

AValiação Física e Química da Água do Riacho Mussuré – João Pessoa -PB

BELMONT, Marco Antonio da Fonseca

tuannydsm@gmail.com

ALMEIDA NETO, Odilon Carreiro de (IESP)

SOUZA, George Henriques de (IESP)

MACIEL, Tuanny da Silva (IESP)

SODRÉ, Marcelle Afonso Chaves (IESP)

SILVA, José Martinho de Albuquerque (IESP)

RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar a qualidade da água do riacho Mussuré por meio de parâmetros físico-químicos. Para tanto, delimitou-se como área de estudo a bacia do riacho Mussuré em que a mesma está inserida na bacia do rio Gramame, localizado Município de João Pessoa estado da Paraíba. A metodologia consistiu na análise de dados de qualidade da água, onde foram introduzido dados comparativos em relação a qualidade de água do riacho Mussuré, foram analisados os parâmetros físico químicos da água do riacho. A lei que serviu de base de comparação da qualidade da água foi a Resolução do CONAMA 357/05. Verificou-se na análise, que os valores de OD, DBO e turbidez não condizem com a legislação, e os níveis alterados de outros parâmetros são frutos principalmente da matéria orgânica despejada no riacho Mussuré, outros parâmetros também teve seus resultados bem mais elevados em comparação a pesquisas realizada em anos anteriores. Isso implica dizer que o riacho recebe efluentes com tratamento inadequado, além disto, a sua vazão não comporta a quantidade de líquido que o mesmo recebe das indústrias e de outras fontes de contaminação.

Palavras-chave: Qualidade, Efluentes, CONAMA

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the water quality of the Mussuré stream by means of physical-chemical parameters. For this purpose, the basin of the Mussuré stream, where it is inserted in the Gramame river basin, located in the municipality of João Pessoa state of Paraíba, was delimited as study area. The methodology consisted in the analysis of water quality data, where comparative data were introduced in relation to the water quality of the Mussuré stream, the physical parameters of the creek water were analyzed. The law that served as a basis for comparing water quality was Resolution CONAMA 357/05. It was verified in the analysis that the OD, BOD and turbidity values do not comply with the legislation, and the altered levels of other parameters are mainly fruits of the organic matter dumped in the Mussuré creek, other parameters also had their results much higher in comparison research carried out in previous years. This implies that the stream receives effluent with inadequate treatment, in addition, its flow does not contain the amount of liquid it receives from industries and other sources of contamination.

Keywords: Quality, Effluents, CONAMA.

1. INTRODUÇÃO

Há degradação dos ecossistemas atualmente está diretamente ligada à urbanização e ao crescimento populacional desordenado da humanidade, que por muitas vezes faz com que a população precise de investimentos em serviços públicos e infraestruturas. (IRANDA, 2002). O ser humano, ao longo da sua existência, sempre manteve uma relação de dependência com a natureza. Ao longo dos diversos modos de produção, as diferentes culturas imprimiram marcas no espaço geográfico, alterando o equilíbrio dos diversos sistemas ambientais. (SILVA, 2010)

O uso da água e corpos hídricos são em todo o mundo com finalidades distintas, entre as quais se destacam o abastecimento humano, a geração de energia, a irrigação, a navegação, produção em indústrias. (VON SPRING, 2005). Cerca de 71% da superfície do Planeta é água. Como se pode ver na Figura 1, desta, 97,5% é água salgada e apenas 2,5% correspondem a água doce. Destes 2,5%, 68,9% encontra-se sob a forma de neve ou nos glaciares, 29,9% corresponde a água subterrânea, 0,9% estão em outros reservatórios e apenas 0,3% em rios e lagos. (Miller, 2002). Durante muito tempo a água foi considerada um recurso inesgotável. Os mananciais de água estão comprometidos devido ao mau uso e à crescente demanda que acabam limitando a sua disponibilidade.

Para Magalhães (2010), os recursos hídricos apresentam uma série de impactos decorrentes da urbanização em um sistema hídrico.

Segundo SETTI (2011), durante o ciclo hidrológico, a água sofre alterações em sua qualidade, com isso ocorre nas condições naturais, em razão das inter-relações dos componentes do sistema de meio ambiente, quando os recursos hídricos são influenciados devido ao uso para suprimento das demandas dos núcleos urbanos, das indústrias, da agricultura e das alterações do solo, urbano e rural. Segundo Silva (2000), os recursos hídricos tem capacidade de diluir e assimilar esgoto e resíduos, mediante processos físicos, químicos e biológicos, essa capacidade é limitada devido quantidade e qualidade do corpo de hídrico, em relação a carga poluído lançada.

A água é o meio principal de transporte dessas substâncias na maioria dos corpos aquáticos. Cada rio ou lago possui, até certo ponto, uma capacidade natural de receber poluentes. Essa capacidade de neutralização da matéria poluidora através dos processos de diluição, sedimentação e estabilização química é denominada autodepuração (SALLA, 2013).

De acordo com Nunes, (2012), geralmente os efluentes atingem os corpos de água inadequadamente sem tratamento dos efluentes, os quais ficam sujeitos aos tipos de poluição que envolve várias substâncias, principalmente quando se trata de efluentes indústrias a uma preocupação maior. A contaminação por efluentes industriais é decorrente das matérias-primas e dos processos industriais utilizados, podendo ser complexa, devido à natureza, concentração e volume dos resíduos produzidos (MERTEN, 2002).

Segundo Tundisi (1999), poluição hídrica, é caracterizada pela introdução de qualquer matéria ou energia responsável pela alteração das propriedades físico-químicas de um corpo d'água. Os principais responsáveis por esse tipo de poluição são os lançamentos de efluentes industriais, agrícolas, comerciais e esgotos domésticos.

Segundo Silveira (1990), poluição hídrica pode ser considerada como qualquer modificação das características de um corpo aquático, de maneira que possa torná-lo prejudicial ao ecossistema no geral, isto significa que a poluição do ambiente aquático é realmente considerada quando afeta de maneira direta ou indireta o bem estar humano.

Já a classificação dos corpos de água é estabelecida nos termos da legislação ambiental a resolução CONAMA nº 357/2005, que dispõe sobre estas classificações e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes de acordo com a legislação, capacidade de suporte do corpo receptor e o valor máximo de determinado poluente que o corpo hídrico pode receber, sem comprometer a qualidade da água e seus usos determinados pela classe de enquadramento (CONAMA, 2005). A Resolução Nº 20 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Resolução CONAMA 20), de 18 de junho de 1.986, que estabelece limites de concentração de alguns parâmetros físico-químicos para o lançamento de cargas poluidoras em corpos hídricos e para a classificação dos corpos hídricos de acordo com os seus usos preponderantes, consideração às águas doce e o abastecimento humano.

Os efluentes podem chegarão meio hídricos basicamente por meio de três vias principais, são elas: escoamento superficial da água da chuva após lavagem e lixiviação do solo, lançamento direto de despejos industriais e urbanos nos corpos de água e a disposição de materiais atmosféricos. (SPERLING, 1994)

Os padrões de lançamento existentes se mostram ineficazes para alguns corpos hídricos, como baías, lagos, estuários e córregos, onde muitos deles não possuem capacidade de transporte e seu potencial de autodepuração é baixo segundo (LEITE, 2004).

É importante salientar que dependendo das características do efluente lançado no recurso hídrico seja ele (nascentes, riacho, córrego e margens dos rios), podem alterar toda uma bacia que fornecem água para o abastecimento dos centros urbanos. (ABRAHÃO, 2006)

A Bacia hidrográfica é uma área da superfície terrestre, delimitada pelos pontos mais altos do relevo na qual a água proveniente das chuvas escorre para os pontos mais baixos do relevo, formando um curso de água, assim são formadas por riachos que brotam em terrenos íngremes das serras e montanhas e à medida que a água superficial desce se junta a outros corpos hídricos aumentando assim o volume e formando os primeiros rios. (LEONARDO, 2003)

A motivação para abordar esta temática foi área influência direto lançamento de efluente industriais no riacho Mussuré. De acordo com a Companhia da Industrialização do Estado da Paraíba (CINEP), das 83 indústrias hoje em funcionamento, 59 lançam, direta ou indiretamente, seus efluentes líquidos nos efluentes da bacia Gramame, principalmente os que compõem as imediações do distrito industrial de João Pessoa (SILVA. & NETO 2014). No entanto nos locais onde os centros industriais crescem de maneira desordenada pela a falta de planejamento, a população assim como as indústrias, procura uma alternativa mais fácil para os despejos do efluente, principalmente quando se instala próximo a corpos hídrico.(NUNES & GARCIA 2012)

Conflito que envolve a Bacia do Rio Gramame e Mumbaba vem sendo posto a discussão há algum tempo com ênfase. Tendo em vista alguns dos seus afluentes, estão inseridos na zona industrial da cidade. Há indícios de que determinados problemas ambientais devido à poluição do recurso hídrico por efluentes industriais, não só o recurso hídrico como também a comunidade que está próxima à bacia Gramame, observou-se que os moradores vêm sendo prejudicada com esse problema da poluição industrial, levando em conta malefícios a população e na sua qualidade de vida. (TURNNEL& CRISPIM 2014)

Os conflitos socioambientais estão presentes e são de interesse da sociedade humana, independente do contexto histórico e do espaço geográfico que envolve utilização dos recursos naturais, qualidade de vida da sociedade entre outro. (VIVACQUA, 2005). Contribuindo assim com o desequilíbrio entre a oferta e a procura de bens naturais, e tem como causas a ação predadora das atividades humanas, onde em sua maioria é imposta de forma negativa e se tornam importantes para o crescimento e desenvolvimento das sociedades (BARBOSA & FURIER, 2013).

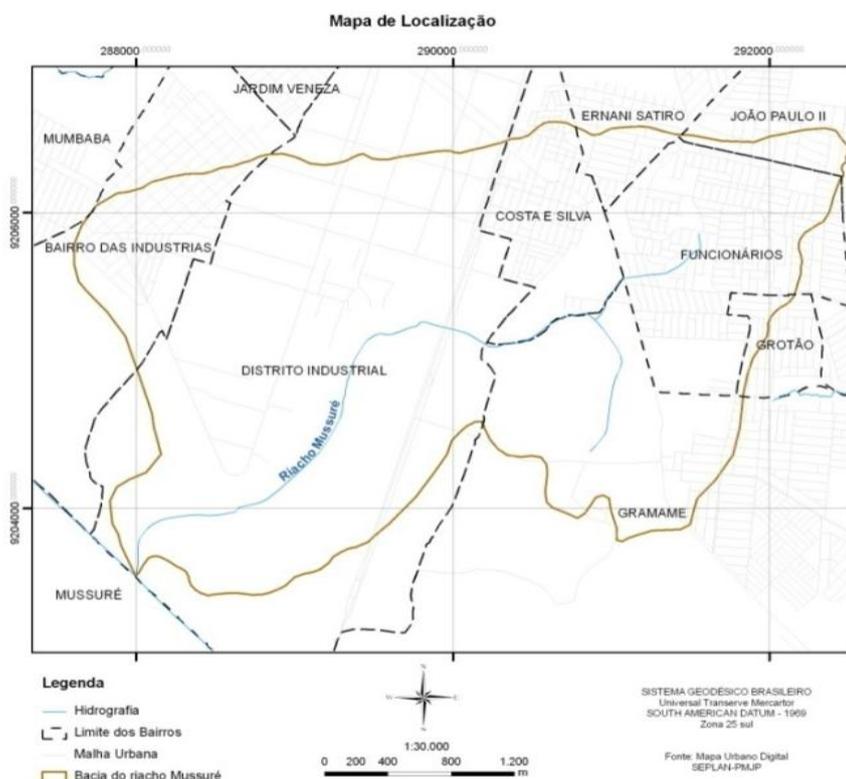


Figura 1 Localização do Riacho Mussuré.

Fonte: Mapa urbano Digital –SEPLAN –PMJP. (2016).

Em vista desse cenário, observa a crescente necessidade de avaliar e monitorar as alterações ambientais e seus efeitos sobre o recurso hídricos, principalmente no que se refere à presença de efluentes indústrias, usando como ferramenta de auxílio as análise físicas químicas. (BRAGA, 2011)

Assim este estudo objetivou analisar através de análises físico químico, se ainda continua a existe o mesmo problema já citado anteriormente no riacho Musuré.

As análises são feitas em laboratórios especializados e capacitados, com profissionais habilitados na área, e incluem diversos parâmetros (análises físico-químicas e biológicas) selecionados de acordo com objetivo do estudo ou do uso da água e legislação pertinentes. Nota-se assim a importância da realização de análises de água, visando não só adequar a legislação específica de cada uso requerido, como também prevenir danos à saúde humana e ao meio ambiente. Com isso, evitam-se sérios problemas econômicos e ambientais e possibilita o uso sustentável da água para as gerações atuais e futuras, considerando que a água é um bem finito e cada vez mais escasso. (FREITAS, 2001).

2. METODOLOGIA.

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado no riacho Mussuré, localizada entre as latitudes $7^{\circ}11'$ e $7^{\circ}13'$ sul e as longitudes $34^{\circ}52'$ oeste, com extensão de 5,7 km. A unidade geográfica encontra-se inserida na bacia do Mumbaba, subbacia do rio Gramame, o riacho Mussuré é um efluente do rio Mumbaba, onde o mesmo é o principal efluente direto do rio Gramame (ABRAHÃO, 2006). O riacho atravessa pelo os bairros de Costa e Silva, Funcionários e Distrito industrial, localizado em João Pessoa como identificado na Figura 1; onde está descrito todo o trecho do riacho.

O Riacho permeia o Distrito Industrial de João Pessoa e despeja toda sua vazão no rio Mumbaba, que deságua na margem esquerda do rio Gramame, a jusante do reservatório Gramame/Mamuaba. O rio Gramame abastece várias comunidades ribeirinhas, entre elas Engenho Velho, Mumbaba, Gramame e Mituaçu (reconhecida como remanescente de quilombo) e deságua no mar, na praia Barra de Gramame, a bacia Gramame, inserida na bacia Hidrográficas do Litoral Sul, Figura 2 (o riacho esta sinalizado de vermelho), é responsável grande parte do abastecimento da grande João Pessoa (NUNES & GARCIA 2012).



Figura 2 Localização da Bacia

Fonte: AESA 2016

Foram coletas amostradas da água em dois pontos na extensão do curso do riacho Mussuré. Ressaltando que esses pontos foram escolhidos estrategicamente, pois o ponto 1

(P1) e o ponto2 (P2).Localização essa que não quando próximos a nascente do riacho, quando do distrito indústria da cidade.Com localização cartográfica descritas na Tabela 1.

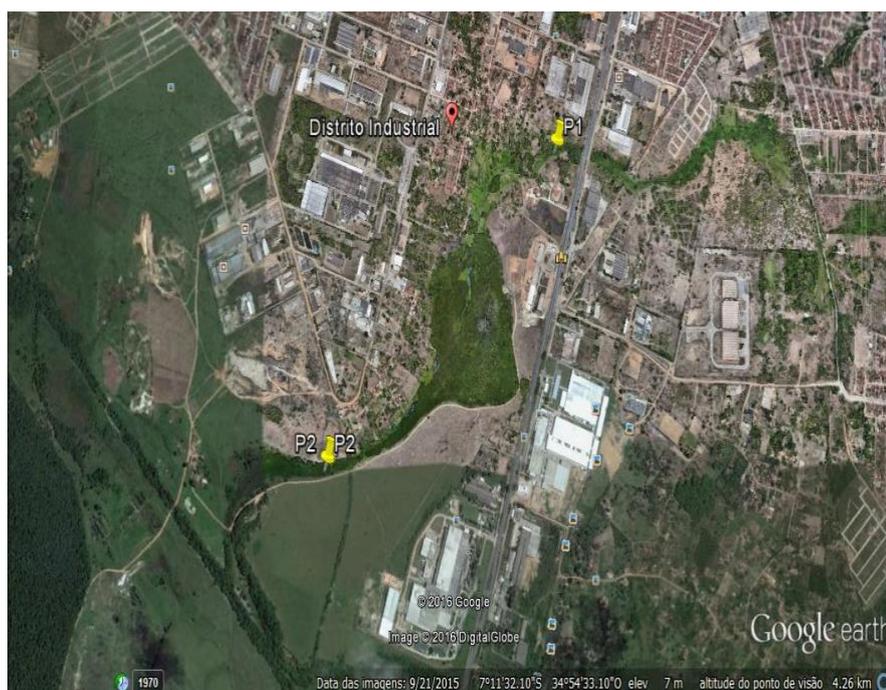
Tabela 1- Ponto de Coleta

P1	Latitude 7°11'11.84"S
	Longitude 34°54'14.66"O
P2	Latitude 7°11'50.91"S
	Longitude 34°54'55.66"O

Fonte: Próprio Autor

A Figura 3, o mapa de imagem de satélite, mostra os dois pontos da coleta da amostra que se iniciou no dia 15 de dezembro de 2015 e termino do dia 20 de março de 2016. As amostras foram armazenadas em recipiente de vidro.

Figura 3 Localização dos Pontos de Coletas



Fonte : Google eartha 2016

Em perquisa em campono riacho, foi observado o despejo de efluente no curso do riacho como mostra na figura 4. No ententando é notorio identificar pela cor do liquido lançado que o mesmo não teve o tratamento adquado.

Figura 4 Foto do despejo de efluente

Fonte: Autor 2016

3. METODOLOGIA E MATERIAS.

Para dar suporte teórico usamos na metodologia trabalho, pesquisa bibliográfica, artigo, dissertações e legislação que consistiu em revisões de trabalhos desenvolvidos no contexto e temática que envolveu de alguma forma o objetivo do trabalho.

Resolução nº 357 de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que dispõe sobre “a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de águas superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes”, classifica as águas do território brasileiro, de acordo com a sua salinidade, em: Águas doces: com salinidade inferior ou igual a 0,5%.· Águas salobras: com salinidade entre 0,5% e 30%.· Águas salinas: com salinidade superior a 30%.

O Art.3º, da Resolução supracitada define: “as águas doces, salobras e salinas do Território Nacional são classificadas, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, em treze classes de qualidade”. A classe de água doce é subdividida em cinco subclasses em que as águas de melhor qualidade podem ser aproveitadas em uso menos exigente, desde que este não prejudique a qualidade da água, atendidos outros requisitos pertinentes.

Segundo a resolução do CONAMA 357, que classifica os corpos hídricos em classes, as águas doces são aquelas que apresentam salinidade igual ou inferior a 0,5%, e podem ser classificadas em:

- Classe especial: águas destinadas ao abastecimento do consumo humano, com desinfecção; à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
- Classe 1: águas destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que seja ingeridas cruas sem remoção de películas; e à proteção das comunidades aquáticas em terras indígenas.
- Classe 2: águas destinadas ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e a aqüicultura e à atividade de pesca.
- Classe 3: águas destinadas ao abastecimento humano, após tratamento convencional ou avançado; à irrigação de culturas arbóreas, à pesca amadora; à recreação de contato secundário; e à nutrição de animais.
- Classe 4: águas destinadas à navegação e harmonia paisagística.

O riacho estudado segundo Guedes (2012), se classifica em classe 3, isso necessita de uma atenção maior, pois trata-se de uma classe destinada ao abastecimento humano.

Diante deste cenário identificou-se através de análises físicas químicas de água, utilizando de parâmetros comparativos com os padrões exigidos, para que se possibilitem dados necessários para que avaliar a existência lançamentos de efluentes industriais no riacho Mussuré.

Segundo Von Sperling (1995), caracterização físico-química de soluções aquosa tem com o seu principal objetivo identificar parâmetros da qualidade da água, com intuito de auxiliar na gestão, controle e proteção dos recursos hídricos é importante a utilização de ferramentas que possibilitem a análise e o prognóstico dos corpos d'água(SILVA, 2003).

Segunda à (ANA) Agencia Nacional da Águas, os monitoramentos de parâmetros de qualidade de águas nos corpos hídricos são de extrema importância, principalmente aqueles que fornecem água para a população, visando à prevenção de possíveis agravantes a saúde pública e também para poder desenvolver ações de recuperação dos corpos hídricos já fortemente impactados por ações antrópicas consideradas prejudiciais. Para assegurar a

manutenção da fauna aquática e garantir a ingestão de substâncias que não sejam nocivas à saúde, alguns parâmetros foram estabelecidos para medir a qualidade da água.

De acordo com a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), as variáveis que compõem os parâmetros físicos químicos como: temperatura da água (°C), pH; turbidez (NTU), condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), oxigênio dissolvido(mg/L), e DBO(mL/L) (Demanda Biológica de Oxigênio).

3.1 POLUIÇÃO DA ÁGUA E FONTES POLUIDORAS

O conceito de poluição tem-se tornado cada vez mais amplo em função de maiores exigências com relação à conservação e ao uso racional dos recursos hídricos (BRAGA et al., 2005). Segundo o mesmo autor, alguns efeitos são resultantes da introdução de poluentes no corpo hídrico e estes efeitos dependem:

- Da natureza do poluente introduzido.
- Do caminho que esse poluente percorre no meio.
- Do uso que se faz do corpo de água.

Podendo assim ser divididas em duas cargas poluidoras, chamada de pontuais e disuas. Cargas pontuais, segundo von Sperling (2005) são introduzidas por lançamentos concentrados. São facilmente identificadas e, portanto, seu controle é mais eficiente e mais rápido. Exemplo: despejos de esgotos sanitários ou de efluentes industriais em rios.

Cargas difusas ocorrem quando os poluentes atingem os corpos d'água de modo aleatório, não havendo possibilidade de estabelecer qualquer padrão lançamento de fontes pontuais e difusas em um corpo d'água. 18 de lançamento sejam em termos de quantidade, frequência ou composição. Por esse motivo o seu controle é bastante difícil em comparação com a poluição pontual (PEREIRA, 2004). Exemplos: lançamentos das drenagens urbanas, escoamento de água de chuva sobre campos agrícolas e acidentes com produtos químicos ou combustíveis.

3.2 PRINCIPAIS POLUENTES

Os poluentes são classificados de acordo com sua natureza e com os principais impactos causados pelo seu lançamento no meio aquático.

Conforme von Sperling (2005), os poluentes que atingem os corpos hídricos são originários de esgotos domésticos, despejos industriais, escoamento superficial da área urbana e escoamento superficial da área rural.

Quanto aos poluentes, Braga et al. (2005), destacam os poluentes orgânicos, biodegradáveis, metais, nutrientes, organismos patogênicos e sólidos em suspensão

A seguir serão descritos cada um destes poluentes, segundo o mesmo autor:

- **Poluentes orgânicos biodegradáveis:** matéria orgânica biodegradável lançada na água que será degradada pelos organismos decompositores presentes no meio aquático. A sua presença no meio aquático pode causar a destruição da fauna ictiológica e de outras espécies aeróbias em razão de consumo do oxigênio dissolvido pelos organismos decompositores. Assim, o impacto introduzido pelo despejo de esgotos domésticos em corpos de água ocorre principalmente pela diminuição da concentração de oxigênio dissolvido disponível na água, e não pela presença de substâncias tóxicas nesses despejos.
- **Poluentes orgânicos recalcitrantes ou refratários:** são os compostos orgânicos que não são biodegradáveis ou sua taxa de biodegradação é muito lenta. Alguns desses compostos encontram-se no meio aquático em concentrações que não são perigosas ou tóxicas. No entanto, em consequência do fenômeno da biocumulação, sua concentração no tecido dos organismos vivos pode ser relativamente alta, caso eles não possuam mecanismos metabólicos que eliminem tais compostos após sua ingestão.
- **Metais:** a maioria dos metais pode ser solubilizada pela água e gerar danos à saúde em função da quantidade ingerida, pela sua toxicidade, ou de seus potenciais carcinogênicos, mutagênicos ou teratogênicos. Em geral, metais tóxicos estão presentes em quantidades diminutas no meio aquático por ação de fenômenos naturais, mas podem ser despejados em quantidade significativa por atividades industriais, agrícolas e de mineração. Exemplos de metais tóxicos: arsênico, bário, cádmio, cromo, chumbo e mercúrio.
- **Nutrientes:** em maior quantidade nos corpos de água pode levar ao crescimento acelerado de alguns organismos aquáticos, acarretando prejuízo a determinados usos dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Esses nutrientes, notadamente os sais de nitrogênio e o fósforo, são comumente responsáveis pela proliferação acentuada de algas, as quais podem prejudicar a utilização de mananciais de água potável.
- **Organismos patogênicos:** a água pode ser responsável pela transmissão de um grande número de doença, mas é ainda enorme o número de pessoas afetadas por água contaminada,

principalmente nas regiões menos desenvolvidas, onde o saneamento básico é precário ou mesmo inexistente. Essas doenças podem causar incapacitação temporária ou mesmo a morte, sendo responsáveis por boa parte da ocupação de leitos hospitalares e pela diminuição da qualidade de vida das pessoas. Exemplos de organismos patogênicos: bactérias, vírus e protozoários.

- **Sólidos em suspensão:** aumentam a turbidez da água, isto é, diminuem sua transparência. O aumento da turbidez reduz as taxas de fotossíntese e prejudica a procura de alimento para algumas espécies, levando a desequilíbrios na cadeia alimentar. Sedimentos podem carregar pesticidas e outros tóxicos, e sua deposição no fundo de rios e lagos prejudica as espécies bentônicas e a reprodução de peixes.

Assim, é de fundamental importância que as águas apresentem condições físicas, químicas e biológicas adequadas para o uso dos seres vivos.

3.3 PARÂMETROS DA QUALIDADE DA ÁGUA.

Análise de qualidade da água pode ser representada através de diversos parâmetros como auxílio, para obtenção das principais características físicas, químicas e biológicas. Na resolução CONAMA 357/05 estão apresentados padrão para mais de 70 parâmetros de qualidade da água. Na análise realizada neste trabalho serão destacadas apenas 7 (Sete) dos parâmetros que se pode ser utilizado na análise em uma amostragem de água, os ensaios realizados foram:

- pH
- Turbidez
- Condutividade
- Oxigênio dissolvido.
- Temperatura.
- DBO

Os ensaios foram realizados conforme o Manual Prático de Análise de Água (FUNASA, 2004). Os equipamentos adequados em laboratório para que se observar de maneira técnica os parâmetros da água em estudo

A seguir será descrita a importância de analisar os diversos parâmetros, citado anteriormente, em que cada um deles tem sua necessidade para melhor estudo do riacho.

3.3.1 TEMPERATURA.

De acordo com SANDRE (2009), os fatores climáticos apresentam influência sobre os parâmetros da qualidade da água.



No ensaio de laboratório, utilizamos um termômetro digital de marca Mettler Toledo, cada amostra foi medida antes de qualquer outra medição para que as temperaturas da água não sofram muito alteração em relação ao clima ambiente.

3.3.2 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO

Para que se medir o pH das amostras foi utilizado o equipamento pHmetro também de mesma marca Mettler Toledo, observado na figura 5.

Figura 5 Medidor de pH



Fonte: site da Mettler toledo

3.3.3 TURBIDEZ

Para analisar o parâmetro de turbidez, foi utilizado o aparelho turbidímetro de marca VOS ROTA digital.



A determinação de um fator de conversão da turbidez em NTU, para concentração de material particulado suspenso, em mg/L é uma contribuição importante no monitoramento e gestão de bacias hidrográficas e abre nova perspectiva de pesquisa (MERTEN, 2002).

3.3.4 OXIGÊNIO DISSOLVIDO.

Para o OD, foi utilizado o equipamento de marca WaterQuality Meter, modelo digital .



As propriedades físicas do oxigênio estão relacionadas com a temperatura. Sendo assim, um sensor de temperatura é frequentemente encontrado acoplado ao sensor de oxigênio dissolvido para prover a compensação de temperatura adequada. Para FIORUCCI (2005), afirmam que devido à sua importância, OD é amplamente utilizado como principal parâmetro da qualidade de água e serve para determinar o impacto de poluentes sobre corpos d'água, pois é um dos mais importantes fatores no desenvolvimento de qualquer planejamento na gestão de recursos hídricos. Contribuindo também com a vida dos microrganismos aeróbios que habitam o corpo hídrico.

3.3.5 CONDUTIVIDADE

O condutímetro utilizado no ensaio de amostra foi o de marca ITMCA 150.



A condutividade elétrica é a capacidade que a água possui de conduzir corrente elétrica. O parâmetro está relacionado com a presença de íons dissolvidos na água, que são partículas carregadas eletricamente.

Quanto maior for à quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica da água. Os íons diretamente responsáveis pelos valores da condutividade são, entre outros, o cálcio, o magnésio, o potássio, o sódio, carbonatos, carbonetos, sulfatos e cloretos. O parâmetro condutividade elétrica não determina, especificamente, quais os íons que estão presentes em determinada amostra de água, mas pode contribuir para possíveis reconhecimentos de impactos ambientais que ocorram na bacia de drenagem ocasionados por lançamentos de resíduos industriais, mineração, esgotos entre outras.

3.3.6 DEMANDA BIOLÓGICA DE OXIGÊNIO

O método usualmente empregado para a determinação da DBO é o da diluição, incubação por um período de cinco dias a 20° C, após esse procedimento de armazenagem em estufa que se obtém o resultado do DBO.

Segundo Valente (1997), DBO (demanda biológica de oxigênio de uma água é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável).

A Demanda Biológica de Oxigênio (DBO) é um parâmetro utilizado para dimensionar o nível de contaminação das águas, tanto naturais quanto residuais, através da estimativa da quantidade de oxigênio necessária para a degradação de amostras diferentes. A resolução CONAMA 357/05 não referencia o parâmetro de DBO na lista de classificação dos corpos hídricos, pois dependendo do recurso hídrico é que se pode ser estabelecida.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme os parâmetros analisados, em comparação com os padrões do CONAMA 357 de 2005, o riacho Mussuré, apresentou os seguintes valores em relação aos ensaios, Tabela 1.

Tabela 1 Resultado da Análise

Ensaio	Tempo			
	Dezembr o	Janeir o	Fevereir o	Março
pHP1	7,6	7,5	7,3	7,5
pH P2	7,76	8,00	7,53	10,2
Temperatura P1 (°C)	33	32	33	34
Temperatura P2 (°C)	32	31	33	32
DBO (mg/L) P1	22,3	21,5	16	23,1
DBO (mg/L) P2	22,3	21,5	15,7	23,1
Turbidez (NTU) P1	89	87	95	84
Turbidez (NTU) P2	73	90	81	92
Condutividade (uS/cm) P1	450	494	330	530
Condutividade (uS/cm) P2	350	436	380	410
OD (mg/L)P1	3,59	3,76	3,69	3,31
OD (mg/L)P2	5,16	5,49	5,67	5,24

Fonte: Autor (2018)

Os valores mostrados na Tabela 1, foram utilizados para auxiliar nas comparações realizadas. Vale ressaltar que esta pesquisa foi realizada, a efeito de comparação com outros trabalhos já realizados no riacho Mussuré. Para cada parâmetro analisado e estudado serão descritos separadamente de maneira explicativa.

4.1 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO

O pH (potencial hidrogeniônico) é uma ferramenta utilizada frequentemente na análise de água, onde pode-se identificar é acidez ou alcalinidade. A condição de pH contribui com a precipitações de substâncias químicas como metais pesados e outras substancias (BRASÍLIA, 2006). Segundo o Ministério da Saúde (BRASIL, 2004) pH é padrão de portabilidade, de águas para abastecimento público deve apresentar valores entre 6,0 e 9,5, de acordo com a Portaria 518 do Ministério da Saúde.

De acordo com BRANCO (1986), as variações deste parâmetro são ocasionadas, geralmente, pelo consumo e/ou produção de dióxido CO₂, realizados pelos organismos fotossintetizadores e pelos fenômenos de respiração/fermentação de todos os organismos presentes na massa de água, e que produzem ácidos orgânicos fracos.

Na avaliação do pH as águas do riacho Mussuré apresentaram valores dentro dos padrões CONAMA (entre 6,0 e 9) como descrito na Tabela 1, exceto no mês de março onde no P2, foi observado um aumento de 10,2 gerando um meio mais alcalino que o permitido pela resolução CONAMA. Esta alteração deve-se a diversidade de compostos lançados a montante desta estação coletada podendo ocorrer também pela influência da grande quantidade de matéria orgânica presente no ambiente.

Resultados similares foram relevados no por Abrahão (2006) em estudo da qualidade da água do riacho Mussuré. Nos parâmetros de pH, os valores se apresentaram entre (6,00 e 9,00).

Implica dizer que em relação ao pH, do riacho Mussuré, os parâmetros demonstram que não ocorreu uma alteração significativa.

4.2 TEMPERATURA

A temperatura da água é um dos parâmetros físicos mais importantes nos estudos dos ecossistemas aquáticos, uma vez que influencia diretamente a cinética dos processos metabólicos vitais, como a respiração; a solubilidade dos gases dissolvidos, como o oxigênio; a densidade da água que interfere na mistura e movimentos das massas de água e interage com todas as demais propriedades da água (MOTA, 2008).

Segundo Santos (2012), a temperatura de João Pessoa consiste entre 25,0 a 38,0 °C, por se tratar de uma cidade litorânea. De acordo com dados analisados, a temperatura da água oscilou de 31,0 a 35,0°C. Em ensaios realizados por Silva (2014), no riacho Mussuré, apresentaram valores menores de 25,0°C no período chuvoso e 28,0° no período de estiagem. Já dados obtidos por Silva (2014), oscilaram de 26,0 a 33,0 °C. A temperatura exerce maior

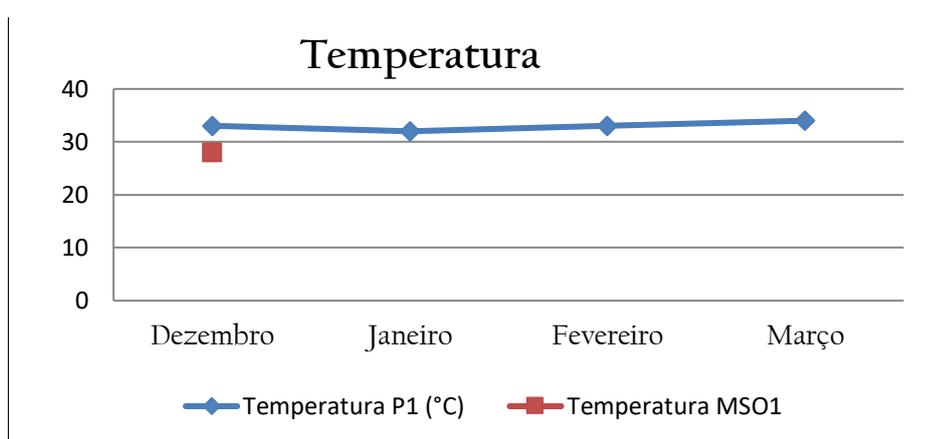
influência nas atividades biológicas e no crescimento de organismo, podendo ser influenciada principalmente pela radiação solar.

Segundo Conti (2011), as evidências científicas apontam para o fato de que as mudanças climáticas representam um sério risco para os recursos de água no Brasil. Não só as mudanças do clima representam risco a saúde humana, em que desrespeito ao abastecimento humano. Notou-se que em comparação ao ano de 2004, houve uma alteração significativa na temperatura do riacho Mussuré, uma média de 10 °C em dois anos.

Segundo Fellenberg (1980), com o aumento da temperatura de um corpo hídrico gera uma perda de oxigênio com isso reduz a capacidade de autodepuração, também irá reprimir o desenvolvimento de espécies com plantas e seres vivos, podendo aumentar a reatividade de poluentes, o que pode acarretar certamente uma série de novos problemas.

O Gráfico 1, demonstra o nível do aumento da temperatura, ressaltando o valor obtido por Abrahão (2006), e identificado pelo MSO1 (estação do trabalho do autor citado), foi comparado com o obtido nesse estudo. Por a estação MSO1 ser próxima ao P1, Figura 3. Os valores da temperatura observadas nos dois pontos de coleta, nos quatro meses de análise, não houve muita alteração, por João Pessoa encontra-se estações quentes, a água do riacho não sofreu muita alternância. Mas vale salientar que se comparado com os dados de Silva (2014) e Abrahão (2006), é notório que houve um aumento na temperatura, se comparado com os obtido neste trabalho como mostra o Gráfico 1.

Gráfico 1 Nível de Temperatura.



Fonte: Próprio Autor.

4.3 DEMANDA BIOLÓGICA DE OXIGÊNIO.

Diante dos ensaios de DBO, os resultados foram de acordo, com a Resolução CONAMA 357 de 2005, onde em os recursos hídrico de classe 3, o padrão é de 10 mg/l. Nos resultados de DBO oscilaram de 23,1 mg/L a 15,7 mg/L. Isso demonstra que em todo os meses de coleta a DBO do riacho Mussuré, encontrava-se acima do limite da legislação.

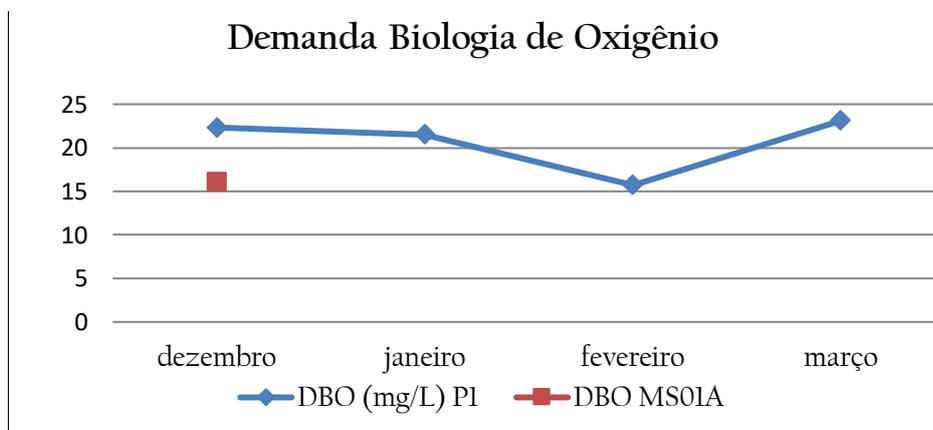
Resultados obtidos em consulta a Abrahão (2006) demonstra que foi encontrado em análises no riacho o valor de 16mg/L. Esse resultado foi o que obteve o valor mais elevado, em seu estudo no parâmetro do DBO, além do mesmo se encontrada fora dos limites do CONAMA 357 de 2005. Isso indica que há uma grande concentração de matéria orgânica presente no corpo hídrico analisado. O valor obtido pelo autor representado no gráfico 2, mais abaixo, onde o mesmo foi identificado por (MS01), letras essas que são de localização das amostras na água do riacho. Vale salientar que o ponto MS01A, está muito próximo do P1, descrito na localização de amostra na Figura 3.

Abrahão (2006), relata que o riacho recebe cercar de 242,86 KgDBO/dia, esse valor é o somatório de todas as indústrias que lançam seus líquidos no riacho. Esse excesso de matéria orgânica é resultado da contribuição das indústrias têxteis, de papel, alimentos e bebidas.

O aumento da carga de DBO, obtida neste trabalho em 2016, durante os 4 meses em relação ao de Abrahão (2006) citado anteriormente, Gráfico 2.

Observasse que houve um aumento do nível de DBO, se levamos conta a do ano 2006, isso demonstra que o riacho está com a carga orgânica bem levada, já que se trata de um riacho com pouca vazão, isso pode prejudica sua autodepuração e consequentemente a existência de bactérias que ajudam na decomposição das cargas orgânicas, então o riacho corre grande risco de contaminação.

Gráfico 2 Nível de DBO



Fonte: Autor 2016

4.5. TURBIDEZ

A turbidez da água é devida à matéria em suspensão, substâncias orgânicas finamente divididas, organismos microscópicos e partículas similares, alterando a penetração da luz através da difusão e absorção, dando à água uma aparência turva, esteticamente indesejável e potencialmente perigosa. O material em suspensão permite que ocorram áreas em que eventuais microorganismos patogênicos presentes não entrem em contato com a substância desinfetante.

Para Scorsafava (2010), diz que a turbidez de uma amostra de água é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) muitas vezes eles podem estar relacionados com a elevada concentração de ferro e detritos orgânicos, tais como algas e bactérias, plâncton em geral e outros. Os esgotos domésticos e diversos efluentes industriais também provocam elevações na turbidez do corpo de água.

Após os resultados obtidos em ensaios realizados em laboratório, no ponto 1 e 2, os dados encontrados apresentaram-se dentro dos padrões do CONAM 357, que estabelece limite da turbidez em um corpo hídrico é de 100 NTU.

Resultados relatado por Guedes (2012), em análise físico-química realizada pela SUDEMA (Superintendência Estadual do Meio Ambiente), no riacho Mussuré, mostram que os 4 pontos, analisados no período de 2003, também estão dentro do padrão do COANAMA, na Tabela 3, estão os resultados obtido pelo autor.

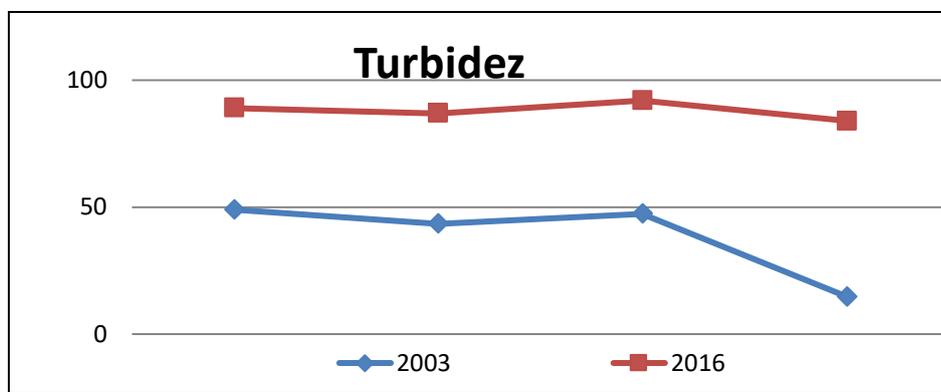
Tabela 3 Resultado da Turbidez .

Pontos	Turbidez
MS01	43,5 NTU
MS01A	47,4NTU
MS02	14,8NTU
MS03	15,6NTU

Fonte: Guedes 2003

Diante disto, demonstra uma comparação de identificação do aumento da turbidez no riacho com o passar do tempo, Gráfico 3.

Gráfico3 Nível de turbidez.



Fonte: Autor (2016)

Desta forma foi mostrado que o riacho continua sendo utilizado hoje como corpo receptor de efluentes despejados, pelas indústrias do distrito industrial da cidade, é notório que esse problema continua devido ao aumento do crescimento de instalações de mais empreendimentos, próximo do riacho Mussuré. Isso resulta que a água do riacho está com bastante sólidos em suspensão, onde foi fácil de identificar, pela água não obter uma transparência, com pouca turbidez.

4.6 CONDUTIVIDADE

A corrente elétrica é usada para especificar o caráter elétrico. Em alguns casos, essa divisão para nas moléculas e a solução não conduz a corrente elétrica. Em outros casos, a divisão vai além de moléculas, estas se dividem em partículas ainda menores, com carga elétrica, denominados íons (ESTEVES, 1898).

Há condutividade também fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes. (SCURACHIO, 2010).

No ensaio realizado, nos dois pontos de coleta, verificou-se que a condutividade variou de (410 uS/cm à 530 uS/cm). Contudo, observou-se que não existem limites para padrões no CONAMA, em que diz respeito a condutividade da água.

Já o estudo obtido por Abrahão (2006), a condutividade do riacho foi de (106 uS/cm à 675 uS/cm). Em estudo da qualidade da água de vários corpos hídricos da bacia do rio

Gramame, Machado (2003) encontrou, para a água do riacho Mussuré, valores de condutividade de 326,4 uS/cm à 556 uS/cm, o autor citado atribuindo ao alto valores da condutividade como principal fator influenciado o lançamento de efluentes industriais.

Na Tabela 2, estão descritos os dados dos três anos.

Tabela 2 Valores dos Resultados da Condutividade

2016	2006	2003
410 us/cm	106 us/cm	326,4 us/cm
503us/cm	326,5us/cm	556us/cm

Fonte: Autor 2016

Isto demonstra que em relação à condutividade do riacho não foi encontrado uma alteração preocupante. Houve sim, um aumento não muito relevante, isso indica que no parâmetro da condutividade, o riacho não está sendo prejudicado.

4.7 OXIGÊNIO DISSOLVIDO

O oxigênio dissolvido (OD), na água é a quantidade de resíduos orgânicos presentes nela, pois eles são compostos de microorganismos que se utilizam do oxigênio para respiração, assim quanto maior carga orgânica maior o número de microorganismo decompositores e maiores o consumo de oxigênio.

Nas análises realizadas, nos dois pontos de coletas, foram obtidos os seguintes valores mostrados na Tabela 2.

Tabela 3 Resultados do Oxigênio Dissolvido.

OD (mg/L) P1	3,59	3,76	3,69	3,31
OD (mg/L) P2	5,16	5,49	5,67	5,24

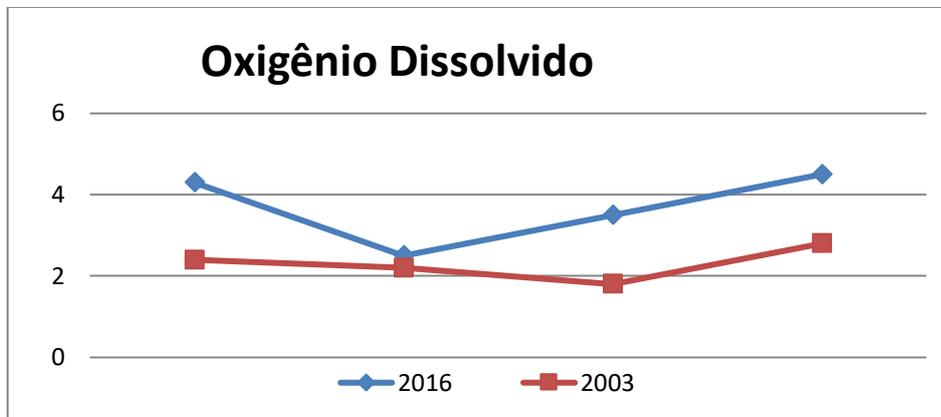
Fonte: Autor (2016)

Nos resultados descritos por Guedes (2012), indica que os valores do monitoramento feito pela SUDEMA no riacho Mussuré em 2003, foram de 1,8 a 2,5 mg/L.

De acordo com o CONAMA 357 de 205, estabelece como os limites do OD de (4,00 mg/L), para água de classe 3. Para Abrahão (2006), nas amostras coletas e analisada em seu trabalho o mesmo indica que os níveis de OD, estão bem mais baixos do que exercido pela legislação.

Já os valores comparados no Gráfico 4, foram os valores obtido por Guedes (2003), valores este que são bem inferiores nos que diz respeito ao obtidos neste trabalho.

Gráfico 4 Níveis de OD



Fonte: Autor (2016)

E em relação aos valores do OD, obtido nesse trabalho, identificou-se que estão acima dos limites estabelecidos no CONAMA, isso implica disse que o riacho está com alta carga de carga orgânica. O OD está ligado diretamente com a demanda biológica de oxigênio, nos valores de DBO demonstrado neste trabalho, foi identificada alteração junto ao CONAMA, assim como o OD, isso pode ocasiona a não decomposição biológica aeróbia ou anaeróbia, contribuindo assim com a poluição do recurso hídrico.

Para valores encontrados por Guedes (2012), em análise no Rio Mumbaba, onde o mesmo recebe toda a vazão oriunda do riacho Mussuré, foram de (3,2 a 5,9 mg/L), isto ressalta, que dando o rio Mumbaba, quando o riacho estudado está com o nível de oxigênio dissolvido acima do exigido.

Segundo Von Sperling (1996), um dos parâmetros mais preocupante em poluição do um recurso hídrico é a queda do oxigênio dissolvido, pois ocasiona a morte de espécies aquática e de microorganismo vivo que ajuda na decomposição das matérias orgânicas.

5. CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos, identificaram-se alguns dados preocupantes, o que se diz respeito à contaminação do riacho Mussuré. Foi notório que ocorreram alterações nos parâmetros da água. Outro fator preocupante foi o aumento de todos os parâmetros analisados, observou-se que com o tempo, o riacho aumentou em todos os seus níveis estudados. Implica que o riacho Mussuré ainda está utilizado como corpo receptor das indústrias que estão

localizadas próximas ao seu curso. No entanto pode-se se dizer que o riacho Mussuré está sendo contaminado por lançamentos de efluentes não tratados.

Assim, a quantidade de esgotos que são lançados no riacho Mussuré, poderá causar danos. Isso dependendo quantidade lançada ao corpo d'água. Com os resultados obtidos, observou-se que apesar dos parâmetros não estarem dentro dos limites permitidos, necessitava-se se aprofundamos em outros parâmetros de qualidade de água.

Algumas propostas de melhoria para o rio Mussuré, podiam será adotadas para qualificar a qualidade de água do riacho Mussuré:

- Realizar monitoramento frequentemente não só no riacho mais principalmente nas indústrias que o utilizam como corpo receptor dos seus efluentes “tratados” observando seus sistemas de tratamento;
- Programa de iniciativa a população, proteção do riacho contra a urbanização, o lançamento de esgoto doméstico e industrial, o desmatamento e influência antrópica entre outros, sendo assim uma população parceira e fiscalizadora em proteção ao riacho e seus efluentes.

REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, RAPHAEL. **Impactos do lançamento de Efluentes na Qualidade da Água do Riacho Mussuré. João Pessoa: UFPB, 2006.**

ACSELRAD, HENRI. **Conflitos ambientais no Brasil. Relume-Dumará, 2004.**

ANA (Agência Nacional da Água) disponível em: <http://portalpnqa.ana.gov.br/avaliacao.aspx>. 15/03/2016.

_____. Brasil. Resolução CONAMA nº 20 de de 18 de junho de **1986**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res2086.html>. Acesso 15/03/2016.

_____. BRASIL. Resolução CONAMA n. 357, de 17 de março de 2005. Ministério do Meio Ambiente, **2005**.

BARBOSA. S. TAMIRES e FURRIER Max- **Ocupação irregulares e impactos sócio-ambientais às margens do Rio Sanhauá,Paraíba/Brasil**. Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Paraíba- PPGG/ UFPB. (2013)

BRANCO, S. M. **Hidrologia aplicada à engenharia sanitária**. 3ª ed. São Paulo. CETESB/ACATESB. **1986**. 640p.

BRAGA. R. A. P (2011) Artigo: **As Nascentes como Fonte de Abastecimento de Populações Rurais Difusas**, Revista Brasileira de Geografia Física.



BRAGA, et al. **Introdução à engenharia ambiental**. 2a ed. São Paulo: Prentice Hall, **2005**. 318p.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. Brasília, **2006**.

CONTI, José Bueno. **Considerações sobre as mudanças climáticas globais**. Revista do Departamento de geografia, **2011**.

ESTEVES.F.A- **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro. Interênciã/ FINEP.(**2008**)

FREITAS, M.B de Ogenis Magno Brilhante; L. M de Almeida. "**Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio.**" Cad Saúde Pública17.3 (**2001**)

FELLENBERG, G. **Introdução aos problemas da poluição ambiental**. São Paulo. EPU. **1980**.

GARCIA, L.; NUNES, E. M.; CORDEIRO, A. M. R.; MONTEIRO, L. L. C. **Os efeitos da contaminação do Rio Gramame na vida e na dinâmica das Comunidades Tradicionais e remanescente de quilombos**. João Pessoa-PB UFPB. **2008**.

GUEDES, O. T. **Espacialização da água da bacia do rio Gramame**, João Pessoa, **2012**.

IRANDA, V.; FELIPPE, M.; MAGALHÃES JR, (2002) Artigo: **A Influência da urbanização na qualidade das nascentes de parques municipais em Belo Horizonte-MG**.

LEITE, A. E. de BARROS, (2004) dissertação de mestrado - **Simulação do lançamento de esgotos domésticos em rios usando um modelo de qualidade d'água, SisBahia**.

LEONARDO, H.C.L. **Indicadores de qualidade de solo e água para avaliação do uso sustentável da microbacia hidrográfica. do rio Passo CUE, região oeste do Estado do Paraná**. **2003**.

LOPES, L. S. J. **A ambientalização dos conflitos sociais Participação e controle público da poluição industrial**. (**2004**)

MERTEN, G. H; MINELLA, J. P. **Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura**. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, **2002**.

Ministério Público Federal- Procuradoria da Regional dos Direitos do Cidadão -República na Paraíba. (**2016**) disponível em: <http://www.mpf.mp.br/pb/sala-de-imprensa/noticias-pb/mpf-pb-convoca-sociedade-para-consulta-publica-sobre-poluicao-do-rio-gramame>. Acesso 05.03.2016.

MOREIRA, R. C., RIBEIRO, M. A. M. (**2001**). **Qualidade das águas. Alternativas para o abastecimento do Distrito Federal**. **2001**.

MOTA, S. **Gestão dos recursos hídricos – 3 ed**. Rio de Janeiro: ABES, **2008**.



NUNES, E. M., G. LORELEY, G. **Sociedade e Natureza: Conflito Territorial da Bacia do Rio Gramame–Mumbaba (2012).**

PAZ, R. J. da. **Estudo das Condições Físico-Químicas do Rio Gramame, Conde, Paraíba, Brasil.** /Ronilson José da Paz. – João Pessoa, 1988.

PEREIRA, R. S. **Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos.** Revista Eletrônica de Recursos Hídricos, v. 1, n. 1, p. 20 / 36, 2004.

SANDRE.L.C.G et al. **Influência dos fatores climáticos na qualidade de água em pesque-pagues.** Vet e Zootec, 2009.

SCORSAFAVA, M, ANITA; SOUZA, A, A; STOFER, M; NUNES, A.LAUDETE.MILANEZA, V, T. **Avaliação físico-química da qualidade de água de poços e minas destinada ao consumo humano (2010).**

SANTOS, J. S; SILVA, V. P. R; SILVA, E. R; ARAÚJO, L. E; COSTA, A. D. L. **Campo Térmico Urbano e a sua Relação com o Uso e Cobertura do Solo em Cidade Tropical Úmida, 2012.**

SCURACHIO, P. A. **Qualidade da água utilizada para consumo em escolas no município de São Carlos. (2010)**

SILVA, TC da, et al. **Planejamento dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Gramame, uma bacia litorânea do Nordeste brasileiro.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos–RBRH, 2002.

SILVA, O. V. **Sistemas produtivos, Desenvolvimento econômico e Degradação ambiental.** Revista Científica Eletrônica Turismo. 2010.

SILVA. P; M; NETO. D. J. **Avaliação Preliminar da Presença de Metais Traço, nas Águas do Riacho Mussuré e córrego de Mumbaba– João Pessoa – PB (2014).**

TURNELL, M. V; CRISPIM, M. C. B. **Análise dos impactos socioambientais provocados pelo lançamento de efluentes industriais no Rio Gramame–Paraíba, Brasil.** Gaia Scientia, 2015.

VALENTE, J.P. S; PADILHA, P. M; SILVA, M. M. **Oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no ribeirão Lavapés/Botucatu - SP.** Eclética Química. Fundação Editora da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP, v. 22,1997.

VON SPERLING M. **Princípios básicos do tratamento de esgotos.** Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 3º ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005.