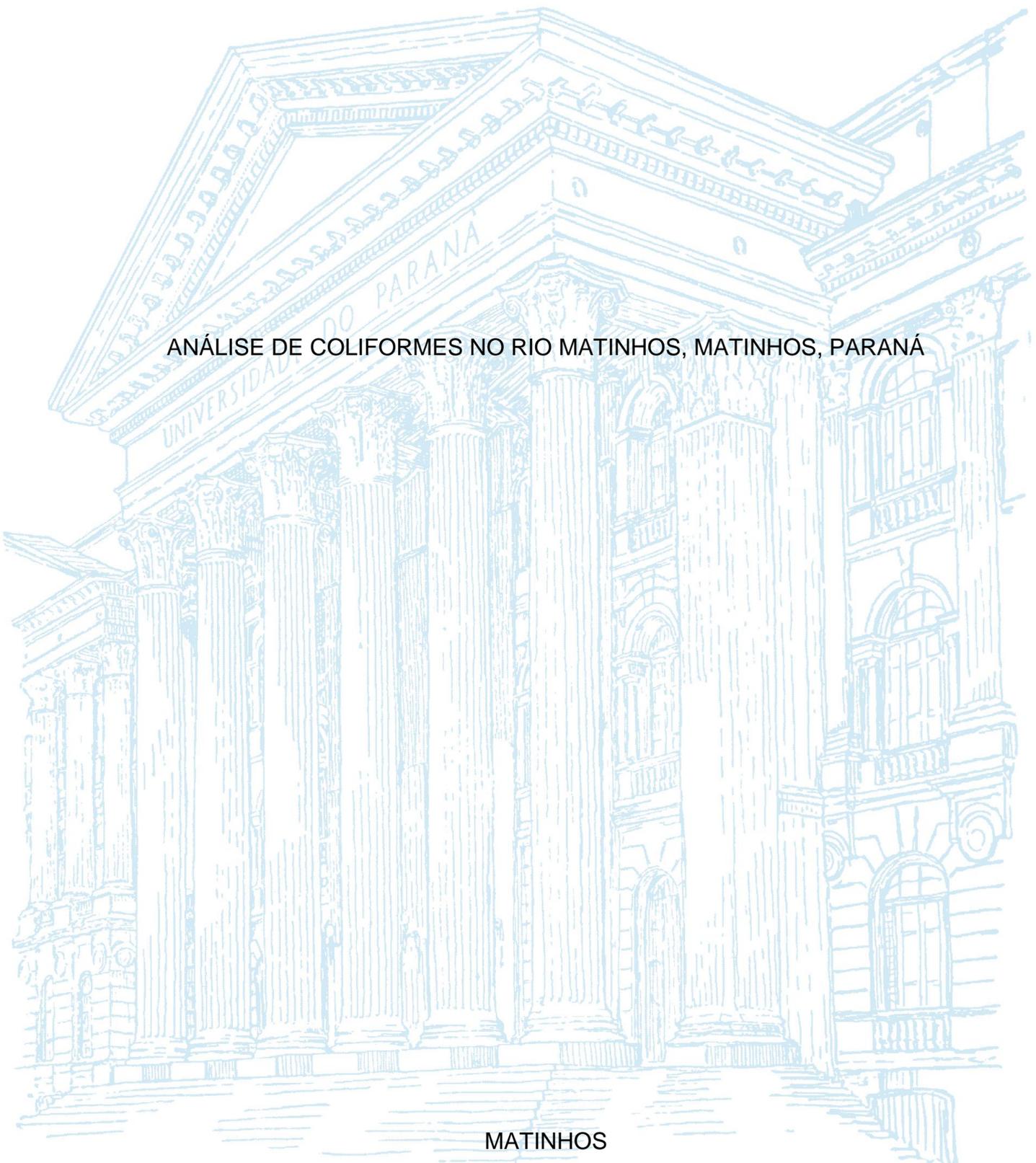


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CAIO AUGUSTO DA SILVEIRA E SANTOS

ANÁLISE DE COLIFORMES NO RIO MATINHOS, MATINHOS, PARANÁ



MATINHOS

2019

CAIO AUGUSTO DA SILVEIRA E SANTOS

ANÁLISE DE COLIFORMES NO RIO MATINHOS, MATINHOS, PARANÁ

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de graduação em Gestão Ambiental, Setor Litoral, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Fernandes Huergo

MATINHOS

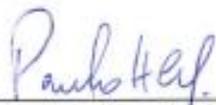
2019

ATA DE AVALIAÇÃO DA DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos vinte e dois dias do mês de novembro de dois mil e dezenove, às treze horas e trinta minutos, no Setor Litoral da Universidade Federal do Paraná, reuniu-se a banca avaliadora do trabalho de conclusão de curso, constituída pelos professores Paulo Henrique Carneiro Marques e Felipe Foroni Cota Souza, sob a presidência do Orientador professor Luciano Fernandes Huergo. O Trabalho de Conclusão do Curso de Bacharelado em Gestão Ambiental, do aluno **Caio Augusto da Silveira e Santos** sob o título: “**Análise de água de um rio urbano, Matinhos, Paraná**”, obteve o conceito APL. O aluno deverá efetuar as correções solicitadas pela banca e entregar a versão final em formato digital, até o dia 20 do mês de dez, do ano 2019, na assessoria da Câmara do curso de Gestão Ambiental.



Luciano Fernandes Huergo
Professor Orientador



Paulo Henrique Carneiro Marques
Membro da banca avaliadora



Felipe Foroni Cota Souza
Membro da banca avaliadora

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e ao cosmos, pela sucessão de conspirações à meu favor que tornaram possível a minha existência e o meu ingresso na Universidade Federal do Paraná. A minha família, Silveira, aos meus amigos, colegas de laboratório e demais companhias por todo apoio necessário e pelas vivências adquiridas durante toda a minha graduação.

Também gostaria de agradecer ao meu orientador e meus professores, que possibilitaram a idealização e execução do presente estudo. Finalmente, agradeço ao povo brasileiro que manteve e mantém uma universidade pública, gratuita e de qualidade.

Dedico este estudo à todos aqueles que acreditam no poder da natureza e do universo e preocupam-se com sua manutenção. Sou grato.

O terceiro compartimento no qual agora chegam os poetas é um campo de areia ardente, devastado por grandes chamas de fogo. Aí estão os violentos contra deus, contra a natureza e contra a arte.

A divina comédia, Dante Alighieri

RESUMO

O aumento populacional e a má gestão de recursos naturais, aliados com a progressiva degradação ambiental, resultaram no aumento da pressão antrópica sobre os rios urbanos. A pressão antrópica nesses canais fluviais contribuiu para o excesso de esgoto doméstico e carga orgânica na água. As bactérias do grupo coliformes totais e *Escherichia coli* estão presentes em fezes humanas e de animais de sangue quente, portanto a presença e a concentração destes microrganismos são utilizadas como indicador do nível de contaminação de material fecal em análises de água. A concentração de coliformes e *E. coli* são utilizadas para análises de balneabilidade e potabilidade, conforme resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 274/2000. Em municípios litorâneos como Matinhos, Paraná, que tem sua economia baseada principalmente no turismo de sol e praia, a degradação dos rios urbanos torna-se um risco tanto para as esferas da saúde pública e ambiental quanto para as esferas econômicas da cidade. Análises de balneabilidade da água do mar são realizadas com frequência durante os meses de verão, entretanto, dados de qualidade da água dos canais fluviais da cidade de Matinhos encontram-se desatualizados ou de difícil acesso. Diante desse cenário, o presente trabalho objetivou identificar os pontos de concentração de coliformes em um trecho urbano do rio Matinhos. Verificou-se dois principais pontos de concentração desses organismos, também pode-se verificar que a contaminação inviabiliza a balneabilidade da foz do rio.

Palavras-chave: Qualidade da água 1. Geoprocessamento 2. Coliformes 3. Balneabilidade 4. Litoral do Paraná 5.

ABSTRACT

Population growth and mismanagement of natural resources, coupled with progressive environmental degradation, resulted in increased anthropogenic pressure over urban rivers. The anthropogenic pressure in these rivers consist in disposal of domestic sewage and organic load in the water. Total coliform and *Escherichia coli* bacteria are present in the faeces of humans and warm-blooded animals; hence, the presence and concentration of these microorganisms are used as indicators of the level of contamination of fecal material in water. The concentration of coliforms and *E. coli* are used as a guide to determine whether the water can be used for bathing and/or drinking, according to resolution of the National Environment Council (CONAMA) 274/2000. In coastal cities such as Matinhos, Paraná, whose economy is based mainly on sun and beach tourism, the degradation of urban rivers becomes a risk for both public and environmental health as well as the city's economy. Seawater bathing analyzes are often performed during the summer months, however, water quality data from the canals of the city of Matinhos are outdated or difficult to access. Given this scenario, the present work aimed to identify the coliform concentration points in an urban stretch of the Matinhos River. There were two main concentration points of these organisms, it can also be verified that the contamination makes the mouth of the river unsuitable for bathing .

Keywords: Water Quality 1. Geoprocessing 2. Coliforms 3. Balneability 4. Paraná's coastline 5.

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

FIGURA 1 – MAPA DA ÁREA DE ESTUDO E PONTOS DE COLETA.....	23
FIGURA 2 – COMPARATIVO DE TUBOS POSITIVOS E NEGATIVOS POR MÉTODO COLORIMÉTRICO PARA COLIFORMES TOTAIS E <i>E. COLI</i>	24
FIGURA 3 – MAPA DE CALOR: COLIFORMES TOTAIS	28
FIGURA 4 – MAPA DE CALOR: <i>E. COLI</i>	29
TABELA 1 – CONCENTRAÇÃO DE COLIFORMES TOTAIS E <i>E. COLI</i> AO LONGO DO RIO MATINHOS.....	27

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 O LITORAL DO PARANÁ	18
1.2 O MUNICÍPIO DE MATINHOS	19
1.3 ÁREA DE ESTUDO: RIO MATINHOS	20
1.4 COLIFORMES TOTAIS E <i>ESCHERICHIA COLI</i>	21
2 MÉTODOS	23
2.1 AMOSTRAGEM E ANÁLISES LABORATORIAIS	23
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
REFERÊNCIAS	32
APÊNDICE 1 – HISTÓRICO DE INTERAÇÕES CULTURAIS E HUMANÍSTICAS E PROJETOS DE APRENDIZAGEM	37
ANEXO 1– DEMONSTRATIVO DAS ANÁLISES DE ÁGUA	39

1 INTRODUÇÃO

O aumento populacional e a má gestão de recursos naturais, aliados à progressiva degradação ambiental, resultaram no aumento da pressão antrópica e na profunda modificação nas características naturais do espaço geográfico. Dessas modificações, pode-se destacar a remoção da cobertura vegetal original, a impermeabilização de grandes áreas, a canalização de rios e a modificação do ciclo hidrológico (RIBEIRO et al, 2011). Ainda, a falta de saneamento ambiental adequado é uma das principais causas da poluição e da contaminação das águas para o abastecimento humano e contribui para os casos de doenças de veiculação hídrica (PAIVA e SOUZA, 2018).

Globalmente, o retorno econômico dos investimentos em saneamento e fornecimento de água atinge US\$ 4.3 por dólar investido (HULTON et al, 2012), fator importante, quando consideramos o uso eficiente dos recursos públicos. Entretanto, a gestão da cidade de Matinhos, litoral do Paraná, ainda é focada em uma urbanização intensa e voltada para um turismo sazonal de segunda residência sobre uma área ambientalmente frágil e tem resultado num processo rápido de degradação ambiental (VIANA, 2012).

O despejo de esgoto doméstico sem tratamento ou tratado em corpos hídricos, principalmente em rios, é apontado na atualidade como a principal fonte de contaminação por patógenos e de deterioração desses ambientes e dos locais onde esses deságuam, como as áreas costeiras e estuários (RODRIGUES, 2016). Ainda, o solo do tipo arenoso, geralmente encontrado na foz dos rios litorâneos, é um importante foco de infecção por parasitas. O solo arenoso possibilita a retenção de água nos poros, sendo essencial para sobrevivência de diversos helmintos ou desenvolvimento de estádios larvares (RIBEIRO, 2016). Assim, o problema da poluição dos rios urbanos em Matinhos não se restringe apenas às águas, mas também à faixa de areia.

Os trabalhos que debatem as alterações induzidas pelos processos urbanos nos rios das áreas tropicais são ainda incipientes (OLIVEIRA E VESTENA, 2012). Fato preocupante, quando consideramos que a contaminação microbiana de ambientes aquáticos apresentam riscos potenciais para a saúde pública, se geridas de maneira inadequada (CHOI e JIANG, 2005).

Todos os anos, durante os meses de Dezembro, Janeiro e Fevereiro, o Instituto Ambiental do Paraná realiza testes de balneabilidade em diversos pontos do litoral do Paraná e do município de Matinhos. De 2013 a 2016, o ponto de amostragem localizado à 300 metros do rio Matinhos apresentava condições satisfatórias de balneabilidade. Entretanto, em 2017, com a troca de pontos de amostragem para a foz do rio Matinhos, condições impróprias para balneabilidade foram encontradas em todos os testes (IAP, 2019).

A economia do município de Matinhos baseia-se principalmente no turismo de sol e praia (BRUDEKI, 2006; ESTADES, 2005; DENARDIM, 2008). Uma vez que a poluição não se restringe apenas aos corpos de água, afetando também o ambiente marinho e a faixa de areia (MCLELLAN, 2004), a economia local pode ser ameaçada pela contaminação de rios urbanos. Dessa forma, a degradação dos rios torna-se um risco tanto para as esferas da saúde pública e ambiental, quanto para a economia da cidade.

Uma vez que o uso do solo da cidade já se encontra estabelecido e intervenções de infraestrutura são custosas, é importante identificar as áreas prioritárias para intervenção. Para isso, os indicadores ecológicos são importantes na avaliação do estado do meio ambiente ou no monitoramento de tendências nas condições ambientais ao longo do tempo (BIZZO et al., 2014)

Os coliformes são os indicadores biológicos mais freqüentemente utilizados como para avaliação da qualidade de águas e alimentos (SOUSA, 2006). Os coliformes fecais (*Escherichia coli*) são abundantes em fezes humanas e de animais de sangue quente e são encontrados em esgotos, efluentes, águas naturais e solos que tenham recebido contaminação fecal recente.

No Brasil, a concentração de coliformes é utilizada para análises de balneabilidade, conforme resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 274/2000. No Paraná, as análises de balneabilidade da água do mar são realizadas pelo Instituto Ambiental do Paraná, de acordo com o estabelecido pelo CONAMA, e ocorrem apenas durante os meses de verão.

Ainda de acordo com a resolução do CONAMA nº 274/2000, nas praias ou balneários sistematicamente impróprios, recomenda-se a pesquisa de organismos patogênicos. No caso desse estudo: *E. coli*. Diante desse cenário, o presente estudo tem como objetivo comparar a quantidade de contaminação por coliformes ao longo da paisagem fluvial do rio Matinhos.

1.1 O LITORAL DO PARANÁ

A região litorânea do estado do Paraná localiza-se entre a formação geológica da Serra do Mar e o Oceano Atlântico e entre os litorais dos estados de São Paulo, ao norte, e de Santa Catarina, ao sul (MUEHE et al, 2006). Sua ocupação ocorreu há cerca de 6.000 anos pela população dos sambaquis, como atestam quase três centenas de sambaquis da região (PIERRI et al, 2006).

A costa paranaense apresenta 105 km de extensão linear no sentido norte-sul, constituindo um dos menores litorais entre os estados litorâneos do Brasil (NOERNBERG, 2008). Entretanto, a Serra do Mar e a planície litorânea paranaense concentram a maior parte da diversidade ambiental do Paraná. Enquadrados no Bioma Mata Atlântica, esses ambientes apresentam quase todos os ecossistemas costeiros encontrados no Brasil (REBIMAR, 2011). Ainda, os bens socioambientais da região estão vinculados, majoritariamente, ao sol e praia, com o uso intensivo da orla durante o verão e as férias escolares (INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ, 2017).

O processo de ocupação antrópica dos balneários de Paranaguá, atuais Pontal do Paraná, Matinhos e Guaratuba, intensificou-se a partir da década de 1950, com a construção da PR- 407 (COLIT, 2004). Desse processo intenso de apropriação e ocupação derivaram danos como a erosão costeira (SAMPAIO, 2006), o comprometimento de cursos e corpos d'água e a destruição da paisagem. Na década de 1990, em decorrência do adensamento da ocupação na orla, aliado ao crescente fluxo de imigrantes, também começaram a ser ocupadas áreas consideradas menos nobres, situadas no interior da planície (ESTEVES, 2015).

No Paraná, os usos do solo costeiro consistem em portuário, pesqueiro, turístico e de conservação de ecossistemas e de sua biodiversidade (PIERRI et al, 2006). As principais atividades econômicas exercidas são: o turismo de sol e praia (NETO, 2007), a agropecuária, a pesca, e o extrativismo vegetal, com ênfase para o palmito (DENARDIN, 2008).

1.2 O MUNICÍPIO DE MATINHOS

O município de Matinhos (25°49'04" de latitude, 48°32'34" de longitude) situa-se no litoral paranaense, a 111 km de Curitiba. A terra era habitada pelos Carijós, privilegiada por uma geografia diversificada, a qual compreende parte do maciço montanhoso da Serra da Prata e as amplas áreas da planície costeira da Praia de Leste (SILVA et al, 2015).

Quanto ao clima, segundo classificação de Köppen, enquadra-se no do tipo Cfa e Cfb (ITCG, 2008). Na planície litorânea paranaense, a média anual da temperatura do ar fica entre 16° e 18°C, sendo que: no verão, a média de temperaturas atinge entre 19° e 21°C, e, no inverno, entre 12° e 14°C (VANHONI e MENDONÇA, 2008).

A pluviosidade na faixa litorânea de Guaratuba, Matinhos e Pontal do Paraná, é de aproximadamente 2.300 mm/ano, com chuvas concentrando-se no verão (VANHONI e MENDONÇA, 2008). Na região litorânea, a precipitação é maior pois a presença da Serra do Mar impede que algumas nuvens cheguem até o primeiro planalto, ficando retidas na parte mais baixa do relevo. (CLIMATEMPO, 2012)

Matinhos é um dos municípios que fazem parte do Parque Nacional de Saint-Hilaire Lange. Ainda, o município situa-se no bioma Mata Atlântica e possui nove rios diferentes, sendo eles: rio Matinhos, rio da Onça, canal da Lagoa Amarela, canal da Draga, rio Indaial, rio Cambará, rio do Meio, rio Novo e rio Cachoeirinha (LOURENÇO, 2014)

As primeiras moradias com características urbanas na região Matinhos, no litoral do Paraná, datam da década 20, com ocupações iniciadas na Praia Mansa, Balneário de Caiobá (BIGARELLA, 2009). Em 1948, o Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS) iniciou a modificação da paisagem de Matinhos. Rios foram alargados, canalizados, retificados ou aterrados visando a urbanização e saneamento, não obedecendo a dinâmica natural desses cursos de água. Os objetivos da construção dos canais eram, principalmente, a erradicação da malária e a urbanização (RIBEIRO, 2008).

O processo de urbanização ocorreu a partir de 1980, sem planejamento e de maneira intensa, gerando problemas como a poluição dos rios; ocupação das áreas com vegetação nativa e de vertentes; deficiência na coleta de lixo, ocupação por moradias e construção de infraestrutura como avenida em área suscetível ao avanço do mar (ESTEVES, 2015).

Nos últimos anos ocorreu crescimento populacional e expansão urbana em Matinhos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2019), agravando os impactos nos rios urbanos da região. Esta situação torna-se problemática quando pensamos que nem todos os serviços têm a amplitude necessária para garantir a destinação adequada dos dejetos residenciais, que também garante a qualidade das atividades turísticas características da região (BRUDEKI, 2006)

Em 2010, o município possuía população de 29.428 habitantes, com densidade de 648,8 hab/km², estimando-se 34.207 habitantes para o ano de 2018 (IBGE, 2017). Deve-se destacar que o litoral do Paraná apresenta uma estrutura social particular: devido à sazonalidade do turismo de sol e praia (MINISTÉRIO DO TURISMO, 2009), estima-se que há uma afluência de 1,5 milhão de pessoas durante os meses de verão (KUSHANO & BAHL, 2016).

1.3 ÁREA DE ESTUDO: RIO MATINHOS

O rio Matinhos localiza-se no município de Matinhos e é um dos rios receptores de água de outros rios, como o canal do DNOS, rio Milome, rio Preto e rio da Onça (VIANA, 2012). Com uma área de 33 km², é composto por ambientes estuarinos, na Planície Litorânea e, por pequenas bacias hidrográficas, principalmente oriundas da região da Serra da Prata (MILANI e CANALI, 2000).

Ainda, seu aporte hídrico ocorre via oceano e pelas precipitações pluviométricas no continente, resultando em um índice médio de drenagem de 840 mm/ano (MILANI e CANALI, 2000). A desembocadura do rio Matinhos pode ser definida como um micro estuário, pois sofre os efeitos das ondas e marés até alguns quilômetros de sua desembocadura (VIANA, 2012).

As obras do Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS) no rio seguiram o padrão europeu de ordenamento, sintetizado como: “enterrar, transformar em canais, reutilizar com concreto e construir nas, recém protegidas, margens do rio” (EDEN e TUNSTALL, 2006). Levantam-se como principais impactos ambientais presentes no rio Matinhos: o assoreamento devido à ausência de vegetação (mata ciliar), o acúmulo de lixo e despejos de esgoto nos canais de água pluvial, desembocando na praia (VIANA, 2012), por vezes, inviabilizando a balneabilidade das águas da praia .

Os rios na planície litorânea sofrem comumente a influência das marés, muitas vezes, até algumas dezenas de quilômetros acima da foz (BIGARELLA, 2001). A região da foz do rio Matinhos, apresenta baixa balneabilidade devido à desembocadura do canal do rio Matinhos, provavelmente contaminado por ligações de esgoto clandestinas e grande tráfego de barcos de pesca (MMA, 2004). Fato preocupante, quando consideramos que no exutório de um corpo de água, estarão representados todos os processos que fazem parte do seu sistema (MIRETZKI, 2017).

Além disso, o aporte de poluentes transportados pela água do rio pode ser agravado após pancadas de chuva, típicas do verão. Em regiões de lençóis freáticos de perfil baixo e de residências cujo esgotamento ocorre por fossas sépticas, a elevação do nível do lençol freático e consequente vazamento de esgoto pelo ladrão da fossa, possibilita a transferência de poluentes para as águas (MARQUES, 2004).

Ainda que a paisagem do rio Matinhos possa ser caracterizada como mesohemioróbia (MIRETZKI, 2017), deve-se destacar que ocorreram diversos programas que mitigaram alguns impactos ambientais nos rios e canais de Matinhos. Dentre eles, podemos citar: a ampliação do sistema de coleta e tratamento de esgoto sanitário (ARMANI et al, 2018), o Programa de Habitação para a população que ocupa as margens de rios e canais e a implantação de um programa de despoluição dos rios e canais (LEAL e BATISTA, 2002). Ainda assim, a falta de planejamento responsável e objetivo do uso do solo requerem medidas urgentes para adequar Matinhos à função de cidade balneária e de interesse turístico (BIGARELLA, 2009).

1.4 COLIFORMES TOTAIS E *ESCHERICHIA COLI*

Os coliformes totais, ou termotolerantes, são bactérias do grupo coliformes, majoritariamente pertencentes ao gênero *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter* (ARAÚJO, 2016). Ainda, são bacilos gram-negativos, aeróbios facultativos, capazes de fermentar lactose, com produção de gás, em 24-48 h a 35 °C (CARDOSO, 2001).

Essa definição é a mesma para o grupo de coliformes fecais, cuja população é composta majoritariamente de *Escherichia coli* (*E. coli*), porém, restringindo-se aos membros capazes de fermentar lactose com produção de gás, em 24 horas sob temperatura de 44,5- 45,5°C (CARDOSO, 2001). Tais organismos, presentes nos intestinos de humanos e animais de sangue quente, atuam como bioindicadores de poluição fecal (ANDRAUS, 2014).

Destaca-se que o uso de coliformes como bioindicadores podem mascarar outros organismos maléficos à saúde humana, como *Giardia sp.* (PINTO et al, 2010). Quanto a *E. coli*, foi observado que é possível sua sobrevivência em ambientes abertos, como o solo e água, e possibilidade de migração entre esses habitats (VAN ELSAS et al, 2011). Ainda, a bactéria também pode atingir lençóis freáticos a partir de camadas mais superficiais do solo.

Diante desse cenário, a Resolução CONAMA nº 274, de 24 de novembro de 2000, define parâmetros de quantidade de Coliformes Totais e *E. Coli* na água para uso balneário. Os microorganismos *Escherichia coli* e Coliformes Totais também são utilizados como bioindicadores de balneabilidade e potabilidade da água no Paraná pelo IAP (SILVA, 2011).

2 MÉTODOS

2.1 AMOSTRAGEM E ANÁLISES LABORATORIAIS

Foram estabelecidos 10 pontos para coleta de água para análise de Coliformes Totais e *E. coli*. As coletas de amostras foram realizadas no sentido jusante-montante, seguindo a sequência crescente dos pontos 1 ao 10 (vide Figura 1).

Tais pontos foram estabelecidos de forma a representar as áreas comuns de diversos rios urbanos: nascente e captação de água para abastecimento do município (1), área urbana sem ligação à rede de esgoto (2, 3, 6, 8 e 9), área urbana com ligação à rede de esgoto (4,5 e 7) e a foz do corpo d'água (10).

São pontos de coleta referentes ao rio Matinhos: 1,2,3,5,7 e 10. Enquanto os pontos de coleta 4, 6, 8 e 9 correspondem ao rio Preto, rio da Onça, canal do Milome e canal Maringá, respectivamente (IBGE, 2011).

FIGURA 1- Mapa da área de estudo e pontos de coleta



(O autor; BRASIL, 2006; ITCG,1997; OPENSTREETMAPS, 2019)

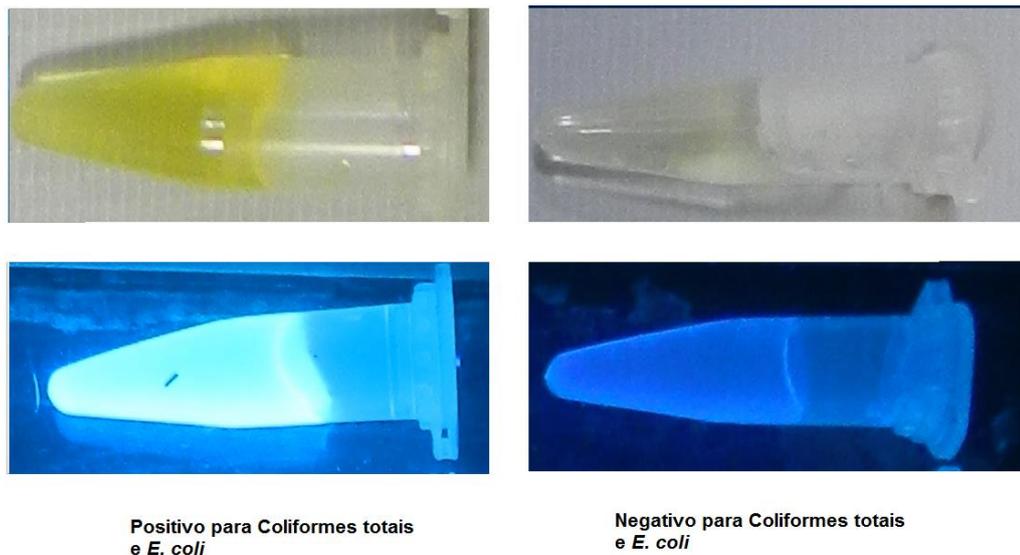
As análises microbiológicas ocorreram no laboratório da Universidade Federal do Paraná, Setor Litoral. Houve adaptação do método de análise de qualidade da água, baseado na norma ISO 9308-3:1998. As alterações no método objetivaram

maior rapidez na execução das análises e economia de materiais. As principais alterações foram: diminuição na quantidade de amostra de água coletada, diminuição do tempo em incubadora e triplicata de diluições.

A coleta de amostras de água ocorreu via tubos estéreis tipo *Falcon* de 50ml no sentido montante a jusante do rio, durante a maré vazante e em dia de sol (totalizando 10 amostras coletadas e analisadas no dia 21/05/2019). A salinidade da água também foi verificada, *in loco*, no ponto 10 (foz do rio Matinhos) com auxílio de um refratômetro portátil.

Após, as amostras foram diluídas serialmente (1/10; 1/100; 1/1.000; 1/10.000 e 1/100.000) em caldo nutritivo (Colilert® - IDEXX) e acondicionadas em tubos de *Eppendorf* estéreis de 1ml. Após a diluição, os tubos foram encubados em estufa BOD à 37°C, por 25 horas.

FIGURA 2 – Comparativo de Tubos positivos e negativos por método colorimétrico para Coliformes totais e *E. coli*



(O AUTOR, 2019)

Os tubos foram classificados por indicadores colorimétricos (amarelo para positivo em Coliformes Totais e fluorescência azul em luz UV para positivo em *E. coli*) e contados como: positivos, para Coliformes totais e/ou *E. coli* ou negativos. A quantificação do número mais provável (NMP) de coliformes e *E. coli* na água ocorreu por fórmula (WILRICH, 2010).

Em um software-livre de sistema de informação geográfica, QGIS, dados de concentração de coliformes na água foram georreferenciados, de acordo com seu

ponto de coleta, e adicionados a um mapa do rio Matinhos, gerando um mapa de calor (KNOX et al, 2011; FRANCO et al, 2008; LOYO e BARBOSA, 2015; OKE, 2015).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente estudo, o desenho amostral foi planejado de modo a representar os principais componentes de um rio e sua microbacia: nascente, leito principal, afluentes e exutório. O período de análises foi planejado de forma a contribuir com os laudos emitidos pelo IAP, que ocorrem apenas nos meses de verão, e por estudos semelhantes já realizados.

Destaca-se que, até o ano de 2013, não se analisava a balneabilidade na região referente à foz do rio Matinhos. No ano seguinte, ocorreu uma mudança no desenho amostral da região que passou a contemplar a foz do rio. Com isso, resultados também demonstraram perda de qualidade da balneabilidade das águas nas praias da região.

Os resultados obtidos a partir da análise laboratorial corroboram os resultados de trabalhos de Armani et al (2018), Viana (2012) e Andraus et al (2014), em que se sugere a contaminação por esgoto sanitário nas águas do rio Matinhos a partir da presença de *E. coli*. Comparado com os resultados dos estudos citados, houve diminuição na concentração de *E. coli* encontrada na foz do rio. Ainda, áreas equivalentes aos pontos 3, 6 e 8 do presente estudo, também apresentaram maior concentração de microrganismos e, portanto, maior aporte de esgoto doméstico.

No rio Matinhos, o Ponto 1 é representante da nascente, zona de baixo grau de hemerobia, enquanto os demais pontos e canais afluentes apresentam graus cada vez mais altos até desembocarem no exutório do rio, Ponto 10, onde o grau de hemerobia decresce (MILANI, 2000). Nas áreas de maior influência antrópica, registrou-se maiores níveis de contaminação, destacando-se o Ponto 3 e o Ponto 8 como locais de maior concentração de populações de Coliformes totais e *E. coli*, respectivamente.

TABELA 1 – CONCENTRAÇÃO DE COLIFORMES TOTAIS E *E. COLI* AO LONGO DO RIO DO RIO MATINHOS

Ponto	Salinidade	DILUIÇÃO (Positivo = 1)					NMP/ml	
		Coliformes Totais (CT)						
		<i>E. coli</i>						
		10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	CT	<i>E. coli</i>
1		1-1-1	1-1-1	0-0-0	0-0-0	0-0-0	2300	0
		0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0		
2		1-1-1	1-1-1	1-1-1	1-0-0	0-0-0	43.000	230
		1-1-1	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0		
3		1-1-1	1-1-1	1-1-1	1-1-1	1-0-0	460.000	740
		1-1-1	1-0-0	1-0-0	0-0-0	0-0-0		
4		1-1-1	1-1-1	1-1-0	1-1-0	0-0-0	21.000	420
		1-1-1	1-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0		
5		1-1-1	1-1-1	1-1-1	1-0-0	0-0-0	43.000	230
		1-1-1	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0		
6		1-1-1	1-1-1	1-1-1	1-0-0	1-0-0	75.000	420
		1-1-1	1-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0		
7		1-1-1	1-1-1	1-1-0	1-0-0	0-0-0	15.000	380
		1-1-1	0-0-0	1-0-0	0-0-0	0-0-0		
8		1-1-1	1-1-1	1-1-1	1-1-0	1-1-0	210.000	1500
		1-1-1	1-1-0	1-0-0	0-0-0	0-0-0		
9		1-1-1	1-1-1	1-1-1	0-0-0	0-0-0	23.000	230
		1-1-1	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0		
10	5/1000	1-1-1	1-1-1	1-1-1	1-0-0	1-0-0	75.000	230
		1-1-1	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0		
CONTROLE		0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0	0
		0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0		

FONTE: O AUTOR

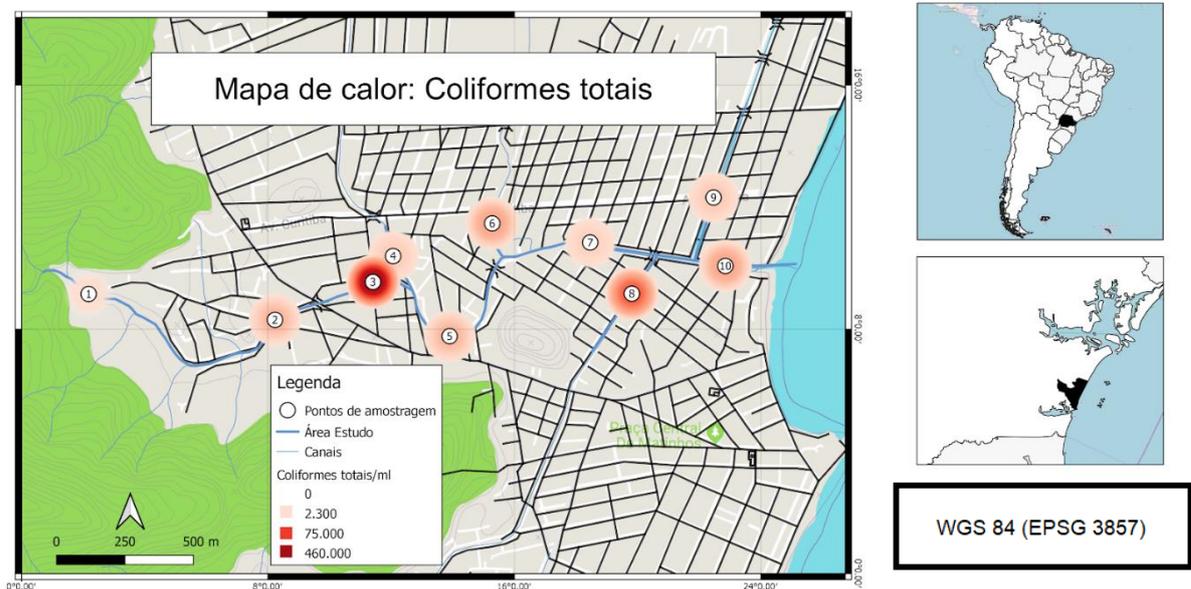
Verificou-se que a salinidade da água no Ponto 10, que sofre maior influência marinha e maior variação de forças osmóticas, na maré vazante, não afetava negativamente a população de coliformes (ARMANI et al, 2018). De acordo com a resolução CONAMA 274/2000, a atual carga de coliformes na água da foz do rio

Matinhos (Ponto 10) ultrapassa o permitido para uso balneário (para Coliformes Totais, NMP inferior a 1000/100ml, e, para E. coli, NMP inferior a 800/100ml), impactando negativamente a economia da região.

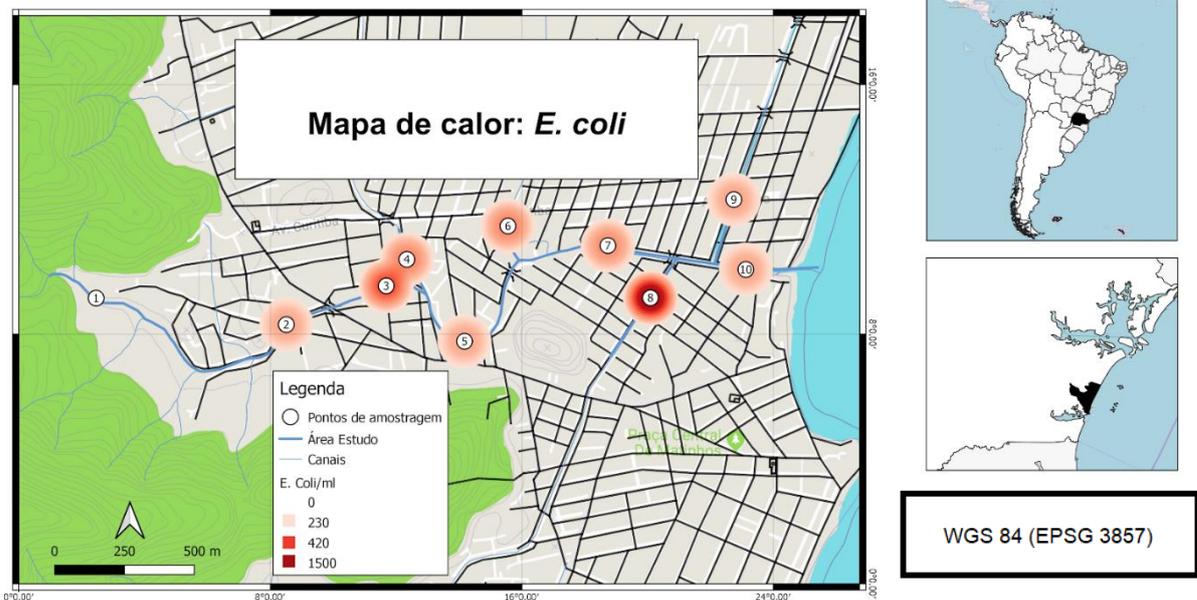
Além disso, pode-se observar que parte do aporte dos microorganismos estudados ocorre pela desembocadura do canal do Milome no rio Matinhos e que o rio Preto (Ponto 4), por apresentar menor carga de coliformes, dilui os poluentes aportados na região referente ao Ponto 3. Assim, a origem da poluição do rio Matinhos pode ser oriunda de regiões mais ao sul do município de Matinhos, como bairros Tabuleiro e Bom Jesus, não atendidos completamente pela rede de coleta de esgoto.

Essa afirmação pode ser melhor demonstrada nas Figuras 3 e 4, em que os pontos de maior concentração de bactérias encontram-se fora do rio Matinhos (Pontos 4, 6 e 8 das Figuras). Também observa-se a correlação entre os dois parâmetros analisados, uma vez que o Número Mais Provável obtido nas diferentes amostras varia de forma semelhante nos diferentes pontos do rio Matinhos e afluentes.

FIGURA 3 - Mapa de calor de Coliformes totais



(O autor; BRASIL, 2006; ITCG,1997; OPENSTREETMAPS, 2019)

FIGURA 4 - Mapa de calor de *E. coli*

(O autor; BRASIL, 2006; ITCG,1997; OPENSTREETMAPS, 2019)

Destaca-se que a manutenção de boas condições das águas é essencial, uma vez que os serviços hidrológicos são essenciais para a manutenção da vida, pois garantem a regulação dos fluxos hídricos bem como a qualidade da água (MIRETZKI, 2017). Sugere-se, para melhoramento da balneabilidade a curto prazo, a desinfecção pela aplicação de ácido peracético (ANDREOLI et al, 2013).

A recuperação de um rio urbano apresenta ótimo custo-benefício quando considerados os serviços ecossistêmicos. Por exemplo, o suprimento de água para usos extrativos diversos, o suprimento de água local, a mitigação de danos relacionados à água e os serviços hidrológicos de suporte ao sistema, importantes serviços ecossistêmicos hidrológicos terrestres (BRAUMAN et al., 2007).

A relação entre custo do investimento e retorno do investimento pode chegar até €\$ 1 para €\$ 7 (EVERARD et al, 2011). Ainda, o ecossistema do rio Matinhos é um dos mais resilientes, por absorver a energia vinda do mar (OLIVEIRA, 2014).

Pode-se afirmar que o governo do estado do Paraná tomou ações que visavam o melhoramento da qualidade das águas. Levando em conta o aumento da população nos meses de verão, obras de expansão da rede de esgoto foram realizadas nos municípios de Matinhos e Pontal do Paraná entre o início de 2016 e meados de 2018 (MATINHOS, 2018).

Mesmo havendo diminuição da concentração de coliformes na água, conforme os resultados apresentados, essa expansão da infraestrutura não foi suficiente para conter a contaminação do rio Matinhos por esgoto doméstico. Destaca-se que o sucesso de ações e políticas públicas de proteção ambiental na região depende das relações políticas regionais. De acordo com Lopes (2017):

os moradores fixos e os moradores itinerantes, buscam nas políticas públicas, possibilidades de enfrentamentos aos diversos problemas sociais com que se deparam no cotidiano, ou seja, dependem de ações, programas e projetos governamentais para que tenham melhores oportunidades, principalmente na baixa-temporada de verão. Tendo em vista essa alta dependência, a região apresenta prevaletimento de relações de poder atravessadas por tradições familiares, pelo protecionismo individual, pela valorização da hereditariedade, pela submissão ao poder econômico, fragilidade de organização, controle e participação popular e por fortes tradições clientelistas (LOPES, 2017, p. 10)

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A boa manutenção dos bens naturais reflete-se na manutenção da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos fornecidos. O processo de formação do município de Matinhos ocorreu de forma não planejada e resultou na deterioração de diversos ecossistemas, principalmente do rio Matinhos.

A partir do presente estudo, pôde-se verificar um aumento da poluição por esgoto sanitário a medida que o corpo de água adentra a região urbanizada. Além disso, a população dos microrganismos analisados não se diluiu o suficiente para garantir condições saudáveis de balneabilidade na foz do rio. Também foi possível identificar dois principais pontos em que os níveis de poluição concentram-se e que, portanto, são prioritários para recuperação ambiental.

Ainda que a concentração de microrganismos na água tenha diminuído em comparação aos últimos anos, políticas públicas desenvolvidas na região não foram suficientes para recuperar espaços como o rio Matinhos. O aporte de poluição por esgoto sanitário no rio urbano ameaça a economia local, baseada no turismo de sol e praia. Diante desse cenário, sugere-se a elaboração e a execução de planos para gerenciamento e recuperação da área natural.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, F. R.. **Controle de qualidade microbiológico: águas e alimentos (gelados comestíveis)**. Monografia (graduação). Departamento em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.
- ARMANI, F. A. S. . et al. Qualidade das águas dos rios urbanos das cidades de Matinhos-PR e Pontal do Paraná-PR. **Revista Técnico-Científica**, Curitiba, n. 14, out. 2018.
- ANDRAUS, S. ; PIMENTEL, I. C. ; DIONÍSIO, J. A.. Microbiological monitoring of seawater and sand of beaches Matinhos, Caiobá e Guaratuba-PR, Brazil. **Estudos de Biologia**, [S.l.], v. 36, nov. 2014.
- ANDREOLI, C. V.; et al. . Desinfecção emergencial de galeria pluvial pela aplicação de ácido peracético e sua influência na bacia do rio Brejatuba – Guaratuba - Paraná. **Revista DAE**, São Paulo, v. 193, pg 74, set./dez. . 2013.
- ANGELOZI, R. L. . **Migração da desembocadura do Rio Olho D'Água, Pontal do Paraná, Paraná, Brasil**. Monografia (graduação) - Setor de Ciências da Terra, Curso de Graduação em Oceanografia, Centro de Estudos do Mar. Pontal do Paraná. 2009.
- BIGARELLA, J. J.. Contribuição ao estudo da planície litorânea do Estado do Paraná. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba v. Jubilee, p. 65-110, dez. . 2001.
- BIGARELLA, J.. **Matinho: Homem e Terra, Reminiscências**. 3ª ed. Curitiba: Fundação Cultural de Curitiba, 2009.
- BIZZO, M. R. O.; MENEZES, J.; ANDRADE, S. F. . Protocolos de avaliação rápida de rios (PAR). **Caderno de Estudos Geoambientais**, Rio de Janeiro, v. 04,n. 01, p. 5-13, 2014.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Divisão política do Brasil, por regiões e unidades de federação**. Brasília, IBGE, 2006. Sem escala definida.
- BRAUMAN, K. A. et al. The nature and value of ecosystem services: an overview highlighting hydrologic services. **Annual Review of Environment and Resources**, Berkeley, v. 32, n.1, p. 67-98, nov. 2007.
- BRUDEKI, N. M. . A exploração econômica do setor de turismo e os efeitos nos serviços sanitários do litoral paranaense. **Caderno Virtual de Turismo**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 4, p. 69-78, jul/dez. . 2006.
- CARDOSO, A. L. S. P. et al. Pesquisa de coliformes totais e coliformes fecais analisados em ovos comerciais no laboratório de patologia avícola de descaldado. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 68, n. 1, p. 19-22, jan./jul. . 2001.
- CHOI, S.; JIANG, S. C. Real-time PCR quantification of human adenoviruses in urban rivers indicates genome prevalence but low infectivity. **Applied Environmental Microbiology**, Washington, v. 71, n. 11, p. 7426-7433, nov. 2005.
- COLIT. **Diagnóstico: Pontal do Paraná**. Curitiba: Governo do estado do Paraná. 2004.
- DENARDIN, V.; LOUREIRO, W.; SULZBACH, M. T. . Distribuição de benefícios ecossistêmicos: o caso do ICMS ecológico no litoral paranaense. **REDES**, Santa Cruz do Sul, v. 13, n. 2, p. 184 - 198, mai/ago. 2008
- EDEN, S.; TUNSTALL, S. . Ecological versus Social Restoration? How Urban River Restoration Challenges but Also Fails to Challenge the Science – Policy Nexus in the United Kingdom. **Environment and Planning C: Government and Policy**, Wheterby, v. 24, n.5, p. 661–680, out. 2006

- ESTEVEES, C. J. O. . Vulnerabilidade socioambiental na área de ocupação contínua do litoral do Paraná–Brasil. **RAEGA**, Curitiba, v. 34, p. 214-245, set-dez. 2015.
- EVERARD, M.; SHUCKER, L.; GURNELL, A. . **The Mayes Brook restoration in Mayesbrook Park, East London: an ecosystem services assessment**. Bristol: Environment Agency. 2011.
- FRANCO, R. M.; MANTILLA, S. P. S. ; LEITE, A. M. O. . Enumeração de *Escherichia coli* em carne bovina e de aves através de metodologia miniaturizada utilizando-se “eppendorf” e caldo fluorogênico. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Lisboa, v. 103, n. 567-568, p. 201-207, jul.-dez. 2008.
- Instituto ambiental do Paraná (IAP). Boletins semanais de balneabilidade. Não paginado. Disponível em: <<http://www.iap.pr.gov.br/pagina-297.html>>. Acesso: Setembro, 2019.
- HULTON, G. et al. Global costs and benefits of drinking-water supply and sanitation interventions to reach the MDG target and universal coverage. Genebra: World Health Organization, 2012.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Brasil em Síntese: Matinhos. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/matinhos/historico>>. Acesso em: Agosto, 2019
- INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ. **Plano da Bacia Hidrográfica Litorânea - Produto 1: caracterização geral**. 2017
- KNOX, Jerry W. et al. A geospatial approach to assessing microbiological water quality risks associated with irrigation abstraction. **Water and Environment Journal**, Nova Jersey, v. 25, n. 2, p. 282-289, 2011.
- KUSHANO, E.; BAHL, M. . Lugar, lugar turístico e territórios lugares: apontamentos teóricos e vivenciais a partir de pesquisa com grupos de crianças residentes em Matinhos (Paraná – Brasil) In: ABRAHÃO, C. et al. . **Litoral do Paraná: Território e perspectivas - Volume 2 - Cultura, Saúde e Educação**. Curitiba: BrazilPublishing, 2016.
- LARA, M. V. R. . **Análise crítica de programas de revitalização de rios urbanos na bacia hidrográfica do Rio Belém, Curitiba-PR**. 2015.150 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente Urbano e Industrial) - Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/37088>>. Acesso em: 04 out. 2019.
- LEAL, C. T. , BATISTA, D. B. . **A valoração paisagística aplicada ao planejamento ambiental urbano – estudo de caso do Município de Matinhos-PR**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte, 2003. p. 1847-1854.
- LOPES, M. C. . Cultura Política no Litoral do Paraná. **Revista NEP-Núcleo de Estudos Paranaenses da UFPR**, Curitiba v. 3, n. 1, p. 1-16, 2017.
- LOURENÇO, A. C. P. . **Complexo parque balneário Caiobá: história e eventos sociais na projeção de Caiobá como destino turístico**. 63 f. Monografia (graduação) – Setor Litoral, Curso de Tecnologia em Gestão de Turismo, Universidade Federal do Paraná, Matinhos, 2014.
- LOYO, R. M.; BARBOSA, C. S. . Bioindicadores para avaliação do risco potencial de transmissão da esquistossomose no açude Apipucos, Pernambuco. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 11, n. 1, p. 156-161, 2016.
- MARQUES, P. H. C. . **Integração entre ecologia de bacias hidrográficas e educação ambiental para a conservação dos rios da serra do mar no estado do Paraná**.. 2004. 189 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004. Disponível em:

- <<https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/1624?show=full>>. Acesso em: 04 out. 2019.
- MATINHOS. Notícias: Governo conclui obras que elevam para 80% o saneamento no litoral. 2018. Não paginado. Disponível em: <<http://www.matinhos.pr.gov.br/2018/08/30/Governo-conclui-obras-que-elevam-para-80-o-saneamento-no-Litoral.html>>. Acesso em: 04 out. 2019.
- MCLELLAN, S. L. Genetic diversity of *Escherichia coli* isolated from urban rivers and beach water. **Applied Environmental Microbiology**, Washington, v. 70, n. 8, p. 4658-4665, 2004.
- MILANI, J. R.; CANALI, N. E. . O SISTEMA HIDROGRÁFICO DO RIO MATINHOS: UMA ANÁLISE MORFOMÉTRICA. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, [S.l.], v. 4, dez. 2000. ISSN 2177-2738. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/3345>>. Acesso em: 04 out. 2019. doi:<http://dx.doi.org/10.5380/raega.v4i0.3345>.
- MINISTERIO DA SAÚDE. TABNET : DATASUS. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/defthtm.exe?ibge/cnv/poptPR.def>> Acesso em: 04 out. 2019.
- MINISTÉRIO DO TURISMO. Plano de desenvolvimento integrado do turismo sustentável - litoral do Paraná. Curitiba: Imprensa Oficial do Estado do Paraná, 2009.
- MIRETZKI, M. . **As águas do Parque Nacional de Saint-Hilaire/Lange**: o uso de metodologias para o monitoramento da microbacia do Rio Ribeirão, litoral do Paraná. 111 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Territorial Sustentável) Setor Litoral, Universidade Federal do Paraná, Matinhos, 2017. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/55136>>. Acesso em: 04 out. 2019.
- MMA, Ministério do Meio Ambiente. **Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima - Projeto Orla**: Plano de Intervenção na Orla Marítima de Matinhos. Brasília: Imprensa Nacional do Brasil, 2004.
- MUEHE, D. C. E. H. et al. Erosão e progradação do litoral brasileiro. Brasília: MMA. 2006. Relatório técnico.
- NETO, J. C. F. . **Ecoturismo no litoral do Paraná**. 2007. 218 f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/24778/FONSECA%20NETO?sequence=1>>. Acesso em: 04 out. 2019.
- NOERNBERG, M. A. et al. Environmental sensitivity assessment of Paraná coast for oil spill. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, Itajaí, v. 12, n. 2, p. 49-59, 2008.
- OKE, A. O., et al. . Mapping of river water quality using inverse distance weighted interpolation in Ogun-osun river basin, Nigeria. **Acta Geographica Debrecina Landscape & Environment**, Debrecen v. 7, n. 2, p. 48-62, 2013.
- OLIVEIRA, E. D.; VESTENA, L. R. . Alterações na morfologia de canais fluviais na área urbana de Guarapuava (PR). **Ambiência**, Guarapuava, v.8, n.1, p. 757 – 773, nov. , 2012.
- OLIVEIRA, P. L. . **Influência de sangradouros nos migradores mareais de praias arenosas do litoral do Paraná, Brasil**. 61 f. 2014. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/35925?locale-attribute=pt_BR> . Acesso em: 04 out. 2019

OPENSTREETMAPS. Planet Dump. Disponível em:

<<https://www.openstreetmap.org/#map=16/-25.8104/-48.5332&layers=H>>. Acesso em: 4 out. 2019.

PAIVA, R. F. P. S.; SOUZA, M. F. P. . Associação entre condições socioeconômicas, sanitárias e de atenção básica e a morbidade hospitalar por doenças de veiculação hídrica no Brasil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro , v. 34, n. 1, e00017316, 2018 . Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2018000105003&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 06 out. 2019.
<http://dx.doi.org/10.1590/0102-311x00017316>

PIERRI, N. et al. A ocupação e o uso do solo no litoral paranaense: condicionantes, conflitos e tendências. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 13, n. 13, p. 137-167, jan./jun. 2006.

PINTO, M. C. K. et al. Análise de microorganismos patogênicos para avaliação da balneabilidade. **Varia Scientia Agrárias**, Cascavel, v. 1, n. 2, p. 105-119, 2010.

REBIMAR. **Levando a região costeira paranaense para a sala de aula**. Pontal do Paraná: Associação MarBrasil. 2011

RIBEIRO, H. I. . **Histórico da ocupação do balneário de Caiobá**: um relato sob a perspectiva da história ambiental. In: Encontro Nacional da Anppas, 4. 2008, Brasília. Anais... Brasília, 2008. p. 1-18

RIBEIRO, M. F.; FREITAS, M. A. V.; COSTA, V. C. . Environmental management of the buffer zones of conservation units in urban area. **Territorium**, Coimbra, v. 18, p. 185-191, 2011.

RIBEIRO, P. P. . **Padronização e avaliação de protocolo para detecção de ovos de helmintos em areia de praias do litoral paranaense**. 75 f. Monografia (graduação) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

RODRIGUES, A. **Ocorrência de Cryptosporidium spp. e Giardia spp. em água do mar e em canais que afluem para praias do litoral do Paraná**. 73 f. Monografia (graduação) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

SAMPAIO, R. . Ocupação das orlas das praias paranaenses pelo uso balneário. **Desenvolvimento e meio ambiente**, v. 13, n. 13, p. 169-186, jan./jun. 2006.

SANTOS, G. F. ; PINHEIRO, A. . Transformações geomorfológicas e fluviais decorrentes da canalização do rio Itajaí-Açu na divisa dos municípios de Blumenau e Gaspar (SC). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Brasília, v. 3, n. 1, p. 1-9, 2002.

SILVA, L. E.; QUADROS, D. A. ; NETO, A. J. M. . Estudo etnobotânico e etnofarmacológico de plantas medicinais utilizadas na região de Matinhos-PR. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 37, n. 2, p. 266-276, 2015.

SOUZA, C. P. Segurança alimentar e doenças veiculadas por alimentos: utilização do grupo coliforme como um dos indicadores de qualidade de alimentos. **Revista APS**, Juiz de Fora, v. 9, n. 1, p. 83-88, 2006.

VAN ELSAS, J. D.; et al. Survival of Escherichia coli in the environment: fundamental and public health aspects. **The ISME Journal**, Oxfordshire, v. 5, n. 2, p. 173, 2011.

VANHONI, F.; MENDONÇA, F.. O clima do litoral do estado do Paraná. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v. 3, p. 49-63, ago., 2008.

VIANA, L. M. . **Impactos do despejo de efluentes domésticos sobre o Rio Matinhos no município de Matinhos-PR**. 26 f. Monografia (especialização) – Setor

Litoral, Curso de Especialização em Questão Social pela Perspectiva Interdisciplinar, Universidade Federal do Paraná, Matinhos, 2012.

WILRICH, C. . Reconsideration of the derivation of Most Probable Numbers, their standard deviations, confidence bounds and rarity values. **Journal of Applied Microbiology**, Nova Jersey, v. 109, n.5, p. 1660 – 1667 nov., 2010.

APÊNDICE 1 – HISTÓRICO DE INTERAÇÕES CULTURAIS E HUMANÍSTICAS E PROJETOS DE APRENDIZAGEM

Em 2016, recém ingressado na UFPR, ainda não sabia qual seria meu trabalho final da graduação. Minhas interações culturais e humanísticas (ICH) nesse período focaram na influência do som em nossas vidas, quando eu frequentava o *AudioICH*. No segundo semestre do mesmo ano, as interações culturais e humanísticas focaram na importância da biodiversidade local e de sua proteção, tanto quanto agentes internos quanto externos, assim como cultivar e arrecadar abelhas sem ferrão, a partir do *MeliponICH*.

No começo de 2017, meu projeto de aprendizagem objetivava implementar um plano para a reciclagem de bitucas de cigarro em forma de papercrete no município de Matinhos. Na mesma época, me inscrevi novamente nas Interações Culturais e Humanísticas em torno de abelhas sem ferrão. Apenas um semestre sobre o assunto não foi o suficiente para sanar minhas dúvidas quanto aos insetos sociais. No segundo semestre do mesmo ano, frequentei uma ICH do curso de Educação Física: *RugbyICH*. Além de aprender mais sobre o esporte, participei como ouvinte pontualmente na ICH de yoga e meditação.

No meu penúltimo ano de graduação, 2018, mudei meu projeto de aprendizagem para algo mais semelhante ao que foi o meu trabalho de conclusão de curso. Meu projeto concentrava-se na análise microbiológica das águas do canal Caiobá. Ao mesmo tempo, optei por uma ICH nativa do curso de Gestão e Empreendedorismo, a *InovICH*. No módulo, aprendi o que é a inovação e as técnicas utilizadas para alcançá-la.

No segundo semestre do mesmo ano, troquei a área de estudo do meu projeto de aprendizagem para o rio Matinhos, uma vez que o estudo complementaria outras pesquisas desenvolvidas no setor. Nesse semestre frequentei um dos módulos mais marcantes da minha graduação: a ICH de Cultura Náutica. O módulo abordou a história do litoral do paraná e suas embarcações, além de práticas realizadas nas baías de Paranaguá e Guaratuba.

Em meu último ano de graduação, 2019, continuei o meu projeto de aprendizagem que abordava a análise de água do rio Matinhos e referenciei o trabalho para que também se tornasse meu trabalho de conclusão de curso, aqui apresentado. Concentrei minhas ICHs no primeiro semestre, sendo elas: *LaboratICH*, que abordava técnicas e boas práticas em laboratórios, importante para o trabalho que eu iria

realizar, e *ArduICH*, um módulo introdutório sobre a aplicação da base de prototipagem *Arduino*.

ANEXO 1- DEMONSTRATIVO DAS ANÁLISES DE ÁGUA

Data	Tempo dia coleta	Tábua de marés (canal da Galheta)		Hora coleta (GMT 3:00)	Hora Processamento (GMT 3:00)	Temperatura dia coleta (GMT 3:00)	Ponto	DILUIÇÃO					NIMP			
		Coefficiente	Baixa-Mar Hora (GMT 3:00)					Preia-Mar Hora (GMT 3:00)	10-1	10-2	10-3	10-4	10-5	CT	E. coli	
21/05/2019	Nublado e sem chuvas	76	10:32	4:57	9:16 - 10:16	11:40	19 - 22 °C	1	1-1-1	1-1-1	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0	2300	
								0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0		
								2	1-1-1	1-1-1	1-1-1	1-1-1	1-1-1	1-1-1	1-1-1	43.000
								1-1-1	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0	230	
								3	1-1-1	1-1-1	1-1-1	1-1-1	1-1-1	1-1-1	1-1-1	460.000
								1-1-1	1-0-0	1-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0	740	
								4	1-1-1	1-1-1	1-1-1	1-1-1	1-1-1	1-1-1	1-1-1	21.000
								1-1-1	1-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0	420	
								5	1-1-1	1-1-1	1-1-1	1-1-1	1-1-1	1-1-1	1-1-1	43.000
								1-1-1	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0	230	
6	1-1-1	1-1-1	1-1-1	1-1-1	1-1-1	1-1-1	1-1-1	75.000								
1-1-1	1-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0	420									
7	1-1-1	1-1-1	1-1-1	1-1-1	1-1-1	1-1-1	1-1-1	15.000								
1-1-1	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0	380									
8	1-1-1	1-1-1	1-1-1	1-1-1	1-1-1	1-1-1	1-1-1	210.000								
1-1-1	1-1-1	1-1-1	1-1-1	1-1-1	1-1-1	1-1-1	1-1-1	1500								
9	1-1-1	1-1-1	1-1-1	1-1-1	1-1-1	1-1-1	1-1-1	23.000								
1-1-1	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0	230								
10	1-1-1	1-1-1	1-1-1	1-1-1	1-1-1	1-1-1	1-1-1	75.000								
1-1-1	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0	230								
CONTROLE	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0								
0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0	0								

Fontes: O autor, Marinha do Brasil