



UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA – UNEB
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS HUMANAS - CAMPUS IX
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ALEX BARROS DOS SANTOS

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAL DO RIO GRANDE NO
PERÍMETRO URBANO DO MUNICÍPIO DE BARREIRAS-BAHIA**

BARREIRAS-BA
2022

ALEX BARROS DOS SANTOS

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAL DO RIO GRANDE NO
PERÍMETRO URBANO DO MUNICÍPIO DE BARREIRAS-BAHIA**

Trabalho apresentado ao Departamento de Ciências Humanas da UNEB – Universidade do Estado da Bahia – Campus – IX, como requisito para obtenção de título de graduação de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Orientador: Dr. Enoc Lima do Rego.
Coorientador: Dr^a. Sandra Eliza Guimarães

BARREIRAS-BA
2022

FICHA CATALOGRÁFICA
Sistema de Bibliotecas da UNEB

S237a

Santos, Alex Barros dos

Avaliação da qualidade da água superficial do Rio Grande no
perímetro urbano do município de Barreiras-Bahia / Alex Barros dos
Santos. - Barreiras, 2022.

44 fls : il.

Orientador(a): Dr. Enoc Lima do Rego.

Coorientador(a): Dr. Sandra Eliza Guimarães.

Inclui Referências

TCC (Graduação - Ciências Biológicas) - Universidade do Estado da
Bahia. Departamento de Ciências Humanas. Campus IX. 2022.

1.Esgoto doméstico. 2.Potabilidade. 3.Consumo Humano.
4.Urbanização.

CDD: 543

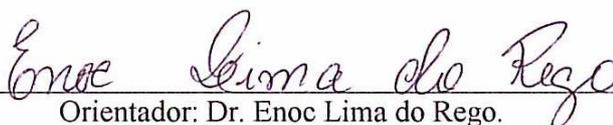
ALEX BARROS DOS SANTOS

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAL DO RIO GRANDE NO
PERÍMETRO URBANO DO MUNICÍPIO DE BARREIRAS-BAHIA**

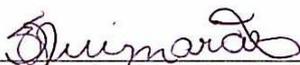
Monografia apresentada à Universidade do Estado da
Bahia como um dos pré requisitos para a obtenção do
Grau de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Aprovado em: 02 de Dezembro de 2022.

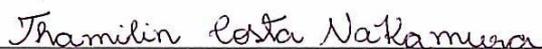
BANCA EXAMINADORA



Orientador: Dr. Enoc Lima do Rego.
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano



Coorientador: Dr^a. Sandra Eliza Guimarães
Universidade Federal de Lavras



Membro externo: Msc. Thamilin Costa Nakamura
Universidade de Brasília

Dedico este trabalho a Deus, familiares e amigos sem eles eu não teria capacidade para desenvolver este trabalho.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por garantir que meus objetivos sejam alcançados ao longo da minha carreira acadêmica. Agradeço aos meus amigos e familiares pelo apoio e ajuda, que contribuíram muito para a realização deste trabalho. Agradeço aos meus amigos e amigas que estiveram ao meu lado. Agradeço aos professores por me corrigirem e me ensinarem a ter um melhor desempenho ao longo do processo de formação profissional do curso. Agradeço ao meu orientador o professor Enoc Lima do Rego, pela dedicação, paciência e profissionalismo no processo de realização do presente trabalho. Agradeço a minha coorientadora Sandra Eliza Guimarães pela pelas correções. Agradeço também ao professor Uldérico Rios pela contribuição através da confecção do mapa da cidade Barreiras e a Universidade Federal do Oeste da Bahia (UFOB) pela disponibilização dos laboratórios para a realização das análises das amostras de água. Por fim, a todos os que direta ou indiretamente estiveram envolvidos no desenvolvimento deste trabalho de investigação, que enriqueceu o meu processo de aprendizagem e formação.

RESUMO

A água esteve sempre disponível para o homem, sendo capaz de se restaurar e voltar a sua forma natural, porém essa capacidade vem diminuindo devido à degradação dos recursos hídricos ocasionado pelo constante aumento da população. Assim, esse trabalho objetivou analisar a qualidade da água do Rio Grande no perímetro urbano do município de Barreiras, Bahia, demonstrando a influencia dos bairros sobre o rio no período seco e chuvoso, através de parâmetros físico-químicos e microbiológicos. As coletas das amostras foram realizadas em dez pontos distintos ao longo do segmento urbano do Rio Grande, sendo coletado 500ml para as análises físico-químicas e 100ml para análises microbiológicas. Os resultados das análises indicaram que alguns parâmetros estavam em desacordo com os padrões de potabilidade da portaria n^o: 888/2021, sendo os parâmetros microbiológicos, oxigênio dissolvido, turbidez e condutividade. Em relação aos íons, foi possível verificar que o período chuvoso apresentou as maiores concentrações de elementos na água, destacando-se o ponto localizado no centro do perímetro urbano, sendo forte indicativo da entrada de esgoto doméstico. É importante destacar a necessidade da análise das amostras de água para outros parâmetros como contaminantes emergentes (pesticidas, fármacos, plastificantes e etc.). Dessa forma esse trabalho em sua íntegra contribui para a necessidade de ações ambientais de preservação dos rios da região e proporciona dados ainda pouco explorados para ações de controle e qualidade.

Palavras chaves: Esgoto doméstico; Potabilidade; Consumo Humano; Urbanização.

ABSTRACT

Water has always been available to man, being able to restore itself and return to its natural form, but this capacity has been experiencing due to the decrease in water resources caused by the constant increase in population. Thus, this work aimed to analyze the water quality of the Rio Grande in the urban perimeter of the municipality of Barreiras, Bahia, demonstrating the influence of the neighborhoods on the river during the dry and rainy seasons, through physical-chemical and microbiological parameters. Sample collections were carried out at ten different points along the urban segment of Rio Grande, with 500ml being collected for physical-chemical analyzes and 100ml for microbiological analyzes. The results of the analyzes indicated that some parameters were in disagreement with the potability standards of ordinance n°: 888/2021, being the microbiological criteria, oxygen, turbidity and conductivity. With regard to ions, it was possible to verify that the rainy season presented the highest concentrations of elements in the water, highlighting the point located in the center of the urban perimeter, being a strong indication of the entry of domestic sewage. It is important to highlight the need to analyze water samples for other parameters such as emerging contaminants (pesticides, drugs, plasticizers, etc.). In this way, this work, in its integration, contributes to the need for actions for the environmental preservation of the region's rivers and provides data that is still little explored for control and quality actions.

Keywords: Domestic Sewage; Potability; Human Consumption; Urbanization.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da nascente do Rio Grande.....	04
Figura 2 - Localização dos pontos de coleta.....	06
Figura 3 - Dados da condutividade.....	16
Figura 4 - Totais de Sólidos Dissolvidos.....	17
Figura 5 - Dados da Turbidez Período Seco e Chuvoso.....	18
Figura 6 - Oxigênio Dissolvido.....	19
Figura 7 - Dados do pH.....	20
Figura 8 - Média das faixas do período chuvoso.....	27
Figura 9 - Média das faixas do período seco.....	27

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados dos íons analisados do período seco e chuvoso.....	21
Tabela 2 - Resultado qualitativo dos parâmetros microbiológicos do período chuvoso.....	22
Tabela 3 - Resultado qualitativo dos parâmetros microbiológicos do período seco.....	21

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	14
2.1	Objetivo geral	14
2.2	Objetivo específicos	14
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
3.1	Uso e ocupação do solo e os Recursos Hídricos	15
3.2	Parâmetros: pH, condutividade Elétrica (CE), total de sólidos dissolvidos (TDS), turbidez, oxigênio dissolvido e íons	16
3.3	Íons	18
3.4	Indicadores microbiológicos	20
4	METODOLOGIA	21
4.1	Caracterização da área de estudo	21
4.2	Coleta de amostras	22
4.3	Procedimento de análise das amostras	24
4.3.1	Parâmetros físico-químicos	24
4.3.2	Parâmetros Microbiológicos	25
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5.1	Parâmetros físico-químicos e íons	26
5.2	Análise microbiológica	35
5.3	Avaliação da contribuição dos bairros na entrada de poluentes	35
6	CONCLUSÃO	38
	REFERENCIAS	39
	ANEXO	44

1. INTRODUÇÃO

A água esteve sempre disponível para o homem, sendo capaz de se restaurar e voltar a sua forma natural, tal capacidade chamada é autodepuração, entretanto, com o constante aumento da população, essa capacidade vem diminuindo devido à degradação dos recursos hídricos por causa de seus variados usos, destacando-se a agricultura, a pecuária, a indústria e a falta do saneamento básico, que contribui para o aumento carga de elementos dissolvidos nas águas superficiais (GLORIA et al. 2017; PIRATOBA et al. 2017). Os recursos hídricos são compostos pelas águas superficiais e subterrâneas disponíveis para qualquer tipo de uso de região ou bacia hidrográfica, onde estão diretamente ligados ao desenvolvimento agrícola e industrial (COSTA et al. 2012). Assim a bacia hidrográfica é a unidade espacial de estudos dos recursos hídricos, onde a mesma compreende diversos contribuintes que convergem para um curso principal, carregando materiais de origem natural e antrópica (ARAÚJO et al. 2018; MOURA et al. 2010).

Dessa forma é importante o levantamento de dados sobre o uso e ocupação do solo, pois, o seu mau uso causa deterioração do meio ambiente, especialmente em relação aos recursos hídricos. Tais usos podem causar processos de impermeabilização do solo, o qual ocasiona o aumento do escoamento superficial, que é responsável por transportar materiais orgânicos e inorgânicos para o rio, aumentando, significativamente a carga de poluentes, provocando enchentes, eutrofização dos rios e causando a poluição hídrica, que interfere diretamente no funcionamento dos ecossistemas (ASSIS et al. 2014; SOUTO et al. 2019).

Sendo um dos principais poluentes das águas, o esgoto doméstico ainda é um dos grandes problemas no Brasil. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2020), o sistema de coleta de esgoto chega a 60,3% da população brasileira, em relação ao Nordeste esse valor é inferior, apenas 52,7%. Quanto ao tratamento do esgoto, apenas 62,8% dos municípios brasileiros realizam esse procedimento em Estações de Tratamento de Esgoto (ETE). Esses efluentes são despejados em rios, lagos ou oceano, podendo causando mudanças drásticas na composição natural das águas quando a ausência de tratamento.

A água quando destinada ao consumo humano, é necessário à análise para caracterização e determinação da sua real qualidade. Para caracterizar uma água de qualidade, os parâmetros são definidos em limites aceitáveis das substâncias presentes, os quais representam as suas características físicas, químicas e biológicas. Esses parâmetros são indicadores da qualidade da água e constituem impurezas quando alcançam valores superiores

aos estabelecidos para determinado uso (UFV 2015; PIRATOBA et al. 2017). Esses parâmetros são estabelecidos pelo Ministério da Saúde através da Portaria GM/MS nº: 888 de 04/05/2017.

Portanto, o presente trabalho teve como objetivo a avaliação das águas superficiais do Rio Grande no perímetro urbano de Barreiras-BA, determinando a sua real qualidade a partir de análises físico-químicas e microbiológicas em períodos diferentes do ano (seco e chuvoso). Sendo realizado no município de Barreiras no estado da Bahia, que fica localizado no extremo oeste da Bahia (O PORTAL DO BRASIL 2020). Segundo dados do IBGE do ano de 2021, o município possui uma população estimada em 158.432 habitantes, é reconhecido como um dos principais centros urbanos do Oeste da Bahia, com grande potencial econômico e turístico em toda a região.

Para analisar as águas superficiais do perímetro urbano de Barreiras, foi determinado pontos de coleta e neles foi realizada a coleta das amostras para os parâmetros físico-químicos e análise microbiológica.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Avaliar a qualidade das águas superficiais do Rio Grande no perímetro urbano do município de Barreiras- Bahia a partir da determinação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Verificar a presença/ausência de microorganismos patogênicos por meio de indicadores de Coliformes Totais e *Escherichia Coli*.

- Determinar os parâmetros físico-químicos: pH, condutividade, turbidez, oxigênio dissolvido e totais de sólidos dissolvidos.

- Quantificar os íons: Cloreto (Cl^-), Nitrito (NO_2^-), Nitrato (NO_3^-), Sulfato (SO_4^{2-}), fosfato (PO_4^{2-}), Lítio (Li^+), sódio (Na), amônio (NH_4^+), Potássio (K^+) e Cálcio (Ca^{2+}).

- Verificar se há influência da sazonalidade (período seco e chuvoso) na qualidade de água;

- Identificar o/os bairros que mais influenciam sobre a qualidade da água.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Uso e ocupação do solo e os Recursos Hídricos

A cobertura do solo pode ser entendida como a forma como os humanos ocupam o espaço geográfico. No Brasil, o uso polivalente dos recursos hídricos está se diversificando, e sua força está relacionada ao desenvolvimento da sociedade, da agricultura e da indústria. (SILVA, 2020).

O território brasileiro possui um ecossistema aquático continental muito rico e muito importante, representado por rios, lagos, represas artificiais e áreas alagadas (EOS, 2021). No Brasil concentra-se 12% de toda reserva de água do planeta, sendo assim uma potência mundial de reserva de recursos hídricos (TUNDISI, 2014). É, portanto, o país com maior quantidade de recursos hídricos endógenos (gerados por precipitações atmosféricas sobre seu território), tanto na superfície quanto subterrâneos (EOS, 2021).

No estudo realizado por Menezes *et al.* (2016), destacam que uso e ocupação do solo reflete diretamente na qualidade da água, isso é mostrado também na pesquisa de Reis *et al.* (2017), onde por meio da correlação na bacia hidrográfica do Rio Abaúna, entre o uso e ocupação da terra e a qualidade da água, onde foi possível observar que na foz do rio em questão, onde havia mata ciliar, a qualidade da água foi mantida quanto os parâmetros físico-químicos, enquanto nos demais pontos, com a ocupação da terra com lavoura e urbanização, verificou-se a presença de sedimentos em suspensão e bactérias do grupo coliformes totais, ficando em desacordo com os parâmetros de qualidade da água para consumo humano.

Aparecido *et al.* (2016), destacam que a agricultura irrigada garante maior produtividade quando comparada a não irrigada e as perspectivas para os próximos anos é que a agricultura irrigada cresça ainda mais, sendo necessário a ocupação de mais áreas com potencial de cultivo. É evidenciado por Carvalho Neto (2020), que a agricultura e pastagem ocupam áreas de preservação permanente (APP), mostrando que a agricultura já esta se abrangendo cada vez mais mesmo em áreas de preservação permanente. Dessa forma, haverá um possível aumento no escoamento superficial, aumentando os níveis de materiais orgânicos e inorgânicos nos recursos hídricos superficiais.

A água reflete diretamente as características de sua região, logo, as características sazonais também influenciam a mesma. Sobre esse aspecto, Menezes *et al.* (2016), relatam que ao longo dos anos as fontes de contaminação podem se diferenciar, ocorrendo um

aumento no escoamento superficial no verão por causa da agricultura, e no inverno por causa dos lançamentos de esgotos domésticos.

As atividades antrópicas vêm crescendo devido ao aumento da população e a expansão industrial e agrícola, contaminando assim os ecossistemas aquáticos, causando o decréscimo da qualidade da água e acarretando o aumento do escoamento superficial, que é responsável por transportar materiais orgânicos e inorgânicos para os recursos hídricos.

Assim, para obter informações ambientais sobre a qualidade da água, é necessário estudar as interações entre os fatores físicos, químicos, microbiológicos, naturais e antropogênicos locais que afetam diretamente a qualidade da água. Borges (2002) aponta que devidos às atividades antrópicas como ocupação desordenada por meio do desmatamento, práticas agrícolas perniciosas, ocupações urbanas generalizadas, lançamento de esgotos industriais e domésticos nos rios e lagos, estão causando o decaimento da qualidade dos recursos hídricos e propagando de doenças de veiculação hídrica ao próprio ser humano.

Logo as características da água são expressas através dos parâmetros de qualidade da água (SPERLING, 2007). Segundo IBGE (2018) a análise ambiental não é algo novo, mas sua importância crescente nos últimos tempos tem suscitado interessantes discussões de conceitos e métodos a serem a ela aplicados.

3.2 Parâmetros: pH, condutividade Elétrica (CE), total de sólidos dissolvidos (TDS), turbidez, oxigênio dissolvido e íons

A qualidade da água é determinada por diversos parâmetros, dentre eles um dos mais importantes são os parâmetros físico-químicos que consistem no pH, condutividade elétrica (CE), total de sólidos dissolvidos (TDS) e turbidez.

O pH é um dos indicadores mais importante para monitorar os recursos hídricos, pois o mesmo tem o potencial de diminuir ou aumentar o efeito de substâncias tóxicas presentes na água (Gloria 2017; CETESB 2022). Ele descreve o equilíbrio de íons H^+ e OH^- , que variam de 0 a 14, no qual demonstra por meio dessa variação se a água é ácida (pH inferior a 7), neutra (pH igual a 7) ou alcalina (pH maior do que 7). A variação desse parâmetro está relacionado a fatores naturais, como dissolução de rochas, absorção de gases atmosféricos, oxidação da matéria orgânica, fotossíntese, e a fatores antropogênicos pelo despejo de esgotos domésticos e pelo despejo de substâncias ácidas através da indústria (LOPES, 2010).

A resolução portaria nº 2.914/2011 em consonância com a Portaria de Consolidação nº 888 de 2021 estabelece que para a proteção da vida aquática o pH deve estar entre 6 e 9.

Mudanças no valor do pH da água podem aumentar a solubilidade de elementos químicos que podem ser tóxicos para os organismos aquáticos (BRASIL, 2014).

A condutividade elétrica (CE) é capacidade que a água possui de conduzir corrente elétrica, um procedimento muito sensível para a medição de concentrações iônicas. Este parâmetro está relacionado com a presença de íons dissolvidos na água, que são partículas carregadas eletricamente, quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos, maior será condutância total, porém a o a portaria já citada não determina o valor da condutividade (TRATAMENTO DE ÁGUA, 2017).

Total de sólidos dissolvidos (TDS), representam a matéria em solução ou em estado coloidal presente na amostra de água. Consistem em partículas com menos de 10^{-3} μm de diâmetro e permanecem em solução mesmo após a filtração. A entrada de sólidos na água pode ocorrer naturalmente (processos erosivos, organismos e detritos orgânicos) ou antropogênica (lançamento de lixo e esgotos) (BRASIL, 2014; Tratamento de Água, 2015).

A turbidez é a presença de matéria em suspensão na água, como argila, silte, substâncias orgânicas finamente divididas, organismos microscópicos e outras partículas.

Esse parâmetro indica o grau de atenuação que um feixe de luz sofre ao atravessar a água com a absorção e dispersão da luz causada por sólidos em suspensão, a principal fonte de turbidez é a erosão do solo, quando no período chuvoso, a água da chuva carrega uma quantidade significativa de sólidos para a área hídrica. Atividades de mineração, assim como o lançamento de esgotos e de efluentes industriais, também são fontes importantes que causam uma elevação da turbidez das águas (TRATAMENTO DE ÁGUA, 2015; ANA, 2015).

Bembem et al. (2020), realizaram análise físico-químicos nas águas superficiais do trecho urbano do Rio Corrente, onde foi possível verificar variações da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e fósforo total. Valores elevados de DBO indicam a quantidade de oxigênio dissolvido que é necessário para realizar a biodegradação da matéria orgânica, quanto maior os valores de DBO maior será a redução do oxigênio dissolvido, comprometendo a vida aquática. Quanto ao fósforo total indica uma possível contaminação por esgoto doméstico. Elevados níveis do mesmo pode ocasionar a eutrofização da água.

O parâmetro oxigênio dissolvido (OD) pode ser considerado um dos mais importantes gases dissolvidos associados à dinâmica dos ecossistemas aquáticos, já que o OD é a concentração de oxigênio na água que é essencial para a respiração dos peixes e a vida aeróbica ou facultativa na camada de água (POL et al 2019). Sendo um dos elementos que

estão presente em maior quantidade na água, ficando atrás apenas do nitrogênio, tem origem na água via fotossíntese ou pela hidrodinâmica da água (SIMONETTI, 2019).

O OD é um parâmetro fundamental para analisar um corpo hídrico, devido a sua importância, para a biota aquática. Dessa forma, altos níveis de oxigênio dissolvido são indicativos da presença de plantas, algas ou cianobactérias fotossintetizantes. Enquanto valores baixos podem indicar a presença de matéria orgânica, com possível introdução por efluentes domésticos no qual contem bactérias aeróbicas com consomem o oxigênio do corpo que esta recebendo esse efluente. A portaria 888 de 2021 determina que quando destinado ao consumo humano, deve ser analisado a quantidade de OD, porém não determina a quantidade que deve estar presente (BAUMGARTEN, 2021).

3.3 Íons

O cloreto (Cl^-) naturalmente está presente em águas brutas na forma de cloreto de sódio, cálcio ou magnésio, e deve-se manter abaixo de 250 mg/L, de acordo com a Portaria nº 2.914/2011 em consonância com a Portaria de Consolidação nº 888/2021 (BRASIL, 2021) para consumo humano. Com origem natural da dissolução de rochas e origem antrópica através da indústria, é encontrado em todas águas naturais com maior concentração em águas salinas (PIRATOBA, et al. 2017).

Já em relação ao nitrito (NO_2^-), que é uma das formas oxidadas nitrogênio, pode ser encontrado na água como produto da decomposição biológica. A portaria acima citada determina que o teor máximo é de 1,0 mg/L. Quando os valores NO_2^- estão elevados, demonstram alta atividade bacteriana e falta de oxigênio, indicando contaminação recente de efluentes e decomposição de matéria orgânica vegetal ou animal (ALVES, 2019; CARVALHO et al. 2017).

Quanto ao nitrato (NO_3^-) que é uma das formas mais estável do nitrogênio em ambiente aquoso (BAUMGARTEN, 2021), possui um valor máximo permitido (VMP) de 10,0 mg/L, quando ultrapassa o VMP na água pode causar a metahemoglobina infantil (doença do sangue azul) que acomete crianças de até três meses de idade. Pode produzir também substâncias carcinogênicas: nitrosaminas e nitrosamidas, que podem causar câncer de estômago, de mama e de bexiga (ALVES, 2019; BAUMGARTEN, 2021).

O sulfato (SO_4^{2-}) é formado como resultado da dissolução de rochas e da oxidação do gás sulfídrico no ambiente aquático rico em oxigênio. De acordo com a portaria 888/2021, o

VMP é de 250 mg/L. Quando em alta quantidade na água pode ter efeitos laxativos no ser humano (BRASIL, 2017; BAUMGARTEN, 2021).

Em relação ao íon fosfato (PO_4^{2-}), ele pode ser encontrado nos rios tendo origem natural pela decomposição da matéria orgânica, lixiviação de minerais e também de origem antrópica, através de suplementos de alimentação animal, conservantes alimentares, agentes anti-corrosão, cosméticos e cerâmica (EMÍDIO, 2012; BAUMGARTEN, 2021).

Em relação ao lítio (Li^+), ele possui um teor máximo permitido de 2,5 mg/L, quando acima desse valor ele se torna tóxico, porém ele se faz um elemento essencial a saúde mental do ser humano, pois estudos apontam que a falta desse micronutriente causa distúrbios psiquiátricos. A dose mínima para evitar problemas de saúde é de 0,1 mg/dia, podendo ser encontrado na água mineral e alimentos como grãos, leite e vegetais. Na indústria ele é utilizado na fabricação de cerâmicas, vidros e graxas, e o brometo e cloreto de lítio, utilizado na fabricação de condicionadores de ar (SCHRAUZER, 2002; BAUMGARTEN, 2021).

O sódio (Na^+) é um dos elementos mais abundantes na Terra. No ambiente aquático ele pode ser introduzido através da lixiviação de rochas, e por ações antrópicas, como despejo de esgotos domésticos, efluentes industriais e/ou atividades agrícolas. A portaria nº 05/2017-MS determina que o valor máximo permitido é de 200 mg/L.

As proporções do íon amônio (NH_4^+) ou amônia ionizada, dependem diretamente das proporções do pH e da temperatura, de forma que quanto mais ácido o pH e mais alta a temperatura, o NH_4^+ tende a ter um aumento significativo. Ele pode ser encontrado na água em locais com altos valores de matéria orgânica, em conjunto com a proliferação de microrganismos anaeróbios e em locais com despejo de efluentes domésticos, sendo um quimioindicador de poluição orgânica (BAUMGARTEN, 2021)

O potássio (K^+), como o sódio, é encontrado nas águas superficiais naturalmente, tendo origem da lixiviação de rochas, podendo ser introduzido também no ambiente aquático através da agricultura e indústria. Sendo muito importante no transporte da membrana celular entre os meios intracelular e extracelular (PIRATOBA et al, 2017).

O Cálcio (Ca^{2+}) também pode ser encontrado dissolvido na água de forma natural, através da dissolução de rochas calcárias que contém cálcio, esse elemento juntamente com o magnésio interfere diretamente na dureza da água, tal parâmetro se faz muito importante na saúde dos ossos do ser humano.

A portaria nº: 888/2021 não determina o valor máximo permitido de K^+ e Ca^{2+} , enquanto NH_4^+ , a portaria que deve ser analisado a quantidade apenas.

3.4 Indicadores microbiológicos

Dentre vários tipos de bactérias presentes na água, poucas são causadoras de doenças de saúde pública. A portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde, determina que devem ser analisadas a quantidade de bactérias dos grupos coliformes totais e a presença de coliformes termotolerantes ou *Escherichia coli*. Esses grupos abrangem um grande grupo de bactérias presentes no solo, nas plantas e no trato intestinal de animais de sangue quente (Brasil, 2017).

Coliformes totais e coliformes termotolerantes são bactérias que possuem como principal característica a fermentação de lactose. A principal espécie dentro desses grupos é a *Escherichia coli* (*E. coli*), possuindo origem exclusivamente fecal. As mesmas são causadoras de doenças de veiculação hídrica, como febre tifoide e paratifoide, disenterias, cólera, diarreia, poliomielite entre outras, constitui uma grande responsabilidade sobre a saúde pública, sendo necessária análise de qualquer tipo de água, destinada ao consumo humano (SPERLING, 2007). O objetivo do exame microbiológico da água é fornecer subsídio a respeito da sua potabilidade, isto é, ausência de risco de ingestão de micro-organismos causadores de doenças (Brasil, 2013).

Segundo Santos et al. (2017), na avaliação da qualidade da água do Rio de Janeiro, na zona rural do município de Barreiras, constatou que boa parte das comunidades ribeirinhas davam preferência a água do rio, entretanto a mesma estava fora dos padrões microbiológicos da qualidade da água, pois a água dispõe de bactérias com potencial causador de doenças, demonstrando que a mesma deve ser vista como um fator de risco a saúde quando não tratada de forma adequada e destinada ao consumo humano.

Roberto et al 2017, realizaram análises de diversos parâmetros de qualidade da água do Córrego Guará Velho, Município de Guaraí-TO, utilizando teste de número máximo provável (NMP) com diversos tubos, em consonância com as recomendações da portaria 357/2005, onde foi possível constatar que em todas as amostras foi identificada a contaminação por coliformes totais e *Escherichia coli*, em alguns pontos os níveis de contaminação estavam elevados, superando aos limites permitidos pela portaria, impossibilitando o uso dessa água por animais e humanos.

Assim, a ausência de coliformes totais e termotolerantes é indicativo da eficiência dos métodos de desinfecção ou que não ocorreu despejo de efluentes, entretanto nos trabalhos realizados acima demonstraram que os corpos hídricos em questão se encontram fora dos padrões de qualidade da água.

4. METODOLOGIA

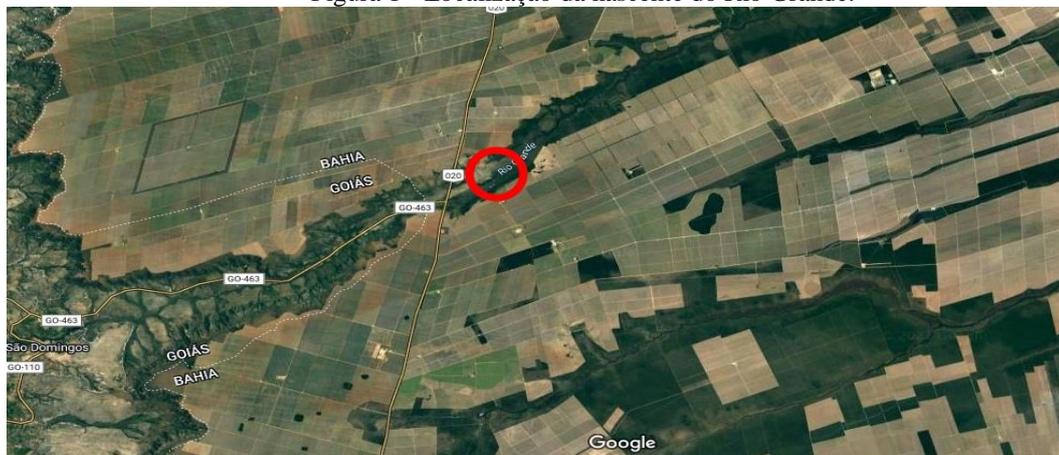
4.1 Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado no município de Barreiras, situado no extremo oeste da Bahia (Latitude: 12° 8' 54" Sul, Longitude: 44° 59' 33" Oeste) (CIDADE BRASIL 2021). Segundo dados do IBGE do ano de 2021, o município possui uma população que é estimada em 158.432 habitantes, e vale ressaltar que o mesmo é reconhecido como um dos principais centros urbanos do Oeste da Bahia, com grande potencial econômico e turístico em toda a região.

O objeto do estudo são as águas superficiais do Rio Grande, que nasce na Serra Geral de Goiás, dentro Área de Proteção Ambiental da Serra Geral de Goiás (APA Serra Geral), que tem por objetivos, assegurar a proteção do Parque Estadual de Terra Ronca e das encostas da Serra Geral de Goiás, onde esta localizada nascente e uma região contendo uma rica fauna e flora dos ecossistemas locais, que abrigam espécies endêmicas e raras (Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável 2017), como mostra a localização destacado em vermelho na imagem abaixo (Figura 1), ficando localizado na margem esquerda do Rio São Francisco, possuindo uma extensão de 580 km de água (CBHSF 2015).

Ele atravessa a Bahia em direção nordeste até encontrar o Rio São Francisco na cidade de Barra. Com uma extensão de 580 km, sendo 366 km navegáveis, sendo, portanto, um importante afluente da margem esquerda do Rio São Francisco (IBGE, 2020).

Figura 1 - Localização da nascente do Rio Grande.



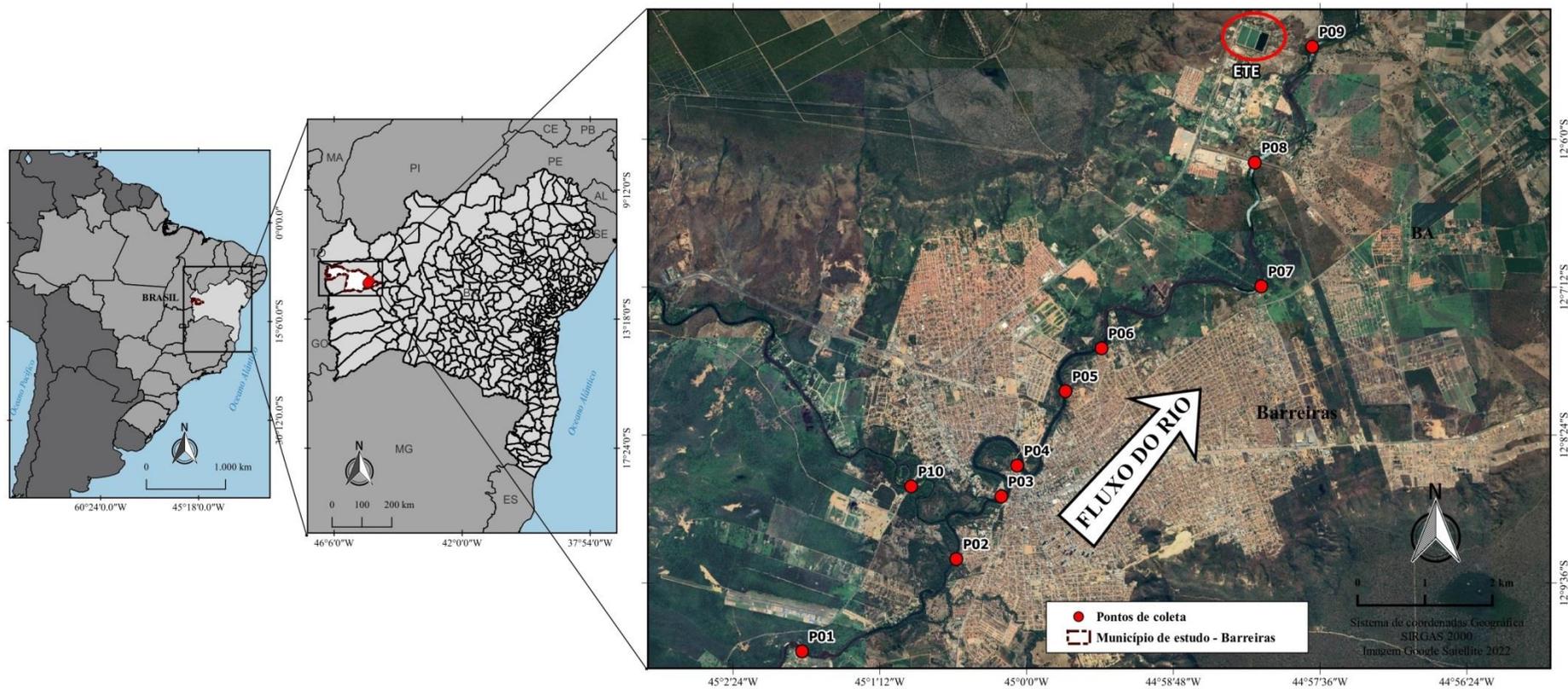
Fonte: Google maps (2022). Imagem de satélite, com a localização da nascente do Rio Grande circulado em vermelho.

4.2 Coleta de amostras

As coletas das amostras foram realizadas em dez pontos distintos ao longo do segmento do rio que passa no perímetro urbano do município de Barreiras-BA. Os pontos foram distribuídos da seguinte forma: o ponto 1 (P01) próximo a BR-135 (antes de chegar na área urbana da cidade), o ponto 2 (P02) no Bairro Loteamento São Paulo, o ponto 3 (P03) na ponte de cimento próximo a Dell Anno, o ponto 4 (P04) na ponte de Barreirinhas, o ponto 5 (P05) no fundo do bairro: Conjunto Habitacional Rio Grande (Vila Brasil), o ponto 6 (P06) no fundo do bairro Santa Luzia, o ponto 7 (P07) no fundo do Bairro Jardim Vitória, o ponto 8 (P08) na ponte do anel viário, antes da estação de tratamento de esgoto (ETE), o ponto 9 (P09) depois da estação de tratamento de esgoto e o por ultimo o ponto 10 (P10) na ponte próximo a Universidade Federal do Oeste da Bahia (UFOB) no Rio de Ondas um afluente do Rio Grande.

Tais pontos foram determinados com objetivo de medir as a influencia que cada bairro tem sobre o curso d'água em questão. A localização dos pontos é apresentada Figura 2 produzido através do Sistema de coordenadas Geográficas SIRGAS 2000, onde é possível observar o mapa da Bahia sendo destacado no mapa do Brasil, Barreiras sendo destacada no mapa da Bahia e a área urbana sendo destacada no mapa de Barreiras, com todos os pontos e circulado em vermelho a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE).

Figura 2 - Localização dos pontos de coleta.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022). Mapa destacando o perímetro urbano da cidade de Barreiras no mapa da Bahia, com os pontos de coleta das amostras, Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) e o fluxo do rio.

As amostras foram coletadas em dois períodos sazonais (seco e chuvoso) a primeira coleta, no período chuvoso, foi feita no dia 08 de março de 2022 e a outra no período seco, no dia 29 de setembro de 2022, com volume de 100 ml para análise microbiológica e 500ml para análise físico-química. Posteriormente foram transportadas sob refrigeração em caixa térmica com gelo reciclável para o Laboratório de Vigilância da Qualidade da Água (VIGIÁGUAS), localizado na Universidade Federal do Oeste da Bahia e vinculado ao Laboratório Central da Bahia (LACEN). O laboratório VIGIÁGUAS hoje se encontra desativado.

Todas as amostras foram mantidas em temperatura menor que 4°C. As amostras foram acompanhadas de um formulário de coleta, contendo informações como data, local e horário de coleta.

4.3 Procedimento de análise das amostras

4.3.1 Parâmetros físico-químicos

Para a determinação dos parâmetros físico-químicos foram utilizados, *in situ*, uma sonda multiparâmetros da marca Hanna, modelo Hi98194, onde obteve-se os dados do potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica (uS/cm), oxigênio dissolvido (OD – mg/L), turbidez (NTU) e totais de sólidos dissolvidos (ppm), enquanto que os demais parâmetros foram determinados no Laboratório de Química Analítica da Universidade Federal do Oeste da Bahia. Os íons cloreto (Cl^-), nitrito (NO_2^-), nitrato (NO_3^-), sulfato (SO_4^{2-}), fosfato (PO_4^{2-}), lítio (Li^+), sódio (Na^+), amônio (NH_4^+), potássio (K^+) e cálcio (Ca^{2+}) foram determinados com o uso do cromatógrafo iônico com duplo canal com detector de condutividade da marca Thermo Fisher Scientific DIONEX, modelo Integration, HPIC e AQUION para ânions e cátions, respectivamente, com injetor automático modelo AS-DV e sistema de regeneração de eluentes, ambos da DIONEX. As colunas utilizadas foram da marca DIONEX modelo ÍonPac AS19 Analytical Column, 2 × 250 mm e ÍonPac AG19 Guard Column: 2 × 50 mm, para os ânions e ÍonPac CS12A Analytical Column: 2 × 250 mm e ÍonPac CG12A e Guard Column: 2 × 50 mm, para os cátions. A temperatura da coluna ÍonPac AS19 e da célula do detector foram estabelecidas em 30,0 °C e 35,0 °C, respectivamente.

O gradiente foi configurado com vazão fixa de 0,3 mL min e concentração inicial do eluente de 1,6 mmol L⁻¹ de KOH até 14,0 minutos, em seguida esta concentração foi elevada para 19,0 mmol L⁻¹ até atingir 20,0 minutos da corrida, após 20,1 minutos a concentração do eluente foi elevada para 43 mmol L⁻¹ até atingir o tempo de 45,0 minutos, voltando a

concentração inicial de $1,6 \text{ mmol L}^{-1}$ em 45,1 minutos para finalizar a corrida em 48 minutos. O volume da injeção da amostra foi $25 \text{ }\mu\text{L}$ de forma simultânea para ambos os canais de análise e a corrente da supressora utilizada foi de 32 mA.

4.3.2 Parâmetros Microbiológicos

Os utensílios de bancadas utilizados para análise microbiológica foram higienizados, assim como os equipamentos de proteção individuais (EPIs). A chama foi ligada, para um ambiente estéril, e a parte superior dos frascos foi higienizada utilizando-se álcool 70%. Após abertos, foram adicionados aos frascos o substrato, composto por nutrientes, ONPG (orto-nitrofenol-beta-galato-piranosídeo) e MUG (methyl-umbeliferil-glucuronide) (Colilert. Hexis Científica) e, em seguida, os frascos foram lacrados, agitados e acondicionados em estufa, onde foram incubados a uma temperatura de 35°C , durante 24 horas.

Após incubação, foram realizadas leitura das amostras e os resultados registrados. Para a leitura, foram verificadas a coloração das amostras, onde a cor amarelo-escura indica a presença de coliformes totais. As amostras com essa coloração foram levadas para câmera Ultravioleta (UV) (Boitton Instrumentos), onde passou por investigação da presença de *Escherichia coli* (*E. coli*), através de fluorescência.

As amostras com presença de *E. coli* foram consideradas inadequadas para o consumo humano.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Parâmetros físico-químicos e íons

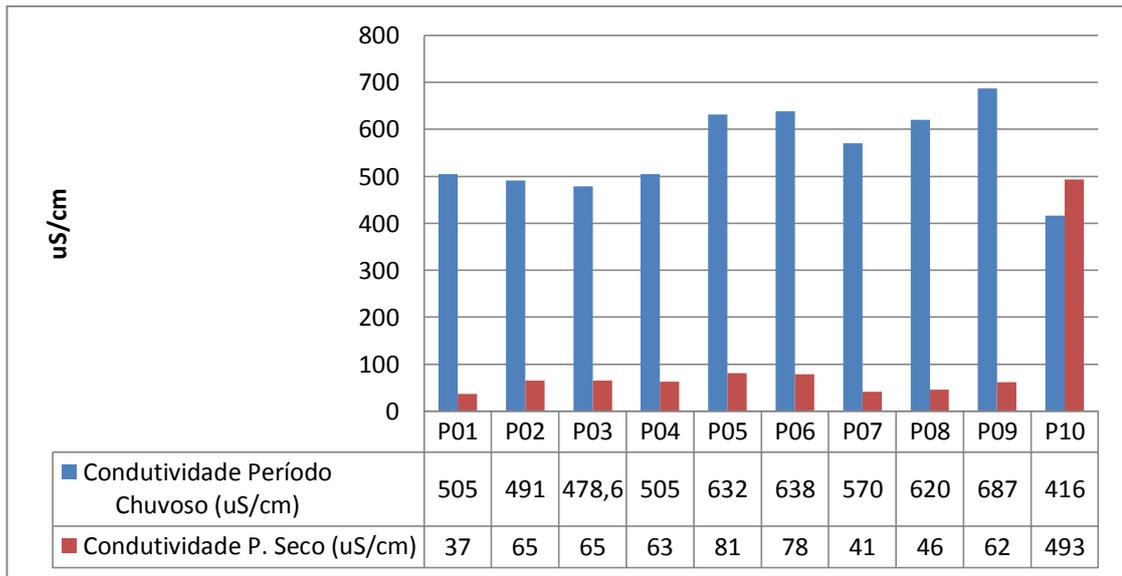
Para uma melhor apresentação dos resultados, foram confeccionados gráficos no software Excel 2010, que permitiram a visualização dos valores em média de cada parâmetro físico determinados em cada ponto (P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9 e P10), no período chuvoso, de Março, e seco, mês de setembro.

A condutividade é a capacidade da água de conduzir eletricidade, é um parâmetro físico que está associado à concentração de sólidos dissolvidos na amostra, porém, não indica o valor exato da quantidade nem a composição dos elementos presentes (POL, 2019). A portaria nº: 888/2021 do ministério da saúde aponta que deve ser realizada a análise do parâmetro condutividade, porém a mesma não determina o limite máximo permitido desse parâmetro.

Desse modo, observou-se no período chuvoso na Figura 3 as variações da condutividade de 416 (P10) a 687 (P9) uS/cm, indicando que a água se encontra com uma grande carga de elementos, essa carga de nutrientes se torna mais evidente nesse período, talvez por conta da precipitação, que causa o fenômeno chamado de lixiviação, no qual acarreta no aumento de elementos no curso d'água, devido a capacidade da água de dissolver os solutos (PIRATOBA et al 2017).

Enquanto no período seco as amostras se mantiveram com valores baixos do limite estabelecido. Entretanto em uma escala comparativa, pode-se observar na Figura 3 um aumento nos valores da condutividade neste período, de modo que, no P1, que está localizado no início do perímetro urbano, tem-se um valor baixo e a partir do P2, onde se inicia os bairros mais povoados, percebe-se um aumento. Tal aumento vai até o P6, onde se encontra bairro com menores concentrações populacionais, demonstrando que o despejo de esgoto doméstico pode estar interferindo na qualidade do curso d'água. No P10 o valor superou todos os demais pontos, indicando que a água proveniente do Rio de Ondas tem uma alta condutividade, talvez pela falta de um sistema de coleta de esgoto que não se tem naquela área.

Figura 3. Dados da condutividade elétrica



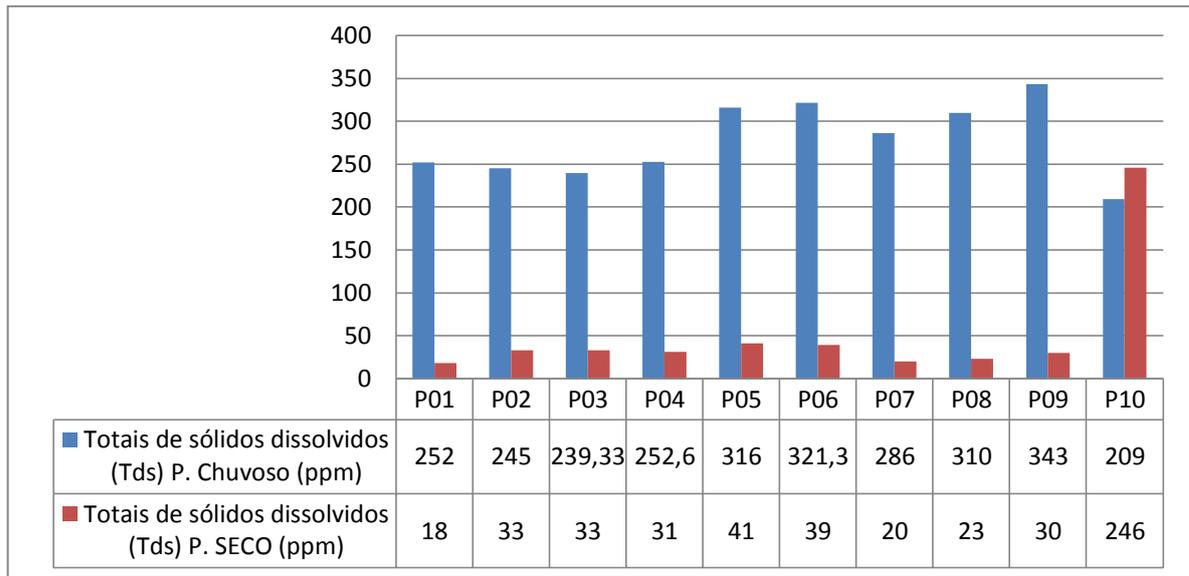
Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Totais de Sólidos dissolvidos (TDS) é a concentração dos resíduos sólidos presentes na água podendo ser tanto natural proveniente de fontes naturais do próprio curso d'água, como também pela adição de dejetos industriais e lançamentos de esgotos que afeta diretamente no caráter organoléptico, que são as propriedades que podem ser facilmente percebidas pelos nossos sentidos: olfato, visão, paladar e tato (ALMEIDA 2019; CARVALHO 2017).

Desse modo, os resultados obtidos no período chuvoso, como mostra na Figura 4, o valor médio dos pontos foi de 277 mg/L, podendo ser observado também alguns pontos que tiveram valores que superam 300 mg/L como no caso dos pontos P5, P6 e P8. Entretanto os valores não excederam o que consta na Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde, onde cita o valor de até 500 mg/L como aceitável para o consumo humano.

Já no período seco os valores tiveram uma média 51 mg/L, com um destaque maior para o P10, que superou todos os demais pontos com um valor de 246 mg/L, talvez pela falta de um sistema de coleta de esgoto que não se tem naquela área, porém, não passando do limite exigido.

Figura 4. Totais de sólidos dissolvidos



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

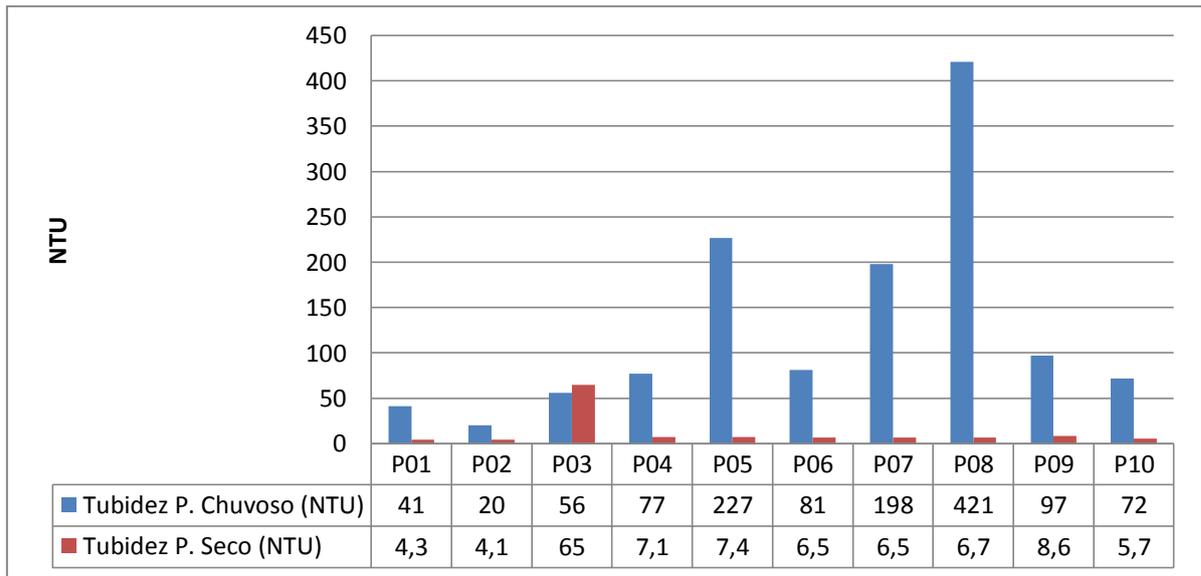
A turbidez medi o grau de penetração do feixe de luz na água, no qual pode afetar a realização da fotossíntese de algas e plantas aquáticas (ANA 2018).

Desse modo, os resultados da turbidez como mostrar na Figura 5, teve uma variação no período chuvoso de 20 à 421 NTU, demonstrando que todos os pontos se encontram fora do padrão de portabilidade da água de acordo com a Portaria nº 888/2021 que determina um valor máximo permitido de 5 NTU, quando destinada ao consumo humano. O ponto 05 teve a turbidez elevada, talvez por se tratar de um ponto que estar próximo a galeria fluvial da cidade, por onde é direcionado efluentes domésticos e água das chuvas, para o rio, já o ponto 08 que teve o maior valor verificado, pode esta relacionado a falta de coleta de esgoto que não se tem nas chácaras do próximo ao ponto.

Essa turbidez elevada indica que pode está ocorrendo interferências nos processos fotossintéticos das plantas aquáticas e das algas, e na oxigenação da mesma. Sua causa pode ser de origem natural das margens do curso d'água ou de fontes antrópicas como o lançamento de efluentes industriais e domésticos (GLORIA 2017).

Já em comparação com o período seco, apenas os pontos 1 e 2 ficou dentro do limite aceito, enquanto os demais, ficaram todos acima de 5,7 NTU, demonstrando que a águas está inadequada para o consumo humano.

Figura 5. Turbidez



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

O parâmetro oxigênio dissolvido (OD) pode ser considerado um dos mais importantes gases dissolvidos associados à dinâmica dos ecossistemas aquáticos, já que o OD é a concentração de oxigênio na água que é essencial para a respiração dos peixes e a vida aeróbica ou facultativa na camada de água (POL et al 2019; SIMONETTI, 2019). Desse modo, a portaria nº 888/2021 determina que deve ser analisado o OD, porém, não determina nem quantidade que deve estar presente.

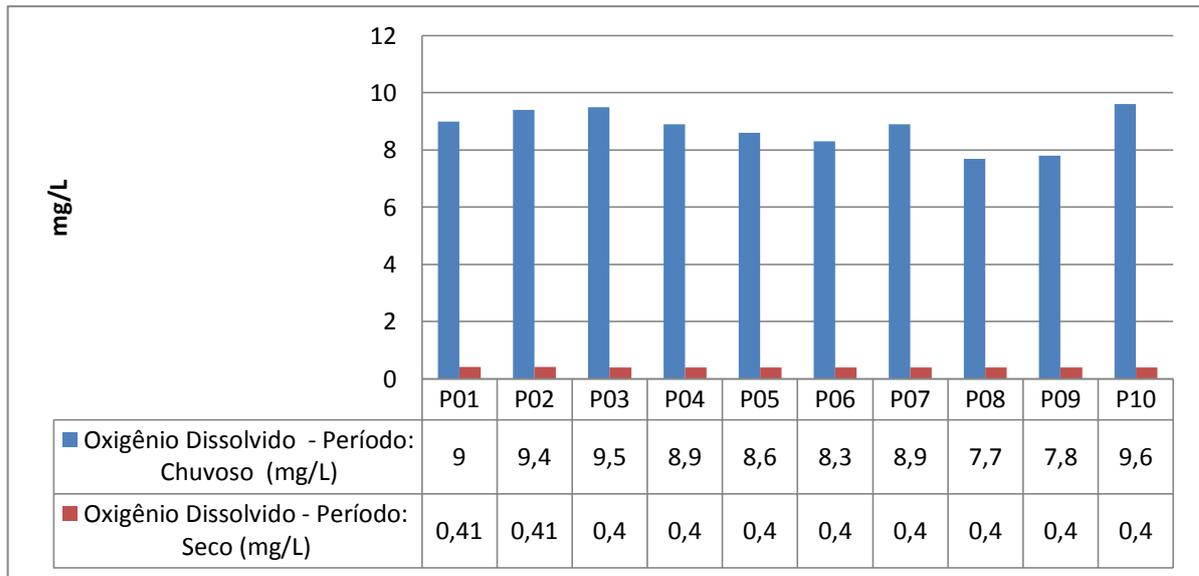
Nesse sentido é possível observar na Figura 6 que, os resultados do período chuvoso demonstram características naturais do corpo hídrico, com o maior valor de OD no ponto 3 (9,49 ml/L) e o menor no ponto 8 (7,68 mg/L), Em contra ponto, o período seco teve resultados negativos, pois todas as amostras se mantiveram com concentrações baixa de OD, com o maior sendo 0,41 mg/L, explicitando que o corpo hídrico em questão, está sofrendo com as atividades antrópicas.

Estudos apontam que, menores valores de oxigênio nos rios estão relacionados ao lançamento *in natura* de esgoto doméstico, pois o despejo desse efluente aumenta a população microbiana que utilizam o oxigênio em suas atividades metabólicas e deixa o corpo hídrico com um déficit de oxigênio (TUNDISI 2008; ARAÚJO et al 2018).

Em um trabalho semelhante ao presente, realizado por Queiroz et al (2019), onde foi realizado análises de alguns parâmetros de qualidade da água no reservatório da usina hidrelétrica de Sá Carvalho, os autores constaram que ambos os períodos, seco e chuvoso, o resultado de OD se manteve alto, indicando características naturais, diferente do presente

estudo, que mostra a água superficial do Rio Grande no período seco com um baixo índice de OD.

Figura 6. Oxigênio dissolvido



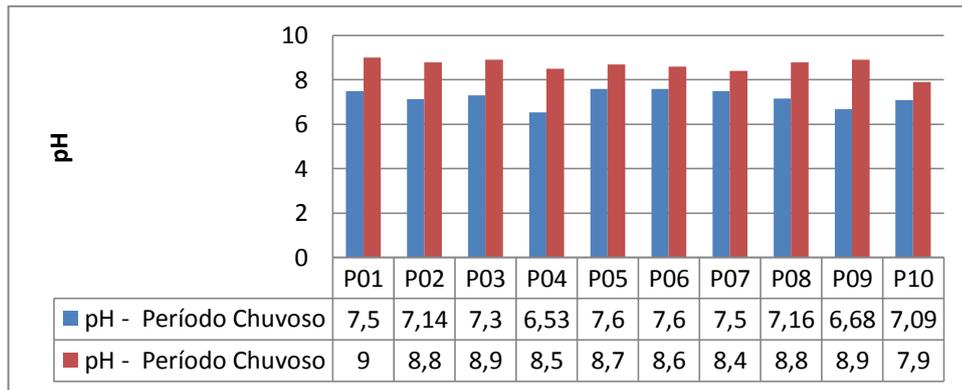
Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Os resultados das análises do pH encontrados no período chuvoso, variaram na faixa de 6,5 a 7,6, com uma média 7,1 (pH neutro), de modo que em todos os pontos, os dados foram satisfatórios, já que a faixa ideal do pH destinado ao consumo humano é de 6,0 a 9,0 pH estabelecido pela portaria 888/2021. Assim, de acordo com o potencial hidrogeniônico, as águas do Rio Grande, no período chuvoso, são caracterizadas como levemente básicas ou alcalinas ($\text{pH} > 7,0$). Enquanto no período seco se encontrou uma variação de 8,4 a 9,0, com uma média de 8,6 (pH alcalino) ficando dentro do limite máximo exigido, com características mais alcalinas diferente do período chuvoso.

No estudo realizado por Oliveira et al. (2017) no Riacho São Caetano em Balsas no estado Maranhão, apresentou o pH mínimo de 7,08, e pH máximo de 7,96, com características neutras pouco elevado para o alcalino, ficando assim de acordo com a legislação, mesmo com o lançamento de esgoto doméstico e a introdução de compostos químicos diretamente em seus corpos d'água por meio de lavagens de carros.

Em outro trabalho, feito por Santos et al. (2018), na Bacia Costeira do Sapucaia no litoral norte do estado de Sergipe, no período de agosto de 2014 a setembro de 2015, apresentou uma variação do pH de 4,6 a 7,6, demonstrando que em alguns dos 8 pontos a água se encontra ácida, tal caráter pode ser expresso por conta da composição geoquímica do solo da região litorânea norte de Sergipe.

Figura 7. Dados do pH

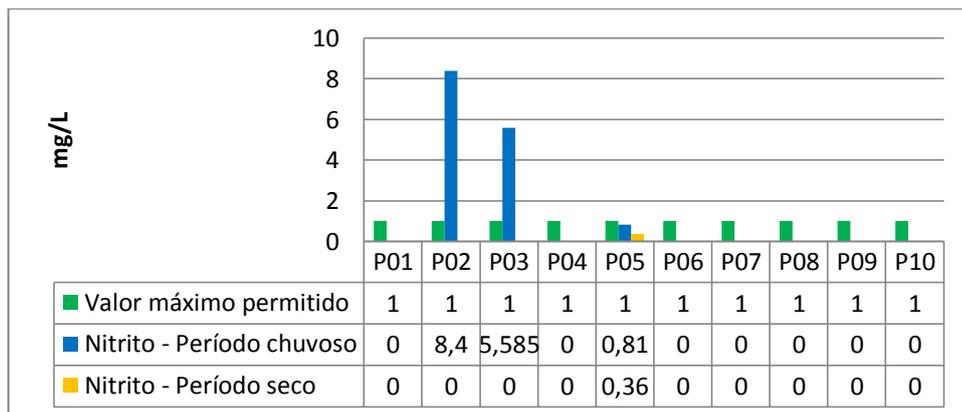


Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

O cloreto (Cl^-) é um dos principais íons presente na água, pode esta presente em águas brutas na forma de cloreto de sódio, cálcio ou magnésio, o mesmo possui um limite máximo permitido de 250 mg/L, para águas destinada ao consumo humano de acordo com a Portaria nº 888/2021. Os resultados das amostras de Cl (Tabela 1) são mais expressivos no período chuvoso onde é possível observar que o maior valor foi de 28,168 mg/L no P05, podendo ser um indicativo da introdução de efluentes doméstico nesse ponto, porém, ficando bem abaixo do valor máximo permitido (VMP) (BRASIL, 2017).

Já em relação ao nitrito (NO_2^-) que é uma das formas oxidadas nitrogênio, ele possui um VMP de 1,0 mg/L. Os pontos que se destacaram, foram do período chuvoso com o P02 (8,4 mg/L) e P03 (5,585 mg/L), que passaram do valor máximo permitido (Figura 8), que é determinado pela portaria nº: 888/2021, indicando que nesses dois pontos que ficam localizados no inicio do perímetro urbano, pode esta ocorrendo contaminação recente de esgoto doméstico e alta atividade bacteriana com baixa concentração de oxigênio dissolvido (ALVES, 2019).

Figura 8. Nitrito



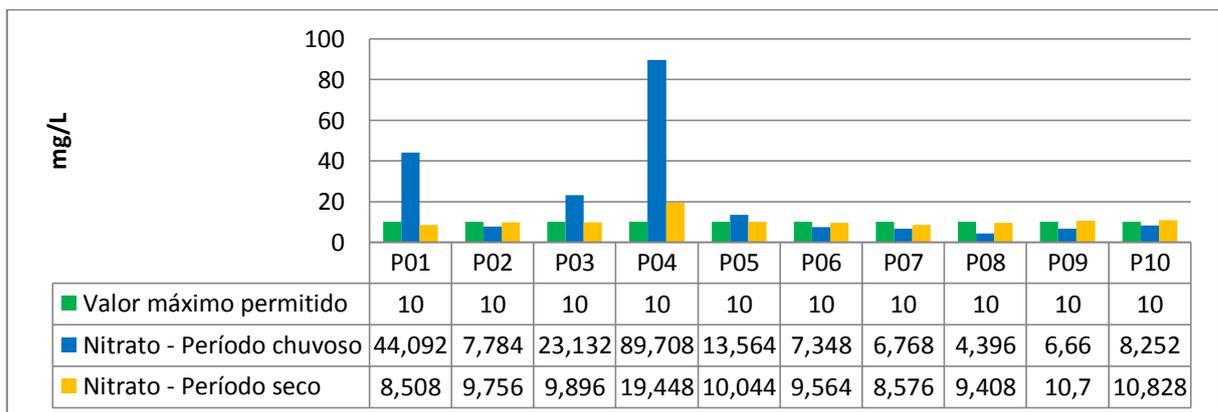
Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Quanto ao nitrato (NO_3^-) que é uma das formas mais estável do nitrogênio em ambiente aquoso (BAUMGARTEN, 2021), ele possui um VMP de 10,0 mg/L (Figura 9), que é determinado pela portaria 888/2021.

Desse modo, foi verificada a presença de NO_3^- em todos os pontos amostrais do período chuvoso e seco (Figura 9), se destacando o período chuvoso com concentrações mais elevadas, com o P04 (89,708 mg/L) com o maior valor, indicando contaminação mais prolongada de esgoto doméstico, tendo em vista que este ponto estar localizado no centro do perímetro urbano próximo de onde é depositado efluentes domésticos através de boca de esgoto, o P01 (44,092 mg/L) sendo o segundo maior, tendo esse valor, talvez por conta das chácaras que ficam localizadas antes do perímetro urbano não terem um sistema de coleta de esgoto e o P03 (23,132 mg/L) que foi o terceiro ponto que passou do VMP, essa valor pode ser devido a interferência direta do perímetro urbano, através do despejo de efluentes.

Já o período seco, tiveram taxas mais padronizadas, todas muito próxima VMP e algumas passando desse valor como no caso do P04 (19,448 mg/L), P05 (10,044 mg/L) que esta no centro do perímetro urbano, que pode estar sofrendo com o descarte de esgoto doméstico e P10 (10,828 mg/L), com um valor elevado, talvez pela falta de um sistema de coleta de esgoto que falta nas chácaras que fica próximo ao Rio de Ondas, o efluente do Rio Grande.

Figura 9. Nitrato



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

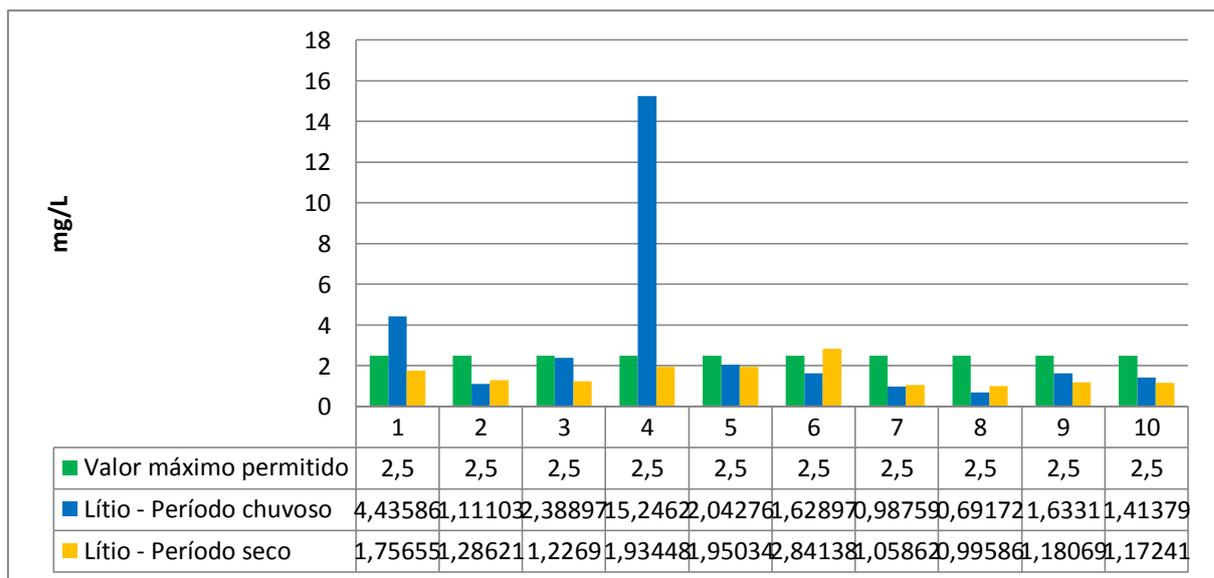
Sulfato (SO_4^{2-}) é formado como resultado da oxidação do gás sulfídrico no ambiente aquático rico em oxigênio de acordo com a portaria 05/2017-MS, o VMP é de 250 mg/L (BRASIL, 2017; BAUMGARTEN, 2021). Dessa forma, os valores ficaram bem abaixo do limite permitido, ficando assim em consonância com a portaria n°: 888/2021.

Em relação ao íon fosfato (PO_4^{2-}), ele pode ser encontrado nos rios tendo origem natural pela decomposição da matéria orgânica e lixiviação de minerais e também pela ação antrópica, através escorrências de terras agrícolas fertilizadas (Emídio, 2012; Baumgarten, 2021). Obteve-se um valor máximo de 6,34 mg/L (P03) e o valor mínimo de 4,0 mg/L (P04) no período chuvoso e no período seco, valor máximo de 4,9 mg/L (P04) e 3,16 mg/L (P07), assim o período chuvoso ficou com maiores valores de PO_4^{2-} . Este parâmetro não é considerado pela portaria n° 888/2021.

Em relação ao Lítio (Li^+), ele possui um teor máximo permitido de 2,5 mg/L (Figura 10), quando passa esse valor ele se torna toxico ao ser humano (SCHRAUZER, 2002; Baumgarten, 2021).

Os resultados obtidos de Li^+ mostram que no período chuvoso (Figura 10) as concentrações foram maiores do que as do período seco, tendo um valores de 4,4 mg/L (P01) que indicam que a água que esta chegando no perímetro urbano esta com concentrações elevadas de Li^+ , e no P04 com o valor máximo obtido de 15,246 mg/L, apontando que nesse ponto esta sendo depositado grandes cargas de Li^+ , passando do limite permitido. Já no período seco teve apenas um ponto que excede o limite que é o P06 com 2,841381 mg/L.

Figura 10. Lítio



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

O sódio (Na^+) é um dos elementos mais abundantes na Terra, no ambiente aquático ele pode ser introduzido através da lixiviação de rochas, e por ações antrópicas por esgotos domésticos, efluentes industriais e/ou atividades agrícolas. O portaria n° 888/2021 determina que o valor máximo permitido é de 200 mg/L, dessa forma os resultados obtidos desse

parâmetro não passou do limite determinado pela portaria em questão em nenhum ponto amostrado.

As proporções do íon amônio (NH_4^+) ou amônia ionizada pode ser encontrado na água em locais com altos valores de matéria orgânica e em locais com despejo de efluentes domésticos (Baumgarten, 2021). Os resultados do presente estudo mostraram que a concentrações mínimas e máximas de NH_4^+ foram de 0,36 (P06) e 3,7 mg/L (P04) respectivamente no período chuvoso e no período seco foi de 0,06 (P07) e 1,16 mg/L (P04) respectivamente.

O potássio (K^+), assim como o sódio, é encontrado nas águas superficiais naturalmente, tendo origem da lixiviação de rochas, podendo ser introduzido também no ambiente aquático através da agricultura e indústria. (Piratoba et al 2017). Os resultados de K^+ período chuvoso teve uma média de 4,34 mg/L e no período seco 2,47 mg/L, ficando o período chuvoso com maiores valores de potássio verificado. Este parâmetro não é determinado pela portaria n°: 888/2021.

O Cálcio (Ca^{2+}) também pode ser encontrado dissolvido na água de forma natural, através da dissolução de rochas calcárias que contém cálcio, esse elemento juntamente com o magnésio interfere diretamente na dureza da água, tal parâmetro se faz muito importante na saúde dos ossos do ser humano. Os valores de Ca^{2+} do presente estudo demonstram que a concentrações mínimas e máximas foram de 0,85 (P01) e 42,9 mg/L (P04) respectivamente no período chuvoso e no período seco foi de 5,6 (P10) e 14,9 (P05) mg/L respectivamente.

Em uma análise geral dos íons é possível verificar os pontos que tiveram maiores e menores concentrações no rio, dessa forma, no período chuvoso o P04 que fica localizado na ponte de Barreirinhas, teve as maiores concentrações, possivelmente por se tratar de um ponto que fica localizado no centro do perímetro urbano. O P08, que fica situado na ponte do anel viário, possuiu as menores concentrações, possivelmente por se tratar de um ponto onde fica mais distante do centro urbano onde as águas possuem características mais naturais.

Já no período seco os pontos que se destacaram foi. O P05, que está estabelecido no fundo do bairro Conjunto Habitacional Rio Grande (Vila Brasil) com as maiores concentrações de íons, provavelmente devido esta próximo dos locais onde são lançados as maiores quantidades efluentes. Os pontos com as menores concentrações foram o P10 que está localizado na ponte próximo a UFOB no Rio de Ondas, um afluente do Rio Grande, e o P01 que fica próximo a BR-135 (antes de chegar na área urbana da cidade), tais pontos podem ter essa baixa concentração em relação aos outros pontos por estarem distantes do centro urbano.

5.2 Análise microbiológica

Os resultados das análises microbiológicas podem ser observados na Tabela 1, para os períodos seco e chuvoso, indicando os pontos que tiveram a presença ou ausência de Coliformes Totais e *E Coli*. Foi verificado que nos períodos chuvoso e seco (Tabela 1), que todas as amostras de água analisadas possuem a presença de coliformes totais e *Escherichia coli*, indicando a presença de microrganismos patogênicos na água.

Tabela 1. Resultado qualitativo dos parâmetros microbiológicos do período seco e chuvoso

Período	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	
Amostras	Coliformes Totais	Coliformes Totais	<i>E Coli</i>	<i>E Coli</i>	Conclusão
	ausência ou presença	ausência ou presença	ausência ou presença	ausência ou presença	satisfatória ou insatisfatória
P1	Presença	Presença	Presença	Presença	Insatisfatória
P2	Presença	Presença	Presença	Presença	Insatisfatória
P3	Presença	Presença	Presença	Presença	Insatisfatória
P4	Presença	Presença	Presença	Presença	Insatisfatória
P5	Presença	Presença	Presença	Presença	Insatisfatória
P6	Presença	Presença	Presença	Presença	Insatisfatória
P7	Presença	Presença	Presença	Presença	Insatisfatória
P8	Presença	Presença	Presença	Presença	Insatisfatória
P9	Presença	Presença	Presença	Presença	Insatisfatória
P10	Presença	Presença	Presença	Presença	Insatisfatória

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde, determina que devam ser analisadas a presença e quantidade de bactérias dos grupos coliformes totais, coliformes termotolerantes ou *Escherichia coli*. Esses grupos abrangem um grande grupo de bactérias presentes no solo, nas plantas e no trato intestinal de animais de sangue quente (Brasil, 2017). Causam doenças de veiculação hídrica como febre tifoide e paratifoide, disenteria, furor, diarreia, poliomielite, dentre outras. (Brasil, 2013).

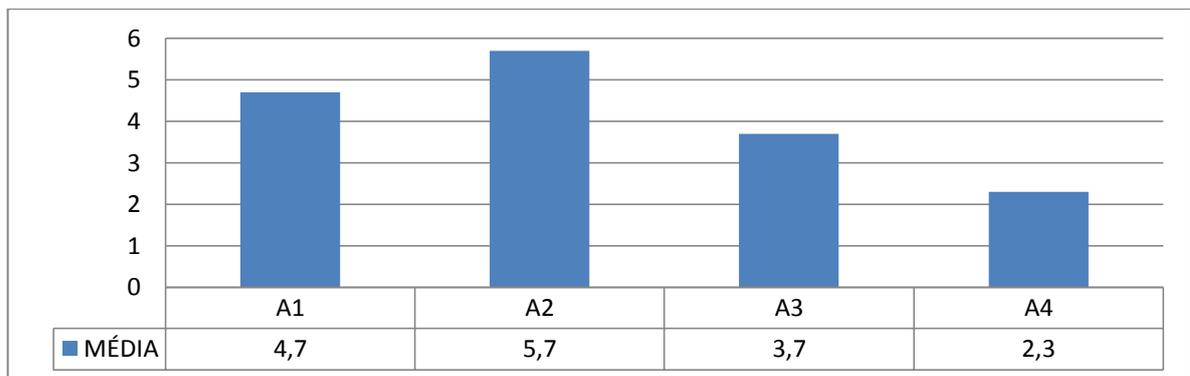
5.3 Avaliação da contribuição dos bairros na entrada de poluentes

Para medir a influência dos bairros sobre a qualidade das águas superficiais do Rio Grande no perímetro urbano, os pontos analisados foram separados em faixas, ficando na

faixa A1 o P01 (antes do perímetro urbano), na faixa A2 os pontos: P02, P03, P04 e P10 (início do perímetro urbano até a ponto de Barreirinhas), a faixa A3 (do cais até a ponte do anel viário) com os pontos: P05, P06, P07 e P08 e a faixa A4 com o P09 (depois da estação de tratamento de esgoto), após fora calculado a média de cada uma das faixas.

As faixas do período chuvoso podem ser observadas na Figura 11, onde pode ser observado as concentrações de íons dissolvidos em média.

Figura 11 – Média das faixas do período chuvoso

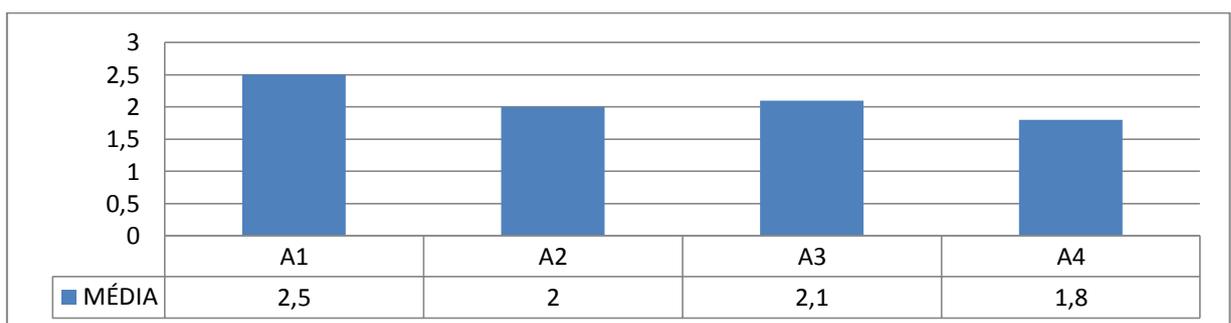


Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Dessa maneira, no período chuvoso a faixa A2 se destaca com as maiores concentrações de íons dissolvido. Essa elevada concentração pode estar relacionado ao perímetro urbano através do despejo de efluentes domésticos, já que na faixa anterior (A1) a um valor menor, e quando se inicia o perímetro urbano á uma alta na carga de elemento do rio.

Quanto ao período seco as faixas podem ser observadas na Figura 12, com as seus devidos valores em média.

Figura 12 – Média das faixas do período seco



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Já no período seco, a uma diferença em relação ao período chuvoso, com valores mais abaixo e diferenciando a faixa que está com as concentrações mais elevadas, ficando a faixa A1 com as maiores concentrações de íons, demonstrando que as águas que estão chegando no perímetro urbano têm cargas mais elevadas, e ao decorrer do rio essas cargas estão sendo diluídas como mostra na Figura 12.

Borges (2002) aponta que devidos às atividades antrópicas como ocupação desordenada por meio do desmatamento, práticas agrícolas perniciosas, ocupações urbanas generalizadas, lançamento de esgotos industriais e domésticos nos rios e lagos, estão causando o decaimento da qualidade dos recursos hídricos e propagando de doenças de veiculação hídrica ao próprio ser humano.

Portando, a água reflete diretamente as características de sua região, logo, as características sazonais também influenciam a mesma. Sobre esse aspecto, Menezes et al. (2016), relatam que ao longo dos anos as fontes de contaminação podem se diferencia de acordo com suas fontes poluidoras.

6. CONCLUSÃO

A determinação da potabilidade da água é verificada de acordo com parâmetros determinados por lei, assim os resultados das análises indicaram que alguns parâmetros ficaram em desacordo com padrões estabelecidos pelo ministério da saúde através da portaria nº: 888/2021, como os parâmetros microbiológico, oxigênio dissolvido, condutividade e turbidez. Na análise microbiológica, verificou-se a presença de bactérias grupo coliformes totais e E.Coli nos períodos seco e chuvoso em todas as amostras, o que atesta que a água está fora do padrão de potabilidade, mostrando a necessidade do tratamento antes do consumo. Assim os dados também mostraram que a turbidez e o oxigênio dissolvido nos dois períodos verificados estavam fora dos padrões de potabilidade, indicando contaminação de esgoto doméstico, que teve também a indicação de elevada carga de substâncias e íons dissolvidos mostradas pela condutividade muito elevada no período chuvoso.

Em relação aos íons foi possível verificar que o período chuvoso se destacou como o período com as maiores concentrações de elementos, ficando no topo a faixa A2 que engloba os pontos 2, 3, 4 e 10, com destaque o ponto 4 que em relação a todos os outros teve maiores concentrações verificadas..

Devido a entrada de poluentes as águas superficiais do perímetro urbano do Rio Grande em questão, estão sofrendo com as ações antrópicas, havendo a necessidade de políticas públicas voltadas para o não lançamento de efluentes domésticos nos rios. É necessário ainda haver uma fiscalização pelo poder público responsável a fim de orientar as pessoas sobre a necessidade do descarte do seu esgoto pela rede de tratamento, tendo em vista ainda que o rio é muito importante para atividades econômicas, sendo uma fonte de renda para pescadores da região.

É importante destacar ainda a necessidade da análise das amostras de água para outros parâmetros como contaminantes emergentes (pesticidas, fármacos, plastificantes e etc.), visto que devido ao desenvolvimento acelerado da cidade em torno do Rio Grande tem provocado graves alterações em sua qualidade. Esse trabalho em sua íntegra contribui para a necessidade de ações ambientais de preservação dos rios da região e proporciona dados ainda pouco explorados para ações de controle e qualidade.

REFERENCIAS

ALMEIDA, W. R. F; SOUZA, F. M. Análise Físico-Química da Qualidade da Água do Rio Pardo no Município de Cândido Sales – BA. **Id on Line Rev. Mult. Psic.** V.13, N. 43, p. 353-378, 2019 - ISSN 1981-1179.

ALVES, G. S. Avaliação dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos de água potável de hospitais das cidades de Crato e Juazeiro do Norte-CE. **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do sertão pernambucano** coordenação do curso de tecnologia em alimentos curso de tecnologia em alimentos. Salgueir, 2019.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Uso da Terra**. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/d56de925-d890-4fc9-8ab1-15ecd1b6d8c7>. Acesso: 23/04/2021.

ANA. Agencia Nacional das Águas. Portal da qualidade das águas. Disponível em: <http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx#_ftn8>. Acesso em 20 de outubro de 2018.

ANA. Indicadores de Qualidade - Índice de Qualidade das Águas (IQA). Disponível em: http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx#_ftn5. Acesso: 29/04/2021.

Área de Proteção Ambiental da Serra Geral de Goiás (APA Serra Geral). **Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável**. Mar. de 2017 Disponível em: <<https://www.meioambiente.go.gov.br/aceso-a-informacao/118-meio-ambiente/unidades-de-conserva%C3%A7%C3%A3o/1097-area-de-protecao-ambiental-da-serra-geral-de-goias-apa-serra-geral.html>>. Acesso em 22 de Jul. de 2022.

ASSIS, J. M. O; CALADO, L. O; SOUZA, W. M; SOBRAL, M. C. Mapeamento do uso e ocupação do solo no município de Belém de São Francisco – PE nos anos de 1985 e 2010. **Revista Brasileira de Geografia Física**, vol.07, n.05 (Número Especial – VIWMCRHPE) (2014) 859-870.

BAUMGARTEN, M. G. Z. Qualidade de águas: descrição de parâmetros referidos na Legislação Ambiental [Recurso Eletrônico] / Maria da Graça Zepka Baumgarten, Simone Andréa Pozza. – 2. ed. rev. **ampl.** – Rio Grande, RS : Ed. da FURG, 2021. 242 p. ; il.

BEMBEM, A. A.; SALOMÃO, L. C.; LUSTOSA, R. V.; IWATA, B. F.; ROCHA, I. L.; GOMES, P. N.. Análise das áreas de preservação permanente e da qualidade da água do Rio Corrente, Corrente/PI. **Revista Ibero- Americana de Ciências Ambientais**, v.11, n.4, p.345-361, 2020. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.004.0028>.

BORGES, A. N. Departamento de Engenharia de Computação e Automação, 2002. Disponível em: <http://www.leca.ufrn.br/~ricardo/files/Dissertacao_Aldan_2002.pdf>. Acesso em: 23/11/2022

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água / Fundação Nacional de Saúde – 4. ed. – Brasília: **Funasa**, 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde - FUNASA. Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS. **Ministério da Saúde**, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília, 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação nº 5 de 28 de setembro de 2017. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 28 de setembro de 2017, Seção 2

CARVALHO, A. P. M; SILVA, J. N; SANTOS, V. S; FERRAZ, R. R. Avaliação dos parâmetros de qualidade da água de abastecimento alternativo no distrito de Jamacaru em Missão Velha-CE. **Iniciação - Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística Edição Temática em Sustentabilidade** Vol. 7 no 1 – Novembro de 2017, São Paulo: Centro Universitário Senac ISSN 2179-474X.

CARVALHO, L. M. C; Uso e Ocupação do solo da Área de preservação permanente (APP) da microbacia do Córrego Barreiro, Uberaba (Minas Gerais). **Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto**, v.1, n.2, p.29-41.

CBHSF. Um afluente do Velho Chico: o Rio Grande. 01/01/2015. Disponível em: https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/natureza_blog/um-afluente-do-velho-chico-o-rio-grande/. Acesso em 13 de Set de 2022.

CETESB. Mortandade Peixes. 2022. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/mortandade-peixes/alteracoes-fisicas-e-quimicas/ph/>. Acesso em: 19 Set. 2022.

CIDADE BRASIL. MUNICÍPIO DE BARREIRAS 2021. Disponível em: <https://www.cidade-brasil.com.br/municipio-barreiras.html>. Acesso em 13 de Set de 2022.
COSTA, A. F. et al. Recursos Hídricos. Cadernos de Graduação - **Ciências Exatas e Tecnológicas**, Sergipe, v. 1, n.15, p. 67-73, out. 2012.

EMÍDIO. V. J. G. A problemática do fósforo nas águas para consumo humano e águas residuais e soluções para o seu tratamento. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente na especialidade de Tecnologias Ambientais. **UNIVERSIDADE DO ALGARVE** Faculdade de Ciências e Tecnologia. 2012.

EOS. **O sue são os Recursos Hídricos**. 30/03/2021. Disponível em: <https://www.eosconsultores.com.br/o-que-sao-os-recursos-hidricos/> Acesso: 22/04/2021; Postado em: 19/06/2017. Última modificação: 30/03/2021.

ESTEVES, F. A. Fundamentos da limnologia. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.FRASCARELI, D.; BEGHELLI, F. G. S.; CARDOSO-SILVA, S.; MOSCHINI CARLOS, V. Heterogeneidade espacial e temporal de variáveis limnológicas no reservatório de Itupararanga associadas com o uso do solo na Bacia do Alto Sorocaba-SP. **Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 10, n. 4, 2015.

GLORIA, L. P; HORN, B. C; HILGEMANN, M. Avaliação da Qualidade da Água de Bacias Hidrográficas Através da Ferramenta do Índice de Qualidade da Água – IQA. **Caderno pedagógico**, Lajeado, v. 14, n. 1, p. 103-119, 2017. ISSN 1983-0882.

IBGE - Análise ambiental e gestão do território : contribuições teóricometodológicas / organizadores, Fabio Giusti Azevedo de Britto, Letícia de Carvalho Giannella, Rogério dos Santos Seabra. - Rio de Janeiro : **IBGE**, 2018. 340 p.

IBGE. População no último censo. 2021 Disponível em:
<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/barreiras/panorama>. Acesso em 13 de Set de 2022.

IBGE. Quatro em cada dez municípios não têm serviço de esgoto no país. 22/07/2020 Disponível em:
<https://censo2021.ibge.gov.br/2012-agencia-de-noticias/noticias/28326-quatro-em-cada-dez-municipios-nao-tem-servico-de-esgoto-no-pais.html>. Acesso: 22/04/2021.

LOPES, F. W. A; MAGALHÃES, A. P. J. Influência das condições naturais de pH sobre o índice de qualidade das águas (IQA) na bacia do Ribeirão de Carrancas. Belo Horizonte 06(2) 134-147 julho-dezembro de 2010 135 Alex de Carvalho Antônio Pereira Magalhães Jr. **Geografias**. artigos científicos.

MENEZES, J. P. C.; BITTENCOURT, R. P.; FARIAS, M. S.; BELLO, I. P.; FIA, R.; OLIVEIRA, L. F. C. Relação entre padrões de uso e ocupação do solo e qualidade da água em uma bacia hidrográfica urbana. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 21, n. 3, p. 519-534, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522016145405>.

MOURA, L. H. A; BOAVENTURA, G. R.; PINELLI, M. P; a qualidade de água como indicador de uso e ocupação do solo: Bacia do Gama – Distrito Federal. **Quim. Nova**, Vol. 33, No. 1, 97-103, 2010.

OLIVEIRA, R. M. M; SANTOS, E. V; LIMA, K. C. Avaliação da qualidade da água do riacho São Caetano, de Balsas (MA), com base em parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. **Eng Sanit Ambient** | v.22 n.3 | maio/jun 2017 | 523-530.

PIRATOBA, A. R. A; RIBEIRO, H. M. C; MORALES, G. P; GONÇALVES, W. G. Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil. **Rev. Ambient. Água** vol. 12 n. 3 Taubaté – May / Jun. 2017.

PIRATOBA, A. R. A; RIBEIRO, H. M. C; MORALES, G. P; GONÇALVES, W. G. Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil. **Rev. Ambient. Água** vol. 12 n. 3 Taubaté – May / Jun. 2017 .

POL, J. J; BOSCO, B. D; GOMES, N. F; ARTMANN, M. Avaliação ambiental da água superficial do Arroio Schmidt (Campo Bom, RS), por meio de análises físico-química, biológica e toxicológica em dois pontos. **R. Gest. Sust. ambient**, Florianópolis, v. 8, n. 3, p. 159-171, 2019.

QUEIROZ, M. T. A; QUEIROZ, C. A; QUEIROZ, F. A; BENIGNO, G. F. Avaliação do índice de estado trófico e parâmetros de qualidade da água no reservatório da usina hidrelétrica de sá carvalho, Minas gerais, brasil. **Revista Eletrônica Sistemas & Gestão**. Volume 14, Número 1, 2019, pp. 1-12. DOI: 10.20985/1980-5160.2019.v14n1.1363

REIS, C. F. J.T; A influência do uso e cobertura da terra nos parâmetros da qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Abauna, em Gertúlio Vargas, RS. **Ciência e Natura** v.39 n.2, 2017, p. 352 – 365.

ROBERTO, M. C; GUIMARÃES, A. P. M; RIBEIRO, J. L; CARVALHO, A. V; NERES, J. C. I; CERQUEIRA, F. B. Avaliação do pH, Turbidez e Análise Microbiológica da Água do Córrego Guará Velho em Guaraí, Estado do Tocantins. **Revista Desafios** –v. 04, n. 04, 2017. DOI:<https://doi.org/10.20873/uft.2359-3652.2017v4n4p3>.

SANTOS R. C. L; LIMA A. S; CAVALCANTI, E. B; MELO, C. M; MARQUES, M. N. Aplicação de índices para avaliação da qualidade da água da Bacia Costeira do Sapucaia em Sergipe. **Eng Sanit Ambient**, v.23 n.1, 2018. DOI: 10.1590/S1413-41522017159832.

SANTOS, M. A. S; GUIMARÃES, SANDRA. E; SANTOS, C. A. P. Análise socioambiental e microbiológica da água em trechos da microbacia do Rio de Janeiro, Barreiras, Bahia. **Geosaberes**, Fortaleza, v. 8, n. 16, p. 12-22, set./dez. 2017.

SANTOS, R. C. L; LIMA A. S; CAVALCANTI, E. B; MELO, C. M; MARQUES, M. N. Aplicação de índices para avaliação da qualidade da água da Bacia Costeira do Sapucaia em Sergipe. **Eng Sanit Ambient** | v.23 n.1 | jan/fev 2018 | 33-46. DOI: 10.1590/S1413-41522017159832.

SCHRAUZER, G.N. 2002. Lithium: Occurrence, Dietary Intakes, Nutritional Essentiality. *Journal of the American College of Nutrition*, Vol. 21, No. 1, 14-21 (2002). <http://www.jacn.org/cgi/content/full/21/1/14>

SILVA, A. M. C; CASÉ, M; LOPES, D. V; Qualidade Da Água como Reflexo de atividades antrópicas em Bacias Hidrográficas do Nordeste, Brasil. **Geosul**, Florianópolis, v. 34, n. 72, p. 102-123, mai./ago. 2019. <http://doi.org/10.5007/1982-5153.2019v34n72p102>.

SILVA, T. C. VARELA, A. W. ROSA, A. G. – Mapeamento do uso e cobertura da terra e Savi na Apa Metropolitana de Belém. **Jornal Aplicado em Hidro Ambiente e Clima**, v.2, n.1p. 18-31, 2020.

SIMONETTI, V. C; SILVA, D. C. C; ROSA, A. H. Análise da influência das atividades antrópicas sobre a alidade da água da apa itupararanga (sp), Brasil. **Geosul**, Florianópolis, v. 34, n. 72, p. 01-27, mai./ago.2019.<http://doi.org/10.5007/1982-5153.2019v34n72p01>.

SOUTO, C. K. B; TELES, A. I. L; ANDRADE, A. A; XAVIER, B. V. M; TORRES, E. E. S. A; DIAS, E. C; SILVA, G. P. C. Fatores antrópicos de poluição hídrica na bacia do Tucunduba em Belém-PA. **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 5, n. 9, p. 13824-13834 sep. 2019 ISSN 2525-8761.

SPERLING, M. V.. Estudos e modelagem da qualidade da água de rios. Belo Horizonte: **DESA**, 2007.

TUNDISI, J. G. - Recursos hídricos no Brasil: problemas, desafios e estratégias para o futuro. – Rio de Janeiro: **Academia Brasileira de Ciências**, 2014. 76 p.: 25 cm.

UFV – Universidade Federal de Viçosa, - Qualidade da Água - acesso em: 10/01/2020 –
VEIGA, G. Análises físico-químicas e microbiológicas de água de poços de diferentes
cidades da região sul de Santa Catarina e efluentes líquidos industriais de algumas empresas
da grande Florianópolis. Universidade Federal de Santa Catarina, semestre 2005/2.

ANEXO 1

Tabela 1. Resultados dos íons analisados do período chuvoso (mg/L)

	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10
Cloreto	5,074	6,558	4,466	0	28,168	22,524	7,26	11,284	0	12,798
Nitrito	0	8,4	5,585	0	0,81	0	0	0	0	0
Nitrato	44,092	7,784	23,132	89,708	13,564	7,348	6,768	4,396	6,66	8,252
Sulfato	19,9825	6,9225	12,685	52,455	7,8225	19,985	5,2575	4,655	7,28	7,8225
Fosfato	5,86	6,2	6,34	4	6,1	5,5	5,2	4,84	5,2	5,38
Lítio	4,43586	1,11103	2,38897	15,2462	2,04276	1,62897	0,98759	0,69172	1,6331	1,41379
Sódio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amônio	2,92222	-0,6622	0,50889	3,74444	-0,1044	-0,36	-0,6267	-0,6956	2,59111	-0,5667
Potássio	10,7057	2,49143	4,55143	12,8171	2,72286	2,26286	1,98857	1,19429	2,11429	2,58857
Cálcio	0,85846	12,3292	18,1692	42,9231	15,3185	18,18	11,3062	4,32615	31,5308	16,6185

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Tabela 2. Resultados dos íons analisados do período seco (mg/L)

	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10
Cloreto	0,192	0,246	0	0,214	0	0	0	0	0	0
Nitrito	0	0	0	0	0,36	0	0	0	0	0
Nitrato	8,508	9,756	9,896	19,448	10,044	9,564	8,576	9,408	10,7	10,828
Sulfato	6,2275	4,61	5,715	5,8875	7,18	6,4325	6,3225	7,0275	6,56	4,545
Fosfato	3,98	3,88	3,82	4,9	4,1	3,26	3,16	3,42	2,52	3,44
Lítio	1,75655	1,28621	1,2269	1,93448	1,95034	2,84138	1,05862	0,99586	1,18069	1,17241
Sódio	-3,2769	-3,3462	-3,3354	-3,3077	-3,2446	-3,3231	-3,3446	-3,3585	0	-3,3046
Amônio	0,31556	0,32444	0,40667	1,16	0,34444	0,26667	0,06	0,26444	0,51111	0,84444
Potássio	3,17143	2,82286	3,01429	2,75714	2,68857	2,80857	2,70571	2,65714	3,10857	1,72
Cálcio	11,1646	11,84	8,91077	11,4477	14,9723	12,3123	11,0154	11,9431	12,7538	5,61846

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).