

Eixo Temático ET-08-006 - Poluição Ambiental

VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS DE EFLUENTES INDUSTRIAIS LANÇADAS NO RIACHO MUSSURÉ/PARAÍBA/BRASIL

Maiane Barbalho da Luz¹, Jamille Freire Amorim¹, Carmem Lúcia Moreira Gadelha², Gustavo César Santos de Andrade¹, Thales Raony do Nascimento Leite¹,
Lairanne Costa de Oliveira¹

¹Acadêmica de Engenharia Ambiental - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia, *Campus* João Pessoa-Paraíba.

²Professora Doutora - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia, *Campus* João Pessoa-Paraíba.

RESUMO

Com o crescente aumento do setor industrial no Brasil e, conseqüentemente, da urbanização, tem ocorrido a geração de efluentes líquidos em grandes proporções. Esses efluentes, quando lançados nos corpos hídricos, sem o adequado tratamento provocam uma série de agressões aos microrganismos aquáticos e alterações da qualidade da água para seus múltiplos usos. É certo que, os problemas são maiores quando esses efluentes são lançados em corpos hídricos que não apresentam vazão suficiente para diluição da carga poluidora que recebe. Nesse contexto, ressalta-se que, as indústrias inseridas no Distrito Industrial da cidade de João Pessoa, a capital do estado da Paraíba, que conta com indústrias de pequeno, médio e grande porte e de diversos gêneros, geram grandes quantidades de efluentes. Esses efluentes constituem uma mistura complexa de compostos orgânicos e inorgânicos, entre eles os metais pesados, sendo impraticável, senão impossível, obter-se uma análise química completa de grande parte dos compostos. Esses efluentes, na maioria das vezes, são lançados nos corpos hídricos, particularmente no riacho Mussuré, sem nenhum tratamento prévio. O riacho Mussuré atravessa o referido Distrito e despeja toda sua vazão no rio Mumbaba, que deságua na margem esquerda do rio Gramame, a jusante do reservatório Gramame/Mamuaba. A partir desse ponto, o Rio Gramame abastece várias comunidades ribeirinhas, entre elas Engenho Velho, Mumbaba, Gramame e Mituaçu e deságua no mar, na Praia Barra de Gramame. Neste sentido, o estudo apresenta uma análise dos efluentes industriais lançados no riacho Mussuré considerando, na análise, os padrões de qualidade da água para a classe 3, na qual está inserido o riacho e os de lançamento em corpos hídricos estabelecido pela legislação vigente. Foram realizadas quatro coletas de efluentes de março a junho de 2017. As variáveis analisadas foram temperatura, pH, oxigênio dissolvido, demanda química de oxigênio, demanda bioquímica de oxigênio, cor, turbidez, nitrato, sulfato, sulfito de sódio, sólidos totais, sólidos totais fixos e sólidos totais voláteis. Os resultados obtidos indicaram que, as variáveis analisadas no efluente (mistura) industrial lançado no Riacho Mussuré apresentaram variações entre as quatro coletas realizadas, o que podem estar relacionadas aos tipos de indústrias e a parcela de contribuição de cada uma delas para a vazão do efluente. Também, no único ponto de lançamento de efluentes identificado a cor, a turbidez e os sólidos foram, em geral, bem elevados, sugerindo uma mistura de efluente de indústrias têxteis e de alimentos.

Palavras-chave: Riacho Mussuré; Variáveis físicas e químicas; Efluentes industriais.

INTRODUÇÃO

Com o crescente aumento do setor industrial no Brasil e, conseqüentemente, da urbanização, tem ocorrido a geração de efluentes líquidos em grandes proporções. Esses efluentes, quando lançados nos corpos hídricos sem o adequado tratamento, provocam uma série de agressões aos microrganismos aquáticos e alterações da qualidade da água para seus múltiplos usos.

É certo que, os problemas são maiores quando esses efluentes são lançados em corpos hídricos que não apresentam vazão suficiente para diluição da carga poluidora que recebe. Por outro lado, esses efluentes devem ser lançados obedecendo, rigorosamente, a legislação vigente a esse respeito (Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA 357/2005 e 430/2011 que abordam o padrão de lançamento de cargas poluidoras nos corpos receptores).

Assim, o panorama dos rios, riachos e córregos, principalmente os situados em áreas urbanas, não são dos melhores ou mais animadores. O que ocorre é que esses corpos hídricos se encontram em ruínas ou péssimas condições, principalmente de qualidade da água, em sua maioria, devido ao lançamento indevido, não só de efluentes industriais, mas também de outras fontes poluidoras. Algumas vezes essa mesma água que está com qualidade questionável é consumida, provocando diversas doenças no homem.

Os prejuízos não são apenas no âmbito da saúde pública, mas também para o meio ambiente aquático porque esses efluentes podem conter elementos tóxicos, como metais pesados, que geram bioacumulação do elemento em seres aquáticos.

É possível, ainda, a presença de sequestrantes de oxigênio da água (como o sulfito de sódio e a hidrazina), em efluentes industriais principalmente do gênero alimentício e em água de tratamento de caldeira que pode ocasionar a morte de peixes e outros seres aquáticos. Em águas de lavagem dos equipamentos e as de arrefecimento, quando despejadas em grande quantidade e com altas temperaturas, podem alterar de uma forma significativa a situação do curso d'água, por diminuir a concentração de oxigênio dissolvido.

Para Pimenta et al. (2002), o lançamento de efluentes in natura nos corpos hídricos resulta, além de vários problemas socioambientais, em impactos significativos sobre a vida aquática e o meio ambiente como um todo. Isso ocorre porque a presença de alto teor de matéria orgânica, por exemplo, pode induzir à completa extinção de oxigênio da água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática.

Vale ressaltar também que, a presença de contaminantes no solo, originados de várias fontes, principalmente industriais, acima de certos níveis, provoca uma série de consequências negativas para a cadeia alimentar, podendo atingir os diversos ecossistemas e o homem. De acordo com Rodrigues e Duarte (2003) a introdução de contaminantes no solo pode resultar na perda de algumas ou várias funções do mesmo e provocar a contaminação das águas subterrâneas.

Para Machado et al. (2011), a falta de informação relacionada a irradiação de poluentes pelos serviços industriais é um dos entraves fundamentais enfrentados no desenvolvimento de pesquisas sobre a degradação industrial.

Nesse contexto, ressalta-se que, as indústrias inseridas no Distrito Industrial da cidade de João Pessoa, a capital do estado da Paraíba, que conta com indústrias de pequeno, médio e grande porte e de diversos gêneros, geram grandes quantidades de efluentes. Esses efluentes constituem uma mistura complexa de compostos orgânicos e inorgânicos, entre eles os metais pesados, sendo impraticável, senão impossível, obter-se uma análise química completa de grande parte dos compostos. Esses efluentes, na maioria das vezes, são lançados nos corpos hídricos, particularmente no riacho Mussuré, sem nenhum tratamento prévio (SCIENTEC, 2000). O riacho Mussuré atravessa o referido Distrito e despeja toda sua vazão no rio Mumbaba, que deságua na margem esquerda do rio Gramame, a jusante do reservatório Gramame/Mamuaba. A partir desse ponto, o rio Gramame abastece várias comunidades ribeirinhas, entre elas Engenho Velho, Mumbaba, Gramame e Mituaçú (reconhecida como remanescente de quilombo) e deságua no mar, na praia Barra de Gramame.

Destaca-se que, a bacia hidrográfica do rio Gramame, conta com o reservatório Gramame/Mamuaba, maior provedor de água para o abastecimento da cidade de João Pessoa e também abriga o Distrito Industrial de João Pessoa.

Neste sentido, o estudo apresenta uma análise dos efluentes industriais lançados no riacho Mussuré considerando, na análise, os padrões de qualidade da água para a classe 3, na qual está inserido o Riacho (Resolução CONAMA nº 357/2005) e os de lançamento em corpos hídricos estabelecido pelas Resoluções CONAMA nº 430/2011.

OBJETIVO

Analisar as variáveis físicas e químicas de efluentes industriais lançados no Riacho Mussuré, que possam justificar os resultados obtidos para a qualidade da sua água.

METODOLOGIA

Área de estudo

O traçado do local de estudo foi feito a partir de dados sobre as características físicas, os aspectos ambientais e o uso do solo na sub-bacia hidrográfica do riacho Mussuré. Ainda com grande relevância pode-se citar a existência de possíveis fontes poluidoras do Distrito Industrial e comunidades ribeirinhas que não possuem estruturas adequadas de saneamento básico.

A pesquisa de Ribeiro (2004) a respeito do índice de salubridade ambiental setores urbanos na cidade de João Pessoa, onde é analisada, entre outros pontos, o cenário dos bairros Costa e Silva e Funcionários relacionados com os domicílios atendidos por coleta de lixo, rede esgotos e/ou tanque séptico, corrobora com a pressuposição de ser o riacho Mussuré um grande destinatário das mais variadas cargas poluidoras.

Entre as latitudes 7°11' e 7°13' Sul e as longitudes 34°52' e 34°56' Oeste, está localizada a sub-bacia hidrográfica do riacho Mussuré. Esta unidade geográfica está inserida na bacia hidrográfica do rio Mumbaba que, no que lhe concerne, é uma sub-bacia hidrográfica do rio Gramame. Assim, o riacho Mussuré é um afluente do rio Mumbaba, sendo este último o afluente primordial da margem esquerda do rio Gramame. Nesta circunstância, a sub-bacia hidrográfica do riacho Mussuré tem interferência direta sobre a qualidade da água de trechos do rio Mumbaba e rio Gramame, sendo assim, uma área de grande destaque dentro da bacia hidrográfica do rio Gramame.

Por sua vez, a bacia hidrográfica do rio Gramame está localizada entre as latitudes 7°11' e 7°23' sul e as longitudes 34°48' e 35°10' oeste, na região litorânea sul, próxima a cidade de João Pessoa, no nordeste do Brasil (Figura 1). Estende-se uma extensão de 589,1 km² e incorpora parcialmente sete municípios: João Pessoa, Conde, Santa Rita, Alhandra, São Miguel de Taipu, Pedras de Fogo e Cruz do Espírito Santo. Apenas as sedes municipais de Pedras de Fogo e do Conde estão localizadas no interior da bacia hidrográfica.

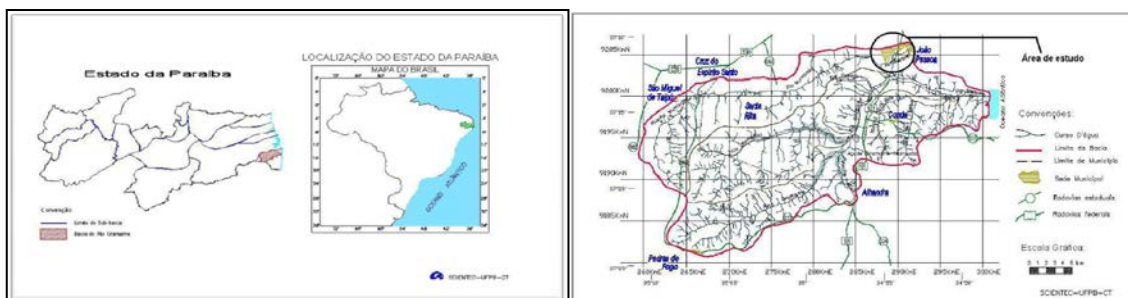


Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do rio Gramame e do Riacho Mussuré. Fonte: Scientec (2000).

A malha hidrográfica do rio Gramame desloca-se perpendicularmente à costa oriental do nordeste, desaguando diretamente no Oceano Atlântico. Seus cursos d'água mais importantes são, além do principal, o Gramame, os tributários Mamuaba, Mumbaba (que tem como principal afluente o riacho Mussuré) e Água Boa, todos perenes. Na parte baixa da bacia, os manguezais, vegetação de preservação permanente, verificam-se ainda em área considerável e, por conta dos encantos litorâneos e das belezas naturais que podem ser ali admiradas, as atividades turísticas e de entretenimento têm crescido muito nessa parte da bacia.

A bacia hidrográfica em questão também contém o reservatório Gramame/Mamuaba que, localizado na divisa entre o médio e baixo curso do rio Gramame, é o maior da região litorânea do estado da Paraíba, com um volume de armazenamento de 56,94 milhões de metros cúbicos de água.

Este reservatório é o principal manancial de água para abastecimento público das cidades de João Pessoa, Bayeux, Santa Rita (apenas do distrito de Várzea Nova) e Cabedelo.

O Distrito Industrial de João Pessoa

A partir do ano de 1967 o governo do estado da Paraíba veiculou uma cadeia de estímulos no intuito de instalação e operação do Distrito Industrial de João Pessoa. A Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) aprovou e financiou os projetos e com os incentivos fiscais disponibilizados na época, as indústrias começaram a se instalar em um local com infraestrutura apropriada para o fortalecimento de suas atividades.

Entre os quilômetros 85 e 92 está localizado o Distrito Industrial de João Pessoa, às margens da BR 101 estando a mais ou menos 6 km do centro da capital paraibana e tendo uma área de 646 ha.

De que de acordo com a Companhia de Industrialização do Estado da Paraíba (CINEP), tal Distrito conta com indústrias de pequeno, médio e grande porte e de diversos gêneros, sendo os principais: indústrias de alimentos e bebidas, metalúrgicas, indústrias de reciclagem, fabricação de móveis, tubos PVC, pré-moldados, produtos elétricos, indústrias têxteis, de calçados, produtos plásticos, tintas, gráficas, industrialização de algas marinhas, borracha, papel, adesivos, espuma, produtos cerâmicos e beneficiamento de granito e bentonita. Destacam-se entre o porte e gêneros citados, algumas indústrias de renome internacional, como a AmBev, Coca-Cola, Euroflex, Vijai Elétrica, Coteminas e a British American Tobacco.

Toda e qualquer indústria é encarregada pelo tratamento apropriado de seus efluentes líquidos. Apesar disso, aproximadamente, 79% das indústrias em funcionamento descartam esses efluentes no riacho Mussuré de uma das seguintes formas: de modo direto no curso de água, sem tratamento; por meio de rede efetiva exclusivamente para as indústrias; em fossas sépticas.

De acordo com o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Gramame (SCIENTEC, 2000), grande parte das indústrias estabelecidas no Distrito Industrial de João Pessoa não possuem tratamento adequado e eficiente dos efluentes gerados, sendo desconhecidas suas peculiaridades. Esses problemas ocorrem com mais periodicidade com repartições de pequeno porte, que deixam de utilizar esta forma de tratamento para não onerar o custo do produto final, e que, devido à carência de fiscalização satisfatória, entornam estes efluentes nos cursos de água presentes na região, sem sofrer nenhuma penalidade.

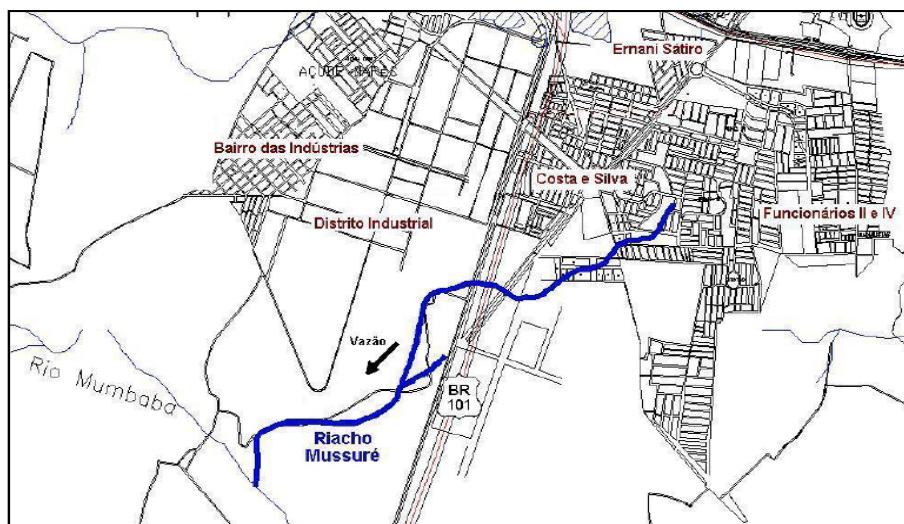


Figura 2. Trajeto do riacho Mussuré (em azul) em relação ao Distrito Industrial e aos bairros residenciais presentes na área. Fonte: Abrahão (2007).

Pelo fato da área do Distrito ser segmentada pelo riacho Mussuré, este passou a ser, desde o começo das atividades na localidade, o primordial receptor e diluidor dos efluentes líquidos ali gerados. Na Figura 3 é possível compreender o curso das águas do riacho Mussuré.

Definição de pontos para coleta de efluentes

Para o cumprimento do objetivo do trabalho foi necessário, inicialmente, identificar em visitas ao campo os pontos de lançamento de efluentes industriais ao longo do riacho Mussuré e as indústrias responsáveis. As características dos efluentes industriais são inerentes à composição das matérias primas, das águas de abastecimento e do processo industrial. A concentração dos poluentes nos efluentes é função das perdas no processo ou pelo consumo de água.

Após os trabalhos de campo para identificar os pontos de lançamento de efluentes, somente um foi localizado em condições de fazer coleta para análise. Segundo informações locais, esses pontos são de difícil acesso para dificultar a fiscalização pelo órgão ambiental. No Quadro 1 e a Figura 4 (apresentados no item 3.2.2) esta a descrição e localização do ponto de coleta de efluente

Coleta de efluentes para análise

Uma vez identificados os pontos de lançamento de efluentes no Riacho, foram feitas coletas de efluentes para análise. Foram realizadas quatro coletas de efluentes no período de março a junho de 2017.

Nas amostras foram analisados: temperatura; pH, cor; turbidez; sulfato; oxigênio dissolvido-OD (fixado em campo); demanda química de oxigênio - DBO_{5,20} (pelos métodos de Winkler e Oxitop), demanda química de oxigênio - DQO, sulfito de sódio; sólidos totais -ST; sólidos totais fixos - STF; sólidos totais voláteis - STV e nitrato. Cada um dessas variáveis analisadas para caracterização dos efluentes possui uma importância específica, uma vez que estes podem alterar as propriedades do corpo hídrico receptor.

Os procedimentos de coleta, preservação, preparação e análise das amostras seguiram as recomendações do Standard Methods (APHA/AWWA/WEF, 2012). As mostras foram analisadas no Laboratório de Saneamento Ambiental – LABSAM--UFPB.

- **Temperatura:** tem um papel muito importante no meio aquático, uma vez que controla e influencia uma série de variáveis físicas e químicas. Pode-se tomar como exemplo sua relação com o oxigênio dissolvido e com a condutividade: o aumento da temperatura diminui a solubilidade dos gases (oxigênio) e aumenta a condutividade para uma mesma concentração iônica (ESTEVES, 1998). O lançamento de efluentes em um dado corpo hídrico quer seja este de origem doméstica ou industrial, em temperaturas diferentes daquelas existentes no recurso hídrico no momento do lançamento, modifica a condição natural deste, o que leva a alteração do ciclo de vida das espécies aquáticas ali presentes. Salienta-se que cada espécie possui uma faixa ótima de temperatura para sobrevivência e a sua exposição a condições não favoráveis pode causar diminuição do seu metabolismo e até mesmo sua morte.

- **pH:** medido pela concentração de íons H⁺, representa a intensidade da condição ácida ou alcalina do ambiente aquático. Indica, de forma indireta, a capacidade de tamponamento das águas através do equilíbrio entre íons hidróxidos e ácidos orgânicos. Influencia o grau de solubilidade de diversas substâncias, na distribuição das formas livres e ionizadas de diversos compostos e pode, inclusive, definir a toxicidade de vários elementos. Águas que apresentam baixos valores de pH (condição ácida) podem potencializar a solubilização e liberação de metais adsorvidos em sedimentos, influenciando as concentrações de fósforo e nitrogênio e cessando a decomposição de matéria orgânica carbonácea. A elevação dos valores de pH podem estar relacionadas a alta produtividade de algas, normalmente resultante do aporte significativo de matéria orgânica e nutrientes.

- **Cor:** resultante da presença de substâncias em diluição decorrentes principalmente dos regimes de decomposição que acontecem no corpo hídrico, sendo capaz de estar associada à presença de alguns íons metálicos como ferro e manganês, macrófitas, plâncton. Também ocorre devido a lançamentos de efluentes industriais com substâncias dissolvidas (corantes naturais ou artificiais).
- **Turbidez:** representa o grau de interferência da passagem de luz através da água devido a existência de sólidos em suspensão, tais como areia, silte, argila e detritos orgânicos, tais como algas, bactérias e plâncton em geral (SPERLING, 2005). O aumento natural da turbidez origina-se, normalmente, de eventos de precipitação mais intensos, os quais são capazes de erodir as margens e áreas adjacentes aos recursos hídricos, bem como ressuspender parte dos sólidos sedimentados. Não traz inconvenientes sanitários quando sua origem é natural, embora seja esteticamente desagradável. Os esgotos domésticos e diversos efluentes industriais também provocam elevações na turbidez das águas. Um exemplo típico deste fato ocorre em consequência das atividades de mineração, onde os aumentos excessivos de turbidez têm provocado formação de grandes bancos de lodo em rios e alterações no ecossistema aquático.
- **Sulfatos:** advêm de forma natural nas águas subterrâneas e são compostos de oxigênio e enxofre, que podem ser encontrados no solo e nas rochas. O excesso desse composto na água pode trazer diversos males na saúde além de comprometer tubulações. Nas águas superficiais, ocorre através das descargas de esgotos domésticos (por exemplo, através da degradação de proteínas) e efluentes industriais (exemplos: efluentes de indústrias de celulose e papel, química, farmacêutica, etc.),
- **Oxigênio Dissolvido (OD):** primordial para a caracterização de águas poluídas resultantes do despejo de cargas orgânicas. O oxigênio dissolvido é de grande importância para os seres vivos que se utilizam do oxigênio para a manutenção da vida. (SPERLING, 2005). Baixas taxas de oxigênio dissolvido são relacionadas ao despejo de efluentes, quer sejam de origem doméstica ou industrial, principalmente aqueles que contenham sabões, fosfatos, amoníacos e resíduos orgânicos, o que favorece a atividade biológica e, conseqüentemente, o consumo de oxigênio. Também, a poluição térmica que ocorre, frequentemente, como resultado da operação de usinas geradoras de energia elétrica, que retiram água fria de um rio ou lago e a utilizam para refrigeração, devolvendo, continuamente, aquecida à sua origem, diminui a solubilidade do oxigênio no meio aquático.
- **Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅):** a matéria orgânica é considerada o principal composto poluente de corpos hídricos, já que pode causar consumo de oxigênio através de microrganismos. Os principais elementos da matéria orgânica são carbono, hidrogênio e oxigênio, dependendo de sua origem podem apresentar outros elementos como nitrogênio, fósforo, enxofre e ferro. A quantidade de matéria orgânica normalmente é levantada através de análises de DBO ou DQO. Então, a DBO é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica biologicamente. Essa variável é importantíssima na medição de poluição e material orgânico. Alguns efluentes de indústrias que processam matéria orgânica (laticínios, cervejarias, frigoríficos) apresentam valores de DBO na ordem de grandeza de dezenas ou mesmo centenas de gramas por litro.
- **Demanda Química de Oxigênio (DQO):** de forma conceitual, é a quantidade de oxigênio quimicamente empregada para oxidar a matéria orgânica e inorgânica de uma amostragem. Isto é, nesta análise não estão compreendidos os microrganismos, é unicamente química.
- **Sulfito:** não está usualmente presente em águas superficiais. Pode ocorrer em efluentes industriais e despejos domésticos, mas, quando lançado nos corpos hídricos, rapidamente, se oxida para formar sulfatos. Sulfito de sódio é a forma mais comum, sendo um excelente agente redutor com aplicações como capturador de oxigênio da água de alimentação e de caldeira, coibindo, desta forma, o andamento da corrosão. Concentrações de sulfito em águas de caldeira e de processos produtivos demandam monitoramento freqüente para evitar dosagens excessivas. Na indústria de alimentos o sulfito é amplamente empregado como preservativo e antioxidante,

principalmente em vinhos e sucos de frutas. Uma excessiva concentração de sulfito pode causar reações alérgicas em indivíduos sensíveis a esta substância.

- **Sólidos Totais:** a matéria que permanece como resíduo após alguns processos a uma determinada temperatura, com um tempo fixo e uma quantidade de amostra conhecida. Esses sólidos presentes nos efluentes são caracterizados como dissolvidos, em suspensão ou sedimentáveis.
- **Sólidos Totais Fixos:** aplicado ao resíduo total, tanto em suspensão como dissolvido, logo depois do aquecimento e secagem por período fixado e temperatura específica. É todo resíduo que permanece na cápsula após calcinação em forno mufla na determinação dos sólidos totais.
- **Sólidos Totais Voláteis:** volume que foi perdido na ignição, sendo que a determinação dessas quantidades não permite discriminar de forma precisa a matéria orgânica e inorgânica, uma vez que a perda por ignição não compreende apenas matéria orgânica, podendo ocorrer perdas (poucas) na decomposição ou volatilização de sais minerais, por exemplo.
- **Nitrato:** ocorre naturalmente em águas subterrâneas, mas a sua presença em concentrações elevadas é geralmente resultante da atividade antrópica. O destino final do esgoto doméstico e industrial em fossas e tanques sépticos, a destinação inadequada de resíduos sólidos urbanos e industriais, a modernização da agricultura com o uso de fertilizantes agrícolas e a criação de animais representam fonte de contaminação das águas superficiais. Sendo o nitrato extremamente solúvel em água, move-se com facilidade e contamina também, a água subterrânea (BARBOSA, 2005). As substâncias nitrogenadas dos fertilizantes e dos resíduos orgânicos são transformadas e oxidadas por reações químicas e biológicas e o resultado é a presença de nitrato no solo.

Levantamentos de dados de qualidade da água

Para a definição e localização dos pontos de coleta de efluentes, também foram determinados locais para a coleta e análise de água do riacho Mussuré (por outro membro da equipe). Teve como finalidade analisar o impacto do lançamento de efluentes na qualidade da água. Assim, utilizando-se de um rastreador GPS definiu-se mais dois pontos de coleta de água no Riacho, além três pontos já demarcados e monitorados anteriormente em outra etapa desse projeto. Esses dois pontos foram definidos, estrategicamente, em função dos locais de lançamento de efluentes industriais. O Quadro 1 e a Figura 4 apresentam, respectivamente, a localização e a descrição dos pontos de coleta de água.

Quadro 1. Descrição dos pontos de monitoramento de água do riacho Mussuré e efluente industrial.

Pontos	Descrição	Coordenadas (UTM - Zona: 25 M)	
		X	Y
Carrefour P1	À montante da BR 101, próximo à nascente do riacho tendo como ponto de referência o depósito do supermercado Carrefour	9205074,08 m S	290272,34 m E
Ponte P2	A jusante da BR 101, situado próximo a fazenda Mussuré e a montante do ponto de lançamento de efluentes	9205186,19 m S	289814,43 m E
Exutório P3	Localizado antes da confluência do riacho Mussuré com o rio Mumbaba. Esse ponto também fica próximo a um lançamento de efluentes industriais	9203710,45 m S	287950,47 m E
Fazenda Mussuré P4	A jusante da BR 101, situado próximo a fazenda Mussuré e a jusante do ponto de lançamento de efluentes	9205175,00 m S	289719,00 m E
Fazenda Mussuré P5	A jusante da BR 101, situado próximo a fazenda Mussuré e entre os pontos P2 e P4 – Efluente bruto	9205163,00 m S	289669,00 m E

Fonte: Autoria própria, 2017.

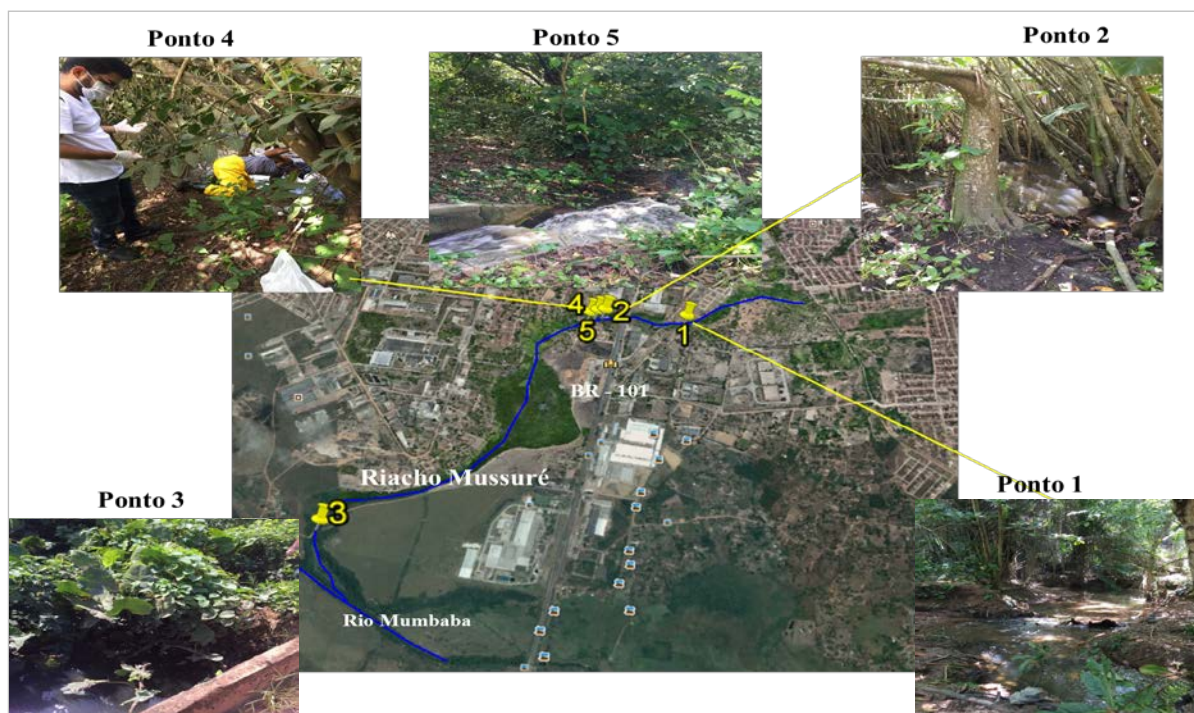


Figura 4. Localização dos pontos de coleta de água do riacho Mussuré e efluente industrial. Fonte: Jamille (membro da equipe), 2017.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliação Das Análises Do Efluente

No ponto de lançamento de efluente não foi possível conhecer sua origem. Trata-se, na verdade, de uma mistura de efluentes, segundo informações obtidas no local. No entanto, sua coloração é característica de efluente de indústrias têxteis. Já a presença de turbidez e de sódios sugere efluentes da indústria de alimentos.

A Tabela 1 apresenta os resultados das análises físicas e químicas realizadas no Ponto 5 (efluentes industriais) lançados no riacho Mussuré. Observa-se que, no geral, as variáveis analisadas apresentaram variações entre as quatro coletas realizadas. Ressalta-se, no entanto, a variação da turbidez, da DQO, do sulfito de sódio, dos sólidos totais fixos e voláteis e do nitrato. É provável que as grandes variações ocorridas estejam relacionadas aos tipos de indústrias e a parcela de contribuição de cada uma delas para a vazão do efluente (mistura) que, certamente, varia conforme sua programação de operação.

Verifica-se, também, pela Tabela 1 que, o padrão de lançamento do efluente (mistura de vários) no Riacho Mussuré para as variáveis temperatura e pH estão de acordo com o estabelecido pela Resolução CONAMA nº 430/2011. Porém, somente com o cálculo da concentração das variáveis (e poluentes) na zona de mistura do Riacho poder-se-ia ter dado ideia do impacto do lançamento desse efluente na qualidade da água. No entanto, como não se dispunha de equipamento apropriado, não foi possível medir a vazão dessa mistura de efluentes, a ser utilizada nesse cálculo.

Vale lembrar que, num corpo hídrico, a zona de mistura é entendida como a região onde ocorre a diluição inicial de efluentes. Segundo a Resolução nº 357 do CONAMA, na zona de mistura de efluentes, o órgão ambiental competente poderá autorizar ou não, levando em conta o tipo de substância ou poluente, seu lançamento, desde que não altere os padrões da água do corpo hídrico receptor, segundo sua classe de qualidade.

Tabela 1. Resultados das análises físicas e químicas realizadas no efluente (mistura).

Data da coleta Variáveis	14/03	11/04	16/05	20/06	VMP (1) Padrão de lançamento*	VMP (1) Padrão do corpo receptor**
Temperatura (°C)	27,0	31,0	31,0	28,0	***	
pH	8,6	9,0	8,2	9,0	De 5,0 a 9,0	6,0 – 9,0
Cor (mgL ⁻¹ Pt)	121,5	117,7	106,1	110,0		75,0
Turbidez (NTU)	19,9	179,5	115,0	29,3		100,0
Sulfato (mgL ⁻¹ SO ₄)	17,9	16,9	36,8	13,4		250,0
OD (mgL ⁻¹ O ₂)	5,4	8,0	4,4	5,1		4,0 (2)
DBO (Winkler) (mgL ⁻¹ O ₂)	20,9	30,2	58,7	52,0	****	10,0
DBO (Oxítóp) (mgL ⁻¹ O ₂)	46,0	39,4	40,9	42,1		
DQO (mgL ⁻¹ O ₂)	27,1	74,5	42,4	90,8		
Sulfito de sódio (mgL ⁻¹)	24,0	24,8	SL	SL		
ST (mgL ⁻¹)	1.308,0	1.667,0	1.456,0	1.113,0		
STV (mgL ⁻¹)	148,0	458,0	319,0	950,0		
STF (mgL ⁻¹)	1.160,0	1.219,0	1.137,0	163,0		
Nitrato (mgL ⁻¹ N)	0,63	2,9	SL	2,6		10,0

Fonte: Autoria Própria, 2017.

* SL: Sem leitura

(*) Resolução CONAMA 430/2011

(**) Resolução CONAMA 357/2005 – água de classe 3 de qualidade, na qual está inserida o riacho Mussuré

(***) Inferior a 40°C, sendo que sua a variação do corpo receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura;

(****) Remoção mínima de 60% de DBO sendo que este limite só poderá ser reduzido no caso de existência de estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor

(1) VMP- Valor máximo permitido pela Resolução CONAMA 357/205

(2) Valor mínimo permitido pela Resolução CONAMA 357/2005

Durante a realização do trabalho ocorreram alguns percalços como, por exemplo, a falta de energia, o que pode ter comprometido a qualidade dos resultados das análises, em especial da DBO. Essa falta de energia ocorria sempre nos finais de semana e fugiam ao controle do grupo.

Também ocorreram problemas e dificuldades nas visitas ao campo envolvendo falta de transporte e combustível, eventos chuvosos, dificuldades para identificar pontos de lançamento de efluentes e de acesso aos tais.

CONCLUSÃO

Através da análise e discussão dos dados levantados e determinados neste trabalho, foi possível concluir que:

O único ponto de lançamento de efluentes monitorado apresentou, em geral, cor, turbidez e sólidos elevados, sugerindo uma mistura de efluente de indústrias têxteis e alimentos.

As variáveis analisadas no efluente (mistura) industrial lançado no riacho Mussuré apresentaram variações entre as quatro coletas realizadas, o que podem estar relacionadas aos tipos de indústrias e a parcela de contribuição de cada uma delas para a vazão do efluente;

O padrão de lançamento do efluente (mistura de vários) no riacho Mussuré para as variáveis temperatura e pH estão de acordo com o estabelecido pela Resolução CONAMA nº 430/2011.

O cálculo da concentração dos parâmetros (e poluentes) na zona de mistura do Riacho poderia ter dado ideia do impacto do lançamento desse efluente na qualidade da água.

Pelos problemas ambientais observados, in loco, na área estudada sugere-se uma investigação mais aprofundada para detectar outros pontos de lançamento de efluentes

industriais, sua origem e vazão no sentido de calcular o impacto desse efluente no riacho Mussuré. Dessa forma poderia haver uma maior fiscalização do órgão ambiental para sua preservação e manutenção dos seus padrões de qualidade compatíveis com sua classe de uso.

REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, R. ; CARVALHO, M.; GADELHA, C. L. M.; HERNANDEZ, M. I. M.; VIANA, T. T.; SILVA JÚNIOR, W. R. Use of index analysis to evaluate the water quality of a stream receiving industrial effluents. **Water S. A.**, v. 33, p. 459-466, 2007.

APHA, AWWA, WEF. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 22nd ed. Washington: American Public Health Association; 2012.

BRASIL. Resolução CONAMA n° 357, de 17 de março de 2005. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 de março de 2005.

BRASIL. Resolução CONAMA n° 430, de 13 de maio de 2011. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 16 de maio de 2011.

BRASIL. Portaria do Ministério da Saúde n° 518 de 25 de março de 2004. Controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, Brasília-DF, 26 de março de 2004. Disponível em: <http://www.aeap.org.br/doc/portaria_518_de_25_de_marco_2004.pdf>. Acesso em: 6 ago. 2017.

BARBOSA, C. F. **Hidrogeoquímica e a contaminação por nitrato em água subterrânea no Bairro Piranema, Seropédica-RJ.** 2005. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

ESTEVEES, F. A. **Fundamentos de Limnologia.** 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 602p.1988.

MACHADO, H. H. S.; OLIVEIRA, J. C. D. ; MENEGUETTI, K. S. Potencial poluidor de atividades industriais: Estudo de caso - Maringá-PR. V VII EPCC – Encontro Internacional de Produção Científica-CESUMAR – Centro Universitário de Maringá -Editora CESUMAR Maringá – Paraná – Brasil. Out. 2011.

PIMENTA, H. C. D. ; TORRES, F. R. M. ; RODRIGUES, B. S. e ROCHA JÚNIOR, J. M. 2002. O esgoto: a importância do tratamento e as opções tecnológicas. XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Curitiba/ PR. outubro de 2002.

RIBEIRO, M. F. C. R. **Avaliação do índice de salubridade ambiental por setores urbanos dentro dos conceitos de cidades saudáveis:** o caso de João Pessoa-PB. 2004. 122f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio ambiente)- Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal da Paraíba, 2004.

RODRIGUES, S.; DUARTE, A. C. Poluição do solo: revisão generalista dos principais problemas. In: CASTRO, A.; DUARTE, A.; SANTOS, T. (Ed.). **O ambiente e a saúde.** Lisboa: Instituto Piaget, 2003. p. 136-176.

SCIENTEC - Associação para o Desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia. Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Gramame. V. 1, João Pessoa: Laboratório de Recursos Hídricos/UFPB, 2000.

SPERLING, M. V. **Princípios de tratamento biológico de águas residuais:** Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. DESA – Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/UFMG, 2005. v. 1.