



AVALIAÇÃO TÉCNICA DO SISTEMA PÚBLICO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA CIDADE DE PARINTINS (AM)

*José Luiz Marmos
Bruno Del Rio Calvo*



**AVALIAÇÃO TÉCNICA DO SISTEMA PÚBLICO DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA CIDADE DE PARINTINS (AM)**

*Projeto desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil-
CPRM em parceria com a Prefeitura Municipal de Parintins*

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM
Superintendência Regional de Manaus

José Maria da Silva Maia
Superintendente Regional

Jussara Socorro Cury Maciel
Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial

José Luiz Marmos
Supervisor de Gestão Territorial

Equipe Técnica do Projeto

José Luiz Marmos (Geólogo)

Bruno Del Rio Calvo (Eng. Químico)

Valdemilton Fonseca Gusmão (Auxiliar Técnico)

PREFEITURA MUNICIPAL DE PARINTINS

Frank Luiz da Cunha Garcia
Prefeito Municipal

Alzenilson Santos de Aquino
Subsecretário Municipal de Meio Ambiente

SUMÁRIO

1. ANTECEDENTES	5
2. CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA PÚBLICO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE PARINTINS	6
3. MATERIAIS E MÉTODOS	21
4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS	25
4.1 Concentrações dos elementos maiores e dos contaminantes químicos detectados nas águas de abastecimento de Parintins	27
4.1.1 Setor Norte	27
4.1.2 Setor Sul	31
4.2 Distribuição espacial dos contaminantes e correlações entre eles	32
4.3 Principais causas das contaminações por nitrato, amônia e alumínio	38
4.4 Comparação com resultados anteriores	39
4.5 A questão da lixeira pública versus a contaminação das águas	44
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49

ANEXO

RESULTADOS COMPLETOS DAS ANÁLISES QUÍMICAS E BACTERIOLÓGICAS

1. ANTECEDENTES

O município de Parintins, situado na porção leste do Estado do Amazonas, fronteira com o Pará, possui uma extensão de 5.956 km² e 114.300 habitantes (IBGE, 2019). Sua sede, a ilha/cidade de Parintins, assenta-se na margem direita do rio Amazonas, abrange uma superfície aproximada de 40 km² e conta com uma população estimada para 2019 em 83.000 pessoas. Dista cerca de 350 km de Manaus e se destaca como o principal polo turístico do interior do Estado, devido à sua tradicional festa do Boi-Bumbá, que atrai milhares de turistas todos os anos no mês de junho.

Todo o fornecimento público de água para consumo humano na ilha provém de captação subterrânea (Aquífero Alter do Chão) e está sob a responsabilidade do SAAE – Sistema Autônomo de Água e Esgoto Municipal, que conta atualmente com 28 poços tubulares em operação.

Em meados do ano de 2005, em atenção a uma demanda do próprio município e do IPAAM – Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas, gerada por suspeitas de que alguns dos poços do SAAE estivessem contaminados, o Serviço Geológico do Brasil – SGB-CPRM executou um projeto, custeado pela Prefeitura de Parintins, para avaliar a qualidade das águas de abastecimento público da ilha.

Como resultado desse estudo, foi constatado que, dos 18 poços públicos existentes à época, somente dois produziam águas potáveis, ou seja, que atendiam às normas da legislação pertinente (Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde, atual Portaria de Consolidação PRC 05/2017 do mesmo Ministério – BRASIL, 2017); os demais estavam realmente contaminados por nitrato, alumínio e/ou amônia, sendo a contaminação derivada da precariedade do saneamento básico na cidade, com ausência de um sistema de coleta e tratamento dos esgotos domésticos, o que leva à infiltração dos efluentes líquidos não tratados, normalmente despejados a céu-aberto, até os níveis superiores do aquífero, contaminando-o (SGB-CPRM, 2005).

Uma vez diagnosticada e avaliada a intensidade da contaminação, o relatório do SGB-CPRM fazia uma série de recomendações para minimizar e, gradualmente, resolver o problema, sendo as principais a desativação/fechamento dos poços mais rasos, a perfuração de novos poços, com pelo menos 100m de profundidade, e a eventual instalação de uma ETA – Estação de Tratamento de Água com captação superficial no rio Amazonas.

De fato, algumas recomendações foram seguidas, com o fechamento de poços do sistema público com menos de 60m de profundidade, e a construção de outros, mais profundos. Porém, depois que entregou o relatório final em 2005, o SGB-CPRM não realizou mais nenhum estudo sobre o tema na região, desconhecendo a eficácia das medidas tomadas pelo SAAE para garantir a melhoria na qualidade da água fornecida à população parintinense.

No primeiro semestre de 2018, alunos e professores do Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua da UEA de Parintins coletaram amostras e fizeram análises químicas de sete poços do SAAE, detectando concentrações de

nitrito, alumínio e/ou amônia acima dos valores máximos permitidos – VMPs pela Portaria PRC 05/2017 em cinco deles e concentrações de chumbo superior ao VMP em todos eles. Com esses dados foi elaborado um laudo (UEA, 2018) que trouxe à luz novamente a questão da contaminação das águas fornecidas à população da cidade de Parintins, o que ensejou a mobilização de entes locais da sociedade civil organizada e de órgãos públicos, como o IPAAM e o Ministério Público Estadual - MPE/AM, que culminou com a realização de uma Audiência Pública, no início do mês de junho de 2019, convocada pelo Deputado Estadual Sinésio Campos.

Nessa Audiência, realizada na própria cidade de Parintins, que contou com a presença de representantes da Prefeitura Municipal, do IPAAM, da UEA, do MPE-AM, da FVS – Fundação de Vigilância Sanitária, da FUNASA, e da ARSAM, ficou acordado que seria feita uma nova avaliação detalhada da qualidade das águas de abastecimento público de Parintins, a qual deveria ser planejada e conduzida pelo SGB-CPRM e custeada, a exemplo do estudo de 2005, pela Prefeitura local.

O referido acordo foi formalizado por meio do Ofício 123/2019 – SEGAB/PMP endereçado ao SGB-CPRM e assinado pelo Prefeito de Parintins. Após os trâmites necessários para se estabelecer, com a Subsecretaria Municipal de Meio Ambiente e com o SAAE, a melhor logística para os trabalhos de campo (caracterização física dos poços e sua amostragem), a equipe técnica do SGB-CPRM, composta por um geólogo, um engenheiro químico e um auxiliar técnico, se deslocou para a cidade para a coleta dos dados in situ, atividade que se desenvolveu no período de 19 a 27 de agosto de 2019.

2. CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA PÚBLICO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE PARINTINS

Para uma melhor descrição deste item, assim como para as considerações técnicas que serão feitas ao longo deste relatório, a ilha de Parintins será dividida, informalmente, em dois setores, norte e sul, separados pelo canal fluvial que faz a ligação do rio Amazonas com o lago Macurany (**Figura 1**).

O **setor norte**, com apenas 5 km², apresenta enorme adensamento populacional, onde estão instalados os bairros Palmares, Santa Rita de Cássia, Castanheira, N. Sra. de Nazaré, São Vicente de Paula, Centro, Santa Clara, Raimundo Muniz, São Francisco, Vitória-Régia, Emílio Moreira, São José e São Benedito. O **setor sul**, com cerca de 34 km², mostra ocupação antrópica intensa somente numa franja aproximada de 3 km², onde estão os bairros Itaúna I e II, Paulo Correa, Djard Vieira, Lady Laura e João Novo; no restante do setor, denominado zona suburbana, a ocupação é rarefeita, destacando-se as comunidades Macurany, Parananema, Aninga e o condomínio Vila Cristina, e é onde se situa a lixeira municipal, de alto potencial poluidor das águas subterrâneas de seu entorno (**Figura 1**).

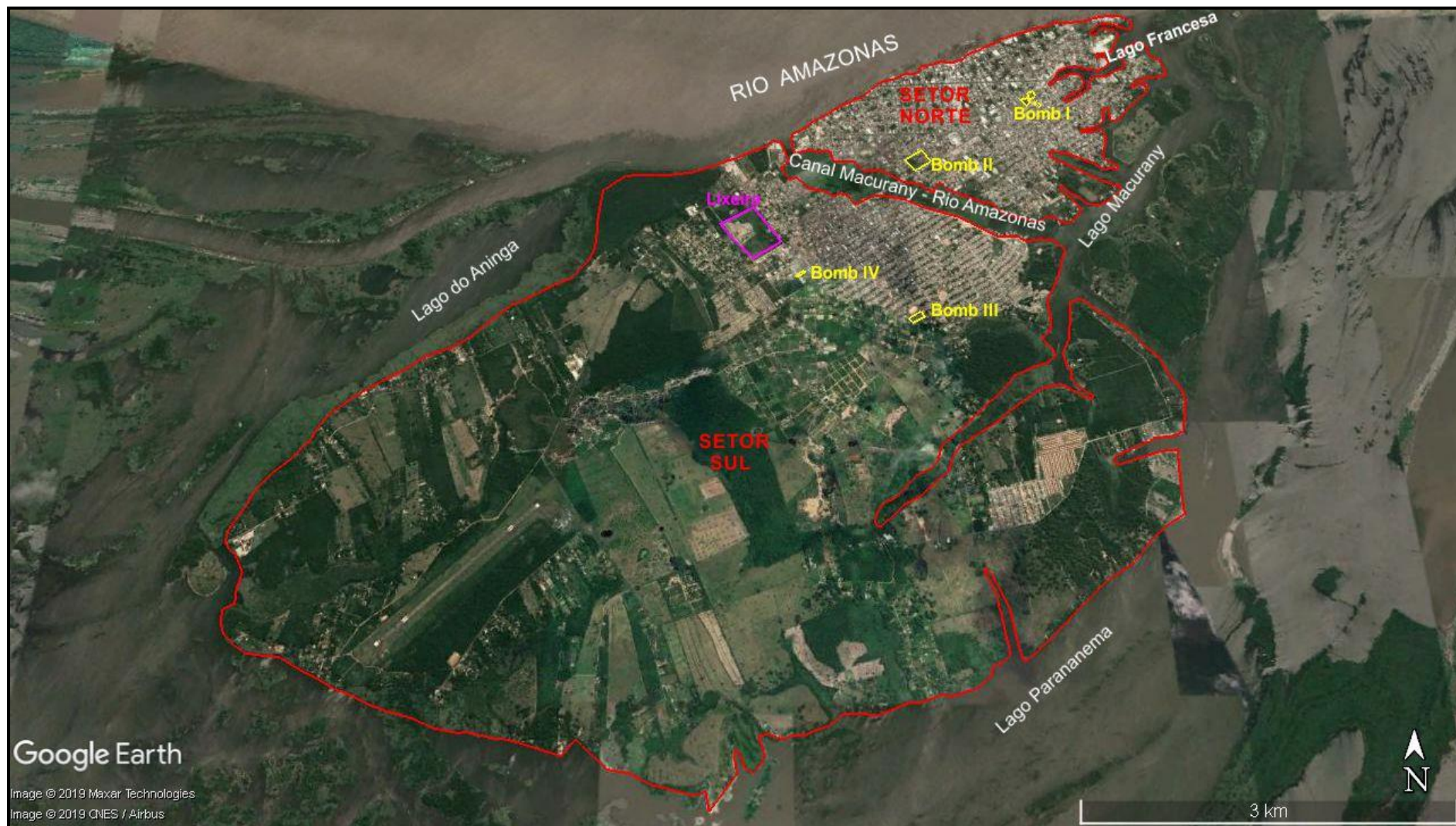


Figura 1: Imagem de satélite (Google Earth) da ilha de Parintins, com sua divisão informal em dois setores e a localização das quatro estações de bombeamento do SAAE e da lixeira municipal.

O sistema de abastecimento público de água na cidade de Parintins, administrado pelo SAAE, conta com 28 poços tubulares em operação (dados de agosto/19), dos quais 18 distribuídos em quatro estações de bombeamento, duas no setor norte (Bombeamento I – Palmares e Bombeamento II – Vitória Régia) e duas no setor sul (Bombeamento III – Itaúna e Bombeamento IV – Djard Vieira), dois poços no Centro, dois nos limites da zona urbana (Pascoal Alágio), no setor sul, e seis na zona suburbana (**Figura 1**). Segundo dados fornecidos pelo SAAE o sistema integrado tem cerca de 18.000 ligações residenciais ativas, o que permite estimar que atenda a uma população entre 72.000 e 80.000 pessoas.

As **Tabelas 1 e 2** ilustram as principais características físicas dos 28 poços. Infelizmente, com exceção do denominado PT-21, recém-perfurado no Bombeamento I, o SAAE não dispõe da documentação técnica dos poços sob sua responsabilidade, o que prejudica bastante a interpretação dos resultados das análises químicas neste laudo. Isso porque é nessa documentação que constam os perfis construtivos e litológicos, obrigatórios na entrega do poço ao contratante e que permitem observar parâmetros importantes como: profundidade total da coluna perfurada; profundidade do selo sanitário (cimentação feita, a partir da superfície, no espaço entre os tubos e as paredes da perfuração, que visa proteger o poço da infiltração de contaminantes); posição dos filtros (tubos serrilhados por onde as águas do aquífero penetram no poço) e dos tubos lisos; variações do material geológico atravessado (mais argiloso ou mais arenoso), etc. Na **Tabela 1**, além do PT-21, constam as posições dos filtros de três poços do Bombeamento I (PT-1, PT-04 e PT-05) e de três do Bombeamento II (PT-08, PT-09 e PT-11) pois seus perfis técnicos estavam no acervo do SAAE na época do estudo anterior do SGB-CPRM, em 2005.

Estação de Bombeamento I – Bairro de Palmares

A Estação I (antiga Estação Paraíba), com cota em torno de 14-15m, foi instalada na década de 60, na porção mais rebaixada da cidade, que se constitui num local para onde flui grande parte das águas servidas da zona urbana, que deságuam no Lago da Francesa. Com seis poços em operação, o terreno da estação está dividido em três setores (**Figuras 1 e 2**):

- **Leste da rua Rio Branco**, com cerca de 5.000 m², que contém apenas um poço ativo (PT-01), no seu extremo noroeste, e quatro poços que foram desativados e tamponados em 2006 por recomendações dos estudos do SGB-CPRM (2005). Em seu limite sudeste, o muro que separava o terreno da viela conhecida como Beco Submarino se rompeu e não foi recuperado, permitindo livre acesso a qualquer pessoa, tendo sido observada a presença de inúmeras crianças em seu interior jogando futebol. Portanto, não há segurança nenhuma no local, que fica vulnerável a atos de vandalismo até no próprio poço em operação. O Beco Submarino, que faz limite com o terreno, é ladeado por um canal de esgotos a céu-aberto que flui das partes mais altas da cidade pelo meio-fio das ruas Rio Branco e Paraíba e se dirige ao Lago da Francesa. As palafitas instaladas no Beco também despejam todos seus dejetos domésticos diretamente nesse canal superficial, contribuindo ainda mais para a infiltração de contaminantes orgânicos no aquífero adjacente que alimenta os poços da Estação, o que obviamente se reflete na má qualidade das águas subterrâneas aí captadas (**Figuras 2 e 3**).

- **Oeste da rua Rio Branco**, com pouco mais de 4.000 m², contém três poços em operação (PT-03, 04 e 05), além de dois poços que foram desativados e tamponados por recomendações dos estudos do SGB-CPRM (2005) e um poço recém-soterrado (PT-02), que precisa ser rapidamente tamponado para evitar que se transforme em mais um conduto para o fluxo dos contaminantes do entorno. O terreno é todo murado, mas sem cadeado no portão de acesso; em sua entrada, observa-se intenso fluxo de esgotos domésticos escorrendo pelo meio-fio da rua Rio Branco em direção ao canal que ladeia o Beco Submarino. O mesmo ocorre no meio-fio da rua Paraíba, limite sul do terreno (**Figuras 2 e 4**).

- **Rua Paraíba**, com 2.000 m², onde se situam dois poços em operação (PT-06 e PT-21), justamente os dois mais profundos da Estação, e o reservatório de alvenaria, com 500 m³, que é alimentado pelos seis poços do sistema. Daí a água é distribuída para diversos bairros, após uma cloração simples, que é feita de modo intermitente e sem muito controle de dosagem. Os dois poços estão muito próximos (< 30m) a residências com fossas e na entrada do terreno também se observa fluxo de esgotos no meio-fio da rua Paraíba. Nesse local, a segurança é adequada, com acesso restrito aos funcionários do SAAE que aí trabalham (**Figuras 2 e 5**).

Estação de Bombeamento II – Bairro Vitória-Régia

A Estação II (antiga Estação SHAM), com cota em torno de 20-21m, em funcionamento desde a década de 80, está instalada num terreno amplo, com 32.000 m², entre as ruas Alcides Seixas, Paraíba, Balbino Noronha e Afonso Maranhão. Possui seis poços em operação (PT-07 a PT-12), quatro poços que foram desativados e tamponados em 2006 por recomendações dos estudos do SGB-CPRM (2005), e um reservatório de ferro com capacidade de 90 m³, que armazena as águas dos seis poços ativos e as distribui para a população dessa região, sem nenhum tipo de tratamento, nem cloração (**Figuras 1, 6 e 7**).

O terreno é limpo, bem cuidado e cercado, com acesso permitido somente aos funcionários do SAAE, e as residências mais próximas estão a mais de 50m. Porém, pelo meio-fio das ruas que o delimitam, a exemplo do Bombeamento I, observa-se fluxo de esgotos domésticos, que se infiltram pelas rachaduras dos pavimentos e podem contaminar as partes superiores do aquífero local. Outro foco de contaminação observada é uma sequência de palafitas instaladas, cerca de 250m a oeste dos poços PT-10 e PT-11, à beira do canal fluvial Lago Macurany – Rio Amazonas, que lançam seus dejetos domésticos a céu-aberto. Apesar da distância e das palafitas estarem num nível topográfico abaixo do terreno da Estação II, um bombeamento excessivo dos poços, ao longo do tempo, pode inverter localmente o fluxo normal das águas subterrâneas, carreando os contaminantes orgânicos em direção a esses poços (**Figuras 6 e 7**).

Uma característica negativa a destacar na Estação é a corrosão do reservatório de ferro, com cerca de 40 anos de utilização, que provoca rachaduras e consequentes vazamentos de água para o terreno, observando-se grande acúmulo da água vazada no entorno do poço PT-10. Essa água acumulada, com fezes de urubus e morcegos, se infiltra na coluna do referido poço. Importante citar que na Estação existem outros dois reservatórios, ambos de concreto, um elevado e um apoiado, sendo que o primeiro foi

desativado há tempos, quando começou a apresentar vazamentos, e o segundo nunca entrou em operação por problemas judiciais referentes à sua construção (**Figuras 8 e 9**).

Estação de Bombeamento III – Bairro Itaúna II

A Estação III, com cota em torno de 22 m, em funcionamento desde 2005/2006, está instalada num terreno bem plano, com 8.000 km², entre as ruas Lourdita Lago (ex-rua 13), 14, Guajarina Prestes e Dom Arcângelo Cerqua. Possui quatro poços em operação (PT-13 a PT-16), que alimentam um reservatório elevado de concreto, com capacidade de 300 m³, de onde a água é distribuída para a população do entorno, sem nenhum tipo de tratamento, nem cloração (**Figuras 1, 10 e 11**).

O terreno é limpo, bem cuidado, murado e gradeado, com acesso permitido somente aos funcionários do SAAE que trabalham no local, e as residências mais próximas estão a mais de 30m dos limites da Estação. Porém, pelo meio-fio das ruas Guajarina Prestes e Dom Arcângelo, a 20-30 metros dos poços, também foi observado fluxo de esgotos domésticos, que se infiltram pelas rachaduras dos pavimentos e podem contaminar as partes superiores do aquífero local (**Figura 11**).

Na visita ao local, durante as amostragens, foram observados vazamentos nas tubulações dos poços PT-14 e PT-16 (**Figura 11**). Vale destacar que não foi possível coletar amostras na saída do reservatório elevado pois o mesmo não dispõe de nenhuma torneira ou registro de saída. Desse modo, a amostra correspondente foi coletada na torneira de uma residência que fica em frente à Estação.

Estação de Bombeamento IV – Bairro Djard Vieira

A Estação IV, com cota em torno de 22 m, em funcionamento desde 2007, está instalada num terreno com pouco mais de 2.000 km², na rua Massaranduba, ao lado do SESC. Possui somente dois poços em operação (PT-17 e PT-18), que injetam diretamente na rede de distribuição, sem nenhum tipo de tratamento. No local há um “esqueleto” de um reservatório elevado de concreto, cujas obras não foram concluídas (**Figuras 1, 12 e 13**).

O terreno é limpo, bem cuidado, murado e gradeado, porém o portão de entrada não tem cadeado e, como não há vigias do SAAE no local, este fica vulnerável a atos de vandalismo, inclusive nos próprios poços cujas casas de controle das bombas não possuem sequer portas (**Figura 13**). Como eventuais fontes de contaminação podem ser citadas uma fábrica de asfalto, que fica ao lado, e a lixeira municipal, distante 380m a noroeste.

Os poços PT-19 e PT-20 ficam no Centro de Parintins, respectivamente a 40 e 60m da margem do rio Amazonas. O primeiro encontra-se num terreno murado, com 500 m² e muito próximo (< 30m) de residências com fossas, onde existe um reservatório desativado; o segundo fica nos fundos do Hospital Jofre Cohen, em terreno aberto (**Figuras 14 e 15**). Ambos injetam diretamente na rede, sem nenhum tratamento e, assim como todos os poços das quatro estações, trabalham num regime de bombeamento de 18 horas/dia.

Tabela 1

Características dos 18 poços públicos do SAAE instalados nas quatro estações de bombeamento

BOMBEAMENTO I - Rua Paraíba x Rua Rio Branco - Bairro Palmares								
Poço	Latitude	Longitude	Profund. Inform. (m)	Nível Estat. (m)	Filtros (m)	Vazão (m ³ /h)	Ano de Perfur.	
PT-01	-2.628389	-56.729583	86	6,4	60 – 80	80	1998	
PT-03	-2.629250	-56.730083	75	5,2		66	2012	
PT-04	-2.629611	-56.729972	50	4,4	40 – 50	66	1998	
PT-05	-2.629500	-56.729694	60	3,5	34 – 50	66	?	
PT-06	-2.629694	-56.728722	120	8,8		110	2011	
PT-21	-2.629583	-56.729139	108		58 – 102	?	2019	
Reservatório	-2.629506	-56.728982	Em concreto armado com capacidade de 500 m ³					
BOMBEAMENTO II - Rua Alcides Seixas - Bairro Vitória-Régia								
Poço	Latitude	Longitude	Profund. Inform. (m)	Nível Estat. (m)	Filtros (m)	Vazão (m ³ /h)	Ano de Perfur.	
PT-07	-2.635611	-56.739833	120	7,1		113	2008	
PT-08	-2.635833	-56.740194	58	4,9	40-54	80	1993	
PT-09	-2.636250	-56.740250	64	3,9	42-64	60	1998	
PT-10	-2.636000	-56.740583	120	4,9		80	2010	
PT-11	-2.636472	-56.740444	66	3,8	36-66	66	1998	
PT-12	-2.635917	-56.739200	120	7,4		66	2010	
Reservatório	-2.635543	-56.740403	De ferro, com capacidade de 90 m ³					
BOMBEAMENTO III - Rua Lourdita Lago - Bairro Itaúna II								
Poço	Latitude	Longitude	Profund. Inform. (m)	Nível Estat. (m)	Filtros (m)	Vazão (m ³ /h)	Ano de Perfur.	
PT-13	-2.651040	-56.740750	73	6,2		80	2004	
PT-14	-2.651361	-56.740528	78	6,1		80	2004	
PT-15	-2.651500	-56.741472	110	5,5		80	2006	
PT-16	-2.651722	-56.741250	96	4,4		80	2006	
Reservatório	-2.651263	-56.741078	Em concreto (elevado), com capacidade de 300 m ³					
BOMBEAMENTO IV - Rua Massaranduba - Bairro Djard Vieira								
Poço	Latitude	Longitude	Profund. Inform. (m)	Nível Estat. (m)	Filtros (m)	Vazão (m ³ /h)	Ano de Perfur.	
PT-17	-2.647139	-56.750694	120	8,4		113	2006	
PT-18	-2.647389	-56.751028	120	6,7		66	2006	
Sem reservatório. Injeção direta na rede de distribuição								

Obs.: os dados de profundidade, nível estático, vazão e ano de perfuração foram informados pelo SAAE

Tabela 2

Características dos poços do SAAE situados no Centro, nos limites da Zona Urbana e na Zona Suburbana

Poços de responsabilidade do SAAE situados no Centro						
Poço	Latitude	Longitude	Profund. Inform (m)	Vazão (m ³ /h)	Ano de Perfur.	Reservatório/rede
PT-19 Rua Faria Neto	-2.626556	-56.739972	110	66	2006	Injeção direta na rede
PT-20 R. Hebert Azevedo	-2.621139	-56.726722	93	52	2006	Injeção direta na rede
Poços de responsabilidade do SAAE situados nos limites da zona urbana e na zona suburbana						
Poço	Latitude	Longitude	Profund. Inform (m)	Vazão (m ³ /h)	Ano de Perfur.	Reservatório/rede
Vila Cristina	-2.668139	-56.736000	85	24	2009	Reservat. Aço 20 m ³
Rodovia Odovaldo Novo	-2.643111	-56.759222	60	4	2017	Injeção direta na rede
Pascoal Alágio	-2.648222	-56.757750	80	18	?	Injeção direta na rede
Parananema S. Miguel PT-02	-2.679889	-56.786306	65	6	2005	Reservat. Fibra 10 m ³
Parananema São Pedro	-2.680444	-56.776778	66	6	2002	Reservat. Fibra 10 m ³
Macurany - Santa Luzia	-2.671139	-56.739000	77	24	2007	Reservat. Fibra 20 m ³
Aninga - Santa Terezinha	-2.655070	-56.779530	83	26	2013	Reservat. Fibra 20 m ³
Aninga - Ramal dos Reis	-2.668750	-56.781222	80	2	2015	Reservat. Fibra 5 m ³

Obs.: os dados de profundidade, vazão e ano de perfuração foram informados pelo SAAE

**Figura 2:** Imagem de satélite (Google Earth) com a localização dos terrenos, dos poços e do reservatório do Bombeamento I do SAAE, no bairro Palmares.



Figura 3: Aspectos do terreno da Estação de Bombeamento I, a leste da rua Rio Branco, sem muro de proteção e ladeado por um canal de esgoto a céu-aberto que acompanha o Beco Submarino



Figura 4: Terreno da Estação de Bombeamento I, a oeste da rua Rio Branco, com esgotos domésticos escorrendo no meio-fio em frente ao portão de acesso ao terreno.



Figura 5: Terreno da Estação de Bombeamento I, na rua Paraíba, com vista do poço PT-06 e do reservatório de concreto com as caixas azuis de fibra onde é feita a dosagem de cloro.



Figura 6: Imagem de satélite (Google Earth) com a localização do terreno, dos poços e do reservatório do Bombeamento II do SAAE, no bairro Vitória-Régia



Figura 7: Acima, vistas do terreno da Estação de Bombeamento II; abaixo, palafitas que lançam seus esgotos domésticos a céu-aberto, cerca de 250m a oeste do terreno do Bombeamento.



Figura 8: Reservatório de ferro da Estação de Bombeamento II, com corrosão que provoca rachaduras e vazamentos da água aí armazenada.



Figura 9: À esquerda, água de vazamento do reservatório de ferro acumulada no entorno do poço PT-10; à direita, vista de dois reservatórios de concreto, sem utilização, existentes no terreno do bombeamento II.



Figura 10: Imagem de satélite (Google Earth) com a localização do terreno, dos poços e do reservatório do Bombeamento III do SAAE, no bairro Itaúna II



Figura 11: Acima, vistas do terreno da Estação de Bombeamento III; abaixo, acúmulo de esgoto doméstico no meio-fio da rua Guajarina Prestes e vazamento na tubulação do poço PT-14.



Figura 12: Imagem de satélite (Google Earth) com a localização do terreno e dos poços do Bombeamento IV do SAAE, no bairro Djard Vieira, ao lado do SESC.



Figura 13: Acima, vistas de frente e de fundo do terreno da Estação de Bombeamento IV, onde se observa “esqueleto” de reservatório inacabado; abaixo, poço PT-17, com vazamento na tubulação de retorno e sem porta na casa de comando da bomba.



Figura 14: Imagem de satélite (Google Earth) do setor norte, com a localização dos poços PT-19 e 20, dos bombeamentos I e II e de três poços fora do sistema SAAE amostrados neste estudo.



Figura 15: À esquerda, terreno onde fica o poço PT-19 do SAAE, com reservatório elevado desativado; à direita, poço PT-20, nos fundos do terreno do Hospital Jofre Cohen.

Os dois poços do SAAE situados nos limites da zona urbana, denominados Rodovia Odovaldo Novo e Pascoal Alágio, injetam diretamente na rede de distribuição do bairro Pascoal Alágio, sem nenhum tipo de tratamento. O primeiro fica nos fundos do Sítio do Vice-Prefeito Tony Medeiros e está cedido ao SAAE, distando apenas 210m da lixeira municipal; o segundo foi construído num terreno da Diocese, está também cedido ao SAAE e não apresenta qualquer fonte contaminante em seu entorno, porém sua casa de proteção e o quadro elétrico precisam de manutenção urgente (**Figuras 16 e 17**).

Os seis poços instalados na zona suburbana abastecem caixas d'água, com capacidade variando de 5 a 20m³, de onde a água é distribuída por gravidade, sem nenhum tratamento, para as respectivas comunidades (**Tabela 2 e Figuras 16 e 17**). Em nenhum deles foi observada qualquer fonte contaminante num raio de até 100m. Vale ressaltar, no entanto, que na entrada do condomínio Vila Cristina, cujo poço abastece cerca de 300 residências, foi observado, a pouco mais de 200m desse poço, grande acúmulo de esgoto doméstico escorrendo pelo meio-fio da Estrada do Macurany, o qual pode, se essa situação persistir, infiltrar no solo e contaminar o aquífero local e o citado poço (**Figuras 16 e 18**). A informação que foi passada à equipe técnica é que a Estação de Tratamento de Esgotos do condomínio, finalizado em 2009, apresentou problemas construtivos e foi desativada depois de pouco tempo de funcionamento, e atualmente os moradores do local lançam seus dejetos domésticos diretamente nas ruas do condomínio.

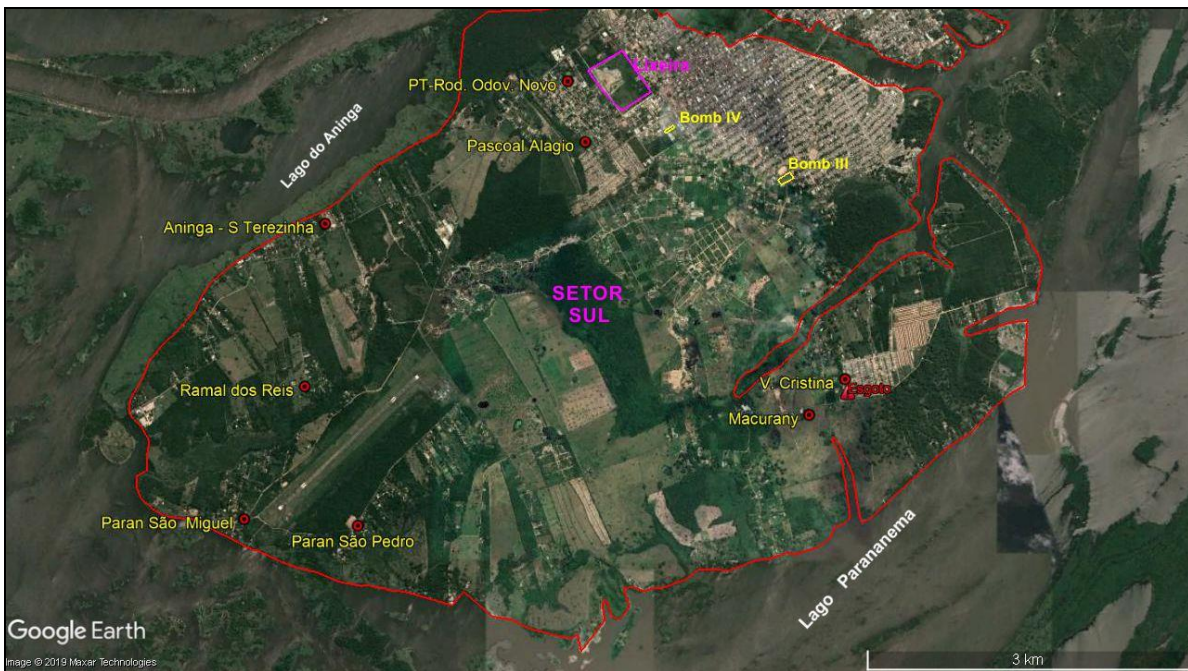


Figura 16: Imagem de satélite (Google Earth) com a localização dos poços do SAAE situados nos limites da zona urbana e na zona suburbana de Parintins, e dos bombeamentos III e IV e da lixeira.



Figura 17: Acima, poços da rodovia Odovaldo Novo e do Pascoal Alágio (no interior da casa de proteção); abaixo, poços das comunidades Macurany-Santa Luzia e Aninga - Ramal dos Reis.



Figura 18: À esquerda, local do poço do Condomínio Vila Cristina, que alimenta caixa de água de aço com 20m³; à direita, acúmulo de esgotos domésticos a céu-aberto, na entrada do condomínio, a cerca de 200m do poço.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Os procedimentos adotados para a execução deste estudo podem ser divididos em três etapas, a seguir explicitadas.

Fase de Campo

Os trabalhos de campo na ilha de Parintins, com vistas à aquisição de dados primários, indispensáveis para a elaboração deste laudo, foram desenvolvidos no período de 19 a 27/08/2019 e constaram das seguintes atividades:

1. Caracterização física dos 28 poços e das quatro estações de bombeamento do sistema público de abastecimento de água, com destaque para as fontes de contaminação existentes no entorno desses locais, conforme já apresentado no item anterior (**Tabelas 1 e 2**). Aqui, novamente vale ressaltar a carência de documentação técnica desses poços (perfis construtivos e litológicos).
2. Coleta de amostras de água dos 28 poços do SAAE e dos três reservatórios das estações de bombeamento para serem submetidas a análises químicas e bacteriológicas.
3. Coleta de amostras de água de 10 poços particulares e de órgãos públicos, situados em posições estratégicas para este estudo, para análises químicas (**Tabela 3**). Ressalta-se que desses 10 poços (três no setor norte - **Figura 14** e sete no setor sul – **Figura 19**), cinco deles (UEA, SENAI, Sítio Tony Medeiros, Grupo Santa Rosa e Fábrica de Sorvetes McDaves) foram escolhidos por sua proximidade com a lixeira pública para que se possa avaliar a qualidade das águas subterrâneas no entorno do principal foco de contaminação existente no setor sul da ilha (**Figura 19**).

A seguir será feito um detalhamento do processo de amostragem de águas realizado nos 38 poços públicos e privados e nos três reservatórios do SAAE.

Tabela 3

Características dos 10 poços tubulares fora do sistema público amostrados neste estudo

Setor Norte					
Poço	Latitude	Longitude	Prof. Inform (m)	Ano de Perfur.	Fontes Contaminantes no entorno
Hospital Padre Colombo	-2.634000	-56.744944	36	2000	Fossas do Hospital
Fábrica de Gelo Idemar	-2.626444	-56.741000	22	2005	Fossas residenciais (<20m)
Amazon River Resort	-2.626944	-56.721556	?	2002	-
Setor Sul					
Poço	Latitude	Longitude	Prof. Inform (m)	Ano de Perfur.	Fontes Contaminantes no entorno
SESC	-2.647306	-56.750361	100	?	-
UFAM	-2.654889	-56.749333	100	2008	-
SENAI	-2.641167	-56.759556	80	2014	Lixeira municipal a 260m a sudeste
UEA	-2.640139	-56.755861	83	2001	Lixeira municipal a 120m a sul
Sítio Tony Medeiros	-2.641417	-56.759333	60	?	Lixeira municipal a 230m a sudeste
Grupo Santa Rosa	-2.636111	-56.756389	?	2005	Lixeira municipal a 500m a sul
Fábrica de Sorvetes McDaves	-2.643528	-56.758194	100	2015	Lixeira municipal a 130m a leste

**Figura 19:** Imagem de satélite (Google Earth) do setor sul da ilha de Parintins, com a localização da lixeira pública e dos sete poços fora do sistema SAAE amostrados neste estudo.

Uma vez acessado o ponto de coleta, a primeira etapa da amostragem consiste na obtenção, em béquer de vidro, de uma alíquota de 250 ml de água, retirada de uma torneira/registo acoplada ao poço/reservatório (no caso dos poços, após bombeamento de pelo menos 15 minutos), para mensuração *in situ* de dois parâmetros físico-químicos importantes: o pH, que revela a acidez da amostra, e a condutividade elétrica (CE), cujo valor é proporcional à quantidade de sólidos totais dissolvidos. Tais parâmetros fornecem de imediato uma boa estimativa da qualidade das águas e de eventuais contaminações, notadamente por compostos nitrogenados (nitrito, nitrito e amônia), os principais contaminantes orgânicos das águas subterrâneas de Parintins. Essas medições foram feitas pelos aparelhos digitais portáteis Cond 3310 da WTW[®] (condutivímetro) e Orion 3 Star da Thermo Scientific[®] (pHmetro) (**Figura 20**). Em cada ponto de coleta foi verificada a aferição desses instrumentos pela medição de materiais de referência (MR). Após isso foi avaliada a presença qualitativa de cloro livre pelo teste de o-toluidina.

A seguir, em cada poço/reservatório, foram coletadas amostras em quatro alíquotas para envio ao Laboratório de Análises Mineraias - LAMIN, laboratório do próprio SGB-CPRM em Manaus, onde se realizaram todas as análises desta primeira campanha (**Figuras 20 e 21**):

- uma de 50 ml, em tubos de centrífuga de polipropileno tipo *falcon*, filtradas em filtros descartáveis de 0,45 µm de porosidade, para determinação de 27 cátions via ICP-OES, incluindo os metais pesados, com a acidificação dessas alíquotas com 1 ml de HNO₃ 1:1 com objetivo de preservar a amostra e evitar a formação de precipitados;

- uma de 50 ml, em tubos de polipropileno, também filtradas em filtros descartáveis de 0,45 µm, para determinação de sete ânions via cromatografia;

- uma de 600 ml, em garrafas PET, para determinação de alcalinidade e amônia, por métodos específicos, e mensurações de pH e condutividade elétrica em laboratório;

- uma de 250 ml, em frasco de polipropileno esterilizado (por autoclavagem), para as análises bacteriológicas (coliformes totais e fecais), realizadas nas quatro estações de bombeamento, nos dois poços do SAAE do centro (PT-19 e PT-20) e no poço da Vila Cristina. Durante a amostragem, para evitar a contaminação das amostras, o coletor utilizou máscara, luva e touca, e realizou a assepsia (com álcool etílico 70%) e flambagem do ponto de amostragem.

Todas as alíquotas, após sua identificação, foram acondicionadas em caixas de isopor e mantidas sob refrigeração, com auxílio de bolsas térmicas, até a entrega no laboratório. Seguiu-se a metodologia internacional padrão (APHA, 2017) para as técnicas utilizadas de amostragem e preservação das amostras. Para maior confiabilidade das análises bacteriológicas, o prazo entre a coleta e a chegada da amostra ao laboratório não pode ultrapassar 24 horas e, por isso, foi necessário estabelecer uma sincronia entre os horários de coleta e o do único voo diário Parintins – Manaus, meio de transporte das amostras.

Fase de Laboratório

Todas as amostras foram encaminhadas para o LAMIN-Manaus, que processou as análises químicas (cátions e ânions) e bacteriológicas conforme métodos e limites de quantificação (LQ's) expressos na **Tabela 4**.



Figura 20: Acima, medição de pH e condutividade elétrica em amostras dos poços PT-10 e da UEA; abaixo, amostragem no poço da Fábrica de Sorvetes e filtragem de amostra do poço PT-03.

Tabela 4

Parâmetros analisados nas amostras de água, métodos utilizados e limites de quantificação (LQ)

Elementos/Ions	LQ (mg/L)	Métodos
27 Cátions		
As, Be, Cd, Pb, Sb	0,002	SMEWW3120 IT-03-10-01 ICP-OES (Espectrometria de Emissão Atômica com Fonte de Plasma)
Li, Ti, V, Se	0,005	
Ba, Co, Cr, Fe, Mg, Mn, Mo, Ni, Sn, Sr, Zn	0,010	
Al, Cu	0,015	
B, Ca, Na, K	0,100	
Si	0,500	
7 Ânions		
F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₂ ⁻ , Br ⁻ , NO ₃ ²⁻ , SO ₄ ²⁻ , PO ₄ ³⁻	0,01	EPA300.1 IT-03-05-01 Cromatógrafo de íons
Amônio	0,013	Spectroquant Merck 1.14752.0001 Método Colorimétrico
Alcalinidade em carbonatos e bicarbonatos	1,8	SMEWW 2320 B IT-03-04-01 Titulação potenciométrica
Bacteriologia		
Coliformes fecais e totais	-	IT-03-06-01 IT-03-06-02 SMEWW 9222 B



Figura 21: Acima, esterilização de torneira, com álcool, para coleta de amostra para análise bacteriológica no poço PT-06 e amostragem para bacteriologia no poço PT-16; abaixo, preparação das amostras coletadas nos poços PT-13 e do Condomínio Vila Cristina.

Fase de escritório

Nesta última fase foram executados os seguintes itens:

- interpretação e discussão dos resultados das análises químicas e bacteriológicas, sua comparação com valores legais de referência e com resultados de estudos anteriores, e elaboração, por meio de interpolações feitas pelo software ArcGis 10.6, dos mapas de distribuição espacial das espécies contaminantes e dos valores de CE e pH;
- avaliação da qualidade das águas subterrâneas no entorno da lixeira municipal;
- elaboração do relatório final, com proposições de medidas para mitigação ou resolução dos problemas diagnosticados.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS

Todas as análises físico-químicas e bacteriológicas efetuadas nas amostras de água coletadas em Parintins encontram-se disponíveis no **Anexo** deste relatório. Para a avaliação dos resultados obtidos foram tomados como referência os valores máximos permitidos (VMPs) pela Portaria de Consolidação nº 05/2017 do Ministério da Saúde-MS (BRASIL, 2017), que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e

vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Os valores obtidos nas análises foram comparados com a “Tabela de padrão de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde”, com a “Tabela de padrão organoléptico de potabilidade” e com a “Tabela de padrão microbiológico” dessa Portaria.

Como se observa no **Anexo**, nenhum dos pontos amostrados revelou presença de coliformes fecais ou totais, ou seja, nesse aspecto, as amostras coletadas estão em conformidade com a Portaria 05/2017-MS, evidenciando ausência de contaminações bacteriológicas por essas espécies. Já no quesito de contaminação química a situação é bem distinta, conforme relatado a seguir.

Estudos desenvolvidos em outras regiões do Estado comprovaram que as águas do Aquífero Alter do Chão, quando não contaminadas, possuem pH ácido, em torno de 4,5 a 5,5 e condutividade elétrica (CE) muito baixa, normalmente em valores menores que 30 - 40 $\mu\text{S}/\text{cm}$, devido à reduzida quantidade de sais dissolvidos nas mesmas. Valores de pH acima de 6,5 ou abaixo de 4,0 e/ou CE acima de 60 $\mu\text{S}/\text{cm}$ indicam algum tipo de influência antrópica, como lançamento de substâncias alcalinas ou nitrogenadas no meio aquoso, ou seja, são parâmetros fortemente sugestivos de águas contaminadas. Assim, o pH e, principalmente, a CE, medidos no instante da coleta das amostras, são ótimos indicativos de contaminação química ou do início do processo de contaminação nessas regiões.

No que diz respeito à CE, os resultados obtidos neste estudo mostram que as considerações acima são válidas também para Parintins como se verá adiante, porém para o pH são válidas apenas parcialmente. O trabalho executado pelo SGB-CPRM em 2005 já havia revelado que as águas subterrâneas de Parintins são *naturalmente* mais ácidas que em outros locais onde o Aquífero Alter do Chão é explorado como fonte de abastecimento público, como nas cidades de Manaus, Itacoatiara e Rio Preto da Eva.

De fato, o estudo atual confirmou essa observação - mesmo nos poços não contaminados do setor sul da ilha, o pH variou de 3,8 a 4,5 (**Tabela 5**), isto é, uma considerável acidez natural. Como comparação, pode ser citado o projeto de elaboração da Carta Hidrogeológica de Manaus, que o SGB-CPRM desenvolve atualmente em parceria com a Agência Nacional de Águas, onde, dos 58 poços isentos de contaminação amostrados, de diversas profundidades, o pH encontra-se na faixa de 4,3 a 6,5. No âmbito do projeto Geodiversidade do Amazonas (MAIA, 2010), em Itacoatiara, foram amostrados 23 poços não contaminados e seus valores de pH variaram de de 4,3 a 6,2; e em Rio Preto da Eva, em 10 poços amostrados, o pH encontrado foi de 4,4 a 4,9.

Outros parâmetros diagnósticos que merecem ser mencionados, nesta avaliação, são os íons cloreto (Cl), sódio (Na), cálcio (Ca), potássio (K) e nitrato (NO_3^-), que, sob condições naturais, ocorrem sempre em quantidades muito reduzidas nas águas do Aquífero Alter do Chão, os quatro primeiros normalmente em concentrações abaixo de 2-3 mg/L e o último abaixo de 4-5 mg/L, por isso essas águas possuem valores baixos de CE. Assim, concentrações mais elevadas dos citados íons (acima de 5 mg/L para Cl, Na, Ca e K e acima de 10 mg/L para nitrato) e, conseqüentemente, valores maiores de CE ($> 60 \mu\text{S}/\text{cm}$), representam valores anômalos, indicativos de águas contaminadas ou em início de processo de contaminação, via de regra associada à infiltração de dejetos orgânicos no aquífero.

4.1 Concentrações dos elementos maiores e dos contaminantes químicos detectados nas águas de abastecimento de Parintins

Tendo por base as observações feitas acima, pode-se partir para uma análise dos dados das **Tabelas 5 e 6**, que contêm os resultados dos parâmetros físico-químicos medidos no campo e as concentrações, determinadas em laboratório, dos íons mais abundantes nas amostras coletadas, incluindo os principais contaminantes detectados e alguns metais pesados. Ressalta-se que, além desses íons/elementos das tabelas, foram analisados diversos outros (vide **Tabela 4**), porém seus valores estão sempre abaixo dos respectivos LQs ou são desprezíveis (vide **Anexo**).

4.1.1 Setor Norte

Dos 14 poços de abastecimento público do **setor norte** da ilha, apenas dois (PT-06 e PT-12) produzem, para os parâmetros analisados, águas isentas de contaminação química, que podem ser consideradas potáveis de acordo com a Portaria 05/2017-MS. Os demais estão contaminados por alumínio (Al) ± nitrato ± amônia. Detalhando-se a contaminação detectada nos 12 poços (**Tabela 5**):

- todos estão contaminados por Al (>0,2 mg/L). Valores superiores a 1,0 mg/L (cinco vezes o limite máximo) foram observados em sete poços: PT-03, PT-04, PT-05, PT-08, PT-09, PT-11 e PT-19, com destaque para o último, com concentração de 2,53 mg/L, doze vezes acima do VMP pela Portaria 05/2017-MS;
- além do Al, cinco poços (PT-04, PT-08, PT-09, PT-11 e PT-19) também estão contaminados por nitrato (>44,0 mg/L), destacando-se novamente o PT-19, com 86,7 mg/L, quase o dobro do VMP. E os demais sete poços mostram concentrações anômalas de nitrato (10,6 – 43,1 mg/L), indicativas de início de processo de contaminação por essa substância;
- além do Al, o PT-05 também mostra contaminação por amônia (>1,5 mg/L), com a maior concentração desse composto de todas as amostras, 2,38mg/L;
- dois poços, PT-04 e PT-09, registram contaminação também por nitrato e amônia.

Adicional a esses valores de Al, nitrato e amônia, que comprovam a contaminação das águas amostradas, os 12 poços apresentaram, com exceção do PT-01, concentrações anômalas (>8 mg/L) de sódio (Na) e cloreto (Cl), realçando-se outra vez o PT-19, com o maior valor de Cl (29 mg/L), e o PT-04, com o maior valor de Na (26,2 mg/L) (**Tabela 5**). Esses dois poços são também os únicos que apresentaram concentrações anômalas (>5 mg/L) de cálcio e potássio (**Tabela 6**), comprovando que ambos são os mais contaminados do sistema de abastecimento público de água de Parintins.

Com relação à CE e pH, nos 12 poços contaminados esses parâmetros variaram respectivamente de 65 a 373 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e de 3,6 a 4,4, enquanto os poços PT-06 e PT-12 possuem CE 37 e 35 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e valores de pH de 4,0 e 3,8 (**Tabela 5**).

A baixa qualidade química das águas produzidas por cinco poços da Estação de Bombeamento I e por cinco poços do Bombeamento II claramente se reflete na qualidade das águas acumuladas nos reservatórios dessas estações que são distribuídas à população parintinense. Assim, conforme se observa na **Tabela 5**, as águas de ambos os reservatórios estão contaminadas por Al e têm concentrações iônicas indicativas de início de processo de

contaminação por nitrato e amônia, com situação mais preocupante para o Bombeamento II, onde o valor de nitrato no reservatório é quase igual ao VMP da Portaria 05/2017-MS.

Tabela 5

Parâmetros físico-químicos medidos no campo (pH e CE) e concentrações de nitrato, amônia, alumínio, sódio e cloro, determinadas em laboratório, nas amostras de água coletadas em Parintins

Pontos de Amostragem	Prof. do poço (m)	pH	Cond. Elétr. (µS/cm)	Nitrato (mg/L)	Amônia (mg/L)	Al (mg/L)	Na (mg/L)	Cl (mg/L)
PT-01	86	4,38	65	10,60	0,04	0,27	4,94	3,60
PT-03	75	3,73	240	34,74	0,03	1,56	15,99	8,67
PT-04	50	3,61	339	50,82	2,36	2,27	26,23	17,42
PT-05	60	3,73	284	37,92	2,38	1,54	24,75	16,02
PT-06	120	3,98	37	4,74	0,04	0,08	2,56	1,71
PT-21	108	4,10	122	25,60	0,25	0,40	9,96	8,30
Reservat. Bomb I		3,89	183	35,70	0,60	0,80	11,90	12,90
PT-07	120	3,79	151	29,95	0,39	0,74	12,54	9,38
PT-08	58	3,62	303	70,87	0,36	2,21	25,38	19,69
PT-09	64	3,90	301	47,32	1,71	1,80	23,92	18,22
PT-10	120	3,83	167	22,90	0,59	0,75	12,65	8,99
PT-11	66	3,86	269	45,24	0,69	1,71	24,99	15,15
PT-12	120	3,84	35	6,30	<0,013	0,07	2,27	5,00
Reservat. Bomb II		3,82	212	42,25	0,82	1,29	18,37	14,84
PT-13	73	4,04	132	27,80	<0,013	0,73	10,70	10,20
PT-14	78	4,13	74	12,29	<0,013	0,29	5,33	3,48
PT-15	110	3,83	42	4,08	<0,013	0,11	1,39	1,43
PT-16	96	3,86	39	5,08	<0,013	0,13	1,75	1,59
Reservat. Bomb III		3,79	75	12,51	<0,013	0,36	5,61	3,77
PT-17	120	3,81	50	6,10	0,06	0,08	2,05	4,00
PT-18	120	3,81	27	3,30	0,13	0,04	1,31	0,65
PT-19	110	3,70	373	86,70	0,80	2,53	23,69	29,00
PT-20	93	3,70	192	43,10	0,24	0,78	16,42	19,50
Vila Cristina	85	4,53	20	1,69	<0,013	0,03	0,44	0,62
Rod. Odovaldo Novo	60	4,32	33	6,10	<0,013	0,06	2,44	1,00
Pascoal Alágio	80	3,74	21	2,60	<0,013	0,04	0,27	0,41
Parananema São Miguel	65	4,36	21	1,60	0,02	0,02	0,33	0,65
Parananema São Pedro	66	4,04	20	1,57	<0,013	0,03	0,34	0,71
Macurany - Santa Luzia	77	4,47	20	1,51	<0,013	0,02	0,27	0,74
Aninga - Sta Terezinha	83	4,53	16	0,81	<0,013	<0,015	0,25	0,40
Aninga - Ramal dos Reis	80	4,41	19	0,91	<0,013	0,02	0,27	0,42
SESC	100	3,86	41	8,20	<0,013	0,09	3,24	8,00
UFAM	100	4,27	26	4,50	<0,013	0,09	0,28	0,67
SENAI	80	4,26	27	4,30	<0,013	0,07	0,22	0,30
UEA	83	3,86	35	5,55	0,18	0,06	2,60	2,74
Sítio Tony Medeiros	60	3,81	67	19,30	0,01	0,17	6,89	13,00
Grupo Santa Rosa	??	4,31	33	5,30	<0,013	0,08	1,85	3,00
Fábrica de Sorvete	100	4,38	21	2,80	<0,013	0,03	0,39	0,46
Hospital Pe. Colombo	36	4,03	212	27,24	1,63	0,40	20,37	11,34
Fábrica de Gelo Idemar	22	3,54	335	84,90	1,62	2,90	28,41	34,00
Amazon River	??	3,86	167	44,15	0,11	0,96	18,28	27,00
Valores Máximos Permitidos pela Portaria 05/2017 - MS				44,0	1,5	0,2	200,0	250,0

Destaca-se em **vermelho** os valores em desacordo com a Portaria 05/2017-MS, que comprovam a contaminação dos poços, e em **verde**, valores anômalos que indicam alteração antrópica na qualidade das águas.

Tabela 6

Concentrações de cálcio, magnésio, potássio e dos metais pesados ferro, chumbo, zinco e manganês, determinadas em laboratório, nas amostras de água coletadas em Parintins

Pontos de Amostragem	Prof. do poço (m)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	K (mg/L)	Fe (mg/L)	Pb (mg/L)	Zn (mg/L)	Mn (mg/L)
PT-01	86	0,65	0,18	0,66	<0,01	<0,002	0,014	<0,010
PT-03	75	4,64	0,76	2,86	0,03	<0,002	0,033	0,025
PT-04	50	5,41	0,92	5,13	<0,01	<0,002	0,014	0,027
PT-05	60	4,22	0,74	5,00	<0,01	<0,002	<0,010	0,018
PT-06	120	0,70	0,09	0,35	<0,01	<0,002	<0,010	<0,010
PT-21	108	1,13	0,22	1,07	0,10	<0,002	0,013	0,012
Reservat. Bomb I		2,03	0,38	2,11	0,03	<0,002	0,037	0,012
PT-07	120	1,68	0,46	2,38	<0,01	<0,002	<0,010	0,028
PT-08	58	7,75	1,01	4,12	0,04	0,0028	0,013	0,026
PT-09	64	3,79	0,72	3,44	<0,01	0,0026	<0,010	0,027
PT-10	120	1,94	0,43	1,96	0,05	<0,002	<0,010	0,016
PT-11	66	3,10	0,68	2,95	0,15	0,0038	0,013	0,027
PT-12	120	0,55	0,09	0,49	<0,01	<0,002	0,010	<0,010
Reservat. Bomb II		2,67	0,55	2,60	0,04	0,0026	0,014	0,022
PT-13	73	0,83	0,28	1,17	<0,01	<0,002	<0,010	0,016
PT-14	78	0,64	0,14	0,39	<0,01	<0,002	<0,010	<0,010
PT-15	110	0,35	0,09	0,21	<0,01	<0,002	<0,010	<0,010
PT-16	96	0,13	0,08	0,28	0,02	<0,002	0,012	<0,010
Reservat. Bomb III		0,93	0,17	0,59	<0,01	<0,002	0,010	0,011
PT-17	120	0,28	0,06	0,39	<0,01	<0,002	<0,010	<0,010
PT-18	120	0,64	0,05	0,27	0,01	<0,002	<0,010	<0,010
PT-19	110	5,35	1,02	6,44	0,06	<0,002	0,012	0,042
PT-20	93	4,39	0,59	2,09	0,31	0,0021	0,040	0,020
Vila Cristina	85	0,05	0,04	0,17	0,07	0,0068	0,028	<0,010
Rod. Odovaldo Novo	60	0,21	0,03	0,12	<0,01	<0,002	<0,010	<0,010
Pascoal Alágio	80	0,61	0,07	0,20	<0,01	<0,002	0,015	<0,010
Parananema São Miguel	65	0,16	0,06	0,17	<0,01	<0,002	0,014	<0,010
Parananema São Pedro	66	0,37	0,06	<0,10	<0,01	<0,002	<0,010	<0,010
Macurany - Santa Luzia	77	0,25	0,06	0,16	<0,01	<0,002	0,013	<0,010
Aninga - Sta Terezinha	83	0,86	0,05	0,15	<0,01	<0,002	0,023	<0,010
Aninga - Ramal dos Reis	80	0,40	0,05	0,13	<0,01	<0,002	0,016	<0,010
SESC	100	0,52	0,08	0,39	<0,01	<0,002	0,010	<0,010
UFAM	100	0,51	0,05	<0,10	0,01	0,0032	0,352	<0,010
SENAI	80	0,51	0,07	0,14	<0,01	<0,002	<0,010	<0,010
UEA	83	0,70	0,13	1,00	<0,01	<0,002	0,011	<0,010
Sítio Tony Medeiros	60	0,36	0,07	0,24	<0,01	<0,002	<0,010	<0,010
Grupo Santa Rosa	??	0,13	0,05	0,13	<0,01	<0,002	<0,010	<0,010
Fábrica de Sorvete	100	0,21	0,07	0,15	<0,01	<0,002	<0,010	<0,010
Hospital Padre Colombo	36	1,94	0,33	2,52	<0,01	<0,002	<0,010	0,020
Fábrica de Gelo Idemar	22	5,22	1,05	6,39	<0,01	<0,002	<0,010	0,058
Amazon River	??	0,71	0,29	1,01	0,04	0,0038	0,010	<0,010
VMPs pela Portaria 05/2017 - MS		-	-	-	0,30	0,010	5,00	0,10

Destaca-se em **vermelho** o valor em desacordo com a Portaria 05/2017-MS e em **verde**, valores anômalos que indicam alteração antrópica na qualidade das águas.

Na **Tabela 6**, o único parâmetro em desacordo com a Portaria 05/2017-MS é a concentração de ferro (Fe) no poço público PT-20, que é de 0,31 mg/L, pouco acima do VMP. Essa inconformidade já havia sido detectada pelas análises feitas no laboratório do SAAE e não representa contaminação antrópica, mas deve estar associada à presença de uma camada de crosta laterítica (“pedra-jacaré”) nas proximidades do poço, como se observa no barranco próximo do rio Amazonas. Esse tipo de formação geológica é rica em minerais de ferro, elemento que, parcialmente dissolvido pelos fenômenos de intemperismo, se incorpora aos níveis superiores das águas subterrâneas, que passam a apresentar concentrações mais enriquecidas nesse metal.

No estudo anterior do SGB-CPRM, no ano de 2005, foi possível correlacionar as contaminações por nitrato, alumínio e amônia com as profundidades dos poços da época, estando a contaminação restrita àqueles mais rasos, com menos de 65m de profundidade. No atual estudo, esta correlação não pode ser feita com segurança devido, principalmente, à já relatada ausência de documentação técnica dos poços do SAAE, o que prejudica a interpretação dos resultados. Podem ser citados dois exemplos dessa questão:

1. Os dois poços mais contaminados do sistema público, PT-04 e PT-19, têm profundidades muito diferentes: o primeiro 50m e o segundo 110m, ou seja, produzem águas da porção rasa e da porção profunda do aquífero. Importante citar novamente que essas profundidades foram informadas pelo SAAE e, se estiverem corretas, comprovam que a contaminação do aquífero atingiu níveis bem mais profundos que em 2005.

2. Na Estação de Bombeamento II há três poços com profundidade informada de 120m: PT-07, PT-10 e PT-12, os dois primeiros contaminados por Al e com valores anômalos altos de CE, nitrato, sódio e cloreto, e o último isento de qualquer contaminação. Como o PT-12 está muito próximo dos outros dois (< 150m) e na mesma cota altimétrica, se as profundidades informadas estiverem corretas, fica difícil explicar essa situação sem conhecer o perfil construtivo e litológico desses poços.

Nesse sentido, é importante mencionar que um poço pode ser profundo, mas devido à existência de filtros (entradas de água) em posições elevadas, ou seja, mais próximos da superfície, a água produzida poderá também se apresentar fora dos padrões de potabilidade, devido à contribuição desses horizontes superiores, eventuais portadores de contaminantes. Talvez seja o caso dos poços PT-07 e PT-10.

Apesar das limitações técnicas é possível visualizar uma correspondência entre a profundidade e a potabilidade, já que dos seis poços mais contaminados da região (PT-19, PT-04, PT-08, PT-05, PT-09 e PT-11), todos, exceto o PT-19, têm menos de 70m de profundidade. Em contraponto, os dois únicos poços que produzem águas de boa qualidade (PT-06 e PT-12) possuem 120m de profundidade (**Tabela 5**). De fato, quando se faz uma correlação matemática das *profundidades* dos 14 poços públicos do setor norte com seus *valores de CE*, obtém-se uma razoável correlação inversa ($r = -0,66$), indicando a tendência de que, quanto mais raso o poço mais intensa sua contaminação.

Os três poços fora do sistema público, amostrados no setor norte da ilha, situados no Hospital Padre Colombo, Hotel Amazon River e na Fábrica de Gelo Idemar, também registraram contaminações por Al \pm nitrato \pm amônia além de valores anômalos altos de

CE, Na e Cl, com destaque para o último, a cerca de 100m do PT-19, que tem concentração de nitrato quase duas vezes acima do VMP e de Al quinze vezes acima do VMP (**Tabela 5**), comprovando que nessa região da ilha a contaminação do aquífero é mais intensa.

Os dados hidrogeoquímicos apresentados para o **setor norte** da ilha de Parintins, de intensa ocupação antrópica, mostram que o aquífero nessa região encontra-se bastante comprometido, com extensa contaminação provada, ou em curso, de suas águas por nitrato, alumínio e amônia, e, assim, sua utilização como fonte de abastecimento público desse setor deve ser interrompida o mais breve possível.

A recuperação natural de um aquífero com tal grau de contaminação é muito lenta, demanda décadas, e isso se cessar a emissão das fontes contaminantes, esgotos e outros efluentes domésticos no caso em questão. Portanto, para este setor recomenda-se a desativação gradual dos poços contaminados, tamponamento dos mesmos, e a substituição da fonte subterrânea de abastecimento público de água por captação superficial no rio Amazonas acoplada a uma ETA - Estação de Tratamento de Águas. Como reserva estratégica, no caso de eventuais problemas que podem ocorrer na ETA e que venham a causar desabastecimentos, é importante manter ativos os dois poços não contaminados (PT-06 e PT-12) e o PT-01, que apresenta contaminação apenas por Al e num grau bem suave.

4.1.2 Setor Sul

No **setor sul** da ilha o panorama geoquímico é bem distinto do relatado acima. Dos 14 poços sob responsabilidade do SAAE (seis nas estações de bombeamento III e IV e oito isolados, nos limites da zona urbana e na zona suburbana), apenas dois produzem águas em desacordo com a Portaria 05/2017-MS. São os poços PT-13 e PT-14 do Bombeamento III, contaminados por Al (>0,2 mg/L) e com valores anômalos altos de nitrato (27,8 e 12,3 mg/L respectivamente) e, no caso do primeiro, de Na (10,7 mg/L) e Cl (10,2 mg/L) (**Tabelas 5 e 6**). São graus de contaminação bem mais brandos que os detectados nos poços do setor norte, notadamente o PT-14, com 0,29 mg/L de Al. No reservatório do Bombeamento, a mistura dessas águas com as dos poços PT-15 e PT-16, de boa qualidade química, dilui ainda mais a contaminação por Al, mas esta persiste, com valor de 0,36 mg/L e concentração anômala de nitrato, 12,5 mg/L (**Tabela 5**).

Importante ressaltar que os dois poços contaminados são os mais rasos e mais antigos da Estação de Bombeamento III, instalada no bairro Itaúna II, na restrita área de maior adensamento populacional do setor sul, com lançamento de águas servidas e esgotos domésticos normalmente a céu-aberto (**Figuras 1 e 11**). Já os demais poços públicos deste setor da ilha, de ocupação antrópica rarefeita, não apresentaram, dentre os parâmetros analisados, qualquer tipo de contaminação. O mesmo ocorre com os sete poços fora do sistema SAAE amostrados nesta região, ressaltando-se apenas que aquele localizado no sítio de Tony Medeiros, com 60m de profundidade, registrou valores anômalos altos de nitrato (19,3 mg/L), Na (6,9 mg/L) e Cl (13,0 mg/L), indicativos de início de processo de contaminação antrópica (**Tabelas 5 e 6**).

Com relação à CE, nos 18 poços isentos de contaminação amostrados no setor sul, esse parâmetro variou de 16 a 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$, enquanto nos poços PT-13 e PT-14, a CE medida foi respectivamente de 132 e 74 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (**Tabela 5**).

Portanto, no setor sul da ilha de Parintins, de ocupação antrópica restrita, o Aquífero Alter do Chão encontra-se preservado e produz águas de boa qualidade para consumo humano, podendo ser utilizado como fonte de abastecimento público nessa região. No entanto, para que essa situação não se deteriore e atinja o triste quadro observado no setor norte, é urgente que se construa para os bairros Itaúna I e II, Paulo Correa, Djard Vieira, Lady Laura e João Novo, onde há um maior adensamento populacional, um sistema de captação e tratamento de esgotos, de modo a impedir que a contaminação já detectada nos poços PT-13 e PT-14 se estenda para o entorno. Essa preocupação se justifica ainda mais porque os solos do setor sul da ilha são, de modo geral, mais arenosos que no setor norte, isto é, solos mais permeáveis, onde a infiltração é mais intensa, o que faz com que a vulnerabilidade do aquífero a contaminantes seja bem maior nesses locais.

A respeito dos poços PT-13 e PT-14, o ideal é que o primeiro, com contaminação mais intensa, seja desativado, tamponado e substituído por outro, no mesmo terreno, com pelo menos 120m de profundidade e com primeiro filtro abaixo de 70m. Com isso, no reservatório do Bombeamento III, as águas do PT-14, de contaminação branda, seriam misturadas às águas desse novo poço e às águas de boa qualidade do PT-15 e PT-16, o que iria resultar num “produto final” adequado para o consumo humano conforme as normas da Portaria 05/2017-MS.

Como medidas complementares à preservação da saúde pública, tendo em vista também a acidez natural das águas subterrâneas da região, é importante que, antes da distribuição final à população, às águas dos poços do SAAE (ou do reservatório, no caso do Bombeamento III) sejam adicionados compostos alcalinos, que elevem seu pH, e o cloro para eliminar os microorganismos nocivos. Também recomenda-se a instalação de uma torneira ou registro no reservatório do Bombeamento III para que se possa coletar amostras diretamente desse ponto e monitorar a qualidade das águas aí acumuladas.

No que concerne aos metais pesados analisados, como se observa na **Tabela 6** e no **Anexo**, tais contaminantes não foram detectados ou estão em quantidades desprezíveis, normalmente abaixo dos LQs e muito inferiores aos VMPs, nas águas subterrâneas de Parintins. Desse modo, a contaminação por chumbo relatada no trabalho recente da UEA (UEA, 2018) não se confirmou neste estudo em nenhum poço analisado, sendo que tal fato será discutido no item 4.4.

4.2 Distribuição espacial dos contaminantes e correlações entre eles

Para traduzir em imagens o quadro hidrogeoquímico relatado no item anterior foram elaborados mapas de distribuição espacial dos contaminantes detectados nas águas subterrâneas de Parintins. As distribuições geográficas de nitrato, CE, alumínio, sódio e cloreto são muito similares entre si, com os maiores valores concentrados no setor norte, que corresponde à principal zona de ocupação antrópica na ilha (**Figuras 22, 23, 24, 25 e 26**). Elevações nas concentrações de nitrato nas águas da região são quase sempre acompanhadas por elevações nas quantidades de alumínio, cloreto e sódio. Dessa forma, se evidenciam correlações muito fortes do nitrato com os três demais íons nas águas dos poços amostrados, comprovadas pelas **Figuras 27, 28 e 29**.

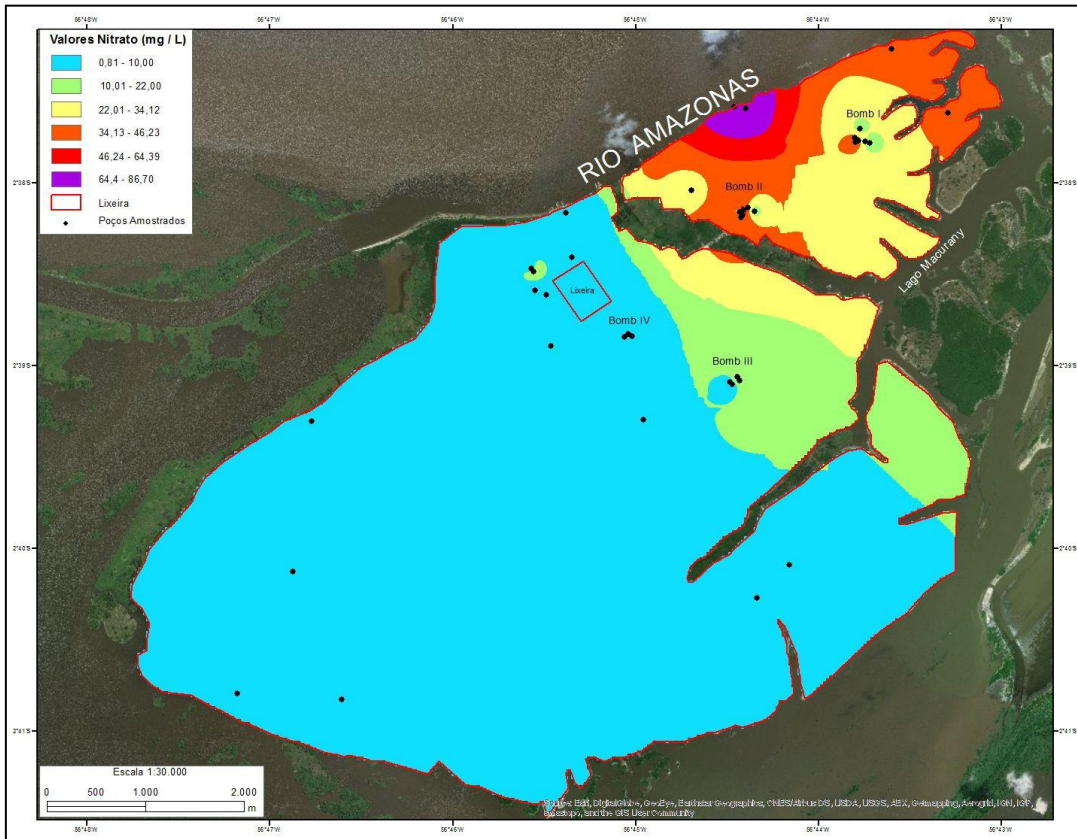


Figura 22: Mapa da distribuição do nitrato nas águas subterrâneas da cidade de Parintins

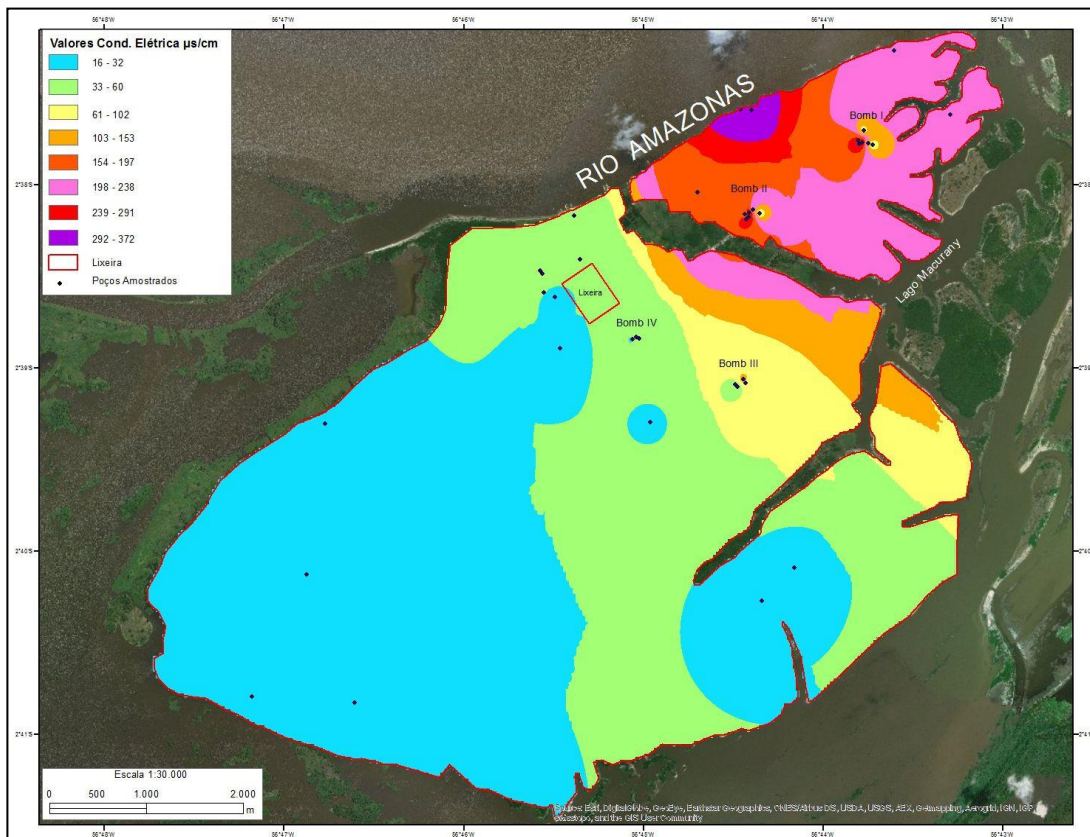


Figura 23: Mapa da distribuição da condut. elétrica nas águas subterrâneas da cidade de Parintins

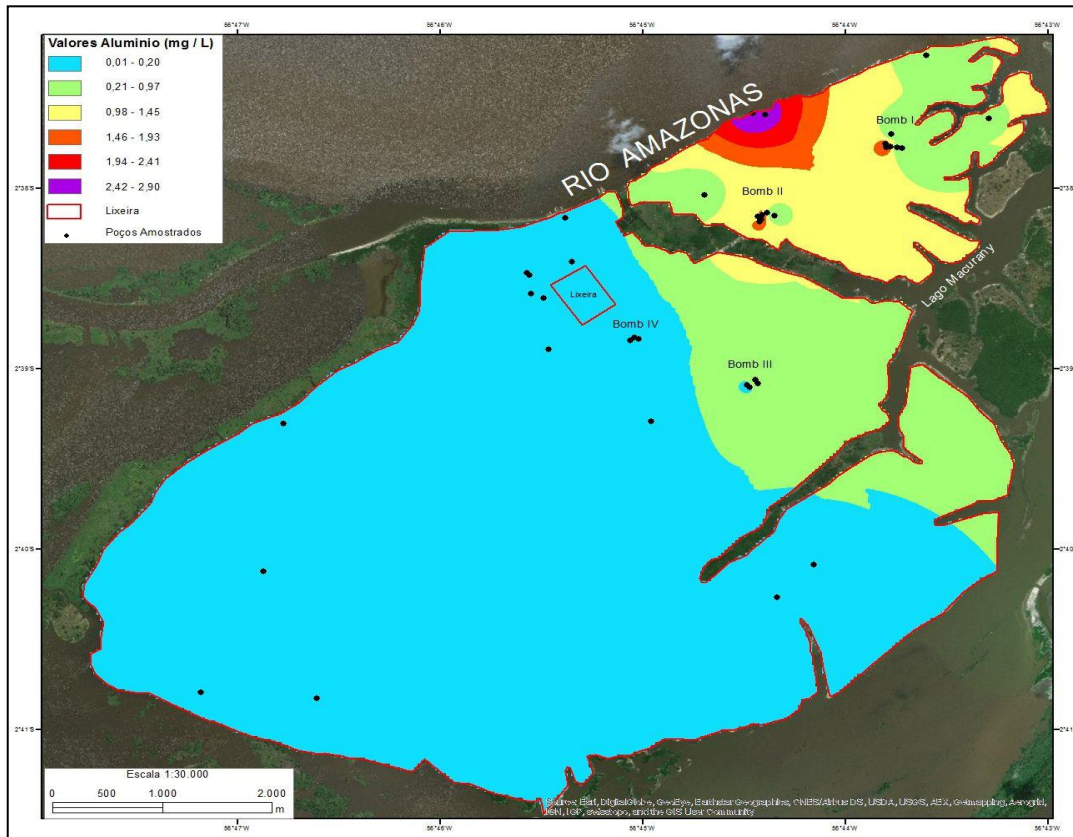


Figura 24: Mapa da distribuição do alumínio nas águas subterrâneas da cidade de Parintins

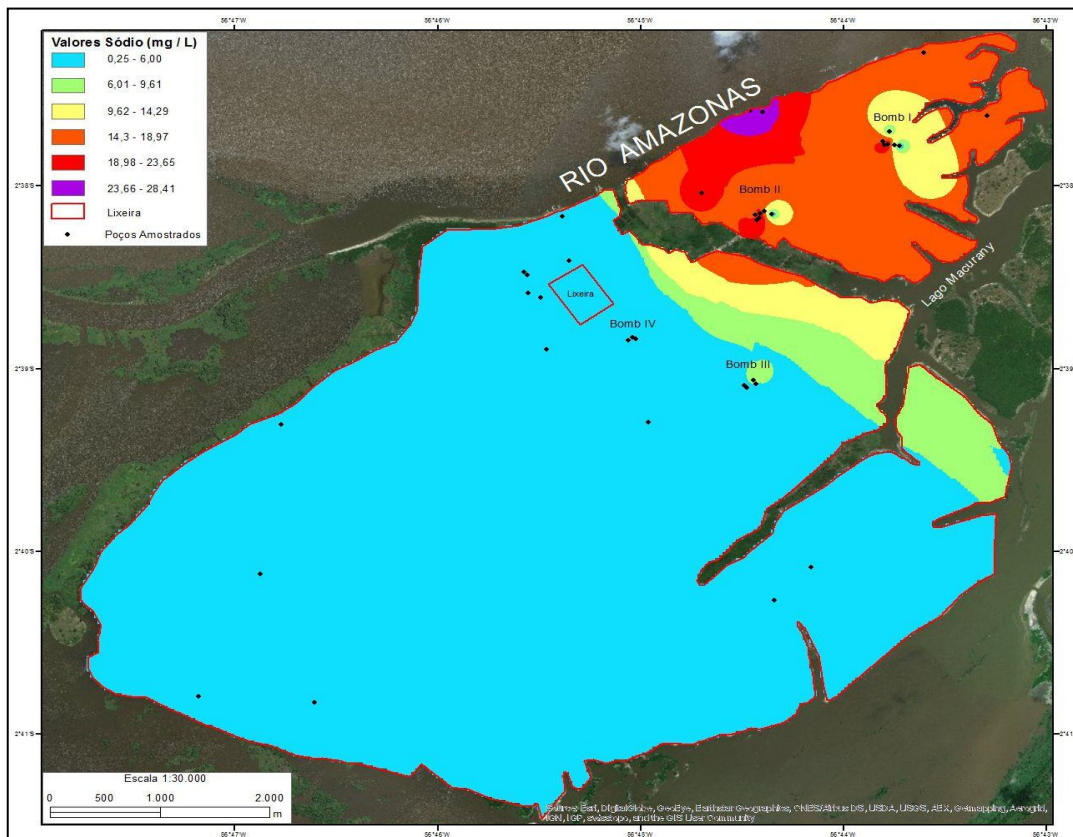


Figura 25: Mapa da distribuição do sódio nas águas subterrâneas da cidade de Parintins

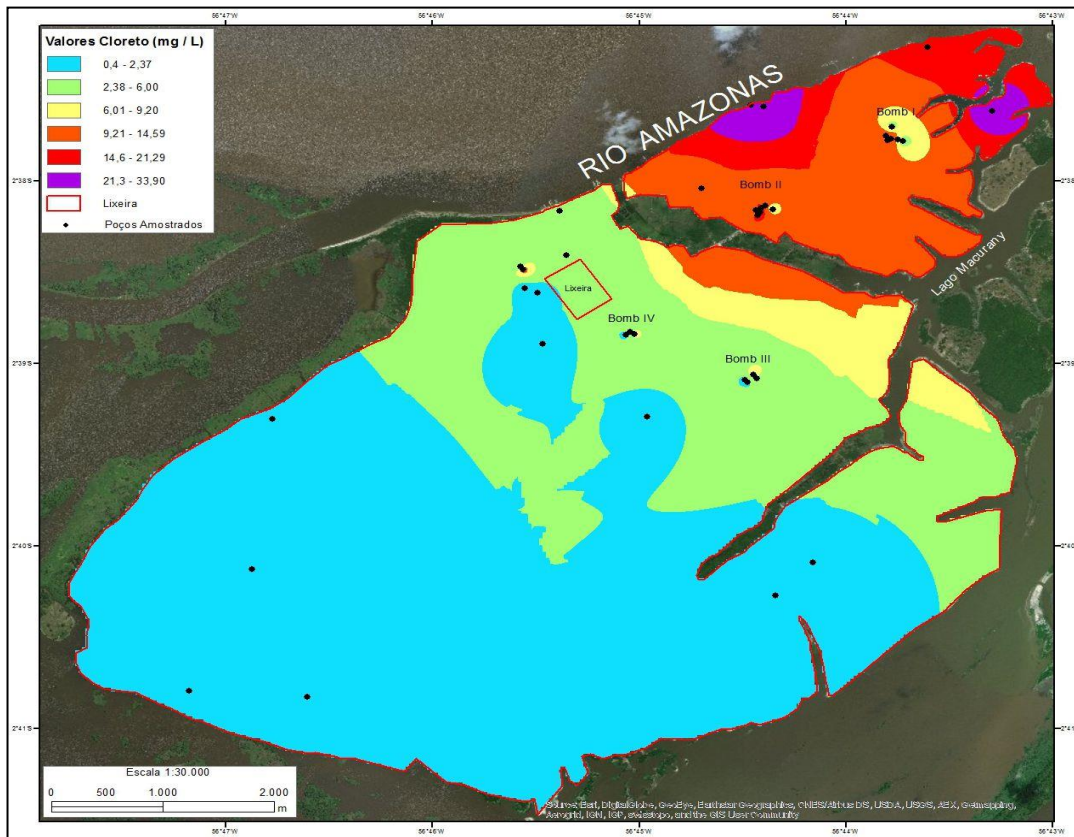


Figura 26: Mapa da distribuição do cloreto nas águas subterrâneas da cidade de Parintins

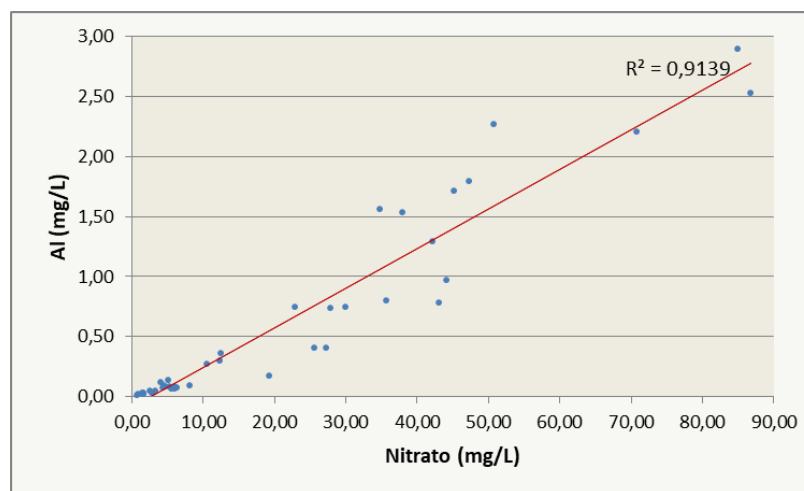


Figura 27: Correlação positiva muito forte entre as concentrações de nitrato e as de alumínio nas águas subterrâneas de Parintins.

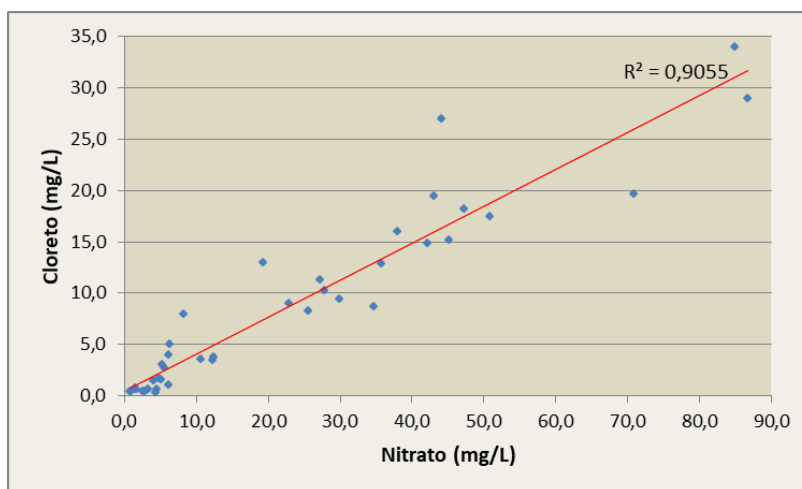


Figura 28: Correlação positiva muito forte entre as concentrações de nitrato e as de cloreto nas águas subterrâneas de Parintins.

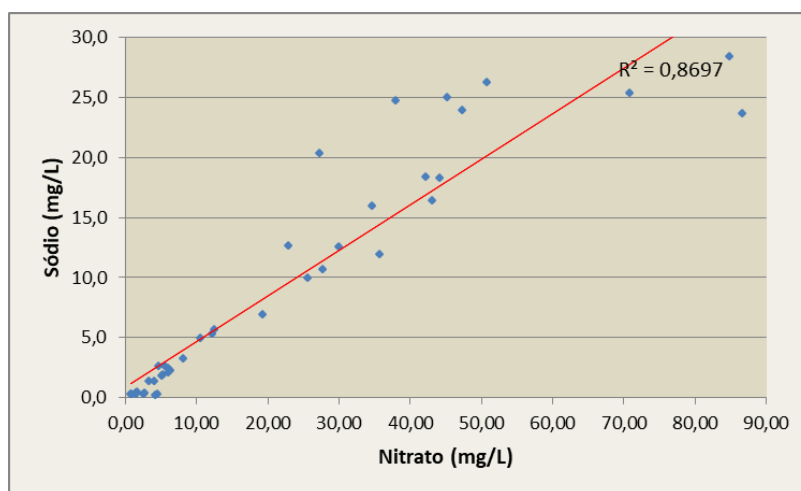


Figura 29: Correlação positiva muito forte entre as concentrações de nitrato e as de sódio nas águas subterrâneas de Parintins.

A CE representou muito bem a distribuição dos principais contaminantes (**Figura 23**). Dessa forma, recomenda-se que o SAAE tome medidas para o monitoramento contínuo desse parâmetro, com o intuito de obter uma boa estimativa da melhora ou piora da qualidade dos poços da região.

Outro fato que se nota é que as águas dos poços contaminados por nitrato são geralmente mais ácidas que as águas naturais do Aquífero Alter do Chão, conforme se observa na **Figura 30**, onde se vê que os valores menores de pH (< 3,8) dominam o setor norte da ilha, o que sugere uma correlação inversa entre esses dois parâmetros. Realmente, quando se considera somente os poços com nitrato > 20 mg/L observa-se que há uma forte correlação negativa ($r = -0.70$) entre os valores de pH e os de nitrato (**Figura 31**). Portanto, a tendência que se verifica é que, quanto mais intensa for a contaminação do poço, mais ácidas serão suas águas. Conforme a **Tabela 5**, os quatro poços que apresentam os maiores conteúdos de nitrato (50,8 – 84,9 mg/L) são justamente aqueles com os menores valores de

pH (3,5 – 3,7) de todo universo amostral. Considerações adicionais sobre essa relação acidez x nitrato, que também está associada às causas das contaminações em estudo, serão feitas no próximo item.

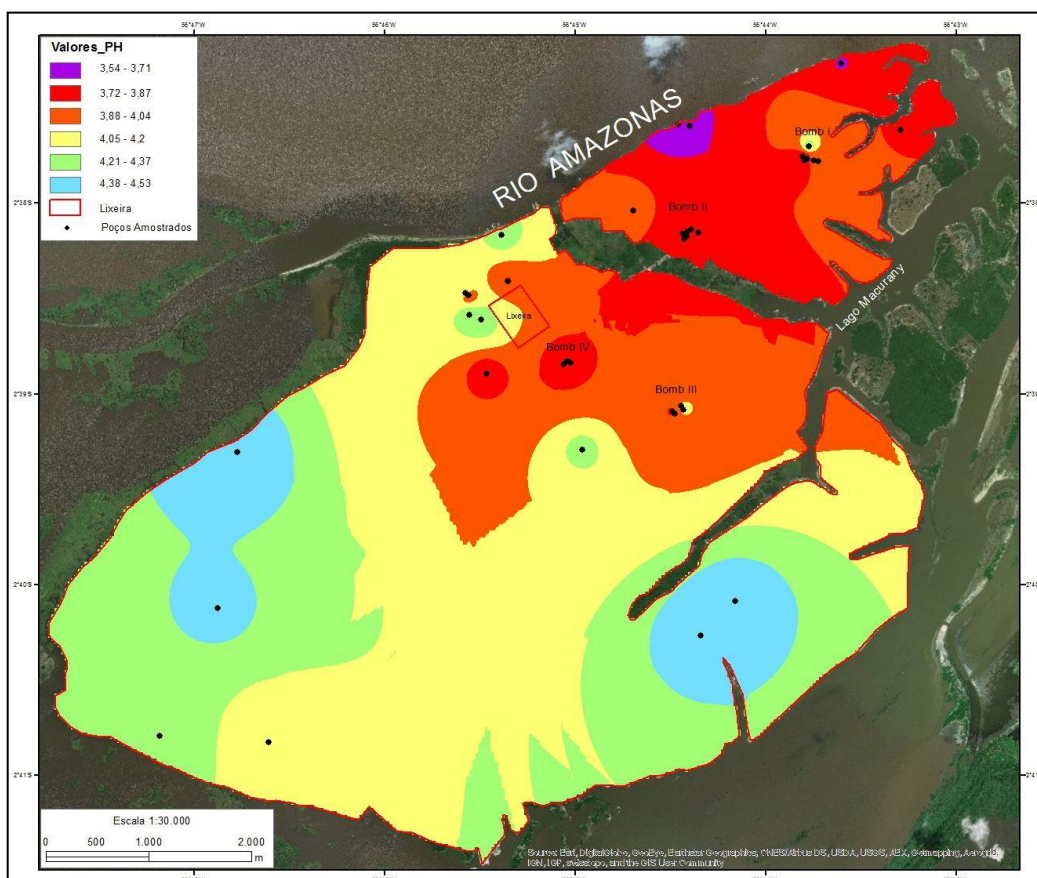


Figura 30: Mapa da distribuição do pH nas águas subterrâneas da cidade de Parintins

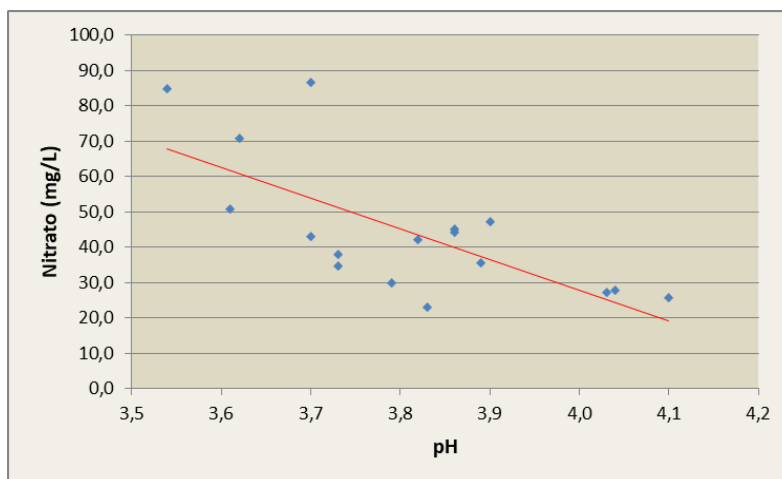
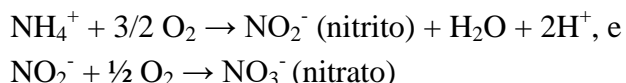


Figura 31: Boa correlação inversa entre os valores de pH e as concentrações de nitrato nos poços contaminados.

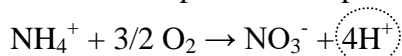
4.3 Principais causas das contaminações por nitrato, amônia e alumínio

Este tópico já foi bem abordado no estudo que o SGB-CPRM realizou em 2005 (SGB-CPRM, 2005) e será reproduzido, com pequenas modificações, a seguir.

A correlação da acidez das águas contaminadas com o nitrato (**Figura 31**) é explicada pela própria origem desse íon, que representa o estágio final da oxidação da matéria orgânica. Os efluentes provenientes de esgotos domésticos são ricos em nitrogênio e se degradam em nitratos na presença de oxigênio, de acordo com o ciclo **nitrogênio orgânico > amônia > nitrito > nitrato**, conhecido como nitrificação, processo que envolve a transformação do nitrogênio amoniacal (NH_3 , NH_4^+) em nitratos e se desenvolve através de duas reações, sob a ação conjugada de bactérias amonificadoras:



A oxidação do nitrito a nitrato em presença do oxigênio e atividade bacteriana é relativamente rápida (CARVALHO, 1995). Assim, devido à efemeridade do nitrito, a oxidação da amônia pode ser simplificada pela reação:



Como se vê, a produção de nitrato é acompanhada pela diminuição do pH das águas, ou seja, pela elevação da sua acidez. A causa das altas concentrações desse íon nos poços públicos do setor norte de Parintins está, portanto, ligada à falta de um sistema de captação e tratamento dos esgotos na cidade, o que leva à infiltração dos resíduos líquidos desses esgotos, despejados em fossas ou a céu-aberto, até os níveis superiores das águas subterrâneas, contaminando-as por compostos nitrogenados.

Um exemplo marcante dessa situação, como já relatado no item 2 deste laudo, é verificado nos arredores do Bombeamento I, onde se observa intenso fluxo de esgotos domésticos escorrendo pelo meio-fio das ruas Rio Branco e Paraíba em direção a um canal superficial que ladeia o sistema de palafitas do Beco Submarino, fluxo esse que se infiltra pelas rachaduras dos pavimentos e contamina as partes superiores do aquífero local. As palafitas instaladas no Beco, limítrofe a um dos terrenos do Bombeamento I, também despejam todos seus dejetos domésticos diretamente nesse canal, que se dirige ao Lago da Francesa, contribuindo ainda mais para a infiltração de contaminantes orgânicos no aquífero adjacente que alimenta os poços da Estação, o que se reflete na má qualidade das águas subterrâneas aí captadas (**Figuras 3 e 4**). Situação semelhante ocorre com a Estação de Bombeamento II.

Toda essa poluição orgânica adjacente aos poços de abastecimento público do setor norte, aliada à carência de esgotamento sanitário na cidade, obviamente é a grande fonte da contaminação das águas subterrâneas por nitrato e amônia.

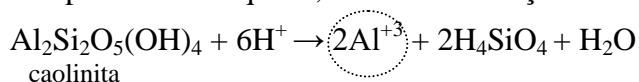
Devido aos nitratos serem muito estáveis e, por sua ordem no ciclo do nitrogênio, com consumo de amônia para sua formação ($\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_3^-$), geralmente altas concentrações dos mesmos estão associados a contaminações de origem mais antiga, enquanto usualmente as elevadas presenças de amônia ou nitrito indicam emissões recentes.

A amônia foi encontrada em valores significativos ($> 0,3$ mg/L) (**Tabela 5**) somente nos poços do setor norte, o que indica contaminações recentes, ou seja, existência de pulsos contínuos de fluxos de efluentes domésticos contendo nitrogênio, na forma ainda não oxidada, sendo lançados atualmente nos corpos aquíferos.

Por tudo que já foi exposto, fica evidente que as águas subterrâneas fornecidas à população em Parintins possuem *naturalmente* uma pronunciada acidez (pH 3,8 a 4,5), o que, por si só, já é um fato bastante preocupante em termos de saúde pública. Conforme relatado, a contaminação por nitrato promove elevação dessa acidez, contribuindo para agravar ainda mais o problema.

A acidez das águas contaminadas também é a responsável, muito provavelmente, pelo processo que acaba por desencadear a contaminação por alumínio. Sabe-se que este metal é pouco móvel (tem solubilidade baixa) na faixa de pH de 4,0 a 8,0, típica dos ambientes naturais. Portanto, o alumínio dificilmente é liberado, como espécie iônica, para o meio aquoso, ficando retido na fase sólida, sob a forma de argilo-minerais, óxidos ou hidróxidos. Ocorre que em águas com pH abaixo de 4,0, como em diversos poços contaminados, e com altas concentrações de ácidos orgânicos, o alumínio pode ser liberado para esse meio, por um processo conhecido como complexação, onde o metal migra da fase sólida e se liga a compostos orgânicos, formando íons complexos (CARVALHO, 1995). A forte correlação das concentrações de nitrato com as de alumínio nas águas subterrâneas, já apresentada na **Figura 27**, reforça a hipótese acima levantada.

Com relação ainda à mobilização do alumínio, THOMAS (1994) advoga que, em ambientes onde inundações sazonais se alternam com épocas de intensa dessecação ocorre um processo conhecido como *ferrólise* que, com pH inferior a 4, conduz à dissolução congruente da caolinita (mineral de argila mais comum em ambientes tropicais), liberando alumínio na forma iônica para o meio aquoso, conforme a reação abaixo:



4.4 Comparação com resultados anteriores

Para efeitos de comparação, nas **Tabelas 7 e 8** são apresentados, para os 30 pontos de amostragem deste estudo em que há análises químicas de pelo menos outra fonte de referência, os resultados obtidos, para os principais parâmetros diagnósticos, por essas outras fontes, a saber: o trabalho do SGB-CPRM de 2005, o estudo da UEA de 2018 e as análises mais recentes feitas do laboratório do SAAE (maio/junho de 2019).

Quando se compara os dados do SGB-CPRM (2005) com os deste estudo, para os seis poços públicos do setor norte existentes em 2005 e que ainda permanecem ativos no sistema do SAAE (PT-01, 04 e 05 do Bombeamento I e PT-08, 09 e 11 do Bombeamento II), salta aos olhos a intensificação da contaminação por nitrato, alumínio e amônia nesse período de 14 anos, com consequente deterioração significativa da qualidade das águas subterrâneas no setor, com destaque para (**Tabelas 7 e 8**):

- os poços PT-01, com 86m de profundidade, e PT-11, com 66m, que em 2005 produziam águas potáveis, de boa qualidade, e hoje estão contaminados respectivamente

por alumínio (0,27 mg/L) e alumínio (1,7 mg/L) + nitrato (45,2 mg/L), o que resultou num aumento expressivo em seus valores de CE (de 26 para 65 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e de 53 para 269 $\mu\text{S}/\text{cm}$);

- os poços PT-04 (50m de profundidade) e PT-09 (64m), que em 2005 registravam contaminação somente por alumínio e atualmente, além do notável enriquecimento desse metal em suas águas (de 0,79 para 2,27 mg/L e de 0,36 para 1,80 mg/L respectivamente), encontram-se contaminados por nitrato (50,8 mg/L e 47,3 mg/L) e amônia (2,36 mg/L e 1,71 mg/L), o que resultou também num aumento marcante nos valores de CE (de 152 para 339 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e de 98 para 301 $\mu\text{S}/\text{cm}$) e, no caso do PT-04, elevação da acidez, com pH passando de 3,9 para 3,6;

- o poço PT-08, que só apresentava contaminação por alumínio, teve esta intensificada (de 0,92 para 2,21 mg/L) e passou a estar contaminado por nitrato também (de 18,5 para 70,9 mg/L), o que conduziu a uma elevação significativa de CE (de 162 para 303 $\mu\text{S}/\text{cm}$) e da acidez, com pH passando de 3,9 para 3,6.

As constatações acima comprovam que a contaminação por alumínio e pelos compostos nitrogenados se amplificou e atingiu os níveis mais profundos do aquífero nessa região, o que reforça a recomendação, já apresentada no item 4.1.1, de desativação das estações de bombeamento situadas no setor norte da ilha, além dos poços isolados PT-19 e PT-20, e a implantação de uma ETA, com captação de água bruta no rio Amazonas, para abastecer a população desse setor.

Ainda sobre a comparação dos dados de 2005 com os do estudo atual, podem ser feitas as seguintes considerações (**Tabelas 7 e 8**):

- a deterioração na qualidade das águas dos poços das Estações de Bombeamento I e II obviamente se reflete nos reservatórios dessas estações, que armazenam suas águas e as distribuem para a população, conforme observado para o Bombeamento II, cujos resultados da amostra do reservatório revelam significativa elevação nos valores de alumínio (de 0,62 para 1,29 mg/L), nitrato (de 16,6 para 42,2 mg/L), amônia (de 0,35 para 0,82 mg/L) e CE (de 143 para 212 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Em 2005 não houve amostragem no reservatório do Bombeamento I;

- no setor sul, o único poço público amostrado em 2005, o PT-14 da Estação Itaúna, teve variação insignificante na concentração de alumínio, porém marcante elevação nos valores de nitrato (de 2,2 para 12,3 mg/L) e de CE (de 35 para 74 $\mu\text{S}/\text{cm}$), o que sugere o início da degradação do aquífero no entorno da Estação, fato que requer cuidados conforme já exposto no item 4.1.2.

No comparativo dos resultados deste estudo com aqueles obtidos pelo SAAE nas amostras coletadas em maio e junho de 2019, observa-se que (**Tabelas 7 e 8**):

- os valores para pH, CE e alumínio são similares em ambos os casos, com poucas exceções, como o pH no PT-05 e no PT-06, que podem ser explicadas por problemas na calibração do aparelho que mede esse parâmetro;

- com relação aos compostos nitrogenados, as concentrações de nitrato informadas pelo SAAE são menores na grande maioria das amostras e as de amônia são ora menores e ora maiores que as obtidas neste estudo. Essas diferenças devem estar associadas a fatores como: método de coleta e preservação das amostras, período hidrológico da amostragem,

tempo decorrido entre a amostragem e análise no laboratório, e método de análise. Ressalta-se que, para que se obtenham resultados mais confiáveis para esses compostos, o tempo entre a coleta e a análise deve ser o mínimo possível, não mais que 48 horas;

- a concentração de ferro obtida pelo SAAE no PT-20, acima do VMP pela Portaria 05/2017, confirma o resultado atual, porém, ao contrário deste estudo, o SAAE também registrou concentração de ferro superior ao VMP nos poços PT-05 e PT-11;

- os resultados do SAAE para os poços públicos do setor sul da ilha, à exceção da já citada contaminação por alumínio e valores anômalos de nitrato no PT-13 e PT-14, confirmam a boa qualidade das águas subterrâneas nessa região.

Por último, a comparação dos dados deste estudo com os resultados da UEA (2018) permite que sejam feitas as seguintes constatações (**Tabelas 7 e 8**):

- os valores de pH, com exceção do PT-11, e de CE, com exceção do PT-03 e PT-11, são similares em ambos os informes. As CE's obtidas pela UEA nesses dois poços são muito inferiores às deste estudo e às informadas pelo SAAE. Como já mencionado, as divergências nos valores de pH e CE provavelmente derivam de problemas na calibração dos aparelhos que medem tais parâmetros;

- as concentrações de nitrato são sempre muito menores nos resultados da UEA, o que não condiz com os valores altos obtidos para a CE. Já a amônia está ora menor e ora maior que os valores aqui obtidos. Com relação aos compostos nitrogenados, vale a mesma ressalva feita acima sobre os métodos de coleta e análises laboratoriais;

- as concentrações de alumínio são sempre muito inferiores aos resultados deste estudo e também do SAAE, porém ainda representam valores que confirmam a contaminação das águas por este metal;

- a contaminação por chumbo em sete dos oito pontos amostrados pela UEA não foi confirmada por este estudo em nenhum ponto. Poderia ser o caso de se recomendar novas análises em outro laboratório, mas dois fatores indicam que esses valores elevados de chumbo não procedem e devem ter sido gerados por problemas analíticos. Em primeiro lugar, não se vislumbra em Parintins nenhuma fonte contaminante desse metal, seja ela natural (rochas enriquecidas em chumbo) ou antrópica, ainda mais quando se considera que no poço da isolada Vila Cristina foi detectada concentração de chumbo seis vezes acima do VMP. Além disso, o estudo da UEA aponta valores excessivos de chumbo em três poços do Bombeamento II, em um deles (PT-11) nove vezes acima do VMP, mas na amostra coletada no reservatório do Bombeamento, que armazena as águas desses poços, a concentração do metal, segundo o próprio informe da UEA, foi insignificante, bem abaixo do VMP (**Tabela 8**).

Não obstante as diferenças metodológicas de coleta e análises entre este estudo, o da UEA (2018) e do laboratório do SAAE (2019), e a consequente variação entre seus resultados, é perceptível que houve uma marcante intensificação da contaminação por esgotos domésticos em relação ao trabalho do SGB-CPRM de 2005.

Tabela 7

Valores de pH, condut. elétrica, nitrato e amônia obtidos neste estudo, nos trabalhos do SGB-CPRM (2005), da UEA (2018) e no laboratório do SAAE (2019) para as águas subterrâneas de Parintins.

Pontos de Amostragem	pH				Cond. Elétrica (µS/cm)				Nitrato (mg/L)				Amônia (mg/L)			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
PT-01	4,4	4,3	-	4,4	65	26	-	70	10,60	0,78	-	12,20	0,04	<0,10	-	0,01
PT-03	3,7	-	3,9	4,1	240	-	101	300	34,74	-	8,10	24,10	0,03	-	1,03	0,90
PT-04	3,6	3,9	3,7	4,1	339	152	294	300	50,82	16,75	10,20	41,00	2,36	0,38	1,85	-
PT-05	3,7	3,8	3,9	4,4	284	282	310	260	37,92	19,90	7,90	31,70	2,38	0,86	2,58	1,50
PT-06	4,0	-	-	4,8	37	-	-	50	4,74	-	-	5,20	0,04	-	-	0,07
PT-21	4,1	-	-	4,5	122	-	-	150	25,60	-	-	9,40	0,25	-	-	0,37
Reserv. Bomb I	3,9	-	-	4,1	183	-	-	140	35,70	-	-	11,20	0,60	-	-	0,82
PT-07	3,8	-	-	4,3	151	-	-	140	29,95	-	-	6,90	0,39	-	-	0,27
PT-08	3,6	3,9	3,9	4,0	303	162	330	280	70,87	18,55	9,80	25,10	0,36	<0,10	1,09	0,50
PT-09	3,9	4,0	3,8	4,2	301	98	253	260	47,32	13,14	7,40	9,70	1,71	<0,10	0,76	1,10
PT-10	3,8	-	-	3,9	167	-	-	150	22,90	-	-	9,30	0,59	-	-	0,41
PT-11	3,9	4,1	4,6	4,2	269	53	150	230	45,24	5,91	5,10	30,00	0,69	0,11	0,83	0,43
PT-12	3,8	-	-	4,2	35	-	-	30	6,30	-	-	5,40	<0,013	-	-	0,00
Reserv. Bomb II	3,8	4,0	4,0	4,3	212	143	98	190	42,25	16,57	8,00	9,80	0,82	0,35	0,58	0,4
PT-13	4,0	-	-	4,4	132	-	-	120	27,80	-	-	15,40	<0,013	-	-	0,02
PT-14	4,1	4,3	-	4,0	74	35	-	70	12,29	2,20	-	9,40	<0,013	0,10	-	0,00
PT-15	3,8	-	-	3,9	42	-	-	40	4,08	-	-	3,50	<0,013	-	-	0,01
PT-16	3,9	-	-	4,2	39	-	-	40	5,08	-	-	6,60	<0,013	-	-	0,03
PT-17	3,8	-	-	3,9	50	-	-	40	6,10	-	-	2,70	0,06	-	-	0,07
PT-18	3,8	-	-	4,0	27	-	-	30	3,30	-	-	2,60	0,13	-	-	0,10
PT-19	3,7	-	-	4,0	373	-	-	290	86,70	-	-	21,50	0,80	-	-	0,56
PT-20	3,7	-	-	4,2	192	-	-	120	43,10	-	-	19,60	0,24	-	-	0,25
Vila Cristina	4,5	-	4,5	4,7	20	-	16	20	1,69	-	1,00	0,00	<0,013	-	<0,10	0,00
Parananema São Miguel	4,4	-	-	4,3	21	-	-	20	1,60	-	-	0,00	0,02	-	-	0,00
Parananema São Pedro	4,0	-	-	4,3	20	-	-	30	1,57	-	-	0,00	<0,013	-	-	0,00
Macurany – Santa Luzia	4,5	-	-	4,4	20	-	-	20	1,51	-	-	0,00	<0,013	-	-	0,00
Aninga – Sta Terezinha	4,5	-	-	4,6	16	-	-	20	0,81	-	-	0,40	<0,013	-	-	0,00
Aninga – R. dos Reis	4,4	-	-	4,7	19	-	-	30	0,91	-	-	0,00	<0,013	-	-	0,00
UEA	3,9	4,4	-	-	35	26	-	-	5,55	0,53	-	-	0,18	<0,10	-	-
Hospital Pe. Colombo	4,0	4,1	-	-	212	91	-	-	27,24	10,29	-	-	1,63	0,55	-	-

1: Este estudo; 2: SGB-CPRM (2005); 3:UEA (2018); 4: Laboratório do SAAE (maio e junho/2019)

Realçados em amarelo os pares de valores que indicam intensificação da contaminação de 2005 para 2019, com deterioração significativa na qualidade da água.

Tabela 8

Concentrações de alumínio, ferro e chumbo obtidos neste estudo, nos trabalhos do SGB-CPRM (2005), da UEA (2018) e no laboratório do SAAE (2019) para as águas subterrâneas de Parintins.

Pontos de Amostragem	Al (mg/L)				Fe (mg/L)				Pb (mg/L)			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
PT-01	0,27	0,04	-	0,29	<0,01	0,001	-	0,22	<0,002	<0,002	-	-
PT-03	1,56	-	0,87	1,97	0,03	-	0,03	0,05	<0,002	-	0,015	-
PT-04	2,27	0,79	1,58	2,31	<0,01	0,002	0,08	0,06	<0,002	<0,002	0,038	-
PT-05	1,54	1,67	0,90	1,53	<0,01	0,031	0,06	0,32	<0,002	<0,002	0,018	-
PT-06	0,08	-	-	0,11	<0,01	-	-	0,05	<0,002	-	-	-
PT-21	0,40	-	-	0,43	0,10	-	-	0,04	<0,002	-	-	-
Reserv. Bomb I	0,80	-	-	0,73	0,03	-	-	0,11	<0,002	-	-	-
PT-07	0,74	-	-	0,68	<0,01	-	-	0,08	<0,002	-	-	-
PT-08	2,21	0,92	1,33	1,56	0,04	0,014	0,05	0,23	0,0028	<0,002	0,016	-
PT-09	1,80	0,36	1,02	1,63	<0,01	0,003	0,08	0,12	0,0026	<0,002	0,073	-
PT-10	0,75	-	-	0,23	0,05	-	-	0,10	<0,002	-	-	-
PT-11	1,71	0,18	0,20	1,34	0,15	0,001	1,41	0,35	0,0038	<0,002	0,094	-
PT-12	0,07	-	-	0,04	<0,01	-	-	0,06	<0,002	-	-	-
Reserv. Bomb II	1,29	0,62	0,67	0,92	0,04	0,016	0,06	0,10	0,0026	<0,002	0,005	-
PT-13	0,73	-	-	0,68	<0,01	-	-	0,06	<0,002	-	-	-
PT-14	0,29	0,22	-	0,25	<0,01	0,014	-	0,05	<0,002	<0,002	-	-
PT-15	0,11	-	-	0,14	<0,01	-	-	0,06	<0,002	-	-	-
PT-16	0,13	-	-	0,12	0,02	-	-	0,03	<0,002	-	-	-
PT-17	0,08	-	-	0,03	<0,01	-	-	0,07	<0,002	-	-	-
PT-18	0,04	-	-	0,05	0,01	-	-	0,06	<0,002	-	-	-
PT-19	2,53	-	-	1,94	0,06	-	-	0,02	<0,002	-	-	-
PT-20	0,78	-	-	0,67	0,31	-	-	0,39	0,0021	-	-	-
Vila Cristina	0,03	-	0,02	0,01	0,07	-	0,05	0,03	0,0068	-	0,062	-
Parananema São Miguel	0,02	-	-	0,03	<0,01	-	-	0,14	<0,002	-	-	-
Parananema São Pedro	0,03	-	-	0,01	<0,01	-	-	0,05	<0,002	-	-	-
Macurany – Santa Luzia	0,02	-	-	0,03	<0,01	-	-	0,07	<0,002	-	-	-
Aninga – Sta Terezinha	<0,015	-	-	0,01	<0,01	-	-	0,07	<0,002	-	-	-
Aninga – R. dos Reis	0,02	-	-	0,00	<0,01	-	-	0,10	<0,002	-	-	-
UEA	0,06	0,05	-	-	<0,01	0,001	-	-	<0,002	<0,002	-	-
Hospital Pe. Colombo	0,40	0,12	-	-	<0,01	0,001	-	-	<0,002	<0,002	-	-

1: Este estudo; 2: SGB-CPRM (2005); 3:UEA (2018); 4: Laboratório do SAAE (maio e junho/2019)

Destacam-se em vermelho os valores de Al, Fe e Pb acima dos VMPs pela Portaria 05/2017 MS

Realçados em amarelo os pares de valores que indicam intensificação da contaminação de 2005 para 2019, com deterioração significativa na qualidade da água.

4.5 A questão da lixeira pública versus a contaminação das águas

Os resíduos sólidos coletados na zona urbana de Parintins vêm sendo depositados, há cerca de duas décadas, sem nenhum tipo de segregação, na lixeira municipal localizada nos fundos do campus da Universidade Estadual do Amazonas (UEA), no bairro Djard Vieira. Essa lixeira tem atualmente uma superfície aproximada de 17 hectares e, seja nos aspectos técnicos, legais ou operacionais, encontra-se numa situação inadequada, causando inúmeros transtornos aos moradores e ao meio ambiente, sendo a principal fonte potencial de contaminação das águas subterrâneas no setor sul da ilha.

O estudo do SGB-CPRM de 2005 constatou que nessa região o fluxo das águas subterrâneas se faz no sentido sul-norte ou sudeste-noroeste, da lixeira para o rio Amazonas. Por isso, na época, para avaliar a contaminação provocada pela lixeira no aquífero foram coletadas amostras de água no poço da UEA, 120m a norte, e do sítio Sabor da Ilha, cerca de 300m a noroeste e que atualmente encontra-se aterrado. Os resultados mostraram que não havia contaminações nas águas desses poços.

Neste estudo, para investigar novamente a existência de eventual pluma de contaminação provocada pela lixeira municipal, além do poço da UEA, foram coletadas amostras de outros quatro poços particulares (SENAI, Sítio Tony Medeiros, Grupo Santa Rosa e Fábrica de Sorvetes McDaves) e avaliados os resultados obtidos para os poços públicos PT-17, PT-18 e Rodovia Odovaldo Novo, todos a menos de 500m do terreno da lixeira e, com exceção dos PTs 17 e 18, situados a norte-noroeste da mesma (**Figura 32**).

As análises químicas dessas amostras confirmam os resultados de 2005: apesar de já decorridos 14 anos, não foi detectada nenhuma contaminação química nas águas subterrâneas do entorno da lixeira municipal, nem mesmo nos dois poços situados a menos de 150m da mesma, o da UEA e o da Fábrica de Sorvetes (**Tabela 9**). Apenas o poço do Sítio de Tony Medeiros apresentou valores anômalos de CE, nitrato, sódio e cloro, que não podem ser atribuídos à presença da lixeira, pois parâmetros diagnósticos de contaminação por chorume, como amônia e metais potencialmente tóxicos (Fe, Pb, Mn, Zn etc), não foram detectados nas águas do mesmo. Esses valores anômalos devem estar associados à existência de fossas nas proximidades. Ressalta-se, no entanto, que, à exceção do PT-17 e PT-18, não foram realizadas análises bacteriológicas nas águas desses poços, ou seja, nada se pode afirmar sobre possíveis contaminações por organismos patogênicos.

Portanto, em outras palavras, não há uma “assinatura geoquímica” de contaminação por chorume em nenhum dos oito poços mais próximos da lixeira, o que demonstra que a mesma, até o momento, não comprometeu a **qualidade química** do aquífero nessa região. Tais resultados provavelmente podem ser explicados pelo fato de que o substrato sobre o qual se assenta a lixeira, como observado no estudo do SGB-CPRM (2005), apresenta uma extensa camada de laterita endurecida (“pedra-jacaré”), pouco permeável, o que dificulta a infiltração do chorume e sua percolação até os níveis superiores do aquífero. Além disso, a citada camada pode funcionar como um filtro no caminho do chorume, retendo os contaminantes em seus poros, e purificando-o.

Apesar do cenário favorável na região, o consumo de águas contaminadas por metais potencialmente tóxicos tem grande impacto para a saúde humana e seu processo de remoção é complexo, demorado e custoso, sendo prudente a adoção de medidas preventivas. Desse modo, pelo alto potencial contaminante associado à lixeira, é fundamental que sejam monitoradas com frequência as águas produzidas pelos oito poços citados, com análises químicas e bacteriológicas completas a cada seis meses pelo menos.



Figura 32: Imagem de satélite (Google Earth) com a localização dos poços mais próximos da lixeira municipal de Parintins que foram amostrados.

Tabela 9

Resultados das análises químicas dos principais parâmetros diagnósticos de contaminação nos oito poços situados mais próximos à lixeira municipal de Parintins

Poço	Dist. da Lixeira (m)	Cond. Elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Nitrato (mg/L)	Amônia (mg/L)	Al (mg/L)	Na (mg/L)	Cl (mg/L)	Fe (mg/L)	Pb (mg/L)	Mn (mg/L)	Zn (mg/L)
PT-17	380	50	6,10	0,06	0,08	2,05	4,00	<0,01	<0,002	<0,010	<0,010
PT-18	380	27	3,30	0,13	0,04	1,31	0,65	<0,01	<0,002	<0,010	<0,010
Rod. Odovaldo Novo	210	33	6,10	<0,013	0,06	2,44	1,00	<0,01	<0,002	<0,010	<0,010
SENAI	260	27	4,30	<0,013	0,07	0,22	0,30	<0,01	<0,002	<0,010	<0,010
UEA	120	35	5,55	0,18	0,06	2,60	2,74	<0,01	<0,002	<0,010	0,011
Sítio Tony Medeiros	230	67	19,30	0,01	0,17	6,89	13,00	<0,01	<0,002	<0,010	<0,010
Grupo Santa Rosa	500	33	5,30	<0,013	0,08	1,85	3,00	<0,01	<0,002	<0,010	<0,010
Fábrica de Sorvete	130	21	2,80	<0,013	0,03	0,39	0,46	<0,01	<0,002	<0,010	<0,010
VMPs pela Portaria 05/2017 - MS			44,0	1,5	0,2	200,0	250,0	0,30	0,010	0,10	5,00

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Para as considerações técnicas deste relatório, a ilha/cidade de Parintins foi informalmente dividida, com base nas observações de campo, em dois setores, **norte** e **sul**, separados pelo canal fluvial que faz a ligação do rio Amazonas com o lago Macurany, o primeiro setor com enorme adensamento populacional e o segundo, com ocupação antrópica mais rarefeita, à exceção de uma franja que margeia o citado canal.

O sistema de abastecimento público de água na cidade, administrado pelo SAAE, conta com 28 poços tubulares em operação, dos quais 18 distribuídos em quatro estações de bombeamento (duas no setor norte e duas no setor sul), dois poços no Centro (setor norte), dois nos limites da zona urbana e seis na zona suburbana, estes oito últimos no setor sul. Os 22 poços da zona urbana produzem, segundo dados fornecidos pelo SAAE, cerca de 27.000 m³ de água por dia, muito mais do que suficiente para suprir a população de 83.000 habitantes da ilha, mesmo considerando as perdas da rede de distribuição, normalmente estimadas em 30%. Assim, o problema do abastecimento público em Parintins não está na quantidade, mas sim na qualidade da água fornecida aos usuários do sistema.

Ressalta-se que esses poços, à exceção de um recém-perfurado, não dispõem de documentação técnica, o que prejudica a interpretação dos resultados obtidos neste estudo. É nessa documentação que constam os perfis construtivos e litológicos, obrigatórios na entrega da obra ao contratante. Um poço pode ser profundo, mas devido à existência de filtros (entradas de água) em posições elevadas, mais próximos da superfície, a água produzida poderá também se apresentar fora dos padrões de potabilidade, devido à contribuição desses horizontes superiores, eventuais portadores de contaminantes.

Foram coletadas amostras de água dos 28 poços do SAAE e de 10 poços particulares e de órgãos públicos, três no setor norte e sete no sul, situados em posições estratégicas para este estudo, como nas proximidades da lixeira municipal. Todas foram submetidas a análises químicas para 36 íons/elementos e, adicionalmente, foram feitas análises de coliformes nos poços do SAAE da zona urbana.

Nenhum dos pontos amostrados revelou presença de coliformes fecais ou totais, evidenciando ausência de contaminações bacteriológicas por essas espécies, em conformidade com a Portaria 05/2017-MS.

O **setor norte** apresenta elevado grau de contaminação química. Dos 14 poços de abastecimento público localizados no setor, apenas dois (PT-06 e PT-12) produzem águas consideradas potáveis de acordo com a Portaria 05/2017-MS. Os demais estão contaminados por alumínio \pm nitrato \pm amônia e, mais grave, quando se compara as atuais concentrações desses íons com os dados do estudo anterior do SGB-CPRM (2005) para os seis poços públicos existentes em 2005 e que ainda permanecem ativos no sistema do SAAE, é notória a intensificação da contaminação nesse período de 14 anos, com conseqüente deterioração significativa da qualidade das águas subterrâneas no setor. Como exemplo, dois desses poços (PT-01 e PT-11), com mais de 65m de profundidade, produziam águas de boa qualidade em 2005 e atualmente estão contaminados por alumínio e nitrato, o que comprova que a contaminação se amplificou e atingiu os níveis mais

profundos do aquífero nessa região. Os três poços fora do sistema público, amostrados no setor norte da ilha, também registraram contaminações por alumínio \pm nitrato \pm amônia.

A causa das altas concentrações dos compostos nitrogenados (nitrato e amônia) nos poços desse setor, de grande adensamento populacional, está ligada à ausência de um sistema de coleta e tratamento dos esgotos na cidade, o que leva à infiltração dos resíduos líquidos desses esgotos, despejados em fossas ou a céu-aberto, até os níveis superiores das águas subterrâneas, contaminando-as. Além disso, a elevação nas concentrações de nitrato produz diminuição do pH das águas, ou seja, elevação de sua acidez. Destaca-se, nesse sentido, que as águas subterrâneas de toda a ilha já apresentam *naturalmente* uma pronunciada acidez (pH de 3,8 a 4,5), o que, por si só, já é um fato preocupante em termos de saúde pública. Assim, a contaminação por nitrato promove intensificação dessa acidez, contribuindo para agravar ainda mais o problema.

A acidez acentuada (pH < 4,0) nos poços com altas concentrações de nitrato possibilita condições para a mobilização do alumínio, contido nas partículas argilosas do solo, para o meio aquoso, gerando um misto de contaminação natural e antrópica para esse metal. A forte correlação dos valores de nitrato com os de alumínio nas águas amostradas, observada neste estudo, reforça essa hipótese. Vale destacar também que elevações nas concentrações de nitrato nas águas da região são quase sempre acompanhadas por elevações nos conteúdos de sódio e cloro, elementos comuns nos esgotos domésticos.

Pelo exposto, os dados obtidos para o **setor norte** da ilha mostram que o aquífero nessa região encontra-se bastante comprometido, com extensa e intensa contaminação por nitrato, alumínio e amônia, e, assim, sua utilização como fonte de abastecimento público deve ser interrompida o mais breve possível. A recuperação natural de um aquífero com tal grau de contaminação é muito lenta, demanda décadas, e isso se cessar a emissão das fontes contaminantes, com a instalação de sistema de coleta e tratamento de esgotos domésticos. Portanto, para este setor recomenda-se a desativação gradual dos 12 poços contaminados, tamponamento dos mesmos, e a substituição da fonte subterrânea de abastecimento público de água por captação superficial no rio Amazonas acoplada a uma ETA - Estação de Tratamento de Águas. Como reserva estratégica, no caso de eventuais problemas que podem ocorrer na ETA e que venham a causar desabastecimentos, é importante manter ativos os dois poços não contaminados (PT-06 e PT-12).

No **setor sul** da ilha, o panorama geoquímico é bem distinto. Dos 14 poços sob responsabilidade do SAAE, apenas dois produzem águas em desacordo com a Portaria 05/2017-MS, os denominados PT-13 e PT-14, contaminados por alumínio e com valores anômalos altos de nitrato, porém em grau de contaminação bem mais brando que o detectado nos poços do setor norte. Esses dois poços são os mais rasos e mais antigos da Estação de Bombeamento III, instalada no bairro Itaúna II, na restrita área de maior adensamento populacional do setor, onde se observa lançamento de águas servidas e esgotos domésticos a céu-aberto. Já os demais poços públicos deste setor da ilha, de ocupação antrópica rarefeita, não apresentaram, dentre os parâmetros analisados, qualquer tipo de contaminação. O mesmo ocorre com os sete poços fora do sistema SAAE amostrados na região.

Portanto, no **setor sul** da ilha, o Aquífero Alter do Chão encontra-se preservado e contém águas de boa qualidade para consumo humano, podendo ser utilizado como fonte de abastecimento nessa região. No entanto, para que a situação não se deteriore e atinja o quadro observado no setor norte, é urgente que se construa, para os bairros onde já ocorre maior adensamento populacional, um sistema de captação e tratamento de esgotos, de modo a impedir que a suave contaminação detectada nos poços PT-13 e PT-14 se estenda para o entorno. Essa preocupação se justifica ainda mais porque os solos do setor sul são, de modo geral, mais arenosos que no setor norte, isto é, solos onde a infiltração é mais intensa, o que faz com que a vulnerabilidade do aquífero a contaminantes seja bem maior.

A respeito dos poços PT-13 e PT-14, o ideal é que o primeiro, com contaminação pouco mais intensa, seja desativado, tamponado e substituído por outro, no mesmo terreno, com pelo menos 120m de profundidade e com primeiro filtro abaixo de 70m. Com isso, no reservatório do Bombeamento III, as águas do PT-14, de contaminação branda, seriam misturadas às águas desse novo poço e às águas de boa qualidade do PT-15 e PT-16, o que iria resultar num “produto final” adequado para o consumo humano.

Como medidas complementares à preservação da saúde pública, em função da acidez natural das águas subterrâneas da ilha, é importante que, antes da distribuição final à população, às águas dos poços do SAAE (ou dos reservatórios) sejam adicionados compostos alcalinos, que elevem seu pH, e o cloro para eliminar os microorganismos nocivos.

No que concerne aos metais pesados analisados, tais contaminantes não foram detectados ou estão em quantidades desprezíveis nas águas subterrâneas de Parintins.

Uma providência que deve ser tomada rapidamente pelo SAAE, tendo em vista a ausência da documentação técnica dos seus poços, é a contratação de uma empresa que execute a perfilagem geofísica/óptica em todos os poços que permanecerão no sistema público, de modo a se obter os relatórios técnicos completos de cada um deles, que servirão de embasamento para futuras investigações sobre eventuais problemas que possam surgir nos mesmos, no que diz respeito à quantidade e qualidade das águas produzidas.

Por último, alerta-se que, como a qualidade da água fornecida à população é até uma questão de segurança pública, os locais das estações de bombeamento deveriam ser vigiados durante todo o dia, restringindo-se o acesso somente aos funcionários do SAAE, como forma de evitar atos de vandalismo nos poços ou nas casas de comando das bombas.

Sobre a lixeira municipal, principal fonte potencial de contaminação do setor sul, as análises das amostras coletadas nos poços mais próximos a ela confirmam os resultados de 2005: apesar de já decorridos 14 anos, não foi detectada nenhuma contaminação química nas águas subterrâneas do seu entorno, ou seja, o chorume ali produzido não comprometeu, até o momento a **qualidade química** do aquífero nesse local. Ressalta-se, no entanto, que não foram realizadas análises bacteriológicas nesses poços e nada se pode afirmar sobre possíveis contaminações por organismos patogênicos. Apesar desse cenário, pelo alto potencial poluidor associado à lixeira, é fundamental que sejam monitoradas com frequência as águas produzidas pelos poços mais próximos a ela, com análises químicas e bacteriológicas completas a cada seis meses pelo menos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA - **American Public Health Association**. AWWA - American Water Works Association. WEF - Water Environmental Federation. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 23th ed. APHA/AWWA/WEF: Washington, 2017

BRASIL. **Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação no. 5, de 28 de setembro de 2017**. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 19 set. 2018. Edição 181, seção 1, p. 41-67. Disponível em: <<https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/marco/29/PRC-5-Portaria-de-Consolida----o-n---5--de-28-de-setembro-de-2017.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2019

CARVALHO, I. G. **Fundamentos da Geoquímica dos Processos Exógenos**. Salvador: Bureau Gráfica e Editora Ltda., 1995.

MAIA, M. A. M. **Geodiversidade do estado do Amazonas** / Organização Maria Adelaide Mansini Maia [e] José Luiz Marmos. Manaus: CPRM, 2010. 275p.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL-CPRM. **Avaliação da Qualidade das Águas Subterrâneas da Cidade de Parintins (AM)**. Organizado por José Luiz Marmos [e] Carlos José Bezerra de Aguiar. Manaus: CPRM, 2005. 39p

THOMAS, M. F. **Geomorphology in the Tropics: a study of weathering and denudation in low latitudes**. Chichester (England): John Wiley & Sons Ltd., 1994.

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS – UEA. **Relatório de Avaliação das Águas de Abastecimento de Parintins-AM**. Relatório Interno do Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – Prof.Água. Manaus: UEA, 2018. 4p.

ANEXO

RESULTADOS COMPLETOS DAS ANÁLISES QUÍMICAS E BACTERIOLÓGICAS

		Método		DMA-80		ICP-OES				
S E Q	Nº de Campo	Elemento	Hg (ppb)	Al mg/L	B mg/L	Ba mg/L	Ca mg/L	Co mg/L	Cr mg/L	
		Nº de Laboratório								
1	PT 01	0929/19	ND	0,2748	ND	0,0118	0,6465	ND	<LQ	
2	PT 02	0956/19	ND	0,02	ND	<LQ	0,1567	ND	ND	
3	PT 03	0930/19	ND	1,5606	ND	0,0369	4,6399	ND	<LQ	
4	PT 04	0931/19	ND	2,2679	ND	0,0475	5,4062	ND	ND	
5	PT 05	0932/19	ND	1,5356	ND	0,0308	4,2206	ND	ND	
6	PT 06	0933/19	ND	0,0821	ND	<LQ	0,6993	ND	ND	
7	PT 07	0936/19	ND	0,74	ND	0,033	1,6776	ND	ND	
8	PT 08	0937/19	ND	2,2082	ND	0,0317	7,7509	ND	<LQ	
9	PT 09	0938/19	ND	1,7971	ND	0,0378	3,7918	ND	ND	
10	PT 10	0939/19	ND	0,7475	ND	0,0232	1,9363	ND	<LQ	
11	PT 11	0940/19	ND	1,7127	ND	0,0365	3,0997	ND	<LQ	
12	PT 12	0941/19	ND	0,0722	ND	<LQ	0,5473	ND	<LQ	
13	PT 13	0943/19	ND	0,7313	ND	0,0136	0,8287	ND	<LQ	
14	PT 14	0944/19	ND	0,2939	ND	<LQ	0,6365	ND	<LQ	
15	PT 15	0945/19	ND	0,1134	ND	<LQ	0,3546	ND	<LQ	
16	PT 16	0946/19	ND	0,1309	ND	<LQ	0,1315	ND	<LQ	
17	PT 17	0948/19	ND	0,078	ND	<LQ	0,2834	ND	<LQ	
18	PT 18	0949/19	ND	0,0448	ND	<LQ	0,6369	ND	ND	
19	PT 19	0950/19	ND	2,5271	ND	0,0405	5,3486	ND	<LQ	
20	PT 20	0951/19	ND	0,7801	ND	0,0164	4,39	ND	<LQ	
21	PT 21	0934/19	ND	0,4008	ND	0,0195	1,1266	ND	<LQ	
22	Reserv. Bomb. I	0935/19	ND	0,8018	ND	0,0196	2,0251	ND	<LQ	
23	Reserv. Bomb. II	0942/19	ND	1,2902	ND	0,0287	2,673	ND	<LQ	
24	Reserv. Bomb. III	0947/19	ND	0,3747	ND	<LQ	0,9268	ND	<LQ	
25	Gelo Idemar	0952/19	ND	2,897	ND	0,0492	5,216	ND	<LQ	


OBS : LQ = Menor que o Limite de Quantificação B = Não Solicitado
ND = Não Detectado P = Amostra Perdida
I = Amostra Insuficiente H = Interferência

ANALISTA (S) : Larissa Torrezani Data de entrega do resultado: 10/10/2019
Responsável Técnico: Nilda Gorethe Palma Pantoja
Química - N° CRQ 14100875

		Método		DMA-80		ICP-OES				
S E Q	Nº de Campo	Elemento	Hg (ppb)	Al mg/L	B mg/L	Ba mg/L	Ca mg/L	Co mg/L	Cr mg/L	
		Nº de Laboratório								
26	Vila Cristina	0953/19	ND	0,0295	ND	<LQ	<LQ	ND	<LQ	
27	Rod. Odovaldo Novo	0954/19	ND	0,0647	ND	<LQ	0,2079	ND	<LQ	
28	Pascoal Alágio	0955/19	ND	0,0404	ND	<LQ	0,6096	ND	<LQ	
29	Parananoma São Pedro	0957/19	ND	0,026	ND	<LQ	0,3694	ND	<LQ	
30	Mucurani - Santa Luzia	0958/19	ND	0,0245	ND	<LQ	0,252	ND	<LQ	
31	Aninga - Sta Terezinha	0959/19	ND	<LQ	ND	<LQ	0,8563	ND	<LQ	
32	Ramal dos Reis	0960/19	ND	0,0194	ND	<LQ	0,4043	ND	<LQ	
33	UEA	0961/19	ND	0,0619	ND	<LQ	0,7003	ND	<LQ	
34	Hospital Padre Colombo	0962/19	ND	0,4023	<LQ	0,026	1,9441	ND	<LQ	
35	SESC	0963/19	ND	0,0906	ND	<LQ	0,5248	ND	<LQ	
36	UFAM	0964/19	ND	0,0908	ND	<LQ	0,5139	ND	<LQ	
37	Grupo Santa Rosa	0965/19	ND	0,078	ND	<LQ	0,1288	ND	<LQ	
38	Fabrica de Sorvete	0966/19	ND	0,0276	ND	<LQ	0,2101	ND	ND	
39	Senai	0967/19	ND	0,0746	ND	<LQ	0,5108	ND	<LQ	
40	Sítio Tony Medeiros	0968/19	ND	0,1727	ND	<LQ	0,3594	ND	<LQ	
41	Amazon River	0969/19	ND	0,9639	ND	0,0326	0,714	ND	<LQ	
42	BC 01	0970/19	ND	0,065	ND	<LQ	0,7434	ND	<LQ	
43	BC 02	0971/19	ND	0,9058	ND	0,0334	0,5599	ND	ND	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	


OBS : LQ = Menor que o Limite de Quantificação B = Não Solicitado
ND = Não Detectado P = Amostra Perdida
I = Amostra Insuficiente H = Interferência

ANALISTA (S) : Larissa Torrezani Data de entrega do resultado: 10/10/2019
Responsável Técnico: Nilda Gorethe Palma Pantoja
Química - N° CRQ 14100875

S E Q			LABORATÓRIO DE ANÁLISES MINERAIS - LAMIN ANÁLISE DE ÁGUA						
									
			Serviço Geológico do Brasil Requisição : Memo 50/GATE/2019 Lote nº _____ Projeto : Avaliação da Qualidade das Águas de Abastecimento Público de Parintins Data 29/08/2019						
S E Q	Nº de Campo	Método	ICP-OES						
		Elemento	Cu mg/L	Fe mg/L	K mg/L	Li mg/L	Mg mg/L	Mn mg/L	Mo mg/L
		Nº de Laboratório							
1	PT 01	0929/19	<LQ	<LQ	0,6608	<LQ	0,1844	<LQ	ND
2	PT 02	0956/19	<LQ	<LQ	0,166	<LQ	0,0633	<LQ	ND
3	PT 03	0930/19	<LQ	0,0264	2,8612	<LQ	0,7572	0,0246	ND
4	PT 04	0931/19	<LQ	<LQ	5,1257	<LQ	0,9245	0,0265	ND
5	PT 05	0932/19	ND	<LQ	5,0029	<LQ	0,736	0,0181	ND
6	PT 06	0933/19	ND	<LQ	0,3468	<LQ	0,0885	<LQ	ND
7	PT 07	0936/19	<LQ	<LQ	2,3772	<LQ	0,4626	0,0283	ND
8	PT 08	0937/19	<LQ	0,043	4,1158	<LQ	1,0116	0,0256	ND
9	PT 09	0938/19	<LQ	<LQ	3,4412	<LQ	0,7223	0,0274	ND
10	PT 10	0939/19	<LQ	0,0499	1,9569	<LQ	0,4315	0,0157	ND
11	PT 11	0940/19	<LQ	0,1519	2,9487	<LQ	0,6787	0,0268	ND
12	PT 12	0941/19	<LQ	<LQ	0,4945	<LQ	0,0896	<LQ	ND
13	PT 13	0943/19	<LQ	<LQ	1,1692	<LQ	0,2788	0,0158	ND
14	PT 14	0944/19	<LQ	<LQ	0,3941	<LQ	0,1387	<LQ	ND
15	PT 15	0945/19	<LQ	<LQ	0,2063	<LQ	0,0918	<LQ	ND
16	PT 16	0946/19	<LQ	0,0155	0,2802	<LQ	0,0839	<LQ	ND
17	PT 17	0948/19	<LQ	<LQ	0,3936	<LQ	0,0645	<LQ	ND
18	PT 18	0949/19	<LQ	0,012	0,272	<LQ	0,0549	<LQ	ND
19	PT 19	0950/19	<LQ	0,0603	6,435	<LQ	1,0195	0,0419	ND
20	PT 20	0951/19	<LQ	0,3061	2,0876	<LQ	0,5937	0,0202	ND
21	PT 21	0934/19	<LQ	0,1018	1,0725	<LQ	0,225	0,0125	ND
22	Reserv. Bomb. I	0935/19	<LQ	0,0307	2,1079	<LQ	0,3808	0,0125	ND
23	Reserv. Bomb. II	0942/19	<LQ	0,0424	2,5983	<LQ	0,5547	0,0221	ND
24	Reserv. Bomb. III	0947/19	<LQ	<LQ	0,5908	<LQ	0,1674	0,0107	ND
25	Gelo Idemar	0952/19	<LQ	<LQ	6,389	<LQ	1,0463	0,058	ND

OBS : LQ = Menor que o Limite de Quantificação B = Não Solicitado
 ND = Não Detectado P = Amostra Perdida
 I = Amostra Insuficiente H = Interferência

ANALISTA (S) : Larissa Torrezani Data de entrega do resultado: 10/10/2019
 Responsável Técnico: Nilda Gorethe Palma Pantoja
 Química - N° CRQ 14100875

S E Q			LABORATÓRIO DE ANÁLISES MINERAIS - LAMIN ANÁLISE DE ÁGUA						
									
			Serviço Geológico do Brasil Requisição : Memo 50/GATE/2019 Lote nº _____ Projeto : Avaliação da Qualidade das Águas de Abastecimento Público de Parintins Data 29/08/2019						
S E Q	Nº de Campo	Método	ICP-OES						
		Elemento	Cu mg/L	Fe mg/L	K mg/L	Li mg/L	Mg mg/L	Mn mg/L	Mo mg/L
		Nº de Laboratório							
26	Vila Cristina	0953/19	0,1133	0,0696	0,1665	<LQ	0,0377	<LQ	ND
27	Rod. Odovaldo Novo	0954/19	<LQ	<LQ	0,1161	ND	0,0297	<LQ	ND
28	Pascoal Alággio	0955/19	ND	<LQ	0,2036	<LQ	0,074	<LQ	ND
29	Paranamema São Pedro	0957/19	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,055	<LQ	ND
30	Mucurani - Santa Luzia	0958/19	<LQ	<LQ	0,1575	<LQ	0,0565	<LQ	ND
31	Atinga - Sta Terezinha	0959/19	<LQ	<LQ	0,1471	<LQ	0,0495	<LQ	ND
32	Ramal dos Reis	0960/19	<LQ	<LQ	0,1258	<LQ	0,0498	<LQ	ND
33	UEA	0961/19	<LQ	<LQ	1,0009	<LQ	0,1297	<LQ	ND
34	Hospital Padre Colombo	0962/19	<LQ	<LQ	2,5243	<LQ	0,3254	0,0196	ND
35	SESC	0963/19	ND	<LQ	0,3948	<LQ	0,0832	<LQ	ND
36	UFAM	0964/19	0,0192	0,0106	<LQ	<LQ	0,0518	<LQ	ND
37	Grupo Santa Rosa	0965/19	0,0386	<LQ	0,1342	<LQ	0,0512	<LQ	ND
38	Fabrica de Sorvete	0966/19	<LQ	<LQ	0,1518	<LQ	0,0657	<LQ	ND
39	Senai	0967/19	<LQ	<LQ	0,1421	<LQ	0,0748	<LQ	ND
40	Sítio Tony Medeiros	0968/19	<LQ	<LQ	0,2407	<LQ	0,0684	<LQ	ND
41	Amazon River	0969/19	<LQ	0,0364	1,0061	<LQ	0,2945	<LQ	ND
42	BC 01	0970/19	<LQ	<LQ	1,0002	<LQ	0,1271	<LQ	ND
43	BC 02	0971/19	<LQ	<LQ	0,9904	<LQ	0,2899	<LQ	ND
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

OBS : LQ = Menor que o Limite de Quantificação B = Não Solicitado
 ND = Não Detectado P = Amostra Perdida
 I = Amostra Insuficiente H = Interferência

ANALISTA (S) : Larissa Torrezani Data de entrega do resultado: 10/10/2019
 Responsável Técnico: Nilda Gorethe Palma Pantoja
 Química - N° CRQ 14100875



SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
CPRM

LABORATÓRIO DE ANÁLISES MINERAIS - LAMIN
ANÁLISE DE ÁGUA

Requisição : Memo 50/GATE/2019 Lote nº _____
Projeto : Avaliação da Qualidade das Águas de Abastecimento Público de Parintins Data 29/08/2019

S E Q	Nº de Campo	Método	ICP-OES						
		Elemento	Na mg/L	Ni mg/L	Si mg/L	Sr mg/L	Ti mg/L	V mg/L	Zn mg/L
		Nº de Laboratório							
1	PT 01	0929/19	4,9365	<LQ	5,785	<LQ	ND	ND	0,0144
2	PT 02	0956/19	0,3319	<LQ	5,545	ND	ND	<LQ	0,0141
3	PT 03	0930/19	15,9880	<LQ	5,821	0,0103	ND	ND	0,0329
4	PT 04	0931/19	26,2290	<LQ	5,044	0,0127	ND	ND	0,0138
5	PT 05	0932/19	24,7510	<LQ	4,292	0,0103	ND	ND	<LQ
6	PT 06	0933/19	2,5617	<LQ	5,294	<LQ	ND	<LQ	<LQ
7	PT 07	0936/19	12,5410	<LQ	6,005	<LQ	ND	<LQ	<LQ
8	PT 08	0937/19	25,3750	<LQ	4,684	0,0165	ND	ND	0,0132
9	PT 09	0938/19	23,9210	<LQ	4,954	<LQ	ND	ND	<LQ
10	PT 10	0939/19	12,6470	<LQ	5,689	<LQ	ND	ND	<LQ
11	PT 11	0940/19	24,9870	<LQ	4,952	<LQ	ND	ND	0,0127
12	PT 12	0941/19	2,2707	ND	5,995	<LQ	ND	<LQ	0,0104
13	PT 13	0943/19	10,7000	<LQ	3,943	<LQ	ND	ND	<LQ
14	PT 14	0944/19	5,3272	ND	4,404	<LQ	ND	<LQ	<LQ
15	PT 15	0945/19	1,3852	ND	5,371	<LQ	ND	<LQ	<LQ
16	PT 16	0946/19	1,7542	<LQ	4,427	ND	ND	<LQ	0,0122
17	PT 17	0948/19	2,0462	ND	4,917	ND	ND	<LQ	<LQ
18	PT 18	0949/19	1,3117	ND	5,175	ND	ND	<LQ	<LQ
19	PT 19	0950/19	23,6850	<LQ	5,781	0,0145	ND	ND	0,0118
20	PT 20	0951/19	16,4160	<LQ	5,555	0,0106	ND	<LQ	0,0396
21	PT 21	0934/19	9,9564	ND	5,863	<LQ	ND	ND	0,0131
22	Reserv. Bomb. I	0935/19	11,8970	<LQ	5,399	<LQ	ND	ND	0,0369
23	Reserv. Bomb. II	0942/19	18,3660	ND	5,287	<LQ	ND	ND	0,0140
24	Reserv. Bomb. III	0947/19	5,6070	ND	4,358	<LQ	ND	<LQ	0,0101
25	Gelo Idemar	0952/19	28,415	ND	4,957	0,015	ND	ND	<LQ

OBS : LQ = Menor que o Limite de Quantificação B = Não Solicitado
ND = Não Detectado P = Amostra Perdida
I = Amostra Insuficiente H = Interferência

ANALISTA (S) : Larissa Torrezani Data de entrega do resultado: 10/10/2019
Responsável Técnico: Nilda Gorethe Palma Pantoja
Química - Nº CRQ 14100875



SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
CPRM

LABORATÓRIO DE ANÁLISES MINERAIS - LAMIN
ANÁLISE DE ÁGUA

Requisição : Memo 50/GATE/2019 Lote nº _____
Projeto : Avaliação da Qualidade das Águas de Abastecimento Público de Parintins Data 29/08/2019

S E Q	Nº de Campo	Método	ICP-OES						
		Elemento	Na mg/L	Ni mg/L	Si mg/L	Sr mg/L	Ti mg/L	V mg/L	Zn mg/L
		Nº de Laboratório							
26	Vila Cristina	0953/19	0,4358	ND	5,440	ND	ND	<LQ	0,0283
27	Rod. Odovaldo Novo	0954/19	2,4426	ND	3,808	ND	ND	<LQ	<LQ
28	Pascoal Alágio	0955/19	0,2746	ND	4,483	ND	ND	<LQ	0,0153
29	Paranama São Pedro	0957/19	0,3351	ND	5,336	ND	ND	<LQ	<LQ
30	Mucurami - Santa Luzia	0958/19	0,2689	ND	5,548	ND	ND	<LQ	0,0129
31	Aningá - Sta Terezinha	0959/19	0,2469	ND	5,505	ND	ND	<LQ	0,0233
32	Ramal dos Reis	0960/19	0,2708	ND	5,501	ND	ND	<LQ	0,0158
33	UEA	0961/19	2,6015	ND	4,660	ND	ND	<LQ	0,0113
34	Hospital Padre Colombo	0962/19	20,3650	ND	5,206	<LQ	ND	<LQ	<LQ
35	SESC	0963/19	3,2398	ND	3,634	ND	ND	<LQ	0,0104
36	UFAM	0964/19	0,2830	ND	5,187	ND	ND	<LQ	0,3515
37	Grupo Santa Rosa	0965/19	1,8546	ND	4,287	ND	ND	<LQ	0,0178
38	Fabrica de Sorvete	0966/19	0,3914	ND	5,406	ND	ND	<LQ	<LQ
39	Senai	0967/19	0,2160	ND	4,536	ND	ND	<LQ	<LQ
40	Sítio Tony Medeiros	0968/19	6,8920	ND	4,264	ND	ND	ND	<LQ
41	Amazon River	0969/19	18,2820	ND	5,327	<LQ	ND	ND	0,0102
42	BC 01	0970/19	2,5698	ND	4,601	ND	ND	<LQ	<LQ
43	BC 02	0971/19	17,7570	ND	5,220	<LQ	ND	ND	<LQ
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

OBS : LQ = Menor que o Limite de Quantificação B = Não Solicitado
ND = Não Detectado P = Amostra Perdida
I = Amostra Insuficiente H = Interferência

ANALISTA (S) : Larissa Torrezani Data de entrega do resultado: 10/10/2019
Responsável Técnico: Nilda Gorethe Palma Pantoja
Química - Nº CRQ 14100875

S E Q	N° de Campo	Método	ICP-OES							
			Elemento	As mg/L	Be mg/L	Cd mg/L	Pb mg/L	Sb mg/L	Se mg/L	Sn mg/L
			N° de Laboratório							
1	PT 01	0929/19	<LQ	ND	<LQ	<LQ	ND	<LQ	<LQ	
2	PT 02	0956/19	ND	ND	<LQ	<LQ	ND	<LQ	<LQ	
3	PT 03	0930/19	ND	<LQ	<LQ	<LQ	ND	<LQ	<LQ	
4	PT 04	0931/19	ND	ND	<LQ	<LQ	ND	<LQ	<LQ	
5	PT 05	0932/19	ND	ND	<LQ	<LQ	ND	<LQ	<LQ	
6	PT 06	0933/19	ND	ND	ND	<LQ	ND	<LQ	<LQ	
7	PT 07	0936/19	ND	<LQ	<LQ	<LQ	ND	<LQ	<LQ	
8	PT 08	0937/19	ND	<LQ	<LQ	0,0028	ND	<LQ	<LQ	
9	PT 09	0938/19	ND	ND	<LQ	0,0026	ND	<LQ	<LQ	
10	PT 10	0939/19	ND	ND	<LQ	<LQ	ND	<LQ	<LQ	
11	PT 11	0940/19	ND	ND	<LQ	0,0038	ND	<LQ	<LQ	
12	PT 12	0941/19	ND	ND	<LQ	<LQ	ND	<LQ	<LQ	
13	PT 13	0943/19	ND	ND	<LQ	<LQ	ND	<LQ	<LQ	
14	PT 14	0944/19	ND	ND	<LQ	<LQ	ND	<LQ	<LQ	
15	PT 15	0945/19	ND	ND	<LQ	<LQ	ND	<LQ	<LQ	
16	PT 16	0946/19	ND	ND	<LQ	<LQ	ND	<LQ	<LQ	
17	PT 17	0948/19	ND	ND	<LQ	<LQ	ND	<LQ	ND	
18	PT 18	0949/19	ND	ND	<LQ	<LQ	ND	<LQ	<LQ	
19	PT 19	0950/19	ND	ND	<LQ	<LQ	ND	<LQ	<LQ	
20	PT 20	0951/19	ND	ND	<LQ	0,0021	ND	<LQ	<LQ	
21	PT 21	0934/19	ND	<LQ	<LQ	<LQ	ND	<LQ	<LQ	
22	Reserv. Bomb. I	0935/19	ND	ND	<LQ	<LQ	ND	<LQ	<LQ	
23	Reserv. Bomb. II	0942/19	ND	ND	<LQ	0,0026	ND	<LQ	<LQ	
24	Reserv. Bomb. III	0947/19	ND	ND	<LQ	<LQ	ND	<LQ	<LQ	
25	Gelo Idemar	0952/19	ND	ND	<LQ	<LQ	ND	<LQ	<LQ	

OBS : < LQ = Menor que o Limite de Quantificação
ND = Não Detectado
I = Amostra Insuficiente
B = Não Solicitado
P = Amostra Perdida
H = Interferência

ANALISTA (S) : Larissa Torrezani Data de entrega do resultado: 10/10/2019
Responsável Técnico: Nilda Gorethe Palma Pantoja
Química - N° CRQ 14100875

S E Q	N° de Campo	Método	ICP-OES							
			Elemento	As mg/L	Be mg/L	Cd mg/L	Pb mg/L	Sb mg/L	Se mg/L	Sn mg/L
			N° de Laboratório							
26	Vila Cristina	0953/19	ND	ND	<LQ	0,0068	ND	<LQ	<LQ	
27	Rod. Odovaldo Novo	0954/19	ND	ND	<LQ	<LQ	ND	<LQ	<LQ	
28	Pascal Alágio	0955/19	ND	ND	<LQ	<LQ	ND	<LQ	<LQ	
29	Parananema São Pedro	0957/19	ND	ND	<LQ	<LQ	ND	<LQ	<LQ	
30	Macurani - Santa Luzia	0958/19	ND	ND	<LQ	<LQ	ND	<LQ	<LQ	
31	Aninga - Sta Terezinha	0959/19	ND	ND	<LQ	<LQ	ND	<LQ	<LQ	
32	Ramal dos Reis	0960/19	ND	ND	<LQ	<LQ	ND	<LQ	<LQ	
33	UEA	0961/19	ND	ND	<LQ	<LQ	ND	<LQ	<LQ	
34	Hospital Padre Colombo	0962/19	ND	ND	<LQ	<LQ	ND	<LQ	<LQ	
35	SESC	0963/19	ND	ND	ND	<LQ	ND	<LQ	<LQ	
36	UFAM	0964/19	ND	ND	<LQ	0,0032	ND	<LQ	<LQ	
37	Grupo Santa Rosa	0965/19	ND	ND	<LQ	<LQ	ND	<LQ	<LQ	
38	Fabrica de Sorvete	0966/19	ND	ND	<LQ	<LQ	ND	<LQ	<LQ	
39	Sesai	0967/19	ND	ND	<LQ	<LQ	ND	<LQ	<LQ	
40	Sítio Tony Medeiros	0968/19	ND	ND	<LQ	<LQ	ND	<LQ	ND	
41	Amazon River	0969/19	ND	ND	<LQ	0,0038	ND	<LQ	<LQ	
42	BC 01	0970/19	ND	ND	<LQ	<LQ	ND	<LQ	<LQ	
43	BC 02	0971/19	ND	ND	<LQ	0,0044	ND	<LQ	<LQ	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

OBS : < LQ = Menor que o Limite de Quantificação
ND = Não Detectado
I = Amostra Insuficiente
B = Não Solicitado
P = Amostra Perdida
H = Interferência

ANALISTA (S) : Larissa Torrezani Data de entrega do resultado: 10/10/2019
Responsável Técnico: Nilda Gorethe Palma Pantoja
Química - N° CRQ 14100875

		LABORATORIO DE ANÁLISES MINERAIS - LAMIN							
		ANÁLISE DE ÁGUA							
Requisição :		Memo 50 GATE/2019		Lote n°					
Projeto :		Avaliação da Qualidade das Águas de Abastecimento Público de Parintins		Data		29/08/2019			
S E Q	N° de Campo	Método	Cromatografia iônica						
		Elemento	F (mg/L)	Cl (mg/L)	NO ₂ (mg/L)	Br (mg/L)	NO ₃ (mg/L)	PO ₄ ³⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)
		N° de Laboratório							
1	PT 01	0929/19	0,03	3,60	ND	0,02	10,64	ND	0,38
2	PT 02	0956/19	<LQ	0,65	<LQ	0,01	1,61	ND	0,13
3	PT 03	0930/19	0,03	8,67	ND	0,04	34,74	ND	0,12
4	PT 04	0931/19	0,05	17,42	ND	0,06	50,82	ND	0,24
5	PT 05	0932/19	0,03	16,02	ND	0,05	37,92	ND	1,98
6	PT 06	0933/19	0,01	1,71	<LQ	0,01	4,74	ND	0,40
7	PT 07	0936/19	0,05	9,38	<LQ	0,04	29,95	ND	0,13
8	PT 08	0937/19	0,05	19,69	ND	0,06	70,87	ND	1,58
9	PT 09	0938/19	0,04	18,22	ND	0,06	47,32	ND	1,45
10	PT 10	0939/19	0,02	8,99	ND	0,04	22,90	ND	0,90
11	PT 11	0940/19	0,03	15,15	ND	0,06	45,24	ND	0,34
12	PT 12	0941/19	0,01	5,00	<LQ	0,01	6,30	ND	0,13
13	PT 13	0943/19	0,03	10,20	ND	0,03	27,80	ND	0,17
14	PT 14	0944/19	0,27	3,48	ND	0,02	12,29	ND	0,19
15	PT 15	0945/19	0,11	1,43	ND	0,02	4,08	ND	0,16
16	PT 16	0946/19	0,03	1,59	ND	0,02	5,08	ND	0,16
17	PT 17	0948/19	0,12	4,00	<LQ	0,02	6,10	ND	0,25
18	PT 18	0949/19	0,02	0,65	<LQ	0,01	3,30	ND	0,31
19	PT 19	0950/19	0,08	29,00	<LQ	0,06	86,70	ND	0,15
20	PT 20	0951/19	0,03	19,50	0,01	0,04	43,10	ND	0,57
21	PT 21	0934/19	0,02	8,30	ND	0,03	25,60	ND	0,22
22	Reserv. Bomb. I	0935/19	0,04	12,90	0,01	0,03	35,70	ND	0,54
23	Reserv. Bomb. II	0942/19	0,04	14,84	ND	0,04	42,25	ND	0,83
24	Reserv. Bomb. III	0947/19	0,01	3,77	ND	0,02	12,51	ND	0,19
25	Gelo Idemar	0952/19	0,05	34,00	ND	ND	84,90	ND	0,21

OBS : < LQ = Menor que o Limite de Quantificação
ND = Não Detectado
I = Amostra Insuficiente

B = Não Solicitado
P = Amostra Perdida
H = Interferência

ANALISTA (S) : Larissa Torrezani Data de entrega do resultado: 10/10/2019
Responsável Técnico: Nilda Gorethe Palma Pantoja
Química - N° CRQ 14100875

		LABORATÓRIO DE ANÁLISES MINERAIS - LAMIN							
		ANÁLISE DE ÁGUA							
Requisição :		Memo 50 GATE/2019		Lote n°					
Projeto :		Avaliação da Qualidade das Águas de Abastecimento Público de Parintins		Data		29/08/2019			
S E Q	N° de Campo	Método	Cromatografia iônica						
		Elemento	F (mg/L)	Cl (mg/L)	NO ₂ (mg/L)	Br (mg/L)	NO ₃ (mg/L)	PO ₄ ³⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)
		N° de Laboratório							
26	Vila Cristina	0953/19	<LQ	0,62	<LQ	0,01	1,69	ND	0,29
27	Rod. Odovaldo Novo	0954/19	0,02	1,00	<LQ	0,01	6,10	ND	0,30
28	Pascoal Alágio	0955/19	<LQ	0,41	ND	0,01	2,60	ND	0,21
29	Paranamema São Pedro	0957/19	<LQ	0,71	<LQ	0,01	1,57	ND	0,13
30	Mucurani - Santa Luzia	0958/19	0,01	0,74	0,02	0,01	1,51	ND	0,22
31	Atinga - Sta Tereziinha	0959/19	<LQ	0,40	<LQ	0,01	0,81	ND	0,30
32	Ramal dos Reis	0960/19	0,02	0,42	0,02	0,01	0,91	ND	0,27
33	UEA	0961/19	0,03	2,74	ND	0,02	5,55	ND	0,80
34	Hospital Padre Colombo	0962/19	0,04	11,34	ND	0,11	27,24	ND	2,12
35	SESC	0963/19	<LQ	8,00	ND	0,02	8,20	ND	0,12
36	UFAM	0964/19	<LQ	0,67	<LQ	0,01	4,50	ND	0,10
37	Grupo Santa Rosa	0965/19	<LQ	3,00	ND	0,01	5,30	ND	0,20
38	Fabrica de Sorvete	0966/19	0,01	0,46	<LQ	<LQ	2,80	ND	0,10
39	Senai	0967/19	<LQ	0,30	ND	0,01	4,30	ND	0,08
40	Sítio Tony Medeiros	0968/19	0,01	13,00	ND	0,01	19,30	<LQ	0,16
41	Amazon River	0969/19	0,31	27,00	0,01	ND	44,15	ND	0,14
42	BC 01	0970/19	0,03	2,90	ND	0,02	5,54	ND	0,76
43	BC 02	0971/19	0,03	25,50	<LQ	ND	43,35	ND	0,10
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

OBS : < LQ = Menor que o Limite de Quantificação
ND = Não Detectado
I = Amostra Insuficiente

B = Não Solicitado
P = Amostra Perdida
H = Interferência

ANALISTA (S) : Larissa Torrezani Data de entrega do resultado: 10/10/2019
Responsável Técnico: Nilda Gorethe Palma Pantoja
Química - N° CRQ 14100875



LABORATÓRIO DE ANÁLISES MINERAIS - LAMIN
ANÁLISE DE ÁGUA

Requisição : Memo 50/GATE/2019 Lote nº _____
 Projeto : Avaliação da Qualidade das Águas de Abastecimento Público de Parintins Data 29/08/2019

S E Q	Nº de Campo	Método	Membrana Filtrante						
		Análise	Coliformes totais	Coliformes fecais					
		Nº de Laboratório	<1/100 mL	<1/100 mL					
1	PT 01	0929/19	<1/100 mL	<1/100 mL	-	-	-	-	-
2	PT 02	0956/19	-	-	-	-	-	-	-
3	PT 03	0930/19	<1/100 mL	<1/100 mL	-	-	-	-	-
4	PT 04	0931/19	<1/100 mL	<1/100 mL	-	-	-	-	-
5	PT 05	0932/19	<1/100 mL	<1/100 mL	-	-	-	-	-
6	PT 06	0933/19	<1/100 mL	<1/100 mL	-	-	-	-	-
7	PT 07	0936/19	<1/100 mL	<1/100 mL	-	-	-	-	-
8	PT 08	0937/19	<1/100 mL	<1/100 mL	-	-	-	-	-
9	PT 09	0938/19	<1/100 mL	<1/100 mL	-	-	-	-	-
10	PT 10	0939/19	<1/100 mL	<1/100 mL	-	-	-	-	-
11	PT 11	0940/19	<1/100 mL	<1/100 mL	-	-	-	-	-
12	PT 12	0941/19	<1/100 mL	<1/100 mL	-	-	-	-	-
13	PT 13	0943/19	<1/100 mL	<1/100 mL	-	-	-	-	-
14	PT 14	0944/19	<1/100 mL	<1/100 mL	-	-	-	-	-
15	PT 15	0945/19	<1/100 mL	<1/100 mL	-	-	-	-	-
16	PT 16	0946/19	<1/100 mL	<1/100 mL	-	-	-	-	-
17	PT 17	0948/19	<1/100 mL	<1/100 mL	-	-	-	-	-
18	PT 18	0949/19	<1/100 mL	<1/100 mL	-	-	-	-	-
19	PT 19	0950/19	<1/100 mL	<1/100 mL	-	-	-	-	-
20	PT 20	0951/19	<1/100 mL	<1/100 mL	-	-	-	-	-
21	PT 21	0934/19	<1/100 mL	<1/100 mL	-	-	-	-	-
22	Reserv. Bomb. I	0935/19	<1/100 mL	<1/100 mL	-	-	-	-	-
23	Reserv. Bomb. II	0942/19	<1/100 mL	<1/100 mL	-	-	-	-	-
24	Reserv. Bomb. III	0947/19	-	-	-	-	-	-	-
25	Gelo Idemar	0952/19	-	-	-	-	-	-	-
OBS :			LQ = Menor que o Limite de Quantificação ND = Não Detectado I = Amostra Insuficiente			B = Não Solicitado P = Amostra Perdida H = Interferência			
ANALISTA (S) : Debora Freitas			Data de entrega do resultado: 10/10/2019						
Responsável Técnico: Nilda Gorethe Palma Pantoja									
Química - N° CRQ 14100875									



LABORATÓRIO DE ANÁLISES MINERAIS - LAMIN
ANÁLISE DE ÁGUA

Requisição : Memo 50/GATE/2019 Lote nº _____
 Projeto : Avaliação da Qualidade das Águas de Abastecimento Público de Parintins Data 29/08/2019

S E Q	Nº de Campo	Método	Membrana Filtrante						
		Análise	Coliformes totais	Coliformes fecais					
		Nº de Laboratório	<1/100 mL	<1/100 mL					
26	Vila Cristina	0953/19	<1/100 mL	<1/100 mL	-	-	-	-	-
27	Rod. Odinaldo Novo	0954/19	-	-	-	-	-	-	-
28	Pascoal Alágio	0955/19	-	-	-	-	-	-	-
29	Paranema São Pedro	0957/19	-	-	-	-	-	-	-
30	Mucurani - Santa Luzia	0958/19	-	-	-	-	-	-	-
31	Atingá - Sta Terezinha	0959/19	-	-	-	-	-	-	-
32	Ramal dos Reis	0960/19	-	-	-	-	-	-	-
33	UEA	0961/19	-	-	-	-	-	-	-
34	Hospital Padre Colombo	0962/19	-	-	-	-	-	-	-
35	SESC	0963/19	-	-	-	-	-	-	-
36	UFAM	0964/19	-	-	-	-	-	-	-
37	Grupo Santa Rosa	0965/19	-	-	-	-	-	-	-
38	Fabrica de Sorvete	0966/19	-	-	-	-	-	-	-
39	Senai	0967/19	-	-	-	-	-	-	-
40	São Tony Medeiros	0968/19	-	-	-	-	-	-	-
41	Amazon River	0969/19	-	-	-	-	-	-	-
42	BC 01	0970/19	-	-	-	-	-	-	-
43	BC 02	0971/19	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
OBS :			LQ = Menor que o Limite de Quantificação ND = Não Detectado I = Amostra Insuficiente			B = Não Solicitado P = Amostra Perdida H = Interferência			
ANALISTA (S) : Debora Freitas			Data de entrega do resultado: 10/10/2019						
Responsável Técnico: Nilda Gorethe Palma Pantoja									
Química - N° CRQ 14100875									

Limites de Quantificação do LAMIN-MA e Métodos Utilizados

CÁTIONS		
Parâmetro	LQ (mg.L⁻¹)	Métodos utilizados
Alumínio	0,015	SMEWW 3120 IT-03-10-01
Antimônio	0,002	
Arsênio	0,002	
Bário	0,010	
Berílio	0,002	
Boro	0,100	
Cádmio	0,002	
Cálcio	0,100	
Chumbo	0,002	
Cobalto	0,005	
Cobre	0,015	
Cromo	0,005	
Estanho	0,010	
Estrôncio	0,010	
Ferro	0,010	
Lítio	0,005	
Magnésio	0,010	
Manganês	0,010	
Molibdênio	0,005	
Níquel	0,005	
Potássio	0,100	
Silício	0,500	
Sódio	0,100	
Titânio	0,005	
Vanádio	0,005	
Zinco	0,010	
Selênio	0,005	
Mercúrio total	0,0005	Proc. Int. IT-03-08-01

ÂNIONS		
Parâmetro	LQ (mg.L⁻¹)	Métodos utilizados
Brometo	0,010	EPA 300.1 IT-03-05-01
Cloreto	0,010	
Fluoreto	0,010	
Fosfato	0,010	
Nitrato	0,020	
Nitrito	0,010	
Sulfato	0,020	