

ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS E DE VULNERABILIDADE DO SISTEMA AQUÍFERO URUCUIA

PROPOSIÇÃO DE MODELO DE GESTÃO
INTEGRADA E COMPARTILHADA

RELATÓRIO TÉCNICO TEMÁTICO

CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOQUÍMICA DAS ÁGUAS DOS SISTEMAS
AQUÍFEROS URUCUIA (SAU) E AREADO (SAA)

CON S Ó R C I O



República Federativa do Brasil

Michel Miguel Elias Temer Lulia

Presidente da República

Ministério do Meio Ambiente

Sarney Filho

Ministro

Agência Nacional de Águas

Diretoria Colegiada

Vicente Andreu (Diretor-Presidente)

Ricardo Medeiros de Andrade

João Gilberto Lotufo Conejo

Gisela Damm Forattini

Ney Maranhão

Superintendência de Implementação de Programas e Projetos - SIP

Tibério Magalhães Pinheiro

Victor Alexandre Bittencourt Sucupira

Coordenação de Águas Subterrâneas - COSUB

Fernando Roberto de Oliveira

Márcia Tereza Pantoja Gaspar (Gestora do Contrato)

Leonardo de Almeida (Gestor Substituto)

Adriana Niemeyer Pires Ferreira

Fabício Bueno da Fonseca Cardoso

Letícia Lemos de Moraes

**Estudos Hidrogeológicos e de Vulnerabilidade do Sistema
Aquífero Urucuia e Proposição de Modelo de Gestão
Integrada e Compartilhada**

RELATÓRIO TÉCNICO TEMÁTICO
CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOQUÍMICA DAS
ÁGUAS DOS SISTEMAS AQUÍFEROS URUCUIA
(SAU) E AREADO (SAA)

© 2017 Agência Nacional de Águas – ANA
Setor Policial, Área 5, Quadra 3, Blocos B, L e M
CEP: 70610-200, Brasília - DF
PABX: 2109-5400 / 2109-5252
Endereço eletrônico: <http://www.ana.gov.br>

Capa:

Local da Foto: Cachoeira do Registro, Taguatinga (TO), Rio Sobrado, com vista da Serra Geral de Goiás (Grupo Urucuia)
Fotografia – Wilton Rocha

Equipe:

Comissão Técnica de Acompanhamento e Fiscalização – CTAF:

Márcia Tereza Pantoja Gaspar (ANA)	Leonardo de Almeida (ANA)	
José Jânio de Castro Lima (SEMA-MA)	Zoltan Romero C. Rodrigues (SEMA-BA)	Hugo Leonardo T. Soares (SECIMA)
Aldo Araújo de Azevedo (SEMADES-TO)	Eduardo Farias Topázio (INEMA-BA)	Maricene Menezes de O. M. Paixão (IGAM-MG)

Elaboração e Execução – CONSÓRCIO ENGECORPS – WALM:

Marcos Oliveira Godoi – Diretor Técnico do Consórcio
Maria Bernadete Sousa Sender – Coordenação Geral
Daniel Andreas Klein – Apoio à Coordenação
Jacinto Costanzo Junior – Coordenação Setorial

Membros da Equipe Técnica Executora:

Flávio de Paula e Silva – Coordenação Técnica

Alberto Lang Filho	Marcia Regina Stradioto	Walter Sergio de Faria
Rinaldo Moreira Marques	Ualfrido del Carlo Junior	Lígia Monteiro da Silva
Andresa Oliva	Aída M. Pereira Andrezza	Laura Rocha de Castro
Maria Luiza M. Granziera	Elias Hideo Teramoto	Maíra Gimenes
Mirtis Malagutti	Fernando Garcia	Milena Mariano dos Santos
Sibele Lima Dantas	Henrique A. de A. Ramos	Fernanda Machado Martins
Caetano Pontes Costanzo	Lígia de Souza Girnius	Fernando Santos Corrêa
Talita Filomena Silva	Christiane Spörl	

Agradecimentos

Agradecemos aos professores José Eloi Guimarães Campos (UnB), Chang Hung Kiang (UNESP - Rio Claro) e Francisco Manoel Wohnrath Tognoli (UNISINOS) pela colaboração nas discussões técnicas no âmbito destes estudos, bem como todos os demais colaboradores e usuários de recursos hídricos que direta ou indiretamente contribuíram com a elaboração deste trabalho.

Todos os direitos reservados.

É permitida a reprodução de dados e de informações, desde que citada à fonte.

A265m Agência Nacional de Águas (Brasil).

Estudos hidrogeológicos e de vulnerabilidade do Sistema Aquífero Urucuia e proposição de modelo de gestão integrada compartilhada: caracterização hidrogeoquímica das águas dos sistemas aquíferos Urucuia (SAU) e Areado (SAA) : relatório técnico temático / Agência Nacional de Águas ; Elaboração e Execução: Consórcio Engecorps - Walm. -- Brasília : ANA, 2017.

175 p. il.

1. Hidrogeologia. 2. Água Subterrânea. 3. Aquífero Urucuia.
I. Consórcio Engecorps II. Título

CDU 556.33

ÍNDICE

PÁG.

1.	INTRODUÇÃO.....	4
2.	CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA, FÍSICO-QUÍMICA E ISOTÓPICA DAS ÁGUAS DO SAU E SAA	5
2.1	REDE DE AMOSTRAGEM DE ÁGUA SUBTERRÂNEA.....	5
2.2	MÉTODOS DE ANÁLISE E DE TRATAMENTO DE DADOS HIDROQUÍMICOS	9
2.3	INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DAS ANÁLISES	11
2.3.1	<i>Representatividade dos Resultados Obtidos</i>	11
2.3.2	<i>Classificação das Águas Subterrâneas</i>	16
2.3.3	<i>Análise Estatística</i>	23
2.3.4	<i>Análise Estatística Multivariada (Análise de Agrupamentos)</i>	35
2.3.5	<i>Razões Iônicas</i>	40
2.3.6	<i>Análise Termodinâmica</i>	50
2.4	MAPAS DE ZONEAMENTO HIDROGEOQUÍMICO DO SAU.....	62
2.5	MAPAS DE DISTRIBUIÇÃO DOS PRINCIPAIS PARÂMETROS HIDROQUÍMICOS DO SAA.....	76
2.6	PARÂMETROS ESPECÍFICOS	90
2.6.1	<i>Metais Pesados</i>	90
2.6.2	<i>Agroquímicos</i>	94
2.6.3	<i>Índices de Fenóis</i>	97
2.6.4	<i>BTEX</i>	99
2.6.5	<i>Conteúdo Bacteriológico</i>	101
2.7	ISÓTOPOS ESTÁVEIS DE OXIGÊNIO ($\Delta^{18}\text{O}$) E DEUTÉRIO ($\Delta^2\text{H}$)	103
2.7.1	<i>Coletas e Análises Isotópicas das Amostras</i>	104
2.7.2	<i>Características isotópicas</i>	104
2.8	ISÓTOPOS RADIOATIVOS DE CARBONO 14 (^{14}C) E TRÍTIO (^3H)	107
2.8.1	<i>Carbono-14</i>	107
2.8.2	<i>Trítio</i>	111
2.8.3	<i>Carbono-14 (^{14}C) nas Águas do SAU</i>	113
2.8.4	<i>Trítio (H^3) nas Águas do SAU</i>	116
2.9	IDADE RADIOMÉTRICA X MODELO HIDROGEOLÓGICO	118
2.10	CONCLUSÃO	120
3.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	121
	ANEXO I – IDENTIFICAÇÕES DAS AMOSTRAS DE ÁGUAS COLETADAS.....	124
	ANEXO II - ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DE AMOSTRAS DE ÁGUAS DO SAU (1ª. CAMPANHA DE AMOSTRAGEM)	127
	ANEXO III - ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DE AMOSTRAS DE ÁGUAS DO SAU (2ª. CAMPANHA DE AMOSTRAGEM)	138

<i>ANEXO IV - BALANÇO IÔNICO (1ª. CAMPANHA DE AMOSTRAGEM).....</i>	<i>149</i>
<i>ANEXO V - BALANÇO IÔNICO (2ª. CAMPANHA DE AMOSTRAGEM).....</i>	<i>152</i>
<i>ANEXO VI - CLASSIFICAÇÃO HIDROQUÍMICA CONFORME DIAGRAMA DE PIPER (1ª. E 2ª. CAMPANHAS DE AMOSTRAGEM)</i>	<i>155</i>
<i>ANEXO VII – DENDOGRAMA DE TODAS AS AMOSTRAS COLETADAS (1ª. E 2ª. CAMPANHAS DE AMOSTRAGEM)</i>	<i>158</i>
<i>ANEXO VIII – DENDOGRAMA DAS AMOSTRAS DO GRUPO 1 – REGIÃO DO SAU (1ª. E 2ª. CAMPANHAS DE AMOSTRAGEM)</i>	<i>161</i>
<i>ANEXO IX - RAZÕES IÔNICAS (1ª. CAMPANHA DE AMOSTRAGEM)</i>	<i>164</i>
<i>ANEXO X - RAZÕES IÔNICAS (2ª. CAMPANHA DE AMOSTRAGEM).....</i>	<i>168</i>
<i>ANEXO XI - ÍNDICES DE SATURAÇÃO (1ª. CAMPANHA DE AMOSTRAGEM).....</i>	<i>172</i>
<i>ANEXO XII - ÍNDICES DE SATURAÇÃO (2ª. CAMPANHA DE AMOSTRAGEM).....</i>	<i>174</i>

1. INTRODUÇÃO

Este Relatório Técnico apresenta resultados das duas campanhas de amostragem de água desenvolvidas no âmbito dos “Estudos Hidrogeológicos e de Vulnerabilidade do Sistema Aquífero Urucuia e Proposição de Modelo de Gestão Integrada e Compartilhada”.

Consolidando os estudos hidroquímicos, estão reunidos nesta Nota Técnica os resultados da interpretação dos parâmetros mensurados, caracterização hidrogeoquímica, elaboração dos mapas de zoneamento hidrogeoquímico e caracterização isotópica das águas dos sistemas aquíferos Urucuia (SAU) e Areado (SAA). Os estudos hidroquímicos também tiveram a finalidade de identificar alterações no padrão de qualidade das águas em decorrência de atividades antrópicas relacionadas ao meios urbano e rural.

A rede de amostragem das águas subterrâneas compreendeu poços tubulares rasos (aqueles com profundidades de até 120 m), profundos (aqueles com profundidades maiores do que 120 m) e nascentes, perfazendo 200 pontos de coleta. Foram realizadas duas campanhas de amostragens, a primeira nos meses de julho e agosto de 2012, e a segunda nos meses de dezembro de 2012 a abril de 2013.

A primeira campanha constou somente de coleta para análises hidroquímicas. A segunda campanha constou de repetição de coleta para análises hidroquímicas e coleta de amostras específicas para análises bacteriológicas, de agrotóxicos, de BTEX, de índices de fenóis, de metais pesados, de isótopos estáveis de oxigênio (δO^{18}) e hidrogênio (δD), de isótopos radioativos de carbono (C^{14}) e de trítio (H^3), em pontos selecionados em função dos resultados hidroquímicos obtidos na primeira campanha. Em ambas as campanhas, durante a coleta de amostras foram medidas, em campo, a temperatura, a condutividade elétrica e o pH.

2. CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA, FÍSICO-QUÍMICA E ISOTÓPICA DAS ÁGUAS DO SAU E SAA

2.1 REDE DE AMOSTRAGEM DE ÁGUA SUBTERRÂNEA

Foram realizadas duas campanhas de amostragens de águas subterrâneas de poços tubulares e nascentes na região do Sistema Aquífero Urucuia (Figura 2.2). Durante a primeira campanha, realizada nos meses de julho e agosto de 2012, foram coletadas 203 amostras, sendo 22 amostras de nascentes, 56 amostras de poços rasos (até 120 m), 61 amostras de poços profundos (maior que 120 m) e 64 poços sem dados de profundidade (Figura 2.1). A amostra U50 (nascente) não foi plotada nos mapas devido à inconsistência das coordenadas levantadas em campo, mas os dados foram considerados nas avaliações. A segunda campanha ocorreu nos meses de dezembro de 2012 a abril de 2013, período em que foram coletadas 198 amostras, sendo 20 amostras de nascentes, 56 amostras de poços rasos (até 120 m), 59 amostras de poços profundos (maior que 120 m) e 63 poços sem dados de profundidade (Figura 2.2). Os poços U97, U111 e U203 não foram amostrados, pois o acesso aos locais não foi autorizado, e também não foi possível substituir esses pontos, uma vez que não existiam pontos de coleta próximos a esses locais. Os pontos U9 e U63 foram desativados, porém foram substituídos e amostrados pontos próximos. As análises prestaram-se à caracterização hidroquímica e à elaboração de modelo de evolução geoquímica para as águas do SAU e do SAA.

Previamente à coleta, as bombas existentes nos poços foram ligadas por alguns minutos para assegurar a renovação da água estagnada na tubulação e no poço. As coletas foram efetuadas próximas ao poço, porém anterior aos processos de fluoretação, cloração e/ou armazenamento da água.

Durante a amostragem, foram medidas a temperatura (parâmetro importante para as interpretações geoquímicas, já que a interação entre os constituintes presentes na rocha e na água é variável em função da temperatura), a condutividade elétrica (capacidade da água em conduzir corrente elétrica; está relacionada aos tipos e concentração das espécies dissolvidas em água) e o pH (representa a atividade do íon hidrogênio na solução e é expresso como o logaritmo negativo da atividade do íon H^+ ; é importante para o entendimento da hidrogeoquímica do sistema aquoso, já que este parâmetro pode ser modificado com a maior ou menor presença dos íons maiores na água).

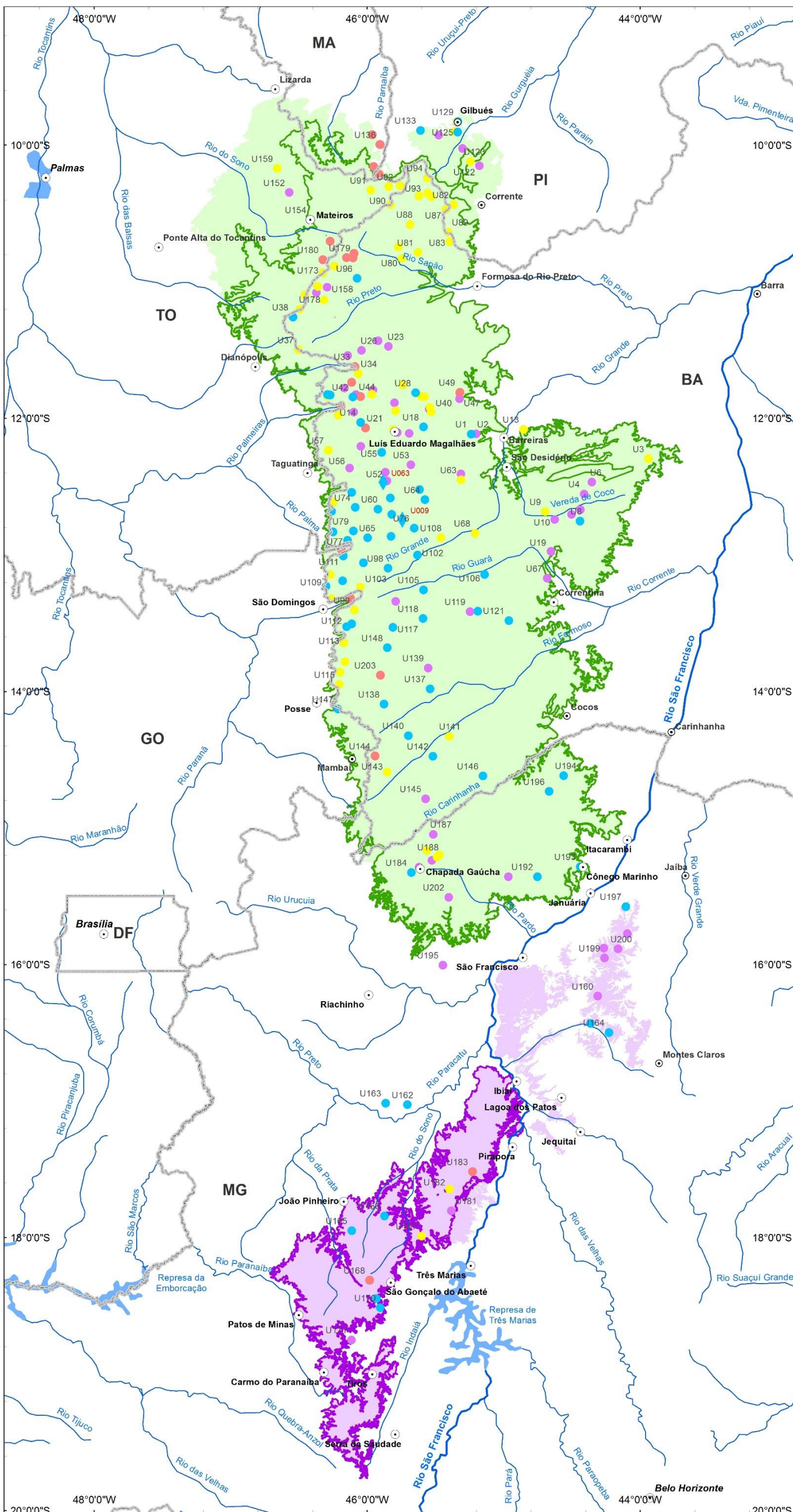
Ainda em campo, as amostras de água foram filtradas em um conjunto Millipore, utilizando filtros de $0,45\mu m$. As amostras encaminhadas para análise de cátions foram acidificadas com ácido nítrico concentrado (14,4 molar), com duas gotas para cada 100 mL de amostra. Em seguida, os frascos foram fechados e conservados gelados até serem descarregados no laboratório de Hidrogeologia e Hidroquímica da UNESP - Rio Claro.

Na segunda campanha de amostragem, em pontos anteriormente definidos, além das amostras coletadas para análises físico-químicas, também foram coletadas 40 amostras para análises bacteriológicas; 59 amostras para determinação de agrotóxicos (o ponto U203 não foi amostrado, pois não foi possível acesso no local); 30 amostras para análises de BTEX e índices

de fenóis (os pontos U111 e U203 não foram amostrados, pois, conforme comentado, o acesso aos locais não foi autorizado); 43 amostras para determinações de metais pesados; 40 amostras para análises de isótopos estáveis de oxigênio (δO^{18}) e hidrogênio (δD); 14 amostras para análises de isótopos radioativos de carbono (C^{14}); e 25 amostras para determinação de trítio (H^3). Todas as amostragens seguiram os padrões determinados para as coletas e foram encaminhadas para as análises especificadas acima (Figura 2.3).



Figura 2.1 – Exemplos de amostragens de água em nascentes e poços dos Sistemas Aquíferos Urucuia e Areado.



Mapa de localização da área de estudo

Convenções Cartográficas

- Sede Municipal
- ~ Hidrografia
- Massas d'água
- Limite Estadual

Legenda

- ~ Rio São Francisco
- SAU
- SAA
- Limites operacionais do SAU
- Limites operacionais do SAA

Pontos de amostragem

(Campanhas 1 e 2)

- Nascente
- Poço > 120m
- Poço < ou = 120m
- Poços sem dados

Pontos de amostragem

(Subst. Campanha 2)

- ◆ U009
- ◆ U063

PROJEÇÃO GEOGRÁFICA

Datum Horizontal: SAD/69
 Origem da quilometragem UTM: Equador e Meridiano 45° WGr
 Acrescidas as constantes: 10.000 km e 500 km, respectivamente

ANA
 ENGE CORPS
 WALM

Estudos Hidrogeológicos e de Vulnerabilidade do Sistema Aquífero Urucuia e Proposição de Modelo de Gestão Integrada e Compartilhada

TÍTULO
 Localização dos pontos amostrados - Campanhas 1 e 2

ESCALA NUMÉRICA
 1:3.000.000

NUMERO FIGURA
 2.2

ESCALA GRÁFICA
 0 10 20 40 60 80 Km

Figura 2.2 – Localização dos pontos amostrados – Campanhas 1 e 2.

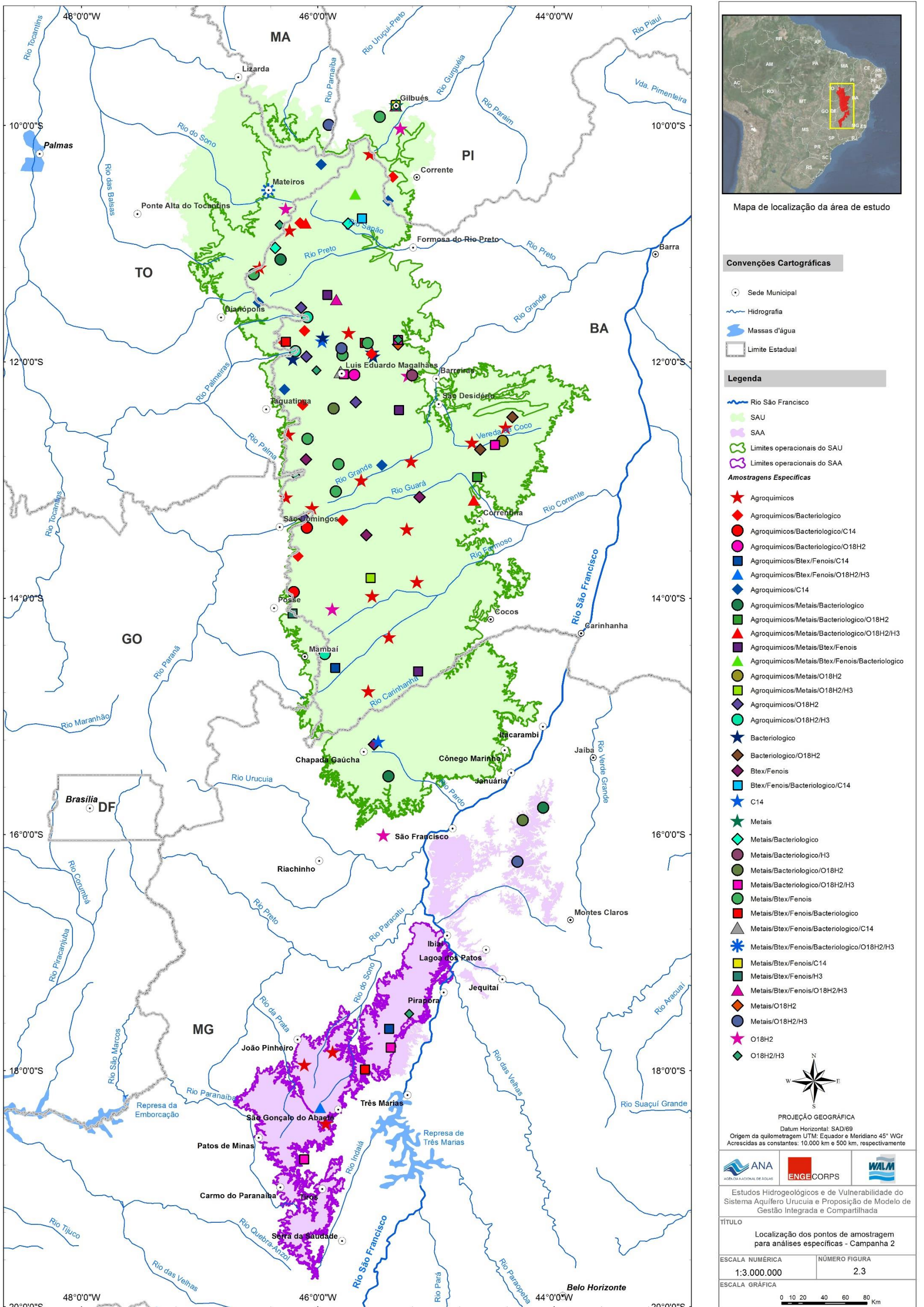


Figura 2.3 – Localização dos pontos amostrados para análises específicas (Agroquímicos, Metais Pesados, Fenóis, BTEX, Bacteriológicas, Isótopos estáveis (O^{18} e H^2), Isótopos radioativos (C^{14} e H^3) – Campanha 2.

2.2 MÉTODOS DE ANÁLISE E DE TRATAMENTO DE DADOS HIDROQUÍMICOS

As análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Hidrogeologia e Hidroquímica, do Departamento de Geologia Aplicada do IGCE/UNESP, Campus de Rio Claro (SP). Tais análises foram desenvolvidas com base no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (21ª edição, 2005).

Para determinação dos metais, foi utilizado o método de Espectrometria de Emissão Óptica com Fonte de Plasma de Argônio Indutivo (ICP-OES). A alcalinidade (HCO_3^- e CO_3^{2-}) foi obtida por titulação, e os íons NO_3^- , SO_4^{2-} , NH_4 , NO_2^- , ClO_2^- , PO_4^{3-} , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, F^- , K^+ , Li^+ e Cl^- , por cromatografia de íons. Em laboratório, também foram determinadas a cor, a turbidez e a dureza das amostras de água.

Os dados hidroquímicos foram analisados com o propósito de identificar os diferentes tipos hidroquímicos, simular os possíveis processos geoquímicos relacionados à variação composicional da água e à sua interação com o arcabouço do aquífero, além de possibilitar a elaboração de um modelo conceitual hidrogeoquímico da água.

Para a classificação dos tipos hidroquímicos foram utilizados os diagramas de *Stiff* e de *Piper* (Figuras 2.4 e 2.5). Para a visualização da distribuição espacial dos principais cátions, ânions, pH e condutividade elétrica foram gerados mapas de isovalores, com o auxílio do *software ArcGis*. A especiação e a modelagem hidroquímica foram obtidas com o uso do *software PHREEQC* (PARKHURST e APELLO, 1999).

O diagrama de *Stiff* contém linhas dispostas à esquerda e à direita de uma linha vertical que representa o valor zero; os cátions (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} e Fe^{2+}) são plotados à esquerda, enquanto os ânions (Cl^- , HCO_3^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} e NO_3^-) são plotados à direita dessa linha; as concentrações iônicas são expressas em miliequivalentes por litro (meq/L); os pontos gerados são interligados por linhas, como mostrado na Figura 2.4, originando um polígono. As variedades de formas e de tamanhos gerados expressam as características das águas e permitem sua classificação e correlação.

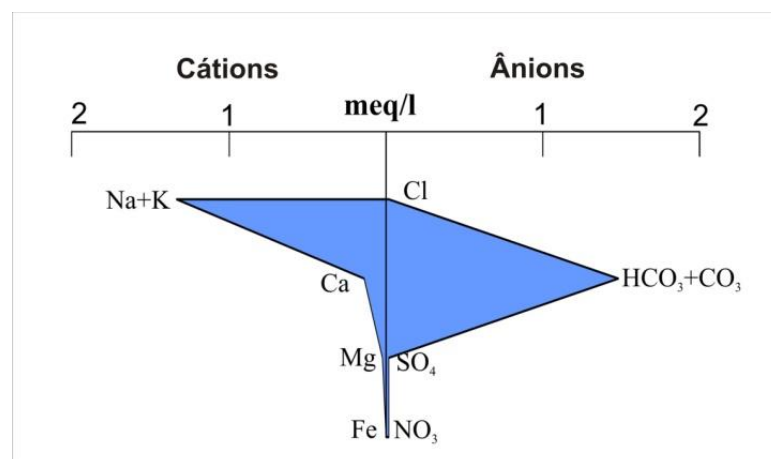


Figura 2.4 - Diagrama de Stiff.

O diagrama de Piper (PIPER, 1944) é frequentemente utilizado quando se trabalha com grande número de análises químicas de água, servindo para classificar e comparar os distintos grupos de água quanto aos íons dominantes. Esse diagrama combina três diferentes campos para a plotagem, sendo dois campos triangulares e um romboédrico. Os triangulares estão situados na parte inferior, onde são plotados os cátions, à esquerda, e os ânions, à direita; os resultados das análises são plotados em porcentagem; os pontos são marcados nos triângulos, indicando as concentrações relativas dos diversos constituintes dissolvidos na água. O campo romboidal central, localizado entre os dois triângulos, é utilizado para representar o caráter químico total da água. Essa determinação é feita projetando-se o ponto do cátion à linha identificada com Mg^{2+} , e o ponto do ânion paralelo à linha do SO_4^{2-} ; a intersecção das duas linhas origina um ponto no campo romboidal (Figura 2.5); a posição desse ponto indica a composição química relativa da água.

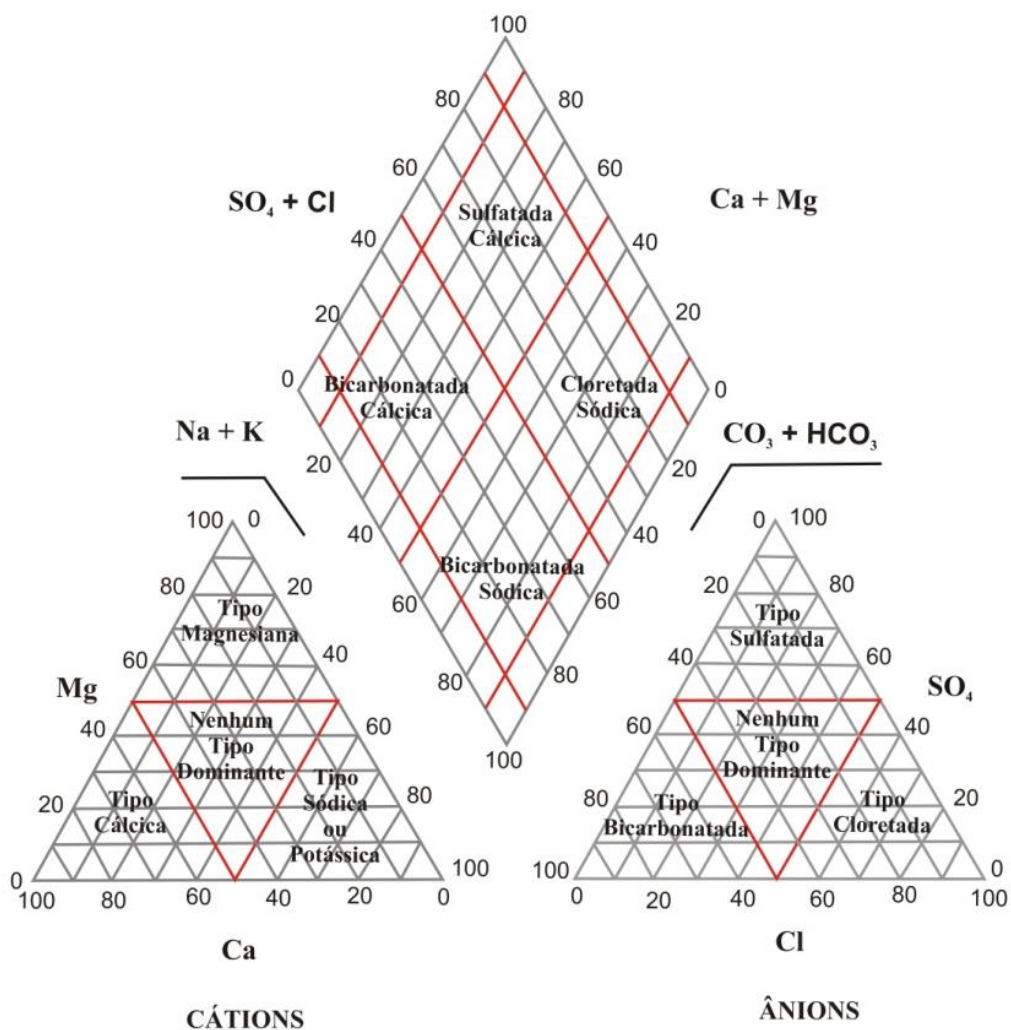


Figura 2.5 - Diagrama de Piper.

A aplicação de métodos estatísticos aos resultados das análises químicas teve como objetivo a identificação de grupos com características hidroquímicas específicas. A estatística multivariada permite determinar a existência de amostras que possam ser agrupadas estatisticamente, com base na similaridade hidroquímica. Essa técnica é utilizada para verificação de possível similaridade entre indivíduos (modo Q) ou entre variáveis (modo R), distinguindo-os em grupos. Quanto à similaridade, as amostras são avaliadas entre indivíduos (modo Q) e são consideradas, simultaneamente, todas as variáveis medidas em cada indivíduo (LANDIM, 2006). Dessa forma, é feita uma avaliação da correlação entre os diferentes parâmetros analisados para verificar indícios de misturas de águas, dissolução de minerais, troca catiônica, efeito de íon comum, entre outros. Diversos estudos já utilizaram este método para classificação de amostras de água, tais como Guler & Thyne (2004), Meng & Maynard (2001), Vidal & Chang (2002).

Para avaliação de possível correlação/similaridade entre as águas de dois sistemas aquíferos, ou similaridades entre amostras de um mesmo sistema, foi aplicada a análise multivariada pelo método de agrupamento (*cluster analysis*), com auxílio do aplicativo XLSTAT.

2.3 INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DAS ANÁLISES

2.3.1 Representatividade dos Resultados Obtidos

As análises químicas contemplaram a quantificação dos íons maiores presentes em solução na água subterrânea. Os resultados analíticos estão apresentados nos Anexos II e III (Campanhas 1 e 2, respectivamente). Considerando que as soluções são eletricamente neutras, uma forma de avaliar a representatividade dos resultados obtidos é a verificação do balanço de cargas negativas e positivas. Para o balanço de carga foram utilizados os resultados analíticos convertidos em meq/L (Anexos IV e V – Campanhas 1 e 2), conforme Custódio & Llamas (1996).

A maioria das amostras, coletadas na 1ª. ou 2ª. campanha, apresentaram balanço de carga com até 20% de erro, sendo que 50% das amostras ficaram com erros abaixo de 10% (Figura 2.6). Os erros maiores que 20% podem ser resultado da baixa concentração iônica, que aumenta o erro analítico devido a restrições dos limites de detecção dos equipamentos, sendo esta a hipótese mais provável; pode ainda indicar possível precipitação de substâncias antes da análise, ou a não inclusão de algumas substâncias presentes dentre os parâmetros quantificados. O balanço de carga para cada amostra é apresentado nos Anexos IV e V (Campanhas 1 e 2, respectivamente).

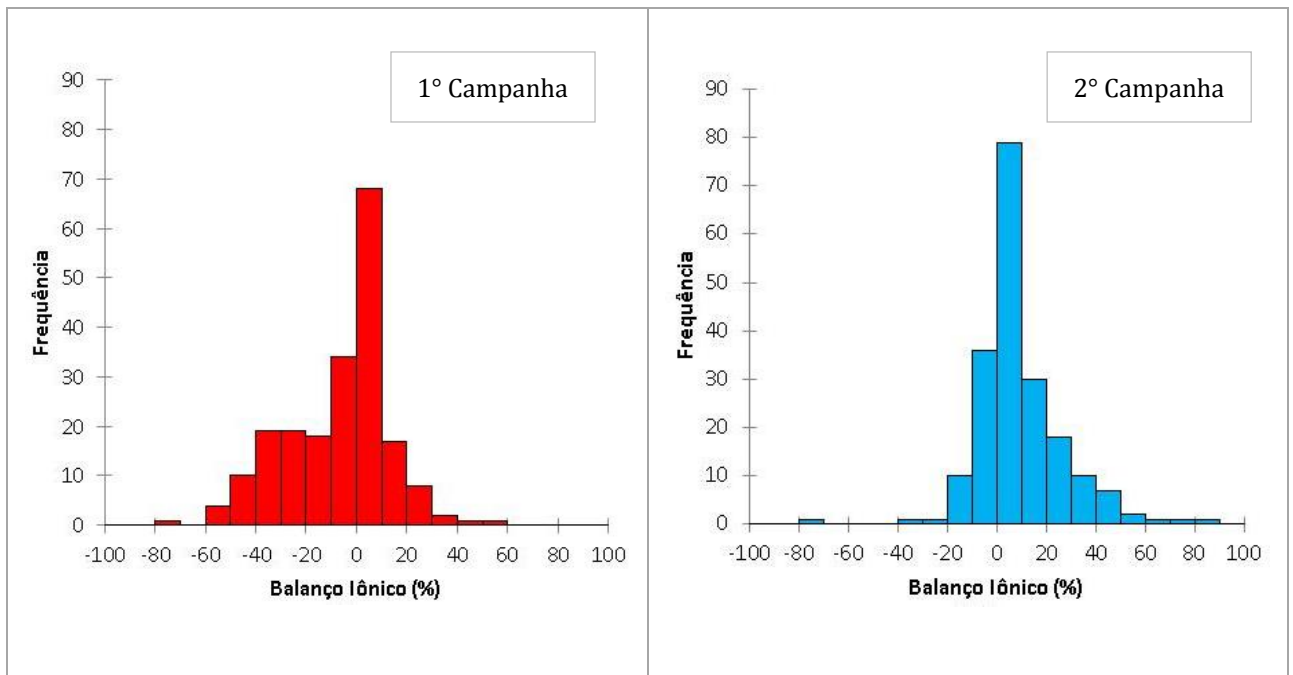


Figura 2.6 - Histogramas do balanço iônico (1ª. e 2ª. campanhas de amostragem de águas do SAU e SAA) .

De acordo com Custódio & Llamas (1996), o erro permitido para amostras com condutividade de 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ é de 10%, chegando a 30% para condutividades elétricas da ordem de 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$. A Figura 2.7 apresenta gráficos relativos aos balanços iônicos e à distribuição dos valores de condutividade elétrica para as amostras das duas campanhas realizadas na área estudada. Observa-se que as amostras apresentaram, predominantemente, CE menor que 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Algumas amostras apresentaram erros maiores que 30%, justificados em razão das condutividades elétricas menores do que 30 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Nessas figuras é possível verificar também que as amostras da segunda campanha apresentaram, em sua maioria, erros de até 10%, como já mencionado anteriormente. Os resultados da condutividade elétrica estão reunidos nos Anexos II e III.

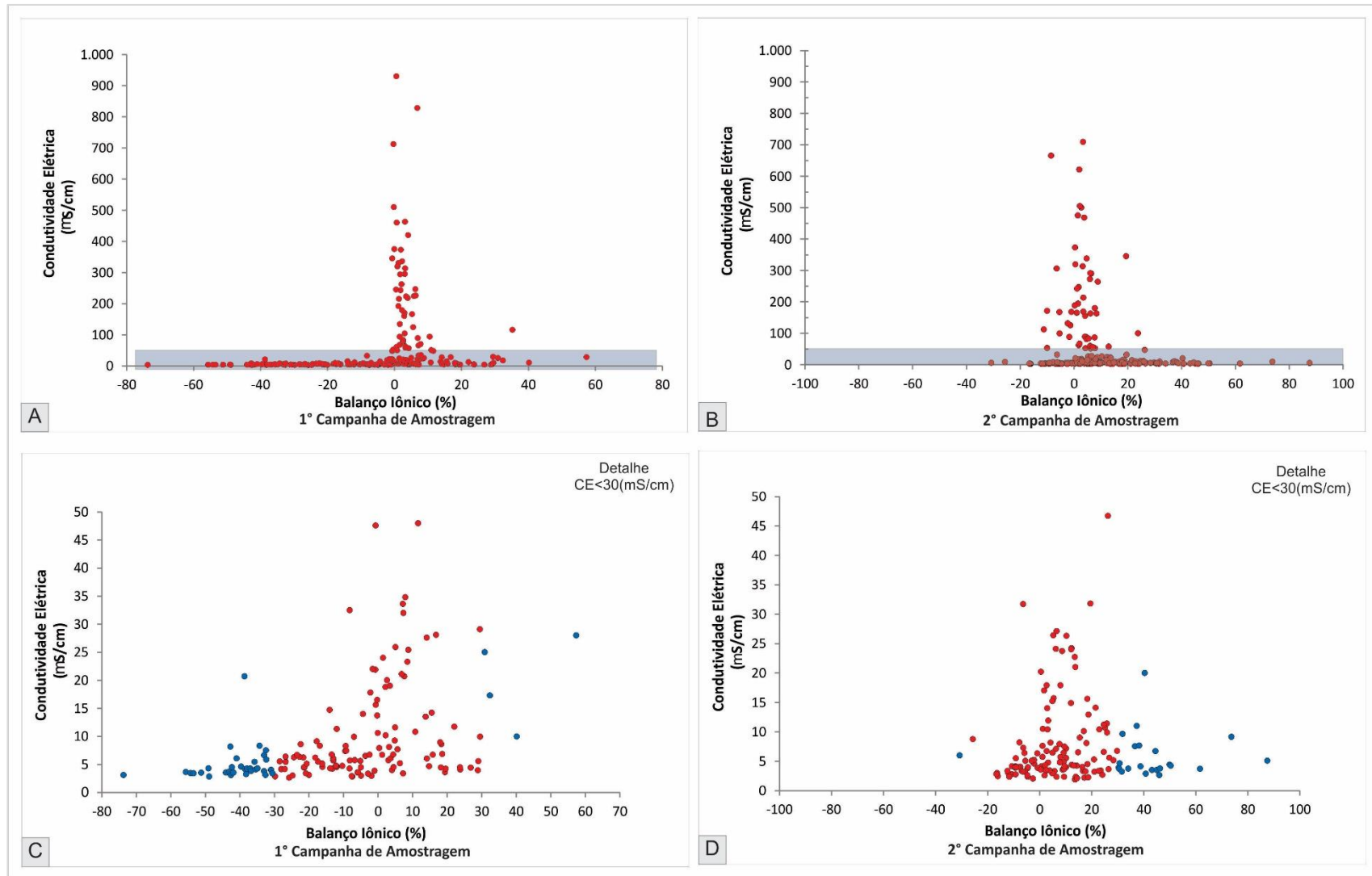


Figura 2.7 - A e B - Gráficos do balanço iônico versus condutividade elétrica - campanhas 1 e 2. C e D: Detalhe em gráfico das amostras com CE menores que 30 μ S/cm- campanhas 1 e 2 (azul=amostras com erros maiores que 30%).

A condutividade elétrica está relacionada à quantidade de íons em solução e, dessa forma, pode ser um indicativo da concentração iônica e vice-versa. Sendo assim, optou-se por realizar uma análise de correlação entre os dados experimentais da condutividade elétrica e a concentração de sólidos totais dissolvidos (STD), ambos medidos em laboratório. No entanto, verificou-se que para as duas campanhas os dados não apresentaram distribuições normais quando testados pelo método de Kolmogorov Smirnov (ver detalhes no item 2.3.3.1), com valores p-value inferiores a 1%. Consequentemente, a análise de correlação foi realizada pelo método não paramétrico de Spearman.

Os gráficos da Figura 2.8 mostram a relação entre a condutividade elétrica e a concentração de sólidos totais dissolvidos (STD), e os correspondentes coeficientes de Spearman medidos na primeira e na segunda campanhas.

Cabe ressaltar que os coeficientes de Spearman mostraram correlação positiva e valores praticamente coincidentes (0,87 e 0,89 nas campanhas 1 e 2, respectivamente), o que sugere baixa dispersão de resultados entre as duas campanhas de amostragens.

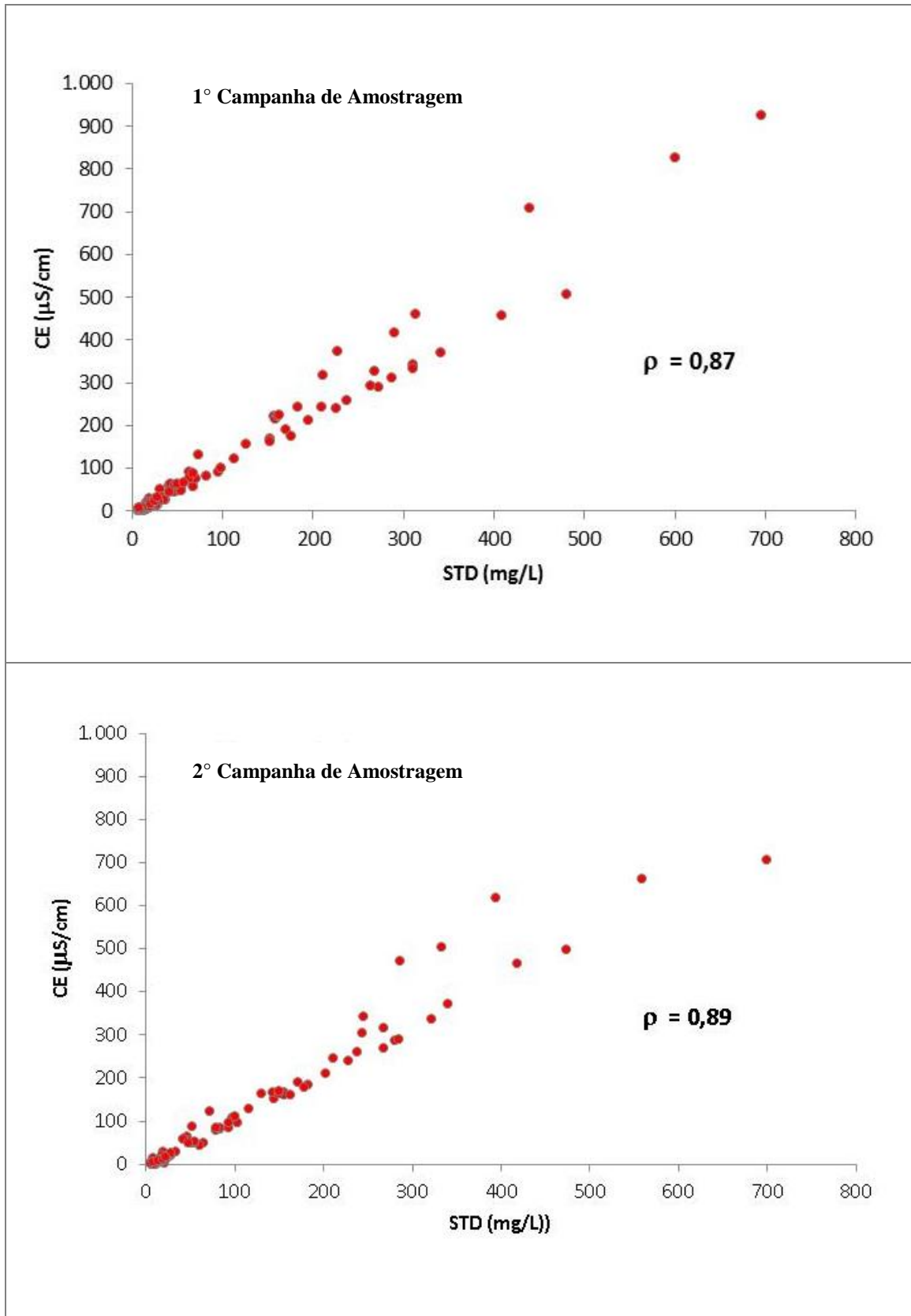


Figura 2.8 - Gráficos de condutividades elétricas versus sólidos totais dissolvidos (STD) para as águas amostradas nesta pesquisa, e correspondentes coeficientes de Spearman (ρ) – Campanhas 1 e 2.

2.3.2 Classificação das Águas Subterrâneas

Para a classificação das águas subterrâneas na área de estudo foram utilizadas amostras de 181 poços e 21 nascentes da 1ª. campanha, e amostras de 178 poços e 20 nascentes da 2ª. campanha, distribuídas conforme o mapa da Figura 2.2. Dentre essas amostras, 20 (1ª. e 2ª. campanhas) foram coletadas nas regiões da Sub-bacia Abaeté e do Grupo Bambuí. A amostra U203 (nascente), coletada somente na primeira campanha, não foi utilizada neste estudo, em virtude do alto erro encontrado no balanço de cargas (35,3%), possivelmente relacionado à contaminação da amostra durante a coleta.

A classificação hidroquímica foi feita com auxílio dos diagramas de *Piper* e *Stiff*, admitindo-se valor zero para íons que ficaram com teor abaixo do limite de detecção do método de análise empregado.

As águas amostradas nas nascentes, na primeira campanha, são predominantemente bicarbonatadas sódicas (76,2%), depois compõem as cloretadas sódicas (14,3%) e as bicarbonatadas cálcicas (9,5%). Na segunda campanha de amostragem, as bicarbonatadas sódicas permanecem como maioria (50%), em seguida aparecem as cloretadas sódicas (30%), as bicarbonatadas cálcicas (15%) e apenas uma amostra classificada como sulfatada cálcica (5%). Observa-se que algumas amostras mudaram de classificação na segunda campanha de amostragem, passando de bicarbonatada cálcica para bicarbonatada sódica (U150), bicarbonatada sódica para bicarbonatada cálcica (U44 e U49), cloretada sódica para bicarbonatada cálcica (U134), bicarbonatada sódica para cloretada sódica (U43, U155, U172 e U179) e bicarbonatada sódica para sulfatada cálcica (U144). Como as condutividades elétricas dessas amostras são muito baixas, na maioria abaixo de 10 μ S/cm, qualquer aumento na concentração de algum íon usado na classificação, conforme diagrama de *Piper*, faz com que ocorram tais mudanças de classificação.

As amostras dos poços rasos (≤ 120 m), da primeira campanha de amostragem, são classificadas, em sua maioria, como bicarbonatadas sódicas (44,6%) e bicarbonatadas cálcicas (44,6%), e o restante como cloretadas sódicas (10,8%). As amostras da segunda campanha são classificadas, predominantemente, como bicarbonatadas cálcicas (50%) e bicarbonatadas sódicas (34%), e em menor quantidade aparecem as cloretadas sódicas (16%). Algumas amostras também sofreram alteração na classificação, passando de bicarbonatada sódica para bicarbonatada cálcica (U26 e U185), cloretada sódica para bicarbonatada cálcica (U186) e bicarbonatada sódica para cloretada sódica (U2, U51, U53 e U119). Como já mencionado, essas mudanças de classificação ocorrem devido às baixas concentrações de íons presentes nas amostras.

As amostras de águas dos poços profundos (>120 m), coletadas na primeira campanha, são classificadas como bicarbonatadas sódicas (70,5%), bicarbonatadas cálcicas (18%), cloretadas sódicas (10%), e apenas uma amostra (U9) é classificada como sulfatada cálcica. Nas amostragens realizadas na segunda campanha, as águas são classificadas predominantemente como bicarbonatadas sódicas (76,3%), em seguida aparecem as bicarbonatadas cálcicas (15,2%) e as cloretadas sódicas (8,5%). Observa-se, também, que houve mudança de

classificação em algumas amostras, passando de cloretada sódica para bicarbonatada sódica (U30 e U40), bicarbonatada sódica para cloretada sódica (U82), bicarbonatada cálcica para bicarbonatada sódica (U85, U103 e U182) e bicarbonatada sódica para bicarbonatada cálcica (U178 e U188). Tais mudanças ocorrem devido às baixas concentrações de íons nas amostras.

As amostras coletadas em poços sem dados de profundidade, referentes à primeira campanha de amostragem, são classificadas predominantemente como bicarbonatadas sódicas (56,2%), seguidas pelas bicarbonatadas cálcicas (34,4%) e cloretadas sódicas (9,4%) (Figura 2.9). Na segunda campanha, aparecem em maioria as bicarbonatadas cálcicas (48%), seguidas pelas bicarbonatadas sódicas (36,5%) e cloretadas sódicas (14%), sendo apenas uma amostra classificada como sulfatada cálcica (1,5%). Algumas amostras também sofreram alteração de classificação, sendo alteradas de cloretada sódica para sulfatada cálcica (U1), sulfatada cálcica para bicarbonatada sódica (U9), bicarbonatada sódica para cloretada sódica (U17, U65, U96, U105 e U106), bicarbonatada cálcica para bicarbonatada sódica (U60 e U61), cloretada sódica para bicarbonatada cálcica (U64), bicarbonatada sódica para bicarbonatada cálcica (U146 e U184). Cabe observar que a amostra U9 mudou sua classificação de sulfatada cálcica para bicarbonatada sódica devido a alteração de local de amostragem, ou seja, esta amostra foi coleta em outro poço, como já mencionado anteriormente (Figura 2.2); as demais amostras citadas sofreram alteração de classificação, provavelmente devido às baixas concentrações iônicas.

No geral, as amostras de água das sub-bacias Urucuia e Abaeté foram classificadas, predominantemente, como bicarbonatadas sódicas (Figuras 2.10 e 2.11).

Observa-se nos diagramas de *Stiff* (Figuras 2.10 e 2.11) as diferenças de concentrações iônicas das amostras. Na borda oeste e porção central da Sub-bacia Urucuia, as amostras são menos salinas; enquanto que nas bordas leste, nordeste e sudeste da Sub-bacia Urucuia e na sub-bacia Abaeté as concentrações aumentam devido, provavelmente, à influência do Aquífero Bambuí ou de outras unidades aquíferas subjacentes. Nota-se que algumas amostras coletadas em poços rasos apresentam valores de bicarbonato e de cálcio relativamente maiores em relação ao padrão geral, muito provavelmente em decorrência de mistura com águas do Aquífero Bambuí. O conhecimento da posição das seções filtrantes desses poços permitiria dirimir estas dúvidas.

As Figuras 2.10 e 2.11 também permitem verificar que amostras de poços rasos, profundos e de nascentes localizadas na Sub-bacia Urucuia não apresentam diferenças hidroquímicas expressivas, com exceção das amostras da borda leste que devem representar mistura de águas de diferentes aquíferos. Assim, pode-se concluir que as águas do SAU, nessa sub-bacia, não variam significativamente com a profundidade.

Observa-se na Figura 2.12 que as amostras classificadas como bicarbonatadas sódicas estão concentradas nas bordas oeste e norte do SAU. As amostras classificadas como bicarbonatadas cálcicas são mais expressivas nas porções leste da Sub-bacia Urucuia e da Sub-bacia Abaeté. As amostras classificadas como cloretadas sódicas são mais comuns na porção norte da Sub-bacia Urucuia, sendo que as amostras dos poços U127, U128 e U129 apresentam valores de nitrato

acima do limite permitido pela Portaria Nº 2914/2011, do Ministério da Saúde, conforme verificado nas duas campanhas de amostragens. Esses valores de nitrato devem-se provavelmente à contaminação antrópica.

As três amostras classificadas como sulfatadas cálcicas – U9 (1ª. campanha) e U1 e U144 (2ª. campanha) – possuem baixas concentrações iônicas, podendo ser melhor classificadas como águas mistas (Anexo VI).

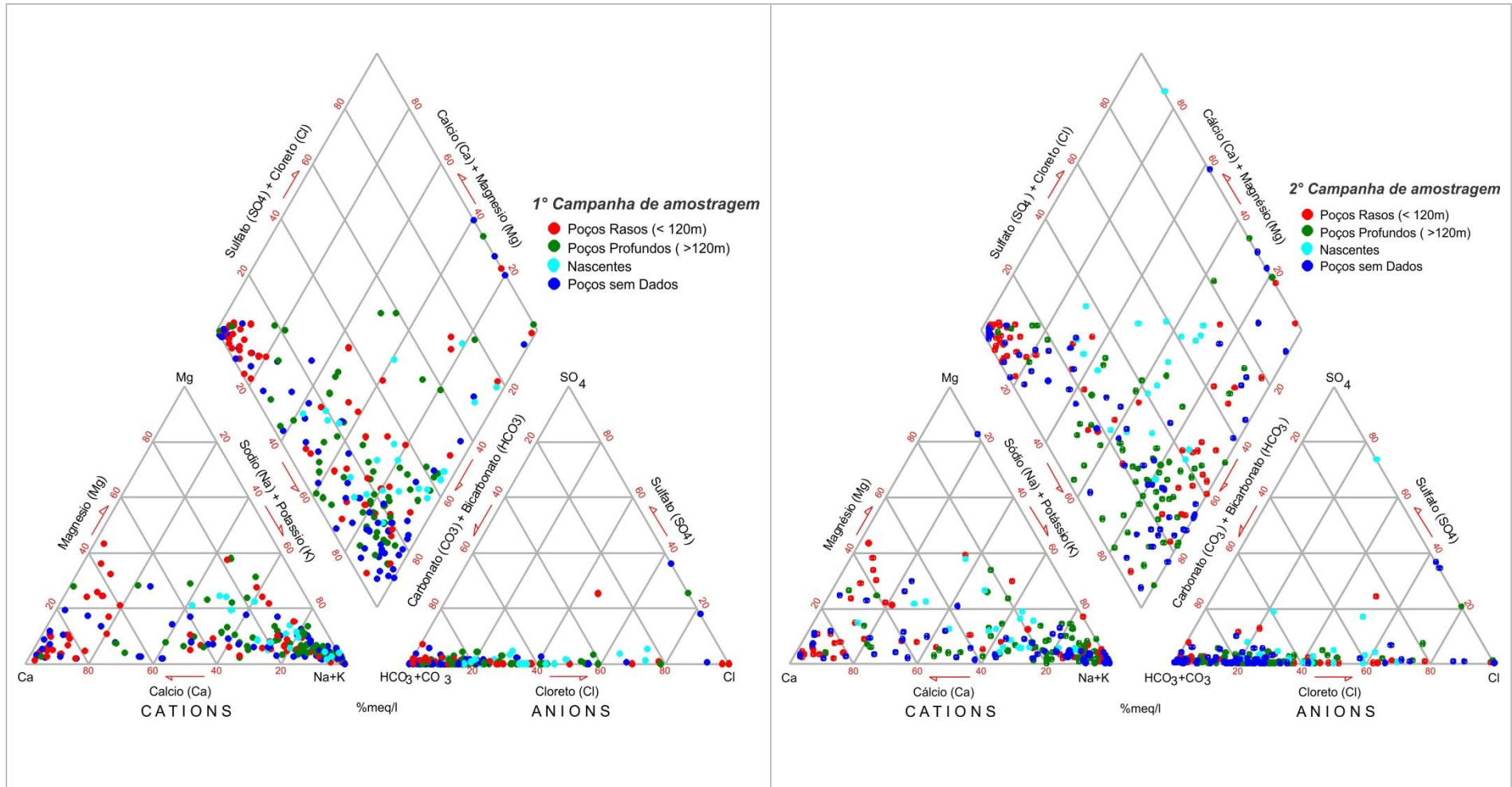


Figura 2.9 - Diagramas de Piper para amostras de água do Sistema Aquífero Urucua, 1ª. e 2ª. campanhas de amostragem.

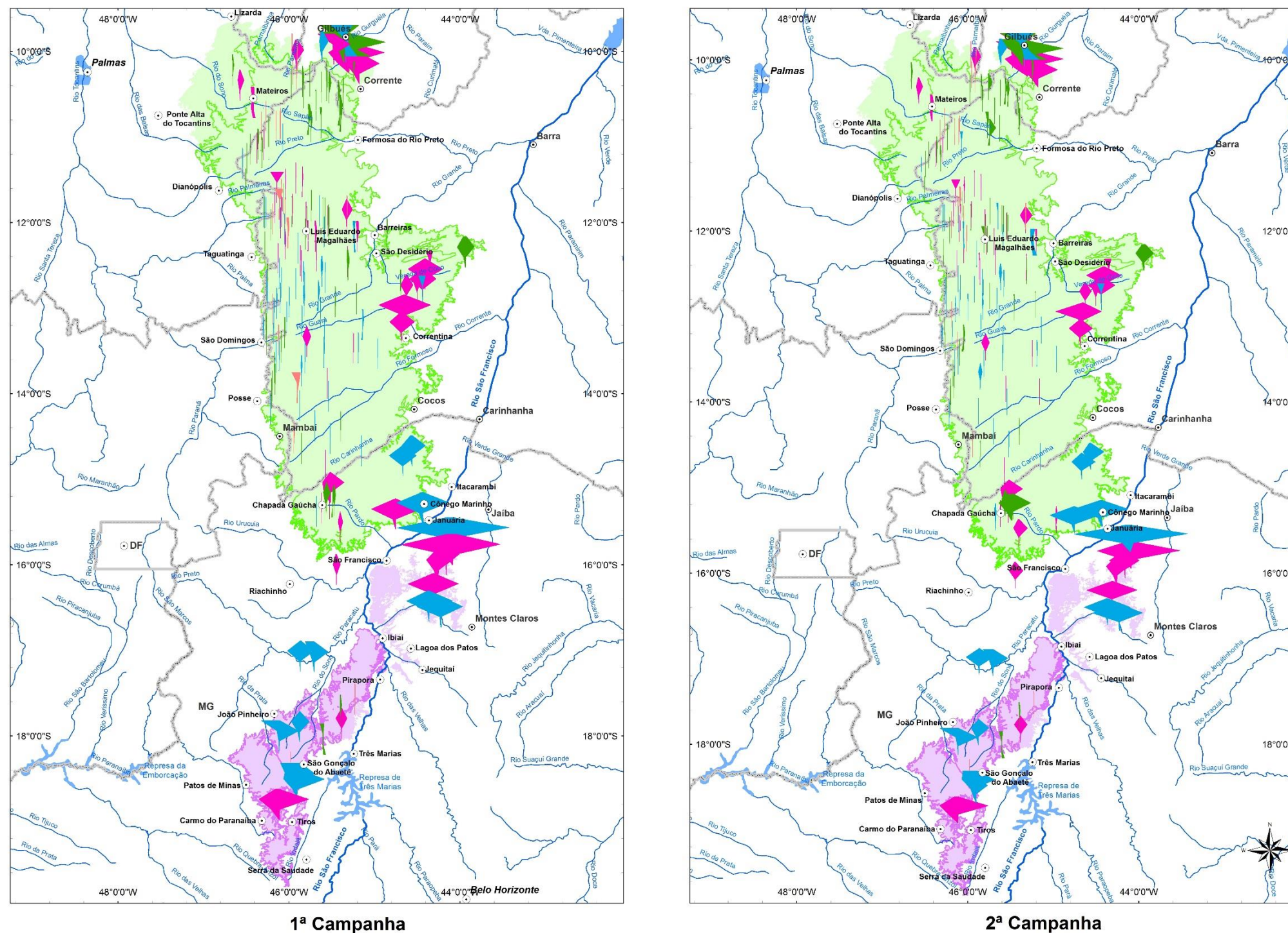
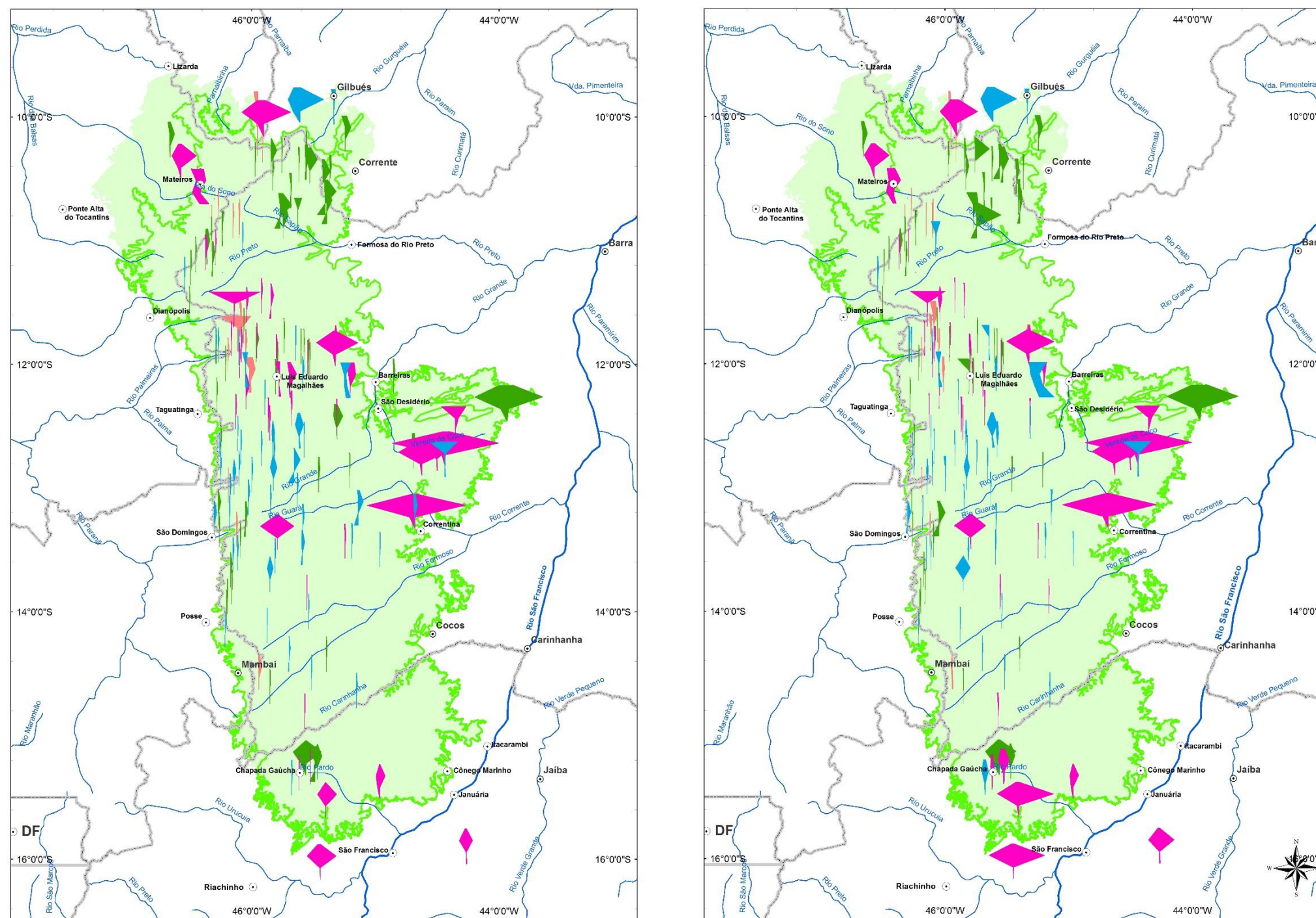


Figura 2.10 - Distribuição dos diagramas de Stiff para as amostras de água dos Sistemas Aquífero Uruçua e Areado - campanhas 1 e 2.



1ª Campanha

2ª Campanha

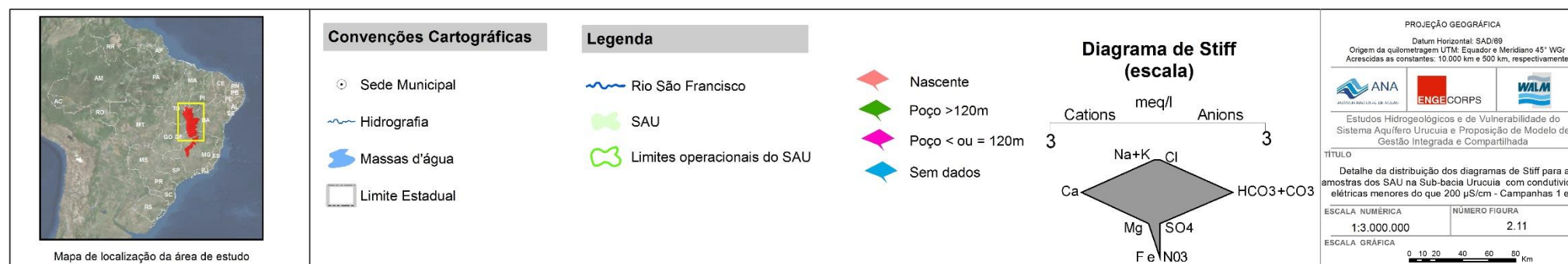
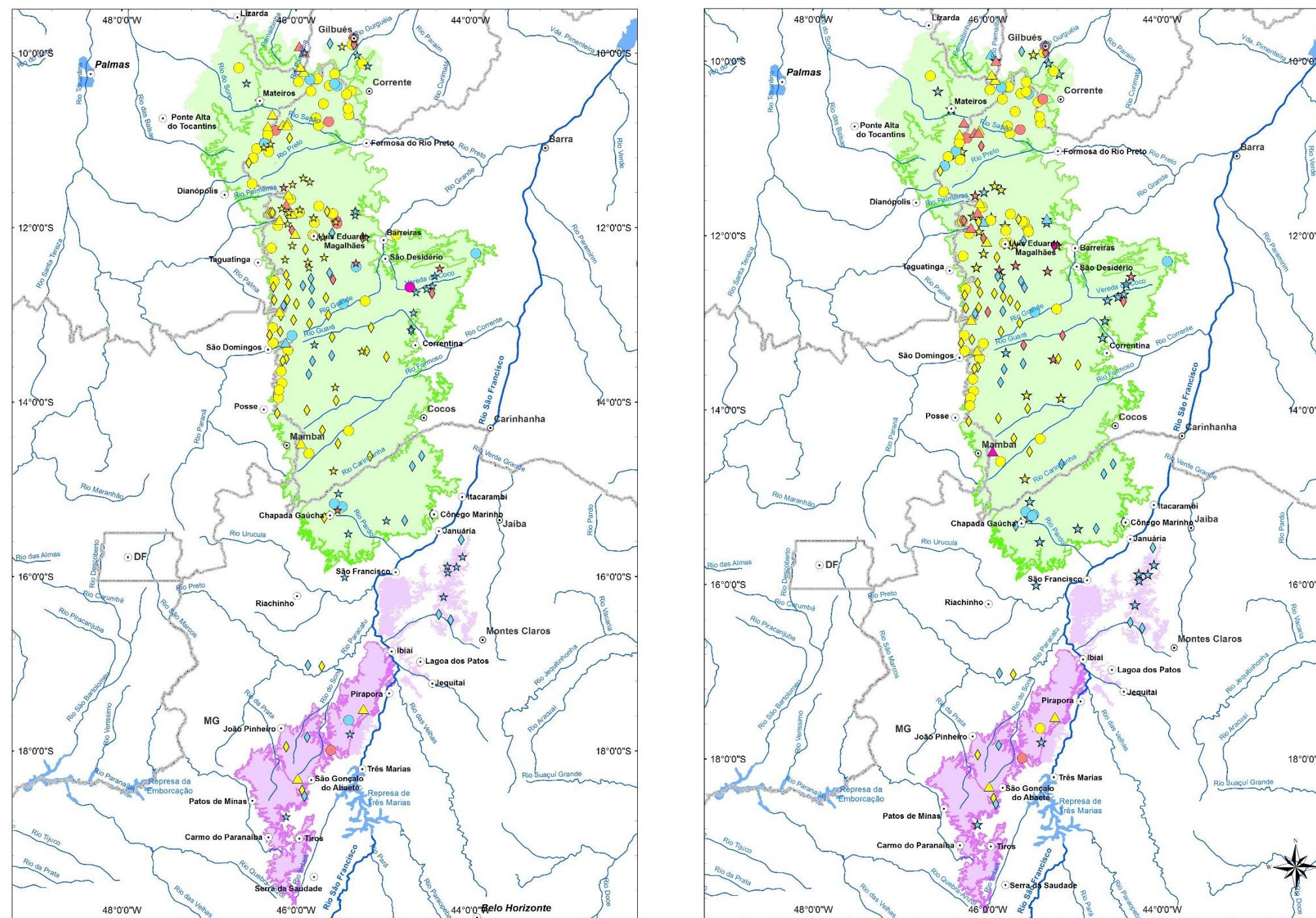


Figura 2.11 - Detalhe da distribuição dos diagramas de Stiff para as amostras do SAU na Sub-bacia Uruçua, com condutividades elétricas menores do que 200 µS/cm - campanhas 1 e 2.



1ª Campanha

2ª Campanha

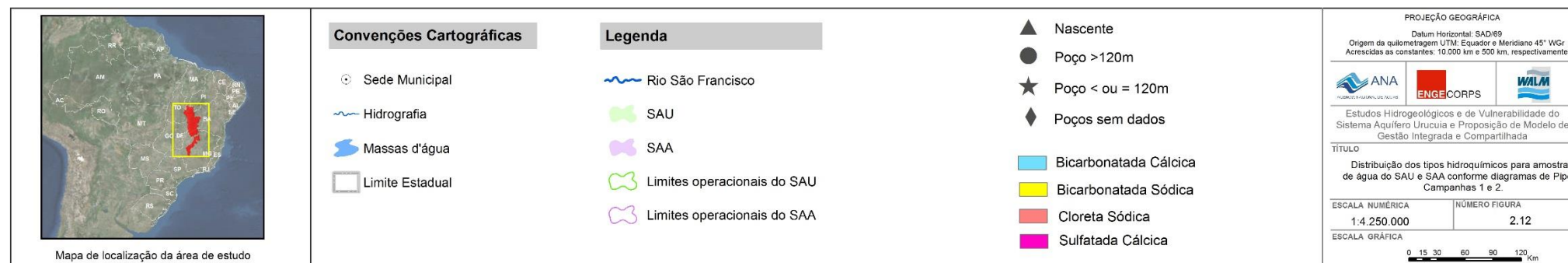


Figura 2.12 - Distribuição dos tipos hidroquímicos para amostras de água dos SAU e SAA, conforme diagramas de Piper - campanhas 1 e 2.

2.3.3 Análise Estatística

Os parâmetros físico-químicos medidos em campo durante a amostragem foram: temperatura, condutividade elétrica e pH (potencial hidrogeniônico). Os dados obtidos nas análises físico-químicas encontram-se nos Anexos II e III. Os Quadros 2.1 e 2.2 apresentam um resumo de alguns dados estatísticos dos principais parâmetros analisados nas campanhas 1 e 2, respectivamente.

QUADRO 2.1 - VALORES MÁXIMOS, MÍNIMOS E TENDÊNCIA CENTRAL DOS RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS DAS ÁGUAS DO SAU, OBTIDOS NA PRIMEIRA CAMPANHA DE AMOSTRAGEM

Parâmetro	T	CE	pH	HCO ₃	CO ₃	Cl	SO ₄	NO ₃	Ca	Mg	Na	K	Fe	Si
	°C	µS/cm		mg/L										
Nascente														
Mínimo	25,0	3,0	5,0	0,6	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	1,8
Máximo	25,0	116,0	6,9	13,1	0,0	15,9	1,6	6,1	0,8	0,5	14,0	5,6	1,5	11,0
Mediana	25,00	6,18	5,43	1,87	NA	0,32	0,02	0,06	0,08	0,02	0,26	0,07	0,03	5,12
Poço ≤ 120 metros														
Mínimo	25,0	3,6	4,8	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	2,8
Máximo	25,0	828,0	8,8	391,0	9,8	31,2	17,2	78,4	136,0	19,2	49,2	31,8	1,5	22,7
Mediana	25,00	34,20	6,02	8,77	NA	0,40	0,03	0,08	0,62	0,10	0,44	0,34	0,00	5,79
Poço > 120 metros														
Mínimo	25,0	2,6	4,3	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	1,3
Máximo	25,0	712,0	7,9	342,0	0,0	63,8	29,4	208,0	33,2	7,1	73,3	17,4	7,9	11,7
Mediana	25,00	34,20	6,03	8,78	NA	0,40	0,03	0,08	0,62	0,10	0,44	0,34	0,00	5,79
Poço sem dados de profundidade														
Mínimo	25,0	2,8	4,3	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	4,0
Máximo	25,0	930,0	8,4	470,0	3,7	32,0	24,5	96,1	144,0	10,9	53,7	7,5	5,7	15,9
Mediana	25,00	6,05	5,48	1,87	NA	0,20	0,02	0,00	0,06	0,01	0,21	0,03	0,01	5,55

NA: Não Aplicável

QUADRO 2.2 - VALORES MÁXIMOS, MÍNIMOS E TENDÊNCIA CENTRAL DOS RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS DAS ÁGUAS DO SAU, OBTIDOS NA SEGUNDA CAMPANHA DE AMOSTRAGEM

Parâmetro	T	CE	pH	HCO ₃	CO ₃	Cl	SO ₄	NO ₃	Ca	Mg	Na	K	Fe	Si
	°C	µS/cm		mg/L										
Nascente														
Mínimo	25,0	2,1	4,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	4,4
Máximo	25,0	709,0	8,4	469,0	1,3	39,7	30,6	123,0	148,0	12,7	53,6	9,0	1,9	14,4
Mediana	25,00	6,61	5,48	0,74	0,00	0,32	0,03	0,00	0,15	0,04	0,27	0,05	0,03	4,63
Poço ≤ 120 metros														
Mínimo	25,0	2,1	4,9	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	4,5
Máximo	25,0	665,0	8,5	398,0	0,0	42,1	26,7	121,0	89,2	22,0	69,7	21,6	0,2	22,9
Mediana	25,00	23,65	6,27	6,02	0,00	0,38	0,05	0,18	1,25	0,11	0,49	0,39	0,00	5,83
Poço > 120 metros														
Mínimo	25,0	1,9	3,8	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	2,2
Máximo	25,0	621,0	8,5	326,0	5,0	54,4	18,9	193,0	37,2	9,0	70,0	16,2	6,2	10,3
Mediana	25,00	6,45	5,63	1,07	0,00	0,26	0,02	0,00	0,05	0,01	0,27	0,04	0,01	5,25
Poço sem dados de profundidade														
Mínimo	25,0	2,1	4,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	4,4
Máximo	25,0	709,0	8,4	469,0	1,3	39,7	30,6	123,0	148,0	12,7	53,6	9,0	1,9	14,4
Mediana	25,00	5,22	5,69	1,19	0,00	0,22	0,02	0,00	0,29	0,04	0,12	0,01	0,00	5,55

NA: Não Aplicável

Os resultados físico-químicos mostrados nos Quadros 2.1 e 2.2 permitem apenas análises de comparação qualitativa entre as origens das amostras de uma mesma campanha (nascente, poços com profundidade igual ou inferior a 120 m, poços com profundidade superior a 120 m e poços sem dados de profundidade), ou entre as duas campanhas.

No entanto, análises comparativas com base na estatística podem ser realizadas a partir de testes de hipóteses adequados, sendo necessária, de início, a verificação dos tipos de distribuição dos resultados de cada método de ensaio, associados a outras características de contorno (definição e tipo das variáveis, fatores de variação, tamanho das amostras de cada população).

2.3.3.1 Avaliação da distribuição de dados físico-químicos

Para esta finalidade foi empregado o teste de *Kolmogorov-Smirnov* (COSTA NETO, 1977), utilizado para testar a aderência dos dados experimentais ao modelo teórico. Neste método, determina-se uma variável (D) que corresponde à maior diferença observada entre a função da distribuição acumulada do modelo testado e da amostra. Em seguida, o valor D obtido é comparado com um valor tabelado ou crítico. O valor tabelado é determinado em função do nível de significância considerado para o teste e os graus de liberdade n da amostra. Se o valor tabelado for maior que o observado, a hipótese nula (H_0), que afirma que a distribuição é normal, será aceita; em contrapartida, se o valor tabelado for igual ou menor, H_0 será rejeitada.

Os Quadros 2.3 e 2.4 apresentam os resultados do teste *Kolmogorov-Smirnov* para verificação da normalidade das amostras provenientes de cada parâmetro físico-químico obtido nas campanhas 1 e 2, respectivamente. Os resultados correspondem aos valores de *p-value* obtido para cada amostra, sendo que a distribuição será normal se for satisfeita a hipótese nula H_0 , isto é, quando o *p-value* for maior que o nível de significância (unicaudal) estipulado para este caso ($\alpha=5\%$).

QUADRO 2.3 - RESULTADOS DE P-VALUE PARA TESTES DE NORMALIDADE PELO MÉTODO DE KOLMOROGOV-SMIRNOV, REFERENTES AOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE AMOSTRAS DA PRIMEIRA CAMPANHA

Parâmetro	Nascentes	Profundidade dos poços (m)		
		≤ 120	> 120	Sem informação
T	NA	NA	NA	NA
Ce	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
pH	0,063*	< 0,01	< 0,01	< 0,01
HCO ₃	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
CO ₃	NA	NA	NA	NA
Cl	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
SO ₄	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
NO ₃	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Ca	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Mg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Na	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
K	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Fe	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Si	0.012	< 0,01	< 0,01	< 0,01
NA: Não aplicável				
(*) Ho: aceita				

QUADRO 2.4 - RESULTADOS DE P-VALUE PARA TESTES DE NORMALIDADE PELO MÉTODO DE KOLMOROGOV-SMIRNOV, REFERENTES AOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE AMOSTRAS DA SEGUNDA CAMPANHA

Parâmetro	Nascentes	Profundidade dos poços (m)		
		≤ 120	> 120	Sem informação
T	NA	NA	NA	NA
Ce	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
pH	>0,15*	0,047	0,132*	< 0,01
HCO ₃	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
CO ₃	NA	NA	NA	NA
Cl	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
SO ₄	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
NO ₃	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Ca	0,014	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Mg	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Na	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
K	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Fe	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Si	>0,15*	< 0,01	< 0,01	< 0,01
NA: Não aplicável				
(*) Ho: aceita				

Como pode-se observar nos Quadros 2.3 e 2.4, na maioria dos casos não é aceita a hipótese nula H_0 , mostrando valores *p-value* inferiores a 1%. Por sua vez, a hipótese nula é aceita apenas para os resultados de pH (ambas as campanhas) e Si (segunda campanha), em amostras provenientes da coleta em nascentes, e pH (segunda campanha), em poços com coleta em profundidade superior a 120 m. Dessa forma, esses parâmetros, e sob as condições especificadas, são os únicos que apresentam dados que seguem uma distribuição normal.

2.3.3.2 Descrição estatística básica de resultados físico-químicos

Para uma descrição estatística podem ser utilizados testes paramétricos ou não paramétricos. Segundo Campos (2002), os testes paramétricos provêm da estatística paramétrica, cuja designação se deve ao fato de essa estatística se basear em dois parâmetros primordiais – a média e o desvio padrão –, que definem as populações que possuem distribuição normal. Já os testes não paramétricos são aqueles que não especificam condições sobre os parâmetros da população da qual a amostra foi obtida (CAMPOS, 1979).

Conforme apresentado no item 2.3.3.1, os parâmetros hidroquímicos apresentam, em sua quase totalidade, distribuições que se afastam da normalidade (segundo o teste de Kolmogorov Smirnov). Assim, utilizou-se a estatística não paramétrica para descrição dos resultados apresentados nos Quadros 2.1 e 2.2.

As medianas de pH das amostras de nascentes e de poços variam de 5,43 a 6,27. Essas águas são predominantemente ácidas, estando a maioria das amostras com pH abaixo de 6,5 (77,7%), conforme Figura 2.13. Essa característica deve-se à baixa concentração de bicarbonatos e carbonatos nas amostras. Observa-se, também, que não há diferenças expressivas entre as duas campanhas de amostragens.

Os valores das medianas de condutividade elétrica situam-se entre 5,22 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 34,20 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Observa-se predomínio (~75%) de amostras de água com condutividades de até 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Figura 2.14). As águas com condutividades elétricas maiores do que 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ são, provavelmente, águas mistas ou provenientes de outras unidades aquíferas, como do Aquífero Bambuí.

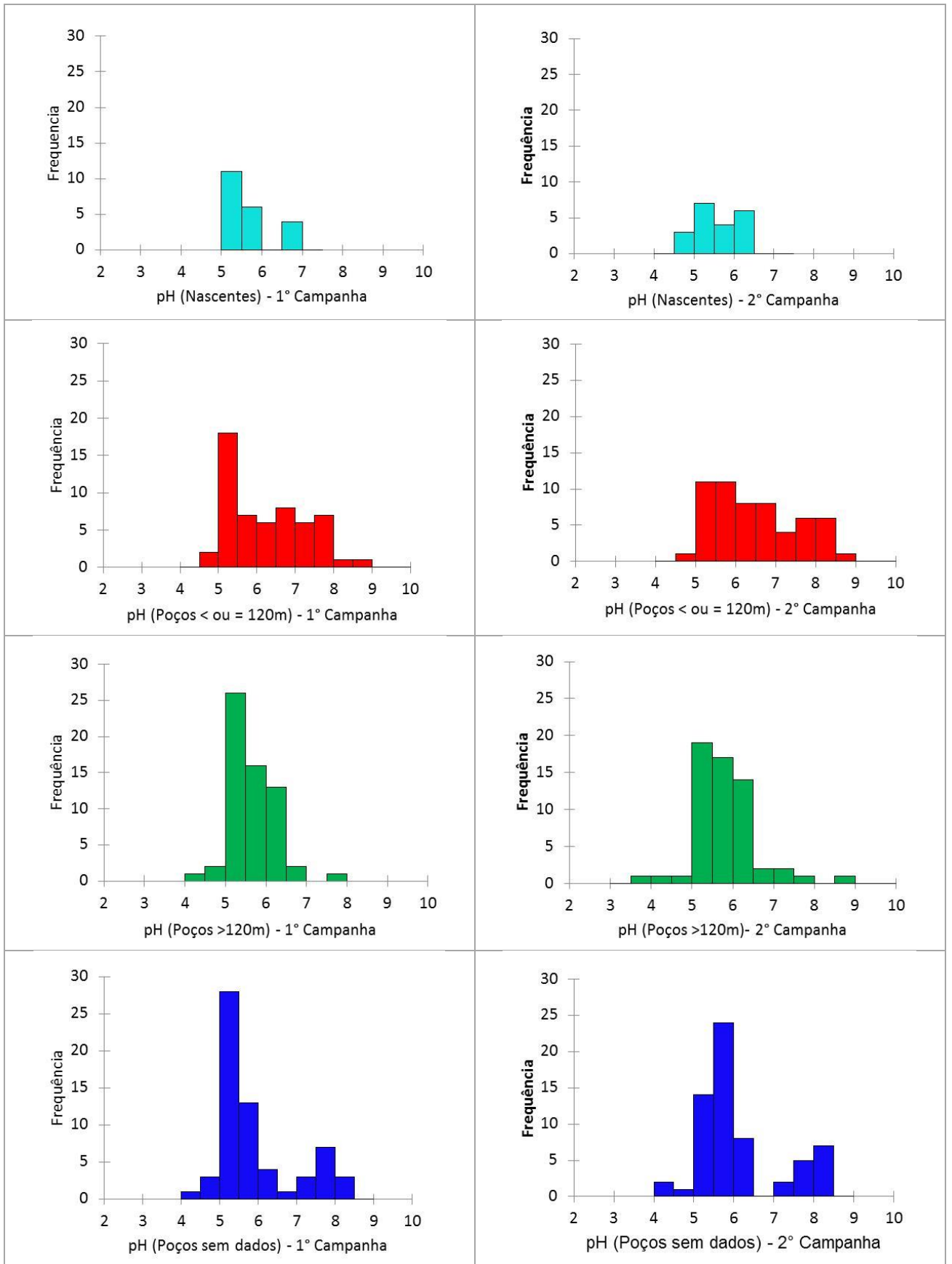


Figura 2.13 - Histogramas de pH de amostras de água de poços e de nascentes dos SAU e SAA – 1ª. e 2ª. campanhas.

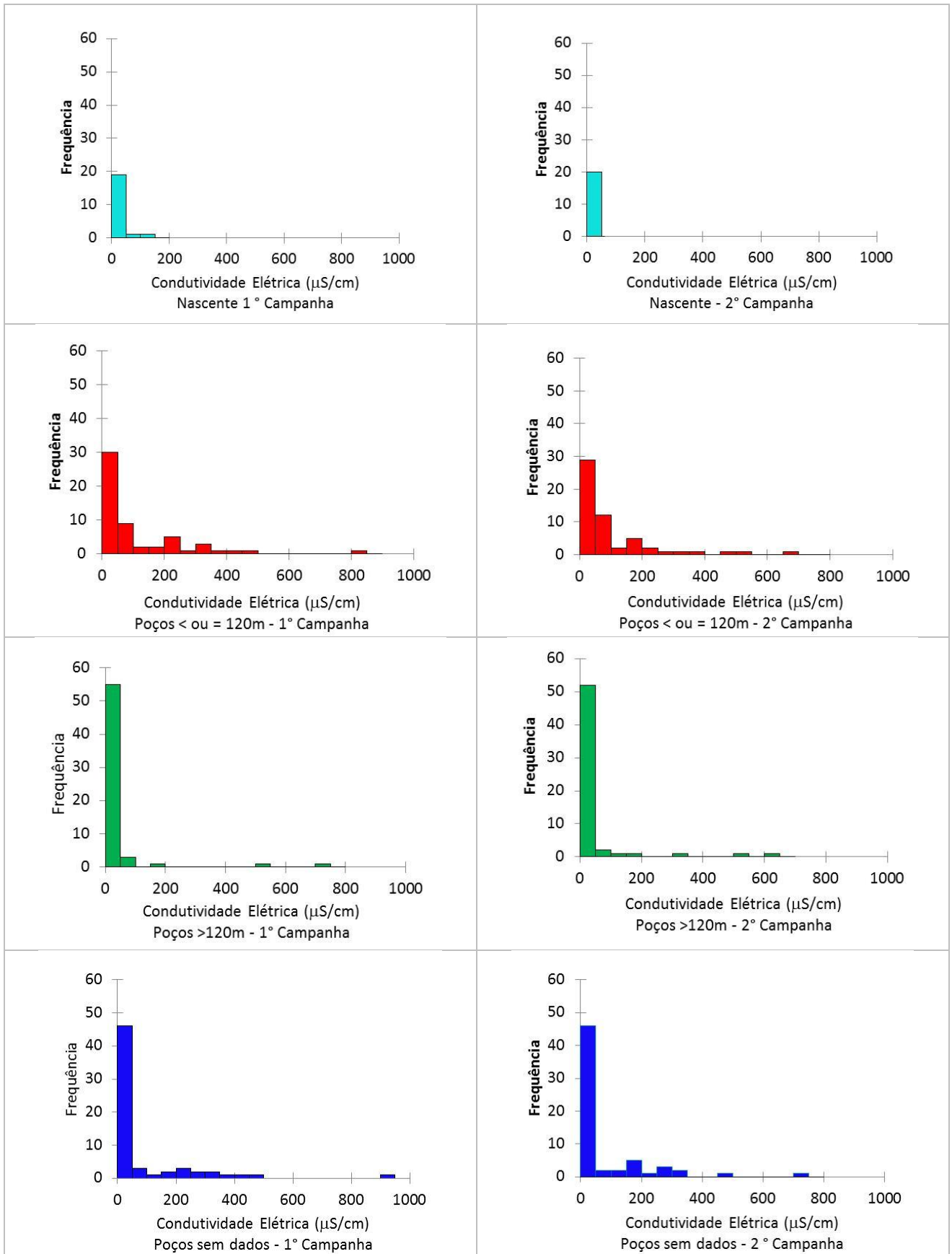


Figura 2.14 - - Histogramas de condutividade elétrica (CE) de amostras de água de poços e de nascente dos SAU e SAA – 1ª. e 2ª. campanhas.

Considerando-se as medianas das concentrações dos íons das amostras de água do SAU, a relação iônica é $\text{HCO}_3 \gg \text{Cl} > \text{NO}_3 > \text{SO}_4$ para os ânions (Figura 2.15), e $\text{Si} \gg \text{Ca} \geq \text{Na} > \text{K} \geq \text{Mg}$ para os cátions, nas duas campanhas de amostragens (Figura 2.16).

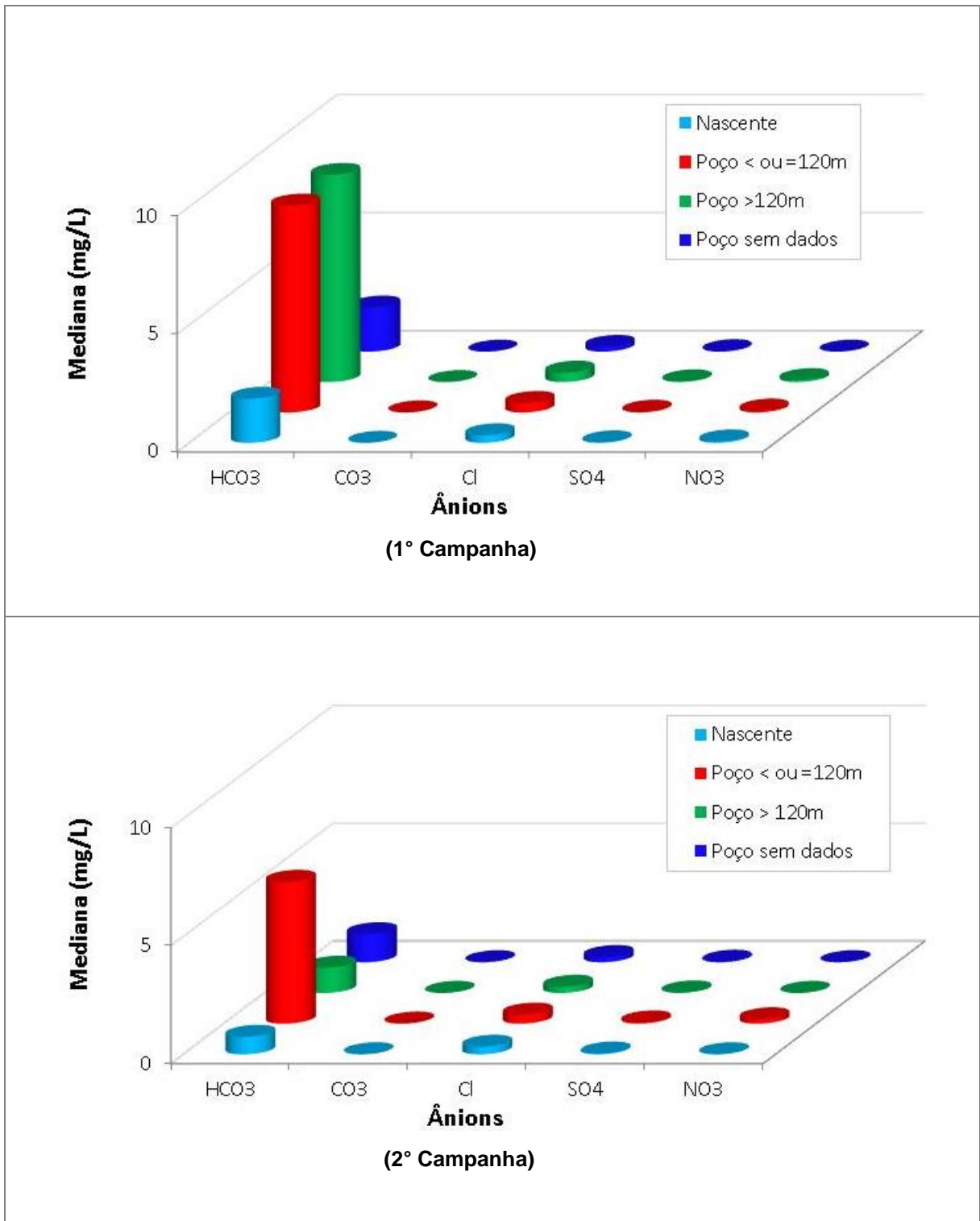


Figura 2.15 - Distribuição dos ânions nas águas subterrâneas e nascentes dos SAU e SAA.

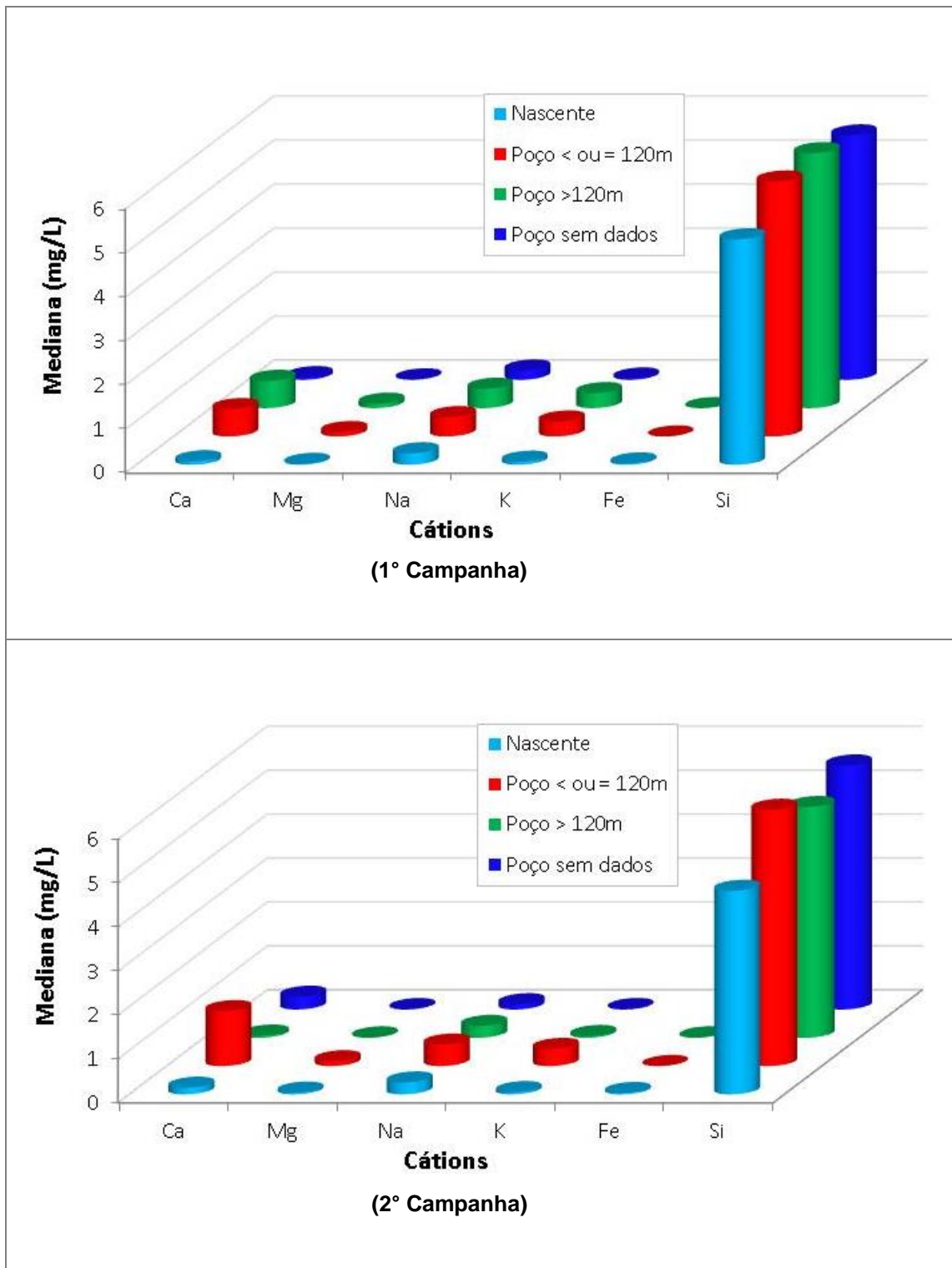


Figura 2.16 -Distribuição dos cátions nas águas subterrâneas e nascentes dos SAU e SAA.

Análise comparativa de valores médios (mediana) de resultados provenientes de distintas origens de amostragens

Neste item é apresentada uma análise comparativa entre resultados médios dos diferentes parâmetros físico-químicos, referentes às amostragens realizadas nas nascentes e poços superficiais (≤ 120 m), nascentes e poços profundos (>120 m) e entre poços superficiais (≤ 120 m) e poços profundos (>120 m), para cada uma das campanhas de amostragem. Análises comparativas entre campanhas são apresentadas no item seguinte.

Essa análise comparativa pode ser abordada mediante a estatística indutiva, cuja função é tirar conclusões probabilísticas sobre aspectos das populações, com base na observação de amostras extraídas dessas populações (COSTA NETO, 1977). Dentre outros, a estatística indutiva se ocupa de problemas de estimação e dos testes de hipóteses. Dentre esses dois grupos, os testes de hipótese fornecem subsídios para fazer julgamentos acerca do valor de um determinado parâmetro da população. O procedimento dos testes de hipóteses pode ser generalizado da seguinte forma:

- ✓ Estabelecimento de uma hipótese nula (H_0) que é submetida a julgamento de que o parâmetro da população considerado é igual ao valor especificado (no presente trabalho a hipótese será a igualdade das médias populacionais). Se essa condição é cumprida, H_0 será aceito, caso contrário será rejeitado.
- ✓ Escolha de um teste estatístico (associado com a distribuição de probabilidade adotada) para testar H_0 .
- ✓ O nível de risco (α) ou significância é escolhido, sendo que α constitui a probabilidade de erro ao afirmar que o parâmetro está no intervalo de confiança e determinação da região de aceitação e rejeição.
- ✓ Execução dos cálculos com base nas amostras. O valor numérico determinado pelo teste estatístico deve ser confrontado com valores críticos, fornecidos em tabelas apropriadas a cada teste. Essas tabelas geralmente associam dois parâmetros, que são o nível de significância e o número de graus de liberdade das amostras comparadas (CAMPOS, 2002);
- ✓ Conclusão estatística. Valor menor que o tabelado indicam que não devem ser diferentes, o que é considerado como não significância estatística, sendo a hipótese nula aceita para o nível de significância considerado.

Como observado no item 2.3.3.1, são necessários testes não paramétricos para a aplicação do teste estatístico., Dessa forma, neste trabalho foi utilizado o teste não paramétrico pelo método de Mann-Whitney, visto que se trata da comparação de médias de duas populações (parâmetros físico-químicos dos poços e nascentes), cujas amostras são independentes e com variáveis contínuas.

Os Quadros 2.6 e 2.7, relativos à primeira e segunda campanha, respectivamente, mostram os resultados dos valores *p-value* do teste de Mann-Whitney e do teste de hipótese nula (H_0), que afirma que os valores médios dos parâmetros físico-químicos provenientes de cada

comparação (nascentes vs, poços superficiais ≤ 120 m, nascentes vs. poços profundos >120 m e poços superficiais ≤ 120 m vs. poços profundos >120 m), são estatisticamente iguais para um nível de significância de 5%.

Cabe ressaltar, mais uma vez, que o teste de hipótese nula (H_0) é aceito quando o valor p -value é maior que o nível de significância estipulado para este teste ($\alpha=5\%$).

QUADRO 2.5 - RESULTADOS DE P-VALUE PARA O TESTE DE MANN-WHITNEY E HIPÓTESE NULA (H_0) QUANDO COMPARADAS AS MÉDIAS DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS PROVENIENTES DAS NASCENTES, POÇOS RASOS E POÇOS PROFUNDOS PARA A PRIMEIRA CAMPANHA DE AMOSTRAGEM

Parâmetro	Nascentes vs Poço sup. ≤ 120 m		Nascentes vs Poço prof. > 120 m		Poço sup. ≤ 120 m vs prof. > 120 m	
	p-value	Ho	p-value	Ho	p-value	Ho
T	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Ce	0,004	NaoAceita	0,803	Aceita	0,000	NaoAceita
pH	0,019	NaoAceita	0,573	Aceita	0,003	NaoAceita
HCO ₃	0,002	NaoAceita	0,220	Aceita	0,001	NaoAceita
CO ₃	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Cl	0,439	Aceita	0,577	Aceita	0,099	Aceita
SO ₄	0,372	Aceita	0,419	Aceita	0,030	NaoAceita
NO ₃	0,995	Aceita	0,070	Aceita	0,030	NaoAceita
Ca	0,002	NaoAceita	0,911	Aceita	0,000	NaoAceita
Mg	0,033	NaoAceita	0,500	Aceita	0,001	NaoAceita
Na	0,385	Aceita	0,122	Aceita	0,001	NaoAceita
K	0,258	Aceita	0,130	Aceita	0,004	NaoAceita
Fe	0,002	NaoAceita	0,084	Aceita	0,085	Aceita
Si	0,003	NaoAceita	0,746	Aceita	0,000	NaoAceita

NA: Não Aplicável

Do Quadro 2.5 pode-se inferir que as comparações são mais significativas quando tratam dos resultados entre os valores médios das nascentes com os poços profundos, pois todos os testes físico-químicos forneceram resultados estatisticamente iguais. Em segundo lugar, há uma menor quantidade de valores médios iguais (Cl, SO₄, NO₃, Na, e K) se comparados os resultados das nascentes e poços superficiais. Finalmente, há uma menor significância quando se comparam os resultados provenientes de poços superficiais e profundos, pois apenas os resultados médios do Cl e Fe foram estatisticamente iguais.

QUADRO 2.6 - RESULTADOS DE P-VALUE PARA O TESTE DE MANN-WHITNEY E HIPÓTESE NULA (H_0) QUANDO COMPARADAS AS MÉDIAS DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS PROVENIENTES DAS NASCENTES, POÇOS RASOS E POÇOS PROFUNDOS PARA A SEGUNDA CAMPANHA DE AMOSTRAGEM

Parâmetro	Nascentes vs Poço sup. ≤ 120 m		Nascentes vs Poço prof. > 120 m		Poço sup. ≤ 120 m vs prof. > 120 m	
	p-value	Ho	p-value	Ho	p-value	Ho
T	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Ce	0,011	NaoAceita	0,804	Aceita	0,003	NaoAceita
pH	0,001	NaoAceita	0,279	Aceita	0,001	NaoAceita
HCO ₃	0,001	NaoAceita	0,055	Aceita	0,004	NaoAceita
CO ₃	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Cl	0,201	Aceita	0,367	Aceita	0,009	NaoAceita
SO ₄	0,424	Aceita	0,113	Aceita	0,016	NaoAceita
NO ₃	0,115	Aceita	0,995	Aceita	0,007	NaoAceita
Ca	0,072	Aceita	0,054	Aceita	0,001	NaoAceita
Mg	0,145	Aceita	0,041	NaoAceita	0,001	NaoAceita
Na	0,012	NaoAceita	0,739	Aceita	0,005	NaoAceita
K	0,011	NaoAceita	0,839	Aceita	0,002	NaoAceita
Fe	0,001	NaoAceita	0,010	NaoAceita	0,209	Aceita
Si	0,000	NaoAceita	0,000	NaoAceita	0,000	NaoAceita

NA: Não Aplicável

De maneira similar aos resultados provenientes da primeira campanha (Quadro 2.5), o Quadro 2.6 mostra que os valores médios de testes físico-químicos com amostras das nascentes e poços profundos são estatisticamente iguais, com exceção de Mg, Fe e Si. Em segundo lugar, há uma menor quantidade de valores médios iguais (Cl, SO₄, NO₃, Ca, e Mg) se comparados os resultados das nascentes e poços superficiais. Finalmente, há uma menor significância quando se comparam os resultados provenientes de poços superficiais e profundos, pois apenas os resultados médios do Fe foram estatisticamente iguais.

Adicionalmente, após confronto dos Quadros 2.5 e 2.6 e devido à repetibilidade dos resultados pode-se resumir que, em geral:

- ✓ Amostras das nascentes e poços profundos apresentam resultados médios de parâmetros físico-químicos (com exceção do Mg, Fe e Si) estatisticamente iguais;
- ✓ Amostras das nascentes e poços superficiais apresentam resultados médios de Cl, SO₄ e NO₃ estatisticamente iguais;
- ✓ Amostras dos poços superficiais e profundos apresentam resultados médios de Fe estatisticamente iguais.

2.3.3.3 Análise comparativa de valores médios (mediana) entre resultados da primeira e segunda campanhas de amostragem

Neste item é apresentada uma análise comparativa entre os resultados médios de cada parâmetro físico-químico (amostragens em nascentes, poços superficiais (≤ 120 m) e poços profundos (>120 m)) provenientes da primeira e da segunda campanhas de amostragem.

De maneira semelhante ao item anterior, a comparação foi abordada mediante a estatística indutiva, com o emprego de testes de hipóteses. O procedimento foi similar, com auxílio do teste não paramétrico pelo método de Mann-Whitney, para amostras independentes e com variáveis contínuas.

O Quadro 2.7 mostra os resultados dos valores *p-value* do teste de Mann-Whitney e do teste de hipótese nula (H_0), que afirma que os valores médios dos parâmetros físico-químicos provenientes das duas campanhas (com coletas de amostras em nascentes, poços superficiais ≤ 120 m, e poços profundos >120 m) são estatisticamente iguais para um nível de significância de 5%.

QUADRO 2.7 - RESULTADOS DE P-VALUE PARA O TESTE DE MANN-WHITNEY E HIPÓTESE NULA (H_0) QUANDO COMPARADAS AS MÉDIAS DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS PROVENIENTES DA PRIMEIRA E SEGUNDA CAMPANHAS

Parâmetro	Nascentes		Poço sup. ≤ 120 m		Poço prof. > 120 m	
	p-value	Ho	p-value	Ho	p-value	Ho
T	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Ce	0,814	Aceita	0,414	Aceita	0,296	Aceita
pH	0,969	Aceita	0,143	Aceita	0,092	Aceita
HCO ₃	0,043	NaoAceita	0,318	Aceita	0,008	NaoAceita
CO ₃	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Cl	0,865	Aceita	0,677	Aceita	0,492	Aceita
SO ₄	0,361	Aceita	0,492	Aceita	0,259	Aceita
NO ₃	0,262	Aceita	0,563	Aceita	0,785	Aceita
Ca	0,081	Aceita	0,839	Aceita	0,686	Aceita
Mg	0,725	Aceita	0,912	Aceita	0,475	Aceita
Na	0,506	Aceita	0,522	Aceita	0,096	Aceita
K	0,514	Aceita	0,407	Aceita	0,234	Aceita
Fe	0,658	Aceita	0,703	Aceita	0,675	Aceita
Si	0,322	Aceita	0,656	Aceita	0,459	Aceita

NA: Não Aplicável

Os resultados do Quadro 2.7 mostram, em geral, aceitação da hipótese nula (H_0), com valores *p-value* superiores a 5%. Consequentemente, pode-se inferir que as medições dos parâmetros físico-químicos da primeira e segunda campanhas são estatisticamente iguais, com exceção de HCO₃ em nascentes e poços profundos (>120 m).

2.3.4 *Análise Estatística Multivariada (Análise de Agrupamentos)*

Conforme dados apresentados e analisados anteriormente, não foram constatadas diferenças significativas nas amostras coletadas nas nascentes e em poços de diferentes profundidades, com exceção daquelas coletadas na borda leste da sub-bacia, onde há provável influência de outras unidades aquíferas. Há também um número expressivo de amostras que foram coletadas em poços onde não há dados de profundidade. Com isso, optou-se por uma análise estatística utilizando todas as amostras coletadas, de modo a permitir uma melhor interpretação dos resultados hidroquímicos.

Para avaliação de possível correlação/similaridade entre as águas coletadas nas duas campanhas de amostragens na área de estudo, foi aplicada a análise multivariada com os métodos de agrupamento (*cluster analysis*), com o auxílio do aplicativo XLSTAT.

Com a análise de agrupamentos foram gerados dendrogramas (Anexos VII e VIII) para auxiliar na identificação de grupos de amostras ou variáveis no conjunto amostral. Assim, o agrupamento das diferentes amostras utilizou-se de variáveis com diferentes graus de representatividade (diferentes pesos das variáveis em uma matriz de dados multidimensionais), para discriminação entre os diferentes grupos existentes.

Os dendrogramas foram obtidos a partir da análise de agrupamento com uso do método Ward e medida de distância euclidiana. Nesta análise estatística foram considerados os resultados analíticos em mg/L, e os dados não foram normalizados, já que o grau de variabilidade entre os parâmetros analisados é função da própria característica da água e dos processos que resultaram na composição final.

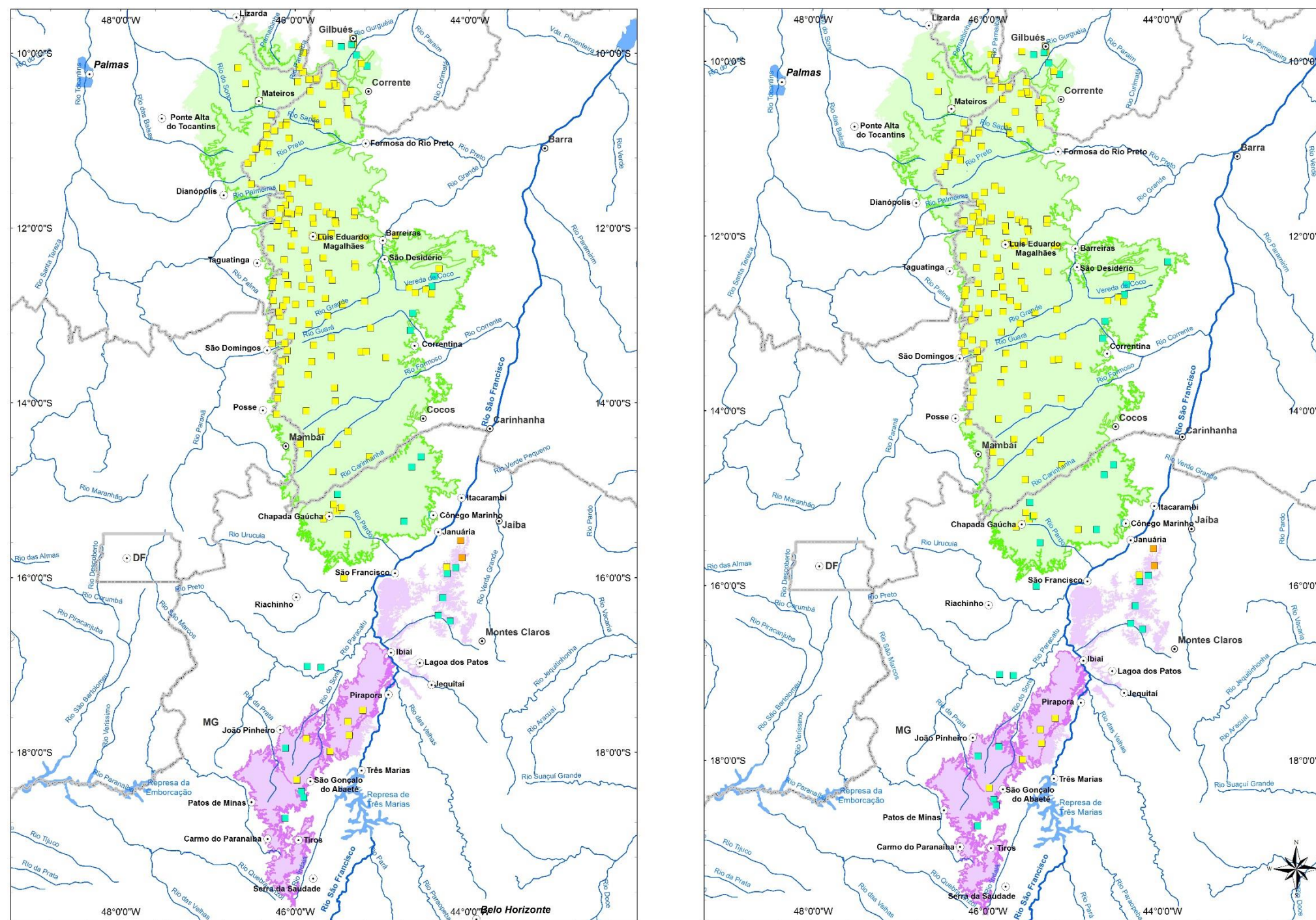
A partir dos dendrogramas (Anexo VII), foram identificados três grupos distintos de água, denominados **1, 2, 3**.

Cabe ressaltar que a análise de agrupamentos foi feita para as duas campanhas de amostragens, permanecendo as amostras nos mesmos grupos identificados, exceto as amostras U3, U166, U188, U195 e U202, que passaram do Grupo 1 para o Grupo 2 na segunda campanha. Provavelmente, essas amostras, com condutividade elétrica acima de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, se enquadrariam melhor como águas mistas pertencentes ao Grupo 2.

- ✓ **GRUPO 1** – Essas águas são pouco mineralizadas, com condutividades elétricas menores que 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Predomina o ânion HCO_3 , ainda que em baixa concentração (até 76,5 mg/L) e o cátion Si (média de 5,7 mg/L). Em geral, mantêm a relação $\text{Si} > \text{Na} > \text{Ca}$. Distribuem-se por quase toda extensão do aquífero (Figura 2.17) e podem ser consideradas representativas do Sistema Aquífero Urucuia.
- ✓ **GRUPO 2** – Águas compostas, provavelmente, por misturas de águas de unidades aquíferas inferiores ou do Aquífero Bambuí. Estão neste grupo 24 amostras, sendo que 11 amostras estão fora da área que abrange o Sistema Aquífero Urucuia (Figura 2.17). Estas águas possuem condutividade elétrica variando de 166 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 510 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Os íons

predominantes são HCO_3 (média de 165 mg/L) e Ca (média de 46 mg/L). Em geral, mantêm a relação $\text{Ca} > \text{Si} > \text{Na}$.

- ✓ **GRUPO 3** – Representado apenas por duas amostras (U197 e U198) provenientes de poços que provavelmente exploram o Aquífero Bambuí. São amostras com alta condutividade elétrica (acima de 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$), HCO_3 acima de 300 mg/L e Ca acima de 130 mg/L.



1ª Campanha

2ª Campanha



Figura 2.17 - Mapa de distribuição dos grupos hidroquímicos, identificados pela análise de agrupamentos em amostras de água dos SAU e SAA – Campanhas 1 e 2.

As águas representativas da porção norte do Sistema Aquífero Urucuia (Sub-bacia Urucuia), reunidas no Grupo 1 (156 amostras da primeira campanha e 153 da segunda campanha), foram analisadas em separado e reagrupadas novamente. A partir do dendrograma do Anexo VIII, foram identificados três subgrupos distintos, denominados **A**, **B** e **C**.

- ✓ **SUBGRUPO A** – A maioria das amostras analisadas está reunida neste subgrupo (Figura 2.18). Suas águas são pouco mineralizadas, com concentração média de sólidos totais dissolvidos de 8,8 mg/L e predomínio dos íons HCO_3 e Si, ainda que em baixas concentrações (médias de 2,04 mg/L e 5,2 mg/L, respectivamente). São classificadas, predominantemente, como **bicarbonatadas sódicas** e concentram-se na borda oeste e porção central da Sub-bacia Urucuia.
- ✓ **SUBGRUPO B** – Somente quatro amostras de água estão reunidas neste subgrupo (Figura 2.18). Estas águas possuem concentração média de sólidos totais dissolvidos de 88 mg/L e são classificadas como **bicarbonatadas cálcicas**. Provavelmente, constituem misturas de águas de outros sistemas aquíferos, como por exemplo, do Aquífero Bambuí.
- ✓ **SUBGRUPO C** – Amostras de água deste subgrupo (30 amostras) estão concentradas na metade norte e extremo sul da Sub-bacia Urucuia (Figura 2.18). São águas pouco mineralizadas, com concentração média de sólidos totais dissolvidos de 33 mg/L, e classificadas como **bicarbonatadas cálcicas** e **bicarbonatadas sódicas**. O silício é o cátion predominante, com concentração média de 5,5 mg/L, e o ânion predominante é o bicarbonato, com concentração média de 12 mg/L.

As classificações por subgrupos, das amostras do SAU, permanecem as mesmas nas duas campanhas de amostragens, sendo que apenas a amostra U93 (Mateiros/TO), que na primeira campanha estava no Subgrupo A, passou para o Subgrupo C, e a amostra U189 (Chapada Gaúcha/MG), que passou do Subgrupo C para o Subgrupo A, na segunda campanha de amostragens. Essas mudanças decorrem provavelmente das diferenças de concentrações de HCO_3 encontradas em cada coleta. Cabe observar que essas amostras do SAU em geral possuem salinidades baixas, menores que 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$, de forma que qualquer alteração nas concentrações de seus íons pode alterar suas classificações.

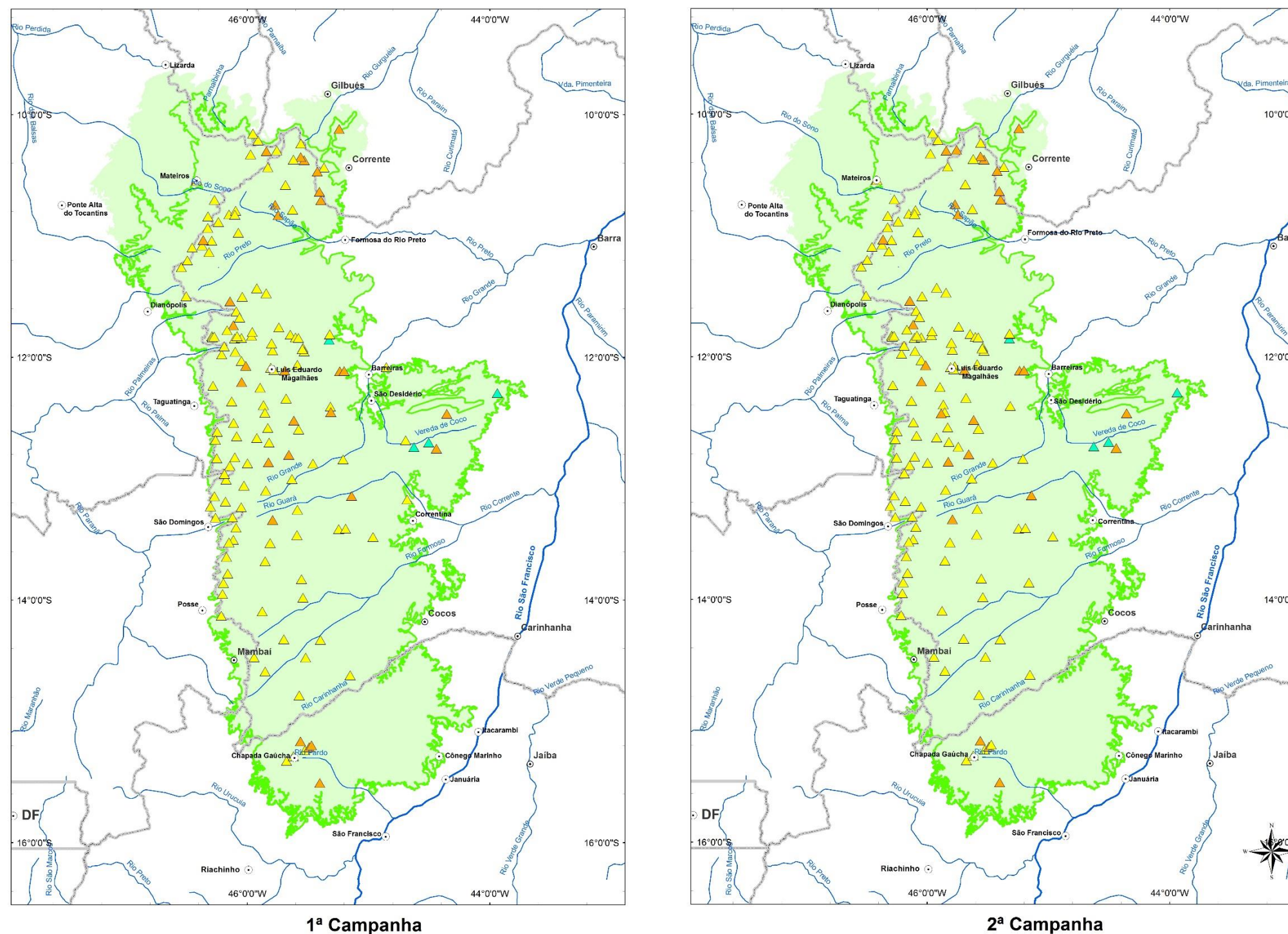


Figura 2.18 - Mapa de distribuição dos subgrupos hidroquímicos do Grupo 1, identificados pela análise de agrupamentos de amostras localizadas no SAU (Sub-bacia Urucuia) – Campanhas 1 e 2.

2.3.5 Razões Iônicas

As razões iônicas (relações entre os íons dissolvidos na água) podem indicar o grau de relacionamento da água com o material da formação rochosa percolado.

Para distinção dos aquíferos segundo sua composição química são necessárias análises dos principais cátions e ânions e comparações das relações entre eles, tais como as razões rMg^{2+}/rCa^{2+} , rSO_4^{2-}/rCl^- , dentre outras. As razões iônicas mais frequentes em estudos hidrogeoquímicos são as razões rMg^{2+}/rCa^{2+} e rK^+/rNa^+ (CUSTÓDIO & LLAMAS, 1996).

Neste estudo, foram usadas as principais razões iônicas (rMg^{2+}/rCa^{2+} , rK^+/rNa^+ , rNa^+/rCa^{2+} , $rCl^-/rHCO_3^-$, $rNa^+/(rCa^{2+} + rMg^{2+})$), ITB (índice de troca de bases) e RAS (razão de absorção de sódio). Os resultados estão reunidos nos Anexos IX e X.

Em águas continentais, a razão rMg^{2+}/rCa^{2+} geralmente apresenta valores que variam de 0,3 a 1,5. Com a precipitação de carbonato de cálcio, há um aumento nos valores dessa razão iônica, que diminui em caso de dissolução da calcita (CUSTÓDIO & LLAMAS, 1996).

As razões iônicas rMg^{2+}/rCa^{2+} para as águas do SAU variaram de 0 a 3,30 na primeira campanha de amostragem, e de 0 a 3,03 na segunda campanha, sendo que aproximadamente 90% possuem valores menores de 1,5, para as amostras das duas campanhas de coletas de água (Figura 2.19).

De modo geral, amostras que apresentam razões iônicas rMg^{2+}/rCa^{2+} acima de 0,1 possuem baixas concentrações desses dois íons. A amostra U64 (São Desiderio/BA) apresenta valor elevado para rMg^{2+}/rCa^{2+} (9,9) na primeira campanha, tendo seu valor diminuído para 0,03 na segunda campanha. O valor alto obtido na primeira campanha deve-se à baixa concentração de cálcio presente na água (0,001 mg/L na primeira campanha, e 0,73 mg/L, na segunda).

As amostras de água das regiões de ocorrência de rochas dos grupos Areado e Bambuí também apresentam razões semelhantes, permanecendo todas com razões iônicas rMg^{2+}/rCa^{2+} abaixo de 1,5 (Figura 2.19).

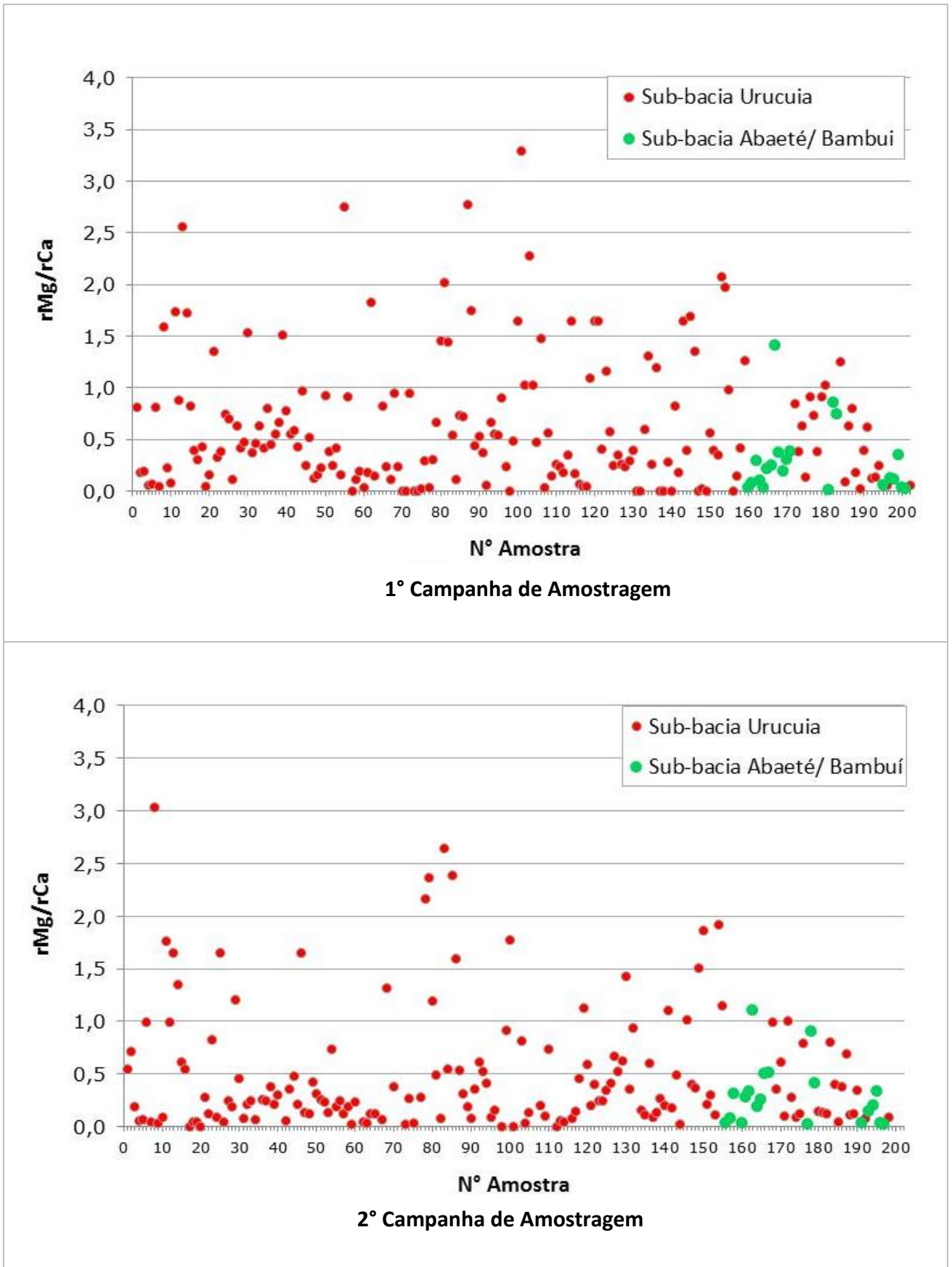


Figura 2.19 - Razões rMg^{2+}/rCa^{2+} para as águas dos SAU e SAA (1ª. e 2ª. campanhas de amostragem).

A razão rK^+/rNa^+ nas águas doces pode estar entre 0,001 e 1, sendo mais frequente entre 0,004 e 0,3 (CUSTÓDIO & LLAMAS, 1996). Neste estudo, as amostras do SAU apresentam valores de rK^+/rNa^+ entre 0 e 7,6 na primeira campanha de amostragem, e de 0 a 8,05 na segunda campanha, com exceção da amostra U32 (Formosa do Rio Preto/BA), que apresenta valor de 18,89 e 15,88, na primeira e segunda campanhas, respectivamente. Este último caso está relacionado à alta concentração de potássio (31,8 mg/L e 21,6 mg/L, 1ª. e 2ª. campanhas, respectivamente) em comparação à de sódio (0,99 mg/L e 0,8 mg/L, 1ª. e 2ª. campanhas, respectivamente), possivelmente os valores elevados de potássio, assim como, de cloreto estão associados a contaminação antrópica, provavelmente por cloreto de potássio (KCl).

A maioria das amostras possui razão rK^+/rNa^+ abaixo de 1 (~91%). As amostras que apresentam valores superiores a 1 podem estar relacionadas à baixa concentração do íon sódio. Em geral, as amostras apresentam baixa concentração para estes dois íons, influenciando nesses resultados (Figura 2.20).

As amostras de água coletadas nas regiões de ocorrência de rochas dos grupos Areado e Bambuí possuem razões semelhantes para rK^+/rNa^+ , ficando a maioria abaixo de 1 (Figura 2.20).

Os valores de razão iônica rNa^+/rCa^{2+} para as amostras de água oscilaram de 0,01 a 262, na primeira campanha, e de 0,01 a 329, na segunda campanha. A amostra U12 (Luis Eduardo Magalhaes/BA) apresentou razão iônica de 828,1 na segunda campanha de amostragem, sendo este resultado provavelmente influenciado pela baixa concentração destes dois íons na amostra. Em geral, a maioria das amostras apresenta valor abaixo de 10 (70%) (Figura 2.21). A influência da baixa concentração de íons nas amostras também interfere nos resultados da relação $rNa^+/(rCa^{2+} + rMg^{2+})$. As razões iônicas para $rNa^+/(rCa^{2+} + rMg^{2+})$ estão entre 0,005 a 63 e 0,01 a 95, na primeira e segunda campanhas de amostragens, respectivamente. A amostra U12 (Luis Eduardo Magalhaes/BA) apresenta valor de 416,3 na segunda campanha de amostragem, devido à baixa concentração dos íons, como citado anteriormente.

Aproximadamente 82% das amostras apresentam valores abaixo de 10 (Figura 2.22). As amostras coletadas na Sub-bacia Abaeté e em regiões do Grupo Bambuí também ficaram com valores parecidos e abaixo de 10 para a razão iônica $rNa^+/(rCa^{2+} + rMg^{2+})$ nas duas campanhas de amostragens.

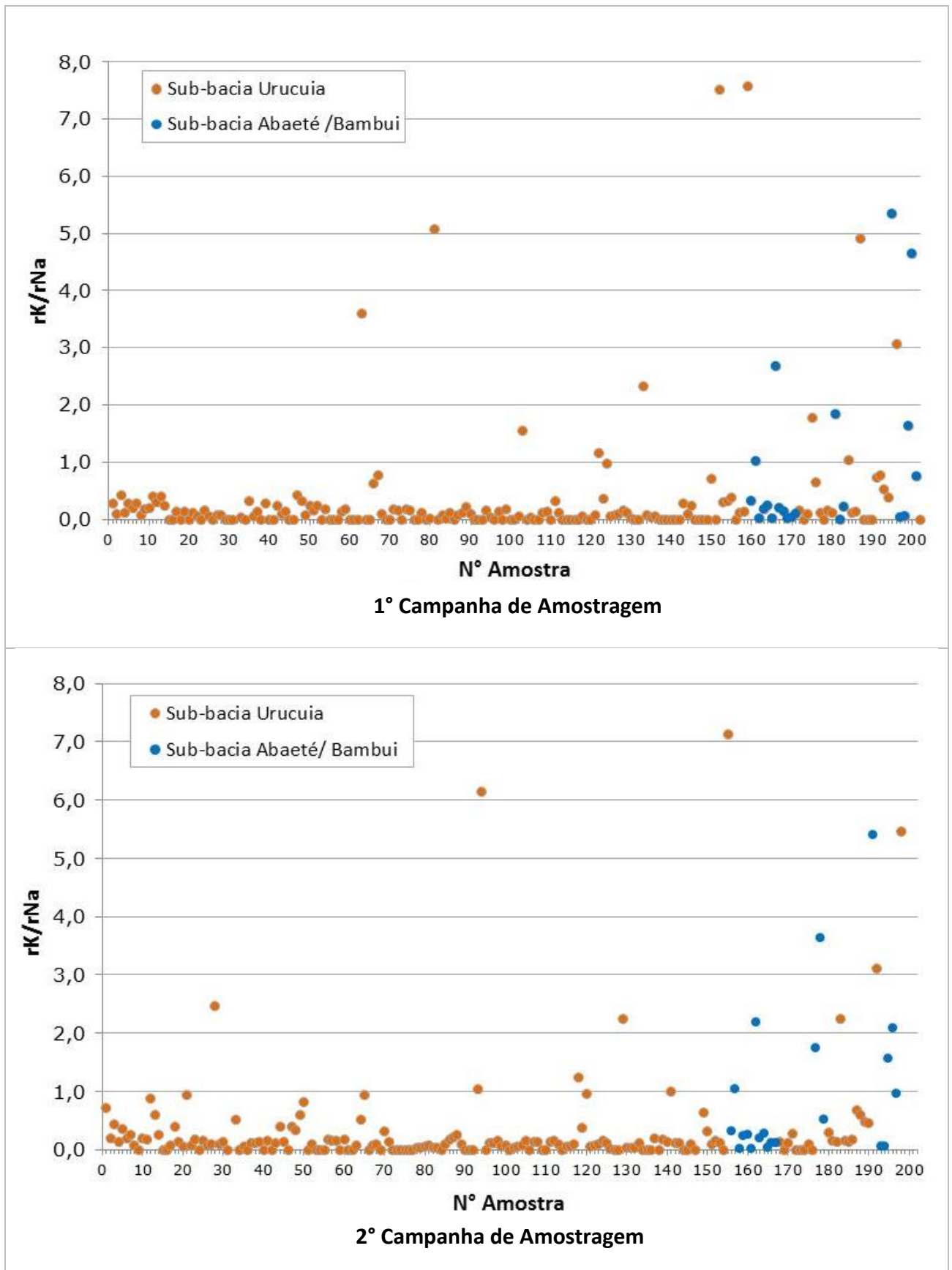


Figura 2.20 - Razões rK^+/rNa^+ para as águas dos SAU e SAA (1ª. e 2ª. campanhas de amostragem)

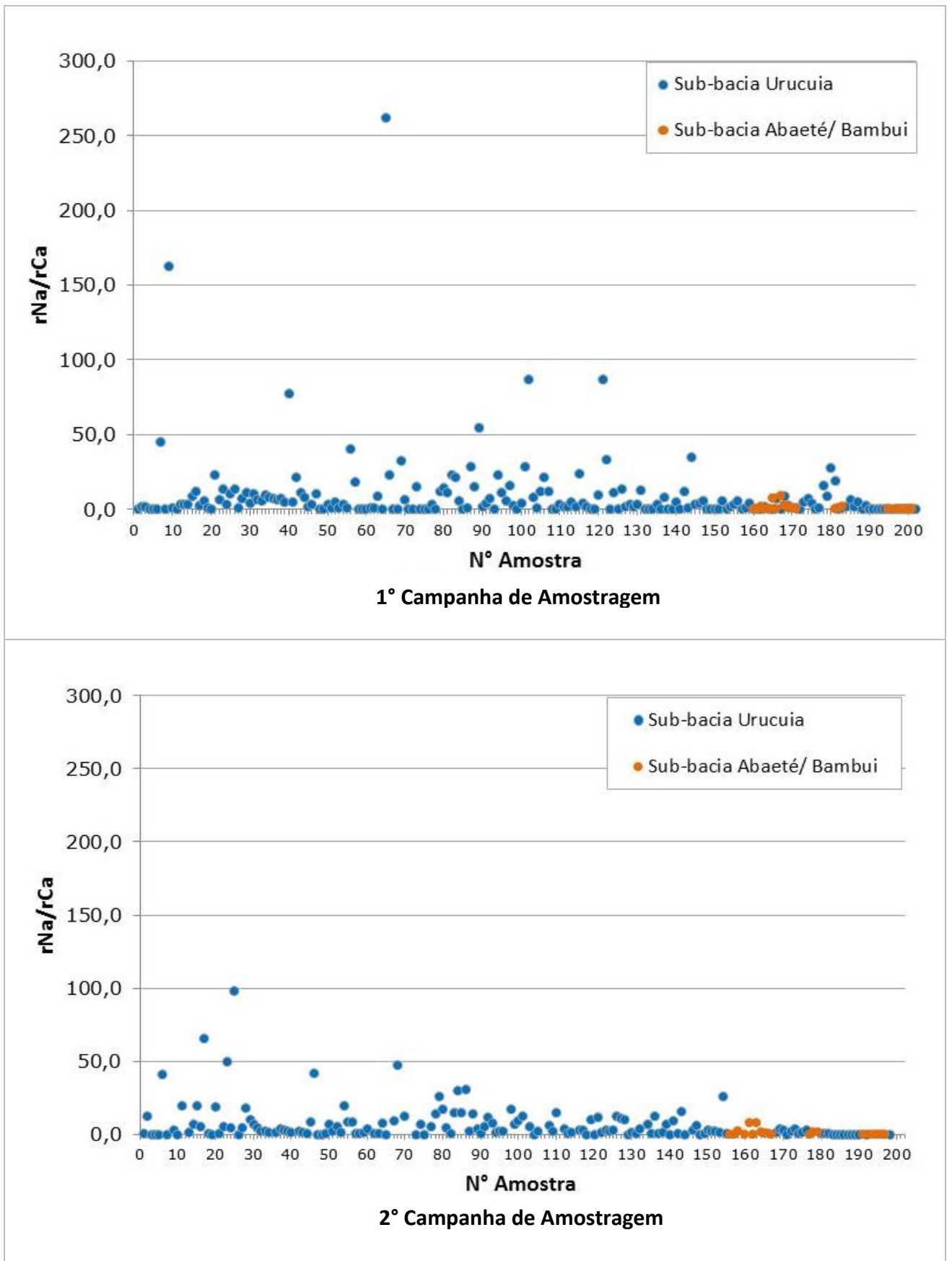


Figura 2.21 - Razões rNa^+ / rCa^{2+} para as águas dos SAU e SAA (1ª. e 2ª. campanhas de amostragem).

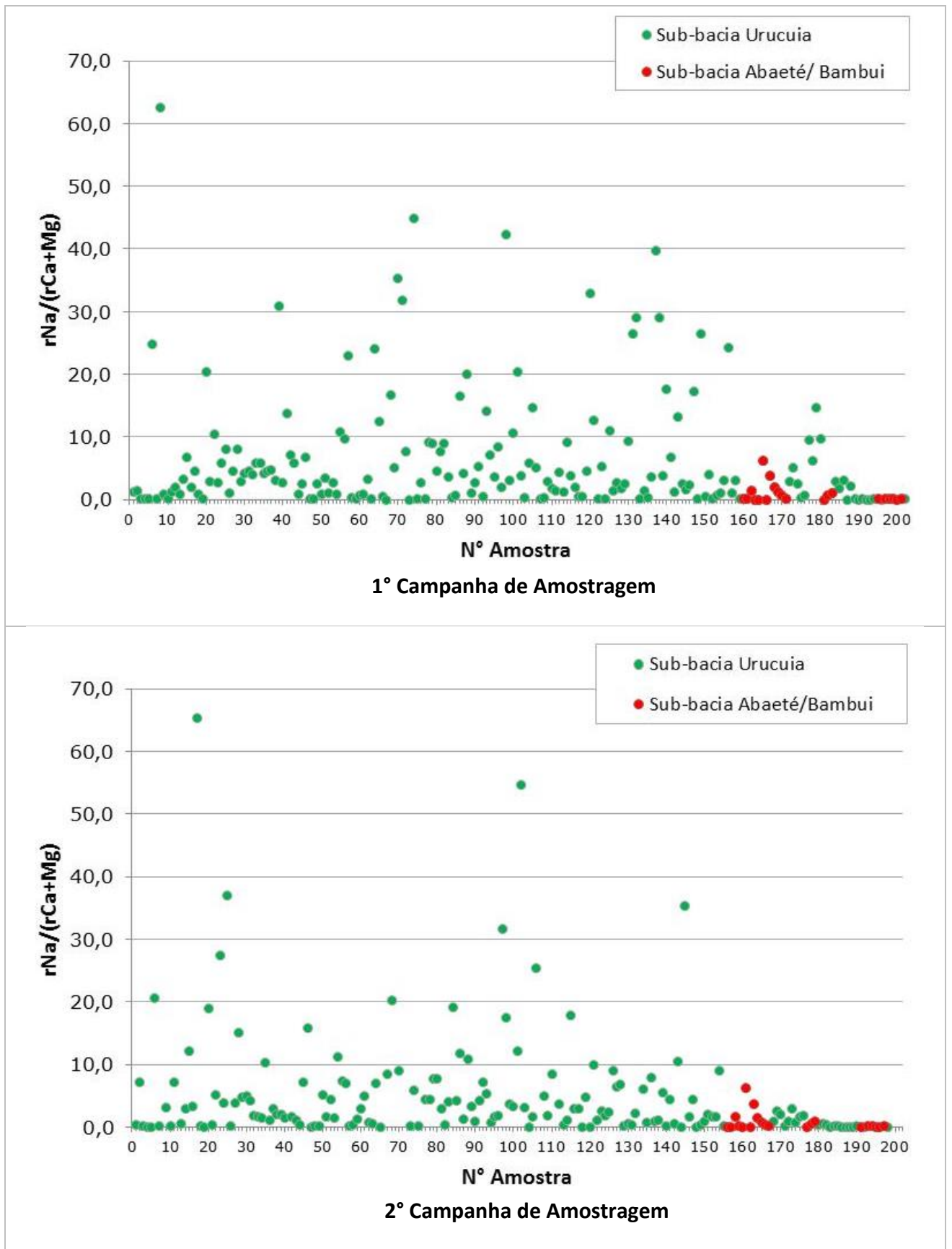


Figura 2.22 - Razões $rNa^+/(rCa^{2+} + Mg^{2+})$ para as águas dos SAU e SAA (1ª. e 2ª. campanhas de amostragem).

Em águas continentais, a razão $r\text{Cl}^-/r\text{HCO}_3^-$ geralmente apresenta valores que variam de 0,1 a 5, e em águas marinhas esses valores ficam entre 20 e 50 (CUSTÓDIO & LLAMAS, 1996). Observa-se na Figura 2.23 que essas razões para as amostras da área de estudo ficam entre 0 a 13,9, na primeira campanha, e entre 0 e 9,85, na segunda campanha, permanecendo aproximadamente 90% delas abaixo de 1. Este fato está relacionado à maior concentração de bicarbonato (HCO_3^-) em relação a cloreto (Cl) nas amostras de água.

Os maiores valores para a razão $r\text{Cl}^-/r\text{HCO}_3^-$ podem estar relacionados à quantidade elevada de cloreto oriunda de possível contaminação antrópica. A amostra U32 apresenta o maior valor da razão $r\text{Cl}^-/r\text{HCO}_3^-$, 43,31 e 96,48, na primeira e segunda campanhas, respectivamente; esse valor está relacionado à alta concentração de cloreto encontrado nas amostras, 31,2 mg/L e 21,3 mg/L (1ª. e 2ª. campanhas de amostragem, respectivamente), provavelmente devido a alguma contaminação.

Os resultados de amostras de água coletadas na região dos grupos Areado e Bambuí seguem o mesmo padrão da maioria das amostras do SAU, ficando todas abaixo de 1, devido à baixa concentração de cloreto (Cl) em relação ao bicarbonato (HCO_3^-), fato comum em águas subterrâneas (Figura 2.23).

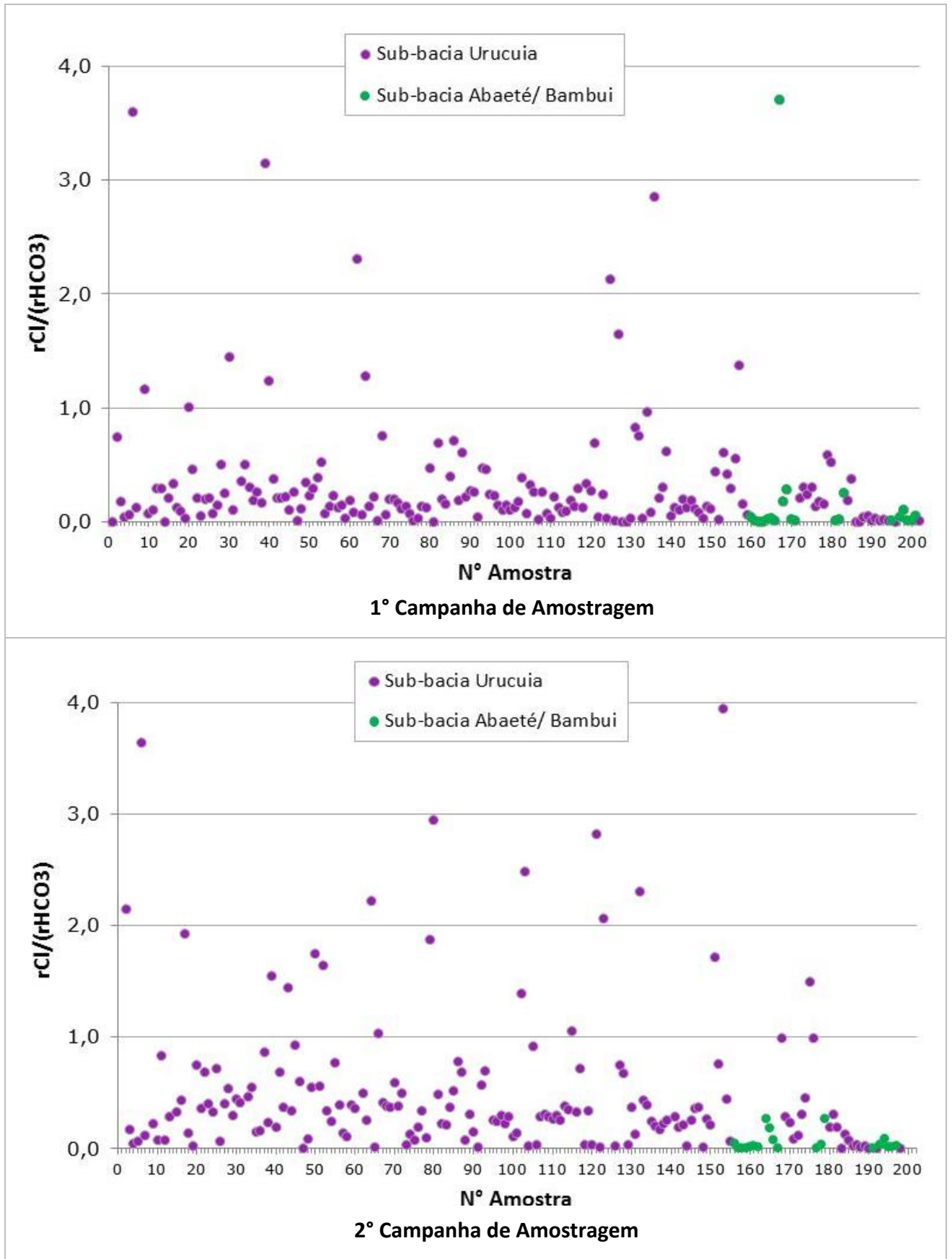


Figura 2.23 - Valores de $rCl/rHCO_3^+$ para as águas dos SAU e SAA (1ª. e 2ª. campanhas de amostragem).

O Índice de Troca de Bases (ITB) permite avaliar o grau de troca iônica ocorrido na água, com base nas relações entre os seus íons. O ITB foi calculado por meio da razão entre as concentrações de metais alcalinos e ânions principais, conforme equação:

$$ITB = \frac{rCl - r(Na + K)}{r(SO_4 + HCO_3 + NO_3)}$$

Os valores de ITB variam de +2,4 a -1,1 para as amostras de água do SAU da primeira campanha, e de -18,28 a +1,52, para as amostras da segunda campanha, sendo que somente as amostras U12 (Luis Eduardo Magalhães/BA) e U28 (Barreiras/BA) apresentam valores abaixo de -3 (segunda campanha), fato provavelmente relacionado à baixa concentração iônica das amostras.

A maioria das amostras ficou entre +0,5 e -0,5 (Figura 2.24), o que se deve à maior concentração do íon HCO_3 . As amostras com valores abaixo de -0,5 são explicadas pela maior quantidade de sódio e potássio em relação ao cloreto, verificado na maioria das amostras.

Amostras com valores positivos de ITB têm influência maior do íon cloreto. As amostras U32 (Formosa do Rio Preto/BA), U62 (Barreiras/BA) e U81 (Formosa do Rio Preto /BA) (1ª. campanha) e U32 (Formosa do Rio Preto/BA) e U62 (Barreiras/BA) (2ª. campanha) possuem valores acima de +1 e apresentam maior quantidade desse íon em relação aos demais, podendo ser associadas à contaminação antrópica. As amostras U8 (Baianópolis/BA) e U130 (Barreiras do Piauí/PI) (1ª. campanha) e U8 (Baianópolis/BA), U12 (Luis Eduardo Magalhães/BA), U25 (Formosa do Rio Preto/BA), U28 (Barreiras/BA), U65 (São Desiderio/BA) e U72 (São Desiderio/BA) (2ª. campanha) apresentam valores abaixo de -1, devidos à maior concentração de sódio e potássio em relação ao cloreto. Os resultados de ITB de amostras de água coletadas na região dos grupos Areado e Bambuí variam de -0,9 a +0,01, na primeira e segunda campanhas, sendo na maioria valores menores que 0 (Figura 2.24). No geral, a baixa concentração iônica influencia os resultados.

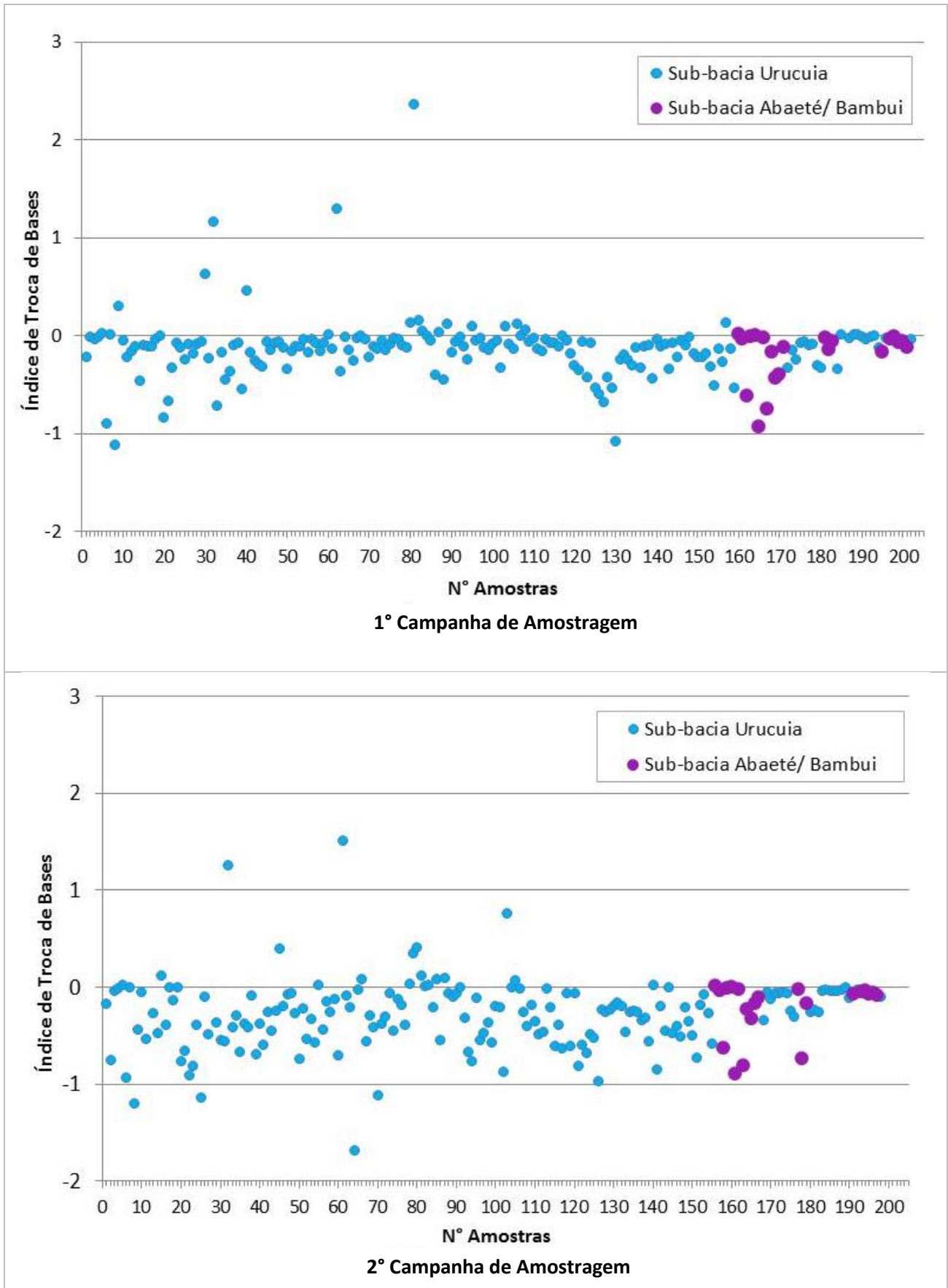


Figura 2.24 - Índices de Troca de Bases para as águas dos SAU e SAA. (1º e 2º campanhas de amostragem).

2.3.6 Análise Termodinâmica

Para execução dos cálculos de especiação das fases aquosas e do estado de saturação das fases minerais foi utilizado o programa *Phreeqc*. Esse programa contém algoritmos que calculam o equilíbrio e a distribuição das espécies aquosas orgânicas e inorgânicas presentes em águas naturais. O processamento consiste na resolução de um sistema de equações que envolvem a lei de ação de massas, oxirredução e balanço de massas, segundo o modelo de associação iônica da fase aquosa. As análises químicas foram inseridas como dados de entrada no programa, em condições de pressão de 1 bar e à temperatura medida no campo. O programa foi utilizado para cálculos de especiação de íons e índice de saturação de minerais.

Para calcular a distribuição das espécies aquosas de uma dada amostra de água, a temperatura e pH específicos, são utilizadas as equações de ação e balanço de massas. Por exemplo, para a dissociação do carbonato de cálcio, a equação de ação de massas é:

$$K_{CaHCO_3^+} = \frac{m_{Ca^{2+}} \times \gamma_{Ca^{2+}} \times m_{CO_3^{2-}} \times \gamma_{CO_3^{2-}}}{m_{CaCO_3} \times \gamma_{CaCO_3}}$$

onde, m e γ são, respectivamente, a molalidade e o coeficiente de atividade da espécie subscrita, e K é a constante de dissociação da espécie subscrita. A equação de balanço de massa é:

$$m_{i,t} = \sum_j n_{i,j} m_j$$

onde, $m_{i,t}$, $n_{i,j}$ e m_j são, respectivamente, molalidade (analítica ou total) do componente i , coeficiente estequiométrico do componente i na espécie j , e molalidade calculada da espécie j .

No cálculo de atividade das espécies dissolvidas, a atividade de cada elemento (a_i) é determinada pelo cálculo da equação:

$$a_i = m_i \gamma_i$$

onde, m_i e γ_i são, respectivamente, molalidade e coeficiente de atividade da espécie i .

O cálculo do índice de saturação (ISat) é efetuado por meio do logaritmo da razão entre o IAP (*ion activity product*) e o K_{sp} (produto de solubilidade).

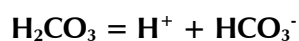
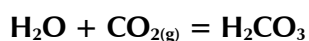
$$ISat = \log \frac{IAP}{K_{sp}}$$

Quando ISat for menor que zero, a amostra é subsaturada na fase mineral escolhida. Se a razão for igual a zero, a amostra estará em equilíbrio e, se for maior, estará supersaturada na fase mineral escolhida (NORDSTROM, 1985).

Equilíbrio em Carbonatos

Um dos principais processos que controlam o ciclo hidrogeoquímico global dos elementos é o intemperismo químico. Nesse ciclo, a água atua como reagente e agente transportador de componentes dissolvidos e particulados; a atmosfera se comporta como um reservatório de dióxido de carbono e oxidantes requeridos para a reação de intemperismo; a biota auxilia o processo de intemperismo, contribuindo com ácidos orgânicos e suprindo localmente, por decomposição, o aumento da concentração de CO₂ (STUMM, 1992),

O ácido carbônico é formado pela reação do gás carbônico com as moléculas de água. A dissociação pode ocorrer em duas campanhas, sendo um próton liberado em cada uma delas; esses prótons agem nos processos de dissolução dos minerais. As reações em que há consumo de H⁺ e ao mesmo tempo concentração de CO₂ são fundamentais no controle da alcalinidade da água.



A origem do bicarbonato das amostras do SAU está relacionada ao gás carbônico oriundo das chuvas e do solo, podendo também estar relacionada à dissolução de carbonatos (calcita) e de feldspatos. A maioria das amostras apresenta valores baixos de alcalinidade.

Na Figura 2.25 observa-se que o índice de saturação da calcita, em relação à condutividade elétrica, apresenta predominantemente condições de subsaturação para as amostras do SAU. Esse fato pode estar relacionado à influência do baixo teor de CO₂ atmosférico, uma vez que o aquífero é de natureza livre. As amostras que apresentam supersaturação em relação à calcita podem ser provenientes do Sistema Aquífero Bambuí ou de misturas de águas de outros aquíferos. Nota-se também que essas amostras supersaturadas possuem maior salinidade. Essa situação foi encontrada nas duas campanhas de amostragem.

Os índices de saturação encontram-se nos Anexos XI e XII, para a 1^a. e 2^a. campanhas de amostragem, respectivamente.

No equilíbrio em sistemas abertos (aquífero livre), a pressão de CO₂ é constante, com aporte contínuo devido à presença de CO₂ da atmosfera e, localmente, à degradação de matéria orgânica.

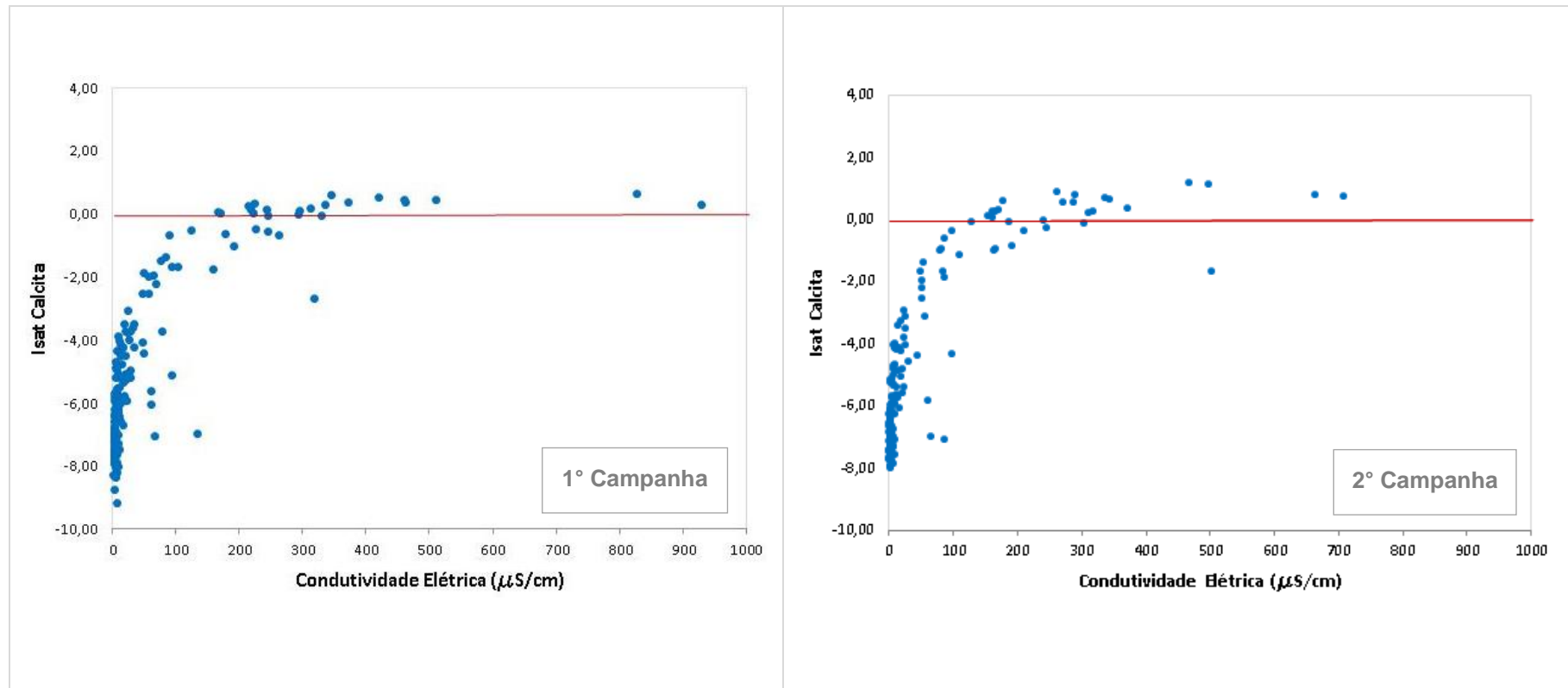
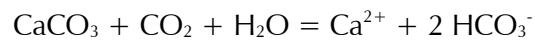


Figura 2.25 - Gráfico do índice de saturação em relação à calcita vs. condutividade elétrica (1ª. e 2ª. campanhas de amostragem).

A relação entre o Ca^{2+} e o HCO_3^- , mostrada na Figura 2.26, permite avaliar o equilíbrio do mineral calcita presente como arcabouço e/ou cimento nas formações rochosas entorno do SAU. A insaturação em relação ao mineral calcita nas águas subterrâneas do SAU (Figura 2.25) é evidente, pois todas amostras com condutividade elétrica abaixo de $100 \mu\text{S}/\text{cm}$ tem índice de saturação abaixo de zero. Amostras que se encontram próximas da linha de dissolução da calcita são indicativos de contribuição de águas oriundas de aquíferos pré-SAU (Figura 2.26).

A linha de dissolução foi plotada considerando-se a equação:



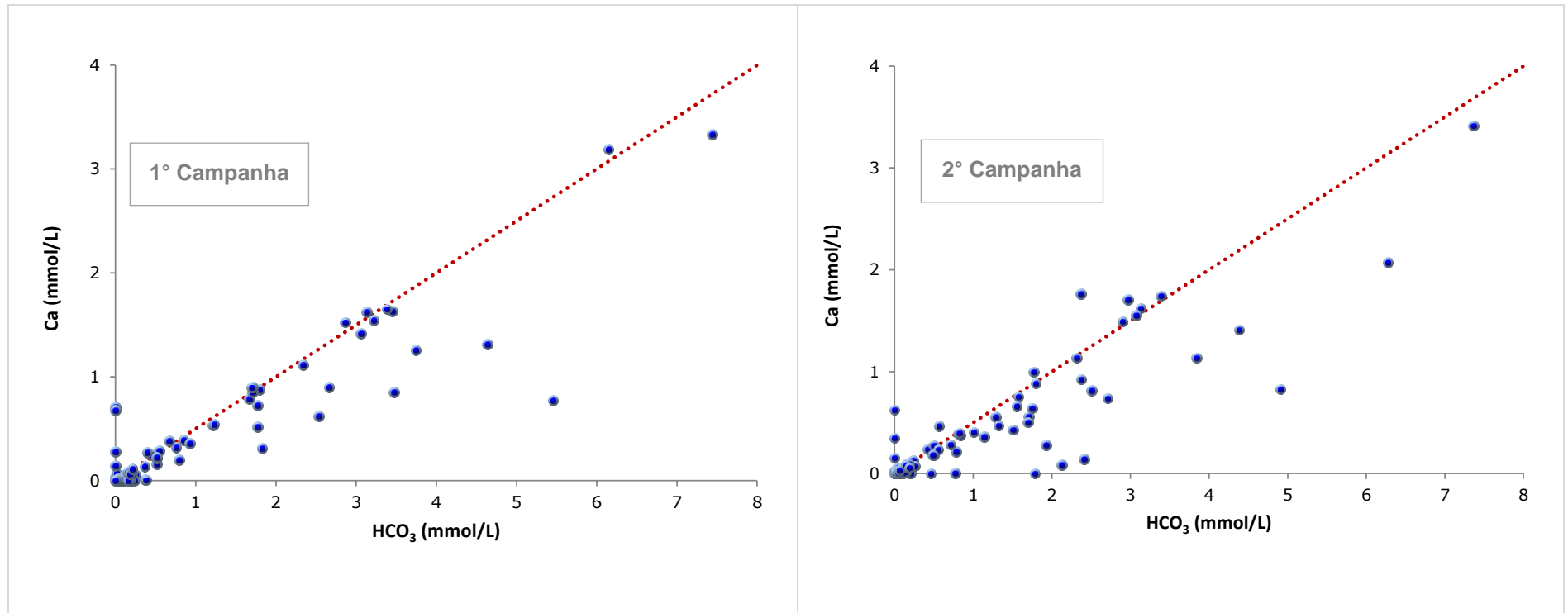
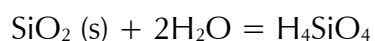


Figura 2.26 - Concentração de cálcio versus bicarbonato nas águas do SAU (1ª. e 2ª. campanhas de amostragem).

Equilíbrio em Sílica

A maior parte da sílica dissolvida em água resulta da reação com minerais silicáticos. Esse processo é irreversível e a sílica dissolvida é controlada por fatores cinéticos nos processos de dissolução, adsorção ou precipitação eodiagenética (HEM, 1985). A concentração observada costuma ser maior que a constante de dissolução para o quartzo, e menor que a constante de dissolução da sílica amorfa, o que sugere, segundo Hem (1985), que outros processos (e não somente a dissolução do quartzo) controlam sua solubilidade, tais como a dissolução de feldspatos, os processos de adsorção, precipitação de minerais secundários e a baixa cinética das reações.

A alteração de minerais silicáticos é lenta, resultando mudanças mais graduais e menos evidentes na química da água, em relação a aquíferos carbonáticos (APPELO & POSTMA, 2005). A reação cinética é simplificada na equação:



Nas águas do Sistema Aquífero Urucuia pode-se observar que há predomínio de subsaturação em relação ao quartzo, principalmente nas amostras com condutividades elétricas menores que 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Figura 2.27). Algumas amostras com baixa salinidade apresentaram-se supersaturadas em relação ao quartzo, caracteristicamente às águas rasas do aquífero, observados nas duas campanhas de amostragens. De qualquer maneira, a aglomeração dos valores de I_{sat} próximo do zero (saturação) é coerente com a prevalência de quartzo no arcabouço mineralógico do aquífero. Níveis silicosos, reportados nas rochas do Grupo Urucuia correspondem àqueles em que a supersaturação favoreceu a precipitação de quartzo na forma de cimento.

Em condições superficiais do aquífero, a supersaturação é frequente, entretanto não necessariamente ocorre precipitação devido às baixas temperaturas e ao fluxo contínuo de águas subterrâneas. Ou seja, as condições de supersaturação das amostras não implicam na precipitação de sílica (BJORLYKKE & EGEBERG, 1993). Em relação à calcedônia, há predomínio de subsaturação nas amostras (Figura 2.28).

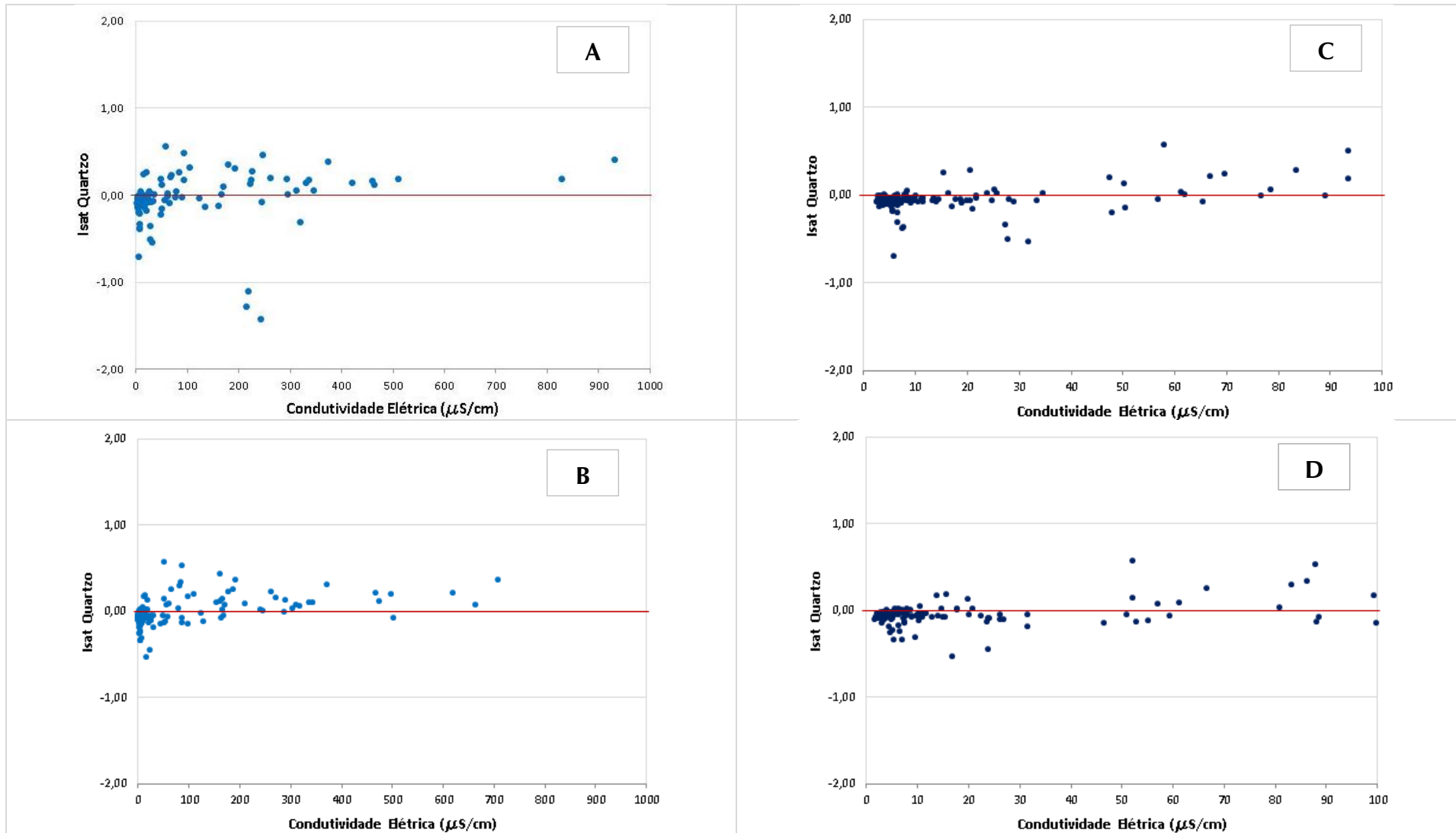


Figura 2.27 - Índices de saturação em relação ao quartzo (A: 1ª. campanha de amostragem; B: 2ª. campanha de amostragem). Detalhes das amostras com CE até 100 $\mu\text{S/cm}$ (C: 1ª. campanha de amostragem; D: 2ª. campanha de amostragem).

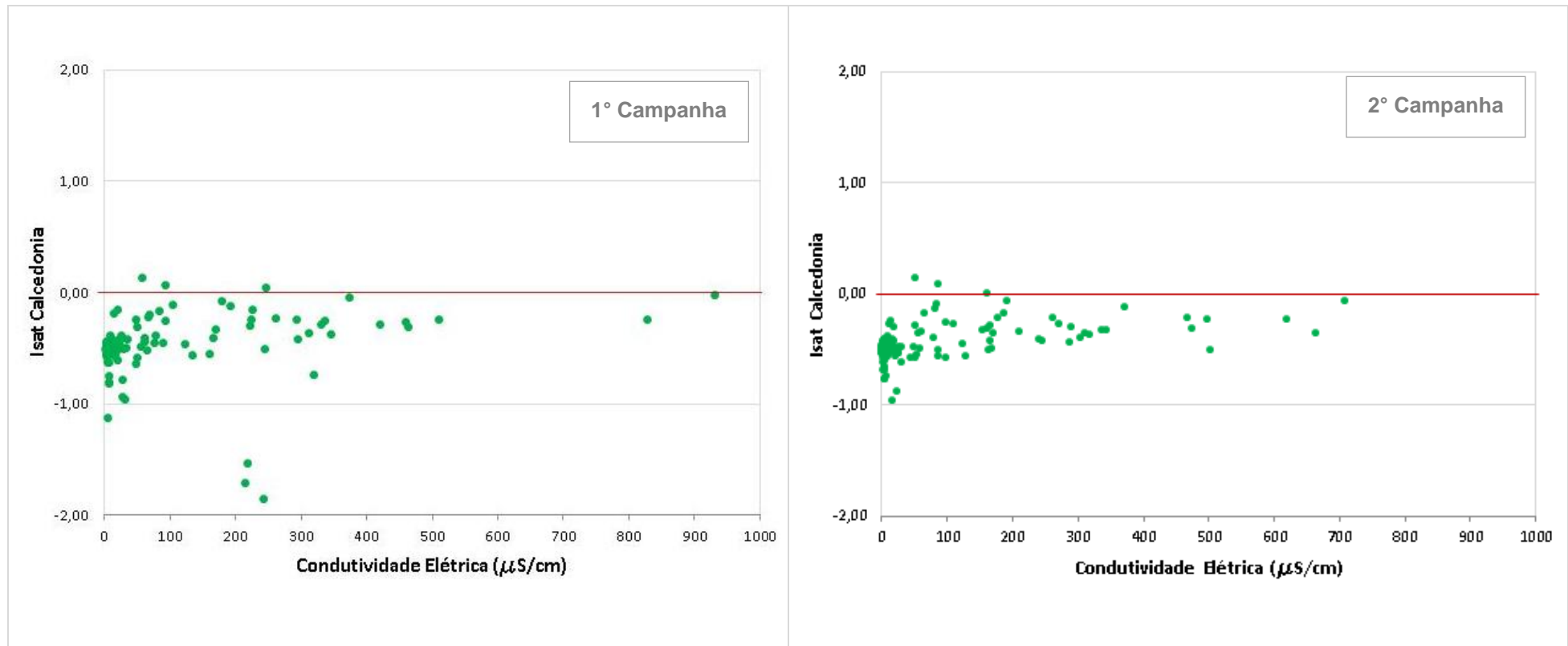


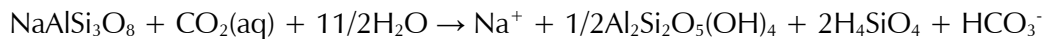
Figura 2.28 - Índice de saturação em relação à calcedônia (1ª. e 2ª. campanhas de amostragem).

Argilominerais

A origem dos argilominerais está relacionada às reações incongruentes de minerais silicáticos detríticos com a água, o que resulta na liberação de cátions, sílica e/ou bicarbonato, e formação de minerais autigênicos. A combinação das condições hidrológicas com a taxa das reações determina os produtos gerados (APPELO & POSTMA, 2005).

Nas unidades litoestratigráficas que compõem o Sistema Aquífero Urucuia, o arcabouço detrítico é dominado por quartzo e, em quantidades menores, feldspatos. Já a caulinita é o mineral predominantemente encontrado na matriz e/ou no cimento.

As Figuras 2.29 a 2.31 apresentam os diagramas de equilíbrio entre feldspatos e minerais de alteração, nas duas campanhas de amostragens. A principal reação de transformação do feldspato em caulinita está representada pela equação.



Feldspato

Caulinita

Nos diagramas de equilíbrio NaO-Al₂O₃-SiO₂-H₂O e CaO-Al₂O₃-SiO₂-H₂O (Figuras 2.29 e 2.30), as amostras coletadas na área de estudo estão dentro do campo de estabilidade da caulinita, fato que se confirma com a presença de caulinita nas lâminas de rochas descritas do SAU.

No diagrama de estabilidade K₂O-Al₂O₃-SiO₂-H₂O (Figura 2.31), as amostras também estão situadas no campo de estabilidade da caulinita, o que pode indicar origem a partir da alteração também do feldspato potássico.

Não existem diferenças expressivas entre as amostras coletadas em nascentes e poços e, a mesma tendência de distribuição permaneceu nas duas campanhas de amostragens.

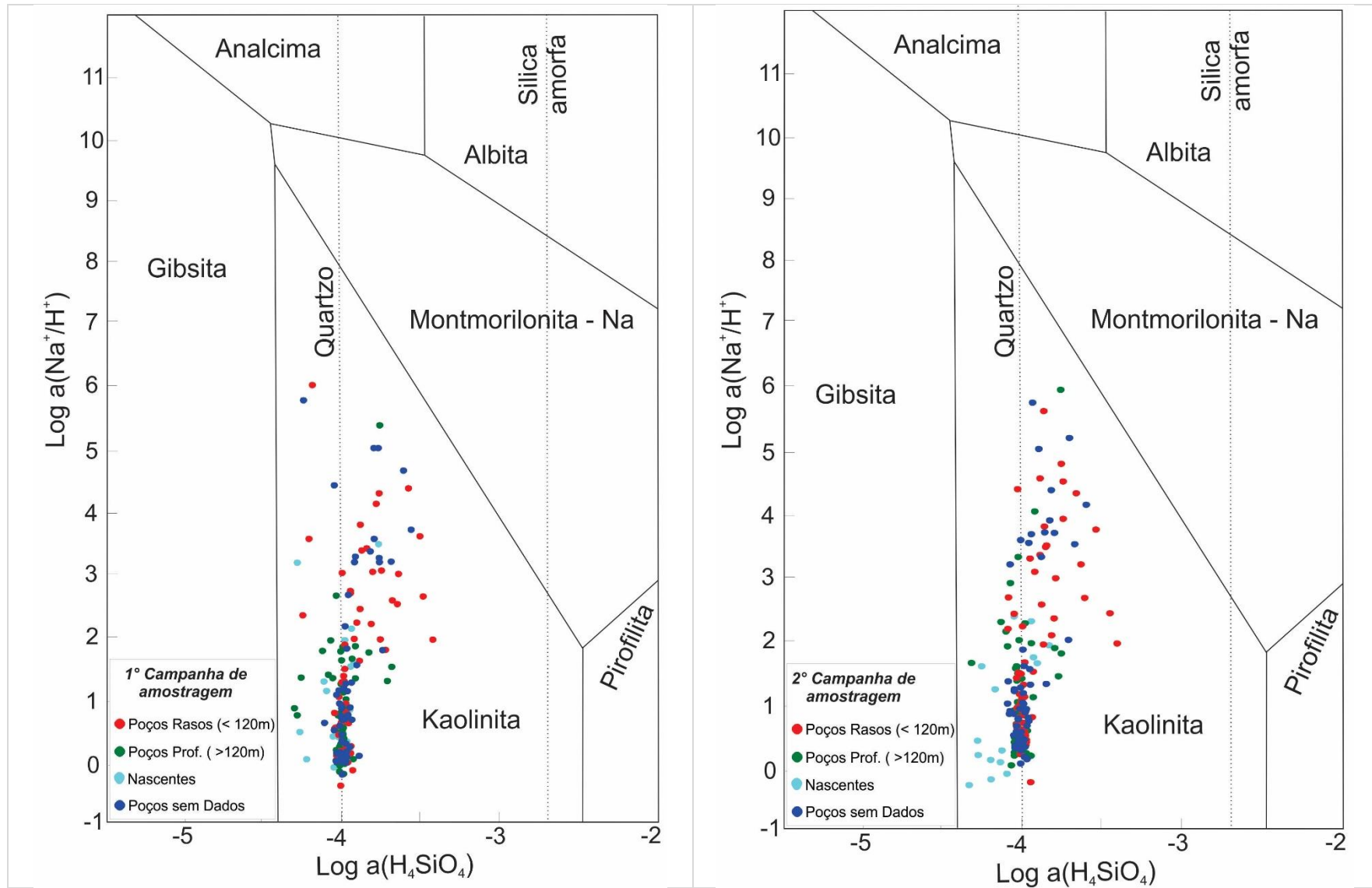


Figura 2.29 - Diagrama de estabilidade NaO-Al₂O₃-SiO₂-H₂O (25°C) - (1ª. e 2ª. campanhas de amostragem).

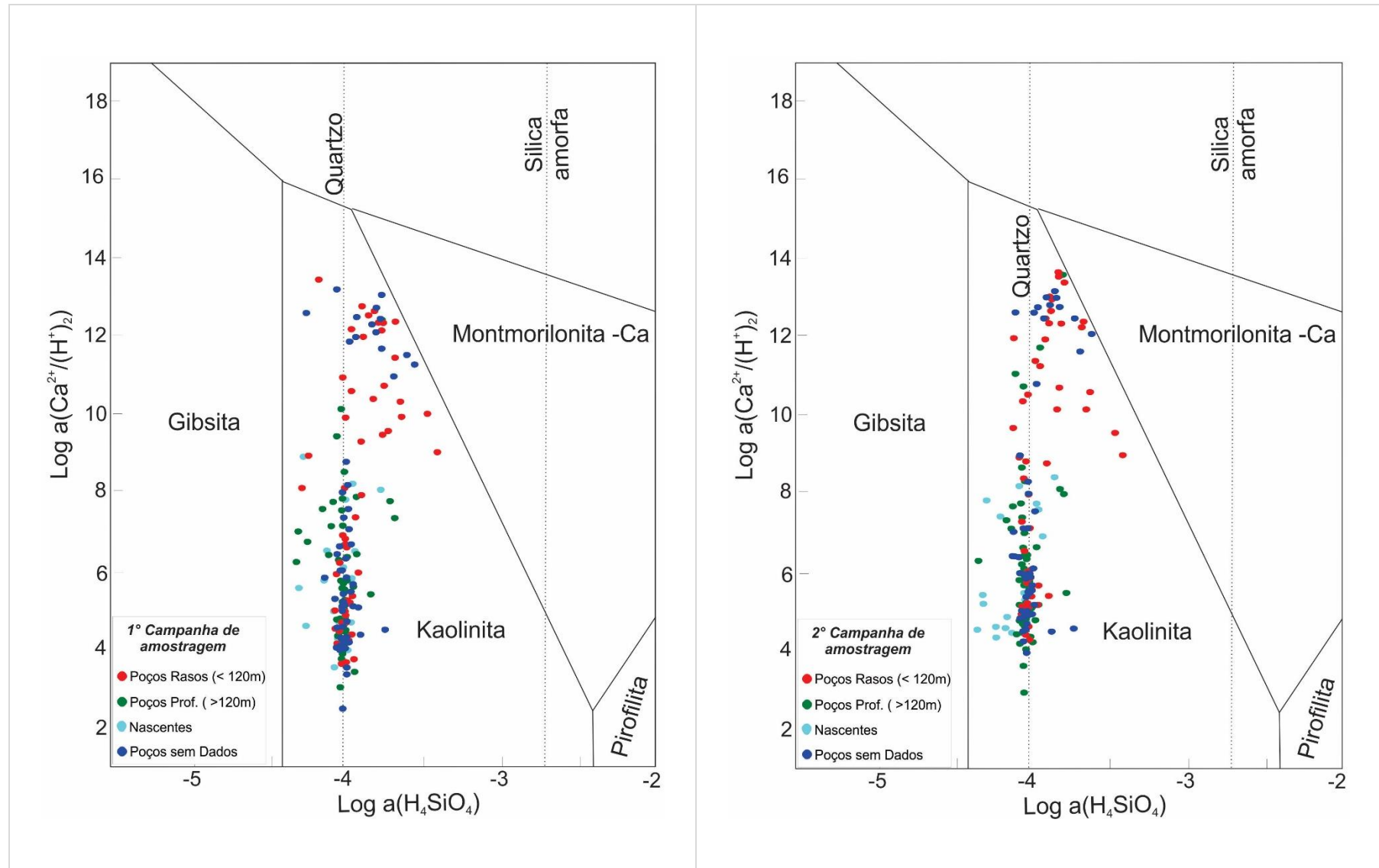


Figura 2.30 - Diagrama de estabilidade $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$ (25°C) - (1ª. e 2ª. campanhas de amostragem).

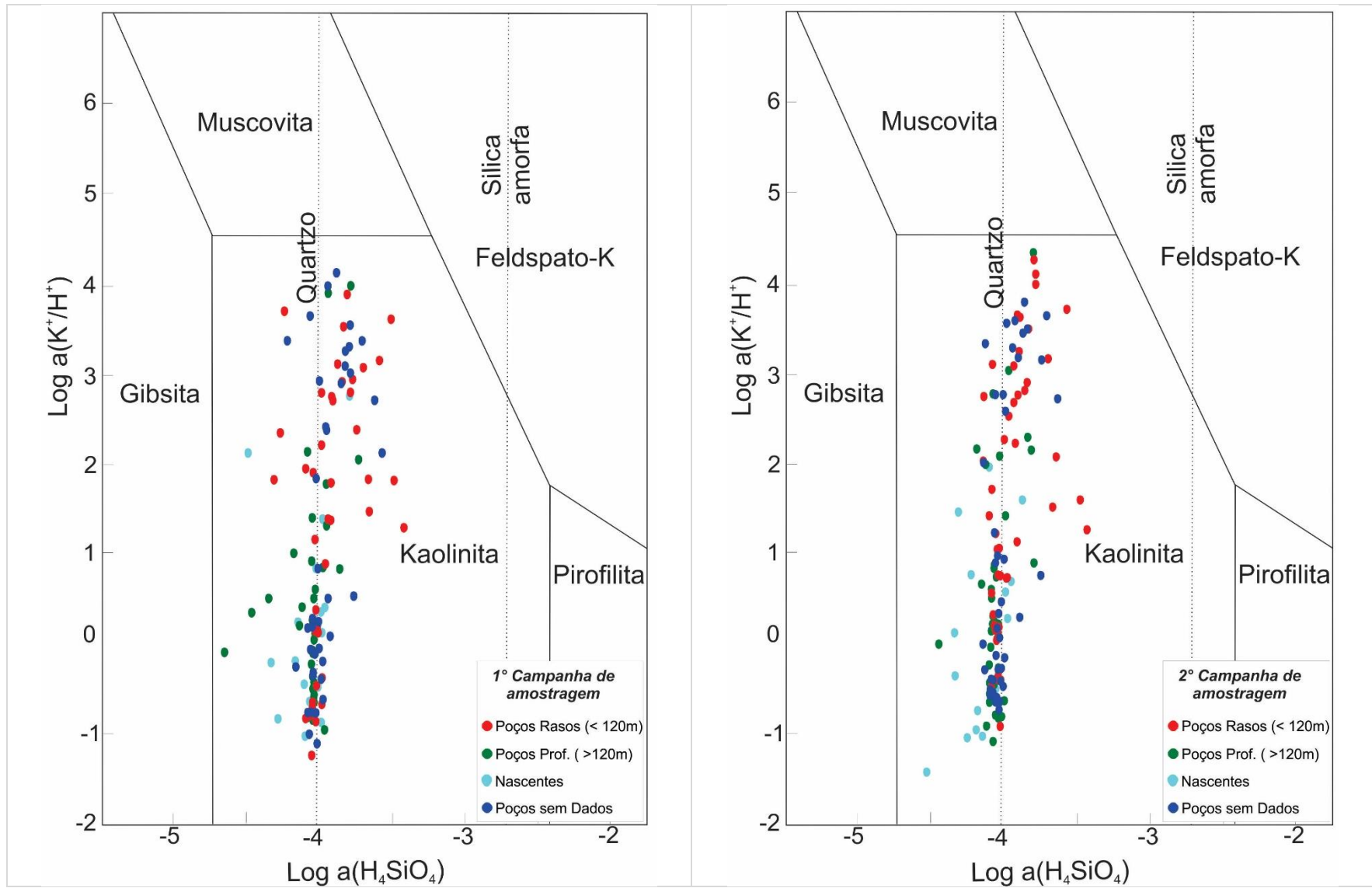


Figura 2.31 - Diagrama de estabilidade $K_2O-Al_2O_3-SiO_2-H_2O$ (25°C) - (1ª. e 2ª. campanhas de amostragem).

2.4 MAPAS DE ZONEAMENTO HIDROGEOQUÍMICO DO SAU

Os resultados dos principais parâmetros físico-químicos obtidos neste estudo foram analisados quanto à sua distribuição espacial, por meio de mapas de isovalores gerados pelo programa *ArcGis*. Foram utilizadas somente as amostras enquadradas no Grupo 1, localizadas na Sub-bacia Urucuia, que reúne a maioria das águas representativas do SAU. As principais concentrações iônicas foram expressas em mg/L, e a condutividade elétrica em $\mu\text{S}/\text{cm}$. Os parâmetros analisados foram: condutividade elétrica, pH, alcalinidade (HCO_3^-), sódio, cálcio, cloreto, nitrato, N-NH_3 , sulfato, ITB e SAR.

Cabe ressaltar que as amostras U188 e U202 (Chapada Gaucha/MG), coletadas na segunda campanha de amostragem, tiveram valores diferentes dos obtidos na primeira campanha. Assim, para plotagem dos mapas de isovalores, essas duas amostras foram descartadas para não influenciarem os resultados. Os diferentes valores apresentados nas duas campanhas podem ser atribuídos a dois motivos: a) contaminação durante a coleta; b) maior contribuição do Aquífero Bambuí, como evidenciado pelos altos valores de HCO_3^- , Ca^{2+} e Mg^{2+} .

Os menores valores de condutividade elétrica estão distribuídos próximos à borda oeste da área estudada, onde estão as maiores espessuras do SAU (Figura 2.32). Já os maiores valores situam-se na porção leste da área e devem estar relacionados a amostras de água com contribuição do Aquífero Bambuí.

Resultados anômalos são observados em alguns pontos na borda oeste (U32, U39, U107 e U190), com condutividades elétricas variando de $56,9 \mu\text{S}/\text{cm}$ a $134 \mu\text{S}/\text{cm}$. As amostras U32 e U39, da primeira campanha de coleta, apresentam também valores altos de cloreto (31 mg/L e $15,9 \text{ mg/L}$, respectivamente), indicativos de possível contaminação antrópica; na segunda campanha de amostragem, apenas a U32 apresenta valor elevado para esse íon ($21,3 \text{ mg/L}$), ao passo que as amostras U107 e U190 apresentam valores altos de bicarbonato e cálcio. A mesma tendência de distribuição de condutividade elétrica é observada nas duas campanhas de amostragens.

Os mapas de isovalores de pH (Figura 2.33) mostram tendência de aumento do pH na direção das bordas leste e sul da Sub-bacia Urucuia, com alguns valores relativamente mais elevados em pontos isolados no âmbito do aquífero. A distribuição dos valores de pH mantém correlação positiva com a distribuição dos valores de alcalinidade apresentados na Figura 2.34. O aumento de pH na direção dos bordos leste e sul do aquífero está provavelmente relacionado à mistura com águas provenientes do Aquífero Bambuí. O mesmo acontece com a alcalinidade, que aumenta nas bordas leste e sul da área estudada, com pontos anômalos na borda oeste da sub-bacia (U107 e U190). Não houve diferenças expressivas dos valores de pH e alcalinidade (HCO_3^-) nas duas campanhas de coletas.

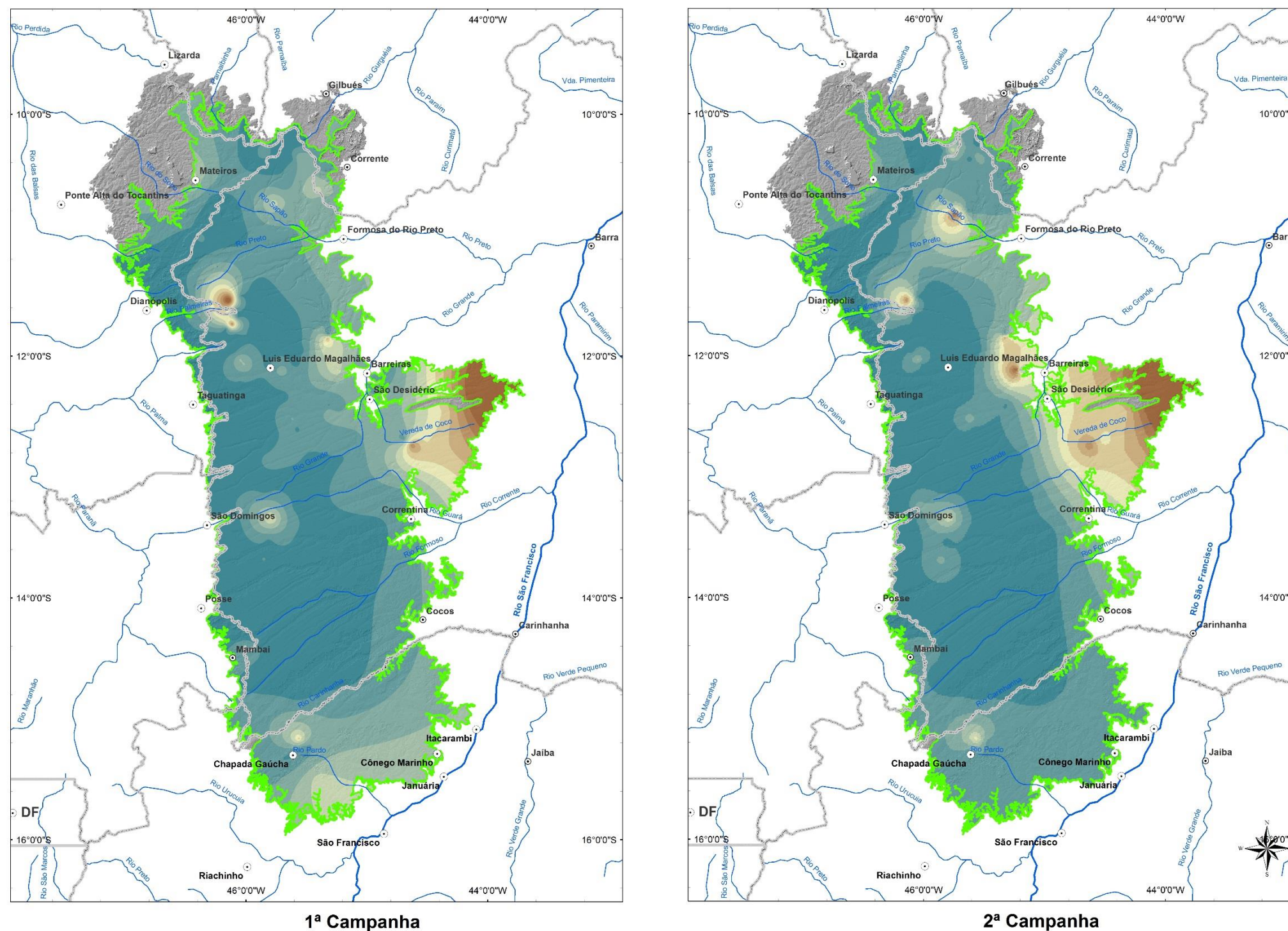


Figura 2.32 - Mapa de isovalores de Condutividade Elétrica do Sistema Aquífero Urucuia (Grupo 1) – 1ª. e 2ª. campanhas de amostragem.

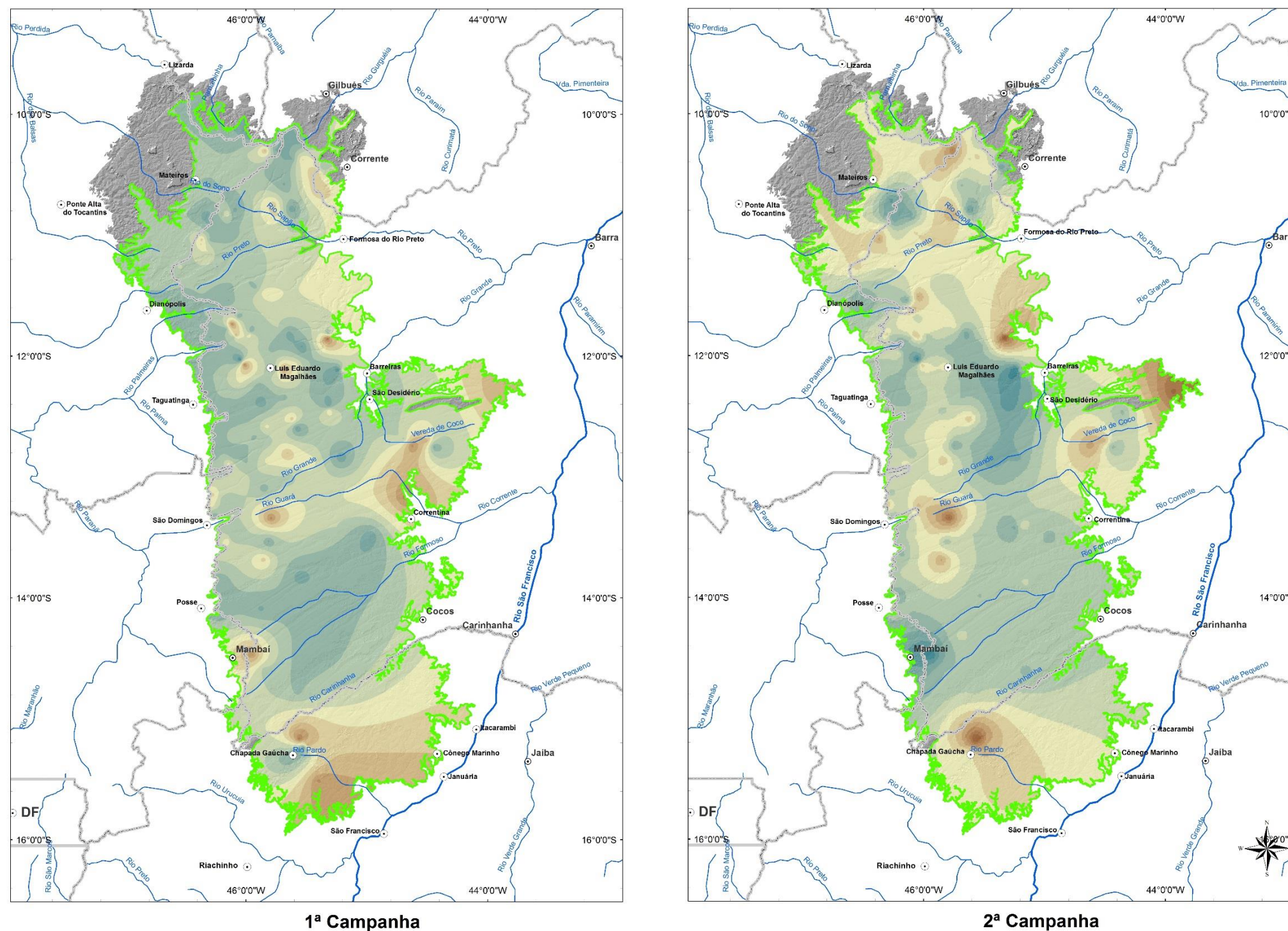
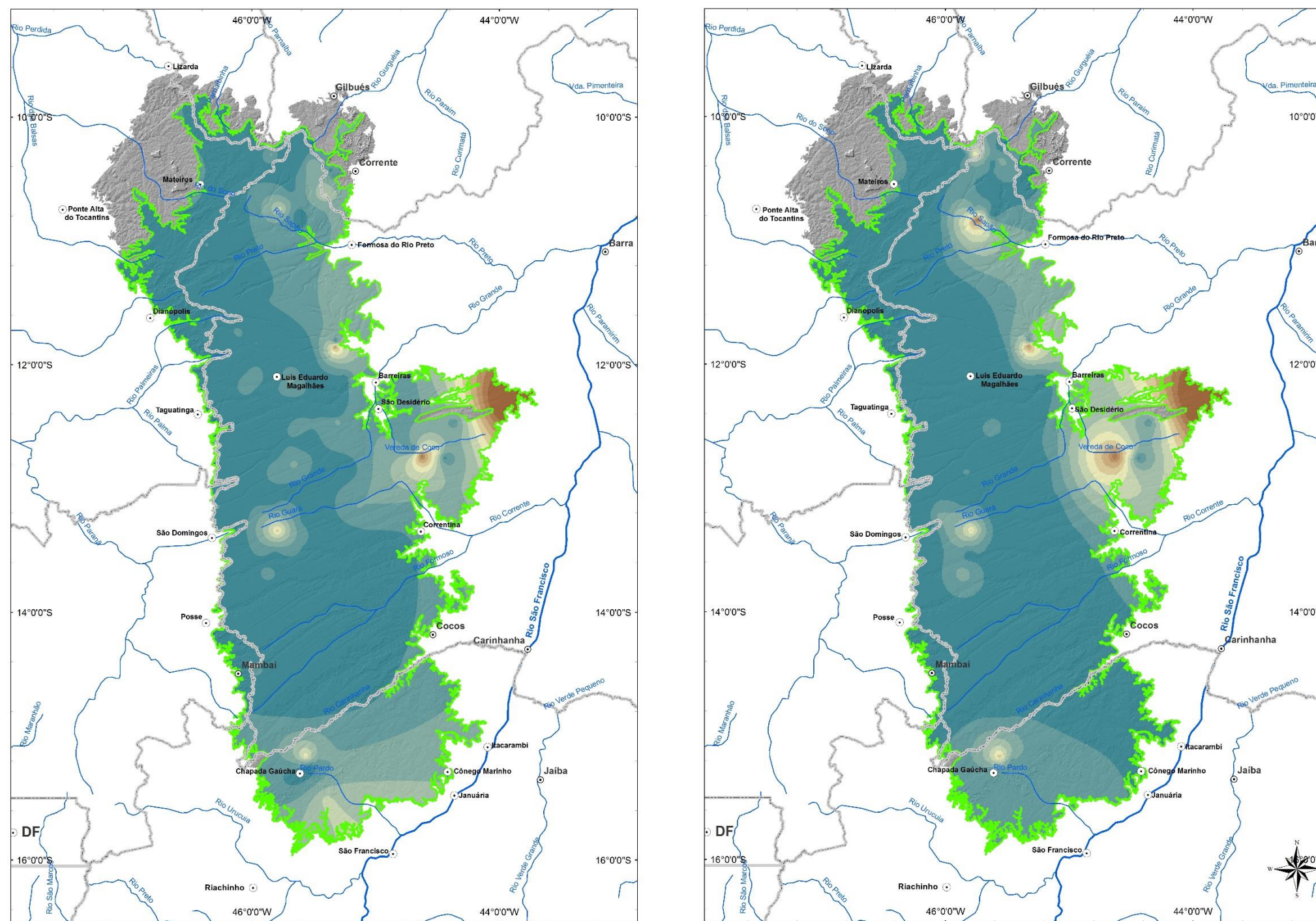


Figura 2.33 - Mapa de isovalores de pH do Sistema Aquífero Urucuia (Grupo 1) – 1ª. e 2ª. campanhas de amostragem.



1ª Campanha

2ª Campanha



Figura 2.34 - Mapa de isovalores de Alcalinidade (HCO_3) do Sistema Aquífero Urucuia (Grupo 1) – 1ª. e 2ª. campanhas de amostragem.

Os valores de sódio geralmente são baixos, menores que 1 mg/L (Figura 2.35). A distribuição dos valores de sódio mostra maior concentração deste elemento na porção leste, onde o SAU possui pequena espessura e assenta-se sobre o Grupo Bambuí. Um resultado anômalo (10,7 mg/L) foi observado na parte centro-norte da área (U39 – Barreiras/BA), na primeira campanha de amostragem, provavelmente relacionado com alguma contaminação; na segunda amostragem, esse valor caiu para 1,16 mg/L. Essa anomalia da primeira campanha é salientada no mapa de distribuição de Cloreto da Figura 2.37. Em geral, a distribuição de sódio permanece com a mesma tendência nas duas campanhas de amostragens, não apresentando diferenças expressivas.

Os mapas de isovalores de cálcio mostram que os maiores valores estão concentrados nas bordas leste e sul da área (Figura 2.36), onde o SAU possui pequena espessura e assenta-se sobre o Grupo Bambuí. Os teores de cálcio nas águas amostradas são predominantemente menores que 1 mg/L. Na porção central da área aparece um teor anômalo elevado de cálcio (U107), combinado com teores também relativamente elevados de alcalinidade e pH. A distribuição para o cátion cálcio segue semelhante nas duas campanhas de amostragens.

A Figura 2.37 apresenta a distribuição dos valores de cloreto. Geralmente as águas do SAU possuem concentrações menores do que 1 mg/L para este íon. Teores relativamente mais elevados de cloreto foram observados na borda leste, onde o substrato formado pelo Grupo Bambuí encontra-se próximo da superfície do terreno. As amostras U32 (poço – Formosa do Rio Preto/BA) e U39 (nascente – Barreiras/BA), coletadas na porção centro-norte da área, na primeira campanha de amostragem, apresentam teores mais elevados (31,2 mg/L e 15,9 mg/L), provavelmente relacionados à contaminação antrópica. Na segunda campanha, a amostra U39 não apresenta valor elevado para o íon cloreto (1,07 mg/L), enquanto a U32 segue com valor alto (21,3 mg/L). No geral, a tendência de distribuição segue padrão semelhante nas duas campanhas de coleta.

Os valores de nitrato estão abaixo de 0,5 mg/L nas amostras coletadas na área de pesquisa (Figura 2.38). Teores relativamente maiores ocorrem na borda noroeste da Sub-bacia Urucuia. Alguns pontos isolados, com teores também mais elevados, ocorrem na parte central e leste da bacia, e podem estar relacionados à contaminação antrópica. A mesma distribuição permanece nas duas campanhas de amostragem.

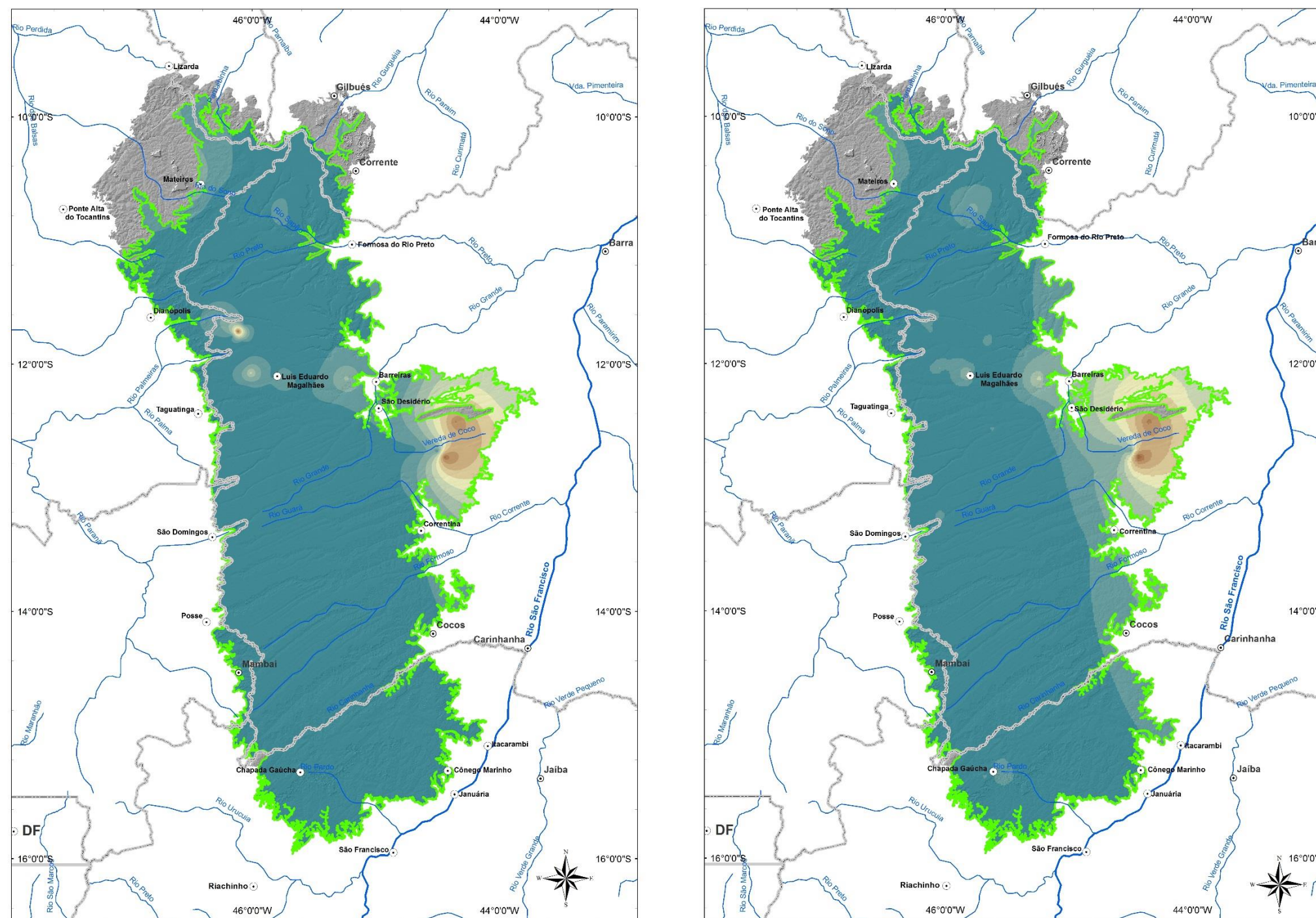
Os mapas de distribuição de isovalores de N-NH₃ segue a mesma tendência dos mapas de distribuição de nitrato, apresentando valores baixos, menores que 0,25 mg/L para as águas do SAU, com a presença de alguns pontos anômalos, principalmente na parte nordeste da área (Figura 2.39).

As concentrações de sulfato são predominantemente menores do que 0,1 mg/L, e os valores tendem a aumentar relativamente na porção leste. A amostra U39 apresenta teor alto deste íon em relação a outros pontos da borda oeste e área central do SAU, possivelmente relacionada à contaminação antrópica (Figura 2.40). Na segunda campanha, observa-se que na borda sudoeste da área aparecem dois pontos anômalos (U144 (nascente – Jaborandi/BA) e U186 (poço – Chapada Gaúcha/MG), sendo provavelmente relacionado à contaminação antrópica.

Os mapas de distribuição de isovalores de ITB são apresentados na Figura 2.41. A distribuição do ITB mostra predomínio de valores entre +0,5 e -0,5 em quase toda a área, devido à maior concentração do íon HCO_3 nas amostras, ocorrência comum nas águas subterrâneas.

Algumas porções isoladas da área apresentam valores positivos mais elevados. As amostras U32 e U62 (1ª. e 2ª. campanhas) e U81 (1ª. campanha) apresentam valores maiores que +1, devido a maior quantidade do íon cloreto em comparação aos demais íons relacionados com o índice de troca de bases (ITB), podendo-se associar estes valores a possível contaminação antrópica. De modo geral, as duas campanhas de amostragens não apresentam diferenças significativas entre elas.

Os valores de SAR (Razão Absorção de Sódio) são predominantemente menores que 2, ou seja, indicam águas com baixa concentração de sódio e boa qualidade para irrigação (Figura 2.42). A distribuição de valores de SAR mostra tendência de crescimento na direção da borda leste da área, onde o SAU possui as menores espessuras e o substrato é representado pelo Aquífero Bambuí. Observa-se na figura 2.42 que a distribuição dos valores de SAR, para as primeira e segunda campanhas de amostragens, não apresenta diferenças expressivas. Em algumas análises da porção central do SAU, U20 e U39 (1ª. campanha) e U12 e U105 (2ª campanha), valores elevados de SAR se devem a baixas concentrações de cálcio e magnésio.

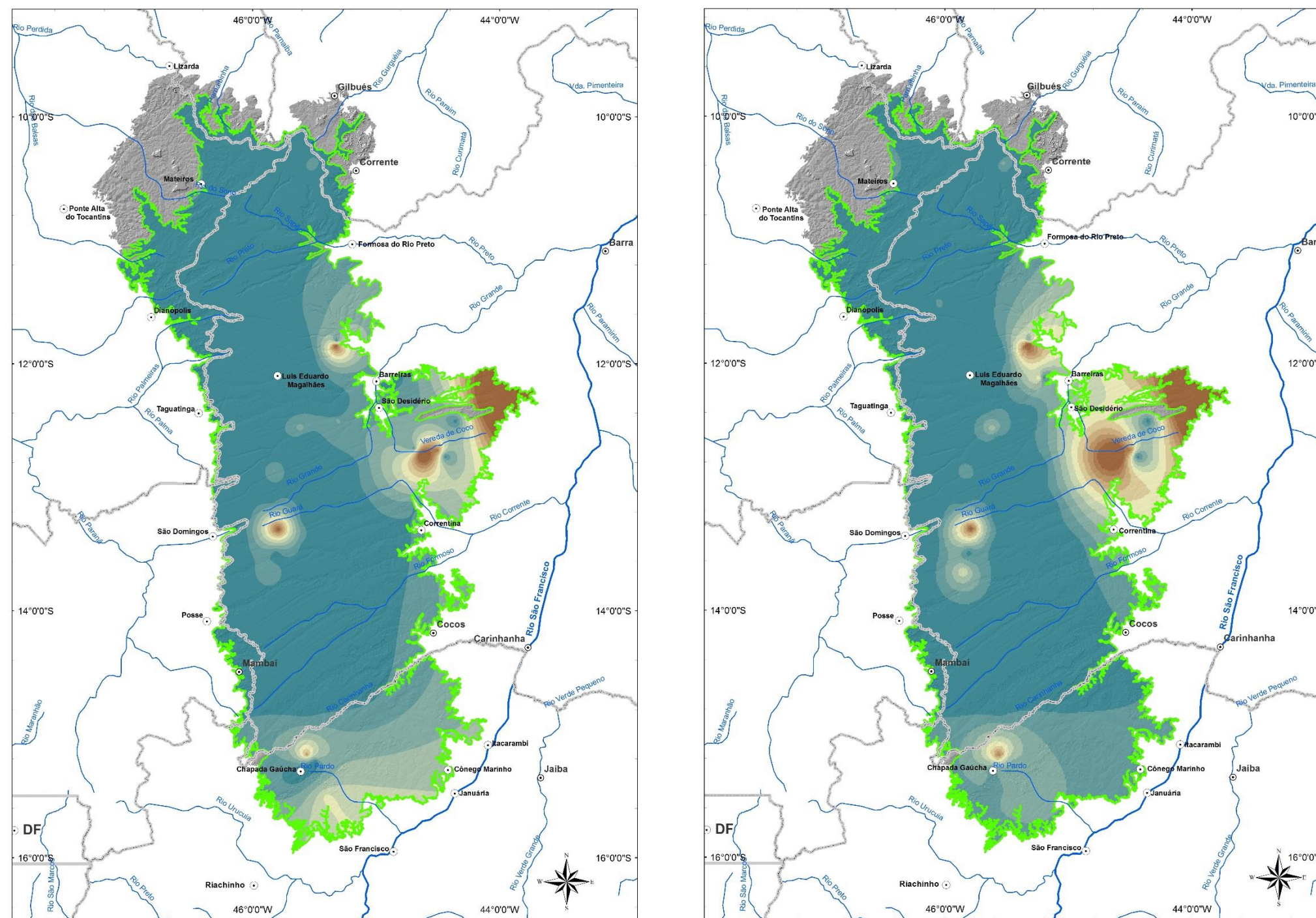


1ª Campanha

2ª Campanha



Figura 2.35 - Mapa de isovalores de sódio (Na) do Sistema Aquífero Urucuia (Grupo 1) – 1ª. e 2ª. campanhas de amostragem.

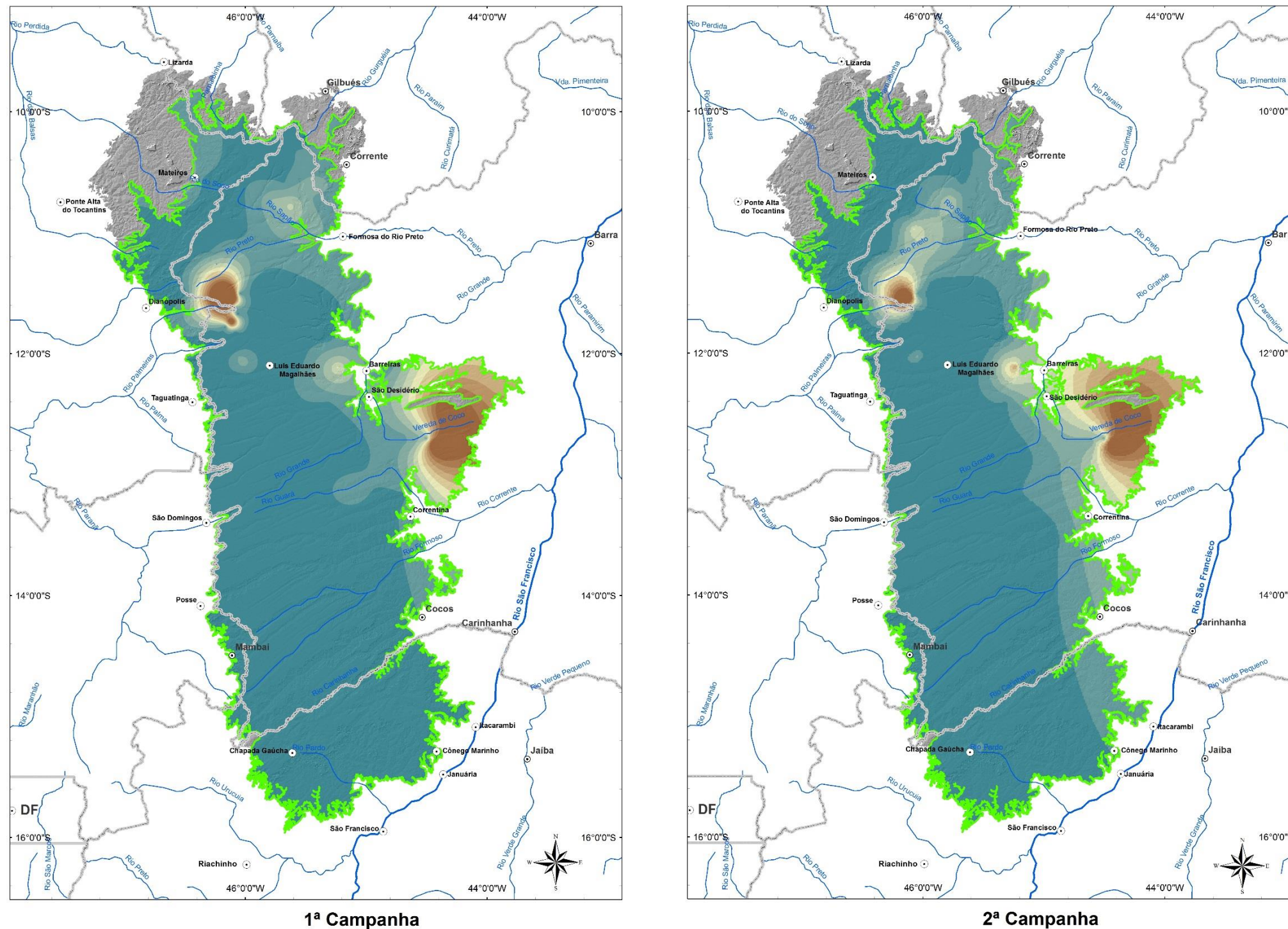


1ª Campanha

2ª Campanha



Figura 2.36 - Mapa de isovalores de cálcio (Ca) do Sistema Aquífero Uruçuia (Grupo 1) – 1ª. e 2ª. campanhas de amostragem.

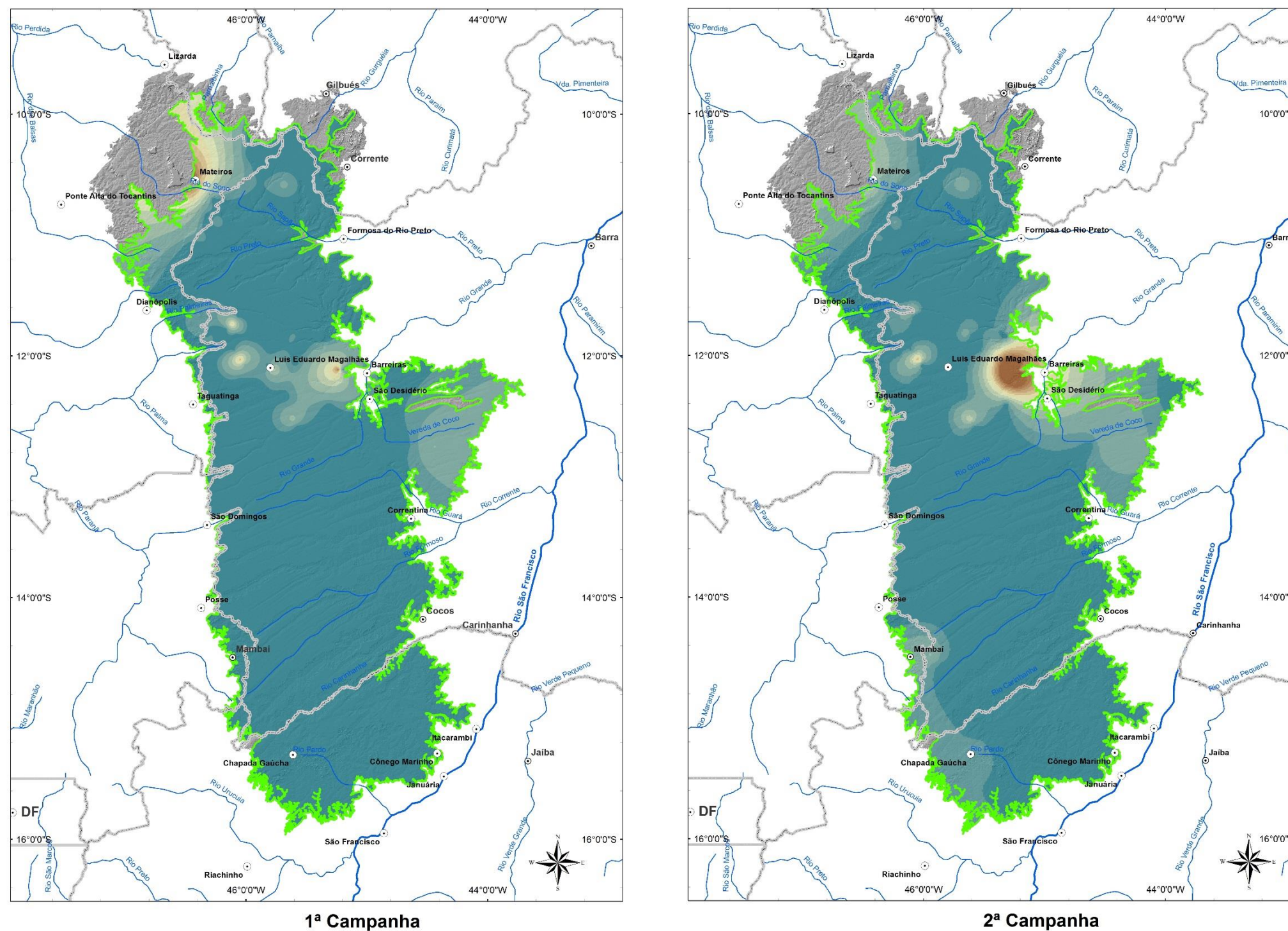


1ª Campanha

2ª Campanha



Figura 2.37 - Mapa de isovalores de cloreto (Cl) do Sistema Aquífero Urucua (Grupo 1) – 1ª. e 2ª. campanhas de amostragem.

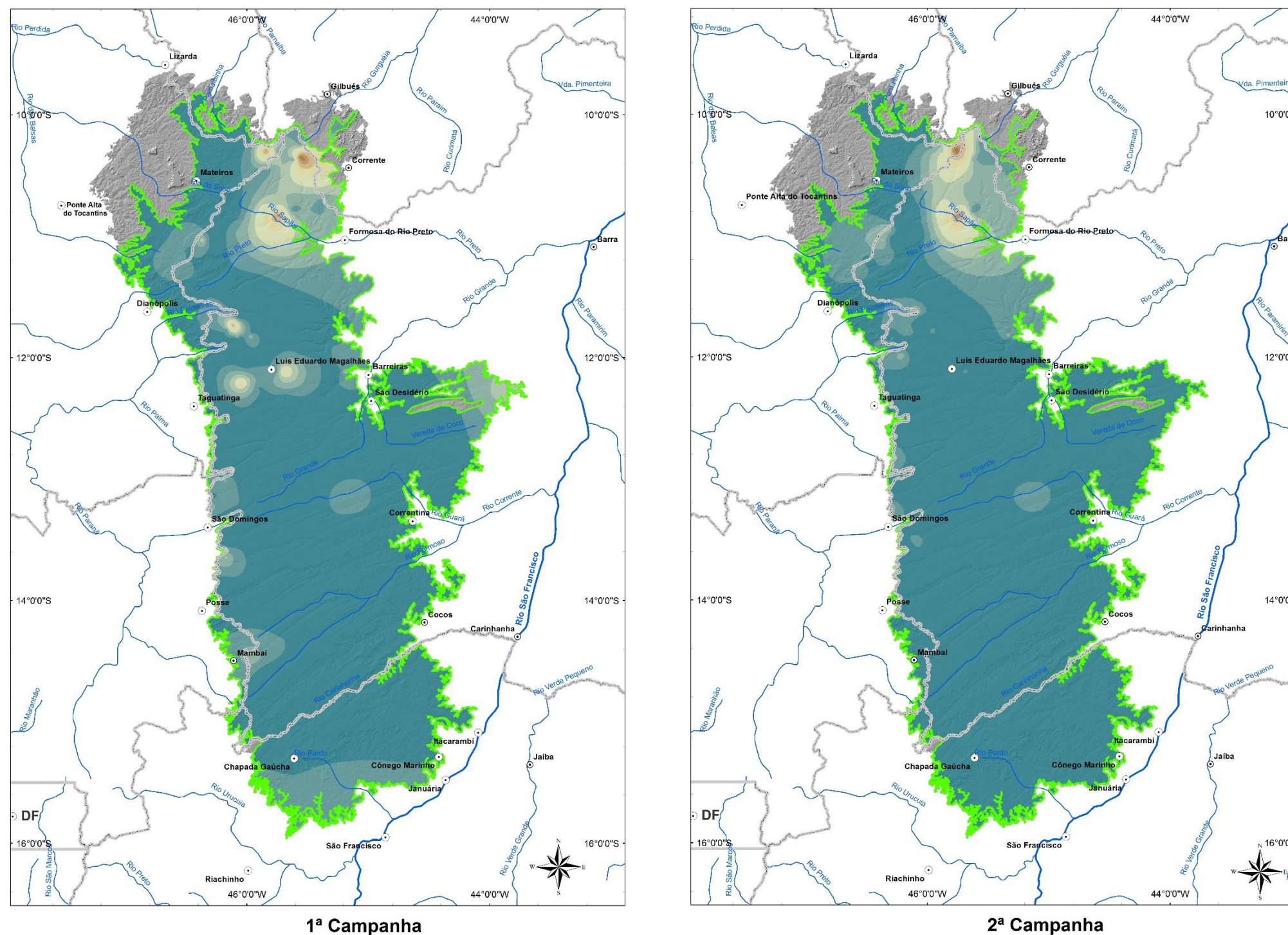


1ª Campanha

2ª Campanha



Figura 2.38 - Mapa de isovalores de nitrato (NO₃) do Sistema Aquífero Uruçuia (Grupo 1) – 1ª. e 2ª. campanhas de amostragem.



1ª Campanha

2ª Campanha



Figura 2.39 - Mapa de isovalores de N-NH₃ do Sistema Aquífero Uruçuia (Grupo 1) – 1ª. e 2ª. campanhas de amostragem.

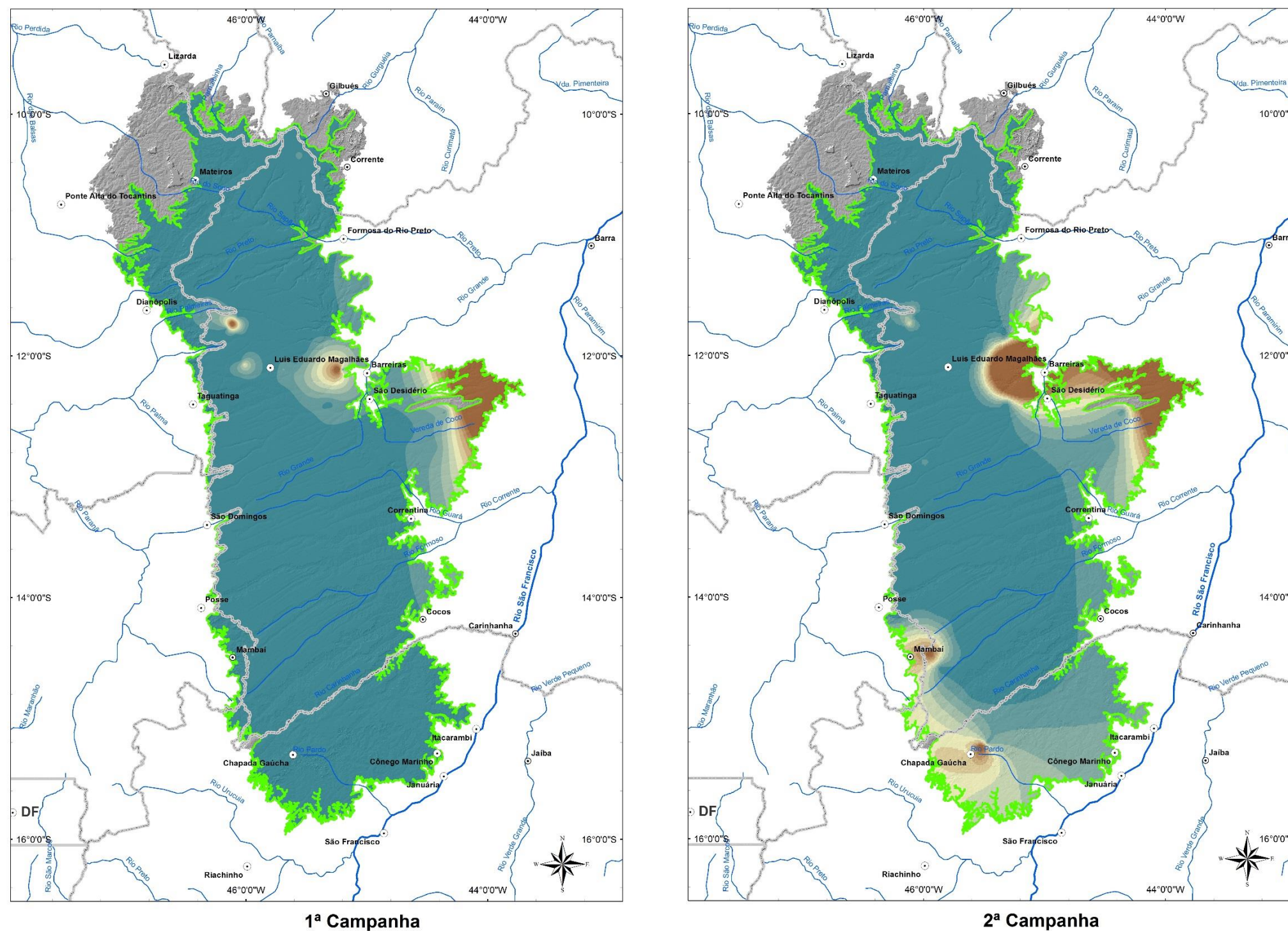
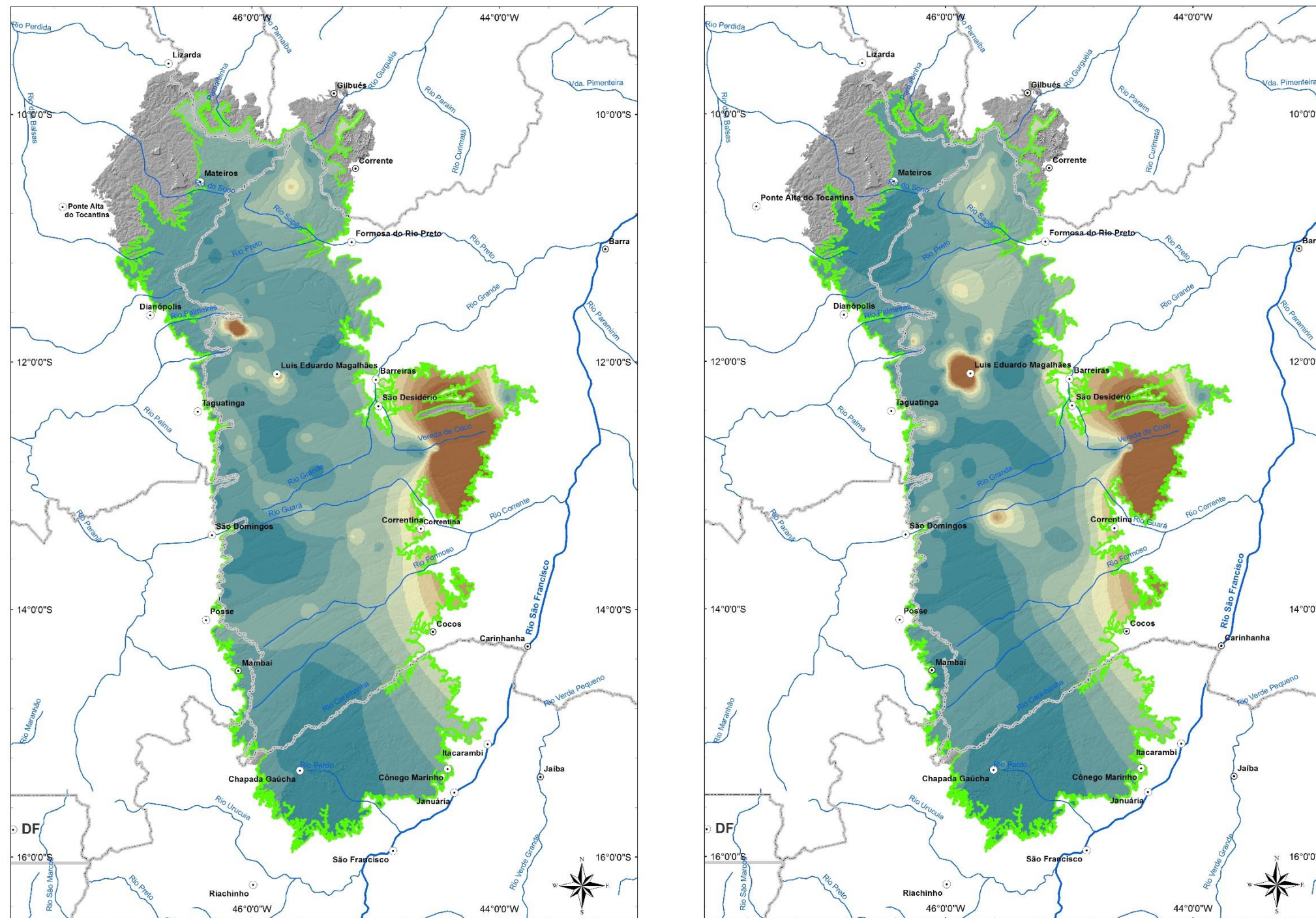


Figura 2.40 - Mapa de isovalores de sulfato (SO₄) do Sistema Aquífero Urucua (Grupo 1) – 1ª. e 2ª. campanhas de amostragem.



1ª Campanha

2ª Campanha



Figura 2.42 - Mapa de isovalores de SAR do Sistema Aquífero Urucuia (Grupo 1) – 1ª. e 2ª. campanhas de amostragem.

2.5 MAPAS DE DISTRIBUIÇÃO DOS PRINCIPAIS PARÂMETROS HIDROQUÍMICOS DO SAA

Com os resultados dos principais parâmetros físico-químicos analisados neste estudo, para as águas do SAA, optou-se por gerar mapas de distribuição de valores dos principais parâmetros analisados, uma vez que, a quantidade de pontos amostrados não foi suficiente para obter a distribuição espacial, por meio de mapas de isovalores.

Na área do SAA foram amostrados, em duas campanhas, 20 pontos de coleta de água, divididos em 2 nascentes, 6 poços rasos (< 120m), 3 poços profundos (>120m) e 9 poços sem dados de profundidade. Os parâmetros analisados foram: condutividade elétrica, pH, alcalinidade (HCO_3), sódio, cálcio, cloreto, nitrato, N-NH_3 , sulfato, ITB e SAR. As principais concentrações iônicas foram expressas em mg/L, e a condutividade elétrica em $\mu\text{S/cm}$.

Os valores de condutividade elétrica variam de 7 a 930 $\mu\text{S/cm}$ (1° campanha) e 6 a 709 $\mu\text{S/cm}$ (2° campanha), e como representado na Figura 2.43, os maiores valores estão localizados próximos às bordas norte e sul da área estudada, enquanto os menores valores situam-se na porção central da área. Nota-se também que os menores valores provêm das amostras coletadas nas duas nascentes (U168/João Pinheiro e U183/Buritizeiro), enquanto que as maiores condutividades elétricas obtidas são de duas amostras de poços (U197/Pedras de Maria da Cruz e U198/São João da Ponte), possivelmente são águas mistas com contribuição do aquífero Bambuí, que possui águas mais salinas. Algumas amostras tiveram seus valores reduzidos na segunda campanha de amostragem (U160 – poço/Brasília de Minas e U170 – poço/Varjão de Minas), estas diferenças podem ser relacionadas a recarga do aquífero ou a problemas técnicos de amostragem.

Os mapas de distribuição de valores de pH (Figura 2.44) mostram um predomínio de valores maiores que 7,0 na Sub-bacia Abaeté. Os valores variam de 5,1 a 8,4 (1° campanha) a 3,7 e 8,4 (2° campanha). As amostras que apresentam menores valores (abaixo de 5,5) são U167 (poço/João Pinheiro), U168 (nascente/João Pinheiro) e U183 (nascente/Buritizeiro). Os valores de pH menores que 5,5 para as nascentes são esperados, uma vez que, são valores próximos ao pH da água de chuva. A variação mais expressiva de valores de pH observada entre as duas campanhas foi na amostra U167, que na primeira campanha anotou valor de 5,14 e na segunda campanha de 3,77, este resultado está relacionado a alcalinidade (HCO_3) da água. Observa-se que na segunda campanha esta amostra não obteve resultado para este parâmetro (Figura 2.45), esta mudança de valores entre as campanhas pode ser em razão de contaminação durante a coleta.

Os valores de alcalinidade (HCO_3) variam de 1,62 a 470 mg/L (1° campanha) e 0 a 469 mg/L (2° campanha), os maiores valores de alcalinidade (> 250mg/L) estão situados na borda norte da área estudada (Figura 2.45), e estão provavelmente relacionados a mistura com águas provenientes do Aquífero Bambuí. Não houve diferenças significativas na maioria dos valores de alcalinidade (HCO_3) para as duas campanhas de coletas, apenas os pontos U160 (poço/Brasília de Minas) e U170 (poço/Varjão de Minas) apresentam mudanças significativas nos valores, possivelmente relacionados a maior recarga do aquífero na segunda campanha, diminuindo a concentração dos íons, ou também, a maior contribuição do aquífero Bambuí na

primeira campanha de amostragem, aumentando a concentração dos íons, ou ainda, pode ser relacionada com a contaminação da amostra durante a coleta.

Nos mapas de distribuição de sódio (Na), observa-se que valores maiores (acima de 40 mg/L) estão situados na parte sul do SAA (Figura 2.46). Os valores deste elemento variam de 0,20 a 53,7 mg/L (1° Campanha) e 0,13 a 53,6 mg/L (2° Campanha), sendo predominantes valores abaixo de 10 mg/L. Nota-se a ausência de grandes diferenças para valores de sódio nas duas campanhas de amostragem, apenas o ponto U160 (poço/Brasília de Minas) e U170 (poço/Varjão de Minas) apresentam mudanças significativas nos valores, possivelmente, ligadas à recarga, ou à contaminação da amostra durante a coleta.

Os valores de cálcio (Ca) variam de 0,07 a 144 mg/L (1° Campanha) e 0,07 a 148 mg/L (2° Campanha), observa-se nos mapas (Figura 2.47) que os maiores valores estão situados na parte norte do SAA, sendo que as amostras que apresentam os maiores valores para este elemento são a U197 (poço/Pedras de Maria da Cruz) e U198 (poço/São João da Ponte), que também apresentam as maiores condutividades elétricas e as maiores concentrações de alcalinidade (HCO_3) na área do SAA, possivelmente estes dois poços possuem contribuição de águas do aquífero Bambuí. Novamente, as amostras que apresentam as maiores variações entre as duas campanhas são a U160 e a U170.

A concentração de cloreto (Cl) presente nas amostras varia de 0,02 a 26,3 mg/L (1° Campanha) e 0,08 a 21 mg/L (2° Campanha), sendo a maioria abaixo de 1 mg/L. Observa-se nos mapas (Figura 2.48) que os maiores valores estão situados nas bordas norte e sul do SAA. Nos mapas de distribuição dos valores de concentrações de nitrato nota-se um predomínio de amostras com valores abaixo de 5 mg/L (Figura 2.49); as concentrações para este parâmetro (NO_3) variam de 0 a 20 mg/L (1° Campanha) e 0 a 20,7 mg/L (2° Campanha). A amostra U167 (poço/João Pinheiro) apresenta o maior valor e que pode estar relacionado à contaminação antrópica, porém não ultrapassa o valor máximo permitido pela Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde.

Os mapas de distribuição de N-NH_3 apresentam valores baixos, predominantemente menores que 0,2 mg/L para as águas do SAA (Figura 2.50). As concentrações de N-NH_3 variam de 0 a 0,7 mg/L (1° Campanha) e 0 a 0,6 mg/L (2° Campanha). Não houve variações expressivas entre as duas campanhas para este parâmetro.

As concentrações de sulfato variam de 0 a 23,4 mg/L (1° Campanha) e 0,03 a 22,9 mg/L (2° Campanha). Observa-se pelos mapas (Figura 2.51) que os maiores valores (acima de 5mg/L) estão situados na parte norte da área, provenientes das amostras U197 (poço/Pedras de Maria da Cruz), U198 (poço/São João da Ponte) e U199 (poço/Japonvar), possivelmente estes poços possuem contribuição de águas do aquífero Bambuí.

Os mapas de distribuição de valores de ITB (Índice de Troca de Bases) são apresentados na Figura 2.52. Os valores estão entre +0,01 e -0,94 (1º campanha) e +0,01 e -0,90 (2º campanha). Valores de ITB menores que 1 ocorrem devido à maior concentração do íon HCO_3 nas amostras, fato comum nas águas subterrâneas, enquanto que os valores negativos acontecem em razão das maiores concentrações de íons de sódio e potássio em relação ao cloreto, verificado na maioria das amostras. Não houve variações expressivas entre as duas campanhas para valores de ITB.

Os valores de SAR (Razão Absorção de Sódio) são predominantemente menores que 2,5, ou seja, indicam águas com baixa concentração de sódio e boa qualidade para irrigação (Figura 2.53), como as águas do SAU. Os valores variam de 0,01 a 5,36 (1º campanha) e 0,01 a 5,39 (2º campanha). Apenas a amostra U165 apresenta valor acima de 2,5, devido a maior quantidade de sódio em relação ao cálcio e magnésio. Observa-se na figura 2.53 que a distribuição dos valores de SAR, entre as duas campanhas de amostragens, não apresenta diferenças significativas.

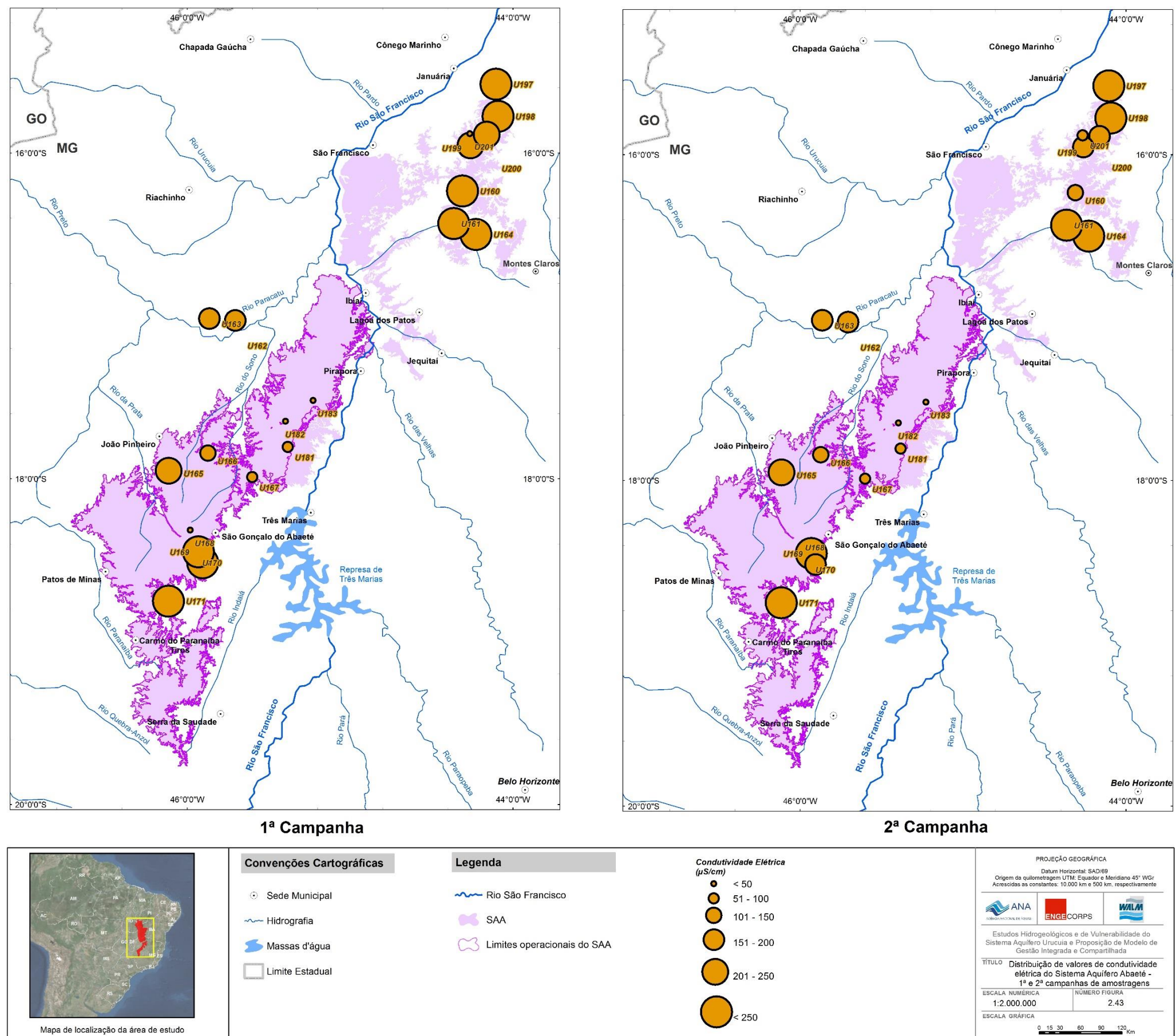
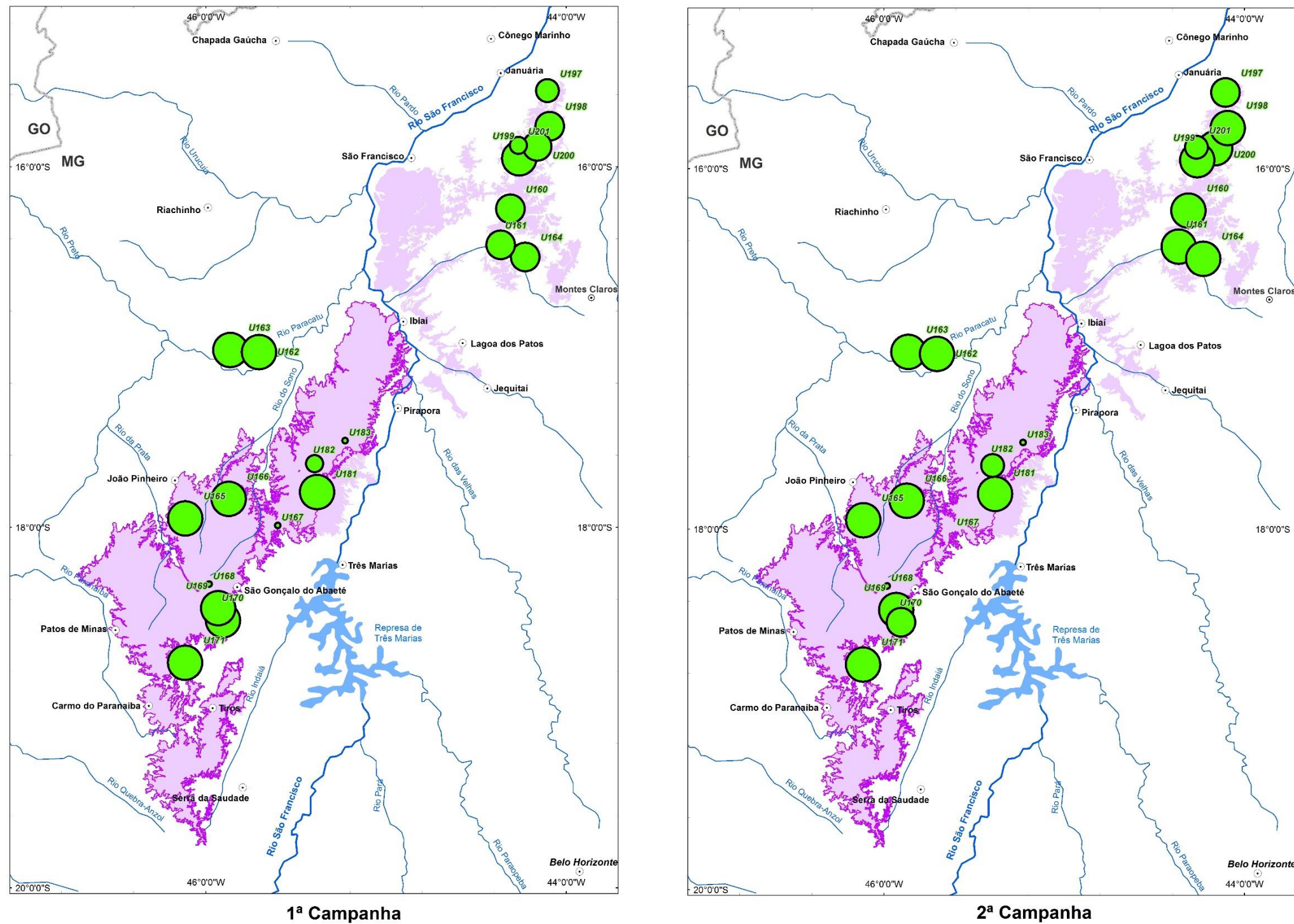


Figura 2.43 - Mapa de distribuição de valores de Condutividade Elétrica do Sistema Aquífero Areado – 1ª. e 2ª. campanhas de amostragem.



<p>Mapa de localização da área de estudo</p>	<p>Convenções Cartográficas</p> <ul style="list-style-type: none"> Sede Municipal Hidrografia Massas d'água Limite Estadual 	<p>Legenda</p> <ul style="list-style-type: none"> Rio São Francisco SAA Limites operacionais do SAA 	<p>pH</p> <ul style="list-style-type: none"> < 5,5 5,6 - 6,0 6,1 - 6,5 6,6 - 7,0 7,1 - 7,5 > 7,5 	<p>PROJEÇÃO GEOGRÁFICA</p> <p>Datum Horizontal: SAD/69 Origem da quilometragem UTM: Equador e Meridiano 45° WGr Acrescidas as constantes: 10.000 km e 500 km, respectivamente</p> <p> </p> <p>Estudos Hidrogeológicos e de Vulnerabilidade do Sistema Aquífero Urucuia e Proposição de Modelo de Gestão Integrada e Compartilhada</p> <p>TÍTULO</p> <p>Distribuição de valores de pH do Sistema Aquífero Abaeté - 1ª e 2ª campanhas de amostragens</p> <table border="1"> <tr> <td>ESCALA NUMÉRICA</td> <td>NUMERO FIGURA</td> </tr> <tr> <td>1:2.000.000</td> <td>2.44</td> </tr> </table> <p>ESCALA GRÁFICA</p>	ESCALA NUMÉRICA	NUMERO FIGURA	1:2.000.000	2.44
	ESCALA NUMÉRICA	NUMERO FIGURA						
1:2.000.000	2.44							

Figura 2.44 - Mapa de distribuição de valores de pH do Sistema Aquífero Areado – 1ª. e 2ª. campanhas de amostragem.

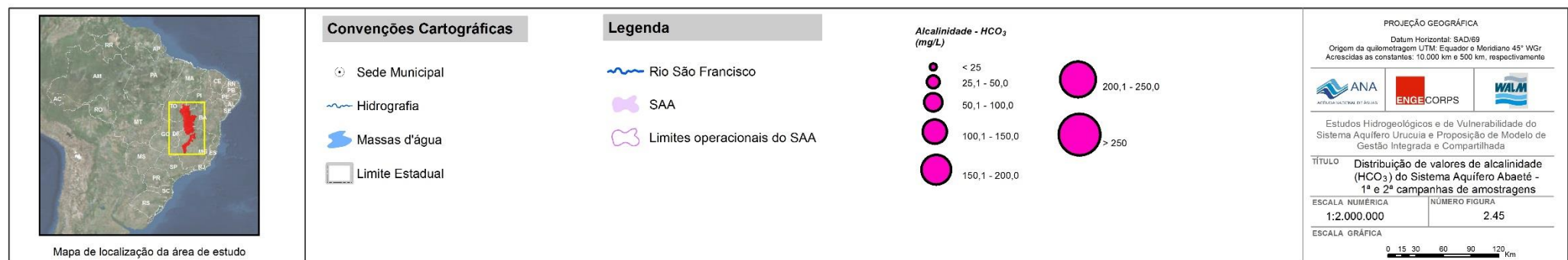
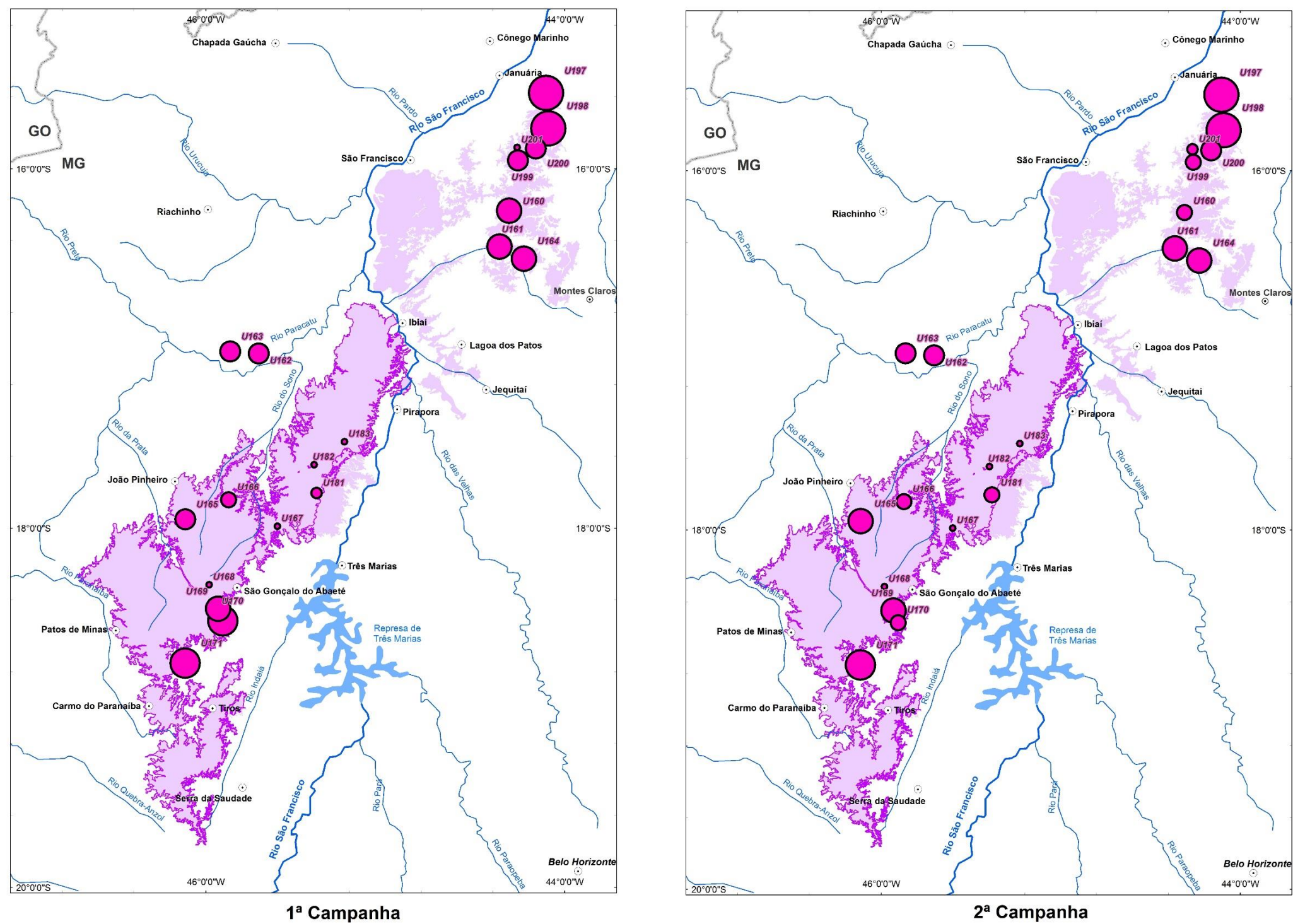


Figura 2.45 - Mapa de distribuição de valores de Alcalinidade (HCO₃) do Sistema Aquífero Areado – 1ª. e 2ª. campanhas de amostragem.

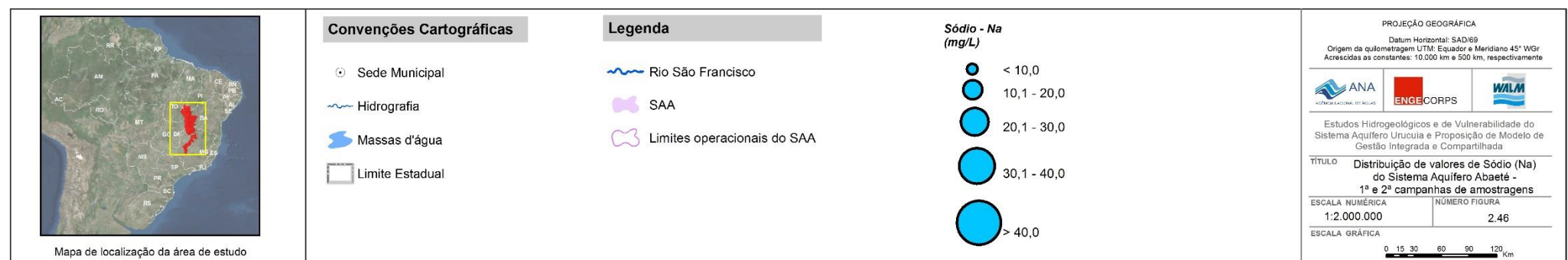
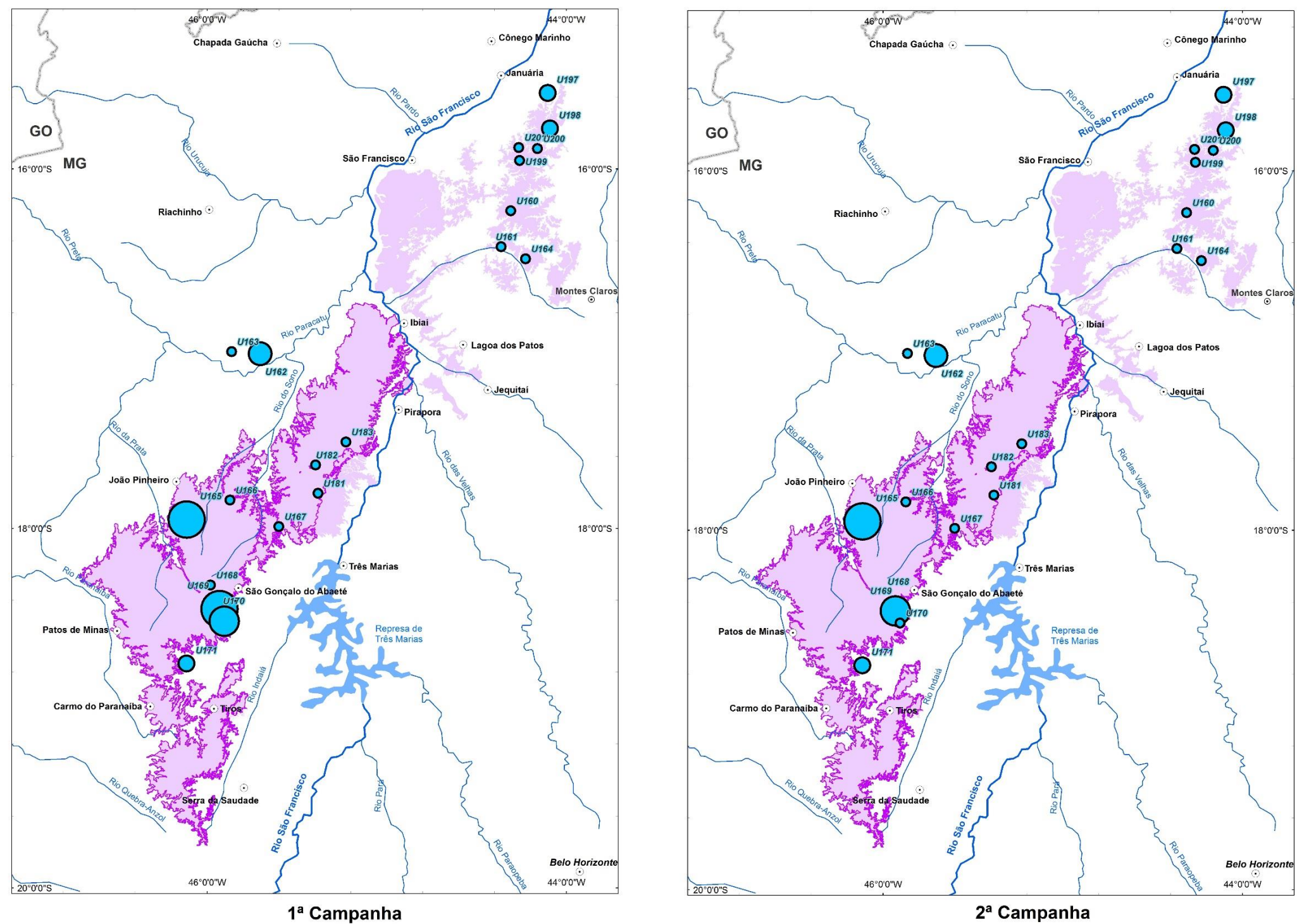
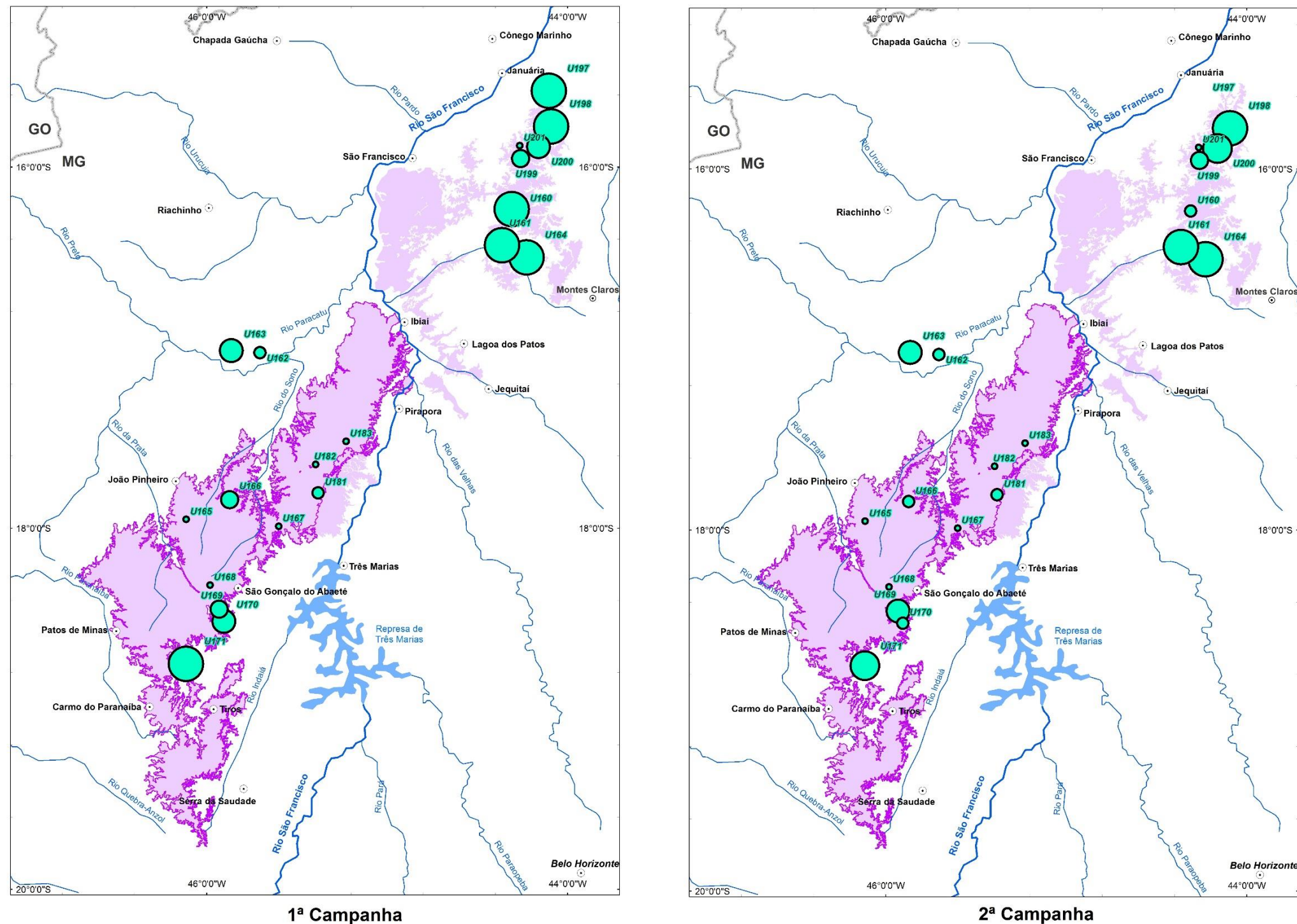


Figura 2.46 - Mapa de distribuição de valores de sódio (Na) do Sistema Aquífero Areado – 1ª. e 2ª. campanhas de amostragem.



<p>Mapa de localização da área de estudo</p>	<p>Convenções Cartográficas</p> <ul style="list-style-type: none"> Sede Municipal Hidrografia Massas d'água Limite Estadual 	<p>Legenda</p> <ul style="list-style-type: none"> Rio São Francisco SAA Limites operacionais do SAA 	<p>Cálcio (mg/L)</p> <ul style="list-style-type: none"> < 10,0 10,1 - 20,0 20,1 - 30,0 30,1 - 40,0 40,1 - 50,0 > 50,0 	<p>PROJEÇÃO GEOGRÁFICA</p> <p>Datum Horizontal: SAD/69 Origem da quilometragem UTM: Equador e Meridiano 45° WGr Acrecidades as constantes: 10.000 km e 500 km, respectivamente</p> <p> ANA ENGECORPS WAM</p> <p>Estudos Hidrogeológicos e de Vulnerabilidade do Sistema Aquífero Urucuia e Proposição de Modelo de Gestão Integrada e Compartilhada</p> <p>TÍTULO: Distribuição de valores de cálcio (Ca) do Sistema Aquífero Urucuia - 1ª e 2ª campanhas de amostragens</p> <p>ESCALA NUMÉRICA: 1:2.000.000 NÚMERO FIGURA: 2.47</p> <p>ESCALA GRÁFICA: </p>
--	--	---	--	---

Figura 2.47 - Mapa de distribuição de valores de cálcio (Ca) do Sistema Aquífero Areado – 1ª. e 2ª. campanhas de amostragem.

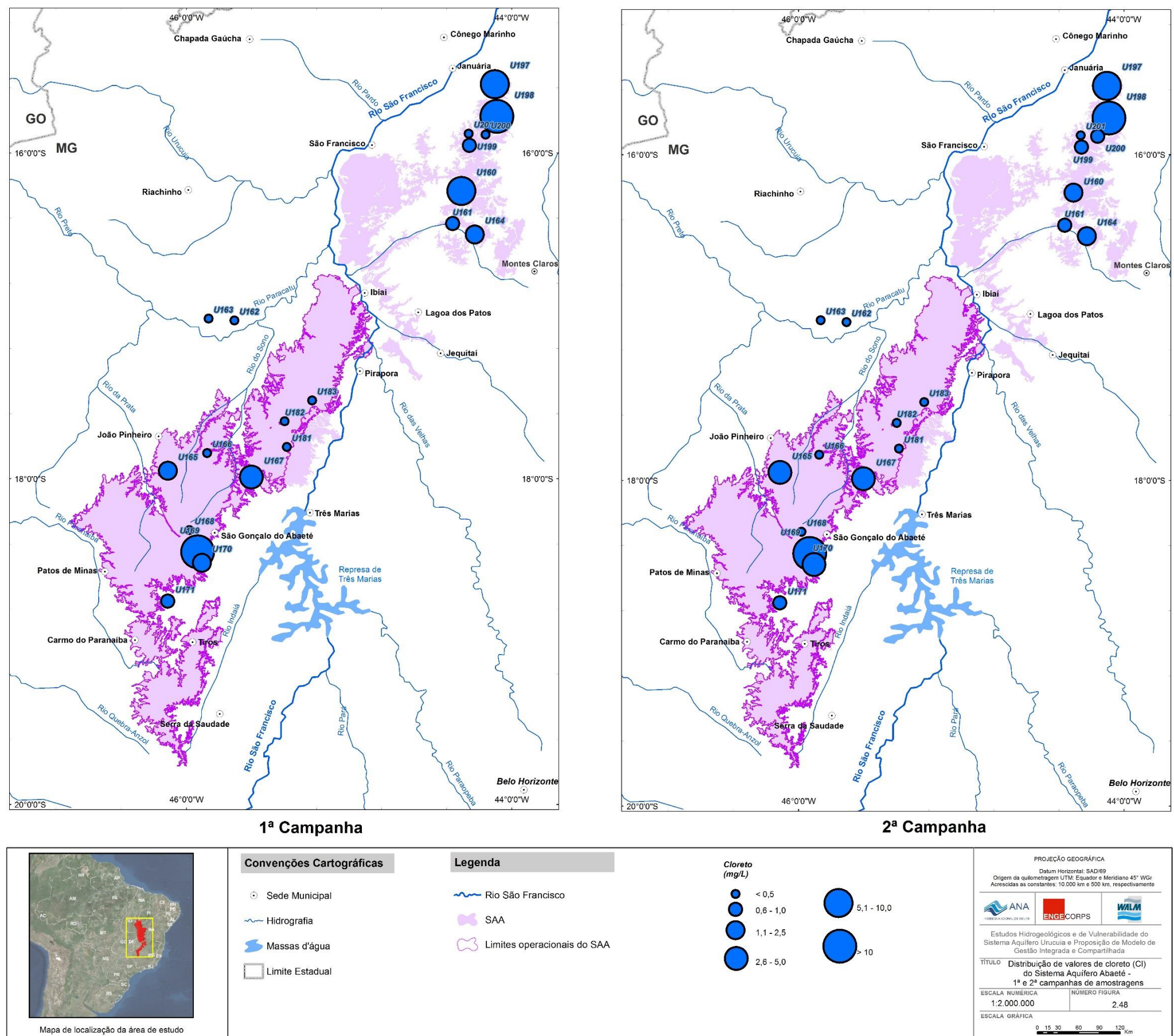


Figura 2.48 - Mapa de distribuição de valores de cloreto (Cl) do Sistema Aquífero Areado – 1ª. e 2ª. campanhas de amostragem.

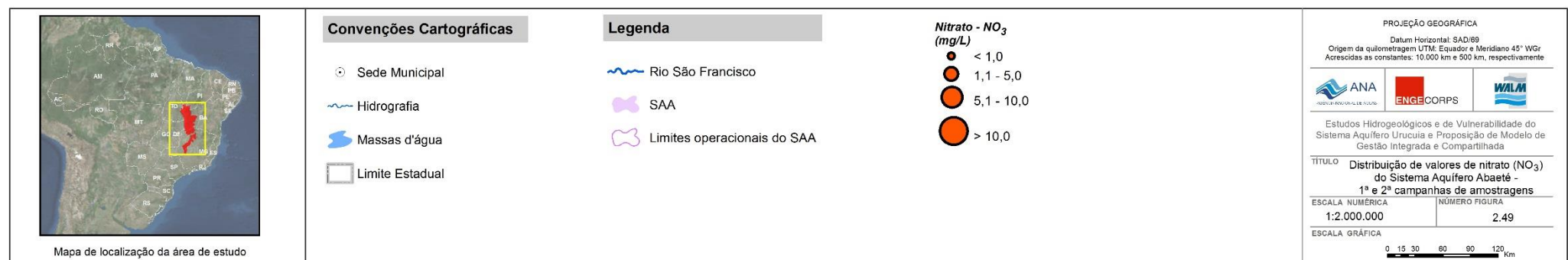
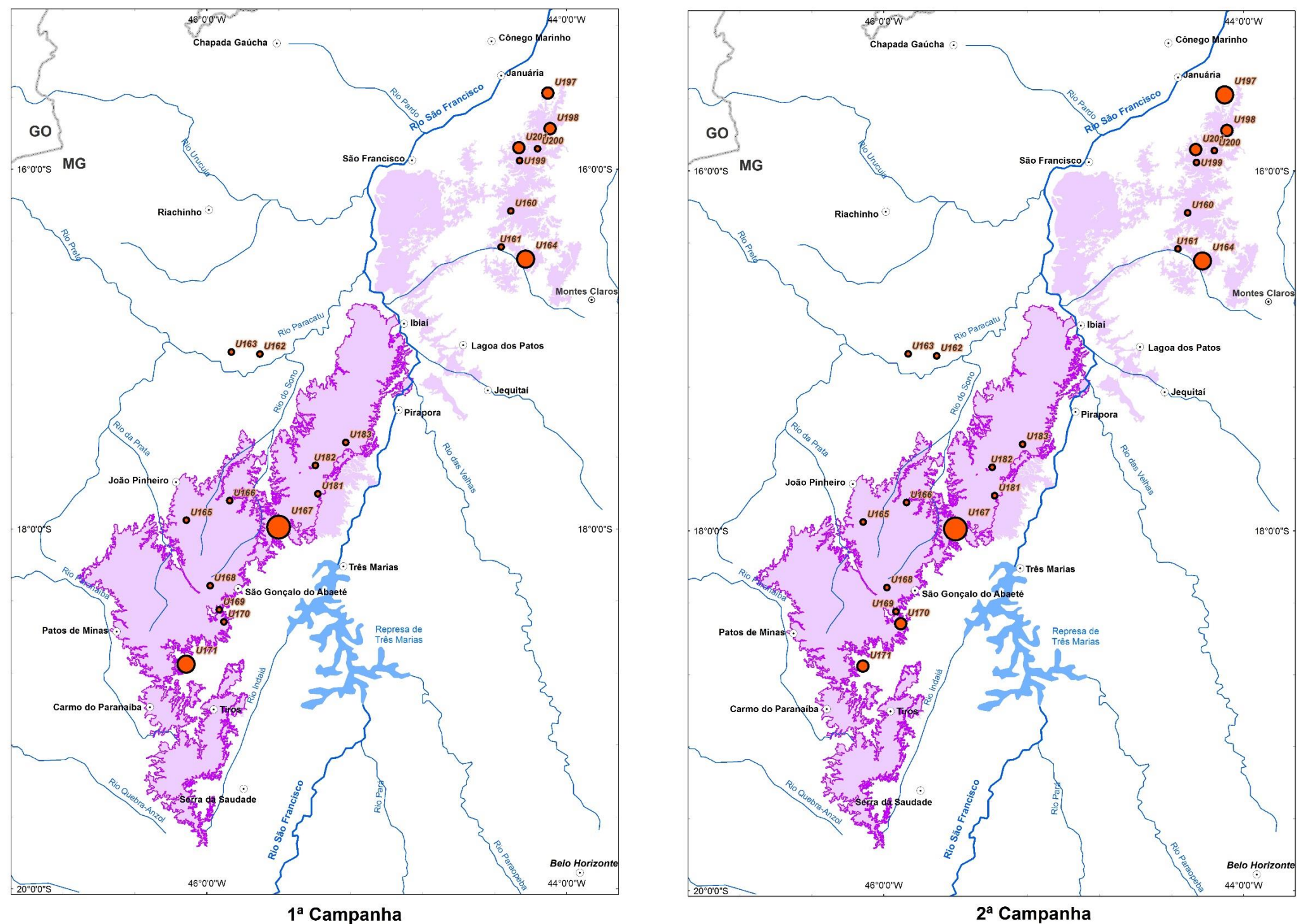


Figura 2.49 - Mapa de distribuição de valores de nitrato (NO₃) do Sistema Aquífero Areado – 1ª. e 2ª. campanhas de amostragem.

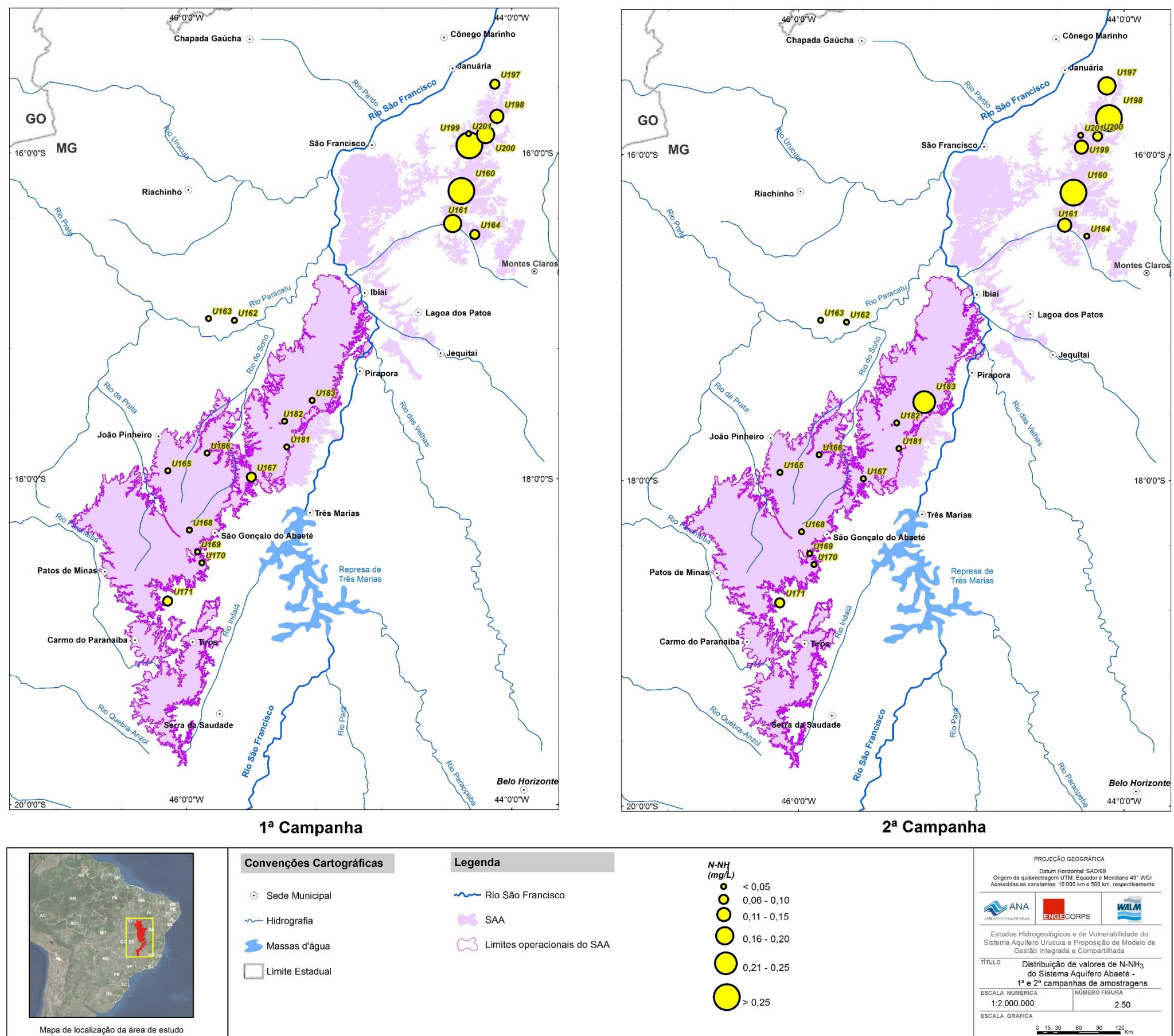


Figura 2.50 - Mapa de distribuição de valores de N-NH₃ do Sistema Aquífero Areado – 1ª. e 2ª. campanhas de amostragem.

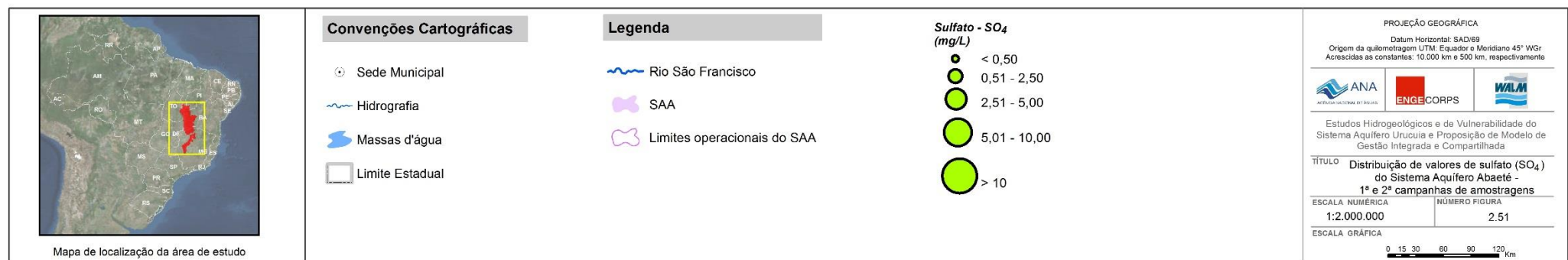
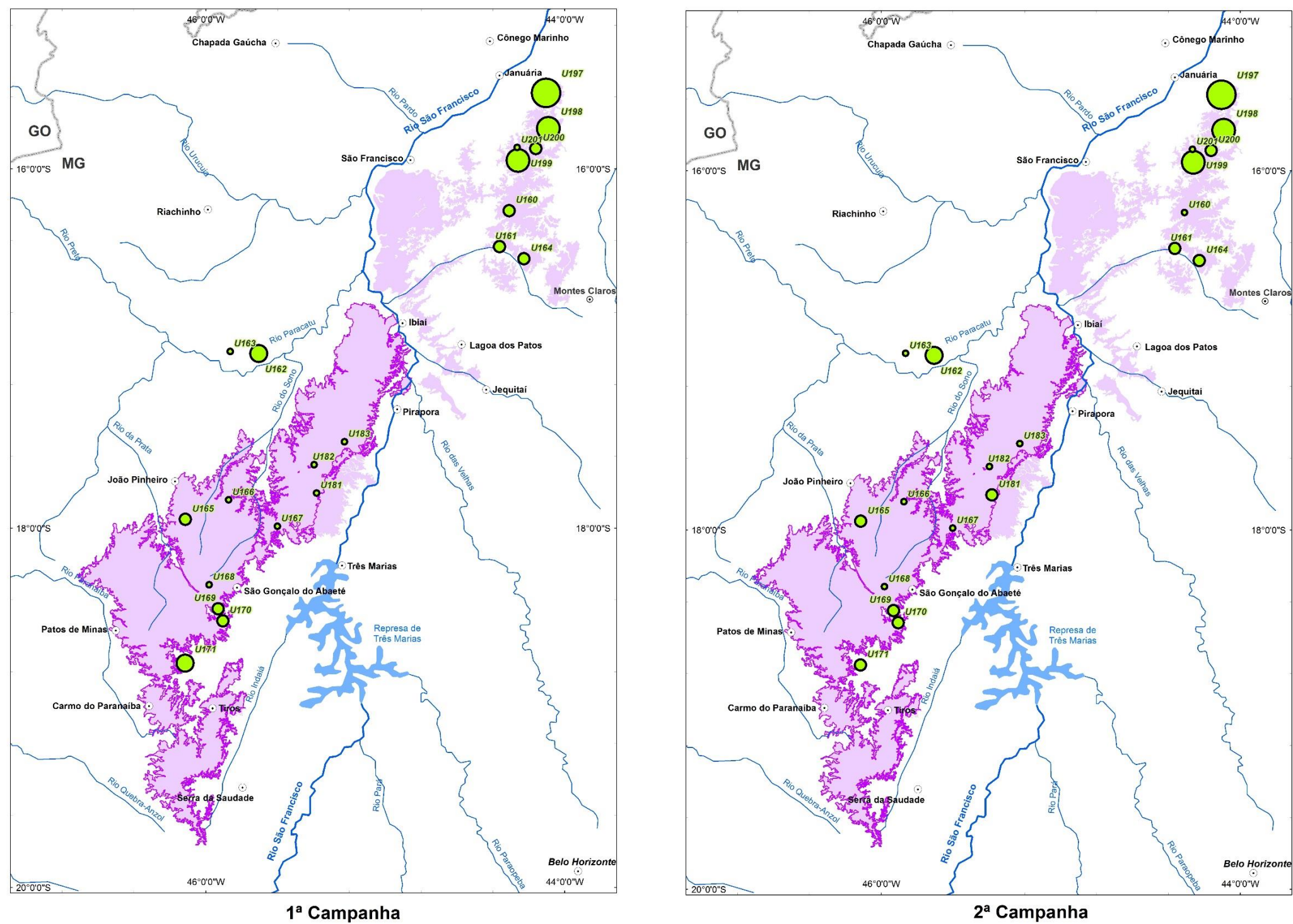


Figura 2.51 - Mapa de distribuição de valores de sulfato (SO₄) do Sistema Aquífero Areado – 1ª. e 2ª. campanhas de amostragem.

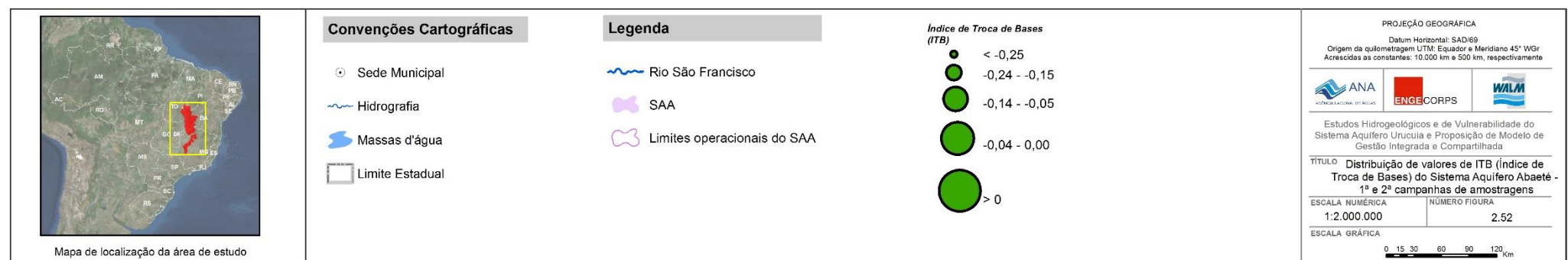
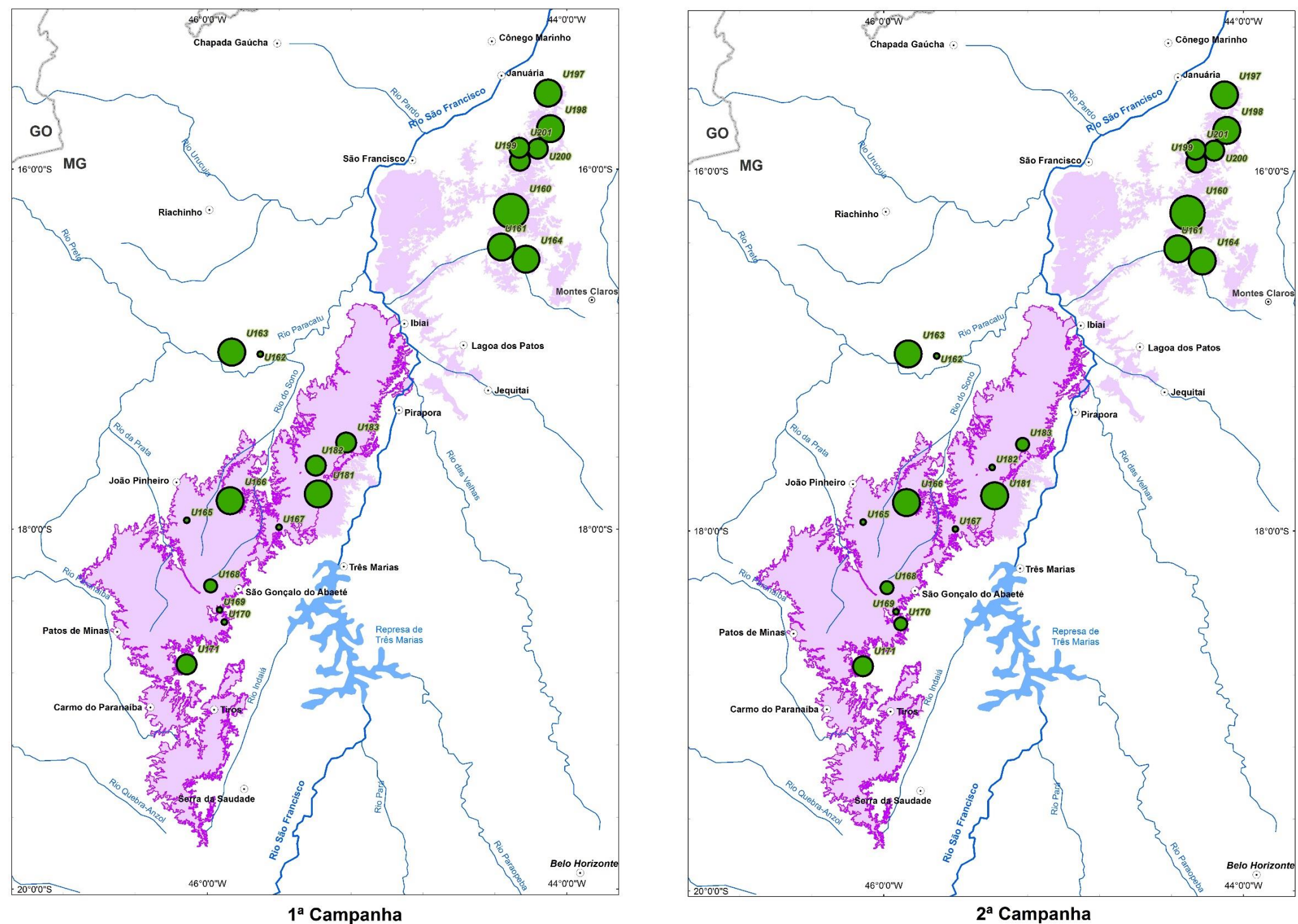


Figura 2.52 - Mapa de distribuição de valores de ITB (Índice de Troca de Bases) do Sistema Aquífero Areado – 1ª. e 2ª. campanhas de amostragem.

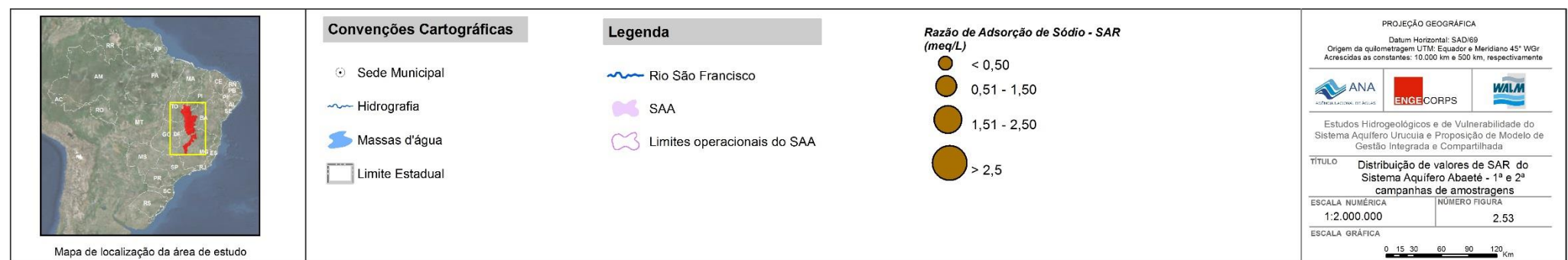
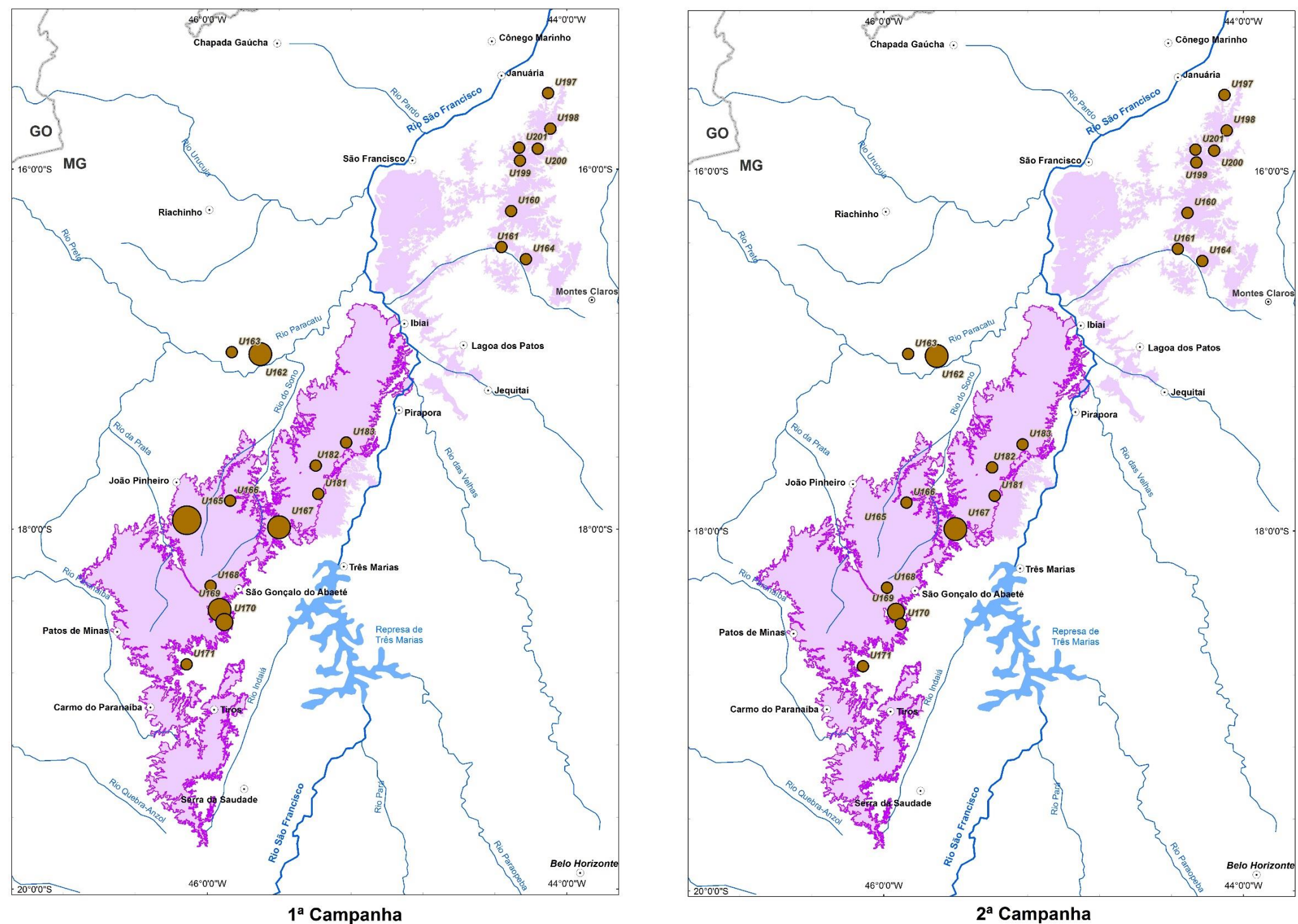


Figura 2.53 - Mapa de distribuição de valores de SAR do Sistema Aquífero Areado – 1ª. e 2ª. campanhas de amostragem.

2.6 PARÂMETROS ESPECÍFICOS

Na segunda campanha de amostragens de água na região do SAU, foram selecionados pontos de coletas de amostras para análises de alguns parâmetros específicos: metais pesados, agroquímicos, índices de fenóis, BTEX e conteúdo bacteriológico.

2.6.1 Metais Pesados

Os metais pesados analisados foram bário, cádmio, cromo, cobre, níquel, chumbo, zinco, arsênio e mercúrio. Para análises de metais pesados foram selecionados pontos para coleta de 43 amostras, sendo uma amostra de nascente e 42 de poços, sendo 23 poços rasos (≤ 120 m), 10 poços profundos (> 120 m) e 8 poços sem dados de profundidade (Figura 2.54). O ponto U111 foi selecionado para análise de metais pesados, mas não foi amostrado devido à impossibilidade de acesso ao local, como já mencionado anteriormente. Todas as amostragens seguiram os padrões específicos para coleta e foram encaminhadas ao laboratório. O Quadro 2.8 mostra os resultados obtidos.

A Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde foi norma utilizada para avaliar os resultados das análises de metais pesados. Esta Portaria estabelece como padrão de potabilidade valor máximo de 0,7 mg/L de bário na água para consumo humano; todas as amostras analisadas estão abaixo desse valor, sendo que os valores encontrados estão entre 0,002 mg/L e 0,26 mg/L (Quadro 2.8).

O valor máximo permitido de cádmio na água, segundo a mencionada Portaria, é de 0,005 mg/L, estando todas as amostras analisadas abaixo deste valor (Quadro 2.8).

Os valores encontrados para o metal cromo variam de $<0,003$ mg/L a 0,006 mg/L, sendo que a maioria está abaixo de 0,003 mg/L (limite da técnica empregada para análise) (Quadro 2.8). Verifica-se, ainda, que todas as amostras têm seus conteúdos em cromo menores que o valor máximo permitido para o padrão de potabilidade expresso na Portaria 2914/2011, que estabelece valor de 0,05 mg/L para este metal.

Para a Portaria Saúde 2914/2011 do Ministério, o valor máximo de cobre na água para consumo humano é de 2 mg/L. Verifica-se no Quadro 2.8 que as amostras do SAU apresentam conteúdos em cobre variando entre $< 0,004$ a 0,11 mg/L, estando todas abaixo do valor máximo estabelecido pela Portaria.

As concentrações de níquel encontradas nas águas do SAU variam de $<0,003$ mg/L a 0,016 mg/L, sendo a maioria $< 0,003$ mg/L (limite da técnica empregada para análise). Observa-se no Quadro 2.8 que todas as amostras têm seus valores inferiores ao valor máximo permitido pela Portaria do Ministério da Saúde, que é de 0,07mg/L de níquel na água para consumo humano.

Para o metal chumbo, a Portaria 2914/2011 estabelece valor máximo permitido de 0,01 mg/L; nas amostras analisadas do SAU as concentrações encontradas variam de $< 0,005$ a 0,008

mg/L. O Quadro 2.8 mostra que os valores encontrados são predominantemente menores que <0,005 mg/L (limite da técnica empregada para análise).

Os valores encontrados para o metal zinco variam de 0,001 mg/L a 1,55 mg/L (Quadro 2.8), ficando todas abaixo do valor máximo permitido de 5 mg/L estabelecido pela Portaria 2914/2011 do MS.

As concentrações de arsênio encontradas nas águas do SAU são inferiores a 0,00201 mg/L (Quadro 2.8), ou seja, todas apresentam valores abaixo do limite estabelecido como padrão de potabilidade pela Portaria do ministério da Saúde (0,01 mg/L).

Nas amostras analisadas, as concentrações de mercúrio encontradas estão com valores inferiores a 0,00015 mg/L (limite da técnica empregada para análise); apenas a amostra U51 apresenta valor de 0,0002 mg/L de Hg (Quadro 2.8) e, ainda assim, todas permaneceram com valores abaixo do permitido pela Portaria do MS (0,001 mg/L).

Cabe destacar que todas as amostras do SAU, selecionadas para análise de metais pesados – bário, cádmio, cromo, cobre, níquel, chumbo, zinco, arsênio e mercúrio –, estão abaixo dos respectivos valores máximos permitidos pela Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde.

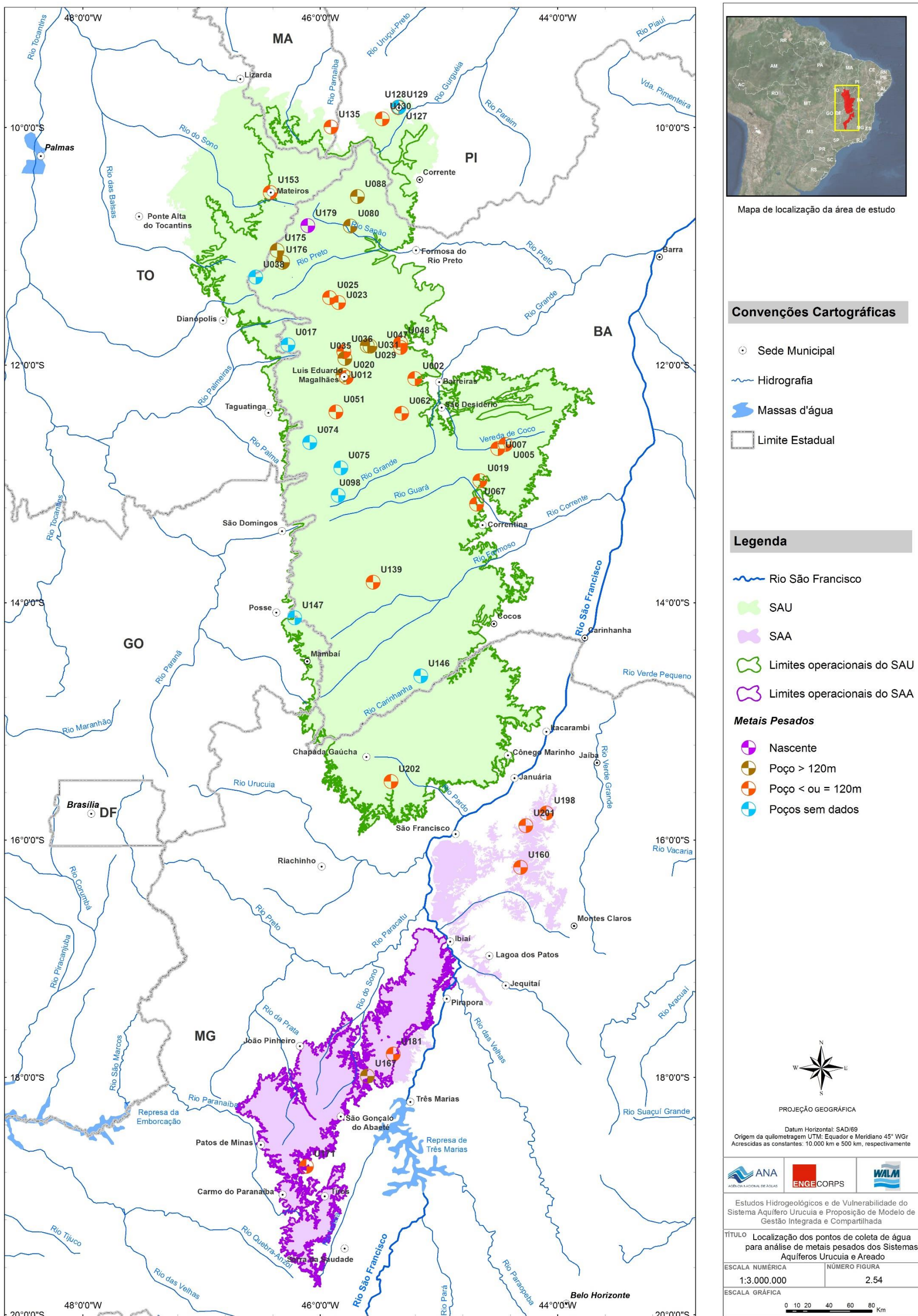


Figura 2.54 - Mapa de localização dos pontos de coleta de água para análise de Metais Pesados dos Sistemas Aquíferos Urucua e Areado

QUADRO 2.8 – METAIS PESADOS NAS ÁGUAS (NASCENTES E POÇOS) DO SISTEMAS AQUÍFEROS URUCUIA E AREADO

Amostra	Bário	Cádmio	Cromo	Cobre	Níquel	Chumbo	Zinco	Arsênio	Mercúrio
mg/L									
U002	0,017	< 0,005	< 0,003	0,002	< 0,003	< 0,005	0,037	< 0,00025	<0,00004
U005	0,083	< 0,005	< 0,003	< 0,004	< 0,003	< 0,005	0,028	0,00056	<0,00015
U007	0,083	< 0,005	< 0,003	< 0,004	< 0,003	< 0,005	< 0,005	< 0,00015	<0,00015
U012	0,005	< 0,005	< 0,003	0,004	< 0,003	< 0,005	0,006	< 0,00015	<0,00015
U017	0,002	< 0,005	< 0,003	< 0,004	< 0,003	< 0,005	0,012	< 0,00015	<0,00015
U019	0,035	< 0,005	< 0,003	< 0,004	< 0,003	< 0,005	0,022	< 0,00015	<0,00015
U020	0,005	< 0,005	< 0,003	< 0,004	< 0,003	< 0,005	0,006	< 0,00015	<0,00015
U023	0,003	< 0,005	< 0,003	0,014	0,016	< 0,005	0,045	< 0,00015	<0,00015
U025	0,004	< 0,005	< 0,003	< 0,004	< 0,003	< 0,005	0,002	< 0,00015	<0,00015
U029	0,007	< 0,005	< 0,003	0,035	< 0,003	< 0,005	0,014	< 0,00025	<0,00004
U031	0,002	< 0,005	< 0,003	< 0,004	< 0,003	< 0,005	0,009	< 0,00015	<0,00015
U035	0,01	< 0,005	< 0,003	< 0,004	< 0,003	< 0,005	0,013	< 0,00015	<0,00015
U036	0,012	< 0,005	< 0,003	< 0,004	< 0,003	< 0,005	0,003	< 0,00015	<0,00015
U038	0,003	< 0,005	< 0,003	0,003	< 0,003	< 0,005	0,36	< 0,00025	<0,00004
U047	0,023	< 0,005	< 0,003	0,011	< 0,003	< 0,005	0,21	0,000188	<0,00015
U048	0,003	< 0,005	< 0,003	< 0,004	0,001	< 0,005	1,27	< 0,00015	<0,00015
U051	0,003	< 0,005	< 0,003	< 0,004	< 0,003	< 0,005	0,028	< 0,00015	0,00020
U062	0,049	< 0,005	< 0,003	< 0,004	< 0,003	< 0,005	0,006	< 0,00015	<0,00015
U067	0,068	< 0,005	< 0,003	< 0,004	< 0,003	< 0,005	0,008	< 0,00015	<0,00015
U074	< 0,001	< 0,005	< 0,003	0,055	< 0,003	< 0,005	0,052	< 0,00015	<0,00015
U075	0,002	< 0,005	< 0,003	0,001	< 0,003	< 0,005	0,005	< 0,00015	<0,00015
U080	0,015	< 0,005	< 0,003	0,008	< 0,003	< 0,005	0,329	< 0,00025	<0,00004
U088	0,005	< 0,005	< 0,003	0,011	< 0,003	< 0,005	0,55	< 0,00025	<0,00004
U098	0,002	< 0,005	< 0,003	0,11	< 0,003	< 0,005	0,019	< 0,00015	<0,00015
U127	0,041	< 0,005	< 0,003	0,002	< 0,003	< 0,005	0,004	< 0,00025	<0,00004
U128	0,11	< 0,005	< 0,003	0,003	< 0,003	0,008	0,02	< 0,00025	<0,00004
U129	0,26	< 0,005	< 0,003	0,008	< 0,003	0,008	0,02	< 0,00025	<0,00004
U130	0,011	< 0,005	0,006	0,003	< 0,003	< 0,005	0,001	0,00201	<0,00004
U135	0,01	< 0,005	< 0,003	0,007	< 0,003	< 0,005	0,002	< 0,00025	<0,00004
U139	0,008	< 0,005	< 0,003	< 0,004	< 0,003	< 0,005	0,002	< 0,00015	<0,00015
U146	0,004	< 0,005	< 0,003	0,073	< 0,003	< 0,005	0,012	< 0,00015	<0,00015
U147	< 0,001	< 0,005	< 0,003	0,007	< 0,003	< 0,005	0,047	< 0,00015	<0,00015
U153	0,25	< 0,005	0,003	0,009	0,008	< 0,005	0,019	< 0,00025	<0,00004
U160	0,041	< 0,005	< 0,003	< 0,004	< 0,003	< 0,005	0,004	< 0,00015	<0,00015
U167	0,26	< 0,005	< 0,003	0,007	0,003	< 0,005	0,042	< 0,00025	<0,00004
U171	0,083	< 0,005	< 0,003	0,015	< 0,003	< 0,005	0,15	0,00108	<0,00004
U175	0,006	< 0,005	< 0,003	0,002	< 0,003	< 0,005	1,55	< 0,00025	<0,00004
U176	0,011	< 0,005	< 0,003	0,002	< 0,003	< 0,005	0,15	< 0,00025	<0,00004
U179	0,004	< 0,005	< 0,003	0,003	< 0,003	< 0,005	0,009	< 0,00025	<0,00004
U181	0,011	< 0,005	0,004	< 0,004	< 0,003	< 0,005	0,029	< 0,00025	<0,00004
U198	0,05	< 0,005	< 0,003	< 0,004	< 0,003	< 0,005	0,073	< 0,00025	<0,00004
U201	0,011	< 0,005	< 0,003	< 0,004	< 0,003	< 0,005	0,012	< 0,00025	<0,00004
U202	0,25	< 0,005	< 0,003	0,072	< 0,003	0,006	0,017	< 0,00025	<0,00004

2.6.2 Agroquímicos

Os agroquímicos analisados foram 17, sendo eles, Glifosato+AMPA, 2,4-D + 2,4,5-T, Alaclor, Aldrin + Dieldrin, Atrazina, Clordano, Endossulfan, Endrin, Lindano, Metolacoloro, Molinato, DDT+DDD+DDE, Pendimetalina, Permetrina, Simazina, Terbufós, Trifluralina. Na região no SAU foram selecionados 57 pontos para coleta de amostras de água para análises de agroquímicos, sendo que o ponto U203 não foi amostrado devido à impossibilidade de acesso ao local. Entre os pontos amostrados estão 8 nascentes, 19 poços rasos (≤ 120 m), 24 poços profundos (>120 m) e 6 poços sem dados de profundidade (Figura 2.55).

Todas as amostragens seguiram os padrões específicos para coletas e foram encaminhadas ao laboratório.

Segundo a Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde (Quadro 2.9), todas as amostras analisadas do SAU (Quadro 2.10) apresentam concentrações de compostos agroquímicos inferiores aos valores máximos permitidos;

QUADRO 2.9 – VALORES MÁXIMOS PERMITIDOS PARA COMPOSTOS AGROQUÍMICOS CONFORME PORTARIA MS Nº 2914/2011

Portaria 2914/11	
AGROQUÍMICOS	VMP ($\mu\text{g/L}$)
Glifosato + AMPA	500
2,4-D + 2,4,5-T	30
Alaclor	20
Aldrin + Dieldrin	0,03
Atrazina	2
Clordano (isômeros)	0,2
Endossulfan (α , β e sulfato)	20
Endrin	0,6
Lindano (g-HCH)	2
Metolacoloro	10
Molinato	6
DDT + DDD + DDE	0,6
Pendimetalina	20
Permetrina	20
Simazina	2
Terbufós	1,2
Trifluralina	20

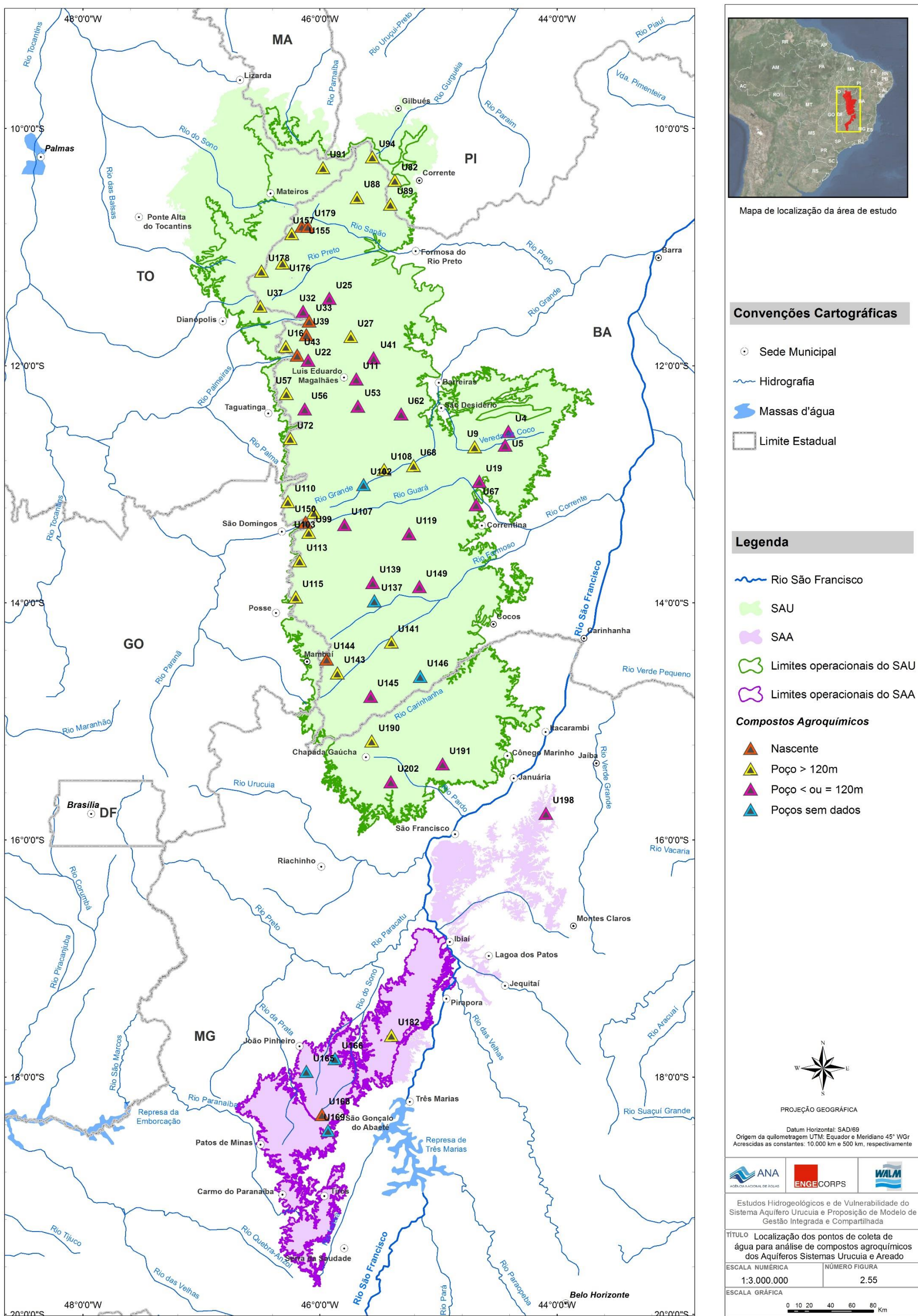


Figura 2.55 - Mapa de localização dos pontos de coleta de água para análise de Compostos Agroquímicos dos Sistemas Aquíferos Urucua e Areado

2.6.3 Índices de Fenóis

Foram selecionados 28 pontos na região do SAU para amostragens de água para análise de índices de fenóis. Os pontos U111 e U203 foram selecionados, mas não foram amostrados devido à impossibilidade de acesso ao local, conforme já informado anteriormente. Das 28 amostras, uma amostra é de nascente, 7 de poços rasos (≤ 120 m), 10 de poços profundos (> 120 m), e 10 de poços sem dados de profundidade (Figura 2.56). Todas as amostras foram coletadas segundo os padrões específicos de amostragem, tendo sido em seguida encaminhadas ao laboratório.

Os limites máximos permitidos para compostos de fenóis não estão claramente definidos na legislação brasileira. A Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde não estabelece valor máximo permitido para índice de fenol na água para consumo humano, sendo que os valores indicados nesta Portaria são para pentaclorofenol ($9 \mu\text{g/L}$) e triclorofenol ($0,2 \text{ mg/L}$). A Resolução n° 396/2008 (classificação e diretrizes ambientais das águas subterrâneas) estabelece valores máximos para índice de fenóis de $3 \mu\text{g/L}$ para consumo humano, $2 \mu\text{g/L}$ para dessedentação de animais e $2 \mu\text{g/L}$ para recreação. No entanto, o limite de quantificação praticável (LQP) da portaria, que é a menor quantidade de uma substância que pode ser determinada quantitativamente com precisão e exatidão, é de $10 \mu\text{g/L}$.

Como consta no Quadro 2.11 os valores para índices de fenóis variam de $< 0,001 \text{ mg/L}$ ($1 \mu\text{g/L}$) a $0,009 \text{ mg/L}$ ($9 \mu\text{g/L}$), todos abaixo do LQP aceitável para aplicação da resolução Conama 396/2008. No entanto, a maioria das amostras apresenta concentrações acima de $1 \mu\text{g/L}$, necessitando de tratamento convencional prévio para consumo humano, segundo a resolução Conama 20/1998, que estabelece que valores de fenóis acima de $1 \mu\text{g/L}$ necessitam de tratamento; já o limite máximo de conteúdo em fenóis para tratamento, segundo a mesma resolução, é de $30 \mu\text{g/L}$.

QUADRO 2.11 – ÍNDICES DE FENÓIS NAS ÁGUAS (NASCENTES E POÇOS) DOS SISTEMAS AQUÍFEROS URUCUIA E AREADO

Amostra	Fenois (mg/L)	Amostra	Fenois (mg/L)	Amostra	Fenois (mg/L)	Amostra	Fenois (mg/L)
U012	0,0050	U038	0,002	U098	0,005	U146	0,006
U017	< 0,001	U062	0,002	U106	0,008	U147	0,003
U023	0,005	U074	0,008	U118	0,002	U153	0,003
U025	0,009	U075	0,007	U127	0,003	U167	0,002
U029	< 0,001	U079	0,002	U128	0,002	U168	< 0,001
U031	< 0,001	U081	0,003	U130	< 0,001	U182	0,004
U035	0,006	U088	0,006	U143	0,003	U186	< 0,001

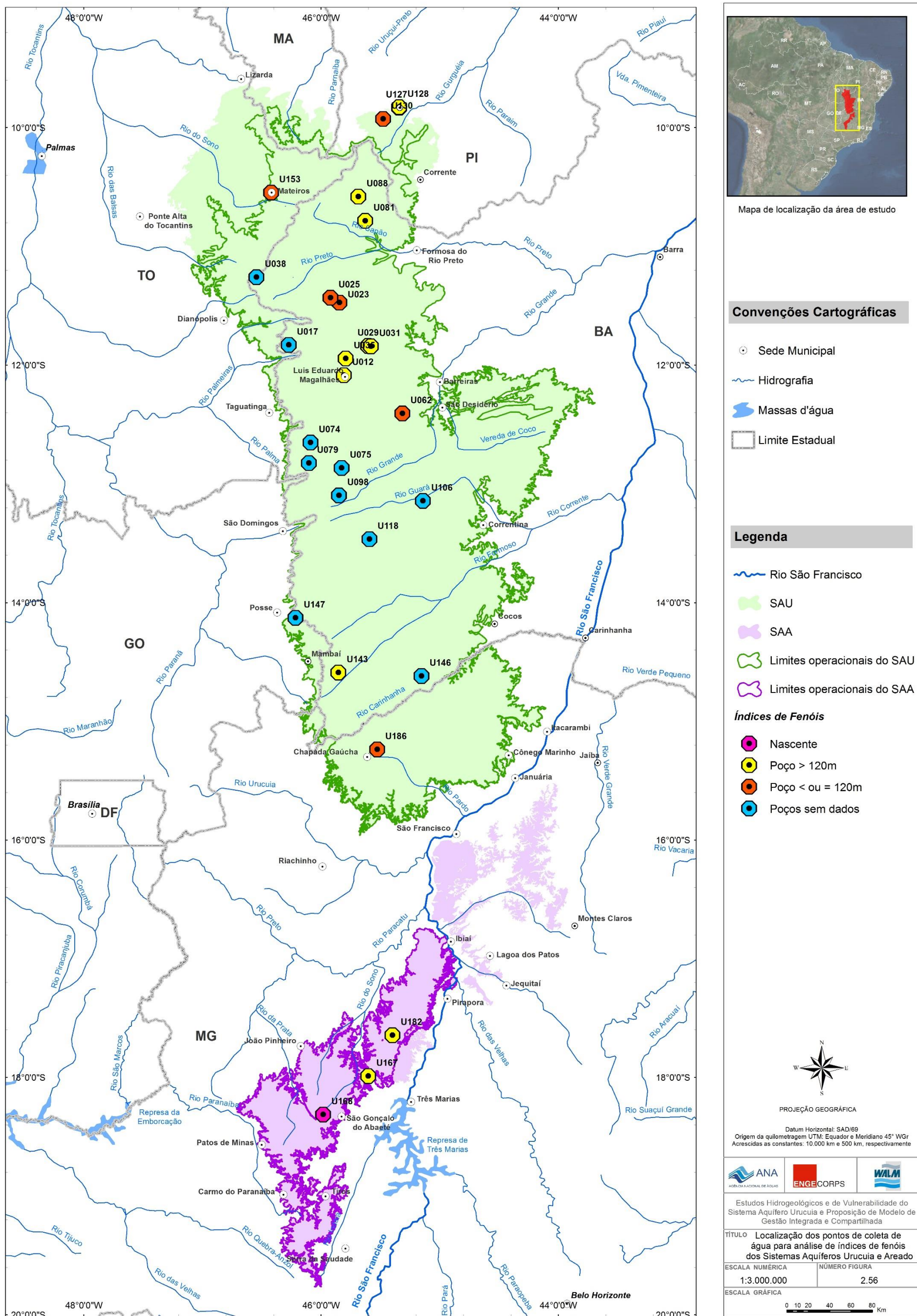


Figura 2.56 - Mapa de localização de pontos de coleta de água para análise de Índices de Fenóis dos Sistemas Aquíferos Uruçuia e Areado

2.6.4 BTEX

As análises foram realizadas para Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno, o-Xileno, m.p-Xileno e Xileno. Para análise de BTEX foram selecionados 28 pontos na região do SAU para amostragem de água, sendo uma amostra de nascente, 7 de poços rasos ($\leq 120\text{m}$), 10 de poços profundos ($> 120\text{ m}$) e 10 de poços sem dados de profundidade (Figura 2.57). Os pontos U111 e U203 foram selecionados, mas não foram amostrados devido à impossibilidade de acesso ao local, conforme já informado anteriormente. Todas as coletas seguiram os padrões específicos de amostragem e foram encaminhadas ao laboratório.

A Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde, bem como a Resolução 396/2008 estabelecem valores máximos de 0,005 mg/L de benzeno, 0,17 mg/L de tolueno, 0,2 mg/L de etilbenzeno, e 0,3 de o-xileno, m,p-xileno e xileno em água para consumo humano. No Quadro 2.12 pode-se observar que todas as amostras analisadas estão com valores inferiores aos máximos permitidos nas citadas Portaria e Resolução. Cabe também ressaltar que todas as análises estão abaixo do limite da técnica empregada para detecção desses compostos orgânicos.

QUADRO 2.12 – BTEX NAS ÁGUAS (NASCENTES E POÇOS) DOS SISTEMAS AQUÍFEROS URUCUIA E AREADO

Amostras	Benzeno	Tolueno	Etilbenzeno	O-Xileno	m.p-Xileno	Xileno
mg/L						
U012	< 0,001	<0,001	<0,001	< 0,001	< 0,002	<0,003
U017	< 0,001	<0,001	<0,001	< 0,001	< 0,002	<0,003
U023	< 0,001	<0,001	<0,001	< 0,001	< 0,002	<0,003
U025	< 0,001	<0,001	<0,001	< 0,001	< 0,002	<0,003
U029	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,003
U031	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,002	<0,003
U035	< 0,001	<0,001	<0,001	< 0,001	< 0,002	<0,003
U038	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,003
U062	< 0,001	<0,001	<0,001	< 0,001	< 0,002	<0,003
U074	< 0,001	<0,001	<0,001	< 0,001	< 0,002	<0,003
U075	< 0,001	<0,001	<0,001	< 0,001	< 0,002	<0,003
U079	< 0,001	<0,001	<0,001	< 0,001	< 0,002	<0,003
U081	< 0,001	<0,001	<0,001	< 0,001	< 0,002	<0,003
U088	< 0,001	<0,001	<0,001	< 0,001	< 0,002	<0,003
U098	< 0,001	<0,001	<0,001	< 0,001	< 0,002	<0,003
U106	< 0,001	<0,001	<0,001	< 0,001	< 0,002	<0,003
U118	< 0,001	<0,001	<0,001	< 0,001	< 0,002	<0,003
U127	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,003
U128	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,003
U130	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,003
U143	< 0,001	<0,001	<0,001	< 0,001	< 0,002	<0,003
U146	< 0,001	<0,001	<0,001	< 0,001	< 0,002	<0,003
U147	< 0,001	<0,001	<0,001	< 0,001	< 0,002	<0,003
U153	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,003
U167	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,003
U168	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,003
U182	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,003
U186	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,002	<0,003

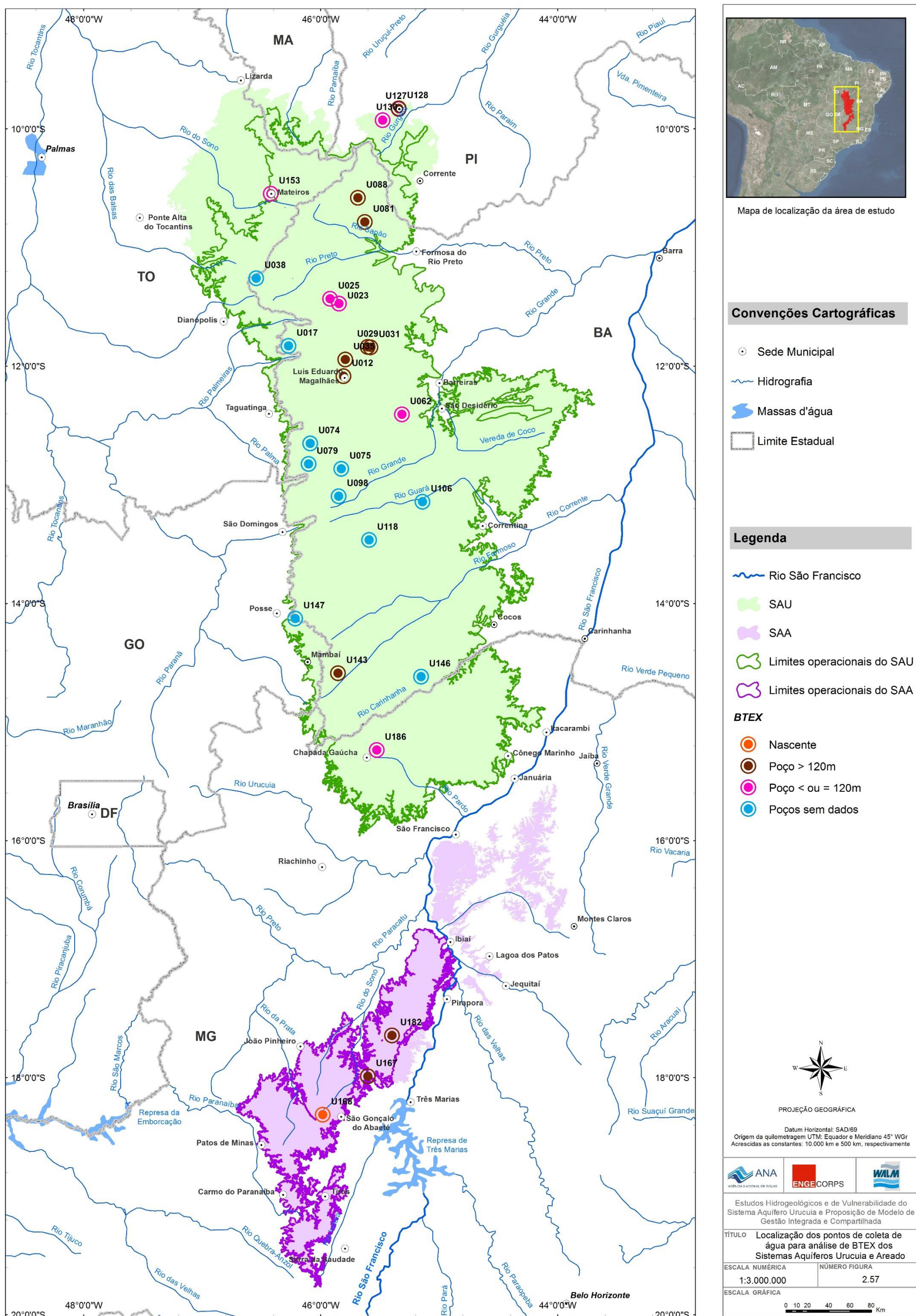


Figura 2.57 - Mapa de localização dos pontos de coleta de água para análise de BTEX dos Sistemas Aquíferos Urucua e Areado

2.6.5 Conteúdo Bacteriológico

Na área de estudo foram selecionados 40 pontos para amostragem de água, sendo 35 do SAU e 5 do SAA, para análise de conteúdo bacteriológico (coliformes totais e *Escherichia coli*); desses pontos, 3 são nascentes e 37 poços, dentre os quais 20 são poços rasos (≤ 120 m), 16 poços profundos (>120 m) e 1 poço sem dados de profundidade (Figura 2.58). A amostragem adotou todos os padrões estabelecidos para coleta e, em seguida, as amostras foram encaminhadas aos laboratórios para análises específicas.

A Portaria 2914/2011 e a Resolução 396/2008 estabelecem que para consumo humano o conteúdo bacteriológico deve ser ausente em 100 ml de amostra. Nota-se que, dentre as amostras analisadas (Quadro 2.13), algumas apresentam resultados positivos para essas análises. Pela Figura 2.58, observa-se que esses pontos estão localizados na sub-bacia Abaeté.

QUADRO 2.13 – CONTEÚDO BACTERIOLÓGICO DAS ÁGUAS (NASCENTES E POÇOS) DOS SISTEMAS AQUÍFEROS URUCUIA E AREADO

Amostra	Coliformes Totais	Escherichia coli	Amostra	Coliformes Totais	Escherichia coli
	100ml	100ml		100ml	100ml
U2	ausente	ausente	U70	NA	NA
U6	ausente	ausente	U80	ausente	ausente
U7	ausente	ausente	U81	ausente	ausente
U10	ausente	ausente	U82	ausente	ausente
U11	ausente	ausente	U88	ausente	ausente
U12	ausente	ausente	U99	ausente	ausente
U16	ausente	ausente	U107	ausente	ausente
U17	ausente	ausente	U113	ausente	ausente
U19	ausente	ausente	U115	ausente	ausente
U20	ausente	ausente	U153	ausente	ausente
U24	ausente	ausente	U155	ausente	ausente
U29	ausente	ausente	U167	presente	ausente
U30	ausente	ausente	U171	presente	presente
U39	NA	NA	U175	ausente	ausente
U40	ausente	ausente	U176	ausente	ausente
U41	ausente	ausente	U179	ausente	ausente
U48	ausente	ausente	U181	presente	presente
U51	ausente	ausente	U198	presente	ausente
U56	ausente	ausente	U201	presente	presente
U67	ausente	ausente	U202	presente	ausente

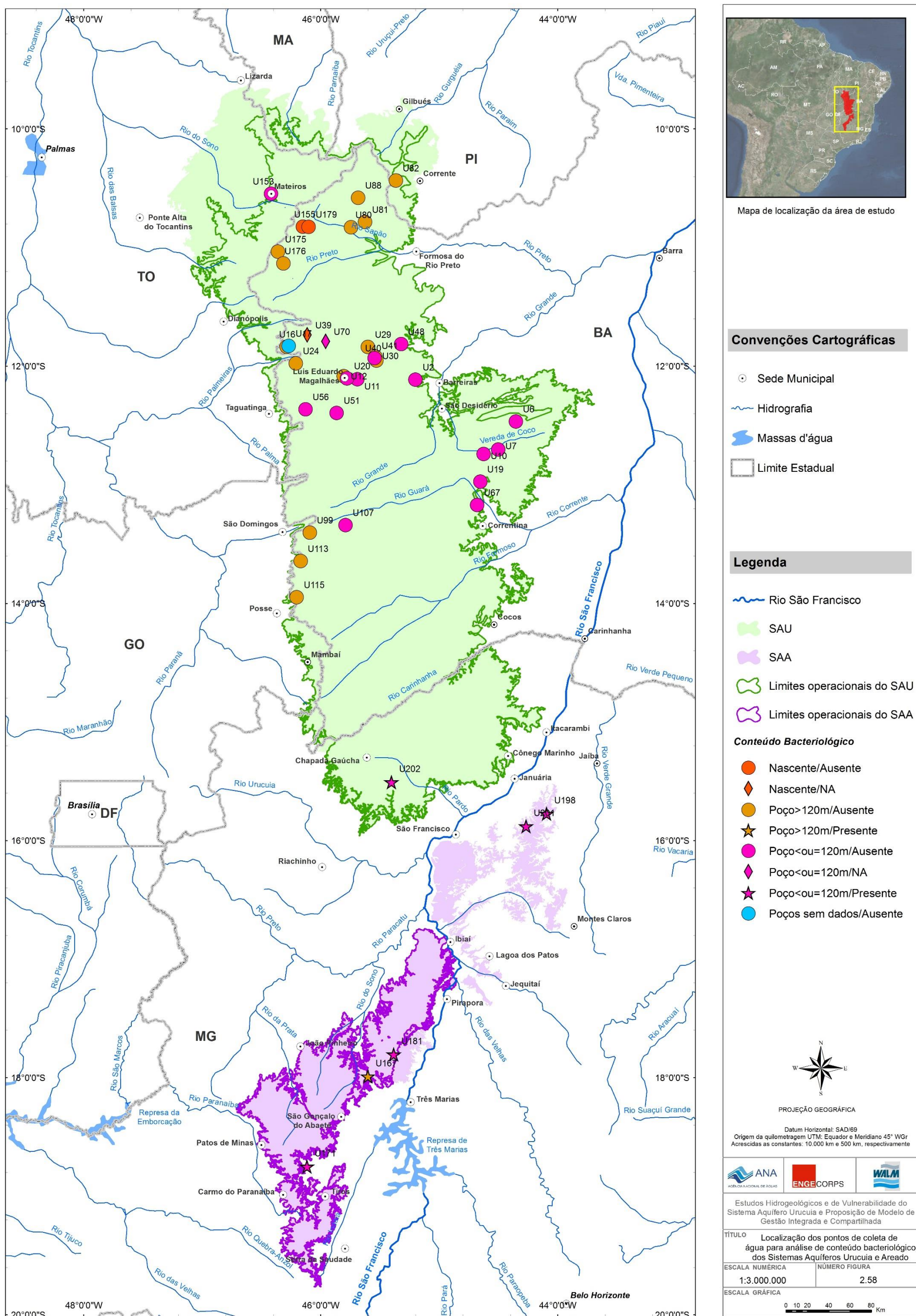


Figura 2.58 - Mapa de localização dos pontos de coleta de água para análise de Conteúdo Bacteriológico dos Sistemas Aquíferos Uruçuia e Areado

2.7 ISÓTOPOS ESTÁVEIS DE OXIGÊNIO ($\delta^{18}\text{O}$) E DEUTÉRIO ($\delta^2\text{H}$)

O hidrogênio e o oxigênio da água ocorrem com diferentes combinações isotópicas em suas moléculas. Mais comum e de maior interesse para hidroquímica são as moléculas $^1\text{H}_2^{16}\text{O}$ (comum), $^1\text{HD}^{16}\text{O}$ (raro) e $^1\text{H}_2^{18}\text{O}$ (raro), que podem ser divididas entre moléculas leves ($^1\text{H}_2^{16}\text{O}$) e moléculas pesadas ($^1\text{HD}_{16}\text{O}$ e $^1\text{H}_2^{18}\text{O}$).

Durante a evaporação, as moléculas leves da água evaporam mais rapidamente do que as moléculas pesadas e, à medida que a evaporação se processa, a água remanescente se enriquece em isótopos pesados, tornando o vapor relativamente mais leve. Na condensação, o vapor residual se torna mais pobre em isótopos pesados, enquanto que o vapor liquefeito fica mais rico. Esses dois processos fazem com que sucessivas condensações do mesmo vapor sejam mais e mais pobres em isótopos pesados, como acontece com as precipitações à medida que migram para altas latitudes.

A composição isotópica da água é expressa em relação à composição isotópica média da água do oceano, um padrão internacional chamado Standard Mean Ocean Water (SMOW) e, atualmente, Viena Standard Mean Ocean Water (VSMOW) (CRAIG, 1961). A diferença entre a razão isotópica da água e deste padrão, determinada por espectrômetro de massa ou por espectroscopia em cavidade ressonante tipo *ring-down* (CRDS, *cavity ring-down spectroscopy*), é expressa em partes por mil (‰). A razão de deutério é representada por δD , e de ^{18}O , por $\delta^{18}\text{O}$.

$$\delta\text{D}_{\text{amostra}} \text{‰} = \frac{(\text{D}/\text{H})_{\text{amostra}} - (\text{D}/\text{H})_{\text{SMOW}}}{(\text{D}/\text{H})_{\text{SMOW}}} \times 1000$$

$$\delta\text{O}^{18}_{\text{amostra}} \text{‰} = \frac{(\text{O}^{18}/\text{O}^{16})_{\text{amostra}} - (\text{O}^{18}/\text{O}^{16})_{\text{SMOW}}}{(\text{O}^{18}/\text{O}^{16})_{\text{SMOW}}} \times 1000$$

Água com menos deutério que SMOW apresenta δD negativo; água com mais deutério que SMOW apresenta δD positivo. O mesmo ocorre com o $\delta^{18}\text{O}$. O ciclo hidrológico global mostra correlação linear entre $\delta^{18}\text{O}$ e δD . Essa relação resulta de vários processos de fracionamento, como resultado das mudanças de fases, de temperatura, circulação atmosférica global, e destilação da massa de vapor de água durante a chuva (GAT, 1980). Baseado nos valores isotópicos de uma rede mundial de precipitação, levantados pela Agência Internacional de Energia Atômica, modelos de circulação de massas de vapor d'água do ar e processos físicos pelos quais a água passa em seu ciclo podem ser estudados e avaliados pelas medidas isotópicas dos corpos d'água.

2.7.1 Coletas e Análises Isotópicas das Amostras

Foram coletadas na segunda campanha 40 amostras de água dos Sistemas Aquíferos Urucuia (SAU) e Areado (SAA), para análise dos isótopos ^{18}O e deutério. Em campo, foram seguidos todos os padrões recomendados para amostragem; em seguida, essas amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Hidrogeologia e Hidrogeoquímica do Departamento de Geologia Aplicada da UNESP para análises isotópicas.

Para análise dos isótopos estáveis (^{18}O e Deutério) utilizou-se a técnica de espectroscopia em cavidade ressonante tipo *ring-down*, que se baseia na absorção de radiação laser na faixa do infravermelho próximo (0,7 a 2,5 μ) por substâncias no estado gasoso, tais como água, gás carbônico e metano. O instrumento utilizado para análise isotópica foi Liquid Water Isotope Analyzer da Los Gatos Research Inc (LWIA-24d).

2.7.2 Características isotópicas

O Quadro 2.14 apresenta os resultados das medidas isotópicas de $\delta^{18}\text{O}$ e δD em amostras de nascentes e poços, coletadas na segunda campanha de amostragem. As razões isotópicas das análises para $\delta^{18}\text{O}$ variam no intervalo de $-7,03\text{‰}$ a $+1,23\text{‰}$, enquanto que os resultados para δD oscilam de $-45,91\text{‰}$ a $+0,84\text{‰}$.

QUADRO 2.14 – ISÓPOTOS DE O^{18} E DEUTÉRIO EM ÁGUAS (NASCENTES E POÇOS) DOS SISTEMAS AQUÍFEROS URUCUIA E AREADO

Amostra	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	δD (‰)	Amostra	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	δD (‰)
U001	-3,62	-19,96	U067	-4,37	-24,65
U005	-0,84	-9,39	U124	-2,39	-12,63
U006	-3,27	-20,73	U127	-3,61	-20,03
U007	-3,87	-22,56	U135	-3,76	-18,92
U010	0,45	0,84	U138	-4,65	-28,08
U011	-3,80	-22,90	U139	-4,81	-30,36
U019	-4,35	-22,72	U144	1,23	-9,41
U020	-4,02	-23,74	U150	-3,85	-25,58
U021	-4,42	-36,09	U151	-4,66	-28,14
U022	-2,03	-13,84	U153	-3,87	-20,47
U023	-3,98	-23,08	U160	-5,00	-29,90
U032	-3,93	-22,13	U168	-6,74	-45,91
U033	-3,95	-22,30	U171	-6,58	-44,34
U036	-3,71	-21,85	U172	-0,41	-3,23
U043	-3,83	-21,12	U179	-2,90	-13,21
U047	-4,37	-25,35	U180	-2,57	-12,64
U048	-4,03	-25,07	U181	-6,69	-44,73
U049	-4,35	-27,43	U183	-7,03	-45,81
U051	-4,18	-25,34	U195	-5,80	-38,71
U053	-4,01	-24,26	U201	-5,36	-33,18

Pela Figura 2.59 verifica-se que a maioria das amostras, tanto as coletadas nas nascentes quanto nos poços, tem composição isotópica próxima à da linha meteórica global (LMG), confirmando sua origem meteórica. Os valores predominantes estão entre -5‰ e -3‰ para $\delta^{18}\text{O}$ e entre -30‰ e -20‰ para δD (Figura 2.60).

Observa-se que na sub-bacia Urucuia tem mais amostras enriquecidas que na sub-bacia Abaeté (Figura 2.61). Esse fato está provavelmente relacionado a fatores climáticos da época da recarga e/ou a misturas com águas do pré-SAU.

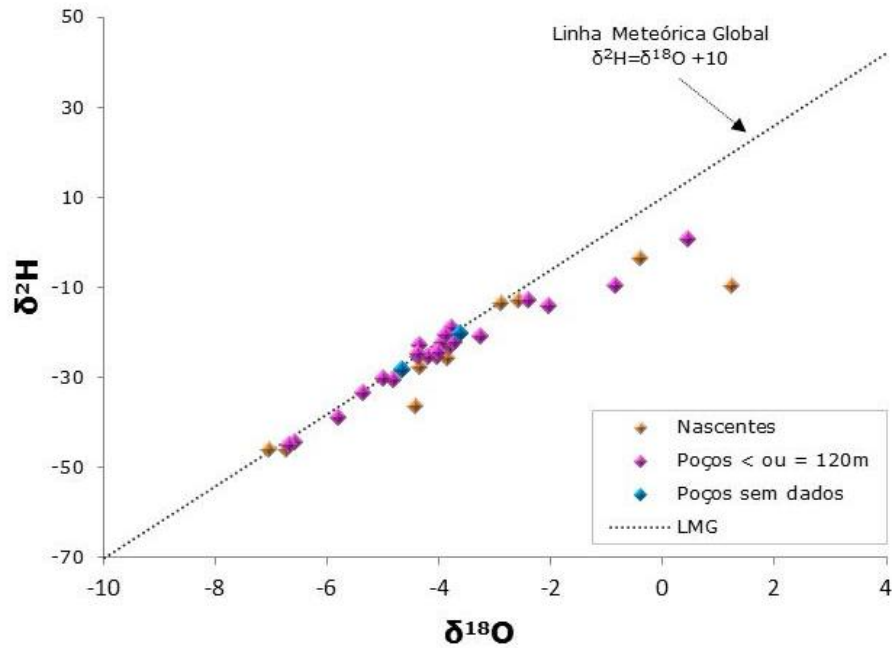


Figura 2.59 - Relação de $\delta^{18}\text{O}$ e δD para as amostras de águas coletadas nos SAU e SAA

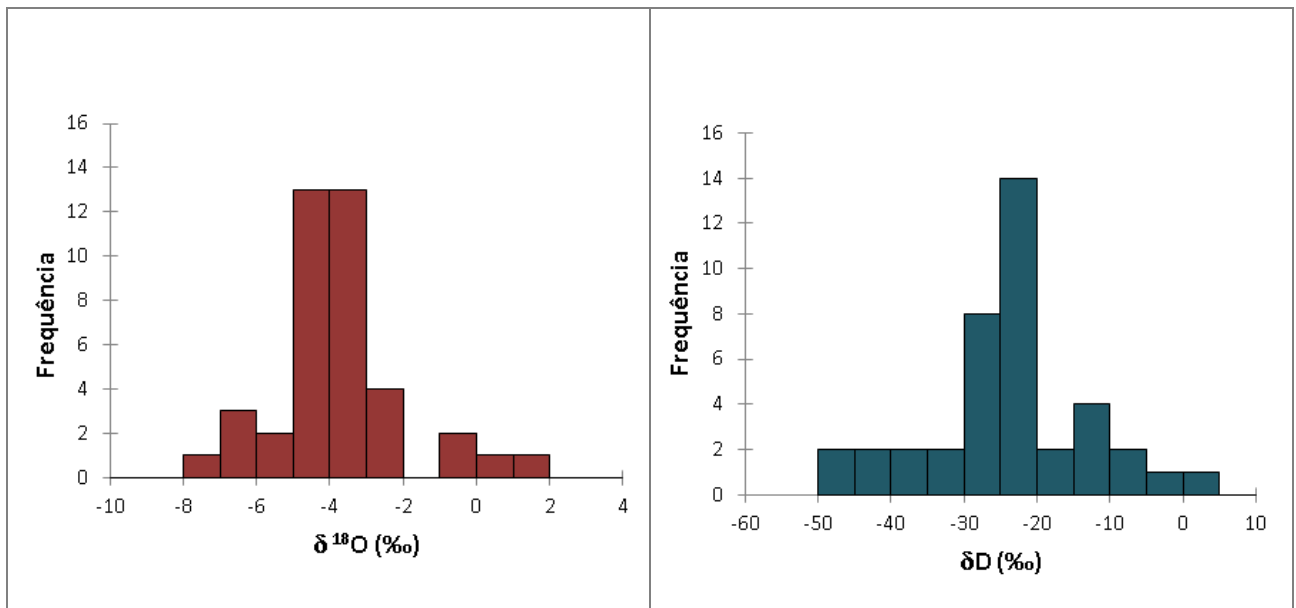


Figura 2.60 - Histogramas de $\delta^{18}\text{O}$ e δD para as amostras de água de poços e de nascente dos SAU e SAA.

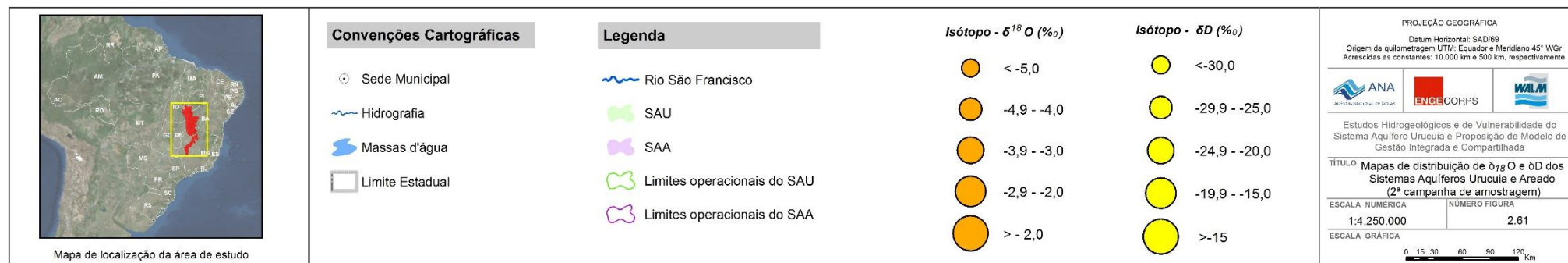
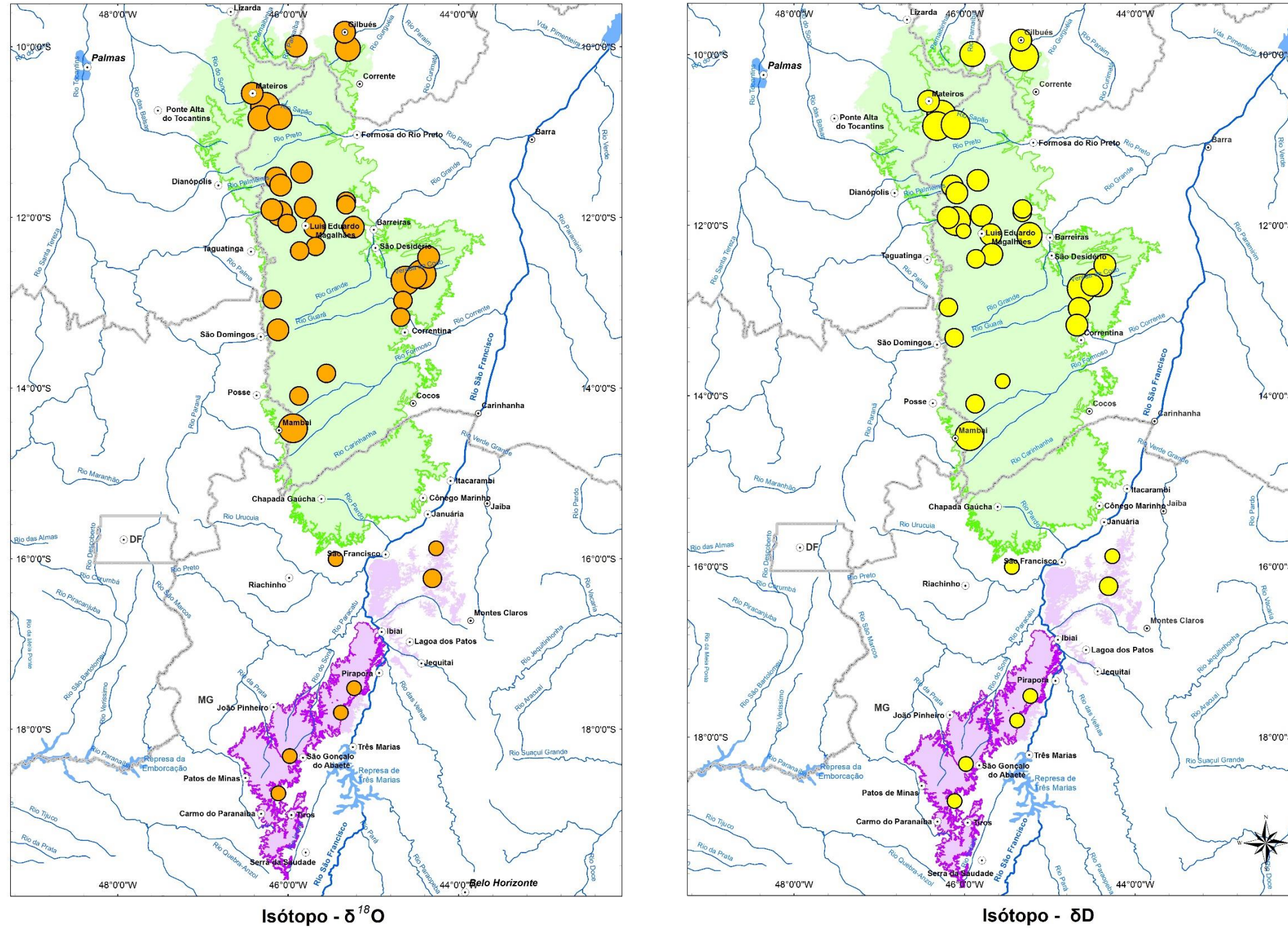
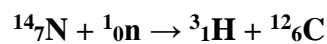
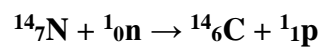


Figura 2.61 - Mapas de distribuição de $\delta^{18}O$ e δD dos Sistemas Aquíferos Uruçua e Areado (2ª campanha de amostragem).

2.8 ISÓTOPOS RADIOATIVOS DE CARBONO 14 (^{14}C) E TRÍTIIO (^3H)

A radioatividade presente nos isótopos instáveis (radioisótopos), por estar estatisticamente relacionada com o tempo (mensurada em desintegrações por unidade de tempo), presta-se à determinação do tempo de permanência ou da idade do traçador no aquífero, ou seja, constitui um meio de datação da água subterrânea.

O ^{14}C e o T (^3H – Trítio) são amplamente utilizados na datação de águas devido ao apropriado tempo de meia-vida que possuem, respectivamente de 5.730 anos e 12,43 anos. Esses tempos definem faixas acessíveis de datação de 200 anos a 30.000 anos e de 0 anos a 50 anos, respectivamente. Ambos os isótopos são de origem secundária e produzidos na alta atmosfera em reações nucleares, resultantes do bombardeio de fluxo de nêutrons da radiação cósmica secundária com átomos de nitrogênio presentes na atmosfera:



onde **n** = nêutron e **p** = próton.

Em seu decaimento, esses isótopos são emissores de partículas β^- e, apesar de terem uma concentração ínfima no planeta, sua medida quantitativa é possível através de detecção dessa radiação emitida. Esse decaimento segue a lei do decaimento radioativo:

$$a_t = a_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

onde a_0 é a atividade específica inicial do nuclídeo-pai (em Bq/kg ou mBq/g; 1 Bq = 1 desintegração por segundo), a_t é a atividade específica depois de certo tempo t , e λ é a constante de decaimento.

Considerando a atividade **a** como o número de transformações por unidade de tempo, e definindo a meia-vida $a(t_{1/2}) = a_0 / 2$, tem-se $\lambda = \ln 2 / t_{1/2}$. Com isso, a equação é simplificada para:

$$t = -\left(\frac{t_{1/2}}{\ln 2}\right) \cdot \ln\left(\frac{a_t}{a_0}\right)$$

2.8.1 Carbono-14

O isótopo ^{14}C (radiocarbono) no CO_2 atmosférico foi descoberto em 1946 por Libby, que determinou sua meia-vida em 5568 anos (conhecido como meia-vida de Libby) e reconheceu

o potencial como ferramenta de datação. Godwin (1962), posteriormente, refinou a determinação da meia-vida para 5730 anos. Atualmente o radiocarbono é utilizado por arqueólogos na reconstrução da história humana durante o Holoceno, serve como base em reconstruções climáticas do Neo-Pleistoceno e Holoceno, e é também a principal ferramenta na estimativa de idades de paleoáguas subterrâneas.

O carbono, apesar de não estar presente na molécula da água, ocorre naturalmente no ciclo hidrológico, em suas três espécies isotópicas, na forma de bicarbonato e de CO₂ dissolvido. O ¹⁴CO₂ atmosférico interage com toda a biomassa viva através da fotossíntese, assim como com águas meteóricas e oceanos (e carbonatos formados nessas águas) por meio de reações de troca de CO₂.

A datação de material orgânico com ¹⁴C baseia-se no fato de que toda biomassa viva está em equilíbrio com a atmosfera, portanto com mesma atividade a₀; porém, a partir da morte da biomassa, essa não mais interage com a atmosfera e, desse momento em diante, a atividade do ¹⁴C cai de acordo com a lei de decaimento radioativo.

A datação, assim, baseia-se na medição da diminuição do radionuclídeo-pai numa dada amostra. Para tal, é necessário assumir dois critérios fundamentais: (1) a concentração inicial do nuclídeo-pai é conhecida e permaneceu constante no passado; e (2) o sistema é fechado para ganhos ou perdas do nuclídeo-pai, exceto através do decaimento radioativo (CLARK & FRITZ, 1997).

O cálculo da idade é feito a partir da equação de decaimento, em que $\lambda = \ln 2/t_{1/2}$, sendo t_{1/2} o valor da meia-vida do radioisótopo. Tem-se então:

$$t_{Libby} = -8033 \cdot \ln \left(\frac{a_t^{14C}}{a_0^{14C}} \right)$$

$$t_{Godwin} = -8267 \cdot \ln \left(\frac{a_t^{14C}}{a_0^{14C}} \right)$$

onde t_{Libby} utiliza a meia-vida de Libby t_{1/2} = 5568, e t_{Godwin} utiliza t_{1/2} = 5730. A equação de Libby (t_{Libby}) fornece uma idade denominada de "idade convencional".

Dois tipos independentes de registros datados têm auxiliado no estabelecimento do a₀¹⁴C nos últimos 30.000 anos, quais sejam, a contagem de anéis de crescimento das árvores (dendrocronologia) e corais. O alcance potencial da datação é limitado pela precisão analítica, que se estende até aproximadamente 10 meia-vidas ou 60.000 anos. No entanto, a pobre preservação e subsequente contaminação por material mais velho implicam em um alcance efetivo da datação muito mais curto: menos de 50.000 anos para matéria orgânica como

vegetação e colágeno, e cerca de 30.000 anos para águas subterrâneas (CLARK & FRITZ, 1997).

Por convenção internacional, atividades específicas são comparadas com a atividade padrão, a_{ox} , que é igual a 0,95 vezes a atividade específica do ácido oxálico NBS (0.95×13.56 desintegrações por minuto por grama de carbono (dpm/g C), no ano de 1950). A atividade específica inicial, a_0^{14C} , e a atividade específica medida, a_t^{14C} , podem ser expressas como porcentagens dessa atividade padrão em pmc (Porcentagem de Carbono Moderno), sendo $pmc = (a_t^{14C}/a_{ox}) \times 100\%$. Por convenção, o 14C moderno (pré-detonação nuclear) corresponde a 100 pmc (MOOK, 1980, STUIVER & POLACH, 1977).

Apesar dos muitos avanços na coleta, análise e aplicação do radiocarbono nas ciências hidrológicas, a interpretação de idade do radiocarbono, por meio do carbono dissolvido em águas subterrâneas, ainda é limitada por incertezas na determinação da quantidade inicial do 14C dissolvido nas áreas de recarga dos aquíferos e das transformações biogeoquímicas que alteram essa quantidade ao longo da trajetória no aquífero (IAEA, 2013), tornando necessária a aplicação de modelos de correção.

Modelo de Correção – δ^{14C} , Δ , e Δ^{14C} (STUIVER & POLACH, 1977)

Neste modelo, o primeiro passo é o cálculo do d^{14C} , que representa a depleção por mil do 14C da amostra antes da correção do fracionamento isotópico.

$$d^{14C} = \left(\frac{a_t^{14C}}{a_0^{14C}} - 1 \right) \cdot 1000 \text{ ‰}$$

Em seguida, calcula-se o D^{14C} . Todos os valores de D^{14C} são normalizados para o valor base de δ^{13C} de -25.0 ‰, em relação ao carbonato-padrão VPDB (calcário da Formação Peedee Belemnite da Carolina do Sul – EUA):

$$D^{14C} = d^{14C} - 2(\delta^{13C} + 25) \left(1 + \frac{d^{14C}}{1000} \right) \text{ ‰}$$

Assumindo uma meia-vida de 5568 anos, em que -8033 representa o tempo de vida médio do 14C , tem-se:

$$t = -8033 \cdot \ln \left(1 + \frac{D^{14C}}{1000} \right).$$

Modelos de Correção para Dissolução Carbonática

A diluição e perda do 14C por reações geoquímicas são processos comuns, tanto no solo, quanto no fluxo subterrâneo, e devem ser avaliados e corrigidos.

A diluição do radiocarbono é contabilizada na equação de decaimento como fator ou fração de diluição, q . A atividade do ^{14}C como carbono inorgânico dissolvido ($\text{DIC} = \text{CO}_{2(\text{aq})} + \text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$) na recarga de água subterrânea, devido à dissolução da calcita ($a^{14}\text{C}_{\text{rech}}$), é igual ao ^{14}C moderno no solo ($a_0^{14}\text{C}$) multiplicado pelo fator de diluição:

$$a^{14}\text{C}_{\text{rech}} = q \cdot a_0^{14}\text{C}$$

Desse modo, a equação de decaimento corrigida para diluição torna-se:

$$a_t^{14}\text{C} = q \cdot a_0^{14}\text{C} \cdot e^{-\lambda t}$$

ou

$$t = -8267 \cdot \ln\left(\frac{a_t^{14}\text{C}}{q \cdot a_0^{14}\text{C}}\right)$$

A determinação do fator de diluição q é foco de atenção de hidrogeólogos, devido à complexidade e importância para a datação de águas subterrâneas.

Correção Estatística (STAT model)

Modelos estatísticos assumem que após a adição do carbono inicial no solo por infiltração da água, ocorrerá alguma diluição de ^{14}C no sistema. A avaliação estatística é possível se a evolução geoquímica na área de recarga puder ser calculada para se estimar um valor “inicial” da atividade do ^{14}C do carbono inorgânico dissolvido. Esse valor inicial representa a fração de ^{14}C remanescente após a adição secundária de carbono. Vogel (1970) reporta uma aproximação de valores “característicos” de fator de diluição q :

- ✓ 0.65 – 0.75 para sistemas cársticos;
- ✓ 0.75 – 0.90 para sedimentos com carbonatos finos (tipo *loess*);
- ✓ 0.90 – 1.00 para rochas cristalinas.

Os menores valores refletem a importância das reações carbonáticas em aquíferos com carbonatos abundantes, enquanto que em rochas cristalinas com pouco carbonato os valores estão próximos de 1. A idade corrigida então é determinada pela equação de decaimento, utilizando um valor estimado, q_{stat} :

$$t = -8267 \cdot \ln\left(\frac{a_t^{14}\text{C}}{q_{\text{stat}} \cdot a_0^{14}\text{C}}\right)$$

Modelo $\delta^{13}\text{C}$ ($\delta^{13}\text{C}$ mixing)

O carbono-13 pode ser um bom traçador da evolução do DIC (carbono inorgânico dissolvido) em águas subterrâneas em sistema aberto e fechado. A grande diferença em $\delta^{13}\text{C}$ entre DIC derivado do solo e de minerais carbonáticos pode fornecer uma medida confiável da diluição de ^{14}C por dissolução carbonática. O modelo $\delta^{13}\text{C}$ (mixing) permite a incorporação de DIC (^{14}C ativo) durante a dissolução carbonática sob condições de sistema aberto, e subsequente diluição de ^{14}C sob condições de sistema fechado.

Qualquer processo que adiciona, remove ou troca carbono do conjunto DIC e que, desse modo, altera as concentrações de ^{14}C , irão também afetar as concentrações de ^{13}C . O fator de diluição q é então obtido do balanço de massa do isótopo de carbono:

$$q = \frac{\delta^{13}\text{C}_{\text{DIC}} - \delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}}{\delta^{13}\text{C}_{\text{soil}} - \delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}}$$

Onde:

- ✧ $\delta^{13}\text{C}_{\text{DIC}} = \delta^{13}\text{C}$ medido na água subterrânea;
- ✧ $\delta^{13}\text{C}_{\text{soil}} = \delta^{13}\text{C}$ do CO_2 do solo (normalmente próximo a -23‰);
- ✧ $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}} = \delta^{13}\text{C}$ da calcita sendo dissolvida (normalmente próximo a 0‰).

No entanto, essa versão do modelo $\delta^{13}\text{C}$ assume que a dissolução carbonática ocorre sob condições de sistema fechado, excluindo assim a troca isotópica com o reservatório de gás no solo. A equação acima está correta somente se o $\text{CO}_{2(\text{soil})}$ está tomado por água sem efeitos significantes de fracionamento, como é o caso de ambientes de baixo pH, onde somente cerca de 1‰ da depleção acompanha a dissolução de $\text{CO}_{2(\text{soil})}$. Em casos de valores altos de pH (7.5 a 10), o DIC em equilíbrio com o $\text{CO}_{2(\text{soil})}$ é enriquecido em ^{13}C , variando entre 7‰ e 10‰, a depender da temperatura.

2.8.2 Trítio

A datação de águas subterrâneas pelo decaimento do trítio baseia-se na suposição de que o trítio inicial na água subterrânea é conhecido, e que o trítio “residual” é resultado apenas do decaimento, de acordo com a equação de decaimento:

$$a_t \text{ } ^3\text{H} = a_0 \text{ } ^3\text{H} \cdot e^{-\lambda t}$$

Aqui, $a_0 \text{ } ^3\text{H}$ é a atividade inicial do trítio ou concentração (expressa em TU – tritium unit) e $a_t \text{ } ^3\text{H}$ é a atividade residual (medida na amostra), remanescente após o decaimento por certo

período t . Considerando que $\lambda = \ln 2/t_{1/2}$ e a meia-vida do trítio $t_{1/2} = 12,43$ anos, essa equação pode ser reescrita:

$$t = -17,93 \cdot \ln \left(\frac{a_t \text{ } ^3\text{H}}{a_0 \text{ } ^3\text{H}} \right)$$

Como exemplo, para $a_0 \text{ } ^3\text{H} = 10$ TU, tem-se a seguinte série de decaimento (Quadro 2.15):

QUADRO 2.15 – EXEMPLO DE SÉRIE DE DECAIMENTO DE TRÍTIO

ANOS	0	10	20	30	40	50	60
TU	10	5,7	3,3	1,9	1,1	0,6	0,4

Desse modo, a faixa útil para datação é menor do que 50 anos quando a análise é executada pelo método enriquecimento cintilográfico (limite de detecção = 0,6 TU).

Raramente se encontram águas subterrâneas que não estão contaminadas por mistura com águas mais jovens, ideais para uma datação precisa. As fortes variações sazonais e anuais registradas na precipitação representam uma função complexa, dificultando a determinação do ^3H inicial no momento da recarga. Para o modelo de fluxo de pistão, com pouca mistura ou dispersão ao longo da trajetória de fluxo, a idade de recarga pode ser estimada a partir das linhas de decaimento.

O problema desta aproximação é a sua simplicidade, por assumir que apenas a precipitação de um ano contribui para a amostra de água, sendo que geralmente a entrada do trítio se dá, em média, em alguns anos. A função de entrada de ^3H em vários anos pode ser determinada a partir da contribuição ponderada de ^3H de cada ano, corrigindo-se o decaimento na contribuição de precipitação de cada ano, durante o acúmulo na área de recarga.

Essa função pode ser aproximada utilizando-se um modelo de decaimento, o qual assume que cada componente da água subterrânea ao longo do sistema de fluxo recebe o mesmo “peso” de contribuição que os de vários anos de precipitação no ambiente de recarga. O peso de cada ano é aproximado por uma distribuição normal que põe o maior peso na precipitação dos anos centrais, com as menores contribuições nos primeiros e nos últimos anos.

A complexa evolução do ^3H inicial adicionado às águas subterrâneas pré-bomba termonuclear conspira contra interpretações refinadas na idade das águas. Assim, a interpretação quantitativa do tempo médio de residência da água subterrânea pode não ser possível, e somente interpretações qualitativas podem então ser feitas, como reunidos no Quadro 2.16 abaixo, conforme Clark & Fritz (1997).

QUADRO 2.16 – INTERPRETAÇÕES QUALITATIVAS DA DATAÇÃO DE ÁGUAS PELO DECAIMENTO DE TRÍTIUM (CLARK & FRITZ, 1997)

Para regiões continentais:	
< 0,8 TU	Submoderno - recarga anterior à 1952
0,8 a ~ 4 TU	Mistura entre submoderno e recarga recente
5 a 15 TU	Moderno (< 5 a 10 anos)
15 a 30 TU	Alguma "bomba" ^3H presente
> 30 TU	Considerável componente de recarga de 1960's ou 1970's
> 50 TU	Dominantemente recarga dos anos 1960's
Para regiões costeiras e de baixa latitude:	
< 0,8 TU	Submoderno - recarga anterior à 1952
0,8 a ~ 2 TU	Mistura entre submoderno e recarga recente
2 a 8 TU	Moderno (< 5 a 10 anos)
10 a 20 TU	Alguma "bomba" ^3H presente
> 20 TU	Considerável componente de recarga de 1960's ou 1970's

2.8.3 Carbono-14 (^{14}C) nas Águas do SAU

Na segunda campanha de amostragens, foram coletadas amostras de 14 poços do SAU, em pontos previamente selecionados, para análises de radiocarbono (^{14}C). Em campo foram seguidos todos os procedimentos de amostragem; em seguida, as amostras foram enviadas ao laboratório para análises específicas.

No processamento dos dados, uma amostra (U188) foi descartada, pois apresentou contaminação. Os resultados estão agrupados no Quadro 2.17.

A datação foi efetuada, primeiramente, utilizando-se a meia-vida de Libby (5568 anos), sem aplicação de correção. Posteriormente, a idade foi calculada com o tempo de meia-vida de 5730 anos (Idade Godwin), também sem qualquer correção.

Na correção pelo modelo estatístico (STAT model) foi assumido um valor do fator de diluição, $q_{\text{STAT}} = 0,95$, devido à geologia característica do SAU (muito pouca contribuição de carbonatos). No cálculo de correção pelo modelo $\delta^{13}\text{C}$ (*mixing*), foi assumido para o $\delta^{13}\text{C}$ do CO_2 do solo ($\delta^{13}\text{C}_{\text{soil}}$) o valor de -23‰ , e para o $\delta^{13}\text{C}$ de calcita dissolvida ($\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$) de 0‰ .

O pH dessas amostras apresenta uma variação entre 4,4 e 6,5, valores favoráveis à confiabilidade da equação.

As idades encontradas variam de 450 anos a 2840 anos, sendo que as mais antigas estão predominantemente localizadas na borda oeste da sub-bacia Urucuia (Figura 2.62).

QUADRO 2.17 – RESULTADOS DAS ANÁLISES DE ^{14}C E $\delta^{13}\text{C}$ DE AMOSTRAS DO SAU COM DATAÇÕES E SUAS RESPECTIVAS CORREÇÕES. * Datação da análise encomendada à Beta Analytic, correspondente à idade convencional (Libby)

Nº Am	Prof (m)	C^{13}	PMC	Idade* (BP)	Correção $\delta^{14}\text{C}$, Δ , e $\Delta^{14}\text{C}$	Correção STAT	Correção $\delta^{13}\text{C}$ mixing	Idade Godwin
U057	99	-28.1	0.7567	2240	2190	1881	3960	2305
U012	315	-22.2	0.9455	450	495	39	171	463
U037	236	-28.1	0.7436	2380	2330	2025	4105	2449
U069	280	-25.8	0.8276	1520	1507	1140	2514	1564
U081	197	-22.8	0.8885	950	985	553	905	977
U089	190	-21.9	0.912	740	790	337	356	762
U091	193	-26.2	0.7953	1840	1821	1469	2970	1893
U099	204	-21.5	0.872	1100	1157	708	575	1132
U108	290	-27.2	0.7022	2840	2805	2499	4309	2923
U115	180	-27.2	0.7633	2170	2134	1809	3620	2233
U128	202	-20	0.912	740	821	337	-394	762
U143	282	-22.6	0.8422	1380	1418	996	1275	1420
U182	150	-22.8	0.8495	1310	1346	924	1276	1348
U188	172	-14.1	10,151	-	-	-	-	-

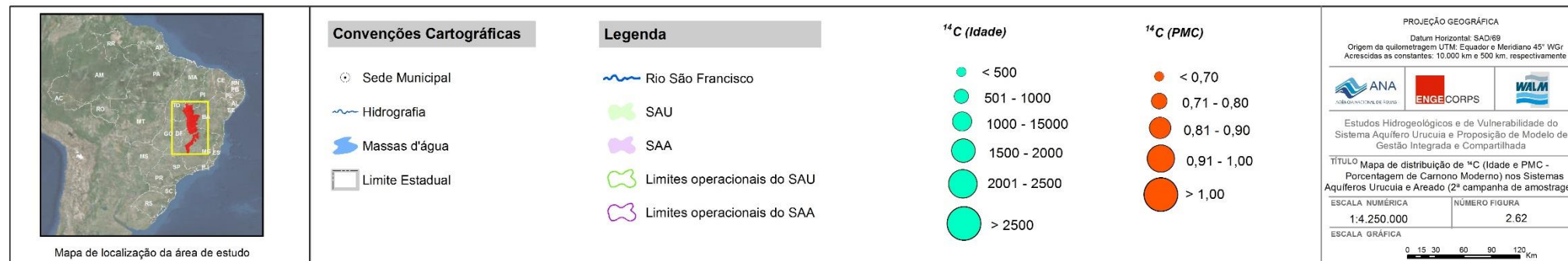
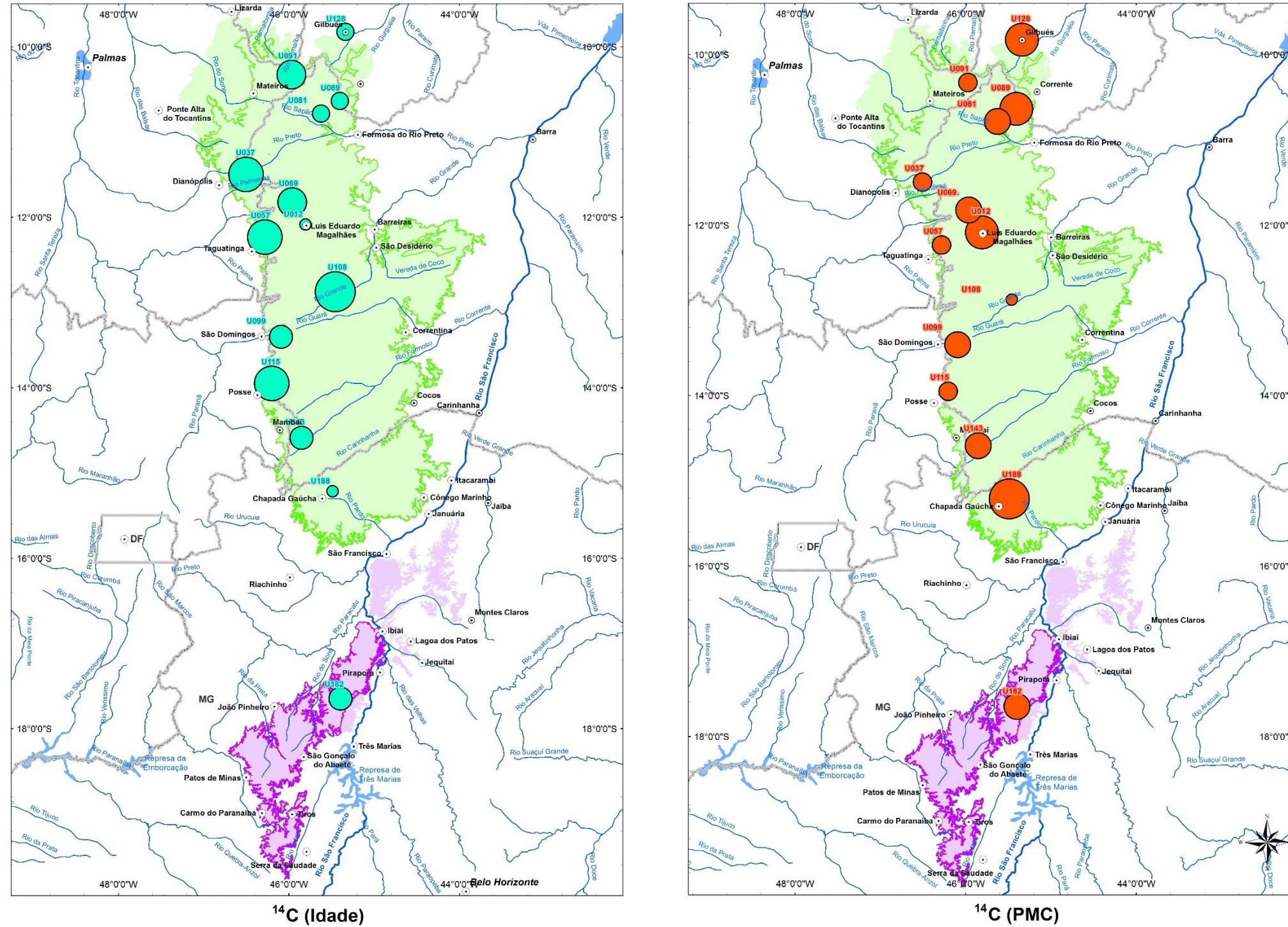


Figura 2.62 - Mapas de distribuição de ¹⁴C (Idade e PMC- porcentagem de carbono moderno) nos Sistemas Aquíferos Urucuia e Areado (2ª campanha de amostragem).

2.8.4 Trítio (H^3) nas Águas do SAU

Para análises de trítio (H^3), foram selecionadas e coletadas amostras de 10 nascentes e 15 poços na região do SAU. Todos os procedimentos de campo foram adotados para as devidas amostragens; em seguida, as amostras foram encaminhadas ao laboratório ISODETEC para análise isotópica. No Quadro 2.18 estão agrupados os resultados das análises e a interpretação qualitativa com base em Clark & Fritz (1997).

Os valores de δ^3H variam de 0,8 TU (U7) a 1.8 TU (U144). Desse modo, pode-se interpretar que a recarga é submoderna, ou seja, anterior a 1952 em determinados pontos, enquanto em outros é uma mistura entre recarga submoderna e recarga recente. Cabe ressaltar que a amostragem, possivelmente, reflete misturas de águas em um mesmo poço, ou seja, águas mais antigas da parte mais profunda do poço, com águas mais jovens da parte mais superficial do poço, interferindo assim nos resultados. Na Figura 2.63, observa-se que as águas classificadas como submodernas estão, em sua maioria, nas porções leste e norte da área do SAU, com exceção da amostra U147.

QUADRO 2.18 - RESULTADOS DAS ANÁLISES DE TRÍTIO (3H) DE AMOSTRAS DO SAU COM AS INTERPRETAÇÕES QUALITATIVAS.

Nº Am	δ^3H (TU)	$\pm 2\sigma$	Interpretação Qualitativa
U2	< 1,0		Mistura de Submoderno com recente
U7	< 0,8		Submoderno
U20	< 1,4		Mistura de Submoderno com recente
U21	1,6	0,7	Mistura de Submoderno com recente
U23	1,3	0,7	Mistura de Submoderno com recente
U33	1,3	0,7	Mistura de Submoderno com recente
U36	< 1,4		Mistura de Submoderno com recente
U43	< 1,3		Mistura de Submoderno com recente
U48	< 0,7		Submoderno
U49	< 1,3		Mistura de Submoderno com recente
U67	< 1,1		Mistura de Submoderno com recente
U127	0,8	0,7	Submoderno
U135	< 1,2		Mistura de Submoderno com recente
U139	0,9	0,7	Mistura de Submoderno com recente
U144	1,8	0,7	Mistura de Submoderno com recente
U147	< 0,8		Submoderno
U151	1,2	0,7	Mistura de Submoderno com recente
U153	< 0,8		Submoderno
U160	1,5	0,7	Mistura de Submoderno com recente
U168	1,2	0,7	Mistura de Submoderno com recente
U171	1,1	0,7	Mistura de Submoderno com recente
U179	1,1	0,7	Mistura de Submoderno com recente
U180	1,1	0,7	Mistura de Submoderno com recente
U181	< 1,1		Mistura de Submoderno com recente
U183	1,2	0,7	Mistura de Submoderno com recente

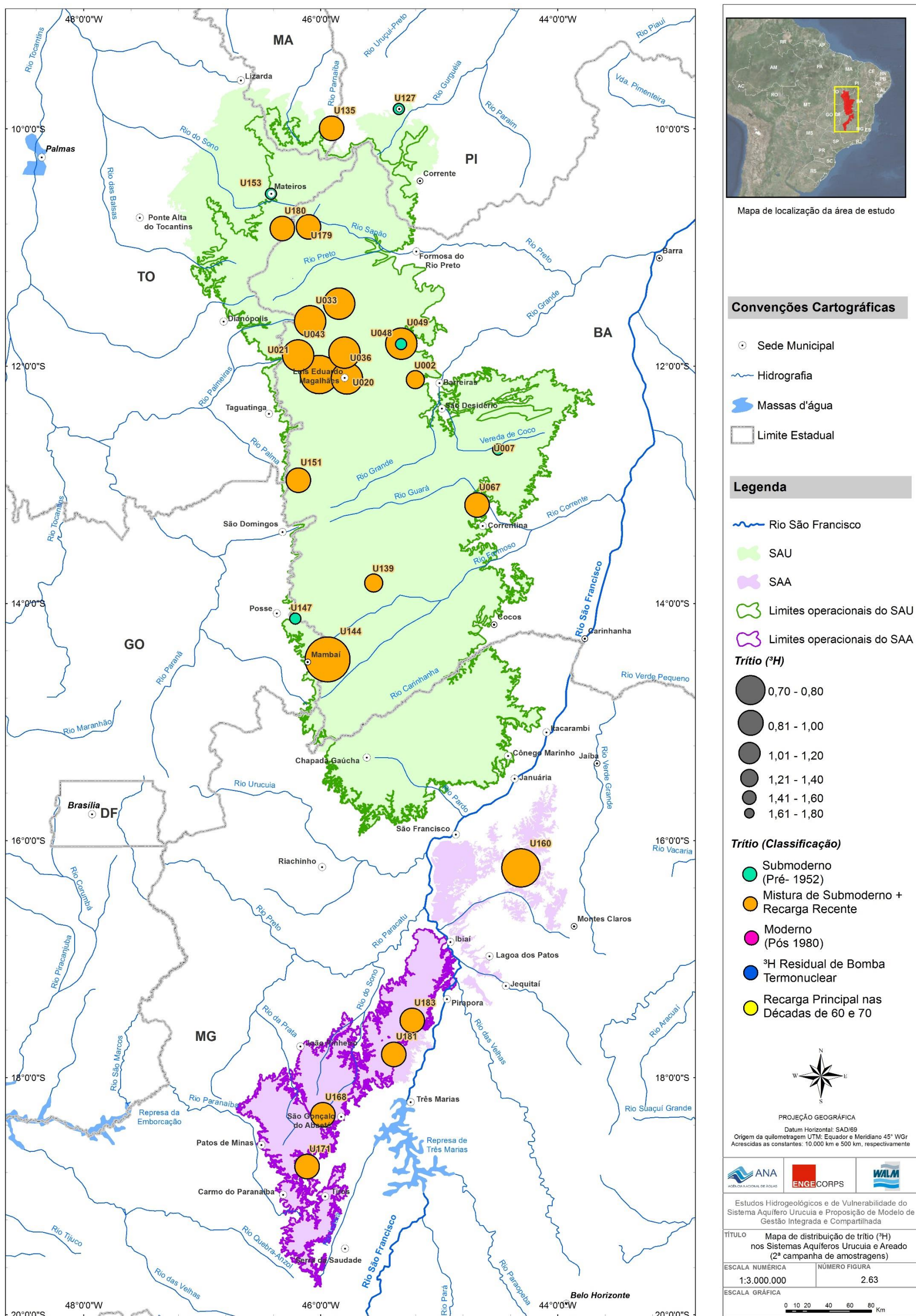


Figura 2.63 - Mapas de distribuição de Tritio (^3H) nos Sistemas Aquíferos Urucua e Areado (2ª campanha de amostragem).

2.9 IDADE RADIOMÉTRICA X MODELO HIDROGEOLÓGICO

Diante dos resultados e interpretações das análises de radioisótopos acima elencados, uma análise comparativa com dados do modelo hidrogeológico concebido para o SAU faz-se importante para averiguação da afinidade entre ambos. Para tal finalidade foi utilizado o algoritmo MODPATH (“A Particle-Tracking Model for MODFLOW”) da USGS, com o modelo numérico produzido no Visual MODFLOW para simulação dos trajetos (*pathlines*) de partículas de água desde a recarga até o poço amostrado.

As simulações mostram o trajeto percorrido e o tempo necessário para que a partícula de água entre na zona de recarga e atinja o poço amostrado. Os pontos de amostragem são representados pelas células da segunda camada do modelo, haja vista que as profundidades amostradas nos poços são grandes (superiores a 180 metros) e em geral próximas à base do SAU modelado.

No Quadro 2.19 estão reunidos os resultados das simulações, incluindo os cálculos da velocidade média do fluxo no trajeto e a distância necessária para alcançar a idade (BP) encontrada para a velocidade média simulada no modelo. Resultados de datação radiométrica e de simulação numérica idades radiométricas foram determinadas pelo método de 14c. Tempo de percurso e distância percorrida foram obtidas por simulação numérica, utilizando modpath. Distância necessária corresponde ao trajeto necessário para reproduzir a idade obtida na datação, considerando a velocidade média extraída do modelo numérico.

QUADRO 2.19 - RESULTADOS DE DATAÇÃO RADIOMÉTRICA E DE SIMULAÇÃO NUMÉRICA.

ANÁLISE			MODELO			DISTÂNCIA NECESSÁRIA (km)
Nº Am	Idade (BP)	Prof (m)	Tempo de Percurso (anos)	Distância Percorrida (km)	Velocidade Média (m/ano)	
U012	450	315	491,9	10,1	20,6	9,3
U037	2380	236	308,9	10,6	34,2	81,4
U057	2240	230	696,2	10,2	14,6	32,7
U069	1520	280	402,4	7,8	19,4	29,5
U081	950	197	376,3	14,0	37,3	35,4
U089	740	190	411,3	16,4	39,9	29,5
U091	1840	193	600,1	8,8	14,7	27,0
U099	1100	204	324,6	8,8	27,1	29,8
U108	2840	290	193,9	3,7	19,1	54,2
U115	2170	180	226,7	5,7	25,3	54,9
U143	1380	282	293,0	3,8	12,9	17,8
			Média	9,1	24,1	36,5

Os resultados das simulações indicam tempo de percurso que varia de 200 anos a 700 anos para distâncias percorridas entre 3 km e 17 km, conferindo velocidades médias notavelmente altas de 12 m/ano a 40 m/ano. Para reproduzir idades semelhantes à datação radiométrica, que forneceram idades entre 400 anos e 2900 anos, a distância média a ser percorrida, utilizando as mesmas velocidades médias obtidas pelo modelo numérico é de 36,5 km, compatível com as dimensões do SAU (~ 500 km X 150 km).

É importante salientar que o modelo numérico é simplificado e o meio simulado homogêneo, sem variações em profundidade nos parâmetros hidráulicos que o constituem. O modelo oferece bons resultados em regime estacionário, como visto anteriormente nos cálculos de balanço de fluxo utilizando zonas de balanço hídrico (RP 06). No entanto, em regime transiente, essa homogeneidade produz idades mais jovens.

Devido à homogeneidade imposta ao modelo, o trajeto simulado tende a ser menor que o real, ou seja, as linhas de fluxo simuladas (em verde) são mais curtas (Figura 2.64). Já para alcançar as idades determinadas por datação radiométrica ^{14}C , é necessário utilizar valores de condutividade hidráulica inferiores a 10^{-7} m/s, incompatível com a geologia do SAU.

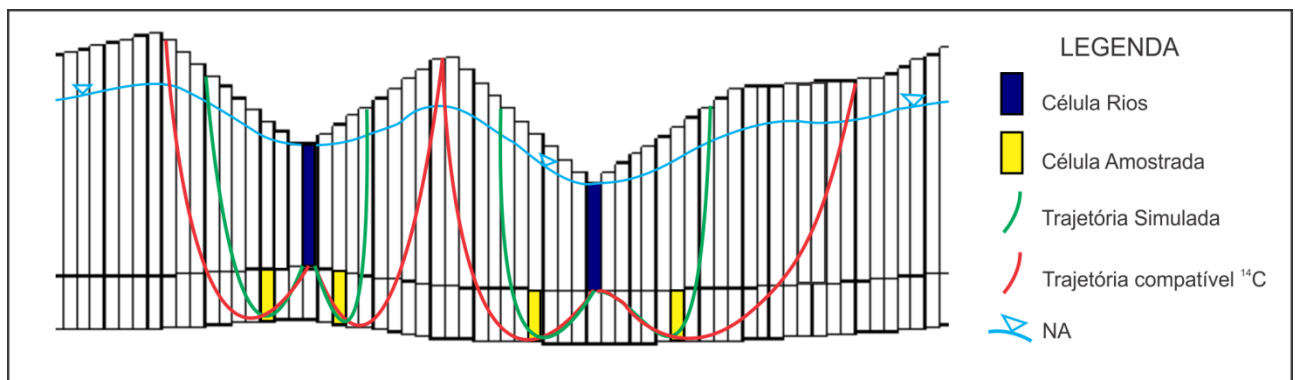


Figura 2.64 - Perfil esquemático comparando as linhas de fluxo seguindo a trajetória simulada e a trajetória que se ajusta às idades obtidas pelas datações de radiocarbono. As células Rios representam as drenagens, e as Amostradas representam as células interceptadas pelos poços em profundidade.

Assim, considera-se que o SAU, bem como todo meio geológico que não é perfeitamente homogêneo, possui heterogeneidades locais que influem no trajeto da água, de modo que variações nos parâmetros hidráulicos, como camadas mais ou menos cimentadas, níveis silicificados, conglomeráticos silicificados e lentes com maior argilosidade presentes em várias profundidades da sequência sedimentar do Grupo Urucuia, defletem o trajeto de fluxo tornando-o mais longo.

Mesmo que a distância média de 36,5 km, necessária para reproduzir as idades radiométricas obtidas, esteja em consonância com as dimensões do SAU, deve-se considerar que outros fatores também podem influenciar nas idades determinadas, tais como erros associados às limitações do método de datação e da amostragem, presença de níveis com baixa condutividade hidráulica que retardam o fluxo que os permeiam e tempo de trânsito maior na zona não saturada, onde o fluxo é também controlado pelo grau de umidade do meio.

Tendo em vista esses diferentes condicionantes geológicos e metodológicos, as idades determinadas pelo método de radiocarbono são coerentes com as condições existentes no SAU, sendo, portanto, importante elemento a ser considerado na gestão das águas subterrâneas.

2.10 CONCLUSÃO

Com as análises e interpretações dos dados hidroquímicos, é possível concluir que não há diferenças significativas nas amostras pertencentes à Sub-bacia Urucuia.

Observa-se que estas águas, sejam elas provenientes de nascentes ou poços de diferentes profundidades, possuem baixas concentrações de íons, sendo que a maioria apresenta, predominantemente, condutividades elétricas menores que 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$. O motivo da baixa salinidade, característica nestas águas, está ligado à geologia do meio, com elevada proporção de quartzo (essencialmente quartzo arenitos), à recarga e ao curto tempo de residência das águas subterrâneas do SAU.

As amostras com concentrações iônicas mais elevadas, principalmente as localizadas ao leste da área de pesquisa e na Sub-bacia Abaeté, podem ser relacionadas à influência do Aquífero Bambuí. Isto fica marcante em algumas amostras que aparecem com concentrações mais elevadas de bicarbonato e cálcio.

Contudo, vale ressaltar que muitas amostras foram coletadas em poços que não possuem dados de profundidade ou não indicam a posição da seção filtrante, ou seja, para se ter certeza da influência química de unidades sotopostas ao SAU, seria fundamental conhecer com exatidão estas características, principalmente dos poços que apresentaram maiores salinidades.

Quanto às duas campanhas de coletas de amostras de água realizadas, observa-se que não há diferenças hidroquímicas expressivas entre elas, ou seja, mesmo o SAU sendo um sistema aquífero aflorante, o curto intervalo de tempo de recarga não interfere na composição química da água.

As amostras selecionadas para análises de qualidade e potabilidade das águas do SAU (metais pesados, agroquímicos, btex e conteúdo bacteriológico) apresentam valores inferiores ao máximo permitido pela Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde. Fenóis apresentaram valores abaixo do limite de quantificação praticável (LQP), todavia acima de 1 $\mu\text{g}/\text{L}$.

A maioria das amostras coletadas para análises de δO^{18} e δD têm composição isotópica próxima à da linha meteórica global, sugerindo origem a partir de águas meteóricas, isto também pode indicar uma rápida movimentação de recarga do aquífero.

Nota-se que as amostras escolhidas para análises isotópicas de C^{14} possuem idades entre 450 a 2840 anos e as amostras selecionadas para análise de trítio são classificadas, predominantemente, como mistura de águas submoderna (anterior a 1952) com recente.

Cabe ressaltar, que as amostragens para análises C^{14} e trítio não foram coletadas nos mesmos pontos, como também destacar que, cada amostragem, possivelmente, reflete misturas de águas em um mesmo poço, ou seja, águas mais antigas na parte mais profunda do poço, com águas mais jovens na parte mais superficial do poço, interferindo assim nos resultados.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA) and WATER ENVIRONMENT FEDERATION (WEF). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 1368 p. 2005.
- APPELO, C. A. J.; POSTMA, D. Geochemistry, groundwater and pollution. 2ª ed. Amsterdam: Balkema Publishers, 650p, 2005.
- BJORLYKKE, K. & EGEBERG, P. K. Quartz cementation in Sedimentary Basins. AAPG Bulletin, v.77, p.1538-1548, 1993.
- CAMPOS, H. Estatística experimental não paramétrica. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz - USP", São Paulo, 343p., 1979.
- CAMPOS, G. M. Estatística prática para docentes e pós graduandos. Notas de aula. http://www.furp.usp.br/restauradora/gmc/gmc_livro/gmc_livro.html. 2002.
- CLARK, I.D. & FRITZ, P. Environmental Isotopes in Hydrogeology, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1997.
- COSTA NETO, P. L. O. Estatística. Edgard Blücher Ltda., São Paulo, 264p., 1977.
- CRAIG, H.. Isotopic variations in meteoric waters. Science, 1961. 133: 1702-1703.
- CUSTÓDIO, E & LLAMAS, M. R. Hidrologia subterrânea. 2ª ed. Barcelona: Ediciones Omega, 2v, 2350 p., 1996.
- FOSTER, S. S. D. & HIRATA, R. Determinação do risco de contaminação das águas subterrâneas: um método baseado em dados existentes. (Tradução de Ricardo Hirata, Sueli Yoshinaga, Seiju Hassuda e Mara Akie Iritani). Boletim do Instituto Geológico, n.10, 92p. 1993.
- FREEZE, R. A. & CHERRY, J. A. Groundwater. Prentice-Hall, Englewood, USA. 604 p. 1979.
- GAT, J.R. Oxygen and Hydrogen Isotopes in the Hydrologic Cycle. Rev. Earth Planet v.24. 225-262p, 1996.
- GODWIN, H. Half life of radiocarbon. Nature 195, 984p., 1962.
- GULER, C.; THYNE, G. D. Hydrologic and geologic factors controlling surface and groundwater chemistry in Indian Wells-Owens Valley area, southeastern California, USA. Journal of Hydrology, Amsterdam, v.285, p 177-198, 2004.
- HEM, J. D. Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water. Alexandria: U.S.G.S., U.S. Geological Survey Water Supply Paper 2254. 272 p., 1985.

- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Isotope methods for dating old groundwater. IAEA, Vienna, 357p., 2013.
- LANDIM, P. M. B. Análise estatística espacial de dados geológicos multivariados. DGA/IGCE/UNESP Rio Claro. Laboratório de Geomatemática, texto didático 15, 158 p. 2006.
- LIBBY, W.F. Radiocarbon Dating. University of Chicago Press, Chicago, 124p.,1952. (Also published in Phoenix Science Series, second ed., 1965).
- MENG, S. X. & MAYNARD, J. B. Use os statistical analysis to formulate conceptual models of geochemical behavior: water chemical data from the Botucatu aquifer in São Paulo state, Brazil. Journal of Hydrology, Amsterdam, v. 250, p. 78-97, 2001.
- MOOK, W.G. Carbon-14 in hydrogeological studies. In: Handbook of environmental isotope geochemistry (Fritz, P, and Fontes, J.C., editors), Vol 1, Elsevier Sci. Publ. Co., Amsterdam, 49-74p, 1980.
- NORDSTROM, D. K. & MUNOZ, J. L. Geochemical Thermodynamics. Menlo Park, California. The Benjamin/Cummings Co., Inc. 477p, 1985.
- PARALTA, E. A.; FRANCES, A. P. & RIBEIRO, L. F. Avaliação da vulnerabilidade do Sistema Aquífero dos Gabros de Beja e análise crítica das redes de monitorização no contexto da directiva Quadro da Água. 7ª SILUSBA. Évora. 16 p. 2005.
- PARKHURST D. L. & APPELO P. User's guide to Phreeqc (Version 2) – A computer program for speciation. speciation. batch-reaction. one-dimensional transport. and inverse geochemical calculations: Denver: USGS, 1999, 310p. U.S. Geological Survey Water-Resources Investigations Report 99-4259.
- PIPER, A. M. A. A. Graphic procedure in the geochemical interpretation of water analyses. Reprinted: American Geophysical Union Transactions, v.25, p. 914-923, 1944.
- PORTARIA 2914 DE 12 DE DEZEMBRO DE 2011 – MINISTÉRIO DA SAÚDE. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.
- RESOLUÇÃO 396 DE 03 DE ABRIL DE 2008 – MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE E CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências.
- STIFF, H. A. JR. The interpretation of chemical water analysis by means of patterns. Reprinted: Journal of Petroleum Technology, Oxford, v. 3, n. 10, p. 15-16, 1951.
- STUIVER, M & POLACH, H. Discussion: Reporting of 14C data. Radiocarbon 19(3):355-363p., 1977.

- STUMM, W. Chemistry of the solid-water interface: processes at the mineral-water and particle-water interface in natural systems. Wiley-Interscience publication. 1992.
- VAN STEMPVOORT, D.; EWERT, L. & WASSENAAR, L. AVI: a method for groundwater protection mapping in the Prairie Provinces of Canada. PPWD pilot project. Sept. 1991 – march. 1992. Groundwater an Contaminants Project. Environmental Sciences Divison, National Hydrology Research Institute. 1992.
- VIDAL, A. C.; CHANG, H. K. Caracterização Hidroquímica dos Aquíferos da Bacia de Taubaté. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, v.32, n. 2, p. 267-276, 2002.

ANEXO I – IDENTIFICAÇÕES DAS AMOSTRAS DE ÁGUAS COLETADAS

Anexo I – Identificações das amostras de água coletadas

ID- Unesp	ID - Cadastro de Campo	Campanha	ID- Unesp	ID - Cadastro de Campo	Campanha
U1	2900013918-S	1 e 2	U52	83 - sub	1 e 2
U2	2-3481	1 e 2	U53	M - 230 - sub	1 e 2
U3	1-7809-S	1 e 2	U54	290001665 - sub	1 e 2
U4	1-8323	1 e 2	U55	3 - 6985 - sub	1 e 2
U5	1-8453	1 e 2	U56	poço C - sub	1 e 2
U6	1-2519-S	1 e 2	U57	1 - 4997 - sub	1 e 2
U7	1-6887-S	1 e 2	U58	poço 1 - sub	1 e 2
U8	1-1700-S	1 e 2	U59	poço 9	1 e 2
U9	2900013919	1	U60	1 - 3710 - sub	1 e 2
U9-S	S/ID	2	U61	38	1 e 2
U10	1-8772-Sub	1 e 2	U62	B - 103 - sub	1 e 2
U11	2-3360	1 e 2	U63	N - 02060	1
U12	B-104	1 e 2	U63-S	S/D	2
U13	B-105	1 e 2	U64	52	1 e 2
U14	2900013501-Sub	1 e 2	U65	171	1 e 2
U15	B-066	1 e 2	U66	M 226	1
U16	B-126	1 e 2	U67	2 - 3561 - sub	1 e 2
U17	Comunidade Placas	1 e 2	U68	2900013606	1 e 2
U18	2900014132-Sub	1 e 2	U69	poço 4 profundo	1 e 2
U19	1-4632-Sub	1 e 2	U70	poço 4 raso	1 e 2
U20	B-012	1 e 2	U71	71	1 e 2
U21	Nascente-06	1 e 2	U72	74 - sub	1 e 2
U22	B-031	1 e 2	U73	138	1 e 2
U23	B-107	1 e 2	U74	87 - sub	1 e 2
U24	B-060	1 e 2	U75	169 - sub	1 e 2
U25	B-119-Sub	1 e 2	U76	116	1 e 2
U26	B-113	1 e 2	U77	P - 92	1 e 2
U27	2900014129-S	1 e 2	U78	P - 97	1 e 2
U28	B-121-S	1 e 2	U79	22 - sub	1 e 2
U29	2900013494	1 e 2	U80	P 160	1 e 2
U30	2900013497-S	1 e 2	U81	P 163	1 e 2
U31	B-117-S	1 e 2	U82	P 152	1 e 2
U32	B-111	1 e 2	U83	P 146 - sub	1 e 2
U33	Nasc-02	1 e 2	U84	P 143	1 e 2
U34	B-122	1 e 2	U85	P 142	1 e 2
U35	2-3419	1 e 2	U86	P 141	1 e 2
U36	1-7578	1 e 2	U87	P 146B - sub	1 e 2
U37	5200004744	1 e 2	U88	P 158 - sub	1 e 2
U38	Poço "D" - S	1 e 2	U89	P 120	1 e 2
U39	Nascente 3	1 e 2	U90	P 186	1 e 2
U40	2900014128	1 e 2	U91	P 203	1 e 2
U41	2900014134	1 e 2	U92	P 192	1 e 2
U42	B 77	1 e 2	U93	P 196	1 e 2
U43	Nascente 21	1 e 2	U94	P 128	1 e 2
U44	Nascente 22	1 e 2	U95	1 - 3617 - sub	1 e 2
U45	B-120-S	1 e 2	U96	1 - 3347 - sub	1 e 2
U46	B-124	1 e 2	U97	181	1
U47	2-3457	1 e 2	U98	200	1 e 2
U48	2-2743	1 e 2	U99	266 - sub	1 e 2
U49	Nasc 27-S	1 e 2	U100	210	1 e 2
U50	2-174-S (nasc)	1	U101	193 - sub	1 e 2
U51	M 229	1 e 2	U102	2900013549 - sub	1 e 2

Anexo I – Identificações das amostras de água coletadas

ID- Unesp	ID - Cadastro de Campo	Campanha	ID- Unesp	ID - Cadastro de Campo	Campanha
U103	245 - sub	1 e 2	U154	5200005576	1 e 2
U104	270 - sub	1 e 2	U155	Nascente 28S	1 e 2
U105	304	1 e 2	U156	Nascente 29S	1 e 2
U106	306	1 e 2	U157	Strobel	1 e 2
U107	293 - sub	1 e 2	U158	Bela Vista	1 e 2
U108	2900013557	1 e 2	U159	5200003651	1 e 2
U109	P 106	1 e 2	U160	3100016533 - sub	1 e 2
U110	157 - sub	1 e 2	U161	3100011140 - sub	1 e 2
U111	163	1	U162	3100006720 - sub	1 e 2
U112	281 - sub	1 e 2	U163	3100006721 - sub	1 e 2
U113	283 - sub	1 e 2	U164	3100011128 - sub	1 e 2
U114	2900014018	1 e 2	U165	02192 - sub	1 e 2
U115	1 - 77080 -sub	1 e 2	U166	656	1 e 2
U116	2900016254	1 e 2	U167	04326 - sub	1 e 2
U117	P - 36	1 e 2	U168	Nasc 24 - sub	1 e 2
U118	386	1 e 2	U169	3100017184 - sub	1 e 2
U119	2900016692 - sub	1 e 2	U170	3100017190	1 e 2
U120	29000166691 - sub	1 e 2	U171	3100017286 - sub	1 e 2
U121	362	1 e 2	U172	Nascente 32S	1 e 2
U122	P - 094	1 e 2	U173	São Pedro	1 e 2
U123	P - 090	1 e 2	U174	Silvana	1 e 2
U124	P - 063	1 e 2	U175	Concordia	1 e 2
U125	P - 074	1 e 2	U176	Baliza	1 e 2
U126	P - 057	1 e 2	U177	Chapada	1 e 2
U127	2200001946	1 e 2	U178	Cristalina	1 e 2
U128	2200001944	1 e 2	U179	Nascente 29S B	1 e 2
U129	P 007	1 e 2	U180	Nascente 33S	1 e 2
U130	BP 01	1 e 2	U181	00582 - sub	1 e 2
U131	BP 03	1 e 2	U182	7088	1 e 2
U132	BP 04	1 e 2	U183	Nasc 25	1 e 2
U133	Malhada alta	1 e 2	U184	M- 201	1 e 2
U134	Nascente cupurá	1 e 2	U185	M- 204	1 e 2
U135	Brejinho poço	1 e 2	U186	M- 203	1 e 2
U136	Brejinho nascente	1 e 2	U187	CO2 chgauc	1 e 2
U137	2900016295	1 e 2	U188	CO3 chgauc - sub	1 e 2
U138	2900016345 - sub	1 e 2	U189	CO1 chgauc - sub	1 e 2
U139	2900016276	1 e 2	U190	M- 215	1 e 2
U140	2900016328	1 e 2	U191	C01januaria-sub	1 e 2
U141	2900016211 - sub	1 e 2	U192	3100016480 - sub	1 e 2
U142	2900016347	1 e 2	U193	3100019580 -sub	1 e 2
U143	2900013496	1 e 2	U194	3100018129- sub	1 e 2
U144	Nasc 36	1 e 2	U195	3100016501	1 e 2
U145	2900016231 - sub	1 e 2	U196	3100019561 - sub	1 e 2
U146	2912	1 e 2	U197	3100013323 - sub	1 e 2
U147	P098	1 e 2	U198	03150 - sub	1 e 2
U148	347	1 e 2	U199	3100013788	1 e 2
U149	2900016269-Sub	1 e 2	U200	3100014193 - sub	1 e 2
U150	Nasc 13 - sub	1 e 2	U201	M-219 - sub	1 e 2
U151	Nasc 18	1 e 2	U202	3100016490	1 e 2
U152	T 303	1 e 2	U203	Nascente 39	1
U153	5200005572	1 e 2			

**ANEXO II - ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DE
AMOSTRAS DE ÁGUAS DO SAU (1ª. CAMPANHA
DE AMOSTRAGEM)**

Anexo II – Análises físico-químicas das amostras coletadas – 1ª. campanha (continuação)

Nº	K	Al	Ba	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mg	Mn	Mo	Ni	P	Pb	Si	Sn	Sr	V	Zn
U1	1,59	0,1	0,014	< 0,010	1,38	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,02	0,68	0,004	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,020	5,2	< 0,010	0,008	< 0,010	0,001
U2	0,48	0,012	0,014	< 0,010	1,44	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,003	0,008	0,16	0,004	< 0,010	0,002	< 0,010	< 0,020	6,4	< 0,010	0,006	< 0,010	3,39
U3	3,05	< 0,025	0,078	< 0,010	21,7	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,001	0,007	2,57	0,005	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,020	4,8	< 0,010	0,095	< 0,010	0,097
U4	0,43	< 0,025	0,15	< 0,010	45,9	< 0,010	< 0,010	0,004	0,005	< 0,010	1,45	0,001	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,020	5,2	< 0,010	0,18	< 0,010	0,19
U5	0,66	0,005	0,079	< 0,010	35,8	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,027	1,36	0,005	< 0,010	0,002	< 0,010	< 0,020	13	< 0,010	0,17	< 0,010	0,02
U6	2,93	< 0,025	0,041	< 0,010	0,18	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,002	< 0,010	0,089	0,013	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,020	6,7	< 0,010	0,003	< 0,010	0,006
U7	0,46	< 0,025	0,085	< 0,010	10	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,24	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,020	23	< 0,010	0,059	< 0,010	0,001
U8	1,2	0,003	0,044	< 0,010	0,058	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,003	0,008	0,056	0,001	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,020	10	< 0,010	0,002	< 0,010	< 0,010
U9	0,2	0,014	0,053	< 0,010	0,6	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,003	0,007	0,083	0,001	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,020	5,6	< 0,010	0,005	< 0,010	0,001
U10	0,63	< 0,025	0,087	< 0,010	15,8	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,78	0,018	< 0,010	0,003	< 0,010	< 0,020	19	< 0,010	0,081	< 0,010	0,004
U11	0,94	0,007	0,02	< 0,010	0,37	< 0,010	0,002	< 0,010	0,009	< 0,010	0,39	0,084	< 0,010	0,042	< 0,010	< 0,020	2,8	< 0,010	0,002	< 0,010	4,05
U12	0,17	0,007	0,011	< 0,010	0,081	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,13	0,002	0,043	0,001	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,020	5,4	< 0,010	0,001	< 0,010	0,027
U13	0,23	< 0,025	0,017	< 0,010	0,09	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,14	0,001	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,020	5,2	< 0,010	0,002	< 0,010	0,001
U14	0,89	0,049	0,052	< 0,010	0,21	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,22	0,002	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,020	5,1	< 0,010	0,003	< 0,010	0,004
U15	< 0,030	< 0,025	< 0,005	< 0,010	0,01	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,013	0,019	0,005	0,002	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,020	4,8	< 0,010	< 0,005	< 0,010	0,019
U16	< 0,030	0,049	0,006	< 0,010	0,079	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,004	0,019	0,019	0,001	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,020	4,8	< 0,010	< 0,005	< 0,010	0,057
U17	0,032	< 0,025	< 0,005	< 0,010	0,022	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,003	0,087	0,004	0,001	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,020	4,8	< 0,010	< 0,005	< 0,010	0,01
U18	< 0,030	0,002	< 0,005	< 0,010	0,12	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,002	0,01	0,031	0,003	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,020	5,5	< 0,010	< 0,005	< 0,010	0,92
U19	0,45	< 0,025	0,034	< 0,010	68,5	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,003	1,83	0,039	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,020	7,1	< 0,010	0,37	< 0,010	0,011
U20	< 0,030	< 0,025	0,007	< 0,010	0,097	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,093	0,009	0,014	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,020	5,4	< 0,010	< 0,005	< 0,010	0,001
U21	0,95	0,011	< 0,005	< 0,010	0,61	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,004	1,11	0,5	0,002	< 0,010	< 0,010	0,041	< 0,020	1,8	< 0,010	< 0,005	< 0,010	0,007
U22	0,03	< 0,025	< 0,005	< 0,010	0,025	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,003	0,005	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,020	4,7	< 0,010	< 0,005	< 0,010	< 0,010
U23	< 0,030	< 0,025	< 0,005	< 0,010	0,065	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,009	1,53	0,015	0,037	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,020	5	< 0,010	< 0,005	< 0,010	0,084
U24	0,034	< 0,025	< 0,005	< 0,010	0,011	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,02	0,008	0,005	0,001	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,020	4,8	< 0,010	< 0,005	< 0,010	0,021
U25	0,03	< 0,025	< 0,005	< 0,010	0,019	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,001	0,008	0,015	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,020	5	< 0,010	< 0,005	< 0,010	0,002
U26	< 0,030	0,002	< 0,005	< 0,010	0,17	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,55	0,011	0,026	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,020	4,7	< 0,010	0,001	< 0,010	0,32
U27	0,03	< 0,025	0,005	< 0,010	0,026	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,005	0,01	0,001	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,020	5,2	< 0,010	< 0,005	< 0,010	0,001
U28	0,032	< 0,025	0,008	< 0,010	0,02	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,008	0,081	0,005	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,020	4,9	< 0,010	< 0,005	< 0,010	0,011
U29	< 0,030	< 0,025	0,005	< 0,010	0,035	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,026	0,007	0,01	0,002	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,020	5,4	< 0,010	< 0,005	< 0,010	0,035
U30	< 0,030	0,004	0,004	< 0,010	0,014	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,079	0,006	0,013	0,004	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,020	5,4	< 0,010	< 0,005	< 0,010	0,043
U31	< 0,030	0,005	0,002	< 0,010	0,022	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,001	< 0,010	0,005	0,001	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,020	5,5	< 0,010	< 0,005	< 0,010	0,01
U32	31,8	0,28	0,017	< 0,010	0,15	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,8	0,042	0,013	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,020	4,6	< 0,010	< 0,005	< 0,010	0,014
U33	0,062	0,007	0,001	< 0,010	0,092	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,036	0,035	0,001	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,020	3,9	< 0,010	< 0,005	< 0,010	0,002
U34	< 0,030	< 0,025	0,002	< 0,010	0,02	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,005	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,020	4,9	< 0,010	< 0,005	< 0,010	0,002
U35	0,17	0,008	0,011	< 0,010	0,037	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,009	0,045	0,018	0,001	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,020	5,2	0,005	< 0,005	< 0,010	0,018
U36	0,035	< 0,025	0,008	< 0,010	0,051	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,001	0,014	0,001	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,020	5,2	< 0,010	< 0,005	< 0,010	0,003
U37	0,033	0,006	0,002	< 0,010	0,018	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,004	0,086	0,006	0,006	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,020	5	< 0,010	< 0,005	< 0,010	0,002
U38	< 0,030	< 0,025	0,002	< 0,010	0,03	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,007	0,039	0,012	0,016	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,020	4,6	< 0,010	< 0,005	< 0,010	0,56
U39	5,14	0,76	0,001	< 0,010	0,12	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,036	0,11	0,001	< 0,010	< 0,010	0,033	< 0,020	9,4	< 0,010	0,001	0,021	0,001
U40	< 0,030	< 0,025	0,004	< 0,010	0,036	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,003	0,063	0,017	0,005	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,020	5,5	< 0,010	< 0,005	< 0,010	0,11
U41	< 0,030	< 0,025	0,002	< 0,010	0,009	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,028	0,006	0,003	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,020	5,5	< 0,010	< 0,005	< 0,010	0,04
U42	0,072	0,001	0,001	< 0,010	0,014	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,009	0,01	0,005	0,001	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,020	5,2	< 0,010	< 0,005	< 0,010	0,007
U43	0,041	< 0,025	0,002	< 0,010	0,027	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,007	0,001	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,020	5	< 0,010	< 0,005	< 0,010	0,002
U44	0,11	< 0,025	0,001	< 0,010	0,22	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,002	0,01	0,13	0,002	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,020	4,1	< 0,010	< 0,005	< 0,010	0,004
U45	< 0,030	< 0,025	0,001	< 0,010	0,053	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,001	0,003	0,008	0,005	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,020	5,2	< 0,010	< 0,005	< 0,010	0,76

Anexo II – Análises físico-químicas das amostras coletadas – 1ª. campanha (continuação)

N°	Temp. °C	Cond. µS/cm	pH	HCO ₃ ⁻ CO ₃ ²⁻		Cor CU	Turbidez NTU	STD	Dureza	ClO ₂ ⁻	F ⁻	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	mg/L									
				mg/L											PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	Br ⁻	Acetato	C ₂ O ₄ ²⁻	Li	Na	NH ₄	N-NH ₃	
U46	25	4,47	5,2	1,24	ND	1	0,82	12,1	0,23	< 0,015	< 0,010	0,19	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,2	0,23	0,18	
U47	25	76,9	7,1	46,7	ND	2	0,95	76,4	36,3	< 0,015	0,021	0,28	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,18	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	1	0,32	0,25	
U48	25	8,27	5,7	4,36	ND	0	1,07	17,8	2,51	< 0,015	< 0,010	0,3	< 0,020	0,12	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,2	0,062	0,05	
U49	25	6,18	5,1	1,74	ND	14	0,78	15,5	0,3	< 0,015	< 0,010	0,35	< 0,020	0,043	< 0,080	0,023	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,3	0,034	0,03	
U50	25	8,09	6,5	4,98	ND	33	1,62	21,1	2,49	< 0,015	< 0,010	0,68	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,034	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,9	< 0,020	0,00	
U51	25	6,37	5,1	1,87	ND	1	0,67	15,6	2,33	< 0,015	< 0,010	0,32	< 0,020	0,049	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,3	0,083	0,06	
U52	25	4,46	5,3	1,24	ND	2	0,68	15	6,12	< 0,015	< 0,010	0,28	< 0,020	0,093	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,2	< 0,020	0,00	
U53	25	6,68	5,3	1,99	ND	2	1,99	15,7	5,09	< 0,015	< 0,010	0,6	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,5	0,03	0,02	
U54	25	9,93	5,9	6,85	ND	5	2,47	24,4	8,9	< 0,015	< 0,010	0,29	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,023	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,3	2,07	1,61	
U55	25	3,35	5,2	1,24	ND	3	2,39	13,7	0,24	< 0,015	< 0,010	0,1	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,1	0,27	0,21	
U56	25	4,72	5,4	1,87	ND	0	0,63	14,9	0,48	< 0,015	< 0,010	0,25	< 0,020	0,19	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,2	0,28	0,22	
U57	25	3,5	5,4	1,74	ND	0	0,69	13,4	0,073	< 0,015	< 0,010	0,13	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,1	0,076	0,06	
U58	25	21,9	6,2	8,71	ND	1	1,12	28,5	114	< 0,015	< 0,010	0,74	< 0,020	2,7	< 0,080	0,036	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	1	0,026	0,02	
U59	25	6,05	5,9	4,36	ND	0	0,77	18,1	28,8	< 0,015	< 0,010	0,09	< 0,020	0,1	< 0,080	0,027	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,2	0,061	0,05	
U60	25	4,18	5,4	1,87	ND	1	0,87	13,7	5,68	< 0,015	< 0,010	0,2	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,1	0,045	0,04	
U61	25	3,52	5,4	1,87	ND	0	0,61	15	5,12	< 0,015	< 0,010	0,09	< 0,020	0,043	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,2	< 0,020	0,00	
U62	25	8,17	5	0,62	ND	0	1,04	15,2	1,21	< 0,015	< 0,010	0,83	< 0,020	0,096	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,2	< 0,020	0,00	
U63	25	24	6	12,4	ND	58	15,6	32,9	98,9	< 0,015	< 0,010	0,47	< 0,020	0,089	< 0,080	0,17	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,5	0,029	0,02	
U64	25	8,32	4,9	0,62	ND	87	29	12,6	0,18	< 0,015	< 0,010	0,46	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,3	0,02	0,02	
U65	25	3,64	5,4	1,87	ND	0	0,74	13,9	0,42	< 0,015	< 0,010	0,15	< 0,020	0,17	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,2	< 0,020	0,00	
U66	25	9,9	6,7	5,6	ND	9	1,09	20,4	35,8	< 0,015	< 0,010	0,73	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,028	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,6	0,03	0,02	
U67	25	170	7,9	105	ND	188	39,8	160	1347	< 0,015	0,025	0,74	< 0,020	0,2	< 0,080	0,46	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,8	0,13	0,10	
U68	25	8,3	5	1	ND	3	1,52	15,3	0,38	< 0,015	< 0,010	0,44	< 0,020	0,063	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,3	< 0,020	0,00	
U69	25	8,94	5,9	5,6	ND	2	0,84	21,4	1,22	< 0,015	< 0,010	0,2	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,2	0,89	0,69	
U70	25	5,51	5,2	1,24	ND	1	0,79	13,9	0,073	< 0,015	< 0,010	0,14	< 0,020	0,07	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,2	0,15	0,12	
U71	25	3,44	5,3	1,24	ND	1	0,67	13,3	0,049	< 0,015	< 0,010	0,14	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,1	< 0,020	0,00	
U72	25	3,55	5,3	1,24	ND	3	0,9	12,7	0,38	< 0,015	< 0,010	0,12	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,1	0,027	0,02	
U73	25	3,11	5,4	1,74	ND	1	0,66	13	0,024	< 0,015	< 0,010	0,12	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,1	< 0,020	0,00	
U74	25	2,84	5,6	1,87	ND	2	0,85	13,8	0,048	< 0,015	< 0,010	0,15	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,2	0,095	0,07	
U75	25	13,7	5,9	7,47	ND	14	6,3	23,4	88,8	< 0,015	< 0,010	0,32	< 0,020	0,49	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,4	0,076	0,06	
U76	25	19	6,3	12,4	ND	115	32,5	29,2	2	< 0,015	< 0,010	0,1	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,2	0,027	0,02	
U77	25	5,68	6	4,36	ND	6	1,66	16,9	36,7	< 0,015	< 0,010	0,09	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,1	0,04	0,03	
U78	25	3,99	5,4	1,87	ND	1	0,87	13,9	0,49	< 0,015	< 0,010	0,15	< 0,020	0,08	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,2	0,37	0,29	
U79	25	3,55	5,2	1,74	ND	1	0,82	14	0,5	< 0,015	< 0,010	0,13	< 0,020	0,14	< 0,080	0,02	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,2	0,096	0,07	
U80	25	25	6,1	9,96	ND	3	0,87	35,4	6,15	< 0,015	< 0,010	2,75	< 0,020	0,058	< 0,080	0,022	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	1,3	3,69	2,87	
U81	25	23,3	5	ND	ND	37	12,2	20,7	1,26	< 0,015	< 0,010	4,57	< 0,020	0,049	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,5	0,42	0,33	
U82	25	9,98	5,4	2,99	ND	14	2,05	19,9	1,47	< 0,015	< 0,010	1,2	< 0,020	0,048	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,6	2,28	1,77	
U83	25	21,1	6	11,2	ND	231	53,7	28,2	4,52	< 0,015	< 0,010	1,31	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,6	0,51	0,40	
U84	25	29,1	6	15,6	ND	83	23,8	40,5	89,6	< 0,015	< 0,010	1,42	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,025	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,9	4,26	3,31	
U85	25	28	5,7	6,22	ND	2660	305	24,2	32	< 0,015	< 0,010	1,43	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,2	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,9	4,91	3,82	
U86	25	6,03	5,2	1,24	ND	3	1,16	14	0,81	< 0,015	< 0,010	0,51	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,5	0,38	0,30	
U87	25	28,1	6,3	14,9	ND	2	0,98	39,4	3,56	< 0,015	< 0,010	1,63	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,02	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,8	1,95	1,52	
U88	25	11,7	5,1	2,24	ND	15	5,07	18,1	1,05	< 0,015	< 0,010	0,79	< 0,020	1,36	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	1	1,1	0,86	
U89	25	48	6,3	23	ND	177	124	50,3	19,1	< 0,015	< 0,010	2,96	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,081	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,7	1,1	0,86	
U90	25	4,51	5,4	1,87	ND	2	1,07	14,4	2,83	< 0,015	< 0,010	0,29	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,3	0,41	0,32	

Anexo II – Análises físico-químicas das amostras coletadas – 1ª. campanha (continuação)

Nº	K	Al	Ba	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mg	Mn	Mo	Ni	P	Pb	Si	Sn	Sr	V	Zn
U46	< 0,030	< 0,025	0,003	< 0,010	0,016	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,009	0,015	0,005	0,001	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,020	4,8	< 0,010	< 0,005	< 0,010	0,004
U47	0,74	0,005	0,02	< 0,010	12,9	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,001	< 0,010	1	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,018	< 0,020	6	< 0,010	0,088	< 0,010	0,25
U48	0,12	0,004	0,003	< 0,010	0,87	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,005	0,082	0,001	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,020	5,4	< 0,010	0,005	< 0,010	0,027
U49	0,04	0,043	0,002	< 0,010	0,08	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,056	0,011	0,001	< 0,010	0,001	< 0,010	< 0,020	6	< 0,010	0,001	< 0,010	0,002
U50	0,35	0,032	0,006	< 0,010	0,52	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,19	0,29	0,012	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,020	6,1	< 0,010	0,004	< 0,010	0,007
U51	0,074	< 0,005	0,003	< 0,005	0,051	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,002	0,023	0,012	0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	6	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,007
U52	0,078	< 0,005	0,003	< 0,005	0,14	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,021	0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	6,1	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,006
U53	< 0,030	0,005	0,004	< 0,005	0,11	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,003	0,028	0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,009	5,8	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
U54	0,078	< 0,005	0,003	< 0,005	0,21	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,42	0,008	0,02	0,005	< 0,005	0,013	< 0,005	0,006	5,6	< 0,005	< 0,005	< 0,005	2,23
U55	< 0,030	< 0,005	0,004	< 0,005	0,003	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,6	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
U56	< 0,030	< 0,005	0,001	< 0,005	0,009	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,017	< 0,005	0,005	0,007	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,5	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,25
U57	< 0,030	< 0,005	0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,003	0,003	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,3	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005
U58	0,22	< 0,005	0,022	< 0,005	2,75	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,003	< 0,005	0,19	0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,7	< 0,005	0,009	< 0,005	0,014
U59	0,05	< 0,005	0,002	< 0,005	0,67	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,14	0,019	0,079	0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,006	5,8	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,065
U60	< 0,030	< 0,005	0,001	< 0,005	0,14	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,008	0,003	0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,3	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,027
U61	< 0,030	< 0,005	0,01	< 0,005	0,12	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,001	0,013	< 0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,9	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
U62	< 0,030	< 0,005	0,036	< 0,005	0,018	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,075	0,02	0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	6,2	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
U63	2,76	0,005	0,038	< 0,005	2,34	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,002	0,003	0,21	0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	6,5	< 0,005	0,008	< 0,005	0,022
U64	< 0,030	0,006	0,002	< 0,005	0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,029	0,006	0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,2	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
U65	< 0,030	< 0,005	0,003	< 0,005	0,008	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,002	0,019	0,004	0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,4	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
U66	0,66	0,008	0,011	< 0,005	0,82	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,025	0,12	0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,5	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
U67	1	0,023	0,067	< 0,005	32,3	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	2,2	0,003	< 0,005	< 0,005	0,029	< 0,005	7,9	< 0,005	0,033	< 0,005	< 0,005
U68	0,043	< 0,005	0,008	< 0,005	0,007	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,038	0,004	0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	6,3	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
U69	< 0,030	< 0,005	0,009	< 0,005	0,028	< 0,005	< 0,005	< 0,005	1,29	< 0,005	0,004	0,003	< 0,005	0,027	0,008	0,025	5,6	< 0,005	< 0,005	< 0,005	1,23
U70	< 0,030	< 0,005	0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,015	0,003	0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,7	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
U71	0,034	< 0,005	0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,001	0,022	0,002	0,003	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,5	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
U72	0,03	< 0,005	0,001	< 0,005	0,007	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,001	0,003	0,004	0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,2	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,028
U73	< 0,030	< 0,005	0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,1	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
U74	0,049	0,05	0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,015	0,17	0,002	0,023	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,2	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,098
U75	0,1	< 0,005	0,003	< 0,005	2,2	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,002	0,004	0,028	0,003	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,7	< 0,005	0,006	< 0,005	0,063
U76	< 0,030	< 0,005	0,002	< 0,005	0,045	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,72	0,008	0,063	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,049
U77	< 0,030	0,005	0,002	< 0,005	0,93	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,016	0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,3	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,041
U78	0,031	< 0,005	0,001	< 0,005	0,011	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,006	0,002	0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,1	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,34
U79	< 0,030	< 0,005	0,019	< 0,005	0,01	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	0,004	0,003	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,4	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,006
U80	0,039	< 0,005	0,014	< 0,005	0,1	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,088	0,008	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,3	< 0,005	< 0,005	< 0,005	6,06
U81	4,15	< 0,005	0,004	< 0,005	0,018	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,022	0,006	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,1	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,016
U82	< 0,030	< 0,005	0,007	< 0,005	0,024	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,007	0,021	0,009	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,3	< 0,005	< 0,005	< 0,005	1,3
U83	0,073	< 0,005	0,003	< 0,005	0,094	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	4,69	0,031	0,074	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	4,2	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,63
U84	0,031	< 0,005	0,009	< 0,005	2,15	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,14	0,011	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,2	< 0,005	0,009	< 0,005	4,87
U85	0,18	< 0,005	0,005	< 0,005	0,63	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	1,17	0,28	0,14	< 0,005	< 0,005	0,022	< 0,005	1,9	< 0,005	< 0,005	< 0,005	3,91
U86	< 0,030	< 0,005	0,003	< 0,005	0,016	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,022	0,007	0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,3	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,007
U87	0,096	< 0,005	0,014	< 0,005	0,044	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,074	0,008	< 0,005	< 0,005	0,006	< 0,005	5,4	< 0,005	< 0,005	< 0,005	8,31
U88	0,18	< 0,005	0,004	< 0,005	0,016	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	0,017	0,006	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,1	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,48
U89	0,26	< 0,005	0,004	< 0,005	0,41	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	7,94	0,11	0,18	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	3,8	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,36
U90	0,048	< 0,005	0,003	< 0,005	0,059	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,025	0,019	0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,3	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,028

Anexo II – Análises físico-químicas das amostras coletadas – 1ª. campanha (continuação)

N°	Temp. °C	Cond. µS/cm	pH	HCO ₃ ⁻ mg/L	CO ₃ ²⁻ mg/L	Cor CU	Turbidez NTU	STD	Dureza	ClO ₂ ⁻	F ⁻	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	mg/L									
															PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	Br ⁻	Acetato	C ₂ O ₄ ²⁻	Li	Na	NH ₄	N-NH ₃	
U91	25	4,44	5,7	1,87	ND	3	0,98	15	1,23	< 0,015	< 0,010	0,28	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,2	0,53	0,41	
U92	25	17,3	6,3	11,8	ND	24	12,1	31,3	19,6	< 0,015	< 0,010	0,29	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,028	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,2	3,67	2,85	
U93	25	5,57	5,2	1,24	ND	1	0,85	13,8	0,5	< 0,015	< 0,010	0,34	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,3	0,72	0,56	
U94	25	4,06	5,2	1	ND	6	1,85	13,5	0,87	< 0,015	< 0,010	0,27	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,2	0,31	0,24	
U95	25	50,6	6,2	24,1	ND	252	76,1	54,3	9,59	< 0,015	< 0,010	3,36	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,03	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	1,3	1,08	0,84	
U96	25	4,23	5,4	1,87	ND	8	2,81	15,3	0,59	< 0,015	< 0,010	0,25	< 0,020	0,081	< 0,080	0,027	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,2	0,75	0,58	
U97	25	5,73	5,8	3,11	ND	107	15,7	13,6	2,74	< 0,015	< 0,010	0,26	< 0,020	0,088	< 0,080	0,024	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,2	0,16	0,12	
U98	25	4,28	5,2	1,87	ND	4	0,83	14,5	0,049	< 0,015	< 0,010	0,11	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	0,11	< 0,010	0,2	0,06	0,05	
U99	25	3,55	5,5	1,87	ND	16	3,36	14,1	1,6	< 0,015	< 0,010	0,16	< 0,020	0,041	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,2	0,25	0,19	
U100	25	3,38	5,4	1,74	ND	2	1,36	13,5	0,26	< 0,015	< 0,010	0,11	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	0,14	< 0,010	0,1	0,51	0,40	
U101	25	4	5,2	1,49	ND	0	1,19	12,9	0,089	< 0,015	< 0,010	0,11	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	0,17	< 0,010	0,1	0,16	0,12	
U102	25	4,16	5,5	1,99	ND	2	0,98	15,9	2,21	< 0,015	< 0,010	0,2	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	0,11	< 0,010	0,4	0,041	0,03	
U103	25	13,5	5,5	3,73	ND	0	0,57	18,9	9,58	< 0,015	< 0,010	0,84	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,039	< 0,20	< 0,25	0,11	< 0,010	0,2	0,3	0,23	
U104	25	3,42	5,4	1,87	ND	1	0,93	13,3	0,44	< 0,015	< 0,010	0,08	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	0,11	< 0,010	0,1	0,061	0,05	
U105	25	6,75	5,9	3,11	ND	2	0,93	18,3	0,99	< 0,015	< 0,010	0,59	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,022	< 0,20	< 0,25	0,1	< 0,010	0,5	0,022	0,02	
U106	25	18,8	5,9	10,6	ND	123	24,8	30,1	2,35	< 0,015	< 0,010	1,6	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,037	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,5	0,67	0,52	
U107	25	56,9	6,7	33,6	ND	5	3,59	58,7	474	< 0,015	0,019	0,49	< 0,020	0,49	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,3	0,16	0,12	
U108	25	6,07	5,9	2,86	ND	780	101	7,39	21,3	< 0,015	0,012	0,43	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,023	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,2	0,034	0,03	
U109	25	6,86	6,1	4,98	ND	9	2,71	19,1	2,4	< 0,015	< 0,010	0,22	< 0,020	0,25	< 0,080	0,022	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,2	1,07	0,83	
U110	25	9,25	6,1	5,6	ND	16	4,25	19,3	1,93	< 0,015	< 0,010	0,1	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,1	0,2	0,16	
U111	25	4,66	5,7	2,49	ND	12	1,41	15,6	6,1	< 0,015	< 0,010	0,32	< 0,020	0,19	< 0,080	0,021	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,3	0,77	0,60	
U112	25	3,27	6	2,24	ND	2	1,12	13,6	1,54	< 0,015	< 0,010	0,16	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,2	0,068	0,05	
U113	25	4,42	5,7	3,11	ND	1	0,82	16,4	3,25	< 0,015	< 0,010	0,15	< 0,020	0,054	< 0,080	0,02	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,1	1,07	0,83	
U114	25	2,94	5,4	1,74	ND	4	1,84	13,3	0,26	< 0,015	< 0,010	0,1	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,1	0,38	0,30	
U115	25	4,23	5,3	1,87	ND	2	1,29	13,6	1,62	< 0,015	< 0,010	0,21	< 0,020	0,078	< 0,080	0,02	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,2	0,23	0,18	
U116	25	3,38	5,3	1,24	ND	0	0,89	12,4	1,89	< 0,015	< 0,010	0,09	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,02	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,1	0,074	0,06	
U117	25	6,76	5,1	1,62	ND	2	1,4	14,1	11,4	< 0,015	< 0,010	0,28	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,024	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,2	0,12	0,09	
U118	25	10,2	5,7	4,98	ND	5	1,73	20,5	21,9	< 0,015	< 0,010	0,37	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,053	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,3	0,088	0,07	
U119	25	3,87	5,6	1,87	ND	16	2,97	15,2	1,86	< 0,015	< 0,010	0,36	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,02	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,4	0,27	0,21	
U120	25	3,41	5,5	1,87	ND	8	4,11	15,1	0,26	< 0,015	< 0,010	0,29	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,02	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,4	0,077	0,06	
U121	25	5,09	5	0,62	ND	0	0,58	13,1	0,39	< 0,015	< 0,010	0,25	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,022	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,2	< 0,020	0,00	
U122	25	262	6,9	165	ND	23	7,25	248	1696	< 0,015	0,19	3,77	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,36	< 0,20	< 0,25	0,14	< 0,010	3	1,29	1,00	
U123	25	25,9	5,9	11,8	ND	23	4,31	35,2	9,73	< 0,015	< 0,010	1,68	< 0,020	0,15	< 0,080	0,099	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	2,2	0,3	0,23	
U124	25	460	7,7	293	ND	3	0,73	417	2691	< 0,015	0,12	5,8	< 0,020	2,57	< 0,080	0,78	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	6	3,94	3,06	
U125	25	14	5,3	1,87	ND	13	4,32	18,6	5,25	< 0,015	< 0,010	2,31	< 0,020	0,66	< 0,080	0,026	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	1,9	0,02	0,02	
U126	25	510	7,9	342	ND	4	0,69	490	1503	< 0,015	0,092	2,52	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,97	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	73	0,19	0,15	
U127	25	319	6,3	24,3	ND	8	0,75	213	492	< 0,015	0,024	23,3	0,68	78,4	< 0,080	17,2	< 0,20	< 0,25	0,1	< 0,010	43	0,31	0,24	
U128	25	712	4,3	ND	ND	7	1,74	448	1257	< 0,015	0,19	63,8	< 0,020	208	< 0,080	29,4	< 0,20	< 0,25	1,51	< 0,010	70	5	3,89	
U129	25	375	4,3	ND	ND	3	0,81	233	502	< 0,015	0,068	32	< 0,020	96,1	< 0,080	24,5	< 0,20	< 0,25	0,72	< 0,010	42	0,74	0,58	
U130	25	215	8,8	116	9,79	4	0,59	202	150	< 0,015	0,12	2,1	< 0,020	2,85	< 0,080	0,48	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	49	0,13	0,10	
U131	25	6,27	5,1	0,62	ND	6	1,14	12	0,1	< 0,015	< 0,010	0,3	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,3	< 0,020	0,00	
U132	25	5,54	5	0,62	ND	3	0,58	12,1	0,1	< 0,015	< 0,010	0,27	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,2	< 0,020	0,00	
U133	25	83,6	7,4	49,2	ND	1	0,61	94,3	401	< 0,015	0,042	0,97	< 0,020	< 0,040	0,24	0,062	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	1,5	0,025	0,02	
U134	25	16,5	5,7	3,73	ND	5	1,32	23,7	28,5	< 0,015	< 0,010	2,09	< 0,020	1,29	< 0,080	0,1	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	1,8	< 0,020	0,00	
U135	25	104	6,7	57,6	ND	19	4,22	112	641	< 0,015	0,04	2,79	0,043	1,57	< 0,080	0,4	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	4,4	0,02	0,02	

Anexo II – Análises físico-químicas das amostras coletadas – 1ª. campanha (continuação)

Nº	K	Al	Ba	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mg	Mn	Mo	Ni	P	Pb	Si	Sn	Sr	V	Zn
	mg/L																				
U91	< 0,030	< 0,005	0,001	< 0,005	0,027	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,13	0,006	0,003	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,4	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,33
U92	< 0,030	0,006	0,002	< 0,005	0,48	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,017	0,016	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	4,5	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,07
U93	< 0,030	< 0,005	0,001	< 0,005	0,01	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,031	0,004	0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,2	0,005	< 0,005	< 0,005	0,02
U94	0,062	< 0,005	0,001	< 0,005	0,018	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,097	0,006	0,003	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,3	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,17
U95	0,073	< 0,005	0,007	< 0,005	0,2	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,18	0,065	0,12	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	4,4	< 0,005	< 0,005	< 0,005	9,49
U96	< 0,030	< 0,005	0,001	< 0,005	0,011	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,12	0,006	0,003	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,6	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,1
U97	0,04	< 0,005	0,001	< 0,005	0,063	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,019	0,97	0,009	0,17	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	4	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,041
U98	< 0,030	< 0,005	0,003	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,027	0,011	0,002	0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	5,7	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,018
U99	0,052	0,008	0,001	< 0,005	0,034	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,022	0,009	0,01	0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,3	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,14
U100	< 0,030	< 0,005	0,002	< 0,005	0,004	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,13	0,004	0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,029
U101	< 0,030	< 0,005	0,001	< 0,005	0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,006	0,011	0,002	0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,079
U102	0,032	< 0,005	0,006	< 0,005	0,04	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,025	0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	6,1	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
U103	0,42	< 0,005	0,003	< 0,005	0,13	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	1,67	0,18	0,009	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,3	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,018
U104	< 0,030	< 0,005	0,001	< 0,005	0,008	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,007	0,007	0,005	0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,2	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,041
U105	0,033	0,007	0,022	< 0,005	0,021	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,73	0,006	0,007	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	6,1	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
U106	< 0,030	< 0,005	0,045	< 0,005	0,038	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	3,84	0,034	0,065	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,6	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,77
U107	< 0,030	< 0,005	0,013	< 0,005	11,7	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	0,2	0,003	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,5	< 0,005	0,044	< 0,005	< 0,005
U108	0,039	< 0,005	0,012	< 0,005	0,44	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,008	0,18	0,15	0,34	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	1,3	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
U109	0,053	< 0,005	0,001	< 0,005	0,057	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,14	0,005	0,009	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	4,8	< 0,005	< 0,005	< 0,005	1,82
U110	< 0,030	< 0,005	0,002	< 0,005	0,044	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,31	0,007	0,08	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	4,9	< 0,005	< 0,005	< 0,005	2,34
U111	0,14	< 0,005	0,001	< 0,005	0,14	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,02	0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,2	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,18
U112	0,039	< 0,005	0,001	< 0,005	0,036	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,018	0,01	0,004	0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,047
U113	< 0,030	0,018	0,001	< 0,005	0,072	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,009	0,006	0,015	0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,1	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,82
U114	< 0,030	< 0,005	0,001	< 0,005	0,004	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,004	0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,1	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,12
U115	< 0,030	< 0,005	0,001	< 0,005	0,038	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,055	0,006	0,004	0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,009	5	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,13
U116	< 0,030	< 0,005	0,001	< 0,005	0,046	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,008	< 0,005	0,002	0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,1	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,026
U117	< 0,030	< 0,005	0,006	< 0,005	0,28	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	0,16	0,007	0,003	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,3	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,1
U118	0,031	< 0,005	0,008	< 0,005	0,54	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,006	1,3	0,013	0,015	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	6	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,077
U119	< 0,030	< 0,005	0,009	< 0,005	0,033	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,022	0,018	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,6	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,18
U120	< 0,030	< 0,005	0,003	< 0,005	0,004	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,02	0,068	0,004	0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,8	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,006
U121	0,03	< 0,005	0,002	< 0,005	0,006	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,006	0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,6	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
U122	5,87	< 0,005	0,47	< 0,005	36,9	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,028	< 0,005	8,95	0,28	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	9,9	< 0,005	0,12	< 0,005	0,11
U123	1,37	< 0,005	0,012	< 0,005	0,17	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,009	0,3	0,12	0,019	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	6,5	< 0,005	< 0,005	< 0,005	3,05
U124	10	< 0,005	0,27	< 0,005	55,5	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	19,2	0,001	< 0,005	< 0,005	0,008	< 0,005	9,2	< 0,005	0,45	0,005	< 0,005
U125	0,18	0,018	0,005	< 0,005	0,12	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,018	0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,4	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,007
U126	8,9	< 0,005	0,18	< 0,005	33,2	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	7,1	< 0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	9,7	< 0,005	0,31	< 0,005	0,078
U127	6,41	< 0,005	0,022	< 0,005	11,2	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,007	1,76	0,014	< 0,005	< 0,005	0,015	< 0,005	3,1	< 0,005	0,034	< 0,005	0,008
U128	17,4	2,19	0,11	< 0,005	28,9	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,001	0,026	4,05	0,048	0,005	< 0,005	< 0,005	0,009	8	< 0,005	0,1	< 0,005	0,02
U129	7,5	1,69	0,13	< 0,005	11,3	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,007	0,006	2,04	0,02	0,005	< 0,005	0,047	0,007	6,7	< 0,005	0,044	< 0,005	0,03
U130	1,46	< 0,005	0,01	< 0,005	3,28	< 0,005	< 0,005	0,005	< 0,005	< 0,005	0,78	< 0,001	< 0,005	< 0,005	0,008	< 0,005	7,4	< 0,005	0,033	0,014	< 0,005
U131	< 0,030	< 0,005	0,001	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,1	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
U132	< 0,030	< 0,005	0,001	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,004	< 0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,1	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
U133	6,06	< 0,005	0,057	< 0,005	8,22	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	2,95	< 0,001	< 0,005	< 0,005	0,12	< 0,005	12	< 0,005	0,028	< 0,005	< 0,005
U134	0,24	0,01	0,006	< 0,005	0,48	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,014	0,38	0,01	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	6,3	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005
U135	0,29	0,046	0,009	< 0,005	14,6	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,006	2,31	0,006	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	13	< 0,005	0,091	0,013	< 0,005

Anexo II – Análises físico-químicas das amostras coletadas – 1ª. campanha (continuação)

Nº	K	Al	Ba	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mg	Mn	Mo	Ni	P	Pb	Si	Sn	Sr	V	Zn
U136	0,23	< 0,005	0,008	< 0,005	0,33	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,014	0,24	0,007	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	6	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,013
U137	< 0,030	< 0,005	0,007	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,01	0,04	0,002	0,009	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,7	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,022
U138	< 0,030	< 0,005	0,001	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,098	0,002	0,003	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,3	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,011
U139	< 0,030	< 0,005	0,008	< 0,005	0,035	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,014	0,006	0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,7	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
U140	< 0,030	< 0,005	0,003	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,7	0,003	0,013	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,2	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,25
U141	< 0,030	< 0,005	0,008	< 0,005	0,012	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,079	< 0,005	0,006	0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,5	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,017
U142	< 0,030	0,009	0,003	< 0,005	0,083	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,008	< 0,005	0,009	0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,2	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,006
U143	0,055	< 0,005	0,001	< 0,005	0,003	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,007	< 0,005	0,003	0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,2	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,007
U144	0,07	0,037	0,001	< 0,005	0,11	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,098	0,026	0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,5	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,006
U145	0,073	< 0,005	0,008	< 0,005	0,038	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,007	0,032	0,039	0,01	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,5	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
U146	< 0,030	< 0,005	0,004	< 0,005	0,017	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,011	0,5	0,014	0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,6	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,007
U147	< 0,030	< 0,005	0,001	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,013	0,38	0,004	0,006	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	4,8	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,026
U148	< 0,030	< 0,005	0,001	< 0,005	1,9	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,012	0,16	0,028	0,011	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,2	< 0,005	0,007	< 0,005	0,016
U149	< 0,030	< 0,005	0,003	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,013	0,009	0,003	< 0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,6	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,007
U150	0,19	0,009	0,004	< 0,005	0,21	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,008	0,072	0,004	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,3	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005
U151	< 0,030	0,006	0,001	< 0,005	0,025	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,036	0,006	< 0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	4,8	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
U152	3,58	< 0,005	0,11	< 0,005	6,45	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	1,38	< 0,001	< 0,005	< 0,005	0,066	< 0,005	8,4	< 0,005	0,016	< 0,005	< 0,005
U153	2,7	0,018	0,87	< 0,005	2,47	< 0,005	0,039	< 0,005	0,043	< 0,005	3,11	0,26	< 0,005	0,03	0,27	< 0,005	7	< 0,005	0,012	< 0,005	0,073
U154	0,39	0,019	0,24	< 0,005	0,2	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,006	< 0,005	0,24	0,02	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,008	5,7	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
U155	0,14	< 0,005	0,002	< 0,005	0,032	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,038	0,019	0,003	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	6	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
U156	< 0,030	0,012	0,002	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,015	0,005	0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,4	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
U157	0,084	0,006	0,005	< 0,005	0,36	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,015	0,031	0,004	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,4	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,015
U158	0,04	< 0,005	0,044	< 0,005	0,036	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,079	0,009	0,008	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,2	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,011
U159	2,96	< 0,005	0,079	< 0,005	0,56	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,43	0,001	< 0,005	< 0,005	0,018	< 0,005	11	< 0,005	0,008	< 0,005	< 0,005
U160	1,02	0,46	0,051	< 0,005	67,3	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,007	< 0,005	1,32	0,006	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	7,2	< 0,005	0,33	< 0,005	0,058
U161	2,85	< 0,005	0,074	< 0,005	58,7	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	2,8	< 0,001	< 0,005	< 0,005	0,033	< 0,005	9,6	< 0,005	0,21	< 0,005	0,025
U162	0,8	< 0,005	0,33	< 0,005	12,8	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	2,23	< 0,001	< 0,005	< 0,005	0,042	< 0,005	14	< 0,005	0,35	< 0,005	< 0,005
U163	0,19	< 0,005	0,019	< 0,005	34,9	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	2,07	0,001	< 0,005	< 0,005	0,024	< 0,005	6,6	< 0,005	0,035	< 0,005	< 0,005
U164	0,49	< 0,005	0,028	< 0,005	63	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	1,25	< 0,001	< 0,005	< 0,005	0,012	< 0,005	6,4	< 0,005	0,22	< 0,005	< 0,005
U165	1,05	< 0,005	0,039	< 0,005	6,25	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,82	0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	7,7	< 0,005	0,12	< 0,005	< 0,005
U166	1,18	< 0,005	0,081	< 0,005	22,2	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	3,36	0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,8	< 0,005	0,047	< 0,005	0,011
U167	2,42	0,2	0,29	< 0,005	0,7	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,01	0,038	0,6	0,22	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	6,2	< 0,005	0,01	< 0,005	0,024
U168	0,045	0,016	0,001	< 0,005	0,067	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,016	0,015	0,004	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	3	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
U169	1,39	< 0,005	0,022	< 0,005	25,8	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	2,94	< 0,001	< 0,005	< 0,005	0,005	< 0,005	8,8	< 0,005	0,16	< 0,005	0,026
U170	1,82	< 0,005	0,22	< 0,005	35,8	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	6,67	0,014	< 0,005	< 0,005	0,006	< 0,005	9,5	< 0,005	0,66	< 0,005	< 0,005
U171	1,71	< 0,005	0,068	< 0,005	52,9	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	12,3	0,001	< 0,005	< 0,005	0,042	< 0,005	15	< 0,005	1,48	< 0,005	0,065
U172	0,054	0,005	0,004	< 0,005	0,037	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,038	0,019	0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	4,5	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
U173	< 0,030	< 0,005	0,001	< 0,005	0,026	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,006	0,057	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,1	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,059
U174	0,096	0,011	0,009	< 0,005	0,13	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,013	< 0,005	0,05	0,001	< 0,005	< 0,005	0,017	< 0,005	5,5	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,57
U175	0,97	< 0,005	0,006	< 0,005	0,79	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,018	< 0,005	0,064	0,011	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,2	< 0,005	< 0,005	< 0,005	1,46
U176	0,22	< 0,005	0,001	< 0,005	0,13	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	1,19	0,072	0,3	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	2,6	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,039
U177	0,033	< 0,005	0,002	< 0,005	0,009	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,037	0,018	0,004	0,004	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,3	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,18
U178	< 0,030	< 0,005	0,002	< 0,005	0,017	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,035	0,014	0,004	0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,4	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,17
U179	0,079	0,011	0,002	< 0,005	0,009	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,016	0,005	0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,7	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,001
U180	0,034	0,015	0,004	< 0,005	0,008	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,01	0,028	0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	4,6	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,008

Anexo II – Análises físico-químicas das amostras coletadas – 1ª. campanha (continuação)

Nº	Temp. °C	Cond. µS/cm	pH	HCO ₃ ⁻ mg/L	CO ₃ ⁻ mg/L	Cor CU	Turbidez NTU	STD	Dureza	ClO ₂ ⁻	F ⁻	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	mg/L									
															PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	Br ⁻	Acetato	C ₂ O ₄ ²⁻	Li	Na	NH ₄	N-NH ₃	
U181	25	89,3	7,8	42,9	ND	92	15,1	73	624	< 0,015	0,033	0,15	< 0,020	0,16	< 0,080	0,18	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,2	0,048	0,04	
U182	25	20,7	6,1	9,34	ND	13	1,89	35,9	24,3	< 0,015	< 0,010	0,13	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,02	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,6	< 0,020	0,00	
U183	25	7,92	5,5	2,24	ND	3	0,81	9,52	5,62	< 0,015	< 0,010	0,33	< 0,020	0,065	< 0,080	0,033	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,2	0,055	0,04	
U184	25	8,59	5,2	1,87	ND	4	0,79	18,3	1,46	< 0,015	< 0,010	0,2	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,2	0,24	0,19	
U185	25	5,84	5,2	1,24	ND	0	0,45	13,5	2,9	< 0,015	< 0,010	0,27	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,2	0,053	0,04	
U186	25	10,8	4,8	ND	ND	4	0,44	11,5	1,28	< 0,015	< 0,010	0,29	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,2	< 0,020	0,00	
U187	25	223	8	112	ND	2	0,44	165	1106	< 0,015	0,011	0,2	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,55	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,2	0,1	0,08	
U188	25	20,7	6,5	9,96	ND	130	29,2	26,9	2	< 0,015	< 0,010	0,26	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,1	0,18	0,14	
U189	25	20	6,3	9,34	ND	2	0,49	24,6	127	< 0,015	< 0,010	0,28	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,043	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,2	0,041	0,03	
U190	25	65,7	6,9	31,7	ND	8	1,33	53,6	392	< 0,015	< 0,010	0,12	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,021	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,2	0,038	0,03	
U191	25	25,4	6,7	11,2	ND	7	1,45	30,8	129	< 0,015	0,011	0,21	< 0,020	0,21	< 0,080	0,11	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,2	0,088	0,07	
U192	25	420	7,9	204	ND	11	1,28	299	2697	< 0,015	< 0,010	1,33	< 0,020	1,21	< 0,080	0,92	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	1,2	0,11	0,09	
U193	25	463	7,6	213	ND	2	0,5	321	2890	< 0,015	0,031	2,55	0,2	10,1	< 0,080	0,41	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	1,3	0,048	0,04	
U194	25	218	8,3	106	1,22	1	0,41	170	1213	< 0,015	0,027	0,4	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,22	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	3,6	0,039	0,03	
U195	25	69,9	6,6	31,7	ND	6	1,12	68,4	369	< 0,015	0,01	0,09	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,056	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,3	0,48	0,37	
U196	25	224	8,1	109	ND	4	0,54	171	1518	< 0,015	0,011	0,22	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,057	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,3	0,036	0,03	
U197	25	930	7	470	ND	6	0,44	713	6036	< 0,015	0,66	10	0,35	4,71	< 0,080	23,4	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	13	0,1	0,08	
U198	25	828	7,4	391	ND	4	0,36	611	5675	< 0,015	0,12	23,6	0,24	2,13	< 0,080	8,3	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	17	0,17	0,13	
U199	25	246	7,8	112	ND	19	2,77	203	1353	< 0,015	0,046	0,51	< 0,020	< 0,040	< 0,080	6,69	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	1,4	0,9	0,70	
U200	25	226	7,3	106	ND	105	18,4	175	1483	< 0,015	< 0,010	0,33	< 0,020	< 0,040	< 0,080	1,51	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,4	0,25	0,19	
U201	25	33,6	6	13,1	ND	50	11,7	32,4	185	< 0,015	< 0,010	0,43	< 0,020	1,15	< 0,080	0,13	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,5	0,056	0,04	
U202	25	47,6	6,7	22,4	ND	4	5,72	51	226	< 0,015	< 0,010	0,15	< 0,020	0,052	< 0,080	0,031	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,4	0,65	0,51	
U203	25	116	6,6	13,1	ND	2E+05	13120	89	35,1	< 0,015	0,036	15,1	< 0,020	3,09	< 0,080	1,14	< 0,20	1,39	0,21	< 0,010	14	5,03	3,91	

Anexo II – Análises físico-químicas das amostras coletadas – 1ª. campanha (continuação)

Nº	K	Al	Ba	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mg	Mn	Mo	Ni	P	Pb	Si	Sn	Sr	V	Zn
	mg/L																				
U181	0,5	0,13	0,012	< 0,005	15,5	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,013	0,11	0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	6,1	< 0,005	0,097	< 0,005	0,02
U182	< 0,030	< 0,005	0,051	< 0,005	0,46	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,24	0,01	< 0,005	0,001	< 0,005	< 0,005	12	< 0,005	0,011	< 0,005	0,008
U183	0,082	< 0,005	0,002	< 0,005	0,11	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,65	0,05	0,013	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	2,7	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
U184	0,32	< 0,005	0,034	< 0,005	0,025	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,32	0,062	0,019	0,029	< 0,005	0,005	< 0,005	< 0,005	6,9	< 0,005	0,001	< 0,005	0,21
U185	0,031	< 0,005	0,003	< 0,005	0,07	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,004	0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,5	< 0,005	0,001	< 0,005	0,002
U186	0,033	0,005	0,006	< 0,005	0,026	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,01	0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,1	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
U187	1,92	< 0,005	0,065	< 0,005	21,3	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	10,4	< 0,001	< 0,005	< 0,005	0,015	< 0,005	8,7	< 0,005	0,024	< 0,005	0,017
U188	< 0,030	< 0,005	0,004	< 0,005	0,047	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	4,8	0,005	0,051	0,002	0,001	< 0,005	< 0,005	5,2	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,21
U189	< 0,030	< 0,005	0,01	< 0,005	3,14	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,051	0,003	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,4	< 0,005	0,02	< 0,005	0,008
U190	< 0,030	< 0,005	0,004	< 0,005	8,54	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	2,05	0,004	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,1	< 0,005	0,014	< 0,005	0,009
U191	0,21	< 0,005	0,007	< 0,005	2,62	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,98	0,006	< 0,005	< 0,005	0,02	< 0,005	7	< 0,005	0,005	< 0,005	0,074
U192	1,55	< 0,005	0,12	< 0,005	64,4	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,013	< 0,005	4,77	0,001	< 0,005	< 0,005	0,021	0,006	8,9	< 0,005	0,094	< 0,005	0,022
U193	1,12	< 0,005	0,045	< 0,005	68,7	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,63	< 0,001	< 0,005	< 0,005	0,036	< 0,005	8,3	< 0,005	0,081	< 0,005	< 0,005
U194	2,31	< 0,005	0,09	< 0,005	27,8	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	4,09	< 0,001	< 0,005	< 0,005	0,007	< 0,005	11	< 0,005	0,12	0,005	< 0,005
U195	3,09	< 0,005	0,17	< 0,005	9	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,018	0,33	0,007	< 0,005	< 0,005	0,006	< 0,005	11	< 0,005	0,052	< 0,005	0,35
U196	1,62	< 0,005	0,061	< 0,005	37,1	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	1,27	< 0,001	< 0,005	< 0,005	0,013	< 0,005	9,7	< 0,005	0,068	< 0,005	0,007
U197	0,81	< 0,005	0,072	< 0,005	144	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,032	< 0,005	10,9	< 0,001	< 0,005	< 0,005	0,016	< 0,005	16	< 0,005	0,83	< 0,005	< 0,005
U198	1,44	< 0,005	0,053	< 0,005	136	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	9,24	< 0,001	< 0,005	< 0,005	0,012	< 0,005	9,6	< 0,005	0,66	< 0,005	0,15
U199	3,82	< 0,005	0,16	< 0,005	29,9	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	6,37	0,003	< 0,005	< 0,005	0,017	< 0,005	19	< 0,005	0,26	< 0,005	0,77
U200	3,48	0,076	0,056	< 0,005	36,6	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,13	0,66	0,002	< 0,005	< 0,005	0,006	< 0,005	12	< 0,005	0,15	< 0,005	0,005
U201	0,68	0,058	0,007	< 0,005	4,59	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,038	0,066	0,006	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,4	< 0,005	0,021	< 0,005	0,005
U202	< 0,030	< 0,005	0,12	< 0,005	5,53	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,017	0,19	0,014	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	9,7	< 0,005	0,033	< 0,005	0,57
U203	5,55	3,54	0,41	< 0,005	0,78	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,007	1,49	0,16	0,001	0,007	< 0,005	0,087	0,008	11	0,002	< 0,005	0,071	0,29

**ANEXO III - ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DE
AMOSTRAS DE ÁGUAS DO SAU (2ª. CAMPANHA DE
AMOSTRAGEM)**

Anexo III – Análises físico-químicas das amostras coletadas – 2ª. campanha

Nº	Temp. °C	Cond. µS/cm	pH	HCO ₃ ⁻ CO ₃ ²⁻		Cor CU	Turbidez NTU	STD	Dureza	ClO ₂ ⁻	F ⁻	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	mg/L				Br ⁻	Acetato	C ₂ O ₄ ²⁻	Li	Na	NH ₄	N-NH ₃
				mg/L											PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	mg/L								
U1	25	125	4,37	ND	ND	2	0,99	77,5	292	< 0,015	< 0,010	8,39	< 0,020	31,6	< 0,080	5,92	< 0,20	< 0,25	0,19	< 0,010	4,63	0,078	0,06		
U2	25	17,9	5,49	2,57	ND	4	1,25	23,4	8,61	< 0,015	< 0,010	3,2	< 0,020	0,17	< 0,080	0,052	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	2,41	0,049	0,04		
U3	25	165	7,06	79,5	ND	5	0,94	134,5	970	< 0,015	0,032	8,01	< 0,020	< 0,040	< 0,080	2,85	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	4,33	< 0,020	0,00		
U4	25	247	7,25	144	ND	0	0,66	217,3	1904	< 0,015	0,059	3,83	< 0,020	0,68	< 0,080	2,65	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	2,68	0,45	0,35		
U5	25	194	6,89	111	ND	8	4,19	186,0	1480	< 0,015	0,035	4,24	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,42	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	1,45	0,14	0,11		
U6	25	61,4	5,33	6,15	ND	0	3,43	49,9	10,9	< 0,015	< 0,010	1,3	< 0,020	1,47	< 0,080	0,12	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	9,4	< 0,020	0,00		
U7	25	52,3	6,33	26,2	ND	0	0,9	90,1	391	< 0,015	< 0,010	1,87	< 0,020	1,53	< 0,080	0,11	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,98	< 0,020	0,00		
U8	25	66,7	5,31	2,76	ND	0	0,68	57,3	2,63	< 0,015	< 0,010	15,8	< 0,020	1,99	< 0,080	0,14	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	11,7	< 0,020	0,00		
U9	25	4,59	5,19	0,67	ND	10	1,74	12,6	1,89	< 0,015	< 0,010	0,086	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,02	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,17	0,046	0,04		
U10	25	88	6,52	49,8	ND	0	1,94	115,6	649	< 0,015	< 0,010	2,19	< 0,020	0,21	< 0,080	0,13	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	1,92	0,22	0,17		
U11	25	5,6	5,32	0,7	ND	2	0,75	14,1	0,61	< 0,015	< 0,010	0,34	< 0,020	0,068	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,32	0,36	0,28		
U12	25	5,09	5,96	1,29	ND	2	0,91	25,8	0,27	< 0,015	0,068	0,061	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	4,75	0,17	0,13		
U13	25	6,32	5,47	1,72	ND	6	1,41	15,0	9,01	< 0,015	< 0,010	0,29	< 0,020	0,074	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,23	0,031	0,02		
U14	25	31,7	4,51	ND	ND	1	0,76	24,6	16,8	< 0,015	< 0,010	2,29	< 0,020	6,95	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	2,15	< 0,020	0,00		
U15	25	5,22	6,31	2,33	ND	9	1,36	14,9	0,39	< 0,015	< 0,010	0,44	< 0,020	0,12	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,18	0,077	0,06		
U16	25	4,25	5,51	0,68	ND	0	0,92	13,0	1,73	< 0,015	< 0,010	0,17	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,21	0,46	0,36		
U17	25	4,16	5,48	0,66	ND	2	0,88	13,7	0,36	< 0,015	< 0,010	0,74	< 0,020	0,45	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,45	0,093	0,07		
U18	25	7,17	5,17	2,38	ND	3	1,12	17,6	30,1	< 0,015	< 0,010	0,2	< 0,020	0,72	< 0,080	0,11	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,21	0,24	0,19		
U19	25	345	8	152	ND	0	0,99	252,3	2976	< 0,015	0,11	2,62	0,16	2,59	< 0,080	0,72	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	1,53	0,043	0,03		
U20	25	3,98	5,61	0,69	ND	0	0,9	13,7	0,73	< 0,015	< 0,010	0,3	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,37	0,11	0,09		
U21	25	9,65	6,24	2,26	ND	75	4,54	12,4	38,9	< 0,015	< 0,010	0,47	< 0,020	0,48	< 0,080	0,082	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,52	0,086	0,07		
U22	25	7,47	5,24	0,75	ND	3	1,32	13,3	3,94	< 0,015	< 0,010	0,3	< 0,020	0,62	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,62	0,039	0,03		
U23	25	4,23	5,61	1,16	ND	0	0,97	14,4	0,39	< 0,015	0,022	0,27	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,024	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,46	0,11	0,09		
U24	25	3,7	5,83	0,63	ND	3	2,22	13,1	1,45	< 0,015	< 0,010	0,12	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,17	0,86	0,67		
U25	25	3,56	5,72	0,72	ND	0	1,11	13,2	0,23	< 0,015	< 0,010	0,3	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,02	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,45	0,028	0,02		
U26	25	7,92	6,44	4,31	ND	0	1,11	17,5	53,1	< 0,015	< 0,010	0,17	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,02	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,26	0,091	0,07		
U27	25	1,88	5,86	0,69	ND	6	1,53	11,8	1,79	< 0,015	< 0,010	0,16	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,032	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,22	0,14	0,11		
U28	25	9,14	5,08	0,38	ND	4	1,01	22,2	3,38	< 0,015	0,059	0,12	< 0,020	1,6	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	1,62	0,03	0,02		
U29	25	4,1	5,27	0,76	ND	0	1,02	14,2	0,87	< 0,015	< 0,010	0,13	< 0,020	0,044	< 0,080	0,026	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,18	0,16	0,12		
U30	25	6,71	5,23	0,62	ND	2	1,62	13,5	1,17	< 0,015	< 0,010	0,16	< 0,020	0,045	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,21	0,039	0,03		
U31	25	4,12	5,43	0,7	ND	2	0,95	14,3	2,48	< 0,015	< 0,010	0,17	< 0,020	0,3	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,32	< 0,020	0,00		
U32	25	88,8	5,09	0,38	ND	0	0,84	56,6	12,9	< 0,015	< 0,010	21,3	< 0,020	0,21	< 0,080	0,054	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,8	0,41	0,32		
U33	25	26,3	6,46	7,4	ND	20	1,56	30,0	31,7	< 0,015	0,11	1,99	< 0,020	2,55	< 0,080	0,37	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	1,93	1,11	0,86		
U34	25	3,7	5,61	0,72	ND	0	0,89	12,5	5,26	< 0,015	< 0,010	0,23	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,02	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,23	0,098	0,08		
U35	25	5,05	5,25	1,13	ND	0	0,85	13,8	0,53	< 0,015	< 0,010	0,1	< 0,020	< 0,020	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,33	0,02	0,02		
U36	25	6,38	5,49	2,72	ND	0	1,22	16,1	16,7	< 0,015	< 0,010	0,25	< 0,020	0,19	< 0,080	0,036	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,58	< 0,020	0,00		
U37	25	3,41	5,16	0,38	ND	4	2,68	11,0	1,75	< 0,015	< 0,010	0,19	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,027	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,17	0,14	0,11		
U38	25	3,24	6,11	1,63	ND	9	2,78	12,8	2,56	< 0,015	< 0,010	0,22	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,024	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,18	0,5	0,39		
U39	25	10,7	5,94	1,19	ND	92	7,33	20,6	16,5	< 0,015	< 0,010	1,07	< 0,020	0,58	< 0,080	0,48	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	1,16	0,19	0,15		
U40	25	6,75	5,33	0,78	ND	287	144	14,3	3,87	< 0,015	< 0,010	0,088	< 0,020	0,08	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,18	0,024	0,02		
U41	25	5,05	5,28	0,63	ND	0	0,85	14,1	< 0,15	< 0,015	< 0,010	0,25	< 0,020	0,2	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,3	0,06	0,05		
U42	25	3,64	5,56	0,69	ND	0	0,92	13,2	3,32	< 0,015	< 0,010	0,15	< 0,020	0,078	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,17	0,15	0,12		
U43	25	7,53	4,96	0,31	ND	28	1,49	10,5	4,99	< 0,015	< 0,010	0,26	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,2	0,023	0,02		
U44	25	5,3	6,16	1,65	ND	10	1,67	11,2	19,3	< 0,015	< 0,010	0,33	< 0,020	0,085	< 0,080	0,05	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,27	0,11	0,09		
U45	25	2,79	6,11	1,44	ND	0	0,99	15,6	0,99	< 0,015	< 0,010	0,78	< 0,020	0,22	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,23	0,3	0,23		

Anexo III – Análises físico-químicas das amostras coletadas – 2ª. campanha (continuação)

Nº	K	Al	Ba	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mg	Mn	Mo	Ni	P	Pb	Si	Sn	Sr	V	Zn
	mg/L																				
U1	5,56	0,27	0,026	< 0,005	6,07	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	0,059	2,02	0,012	0,001	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,92	< 0,005	0,037	< 0,003	0,008
U2	0,78	< 0,005	0,017	< 0,005	0,17	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,002	0,002	0,074	0,01	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	6,49	< 0,005	0,002	< 0,003	0,037
U3	3,14	0,034	0,082	< 0,005	22,6	< 0,005	< 0,003	0,004	< 0,004	0,054	2,64	0,001	0,001	< 0,003	ND	0,005	5,19	< 0,005	0,098	< 0,003	0,008
U4	0,6	< 0,005	0,21	< 0,005	46,6	< 0,005	< 0,003	0,002	< 0,004	< 0,005	1,49	< 0,001	< 0,005	< 0,003	ND	< 0,005	6,22	< 0,005	0,19	< 0,003	0,57
U5	0,85	< 0,005	0,083	< 0,005	36,1	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	0,011	1,36	0,004	0,001	< 0,003	ND	< 0,005	14,1	< 0,005	0,17	< 0,003	0,028
U6	3,01	< 0,005	0,056	< 0,005	0,2	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	0,12	0,12	0,014	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	7,6	< 0,005	0,004	< 0,003	0,01
U7	0,42	< 0,005	0,083	< 0,005	9,62	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	< 0,005	0,23	< 0,001	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	22,9	< 0,005	0,058	0,002	< 0,005
U8	1,27	< 0,005	0,047	< 0,005	0,031	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	0,005	0,057	0,001	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	11	< 0,005	0,002	< 0,003	< 0,005
U9	< 0,030	< 0,005	0,002	< 0,005	0,046	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,002	0,02	0,001	< 0,001	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,38	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,004
U10	0,61	< 0,005	0,062	< 0,005	15,7	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	< 0,005	0,83	0,022	< 0,005	0,004	< 0,005	< 0,005	20,5	< 0,005	0,081	< 0,003	< 0,005
U11	0,09	< 0,005	0,009	< 0,005	0,014	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	< 0,005	0,015	< 0,001	0,001	< 0,003	< 0,030	< 0,005	5,68	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,004
U12	7,1	< 0,005	0,005	< 0,005	0,005	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,004	< 0,005	0,003	< 0,001	< 0,005	< 0,003	ND	< 0,005	5,76	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,006
U13	0,23	< 0,005	0,016	< 0,005	0,14	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	0,009	0,14	0,001	< 0,005	< 0,003	ND	< 0,005	5,65	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,007
U14	0,92	0,04	0,052	< 0,005	0,28	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	0,007	0,23	0,002	< 0,005	< 0,003	ND	< 0,005	5,45	< 0,005	0,003	< 0,003	0,006
U15	< 0,030	< 0,005	< 0,001	< 0,005	0,008	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	0,16	0,003	0,044	< 0,005	< 0,003	ND	< 0,005	4,92	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,99
U16	< 0,030	0,016	0,005	< 0,005	0,036	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,004	< 0,005	0,012	0,001	0,001	< 0,003	ND	< 0,005	5,22	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,29
U17	0,05	< 0,005	0,002	< 0,005	0,006	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	0,13	ND	0,002	< 0,005	< 0,003	ND	< 0,005	5,19	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,012
U18	0,14	< 0,005	0,002	< 0,005	0,74	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	0,012	0,02	0,001	< 0,005	< 0,003	ND	< 0,005	5,91	< 0,005	0,002	< 0,003	0,22
U19	0,36	< 0,005	0,035	< 0,005	73,1	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	0,037	1,91	0,008	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	7,79	< 0,005	0,36	< 0,003	0,022
U20	0,037	< 0,005	0,005	< 0,005	0,017	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,005	< 0,003	< 0,030	< 0,005	5,71	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,006
U21	0,82	0,027	< 0,001	< 0,005	0,88	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	0,19	0,15	0,001	< 0,005	< 0,003	0,01	< 0,005	3	< 0,005	0,002	< 0,003	0,006
U22	0,071	< 0,005	< 0,001	< 0,005	0,094	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	0,016	0,007	0,003	< 0,005	< 0,003	ND	< 0,005	5,04	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,011
U23	0,13	< 0,005	0,003	< 0,005	0,008	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,014	0,14	0,004	0,003	0,002	0,016	< 0,030	< 0,005	5,62	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,045
U24	< 0,030	< 0,005	< 0,001	< 0,005	0,035	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	0,015	0,002	0,001	< 0,005	< 0,003	ND	< 0,005	5,25	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,009
U25	0,11	< 0,005	0,004	< 0,005	0,004	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	< 0,005	0,004	0,003	0,001	< 0,003	< 0,030	< 0,005	5,38	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,002
U26	0,032	< 0,005	0,005	< 0,005	1,32	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	< 0,005	0,036	0,007	0,001	< 0,003	< 0,030	< 0,005	5,23	< 0,005	0,006	< 0,003	0,064
U27	0,031	< 0,005	0,005	< 0,005	0,041	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,016	< 0,005	0,006	0,001	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	4,88	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,013
U28	6,8	< 0,005	0,012	< 0,005	0,079	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,043	0,018	0,009	0,001	0,001	< 0,003	0,006	0,008	5,32	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,05
U29	0,03	< 0,005	0,007	< 0,005	0,015	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,035	0,002	0,011	0,005	0,002	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,96	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,014
U30	0,049	< 0,005	0,003	< 0,005	0,025	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,007	0,008	0,007	0,011	< 0,005	< 0,003	ND	< 0,005	5,76	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,031
U31	< 0,030	< 0,005	0,002	< 0,005	0,06	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	< 0,005	0,003	0,001	0,002	< 0,003	ND	< 0,005	5,95	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,009
U32	21,6	0,22	0,011	< 0,005	0,32	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	0,035	0,041	0,002	0,003	< 0,003	< 0,030	0,012	5,1	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,26
U33	1,68	< 0,005	0,005	< 0,005	0,79	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,7	0,017	0,12	0,002	0,001	0,004	0,005	0,012	4,88	< 0,005	0,002	< 0,003	0,79
U34	< 0,030	< 0,005	0,002	< 0,005	0,13	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	< 0,005	0,005	< 0,001	0,001	< 0,003	< 0,030	< 0,005	5,19	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,005
U35	0,03	< 0,005	0,01	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	0,053	0,017	< 0,001	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,65	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,013
U36	< 0,030	< 0,005	0,012	< 0,005	0,38	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	< 0,005	0,06	< 0,001	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,53	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,003
U37	0,03	< 0,005	0,003	< 0,005	0,04	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,004	0,009	0,006	0,017	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	4,69	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,003
U38	0,031	< 0,005	0,003	< 0,005	0,056	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,003	0,34	0,013	0,021	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	4,42	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,36
U39	0,25	0,088	0,003	< 0,005	0,41	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,04	0,25	0,054	0,003	0,002	< 0,003	0,013	< 0,005	6,92	< 0,005	0,002	< 0,003	0,052
U40	< 0,030	< 0,005	0,005	< 0,005	0,087	< 0,005	0,001	< 0,003	0,18	< 0,005	0,016	0,029	< 0,005	0,003	ND	< 0,005	5,84	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,29
U41	0,079	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	< 0,005	< 0,002	< 0,001	0,001	< 0,003	ND	< 0,005	5,87	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,002
U42	< 0,030	< 0,005	< 0,001	< 0,005	0,081	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	< 0,005	0,003	0,001	0,001	< 0,003	ND	< 0,005	5,57	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,007
U43	0,036	0,053	0,005	< 0,005	0,11	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,004	0,062	0,024	0,001	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	4,38	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,003
U44	0,18	< 0,005	0,002	< 0,005	0,48	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	0,027	0,14	0,002	0,002	< 0,003	< 0,030	< 0,005	3,68	< 0,005	0,002	< 0,003	0,008
U45	0,049	< 0,005	< 0,001	< 0,005	0,023	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	0,015	0,003	0,002	< 0,005	< 0,003	ND	< 0,005	5,7	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,32

Anexo III – Análises físico-químicas das amostras coletadas – 2ª. campanha (continuação)

Nº	Temp. °C	Cond. µS/cm	pH	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	Cor CU	Turbidez NTU	STD	Dureza	ClO ₂ ⁻	F ⁻	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	mg/L									
															PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	Br ⁻	Acetato	C ₂ O ₄ ²⁻	Li	Na	NH ₄ ⁺	N-NH ₃	
U46	25	3,91	5,92	0,63	ND	5	2,5	13,6	0,32	< 0,015	< 0,010	0,22	< 0,020	0,72	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,24	0,66	0,51	
U47	25	81,1	7,4	51,9	ND	0	0,78	85,6	609	< 0,015	0,027	0,27	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,2	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	1,14	0,21	0,16	
U48	25	11,4	6,27	5,89	ND	0	2,04	22,6	44,7	< 0,015	< 0,010	0,31	< 0,020	0,2	< 0,080	0,031	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,25	1,25	0,97	
U49	25	20	6,36	4,1	ND	246	7	30,1	86,6	< 0,015	< 0,010	1,32	< 0,020	0,96	< 0,080	0,076	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,85	0,028	0,02	
U51	25	3,31	5,74	0,64	ND	4	0,98	14,7	1,73	< 0,015	< 0,010	0,65	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,33	0,043	0,03	
U52	25	3,83	5,49	0,68	ND	1	0,86	13,8	3,45	< 0,015	< 0,010	0,22	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,2	0,031	0,02	
U53	25	4,77	5,37	0,65	ND	0	0,79	14,0	3,39	< 0,015	< 0,010	0,62	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,49	0,036	0,03	
U54	25	4,15	5,56	0,97	ND	3	1,79	13,4	5,66	< 0,015	< 0,010	0,19	< 0,020	0,041	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,25	< 0,020	0,00	
U55	25	2,44	5,62	0,65	ND	2	1,39	12,6	0,41	< 0,015	< 0,010	0,093	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,2	< 0,020	0,00	
U56	25	3,42	5,34	0,6	ND	0	0,68	13,0	0,73	< 0,015	< 0,010	0,27	< 0,020	0,15	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,17	0,15	0,12	
U57	25	4,05	5,33	0,75	ND	1	1,05	12,2	0,87	< 0,015	< 0,010	0,17	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,2	0,036	0,03	
U58	25	26,4	6,18	9,53	ND	0	0,7	31,7	159	< 0,015	< 0,010	0,78	0,02	3,86	< 0,080	0,073	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	1,1	< 0,020	0,00	
U59	25	4,37	6,02	1,92	ND	0	0,96	14,9	18,1	< 0,015	< 0,010	0,12	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,033	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,23	0,077	0,06	
U60	25	3,64	5,93	0,97	ND	50	22,4	12,5	5,54	< 0,015	< 0,010	0,22	< 0,020	0,041	< 0,080	0,02	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,19	0,31	0,24	
U61	25	2,95	5,81	0,72	ND	1	1,07	13,7	2,53	< 0,015	< 0,010	0,15	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,042	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,26	0,026	0,02	
U62	25	8,74	4,87	ND	ND	0	0,8	14,7	0,58	< 0,015	< 0,010	0,88	< 0,020	0,075	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,18	< 0,020	0,00	
U63	25	3,31	5,63	0,72	ND	17	6,51	13,0	6,93	< 0,015	< 0,010	0,21	< 0,020	0,067	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,16	0,13	0,10	
U64	25	7,59	5,55	2,75	ND	0	0,95	14,2	29,6	< 0,015	< 0,010	0,41	< 0,020	< 0,020	< 0,080	0,036	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,45	< 0,020	0,00	
U65	25	2,59	5,71	0,69	ND	1	1,21	15,5	3,82	< 0,015	0,34	0,89	< 0,020	0,18	< 0,080	0,12	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,81	0,045	0,04	
U67	25	155	7,98	99,2	ND	0	0,77	152,7	1297	< 0,015	0,03	0,74	< 0,020	< 0,020	< 0,080	0,38	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,75	< 0,020	0,00	
U68	25	5,97	5,16	0,68	ND	6	3,5	14,9	< 0,16	< 0,015	< 0,010	0,41	< 0,020	0,06	< 0,080	0,021	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,24	0,024	0,02	
U69	25	3,97	5,45	0,74	ND	1	0,94	12,8	1,09	< 0,015	< 0,010	0,18	< 0,020	0,07	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,27	0,031	0,02	
U70	25	3,71	6,02	1,13	ND	0	1,01	14,4	0,32	< 0,015	< 0,010	0,25	< 0,020	0,065	< 0,080	0,024	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,27	0,42	0,33	
U71	25	3,24	5,52	0,61	ND	0	0,77	12,3	< 0,16	< 0,015	< 0,010	0,13	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,18	0,073	0,06	
U72	25	2,36	5,55	0,61	ND	2	1,16	12,2	0,93	< 0,015	< 0,010	0,21	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,02	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,31	0,04	0,03	
U73	25	3,19	5,49	0,59	ND	0	0,78	11,7	< 0,16	< 0,015	< 0,010	0,13	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,15	0,23	0,18	
U74	25	2,35	5,71	0,66	ND	0	0,81	12,2	0,29	< 0,015	< 0,010	0,19	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,2	0,092	0,07	
U75	25	10,5	6,17	6,02	ND	0	0,78	20,3	73,8	< 0,015	< 0,010	0,14	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,044	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,23	0,05	0,04	
U76	25	3,33	5,49	1,19	ND	0	0,9	13,0	1,36	< 0,015	< 0,010	0,089	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,26	< 0,020	0,00	
U77	25	4,5	5,94	2,04	ND	0	0,96	14,3	26,3	< 0,015	< 0,010	0,089	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,15	0,2	0,16	
U78	25	3,49	5,69	1,07	ND	0	0,76	12,8	< 0,16	< 0,015	< 0,010	0,12	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,15	0,65	0,51	
U79	25	2,96	5,47	0,66	ND	0	0,73	13,0	1,32	< 0,015	< 0,010	0,13	< 0,020	0,065	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,19	0,03	0,02	
U80	25	100	6,44	50,8	ND	313	178	106,7	5,32	< 0,015	< 0,010	2,85	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,048	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	1,2	3,93	3,06	
U81	25	9,02	4,95	0,88	ND	1	1,41	14,3	1,2	< 0,015	< 0,010	0,96	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,034	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,48	0,39	0,30	
U82	25	10,1	5,01	0,72	ND	18	3,16	15,3	1,9	< 0,015	< 0,010	1,23	< 0,020	0,058	< 0,080	0,021	< 0,20	< 0,25	0,11	< 0,010	0,64	0,46	0,36	
U83	25	12,9	6,06	4,81	ND	73	17,8	21,7	5,68	< 0,015	< 0,010	1,36	0,02	0,054	< 0,080	0,028	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,61	0,65	0,51	
U84	25	24,2	5,98	11,4	ND	43	22,4	30,4	105	< 0,015	< 0,010	1,51	0,021	0,053	< 0,080	0,021	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,89	0,51	0,40	
U85	25	24	6,1	12	ND	1596	358	26,4	3,79	< 0,015	< 0,010	1,49	0,021	< 0,040	< 0,080	0,02	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,82	0,38	0,30	
U86	25	6,45	5,76	2,29	ND	0	1,88	18,1	0,72	< 0,015	< 0,010	0,5	< 0,020	0,04	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	0,11	< 0,010	0,51	0,74	0,58	
U87	25	15,6	6,03	5,71	ND	58	10,2	23,8	3,84	< 0,015	< 0,010	1,72	< 0,020	0,042	< 0,080	0,04	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,85	0,84	0,65	
U88	25	11,2	5,36	1,82	ND	1	1,45	18,4	1,97	< 0,015	< 0,010	0,83	< 0,020	1,68	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	1,08	0,91	0,71	
U89	25	14,1	5,47	3,99	ND	20	9,8	21,3	16,3	< 0,015	< 0,010	1,58	< 0,020	0,16	< 0,080	0,026	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,72	0,93	0,72	
U90	25	11	6,35	6,15	ND	7	2,09	24,5	0,71	< 0,015	< 0,010	0,28	< 0,020	0,046	< 0,080	0,042	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,26	1,86	1,45	
U91	25	3,5	6,14	1,68	ND	23	7,22	15,9	2,23	< 0,015	< 0,010	0,3	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,021	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,24	0,96	0,75	
U92	25	7,66	6,3	3,39	ND	28	13,9	18,0	9,89	< 0,015	< 0,010	0,29	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,023	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,27	1,19	0,93	

Anexo III – Análises físico-químicas das amostras coletadas – 2ª. campanha (continuação)

Nº	K	Al	Ba	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mg	Mn	Mo	Ni	P	Pb	Si	Sn	Sr	V	Zn
	mg/L																				
U46	< 0,030	< 0,005	0,004	< 0,005	0,005	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,014	0,1	0,005	0,009	< 0,005	< 0,003	ND	< 0,005	5,12	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,02
U47	0,78	< 0,005	0,023	< 0,005	15,2	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,011	< 0,005	1,19	< 0,001	< 0,005	< 0,003	0,018	< 0,005	6,68	< 0,005	0,1	< 0,003	0,21
U48	0,14	< 0,005	0,003	< 0,005	1,11	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	< 0,005	0,08	0,011	0,001	0,001	< 0,030	< 0,005	5,62	< 0,005	0,006	< 0,003	1,27
U49	0,87	0,28	0,012	< 0,005	2,11	< 0,005	< 0,003	0,001	0,002	1,11	0,54	0,086	< 0,005	0,001	0,009	< 0,005	8,27	< 0,005	0,009	< 0,003	0,013
U51	0,46	< 0,005	0,003	< 0,005	0,042	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	0,003	0,008	0,002	< 0,005	< 0,003	< 0,030	< 0,005	5,85	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,028
U52	< 0,030	< 0,005	0,002	< 0,005	0,085	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	< 0,005	0,013	0,001	< 0,005	< 0,003	< 0,030	< 0,005	5,86	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,001
U53	0,071	< 0,005	0,004	< 0,005	0,078	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	< 0,005	0,011	< 0,001	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,63	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,002
U54	< 0,030	< 0,005	0,002	< 0,005	0,14	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	0,092	0,011	0,002	< 0,005	< 0,003	< 0,030	< 0,005	5,47	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,004
U55	< 0,030	< 0,005	0,003	< 0,005	0,009	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	< 0,005	0,004	< 0,001	0,001	< 0,003	< 0,030	< 0,005	5,44	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,002
U56	< 0,030	< 0,005	< 0,001	< 0,005	0,017	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,023	0,007	0,002	0,001	0,002	< 0,003	< 0,005	0,007	5,37	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,1
U57	0,059	< 0,005	< 0,001	< 0,005	0,02	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	0,011	0,003	0,005	0,002	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,11	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,022
U58	0,29	< 0,005	0,027	< 0,005	3,8	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	< 0,005	0,29	0,002	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,56	< 0,005	0,012	< 0,003	< 0,005
U59	0,058	< 0,005	0,001	< 0,005	0,45	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,049	< 0,005	0,052	0,001	0,002	< 0,003	< 0,030	< 0,005	5,55	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,047
U60	< 0,030	< 0,005	< 0,001	< 0,005	0,12	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	0,038	0,002	0,03	0,003	< 0,003	< 0,030	< 0,005	4,84	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,19
U61	0,073	< 0,005	0,009	< 0,005	0,062	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	< 0,005	0,009	< 0,001	< 0,005	< 0,003	< 0,030	< 0,005	5,76	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,002
U62	< 0,030	< 0,005	0,049	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	0,14	0,019	0,003	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	6,25	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,006
U63	< 0,030	< 0,005	0,002	< 0,005	0,17	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,003	0,002	0,005	0,009	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,34	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,09
U64	0,056	< 0,005	< 0,001	< 0,005	0,73	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,003	< 0,005	0,013	0,003	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	4,56	< 0,005	0,002	< 0,003	< 0,005
U65	0,7	< 0,005	0,004	< 0,005	0,091	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,017	0,005	0,007	0,005	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,4	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,013
U67	1,19	< 0,005	0,068	< 0,005	31	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	< 0,005	2,26	< 0,001	< 0,005	< 0,003	0,013	< 0,005	7,95	< 0,005	0,03	< 0,003	0,008
U68	< 0,030	< 0,005	0,008	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,011	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	6,3	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,018
U69	0,03	< 0,005	0,002	< 0,005	0,026	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,008	0,019	0,001	< 0,001	0,002	< 0,003	< 0,030	< 0,005	5,36	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,005
U70	0,042	< 0,005	0,002	< 0,005	0,005	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	0,16	0,004	0,005	< 0,005	0,004	< 0,030	< 0,005	5,49	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,27
U71	< 0,030	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	0,004	0,001	0,001	< 0,005	< 0,003	< 0,030	< 0,005	5,26	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,002
U72	0,16	< 0,005	0,001	< 0,005	0,022	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	< 0,005	0,005	< 0,001	0,001	< 0,003	< 0,030	< 0,005	5,05	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,01
U73	0,032	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	< 0,005	< 0,002	< 0,001	0,002	< 0,003	< 0,030	< 0,005	4,95	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,01
U74	< 0,030	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,055	0,027	< 0,002	0,007	0,003	< 0,003	< 0,030	< 0,005	5,08	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,052
U75	< 0,030	< 0,005	0,002	< 0,005	1,83	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,001	< 0,005	0,021	0,002	0,001	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,61	< 0,005	0,005	< 0,003	0,005
U76	< 0,030	< 0,005	0,001	< 0,005	0,031	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	0,16	0,005	0,002	0,002	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,28	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,002
U77	< 0,030	< 0,005	0,001	< 0,005	0,65	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	< 0,005	0,012	0,002	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,2	< 0,005	0,002	< 0,003	0,033
U78	< 0,030	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	< 0,005	< 0,002	0,001	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	4,86	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,41
U79	< 0,030	< 0,005	0,001	< 0,005	0,03	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,003	< 0,005	0,005	0,001	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,57	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,007
U80	0,076	< 0,005	0,015	< 0,005	0,074	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,008	5,35	0,097	0,073	< 0,005	< 0,003	0,012	< 0,005	4,33	0,011	0,002	< 0,003	0,329
U81	0,032	0,004	0,004	< 0,005	0,016	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,005	0,29	0,023	0,009	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,2	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,01
U82	0,057	0,017	0,008	< 0,005	0,033	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,007	0,022	0,024	0,019	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,4	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,29
U83	0,075	< 0,005	0,004	< 0,005	0,12	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	2,29	0,036	0,038	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,16	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,57
U84	0,039	< 0,005	0,007	< 0,005	2,54	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,009	2,2	0,12	0,029	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5	< 0,005	0,013	< 0,003	0,36
U85	0,032	< 0,005	0,004	< 0,005	0,048	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	6,12	0,077	0,21	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	2,21	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,43
U86	< 0,030	< 0,005	0,004	< 0,005	0,015	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,002	0,002	0,005	0,006	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	6,49	< 0,005	0,002	< 0,003	0,037
U87	0,13	< 0,005	0,009	< 0,005	0,051	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,002	0,86	0,074	0,04	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,07	< 0,005	0,002	< 0,003	2,62
U88	0,3	< 0,005	0,005	< 0,005	0,031	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,011	0,16	0,03	0,022	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,15	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,55
U89	0,25	0,003	0,008	< 0,005	0,34	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	0,39	0,11	0,018	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,29	< 0,005	0,002	< 0,003	1,46
U90	0,11	< 0,005	0,001	< 0,005	0,016	< 0,005	< 0,003	< 0,003	1,07	0,009	0,003	0,008	< 0,005	0,038	0,008	0,097	5,46	< 0,005	< 0,005	< 0,003	2,81
U91	0,033	< 0,005	< 0,001	< 0,005	0,052	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,005	0,005	0,006	0,007	0,002	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,51	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,77
U92	< 0,030	< 0,005	0,002	< 0,005	0,24	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,014	< 0,005	0,011	0,016	0,003	0,003	< 0,005	< 0,005	5,09	< 0,005	0,001	< 0,003	1,7

Anexo III – Análises físico-químicas das amostras coletadas – 2ª. campanha (continuação)

Nº	Temp. °C	Cond. µS/cm	pH	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	Cor CU	Turbidez NTU	STD	Dureza	ClO ₂ ⁻	F ⁻	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	mg/L									
															PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	Br ⁻	Acetato	C ₂ O ₄ ²⁻	Li	Na	NH ₄ ⁺	N-NH ₃	
U93	25	46,7	6,85	30,1	ND	33	16,9	64,0	1,86	< 0,015	< 0,010	0,34	< 0,020	0,052	< 0,080	0,044	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,27	5	3,89	
U94	25	3,72	5,56	0,63	ND	8	2,84	13,1	0,79	< 0,015	< 0,010	0,21	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,21	0,27	0,21	
U95	25	31,8	6,24	10,3	ND	1452	385	36,6	13,4	< 0,015	0,11	4,16	< 0,020	0,055	0,22	0,07	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	2,61	0,98	0,76	
U96	25	23,7	6,01	1,25	ND	50	3,96	22,4	18	< 0,015	< 0,010	5,02	< 0,020	0,054	< 0,080	0,038	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,51	0,02	0,02	
U98	25	3,36	5,59	1,16	ND	0	1,36	14,0	3,18	< 0,015	< 0,010	0,17	< 0,020	< 0,020	< 0,080	0,045	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,16	0,056	0,04	
U99	25	3,25	5,63	0,69	ND	0	1,05	12,9	3,68	< 0,015	< 0,010	0,1	< 0,020	0,041	< 0,080	0,021	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,2	0,052	0,04	
U100	25	2,11	5,64	0,69	ND	1	1,28	12,0	< 0,16	< 0,015	< 0,010	0,12	< 0,020	< 0,020	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,18	0,14	0,11	
U101	25	3,76	5,39	0,84	ND	3	1,71	12,4	0,39	< 0,015	< 0,010	0,11	< 0,020	< 0,020	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,16	0,56	0,44	
U102	25	4,04	5,52	1,19	ND	1	0,99	14,9	2,41	< 0,015	< 0,010	0,2	< 0,020	< 0,020	< 0,080	0,021	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,37	< 0,020	0,00	
U103	25	22,7	6,24	12,7	ND	61	25	33,0	8,61	< 0,015	0,028	0,83	0,023	< 0,020	< 0,080	0,098	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	1,35	0,088	0,07	
U104	25	2,87	5,77	1,07	ND	0	0,72	13,1	0,45	< 0,015	< 0,010	0,088	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,02	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,14	0,57	0,44	
U105	25	4,04	5,87	0,74	ND	0	0,88	15,6	0,26	< 0,015	< 0,010	0,6	< 0,020	< 0,020	< 0,080	0,024	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,62	0,18	0,14	
U106	25	6,57	5,61	0,77	ND	77	21,1	16,1	3,7	< 0,015	< 0,010	1,11	< 0,020	< 0,020	< 0,080	0,024	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,47	0,56	0,44	
U107	25	51,2	7,09	30,5	ND	0	0,88	55,1	450	< 0,015	0,022	0,5	0,032	0,39	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,32	0,051	0,04	
U108	25	7,09	5,09	1,07	ND	6	4,5	16,1	5,48	< 0,015	< 0,010	0,57	< 0,020	0,19	< 0,080	0,048	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,29	0,22	0,17	
U109	25	10,4	6,27	6,57	ND	24	8,95	21,2	< 0,16	< 0,015	< 0,010	0,12	< 0,020	< 0,020	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,1	0,96	0,75	
U110	25	2,36	5,54	0,73	ND	0	0,86	12,2	< 0,16	< 0,015	< 0,010	0,12	< 0,020	< 0,020	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,13	0,096	0,07	
U112	25	3,87	5,47	0,67	ND	3	0,76	11,8	1,07	< 0,015	< 0,010	0,12	< 0,020	0,043	< 0,080	0,039	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,17	0,045	0,04	
U113	25	3,71	5,36	1,06	ND	3	0,93	12,7	3,57	< 0,015	< 0,010	0,18	< 0,020	< 0,020	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,19	0,1	0,08	
U114	25	2,19	5,66	0,65	ND	0	0,71	11,7	0,46	< 0,015	< 0,010	0,1	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,15	0,15	0,12	
U115	25	3,99	5,29	0,69	ND	0	0,75	11,6	< 0,16	< 0,015	< 0,010	0,12	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,18	0,037	0,03	
U116	25	2,99	5,55	0,68	ND	0	0,67	11,5	1,61	< 0,015	< 0,010	0,1	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,16	< 0,020	0,00	
U117	25	5,7	5,43	1,38	ND	0	1,25	14,0	15,6	< 0,015	< 0,010	0,31	< 0,020	< 0,020	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,19	0,1	0,08	
U118	25	5,54	5,6	1,68	ND	19	2,84	16,0	11,4	< 0,015	< 0,010	0,34	< 0,020	< 0,020	< 0,080	0,02	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,35	0,071	0,06	
U119	25	6,46	5,14	0,62	ND	1	1,24	13,9	0,39	< 0,015	< 0,010	0,38	< 0,020	< 0,020	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,37	0,068	0,05	
U120	25	4,87	5,7	1,75	ND	95	22,2	15,2	5,35	< 0,015	< 0,010	0,34	< 0,020	< 0,020	< 0,080	0,021	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,46	0,14	0,11	
U121	25	4,33	5,32	0,62	ND	0	0,91	13,1	3,26	< 0,015	< 0,010	0,26	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,29	< 0,020	0,00	
U122	25	264	8,5	161	ND	194	61	249,3	1837	< 0,015	0,17	3,11	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,32	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	2,48	2,93	2,28	
U123	25	21	5,97	8,53	ND	35	14,9	30,3	10,8	< 0,015	< 0,010	1,66	< 0,020	0,13	< 0,080	0,072	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	2,24	0,89	0,69	
U124	25	468	8,4	295	ND	7	1,35	428,9	3015	< 0,015	0,11	6,65	0,45	1,82	< 0,080	0,84	< 0,20	< 0,25	0,13	< 0,010	6,03	1,13	0,88	
U125	25	11,9	5,68	1,38	ND	2	1,71	18,5	6,02	< 0,015	< 0,010	2,26	< 0,020	0,41	< 0,080	0,022	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	1,91	0,02	0,02	
U126	25	500	8,5	326	5,04	1	1,59	483,7	1710	< 0,015	0,11	2,57	< 0,020	< 0,040	< 0,080	1,04	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	70	0,38	0,30	
U127	25	505	6,94	35,1	ND	3	0,95	338,3	838	< 0,015	0,039	42,1	0,55	121	< 0,080	26,7	< 0,20	< 0,25	0,2	< 0,010	69,7	0,16	0,12	
U128	25	621	4,39	ND	ND	3	1,28	404,9	1106	< 0,015	0,15	54,4	< 0,020	193	< 0,080	18,9	< 0,20	< 0,25	0,67	< 0,010	64,4	4,73	3,68	
U129	25	475	4	ND	ND	5	2,27	294,4	642	< 0,015	0,091	39,7	0,28	123	< 0,080	30,6	< 0,20	< 0,25	0,36	< 0,010	51,7	2,53	1,97	
U130	25	213	8,3	134	ND	0	0,98	210,8	158	< 0,015	0,11	1,9	0,15	1,49	< 0,080	0,45	< 0,20	< 0,25	< 0,10	0,01	49,7	0,21	0,16	
U131	25	3,21	5,45	0,73	ND	6	1,38	13,0	1,1	< 0,015	< 0,010	0,32	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,27	0,077	0,06	
U132	25	2,82	5,5	0,74	ND	3	1,31	12,9	1,05	< 0,015	< 0,010	0,29	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,26	0,02	0,02	
U133	25	83,3	7,71	48,7	ND	2	1,16	95,7	426	< 0,015	0,032	0,95	< 0,020	< 0,040	0,33	0,067	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	1,52	0,053	0,04	
U134	25	8,08	6,27	3,27	ND	42	5,96	20,0	26,9	< 0,015	< 0,010	0,7	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,023	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,67	0,15	0,12	
U135	25	86,4	6,9	44	ND	59	22,3	96,9	513	< 0,015	0,013	3,41	0,059	1,72	< 0,080	0,23	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	4,73	0,14	0,11	
U136	25	14,9	6,35	2,25	ND	52	10,2	22,0	23,7	< 0,015	< 0,010	3,01	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,021	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	2,08	0,33	0,26	
U137	25	3,44	5,38	0,64	ND	10	1,81	13,5	< 0,16	< 0,015	< 0,010	0,16	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,021	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,2	0,07	0,05	
U138	25	2,6	5,53	0,7	ND	0	1,12	12,6	0,89	< 0,015	< 0,010	0,16	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,17	0,052	0,04	
U139	25	3,84	5,52	1,19	ND	31	16,9	14,3	9,58	< 0,015	< 0,010	0,17	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,022	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,22	< 0,020	0,00	

Anexo III – Análises físico-químicas das amostras coletadas – 2ª. campanha (continuação)

Nº	K	Al	Ba	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mg	Mn	Mo	Ni	P	Pb	Si	Sn	Sr	V	Zn
U93	< 0,030	< 0,005	0,001	< 0,005	0,041	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	< 0,005	0,009	0,007	< 0,005	< 0,003	0,008	< 0,005	4,43	< 0,005	< 0,005	< 0,003	18,7
U94	< 0,030	< 0,005	0,002	< 0,005	0,016	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,003	0,003	0,006	0,01	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,37	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,23
U95	4,58	< 0,005	0,01	< 0,005	0,28	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	0,004	0,089	0,26	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	4,02	< 0,005	0,002	< 0,003	4,3
U96	5,33	0,042	0,01	< 0,005	0,39	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,003	0,067	0,099	0,005	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	4,47	< 0,005	0,002	< 0,003	0,005
U98	< 0,030	< 0,005	0,002	< 0,005	0,077	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,11	0,027	0,004	0,001	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,69	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,019
U99	0,036	0,016	< 0,001	< 0,005	0,087	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,018	0,037	0,008	0,001	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,43	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,018
U100	0,035	< 0,005	0,001	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,021	< 0,005	0,003	0,007	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,04	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,064
U101	0,042	< 0,005	< 0,001	< 0,005	0,008	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,019	0,028	< 0,002	0,023	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	4,92	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,13
U102	0,038	< 0,005	0,006	< 0,005	0,045	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	0,005	0,025	0,001	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	6,1	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,002
U103	0,18	< 0,005	0,001	< 0,005	0,13	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	6,17	0,14	0,043	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,26	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,019
U104	< 0,030	< 0,005	< 0,001	< 0,005	0,01	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,06	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,34
U105	0,037	< 0,005	0,021	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,005	0,037	0,006	0,003	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	6,24	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,028
U106	0,036	< 0,005	0,025	< 0,005	0,071	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	< 0,005	0,035	0,025	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,87	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,44
U107	0,043	< 0,005	0,012	< 0,005	11,1	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	< 0,005	0,22	0,003	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,56	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,045
U108	0,07	< 0,005	0,013	< 0,005	0,13	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,065	0,016	0,011	0,017	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	6,19	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,17
U109	< 0,030	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	1,89	0,002	0,064	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	4,61	< 0,005	< 0,005	< 0,003	1,62
U110	0,031	< 0,005	0,001	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,029	< 0,005	< 0,002	0,001	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,16	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,042
U112	0,039	< 0,005	< 0,001	< 0,005	0,025	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	< 0,005	0,003	< 0,001	0,002	< 0,003	< 0,005	< 0,005	4,96	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,024
U113	< 0,030	< 0,005	0,002	< 0,005	0,086	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,021	0,036	0,005	0,003	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,13	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,066
U114	< 0,030	< 0,005	< 0,001	< 0,005	0,009	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	< 0,005	0,004	0,002	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	4,91	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,11
U115	0,042	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,003	0,008	< 0,002	0,002	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	4,91	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,024
U116	0,039	< 0,005	< 0,001	< 0,005	0,039	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	4,91	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,005
U117	0,031	< 0,005	0,006	< 0,005	0,38	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	0,042	0,014	0,002	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,39	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,015
U118	< 0,030	< 0,005	0,009	< 0,005	0,28	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,071	0,24	0,007	0,008	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	6,02	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,037
U119	0,031	< 0,005	0,01	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,005	< 0,005	0,011	0,004	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,8	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,035
U120	0,04	< 0,005	0,003	< 0,005	0,13	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,017	0,13	0,006	0,085	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,62	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,083
U121	0,045	< 0,005	0,002	< 0,005	0,077	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	< 0,005	0,007	< 0,001	0,001	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,5	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,002
U122	5,21	< 0,005	0,58	< 0,005	39,3	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,002	< 0,005	10,8	0,3	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	10,7	< 0,005	0,16	< 0,003	0,005
U123	1,39	< 0,005	0,014	< 0,005	0,19	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,011	0,25	0,13	0,023	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	6,33	< 0,005	0,003	< 0,003	1,24
U124	9,87	< 0,005	0,34	< 0,005	61,9	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	< 0,005	22	0,008	< 0,005	< 0,003	0,018	< 0,005	10,3	< 0,005	0,57	< 0,003	0,013
U125	0,19	0,016	0,006	< 0,005	0,14	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,004	0,003	0,017	0,005	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,68	< 0,005	0,001	< 0,003	0,005
U126	9,51	< 0,005	0,23	< 0,005	37,2	< 0,005	< 0,003	0,002	0,005	< 0,005	9,02	0,005	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	10,3	0,001	0,42	< 0,003	0,1
U127	9,62	0,009	0,041	< 0,005	19,1	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,002	0,003	2,87	0,023	< 0,005	< 0,003	0,032	< 0,005	5,13	< 0,005	0,072	< 0,003	0,004
U128	16,2	1,95	0,11	< 0,005	25,3	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,003	0,007	3,8	0,053	0,004	< 0,003	< 0,005	0,008	9,85	< 0,005	0,11	< 0,003	0,02
U129	8,99	2,49	0,26	< 0,005	14,2	< 0,005	0,001	< 0,003	0,008	0,014	3,01	0,038	0,006	< 0,003	0,079	0,008	7,91	< 0,005	0,072	< 0,003	0,02
U130	1,54	0,005	0,011	< 0,005	3,43	< 0,005	< 0,003	0,006	0,003	0,01	0,86	0,005	< 0,005	< 0,003	0,009	< 0,005	7,86	< 0,005	0,042	0,016	0,001
U131	< 0,030	< 0,005	0,001	< 0,005	0,022	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,002	0,006	0,009	0,006	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,41	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,004
U132	< 0,030	< 0,005	0,001	< 0,005	0,022	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	0,006	0,007	0,005	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,41	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,001
U133	5,79	< 0,005	0,07	< 0,005	8,64	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,002	< 0,005	3,29	0,005	< 0,005	< 0,003	0,14	< 0,005	12,2	< 0,005	0,037	< 0,003	0,001
U134	0,043	0,019	0,004	< 0,005	0,44	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	0,32	0,38	0,019	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	6,52	< 0,005	0,002	< 0,003	0,002
U135	0,21	0,015	0,01	< 0,005	11,3	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,007	0,054	2,48	0,018	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	13,3	< 0,005	0,085	< 0,003	0,002
U136	0,073	< 0,005	0,006	< 0,005	0,44	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,003	0,045	0,25	0,014	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	6,32	< 0,005	0,002	< 0,003	0,008
U137	0,035	< 0,005	0,006	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	0,049	< 0,002	0,014	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,75	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,028
U138	< 0,030	< 0,005	< 0,001	< 0,005	0,021	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,025	0,031	0,002	0,005	< 0,005	< 0,003	< 0,005	0,008	5,32	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,03
U139	< 0,030	< 0,005	0,008	< 0,005	0,23	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	0,045	0,015	0,009	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,77	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,002

Anexo III – Análises físico-químicas das amostras coletadas – 2ª. campanha (continuação)

Nº	Temp. °C	Cond. µS/cm	pH	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	Cor CU	Turbidez NTU	STD	Dureza	ClO ₂ ⁻	F ⁻	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	mg/L									
															PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	Br ⁻	Acetato	C ₂ O ₄ ²⁻	Li	Na	NH ₄	N-NH ₃	
U140	25	2,68	5,67	0,94	ND	29	13,7	13,0	0,54	< 0,015	< 0,010	0,11	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,16	0,2	0,16	
U141	25	3,56	5,54	1,07	ND	3	0,84	14,0	7,03	< 0,015	< 0,010	0,11	< 0,020	0,12	< 0,080	0,022	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,19	0,037	0,03	
U142	25	2,77	5,45	0,75	ND	0	0,97	12,7	4,16	< 0,015	< 0,010	0,096	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,15	< 0,020	0,00	
U143	25	3,97	5,37	0,74	ND	0	0,9	12,5	1,1	< 0,015	< 0,010	0,11	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,021	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,2	0,021	0,02	
U144	25	17	4,58	ND	ND	17	1,98	8,8	31,9	< 0,015	< 0,010	0,31	< 0,020	2,13	< 0,080	1,16	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,15	0,045	0,04	
U145	25	5,74	5,57	1,76	ND	2	1,51	16,9	2,03	< 0,015	< 0,010	0,29	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,02	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,38	0,02	0,02	
U146	25	4,26	5,35	1,13	ND	102	33,8	14,1	8,55	< 0,015	< 0,010	0,13	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,15	0,023	0,02	
U147	25	3,46	5,5	0,79	ND	1	0,85	12,3	0,47	< 0,015	< 0,010	0,1	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,18	0,067	0,05	
U148	25	24,1	6,45	14,4	ND	7	2,38	30,6	211	< 0,015	< 0,010	0,18	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,026	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,14	< 0,020	0,00	
U149	25	2,35	5,62	0,73	ND	18	0,7	13,3	0,19	< 0,015	< 0,010	0,11	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,2	0,039	0,03	
U150	25	3,36	5,63	0,66	ND	1	0,83	12,8	3,03	< 0,015	< 0,010	0,14	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,16	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,2	0,16	0,12	
U151	25	2,34	5,65	0,69	ND	66	3,17	12,7	1,52	< 0,015	< 0,010	0,15	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,23	0,064	0,05	
U152	25	52,2	6,99	30,7	ND	11	1,43	62,8	323	< 0,015	0,024	0,34	< 0,020	< 0,040	0,16	0,043	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,29	< 0,020	0,00	
U153	25	57,2	6,48	16,2	ND	3	1,7	55,3	185	< 0,015	0,13	2,52	0,4	7,22	0,5	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	2,86	0,11	0,09	
U154	25	8,17	6,17	2,55	ND	3	0,87	18,2	15,5	< 0,015	< 0,010	0,32	< 0,020	1,27	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,7	< 0,020	0,00	
U155	25	4,64	5,1	0,25	ND	22	1,15	9,5	3,33	< 0,015	< 0,010	0,25	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,022	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,22	< 0,020	0,00	
U156	25	4,16	5,3	0,68	ND	13	1,27	13,3	4,1	< 0,015	< 0,010	0,3	< 0,020	0,18	< 0,080	0,023	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,22	0,13	0,10	
U157	25	8,19	5,16	0,38	ND	2	0,94	15,0	11,2	< 0,015	< 0,010	0,87	< 0,020	1,11	< 0,080	0,11	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,55	0,02	0,02	
U158	25	2,06	5,89	0,66	ND	0	1,78	12,4	0,41	< 0,015	< 0,010	0,17	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,024	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,18	0,03	0,02	
U159	25	15,7	6,4	8,15	ND	0	1,03	33,4	35,9	< 0,015	< 0,010	0,34	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,057	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,25	0,025	0,02	
U160	25	110	7,52	68,6	NA	47	5,96	103,6	660	< 0,015	0,076	1,17	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,096	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,89	< 0,020	0,56	
U161	25	272	7,9	184	ND	17	5,33	276,5	2556	< 0,015	0,046	0,67	< 0,040	0,95	< 0,080	1,85	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	1,53	0,14	0,11	
U162	25	188	8,1	121	ND	0	1,32	195,0	519	< 0,015	0,13	0,34	< 0,020	< 0,040	< 0,080	3,94	< 0,20	< 0,25	< 0,10	0,031	29,7	< 0,020	0,00	
U163	25	169	8,13	111	ND	5	3,65	161,0	49,4	< 0,015	0,017	0,075	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,085	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,67	< 0,020	0,00	
U164	25	290	7,8	188	ND	5	1,44	286,3	2878	< 0,015	0,052	1,97	< 0,040	7,71	< 0,080	0,93	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	1,34	< 0,020	0,00	
U165	25	242	8,4	153	1,26	7	2,65	234,7	260	< 0,015	0,25	2,57	< 0,020	< 0,040	< 0,080	1,69	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	53,6	< 0,020	0,00	
U166	25	131	8,06	83,4	ND	6	2,56	119,8	865	< 0,015	0,011	0,5	< 0,020	0,45	< 0,080	0,48	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,33	0,032	0,02	
U167	25	59,6	3,77	ND	ND	0	1,09	47,1	46,2	< 0,015	< 0,010	3,89	< 0,020	20,3	< 0,080	0,048	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	7,25	0,048	0,04	
U168	25	5,51	5,44	0,85	ND	1	1,86	7,5	2,96	< 0,015	< 0,010	0,13	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,068	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,13	0,026	0,02	
U169	25	319	7,9	170	ND	2	1,32	274,1	1344	< 0,015	0,11	18,1	< 0,020	0,67	< 0,080	0,65	< 0,20	< 0,25	< 0,10	0,038	32	0,037	0,03	
U170	25	168	7,15	92,8	ND	0	1,64	148,9	826	< 0,015	0,034	4,18	0,12	4,92	< 0,080	0,62	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	8,02	< 0,020	0,00	
U171	25	373	7,7	242	ND	54	11,5	353,0	2267	< 0,015	0,068	0,93	0,43	3,65	< 0,080	2,45	< 0,20	< 0,25	< 0,10	0,017	10,3	0,12	0,09	
U172	25	6,71	4,94	0,38	ND	33	1,36	8,7	4,98	< 0,015	< 0,010	0,22	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,17	0,14	0,11	
U173	25	4,42	5,89	1,54	ND	2	1,12	15,2	2,27	< 0,015	< 0,010	0,26	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,2	1,04	0,81	
U174	25	4,13	6,14	1,99	ND	3	1,46	15,9	3,29	< 0,015	< 0,010	0,27	< 0,020	0,076	< 0,080	0,021	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,24	0,85	0,66	
U175	25	9,86	6,49	4,7	ND	1	0,95	21,0	37,3	< 0,015	< 0,010	0,25	< 0,020	0,79	< 0,080	0,02	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,23	1	0,78	
U176	25	5,15	6,03	2,43	ND	131	27,4	15,0	4,23	< 0,015	< 0,010	0,17	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,17	0,46	0,36	
U177	25	2,65	6,04	1,11	ND	2	1,64	14,0	1,59	< 0,015	< 0,010	0,2	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,15	0,67	0,52	
U178	25	2,25	5,93	0,71	ND	2	1,44	12,8	5,8	< 0,015	< 0,010	0,19	< 0,020	< 0,040	< 0,080	< 0,020	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,14	0,13	0,10	
U179	25	6,5	5,06	0,61	ND	10	1,34	10,6	7,53	< 0,015	< 0,010	0,53	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,034	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,37	0,033	0,03	
U180	25	4,79	5,2	0,38	ND	12	1,11	8,3	2,69	< 0,015	< 0,010	0,22	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,029	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,19	< 0,020	0,00	
U181	25	88,2	7,75	53,7	ND	81	19	82,9	655	< 0,015	0,05	0,22	< 0,020	0,41	< 0,080	1,12	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,2	< 0,020	0,00	
U182	25	14	6,56	7,66	ND	35	8,95	31,2	21,4	< 0,015	< 0,010	0,14	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,026	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,48	0,022	0,02	
U183	25	7,27	5,35	2,49	ND	298	34,2	10,1	8,31	< 0,015	< 0,010	0,38	< 0,020	0,051	< 0,080	0,042	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,27	0,27	0,21	
U184	25	17,9	5,9	7	ND	9	1,55	26,4	94,4	< 0,015	0,012	0,78	< 0,040	0,6	< 0,080	0,71	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	1,03	0,026	0,02	

Anexo III – Análises físico-químicas das amostras coletadas – 2ª. campanha (continuação)

Nº	K	Al	Ba	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mg	Mn	Mo	Ni	P	Pb	Si	Sn	Sr	V	Zn
	mg/L																				
U140	< 0,030	< 0,005	0,002	< 0,005	0,011	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	0,2	0,004	0,013	0,002	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,27	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,12
U141	0,06	< 0,005	0,009	< 0,005	0,17	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,045	< 0,005	0,009	< 0,001	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,66	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,021
U142	< 0,030	< 0,005	0,002	< 0,005	0,099	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	< 0,005	0,008	0,003	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,42	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,007
U143	0,056	< 0,005	< 0,001	< 0,005	0,025	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	< 0,005	0,004	0,001	0,002	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,27	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,004
U144	0,033	0,12	0,021	< 0,005	0,74	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	0,007	0,091	0,005	0,002	< 0,003	< 0,005	0,055	1,82	< 0,005	0,005	0,008	0,005
U145	0,64	< 0,005	0,009	< 0,005	0,036	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	0,008	0,024	0,003	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	6,42	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,001
U146	0,03	< 0,005	0,004	< 0,005	0,2	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,073	0,15	0,022	0,013	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,7	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,012
U147	0,034	< 0,005	< 0,001	< 0,005	0,01	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,007	0,047	0,003	0,002	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,17	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,047
U148	< 0,030	< 0,005	0,002	< 0,005	5,22	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,003	< 0,005	0,079	0,002	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	4,92	< 0,005	0,019	< 0,003	0,006
U149	< 0,030	< 0,005	0,002	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,007	0,007	0,003	0,001	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,69	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,009
U150	0,034	< 0,005	0,002	< 0,005	0,055	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,079	0,021	0,034	0,003	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,24	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,046
U151	< 0,030	< 0,005	0,001	< 0,005	0,033	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	0,065	0,008	0,014	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,33	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,002
U152	3,97	< 0,005	0,13	< 0,005	7,11	< 0,005	< 0,003	0,003	< 0,004	< 0,005	1,58	0,005	< 0,005	< 0,003	0,069	< 0,005	8,59	< 0,005	0,022	< 0,003	0,004
U153	3,1	0,008	0,25	< 0,005	2,97	< 0,005	0,01	0,003	0,009	0,002	2,72	0,082	< 0,005	0,008	0,38	< 0,005	7,37	< 0,005	0,006	0,006	0,019
U154	0,36	0,006	0,22	< 0,005	0,23	< 0,005	0,001	< 0,003	0,004	< 0,005	0,26	0,024	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,73	< 0,005	0,003	< 0,003	0,005
U155	0,031	0,049	0,001	< 0,005	0,077	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,002	0,035	0,01	< 0,001	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	3,98	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,005
U156	0,059	0,013	0,004	< 0,005	0,092	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,001	0,047	0,017	0,005	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,41	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,007
U157	0,1	0,002	0,005	< 0,005	0,27	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,003	0,003	0,018	0,008	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,4	< 0,005	0,002	< 0,003	0,01
U158	< 0,030	< 0,005	0,036	< 0,005	0,006	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,001	0,096	0,007	0,013	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,21	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,016
U159	3,03	< 0,005	0,078	< 0,005	0,63	< 0,005	< 0,003	0,002	0,004	0,002	0,44	< 0,001	< 0,005	< 0,003	0,019	< 0,005	9,52	< 0,005	0,008	< 0,003	0,003
U160	0,68	< 0,005	0,041	< 0,005	16,1	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	0,25	0,6	0,001	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	7	< 0,005	0,12	< 0,003	0,004
U161	2,71	< 0,005	0,077	< 0,005	62,1	< 0,005	< 0,005	0,002	0,007	0,026	2,77	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,034	0,006	9,02	< 0,005	0,23	< 0,005	0,026
U162	0,72	< 0,005	0,4	< 0,005	11,6	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	< 0,005	2,22	< 0,001	0,009	0,002	0,021	< 0,005	11,4	< 0,005	0,45	< 0,003	0,006
U163	0,26	< 0,005	0,019	< 0,005	35	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	< 0,005	2,03	0,003	0,013	< 0,003	0,011	< 0,005	5,5	< 0,005	0,038	< 0,003	0,003
U164	0,58	< 0,005	0,034	< 0,005	71	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,008	< 0,005	1,34	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,01	0,006	6,13	< 0,005	0,25	< 0,005	0,007
U165	0,98	< 0,005	0,049	< 0,005	5,89	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	< 0,005	0,98	< 0,001	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	6,7	< 0,005	0,15	< 0,003	0,001
U166	1,22	0,005	0,08	< 0,005	19,2	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,032	< 0,005	3,95	< 0,001	0,007	0,004	< 0,005	< 0,005	4,68	< 0,005	0,057	< 0,003	0,026
U167	2,34	0,16	0,26	< 0,005	0,82	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,007	0,015	0,55	0,17	0,006	0,003	< 0,005	< 0,005	5,24	< 0,005	0,016	< 0,003	0,042
U168	0,061	0,02	< 0,001	< 0,005	0,069	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	0,009	0,008	0,006	0,006	< 0,003	< 0,005	< 0,005	2,85	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,006
U169	1,61	< 0,005	0,045	< 0,005	30,7	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	< 0,005	4,68	< 0,001	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	7,15	< 0,005	0,17	< 0,003	0,033
U170	1,61	0,007	0,1	< 0,005	17,4	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,018	< 0,005	5,3	0,002	0,006	< 0,003	0,014	< 0,005	6,33	< 0,005	0,2	< 0,003	0,018
U171	1,93	0,015	0,083	< 0,005	47,6	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,015	< 0,005	14,8	0,001	< 0,005	< 0,003	0,029	< 0,005	12,5	< 0,005	1,65	< 0,003	0,15
U172	0,036	0,013	0,007	< 0,005	0,091	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	0,15	0,055	0,007	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	3,46	< 0,005	0,001	< 0,003	0,003
U173	< 0,030	< 0,005	0,002	< 0,005	0,05	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,007	< 0,005	0,011	0,011	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,24	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,89
U174	0,048	0,003	0,006	< 0,005	0,067	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,002	0,012	0,025	0,006	0,002	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,28	< 0,005	0,001	< 0,003	0,97
U175	0,11	< 0,005	0,006	< 0,005	0,9	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,002	0,001	0,052	0,008	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,3	< 0,005	0,004	< 0,003	1,55
U176	< 0,030	< 0,005	0,011	< 0,005	0,077	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,002	0,91	0,047	0,056	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	4,9	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,15
U177	< 0,030	< 0,005	0,002	< 0,005	0,036	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,033	0,054	0,006	0,011	< 0,005	0,002	< 0,005	0,005	5,25	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,49
U178	< 0,030	< 0,005	0,002	< 0,005	0,14	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,01	0,009	0,008	0,006	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	5,31	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,098
U179	0,057	0,036	0,004	< 0,005	0,18	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,003	0,02	0,013	< 0,001	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	4,07	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,009
U180	< 0,030	0,012	0,004	< 0,005	0,052	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	0,022	0,025	0,001	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	3,44	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,004
U181	0,59	0,28	0,011	< 0,005	16,2	< 0,005	< 0,003	0,004	< 0,004	0,073	0,22	< 0,001	0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	4,53	< 0,005	0,13	< 0,003	0,029
U182	2,96	< 0,005	0,05	< 0,005	0,4	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	< 0,005	0,22	0,013	0,006	< 0,003	< 0,005	< 0,005	8,97	< 0,005	0,015	< 0,003	0,012
U183	0,24	< 0,005	0,002	< 0,005	0,18	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	< 0,005	0,045	0,025	0,006	< 0,003	< 0,005	< 0,005	2,83	< 0,005	< 0,005	< 0,003	0,012
U184	0,5	< 0,005	0,045	< 0,005	2,24	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,016	0,013	0,19	0,04	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,004	6,17	< 0,005	0,015	< 0,005	0,009

Anexo III – Análises físico-químicas das amostras coletadas – 2ª. campanha (continuação)

N°	Temp.	Cond.	pH	HCO ₃	CO ₃	Cor	Turbidez	STD	Dureza	ClO ₂ ⁻	F ⁻	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	Br ⁻	Acetato	C ₂ O ₄ ²⁻	Li	Na	NH ₄	N-NH ₃
	°C	µS/cm		mg/L		CU	NTU								mg/L								
U185	25	10,4	5,9	3,7	ND	9	1,15	18,6	49,6	< 0,015	0,016	0,66	< 0,040	0,54	< 0,080	0,54	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,74	0,021	0,02
U186	25	27,1	6,5	11,3	ND	14	1,73	32,0	156	< 0,015	0,067	1,29	< 0,040	1,07	< 0,080	1,33	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	1,93	0,022	0,02
U187	25	163	8,2	109	ND	15	1,64	164,1	1194	< 0,015	0,019	0,31	< 0,040	< 0,020	< 0,080	0,67	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,48	0,031	0,02
U188	25	306	7,5	156	ND	9	2,49	250,1	1549	< 0,015	0,031	12,1	0,3	6,49	< 0,080	7,92	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	8,36	0,22	0,17
U189	25	15,2	6,4	8,9	ND	7	1,42	24,1	127	< 0,015	0,012	0,41	< 0,040	0,14	< 0,080	0,17	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,34	< 0,020	0,00
U190	25	55,4	7,4	34,3	ND	14	2,31	58,4	427	< 0,015	0,022	0,57	< 0,040	0,46	< 0,080	0,5	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,75	0,045	0,04
U191	25	20,2	6,56	11,6	ND	5	2,13	27,5	109	< 0,015	0,011	0,23	< 0,020	0,23	< 0,080	0,14	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,19	0,081	0,06
U192	25	291	8,1	198	ND	16	2,86	292,7	2727	< 0,015	0,021	1,21	< 0,040	1,06	< 0,080	1,02	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	1,52	0,096	0,07
U193	25	338	7,9	216	ND	13	1,69	329,8	3060	< 0,015	0,047	2,65	< 0,040	12,1	< 0,080	0,64	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	1,57	0,09	0,07
U194	25	167	8,24	108	ND	2	1,13	158,5	936	< 0,015	0,018	0,47	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,23	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	3,23	0,069	0,05
U195	25	99,4	7,94	62,8	ND	32	7,03	102,4	670	< 0,015	< 0,010	0,086	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,12	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,26	< 0,020	0,00
U196	25	171	8,19	111	ND	2	1,05	157,6	1097	< 0,015	0,01	0,29	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,11	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,32	0,11	0,09
U197	25	709	7,4	469	ND	9	1,94	714,3	6240	< 0,015	0,49	8,36	< 0,040	5,39	< 0,080	22,9	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	13,9	0,23	0,18
U198	25	665	7,7	398	ND	2	0,81	565,8	3835	< 0,015	0,18	21	< 0,020	1,76	< 0,080	8,87	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	17,9	0,34	0,26
U199	25	163	8	98,3	ND	16	2,69	180,1	1229	< 0,015	0,05	0,64	< 0,040	0,19	< 0,080	6,18	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	1,35	0,19	0,15
U200	25	180	8,3	116	ND	140	26,2	189,3	1685	< 0,015	0,04	0,81	< 0,040	0,68	< 0,080	1,72	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	1	0,088	0,07
U201	25	52,9	6,74	29,9	ND	13	2,83	51,1	297	< 0,015	0,011	0,38	0,027	1,68	< 0,080	0,24	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,65	0,063	0,05
U202	25	112	7,13	70,3	ND	4,00	1,71	109,6	605	< 0,015	0,011	0,11	< 0,020	< 0,040	< 0,080	0,095	< 0,20	< 0,25	< 0,10	< 0,010	0,39	0,092	0,07

Anexo III – Análises físico-químicas das amostras coletadas – 2ª. campanha (continuação)

Nº	K	Al	Ba	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mg	Mn	Mo	Ni	P	Pb	Si	Sn	Sr	V	Zn
U185	0,2	< 0,005	0,006	< 0,005	1,18	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,007	0,011	0,096	0,003	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,07	< 0,005	0,008	< 0,005	0,006
U186	0,41	0,006	0,014	< 0,005	3,73	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,008	0,013	0,29	0,003	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	4,88	< 0,005	0,023	< 0,005	0,01
U187	1,83	< 0,005	0,074	< 0,005	23	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	< 0,005	11,2	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,011	0,005	8,14	< 0,005	0,031	< 0,005	0,018
U188	2,2	< 0,005	0,1	< 0,005	33,7	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,021	< 0,005	8,15	0,029	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	6,69	< 0,005	0,11	< 0,003	0,062
U189	0,07	< 0,005	0,012	< 0,005	3,13	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,006	< 0,005	0,084	0,007	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	5,06	< 0,005	0,022	< 0,005	0,007
U190	0,21	< 0,005	0,009	< 0,005	9,35	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,025	< 0,005	2,17	0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	4,63	< 0,005	0,022	< 0,005	0,031
U191	0,22	< 0,005	0,006	< 0,005	2,18	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	< 0,005	0,91	0,007	0,007	< 0,003	0,012	< 0,005	5,41	< 0,005	0,009	< 0,003	0,069
U192	1,52	< 0,005	0,14	< 0,005	65,3	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,009	< 0,005	4,54	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,016	0,005	8,47	< 0,005	0,1	< 0,005	0,005
U193	1,26	< 0,005	0,053	< 0,005	73	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,006	< 0,005	5,52	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,031	0,005	7,8	< 0,005	0,095	< 0,005	0,004
U194	2,5	< 0,005	0,083	< 0,005	20,7	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	< 0,005	4,38	< 0,001	0,009	0,003	< 0,005	< 0,005	8,73	< 0,005	0,11	< 0,003	0,003
U195	2,39	< 0,005	0,052	< 0,005	16,5	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	< 0,005	0,36	0,002	0,008	< 0,003	0,007	0,005	9,24	< 0,005	0,083	< 0,003	0,005
U196	1,69	< 0,005	0,054	< 0,005	26,6	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	< 0,005	1,27	< 0,001	< 0,005	< 0,003	0,006	< 0,005	7,5	< 0,005	0,063	< 0,003	0,009
U197	1,34	< 0,005	0,079	< 0,005	148	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,018	< 0,005	12,7	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,009	0,01	14,4	< 0,005	1,06	< 0,005	0,012
U198	1,62	< 0,005	0,05	< 0,005	89,2	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	< 0,005	10,7	< 0,001	< 0,005	< 0,003	< 0,005	< 0,005	7,26	0,01	0,59	< 0,003	0,073
U199	3,6	< 0,005	0,15	< 0,005	27,3	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,004	< 0,005	5,55	0,004	< 0,005	< 0,005	0,007	0,011	16,9	< 0,005	0,26	< 0,005	0,21
U200	3,54	0,088	0,06	< 0,005	41,5	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,068	0,12	0,89	0,002	< 0,005	< 0,005	0,008	0,008	10,5	< 0,005	0,18	< 0,005	0,046
U201	1,05	0,019	0,011	< 0,005	7,35	< 0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,004	0,009	0,088	0,007	0,008	< 0,003	< 0,005	< 0,005	4,46	< 0,005	0,053	< 0,003	0,012
U202	3,62	< 0,005	0,25	< 0,005	14,6	< 0,005	< 0,003	< 0,003	0,072	0,098	0,83	0,001	< 0,005	< 0,003	0,016	0,006	8,9	< 0,005	0,1	< 0,003	0,017

ANEXO IV - BALANÇO IÔNICO (1ª. CAMPANHA DE AMOSTRAGEM)

ANEXO IV – Balanço Iônico – 1ª Campanha

Amostra	Σ de cátions	Σ de ânions	Balanço iônico	Amostra	Σ de cátions	Σ de ânions	Balanço iônico	Amostra	Σ de cátions	Σ de ânions	Balanço iônico
	meq/L		%		meq/L		%		meq/L		%
U1	0,33	0,34	-0,37	U42	0,01	0,03	-29,79	U83	0,25	0,22	6,87
U2	0,37	0,31	7,93	U43	0,01	0,03	-35,37	U84	0,54	0,30	29,50
U3	1,63	1,54	2,94	U44	0,04	0,05	-8,10	U85	0,54	0,15	57,40
U4	2,57	2,54	0,51	U45	0,08	0,06	19,42	U86	0,05	0,03	14,19
U5	2,00	1,95	1,23	U46	0,02	0,03	-4,92	U87	0,41	0,29	16,83
U6	0,50	0,49	0,65	U47	0,82	0,78	2,61	U88	0,13	0,08	22,15
U7	0,58	0,54	3,27	U48	0,07	0,08	-9,33	U89	0,58	0,46	11,64
U8	0,51	0,49	1,59	U49	0,03	0,04	-18,17	U90	0,04	0,04	4,54
U9	0,07	0,09	-11,90	U50	0,11	0,10	3,20	U91	0,06	0,04	18,22
U10	0,96	0,93	1,60	U51	0,02	0,04	-26,73	U92	0,40	0,20	32,40
U11	0,38	0,29	14,14	U52	0,02	0,03	-21,41	U93	0,05	0,03	29,07
U12	0,05	0,05	-3,60	U53	0,03	0,05	-23,41	U94	0,04	0,02	23,80
U13	0,04	0,07	-26,74	U54	0,22	0,12	29,56	U95	0,61	0,49	11,01
U14	0,15	0,18	-8,17	U55	0,02	0,02	-2,89	U96	0,06	0,04	19,62
U15	0,01	0,02	-42,26	U56	0,03	0,04	-10,33	U97	0,06	0,06	3,03
U16	0,03	0,04	-22,72	U57	0,01	0,03	-51,15	U98	0,01	0,04	-49,09
U17	0,01	0,03	-43,07	U58	0,20	0,21	-0,72	U99	0,03	0,04	-5,94
U18	0,10	0,06	23,77	U59	0,06	0,08	-12,91	U100	0,04	0,03	7,28
U19	3,74	3,78	-0,64	U60	0,02	0,04	-38,50	U101	0,02	0,03	-30,98
U20	0,12	0,13	-2,19	U61	0,01	0,03	-42,19	U102	0,02	0,04	-27,99
U21	0,34	0,30	7,35	U62	0,01	0,04	-42,74	U103	0,12	0,09	13,81
U22	0,02	0,04	-35,72	U63	0,23	0,22	1,46	U104	0,01	0,04	-53,38
U23	0,08	0,10	-9,48	U64	0,02	0,02	-16,82	U105	0,05	0,07	-13,40
U24	0,01	0,03	-37,94	U65	0,01	0,04	-55,64	U106	0,23	0,22	2,19
U25	0,02	0,04	-39,60	U66	0,10	0,11	-6,94	U107	0,62	0,57	4,24
U26	0,07	0,07	1,22	U67	1,87	1,76	3,04	U108	0,06	0,06	3,67
U27	0,01	0,04	-48,86	U68	0,01	0,03	-34,26	U109	0,13	0,09	18,65
U28	0,02	0,03	-32,44	U69	0,14	0,10	18,02	U110	0,10	0,09	4,86
U29	0,02	0,04	-40,95	U70	0,02	0,03	-17,37	U111	0,07	0,05	14,82
U30	0,02	0,03	-22,39	U71	0,01	0,02	-54,26	U112	0,02	0,04	-38,17
U31	0,01	0,02	-36,97	U72	0,01	0,02	-44,04	U113	0,10	0,06	26,86
U32	0,94	0,91	1,62	U73	0,00	0,03	-73,67	U114	0,03	0,03	-1,90
U33	0,05	0,06	-2,43	U74	0,03	0,03	-7,42	U115	0,03	0,04	-13,20
U34	0,01	0,02	-30,90	U75	0,14	0,14	-0,24	U116	0,01	0,02	-30,51
U35	0,03	0,03	-8,22	U76	0,22	0,21	3,49	U117	0,04	0,03	4,43
U36	0,02	0,04	-27,97	U77	0,06	0,07	-12,94	U118	0,10	0,09	2,21
U37	0,01	0,03	-32,98	U78	0,04	0,04	4,08	U119	0,04	0,04	-1,00
U38	0,06	0,04	28,91	U79	0,01	0,03	-41,81	U120	0,03	0,04	-20,89
U39	0,89	0,72	10,53	U80	0,46	0,24	30,90	U121	0,01	0,02	-20,62
U40	0,02	0,03	-9,16	U81	0,15	0,13	8,52	U122	2,95	2,83	2,12
U41	0,02	0,03	-21,58	U82	0,20	0,08	40,21	U123	0,27	0,25	5,05

ANEXO IV – Balanço Iônico – 1ª. Campanha (continuação)

Amostra	Σ de cátions	Σ de ânions	Balanço iônico	Amostra	Σ de cátions	Σ de ânions	Balanço iônico
	meq/L		%		meq/L		%
U124	5,10	5,03	0,70	U165	2,75	2,65	1,82
U125	0,10	0,11	-4,31	U166	1,43	1,28	5,61
U126	5,68	5,70	-0,19	U167	0,51	0,48	3,30
U127	2,75	2,70	0,90	U168	0,02	0,03	-32,97
U128	5,78	5,81	-0,26	U169	3,43	3,35	1,20
U129	2,98	2,98	-0,04	U170	3,85	3,68	2,31
U130	2,41	2,35	1,38	U171	4,20	4,04	1,91
U131	0,01	0,02	-24,32	U172	0,02	0,02	-19,99
U132	0,01	0,02	-28,40	U173	0,02	0,03	-16,15
U133	0,89	0,84	2,55	U174	0,11	0,08	15,88
U134	0,14	0,14	-0,24	U175	0,20	0,15	15,60
U135	1,13	1,06	3,08	U176	0,09	0,08	5,67
U136	0,17	0,18	-1,51	U177	0,03	0,04	-7,55
U137	0,01	0,02	-32,55	U178	0,03	0,04	-4,89
U138	0,01	0,02	-21,26	U179	0,02	0,03	-12,06
U139	0,01	0,01	-6,75	U180	0,01	0,02	-5,08
U140	0,06	0,05	6,39	U181	0,82	0,72	6,99
U141	0,02	0,04	-34,88	U182	0,07	0,16	-38,64
U142	0,03	0,03	-5,72	U183	0,05	0,05	0,36
U143	0,01	0,01	-25,71	U184	0,05	0,04	18,36
U144	0,09	0,12	-13,98	U185	0,01	0,03	-32,34
U145	0,02	0,03	-26,95	U186	0,01	0,01	10,83
U146	0,03	0,03	-12,15	U187	1,99	1,85	3,47
U147	0,02	0,03	-16,08	U188	0,20	0,17	7,62
U148	0,11	0,11	-0,05	U189	0,17	0,16	2,64
U149	0,01	0,02	-42,60	U190	0,60	0,52	7,21
U150	0,03	0,04	-12,00	U191	0,23	0,20	8,83
U151	0,01	0,02	-13,81	U192	3,71	3,42	4,08
U152	0,55	0,54	0,85	U193	3,98	3,74	3,15
U153	0,74	0,70	2,53	U194	1,94	1,80	3,99
U154	0,08	0,07	4,95	U195	0,61	0,52	7,82
U155	0,02	0,04	-24,73	U196	2,02	1,79	5,83
U156	0,01	0,02	-21,36	U197	8,69	8,59	0,59
U157	0,05	0,07	-17,74	U198	8,36	7,29	6,81
U158	0,02	0,04	-36,75	U199	2,26	1,99	6,24
U159	0,15	0,15	-0,60	U200	2,02	1,78	6,39
U160	3,68	3,45	3,24	U201	0,29	0,25	7,24
U161	3,33	3,21	1,74	U202	0,37	0,37	-0,67
U162	2,03	1,94	2,29	U203	1,56	0,74	35,28
U163	1,95	1,76	5,27				
U164	3,32	3,12	3,14				

ANEXO V - BALANÇO IÔNICO (2ª. CAMPANHA DE AMOSTRAGEM)

ANEXO V – Balanço Iônico – 2ª. Campanha

Amostra	Σ de cátions	Σ de ânions	Balanço iônico	Amostra	Σ de cátions	Σ de ânions	Balanço iônico	Amostra	Σ de cátions	Σ de ânions	Balanço iônico
	meq/L		%		meq/L		%		meq/L		%
U1	0,85	0,87	-1,33	U42	0,02	0,02	9,41	U85	0,31	0,24	12,23
U2	0,14	0,14	2,78	U43	0,03	0,01	36,69	U86	0,07	0,05	9,32
U3	1,62	1,59	1,04	U44	0,06	0,04	20,97	U87	0,21	0,14	18,36
U4	2,63	2,54	1,79	U45	0,04	0,05	-10,62	U88	0,13	0,08	24,68
U5	2,01	1,95	1,59	U46	0,05	0,03	30,45	U89	0,18	0,11	21,53
U6	0,51	0,49	1,79	U47	0,95	0,86	4,69	U90	0,24	0,11	37,33
U7	0,55	0,51	4,31	U48	0,19	0,11	25,87	U91	0,09	0,04	43,21
U8	0,55	0,53	2,11	U49	0,29	0,12	40,41	U92	0,14	0,06	38,30
U9	0,01	0,01	-2,09	U51	0,03	0,03	5,75	U93	0,87	0,50	26,32
U10	0,97	0,88	4,47	U52	0,02	0,02	-4,59	U94	0,03	0,02	34,09
U11	0,04	0,02	26,85	U53	0,03	0,03	3,27	U95	0,45	0,30	19,56
U12	0,40	0,03	87,56	U54	0,02	0,02	0,83	U96	0,19	0,16	8,69
U13	0,04	0,04	-0,86	U55	0,01	0,01	-16,05	U98	0,02	0,02	-12,32
U14	0,16	0,18	-6,31	U56	0,02	0,02	2,57	U99	0,02	0,02	17,67
U15	0,05	0,05	-2,12	U57	0,01	0,02	-7,36	U100	0,02	0,01	14,40
U16	0,05	0,02	50,43	U58	0,27	0,24	5,29	U101	0,05	0,02	46,30
U17	0,03	0,04	-10,66	U59	0,05	0,04	12,37	U102	0,02	0,03	-8,14
U18	0,07	0,06	10,22	U60	0,04	0,02	26,58	U103	0,31	0,24	13,54
U19	3,89	2,63	19,35	U61	0,02	0,02	4,90	U104	0,05	0,02	40,84
U20	0,02	0,02	10,19	U62	0,02	0,03	-25,63	U105	0,04	0,03	16,42
U21	0,12	0,06	31,88	U63	0,03	0,02	16,71	U106	0,07	0,04	24,73
U22	0,04	0,03	9,53	U64	0,06	0,06	1,18	U107	0,59	0,52	6,23
U23	0,04	0,03	14,32	U65	0,06	0,06	1,97	U108	0,04	0,04	6,38
U24	0,06	0,01	61,73	U67	1,80	1,66	4,14	U109	0,18	0,11	22,95
U25	0,02	0,02	8,90	U68	0,01	0,02	-30,70	U110	0,01	0,02	-4,49
U26	0,09	0,08	7,67	U69	0,02	0,02	-4,46	U112	0,01	0,02	-9,33
U27	0,02	0,02	13,62	U70	0,05	0,03	30,62	U113	0,02	0,02	0,40
U28	0,26	0,04	73,77	U71	0,01	0,01	-5,63	U114	0,02	0,01	17,20
U29	0,02	0,02	9,60	U72	0,02	0,02	13,98	U115	0,01	0,01	-9,49
U30	0,02	0,02	2,77	U73	0,02	0,01	21,10	U116	0,01	0,01	-16,27
U31	0,02	0,02	-9,22	U74	0,02	0,02	6,47	U117	0,04	0,03	8,05
U32	0,66	0,61	4,08	U75	0,11	0,10	1,30	U118	0,05	0,04	10,23
U33	0,29	0,23	10,35	U76	0,02	0,02	-6,86	U119	0,02	0,02	5,02
U34	0,02	0,02	9,32	U77	0,05	0,04	18,44	U120	0,05	0,04	9,31
U35	0,02	0,02	-3,06	U78	0,06	0,02	45,04	U121	0,02	0,02	2,23
U36	0,05	0,06	-5,77	U79	0,01	0,02	-12,02	U122	3,28	2,74	8,89
U37	0,02	0,01	23,54	U80	1,49	0,91	23,84	U123	0,25	0,19	13,76
U38	0,06	0,03	31,64	U81	0,06	0,04	15,53	U124	5,50	5,09	3,86
U39	0,12	0,07	25,13	U82	0,07	0,05	17,03	U125	0,10	0,09	3,34
U40	0,03	0,02	29,81	U83	0,17	0,12	18,84	U126	5,92	5,61	2,72
U41	0,02	0,02	-5,42	U84	0,30	0,23	12,33	U127	4,48	4,29	2,21

ANEXO V – Balanço Iônico – 2ª. Campanha (continuação)

Amostra	Σ de cátions	Σ de ânions	Balanço iônico	Amostra	Σ de cátions	Σ de ânions	Balanço iônico
	meq/L		%		meq/L		%
U128	5,28	5,06	2,06	U169	3,36	3,33	0,54
U129	3,87	3,76	1,42	U170	1,70	1,74	-0,92
U130	2,46	2,29	3,54	U171	4,15	4,12	0,39
U131	0,02	0,02	-6,33	U172	0,03	0,01	44,59
U132	0,01	0,02	-16,57	U173	0,10	0,03	50,01
U133	0,93	0,84	5,43	U174	0,10	0,04	38,86
U134	0,11	0,07	18,00	U175	0,17	0,10	25,99
U135	0,99	0,85	7,67	U176	0,08	0,04	28,44
U136	0,16	0,12	12,08	U177	0,06	0,02	46,06
U137	0,02	0,02	3,90	U178	0,02	0,02	18,74
U138	0,01	0,02	-4,64	U179	0,03	0,03	14,82
U139	0,02	0,02	-0,73	U180	0,02	0,01	7,84
U140	0,03	0,02	24,20	U181	0,89	0,92	-1,69
U141	0,02	0,02	0,51	U182	0,14	0,13	2,94
U142	0,01	0,01	-9,19	U183	0,05	0,05	-6,21
U143	0,01	0,02	-9,02	U184	0,19	0,16	8,06
U144	0,07	0,07	1,76	U185	0,11	0,10	3,09
U145	0,04	0,04	1,19	U186	0,31	0,27	6,59
U146	0,03	0,02	13,19	U187	2,14	1,81	8,40
U147	0,02	0,02	2,51	U188	2,79	3,18	-6,43
U148	0,27	0,24	6,26	U189	0,18	0,16	4,97
U149	0,01	0,02	-11,64	U190	0,69	0,60	7,08
U150	0,03	0,02	22,79	U191	0,21	0,20	0,54
U151	0,02	0,02	9,44	U192	3,75	3,32	6,09
U152	0,61	0,52	7,84	U193	4,21	3,83	4,77
U153	0,63	0,48	12,93	U194	1,61	1,79	-5,40
U154	0,08	0,07	4,26	U195	0,93	1,03	-5,35
U155	0,02	0,01	30,84	U196	1,50	1,83	-9,98
U156	0,03	0,02	9,66	U197	9,11	8,51	3,39
U157	0,04	0,05	-7,69	U198	6,19	7,34	-8,51
U158	0,02	0,02	-2,50	U199	2,00	1,76	6,18
U159	0,16	0,14	5,43	U200	2,31	1,97	7,80
U160	0,92	1,16	-11,61	U201	0,44	0,53	-9,96
U161	3,48	3,09	5,95	U202	0,93	1,16	-11,16
U162	2,09	2,08	0,32				
U163	1,95	1,82	3,39				
U164	3,73	3,28	6,42				
U165	2,74	2,67	1,20				
U166	1,34	1,40	-2,31				
U167	0,49	0,44	6,04				
U168	0,02	0,02	-9,13				

**ANEXO VI - CLASSIFICAÇÃO HIDROQUÍMICA
CONFORME DIAGRAMA DE PIPER (1ª. E 2ª.
CAMPANHAS DE AMOSTRAGEM)**

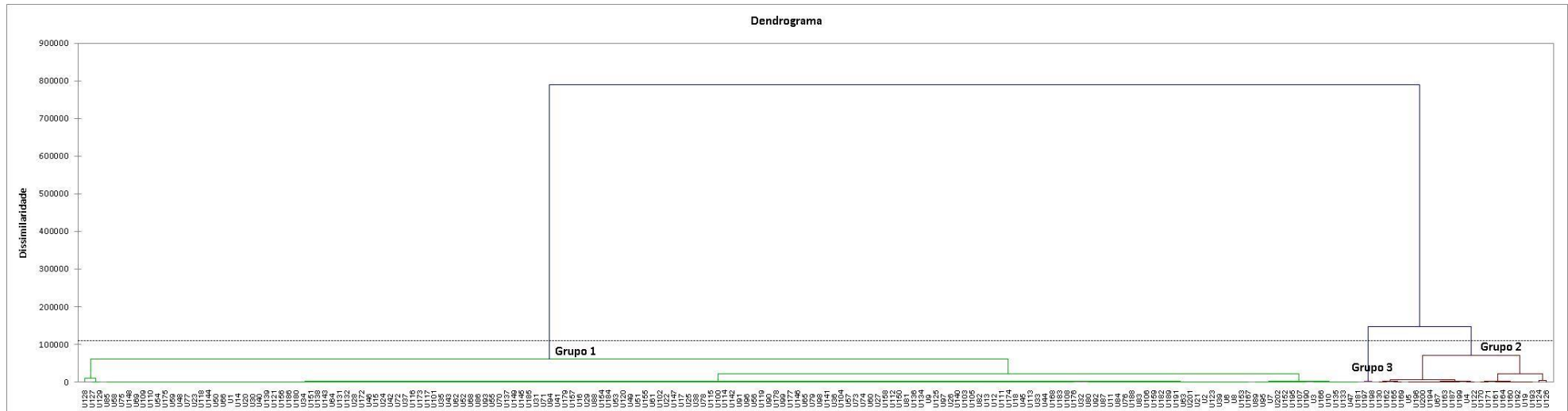
ANEXO VI – Classificação Hidroquímica (1ª. Campanha)

Nº	Classificação	Nº	Classificação	Nº	Classificação	Nº	Classificação
U1	Cloreta Sódica	U57	Bicarbonatada Sódica	U113	Bicarbonatada Sódica	U169	Bicarbonatada Sódica
U2	Bicarbonatada Sódica	U58	Bicarbonatada Cálcica	U114	Bicarbonatada Sódica	U170	Bicarbonatada Cálcica
U3	Bicarbonatada Cálcica	U59	Bicarbonatada Cálcica	U115	Bicarbonatada Sódica	U171	Bicarbonatada Cálcica
U4	Bicarbonatada Cálcica	U60	Bicarbonatada Cálcica	U116	Bicarbonatada Sódica	U172	Bicarbonatada Sódica
U5	Bicarbonatada Cálcica	U61	Bicarbonatada Cálcica	U117	Bicarbonatada Cálcica	U173	Bicarbonatada Sódica
U6	Cloreta Sódica	U62	Cloreta Sódica	U118	Bicarbonatada Cálcica	U174	Bicarbonatada Sódica
U7	Bicarbonatada Cálcica	U63	Bicarbonatada Cálcica	U119	Bicarbonatada Sódica	U175	Bicarbonatada Cálcica
U8	Cloreta Sódica	U64	Cloreta Sódica	U120	Bicarbonatada Sódica	U176	Bicarbonatada Sódica
U9	Sulfatada Cálcica	U65	Bicarbonatada Sódica	U121	Bicarbonatada Sódica	U177	Bicarbonatada Sódica
U10	Bicarbonatada Cálcica	U66	Bicarbonatada Cálcica	U122	Bicarbonatada Cálcica	U178	Bicarbonatada Sódica
U11	Bicarbonatada Sódica	U67	Bicarbonatada Cálcica	U123	Bicarbonatada Sódica	U179	Bicarbonatada Sódica
U12	Bicarbonatada Sódica	U68	Bicarbonatada Sódica	U124	Bicarbonatada Cálcica	U180	Bicarbonatada Sódica
U13	Bicarbonatada Sódica	U69	Bicarbonatada Sódica	U125	Cloreta Sódica	U181	Bicarbonatada Cálcica
U14	Cloreta Sódica	U70	Bicarbonatada Sódica	U126	Bicarbonatada Sódica	U182	Bicarbonatada Cálcica
U15	Bicarbonatada Sódica	U71	Bicarbonatada Sódica	U127	Cloreta Sódica	U183	Bicarbonatada Sódica
U16	Bicarbonatada Sódica	U72	Bicarbonatada Sódica	U128	Cloreta Sódica	U184	Bicarbonatada Sódica
U17	Bicarbonatada Sódica	U73	Bicarbonatada Sódica	U129	Cloreta Sódica	U185	Bicarbonatada Sódica
U18	Bicarbonatada Cálcica	U74	Bicarbonatada Sódica	U130	Bicarbonatada Sódica	U186	Cloreta Sódica
U19	Bicarbonatada Cálcica	U75	Bicarbonatada Cálcica	U131	Bicarbonatada Sódica	U187	Bicarbonatada Cálcica
U20	Cloreta Sódica	U76	Bicarbonatada Sódica	U132	Bicarbonatada Sódica	U188	Bicarbonatada Sódica
U21	Bicarbonatada Sódica	U77	Bicarbonatada Cálcica	U133	Bicarbonatada Cálcica	U189	Bicarbonatada Cálcica
U22	Bicarbonatada Sódica	U78	Bicarbonatada Sódica	U134	Cloreta Sódica	U190	Bicarbonatada Cálcica
U23	Bicarbonatada Sódica	U79	Bicarbonatada Sódica	U135	Bicarbonatada Cálcica	U191	Bicarbonatada Cálcica
U24	Bicarbonatada Sódica	U80	Bicarbonatada Sódica	U136	Cloreta Sódica	U192	Bicarbonatada Cálcica
U25	Bicarbonatada Sódica	U81	Cloreta Sódica	U137	Bicarbonatada Sódica	U193	Bicarbonatada Cálcica
U26	Bicarbonatada Sódica	U82	Bicarbonatada Sódica	U138	Bicarbonatada Sódica	U194	Bicarbonatada Cálcica
U27	Bicarbonatada Sódica	U83	Bicarbonatada Sódica	U139	Bicarbonatada Sódica	U195	Bicarbonatada Cálcica
U28	Bicarbonatada Sódica	U84	Bicarbonatada Cálcica	U140	Bicarbonatada Sódica	U196	Bicarbonatada Cálcica
U29	Bicarbonatada Sódica	U85	Bicarbonatada Cálcica	U141	Bicarbonatada Sódica	U197	Bicarbonatada Cálcica
U30	Cloreta Sódica	U86	Bicarbonatada Sódica	U142	Bicarbonatada Sódica	U198	Bicarbonatada Cálcica
U31	Bicarbonatada Sódica	U87	Bicarbonatada Sódica	U143	Bicarbonatada Sódica	U199	Bicarbonatada Cálcica
U32	Cloreta Sódica	U88	Bicarbonatada Sódica	U144	Bicarbonatada Sódica	U200	Bicarbonatada Cálcica
U33	Bicarbonatada Sódica	U89	Bicarbonatada Sódica	U145	Bicarbonatada Sódica	U201	Bicarbonatada Cálcica
U34	Bicarbonatada Sódica	U90	Bicarbonatada Sódica	U146	Bicarbonatada Sódica	U202	Bicarbonatada Cálcica
U35	Bicarbonatada Sódica	U91	Bicarbonatada Sódica	U147	Bicarbonatada Sódica		
U36	Bicarbonatada Sódica	U92	Bicarbonatada Cálcica	U148	Bicarbonatada Cálcica		
U37	Bicarbonatada Sódica	U93	Bicarbonatada Sódica	U149	Bicarbonatada Sódica		
U38	Bicarbonatada Sódica	U94	Bicarbonatada Sódica	U150	Bicarbonatada Cálcica		
U39	Cloreta Sódica	U95	Bicarbonatada Sódica	U151	Bicarbonatada Sódica		
U40	Cloreta Sódica	U96	Bicarbonatada Sódica	U152	Bicarbonatada Cálcica		
U41	Bicarbonatada Sódica	U97	Bicarbonatada Sódica	U153	Bicarbonatada Cálcica		
U42	Bicarbonatada Sódica	U98	Bicarbonatada Sódica	U154	Bicarbonatada Sódica		
U43	Bicarbonatada Sódica	U99	Bicarbonatada Sódica	U155	Bicarbonatada Sódica		
U44	Bicarbonatada Sódica	U100	Bicarbonatada Sódica	U156	Bicarbonatada Sódica		
U45	Bicarbonatada Sódica	U101	Bicarbonatada Sódica	U157	Cloreta Sódica		
U46	Bicarbonatada Sódica	U102	Bicarbonatada Sódica	U158	Bicarbonatada Sódica		
U47	Bicarbonatada Cálcica	U103	Bicarbonatada Cálcica	U159	Bicarbonatada Sódica		
U48	Bicarbonatada Cálcica	U104	Bicarbonatada Sódica	U160	Bicarbonatada Cálcica		
U49	Bicarbonatada Sódica	U105	Bicarbonatada Sódica	U161	Bicarbonatada Cálcica		
U50	Bicarbonatada Cálcica	U106	Bicarbonatada Sódica	U162	Bicarbonatada Sódica		
U51	Bicarbonatada Sódica	U107	Bicarbonatada Cálcica	U163	Bicarbonatada Cálcica		
U52	Bicarbonatada Sódica	U108	Bicarbonatada Cálcica	U164	Bicarbonatada Cálcica		
U53	Bicarbonatada Sódica	U109	Bicarbonatada Sódica	U165	Bicarbonatada Sódica		
U54	Bicarbonatada Sódica	U110	Bicarbonatada Sódica	U166	Bicarbonatada Cálcica		
U55	Bicarbonatada Sódica	U111	Bicarbonatada Sódica	U167	Cloreta Sódica		
U56	Bicarbonatada Sódica	U112	Bicarbonatada Sódica	U168	Bicarbonatada Sódica		

ANEXO VI – Classificação Hidroquímica (2ª. Campanha)

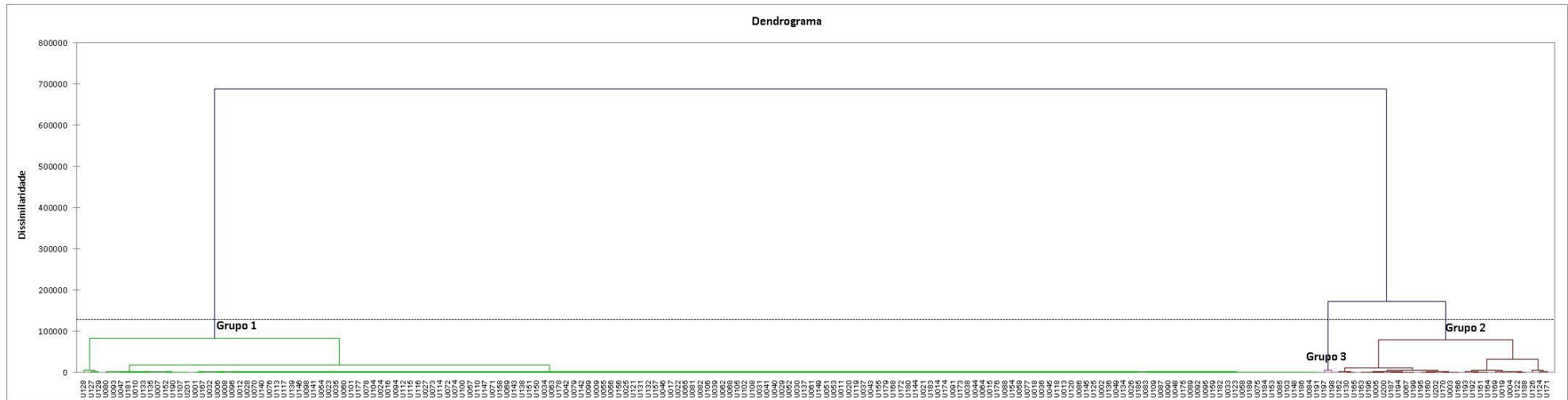
Nº	Classificação	Nº	Classificação	Nº	Classificação	Nº	Classificação
U1	Sulfatada Cálcica	U58	Bicarbonatada Cálcica	U117	Bicarbonatada Cálcica	U173	Bicarbonatada Sódica
U2	Cloreta Sódica	U59	Bicarbonatada Cálcica	U118	Bicarbonatada Cálcica	U174	Bicarbonatada Sódica
U3	Bicarbonatada Cálcica	U60	Bicarbonatada Sódica	U119	Cloreta Sódica	U175	Bicarbonatada Cálcica
U4	Bicarbonatada Cálcica	U61	Bicarbonatada Sódica	U120	Bicarbonatada Sódica	U176	Bicarbonatada Sódica
U5	Bicarbonatada Cálcica	U62	Cloreta Sódica	U121	Bicarbonatada Sódica	U177	Bicarbonatada Sódica
U6	Cloreta Sódica	U63	Bicarbonatada Cálcica	U122	Bicarbonatada Cálcica	U178	Bicarbonatada Cálcica
U7	Bicarbonatada Cálcica	U64	Bicarbonatada Cálcica	U123	Bicarbonatada Sódica	U179	Cloreta Sódica
U8	Cloreta Sódica	U65	Cloreta Sódica	U124	Bicarbonatada Cálcica	U180	Bicarbonatada Sódica
U9	Bicarbonatada Sódica	U67	Bicarbonatada Cálcica	U125	Cloreta Sódica	U181	Bicarbonatada Cálcica
U10	Bicarbonatada Cálcica	U68	Bicarbonatada Sódica	U126	Bicarbonatada Sódica	U182	Bicarbonatada Sódica
U11	Bicarbonatada Sódica	U69	Bicarbonatada Sódica	U127	Cloreta Sódica	U183	Bicarbonatada Sódica
U12	Bicarbonatada Sódica	U70	Bicarbonatada Sódica	U128	Cloreta Sódica	U184	Bicarbonatada Cálcica
U13	Bicarbonatada Sódica	U71	Bicarbonatada Sódica	U129	Cloreta Sódica	U185	Bicarbonatada Cálcica
U14	Cloreta Sódica	U72	Bicarbonatada Sódica	U130	Bicarbonatada Sódica	U186	Bicarbonatada Cálcica
U15	Bicarbonatada Sódica	U73	Bicarbonatada Sódica	U131	Bicarbonatada Sódica	U187	Bicarbonatada Cálcica
U16	Bicarbonatada Sódica	U74	Bicarbonatada Sódica	U132	Bicarbonatada Sódica	U188	Bicarbonatada Cálcica
U17	Cloreta Sódica	U75	Bicarbonatada Cálcica	U133	Bicarbonatada Cálcica	U189	Bicarbonatada Cálcica
U18	Bicarbonatada Cálcica	U76	Bicarbonatada Sódica	U134	Bicarbonatada Cálcica	U190	Bicarbonatada Cálcica
U19	Bicarbonatada Cálcica	U77	Bicarbonatada Cálcica	U135	Bicarbonatada Cálcica	U191	Bicarbonatada Cálcica
U20	Cloreta Sódica	U78	Bicarbonatada Sódica	U136	Cloreta Sódica	U192	Bicarbonatada Cálcica
U21	Bicarbonatada Sódica	U79	Bicarbonatada Sódica	U137	Bicarbonatada Sódica	U193	Bicarbonatada Cálcica
U22	Bicarbonatada Sódica	U80	Bicarbonatada Sódica	U138	Bicarbonatada Sódica	U194	Bicarbonatada Cálcica
U23	Bicarbonatada Sódica	U81	Cloreta Sódica	U139	Bicarbonatada Sódica	U195	Bicarbonatada Cálcica
U24	Bicarbonatada Sódica	U82	Cloreta Sódica	U140	Bicarbonatada Sódica	U196	Bicarbonatada Cálcica
U25	Bicarbonatada Sódica	U83	Bicarbonatada Sódica	U141	Bicarbonatada Sódica	U197	Bicarbonatada Cálcica
U26	Bicarbonatada Cálcica	U84	Bicarbonatada Cálcica	U142	Bicarbonatada Sódica	U198	Bicarbonatada Cálcica
U27	Bicarbonatada Sódica	U85	Bicarbonatada Sódica	U143	Bicarbonatada Sódica	U199	Bicarbonatada Cálcica
U28	Bicarbonatada Sódica	U86	Bicarbonatada Sódica	U144	Sulfatada Cálcica	U200	Bicarbonatada Cálcica
U29	Bicarbonatada Sódica	U87	Bicarbonatada Sódica	U145	Bicarbonatada Sódica	U201	Bicarbonatada Cálcica
U30	Bicarbonatada Sódica	U88	Bicarbonatada Sódica	U146	Bicarbonatada Cálcica	U202	Bicarbonatada Cálcica
U31	Bicarbonatada Sódica	U89	Bicarbonatada Sódica	U147	Bicarbonatada Sódica		
U32	Cloreta Sódica	U90	Bicarbonatada Sódica	U148	Bicarbonatada Cálcica		
U33	Bicarbonatada Sódica	U91	Bicarbonatada Sódica	U149	Bicarbonatada Sódica		
U34	Bicarbonatada Sódica	U92	Bicarbonatada Cálcica	U150	Bicarbonatada Sódica		
U35	Bicarbonatada Sódica	U93	Bicarbonatada Sódica	U151	Bicarbonatada Sódica		
U36	Bicarbonatada Sódica	U94	Bicarbonatada Sódica	U152	Bicarbonatada Cálcica		
U37	Bicarbonatada Sódica	U95	Bicarbonatada Sódica	U153	Bicarbonatada Cálcica		
U38	Bicarbonatada Sódica	U96	Cloreta Sódica	U154	Bicarbonatada Sódica		
U39	Cloreta Sódica	U98	Bicarbonatada Sódica	U155	Cloreta Sódica		
U40	Bicarbonatada Sódica	U99	Bicarbonatada Sódica	U156	Bicarbonatada Sódica		
U41	Bicarbonatada Sódica	U100	Bicarbonatada Sódica	U157	Cloreta Sódica		
U42	Bicarbonatada Sódica	U101	Bicarbonatada Sódica	U158	Bicarbonatada Sódica		
U43	Cloreta Sódica	U102	Bicarbonatada Sódica	U159	Bicarbonatada Sódica		
U44	Bicarbonatada Cálcica	U103	Bicarbonatada Sódica	U160	Bicarbonatada Cálcica		
U45	Bicarbonatada Sódica	U104	Bicarbonatada Sódica	U161	Bicarbonatada Cálcica		
U46	Bicarbonatada Sódica	U105	Cloreta Sódica	U162	Bicarbonatada Sódica		
U47	Bicarbonatada Cálcica	U106	Cloreta Sódica	U163	Bicarbonatada Cálcica		
U48	Bicarbonatada Cálcica	U107	Bicarbonatada Cálcica	U164	Bicarbonatada Cálcica		
U49	Bicarbonatada Cálcica	U108	Bicarbonatada Cálcica	U165	Bicarbonatada Sódica		
U51	Cloreta Sódica	U109	Bicarbonatada Sódica	U166	Bicarbonatada Cálcica		
U52	Bicarbonatada Sódica	U110	Bicarbonatada Sódica	U167	Cloreta Sódica		
U53	Cloreta Sódica	U112	Bicarbonatada Sódica	U168	Bicarbonatada Sódica		
U54	Bicarbonatada Sódica	U113	Bicarbonatada Sódica	U169	Bicarbonatada Sódica		
U55	Bicarbonatada Sódica	U114	Bicarbonatada Sódica	U170	Bicarbonatada Cálcica		
U56	Bicarbonatada Sódica	U115	Bicarbonatada Sódica	U171	Bicarbonatada Cálcica		
U57	Bicarbonatada Sódica	U116	Bicarbonatada Sódica	U172	Cloreta Sódica		

**ANEXO VII – DENDOGRAMA DE TODAS AS
AMOSTRAS COLETADAS (1ª. E 2ª. CAMPANHAS DE
AMOSTRAGEM)**



Classificação por Grupos - 1º Etapa de Amostragens

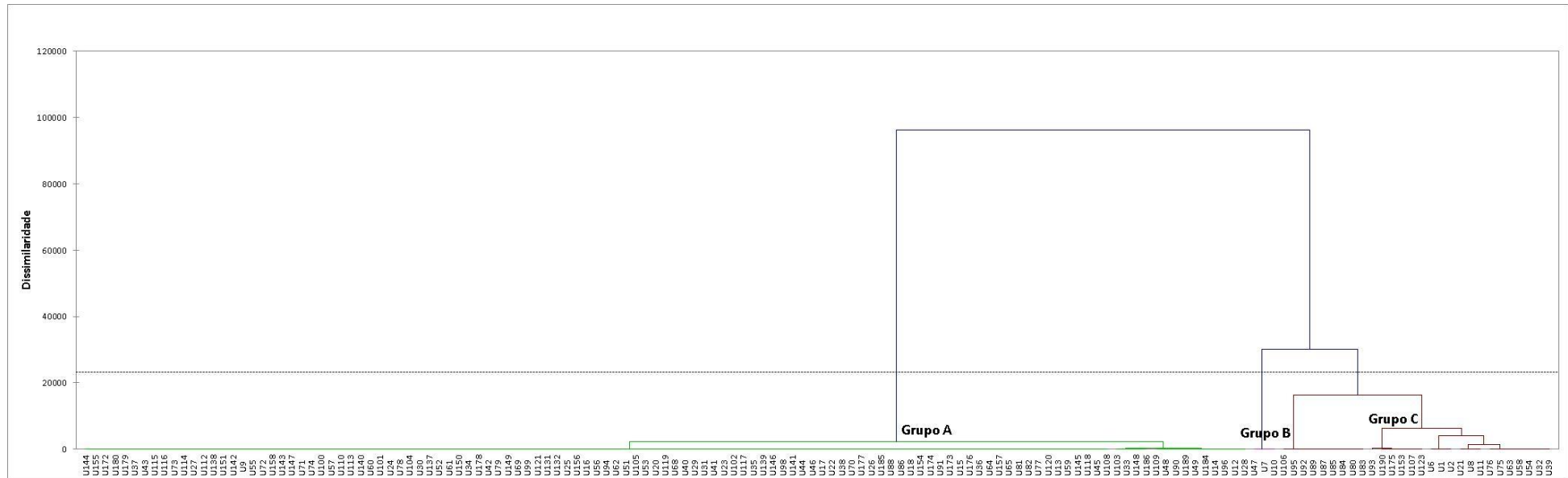
Nº	GRUPO	Nº	GRUPO	Nº	GRUPO	Nº	GRUPO	Nº	GRUPO	Nº	GRUPO	Nº	GRUPO	Nº	GRUPO	Nº	GRUPO	Nº	GRUPO
U1	1	U22	1	U43	1	U64	1	U85	1	U106	1	U127	1	U148	1	U169	2	U190	1
U2	1	U23	1	U44	1	U65	1	U86	1	U107	1	U128	1	U149	1	U170	2	U191	1
U3	1	U24	1	U45	1	U66	1	U87	1	U108	1	U129	1	U150	1	U171	2	U192	2
U4	2	U25	1	U46	1	U67	2	U88	1	U109	1	U130	2	U151	1	U172	1	U193	2
U5	2	U26	1	U47	1	U68	1	U89	1	U110	1	U131	1	U152	1	U173	1	U194	2
U6	1	U27	1	U48	1	U69	1	U90	1	U111	1	U132	1	U153	1	U174	1	U195	1
U7	1	U28	1	U49	1	U70	1	U91	1	U112	1	U133	1	U154	1	U175	1	U196	2
U8	1	U29	1	U50	1	U71	1	U92	1	U113	1	U134	1	U155	1	U176	1	U197	3
U9	1	U30	1	U51	1	U72	1	U93	1	U114	1	U135	1	U156	1	U177	1	U198	3
U10	1	U31	1	U52	1	U73	1	U94	1	U115	1	U136	1	U157	1	U178	1	U199	2
U11	1	U32	1	U53	1	U74	1	U95	1	U116	1	U137	1	U158	1	U179	1	U200	2
U12	1	U33	1	U54	1	U75	1	U96	1	U117	1	U138	1	U159	1	U180	1	U201	1
U13	1	U34	1	U55	1	U76	1	U97	1	U118	1	U139	1	U160	2	U181	1	U202	1
U14	1	U35	1	U56	1	U77	1	U98	1	U119	1	U140	1	U161	2	U182	1		
U15	1	U36	1	U57	1	U78	1	U99	1	U120	1	U141	1	U162	2	U183	1		
U16	1	U37	1	U58	1	U79	1	U100	1	U121	1	U142	1	U163	2	U184	1		
U17	1	U38	1	U59	1	U80	1	U101	1	U122	2	U143	1	U164	2	U185	1		
U18	1	U39	1	U60	1	U81	1	U102	1	U123	1	U144	1	U165	2	U186	1		
U19	2	U40	1	U61	1	U82	1	U103	1	U124	2	U145	1	U166	1	U187	2		
U20	1	U41	1	U62	1	U83	1	U104	1	U125	1	U146	1	U167	1	U188	1		
U21	1	U42	1	U63	1	U84	1	U105	1	U126	2	U147	1	U168	1	U189	1		



Classificação por Grupos - 2º Etapa de Amostragens

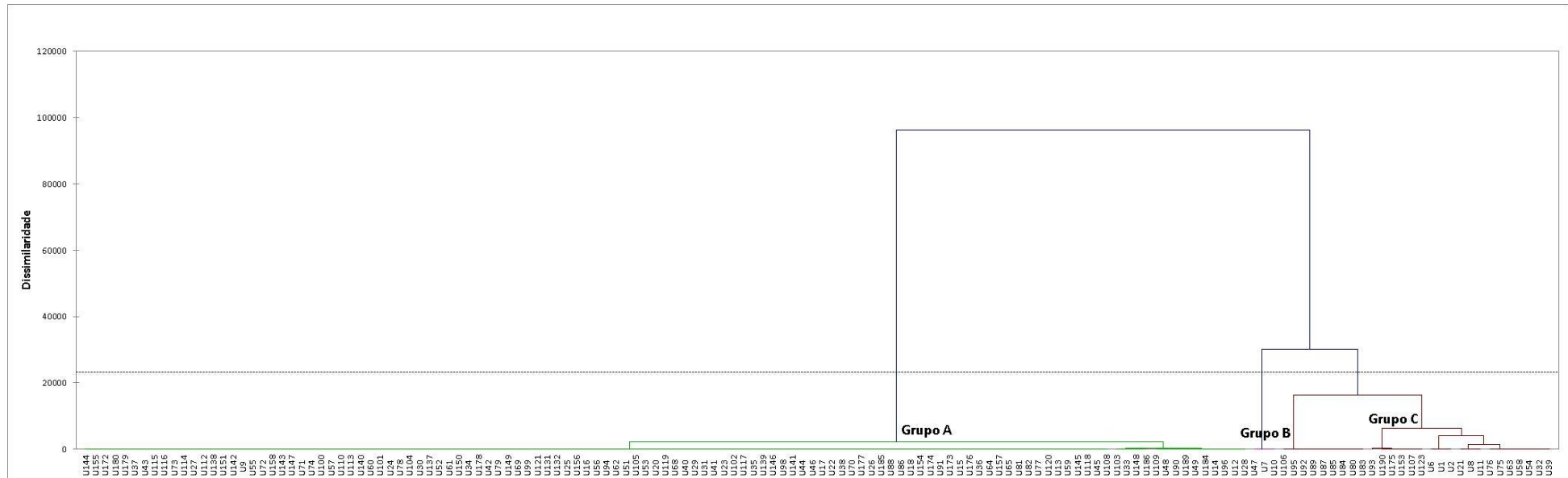
Nº	GRUPO	Nº	GRUPO	Nº	GRUPO	Nº	GRUPO	Nº	GRUPO	Nº	GRUPO	Nº	GRUPO	Nº	GRUPO	Nº	GRUPO
U1	1	U22	1	U43	1	U65	1	U87	1	U109	1	U131	1	U152	1	U173	1
U2	1	U23	1	U44	1	U67	2	U88	1	U110	1	U132	1	U153	1	U174	1
U3	2	U24	1	U45	1	U68	1	U89	1	U112	1	U133	1	U154	1	U175	1
U4	2	U25	1	U46	1	U69	1	U90	1	U113	1	U134	1	U155	1	U176	1
U5	2	U26	1	U47	1	U70	1	U91	1	U114	1	U135	1	U156	1	U177	1
U6	1	U27	1	U48	1	U71	1	U92	1	U115	1	U136	1	U157	1	U178	1
U7	1	U28	1	U49	1	U72	1	U93	1	U116	1	U137	1	U158	1	U179	1
U8	1	U29	1	U51	1	U73	1	U94	1	U117	1	U138	1	U159	1	U180	1
U9	1	U30	1	U52	1	U74	1	U95	1	U118	1	U139	1	U160	2	U181	1
U10	1	U31	1	U53	1	U75	1	U96	1	U119	1	U140	1	U161	2	U182	1
U11	1	U32	1	U54	1	U76	1	U98	1	U120	1	U141	1	U162	2	U183	1
U12	1	U33	1	U55	1	U77	1	U99	1	U121	1	U142	1	U163	2	U184	1
U13	1	U34	1	U56	1	U78	1	U100	1	U122	2	U143	1	U164	2	U185	1
U14	1	U35	1	U57	1	U79	1	U101	1	U123	1	U144	1	U165	2	U186	1
U15	1	U36	1	U58	1	U80	1	U102	1	U124	2	U145	1	U166	2	U187	2
U16	1	U37	1	U59	1	U81	1	U103	1	U125	1	U146	1	U167	1	U188	2
U17	1	U38	1	U60	1	U82	1	U104	1	U126	2	U147	1	U168	1	U189	1
U18	1	U39	1	U61	1	U83	1	U105	1	U127	1	U148	1	U169	2	U190	1
U19	2	U40	1	U62	1	U84	1	U106	1	U128	1	U149	1	U170	2	U191	1
U20	1	U41	1	U63	1	U85	1	U107	1	U129	1	U150	1	U171	2	U192	2
U21	1	U42	1	U64	1	U86	1	U108	1	U130	2	U151	1	U172	1	U193	2

***ANEXO VIII – DENDOGRAMA DAS AMOSTRAS DO
GRUPO 1 – REGIÃO DO SAU (1ª. E 2ª. CAMPANHAS
DE AMOSTRAGEM)***



Classificação por Grupos (Região do SAU) - 1º Etapa de Amostragens

Nº	GRUPO	Nº	GRUPO	Nº	GRUPO	Nº	GRUPO	Nº	GRUPO	Nº	GRUPO	Nº	GRUPO	Nº	GRUPO	Nº	GRUPO
U1	C	U20	A	U36	A	U53	A	U70	A	U86	A	U102	A	U118	A	U146	A
U2	C	U21	C	U37	A	U54	C	U71	A	U87	C	U103	A	U119	A	U147	A
U3	B	U22	A	U38	A	U55	A	U72	A	U88	A	U104	A	U120	A	U148	A
U6	C	U23	A	U39	C	U56	A	U73	A	U89	C	U105	A	U121	A	U149	A
U7	B	U24	A	U40	A	U57	A	U74	A	U90	A	U106	C	U123	C	U150	A
U8	C	U25	A	U41	A	U58	C	U75	C	U91	A	U107	C	U131	A	U151	A
U9	A	U26	A	U42	A	U59	A	U76	C	U92	C	U108	A	U132	A	U153	C
U10	B	U27	A	U43	A	U60	A	U77	A	U93	A	U109	A	U137	A	U154	A
U11	C	U28	A	U44	A	U61	A	U78	A	U94	A	U110	A	U138	A	U155	A
U12	A	U29	A	U45	A	U62	A	U79	A	U95	C	U111	A	U139	A	U156	A
U13	A	U30	A	U46	A	U63	C	U80	C	U96	A	U112	A	U140	A	U157	A
U14	A	U31	A	U47	B	U64	A	U81	A	U97	A	U113	A	U141	A	U158	A
U15	A	U32	C	U48	A	U65	A	U82	A	U98	A	U114	A	U142	A	U172	A
U16	A	U33	A	U49	A	U66	A	U83	C	U99	A	U115	A	U143	A	U173	A
U17	A	U34	A	U51	A	U68	A	U84	C	U100	A	U116	A	U144	A	U174	A
U18	A	U35	A	U52	A	U69	A	U85	C	U101	A	U117	A	U145	A	U175	C



Classificação por Grupos (Região do SAU) - 2ª Etapa de Amostragens

Nº	GRUPO	Nº	GRUPO	Nº	GRUPO	Nº	GRUPO	Nº	GRUPO	Nº	GRUPO	Nº	GRUPO	Nº	GRUPO	Nº	GRUPO
U1	C	U20	A	U36	A	U53	A	U71	A	U87	C	U104	A	U121	A	U149	A
U2	C	U21	C	U37	A	U54	C	U72	A	U88	A	U105	A	U123	C	U150	A
U3	B	U22	A	U38	A	U55	A	U73	A	U89	C	U106	C	U131	A	U151	A
U6	C	U23	A	U39	C	U56	A	U74	A	U90	A	U107	C	U132	A	U153	C
U7	B	U24	A	U40	A	U57	A	U75	C	U91	A	U108	A	U137	A	U154	A
U8	C	U25	A	U41	A	U58	C	U76	C	U92	C	U109	A	U138	A	U155	A
U9	A	U26	A	U42	A	U59	A	U77	A	U93	C	U110	A	U139	A	U156	A
U10	B	U27	A	U43	A	U60	A	U78	A	U94	A	U112	A	U140	A	U157	A
U11	C	U28	A	U44	A	U61	A	U79	A	U95	C	U113	A	U141	A	U158	A
U12	A	U29	A	U45	A	U62	A	U80	C	U96	A	U114	A	U142	A	U172	A
U13	A	U30	A	U46	A	U63	C	U81	A	U98	A	U115	A	U143	A	U173	A
U14	A	U31	A	U47	B	U64	A	U82	A	U99	A	U116	A	U144	A	U174	A
U15	A	U32	C	U48	A	U65	A	U83	C	U100	A	U117	A	U145	A	U175	C
U16	A	U33	A	U49	A	U68	A	U84	C	U101	A	U118	A	U146	A	U176	A
U17	A	U34	A	U51	A	U69	A	U85	C	U102	A	U119	A	U147	A	U177	A
U18	A	U35	A	U52	A	U70	A	U86	A	U103	A	U120	A	U148	A	U178	A

ANEXO IX - RAZÕES IÔNICAS (1ª. CAMPANHA DE AMOSTRAGEM)

ANEXO IX – Razões Iônicas – 1ª. Campanha

Nº	rMg^{2+}/rCa^{2+}	rK^+/rNa^+	rNa^+/rCa^{2+}	$rNa^+/(rCa^{2+} + Mg^{2+})$	$rCl^-/rHCO_3^-$	ITB
U1	0,81	0,27	2,17	1,20	-	-0,22
U2	0,18	0,10	1,66	1,41	0,74	-0,01
U3	0,20	0,42	0,17	0,15	0,18	-0,04
U4	0,05	0,11	0,05	0,04	0,04	-0,01
U5	0,06	0,27	0,03	0,03	0,07	0,02
U6	0,82	0,19	44,84	24,70	3,60	-0,90
U7	0,04	0,28	0,09	0,08	0,13	0,01
U8	1,59	0,07	162,31	62,62	13,90	-1,11
U9	0,23	0,18	0,96	0,78	1,17	0,31
U10	0,08	0,20	0,10	0,09	0,07	-0,04
U11	1,74	0,41	3,18	1,16	0,11	-0,22
U12	0,88	0,30	3,55	1,89	0,30	-0,16
U13	2,56	0,40	3,29	0,92	0,29	-0,11
U14	1,73	0,25	8,84	3,24	-	-0,46
U15	0,82	0,00	12,20	6,69	0,21	-0,09
U16	0,40	0,00	2,76	1,98	0,33	-0,11
U17	0,30	0,13	5,94	4,57	0,13	-0,11
U18	0,43	0,00	1,09	0,76	0,09	-0,03
U19	0,04	0,14	0,02	0,02	0,03	0,00
U20	0,15	0,00	23,45	20,34	1,00	-0,84
U21	1,35	0,12	6,54	2,78	0,46	-0,66
U22	0,33	0,04	13,95	10,49	0,21	-0,33
U23	0,38	0,00	3,75	2,72	0,06	-0,08
U24	0,75	0,15	10,30	5,89	0,19	-0,12
U25	0,69	0,06	13,76	8,12	0,21	-0,24
U26	0,11	0,00	1,08	0,97	0,07	-0,08
U27	0,63	0,08	7,38	4,51	0,15	-0,18
U28	0,41	0,07	11,33	8,02	0,50	-0,08
U29	0,47	0,00	4,23	2,88	0,25	-0,06
U30	1,53	0,00	10,58	4,18	1,44	0,63
U31	0,37	0,00	6,34	4,61	0,11	-0,23
U32	0,46	18,89	5,75	3,94	43,31	1,16
U33	0,63	0,04	9,47	5,82	0,36	-0,71
U34	0,41	0,00	8,28	5,86	0,50	-0,17
U35	0,80	0,31	7,54	4,18	0,30	-0,45
U36	0,45	0,05	6,49	4,47	0,18	-0,36
U37	0,55	0,13	7,26	4,69	0,26	-0,10
U38	0,66	0,00	4,94	2,98	0,17	-0,08
U39	1,51	0,28	77,73	30,95	3,14	-0,54
U40	0,78	0,00	4,84	2,72	1,24	0,46
U41	0,55	0,00	21,31	13,75	0,38	-0,17
U42	0,59	0,24	11,21	7,05	0,21	-0,26
U43	0,43	0,09	8,39	5,88	0,21	-0,29
U44	0,97	0,14	1,78	0,90	0,21	-0,31
U45	0,25	0,00	3,12	2,50	0,11	-0,06
U46	0,52	0,00	10,35	6,83	0,26	-0,14
U47	0,13	0,42	0,07	0,06	0,01	-0,07
U48	0,16	0,32	0,22	0,19	0,12	-0,06
U49	0,23	0,08	3,16	2,58	0,35	-0,13
U50	0,92	0,23	1,48	0,77	0,24	-0,34
U51	0,39	0,16	4,79	3,45	0,29	-0,16
U52	0,25	0,24	1,18	0,95	0,39	-0,11
U53	0,42	0,00	3,72	2,62	0,52	-0,11
U54	0,16	0,18	1,04	0,90	0,07	-0,04
U55	2,75	0,00	40,68	10,85	0,13	-0,17
U56	0,92	0,00	18,40	9,60	0,23	-0,04
U57	-	0,00	-	22,91	0,13	-0,07
U58	0,11	0,13	0,32	0,29	0,15	-0,15
U59	0,19	0,18	0,21	0,17	0,04	-0,08
U60	0,04	0,00	0,75	0,72	0,18	0,01
U61	0,18	0,00	1,09	0,92	0,08	-0,13
U62	1,83	0,00	9,20	3,25	2,30	1,29
U63	0,15	3,61	0,17	0,15	0,07	-0,37
U64	9,89	0,00	261,51	24,01	1,28	-0,01
U65	0,82	0,00	22,88	12,54	0,14	-0,15
U66	0,24	0,63	0,66	0,53	0,22	-0,25
U67	0,11	0,77	0,02	0,02	0,01	-0,02
U68	0,94	0,10	32,38	16,67	0,76	0,00
U69	0,24	0,00	6,23	5,04	0,06	-0,03

ANEXO IX – Razões Iônicas – 1ª. Campanha (Continuação)

Nº	rMg ²⁺ /rCa ²⁺	rK ⁺ /rNa ⁺	rNa ⁺ /rCa ²⁺	rNa ⁺ /(rCa ²⁺ + Mg ²⁺)	rCl ⁻ /rHCO ₃ ⁻	ITB
U70	-	0,00	-	35,25	0,19	-0,22
U71	-	0,17	-	31,72	0,19	-0,11
U72	0,94	0,15	14,94	7,69	0,17	-0,13
U73	-	0,00	-	-	0,12	-0,05
U74	-	0,17	-	44,94	0,14	-0,14
U75	0,02	0,15	0,16	0,16	0,07	-0,08
U76	0,29	0,00	3,49	2,70	0,01	-0,02
U77	0,03	0,00	0,11	0,11	0,04	-0,04
U78	0,30	0,12	11,89	9,15	0,14	-0,10
U79	0,66	0,00	14,82	8,93	0,13	-0,12
U80	1,45	0,02	10,98	4,48	0,48	0,13
U81	2,02	5,08	23,24	7,71	-	2,37
U82	1,44	0,00	21,79	8,92	0,69	0,16
U83	0,54	0,07	5,47	3,54	0,20	0,05
U84	0,11	0,02	0,36	0,32	0,16	0,00
U85	0,73	0,11	1,29	0,74	0,40	-0,04
U86	0,72	0,00	28,33	16,46	0,71	-0,41
U87	2,77	0,07	15,45	4,10	0,19	0,04
U88	1,75	0,10	55,03	20,00	0,61	-0,45
U89	0,44	0,21	1,55	1,08	0,22	0,12
U90	0,53	0,10	4,14	2,70	0,27	-0,17
U91	0,37	0,00	7,10	5,20	0,26	-0,05
U92	0,06	0,00	0,44	0,41	0,04	-0,01
U93	0,66	0,00	23,54	14,18	0,47	-0,11
U94	0,55	0,16	11,14	7,19	0,46	-0,24
U95	0,54	0,03	5,45	3,55	0,24	0,10
U96	0,90	0,00	15,85	8,34	0,23	-0,05
U97	0,24	0,14	2,35	1,90	0,14	-0,02
U98	-	0,00	-	42,30	0,10	-0,13
U99	0,48	0,17	4,61	3,11	0,15	-0,15
U100	1,65	0,00	28,33	10,70	0,11	-0,09
U101	3,30	0,00	87,17	20,28	0,13	-0,05
U102	1,03	0,05	7,85	3,86	0,17	-0,33
U103	2,28	1,54	1,07	0,33	0,39	0,10
U104	1,03	0,00	11,99	5,90	0,07	-0,08
U105	0,47	0,04	21,58	14,67	0,33	-0,13
U106	1,48	0,00	12,39	5,00	0,26	0,12
U107	0,03	0,00	0,02	0,02	0,03	0,00
U108	0,56	0,12	0,38	0,24	0,26	0,06
U109	0,14	0,14	3,36	2,94	0,08	-0,05
U110	0,26	0,00	2,18	1,73	0,03	-0,02
U111	0,24	0,32	1,62	1,31	0,22	-0,13
U112	0,18	0,11	5,08	4,30	0,12	-0,15
U113	0,34	0,00	1,69	1,26	0,08	-0,04
U114	1,65	0,00	23,97	9,05	0,10	-0,07
U115	0,17	0,00	4,36	3,71	0,19	-0,07
U116	0,07	0,00	2,08	1,95	0,13	-0,10
U117	0,04	0,00	0,56	0,54	0,30	0,00
U118	0,04	0,06	0,52	0,50	0,13	-0,05
U119	1,10	0,00	9,51	4,53	0,33	-0,18
U120	1,65	0,00	87,17	32,91	0,27	-0,30
U121	1,65	0,08	33,41	12,62	0,69	-0,35
U122	0,40	1,15	0,07	0,05	0,04	-0,06
U123	1,16	0,36	11,33	5,24	0,25	-0,42
U124	0,57	0,98	0,09	0,06	0,03	-0,07
U125	0,25	0,06	13,80	11,07	2,13	-0,53
U126	0,35	0,07	1,92	1,42	0,01	-0,59
U127	0,26	0,09	3,32	2,64	1,65	-0,67
U128	0,23	0,15	2,10	1,71	-	-0,42
U129	0,30	0,11	3,22	2,48	-	-0,54
U130	0,39	0,02	13,08	9,39	0,03	-1,08
U131	-	0,00	-	26,44	0,83	-0,24
U132	-	0,00	-	29,08	0,75	-0,19
U133	0,59	2,33	0,16	0,10	0,03	-0,24
U134	1,31	0,08	3,29	1,43	0,96	-0,31
U135	0,26	0,04	0,26	0,21	0,08	-0,12
U136	1,20	0,04	7,95	3,62	2,85	-0,32
U137	-	0,00	-	39,65	0,21	-0,11
U138	-	0,00	-	29,08	0,30	-0,09
U139	0,28	0,00	4,98	3,88	0,62	-0,44

ANEXO IX – Razões Iônicas – 1ª. Campanha (Continuação)

Nº	rMg^{2+}/rCa^{2+}	rK^+/rNa^+	rNa^+/rCa^{2+}	$rNa^+/(rCa^{2+} + Mg^{2+})$	$rCl^-/rHCO_3^-$	ITB
U140	-	0,00	-	17,62	0,05	-0,04
U141	0,82	0,00	12,35	6,77	0,13	-0,11
U142	0,18	0,00	1,37	1,16	0,11	-0,09
U143	1,65	0,27	34,87	13,16	0,20	-0,34
U144	0,39	0,10	3,41	2,45	0,12	-0,07
U145	1,69	0,24	4,13	1,53	0,18	-0,21
U146	1,36	0,00	5,64	2,39	0,11	-0,05
U147	-	0,00	-	17,18	0,08	-0,10
U148	0,02	0,00	0,06	0,05	0,03	-0,01
U149	-	0,00	-	26,44	0,14	-0,18
U150	0,57	0,70	0,66	0,42	0,11	-0,22
U151	0,40	0,00	5,58	4,00	0,44	-0,22
U152	0,35	7,52	0,04	0,03	0,02	-0,18
U153	2,08	0,30	1,89	0,61	0,61	-0,31
U154	1,98	0,31	3,23	1,08	0,41	-0,50
U155	0,98	0,37	5,99	3,03	0,29	-0,13
U156	-	0,00	-	24,32	0,55	-0,26
U157	0,14	0,10	1,16	1,02	1,37	0,13
U158	0,41	0,13	4,36	3,09	0,16	-0,13
U159	1,27	7,57	0,36	0,16	0,06	-0,53
U160	0,03	0,32	0,02	0,02	0,04	0,01
U161	0,08	1,01	0,02	0,02	0,01	-0,04
U162	0,29	0,02	1,83	1,42	0,00	-0,61
U163	0,10	0,18	0,02	0,01	0,00	-0,02
U164	0,03	0,24	0,02	0,02	0,02	-0,01
U165	0,22	0,01	7,49	6,16	0,03	-0,94
U166	0,25	2,67	0,01	0,01	0,00	-0,03
U167	1,41	0,19	9,28	3,84	3,70	-0,75
U168	0,37	0,13	2,60	1,90	0,18	-0,18
U169	0,19	0,02	1,44	1,21	0,29	-0,44
U170	0,31	0,03	0,81	0,62	0,02	-0,40
U171	0,38	0,10	0,17	0,13	0,01	-0,12
U172	0,85	0,14	5,18	2,81	0,21	-0,33
U173	0,38	0,00	7,04	5,10	0,31	-0,14
U174	0,63	0,09	4,22	2,59	0,24	-0,24
U175	0,13	1,78	0,35	0,31	0,31	-0,08
U176	0,91	0,65	1,34	0,70	0,13	-0,06
U177	0,73	0,11	16,47	9,50	0,17	-0,09
U178	0,39	0,00	8,72	6,28	0,16	-0,08
U179	0,92	0,16	28,09	14,66	0,59	-0,31
U180	1,03	0,11	19,61	9,66	0,53	-0,33
U181	0,01	1,84	0,01	0,01	0,01	-0,02
U182	0,86	0,00	1,10	0,59	0,02	-0,14
U183	0,75	0,22	1,74	1,00	0,25	-0,06
U184	1,25	1,05	6,28	2,79	0,18	-0,34
U185	0,09	0,12	1,87	1,71	0,37	0,01
U186	0,63	0,13	5,03	3,08	-	-
U187	0,81	4,91	0,01	0,01	0,00	-0,03
U188	0,18	0,00	2,41	2,05	0,04	0,01
U189	0,03	0,00	0,04	0,04	0,05	0,01
U190	0,40	0,00	0,02	0,01	0,01	-0,01
U191	0,62	0,73	0,06	0,03	0,03	-0,04
U192	0,12	0,77	0,02	0,01	0,01	-0,02
U193	0,14	0,52	0,02	0,01	0,02	0,00
U194	0,24	0,38	0,11	0,09	0,01	-0,12
U195	0,06	5,35	0,03	0,03	0,00	-0,18
U196	0,06	3,07	0,01	0,01	0,00	-0,03
U197	0,12	0,04	0,08	0,07	0,04	-0,04
U198	0,11	0,05	0,11	0,10	0,10	-0,02
U199	0,35	1,64	0,04	0,03	0,01	-0,07
U200	0,03	4,65	0,01	0,01	0,01	-0,06
U201	0,02	0,75	0,10	0,10	0,06	-0,12
U202	0,06	0,00	0,07	0,07	0,01	-0,04

ANEXO X - RAZÕES IÔNICAS (2ª. CAMPANHA DE AMOSTRAGEM)

ANEXO X – Razões Iônicas – 2ª. Campanha

Nº	rMg^{2+}/rCa^{2+}	rK^+/rNa^+	rNa^+/rCa^{2+}	$rNa^+/(rCa^{2+} + Mg^{2+})$	$rCl^-/rHCO_3^+$	ITB
U1	0,55	0,71	0,66	0,43	-	-0,17
U2	0,72	0,19	12,36	7,19	2,14	-0,75
U3	0,19	0,43	0,17	0,14	0,17	-0,03
U4	0,05	0,13	0,05	0,05	0,05	-0,01
U5	0,06	0,34	0,04	0,03	0,07	0,02
U6	0,99	0,19	40,97	20,60	3,64	-0,94
U7	0,04	0,25	0,09	0,09	0,12	0,00
U8	3,03	0,06	328,99	81,61	9,85	-1,19
U9	0,04	0,00	3,22	3,11	0,22	-0,44
U10	0,09	0,19	0,11	0,10	0,08	-0,05
U11	1,77	0,17	19,92	7,20	0,84	-0,53
U12	0,99	0,88	828,10	416,29	0,08	-18,28
U13	1,65	0,59	1,43	0,54	0,29	-0,26
U14	1,35	0,25	6,69	2,84	-	-0,47
U15	0,62	0,00	19,61	12,12	0,33	0,11
U16	0,55	0,00	5,08	3,28	0,43	-0,39
U17	0,00	0,07	65,38	65,38	1,93	0,00
U18	0,04	0,39	0,25	0,24	0,14	-0,13
U19	0,04	0,14	0,02	0,02	0,03	0,00
U20	0,00	0,06	18,97	18,97	0,75	-0,76
U21	0,28	0,93	0,52	0,40	0,36	-0,65
U22	0,12	0,07	5,75	5,12	0,69	-0,91
U23	0,82	0,17	50,12	27,47	0,40	-0,81
U24	0,09	0,00	4,23	3,87	0,33	-0,39
U25	1,65	0,14	98,06	37,02	0,72	-1,14
U26	0,04	0,07	0,17	0,16	0,07	-0,10
U27	0,24	0,08	4,68	3,77	0,40	-0,49
U28	0,19	2,47	17,88	15,05	0,54	-7,52
U29	1,21	0,10	10,46	4,74	0,29	-0,36
U30	0,46	0,14	7,32	5,01	0,44	-0,54
U31	0,08	0,00	4,65	4,29	0,42	-0,56
U32	0,21	15,88	2,18	1,80	96,48	1,25
U33	0,25	0,51	2,13	1,70	0,46	-0,42
U34	0,06	0,00	1,54	1,45	0,55	-0,29
U35	-	0,05	-	10,26	0,15	-0,66
U36	0,26	0,00	1,33	1,06	0,16	-0,38
U37	0,25	0,10	3,70	2,97	0,86	-0,41
U38	0,38	0,10	2,80	2,03	0,23	-0,09
U39	0,22	0,13	2,47	2,03	1,55	-0,69
U40	0,30	0,00	1,80	1,38	0,19	-0,38
U41	-	0,15	-	-	0,68	-0,59
U42	0,06	0,00	1,83	1,72	0,37	-0,25
U43	0,36	0,11	1,58	1,17	1,44	-0,45
U44	0,48	0,39	0,49	0,33	0,34	-0,24
U45	0,22	0,13	8,72	7,17	0,93	0,40
U46	1,65	0,00	41,84	15,80	0,60	-0,19
U47	0,13	0,40	0,07	0,06	0,01	-0,07
U48	0,12	0,33	0,20	0,18	0,09	-0,06
U49	0,42	0,60	0,35	0,25	0,55	-0,26
U51	0,31	0,82	6,85	5,21	1,75	-0,74
U52	0,25	0,00	2,05	1,64	0,56	-0,22
U53	0,23	0,09	5,48	4,44	1,64	-0,53
U54	0,13	0,00	1,56	1,38	0,34	-0,33
U55	0,73	0,00	19,37	11,18	0,25	-0,57
U56	0,19	0,00	8,72	7,30	0,77	0,02
U57	0,25	0,17	8,72	6,99	0,39	-0,44
U58	0,13	0,16	0,25	0,22	0,14	-0,15
U59	0,19	0,15	0,45	0,37	0,11	-0,25
U60	0,03	0,00	1,38	1,34	0,39	-0,12
U61	0,24	0,17	3,66	2,95	0,36	-0,71
U62	-	0,00	-	5,01	-	1,52
U63	0,05	0,00	0,82	0,78	0,50	-0,08
U64	0,03	0,07	0,54	0,52	0,26	-0,21
U65	0,13	0,51	7,76	6,89	2,22	-1,68
U67	0,12	0,93	0,02	0,02	0,01	-0,03
U68	-	0,00	-	-	1,04	0,09
U69	0,06	0,07	9,05	8,51	0,42	-0,56
U70	1,32	0,09	47,07	20,30	0,38	-0,29
U71	-	0,00	-	95,17	0,37	-0,42

ANEXO X – Razões Iônicas – 2ª. Campanha (Continuação)

Nº	rMg ²⁺ /rCa ²⁺	rK ⁺ /rNa ⁺	rNa ⁺ /rCa ²⁺	rNa ⁺ /(rCa ²⁺ + Mg ²⁺)	rCl ⁻ /rHCO ₃ ⁺	ITB
U72	0,37	0,30	12,28	8,93	0,59	-1,12
U73	-	0,13	-	-	0,38	-0,38
U74	-	0,00	-	-	0,50	-0,31
U75	0,02	0,00	0,11	0,11	0,04	-0,06
U76	0,27	0,00	7,31	5,78	0,13	-0,45
U77	0,03	0,00	0,20	0,20	0,08	-0,12
U78	-	0,00	-	-	0,19	-0,18
U79	0,27	0,00	5,52	4,33	0,34	-0,39
U80	2,16	0,04	14,14	4,47	0,10	0,03
U81	2,37	0,04	26,15	7,76	1,88	0,36
U82	1,20	0,05	16,91	7,69	2,94	0,41
U83	0,49	0,07	4,43	2,96	0,49	0,12
U84	0,08	0,03	0,31	0,28	0,23	0,02
U85	2,64	0,02	14,89	4,09	0,21	0,03
U86	0,55	0,00	29,64	19,13	0,38	-0,21
U87	2,39	0,09	14,53	4,28	0,52	0,09
U88	1,60	0,16	30,37	11,70	0,78	-0,55
U89	0,53	0,20	1,85	1,20	0,68	0,10
U90	0,31	0,25	14,16	10,82	0,08	-0,06
U91	0,19	0,08	4,02	3,38	0,31	-0,10
U92	0,08	0,00	0,98	0,91	0,15	-0,06
U93	0,36	0,00	5,74	4,21	0,02	0,00
U94	0,62	0,00	11,44	7,07	0,57	-0,31
U95	0,52	1,03	8,13	5,33	0,70	-0,66
U96	0,42	6,15	1,14	0,80	6,91	-0,76
U98	0,09	0,00	1,81	1,67	0,25	-0,11
U99	0,15	0,11	2,00	1,74	0,25	-0,55
U100	-	0,11	-	31,72	0,30	-0,47
U101	0,00	0,15	17,43	17,43	0,23	-0,36
U102	0,92	0,06	7,17	3,74	0,29	-0,57
U103	1,78	0,08	9,05	3,26	0,11	-0,19
U104	0,00	0,00	12,20	12,20	0,14	-0,20
U105	-	0,04	-	54,63	1,40	-0,87
U106	0,81	0,05	5,77	3,18	2,48	0,76
U107	0,03	0,08	0,03	0,02	0,03	0,00
U108	0,14	0,14	1,94	1,71	0,92	0,08
U109	-	0,00	-	25,38	0,03	-0,01
U110	-	0,14	-	-	0,28	-0,26
U112	0,20	0,13	5,93	4,95	0,31	-0,40
U113	0,10	0,00	1,93	1,76	0,29	-0,18
U114	0,73	0,00	14,53	8,38	0,26	-0,35
U115	-	0,14	-	-	0,30	-0,49
U116	0,00	0,14	3,58	3,58	0,25	-0,46
U117	0,06	0,10	0,44	0,41	0,39	-0,01
U118	0,04	0,00	1,09	1,05	0,35	-0,20
U119	-	0,05	-	17,78	1,05	-0,61
U120	0,08	0,05	3,08	2,87	0,33	-0,39
U121	0,15	0,09	3,28	2,86	0,72	-0,63
U122	0,45	1,24	0,06	0,04	0,03	-0,06
U123	1,13	0,36	10,28	4,83	0,33	-0,60
U124	0,59	0,96	0,08	0,05	0,04	-0,07
U125	0,20	0,06	11,89	9,91	2,82	-0,81
U126	0,40	0,08	1,64	1,17	0,01	-0,60
U127	0,25	0,08	3,18	2,55	2,06	-0,68
U128	0,25	0,15	2,22	1,78	-	-0,48
U129	0,35	0,10	3,17	2,35	-	-0,52
U130	0,41	0,02	12,63	8,94	0,02	-0,96
U131	0,67	0,00	10,70	6,39	0,75	-0,23
U132	0,52	0,00	10,30	6,76	0,67	-0,26
U133	0,63	2,24	0,15	0,09	0,03	-0,23
U134	1,42	0,04	1,33	0,55	0,37	-0,19
U135	0,36	0,03	0,36	0,27	0,13	-0,15
U136	0,94	0,02	4,12	2,13	2,30	-0,20
U137	-	0,10	-	-	0,43	-0,47
U138	0,16	0,00	7,06	6,10	0,39	-0,25
U139	0,11	0,00	0,83	0,75	0,25	-0,24
U140	0,60	0,00	12,68	7,93	0,20	-0,25
U141	0,09	0,19	0,97	0,90	0,18	-0,34
U142	0,13	0,00	1,32	1,17	0,22	-0,31
U143	0,26	0,16	6,97	5,52	0,26	-0,56

ANEXO X – Razões Iônicas – 2ª. Campanha (Continuação)

Nº	rMg^{2+}/rCa^{2+}	rK^{+}/rNa^{+}	rNa^{+}/rCa^{2+}	$rNa^{+}/(rCa^{2+} + Mg^{2+})$	$rCl^{-}/rHCO_3^{-}$	ITB
U144	0,20	0,13	0,18	0,15		0,02
U145	1,10	0,99	9,20	4,38	0,28	-0,84
U146	0,18	0,12	0,65	0,55	0,20	-0,20
U147	0,49	0,11	15,69	10,50	0,22	-0,45
U148	0,02	0,00	0,02	0,02	0,02	0,00
U149	-	0,00	-	35,25	0,26	-0,47
U150	1,02	0,10	3,17	1,57	0,37	-0,40
U151	0,40	0,00	6,08	4,34	0,37	-0,51
U152	0,37	8,05	0,04	0,03	0,02	-0,21
U153	1,51	0,64	0,84	0,33	0,27	-0,35
U154	1,86	0,30	2,65	0,93	0,22	-0,49
U155	0,21	0,08	2,49	2,05	1,72	-0,73
U156	0,30	0,16	2,08	1,60	0,76	-0,18
U157	0,11	0,11	1,78	1,60	3,94	-0,07
U158	1,92	0,00	26,15	8,94	0,44	-0,27
U159	1,15	7,13	0,35	0,16	0,07	-0,58
U160	0,03	0,32	0,02	0,02	0,04	0,01
U161	0,07	1,04	0,02	0,02	0,01	-0,04
U162	0,32	0,01	2,23	1,70	0,00	-0,63
U163	-	0,23	-	0,17	0,00	-0,02
U164	0,03	0,25	0,02	0,02	0,02	-0,01
U165	0,27	0,01	7,93	6,22	0,03	-0,90
U166	0,34	2,17	0,01	0,01	0,01	-0,02
U167	1,11	0,19	7,71	3,66	-	-0,81
U168	0,19	0,28	1,64	1,38	0,26	-0,23
U169	0,25	0,03	0,91	0,73	0,18	-0,33
U170	0,50	0,12	0,40	0,27	0,08	-0,17
U171	0,51	0,11	0,19	0,12	0,01	-0,12
U172	1,00	0,12	1,63	0,82	1,00	-0,34
U173	0,36	0,00	3,49	2,56	0,29	-0,05
U174	0,62	0,12	3,12	1,93	0,23	-0,12
U175	0,10	0,28	0,22	0,20	0,09	-0,06
U176	1,01	0,00	1,92	0,96	0,12	-0,07
U177	0,27	0,00	3,63	2,85	0,31	-0,05
U178	0,09	0,00	0,87	0,80	0,46	-0,06
U179	0,12	0,09	1,79	1,60	1,50	-0,24
U180	0,79	0,00	3,18	1,78	1,00	-0,30
U181	0,02	1,73	0,01	0,01	0,01	-0,02
U182	0,91	3,63	1,05	0,55	0,03	-0,73
U183	0,41	0,52	1,31	0,93	0,26	-0,17
U184	0,14	0,29	0,40	0,35	0,19	-0,26
U185	0,13	0,16	0,55	0,48	0,31	-0,23
U186	0,13	0,12	0,45	0,40	0,20	-0,25
U187	0,80	2,24	0,02	0,01	0,00	-0,03
U188	0,40	0,15	0,22	0,15	0,13	-0,03
U189	0,04	0,12	0,09	0,09	0,08	-0,03
U190	0,38	0,16	0,07	0,05	0,03	-0,04
U191	0,69	0,68	0,08	0,05	0,03	-0,04
U192	0,11	0,59	0,02	0,02	0,01	-0,02
U193	0,12	0,47	0,02	0,02	0,02	-0,01
U194	0,35	0,46	0,14	0,10	0,01	-0,11
U195	0,04	5,41	0,01	0,01	0,00	-0,07
U196	0,08	3,11	0,01	0,01	0,00	-0,03
U197	0,14	0,06	0,08	0,07	0,03	-0,05
U198	0,20	0,05	0,17	0,15	0,09	-0,03
U199	0,34	1,57	0,04	0,03	0,01	-0,08
U200	0,04	2,08	0,02	0,02	0,01	-0,06
U201	0,02	0,95	0,08	0,08	0,02	-0,09
U202	0,09	5,46	0,02	0,02	0,00	-0,09

ANEXO XI - ÍNDICES DE SATURAÇÃO (1ª. CAMPANHA DE AMOSTRAGEM)

ANEXO XI – Índices de Saturação – 1ª. Campanha

Nº	IS Calcita	IS Calcedônia	IS Quartzo	Nº	IS Calcita	IS Calcedônia	IS Quartzo	Nº	IS Calcita	IS Calcedônia	IS Quartzo	Nº	IS Calcita	IS Calcedônia	IS Quartzo
U1	-	-0,51	-0,08	U52	-6,58	-0,44	-0,02	U103	-6,03	-0,50	-0,08	U154	-6,45	-0,47	-0,04
U2	-4,22	-0,42	0,01	U53	-6,55	-0,46	-0,03	U104	-7,62	-0,52	-0,09	U155	-6,61	-0,45	-0,02
U3	-1,77	-0,55	-0,12	U54	-5,21	-0,48	-0,05	U105	-6,53	-0,44	-0,01	U156	-	-0,49	-0,06
U4	-0,57	-0,51	-0,08	U55	-8,33	-0,48	-0,05	U106	-5,80	-0,48	-0,05	U157	-6,28	-0,50	-0,07
U5	-1,05	-0,12	0,31	U56	-7,60	-0,48	-0,05	U107	-1,98	-0,49	-0,06	U158	-7,07	-0,51	-0,09
U6	-5,63	-0,40	0,03	U57	-	-0,50	-0,08	U108	-5,21	-1,13	-0,70	U159	-4,29	-0,19	0,24
U7	-2,55	0,13	0,56	U58	-3,74	-0,48	-0,05	U109	-5,72	-0,55	-0,12	U160	0,15	-0,37	0,06
U8	-7,05	-0,22	0,21	U59	-4,91	-0,47	-0,04	U110	-5,81	-0,54	-0,11	U161	-0,04	-0,25	0,18
U9	-5,53	-0,48	-0,05	U60	-6,41	-0,51	-0,08	U111	-6,02	-0,51	-0,08	U162	-0,65	-0,08	0,35
U10	-1,69	0,06	0,49	U61	-6,42	-0,45	-0,02	U112	-6,36	-0,53	-0,10	U163	0,03	-0,41	0,01
U11	-4,02	-0,78	-0,35	U62	-7,93	-0,43	0,00	U113	-6,22	-0,52	-0,09	U164	0,10	-0,42	0,01
U12	-6,40	-0,50	-0,07	U63	-3,78	-0,42	0,01	U114	-7,92	-0,52	-0,09	U165	0,11	-1,86	-1,43
U13	-6,25	-0,51	-0,08	U64	-9,19	-0,51	-0,08	U115	-7,01	-0,53	-0,10	U166	-0,52	-0,46	-0,03
U14	-	-0,52	-0,09	U65	-7,66	-0,50	-0,07	U116	-7,12	-0,52	-0,09	U167	-6,06	-0,44	-0,01
U15	-7,81	-0,55	-0,12	U66	-3,89	-0,49	-0,06	U117	-6,37	-0,50	-0,07	U168	-7,00	-0,76	-0,33
U16	-7,01	-0,55	-0,12	U67	0,03	-0,34	0,09	U118	-5,10	-0,45	-0,02	U169	-0,08	-0,28	0,14
U17	-7,25	-0,55	-0,12	U68	-8,20	-0,43	0,00	U119	-6,83	-0,48	-0,05	U170	0,30	-0,26	0,17
U18	-5,81	-0,49	-0,06	U69	-6,17	-0,48	-0,05	U120	-7,83	-0,47	-0,04	U171	0,35	-0,04	0,39
U19	0,60	-0,38	0,05	U70	-	-0,47	-0,05	U121	-8,38	-0,48	-0,05	U172	-7,09	-0,57	-0,14
U20	-6,71	-0,49	-0,06	U71	-	-0,49	-0,06	U122	-0,68	-0,23	0,20	U173	-7,39	-0,52	-0,09
U21	-3,63	-0,97	-0,54	U72	-7,94	-0,51	-0,08	U123	-5,12	-0,42	0,01	U174	-5,54	-0,49	-0,06
U22	-7,23	-0,56	-0,13	U73	-	-0,52	-0,09	U124	0,45	-0,27	0,16	U175	-4,50	-0,51	-0,09
U23	-5,75	-0,53	-0,10	U74	-	-0,51	-0,08	U125	-6,59	-0,50	-0,07	U176	-5,69	-0,82	-0,39
U24	-7,76	-0,55	-0,12	U75	-4,16	-0,47	-0,04	U126	0,44	-0,24	0,19	U177	-7,49	-0,50	-0,08
U25	-7,32	-0,53	-0,10	U76	-5,29	-0,53	-0,10	U127	-2,69	-0,74	-0,31	U178	-7,20	-0,49	-0,07
U26	-5,85	-0,55	-0,12	U77	-4,69	-0,50	-0,07	U128	-	-0,32	0,11	U179	-7,94	-0,48	-0,05
U27	-6,90	-0,51	-0,08	U78	-7,53	-0,52	-0,09	U129	-	-0,40	0,03	U180	-8,25	-0,57	-0,14
U28	-7,63	-0,54	-0,11	U79	-7,70	-0,49	-0,06	U130	0,25	-1,71	-1,29	U181	-0,68	-0,45	-0,02
U29	-7,32	-0,49	-0,06	U80	-5,21	-0,50	-0,07	U131	-	-0,52	-0,09	U182	-4,52	-0,16	0,27
U30	-8,04	-0,50	-0,07	U81	-	-0,52	-0,09	U132	-	-0,52	-0,09	U183	-6,33	-0,80	-0,38
U31	-7,42	-0,49	-0,06	U82	-7,02	-0,50	-0,07	U133	-1,36	-0,16	0,26	U184	-7,30	-0,39	0,04
U32	-6,98	-0,56	-0,13	U83	-5,28	-0,60	-0,18	U134	-5,34	-0,43	0,00	U185	-6,96	-0,49	-0,06
U33	-6,24	-0,63	-0,21	U84	-3,74	-0,51	-0,08	U135	-1,71	-0,11	0,32	U186	-	-0,52	-0,09
U34	-7,67	-0,54	-0,11	U85	-4,96	-0,94	-0,51	U136	-5,92	-0,45	-0,02	U187	0,02	-0,29	0,13
U35	-7,12	-0,51	-0,08	U86	-7,67	-0,51	-0,08	U137	-	-0,47	-0,05	U188	-5,10	-0,51	-0,08
U36	-6,81	-0,51	-0,08	U87	-5,20	-0,49	-0,07	U138	-	-0,51	-0,08	U189	-3,51	-0,50	-0,07
U37	-7,50	-0,53	-0,10	U88	-7,50	-0,52	-0,09	U139	-7,63	-0,47	-0,04	U190	-1,96	-0,52	-0,09
U38	-6,84	-0,56	-0,13	U89	-4,07	-0,65	-0,22	U140	-	-0,51	-0,09	U191	-3,08	-0,39	0,04
U39	-5,11	-0,25	0,18	U90	-6,79	-0,50	-0,07	U141	-7,57	-0,49	-0,06	U192	0,53	-0,28	0,15
U40	-7,54	-0,49	-0,06	U91	-6,87	-0,49	-0,06	U142	-6,76	-0,51	-0,08	U193	0,35	-0,31	0,12
U41	-8,05	-0,49	-0,06	U92	-4,22	-0,57	-0,14	U143	-8,29	-0,51	-0,08	U194	0,13	-1,53	-1,10
U42	-7,50	-0,51	-0,08	U93	-7,87	-0,51	-0,08	U144	-4,79	-0,49	-0,06	U195	-2,24	-0,20	0,23
U43	-7,22	-0,53	-0,10	U94	-7,69	-0,50	-0,07	U145	-7,13	-0,48	-0,06	U196	0,33	-0,25	0,18
U44	-5,66	-0,62	-0,19	U95	-4,44	-0,59	-0,16	U146	-7,24	-0,48	-0,05	U197	0,28	-0,02	0,40
U45	-5,69	-0,51	-0,08	U96	-7,53	-0,48	-0,05	U147	-	-0,55	-0,12	U198	0,64	-0,25	0,18
U46	-7,64	-0,55	-0,12	U97	-6,20	-0,63	-0,20	U148	-4,03	-0,51	-0,08	U199	-0,05	0,04	0,47
U47	-1,48	-0,45	-0,02	U98	-	-0,48	-0,05	U149	-	-0,48	-0,05	U200	-0,49	-0,16	0,27
U48	-4,97	-0,49	-0,06	U99	-6,94	-0,50	-0,08	U150	-5,95	-0,50	-0,07	U201	-3,51	-0,50	-0,07
U49	-6,91	-0,45	-0,02	U100	-7,95	-0,53	-0,10	U151	-7,68	-0,54	-0,11	U202	-2,53	-0,24	0,19
U50	-4,34	-0,44	-0,01	U101	-8,76	-0,53	-0,10	U152	-1,89	-0,30	0,12				
U51	-7,11	-0,45	-0,02	U102	-6,83	-0,44	-0,01	U153	-3,75	-0,38	0,05				

ANEXO XII - ÍNDICES DE SATURAÇÃO (2ª. CAMPANHA DE AMOSTRAGEM)

ANEXO XII – Índices de Saturação – 2ª. Campanha

Nº	IS Calcita	IS Calcedônia	IS Quartzo	Nº	IS Calcita	IS Calcedônia	IS Quartzo	Nº	IS Calcita	IS Calcedônia	IS Quartzo	Nº	IS Calcita	IS Calcedônia	IS Quartzo
U1	-	-0,45	-0,03	U53	-7,03	-0,48	-0,05	U106	-6,83	-0,46	-0,03	U158	-7,71	-0,51	-0,08
U2	-6,11	-0,42	0,01	U54	-6,49	-0,49	-0,06	U107	-1,69	-0,48	-0,05	U159	-4,16	-0,25	0,18
U3	-1,05	-0,51	-0,08	U55	-7,77	-0,49	-0,06	U108	-6,86	-0,44	-0,01	U160	0,15	-0,37	0,06
U4	-0,32	-0,43	-0,01	U56	-7,74	-0,50	-0,07	U109	-	-0,56	-0,13	U161	0,53	-0,28	0,15
U5	-0,88	-0,08	0,35	U57	-7,60	-0,52	-0,09	U110	-	-0,51	-0,09	U162	-0,14	-0,18	0,25
U6	-5,86	-0,35	0,08	U58	-3,55	-0,48	-0,05	U112	-7,44	-0,53	-0,10	U163	-	-0,50	-0,07
U7	-2,58	0,13	0,56	U59	-5,29	-0,48	-0,05	U113	-6,83	-0,52	-0,09	U164	0,49	-0,44	-0,01
U8	-7,01	-0,19	0,24	U60	-6,23	-0,54	-0,11	U114	-7,74	-0,54	-0,11	U165	-0,05	-0,42	0,01
U9	-7,37	-0,50	-0,07	U61	-6,74	-0,47	-0,04	U115	-	-0,54	-0,11	U166	-0,10	-0,56	-0,14
U10	-1,92	0,08	0,51	U62	-	-0,43	0,00	U116	-7,18	-0,54	-0,11	U167	-	-0,51	-0,08
U11	-7,79	-0,47	-0,04	U63	-6,46	-0,50	-0,07	U117	-6,04	-0,50	-0,07	U168	-6,97	-0,77	-0,34
U12	-7,48	-0,47	-0,04	U64	-5,38	-0,57	-0,14	U118	-5,95	-0,45	-0,02	U169	0,20	-0,38	0,05
U13	-6,35	-0,48	-0,05	U65	-6,68	-0,50	-0,07	U119	-	-0,46	-0,03	U170	-1,01	-0,43	0,00
U14	-	-0,49	-0,06	U67	0,09	-0,33	0,10	U120	-6,17	-0,48	-0,05	U171	0,32	-0,13	0,30
U15	-6,68	-0,54	-0,11	U68	-	-0,43	0,00	U121	-7,08	-0,49	-0,06	U172	-7,33	-0,69	-0,26
U16	-7,28	-0,51	-0,08	U69	-7,40	-0,50	-0,07	U122	0,84	-0,22	0,21	U173	-6,47	-0,51	-0,08
U17	-8,06	-0,51	-0,08	U70	-7,46	-0,49	-0,06	U123	-5,10	-0,43	0,00	U174	-5,99	-0,50	-0,08
U18	-5,78	-0,46	-0,03	U71	-	-0,51	-0,08	U124	1,15	-0,23	0,20	U175	-4,16	-0,50	-0,07
U19	0,61	-0,34	0,09	U72	-7,46	-0,52	-0,10	U125	-6,28	-0,47	-0,04	U176	-5,95	-0,54	-0,11
U20	-7,49	-0,47	-0,04	U73	-	-0,53	-0,10	U126	1,08	-0,24	0,19	U177	-6,60	-0,51	-0,08
U21	-4,76	-0,75	-0,32	U74	-	-0,52	-0,09	U127	-1,69	-0,52	-0,09	U178	-6,28	-0,50	-0,07
U22	-7,00	-0,53	-0,10	U75	-4,05	-0,48	-0,05	U128	-	-0,23	0,20	U179	-6,91	-0,62	-0,19
U23	-7,62	-0,48	-0,05	U76	-7,13	-0,50	-0,08	U129	-	-0,33	0,10	U180	-7,47	-0,69	-0,26
U24	-7,02	-0,51	-0,08	U77	-5,18	-0,51	-0,08	U130	-0,43	-0,34	0,08	U181	-0,67	-0,57	-0,15
U25	-8,01	-0,50	-0,07	U78	-	-0,54	-0,11	U131	-7,48	-0,49	-0,07	U182	-4,22	-0,27	0,15
U26	-4,07	-0,51	-0,08	U79	-7,36	-0,48	-0,05	U132	-7,44	-0,49	-0,07	U183	-6,21	-0,78	-0,35
U27	-6,89	-0,54	-0,11	U80	-4,36	-0,59	-0,16	U133	-1,00	-0,14	0,28	U184	-4,18	-0,44	-0,01
U28	-7,34	-0,50	-0,07	U81	-7,91	-0,51	-0,08	U134	-4,85	-0,41	0,02	U185	-4,72	-0,52	-0,09
U29	-7,77	-0,45	-0,02	U82	-7,62	-0,50	-0,07	U135	-1,74	-0,10	0,33	U186	-3,17	-0,54	-0,11
U30	-7,63	-0,47	-0,04	U83	-5,45	-0,51	-0,09	U136	-4,92	-0,43	0,00	U187	0,20	-0,33	0,10
U31	-7,08	-0,45	-0,02	U84	-3,84	-0,53	-0,10	U137	-	-0,47	-0,04	U188	-0,19	-0,40	0,03
U32	-7,11	-0,52	-0,09	U85	-5,43	-0,88	-0,45	U138	-7,45	-0,50	-0,07	U189	-3,43	-0,52	-0,09
U33	-4,08	-0,54	-0,11	U86	-6,94	-0,42	0,01	U139	-6,23	-0,47	-0,04	U190	-1,41	-0,56	-0,13
U34	-6,59	-0,51	-0,08	U87	-5,78	-0,52	-0,09	U140	-7,51	-0,51	-0,08	U191	-3,32	-0,49	-0,07
U35	-	-0,48	-0,05	U88	-7,10	-0,52	-0,09	U141	-6,39	-0,47	-0,05	U192	0,77	-0,31	0,12
U36	-5,72	-0,48	-0,06	U89	-5,65	-0,50	-0,07	U142	-6,82	-0,49	-0,06	U193	0,65	-0,34	0,09
U37	-7,58	-0,56	-0,13	U90	-5,96	-0,49	-0,06	U143	-7,48	-0,51	-0,08	U194	0,20	-0,30	0,13
U38	-6,18	-0,58	-0,15	U91	-6,17	-0,49	-0,06	U144	-	-0,97	-0,54	U195	-0,39	-0,27	0,16
U39	-5,80	-0,39	0,04	U92	-5,06	-0,52	-0,09	U145	-6,84	-0,42	0,01	U196	0,28	-0,36	0,07
U40	-6,96	-0,46	-0,03	U93	-4,40	-0,58	-0,15	U146	-6,46	-0,47	-0,04	U197	0,71	-0,07	0,36
U41	-	-0,46	-0,03	U94	-7,59	-0,50	-0,07	U147	-7,76	-0,51	-0,08	U198	0,76	-0,37	0,06
U42	-6,85	-0,48	-0,05	U95	-4,59	-0,62	-0,19	U148	-2,96	-0,54	-0,11	U199	0,04	-0,01	0,42
U43	-7,31	-0,59	-0,16	U96	-5,64	-0,58	-0,15	U149	-	-0,47	-0,04	U200	0,57	-0,22	0,21
U44	-5,19	-0,66	-0,23	U98	-6,66	-0,47	-0,04	U150	-6,98	-0,51	-0,08	U201	-2,23	-0,58	-0,15
U45	-6,61	-0,47	-0,04	U99	-6,80	-0,49	-0,06	U151	-7,16	-0,50	-0,07	U202	-1,20	-0,28	0,18
U46	-7,79	-0,52	-0,09	U100	-	-0,53	-0,10	U152	-1,98	-0,29	0,14				
U47	-1,04	-0,40	0,02	U101	-7,92	-0,54	-0,11	U153	-3,16	-0,36	0,07				
U48	-4,19	-0,48	-0,05	U102	-6,94	-0,44	-0,01	U154	-5,33	-0,47	-0,04				
U49	-4,27	-0,31	0,12	U103	-4,83	-0,51	-0,08	U155	-7,47	-0,63	-0,20				
U51	-7,01	-0,46	-0,03	U104	-7,42	-0,52	-0,09	U156	-7,01	-0,49	-0,07				
U52	-6,89	-0,46	-0,03	U105	-	-0,43	0,00	U157	-6,77	-0,50	-0,07				



CONSÓRCIO



MINISTÉRIO DO
MEIO AMBIENTE

