



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE – UFCG
CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE – CES *campus* – CUITÉ
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

FRANCISCO MUNIZ DOS SANTOS

**APLICAÇÕES NA ANÁLISE ESTATÍSTICA NO ESTUDO DA QUALIDADE DA
ÁGUA DO OLHO D'ÁGUA DA BICA – CUITÉ- PB**

CUITÉ – PB

2016

FRANCISCO MUNIZ DOS SANTOS

**APLICAÇÕES NA ANÁLISE ESTATÍSTICA NO ESTUDO DA QUALIDADE DA
ÁGUA DO OLHO D'AGUA DA BICA-CUITÉ-PB**

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Educação e Saúde, campus Cuité, como forma de obtenção do grau de licenciado em Matemática. Sob a orientação do Prof. Dr. Alecxandro Alves Vieira e co-orientação do Prof. Dr. Paulo Sérgio Gomes da Silva

CUITÉ- PB

2016

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA NA FONTE
Responsabilidade Jesiel Ferreira Gomes – CRB 15 – 256

S237a Santos, Francisco Muniz dos.

Aplicações na análise estatística da qualidade da água do Olho d'água da Bica – Cuité - PB. / Francisco Muniz dos Santos. – Cuité: CES, 2016.

66 fl.

Monografia (Curso de Licenciatura em Matemática) – Centro de Educação e Saúde / UFCG, 2016.

Orientador: Alecxandro Alves Vieira.
Coorientador: Paulo Sérgio Gomes da Silva.

1. Estatística. 2. Qualidade da água. 3. Parâmetros físico-químicos. I. Título.

Biblioteca do CES - UFCG

CDU 31

FRANCISCO MUNIZ DOS SANTOS

APLICAÇÕES NA ANÁLISE ESTATÍSTICA NO ESTUDO DA QUALIDADE DA
ÁGUA DO OLHO D'AGUA DA BICA-CUITÉ-PB

Monografia apresentada ao curso de Matemática da UFCG, campus Cuité, para
obtenção do grau de licenciado em matemática.

Aprovada em: ____ / ____ / ____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Alexandre Alves Vieira – UFCG/CES

Prof. Dr. Paulo Sérgio Gomes da Silva - UFCG/CES

Prof. Dr. Jorge Alves de Sousa

Prof. Dr. Carlos Alberto Garcia - UFCG/CES (suplente)

Dedicado a todos os que confiaram e acreditaram na realização deste trabalho, especialmente os familiares e amigos.

AGRADECIMENTOS

Ao Deus Soberano e fonte de todo bem, pela realização desse sonho;

A minha amada esposa e companheira, Josineide Josino Muniz, e aos filhos Acsa Muniz, Abigail Muniz e André Muniz e aos genros Gustavo Henrique, Irlan Dias e Paula Muniz;

Ao professor e orientador Dr. Alecxandro Vieira pela excelente orientação e horas incansáveis de dedicação a conclusão deste, bem como, me acompanhar em coletas e trabalhos fotográficos;

Ao professor Paulo Sérgio por, prontamente, ter me auxiliado e disponibilizado o laboratório de química e sua disposição em servir;

A Carolina Angélica e aos amigos da UFCG: Jasson, Jair Jaedson dos Santos, Danielly Santos de Araújo pela ação voluntariosa de servir em atividades de pesquisa externas e laboratoriais;

Ao professor Jesiel Ferreira Gomes, Mestre de Ciência da Informática, pelas preciosas orientações sobre formatação;

A professora Jaqueline Lixandrão, por um acompanhamento especial além de suas atribuições acadêmicas;

Ao professor Carlos Alberto Garcia, pela sua amizade e estímulo quanto a realização desse trabalho desde o início.

A UFCG pelo ensino e oportunidade de aprender.

As Ciências e a tecnologia encontram o seu verdadeiro sentido quando são postas em benefício do homem.

(Francisco Muniz)

RESUMO

O semiárido brasileiro conta com apenas 3% de toda a água doce do país. Por este motivo o monitoramento da qualidade dessas águas é de grande valia. O manancial Olho D' Água da Bica faz parte de um complexo de mananciais do município de Cuité, Paraíba e é utilizado como fonte hídrica pela população. O objetivo desse trabalho foi apresentar e demonstrar a relevância da estatística nas análises de água desse horto. As coletas foram realizadas nos meses de agosto e setembro de 2016, em cinco pontos amostrais do manancial. Os parâmetros físico-químicos analisados foram temperatura da água, pH, dureza, sólidos totais, matéria orgânica e salinidade. O estudo da variância mostrou médias significativamente diferentes ($p < 0.05$) para as variáveis investigadas, com exceção da temperatura. As análises físico-químicas exprimiram baixo teor de sólidos totais e matéria orgânica o que indicou baixa entrada de nutrientes nos pontos amostrais. A água apresentou temperatura em torno de 26 °C, pH ácido, alta salinidade e elevada concentração de cátions de cálcio e magnésio, característico da região rica em rochas calcárias e dolomíticas. O presente trabalho ressaltou a importância da estatística e sua aplicação, ampliando os conhecimentos sobre o manancial Olho d'água da Bica, além necessidade de conscientização e preservação ambiental dessa fonte hídrica, a fim de garantir a sua qualidade.

Palavras-chave: Estatística, Qualidade da Água, Parâmetros Físico-químicos.

ABSTRACT

The Brazilian semiarid region has only 3% of all the freshwater in the country. For this reason the monitoring of the quality of these waters is of great value. The source Olho D' água of Bica is part of a complex of fountains in the city of Cuité, Paraíba and is used as a source of water for the population. The aim of this study was to present and demonstrate the relevance of the statistical analysis in the water this garden. Samples were collected in August and September 2016 in five sampling points from the spring. The physicochemical parameters analyzed were water temperature, pH, hardness, total solids, organic matter and salinity. The study of variance showed significantly different means ($p < 0.05$) for the variables investigated, except for the temperature. The physico-chemical analysis expressed low levels of total solids and organic matter which indicated low input of nutrients in sample points. The water had temperatures around 26 ° C, acid pH, high concentration of calcium and magnesium cations and high salinity, which is characteristic of the region rich in limestone and dolomite. This study emphasized the importance of statistics and its application, expanding knowledge about the Olho d'água of Bica, besides the need for environmental awareness and preservation of this water source in order to ensure their quality.

Keywords: Statistics, Water Quality, Physical-chemical parameters.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	OBJETIVOS	18
2.1	OBJETIVO GERAL	18
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
3.1	PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO PARA QUALIDADE DA ÁGUA	23
3.1.2	Sólidos totais	23
3.1.3	Matéria orgânica	24
3.1.4	pH	24
3.1.5	Teor de cloretos - Salinidade	25
3.1.6	Teor de Ca^{2+} e Mg^{2+} - Dureza	25
3.1.7	Temperatura	26
4	MATERIAL E MÉTODOS	27
4.1	Área de estudo	27
4.2	COLETAS DAS AMOSTRAS DE ÁGUA	28
4.3	ANÁLISES ESTATÍSTICAS	29
4.3.1	Estatística descritiva	29
4.3.1.1	Medidas de Tendência Central	30
4.3.1.1.1	Média Aritmética	30
4.3.1.1.2	Moda	30
4.3.1.1.3	Mediana	30
4.3.1.3	Medidas de Dispersão	31
4.3.1.3.1	Amplitude Total	31
4.3.1.3.2	Amplitude Interquartil	31
4.3.1.3.3	Variância	31
4.3.1.3.4	Desvio Padrão	32
4.3.1.3.5	Coeficiente de Variação (CV)	33

4.3.2 Representação Gráfica	34
4.4 Análise de Variância	35
4.4.1 Fundamentos lógicos da ANOVA	36
4.4.2 Tomada de decisão	37
5 Análises físico-químicas da água	40
5.1 Determinação de Sólidos Totais (ST)	40
5.2 Determinação da matéria orgânica	40
5.3 Método de determinação: Instrumental – pHmetro	40
5.4 Teor de cloretos: salinidade	41
5.5 Teor de Ca ²⁺ e Mg ²⁺ : Dureza	43
5.6 Temperatura local	44
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
6.1 Sólidos totais	45
6.2 Matéria orgânica	49
6.3 pH	51
6.4 Teor de cloretos – Salinidade	53
6.5 Teor de Ca ²⁺ e Mg ²⁺ - Dureza	55
6.6 Temperatura local	57
7 CONCLUSÃO	60
8 REFERÊNCIAS	61

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Localização do Horto Florestal Olho D'água da Bica.....	27
Figura 2- Ilustração do gráfico de médias e desvios padrões para determinada variável quantitativa em cinco locais de coleta.....	34
Figura 3- Fluxograma do teste do pH.....	41
Figura 4- Fluxograma de análise de cloretos.....	42
Figura 5- Fluxograma de análise da dureza.....	44

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Variação espaço-temporal de sólidos totais nos pontos amostrais do Horto da Bica, Cuité/PB.....	47
Gráfico 2 - Variação média espacial de sólidos totais nos pontos amostrais do Horto da Bica, Cuité/PB.....	47
Gráfico 3. Variação espaço-temporal de matéria orgânica nos pontos amostrais do Horto da Bica, Cuité, Paraíba.....	49
Gráfico 4. Variação média espacial de matéria orgânica nos pontos amostrais do Horto da Bica, Cuité, Paraíba.....	49
Gráfico 5. Variação espaço-temporal do pH nos pontos amostrais do Horto da Bica, Cuité, Paraíba.....	51
Gráfico 6. Variação média espacial do pH nos pontos amostrais do Horto da Bica, Cuité, Paraíba.....	51
Gráfico 7. Variação espaço-temporal da salinidade nos pontos amostrais do Horto da Bica, Cuité, Paraíba.....	53
Gráfico 8. Variação média espacial da salinidade nos pontos amostrais do Horto da Bica, Cuité, Paraíba.....	54
Gráfico 9. Variação espaço-temporal da dureza nos pontos amostrais do Horto da Bica, Cuité, Paraíba.....	55
Gráfico 10. Variação média espacial da dureza nos pontos amostrais do Horto da Bica, Cuité, Paraíba.....	56
Gráfico 11. Variação espaço-temporal da temperatura nos pontos amostrais do Horto da Bica, Cuité, Paraíba.....	57
Gráfico 12. Variação média espacial da dureza nos pontos amostrais do Horto da Bica, Cuité, Paraíba.....	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Representação genérica dos dados para execução da ANOVA.....	35
Tabela 2- Análise da variância.....	38
Tabela 3. Variação dos parâmetros físico-químicos nos pontos amostrais do Horto da Bica, Cuité, Paraíba.....	45
Tabela 4 - Média, desvio padrão e coeficiente de variação de sólidos totais nos pontos amostrais no Horto da Bica, Cuité, Paraíba.....	48
Tabela 5. Média, desvio padrão e coeficiente de variação da matéria orgânica nos pontos amostrais no Horto da Bica, Cuité, Paraíba.....	50
Tabela 6. Média, desvio padrão e coeficiente de variação do pH nos pontos amostrais no Horto da Bica, Cuité, Paraíba.....	52
Tabela 7. Média, desvio padrão e coeficiente de variação da salinidade nos pontos amostrais no Horto da Bica, Cuité, Paraíba.....	54
Tabela 8. Média, desvio padrão e coeficiente de variação da dureza nos pontos amostrais no Horto da Bica, Cuité, Paraíba.....	56
Tabela 9. Média, desvio padrão e coeficiente de variação da temperatura nos pontos amostrais no Horto da Bica, Cuité, Paraíba.....	58

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Relação de pontos de localização do Horto Florestal Olho D'água da Bica.....	28
--	----

1 INTRODUÇÃO

Estatística é um ramo da matemática onde se investigam os processos de obtenção, organização e análise de dados sobre uma determinada população. Um conjunto de técnicas úteis para várias áreas da ciência. Esta não se limita a um conjunto de elementos numéricos relativos a um fato social, nem a tabelas e gráficos, a organização e apresentação dos dados de uma pesquisa, embora este seja um aspecto da estatística que pode ser facilmente percebido no cotidiano (MATSUSHITA, 2010).

Seu objetivo é a produção da melhor informação possível a partir dos dados disponíveis, alguns autores sugerem que a estatística seja um ramo da teoria da decisão, sob condições de incerteza e o menor risco possível (RAO, 1999).

A estatística moderna é uma tecnologia quantitativa para a ciência experimental e observacional que permite avaliar e estudar as incertezas e os seus efeitos no planejamento e interpretação de experiências e de observações de fenômenos da natureza e da sociedade (MATSUSHITA, 2004), auxiliando na análise e tomada de decisão de diversas questões sociais de interesse geral e específico.

A água é um recurso natural indispensável, necessária para qualquer atividade econômica e para desenvolvimento humano. Sua disponibilidade e qualidade garante a continuidade da vida das populações biológicas e humanas. (MINISTÉRIO DE MEIO AMBIENTE, 2005)

Segundo a Declaração Universal dos Direitos da Água, “o direito à água é um dos direitos fundamentais do ser humano: o direito à vida, tal qual é estipulado no artigo 30 da Declaração Universal dos Direitos do Homem” (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2000).

Ribeiro (2005) afirma que a falta de qualidade da água é um fator que vai mobilizar muitos esforços no século XXI. Afinal, a água deve estar próxima aos usuários para que possa ser consumida com características adequadas ao consumo humano.

O semiárido brasileiro possui apenas 3% do aquífero disponível (SUASSUNA, 2001) convive com a escassez hídrica, em razão dos longos períodos de estiagem e de sua crescente população de mais de 50 milhões de habitantes (IBGE, 2010) que utilizam água para diversos fins.

Aliado a seca, o desperdício e a poluição são agravantes dessa problemática.

A poluição promove a eutrofização dos corpos d'água prejudicando sua potabilidade. Tal processo favorece a proliferação de algas com cianobactérias, que em grandes florações atribuem a água cor, odor e sabor impróprios, além da produção de toxinas por parte de certas espécies, tornando-a imprópria para o consumo (CETESB, 2009).

Tendo em vista o reduzido número e volume de recursos hídricos na região Nordeste, associado aos baixos índices pluviométricos médios anuais constituem fatores relevantes para um estudo baseado na qualidade e na preservação de mananciais (CEBALLOS, 1995).

Nesse cenário, considera-se que a estatística possa corroborar com questões ambientais no semiárido paraibano, sobretudo sendo uma ferramenta no estudo do manancial Olho d'água da Bica, um importante corpo aquático que contribui com o abastecimento das cidades de Cuité e Nova Floresta e que vem sofrendo impactos antrópicos que tem degradado sua qualidade.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Apresentar a importância da estatística nas análises de água do Horto florestal Olho D' Água da Bica, situado no município de Cuité, Paraíba.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Analisar estatisticamente os parâmetros físico-químicos da água em cinco pontos amostrais do Horto Florestal.

Comparar os resultados das variáveis estudadas às concentrações recomendadas pela Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Pesquisa é um conjunto de ações, propostas para encontrar a solução para um problema, que têm por base procedimentos racionais e sistemáticos. A pesquisa é realizada quando se tem um problema e não se tem informações para solucioná-lo (MENEZES, 2001). Enquanto Minayo (1993), vindo por um prisma mais filosófico, considera a pesquisa como “atividade básica das ciências na sua indagação e descoberta da realidade. É uma atitude e uma prática teórica de constante busca que define um processo intrinsecamente inacabado e permanente. É uma atividade de aproximação sucessiva da realidade que nunca se esgota, fazendo uma combinação particular entre teoria e dados”.

Demo (1996) insere a pesquisa como atividade cotidiana considerando-a como uma atitude, um “questionamento sistemático crítico e criativo, mais a intervenção competente na realidade, ou o diálogo crítico permanente com a realidade em sentido teórico e prático”. Para Gil (1999), a pesquisa tem um caráter pragmático, é um “processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico”. É desejável que uma pesquisa científica preencha os seguintes requisitos: “a) a existência de uma pergunta que se deseja responder; b) a elaboração de um conjunto de passos que permitam chegar à resposta; c) a indicação do grau de confiabilidade na resposta obtida” (GOLDEMBERG, 1999).

A estatística revolucionou a ciência durante o século XX, através do fornecimento de modelos úteis que sofisticaram o processo de pesquisa na direção de melhores parâmetros de investigação, permitindo orientar a tomada de decisões nas políticas socioeconômicas (SALSBURG, 2009).

De maneira geral, define-se a Estatística como sendo um ramo da Matemática Aplicada que fornece conceitos e métodos científicos para a coleta, a organização, descrição, análise e interpretação de dados provenientes de pesquisas (observacionais ou experimentais), de tal forma que seja possível obter conclusões válidas sobre o fenômeno de interesse, permitindo assim a tomada de decisões diante de incertezas (BUSSAB e MORETTIN, 2010; VIEIRA, 2011).

Para Gil (1995), a estatística é de grande proveito em pesquisas quantitativas. Já as pesquisas qualitativas não exigem o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados, e o pesquisador é o

instrumento-chave, o qual tende a analisar seus dados indutivamente. O processo e seu significado são os focos principais de abordagem (SILVA; MENEZES, 2001). A estatística descritiva “compreende o manejo dos dados para resumi-los ou descrevê-los, sem ir além, isto é, sem procurar inferir qualquer coisa que ultrapasse os próprios dados” (FREUND, SIMON, 2000). Nesse sentido, Hair Jr. et. al (2005) asseveram que, muitas vezes, se consegue descrever alguma situação através da pesquisa descritiva o que inclui contagens de frequência (quantidade), medidas de tendência central como a média ou moda, ou uma medida de variação, como o desvio padrão”. A estatística descritiva estará presente sempre que a coleta, o processamento, a interpretação e a apresentação de dados numéricos se fizerem necessárias (FREUND; SIMON, 2000).

Para Stigler (1986), os métodos estatísticos foram desenvolvidos como uma mistura de ciência, tecnologia e lógica para a solução e investigação de problemas em várias áreas do conhecimento.

O aumento da cobertura da população com esses serviços nas últimas décadas, principalmente nas áreas urbanas, aliado ao agravamento da qualidade das águas nos mananciais de abastecimento e nos sistemas de distribuição, bem como as pressões da sociedade, fizeram com que, no final da década de 1980, as preocupações com a qualidade da água se ampliassem (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

Em função desse quadro de deterioração dos sistemas aquáticos, houve a necessidade de se criar medidas para assegurar a proteção e o uso sustentável dos mesmos. Neste sentido em 1997 a Lei Federal nº 9.433 instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, a qual traz dentre seus instrumentos o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água. Este enquadramento visa a assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas e diminuir os custos de combate à poluição, mediante ações preventivas permanentes. Uma outra forma de preservação dos mananciais foi a Portaria (2914/2011) no 518/2004 do Ministério da Saúde e da Resolução no 357/2005 do Conama, que busca classificar e proteger essas águas (MORAES et al., 1999). Esta estabelece normas e padrões para os corpos aquáticos, que são enquadrados em diferentes classes mediante fatores físicos, químicos e biológicos

Moraes e Jordão (2002) enfatizam que os ambientes aquáticos são utilizados em todo o mundo com distintas finalidades, entre as quais se destacam o

abastecimento de água (doméstico e industrial), a geração de energia, a irrigação, a navegação, pesca, a aquicultura, a harmonia paisagística, dessedentação de animais, preservação da fauna e da flora, criação de espécies, diluição e transporte de despejos.

Segundo o relatório da Conferência Pan-Americana de Saúde e Ambiente Humano Sustentável (COPASAD), atualmente cerca de 30% da população brasileira abastece-se de água proveniente de fontes inseguras, sendo que boa parte daqueles atendidos por rede pública nem sempre recebe água com qualidade adequada e em quantidade suficiente (COPASAD, 1996).

Tundisi et al., (2008) ressalta que o conhecimento da qualidade das águas dos rios e o uso e ocupação de suas bacias hidrográficas é necessária inclusive para traçar estratégias de planejamento e gestão, projetando cenários futuros, como o aumento da demanda de água, mudanças nos mosaicos de paisagem decorrente do desenvolvimento da região e até mesmo as possíveis consequências das mudanças climáticas globais.

A análise das variáveis físicas e químicas torna-se importante indicador da condição do corpo d'água, servindo de ferramenta para os gestores na tomada de decisões (ENGEORPS, 2005). Tendo como base os indicadores ambientais que podem ser definidos como medidas físicas, químicas e biológicas ou sócio-econômicas que melhor representam os elementos-chave de um ecossistema complexo (WARD et al., 1998), estes permitem a qualificação das condições (GARCIA, 1999), simplificam os dados sobre fenômenos complexos e proporcionam uma comparação das diferenças observadas no tempo e no espaço.

Wootton (1990) em seu estudo ressaltou a importância dos parâmetros físicos e químicos da água, como pH, a temperatura, a salinidade, como bons indicadores ambientais.

O emprego desses indicadores tem se mostrado uma excelente alternativa, pois fazem identificação imediata de modificações nas propriedades físicas e químicas da água, além de realizar uma detecção precisa da variável modificada e determinação das concentrações alteradas (WHITFIELD, 2001).

Para a criação e aplicação de indicadores de qualidade ambiental, é necessário ater-se aos elementos e processos que compõem o sistema ambiental, para entender suas interações (NIEMEIJER, 2000). O desenvolvimento dos recursos hídricos não pode se desassociar da conservação ambiental, já que na essência envolve a

sustentabilidade do homem no meio natural” (TUNDISI, 2003, apud CORNATIONI, 2010).

3.1 PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO PARA QUALIDADE DA ÁGUA

Os parâmetros físico-químicos que verificamos para determinação da qualidade da água foram: pH, Temperatura local, Salinidade(Cloretos), Dureza, e Sólidos Totais e Matéria Orgânica. As análises seguiram a metodologia de referência.

3.1.2 – Sólidos totais

Sólido é o estado da matéria caracterizado pela rigidez, por uma forma própria e pela existência de um equilíbrio com o líquido proveniente da sua fusão. São definidos também como impurezas na água, que contribuem para a carga de nutrientes nos recursos hídricos. Podem ser classificados de acordo com o seu tamanho e características químicas (CETESB, 1999).

- Sólidos Totais: Todas as substâncias que permaneçam na cápsula após a total secagem de um determinado volume de amostra;
- Sólidos Fixos: Todas as substâncias que permaneçam na cápsula após calcinação em forno-mufla na determinação dos sólidos totais;
- Sólidos Voláteis: Resultado da subtração entre os sólidos totais e os sólidos fixos. Todas substâncias que se volatilizaram após a calcinação no forno-mufla;
- Sólidos em Suspensão: Todas as substâncias que após filtração e secagem, permaneçam retidas na membrana (fibra de vidro com porosidade 1,2 µm);
- Sólidos em Suspensão Fixos: Todas as substâncias que permaneçam retidas na membrana (fibra de vidro com porosidade 1,2 µm) após filtração e secagem e calcinação em forno-mufla;
- Sólidos em Suspensão Voláteis: Resultado da subtração entre os sólidos em suspensão totais e os sólidos em suspensão fixos. Todas substâncias que se volatilizaram após a calcinação no forno-mufla.
- Sólidos Dissolvidos: Todas as substâncias que não ficaram retidas na filtração e permaneceram após total secagem de determinado volume de amostra;
- Sólidos Sedimentáveis: Todas as substâncias existentes em 1 (um) litro de amostra que sedimentem pôr ação da gravidade, em Cone.

3.1.3 – Matéria orgânica

Matéria orgânica é todo o material de origem vegetal ou animal produzido no próprio ambiente aquático ou introduzido nele por meio de despejos ou carreamento (CETESB, 2009).

A entrada de matéria orgânica de origem antrópica no meio aquático aumenta muito a quantidade de nutrientes disponíveis no meio, desequilibrando os processos de fotossíntese e decomposição, contamina rios, estuários, represas e áreas costeiras produz um aumento da Demanda Biológica de Oxigênio (DBO) e a eutrofização, que promove o crescimento de cianobactérias com cepas tóxicas (AZEVEDO, 2005).

A anoxia resultante deste processo afeta organismos aquáticos e também produz metilação de mercúrio ou de outros metais. A contaminação por substâncias tóxicas, metais pesados, fertilizantes, pesticidas e herbicidas utilizados na agricultura, é outro fator que impacta a qualidade das águas superficiais e subterrâneas.

Os principais impactos nas bacias hidrográficas e suas consequências nos recursos hídricos, na biodiversidade aquática, nos custos do tratamento e na perda dos serviços dos ecossistemas aquáticos não só afetam os ecossistemas aquáticos e seus componentes, mas também a economia regional, a saúde humana, a disponibilidade hídrica e a perda de serviços ecossistêmicos (TUNDISI, 2014).

3.1.4 – pH

Segundo Von Sperling (1995), o pH indica a condição de acidez, alcalinidade ou neutralidade da água. O pH pode ser resultado de fatores naturais e antrópicos. Valores altos de pH (alcalino) de sistemas hídricos pode estar associado a proliferação de vegetais em geral, pois com o aumento da fotossíntese há consumo de gás carbônico e portanto, diminuição do ácido carbônico da água e consequente aumento do pH. Já a acidez no meio aquático (pH baixo) é causada principalmente pela presença de CO₂, ácidos minerais e sais hidrolizados. Quando um ácido reage com a água, o íon hidrogênio é liberado, acidificando o meio. As variações do pH no meio aquáticas estão relacionadas ainda com a dissolução de rochas, absorção de gases da atmosfera, oxidação da matéria orgânica e fotossíntese.

O pH influencia o equilíbrio geoquímico e a solubilidade de muitas espécies incluindo metais na água subterrânea (Wilson, 1995). A Portaria 2.914/2011 do

Ministério da Saúde recomenda que a água para consumo tenha pH entre 6,0 e 9,5 (BRASIL, 2004).

3.1.5 – Teor de cloretos Cl^- – Salinidade

A importância de se determinar o teor de cloreto em uma água consiste no fato desses íons serem sugestivos do grau de mineralização e também indicarem sinais de poluição por meio de resíduos industriais ou esgotos domésticos (MACÊDO, 2003).

Geralmente os cloretos estão presentes em águas brutas e tratadas em concentrações que podem variar de pequenos traços até centenas de mg/L. Estão presentes na forma de cloretos de sódio, cálcio e magnésio. A água do mar possui concentração elevada de cloretos que está em torno de 26.000 mg/L. Concentrações altas de cloretos podem restringir o uso da água em razão do sabor que eles conferem e pelo efeito laxativo que eles podem provocar. A portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde, estabelece o teor de 250 mg/l como o valor máximo permitido para água potável. Os métodos convencionais de tratamento de água não removem cloretos. A sua remoção pode ser feita por desmineralização (deionização) ou evaporação (BRASIL, 2004).

3.1.6 – Teor de Ca^{2+} e Mg^{2+} - Dureza

A dureza total é oriunda da presença de sais de cálcio e magnésio na água. Ela possui importância maior na área industrial, pois pode provocar problemas de incrustações, corrosão, redução da formação de espumas, aumentando os custos com sabão. Além disso, esses sais podem proporcionar sabor desagradável à água de abastecimento possuindo efeito laxativo (BARCELLOS et al., 2006).

A água pode ser classificada quanto à dureza em água mole, moderadamente dura, água dura e água muito dura. A água mole possui até 50 mg de CaCO_3 /L; a

moderadamente dura de 50 a 150 mg de CaCO_3 /L; a dura de 150 a 300 mg de CaCO_3 /L; e a muito dura acima de 300 mg de CaCO_3 /L (MACÊDO, 2003).

3.1.7 – Temperatura local

Sabe-se que uma água fresca é mais aceitável que uma mesma quente, além de reduzir o gosto e odor da mesma. Este parâmetro, como afirma MIHELIC & ZIMMERMAN (2012), pode afetar outros padrões como densidade, viscosidade, pressão de vapor, tensão superficial, solubilidade, entre outros que afetam a operação da ETA. Além disso, temperaturas altas favorecerem o crescimento de micro-organismo, desta forma Ferreira e Pádua (2010) indicam que a temperatura da água não deve ser inferior a 5 °C e nem superior a 15 °C. A portaria 2.914/11 do Ministério da Saúde não estabelece faixa de temperatura da água de abastecimento, este parâmetro irá influenciar a concentração do desinfetante e o seu tempo de contato com a água. A medição da temperatura se dá por meio de termômetros variados.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

O Horto florestal Olho D'água da Bica é uma área de 75 hectares, localizado na encosta sul da serra, no município de Cuité, Paraíba (Figura 1), situado na mesorregião do Agreste Paraibano, microrregião do Curimataú Ocidental, no planalto da Borborema ($6^{\circ} 29' 06''$ S e $36^{\circ} 9' 24''$ W). Está a 235,1 km de distante da capital, João Pessoa (COSTA et al., 2009), limita-se com os municípios de Cacimba de Dentro, Damião, Barra de Santa Rosa, Sossego, Baraúna, Picuí, Nova Floresta (CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2005) e está sob administração da Universidade Federal de Campina Grande.

Figura 1 - Localização do Horto Florestal Olho D'água da Bica



Fonte: Adaptado do Google Maps.

Quadro 1 – Relação de pontos de localização do Horto Florestal Olho D'água da Bica

Ponto de referência na figura	Descrição do local
P1	Fonte
P2	Tanque de acúmulo ao lado da fonte
P3	Lago assoreado dentro do horto
P4	Córrego ao lado da lavanderia
P5	Reservatório de água dessalinizada no CES

Fonte: Autoria própria.

O Olho D'Água é uma fonte de água permanente, formada a partir de uma lagoa permanente, com vegetação característica e vários pontos de cachoeiras e por fim, toda a água desemboca em um pequeno reservatório localizado no ponto final da área a muitos metros de distância do Olho D'Água e utilizado pela população cuiteense para diversos fins, como recreação, dessedentação e higiene de animais e para consumo próprio. Sua riqueza não se limita aos recursos hídricos, muitos representantes da flora e da fauna são originais e encontram refúgio nesta área que devido a sua posição geográfica sofreu menos impacto nas áreas de entorno.

4.2 Coletas das amostras de água

As coletas foram realizadas durante os meses de agosto e setembro de 2016, em dois períodos, pela manhã, às 7h e a tarde, às 16h, em cinco pontos amostrais no Horto Florestal Olho D'água da Bica, onde P1 (fonte), P2 (tanque de acúmulo ao lado da fonte), P3 (lago assoreado dentro do Horto), P4 (córrego ao lado da lavanderia), P5 (reservatório de água dessalinizada), totalizando 10 amostras.

As amostras foram armazenadas em recipientes de vidro com tampas, lavados e esterilizados adequadamente, acondicionadas, processadas e analisadas imediatamente no Laboratório de Química analítica do Centro de Educação e Saúde-CES.

4.3. Análises estatísticas

Neste trabalho, foram utilizados dados provenientes de variáveis físico-químicas observados em pesquisa observacional de meio ambiente, todas quantitativas.

4.3.1 Estatística Descritiva

No contexto da pesquisa científica, recorre-se a métodos de investigação e procedimentos científicos para encontrar respostas para um determinado problema. Para tanto, comumente, se faz necessário o recolhimento de dados, e por isso, um pesquisador deve se utilizar de diferentes técnicas estatísticas para se chegar a respostas confiáveis.

Segundo Padovani (2012), na análise descritiva os dados devem ser apresentados de forma clara por meio de tabelas, gráficos e medidas resumo (posição e variabilidade), sem pretensões de tirar conclusões de caráter extensivo. Já a análise inferencial permite realizar inferências (conclusões) a respeito de populações a partir de amostras pela aplicação de testes de hipóteses e/ou construção de intervalos de confiança.

A coleta, a organização e a descrição dos dados estão a cargo da Estatística Descritiva, enquanto a análise e a interpretação desses dados ficam a cargo da Estatística Indutiva ou Inferencial.

Neste trabalho, foram utilizados dados provenientes de variáveis físico-químicas observados em pesquisa observacional de meio ambiente, todas quantitativas. Para a apresentação dos resultados foram produzidas tabelas, gráficos e medidas estatísticas que descrevem a tendência dos dados, quantificando a sua variabilidade, permitindo a detecção de estruturas interessantes e valores atípicos nos dados.

As medidas estatísticas empregadas foram: 1) Medidas de Tendência Central (média aritmética, moda e mediana) e 2) Medidas de Dispersão (variância, desvio Padrão e coeficiente de variação).

4.3.1.1 Medidas de Tendência Central

As medidas de tendência central indicam um ponto, em torno do qual, se concentram ou se distribuem os dados e tem a capacidade de representá-los como um todo. As principais são: Média Aritmética, Moda e Mediana (CRESPO, 2009), que veremos a seguir.

4.3.1.1.1 Média Aritmética

A média aritmética, ou simplesmente média, é definida como a soma dos valores dividida pelo número de observações, podendo ser definida a partir de uma população como um todo ou de uma amostra, neste caso, teremos, respectivamente, a média populacional (μ) e a média amostral (\bar{X}). Seja um conjunto de n valores, x_1, x_2, \dots, x_n , de uma variável quantitativa X , a média será dada por:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

A média possui o maior poder matemático e é a medida de tendência central mais utilizada (e preferida). No entanto, é afetada por valores extremos (muito altos ou muito baixos) e em distribuições assimétricas pode apresentar uma informação distorcida. Para estas situações o uso da mediana e ou a moda pode ser uma alternativa adequada para descrever os dados.

4.3.1.1.2 Moda

Consiste no valor mais frequente no conjunto de observações (valor típico, valor mais comum), podendo ser calculada para variáveis numérica e categorizada. Um conjunto pode apresentar mais de uma moda ou não apresentar moda (amodal). Trata-se da medida mais pobre, pois considera apenas os valores mais frequentes.

4.3.1.1.3 Mediana

A mediana é definida como o valor que ocupa a posição central, dividindo as observações, ordenadas de forma crescente, em igual número de observações acima

e abaixo, ou seja, 50% das observações ficam abaixo da mediana e 50% ficam abaixo. Observações sobre a mediana: a) Não é utilizável em variáveis categóricas; b) Pouco afetada por valores muito discrepantes, e c) Indicada para distribuição assimétrica.

Quando a quantidade de dados, n , for ímpar a mediana será o valor que está no centro da série, ocupando a posição $\frac{n+1}{2}$. Por outro lado, quando a quantidade de dados for par, a mediana será a média entre os dois valores centrais, ou seja, os que ocupam as posições, $\frac{n}{2}$ e $(\frac{n}{2} + 1)$.

4.3.1.3 Medidas de Dispersão

São medidas estatísticas que indicam o grau de dispersão, ou variabilidade do conjunto de dados, em relação a uma medida de tendência central, comumente, a média. Uma única medida não é suficiente para descrever de modo satisfatório um conjunto de dados. Por exemplo, dois conjuntos de dados podem ter a mesma média e, no entanto, a dispersão de um pode ser muito maior que a dispersão do outro. As principais medidas de dispersão são: amplitude total, amplitude interquartil, variância, desvio-padrão e coeficiente de variação (BUSSAB e MORETTIN, 2010).

4.3.1.3.1 Amplitude Total - Expressa a variação máxima encontrada no conjunto de dados, sendo obtida pela diferença entre o maior e o menor valor.

4.3.1.3.2 Amplitude Interquartil - Expressa a variação de 50% dos dados amostrais ao redor da mediana. Seu valor é dado pela diferença entre o terceiro e primeiro quartil.

4.3.1.3.3 Variância [populacional (σ^2) ou amostral (s^2)] - É a medida que fornece o grau de dispersão, ou variabilidade dos valores do conjunto de observações em torno da média. Ela é calculada somando os quadrados dos desvios em relação à média, e é representada por:

$$\sigma^2 = \frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_N - \bar{x})^2}{N} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{N};$$

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$$

, onde N o tamanho da população e n é o tamanho da amostra.

4.3.1.3.4 Desvio-padrão [populacional (σ) ou amostral (s)] - Como a variância calculada a partir do quadrados dos desvios, sua unidade é quadrada em relação a variável estudada, o que, sob o ponto de vista prático dificulta sua interpretação. Por isso mesmo, imaginou-se uma nova medida que tem utilidade e interpretação prática, denominada desvio padrão, definida como a raiz quadrada da variância.

O desvio padrão é uma medida da variação de todos valores a partir da média, e tem as seguintes características:

- É usualmente positivo;
- Igual a zero quando todos valores dos dados são iguais;
- Nunca é negativo;
- Maiores valores de desvio padrão indicam maior variação;
- Valor de s pode crescer muito com a inclusão de um ou mais dados discrepantes;
- As unidades de s são as mesmas unidades dos dados originais.

Segundo o teorema de Chebyshev, a proporção (fração) de qualquer conjunto de dados que se situa a K desvios padrões da média é sempre, no mínimo, $1-1/K^2$, onde K é qualquer número positivo maior do que 1 (BUSSAB e MORETTIN, 2010).

Em particular, caso os dados tenham distribuição próxima da normal, ou seja, tem forma de sino, simétrica em torno da média, tem-se que: i) 68,26% dos valores de uma variável aleatória normal estão dentro do intervalo compreendido entre as distâncias máximas de um desvio padrão positivo e um desvio padrão negativo a partir da sua média; ii) 95,44% dos valores de uma variável aleatória normal estão dentro do intervalo compreendido entre as distâncias máximas de dois desvios padrão positivos ou negativos a partir da sua média; e, 99,72% dos valores de uma variável aleatória normal estão dentro do intervalo compreendido entre as distâncias máximas de três desvios padrão positivos ou negativos a partir da sua média (CRESPO, 2009).

4.3.1.3.5 Coeficiente de Variação (CV) - Trata-se de uma medida de dispersão relativa e expressa a razão entre o desvio padrão e a média, eliminando o efeito da magnitude dos dados. Pode ser apresentado na forma de proporção ou porcentagem.

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \times 100\%$$

Quanto menor for o coeficiente de variação, mais homogêneo é o conjunto de dados, e portanto, mais representativa dos dados seria a média. Critérios para interpretação:

- i) $CV \leq 15\%$, temos uma baixa dispersão, e portanto, média bastante representativa;
- ii) $15\% < CV \leq 30\%$, temos uma média dispersão;
- iii) $CV > 30\%$, temos uma alta dispersão, sendo considerada heterogênea, e portanto, a média não será representativa;

Algumas publicações estabelecem critérios para classificação do coeficiente de variação, de acordo com a área de estudo, muitas vezes expressando essa classificação em tabelas onde determinam-se valores de CV considerados: Baixo, Médio, Alto e Muito Alto (quanto menor o CV, maior a precisão dos dados). Como em diversas áreas, não há referencial de valores de CV que identifique faixas de classificação quanto a seu grau de precisão, a maioria dos pesquisadores tem comparado os seus resultados com aqueles sugeridos em Gomes (2009). Essa classificação considera os coeficientes de variação como baixos quando inferiores a 10%, médios entre 10 e 20%, altos entre 20 e 30% e muito altos se superiores a 30%; valores esses obtidos em experimentos de campo com culturas agrícolas e que, conseqüentemente, não devem ser aplicados à outras áreas em que as condições experimentais são diferentes.

Torna-se necessária, portanto, uma nova classificação dos coeficientes de variação, voltados para outras realidades e que tenham em consideração não só a variável a ser estudada, mas também o tipo de experimentação aos quais os dados se referem (GARCIA, 1989).

4.3.2 Representação Gráfica

Com o intuito de verificar a evolução de cada variável físico-química ao longo dos instantes de coleta, identificando e comparando as tendências dos dados em cada ponto de coleta, foram construídos gráficos de linha. Outra representação gráfica utilizada foi o gráfico de coluna de médias e desvios padrões (TRIOLA, 2008; VIEIRA, 2011). Em tal gráfico, as colunas representam as médias (\bar{y}) da variável físico química, Y, sob análise, em cada ponto de coleta. No alto de cada coluna está desenhado um segmento (barra de erros) que representa o desvio padrão s . Desenha-se um desvio padrão acima da coluna, outro dentro da coluna, simbolizando a expressão $\bar{y} \pm s$ (Figura 2).

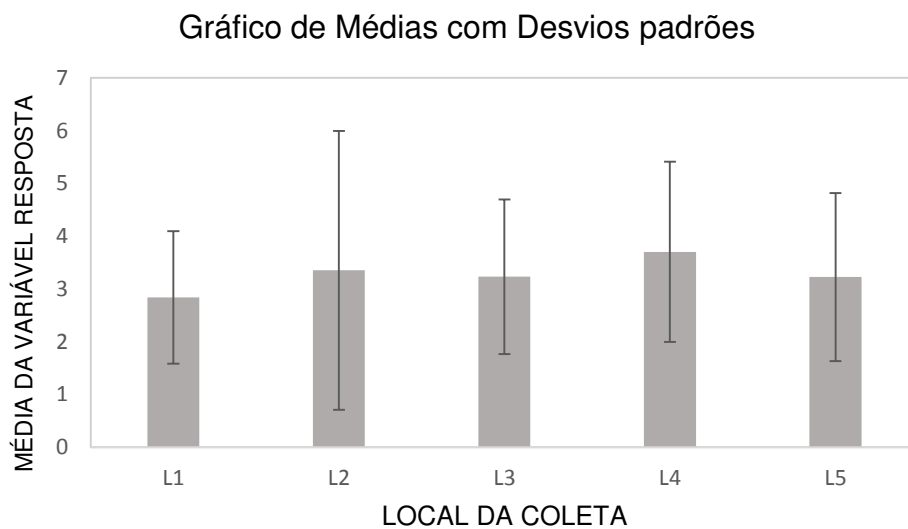


Figura 2: Ilustração do Gráfico de médias e desvios padrões para determinada variável quantitativa em cinco locais de coletas.

O gráfico de médias e desvios padrões tem como principais vantagens, o fornecimento de evidências acerca da posição central, representada pela média, e acerca da dispersão, representada pelo desvio padrão. Quanto maior a amplitude do intervalo $\bar{y} \pm s$, maior a dispersão dos dados e menos representativa e precisa será a estimativa da média.

4.4 ANÁLISE DE VARIÂNCIA

A Análise de Variância, também conhecida como ANOVA (*Analysis of variance*), é uma técnica estatística utilizada quando o pesquisador deseja verificar se existem diferenças entre as médias de uma determinada variável (variável resposta) em relação a um fator com dois ou mais níveis categóricos, também denominados tratamentos. Existem muitas variações da ANOVA devido aos diferentes tipos de experimentos que podem ser realizados. Nesse curso será estudado apenas a análise de variância com um fator. Os conceitos aqui apresentados sobre tal análise, são baseados nas referências bibliográficas VIEIRA (2006) e MONTGOMERY (2001).

Suponha que queremos comparar as médias de uma determinada variável resposta Y em k grupos (tratamentos) relativos a um determinado fator, sendo cada grupo observado r vezes (Tabela 01).

Tabela 01: Representação genérica dos dados para execução da ANOVA.

Tratamentos (Grupos)	Observações (repetições)				Totais	Médias
1	y_{11}	y_{12}	...	y_{1r}	T_1	\bar{y}_1
2	y_{21}	x_{22}	...	y_{2r}	T_2	\bar{y}_2
.
k	y_{k1}	y_{k2}	...	y_{kr}	T_k	\bar{y}_k

As diferenças das médias de tratamentos tanto podem ser explicadas pelo acaso, como pelo fato de os tratamentos serem diferentes.

A ideia, na análise de variância (ANOVA), é comparar a variação devida aos tratamentos com a variação devida ao acaso ou resíduo.

A ANOVA é um teste estatístico, ou seja, é uma regra de decisão para rejeitar ou não rejeitar uma hipótese estatística com base em resultados experimentais e estatísticas da amostra. Neste caso, tem-se as seguintes hipóteses:

H_0 - Hipótese de Nulidade: Para aplicar o teste, o pesquisador começa fazendo a hipótese de que as médias são iguais.

H_1 - Hipótese Alternativa: complementar de H_0 , ou seja, pelo menos uma das médias é diferente das demais.

O teste irá levar a não rejeição ou rejeição de H_0 , o que corresponde à negação ou aceitação de H_1 . Uma análise de variância só deve ser realizada se forem satisfeitas algumas pressuposições: (i) As observações devem ser independentes; (ii) As variâncias populacionais devem ser iguais, ou aproximadamente iguais, nos grupos; e (iii) A distribuição das observações em cada grupo deve ser aproximadamente normal.

4.4.1 Fundamentos lógicos da ANOVA

A análise de variância, como o nome indica, envolve o cálculo de variâncias. Assim, a ANOVA basicamente decompõe a variabilidade **Total** em variabilidade **Entre Grupos** (devida aos tratamentos) e variabilidade **Dentro de Grupos** (devida ao acaso, resíduo), e compara as duas. Quanto maior for a primeira comparada à segunda, maior é a evidência de que existe variabilidade entre grupos, ou seja, médias diferentes. Levando em conta a nomenclatura utilizada na tabela 01, podemos representar tais variabilidades, respectivamente, pelas seguintes estimativas variância populacional comum σ^2 , também chamadas de quadrados médios:

- 1) A variância total observada (s_T^2) - é representada pela razão entre a soma de quadrados total, SQT, e os graus de liberdade total (quantidade total de dados menos 1), ou seja:

$$s_T^2 = \frac{\text{SQT}}{n - 1} = \frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{n - 1}, \text{ em que } n = k \times r.$$

É calculada a partir de todos os dados, em que \bar{y} é a média amostral global, n é a quantidade total de dados, k é o número de grupos em comparação e r o número de observações dos grupos em comparação, neste caso, considerados iguais.

- 2) A variância entre grupos (s_E^2) - é representada pela razão entre a soma de quadrados entre grupos, SQE, e os respectivos graus de liberdade (quantidade de grupos menos 1), ou seja:

$$s_E^2 = \frac{SQE}{k - 1} = \frac{r \times \sum_{i=1}^k (\bar{y}_i - \bar{y})^2}{k - 1}, \text{ em que } \bar{y}_i \text{ é a média do grupo } i.$$

- 3) A variância dentro dos grupos (s_D^2) - é representada pela razão entre a soma de quadrados dentro dos grupos, SQD, e os respectivos graus de liberdade (quantidade total de dados menos a quantidade de grupos), ou seja:

$$s_D^2 = \frac{SQD}{n - k} = \frac{\sum_{i=1}^r (y_i - \bar{y}_1)^2 + \sum_{i=1}^r (y_i - \bar{y}_2)^2 + \dots + \sum_{i=1}^r (y_i - \bar{y}_k)^2}{n - k}$$

4.4.2 Tomada de decisão

Quanto maior for a variância entre grupos (s_E^2) comparada à variância dentro dos grupos (s_D^2), maior é a evidência de que existe variabilidade entre grupos, ou seja, médias diferentes. Contudo, para sabermos com certa confiança se esta superioridade é significativa, devemos recorrer a estatística de teste F, dada pela seguinte razão:

$$F = \frac{s_E^2}{s_D^2}$$

O valor calculado da estatística F (F_{CALC}) deve ser comparado com um valor crítico F (F_{CRIT}), que é verificado em uma tabela de F, ao nível estabelecido de significância α , normalmente de 5%. Tal valor está associado ao número de graus de liberdade do numerador e do denominador. **Se $F_{CALC} > F_{CRIT}$, deve-se rejeitar H_0 , assumindo-se que as médias dos grupos diferem significativamente entre si, ao nível de 5%.** Isto implica que a probabilidade de o pesquisador estar cometendo erro ao tomar essa decisão é de 5%.

Uma outra opção para expressar a conclusão final de um teste de hipóteses baseia-se na probabilidade de ocorrência de valores iguais ou superiores ao assumido pela estatística do teste, sob a hipótese de que H_0 é verdadeira. Este número é chamado de nível descritivo do teste ou p-valor.

Com o p-valor é possível concluir sobre as hipóteses nulas sem precisar recorrer a uma tabela de valores críticos da distribuição F. Isto é, se o p-valor for menor que o nível de significância escolhido (normalmente 5%), a hipótese nula é rejeitada. Caso contrário aceita-se a hipótese de que as médias são iguais, ao nível de significância de 5%.

Sempre que uma ANOVA é feita é usual expressar os resultados numa tabela, denominado **Análise da variância** (tabela 02).

Causas de variação	Soma de Quadrados (SQ)	Graus de Liberdade (G.L)	Quadrado Médio (QM)	F_{calc}	p-valor
Entre grupos (tratamentos)	SQE	$k - 1$	$QME = s_E^2$	$F = \frac{S_E^2}{S_D^2}$	p
Dentro (resíduo)	SQD	$n - k$	$QMD = s_D^2$		
Total	SQT	$n - 1$			

Para as análises realizadas nesse trabalho, foram feitas dez coletas de água, proveniente do Olho D'água da Bica, localizada no Horto Florestal, Cuité – PB, em cada um dos cinco pontos escolhidos para análise (P1, P2, P3, P4, P5), com o intuito de verificar se existem diferenças significativas nos valores médios de diversos parâmetros físico-químicos nos diferentes locais de coleta.

No contexto da análise de variância, a variável independente “ponto de coleta” é um fator e os diferentes locais analisados são os níveis deste fator, denominados de grupos ou tratamentos. Assim, para cada parâmetro analisado, tem-se 5 grupos, referentes aos locais P1, P2, P3, P4, P5, cada um composto de 10 observações.

Para cada uma das análises de variância executadas, relativas a cada um dos parâmetros físico-químicos analisados, uma vez rejeitada a hipótese de nulidade (H_0), foi feita uma análise de comparações múltiplas, realizada a partir do teste de Tukey, para identificar quais os locais que causam as diferenças.

Conforme VIEIRA (2006), para proceder ao teste de Tukey, costuma-se primeiro calcular a diferença mínima significativa (DMS) que deve haver entre duas médias para que elas sejam consideradas diferentes a determinado nível de significância (usualmente 5%). O valor da DMS pelo teste de Tukey, é calculado pela expressão seguinte:

$$DMS = q \sqrt{\frac{QME}{r}}.$$

O valor q (denominado amplitude estudentizada) pode ser encontrado na tabela de q ao nível estabelecido de significância, QMD é o quadrado médio dentro dos grupos, obtido na ANOVA, e r é o número de observações de cada um dos grupos.

Para a realização das análises dos dados foi utilizado o software livre BioEstat 5.3 (AYRES, *et al.*, 2007). De acordo com SILVA *et al.* (2014), o BioEstat solidifica-se como ferramenta didática quase obrigatória devida, sobretudo, à facilidade de sua aplicação e interpretação dos fenômenos biológicos, sejam de ordem observacional, quer de natureza experimental. Os autores constataam que o pacote estatístico do BioEstat tem como objetivo propiciar aos acadêmicos de diversas áreas do conhecimento um instrumento de grande praticidade e de fácil manuseio na avaliação de informações originadas através de pesquisa.

5 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA

5.1 Determinação de sólidos totais (ST)

Esta análise foi feita por secagem da amostra de água (AA) em estufa a 105°C por 4h ou até peso constante. Os ST foram determinados por diferença entre a amostra de AA menos água livre (AL) evaporada. A determinação obedece à equação:

$$ST = AA - AL$$

5.2 Determinação da matéria orgânica

Após a determinação em estufa de ST, as análises de Matéria Orgânica (MO) foram feitas em uma mufla de marca FORNITEC, modelo F2DM, a uma temperatura de 550° C, por 4 horas. A diferença entre a ST e as cinzas resultantes representa a quantidade de material orgânica total (MO). Neste método queima-se o material orgânico, restando o inorgânico e por diferença determina-se o teor de matéria orgânica nas amostras. A determinação obedece à equação:

$$MO = STD - cinzas$$

5.3 Método de determinação: Instrumental – pHmetro

Os materiais necessários para realização da análise em pHmetro:

- a) potenciômetro;
- b) cubetas ou tubos de ensaio;
- c) frasco lavador;
- d) papel absorvente;
- e) soluções tampão de pH conhecido;

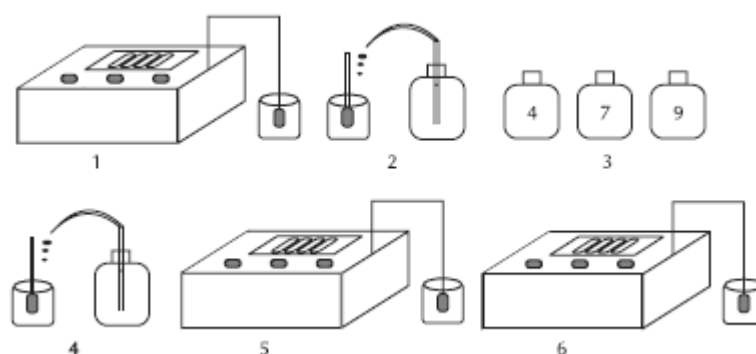
Os procedimentos técnicos para funcionamento do pHmetro foram:

- a) ligar o aparelho e esperar a sua estabilização;
- b) lavar os eletrodos com água destilada e enxugá-los com papel absorvente;
- c) calibrar o aparelho com as soluções padrão (pH 4 – 7 ou 9);

- d) lavar novamente os eletrodos com água destilada e enxugá-los;
- e) introduzir os eletrodos na amostra a ser examinada e fazer a leitura;
- f) lavar novamente e deixá-los imersos em água destilada;
- g) desligar o aparelho.

A figura 3 ilustra os procedimentos técnicos utilizados.

Figura 3 – Fluxograma do teste do PH



5. 4 Teor de cloretos: salinidade

5.4.1 Método de determinação: titulação com nitrato de prata.

Para identificar o nitrato de prata foram necessários os seguintes materiais:

- a) bureta de 50 ml;
- b) becker de 250 ml;
- c) frasco Erlenmeyer de 250 ml;
- d) medidor de pH;
- e) proveta de 100 ml;
- f) solução Padrão de Nitrato de Prata 0,0141N;
- g) solução Indicadora de Cromato de Potássio K_2CrO_4 ;
- h) hidróxido de Sódio 1N;
- i) ácido Sulfúrico 1N;
- j) cloreto de Sódio 0,0141 N.

Os procedimentos técnicos foram:

- colocar 100 ml de amostra no Erlenmeyer;
- ajustar o pH entre 7 e 10, se necessário, com NaOH ou H₂SO₄;
- adicionar 1 ml da solução indicadora de K₂CrO₄;
- titular com a Solução Padrão de Nitrato de Prata 0,0141 N até a viragem para amarelo avermelhado que é o ponto final da titulação;
- fazer um branco da mesma maneira que a amostra.

O cálculo utilizado foi o seguinte:

$$\frac{\text{mg Cl}}{\text{l}} = \frac{(A - B) \cdot N \cdot 35,450}{\text{ml da amostra}}$$

Onde:

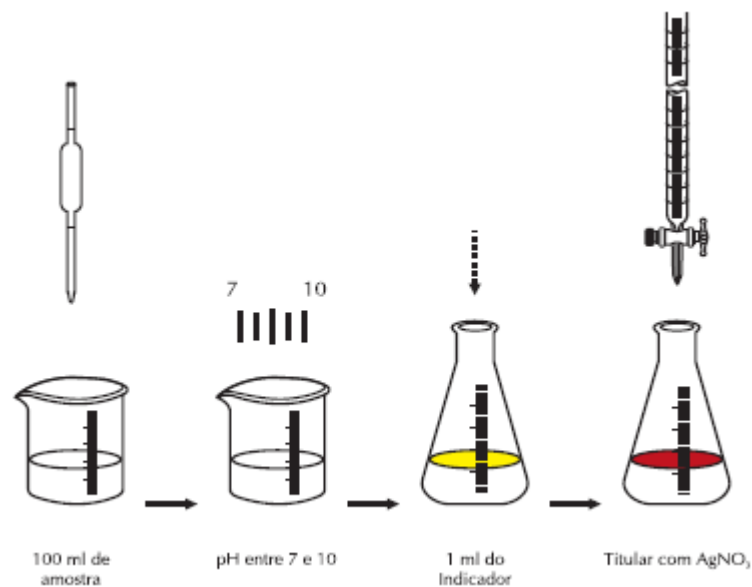
A = ml do titulante gasto na amostra;

B = ml do titulante gasto no branco;

N = Normalidade do titulante.

A figura 4 ilustra os procedimentos técnicos utilizados nesta medição.

Figura 4 – Fluxograma de análise de cloretos



5.5 Teor de Ca²⁺ e Mg²⁺: Dureza

5.5.1 Método de determinação: titulação com EDTA

Os materiais necessários nesse método de determinação foram:

- a) bureta de 50 ml;
- b) pipeta volumétrica de 25 ml;
- c) balão volumétrico de 50 ml;
- d) beaker de 100 ml;
- e) frasco erlenmeyer de 250 ml;
- f) solução padrão de EDTA 0,01 M;
- g) solução tampão;
- h) indicador eriochrome Black T;
- i) inibidor I - cianeto de sódio P.A em pó;
- j) inibidor II - sulfeto de sódio.

Os procedimentos técnicos foram:

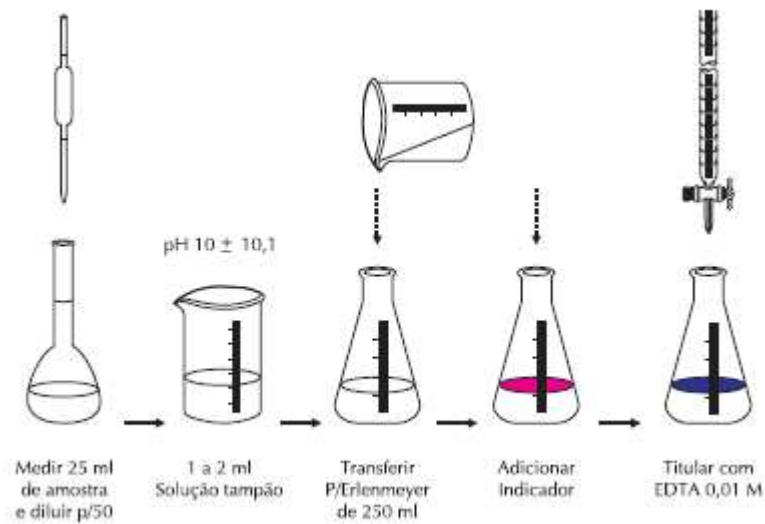
- a) tomar 25 ml da amostra e diluir para 50 ml com água destilada em balão volumétrico;
- b) transferir para um becker de 100 mL e adicionar 1 a 2 ml da solução tampão para elevar o pH a $10 \pm 0,1$;
- c) transferir para um frasco Erlenmeyer de 250 ml e adicionar aproximadamente 0,05 gramas do Indicador Eriochrome Black-T;
- d) titular com EDTA 0,01M agitando continuamente até o desaparecimento da cor púrpura avermelhada e o aparecimento da cor azul (final da titulação);
- e) anotar o volume de EDTA gasto (ml);
- f) fazer um branco com água destilada;
- g) subtrair o volume de EDTA gasto na titulação do branco do volume de EDTA gasto na titulação da amostra.

A diferença é o volume foi aplicado no cálculo a seguir.

$$\text{Dureza Toral em } \frac{\text{mg}}{\text{lCaCO}_3} = \frac{\text{ml de EDTA} \cdot 1000 \cdot F_c}{\text{ml de amostra}}$$

A figura 5 ilustra os procedimentos técnicos descritos.

Figura 5 – Fluxograma da análise da dureza



5.6 Temperatura local

O método de determinação utilizado para a medição da temperatura local foi o termômetro digital.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo apresentamos os resultados e discussão das variáveis físico-químicas analisadas ao longo desse estudo estatístico. Nossa análise foi organizada nos seguintes tópicos: sólidos totais, matéria orgânica, pH, salinidade, dureza e temperatura local e apresentadas em tabelas e gráficos.

6.1 Sólidos totais

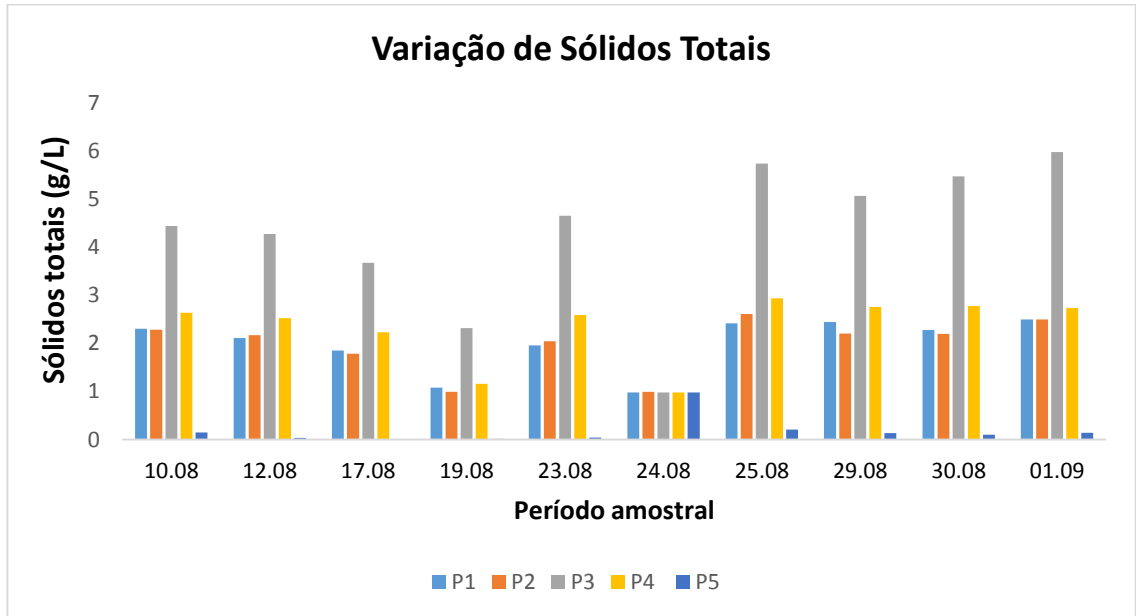
Tabela 3. Variação dos parâmetros físico-químicos nos pontos amostrais do Horto da Bica, Cuité, Paraíba.

Coleta	Ponto	Temp (°C)	pH	ST(mg/L)	Salinidade (Cl ⁻ mg/L)	Dureza (Ca ²⁺ mg/L)	MO (mg/L)
10.08	P1	25,3	3,9	2,308	1112,67468	374,048	0,906
	P2	24,1	4,1	2,292	1057,95297	418,0536	0,946
	P3	25,9	7,2	4,448	2134,14651	704,0903	1,552
	P4	23,6	7,1	2,644	1276,8398	418,0536	0,94
	P5	25,2	8	0,148	54,7217055	44,00564	0,148
12.08	P1	24,3	4	2,114	1459,24548	396,0508	0,802
	P2	22,7	4,2	2,178	1112,67468	374,048	0,934
	P3	25,5	7,3	4,28	2225,34936	880,1129	1,21
	P4	23,4	6,7	2,53	1313,32093	286,0367	1,01
	P5	26	7	0,036	91,2028425	198,0254	0,036
17.08	P1	24,4	4,1	1,856	1094,43411	418,0536	0,598
	P2	24,6	4	1,792	1057,95297	264,0339	0,544
	P3	24,9	7,6	3,68	2188,86822	550,0706	0,512
	P4	24,6	6,8	2,236	1331,5615	374,048	0,668
	P5	26,3	8,5	0	72,962274	110,0141	0
19.08	P1	25	4	1,082	1076,19354	330,0423	0,492
	P2	24,1	4,1	0,994	1185,63695	418,0536	0,448
	P3	24,3	7,3	2,322	2243,58993	550,0706	0,852
	P4	24,3	6,7	1,164	1313,32093	440,0564	0,456
	P5	25,1	7,6	0,018	91,2028425	44,00564	0,018
23.08	P1	25,9	3,9	1,964	1222,19737	242,031	0,82
	P2	25,9	4	2,052	1203,95562	286,0367	0,784
	P3	27,3	6,8	4,664	2663,29577	748,0959	1,468
	P4	25,5	7,1	2,596	1404,61489	374,048	0,9

	P5	27,7	8,8	0,044	401,318541	176,0226	0,044
24.08	P1	24,8	4,3	2,064	1130,91525	352,0452	0,86
	P2	23,6	4,2	2,224	1076,19354	286,0367	0,948
	P3	22,8	6,6	5,116	2207,10879	572,0734	2,116
	P4	24	6,9	2,74	109,443411	330,0423	1,34
	P5	25,2	8,2	0,068	72,962274	44,00564	0,068
25.08	P1	30,5	4,2	2,424	1431,41488	660,0847	0,76
	P2	28,7	4,3	2,616	693,10615	440,0564	0,804
	P3	28	6,8	5,752	1310,87468	1760,226	1,668
	P4	28,2	7	2,944	843,7814	660,0847	1,008
	P5	27,5	7,5	0,208	60,2701	440,0564	0,148
29.08	P1	27,5	5	2,448	693,10615	660,0847	1,156
	P2	27,6	4,6	2,212	723,2412	660,0847	1,108
	P3	28,7	6,3	5,076	1356,07725	1320,169	1,888
	P4	28,4	7,6	2,76	843,7814	660,0847	1,188
	P5	28,3	6	0,136	60,2701	440,0564	0,136
30.08	P1	26,9	6,4	2,28	753,37625	660,0847	0,824
	P2	26,2	6,2	2,2	662,9711	660,0847	0,9
	P3	27,7	6,5	5,484	1416,34735	1320,169	2,184
	P4	26,9	6,1	2,784	768,443775	660,0847	1,124
	P5	27,1	4,7	0,104	60,2701	440,0564	0,08
01.09	P1	26,2	6,8	2,5	723,2412	2200,282	0,724
	P2	26,1	6,3	2,504	768,443775	440,0564	0,612
	P3	29,2	6,5	5,992	1431,41488	1100,141	1,392
	P4	26,3	6,6	2,744	873,91645	440,0564	0,432
	P5	27,4	6,3	0,144	45,202575	660,0847	0,12

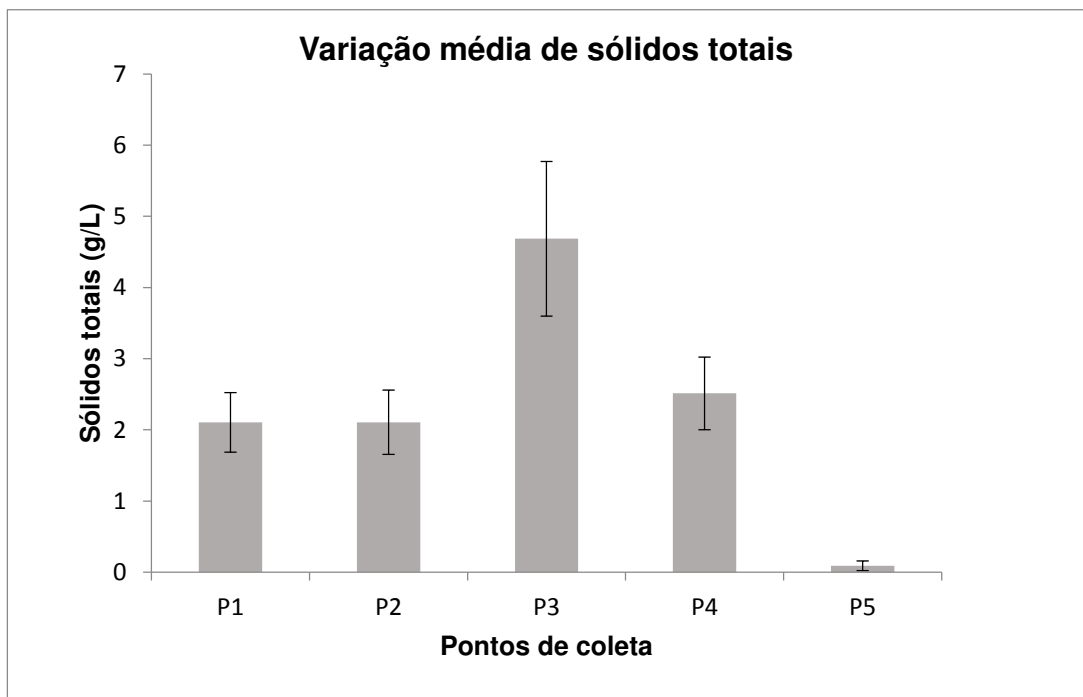
Fonte: Autoria própria.

Gráfico 1 - Variação espaço-temporal de sólidos totais nos pontos amostrais do Horto da Bica, Cuité/PB



Fonte: Autoria própria.

Gráfico 2 - Variação média espacial de sólidos totais nos pontos amostrais do Horto da Bica, Cuité/PB



Fonte: Autoria própria.

Tabela 4 - Média, desvio padrão e coeficiente de variação de sólidos totais nos pontos amostrais no Horto da Bica, Cuité, Paraíba.

Pontos	Média	Desvio padrão	Coeficiente de variação
P1	2,104	0,418653	19,9%
P2	2,1064	0,450966	21,4%
P3	4,685	1,086403	23,2%
P4	2,5142	0,51055	20,3%
P5	0,0906	0,067752	74,8%

Fonte: Autoria própria.

Os níveis de sólidos totais (Gráfico 1), mostraram-se aceitáveis para o consumo humano, o maior valor absoluto amostrado foi de 4,44 mg/L, no ponto 3, estando bem a baixo do limite recomendado pela Portaria 2.914/2011 que é de 1.000 mg/L e o menor no ponto 5, onde o resultado foi zero.

Acredita-se que esses valores discrepantes, especialmente o mínimo e máximo, ocorreram dado ao ponto 3 ser um ecossistema aberto que pode receber carga de nutrientes, enquanto o ponto 5 é um reservatório monitorado e portanto sem entrada de elementos exógenos.

Observou-se que o maior desvio padrão (Tabela 4) e a maior média ocorreram em P3 (Gráfico 2) e o menor desvio padrão e média, porém alta variabilidade foram encontrados em P5. As concentrações médias de sólidos totais foram diferentes significativamente ($p < 0.05$) e o valor de teste F foi de 73,26.

O comportamento dos sólidos totais reflete a condição local, com aumento em locais de maior poluição (ALMEIDA & SCHWARZBOLD, 2003). Considerando as baixas concentrações de sólidos totais pode-se afirmar que o ambiente não apresentou características de poluição.

6.2 Matéria orgânica

Gráfico 3. Variação espaço-temporal de matéria orgânica nos pontos amostrais do Horto da Bica, Cuité, Paraíba.

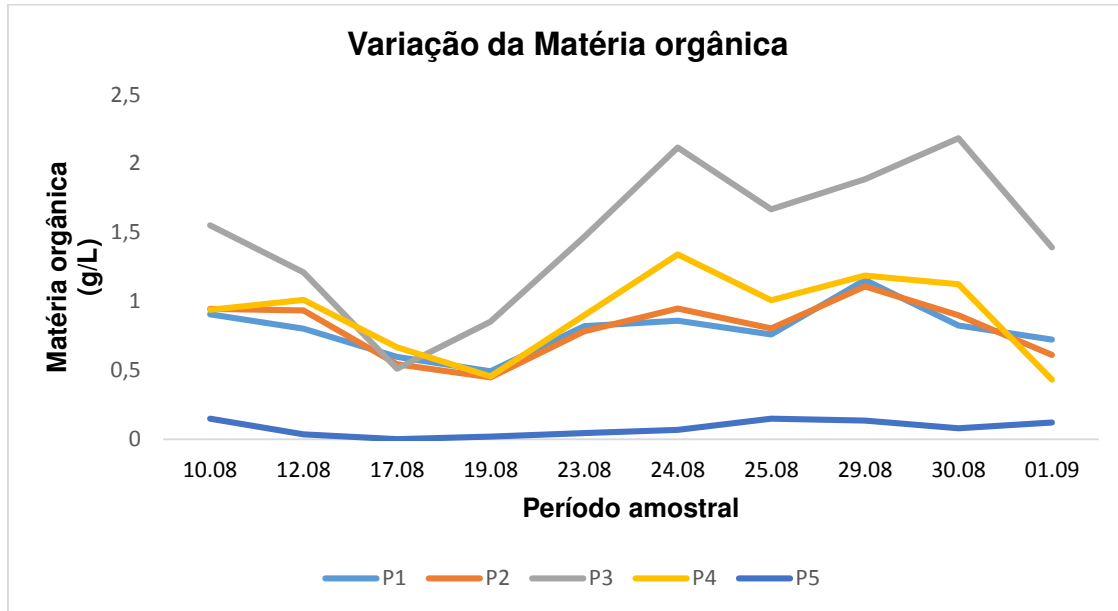


Gráfico 4. Variação média espacial de matéria orgânica nos pontos amostrais do Horto da Bica, Cuité, Paraíba.

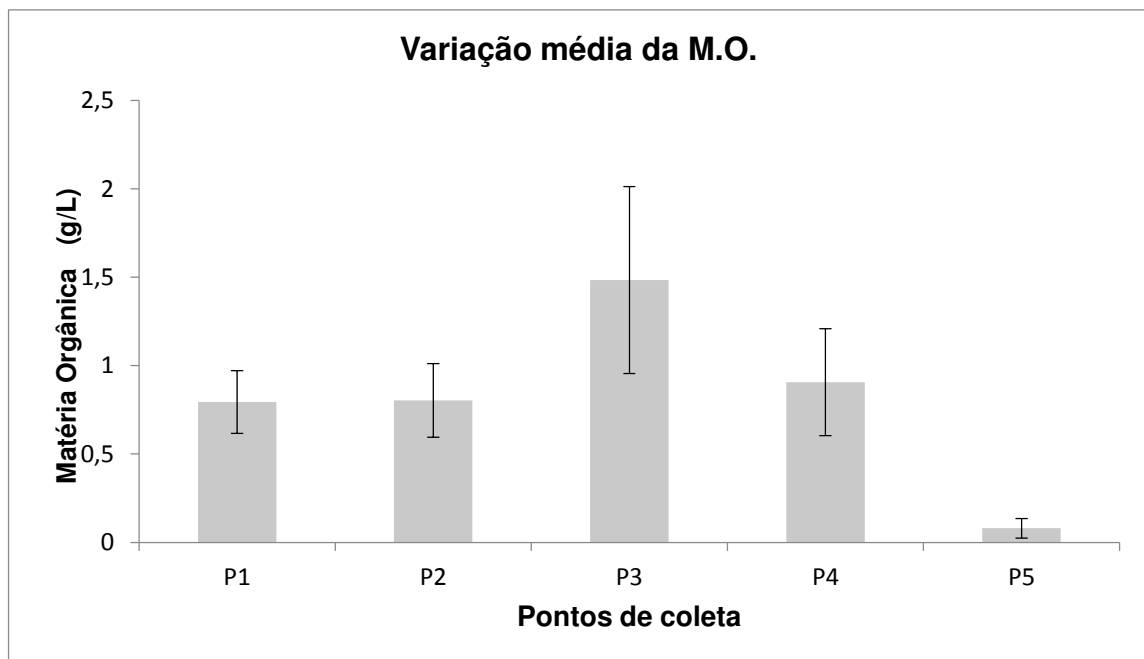


Tabela 5. Média, desvio padrão e coeficiente de variação da matéria orgânica nos pontos amostrais no Horto da Bica, Cuité, Paraíba.

Pontos	Média	Desvio padrão	Coeficiente de variação
P1	0.7942	0.178032	22%
P2	0.8028	0.208438	26%
P3	1.4842	0.529058	36%
P4	0.9066	0.302146	33%
P5	0.0798	0.055381	69%

No presente estudo, as concentrações de matéria orgânica foram baixas, como observado na Gráfico 3, mostrando que o manancial não recebeu grande descarga de nutrientes nos pontos de amostragem. O maior nível de matéria orgânica foi 2,18, registrado no ponto 3 e o menor 0,1 obtido no ponto 5 (Gráfico 4).

A tabela 5 mostrou que a média e o desvio padrão foram mais altos no ponto 3, e no P5, alta dispersão. As médias de matéria orgânica apresentaram diferença significativa referentes aos cinco pontos de coleta ($p < 0.05$), o valor de teste F, 27,73.

A matéria orgânica é um fator indispensável para a comunidade biológica, contudo o seu acúmulo pode gerar proliferação de bactérias e deteriorização da qualidade de água. Os resíduos podem afetar as características físico-químicas da água ou advertir para a qualidade dos efluentes em determinados locais. Grandes quantidades de resíduos geralmente causam prejuízo ao sabor da água e podem induzir a uma desfavorável reação psicológica nos consumidores (BAUMGARTEN & POZZA, 2001).

6.3 – pH

Gráfico 5. Variação espaço-temporal do pH nos pontos amostrais do Horto da Bica, Cuité, Paraíba.

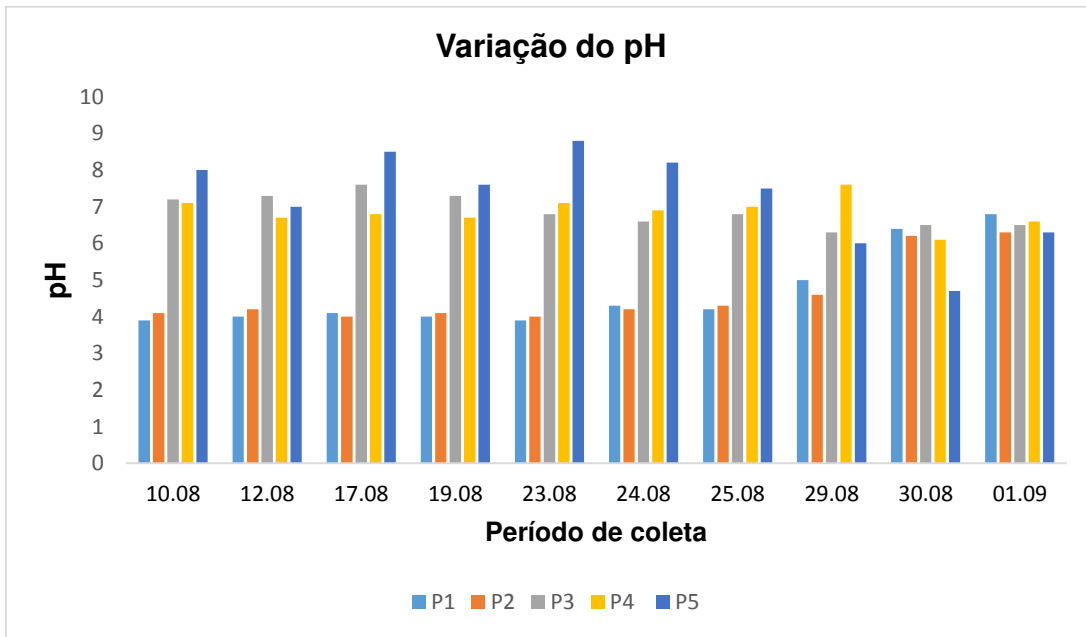


Gráfico 6. Variação média espacial do pH nos pontos amostrais do Horto da Bica, Cuité, Paraíba.

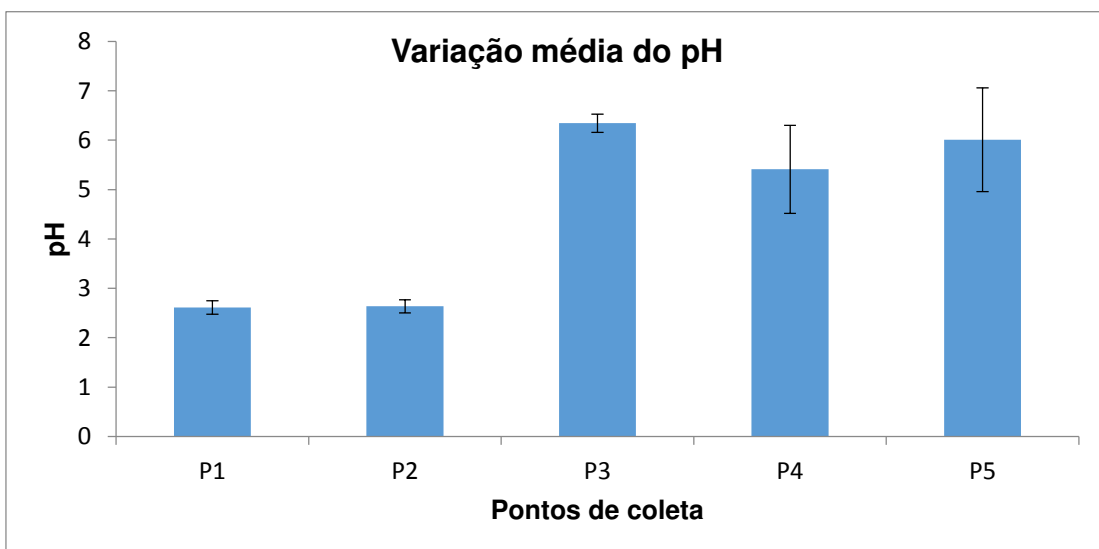


Tabela 6. Média, desvio padrão e coeficiente de variação do pH nos pontos amostrais no Horto da Bica, Cuité, Paraíba.

Pontos	Média	Desvio padrão	Coeficiente de variação
P1	2,614	0,137796	5,3%
P2	2,6355	0,135758	5,2%
P3	6,3445	0,183173	2,9%
P4	5,4105	0,890675	16,5%
P5	6,01	1,048684	17,4%

Os resultados mostraram que o pH variou bastante durante o período de estudo (Gráfico 5). Observou-se que P1 registrou o menor valor 3,9 e o maior em P5 alcançando 8,8, sendo assim, variou de ácido a básico. Contudo, observando as médias, o pH revelou-se ácido em todos os pontos amostrais (Gráfico 6).

Analisando a Tabela 6, notou-se nos pontos 4 e 5, média dispersão, enquanto P1, P2, P3, baixa dispersão, a maior média foi vista em P3 e a menor em P1. Os valores médios do pH foram diferentes significativamente ($p < 0.05$), sendo o valor da estatística de teste F, 9,67.

De acordo com Bennet e Linstedt (1978) o menor valor esperado de pH para água pura é de 5,6, porém observaram valores de até 2,7 em alguns sistemas. Enquanto que Moreira- Nordemann (1983) mediram valores de 3,7 e 4,7 no centro de Cubatão, SP.

O pH é uma importante variável de potabilidade da água e deve apresentar valores entre 6,0 e 9,5, de acordo com a Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde (Brasil, 2011). Considerando, essa faixa de valores, o pH observado nesse estudo apresentou-se apropriado para consumo.

Contrariamente ao que foi observado em nesse trabalho Ceballos, (1995), Barbosa, (2002), Diniz, (2005), registraram pH elevado em muitos ecossistemas aquáticos de áreas semiáridas, sendo este aspecto explicado principalmente pela

riqueza de carbonatos e bicarbonatos na composição química dos solos onde os reservatórios de água e as respectivas bacias de drenagem em que estão inseridos.

Essas variações do pH em um corpo hídrico determinam o tipo de fauna e flora que habitam o local, sendo que o meio neutro é o que possibilita uma maior estabilidade do meio e diversificação dos ecossistemas, permitindo o desenvolvimento de diferentes espécies (CETESB, 2009).

6.4- Teor de cloretos - Salinidade

Gráfico 7. Variação espaço-temporal da salinidade nos pontos amostrais do Horto da Bica, Cuité, Paraíba.

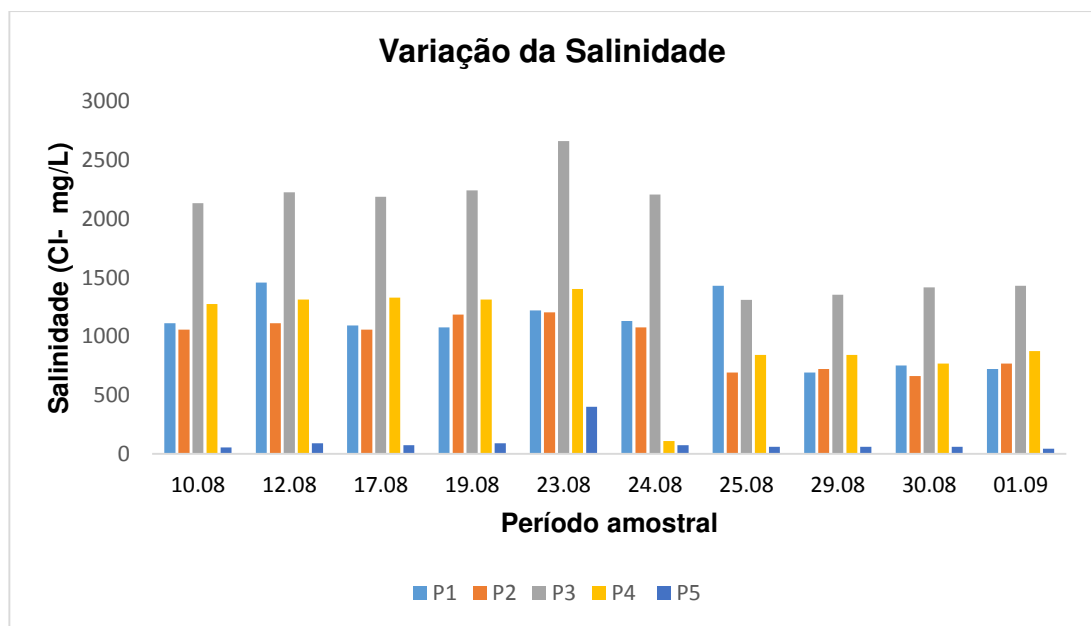


Gráfico 8. Variação média espacial da salinidade nos pontos amostrais do Horto da Bica, Cuité, Paraíba.

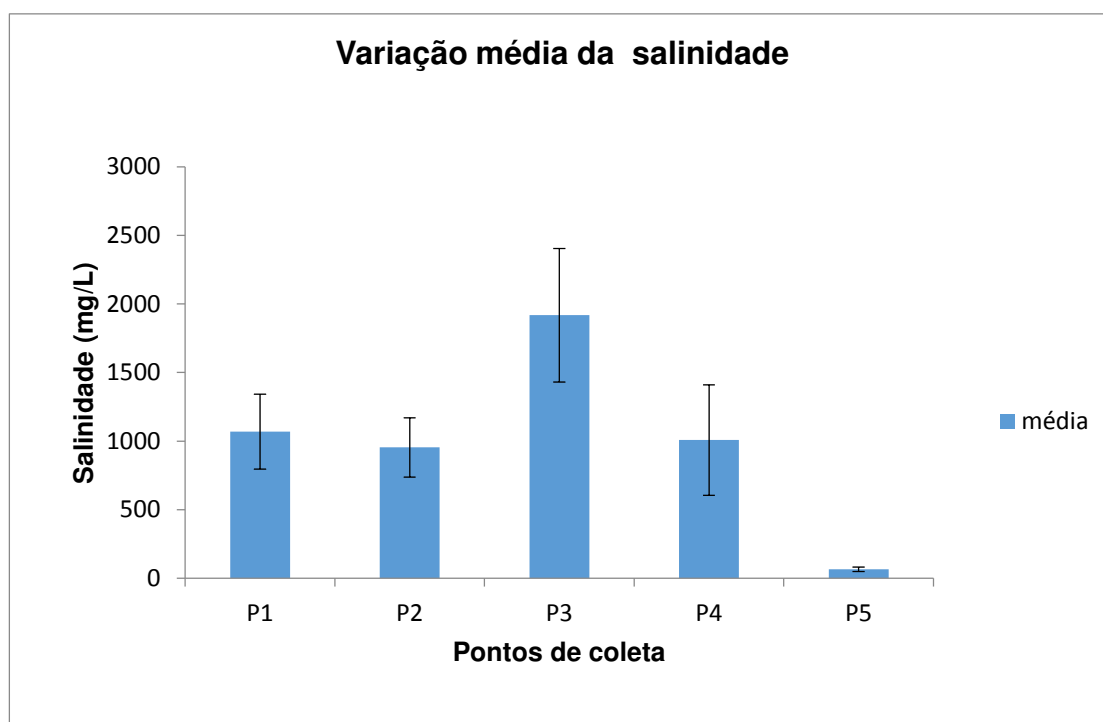


Tabela 7. Média, desvio padrão e coeficiente de variação da salinidade nos pontos amostrais no Horto da Bica, Cuité, Paraíba.

Pontos	Média	Desvio padrão	Coeficiente de variação
P1	1069,68	273,6598	25,6%
P2	954,2122	215,5862	22,6%
P3	1917,708	486,757	25,4%
P4	1007,902	402,4117	39,9%
P5	65,03788	17,07941	26,3%

A salinidade mostrou-se elevada durante o período de coleta na maior parte dos pontos de coleta (Gráfico 7), a concentração mínima foi 45,20 mg/L de Cl⁻ registrada no ponto 5 e a máxima foi de 2663,29 mg/L de Cl⁻ no ponto 3 (Gráfico 8).

Avaliando a Tabela 7, a maior média e desvio padrão foram observados em P3 e os menores valores foram vistos em P5. Os baixos níveis de salinidade no ponto 5

ocorreram porque a água passa pelo processo de dessalinização no reservatório de acúmulo do CES. Os pontos 1,2,3 e 5 apresentaram média variabilidade e o ponto 4 alta variabilidade. As concentrações médias da salinidade encontradas nos diversos pontos foram diferentes significativamente ($p < 0.05$), com valor da estatística de teste F foi de 41,38.

Segundo Pereira (2004) a concentração de cloreto em águas de abastecimento público constitui um padrão de aceitação, já que provoca sabor “salgado” na água. Concentrações acima de 250 mg/L causam sabor detectável na água, mas o limite depende dos cátions associados. Os consumidores podem, no entanto, habituarem-se a uma concentração de 250 mg/L, como é o caso de determinadas populações árabes adaptadas ao uso de água contendo 2.000 mg/L de cloreto.

Concentrações elevadas podem ser indicadores de contaminação por água do mar e por aterros sanitários (PEDROSA & CAETANO, 2002; ZIMBRES, 2005). Valores elevados de cloreto em águas de consumo humano podem causar sabor desagradável e efeito laxativo (FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE, 2006).

A Portaria 518/04 do Ministério da Saúde estabelece o valor máximo de 250 mg/L de cloreto na água potável como padrão de aceitação de consumo (BRASIL, 2011).

6.5 – Teor de Ca^{2+} e Mg^{2+} - Dureza

Gráfico 9. Variação espaço-temporal da dureza nos pontos amostrais do Horto da Bica, Cuité, Paraíba.

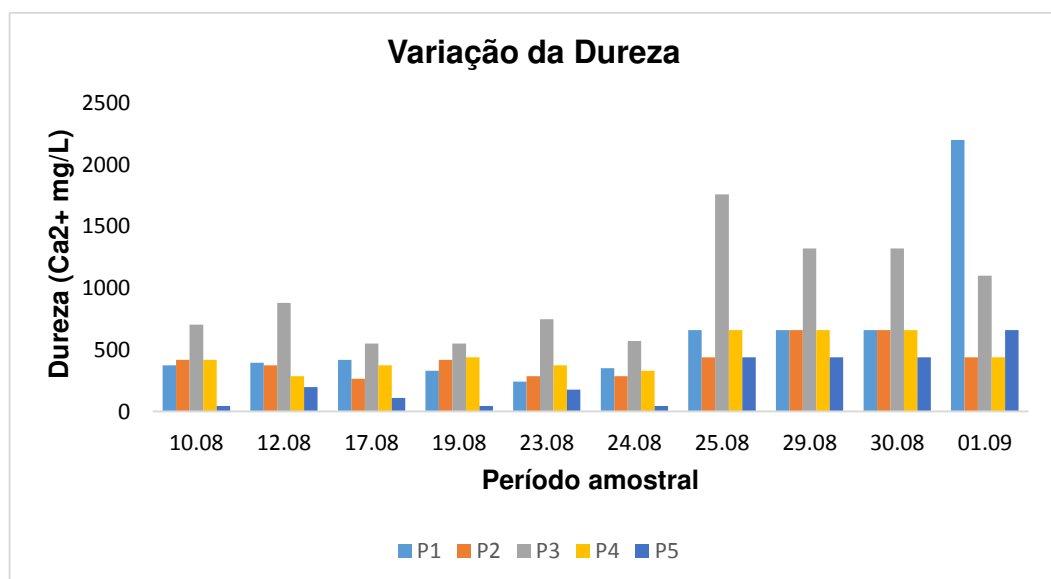


Gráfico 10. Variação média espacial da dureza nos pontos amostrais do Horto da Bica, Cuité, Paraíba.

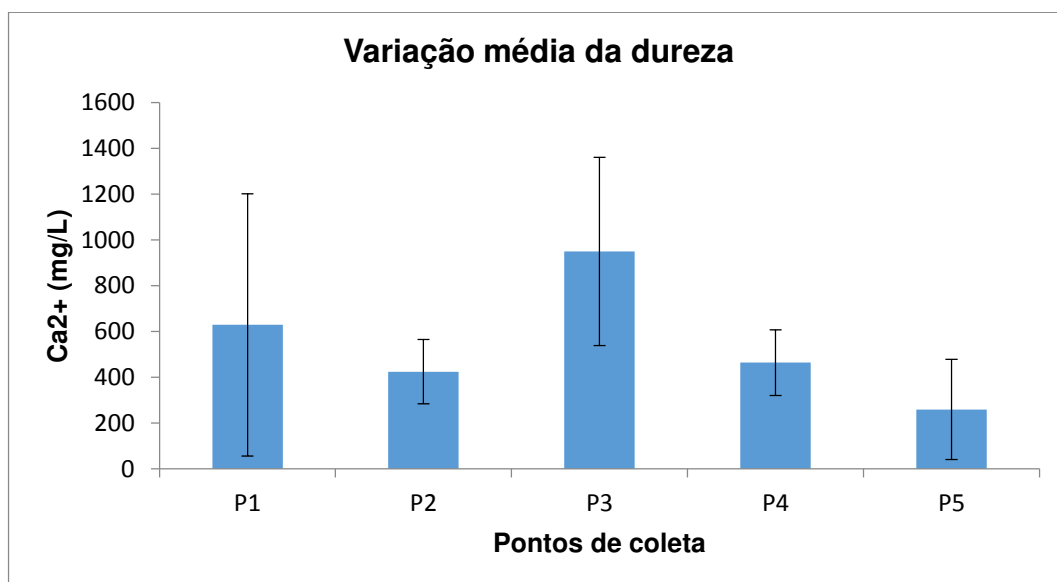


Tabela 8. Média, desvio padrão e coeficiente de variação da dureza nos pontos amostrais no Horto da Bica, Cuité, Paraíba.

Pontos	Média	Desvio padrão	Coefficiente de variação
P1	629,2808	572,6559	91,0%
P2	424,6543	140,7148	33,1%
P3	950,5216	411,2168	43,3%
P4	464,2595	143,1402	30,8%
P5	259,6342	218,7526	84,3%

As altas concentrações de cátions de cálcio e magnésio (Gráfico 9) revelaram a elevada dureza da água do manancial em estudo. A menor concentração obtida foi evidenciada no ponto 5, 44 mg/L e a maior no ponto 1, 2.220 mg/L (Gráfico 10). Observando a Tabela 8 pode avaliar que a maior média e desvio padrão foram encontrados em P3, a menor média em P5 e o menor desvio padrão em P2. Altas dispersões foram registradas em P1 e P5, os demais pontos apresentaram médias dispersões. As concentrações médias da dureza encontradas nos diversos pontos

foram diferentes significativamente ($p < 0.05$), sendo o valor da estatística de teste F, 5,85.

De acordo com a classificação de Macêdo 2003, a água estudada é muito dura, pois apresenta concentração acima de 300 mg de CaCO_3 /L. Para a Portaria 2.914/2011 do Ministério da saúde, a dureza admissível da água para consumo é de até 500 mg de CaCO_3 /L (BRASIL, 2011).

Um estudo realizado por Costa et al., (2006) mostrou que a concentração de íons de cálcio e de magnésio, na região do Seridó do Rio Grande, é em média 143 e 116 mg/L. A elevada dureza da água também causa o aumento da tensão superficial da solução, pelo aumento das forças iônicas, resultando na dificuldade de formação de espuma. Outros problemas são corrosão, entupimento de tubulações e incrustações, justificando o emprego de técnicas para a remoção dos íons cálcio e magnésio. As águas duras são características de regiões ricas de rochas calcárias e dolomíticas, pois os óxidos de cálcio e magnésio estão presentes na composição química das rochas.

6.6 – Temperatura local

Gráfico 11. Variação espaço-temporal da temperatura nos pontos amostrais do Horto da Bica, Cuité, Paraíba.

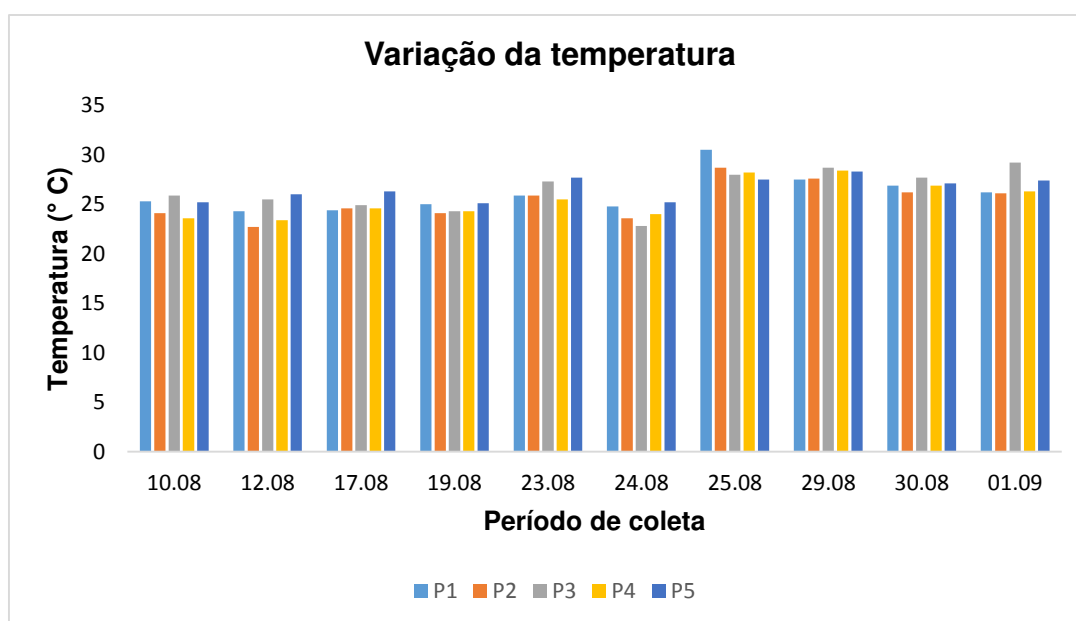


Gráfico 12. Variação média espacial da dureza nos pontos amostrais do Horto da Bica, Cuité, Paraíba.

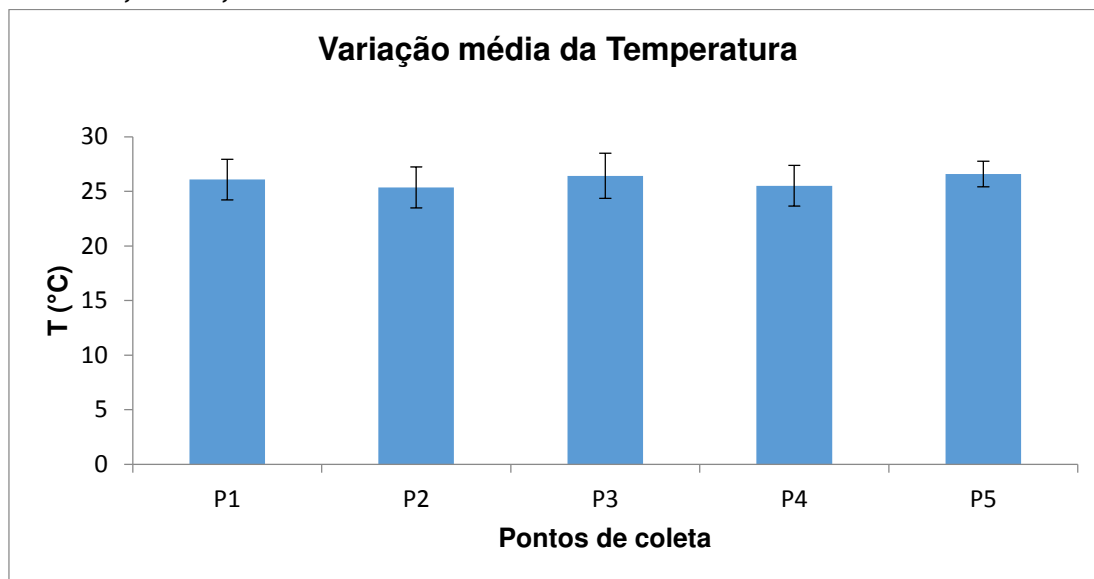


Tabela 9. Média, desvio padrão e coeficiente de variação da temperatura nos pontos amostrais no Horto da Bica, Cuité, Paraíba.

Pontos	Média	Desvio padrão	Coeficiente de variação
P1	26,08	1,876048	7,19%
P2	25,36	1,8751	7,39%
P3	26,43	2,077953	7,86%
P4	25,52	1,850405	7,25%
P5	26,58	1,174545	4,42%

A temperatura desempenha um papel crucial no meio aquático, condicionando as influências de uma série de variáveis físico-químicas. Em geral, à medida que a temperatura aumenta, de 0 a 30°C, viscosidade, tensão superficial, compressibilidade, calor específico, constante de ionização e calor latente de vaporização diminuem, enquanto a condutividade térmica e a pressão de vapor aumentam (CETESB, 2009).

As altas temperaturas foram constantes ao longo período de estudo, o que são características da região nordestina, o registro mínimo foi de 22,7 ° C em P2 e o

máximo 30,5 em P1 (Gráfico 11). A partir da análise da variância (Tabela 9) e as médias (Gráfico 12) pode-se concluir que os registros médios de temperatura não foram significativamente diferentes nas amostragens ($p > 0.05$) e o valor da estatística de teste F foi de 0,90.

Não consta na legislação valores máximos ou mínimos estipulados para a temperatura, entretanto, os resultados obtidos para essa variável estão dentro do esperado para a condição climática da região (BUZELLI, 2013), cujo o clima é considerado semiárido, com duas estações anuais, uma chuvosa e outra seca.

7 CONCLUSÃO

- Verificamos que a estatística foi uma ferramenta importante para o presente estudo, através dos valores de desvio padrão, coeficiente de variação e o teste ANOVA, observamos que houve significância da variação média dos parâmetros, detectando que a amostragem foi heterogênea e os pontos de coleta foram representativos para todas as variáveis, exceto para a temperatura que não apresentou diferença significativa ($p < 0.05$).
- Registramos elevadas temperaturas e baixa variabilidade durante o período de estudo, esses registros são característicos da região do nordeste brasileiro, de clima semiárido.
- Observamos baixos níveis de sólidos totais e matéria orgânica, pH ácido, estando dentro do limite recomendado pela Portaria 2.914/2011.
- A salinidade e a dureza elevadas eram esperadas, devido aos altos teores de cloreto e o solo da região, rico em rochas calcárias e dolomíticas.
- A água investigada apresenta atributos potenciais para consumo humano, caso tratada, visto que verificou-se concentrações que estavam dentro dos padrões da legislação exigida.

Esperamos que este trabalho contribua para viabilização de novos trabalhos sobre a potabilidade da água e seus múltiplos usos.

Enfim, a manutenção e a preservação das fontes hídricas são extremamente decisivos para que a mesma continue tendo água de qualidade. Proteger os mananciais é um dever de todos.

8. REFERÊNCIAS

1. ALDRIGUE, M. L. Vitamina C. In: ALDRIGUE, M. L.; MADRUGADA, M. S.; FIOREZE, R.; SOARES, J. **Aspectos da ciência e tecnologia de alimentos**. João Pessoa: Editora Universitária/UFPB/Ideia. vol.2. 2003.
2. ALMEIDA, M. A. B.; SCHWARZBOLD, A. **Avaliação sazonal da qualidade das águas do Arroio da Cria Montenegro, RS com aplicação de um índice de qualidade de água (IQA)**. RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 8, jan./mar. 2003.
3. APHA (American Public Health Association). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 2005**– method 2540B, C D e E - edição online disponível em [www. standardmethods.org](http://www.standardmethods.org). Acesso:13 set.2016.
4. AYRES, M., AYRES Jr, M., *et. al.* Bioestat 5.0 **aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas**. Belém: IDSM, 2007. Disponível em: <<http://mamiraua.org.br/downloads/programas>>. Acesso em: 05/07/2016.
5. AZEVEDO, F.A.; CHASUM, A.A.M. (eds). **Metais: Gerenciamento da toxicidade**. São Paulo: Atheneu Editora, 2003.
6. BAUMGARTEN, M. G. Z.; POZZA, S. A. **Qualidade de Águas**. Descrição de Parâmetros Químicos referidos na Legislação Ambiental. Rio Grande: Editora da FURG, 2001. 166p. BARBOSA, J. E. L. Dinâmica do fitoplâncton e condicionantes limnológicos nas escalas de tempo (nictemeral/sazonal) e de espaço (horizontal/vertical) no açude Taperoá II: trópico semi-árido paraibano. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Universidade de São Carlos, São Carlos. 2002.
7. BARBOSA, J. E. L. **Dinâmica do fitoplâncton e condicionantes limnológicos nas escalas de tempo (nictemeral/sazonal) e de espaço (horizontal/vertical) no açude Taperoá II: trópico semi-árido paraibano**. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Universidade de São Carlos, São Carlos. 2002.
8. BARCELLOS, C. M. et al. **Avaliação da qualidade da água e percepção higiênicosanitária na área rural de Lavras**, Minas Gerais, Brasil, 1999-2000. Caderno de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 22, n. 9, set./2006.

9. BENNETT, E. R.; LINDSTEDT, K. D. pollutional characteristics of stormwater runoff. **Colorado Water Resources Institute Completion Report**. v.84, n.204, 1978.
10. BUSSAB, W. O.; MORETTIN, P. A. **Estatística Básica**. 6ª ed, São Paulo: Saraiva, 2010.
11. BUZELLI, G. M.; CUNHA-SANTINO, M. B. **Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita (SP)**. *Amby-Água*, Taubaté, v. 8, 2013.
12. BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. *Diário Oficial da União: República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 26 março de 2004*.
13. BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914/2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade de 12 de dezembro de 2011.
14. BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. Aprova o “Regulamento Técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de Proteína, Vitaminas e Minerais.
15. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. *Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano/ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília : Ministério da Saúde, 2006*.
16. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. *Declaração Universal dos Direitos da Água*. Porto Seguro: MMA/SRH, 2000 (Histore de L'eau, George Ifrah, Paris, 1992).
17. BRASIL. Resolução CONAMA n.º 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. *Diário Oficial da República federativa do Brasil, Brasília, Seção 1, 2005*.
18. CARVALHO, N. L. C.; BRUM, T. S., COTTA, J. A. O.; LIMA, E. N. Utilização de diferentes resíduos no processo de vermicompostagem e estudo da

- humificação. In: Congresso Brasileiro de Resíduos Orgânicos. Anais... Vitória-ES, Brasil, 2009.
19. CEBALLOS, B. S. O. Utilização de Indicadores Microbiológicos na Tipologia de Ecossistemas Aquáticos do Trópico Semi-árido. Tese (Doutorado) - Departamento de Hidráulica e Saneamento. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, São Paulo. f.192, 1995.
 20. COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Norma Técnica Interna SABESP NTS 013. Sólidos, métodos de ensaio.** São Paulo, 1999. Acesso em 20 set. 2016.
 21. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Variáveis de qualidade de água.** São Paulo, 2009. Disponível em: . Acesso em: 27 Set. 2016
 22. COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB); **Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo,** São Paulo, 2004.
 23. COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB); **Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo,** São Paulo, 2005.
 24. CORNATIONI, M.B., **Análises físico-químicas da água de abastecimento do município de colina – SP.** Bebedouro, 2010.
 25. COSTA, C. E. **A estatística no mundo moderno.** 2008. Disponível em: . Acesso em: 31 ago. 2016.
 26. CRESPO, A. A. **Estatística Fácil.** 19ª ed. São Paulo: Saraiva, 2009. **DECLARAÇÃO dos Direitos Humanos.** United Nations Information Center. Disponível em: Acesso em: 13 set. 2016
 27. CRESPO, A. A. **Estatística Fácil.** 19ª ed. São Paulo: Saraiva, 2009.
 28. DEMO, Pedro. **Pesquisa e construção de conhecimento.** Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1996.
 29. DINIZ, C. R. **Ritmos nictemerais e distribuição espaço-temporal de variáveis limnológicas e sanitárias de dois açudes do trópico semi-árido (PB).** Tese (Doutorado em Recursos Naturais). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande. 193f. 2005.
 30. ENGEORPS. Consórcio JMR ENGEORPS. **Plano Estadual de Recursos Hídricos – Estado de São Paulo.** Relatório Síntese do Plano. 2005.

31. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). **Manual prático de análise de água**. 2 ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.
32. FREUND, J. E.; SIMON, G. A. **Estatística aplicada**. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2000.
33. GARCIA, C.H. **Tabelas para classificação do coeficiente de variação**. Piracicaba: IPEF, 1989. 12p. (Circular técnica, 171).
34. GARCIA, C.M. **Indicadores de qualidade ambiental urbana**. In: SIMPÓSIO SOBRE INDICADORES AMBIENTAIS, 02., Curitiba. **Resumos...** Curitiba, [s.1], 1999.
35. GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. 15.ed. Editora FEALQ, 2009. 451p.
36. GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1995.
37. GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.
38. GOLDENBERG, Mirian. **A arte de pesquisar**. Rio de Janeiro: Record, 1999.
39. HAIR JR., J. F. et al., **Fundamentos de métodos de pesquisa em administração**. Porto Alegre: Bookman, 2005.
40. MACÊDO, J. A. B de. **Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas**. 2. ed. Belo Horizonte: CRQ-MG, 2003.
41. MATSUSHITA, B.; XU, M.; CHEN, J.; KAMEYAMA, S.; TAMURA, M. **Estimation of regional net primary productivity (NPP) using a process-base ecosystem model: How important is the accuracy of climate data? Ecological Modelling** , v. 178, 2004.
42. MATSUSHITA, R. Y. **O que é estatística?** Disponível em: . Acesso em: 31 jul. 2016.
43. MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O desafio do conhecimento**. São Paulo: Hucitec, 1993.
44. MONTGOMERY, D.C. **Design and Analysis of Experiments, Fifth Edition, Wiley, New York**, 2001.
45. MORAES, D. S. L.; JORDÃO, B. Q. **Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana**. Rev. Saúde Pública. v. 36, 2002.
46. MOREIRA-NORDEMANN, L. M. **Análise química preliminar das águas de chuva de Cubatão – Impactos Ambientais**. In: Simpósio Brasileiro de

- Hidrologia e Recursos Hídricos. 1983, Blumenau. **Anais...** Blumenau. ABRH, 1983.
47. NIEMEIJER, D. Developing indicators for environmental policy. **Environmental Science & Policy**, v.5, 2000.
48. NORONHA, M. A de S. **Armazenamento do abacaxi** (*Ananás comosus L*) ev. Smooth cayene minimamente processado. 2002, 107f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.
49. PADOVANI, C. R. **Bioestatística**. São Paulo: Cultura Acadêmica: Universidade Estadual Paulista, Pró-Reitoria de Graduação, 2012.
50. PÁDUA, Valter Lúcio. FERREIRA, Andrea Cristina da Silva. Qualidade da água para consumo humano. In: HELLER, Léo (Org.); PÁDUA, Valter Lúcio (Org.). Abastecimento de água para consumo humano. 2 ed. Belo Horizonte: UFMG, 2010.
51. PEDROZA, C. A.; CAETANO, F. A. Águas subterrâneas. Brasília: Agência Nacional de Águas. 2002.
52. PEREIRA, R. S. Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos. **Revista Eletrônica de Recursos Hídricos**. IPH-UFRGS. v.1, 2004.
53. SALSBERG, D. **Uma senhora toma chá...: como a estatística revolucionou a ciência no século XX**. Rio de Janeiro: Zahar, 2009.
54. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM). Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/5516>. Acesso em: 13 set. 2016.
55. RAO, C. R. **Statistics and truth: putting chance to work**. 2nd. ed. Singapore: World Scientific, 1997.
56. RAO, C.R. **Statistics: A technology for the millennium Internal**. J. Math. & Statist. Sci, Vol. 8, 1999.
57. Ribeiro, Wagner Costa, **Cidades ou Sociedades Sustentáveis?** In: Carlos. Ana Fani Alessandri. *Urbanização e Mundialização- estudos sobre a metrópole*. São Paulo: Contexto, 2005.
58. SILVA, A. C. S.; VEIGA, J. B., *et al.* **Avaliação do software BIOESTAT para o ensino de estatística nos cursos de graduação**. Revista da Universidade Vale do Rio Verde, Três Corações, v. 12, n. 2, p. 375-385, ago./dez. 2014.

59. SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3. ed. Florianópolis: UFSC/PPGEP/LED, 2001.
60. SIMÕES, Fabiano dos Santos et al. **Avaliação do efeito da piscicultura em sistemas aquáticos em Assis e Cândido Mota**, São Paulo, por indicador de qualidade da água e análise estatística multivariada. Química Nova. Sociedade Brasileira de Química, v. 30, n. 8, p. 1835-1841, 2007. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/22283>>. Acesso em 12/09/2016
61. STIGLER, S. M. **The history of statistics: the measurement of uncertainty before 1900**. Cambridge: Belknap Press of Harvard University Press, 1986.
62. TRIOLA, M.F, **Introdução à Estatística**. 10ª ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2008.
63. TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; PARESCHI, D. C. et al. **A bacia hidrográfica do Tiete-Jacaré: estudo de caso em pesquisa e gerenciamento**. Estudos Avançados, v. 22. 2008.
64. VIEIRA, S. **Análise de Variância: (Anova)** /Sônia Vieira. Editora Atlas, São Paulo, 2006.
65. VIEIRA, S. **Introdução à bioestatística**. 4ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.
66. TRIOLA, M.F, **Introdução à Estatística**. 10ª ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2008.
67. VON SPERLING, M. V. **Princípio do tratamento biológico de águas residuárias**. IN: Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 1995.
68. WARD, T; BUTLER, E.; HILL, B. **Environmentak indicators for national state of the environment reporting- Estuaries and Sea**. Canberra: Department of the Environmet, 1998.
69. WOOTTON, R.J. **Fish and fisheries series 1: Ecology of Teleost fishes**. London: Chapman and Hall, 1990.
70. WHITFIELD, J. Vital signs. **Nature**, v. 411, n.28, p. 989-990.2001.
71. WHO. **Chemical hazards in drinking-water**. Disponível em: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/en/ Disponível em: . Acesso em: 31 ago. 2016.
72. ZIMBRES, E. **Águas Subterrâneas**. 2005. Disponível em: <www.meioambiente.pro.br> Acesso 23 ago.2016.