

OCUPAÇÕES SEM PLANEJAMENTO E SEUS DANOS AOS CORPOS HÍDRICOS DO ENTORNO - ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE PERUIBE

Data de submissão: 06/01/2025

Data de aceite: 05/03/2025

Rodrigo Augusto Ferreira de Brito
Mestre em Engenharia Civil pela UNESP

Paulo da Silva
Técnico em Saneamento

Juliana Valitutti Romero
Engenharia Química

RESUMO: As ocupações sem planejamento têm sido uma preocupação crescente nas áreas urbanas, causando impactos negativos ao meio ambiente e à saúde pública. O objetivo desse trabalho foi investigar os danos causados por ocupações de loteamentos localizados próximo de corpos hídricos do entorno de uma área do município de Peruipe sem redes de esgoto. Por meio de uma revisão bibliográfica e da legislação aplicável, foram abordados conceitos relacionados às ocupações sem planejamento e seus impactos ambientais, além de estudo de caso de monitoramento dos corpos hídricos. A metodologia de pesquisa incluiu a coleta de dados em campo e a análise qualitativa e quantitativa dos dados obtidos. As contribuições deste estudo incluem a identificação dos principais impactos destas

ocupações, uma análise da legislação sobre a classificação dos corpos hídricos, bem como a proposição de possíveis medidas de mitigação e boas práticas para o manejo adequado dessas ocupações. Os resultados indicam que os corpos hídricos na região estudada apresentam problemas críticos nos aspectos físicos, químicos e biológicos em comparação com os padrões estabelecidos na legislação vigente. Essa discussão poderá subsidiar a formulação de políticas públicas mais eficazes para proteção dos corpos hídricos e promover o desenvolvimento urbano sustentável no município de Peruipe.

PALAVRAS-CHAVE: Impactos ambientais, Monitoramento Ambiental e Sustentabilidade

INTRODUÇÃO

A urbanização desordenada e as ocupações sem planejamento têm sido uma realidade cada vez mais comum em muitas cidades brasileiras. Essa falta de planejamento leva a graves impactos ambientais, econômicos e sociais, especialmente nos corpos hídricos do

entorno, que são afetados pela poluição e degradação decorrentes das atividades humanas (BRASIL, 2015).

O município de Peruíbe, situado no litoral sul de São Paulo, tem enfrentado esse problema. A urbanização desordenada e a falta de políticas públicas eficazes para o controle e gestão ambiental têm afetado os corpos hídricos do município, fundamentais para a manutenção da biodiversidade e da qualidade de vida da população local.

Diante disso, torna-se fundamental a realização de um estudo que analise danos aos corpos hídricos do entorno devido às ocupações sem planejamento, a fim de entender melhor a magnitude do problema e propor soluções para minimizar seus impactos negativos. Este estudo de caso no município de Peruíbe tem, portanto, grande importância e relevância para a compreensão da problemática em questão e para o desenvolvimento de políticas públicas mais eficazes e sustentáveis no contexto urbano brasileiro.

As ocupações sem planejamento são caracterizadas pela falta de planejamento urbano adequado e pela ausência de políticas públicas eficazes de gestão territorial. Essas ocupações costumam ocorrer em áreas de preservação ambiental, como margens de rios, encostas de morros e mangues, além de outras áreas de risco, tais como regiões sujeitas a enchentes, deslizamentos e outros desastres naturais (SANTOS, 2017).

Os impactos negativos das ocupações sem planejamento no meio ambiente são vários e incluem: desmatamento, erosão do solo, poluição do ar, contaminação do solo e das águas, dentre outros. Além disso, a falta de infraestrutura básica nessas áreas, como saneamento básico e coleta de resíduos, pode agravar ainda mais a situação, aumentando o risco de doenças e epidemias (FARIAS, et al., 2018).

No caso específico dos corpos hídricos, as ocupações sem planejamento podem causar um conjunto de impactos ambientais, tais como a redução da qualidade da água, a degradação do habitat aquático e a diminuição da biodiversidade. A urbanização desordenada também pode aumentar a ocorrência de enchentes, alagamentos e outros problemas associados à ocupação inadequada das margens dos rios e outros corpos d'água.

Compreender a importância dos corpos hídricos do entorno é fundamental para entender a relevância da pesquisa sobre ocupações sem planejamento e seus danos a esses recursos naturais. No caso específico do município de Peruíbe, é importante destacar que a região é conhecida pela sua riqueza em corpos hídricos, como rios e córregos, que desempenham um papel fundamental na manutenção da biodiversidade e na promoção do bem-estar humano.

Os corpos hídricos do entorno são importantes para a regulação do clima, pois atuam como fonte de umidade e ajudam a reduzir a temperatura ambiente. Eles também são fundamentais para a manutenção da qualidade do solo, uma vez que são responsáveis por recarregar os aquíferos e promover a circulação de nutrientes. Infelizmente, esses corpos hídricos têm enfrentado muitos desafios nos últimos anos. A urbanização desordenada e

o crescimento populacional desenfreado têm levado à ocupação inadequada das margens dos rios e outros corpos d'água, o que gera uma série de impactos ambientais negativos, como a poluição da água, a degradação do habitat aquático e a diminuição da biodiversidade (SANTOS, 2017).

A pesquisa tem como objetivo fornecer uma compreensão aprofundada dos impactos das ocupações sem planejamento nos corpos hídricos do município de Peruíbe, contribuindo para o conhecimento científico sobre o tema. Os resultados obtidos podem fornecer subsídios para a formulação de políticas públicas mais eficazes para a gestão dos corpos hídricos e o controle das ocupações sem planejamento, visando à preservação do meio ambiente e à proteção da saúde pública.

OBJETIVOS

Avaliar a qualidade da água dos corpos hídricos afetados pelas ocupações sem planejamento, por meio de indicadores físico-químicos e microbiológicos; identificar os principais desafios e consequências das ocupações sem planejamento para a preservação dos corpos hídricos em estudo.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Ocupações irregulares

Ocupações sem planejamento se referem a assentamentos humanos estabelecidos em áreas urbanas ou rurais sem um planejamento adequado em termos de infraestrutura, regulamentação e gestão do uso do solo. Essas ocupações geralmente ocorrem de forma ilegal ou informal, sem seguir as diretrizes urbanísticas e ambientais estabelecidas pelos órgãos governamentais e sem considerar os impactos socioambientais.

As ocupações sem planejamento muitas vezes carecem de infraestrutura básica, como abastecimento de água, saneamento básico, eletricidade, transporte público, vias pavimentadas, entre outros. Essa falta de infraestrutura adequada pode resultar em condições precárias de vida para os moradores, contribuindo para problemas de saúde, segurança e qualidade de vida.

A expansão urbana desordenada resultante das ocupações sem planejamento pode causar diversos impactos socioambientais negativos. Isso inclui a degradação do solo, a impermeabilização do solo, a poluição hídrica, a perda de biodiversidade, entre outros. A falta de planejamento adequado também pode levar a construções inadequadas, desmatamento, despejo de resíduos sólidos e poluição do ar, afetando a qualidade ambiental e a saúde da população local (BRASIL, 2015).

Os principais problemas associados às ocupações sem planejamento, são a expansão urbana desordenada, a poluição hídrica onde as ocupações sem planejamento

muitas vezes não possuem sistemas adequados de tratamento de esgoto e gestão de resíduos sólidos, o que pode resultar na poluição dos corpos d'água, como rios, lagos e lençóis freáticos, problemas sociais onde a falta de regularização fundiária nessas áreas pode resultar em incertezas legais, insegurança na posse da terra e dificuldades na obtenção de crédito e financiamento para melhorias nas habitações (FARIAS, et al., 2018).

Impactos ambientais

As ocupações sem planejamento podem ter impactos ambientais significativos, especialmente em relação aos corpos hídricos. A falta de planejamento adequado pode levar à contaminação da água por resíduos sólidos, efluentes domésticos e industriais, além de resultar em uso inadequado de recursos hídricos, desmatamento e assoreamento, entre outros problemas. Elas podem muitas vezes ter problemas de gestão de resíduos sólidos, o que pode levar ao acúmulo de lixo em áreas inadequadas, como margens de rios, córregos e lagos. A falta de coleta, tratamento e disposição adequada dos resíduos pode resultar na contaminação da água por substâncias tóxicas e poluentes presentes nos resíduos sólidos, prejudicando a qualidade da água e afetando a vida aquática e a saúde humana.

Muitas vezes não possuem sistemas de tratamento de esgoto adequados, resultando na liberação direta de efluentes domésticos e industriais nos corpos hídricos. Esses efluentes podem conter substâncias químicas e patógenos que contaminam a água, comprometendo sua qualidade e colocando em risco a saúde das comunidades que dependem desses recursos hídricos.

Ademais, a falta de planejamento pode resultar no assoreamento de corpos hídricos, como rios e lagos, devido à erosão do solo, desmatamento, remoção inadequada da vegetação e ocupação inadequada de áreas adjacentes aos corpos d'água. O assoreamento pode levar à diminuição da profundidade dos corpos hídricos, redução da capacidade de armazenamento de água, alteração de ecossistemas aquáticos e aumento do risco de enchentes (SILVA; LINKE, 2018).

Impactos na saúde pública

As ocupações sem planejamento podem ter impactos significativos na saúde pública da população local. O aumento do risco de doenças transmitidas pela água, o uso inadequado de recursos hídricos e a contaminação da água por resíduos sólidos, efluentes domésticos e industriais em ocupações sem planejamento podem levar ao aumento do risco de doenças transmitidas pela água, como diarreia, cólera e hepatite A.

A ocupação desordenada de áreas sem planejamento pode levar à exposição da população a poluentes químicos e biológicos provenientes de atividades industriais, agricultura inadequada, disposição inadequada de resíduos sólidos e poluição do ar e da

água, o que pode causar impactos negativos na saúde, como problemas respiratórios, dermatológicos e outros problemas de saúde relacionados à exposição a substâncias tóxicas;

A falta de infraestrutura básica adequada pode resultar em acesso limitado aos serviços de saúde, saneamento básico, coleta regular de resíduos sólidos, abastecimento de água potável, eletricidade e transporte público. Isso pode afetar a qualidade de vida da população local e aumentar os riscos de doenças e outros problemas de saúde (BRASIL, 2017).

Importância dos corpos hídricos

A importância dos corpos hídricos do entorno, como rios, lagos, represas e lagoas, no município de Peruíbe, está associada a diversos aspectos, que incluem o meio ambiente, a sociedade e a economia local.

Os corpos hídricos são ecossistemas essenciais para a manutenção da biodiversidade local, abrigando diversas espécies de fauna e flora aquáticas. São importantes para o ciclo da água, atuando como reguladores naturais do fluxo hídrico e contribuindo para a purificação da água e o equilíbrio dos ecossistemas terrestres adjacentes;

Também são importantes para a prática de atividades de lazer, como banho, pesca, esportes náuticos, entre outros, contribuindo para a qualidade de vida da população local e para o turismo na região. A oferta de recursos hídricos de qualidade e preservados é um atrativo para o turismo, gerando empregos e movimentando a economia local;

A conservação dos corpos hídricos também é relevante para a economia local, uma vez que podem contribuir para atividades econômicas como a agricultura, pesca, turismo, indústria e geração de energia hidrelétrica. A degradação desses corpos d'água pode impactar negativamente essas atividades, comprometendo a economia local (SILVA, et al., 2017).

Legislação e normas aplicáveis

A ocupação de áreas próximas a corpos hídricos é regida por diversas legislações e normas nacionais e locais, visando proteger o meio ambiente e garantir a conservação dos recursos hídricos. Alguns exemplos de legislação e normas aplicáveis são:

A legislação ambiental, composta por leis, decretos, resoluções e normativas federais, estaduais e municipais, estabelece as diretrizes gerais para a proteção do meio ambiente, incluindo os corpos hídricos. No Brasil, a Lei Federal nº 9.605/98, conhecida como Lei de Crimes Ambientais, prevê sanções penais e administrativas para condutas lesivas ao meio ambiente, incluindo a ocupação irregular de áreas próximas a corpos hídricos (BRASIL, 1998); Resolução Conama nº 357/05: a Resolução CONAMA nº 357/2005 é uma importante norma para a gestão e preservação dos recursos hídricos no Brasil, e

seu cumprimento é fundamental para a promoção da saúde humana e a preservação do meio ambiente; e a Resolução CONAMA nº 430/11: a resolução define os parâmetros e limites máximos de concentração de substâncias como demanda bioquímica de oxigênio, pH e sólidos suspensos e coliformes termotolerantes. Ainda em impactos ambientais e enquadramento dos corpos hídrico receptores, no Estados de São Paulo temos o Decreto N° 8468/76 aprova o Regulamento da Lei nº 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente e o Decreto N°10.755/77 dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água receptores na classificação prevista no Decreto nº 8.468, de 8 de setembro de 1976.

Diretrizes para ocupação de áreas de preservação permanente (APPs): As APPs são áreas protegidas pela legislação ambiental com a função de preservar os recursos hídricos, a biodiversidade, o equilíbrio ecológico e o bem-estar das populações humanas. A Resolução CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) nº 303/2002 estabelece diretrizes gerais para a ocupação de APPs, incluindo as áreas próximas a corpos hídricos, como rios, lagos, lagoas e nascentes, definindo limites e restrições para a ocupação dessas áreas (BRASIL, 2002).

Ensaio

Coliformes Totais

Os coliformes totais são um grupo de bactérias encontradas naturalmente no solo, plantas e intestinos de animais em grande quantidade e é uma ferramenta usada para avaliar a qualidade da água de rios e outros corpos d'água por ser um indicativo de poluição (APHA, 2017).

O ensaio de coliformes totais é um procedimento microbiológico que envolve a coleta de amostras de água do rio e o cultivo dessas amostras em meio de cultura seletivo em laboratório. O meio de cultura utilizado é projetado para favorecer o crescimento de bactérias do grupo coliforme, que são capazes de fermentar a lactose presente no meio, formando colônias características. Após o crescimento bacteriano, as colônias são identificadas e contadas para determinar a quantidade de coliformes totais presentes na amostra de água (BARTRAM; BALLANCE, 1996).

A análise dos resultados do ensaio de coliformes totais pode ser utilizada para avaliar a qualidade da água do rio e determinar se ela está dentro dos limites estabelecidos pelos órgãos de regulamentação ambiental para a proteção da saúde pública e do meio ambiente. Caso a quantidade de coliformes totais encontrada na água do rio esteja acima dos limites permitidos, podem ser tomadas medidas de mitigação, como a identificação e eliminação das fontes de poluição, a implementação de sistemas de tratamento de esgoto,

a regulamentação de atividades agrícolas e pecuárias, e a conscientização pública sobre a importância da conservação dos recursos hídricos (CANADÁ, 2019).

E. coli

O ensaio de *Escherichia coli* (*E. coli*) é uma análise microbiológica realizada para detectar a presença dessa bactéria específica em amostras de água, alimentos, solos e outros materiais. A *E. coli* é uma bactéria gram-negativa pertencente à família Enterobacteriaceae e é amplamente utilizada como indicador de contaminação fecal, uma vez que sua presença em determinados ambientes pode indicar a possível presença de patógenos transmitidos por via fecal e a qualidade microbiológica desses materiais (EPA, 2018).

O ensaio de *E. coli* é realizado utilizando técnicas microbiológicas, geralmente seguindo os procedimentos padronizados estabelecidos por organizações como a American Public Health Association (APHA), a American Water Works Association (AWWA) e a Water Environment Federation (WEF). O método mais comum para a detecção de *E. coli* é a técnica de membrana filtrante, que envolve a filtração de uma amostra de água ou outro material através de uma membrana especial que retém as bactérias presentes. A membrana é então colocada em um meio de cultura seletivo e diferencial, como o Agar Cromogênico *E. coli*/Coliformes, que contém substratos específicos que permitem a identificação de *E. coli* com base em suas características de crescimento e coloração (APHA, 2017). Contudo, também podem ser utilizados substratos cromogênicos enzimáticos específicos para incubação e leitura das amostras em 24 horas ou 18 horas.

A presença de *E. coli* em uma amostra pode indicar contaminação fecal recente e pode ser um indicativo de risco para a saúde humana, uma vez que algumas cepas de *E. coli* são patogênicas e podem causar doenças gastrointestinais graves em humanos. Portanto, a detecção e quantificação de *E. coli* em amostras de água e alimentos são importantes para avaliar a segurança microbiológica desses materiais e para tomar medidas apropriadas de controle e prevenção de doenças transmitidas por água e alimentos (FDA, 2019).

Demanda Química de Oxigênio

A Demanda Química de Oxigênio (DQO) é um ensaio utilizado para determinar a quantidade de oxigênio necessário para oxidar a matéria orgânica e inorgânica presente em uma amostra de água, e assim estimar a carga orgânica total presente na amostra. É um parâmetro amplamente utilizado para avaliar a qualidade da água em termos de sua carga orgânica, sendo aplicado em diversas áreas, como tratamento de água, controle de efluentes industriais e monitoramento ambiental (APHA, 2017).

A amostra é misturada com o agente oxidante e aquecida em banho-maria a uma temperatura específica por um determinado período de tempo. Após a reação, o excesso de agente oxidante é titulado com um agente redutor, e a quantidade de oxigênio consumido durante a oxidação é determinada indiretamente a partir da quantidade de agente redutor consumido (EPA, 2018).

ADQO é uma medida útil para avaliar a carga orgânica de efluentes e águas residuais, uma vez que pode fornecer informações sobre a eficiência dos processos de tratamento de água e efluentes, bem como sobre a presença de substâncias químicas oxidáveis e sua capacidade de depleção do oxigênio disponível nos corpos d'água receptores (METROHM APPLICATION BULLETIN, 2018).

Demanda Bioquímica de Oxigênio

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) é um ensaio utilizado para determinar a quantidade de oxigênio consumido por microrganismos aeróbios durante a decomposição bioquímica da matéria orgânica presente em uma amostra de água. É um parâmetro amplamente utilizado para avaliar a qualidade da água em termos da sua carga orgânica biodegradável, sendo aplicado em diversas áreas, como tratamento de água, controle de efluentes industriais e monitoramento ambiental (APHA, 2017). A diferença entre o teor de oxigênio dissolvido antes e após a incubação é a DBO, expressa em miligramas de oxigênio consumido por litro de amostra (mg/L de O₂) ou em outras unidades equivalentes (EPA, 2018).

A DBO é utilizada para avaliar a eficiência dos processos de tratamento de água e efluentes, bem como a capacidade dos corpos d'água receptores de assimilar a carga orgânica biodegradável presente nos efluentes e sua capacidade de autodepuração (FDA, 2019).

Fósforo Total

O ensaio de Fósforo Total é um método analítico utilizado para determinar a concentração total de fósforo em amostras de água, solo, sedimentos ou outros tipos de matriz ambiental. O fósforo é um elemento químico essencial para a vida e está presente em várias formas no meio ambiente, incluindo fósforo inorgânico e fósforo orgânico (APHA, 2017).

O aumento da concentração de fósforo na água pode levar à eutrofização, um processo em que há o enriquecimento excessivo de nutrientes em corpos d'água, resultando em crescimento excessivo de algas e plantas, consumo de oxigênio dissolvido e deterioração da qualidade da água (STANDARD METHODS ONLINE, 2017). Existem várias metodologias disponíveis para a determinação de fósforo total, incluindo métodos colorimétricos, gravimétricos e espectrofotométricos. Os resultados são expressos em

termos de concentração de fósforo total em unidades de massa, como miligramas de fósforo por litro de amostra (mg/L de P) ou outras unidades equivalentes (CLESCERI; GREENBERG; EATON, 2012).

Nitrato

O ensaio de Nitrato é um método analítico utilizado para determinar a concentração de nitrato (NO_3^-) em amostras de água, solo, sedimentos ou outras matrizes ambientais. O nitrato é uma forma oxidada de nitrogênio que pode estar presente naturalmente no meio ambiente, mas também pode ser introduzido por atividades humanas, como a agricultura intensiva, a pecuária, a disposição inadequada de resíduos e a poluição por esgoto e efluentes industriais (APHA, 2017).

A ingestão de água contaminada com altos níveis de nitrato pode causar problemas de saúde, especialmente em bebês e crianças, como a síndrome do bebê azul, que interfere na capacidade do sangue em transportar oxigênio (STANDARD METHODS ONLINE, 2017).

Existem várias metodologias disponíveis, geralmente envolvem a conversão do nitrato presente na amostra em nitrito (NO_2^-) por meio de uma reação química específica, seguida pela detecção e quantificação do nitrito formado. Os resultados são expressos em termos de concentração de nitrato em unidades de massa, como miligramas de nitrato por litro de amostra (mg/L de NO_3^-) ou outras unidades equivalentes (CLESCERI; GREENBERG; EATON, 2012).

Nitrito

O ensaio de Nitrito é um método analítico utilizado para determinar a concentração de nitrito (NO_2^-) em amostras de água, solo, sedimentos ou outras matrizes ambientais. O nitrito é uma forma reduzida de nitrogênio que pode estar presente naturalmente no meio ambiente, mas também pode ser introduzido por atividades humanas, como a agricultura intensiva, a pecuária, a disposição inadequada de resíduos e a poluição por esgoto e efluentes industriais (APHA, 2017).

Em altas concentrações, o nitrito pode ser tóxico para a vida aquática e pode causar problemas de saúde em humanos, como a formação de metemoglobina no sangue, o que pode levar à condição conhecida como metemoglobinemia (STANDARD METHODS ONLINE, 2017). Os resultados são expressos em termos de concentração de nitrito em unidades de massa, como miligramas de nitrito por litro de amostra (mg/L de NO_2^-) ou outras unidades equivalentes (CLESCERI; GREENBERG; EATON, 2012).

Nitrogênio Amoniacal

O ensaio de Nitrogênio Amoniacal é um método analítico utilizado para determinar a concentração de nitrogênio amoniacal ($\text{NH}_3\text{-N}$) em amostras de água, solo, sedimentos

ou outras matrizes ambientais. O nitrogênio amoniacal é uma forma de nitrogênio que pode estar presente naturalmente no meio ambiente, mas também pode ser introduzido por atividades humanas, como a agricultura intensiva, a pecuária, a disposição inadequada de resíduos e a poluição por esgoto e efluentes industriais (APHA, 2017). O nitrogênio amoniacal é um nutriente importante para o crescimento de organismos aquáticos e pode influenciar a qualidade da água e a saúde dos ecossistemas aquáticos (STANDARD METHODS ONLINE, 2017). Os resultados são expressos em termos de concentração de nitrogênio amoniacal em unidades de massa, como miligramas de nitrogênio amoniacal por litro de amostra (mg/L de $\text{NH}_3\text{-N}$) ou outras unidades equivalentes (RICE, et al., 2017).

Oxigênio Dissolvido

O ensaio de Oxigênio Dissolvido é uma medida importante para avaliar a qualidade da água em corpos d'água naturais e em sistemas de tratamento de água e efluentes. Ele é utilizado para determinar a concentração de oxigênio dissolvido na água, que é essencial para a vida aquática e para a saúde dos ecossistemas aquáticos (APHA, 2017). A concentração de oxigênio dissolvido é medida em unidades de concentração, geralmente em miligramas por litro (mg/L) ou em porcentagem de saturação (%) (STANDARD METHODS ONLINE, 2017).

Ele é importante para avaliar o impacto de atividades humanas e a saúde dos ecossistemas aquáticos, bem como para garantir a conformidade com os padrões de qualidade da água estabelecidos por órgãos reguladores (RICE, et al., 2017).

MATERIAIS E MÉTODOS

Será realizada uma revisão bibliográfica sobre o tema de ocupações sem planejamento e seus impactos em corpos hídricos, com base em artigos científicos, relatórios técnicos e legislação pertinente, onde será conduzido um levantamento de campo no município de Peruíbe, com visita às áreas afetadas por ocupações sem planejamento nas margens dos corpos hídricos identificados, para coleta de dados primários, como observação direta e coleta de amostras de água; As amostras de água coletadas serão analisadas em laboratório, utilizando métodos padronizados de análise físico-química e microbiológica, para avaliar a qualidade da água e identificar possíveis contaminantes. Será realizada a análise dos dados coletados por meio da resolução CONAMA 357/05, como análise descritiva e inferencial, para verificar possíveis relações entre as ocupações sem planejamento e a qualidade da água dos corpos hídricos estudados.

LOCALIZAÇÃO

Peruíbe é um município localizado no litoral sul do estado de São Paulo, no Brasil. Suas coordenadas geográficas são 24° 19' 34" S de latitude e 46° 59' 23" O de longitude. Limita-se ao norte com o município de Itariri, ao sul com Itanhaém, a leste com o Oceano Atlântico e a oeste com Pedro de Toledo, conforme figura 1.



Figura 01 - Imagem – fonte Portal g1.com.br

Fonte: <https://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2012/02/alem-de-praias-peruibe-sp-conta-com-complexo-termal.html>

LOTEAMENTOS EXISTENTES E OCUPAÇÕES IRREGULARES

Os loteamentos existentes com áreas de ocupações irregulares no seu entorno enfrentam diversos desafios, que incluem a falta de planejamento urbano adequado, a escassez de infraestrutura básica, a degradação ambiental e a vulnerabilidade a riscos e desastres naturais.

Na figura 02 evidenciamos as áreas dos loteamentos existentes e áreas irregulares na área de estudo em Perúibe.

- 1 - Alvorada
(Estrada da Barreira)
- 2- Bougainviée 5
- 3- Balneário Josedy
- 4- Gleba 2 (Amélia Abel
ou Matinha)
- 5- Vila Erminda
- 6- Parque do Trevo
- 7- Vatrapiã
- 8- Jardim dos Prados
- 9- Cajueiro
- 10- Antonio Novaes
- 11- Recreio Santista
- 12- Leão Novaes
- 13- Parque dos Pássaros



Figura 02 - Áreas dos loteamentos existentes e áreas irregulares na área de estudo em Perúibe

Fonte: Elaborada pelo autor

LOCALIZAÇÃO DA ÁREAS OCUPADAS IRREGULARMENTE

A presença de ocupações irregulares no entorno de um loteamento pode afetar negativamente o valor dos imóveis, bem como a qualidade de vida dos moradores, que podem enfrentar problemas como a falta de saneamento básico, a insegurança e a poluição. A figura 03 demonstra a localização das áreas no local de estudo.



Figura 03 - Localização das áreas no local de estudo.

Fonte: Elaborada pelo autor

Já as figuras 04 a 10 demonstram a localização das áreas de loteamento regulares implantados no local de estudo.



Figura 04 - Localização loteamento Bougainville V

Fonte: Elaborada pelo autor



Figura 05 - Localização loteamento Baalneáreo Josedy

Fonte: Elaborada pelo autor



Figura 06 - Localização loteamento Vila Erminda

Fonte: Elaborada pelo autor



Figura 07 - Localização loteamento Vatrapiã

Fonte: Elaborada pelo autor

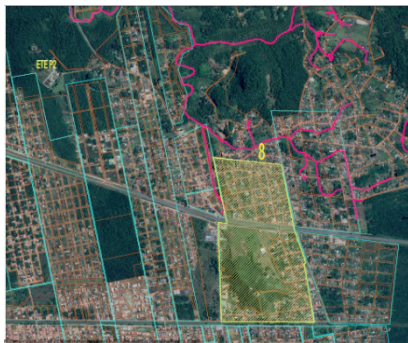


Figura 08 - Localização loteamento Jardim dos Prados

Fonte: Elaborada pelo autor

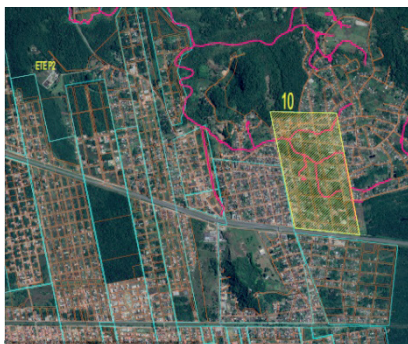


Figura 09 - Localização loteamento Antonio Novais

Fonte: Elaborada pelo autor



Figura 10 - Localização loteamento Parque dos Pássaros

Fonte: Elaborada pelo autor

SITUAÇÃO GERAL DO LOTEAMENTOS E ÁREAS OCUPADAS IRREGULARMENTE

A ocupação irregular de áreas traz consigo diversos problemas, como a falta de infraestrutura básica, como água, luz e saneamento, a insegurança jurídica, a degradação

ambiental, a violência e a vulnerabilidade a desastres naturais. As figuras 11 e 12 demonstram a situação de todas as ruas dos loteamentos e áreas irregulares, sem drenagem de águas pluviais e esgotos a céu aberto.



Figura 11– Ruas sem drenagens de águas pluviais

Fonte: Elaborada pelo autor – Foto de ruas da área do estudo



Figura 12 – Ruas com esgoto a céu aberto

Fonte: Elaborada pelo autor – Foto de ruas da área do estudo

PONTOS DE COLETA

Os pontos de coletas foram definidos de acordo com a área de influência dos corpos hídricos que estão no local de estudo, onde estão concentrados os loteamentos e áreas irregulares e não apresentam redes coletoras de esgotos implantadas. A figura 13 apresenta os locais em imagem de satélite, já a as figuras de 14 a 16 apresentam os corpos hídricos onde estão localizados os pontos para a coleta e análises.



Figura 13 – Localização dos Pontos de Coleta

Fonte: Elaborada pelo autor



Figura 14 – PONTO 1 - AV. GERSON DE SOUZA REIS - Córrego

Fonte: Elaborada pelo autor – Foto ponto 1



Figura 15 – PONTO 2 - R JOSÉ DE LIMA - COM R. OITO – Córrego

Fonte: Elaborada pelo autor – Foto ponto 2

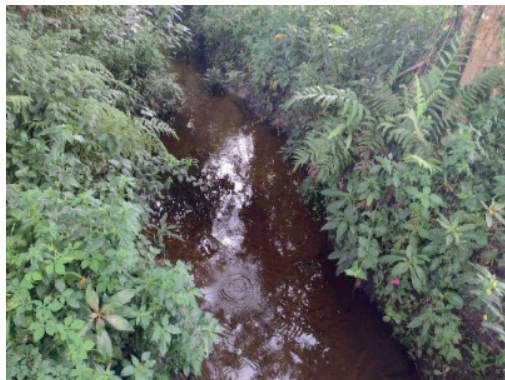


Figura 16 – PONTO 3 - R. ALABASTRO - PRÓX. R. TURQUESA (PONTE) – Córrego

Fonte: Elaborada pelo autor – Foto ponto 3

EQUIPAMENTOS DE COLETA

Existem diversos equipamentos utilizados para a coleta e preservação de amostras em córregos, tais como, gelo reciclável, termômetro, balde inox, corda e caixa térmica, e frascos que se encontram elencados e ilustrados na figura 17. Para rastreamento dos dados de campo, é utilizada uma planilha para preenchimento no momento da coleta.



Figura 17 – Frascos para armazenamento de coleta

EQUIPAMENTOS DE ENSAIO

Para o Ensaio de Coliformes Totais e *E. coli* (Quantitativo) são utilizados cabine de biossegurança, estufa incubadora microbiológica, seladora, substrato enzimático e cartelas plásticas aluminizadas. No ensaio de Demanda Química de Oxigênio (DQO), utiliza-se reator de DQO, espectrofotômetro e kit de DQO. No ensaio de Nitrogênio amoniacal o principal equipamento utilizado é medidor de íon seletivo. Para determinação de Oxigênio Dissolvido são utilizadas vidrarias calibradas e bureta digital, além de solução titulante padronizada. Já para o ensaio de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) os principais equipamentos são a estufa incubadora, garrafas e sensores eletrônicos. No ensaio de

Determinação de Metais (Fósforo) por ICP-OES, utiliza-se o ICP-OES (Espectrometria de Emissão Óptica por Plasma Acoplado Indutivamente) e o digestor por micro-ondas. Para o ensaio de Nitrogênio Amoniacal o principal equipamento é o medidor de íon seletivo.

MÉTODO DE COLETA DE AMOSTRA

Existem vários métodos para coleta de amostras de rios, sendo que a escolha do método depende do objetivo da coleta e das características do rio em questão, o método adotado foi o seguinte:

O técnico coletor separa o material, incluindo planilha de coleta, enumera as etiquetas dos frascos com caneta, anotando os pontos no conjunto de frascos para cada amostra, conforme figura 19 que demonstra as amostras realizadas. Para essa amostragem, foram definidos ensaios que demandam 5 frascos por amostra para 3 pontos de coleta. Cada ponto de coleta corresponde a uma amostra.



Figura 19 – Amostras realizadas nos pontos

Fonte: Elaborada pelo autor

De posse dos materiais conferidos, o coletor dirige-se ao local da amostragem e avalia a existência de possíveis alterações no ambiente que podem interferir nos resultados. Caso haja alguma alteração ambiental pertinente, técnico anota no campo de observações em planilha.

Em seguida, lança-se o balde amarrado por uma corda no corpo hídrico, enchendo-o por completo. Essa primeira coleta é descartada, pois faz parte do procedimento ambientar o balde de coleta com a amostra que será coletada. Na segunda batelada, o coletor recolhe o balde e imediatamente submerge o frasco de vidro para ensaio de Oxigênio Dissolvido (OD), enchendo-o completamente, evitando espaços para bolhas. Em seguida, adiciona-se os preservantes para a fixação do OD. Continuando, o técnico coletor enche frasco plástico esterilizado de 100 mL para ensaios bacteriológico (Coliformes Totais e *E. coli*), fechando-o imediatamente e armazenando na caixa de coleta refrigerada. Na sequência, é preenchido o frasco plástico de 2 L e imediatamente armazenado na caixa refrigerada de coleta para determinação de DBO e outros 2 frascos plásticos, um de 100 mL para ensaio Fósforo e

outro de 250 mL para ensaio de DQO. Estes últimos, também recebem preservação, sendo para Fósforo 10 gotas de ácido Nítrico (HNO_3) e para DQO 10 gotas de ácido sulfúrico (H_2SO_4). Na sequência, são armazenados na caixa refrigerada de coleta. Os frascos de vidro para ensaio de OD, são acondicionados fora da caixa refrigerada, para evitar que a temperatura baixa ($4\pm 2^\circ\text{C}$) interfira no resultado da amostra em virtude da formação de bolhas.

Enquanto o técnico coletor armazena os frascos da amostra, um termômetro é inserido no balde com o restante da amostra, para verificar a temperatura da amostra. A temperatura do ar também é conferida pelo termômetro e os resultados anotados na planilha de coleta, nos campos respectivos aquela amostra. Também é anotado na planilha, as condições de chuva nas últimas 24h que antecederam a amostragem, sendo verificado nível de chuvas fracas, médias ou fortes.

MÉTODO DE ENSAIO DE AMOSTRAS

Ensaio de Coliformes Totais e *E. coli* (Quantitativo) - Referência: Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 23rd Edition, 2017 - Seções: 9223 A e B.

Antes de iniciar o ensaio o analista deve ligar a capela de fluxo laminar e efetuar a desinfecção da área de trabalho com álcool etílico 70°INPM. Em seguida, ligar a seladora de cartelas e aguardar o seu aquecimento. O analista então organiza as amostras a serem analisadas e as relacionam no formulário para registro e rastreabilidade, juntamente com o fator de diluição que foi realizado para cada amostra.

O material necessário deve ser disposto na bancada para a execução do ensaio: frascos com água de diluição, provetas, pipetas de 10 mL, meio de cultura, cartelas, frasco de 100 mL. Todos os materiais devem estar previamente esterilizados.

Em seguida, a amostra deve ser homogeneizada vigorosamente e diluída em água estéril para obter as diluições desejadas, conforme figura 24. O meio de cultura é adicionado ao frasco contendo a amostra diluída, e a mistura é transferida para uma cartela de quantificação. A cartela é selada e incubada em estufa por um período de 20 a 24 horas a uma temperatura de $35 \pm 0,5^\circ\text{C}$. Toda essa manipulação ocorre na capela de biossegurança. (Figura 21). As cartelas de quantificação são seladas na seladora. (figura 22).

Após a incubação (Figura 23), as amostras são avaliadas para a presença de coliformes totais e *E. coli*. A detecção de coliformes totais é realizada por meio da mudança de cor do substrato, enquanto a presença de *E. coli* é determinada por meio da fluorescência sob luz ultravioleta. Essa verificação é possível através do uso da cartela de quantificação (Figura 24). As colônias que se desenvolvem no substrato são contadas e a concentração de microrganismos é calculada. O resultado final é expresso em Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais e *E. coli* por 100 mL de água.

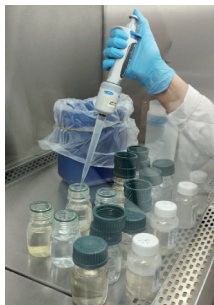


Figura 20 - Frascos de amostras em análise

Fonte: Elaborada pelo autor



Figura 21- Cabine de biossegurança

Fonte: Elaborada pelo autor



Figura 22- Seladora de Cartelas

Fonte: Elaborada pelo autor



Figura 23- Estufa incubadora microbiológica

Fonte: Elaborada pelo autor



Figura 24- Cartelas plásticas aluminizadas

Fonte: Elaborada pelo autor

Ensaio de Demanda Química de Oxigênio (DQO) - Referência: Standard Methods For Examination of Water and Wastewater 23rd Edition 2017 - Seção 5220 D - Closed Reflux, Colorimetric Method.

O ensaio para determinação da Demanda Química de Oxigênio (DQO) pelo método de refluxo fechado é utilizado para avaliar a quantidade de matéria orgânica presente em uma amostra de água ou efluente. As amostras, soluções padrões e branco devem estar à temperatura ambiente. Antes de iniciar o ensaio, o técnico deve ligar o bloco digestor (figura 25) e aguardar a estabilização da temperatura.

O procedimento consiste em adicionar a amostra a um tubo de ensaio contendo uma solução oxidante de dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) e ácido sulfúrico (H_2SO_4). Em seguida, a mistura é aquecida por um período de 2 horas a $150\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, com refluxo contínuo para garantir a completa oxidação da matéria orgânica.

Ao final da digestão, o técnico deve aguardar cerca de 20 minutos e com o tubo ainda quente, inverte-lo diversas vezes. Após o período de resfriamento, utilizando o próprio tubo em que a amostra foi digerida, é então realizada a leitura em espectrofotômetro (figura 26) no comprimento de onda adequado a faixa de concentração utilizada. O resultado é expresso em miligramas de oxigênio consumido por litro de amostra (mg/L).



Figura 25 - Reator de DQO

Fonte: Elaborada pelo autor



Figura 26 - Espectrofotômetro

Fonte: Elaborada pelo autor

Ensaio de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) - Referência: Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 23rd Edition, 2017. Seção 5210 D.

Previamente à execução do ensaio, o analista determina a concentração de DQO para cada amostra a ser analisada. O cálculo da DBO esperada, e sua respectiva faixa de incubação, é obtido dividindo o resultado de DQO por 2.

No início do ensaio, o analista verifica o pH das amostras em temperatura ambiente e, se necessário, efetua o ajuste para pH 7,00 utilizando as soluções diluídas de H_2SO_4 ou NaOH. Em seguida, retira a quantidade de amostra suficiente, conforme a concentração esperada de DBO, e transfere para uma garrafa especial (figura 27). Quanto maior a concentração esperada, menor o volume de amostra a ser utilizado na incubação.

O técnico adiciona próximo de 0,08 g (uma tampa dosadora) de inibidor de nitrificação para cada 150 mL de amostra. Nesta mesma garrafa são adicionados 1 mL de cada nutriente: Solução Tampão de Fosfato 1,5 N, Solução Sulfato de Magnésio 0,41 M, Solução de Cloreto de Cálcio 0,25 M, Solução de Cloreto Férrico 0,018 M e Solução de Cloreto de Amônio 0,71 N.

Por fim, o técnico adiciona a barra magnética e lentes de NaOH no respectivo suporte de cada garrafa e efetua o fechamento das mesmas com o sensor eletrônico. Os sensores são ajustados para início da medição e o conjunto “garrafa+sensor” (figura 28) é posicionado na bandeja de agitação dentro da estufa incubadora (figura 29) ajustada à temperatura de 20 ± 1 °C. Após 3 horas de incubação o timer do sensor eletrônico inicia a marcação do tempo de incubação.

A cada 24 horas o sensor grava o resultado de um dia de incubação. Após um período de incubação de 5 dias, o sensor é usado para medir a quantidade de oxigênio restante na amostra e a quantidade de oxigênio consumida pelos microrganismos é calculada. Esse valor representa a DBO da amostra e é expresso em miligramas de oxigênio consumido por litro de amostra (mg/L).



Figura 27 - Preparação do ensaio de DBO

Fonte: Elaborada pelo autor



Figura 28- Conjunto garrafa e sensor eletrônico

Fonte: Elaborada pelo autor



Figura 29 - Incubadora de DBO

Fonte: Elaborada pelo autor

Ensaio de Determinação de Metais (Fósforo) por ICP-OES - Referência: Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 23rd Edition, 2017 - Seções 3120-B e 3030 K

O equipamento ICP-OES (figura 30) utiliza plasma indutivamente acoplado para excitar os átomos presentes na amostra, gerando luz que é medida para determinar a concentração de metais em amostras de água e efluentes.

O ensaio inicia-se pela preparação das amostras por meio da etapa de digestão em forno micro-ondas, cujo objetivo é minimizar os efeitos dos interferentes da matriz. O técnico analista deve pipetar uma alíquota de 45 mL de amostra em um vaso e adicionar 5 mL de HNO_3 . Em seguida, transfere-se o tubo contendo a amostra no carrossel, identificando-se as posições das respectivas amostras e inicia-se a digestão a partir do programa de temperatura configurado no equipamento. Após a digestão, as amostras são transferidas para os respectivos tubos de ensaios.

No equipamento ICP deverá ser preparada uma curva de calibração com o material de referência certificado (MRC) para o metal de interesse, previamente a execução da leitura da amostra. No software do equipamento, o analista deve abrir uma nova Worksheet a partir de um template já existente e registrar cada uma das amostras a ser analisada, assim como os controles analíticos que acompanham o lote de amostras.

Em seguida, na tela principal, inicia-se o ensaio com a aspiração da amostra. Pelo sistema de nebulização a amostra é convertida em aerossol e introduzida no equipamento pelo arraste de gás argônio até o tubo injetor localizado dentro da tocha, lá os átomos são submetidos à temperatura de aproximadamente 6.000 a 8.000 K causando a dissociação quase completa das moléculas reduzindo significativamente os interferentes químicos. A temperatura nesta magnitude é responsável pela excitação e emissão dos átomos, produzindo um espectro que é detectado e convertido em concentração pelo equipamento.

Os resultados são expressos em partes por milhão (ppm) ou em outras unidades de concentração, dependendo da necessidade do ensaio.



Figura 30 - Técnico realizando a leitura das amostras no ICP-OES

Fonte: Elaborada pelo autor

Ensaio de Oxigênio Dissolvido pelo Método Winkler - Referência: Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 23rd Edition 2017 Method 4500-O C

O ensaio para determinação de Oxigênio Dissolvido pelo método iodométrico modificado pela Azida Sódica (Método de Winkler) é uma análise química titulométrica utilizada para o controle do processo de tratamento de esgoto e poluição da água e também para monitorar a qualidade da água em ambientes naturais, como rios, córregos e lago.

Durante a coleta, as amostras devem ser acondicionadas em frascos de DBO com capacidade aproximada de $300 \pm 3,0$ mL. A fixação do oxigênio deve ser feita imediatamente após a coleta através da adição lenta de 1 mL de Solução de Sulfato Manganoso seguido de 1 mL da Solução de Iodeto de Azida Sódica, de modo que cada reagente escorra pela boca do frasco imergindo na amostra sem que ocorra a aeração da mesma. Em seguida, o técnico deve tampar cuidadosamente o frasco para excluir bolhas de ar, agitar o frasco por inversão algumas vezes e esperar o precipitado sedimentar. No laboratório o analista adiciona 1 mL de Ácido Sulfúrico P.A ou 2 mL na concentração 1:1 (figura 31) e procede à titulação com a solução com Tiossulfato de Sódio 0,025 N ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) até a coloração “amarelo palha”. Na etapa seguinte são adicionadas gotas da solução amido indicador e continua-se a titulação até a viragem de azul para incolor. A concentração de oxigênio dissolvido é calculada pelo volume gasto do titulante e o resultado é expresso em mg/L.



Figura 31 – Frasco com amostra para OD

Fonte: Elaborada pelo autor

Ensaio de Nitrogênio Amoniacal - Referência: Standard Methods For Examination of Water and Wastewater 23ª Edição – Método: 4500-NH₃ D

Antes de iniciar o ensaio, o analista deve realizar a calibração do medidor de íon seletivo com pelo menos 02 pontos que contemplem a faixa esperada do analito (figura 32). Em seguida, transfere-se 50 mL de amostra a ser analisada e 1,0 mL de solução ajustadora de força iônica. Para leitura, mergulha-se o eletrodo na amostra e pressiona-se o botão ler. O método baseia-se na quantificação eletrométrica do Nitrogênio Amoniacal (N-NH_3), após a sua conversão a amônia solúvel (NH_3) em pH alcalino. O eletrodo utiliza uma membrana hidrofóbica permeável a gás para separar a solução da amostra da solução interna de cloreto de amônia (NH_4Cl) do eletrodo. Amônia dissolvida (NH_3 (aq) e NH_4^+) é convertida a NH_3 (aq) com o aumento de pH a 11 através da utilização de uma base forte. A amônia solúvel (NH_3) difunde-se através da membrana do eletrodo e altera o pH da solução interna proporcionalmente à concentração do Nitrogênio Amoniacal e essa alteração é sentida por um eletrodo de pH. Essa medição é feita com um medidor de pH/íons específicos.

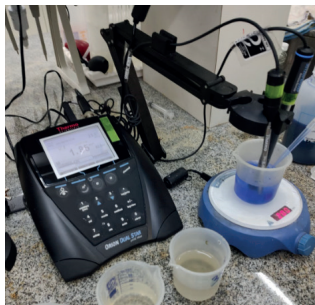


Figura 32 – Ensaio de Nitrogênio amoniacal

Fonte: Elaborada pelo autor

RESULTADOS OBTIDOS

O PONTO 1 - AV. GERSON DE SOUZA REIS, apresentou os resultados mais preocupantes, em todos os parâmetros analisados, tais como, em out/2022 apresentou coliformes totais 2.419.600 NMP/100mL, *E. coli* 40.700 NMP/100 mL, e uma DBO 60 mg/L. Em agosto de 2022 foi decidido a retirada dos ensaios de nitrito e nitrato devido a baixa variação dos resultados. Esses resultados podem estar relacionados com a localização do ponto, que está no centro da área estudada, recebendo uma grande contribuição de esgoto bruto.

Ponto 1 - Av. Gerson de Souza Reis - córrego															
Mês/Ano	Data	Hora	Amostra	Coliformes Totais (NMP/100 mL)	E.coli (NMP/100 mL)	Demanda Química de Oxigênio (mg/L)	Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L)	Fósforo total (mg/L)	Nitrato (mg N/L)	Nitrito (mg N/L)	Nitrogênio Amoniacal (mg N/L)	Oxigênio Dissolvido (mg/L)	pH	Condutividade (µS/cm 25°C)	Temperatura da Amostra (°C)
jun-22	22/06/22	10:53	15679	770.100	82.000	84	32	1,04	< 2,0	< 0,025	12,0	< 1,0	6,8	321	21,9
jul-22	01/07/22	07:42	16054	980.400	145.500	58	24	1,06	< 2,0	< 0,025	-	< 1,0	-	-	22,0
jul-22	05/07/22	09:49	16277	648.800	156.500	72	28	1,15	< 2,0	< 0,025	-	< 1,0	-	-	22,0
jul-22	12/07/22	08:24	17199	410.600	40.800	72	28	1,22	< 2,0	< 0,025	10,9	< 1,0	-	-	23,0
jul-22	18/07/22	09:00	17499	1.046.200	65.000	61	42	< 0,02	2,1	< 0,025	14,5	< 1,0	-	-	21,0
jul-22	25/07/22	09:00	18169	866.400	79.400	67	30	1,33	< 2,0	< 0,025	14,7	< 1,0	-	-	18,0
ago-22	01/08/22	09:01	18700	816.400	44.100	67	23	0,28	4,14	< 0,025	8,11	< 1,0	-	-	17,0
ago-22	15/08/22	08:54	20067	488.400	32.300	80	18	1,65	-	-	9,31	< 1,0	-	-	22,0
set-22	05/09/22	09:01	21991	1.699.950	84.150	113	14	-	-	-	2,17	1,0	-	-	18,0
set-22	19/09/22	10:19	23084	613.100	46.850	126	26	1,80	-	-	2,59	< 1,0	-	-	24,0
out-22	03/10/22	08:00	24294	>2.419.600	40.700	257	60	1,70	-	-	3,28	< 1,0	-	-	19,0
out-22	17/10/22	08:49	26200	1.643.000	28.350	162	90	1,96	-	-	6,80	< 1,0	-	-	27,0
nov-22	01/11/22	09:34	27093/2022	1.986.300	100.200	89	41	0,87	-	-	20,90	< 1,0	-	-	20,0
dez-22	07/12/22	08:54	30716/2022	218.700	18.550	99	5	0,59	-	-	1,83	< 1,0	-	-	26,0
jan-23	09/01/23	08:34	965	474.750	62.300	79	-	-	-	-	-	< 1,0	-	-	23,0

Tabela 1 – Resultados do PONTO 1 - - Av. Gerson de Souza Reis – córrego

Fonte: Elaborada pelo autor

O PONTO 2 - R JOSÉ DE LIMA - COM R. OITO, apresentou os resultados mais estáveis, em set/2022: Coliformes totais 658.600 NMP/100 mL, *E. coli* 6.131 NMP/100 mL, e uma DBO 8 mg/L. Também em agosto de 2022 foi decidido a retirada dos ensaios de nitrito e nitrato devido à baixa variação dos resultados. Esses resultados podem estar relacionados com a vazão do córrego, pois o mesmo também recebe uma grande contribuição de esgoto bruto.

Ponto 2 - R. José de Lima - com R. Oito - córrego														
Data	Hora	Amostra	Coliformes Totais (NMP/100 mL)	E.coli (NMP/100 mL)	Demanda Química de Oxigênio (mg/L)	Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L)	Fósforo total (mg/L)	Nitrato (mg N/L)	Nitrito (mg N/L)	Nitrogênio Amoniacal (mg N/L)	Oxigênio Dissolvido (mg/L)	pH	Condutividade (µS/cm 25°C)	Temperatura da Amostra (°C)
22/06/22	11:15	15680	18.300	583	64	34	0,21	< 2,0	< 0,025	0,62	2,8	6,4	193	21,6
01/07/22	07:20	16055	81.640	100	98	29	0,19	< 2,0	< 0,025	-	< 1,0	-	-	21,0
05/07/22	09:31	16278	12.033	292	100	52	0,42	< 2,0	< 0,025	-	< 1,0	-	-	22,0
12/07/22	08:11	17200	9.590	310	89	24	0,26	< 2,0	< 0,025	0,76	< 1,0	-	-	22,0
18/07/22	08:47	17500	14.670	862	70	48	< 0,02	< 2,0	0,047	2,17	< 1,0	-	-	21,0
25/07/22	08:42	18170	18.596	109	59	22	0,19	< 2,0	< 0,025	0,78	1,0	-	-	19,0
01/08/22	08:40	18701	15.733	210	92	30	1,19	< 2	< 0,025	0,9	< 1,0	-	-	17,0
15/08/22	08:31	20068	>24.196	14.136	40	11	0,31	-	-	0,78	< 1,0	-	-	21,0
05/09/22	08:42	21992	658.600	6.131	39	8	-	-	-	0,36	3,0	-	-	18,0
19/09/22	10:04	23085	167.000	10.900	51	19	0,72	-	-	0,89	< 1,0	-	-	24,0
03/10/22	08:30	24295	125.400	1.860	153	35	0,99	-	-	0,97	< 1,0	-	-	20,0
17/10/22	08:27	26201	579.400	3.255	105	< 3	0,89	-	-	1,73	< 1,0	-	-	27,0
01/11/22	08:57	27094/2022	>241.960	48.840	52	15	0,4	-	-	0,56	1,8	-	-	20,0
07/12/22	08:36	30717/2022	488.400	35.000	61	6	0,4	-	-	0,84	< 1,0	-	-	26,0
09/01/23	08:21	966	155.310	2.430	126	-	-	-	-	-	< 1,0	-	-	23,0

Tabela 2 – Resultados do PONTO 2 - R. José de Lima - com R. Oito

Fonte: Elaborada pelo autor

O PONTO 3 - R. ALABASTRO – PRÓXIMO À R. TURQUESA (PONTE), apresentou os resultados menos preocupantes, em set/2022: Coliformes totais 49.600 NMP/100 mL, *E. coli* 3.100 NMP/100mL, e uma DBO 10 mg/L. Também em agosto de 2022 foi decidido a retirada dos ensaios de nitrito e nitrato devido à baixa variação dos resultados. Esses resultados podem estar relacionados com a localização do ponto, pois o entorno já existe rede coletora de esgotos implantados.

Ponto 3 - R. Alabastro - próx. R. Turquesa (Ponte) - córrego														
Data	Hora	Amostra	Coliformes Totais (NMP/100 mL)	E.coli (NMP/100 mL)	Demanda Química de Oxigênio (mg/L)	Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L)	Fósforo total (mg/L)	Nitrato (mg N/L)	Nitrito (mg N/L)	Nitrogênio Amoniacal (mg N/L)	Oxigênio Dissolvido (mg/L)	pH	Condutividade (µS/cm 25°C)	Temperatura da Amostra. (°C)
07/06/22	11:46	14953	77.600	4.352	< 25	< 3	-	-	-	-	4,2	6,9	369	21,9
22/06/22	11:45	15681	325.500	21.800	47	28	0,58	< 2,0	< 0,025	9,55	2,9	7,0	395	22,8
18/07/22	08:26	17501	198.900	38.400	33	30	< 0,02	< 2,0	< 0,025	7,21	< 1,0	-	-	19,0
25/07/22	08:21	18171	62.400	5.475	34	24	< 0,02	< 2,0	< 0,025	5,13	2,0	-	-	17,0
01/08/22	08:29	18702	78.900	7.500	32	14	0,58	2,94	0,03	4,37	1,0	-	-	14,0
15/08/22	08:12	20069	67.600	5.100	35	7	0,70	-	-	5,36	< 1,0	-	-	19,0
05/09/22	08:21	21993	80.100	13.200	57	< 3	-	-	-	0,80	3,0	-	-	18,0
19/09/22	09:49	23086	49.600	3.100	34	10	0,37	-	-	2,13	2,0	-	-	23,0
03/10/22	09:00	24296	307.600	36.900	31	10	0,38	-	-	3,21	2,0	-	-	17,0
17/10/22	08:16	26202	49.500	7.500	29	15	0,52	-	-	4,00	< 1,0	-	-	27,0
01/11/22	08:24	27095/2022	>241.960	57.940	34	10	0,23	-	-	0,60	3,9	-	-	19,0
07/12/22	08:09	30718/2022	193.500	2.000	45	4	0,27	-	-	2,18	2,3	-	-	24,0
09/01/23	08:06	967	104.620	11.060	34	-	-	-	-	-	2,4	-	-	23,0

Tabela 3 – Resultados do Ponto 3 - R. Alabastro – próximo à R. Turquesa (Ponte) - córrego

Fonte: Elaborada pelo autor

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para uma melhor análise e discussão, é necessário abordarmos aspectos da classificação dos Rios segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005, para um Rio Classe 1, alguns padrões são DBO até 3 mg/L, OD não inferior a 6 mg/L, pH de 6,0 a 9,0, N-Nitrato até 10,0 mg/L e Coliforme termotolerante não devem exceder o limite de 200 por mL. Para os rios de Classe 2 DBO até 5 mg/L, OD não inferior a 5mg/L, pH de 6,0 a 9,0, N-Nitrato até 10,0 mg/L e Coliforme termotolerante não devem exceder o limite de 1000 por mL, Para Classe 3 a DBO até 10 mg/L, OD não inferior a 4 mg/L, pH de 6,0 a 9,0 e Coliforme termotolerante não devem exceder o limite de 4000 por m e Classe 4 OD superior a 2,0 mg/L e pH 6,0 a 9,0. Ressalva-se que conforme CONAMA nº 357/2005, a *E. coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro de coliformes termotolerantes.

O córrego do Ponto 1 apresentou uma variação de DBO entre 5 a 90 mg/L, OD todos os resultados abaixo de 1 mg/L, portanto características abaixo de uma classificação 4 para rios, ou seja, totalmente impactado pelos lançamentos de esgotos das áreas irregulares e regulares sem a rede coletora. Também foi encontrado no ponto 1 um acúmulo excessivo de nitrogênio amoniacal na água, que podem ser tóxicas para muitas formas de vida aquática, como peixes, invertebrados e plantas aquáticas.

Já o córrego do Ponto 2, OD somente em 3 amostras ficou acima de 1 mg/L, coliformes totais o menor número foi 9.590 NMP/mL, ainda assim não se enquadraria como Classe 4 de Rios, conforme a Resolução CONAMA 357/2005, evidenciando-se como córregos impactados pelos lançamentos irregulares.

Para o córrego do Ponto 3, variação de DBO entre 3 a 30 mg/L, OD, resultados entre 1 e 4,2 mg/L, mas devido a resultados altos de Coliforme Totais que variaram entre 49.500 NMP/100 mL a 325.500 NMP/100mL, e *E. Coli* entre 3.100 a 57940 NMP/100 mL, esse córrego apresenta características equivalente à Classe 4, segundo a CONAMA 357/2005.

O Decreto N° 8468/76 do Estado de São Paulo apresenta padrões de qualidade mais restritivos para a classificação dos corpos hídricos, tais como DBO, não podendo superar de 10mg/l e OD, com limite mínimo de 4,0 mg/l. Os córregos do ponto 1 e 2 analisados, apresentaram resultados fora dos padrões, e no córrego do ponto 3, resultados que tendem a atender padrões de classe 4, segundo essa legislação, devendo serem melhores analisados, os motivos dessa melhoria.

Para o Decreto 10.755/77, que determina a classificação dos rios, mais especificamente no seu anexo A, que classifica as bacias e classes de rios pertencentes no Estado de São Paulo, o rios de classe 1 da bacia do Litoral Sul, no seu item d) são:

“Todos os cursos d’água do litoral desde a divisa dos municípios de Itanhaém e Mongaguá até a divisa do município de Cananéia com o Estado do Paraná, até a cota 50.”

Portanto, existe a necessidade de um trabalho de monitoramento, e recuperação de todos os corpos hídricos do município, em especial os córregos analisados.

CONCLUSÃO

A implementação de um plano de zoneamento urbano pode ser uma das principais ferramentas para prevenir a ocupação irregular de áreas próximas a corpos hídricos. Esse plano deve delimitar áreas específicas para diferentes tipos de uso, incluindo áreas verdes e de proteção ambiental. É importante que a fiscalização das áreas próximas a corpos hídricos seja realizada de forma regular e eficiente, para evitar que pessoas ocupem essas áreas de forma irregular. É necessário que a fiscalização seja acompanhada de medidas punitivas para desestimular a ocupação irregular.

A regularização fundiária é uma medida importante para reduzir a ocupação irregular em áreas próximas a córregos. Isso pode ser feito por meio da regularização de propriedades ocupadas de forma irregular, o que pode reduzir o número de pessoas em situação de vulnerabilidade. A instalação de dispositivos de contenção, como muros de arrimo e barreiras de contenção, pode ajudar a evitar a erosão das margens dos córregos e, consequentemente, reduzir a possibilidade de enchentes e deslizamentos de terra.

A implantação de sistemas de drenagem pluvial pode ajudar a evitar o acúmulo de água em áreas próximas a córregos, reduzindo o risco de enchentes e inundações.

Melhoria da qualidade de vida, a ausência de redes coletoras de esgotos pode afetar a saúde e a qualidade de vida da população local. O acúmulo de esgoto pode causar doenças infecciosas e afetar o bem-estar geral da população. A implantação de redes coletoras de esgotos pode garantir um ambiente mais saudável e seguro para a população. Preservação do meio ambiente: O esgoto lançado em corpos hídricos pode causar danos ambientais, como a poluição da água e a morte de espécies aquáticas. A implantação de redes coletoras de esgotos pode ajudar a preservar o meio ambiente, garantindo que o esgoto seja tratado adequadamente antes de ser lançado nos rios.

A educação ambiental é uma medida importante para conscientizar a população sobre os riscos da ocupação irregular em áreas próximas a córregos. As campanhas de educação ambiental podem incluir palestras, cartilhas e ações de mobilização social e o monitoramento e a fiscalização são medidas essenciais para garantir que as ocupações irregulares não causem danos ao meio ambiente e à população local.

Enfim, os resultados das análises das amostras coletadas, evidenciam a necessidade de implantação de redes de esgoto no local. Essa pesquisa ganha importância, diante da informação da implantação, já em andamento, de equipamentos de coleta, afastamento e tratamento de esgotos na região do estudo. Essas obras devem evitar que o efluente seja descarregado diretamente nos córregos, reduzindo a poluição das águas, melhorando sua qualidade e preservando a vida aquática. Esse monitoramento seguirá, com o objetivo de evidenciar resultados positivos, pós instalação do sistema de esgotamento sanitário.

AGRADECIMENTOS

Funcionários do Laboratório F.Q. Efluentes, Laboratório de Metais e Laboratório de Microbiologia da Divisão de Controle Sanitário Baixada Santista e Setor de Peruíbe:

Deborah Cristina de Assis Freitas, Carlene Santos de Lucena, Helio Okida, Aline Cardoso Diniz, Diego, Guimaraes Lauzen, Paula Yuri Nishimura, Alessandra Zola Ramin, Lisieux de Paula Furtado e Denison Pereira da Silva.

REFERÊNCIAS

1. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA); AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA); WATER ENVIRONMENT FEDERATION (WEF). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 23rd ed. Washington, D.C: APHA, 2017.
2. BARTRAM, Jamie; BALLANCE, Richard. **Water Quality Monitoring: A Practical Guide to the Design and Implementation of Freshwater Quality Studies and Monitoring Programmes**. London: Spon Press, 1996.
3. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Cadernos de Conservação de Recursos Hídricos: Ocupações em Áreas de Preservação Permanente e Margens de Corpos Hídricos**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2015.
4. _____. Ministério da Saúde. **Manual de Saneamento**. 3ª ed. Editora do Ministério da Saúde, 2017. Disponível em: http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_saneamento_3ed.pdf
5. _____. **Lei Federal nº 9.985/2000 - Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC)**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm. Acesso em: 16 abr. 2023.
6. _____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 303, de 20 de março de 2002**. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=399>. Acesso em: 16 abr. 2023.
7. _____. DECRETO Nº 8.468, de 08 DE SETEMBRO DE 1976 (Atualizado com redação dada pelo Decreto 54.487, de 26/06/09). ALESP – Assembléia Legislativa do Estado de São Paulo
8. _____. DECRETO Nº 10.755, DE 22 DE NOVEMBRO DE 1977. ALESP – Assembléia Legislativa do Estado de São Paulo.
9. CANADA. **Guidelines for Canadian Drinking Water Quality**. Ottawa: Health Canada, 2019.
10. FARIAS, Raimundo Carlos Silvino et al. **Ocupações irregulares em áreas de preservação permanente e seus impactos ambientais em um trecho da bacia hidrográfica do Rio Jundiá-Mirim, São Paulo, Brasil**. *Ambiência, Guarapuava*, v. 14, n. 3, p. 717-732, 2018.
11. FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (FDA). **Bacteriological Analytical Manual (BAM), Chapter 4: Enumeration of Escherichia coli and the Coliform Bacteria**. Silver Spring, MD: FDA, 2019.
12. <https://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2012/02/alem-de-praias-peruibe-sp-conta-com-complexo-termal.html>

13. METROHM APPLICATION BULLETIN. **Determination of Chemical Oxygen Demand (COD) in Wastewater According to DIN 38409-41 with the 827 pH Lab.** Herisau, Switzerland: Metrohm AG, 2018.
14. RICE, E.W., BAIRD, R.B., EATON, A.D., CLESCERI, L.S. (Editors). (2017). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 23rd ed. Washington, D.C.: American Public Health Association.
15. SANTOS, Marina Henriques. **Ocupações irregulares de áreas urbanas e a problemática da habitação no Brasil**. Revista de Estudos Empíricos em Direito, Belo Horizonte, v. 4, n. 1, p. 79-102, 2017.
16. SEHAB-PMP, Secretaria de Habitação da Prefeitura Municipal de Peruipe. Cadastro dos loteamentos aprovados no município. 2023.
17. SILVA, Carlos Alberto Figueiredo da; LINKE, Clarisse Cunha. **Planejamento Urbano e Ambiental**. Editora Oficina de Textos, 2018.
18. SILVA, A.M.C. et al. **Impactos ambientais e sanitários decorrentes do processo de urbanização: um estudo de caso em área de ocupação irregular em Natal-RN**. Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v. 6, n. 2, p. 186-204, 2017.
19. STANDARD METHODS ONLINE. (2017). **Method 4500-P B: Phosphorus**. In: **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 23rd ed. Washington, D.C.: American Public Health Association. Disponível em: <https://www.standardmethods.org/doi/pdf/10.2105/SMWW.6101>. Acesso: 18 Abril 2023.
20. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). **Method 1603: Escherichia coli (E. coli) in Water by Membrane Filtration Using Modified Membrane-Thermotolerant Escherichia coli Agar (Modified mTEC)**. EPA-821-R-18-004. Washington, D.C: EPA, 2018.