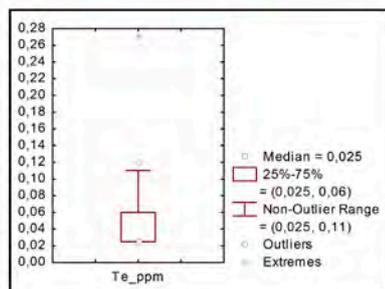


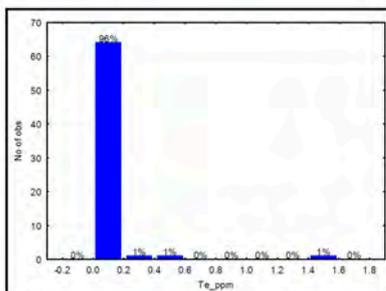
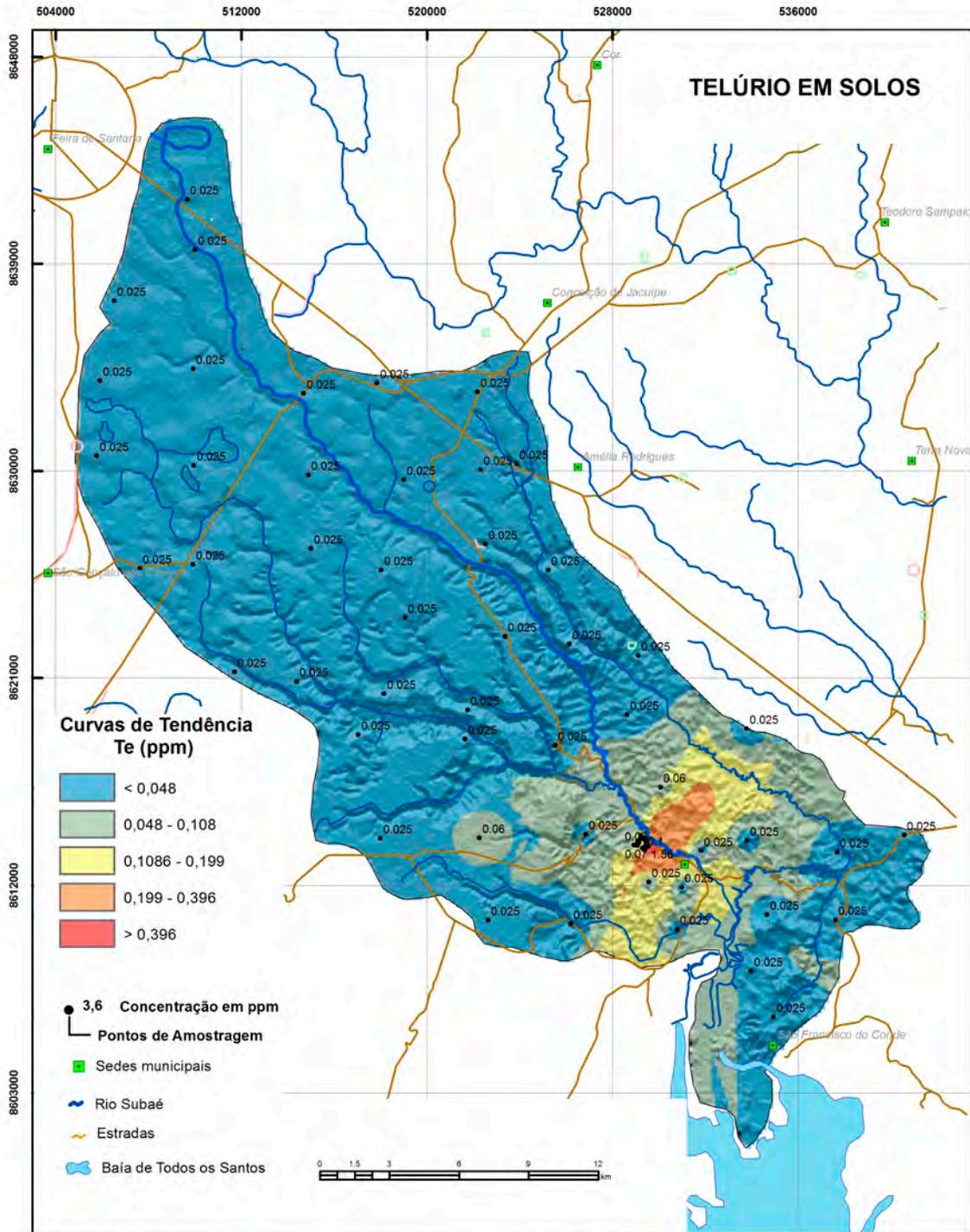
Estatística Descritiva	
Elemento	Sr (ppm)
Limite de Detecção - LD	0,5
Número de amostras	67
Resultados > LD	67
Valor médio	31,07
Valor mínimo	1,2
Valor máximo	221,20
Mediana	10,90
Desvio Padrão	48,77
Valor de prevenção Res. CONAMA 420/2009	-
Valor de prevenção NOAA SQTR 2008	-



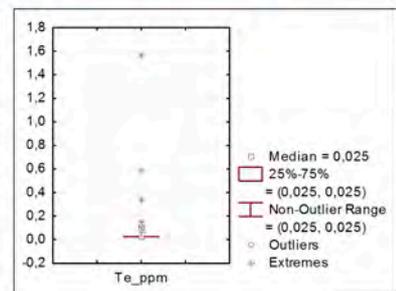


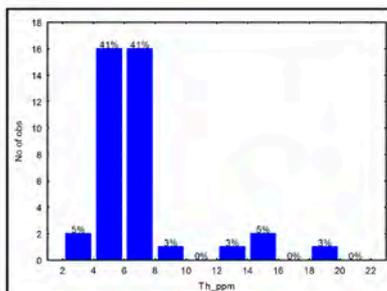
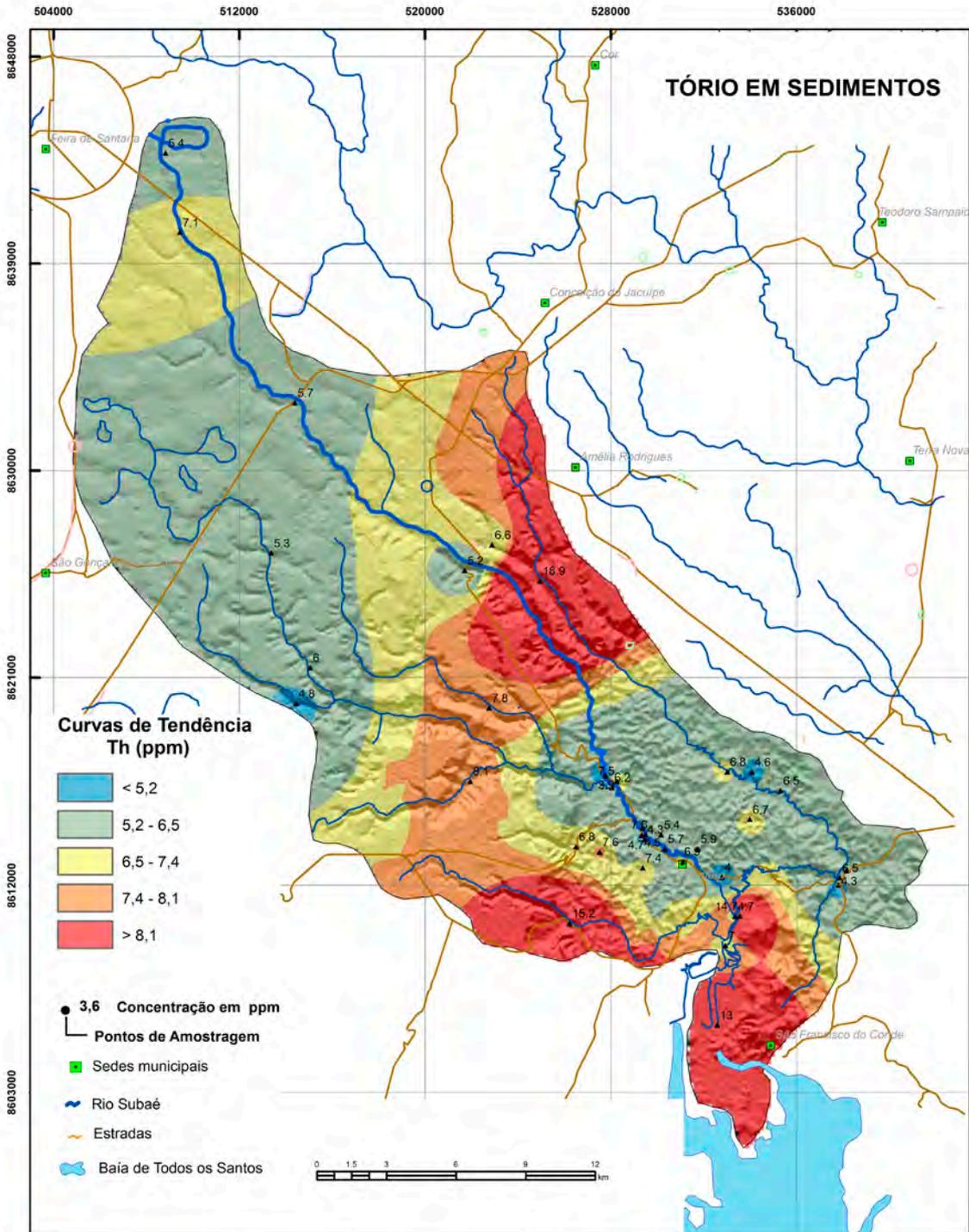
Estatística Descritiva	
Elemento	Te (ppm)
Limite de Detecção - LD	0,05
Número de amostras	39
Resultados > LD	10
Valor médio	0,05
Valor mínimo	0,025
Valor máximo	0,27
Mediana	0,03
Desvio Padrão	0,048
Valor de atenção Res. CONAMA 454/2012	-
Valor de prevenção (TEL) NOAA SQTR 2008	-



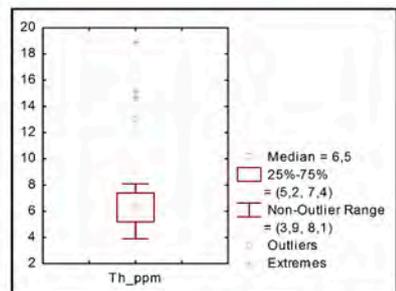


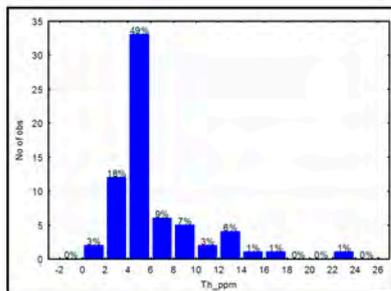
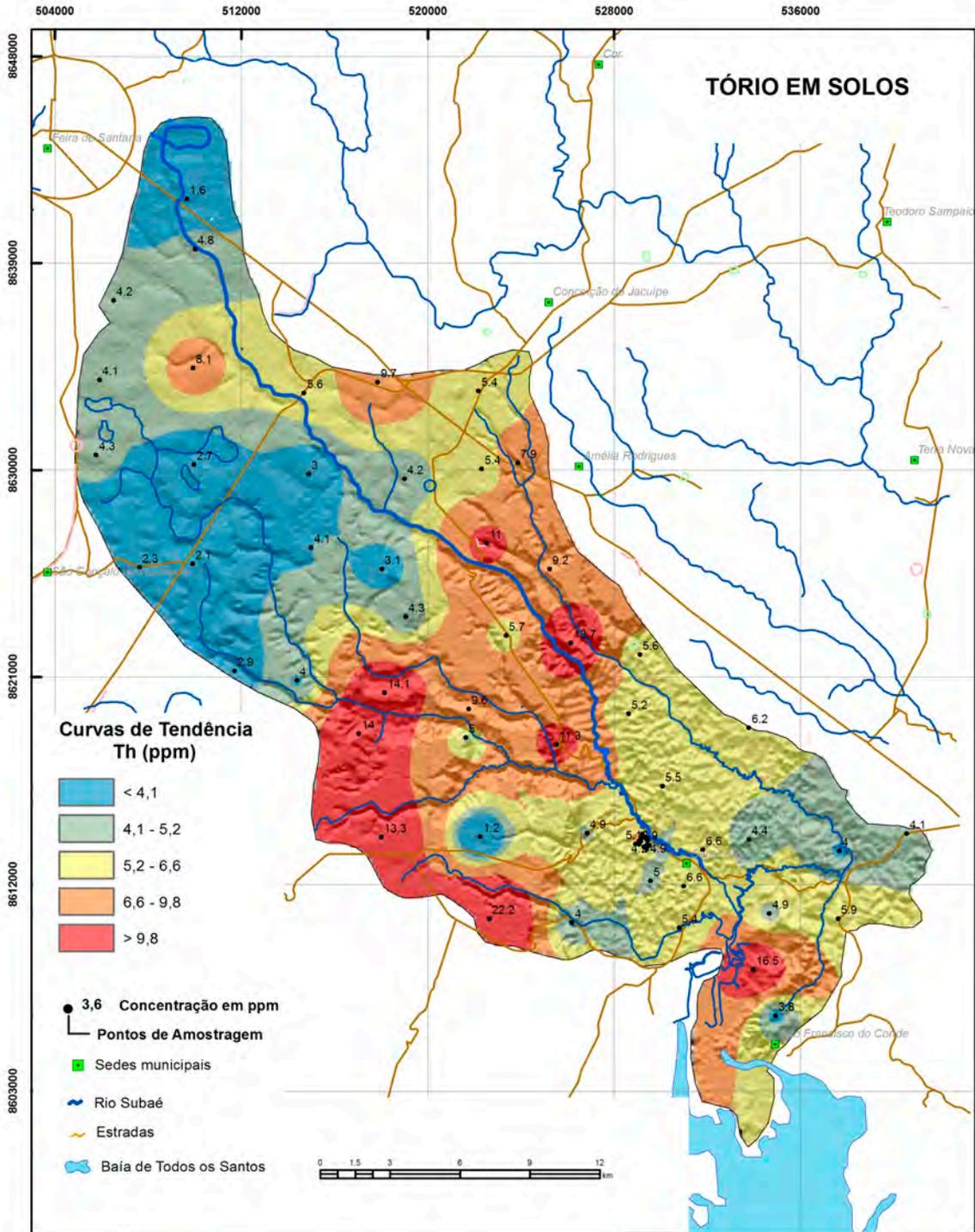
Estatística Descritiva	
Elemento	Te (ppm)
Limite de Detecção - LD	0,05
Número de amostras	67
Resultados > LD	16
Valor médio	0,07
Valor mínimo	0,025
Valor máximo	1,56
Mediana	0,03
Desvio Padrão	0,20
Valor de prevenção Res. CONAMA 420/2009	-
Valor de prevenção NOAA SQTR 2008	-



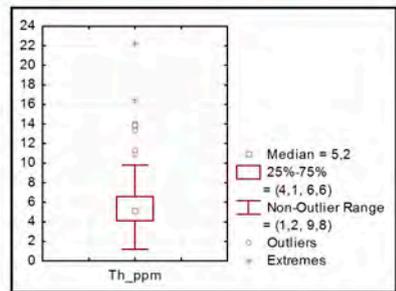


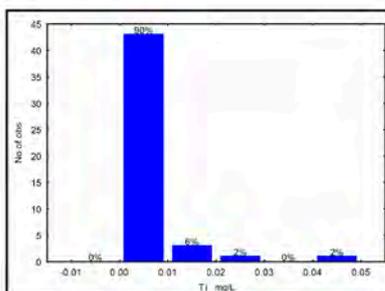
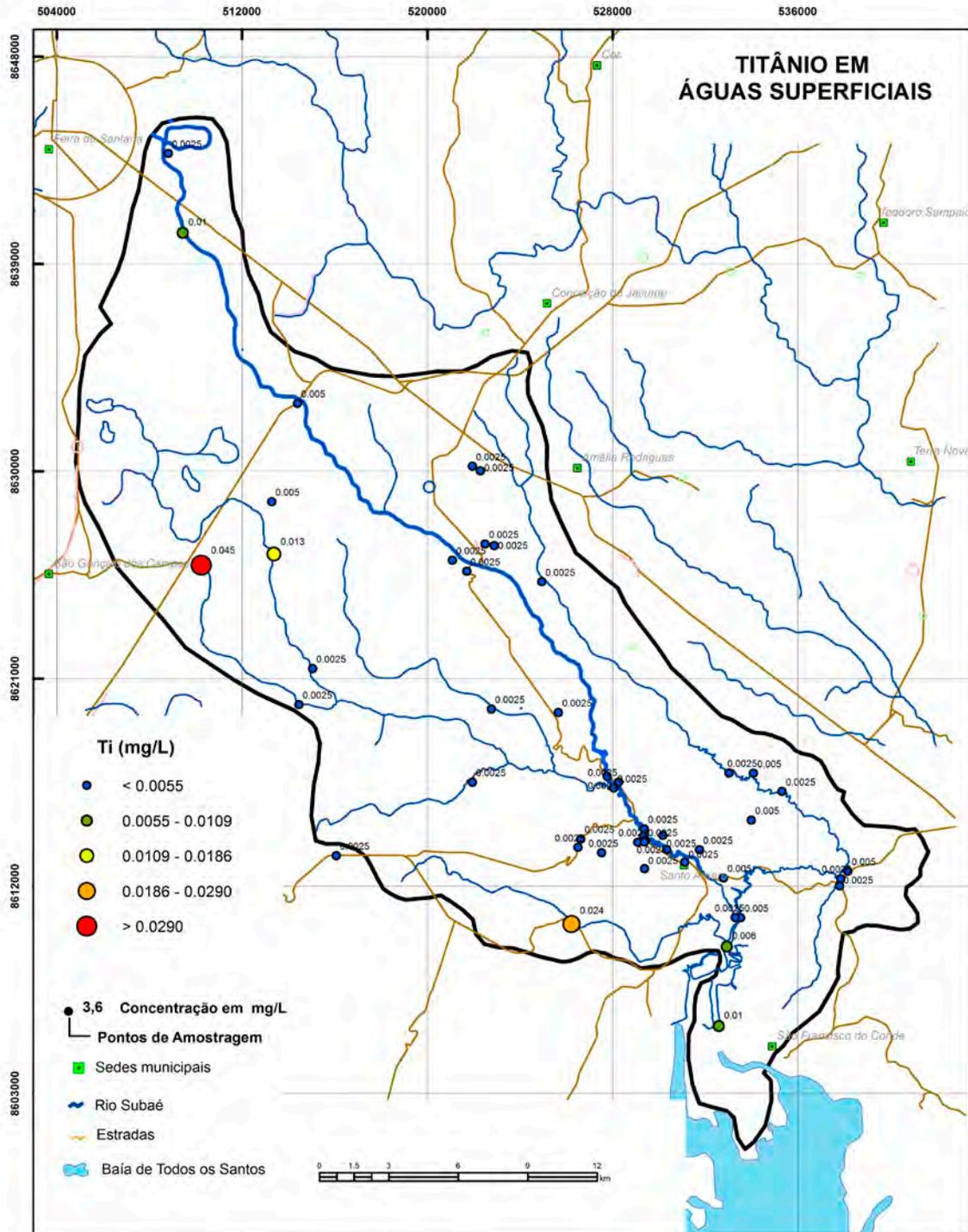
Estatística Descritiva	
Elemento	Th (ppm)
Limite de Detecção - LD	0,1
Número de amostras	39
Resultados > LD	39
Valor médio	6,98
Valor mínimo	3,9
Valor máximo	18,9
Mediana	6,5
Desvio Padrão	3,2
Valor de atenção Res. CONAMA 454/2012	-
Valor de prevenção (TEL) NOAA SQTR 2008	-



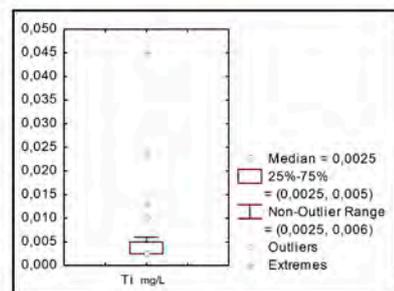


Estatística Descritiva	
Elemento	Th (ppm)
Limite de Detecção - LD	0,1
Número de amostras	67
Resultados > LD	67
Valor médio	6,32
Valor mínimo	1,2
Valor máximo	22,2
Mediana	5,2
Desvio Padrão	3,83
Valor de prevenção Res. CONAMA 420/2009	-
Valor de prevenção NOAA SQTR 2008	-

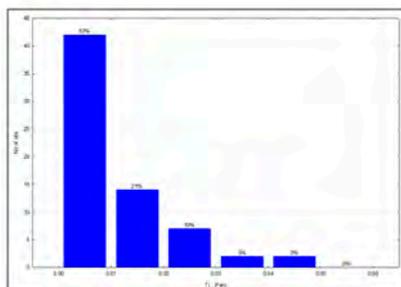
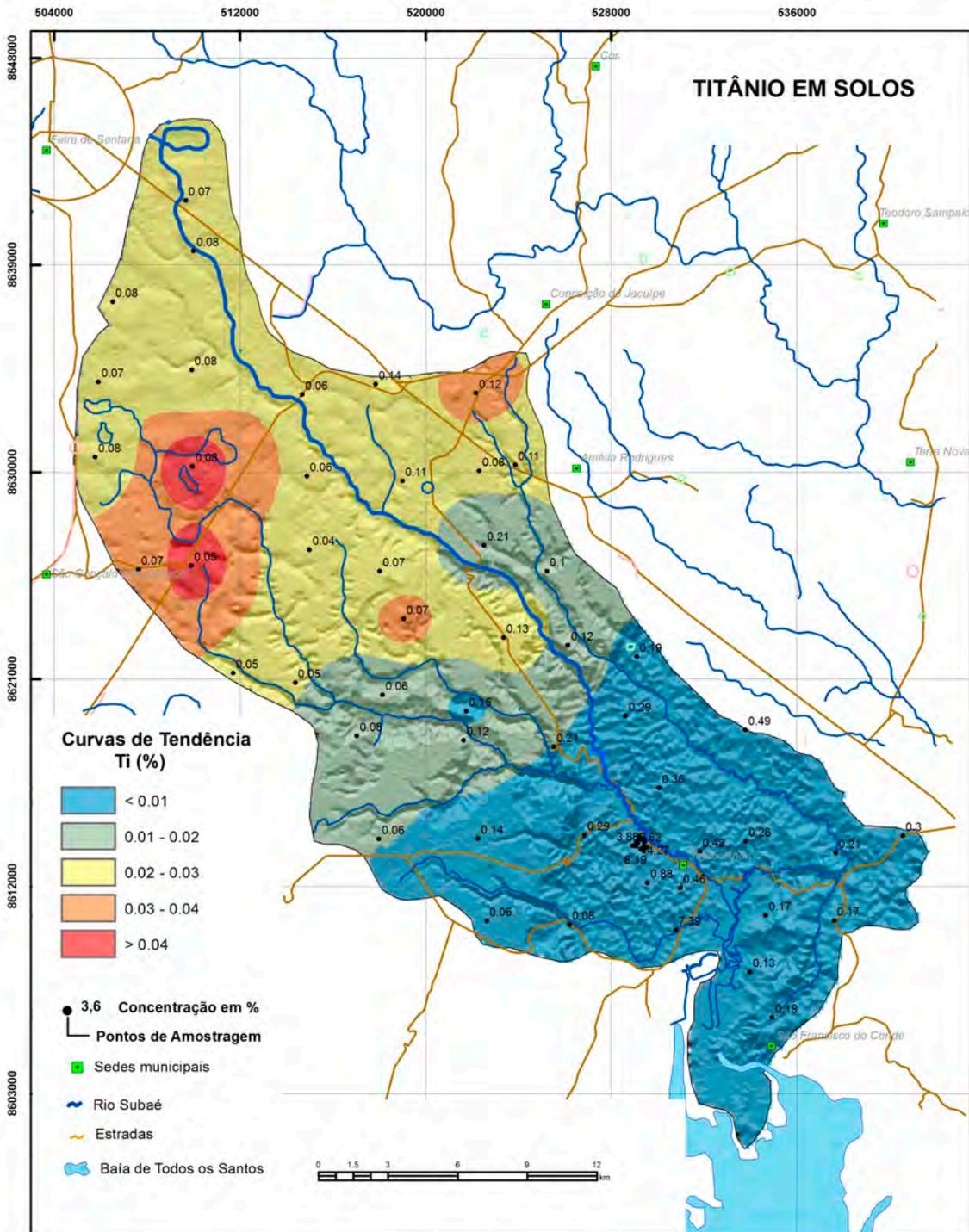




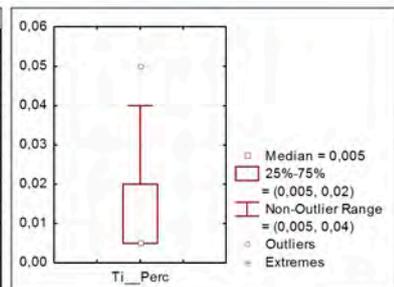
Estatística Descritiva	
Elemento	Ti (mg/L)
Límite de Detecção - LD	0,005
Número de amostras	48
Resultados > LD	13
Valor médio	0,0048
Valor mínimo	0,0025
Valor máximo	0,0450
Mediana	0,0025
Desvio Padrão	0,0070
Portaria MS 2914 / 2011	-
Valor de prevenção Res. CONAMA 357/2005	-
Valor de prevenção Res. CONAMA 396/2008	-
WHO 2011	-

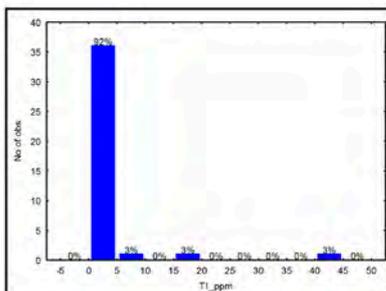
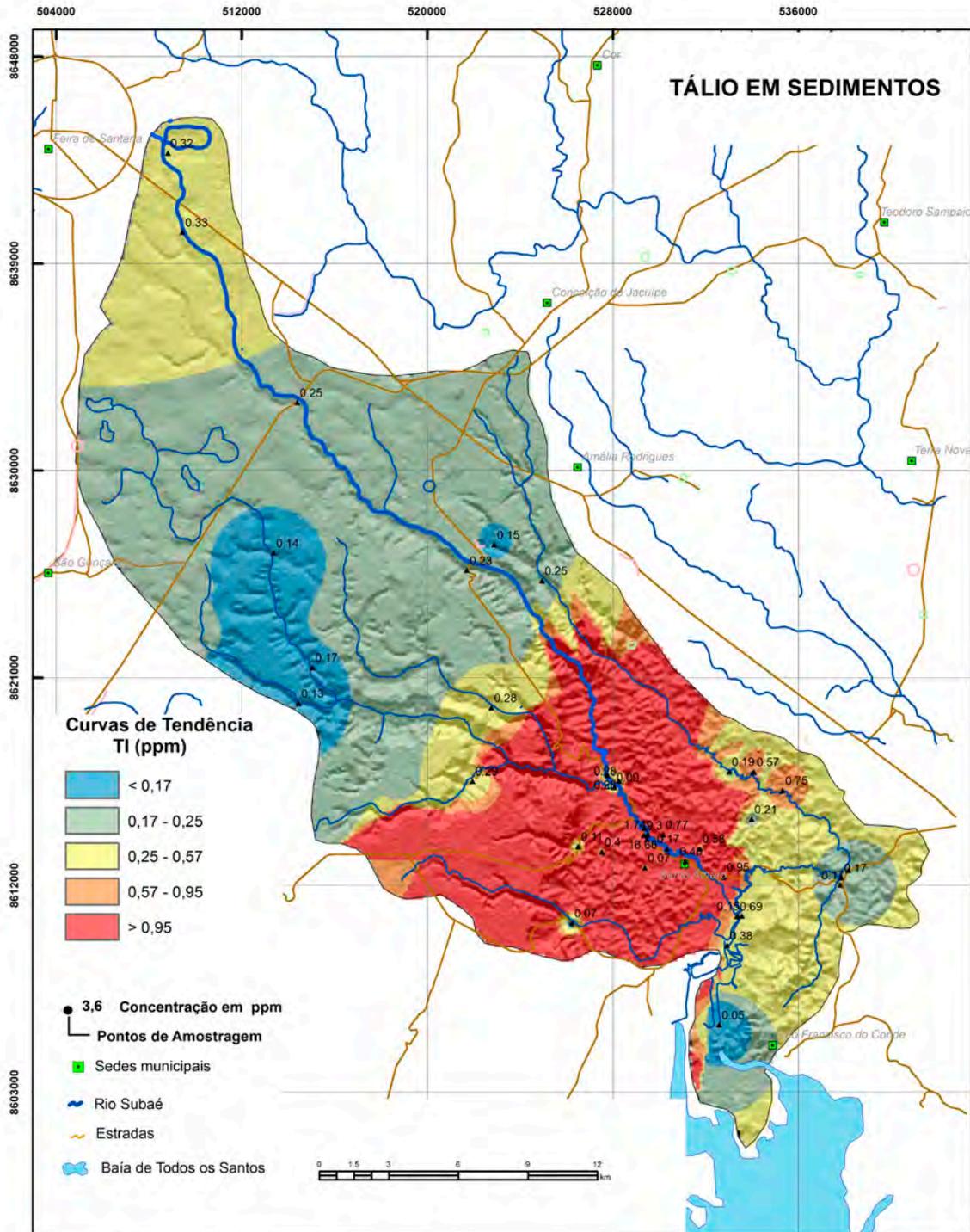




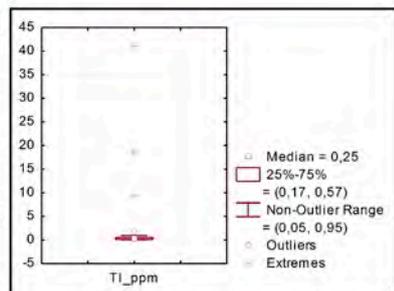


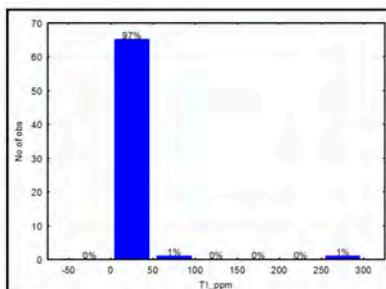
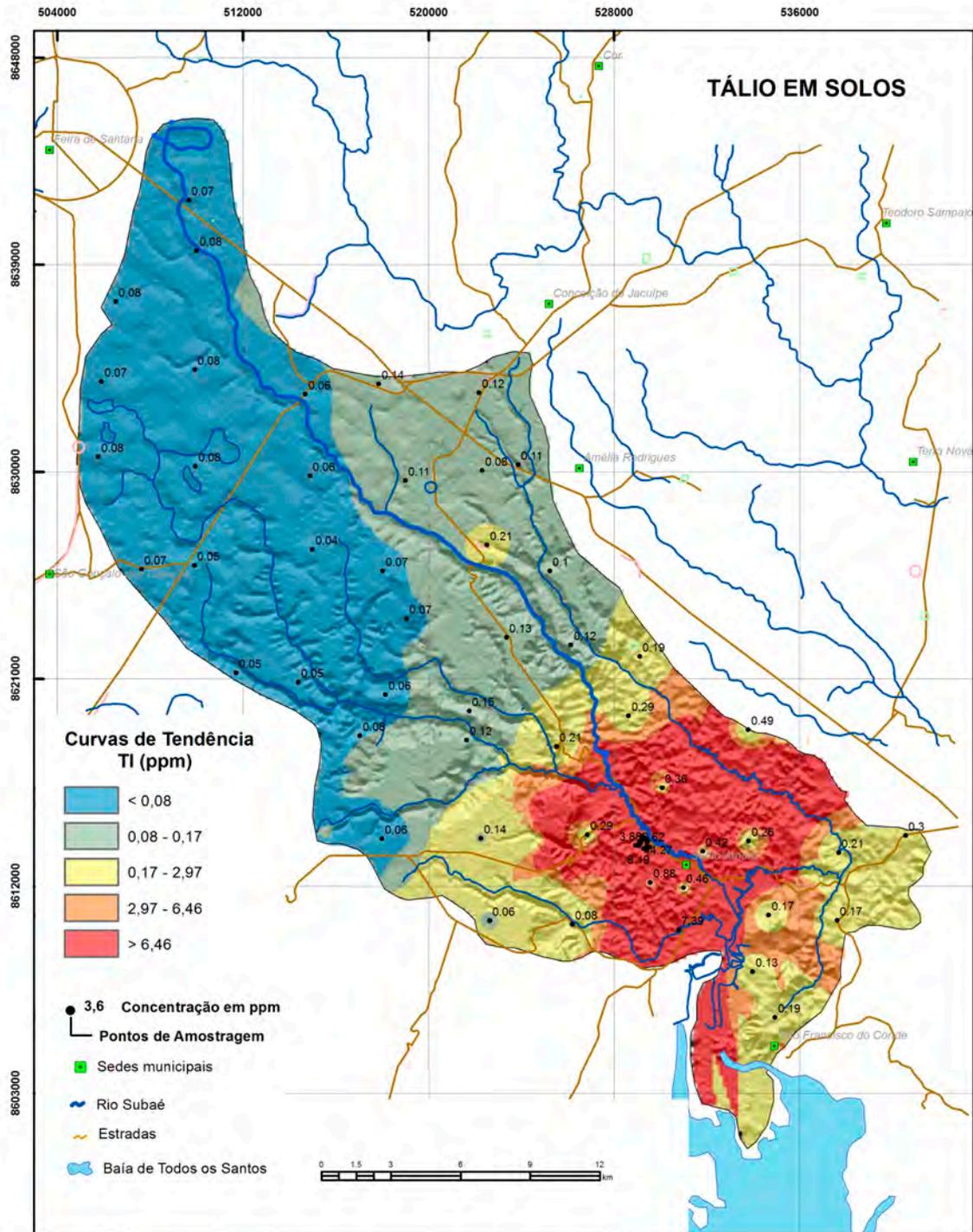
Estatística Descritiva	
Elemento	Ti (%)
Limite de Detecção - LD	0,01
Número de amostras	67
Resultados > LD	27
Valor médio	0,0137
Valor mínimo	0,005
Valor máximo	0,050
Mediana	0,005
Desvio Padrão	0,012
Valor de prevenção Res. CONAMA 420/2009	-
Valor de prevenção NOAA SQTR 2008	-



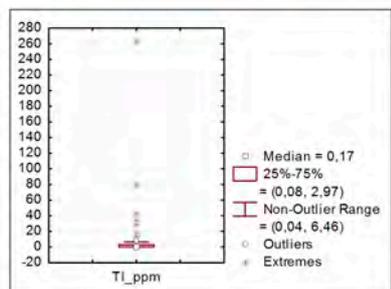


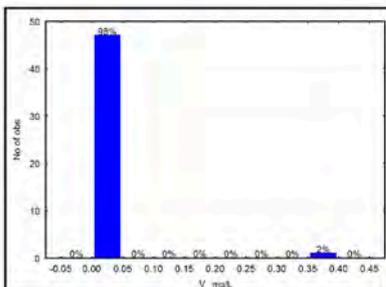
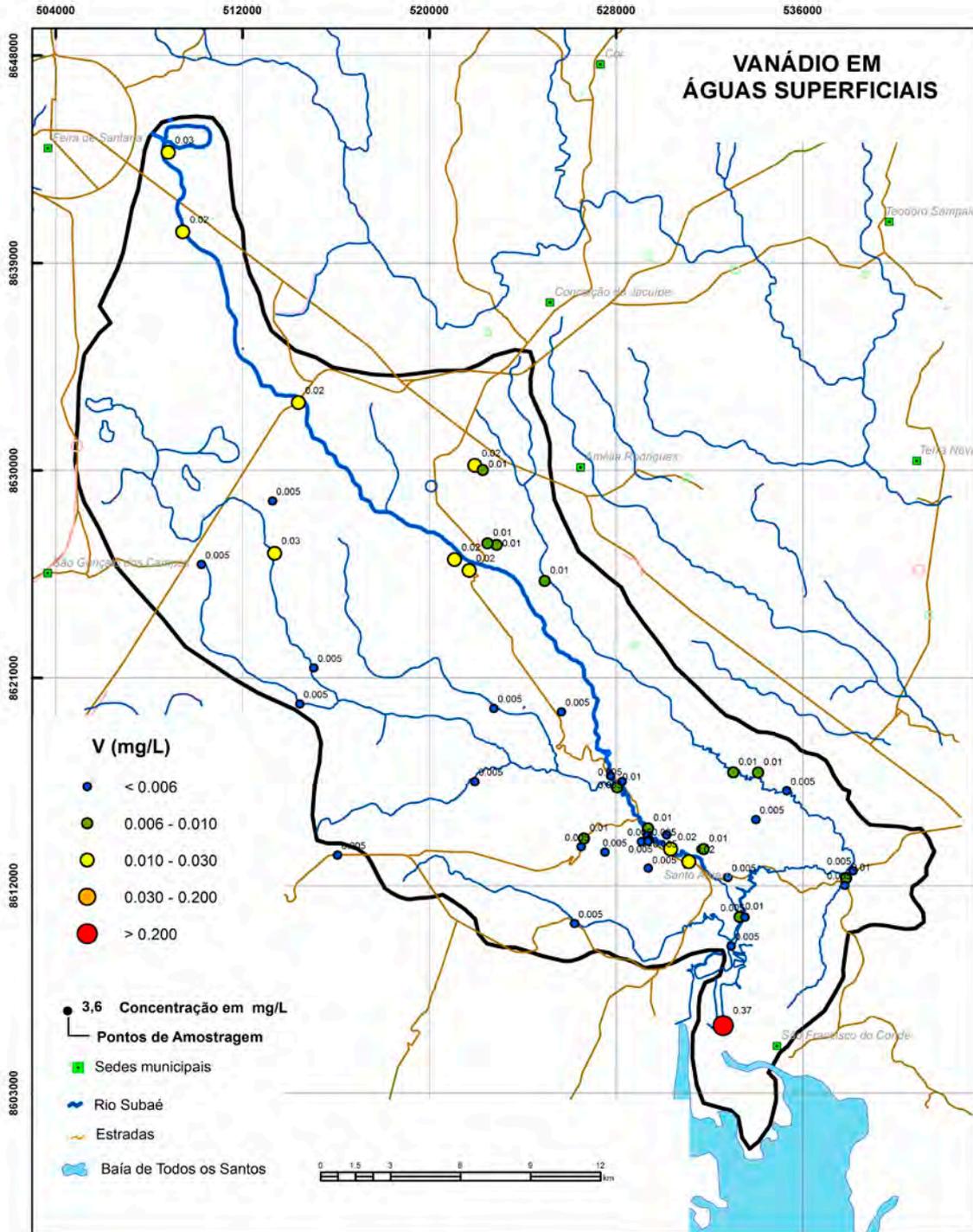
Estatística Descritiva	
Elemento	TI (ppm)
Limite de Detecção - LD	0,1
Número de amostras	39
Resultados > LD	39
Valor médio	2,08
Valor mínimo	0,05
Valor máximo	40,98
Mediana	0,25
Desvio Padrão	7,17
Valor de atenção Res. CONAMA 454/2012	-
Valor de prevenção (TEL) NOAA SQTR 2008	-



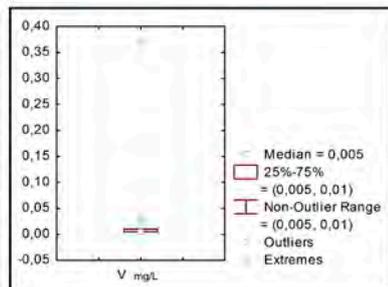


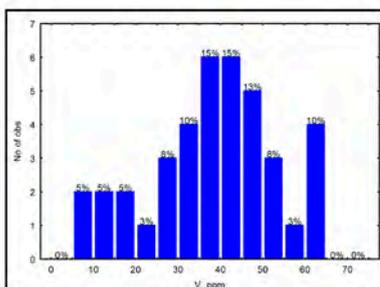
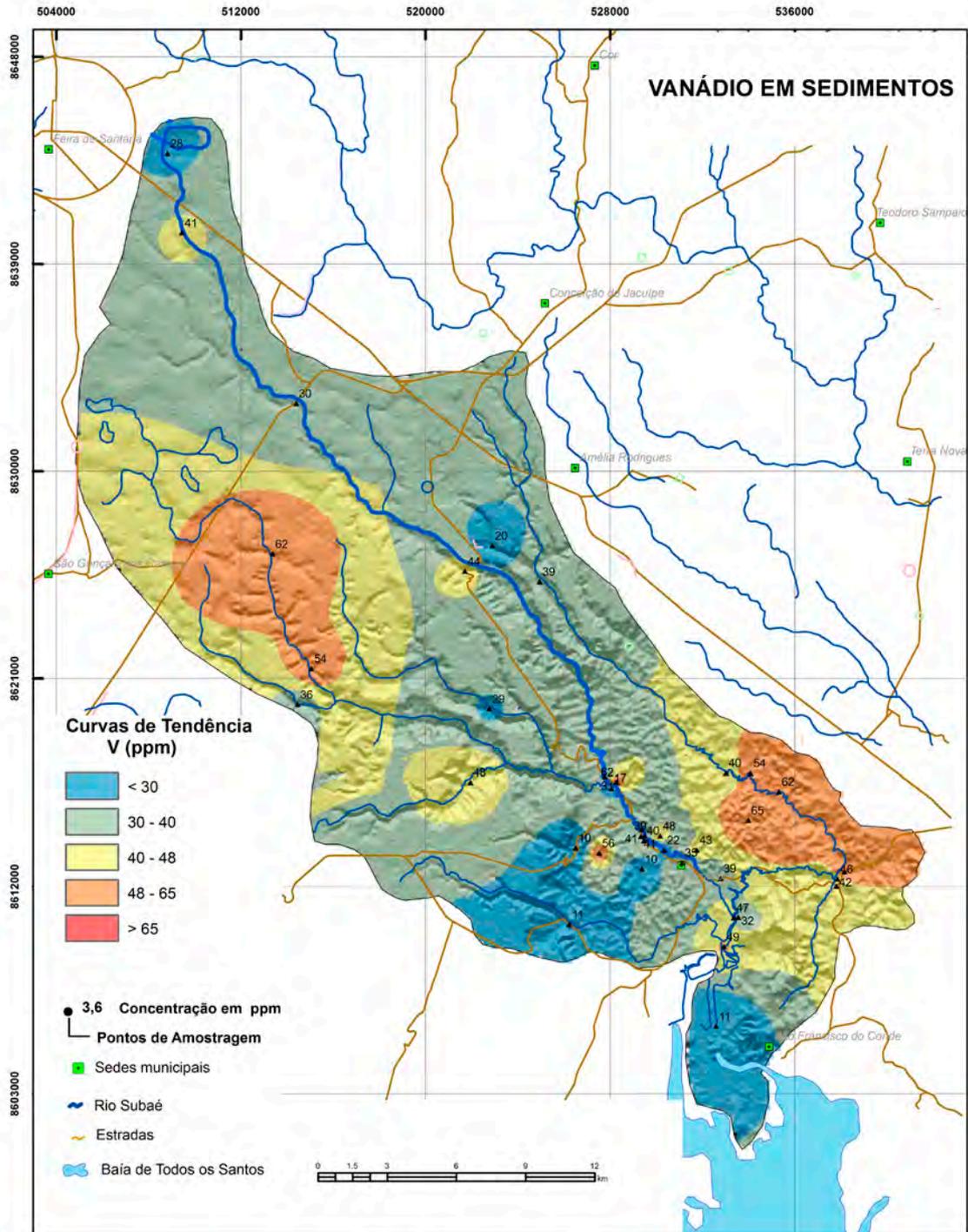
Estatística Descritiva	
Elemento	TI (ppm)
Limite de Detecção - LD	0,01
Número de amostras	67
Resultados > LD	67
Valor médio	8,28
Valor mínimo	0,04
Valor máximo	263,4
Mediana	0,17
Desvio Padrão	33,93
Valor de prevenção Res. CONAMA 420/2009	-
Valor de prevenção NOAA SQTR 2008	-



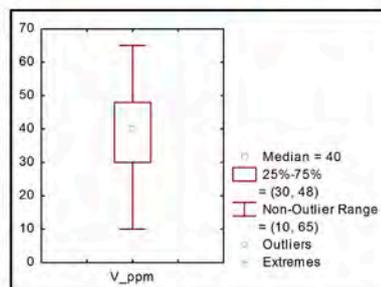


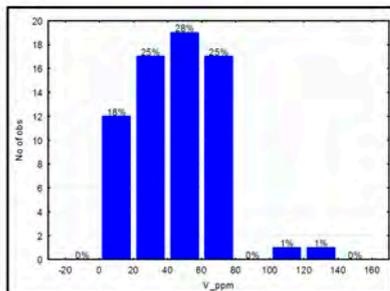
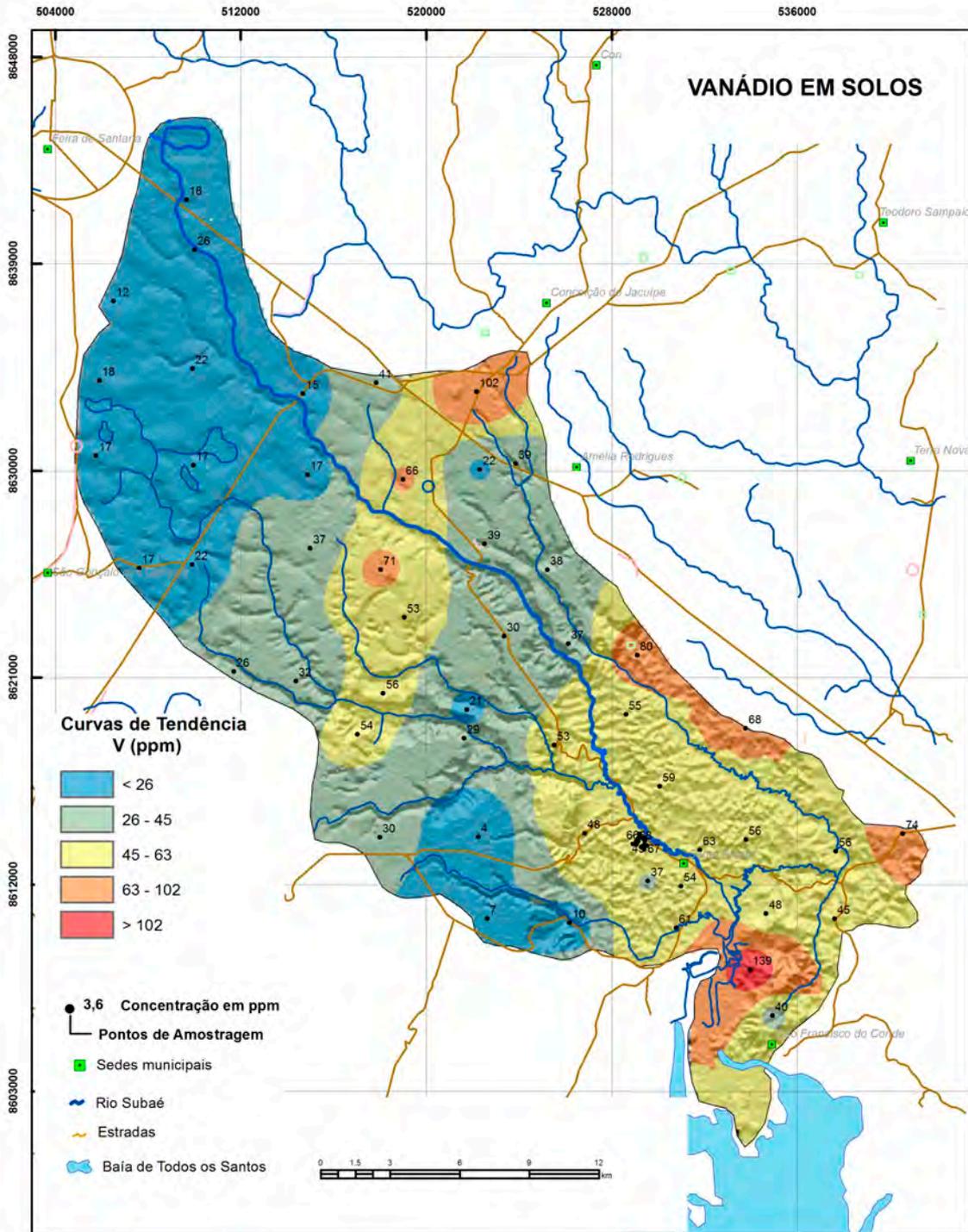
Estatística Descritiva	
Elemento	V (mg/L)
Limite de Detecção - LD	0,01
Número de amostras	48
Resultados > LD	22
Valor médio	0.0171
Valor mínimo	0.0050
Valor máximo	0.3700
Mediana	0.0050
Desvio Padrão	0.0525
Portaria MS 2914 / 2011	-
Valor de prevenção Res. CONAMA 357/2005	0,1
Valor de prevenção Res. CONAMA 396/2008	0,05
WHO 2011	-



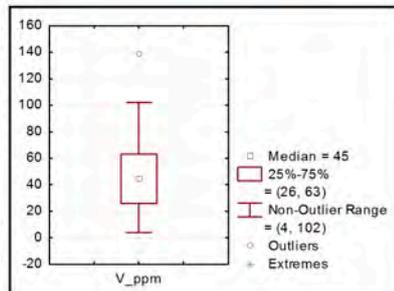


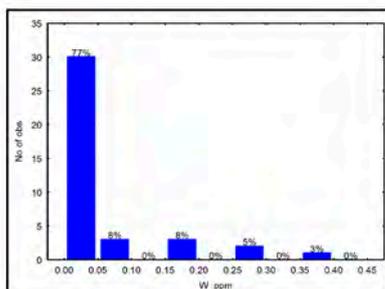
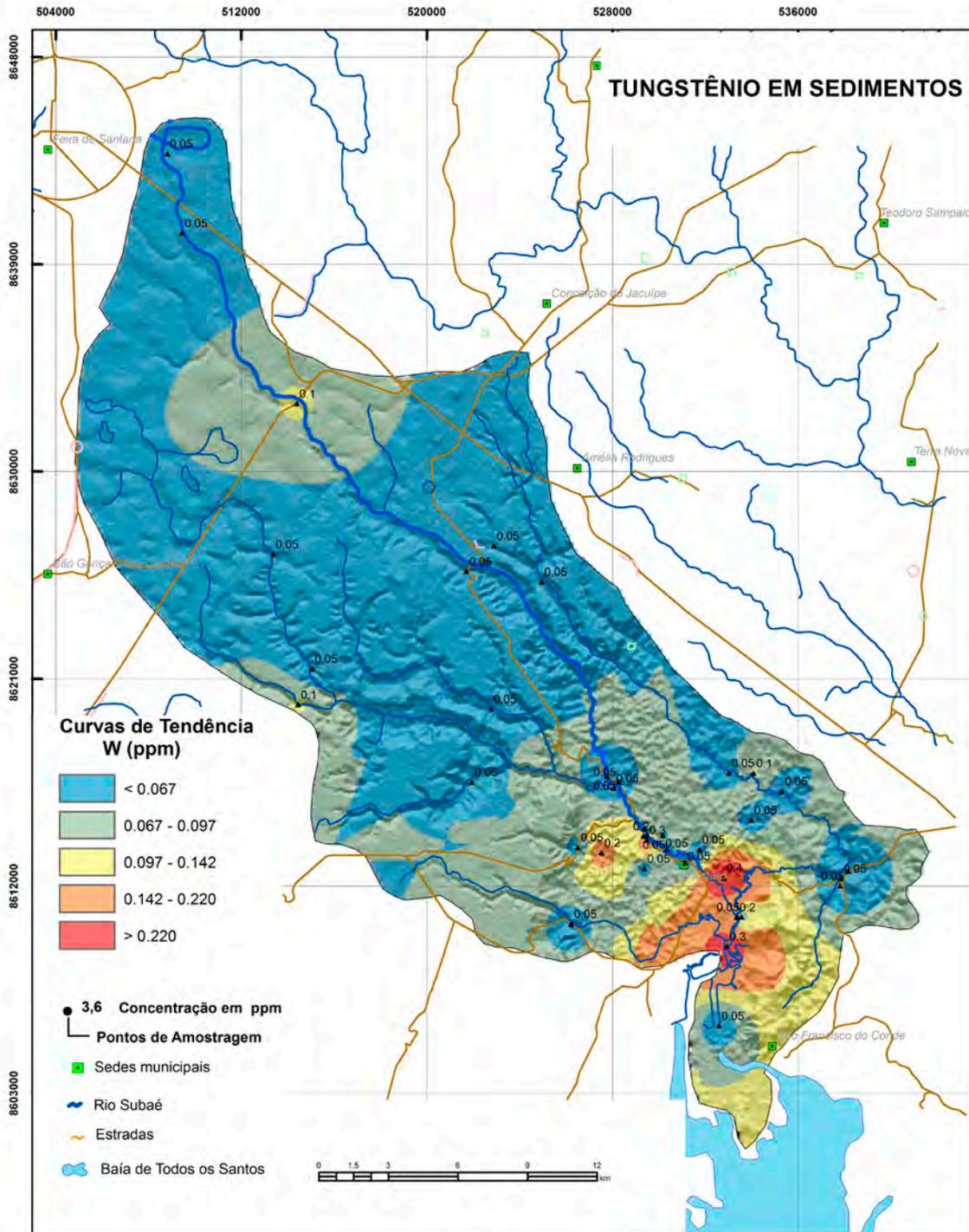
Estatística Descritiva	
Elemento	V (ppm)
Limite de Detecção - LD	1
Número de amostras	39
Resultados > LD	39
Valor médio	38,72
Valor mínimo	10
Valor máximo	65
Mediana	40
Desvio Padrão	14,99
Valor de atenção Res. CONAMA 454/2012	-
Valor de prevenção (TEL) NOAA SQTR 2008	-



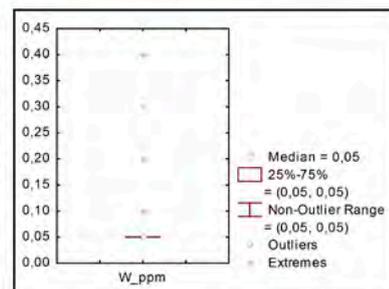


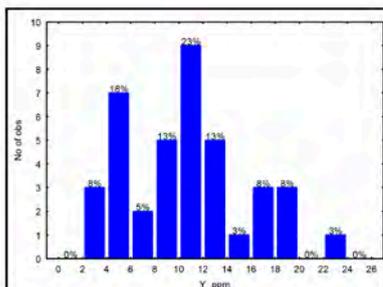
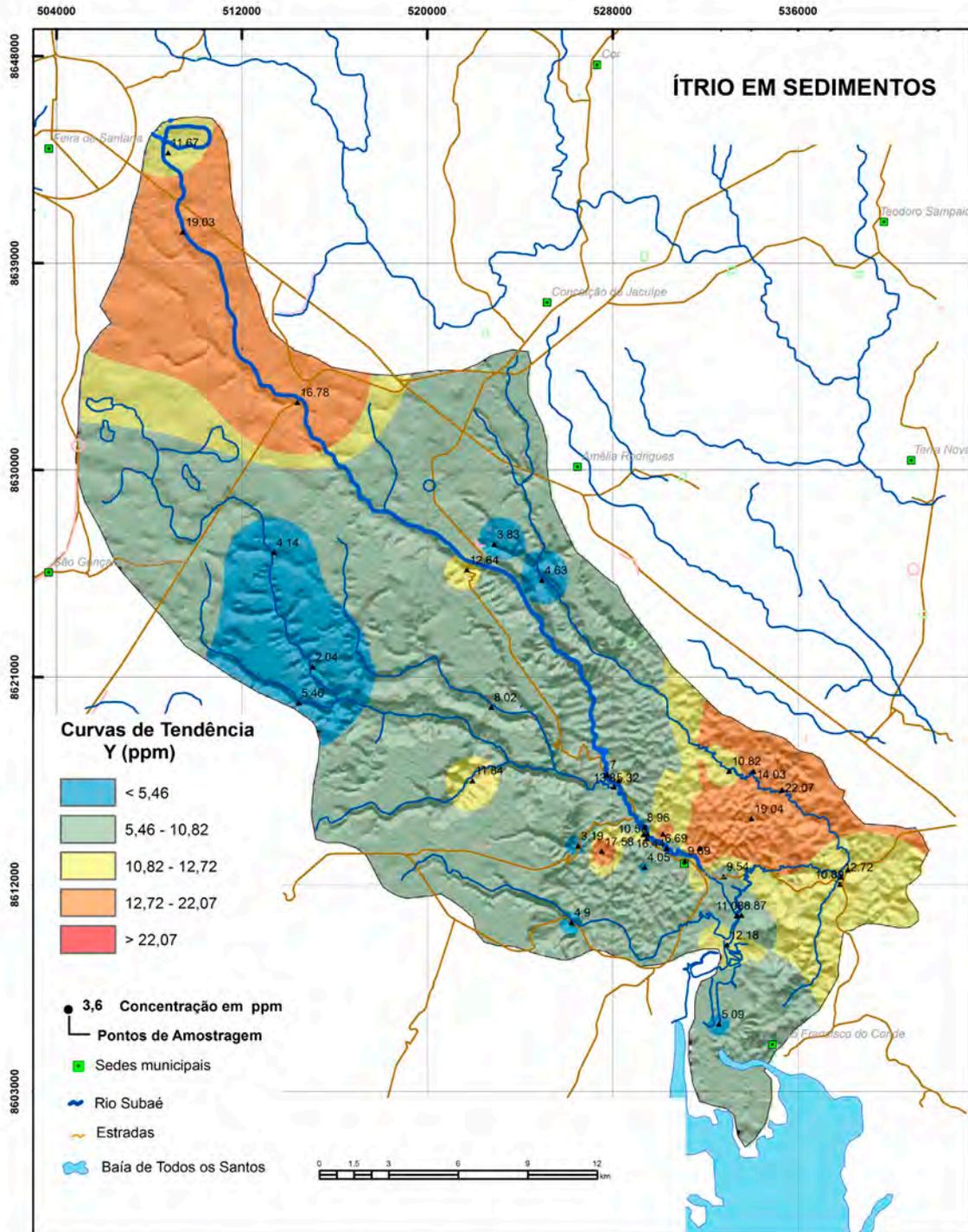
Estatística Descritiva	
Elemento	V (ppm)
Limite de Detecção - LD	1
Número de amostras	67
Resultados > LD	67
Valor médio	45,8
Valor mínimo	4
Valor máximo	139
Mediana	45
Desvio Padrão	24,35
Valor de prevenção Res. CONAMA 420/2009	-
Valor de prevenção NOAA SQTR 2008	42



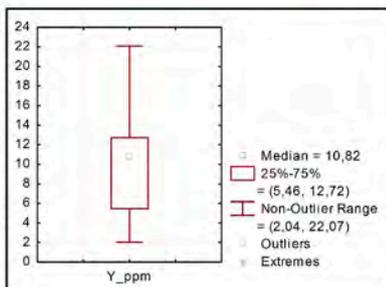


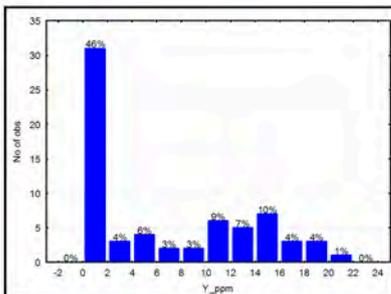
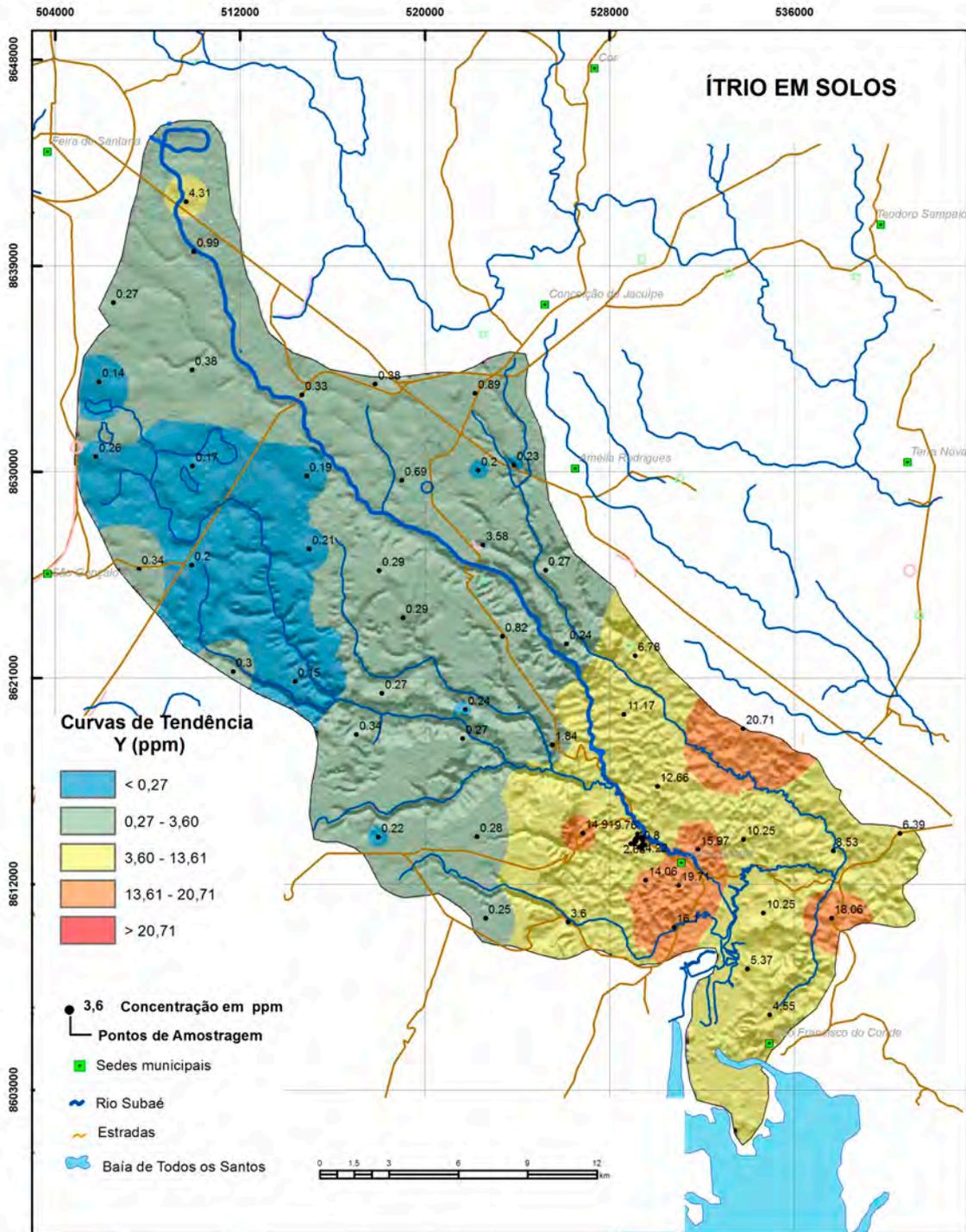
Estatística Descritiva	
Elemento	W (ppm)
Limite de Detecção - LD	0,1
Número de amostras	39
Resultados > LD	9
Valor médio	0,087
Valor mínimo	0,05
Valor máximo	0,4
Mediana	0,05
Desvio Padrão	0,08
Valor de atenção Res. CONAMA 454/2012	-
Valor de prevenção (TEL) NOAA SQTR 2008	-



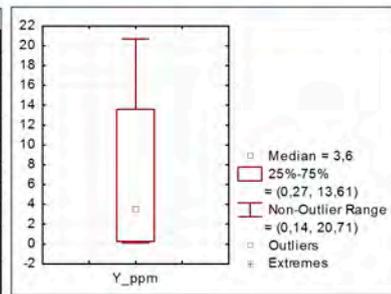


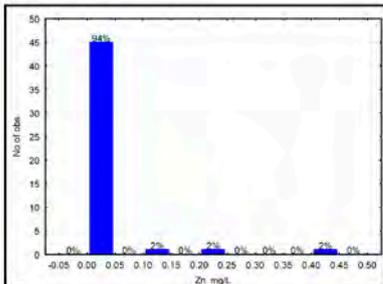
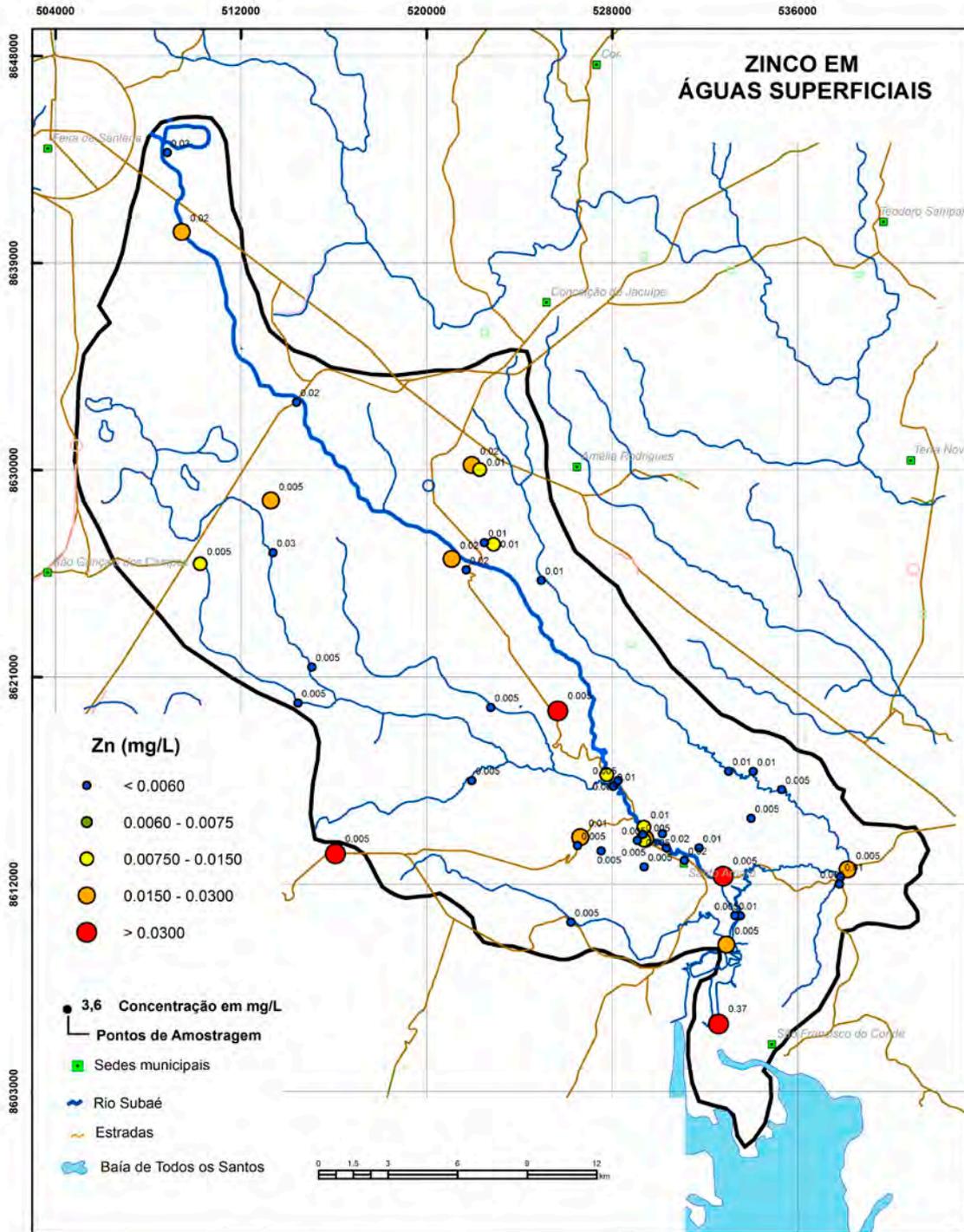
Estatística Descritiva	
Elemento	Y (ppm)
Limite de Detecção - LD	0,05
Número de amostras	39
Resultados > LD	39
Valor médio	10,51
Valor mínimo	2,04
Valor máximo	22,07
Mediana	10,82
Desvio Padrão	5,05
Valor de atenção Res. CONAMA 454/2012	-
Valor de prevenção (TEL) NOAA SQTR 2008	-



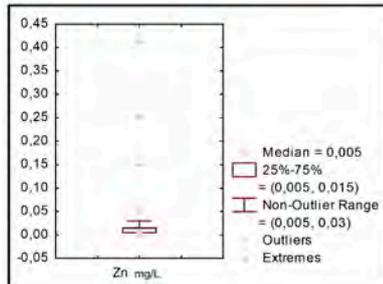


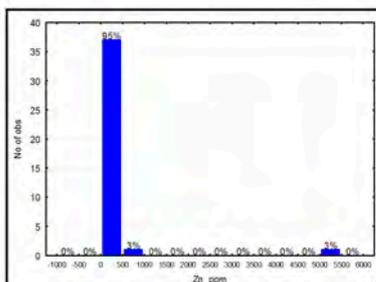
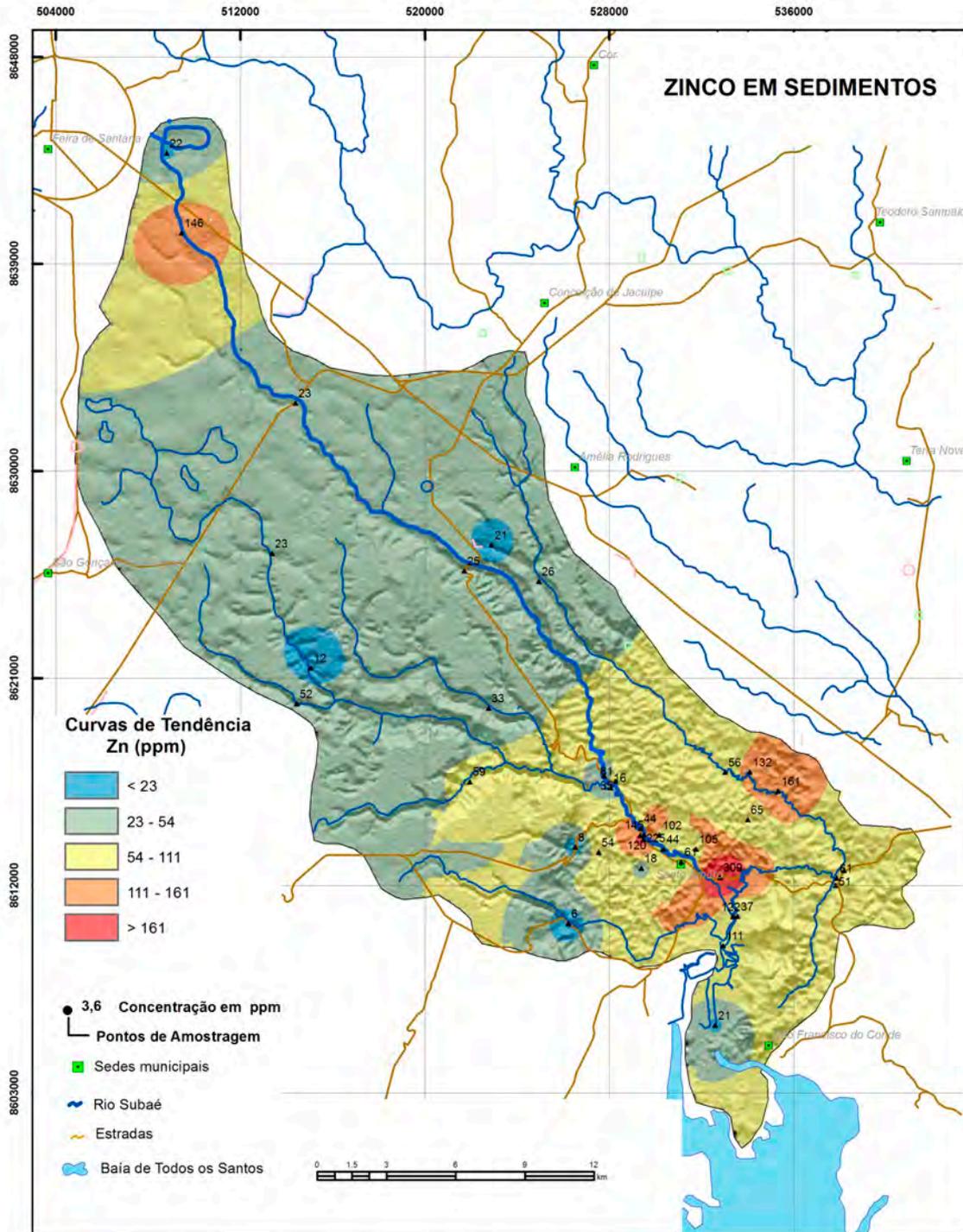
Estatística Descritiva	
Elemento	Y (ppm)
Limite de Detecção - LD	0,05
Número de amostras	67
Resultados > LD	65
Valor médio	6,46
Valor mínimo	0,14
Valor máximo	20,7
Mediana	3,6
Desvio Padrão	6,75
Valor de prevenção Res. CONAMA 420/2009	-
Valor de prevenção NOAA SQTR 2008	-



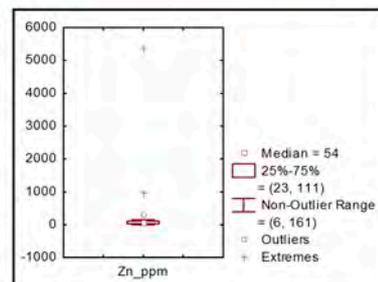


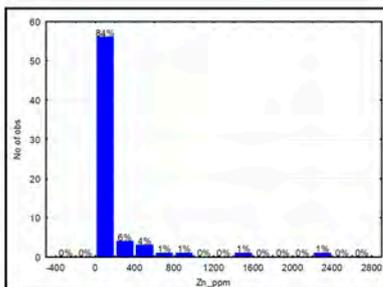
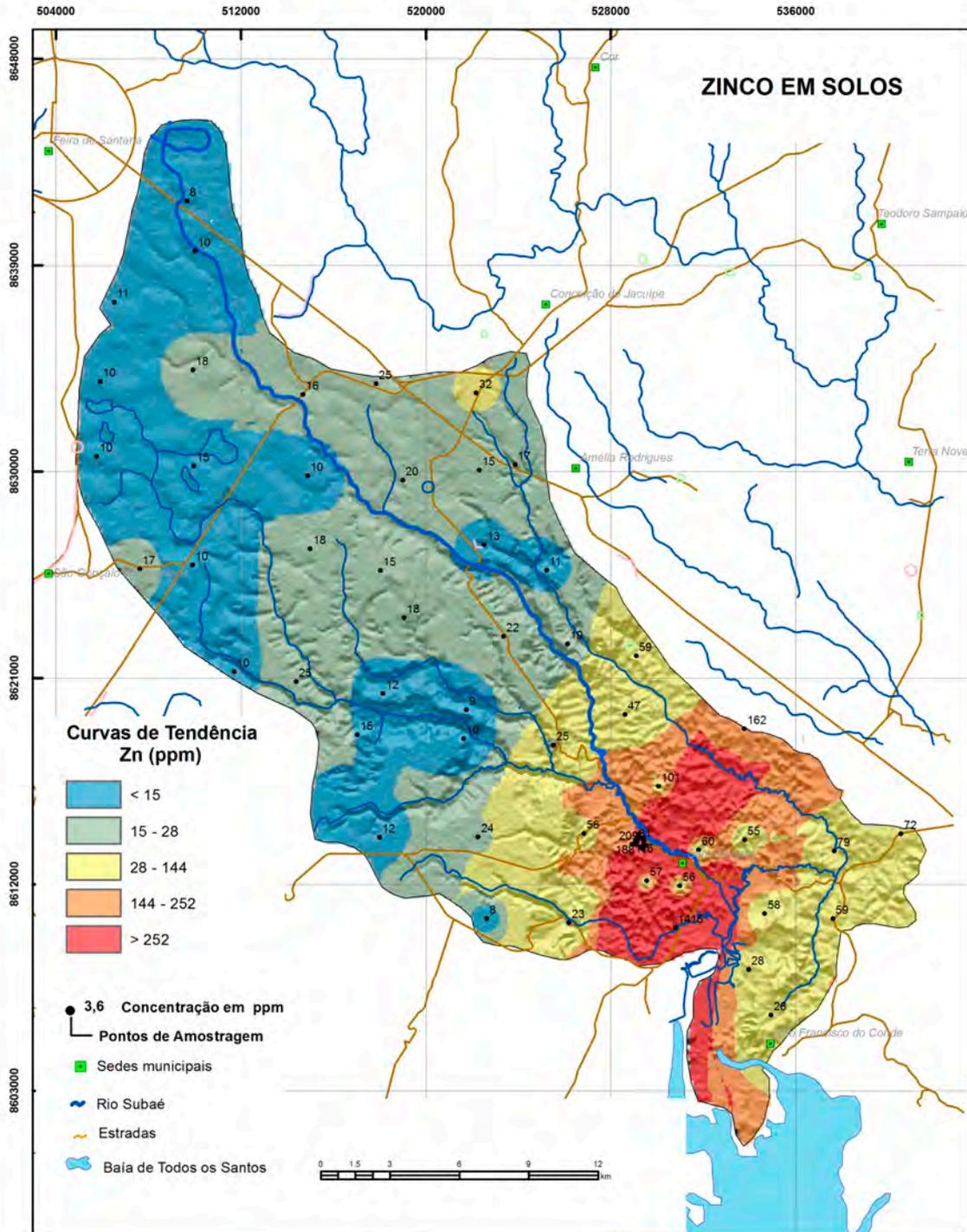
Estatística Descritiva	
Elemento	Zn (mg/L)
Limite de Detecção - LD	0.01
Número de amostras	48
Resultados > LD	22
Valor médio	0.0171
Valor mínimo	0.0050
Valor máximo	0.3700
Mediana	0.0050
Desvio Padrão	0.0525
Portaria MS 2914 / 2011	5
Valor de prevenção Res. CONAMA 357/2005	0,18
Valor de prevenção Res. CONAMA 396/2008	5
WHO 2011	-



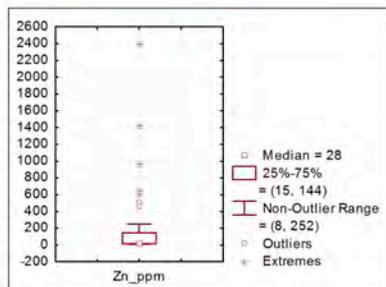


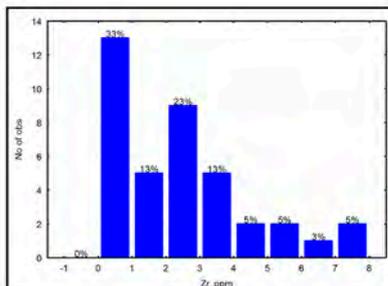
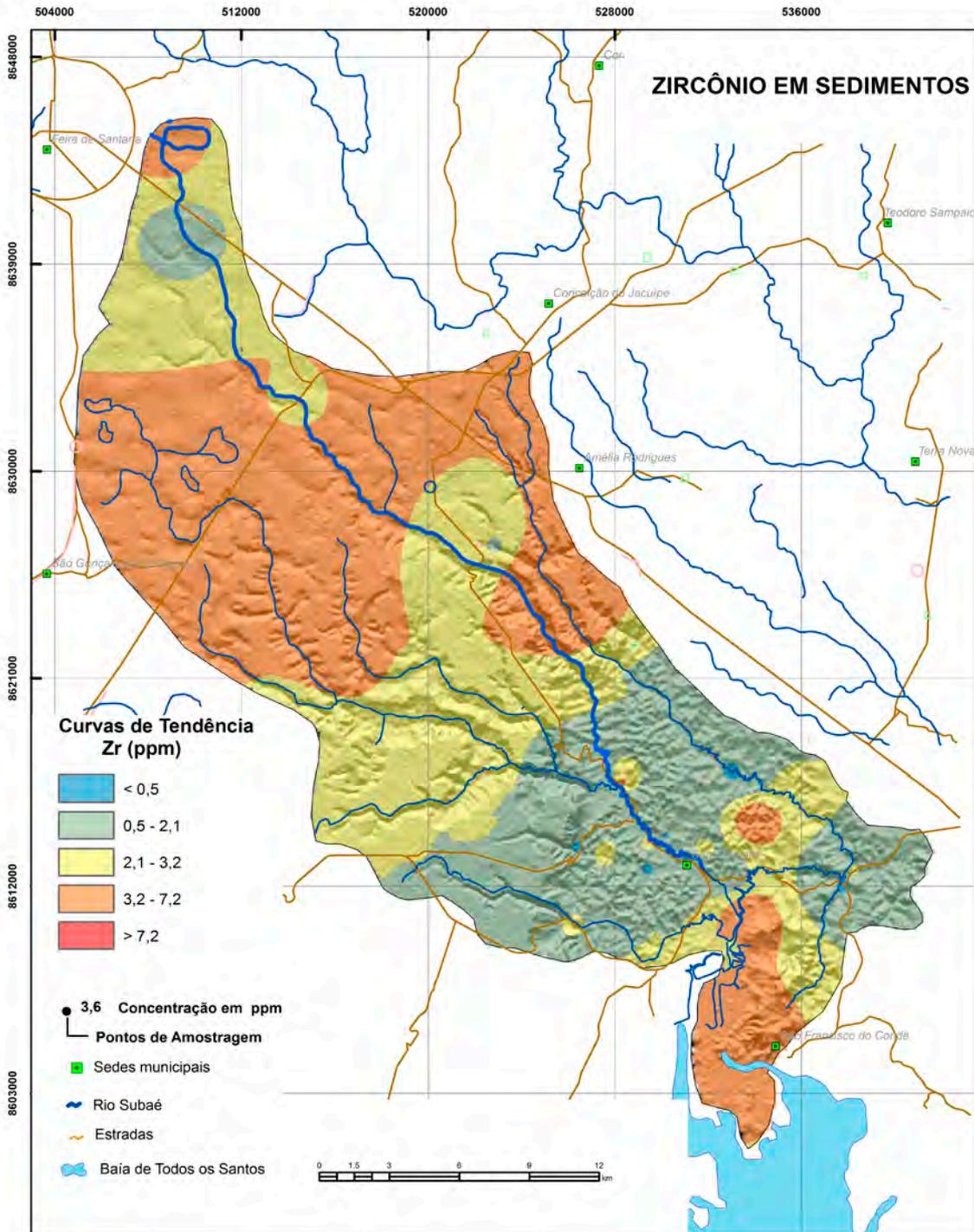
Estatística Descritiva	
Elemento	Zn (ppm)
Limite de Detecção - LD	1
Número de amostras	39
Resultados > LD	39
Valor médio	225,9
Valor mínimo	6
Valor máximo	5372
Mediana	54
Desvio Padrão	859,9
Valor de atenção Res. CONAMA 454/2012	123
Valor de prevenção (TEL) NOAA SQTR 2008	123



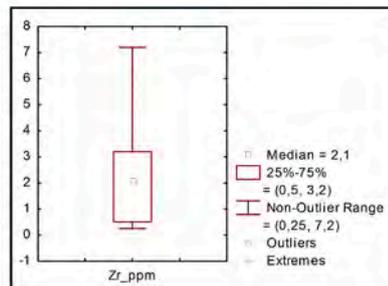


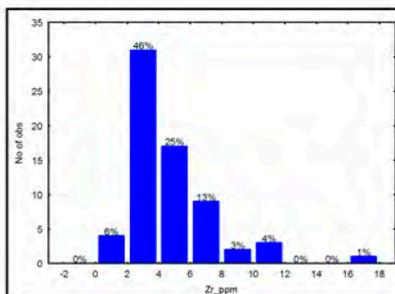
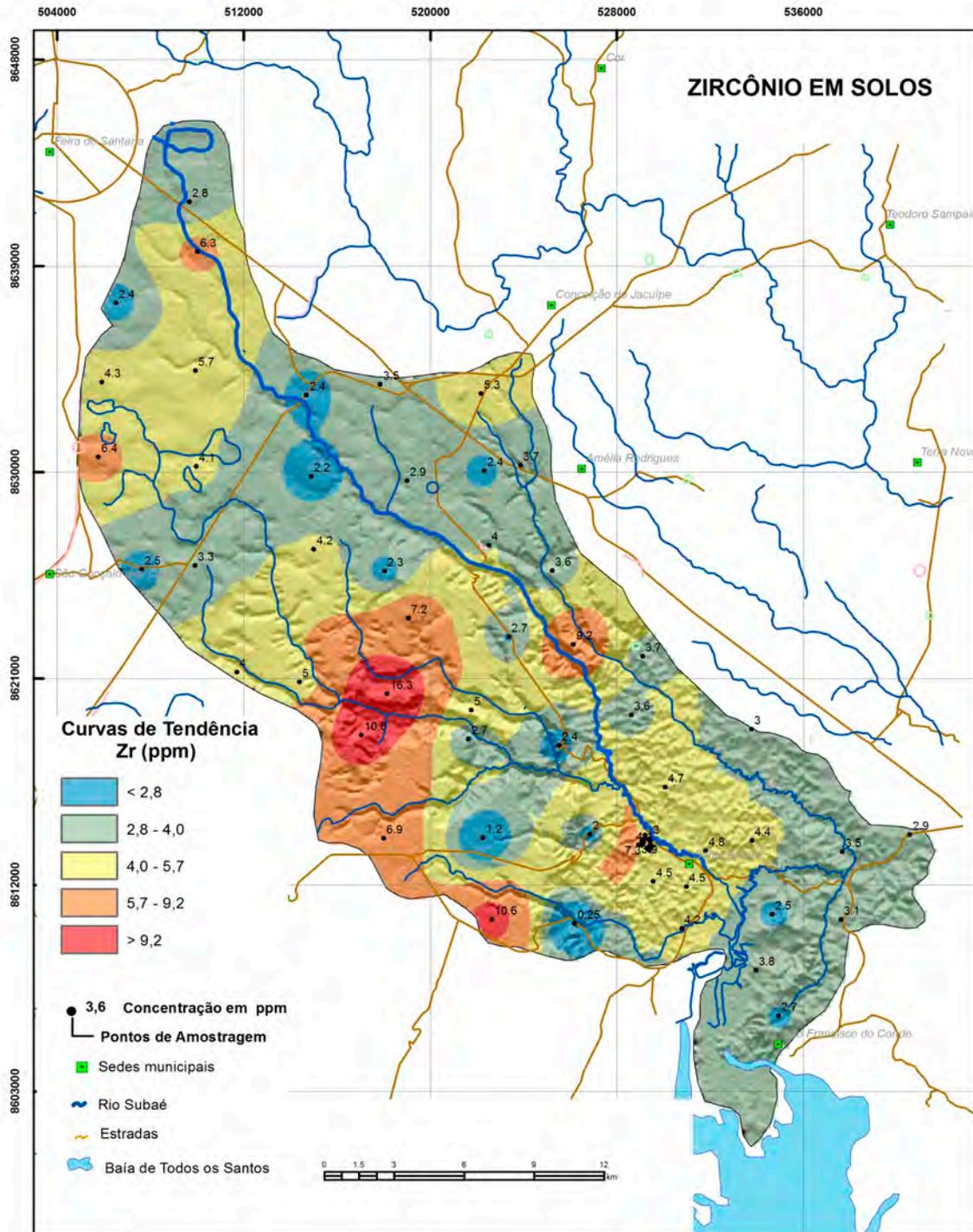
Estatística Descritiva	
Elemento	Zn (ppm)
Limite de Detecção - LD	1
Número de amostras	67
Resultados > LD	67
Valor médio	156,28
Valor mínimo	8
Valor máximo	2399
Mediana	28
Desvio Padrão	364,54
Valor de prevenção Res. CONAMA 420/2009	300
Valor de prevenção NOAA SQTR 2008	16



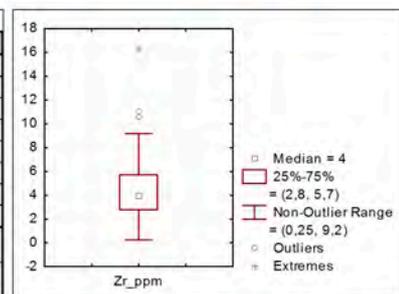


Estatística Descritiva	
Elemento	Zr (ppm)
Limite de Detecção - LD	0,5
Número de amostras	39
Resultados > LD	30
Valor médio	2,381
Valor mínimo	0,25
Valor máximo	7,2
Mediana	2,1
Desvio Padrão	1,99
Valor de atenção Res. CONAMA 454/2012	-
Valor de prevenção (TEL) NOAA SQTR 2008	-





Estatística Descritiva	
Elemento	Zr (ppm)
Limite de Detecção - LD	0,5
Número de amostras	67
Resultados > LD	66
Valor médio	4,58
Valor mínimo	0,25
Valor máximo	16,3
Mediana	4
Desvio Padrão	2,68
Valor de prevenção Res. CONAMA 420/2009	-
Valor de prevenção NOAA SQTR 2008	-





## DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

## MAPAS GEOQUÍMICOS - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### Prata - Ag

As concentrações de prata nos solos variam de 0,005ppm a 1,47ppm e nos sedimentos de corrente, de 0,005ppm a 11ppm. Nos mapas geoquímicos da prata se destaca uma região com teores mais altos, tanto nos solos, quanto nos sedimentos, que abrange os municípios de Santo Amaro, São Francisco do Conde e São Sebastião do Passé, sendo que as concentrações mais elevadas foram detectadas na área da antiga usina metalúrgica, em Santo Amaro. Em quatro amostras de solo, nesta área, foram obtidas concentrações acima do valor orientador para prevenção definido pela Resolução CONAMA 420/2009 – 2ppm. Como a prata é geralmente associada ao chumbo em sulfetos, por vezes extraída como subproduto, é provável que a sua presença nesta área esteja associada ao minério utilizado nos processos metalúrgicos. No Brasil não existe regulamentação para o elemento em sedimentos e este não foi analisado nas amostras de água.

### Alumínio - Al

As concentrações mais elevadas de alumínio em solos ocorreram na área da metalurgia, em Santo Amaro e na região do rio Traripe, com teores variando de 2,93% a 3,96%. Já para as amostras de sedimento, os valores mais elevados ocorreram no rio Traripe, num intervalo de 1,9% a 2,93%. Em nosso país não existem regulamentações, tanto para solos, quanto para sedimentos para este elemento, mas estão abaixo do padrão de média crustal (7,90%). Nas amostras de água foram detectados teores de 0,0015mg/l até 0,808mg/l, evidenciando duas áreas, nas cabeceiras e na foz do rio Subaé, com os teores mais elevados, acima do valor máximo permitido pela Resolução CONAMA 357/2005 – 0,1mg/l, não sendo recomendável para consumo humano, visto que o alumínio se acumula lentamente no organismo, embora estudos sejam necessários para avaliar os possíveis mecanismos da ação tóxica no organismo humano por via oral. Atualmente as maiores pesquisas estão voltadas para definir a relação entre a existência do elemento no organismo e o desenvolvimento de problemas neurológicos, principalmente do mal de Alzheimer (Santos, 2003).

### Arsênio - As

Os mapas geoquímicos do arsênio definem duas áreas com teores mais elevados: a primeira, presente

tanto em solos, quanto em sedimentos de corrente, estende-se da região de Santo Amaro até o médio curso do rio Traripe e a segunda, em águas superficiais, na foz do rio Subaé, próximo à Baía de Todos os Santos. Nas amostras de solos foram obtidos teores de 0,5ppm até 118ppm e nos sedimentos, de 0,5ppm a 38ppm, sendo que os maiores valores são localizados na área da metalurgia em Santo Amaro. Em solos, os valores estão até oito vezes mais elevados do que o valor orientador de prevenção, definido pelo CONAMA 420/2009 – 15ppm e em sedimentos, até quase três vezes o valor para o Nível 2 (água doce) do CONAMA 454/2012 – 17ppm. O mapa geoquímico das águas superficiais mostra que a maior parte da bacia possui teores abaixo do limite de detecção para o arsênio, porém, alguns teores mais elevados do que o valor máximo permitido pela Resolução CONAMA 357/2005 - 0,01mg/l, ocorrem na área da foz do rio Subaé, em São Francisco do Conde. Nesta área, as concentrações de arsênio variam de 0,017mg/l a 0,085mg/l, oito vezes acima do valor do CONAMA, o que significa que existe probabilidade de ocorrer efeitos adversos à biota, porquanto o arsênio é um elemento de alta toxicidade intrínseca. É provável que, além do arsênio ter sido transportado em forma gasosa e particulado pela chaminé, durante o anterior processo de metalurgia, atualmente ocorra lixiviação do elemento para as águas superficiais, solos e sedimentos, através das águas da chuva sobre a escória (que contém arsênio) e encontra-se depositada no entorno da antiga metalúrgica. Isto ocorre sempre próximo a fundições onde o minério é de chumbo e metais associados (Pb - As - Sb - Cd - Zn - Ag).

### Boro - B

O boro não foi detectado nas amostras de solo e de sedimentos de corrente. Nas amostras de água superficial foram mensurados teores variando de 0,0035mg/l a 4,53mg/l. O mapa geoquímico do elemento em água superficial destaca duas áreas com altas concentrações: na porção nordeste da bacia, nas proximidades de São Gonçalo dos Campos e na foz, próximo a São Francisco do Conde, onde ocorre o teor mais elevado da bacia, acima do valor máximo permitido pela legislação brasileira – 0,5mg/l, mostrando influência da água do mar.

### Bário - Ba

O bário foi detectado nas amostras de solo com teores variando de 2,5ppm a 419ppm e nas amostras de sedimentos de corrente, de 33ppm a 462ppm.

Os teores mais elevados em solos ocorreram na região entre Santo Amaro e a bacia do rio Traripe, onde foi registrado o valor máximo de 419ppm, quase três vezes o valor orientador de prevenção para solos, definido pelo CONAMA 420/2009 – 150 ppm. Já nos sedimentos, os teores mais elevados foram obtidos em área próxima as localidades de Afligidos, na bacia do rio Sergi e de Humildes, na bacia do rio Traripe. No Brasil não existe regulamentação para o bário em sedimentos. O mapa geoquímico do elemento em água superficial evidencia uma área bastante extensa na porção norte da bacia, delimitada pelos altos teores do elemento, com as concentrações variando de 0,32mg/l a 2,13mg/l, sendo que o valor máximo foi detectado na localidade Sergi, representando três vezes acima do valor máximo permitido pelo CONAMA 357/2005 – 0,7mg/l. É provável que a origem do bário nos solos, sedimentos e água superficial seja antropogênico, proveniente de atividades industriais e uso de defensivos agrícolas.

#### **Berílio - Be**

As concentrações de berílio em solos variam de 0,05ppm a 1,3ppm, sendo que os teores mais elevados ocorreram nas proximidades de Santo Amaro e na bacia do rio Traripe. Nas amostras de sedimentos de corrente foram mensurados teores de 0,2ppm a 1,4ppm, os mais elevados estão nas cabeceiras do rio Subaé e na bacia do rio Traripe. Em nosso país não existe regulamentação para o elemento em solos e sedimentos, podendo-se observar apenas que o padrão médio crustal se situa em 2,8ppm. O berílio não foi detectado nas amostras de água superficial.

#### **Bismuto - Bi**

O mapa geoquímico do bismuto em solos exhibe um padrão de dispersão homogêneo com os teores mais baixos na porção alta e média da bacia e os teores mais elevados, a partir do município de Santo Amaro até foz do rio Subaé, onde foram detectados teores de 0,39ppm a 40,57ppm. Nas amostras de sedimentos de corrente, foram obtidos teores de 0,01ppm a 0,96ppm, sendo que as concentrações mais elevadas são restritas à área da metalurgia, em Santo Amaro. No Brasil não existe regulamentação para o bismuto em sedimentos. O elemento não foi analisado nas amostras de água. Os valores mais altos, geralmente próximos da metalúrgica, evidenciam que este elemento estava originalmente associado ao minério de chumbo.

#### **Bromo - Br**

O bromo foi analisado como brometo nas amostras de água superficial. O ânion foi detectado em todas as amostras de água superficial, com teores variando de 0,002mg/l a 2,03mg/l. O mapa geoquímico do brometo evidencia três áreas com teores mais elevados: extensa região na cabeceira da bacia, na região de Santo Amaro que se estende até ao médio rio Traripe e ao sul da bacia. Os teores de brometo encontrados na bacia do rio Subaé devem ter provável origem antropogênica, sendo utilizado em algumas indústrias e na agricultura para controle de pragas. Porém, a presença de elevados teores de brometo na água, na foz do rio, pode ser, também, resultado da intrusão da água do mar. No Brasil não existe regulamentação para brometo em água superficial.

#### **Cálcio - Ca**

O cálcio foi detectado em todos os meios amostrados. Nos solos, as concentrações mensuradas variaram de 0,005% a 4,92%, nos sedimentos de corrente, de 0,04% até 4,84% e nas amostras de água superficial, de 0,76mg/l a 358mg/l. O mapa geoquímico do cálcio em solos evidenciou uma significativa área ao sul da bacia definida pelos teores mais elevados, tendo a chaminé da metalurgia, em Santo Amaro, como ponto central da área, onde foi obtido o valor mais elevado. Em relação à dispersão do elemento nos sedimentos, foi evidenciado que os teores mais elevados estão restritos a área da metalurgia e a bacia do médio rio Traripe, bastante similar à dispersão dos elementos alumínio e berílio. O mapa geoquímico do cálcio em água superficial evidencia duas áreas com altas concentrações, de até 358mg/L, localizadas nas cabeceiras do rio Subaé e no município de São Francisco do Conde, próximo à sua foz. No Brasil não existe regulamentação para o cálcio nos meios amostrados, sobretudo por não se tratar de um elemento intrinsecamente tóxico. Este comportamento da dispersão do elemento sugere a associação de compostos de cálcio, talvez carbonatos, associados ao minério de chumbo.

#### **Cádmio - Cd**

Nos mapas geoquímicos de solos e de sedimentos de corrente ficou destacada a região sul da bacia do rio Subaé. Nesta região foram obtidos os teores mais elevados de cádmio, em especial, na área da metalurgia e toda zona urbana de Santo Amaro, com teores de 0,17ppm a 229,5ppm nos solos e de 0,5ppm até 149ppm, nos sedimentos. Comparando-se esses

teores com os dos valores permitidos pelas legislações brasileiras, verifica-se que estão até 176 vezes acima do valor de prevenção em solos – 1,3ppm e 43 vezes acima do valor definido para sedimentos – 3,5ppm. Em relação à dispersão do elemento em água superficial, foi detectado teores variando de 0,0005mg/l a 0,004mg/l. As concentrações mais elevadas estão até quatro vezes o valor máximo permitido pelo CONAMA 357/2005 – 0,001mg/l. Este elemento de expressiva toxicidade, contamina solos, sedimentos e água superficial, especialmente na área ao entorno da antiga usina metalúrgica, desde o início de seu funcionamento, devido a dispersão do material particulado emitido pela chaminé, até os dias de hoje, a partir da presença da escória com alta concentração de cádmio depositada em suas cercanias, liberando este elemento para o meio ambiente através da lixiviação provocada pelas águas pluviais. Este fato configura uma situação de alerta ambiental, pois os elevados valores detectados nos meios amostrados indicam perigo para a saúde da população de Santo Amaro.

#### **Cério - Ce**

Os teores de cério em solos variam de 1,37ppm a 106,25ppm e em sedimentos de corrente, de 26,33ppm a 67,75ppm. A concentração mais elevada do elemento em solos foi detectada na área do médio curso do rio Subaé, à montante de Santo Amaro, porém, mais ao sul da bacia, destaca-se outra área com teores de 42,94ppm até 67,03ppm. No mapa geoquímico dos sedimentos observa-se algumas pequenas áreas ao longo da bacia do Subaé, com teores de 57,95ppm a 67,75ppm. No Brasil não existe regulamentação para o cério em solos e sedimentos. O elemento não foi analisado nas amostras de água superficial.

#### **Césio - Cs**

As concentrações de césio em solos variam de 0,05ppm a 0,96ppm e em sedimentos de corrente, de 0,12ppm a 1,45ppm. Em solos, os teores mais elevados ocorreram na área do médio curso do rio Subaé e no entorno do baixo curso do rio Traripe. Nas amostras de sedimentos, o padrão de dispersão é bastante diferente, observando-se que os teores mais elevados ocorrem numa vasta área do médio curso do Subaé e do alto curso do Traripe, sendo o valor mais elevado detectado nas proximidades da usina metalúrgica, em Santo Amaro. No Brasil não existe regulamentação para o elemento nos meios amostrados. O césio não foi analisado nas amostras de água.

#### **Cloro - Cl**

O cloro foi analisado como cloreto nas amostras de água superficial. O ânion foi detectado em quase todas as amostras, com teores variando de 0,005mg/l a 190,85mg/l. No mapa geoquímico destaca-se uma extensa área com elevados teores nas cabeceiras do rio Subaé, próximo ao Distrito Industrial do Subaé, onde ocorre o valor máximo de cloreto e outra, na foz do rio Subaé, próximo a confluência do rio Traripe. Estes valores elevados de cloreto, apesar de estarem abaixo do valor máximo permitido pela Resolução CONAMA 357/2005 – 250mg/l, na área do alto rio Subaé indica interferência industrial, e na foz, é certamente devido a influência marinha.

#### **Cobalto - Co**

Os padrões de dispersão do cobalto mostrados nos mapas geoquímicos de solos e sedimentos de corrente são similares, onde os teores mais baixos ocorrem nas porções alta e média da bacia hidrográfica. As concentrações mais elevadas, tanto em solos, quanto nos sedimentos, são evidenciadas na região do baixo Traripe. Nos solos, variam de 22,2ppm até 65,50ppm, acima do valor orientador para prevenção em solos, definido pela Resolução CONAMA 420/2009 – 25ppm e nos sedimentos, de 1,2ppm a 39,5ppm. No Brasil não existe regulamentação para o cobalto na Resolução CONAMA 454/2012. Todas as amostras de água superficial apresentaram teores abaixo do limite de detecção do equipamento analítico – 0,003mg/l.

#### **Cromo - Cr**

As concentrações de cromo detectadas em solos variam de 4ppm a 77ppm e em sedimentos de corrente, de 7ppm até 57ppm. Os teores mais altos em solos ocorreram nas áreas dos médios cursos do Subaé e do rio Traripe e em mais duas pequenas áreas, à montante da cidade de Santo Amaro e na foz do rio Subaé. Alguns desses teores estão pouco acima dos valores orientadores definidos pelas Resoluções CONAMA 420/2009 e 454/2012, de 75ppm para solos e 37,3ppm para sedimentos. Em onze amostras de água superficial foram detectados teores levemente mais elevados de cromo, principalmente na área da cabeceira do Subaé, provavelmente resultado das atividades relacionadas ao Distrito Industrial do Subaé e na foz, onde ocorrem valores de 0,007mg/l a 0,017mg/l. Todas as concentrações de cromo nas amostras de água superficial estão abaixo do valor máximo permitido pelo CONAMA 357/2005 – 0,05mg/l.

**Cobre - Cu**

O mapa geoquímico do cobre em solos evidenciou uma área com teores elevados, variando de 50,6ppm a 716,3ppm, abrangendo a porção sul da bacia, no baixo curso do Subaé e do rio Traripe, sendo que as maiores concentrações foram detectadas na área da metalurgia, em Santo Amaro, com até 12 vezes o valor orientador para prevenção em solos, definido pela Resolução CONAMA 420/2009 – 60ppm. Estes altos teores estão provavelmente relacionados às antigas atividades da usina metalúrgica e fazem parte do passivo ambiental. Nos sedimentos de corrente foram detectados teores de cobre variando de 3,9ppm a 144,8ppm. O teor mais alto, também foi obtido na estação de amostragem localizada ao lado da chaminé da metalurgia, porém ocorrem outras pequenas áreas com teores variando de 43,9ppm a 59,2ppm, próximo à foz do Subaé e no baixo curso do rio Traripe. Todos os teores de cobre detectados nas amostras de sedimentos estão abaixo do valor orientador definido pela Resolução CONAMA 454/2012 – 197ppm. Em apenas 30% das amostras de água superficial foi detectada a presença de cobre, sendo somente uma amostra com teor acima do valor máximo permitido pelo CONAMA 357/2005 – 0,009mg/l.

**Flúor - F**

O ânion flúor não foi analisado nas amostras de solo e de sedimento. Nas amostras de água superficial foi analisado sob a forma de fluoreto. Em todas as amostras foi detectado o ânion fluoreto, que variou de 0,007mg/l a 0,72mg/l. O mapa geoquímico do fluoreto mostra uma extensa faixa na cabeceira do Subaé, com teores de fluoreto um pouco mais elevados, entre 0,105mg/l e 0,72mg/l, provavelmente relacionados às atividades do Distrito Industrial do Subaé, em Feira de Santana, entretanto, estas concentrações estão abaixo do valor máximo permitido pelo CONAMA 357/2005 – 1,4mg/l.

**Ferro - Fe**

O ferro foi detectado em todos os meios estudados. Nos solos, os teores variaram de 0,24% a 6,7%, nos sedimentos de corrente, de 0,57% a 5,89% e nas amostras de água superficial, de 0,008mg/l a 14,9mg/l. Os teores mais elevados nos solos foram obtidos na bacia do rio Traripe. Nas amostras de sedimento, as concentrações mais altas foram detectadas na região do baixo curso do mesmo rio. O mapa geoquímico do ferro em água superficial mostra que o elemento

foi detectado em todas as amostras, porém, os teores mais destacados se concentraram em duas grandes áreas: no médio curso do Subaé e no extremo sudeste da bacia. Nessas áreas, os teores obtidos representam até 50 vezes o valor máximo permitido pelo CONAMA 357/2005 – 0,3mg/l. O ferro é um elemento químico presente naturalmente nas águas e sua concentração aumenta devido à erosão do solo e despejo de efluentes industriais. O ferro não é tóxico e facilmente eliminado pelo organismo humano, mas causa mudança de sabor e de cor da água, provocando manchas em roupas e utensílios sanitários.

**Gálio - Ga**

Os mapas geoquímicos dos solos e de sedimentos de corrente do gálio mostram padrões de dispersão bastante diferentes. O elemento foi detectado em todas as amostras de solo, com concentrações variando de 1,7ppm a 23,1ppm, onde os valores mais elevados demarcam uma extensa área, englobando a localidade de Afligidos, no limite oeste da bacia, até o rio Traripe. Os teores de gálio nas amostras de sedimento variaram de 1,8ppm até 11ppm, sendo os maiores valores encontrados na cabeceira do rio Subaé. O elemento não foi analisado nas amostras de água. No Brasil não existe regulamentação para o elemento nos meios amostrados.

**Háfnio - Hf**

Os mapas geoquímicos do háfnio em solos e sedimentos de corrente mostram padrões de dispersão bastante distintos. Nos solos, os teores detectados variam de 0,025ppm a 0,34ppm, com os valores mais elevados delimitando pequenas áreas na porção oeste da bacia, onde o valor máximo está localizado na estação de amostragem próximo de Afligidos. Nas amostras de sedimentos, as concentrações de háfnio variam de 0,025ppm até 0,34ppm, com os teores mais elevados ocorrendo nas cabeceiras do Subaé. Como este elemento substitui parcialmente o zircônio na zirconita (silicato) e esta se concentra como resistato nas areias dos sedimentos de corrente, é natural que seus teores sejam mais altos nos sedimentos do que nos solos e águas. Este elemento não foi analisado nas amostras de água. No Brasil não existe regulamentação para o elemento nos meios amostrados.

**Mercúrio - Hg**

Elevados teores de mercúrio em solos delimitaram uma pequena área que engloba a antiga metalúrgica,

em Santo Amaro, até o rio Traripe, com valores entre 0,13ppm e 1,6ppm. Alguns teores deste elemento considerado tóxico representam até três vezes mais do que o valor orientador de prevenção em solos, permitido pela Resolução CONAMA 420/2009 - de 0,5ppm. No mapa geoquímico do mercúrio em sedimentos se destacam quatro pequenas áreas com teores variando de 0,09ppm a 0,32ppm, localizadas: (1) nas cabeceiras do Subaé; (2) no município de Amélia Rodrigues, próximo ao rio Subaé; (3) no baixo curso do rio Traripe e (4) o valor mais elevado ocorre nas proximidades da chaminé da metalúrgica, em Santo Amaro. Todos os valores estão abaixo do nível permitido para o elemento em sedimentos de água doce, pela Resolução CONAMA 454/2012 – 0,49ppm. Em relação aos resultados analíticos do mercúrio em água superficial, observa-se que em 50% das amostras foram detectados teores de 0,0002mg/l a 0,0041mg/l. As concentrações mais elevadas ocorrem nas cabeceiras e na foz do rio Subaé, acima do valor máximo permitido pela Resolução CONAMA 357/2005 – 0,0002mg/l. Os padrões de dispersão do Hg nos solos, sedimentos e água superficial indicam que provavelmente existe mais de uma fonte de contaminação antrópica: o Distrito Industrial do Subaé, as atividades agrícolas, através da aplicação de agrotóxicos e a antiga usina metalúrgica em Santo Amaro.

#### **Índio - In**

Os mapas geoquímicos do índio em solos e sedimentos de corrente evidenciam uma área delimitada pelos teores mais elevados, de 0,04ppm até 0,97ppm em solos e de 0,03ppm a 0,59ppm em sedimentos. Esta área abrange o baixo curso do rio Subaé e do rio Traripe, englobando o município de Santo Amaro. Estes elevados teores de índio, elemento geralmente associado a sulfetos nas rochas, podem estar relacionados à metalurgia do chumbo. O elemento não foi analisado nas amostras de água. No Brasil não existe regulamentação para o elemento nos meios amostrados.

#### **Potássio - K**

O potássio foi detectado nos solos com teores variando de 0,005 % a 0,79% e nos sedimentos de corrente, de 0,03% até 0,66%, sendo que as áreas delimitadas pelos teores mais elevados são bem diferenciadas. Nos solos, observa-se uma região formando aproximadamente, um círculo com 7,5km de raio e centro na antiga usina metalúrgica, em Santo Amaro. Nos sedimentos, uma estreita área estende-se desde

a foz do rio Subaé até o rio Traripe. Todas as amostras de água superficial detectaram o cátion, com teores de 0,46mg/l até 376mg/l. As amostras com concentrações mais elevadas estão localizadas nas porções norte e sul da bacia, sendo que os teores mais elevados ocorrem, em geral, em áreas agrícolas, provavelmente devido ao uso de fertilizantes químicos. No Brasil não existe regulamentação para o elemento nos meios amostrados.

#### **Lantânio - La**

Os mapas geoquímicos do lantânio nos solos e sedimentos de corrente na bacia do rio Subaé mostram padrões de dispersão bastante distintos. As concentrações variam de 0,9ppm a 26ppm em solos e de 11,9ppm a 28,5ppm em sedimentos. Nos solos, os teores mais baixos estão localizados nas cabeceiras dos rios Subaé, Traripe e Sergi, enquanto, os mais elevados estão definindo uma estreita área na porção sul da bacia, próximo à foz do Subaé. Em relação aos teores de lantânio nos sedimentos, se observa que na maioria das amostras foi detectado valores abaixo de 23,9ppm, sendo que ocorrem pequenas áreas esparsas com os teores mais elevados. O elemento não foi analisado nas amostras de água. No Brasil não existe regulamentação para o elemento nos meios amostrados.

#### **Lítio - Li**

O padrão de dispersão do lítio nos solos mostra uma gradação de teores mais baixos ocorrendo nas áreas de cabeceiras e os mais elevados nas áreas contíguas, no baixo curso do rio Subaé, com as concentrações variando de 0,5ppm a 28ppm. Nos sedimentos de corrente, os teores variam de 0,5ppm a 26ppm, distribuídos homogeneamente em toda bacia, tendo as concentrações mais elevadas no baixo rio Traripe. Em quase 90% das amostras de água superficial o cátion foi detectado. Os teores variam de 0,001mg/l até 0,33mg/l, sendo que os valores mais elevados ocorrem no alto rio Sergi e na foz do Subaé. Destaca-se, porém, uma pequena área com elevado teor de lítio, próximo à metalurgia, em Santo Amaro. No Brasil não existe regulamentação para o elemento nos meios amostrados.

#### **Magnésio - Mg**

Os mapas geoquímicos do magnésio em solos, sedimentos de corrente e em água superficial mostram padrões de dispersão semelhantes aos do Li, evidenciando tratar-se de fonte geogênica. Os teores do

elemento em solos variaram de 0,005% a 1,47%, nos sedimentos, de 0,04% a 1,21% e nas águas superficiais, de 1,28mg/l até 1.097mg/l. Os teores mais elevados de magnésio em água superficial foram detectados na foz do rio Subaé. Como a água do mar contém magnésio na forma de cloreto, é provável que o teor encontrado na foz do Subaé, tenha contribuição marinha. No Brasil não existe regulamentação para o elemento nos meios amostrados.

### **Manganês - Mn**

No mapa geoquímico do manganês nos solos se observa uma área com teores mais elevados abrangendo o baixo curso do rio Subaé e do rio Traripe, sendo que as concentrações mais altas, de até 2.356ppm, ocorrem em faixas ao longo da BR 324 no limite leste da bacia. No entorno da área da metalúrgica, em Santo Amaro, também ocorrem concentrações elevadas, de 806ppm até 1.864ppm. As amostras de sedimento mostram o mesmo padrão de dispersão, com valores de até 3.698ppm, na região do rio Traripe. O cátion manganês foi detectado em 66% das amostras de água superficial, com teores variando de 0,0035mg/l a 3,31mg/l, até 33 vezes acima do valor máximo permitido pela Resolução CONAMA 357/2005 – 0,1 mg/l. Teores de Mn acima do valor do CONAMA estão presentes na água em quase toda a bacia, indicando contribuição geogênica e imprópriedade para consumo humano. Em geral, o manganês encontra-se associado ao ferro. No Brasil não existe regulamentação para o elemento em solos e sedimentos.

### **Molibdênio - Mo**

Os teores de molibdênio detectados em solos variam de 0,14ppm a 1,48ppm, bem abaixo do valor orientador de prevenção definido pelo CONAMA 420/2009 – 30ppm. As concentrações do elemento em sedimentos de corrente variam de 0,025ppm até 8,57ppm, sendo que os teores mais elevados ocorrem em duas áreas: uma associada à metalurgia, em Santo Amaro e outra, na foz do Subaé. Nas amostras de água superficial, somente em quatro amostras foram detectados teores de molibdênio, com valor máximo de 0,24mg/l, também na foz do rio Subaé. No Brasil não existe regulamentação para o elemento em sedimentos e água superficial. Como o molibdênio se associa geralmente a sulfetos (molibdenita) é provável que esteja relacionado ao minério de chumbo processado na usina metalúrgica, no passado.

### **Sódio - Na**

O mapa geoquímico do sódio nos solos mostrou um padrão de dispersão bem diferente dos apresentados nos sedimentos de corrente e nas águas superficiais. No de solos foi destacada uma única área com teores elevados, que variam de 0,01% a 0,04%, no entorno da metalúrgica, em Santo Amaro, mostrando interferência das atividades antrópicas no meio ambiente. Os mapas geoquímicos do sódio em sedimentos e águas delimitam áreas com teores elevados nas cabeceiras e na foz do rio Subaé e do rio Sergi. Nestas áreas, os teores do elemento nos sedimentos variam de 0,04% a 1,95% e nas águas superficiais, de 70,65mg/l até 8.220mg/l, sendo que as concentrações mais elevadas ocorrem na foz do rio, caracterizando a influência da água do mar. A presença de teores elevados nas cabeceiras dos rios Subaé e Sergi é provavelmente causada por atividades industriais, agropecuárias e lançamento de efluentes domésticos nas drenagens. No Brasil não existe regulamentação para o elemento nos meios amostrados.

### **Nióbio - Nb**

O elemento nióbio foi detectado em quase todas as amostras de solo e de sedimentos de corrente e não foi analisado nas amostras de água superficial. Em solos foram detectados teores de 0,025 ppm a 7,59ppm, e em sedimentos, de 0,22ppm até 2,69ppm. Os teores mais elevados nos solos definiram três áreas: (1) entre a cabeceira do rio Sergi e a margem direita do rio Subaé; (2) nas proximidades da metalurgia, em Santo Amaro, até o rio Traripe e (3) na região do baixo curso do rio Traripe. O mapa geoquímico do nióbio em sedimentos evidencia, também, três áreas: nas cabeceiras, na foz do rio Subaé e, em pequena região na margem esquerda do curso médio do Subaé até o alto curso do rio Traripe. A presença do elemento na bacia do rio Subaé é geogênica, isto é, tem origem nas rochas e solos que ocorrem na área da bacia. No Brasil não existe regulamentação para o elemento nos meios amostrados.

### **Níquel - Ni**

Os mapas geoquímicos dos solos e sedimentos de corrente do níquel mostram padrões de dispersão bastante similares. Nas amostras de solos foram detectados teores de 0,7ppm a 47,4ppm e nas de sedimentos, de 2ppm a 42,3ppm. A maioria das amostras apresentou teores abaixo dos padrões definidos pelas

legislações brasileiras, porém as concentrações mais elevadas ocorreram na região sul da bacia, com valores um pouco acima do CONAMA 420/2009 – 30ppm, para solos, e CONAMA 454/2012 – 35,9ppm, para sedimentos. Em somente em uma amostra de água superficial foi detectada a presença de níquel, com valor de 0,01mg/l, na foz do Subaé, porém abaixo do valor máximo permitido pela Resolução CONAMA 357/2005 – 0,025mg/l.

#### **Nitrato - $\text{NO}_3^-$ e Nitrito - $\text{NO}_2^-$**

O nitrogênio foi analisado nas formas nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) e nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) em águas superficiais. Os valores máximos permitidos definidos pelo CONAMA 357/2005 são: para nitrito, 1mg/L N e para nitrato, 10mg/L N e pela World Health Organization – WHO (2011), são 3mg/L  $\text{NO}_2^-$  e 50mg/L  $\text{NO}_3^-$ . As principais fontes desses íons em águas naturais são oriundas de esgotos domésticos e alguns efluentes industriais – indústrias químicas, petroquímicas, siderúrgicas, farmacêuticas, matadouros e frigoríficos.

**NITRATO** - O ânion nitrato foi mensurado em 85% das amostras, com teores variando de 0,005mg/l a 10,67mg/l, abaixo do valor máximo permitido pelo CONAMA 357/2005 – 10mg/l de N ou 50mg/l de  $\text{NO}_3^-$ . Observa-se que os teores mais destacados foram registrados ao longo do rio Subaé, principalmente na sua foz.

**NITRITO** - O ânion nitrito foi mensurado em todas as amostras, com concentrações variando de 0,004mg/l até 1,22mg/l, abaixo do valor máximo permitido pelo CONAMA 357/2005 – 1mg/l de N ou 3mg/l de  $\text{NO}_2^-$ . Os teores mais elevados foram observados em algumas amostras, também ao longo do rio Subaé, chegando até a sua foz.

#### **Fósforo - P e Fosfato - $\text{P}_2\text{O}_4$**

O elemento fósforo foi determinado nas amostras de solos e sedimentos de corrente, enquanto o ânion fosfato foi mensurado nas amostras de água superficial. Tanto o fósforo, quanto o fosfato não constam nas legislações ambientais brasileiras.

O fósforo foi detectado em solos com teores variando de 25ppm a 813ppm, enquanto nas amostras de sedimentos de corrente, variam de 71ppm até 1.001ppm. Os teores mais elevados em solos ocorrem na região das cabeceiras do rio Traripe e no baixo curso dos rios Subaé e Traripe. Entretanto, nos sedimentos, os teores mais elevados foram detectados no alto e médio curso do Subaé e baixo curso do rio Traripe. O ânion fosfato foi mensurado em apenas oito das amostras de água,

com concentração máxima de 6,27mg/l, na região das cabeceiras do rio Subaé. O fósforo é um elemento essencial a plantas e animais. Porém, o excesso no solo, em geral, é devido ao uso de fertilizantes, bem como ao uso abusivo de compostos organofosforados na lavoura, como agrotóxicos, que são solúveis e carregados pelas águas das chuvas. Também estão presentes em águas naturais, devido às descargas de esgotos domésticos ricos em fósforo, como produtos de limpeza. Desta forma, as águas drenadas de áreas agrícolas fertilizadas e de áreas urbanas podem apresentar excessivos teores de fosfato. A partir destas informações, pode-se concluir que a bacia do rio Subaé encontra-se impactada em fósforo por atividades antrópicas, o que pode resultar em uma indesejável eutrofização dos ecossistemas lênticos.

#### **Chumbo - Pb**

O chumbo foi detectado em todas as amostras de solo e de sedimentos de corrente. Nos solos, foi mensurado teores variando de 7,5ppm a 12.500ppm, até 174 vezes o valor de prevenção em solos definido pelo CONAMA 420/2009 – 72ppm. Nos sedimentos, houve uma variação de 7,5ppm a 4.148ppm, 45 vezes acima do valor de prevenção para sedimentos definido pelo CONAMA 454/2012 – 91,3ppm. As concentrações mais elevadas estão localizadas no entorno da antiga usina metalúrgica, em Santo Amaro, abrangendo uma extensa área no sentido leste-oeste da bacia, indicando que a maior fonte antropogênica na bacia do Subaé é consequência das atividades da metalurgia do minério de chumbo, que funcionou em Santo Amaro de 1960 a 1993, causando um expressivo passivo ambiental. Nas amostras de água superficial, o chumbo foi detectado em 10 amostras, com teores de 0,001mg/l a 0,113mg/l. As concentrações mais elevadas, a partir de 0,007mg/l, estão relacionadas às proximidades da metalúrgica, sendo que vários destes teores estão acima onze vezes do valor máximo permitido pelo CONAMA 357/2005 – 0,01mg/l. Indicando, desta forma, que atualmente ocorre lixiviação do metal presente no solo e nas pilhas de escória para as águas superficiais. Por se tratar de um elemento altamente tóxico, causando efeitos irreversíveis à saúde humana, é imprescindível a investigação da contaminação ambiental e monitoramento da saúde da população residente na cidade de Santo Amaro. É importante salientar que as águas são impróprias para consumo humano e podem causar danos à biota.

**Rubídio - Rb**

O elemento rubídio somente foi mensurado nas amostras de solo e de sedimentos de corrente. Foi detectado nas amostras de solos, teores variando de 0,1ppm a 25,2ppm, com os valores mais altos próximos à metalúrgica, em direção ao baixo curso do rio Traripe. Nos sedimentos de corrente, o rubídio foi mensurado em todas as amostras, com teores entre 2,8ppm e 23,9ppm. As concentrações mais elevadas são observadas nas cabeceiras do rio Subaé e numa pequena área do baixo curso do rio Traripe. No Brasil não existe regulamentação para o elemento nos meios amostrados.

**Enxofre - S e Sulfato -  $\text{SO}_4^{2-}$** 

O enxofre foi mensurado nas amostras de solos e sedimentos de corrente, enquanto o ânion sulfato, nas amostras de água superficial. O enxofre não é contemplado nas Resoluções CONAMA 420/2009 e 454/2012, porém na Resolução CONAMA 357/2005, o valor máximo permitido para sulfato em água superficial é 250mg/l. O enxofre foi detectado em 90% das amostras de solo, com teores variando de 0,005% a 0,14%, cujas concentrações mais elevadas delimitam uma área no baixo curso do Subaé até o rio Traripe, sendo que o valor mais alto foi obtido na região da antiga metalúrgica, ratificando que o enxofre ocorre associado ao chumbo na forma de sulfeto (galena). O enxofre foi mensurado em 95% das amostras de sedimento, com teores de 0,005% até 2,27%, tendo os valores mais elevados associados às áreas das cabeceiras e foz do rio Subaé. O ânion sulfato foi detectado em todas as amostras de água superficial com teores variando de 0,64mg/l a 283mg/l, definindo duas áreas bem delineadas pelos valores mais elevados: nas cabeceiras do rio Subaé, englobando o Distrito Industrial do Subaé, e na foz do mesmo rio. Os valores mais elevados de enxofre em sedimento (2,27%) e em água (283mg/l) ocorrem na mesma amostra na foz do Subaé. Nas águas superficiais, a contaminação por sulfato ocorre através das descargas de esgotos domésticos e efluentes industriais (efluentes de indústrias de celulose e papel, química, farmacêutica, etc.) e da lixiviação do solo contendo fertilizantes.

**Antimônio - Sb**

Os mapas geoquímicos do antimônio em solos e sedimentos mostram padrões de dispersão bem semelhantes aos dos elementos Ag e Pb. O anti-

mônio foi detectado em todas as amostras de solo, 65% nas de sedimentos e somente 20% das de água superficial. Os teores em solos variam de 0,08ppm a 54,14ppm, enquanto nos sedimentos, de 0,025ppm até 13,28ppm e nas amostras de água, de 0,001mg/l a 0,17mg/l. Nos mapas geoquímicos dos solos e de sedimentos, os teores mais elevados delimitam uma grande área da bacia, no sentido leste-oeste, abrangendo o entorno da região da antiga metalúrgica, em Santo Amaro e as localidades de Pedras, Passagem, Nova Conquista e Itapetinga. Nas amostras de solo, os teores mais elevados estão até 27 vezes acima do valor orientador de prevenção para antimônio definido pela Resolução CONAMA 420/2009 – 2ppm. Os teores mais altos de antimônio nas amostras de água estão acima até 34 vezes o valor máximo permitido pelo CONAMA 357/2005 - 0,005mg/l, definindo uma significativa contaminação. Os valores mais elevados de solos, sedimentos e água ocorrem nas estações de amostragem localizadas nos arredores da área da chaminé, fonte da emissão de toneladas de material particulado com poluentes, em Santo Amaro, registrando a relação natural deste elemento com o Pb, explicitado pelas atividades da antiga metalúrgica. No Brasil não existe regulamentação para o elemento em relação aos sedimentos.

**Escândio - Sc**

O escândio foi detectado em todas as amostras de solo, com teores variando de 1ppm até 13ppm, com os valores mais elevados ocorrendo em estreita faixa na porção sul da bacia. Nas amostras de sedimentos de corrente, foram registradas concentrações de 1,8ppm a 11,3ppm, sendo que os teores mais elevados ocorreram nas cabeceiras do rio Subaé e no baixo curso do rio Traripe. O elemento não foi analisado nas amostras de água. No Brasil não existe regulamentação para o escândio nos meios amostrados.

**Selênio - Se**

Os mapas geoquímicos do selênio em solos e sedimentos de corrente definem padrões de dispersão bastante similares. Em cerca de 50% das amostras de solo foi detectado a presença do elemento, com teores de 0,5ppm a 7ppm. As concentrações mais elevadas, entre 2 a 7ppm, definem uma pequena área nas proximidades da metalúrgica, em Santo Amaro e o valor mais elevado é 1,4 vezes o valor orientador de prevenção para solos definido pelo CONAMA 420/2009 – 5ppm. O selênio foi detectado em apenas 20% das

amostras de sedimentos, com teores de 0,5ppm a 18ppm. Os valores mais elevados, também se agrupam em pequena área, também ao redor da área da metalúrgica. A principal fonte natural do selênio na crosta terrestre são os sulfetos e em Santo Amaro, é provável que esteja associado ao minério de chumbo na forma de sulfeto (galena). No país não existe regulamentação para o elemento em sedimentos, todavia, o selênio foi detectado em nove amostras de água superficial, delimitando uma área na foz do rio Subaé, em São Francisco do Conde, com teores de 0,015mg/l a 0,23mg/l. Estes valores estão até 23 vezes acima do valor máximo permitido pelo CONAMA 357/2005 – 0,01mg/l, o que pode constituir um alerta ambiental em relação à biota do manguezal.

#### **Silício - Si**

O silício foi analisado apenas nas amostras de água superficial, sendo detectado em todas as amostras, com teores variando de 4,71mg/l a 188mg/l. O mapa geoquímico do elemento define uma grande região no limite noroeste da bacia do rio Subaé, próxima a cidade de São Gonçalo dos Campos, com teores mais elevados, de 50mg/l até 188mg/l, sem maior significado ambiental. A fonte do silício no meio ambiente é geogênica, porque é um dos elementos mais abundantes na crosta terrestre e em combinação com outros elementos, formam os óxidos e silicatos, que compõem inúmeros minerais tais como feldspatos, anfíbólios, micas, quartzo, entre outros.

#### **Estanho - Sn**

Em todas as amostras de solo foram detectados teores de estanho, variando de 0,7ppm a 8,1ppm, com os teores mais elevados aglutinados em uma estreita faixa no sul da bacia, tendo como área central a metalúrgica, na cidade de Santo Amaro. Os teores de estanho nas amostras de sedimentos de corrente foram mensurados de 0,7ppm até 4,9ppm, sendo que os mais elevados, também estão definindo uma área no sul da bacia e o valor máximo, localizado na estação de amostragem próxima a metalúrgica. Esta relação de proximidade dos maiores valores registrados em solos e sedimentos de corrente com a metalúrgica, denuncia a afinidade genética do estanho com o minério de chumbo anteriormente processado e atualmente fazendo parte do passivo ambiental da área de entorno da antiga metalúrgica. Todos os resultados analíticos de estanho nas amostras de água superficial foram mensurados abaixo do limite de detecção do

equipamento analítico. No Brasil não existe regulamentação para o estanho nos meios amostrados.

#### **Estrôncio - Sr**

O estrôncio foi detectado em todas as amostras de solo (1,2ppm a 221,2ppm), de sedimentos de corrente (3,3ppm a 154,6ppm) e nas de água superficial, foi mensurado em 90% das amostras, com teores variando de 0,005mg/l a 8,02mg/l. Os mapas geoquímicos dos solos e água superficial são bastante similares, com os valores mais elevados definindo uma área ao sul da bacia, que engloba a cidade de Santo Amaro e a foz do rio Subaé. Com relação aos sedimentos, a área definida pelos teores mais elevados situa-se ao sudeste da bacia, entre a margem esquerda do rio Subaé até o rio Traripe, onde ocorre o valor máximo do elemento. No Brasil não existe regulamentação para o elemento nos meios amostrados.

#### **Telúrio - Te**

O telúrio foi detectado em 24% das amostras de solo, com teores variando de 0,025ppm a 1,56ppm, sendo que as concentrações mais elevadas delimitam uma pequena área no município de Santo Amaro. Apenas em 25 % das amostras de sedimentos de corrente o elemento foi mensurado, com teores variando de 0,025ppm a 0,27ppm, sendo que os mais altos definiram uma grande área, que engloba as cabeceiras dos rios Subaé, Traripe e Sergi, até a cidade de São Gonçalo dos Campos. O telúrio não foi analisado nas amostras de água superficial. No Brasil não existe regulamentação para o elemento nos meios amostrados.

#### **Tório - Th**

O tório foi detectado em todas as amostras de solo e de sedimentos de corrente. Nos solos, os teores variaram de 1,2ppm até 22,2ppm e nos sedimentos, de 3,9ppm até 18,9ppm. Os mapas geoquímicos mostram padrões de dispersão semelhantes, onde os teores mais elevados definem uma grande área no alto curso do rio Traripe e médio curso do rio Subaé, englobando os municípios de Amélia Rodrigues até o limite SW da bacia e que se estende até a foz do rio Subaé. O tório não foi analisado nas amostras de água superficial. É um elemento radioativo amplamente distribuído na crosta terrestre, com uma média mundial de 10ppm na crosta continental, mas não se conhecem limites máximos em legislações ambientais brasileiras, nem internacionais.

**Titânio - Ti**

O titânio foi detectado em apenas 44% das amostras de sedimentos de corrente, com teores oscilando de 0,005% a 0,07%, sendo que as concentrações mais elevadas foram localizadas na cabeceira do rio Traripe, médio curso e foz do rio Subaé. O titânio foi determinado em somente 27% das amostras de água superficial, com teores variando de 0,0025mg/l a 0,045mg/l, apresentando os valores mais elevados próximo à cidade de São Gonçalo dos Campos. No Brasil não existe regulamentação para o elemento nos meios amostrados.

**Tálio - Tl**

O tálio foi detectado em todas as amostras de solo e de sedimentos de corrente. Nos solos foram registrados teores variando de 0,04ppm até 263,4ppm e em sedimentos, de 0,05ppm a 40,98ppm. Os mapas geoquímicos do tálio em solos e sedimentos mostram padrões de dispersão bastante semelhantes, com os teores mais elevados definindo uma grande área na porção média-sul da bacia, tendo como ponto central a cidade de Santo Amaro. O tálio não foi analisado nas amostras de água superficial. No Brasil não existe regulamentação para o elemento nos meios amostrados.

**Urânio - U**

Em todas as amostras de solo foram detectados teores de urânio, variando de 0,11ppm a 1,49ppm, com as concentrações mais elevadas distribuídas em uma estreita faixa ao sul da bacia, englobando a foz do rio Sergi-Mirim e a cidade de Santo Amaro, até a borda leste da bacia, no baixo curso do rio Traripe. Em todas as amostras de sedimentos de corrente também foram mensurados teores do elemento, variando de 0,39ppm a 3,7ppm, sendo que as concentrações mais elevadas definem uma área ao sudoeste da bacia, se estendendo até a foz do rio Subaé, não apresentando significância ambiental. Observa-se que o valor mais elevado está localizado na região da antiga metalúrgica, em Santo Amaro. Este elemento radioativo não foi analisado nas amostras de água superficial. No Brasil não existe regulamentação para o elemento nos meios amostrados.

**Vanádio - V**

O vanádio foi detectado em todas as amostras de solo e de sedimentos de corrente, bem como em 46% das amostras de água superficial. Em solos, foram

detectados teores variando de 4ppm até 139ppm, onde as concentrações mais elevadas estão localizadas na foz do rio Subaé. Nas amostras de sedimento, foi mensurado com teores de 10ppm a 65ppm, sendo que as concentrações mais elevadas ocorrem nas cabeceiras do rio Sergi e na foz do rio Traripe. Por outro lado, os teores de vanádio detectados nas amostras de água variaram de 0,005mg/l a 0,37mg/l, até 3,7 vezes acima o valor máximo permitido pela Resolução CONAMA 357/2005 – 0,1mg/l, indicando uma incipiente contaminação antrópica atual. Os teores mais elevados ocorrem na região da foz do Subaé, próximo a São Francisco do Conde, podendo ter contribuição de aerossóis marinhos que são ricos em sais de vanádio. No Brasil não existe regulamentação para o elemento em solos e em sedimentos.

**Tungstênio - W**

Apenas em nove amostras de sedimentos de corrente foram detectados teores do tungstênio, variando de 10ppm a 65ppm. No mapa geoquímico, os teores mais elevados delimitam duas grandes áreas: na foz do rio Sergi, próximo a São Gonçalo dos Campos e no baixo curso do rio Traripe. O tungstênio não foi analisado nas amostras de água superficial. No Brasil não existe regulamentação para o elemento nos meios amostrados.

**Ítrio - Y**

Em 97% das amostras de solo e em todas as amostras de sedimentos de corrente foram detectados teores de ítrio. Nos solos, foram mensurados concentrações variando de 0,14ppm até 20,7ppm, enquanto nos sedimentos, de 2,04ppm a 22,07ppm. Os teores mais elevados em solos ocorrem em quatro pequenas áreas na porção sul da bacia, sendo que o valor máximo foi encontrado no médio curso do rio Traripe. Os teores mais elevados em sedimentos foram detectados nas cabeceiras do rio Subaé e no médio curso do rio Traripe. O ítrio não foi analisado das amostras de água superficial. No Brasil não existe regulamentação para o elemento nos meios amostrados.

**Zinco - Zn**

O zinco foi detectado em todas as amostras de solo, com teores de 8ppm até 2.399ppm, acima até 8 vezes o valor orientador de prevenção definido pela Resolução CONAMA 420/2009 – 300ppm. Em todas as amostras de sedimento o zinco foi determinado concentrações

de 6ppm a 5.372ppm, acima até 17 vezes o limiar definido pela Resolução CONAMA 454/2012. Em quase 38% das amostras de água superficial foi detectada a presença do elemento em concentrações de 0,005mg/l a 0,37mg/l, acima até 2 vezes o valor máximo permitido pelo CONAMA 357/2005 – 0,18mg/l. Os mapas geoquímicos do zinco em solos, sedimentos de corrente e em água superficial mostram que os padrões de dispersão são bastante diferenciados, porém algumas áreas com os teores mais elevados são coincidentes, tais como: (1) o zinco em sedimentos e água no alto curso do Subaé, identificando contribuição de efluentes do Distrito Industrial do Subaé e (2) o zinco em água e solos na porção sul da bacia, podendo estar relacionado às atividades da antiga metalúrgica e as pilhas de escória, já que se observa, também, uma pequena área próxima da desta usina, com elevados teores de Zn em amostras de sedimentos.

#### Zircônio - Zr

O zircônio foi detectado em quase todas as amostras de solo, com teores de 0,25ppm a 16,3ppm, sendo que os valores mais elevados definiram pequenas áreas dispersas, visualizadas no mapa geoquímico, sendo que a maior está localizada na porção média da sub-bacia do rio Sergi. Em 77% das amostras de sedimento, os teores mensurados de zircônio estão entre 0,25ppm e 7,2ppm, sendo que os mais elevados definiram duas áreas que se destacam no mapa geoquímico: a maior, na porção média da bacia do rio Subaé e outra, na foz do mesmo rio. Tais valores estão certamente correlacionados com a geologia da área. O zircônio não foi analisado nas amostras de água superficial. No Brasil não existe regulamentação para o elemento nos meios amostrados.

#### Parâmetros Físico-químicos nas amostras de água superficial

##### Potencial Hidrogênico - pH

Os valores de pH medidos nas amostras de água superficial variaram de 4,18 até 7,08, com valor médio

de 5,7. Os valores mais elevados se localizam nas cabeceiras e foz do rio Subaé. Estes valores estão de acordo com a legislação ambiental brasileira, que define valores de pH entre 6 e 9, para água superficial Classe 2. Em geral, ecossistemas que apresentam valores baixos de pH têm elevadas concentrações de ácidos orgânicos dissolvidos, que podem ter origem em fontes naturais ou antropogênicas.

##### Condutividade Elétrica

O valor médio de condutividade elétrica medido nas amostras de água na bacia do rio Subaé foi de 1.959 $\mu$ S/cm, sendo que as medidas variaram de 54 a 43.480 $\mu$ S/cm. Os valores mais elevados ocorreram nas cabeceiras e na foz do rio Subaé, podendo estar correlacionados com lançamento de efluentes industriais na região de Feira de Santana e influência da água do mar, na região da foz. Em geral a condutividade medida em águas naturais pode variar entre 10 e 100 $\mu$ S/cm, em água salobra, entre 1.600 a 4.800 $\mu$ S/cm e água salina, mais de 4.800 $\mu$ S/cm. Em águas industriais ou com efluentes domésticos, podem apresentar medidas até > 10.000 $\mu$ S/cm.

##### Oxigênio Dissolvido - OD

O oxigênio dissolvido é indispensável à sobrevivência dos organismos aeróbios. O valor médio de oxigênio dissolvido medido nas amostras de água foi de 3,66mg/l, em intervalo de 0,03mg/l a 6,74mg/l. A Resolução CONAMA 357/2005, define que para água doce de classe 2, o valor de OD deve ser > 5mg/l. No mapa geoquímico dos valores de oxigênio dissolvido nas amostras de água da bacia do Subaé, a maioria está abaixo desse valor padrão, indicando que as águas dos mananciais da bacia do rio Subaé são impróprias para uso doméstico e para irrigação.

##### Temperatura

As temperaturas das amostras de água, no momento da coleta, variaram de 24,9°C a 37°C, com valor médio de 28,11°C.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANJOS, José Ângelo Sebastião Araújo dos. Avaliação da eficiência de uma zona alagadiça (wetland) no controle da poluição por metais pesados: o caso da Plumbum em Santo Amaro da Purificação. 2003. 301 p. Tese (Doutorado em Engenharia)-Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

ARAÚJO, Juli Oliveira de. **Concentração de metais pesados (Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn) em Awaous tajacica (Lichtenstein, 1822) de um trecho do médio curso do rio Subaé – BA.** 2012. 40 p. Monografia-Curso Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2012.

BARBOSA, Johildo Salomão Figueiredo; DOMINGUEZ, José Maria Landim. **Geologia da Bahia:** mapa geológico ao milionésimo. Salvador: SICM/UFBA, 1995.

BORGES, Luiz Felipe Moura Bastos et al. **Estudos de uso e ocupação da terra da bacia hidrográfica do rio Subaé – estado da Bahia.** 2014. Disponível em: <[www.cartografia.org.br/cbc/trabalhos/3/463/CT03-25\\_1403891286.pdf](http://www.cartografia.org.br/cbc/trabalhos/3/463/CT03-25_1403891286.pdf)>. Acesso em: 13 jul. 2015.

BRASIL. Ministério de Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357, de 01 de novembro de 2012. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 8 nov. 2012. Seção 1, p. 60. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 2 fev. 2015.

BRASIL. Ministério de Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 454, de 17 de março de 2005. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, nº 053, 18 mar. 2005, p. 58-63. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=693>>. Acesso em: 2 fev. 2015.

BRASIL. Ministério da Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 420, de 28 de dezembro de 2009. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, nº 249, 30 dez. 2009, p. 81-84. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=620>>. Acesso em: 23 fev. 2015.

BRASIL. Portaria nº 685, de 27 de agosto de 1998. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária aprova o Regulamento Técnico: “Princípios Gerais para o Estabelecimento de Níveis Máximos de Contaminantes Químicos em Alimentos” e seu Anexo: “Limites máximos de tolerância para contaminantes inorgânicos”. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 28 ago. 1998. Disponível em: <[portal.anvisa.gov.br](http://portal.anvisa.gov.br)>. Acesso em: 14 un. 2015.

BRASIL. Decreto-lei nº 55.871, de 26 de março de 1965. Modifica o Decreto nº 50.040, de 24 de janeiro de 1961, referente a normas reguladoras do emprego de aditivos para alimentos, alterado pelo Decreto nº 691, de 13 de março de 1962. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**; Poder Executivo, Brasília, DF, 9 abr. 1965. Disponível em: <[portal.anvisa.gov.br](http://portal.anvisa.gov.br)>. Acesso em: 1 set. 2015.

CRUZ, Maria Alexandra Santinanez. **Avaliação da geoquímica dos sedimentos superficiais das nascentes do rio Subaé – BA.** 2012. 142 p. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente)-Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2012.

CUNHA, Fernanda Gonçalves da; MACHADO, Gilberto José. **Manual simplificado sobre os procedimentos de coleta de água superficial e de consumo doméstico.** Rio de Janeiro: CPRM, 2003. 10 p. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/geologiamédica>. Acesso em: 4 mar. 2012.

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010.** Disponível em: <[www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010)>. Acesso em: 01 wset. 2015.

MACHADO, Sandro Lemos; RIBEIRO, Laelson Dourado; KIPERSTOK, Asher; BOTELHO, Antônio Barsotelli; CARVALHO, Miriam de Fátima. Diagnóstico da contaminação por metais pesados em Santo Amaro – BA. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 2, p.140-155, 2004.

MAGNA, Gustavo Alonso Munoz; MACHADO, Sandro Lemos; PORTELLA, Roberto Bagattini; CARVALHO, Miriam de Fátima. Avaliação da exposição ao Pb e Cd em crianças 0 a 17 anos por consumo de alimentos vegetais cultivados em solos contaminados no município de Santo Amaro (BA). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, p. 3-12, 2014. Edição especial.

NOAA National Ocean Service. **Screening Quick Reference Tables.** Disponível em: <[http://archive.orr.noaa.gov/bookshelf/122\\_NEW-SQuiRTs.pdf](http://archive.orr.noaa.gov/bookshelf/122_NEW-SQuiRTs.pdf)>. Acesso em: 25 fev. 2015.

OLIVEIRA, Fábio Santos. **Estudo de bioindicadores e biomoduladores para avaliação dos impactos ambientais por metais pesados em Santo Amaro – BA.** In: Semana Kirimurê 2014, São Francisco do Conde. [Trabalhos apresentados...] São Francisco do Conde: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2014.

RODRIGUES, Viviane Freitas Araújo. **Mapeamento de área de risco a saúde por contaminação no manancial subterrâneo do bairro Santa Mônica em Feira de Santana – Bahia.** 2007. 131 p. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva)-Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2007.

SANTOS, Leila Thaise Santana Oliveira. **Análise da qualidade da água superficial do rio Subaé - Bahia e influência do uso e ocupação do solo em seu entorno.** 2013. 88 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais)-Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2013.

SANTOS, Leila Thaise Santana de Oliveira; JESUS, Taise Bonfim de. Caracterização de metais pesados das águas superficiais da bacia do Rio Subaé (Bahia). **Geochimica Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 2, p. 137-148, 2014.

SANTOS, Leila Thaise Santana de Oliveira; JESUS, Taise Bonfim de; NOLASCO, Marjorie Cscko. Influência do uso e ocupação do solo na qualidade das águas superficiais do rio Subaé, Bahia. **Geographia Opportuno Tempore**, Londrina, v. 1, n. 1, p. 68-79, 2014.

SANTOS, Cláudia Regina dos. Alumínio. In: AZEVEDO, Fausto Antonio; CHASIN, Alice da Mata. (Ed.). **Metais: gerenciamento da toxicidade**. São Paulo: Atheneu, 2003. p. 1-33.

SILVA, Patrícia Pedreira. **Concentrações de metais pesados em sedimentos das nascentes do rio Subaé, Feira de Santana – BA, Brasil**. 2012. 76 p. Monografia-Curso de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2012.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **Guidelines for drinking-water quality**. 2011. Disponível em: <[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/guidelines/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/guidelines/en/)>. Acesso em: 23 fev. 2015.



SECRETARIA DE  
**GEOLOGIA, MINERAÇÃO  
E TRANSFORMAÇÃO MINERAL**    **MINISTÉRIO DE  
MINAS E ENERGIA**

