



*MARIA LUIZA SAMIA VENTURA*

**AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES TOXICOLÓGICAS  
DE UM RIO ALTAMENTE IMPACTADO LOCALIZADO NO  
AMBIENTE PORTUÁRIO DE SANTOS - SP**

*SANTOS*

*2022*

*MARIA LUIZA SAMIA VENTURA*

**AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES TOXICOLÓGICAS  
DE UM RIO ALTAMENTE IMPACTADO LOCALIZADO NO  
AMBIENTE PORTUÁRIO DE SANTOS- SP**

Dissertação de Mestrado Profissional  
apresentada à Programa de Stricto Sensu  
de Saúde e Meio Ambiente da  
Universidade Metropolitana de Santos,  
para obtenção de título de Mestre.

***ORIENTADORA: PROFA. DRA. ELIZABETH BARBOSA DE***

***OLIVEIRA-SALES***

***SANTOS***

***2022***

## FICHA CATALOGRÁFICA - BIBLIOTECA DA UNIMES

Bibliotecário: xxxxxxxxxxxx – CRB-xxxxxxx

V469a	<p>Maria Luiza, Samia Ventura Avaliação das condições toxicológicas de um rio altamente impactado localizado no ambiente portuário de Santos – SP. Maria Luiza Samia Ventura. Santos, SP: [s.n.], Ano.</p> <p>Orientadora: Elizabeth Barbosa Oliveira-Sales Dissertação (Mestrado Profissional) Universidade Metropolitana de Santos.</p> <p>1. Citotoxicidade. 2. Metais Tóxicos. 3. Monitoramento ambiental I. Oliveira-Sales, Elizabeth B. II. Universidade Metropolitana de Santos. III. Avaliação das condições toxicológicas do Rio Pouca Saúde.</p> <p style="text-align: right;">CDD:574.88</p>
-------	---

Título em inglês: TOXICOLOGICAL CONDITIONS EVALUATION OF RIVER HIGHLY IMPACTED LOCATED ON SANTOS' PORT ENVIRONMENT

Keywords: • CYTOTOXICITY  
• HEAVY METALS  
• ENVIRONMENTAL MONITORING

Titulação: Mestrado Profissional em Saúde e Meio Ambiente

Banca examinadora: Profa Dra Elizabeth Barbosa de Oliveira-Sales

Profa Dra Ana Luiza Cabrera Martimbianco

Prof Dr André Martines Vaz dos Santos

Data da defesa: **15/03/2022**



**Universidade Metropolitana de Santos**  
**Mantida pelo Centro de Estudos Unificados Bandeirante**

**FUNDADORA**

Prof<sup>ª</sup>. Rosinha Garcia de Siqueira Viegas

**MANTENEDOR**

Prof. Rubens Flávio de Siqueira Viegas

**REITORIA**

Prof<sup>ª</sup>. Renata Garcia de Siqueira Viegas

**Reitora**

Prof<sup>ª</sup>. Elaine Marcílio Santos

**Pró-Reitora Acadêmica**

Prof. Rubens Flávio de Siqueira Viegas Júnior

**Pró-Reitor Administrativo**

Prof. Gustavo Duarte Mendes

**Direção Acadêmica**

**Coordenador do Programa de Mestrado de Saúde e Meio Ambiente**



**PROGRAMA DE STRICTO SENSU EM SAÚDE E MEIO AMBIENTE DA  
UNIVERSIDADE METROPOLITANA DE SANTOS**

**BANCA EXAMINADORA E ATA DE DEFESA DA DISSERTAÇÃO DE  
MESTRADO PROFISSIONAL**

A sessão pública de defesa da dissertação de mestrado profissional intitulada de “AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES TOXICOLÓGICAS DE UM RIO ALTAMENTE IMPACTADO LOCALIZADO NO AMBIENTE PORTUÁRIO DE SANTOS – SP.”, da discente MARIA LUIZA SAMIA VENTURA, orientada pela Profa. Dra. ELIZABETH BARBOSA DE OLIVEIRA-SALES, foi realizada na data abaixo informada no anfiteatro do Programa de Stricto Sensu da Universidade Metropolitana de Santos, tendo o candidato cumprido, previamente, todas as exigências regimentais do Programa de Stricto Sensu de Saúde e Meio Ambiente, de acordo com a secretaria de pós-graduação da instituição. Realizada a apresentação da dissertação e arguição do publica do candidato, os membros da banca em reunião fechada deliberaram e emitiram parecer abaixo.

<b>Banca examinadora:</b>	<b>Resultado:</b>	<b>Assinatura</b>
Prof. Dr. Ana Luiza Cabrera Martimbianco	<input type="checkbox"/> Aprovado <input type="checkbox"/> Reprovado	
Prof. Dr. André Martines Vaz dos Santos	<input type="checkbox"/> Aprovado <input type="checkbox"/> Reprovado	

Homologação do resultado pelo presidente da banca examinadora:

Aprovado  Reprovado

---

**Profa. Dra. ELIZABETH BARBOSA DE**

**OLIVEIRA-SALES**

**Presidente da banca examinadora**

Data da defesa: 15/03/2022

## **PROGRAMA DE STRICTO SENSU EM SAÚDE E MEIO AMBIENTE DA UNIVERSIDADE METROPOLITANA DE SANTOS**

### **FICHA DE CLASSIFICAÇÃO DA DISSERTAÇÃO E DO PRODUTO**

Título da dissertação: “Avaliação das condições toxicológicas de um rio altamente impactado localizado no ambiente portuário de Santos – SP.”

Linha de Pesquisa: Vigilância Epidemiológica, Sanitária e Doenças em Cidades Litorâneas com atividade portuária e petroquímica.

Projeto de Pesquisa do Orientador: Análise de Toxicologia Ambiental na região portuária e petroquímica.

Produtos gerados:

1) Protocolo operacional padrão (POP) - Análise citotóxica por meio do teste *Allium Cepa L.* (cebola);

2) Capítulo publicado no e-book Sustentabilidade e Meio ambiente: Perspectivas e Desafios em 2021– Cap. 7 - Monitoramento ecotoxicológico com bioensaios *Allium Cepa L* no Rio Pouca Saúde durante diferentes estações localizado da região portuária de Santos/SP;

3) Capítulo publicado no e-book da Pós-graduação Saúde e Meio Ambiente 2021, Capítulo 9 - “Importância do monitoramento toxicológico no Rio Pouca Saúde localizado na região portuária de Santos/SP”

4) Capítulo publicado no e-book da Pós-graduação Saúde e Meio Ambiente 2021, Capítulo 10 - “Principais doenças da população residente próxima ao Rio Pouca Saúde localizado no estuário de Santos/SP”.

5) Cartilha informativa para população ribeirinha: Rio Pouca Saúde: Monitoramento Ambiental em atenção à População. Ventura MLS, Curraladas IDR, Barreiros JM, Santos MA, Boim MA, Maquigussa E, Colovati MES, Bastos PAS, Oliveira-Sales EB.

### **Classificação da Produto**

<b>Critério</b>	<b>Justificar</b>
Inserção social e econômico:	Por meio desse protocolo é possível detectar efeitos tóxicos de amostras de água de uma região contaminada e assim poder desenvolver cartilhas e material de orientação para população ribeirinha sobre os riscos de utilizar as águas da região.
Impacto – realizado:	Alto.
Impacto – potencial:	Alto.
Aplicabilidade - Abrangência realizada:	Alta abrangência.
Aplicabilidade - Abrangência potencial:	Alta abrangência.
Aplicabilidade – Replicabilidade:	Facilmente reprodutível.
Inovação:	Produção com médio teor inovativo:
Complexidade:	Produção de média complexidade.

## **PROGRAMA DE STRICTO SENSU EM SAÚDE E MEIO AMBIENTE DA UNIVERSIDADE METROPOLITANA DE SANTOS**

## **DEDICATÓRIA**

*À minha Mãe, Maria Cristina Samia Ventura*

*À minha irmã, Marília Samia Ventura*

*Ao meu esposo, Marco Antônio dos Santos*

*Ao meu filho, Richard Samia Ventura*

*Aos Amigos, João Mario Barreiros e Magda Cadinelli*

## **AGRADECIMENTOS**

---

Agradeço a minha Família e aos amigos por todo o apoio e compreensão durante o percurso deste trabalho, pois foi de muita importância. Deixo aqui registrada minha imensa gratidão a todos.

A minha orientadora Profa Dra Elizabeth B. Oliveira Sales pela paciência e profissionalismo dedicados ao projeto e a mim.

A instituição de fomento FAPESP - Auxílio Regular à Pesquisa (Processo FAPESP 2019/25695-8) e a UNIMES.

RESUMO .....	15
ABSTRACT .....	16
1. INTRODUÇÃO .....	17
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	19
3. OBJETIVOS .....	28
4. HIPÓTESE .....	28
5. METODOLOGIA .....	29
5.1. COLETA DE AMOSTRAS .....	29
5.2. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS .....	31
pH .....	31
Alcalinidade .....	31
Turbidez .....	31
Salinidade .....	31
Óleos e Graxas .....	32
Oxigênio dissolvido .....	32
5.3. ANÁLISE CITOTÓXICA POR MEIO DO TESTE <i>Allium Cepa L</i> .....	32
5.4. ANÁLISE DOS METAIS POTENCIALMENTE TÓXICOS EM ÁGUAS SUPERFICIAIS E SEDIMENTOS .....	35
5.5. DESCRIÇÃO DOS MÉTODOS ESTATÍSTICOS E CRITÉRIOS .....	36
5.6.EM) DESENVOLVIDO(S) 37	
6 RESULTADOS .....	41
6.1 RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS .....	41
6.2 RESULTADOS DA ANÁLISE CITOTÓXICA POR MEIO DO TESTE <i>Allium Cepa L</i> .....	43
6.3 RESULTADOS DA ANÁLISE DO METAIS POTENCIALMENTE TÓXICOS EM ÁGUAS SUPERFICIAIS E SEDIMENTOS .....	46
7 DISCUSSÃO .....	48
8 CONCLUSÃO .....	52
9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	53
10 ANEXOS .....	57

## **LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS E ABREVIATURAS**

---

CETESB - Centro Tecnológico de Saneamento Básico

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CODESP – Companhia Docas do Estado de São Paulo

USAFA – Unidade de Saúde da Família

OD - Oxigênio Dissolvido

IM – Índice Mitótico

pH – Potencial Hidrogeniônico

Pb- Chumbo

Zn – Zinco

Hg – Mercúrio

Ni- Níquel

Cd- Cadmio

**Figura 1.** Rio Pouca saúde.

**Figura 2.** Sequenciamento de percurso do Rio Pouca Saúde. Fonte Novo Milênio

**Figura 3.** Indústrias e terminais do estuário de Santos.

**Figura 4.** Áreas contaminadas no estuário de Santos.

**Figura 5.** Rio Pouca Saúde com os pontos de coleta demarcados.

**Figura 6.** Fluxograma da análise citotóxica por meio do teste *Allium Cepa L.*

**Figura 7.** Imagens do crescimento da raiz germinada em amostras de água controle, na água do ponto 1 e na água do ponto 2 durante o verão, primavera, outono e inverno.



## LISTA DE TABELAS

---

**Tabela 1:** Número total de amostras investigadas e frequência de detecção para o conjunto de parâmetros avaliados no levantamento da contaminação ambiental da Baixada Santista.

**Tabela 2:** Parâmetros físico-químicos analisados na água do Rio Pouca Saúde nos Pontos 1 e 2 nas estações secas.

**Tabela 3:** Parâmetros físico-químicos analisados na água do Rio Pouca Saúde nos Pontos 1 e 2 nas estações Chuvosas.

**Tabela 4:** Resultados Macroscópicos do Bioensaio *Allium Cepa L* realizado nas estações secas.

**Tabela 5:** Resultados Macroscópicos do Bioensaio *Allium Cepa L* realizado nas estações molhadas.

**Tabela 6.** Índice mitótico encontrado nas células meristemáticas radiculares da *Allium Cepa L*.

**Tabela 7.** Concentração de metais em águas superficiais do Rio Pouca Saúde.

**Tabela 8.** Concentrações de metais em sedimentos brutos no Rio Pouca Saúde analisados nos pontos 1 e 2 durante o Inverno. Valores acima do TEL e abaixo do PEL e acima do ERL estão em negritos.

**Tabela 9.** Concentrações de metais em sedimentos brutos no Rio Pouca Saúde analisados nos pontos 1 e 2 durante a Primavera.

O Rio Pouca Saúde é designado uma gamboa, que se comunica com a margem esquerda do Estuário do Porto de Santos, no bairro do Porto em Guarujá, São Paulo. Gamboa é o nome dado a um braço de rio de mangue, que não tem nascente e está sempre sob influência da maré, quando está baixa pode ficar completamente seca. Ao longo do curso do rio há muitas palafitas, as quais lançam esgoto e lixo doméstico nas águas e indústrias que descartam seus efluentes. O objetivo do trabalho foi analisar as condições físico-químicas, toxicológicas e químicas do Rio Pouca Saúde. Foram coletadas amostras de águas superficiais das margens e de sedimentos no ponto 1 (comunidade ribeirinha) e no ponto 2 (atividades industriais) em diferentes estações do ano: verão, outono, inverno e primavera. Foram analisados os parâmetros (A) físico-químicos: pH, alcalinidade, turbidez, salinidade, óleos e graxas, oxigênio dissolvido (OD), temperatura do ar e da água; (B) toxicológicos: citotoxicidade e (C) químicos como análise de metais tóxicos: Pb, Zn, Hg, Ni e Cd. Os testes físico-químicos foram realizados segundo a metodologia do Standard Method. A análise toxicológica foi realizada com bioensaio com *Allium Cepa L*, onde as cebolas foram colocadas para germinar durante 72h nas amostras dos pontos 1 e 2, comparadas com amostras de água potável, controle. Também foram realizadas a análise macroscópica e o teste de citotoxicidade por meio do cálculo do índice mitótico (IM) das raízes das cebolas. As amostras para análise de metais foram digeridas em ácido nítrico em micro-ondas e submetidas ao espectrofotômetro de absorção atômica com fonte de plasma. Os resultados físico-químicos mostraram alterações no OD, turbidez e óleos e graxas nos dois pontos. Com relação aos resultados de citotoxicidade, o ponto 1 mostrou redução do IM em todas as estações estudadas quando comparados ao ponto 2. Nos resultados das análises químicas: Ni e o Zn apresentaram valores acima do limiar exigido pela resolução vigente nas amostras de sedimentos do rio. Ao comparar os dois pontos analisados, os resultados sugerem que o ponto 1 apresenta as piores condições em todas as estações estudadas, podendo sugerir que a piora da qualidade da água pode estar associada ao descarte direto de esgoto e lixo nessa região do rio Pouca Saúde. Portanto, baseado nos nossos resultados esse visou detectar os contaminantes inorgânicos do rio da Pouca Saúde que estão interferindo no crescimento das plantas e consequentemente podendo interferir na saúde da população ribeirinha, o monitoramento das águas é de suma importância como comprovado seu potencial tóxico com análises realizadas.

Palavras chaves: *Allium cepa L*. Citotoxicidade. Metais pesados. Monitoramento ambiental. Poluição.

The Pouca Saúde River is called a gamboa, which communicates with the left bank of the Port of Santos, in the neighborhood of Guarujá, Sao Paulo. Gamboa is the name given to an arm of a mangrove river, which has no source and is always under the influence of the tide, when it is low it can be completely dry. Along the course of the river there are many stilts, which discharge sewage and domestic garbage into the waters and industries that dispose of their effluents. The objective of this work was to analyze the physicochemical, toxicological, and chemical conditions of the Pouca Saúde River. Samples of surface water from the banks and sediments were collected at point 1 (riparian community) and at point 2 (industrial activities) at different stations in the year: Summer, Autumn, Winter and Spring. The (A) physical-chemical parameters were analyzed: pH, alkalinity, turbidity, salinity, oils and greases, dissolved oxygen (DO), air and water temperature; (B) toxicological parameters: cytotoxicity and (C) chemical parameters such as toxic metal analysis: Pb, Zn, Hg, Ni and Cd. Physical chemical tests were carried out according to the methodology of the Standard Method. The toxicological analysis was performed with a bioassay with *Allium cepa L.*, where the onions were allowed to germinate for 72 hours in samples from points 1 and 2, compared with samples of drinking water, control. Macroscopic analysis and cytotoxicity test were also performed by calculating the mitotic index (MI) of onion roots. The samples of metal analysis were digested in nitric acid in microwave and submitted to the atomic absorption spectrophotometer with a plasma source. The physicochemical results showed alterations in the DO, turbidity and oils and greases in the two points. Regarding the cytotoxicity results, point 1 showed reduction of MI in all studied stations when compared to point 2. In the results of chemical analysis: Ni and Zn presented values were above the threshold required by the current resolution in sediment samples from river. When comparing the two points analyzed, the results suggest that point 1 had the worst conditions in all stations studied, suggesting that the worsening of water quality may be associated with the direct disposal of sewage and garbage in this region of the Pouca Saúde river. Therefore, this project aimed to detect the inorganic contaminants of the Pouca Saúde river that are interfering with the growth of plants and, consequently, may interfere with the health of the riverside population.

Key words: *Allium strain L.* Cytotoxicity. Heavy metals. Environmental monitoring. Pollution.

## 1. INTRODUÇÃO

O Sistema Estuarino de Santos é formado por uma vasta e complexa rede de canais, rios, braços de mar, ilhas e ilhotas e está situado na Região Metropolitana da Baixada Santista, litoral do Estado de São Paulo, e inclui os estuários de Santos e São Vicente. Esse sistema se destaca como um dos mais importantes exemplos brasileiros de degradação ambiental causada pela poluição.<sup>1</sup> O Polo Industrial de Cubatão reúne empresas de cinco grandes setores: petroquímico, siderúrgico, químicos, fertilizantes e logística, além da produção de energia e de prestação de serviços. Muitos dos produtos que abastecem o mercado brasileiro são 100% produzidos em Cubatão<sup>2</sup> e localiza-se a 70 Km do Porto de Santos.<sup>3</sup> As indústrias dessa região geram muitos efluentes industriais que são excretados em rios que deságuam no estuário de Santos. A contaminação da água por metais tóxicos é foco de grande preocupação, pois mesmo em baixas concentrações pode provocar sérios danos ao meio ambiente e à saúde, causando efeitos toxicológicos e fisiológicos severos. Além da contaminação por metais, o Porto também é afetado por esgoto doméstico por meio dos canais de Santos e ocupações irregulares em seu entorno.<sup>3</sup>

A contaminação dos sedimentos está ligada com a poluição das águas e têm origem nos efluentes domésticos e industriais, despejos urbanos e agrícolas. A situação é mais crítica nas regiões em que existem atividades portuárias com depósito de resíduos industriais e urbanos.<sup>4</sup> Os processos de dragagens e alterações ambientais podem disponibilizar os contaminantes presentes no sedimento, tanto para a coluna d'água como para a comunidade bentônica. Os sedimentos são os maiores repositórios de poluentes no ambiente aquático, mesmo quando as concentrações na água são baixas, o acúmulo de contaminantes nos sedimentos tende a ocorrer tanto por mecanismos físico-químicos, como a floculação e precipitação direta, quanto por adsorção no material particulado e posterior deposição no fundo. Por isso, a contaminação dos sedimentos é utilizada como um importante indicador ambiental de poluição, servindo para mapear, traçar e monitorar fontes antropogênicas de contaminação e/ou anomalias causadas por processos geoquímicos naturais.

A biota aquática é capaz de concentrar os metais em variadas concentrações encontradas na coluna d'água e a bioacumulação dos metais no ambiente marinho passa a desempenhar um papel importante na dinâmica desses poluentes. Assim, os poluentes acumulados em organismos aquáticos podem ser transferidos para o homem, por meio da cadeia alimentar.<sup>1</sup>

No presente estudo foi realizada uma avaliação toxicológica e investigação de possíveis metais tóxicos nas águas e sedimentos em um rio modelo, popularmente conhecido como Rio Pouca Saúde, altamente impactado localizado na margem esquerda do estuário de Santos, contendo interferentes de contaminações de esgoto, portuárias e industriais.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Graves problemas ambientais afetam a América Latina e são semelhantes aos dos demais continentes. A diferença está apenas no nível de degradação, bem mais pronunciado nos países desenvolvidos. O relatório referente à África, o continente apresenta problemas como inundações com deslizamentos, períodos de seca e fome e impactos provocados pela indústria petrolífera, cenário muito parecido com o encontrado, por exemplo, no Brasil.<sup>5</sup>

Em um levantamento feito pela CETESB no Estado de São Paulo existem 4131 áreas contaminadas. Por conta disto, a Divisão de Ações sobre o Meio Ambiente do Centro de Vigilância Sanitária aborda o tema de maneira sistemática desde 2002, analisando cenários gerais, tendências e distribuição geográfica das áreas contaminadas no Estado de São Paulo e utilizando como referência de atuação a metodologia desenvolvida pela ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry) dos EUA, que tem o propósito de identificar ações de saúde pública adequadas àqueles grupos populacionais expostos ou potencialmente expostos a contaminantes.<sup>6</sup>

A poluição das águas tem origem nos efluentes domésticos, industriais despejos urbanos e agrícolas. A situação é mais crítica onde existem atividades portuárias com depósitos de resíduos industriais e urbanos. Os processos de dragagens e alterações ambientais podem disponibilizar contaminantes presentes nos sedimentos tanto para coluna d'água quanto para comunidade bentônica.<sup>7</sup>

O Porto de Santos é o maior complexo portuário da América Latina, administrado pela Companhia Docas do Estado de São Paulo (CODESP), atualmente *Santos Port Authority*. O Porto de Santos localiza-se a apenas 70 Km de Cubatão, a área mais industrializada do hemisfério sul. Além da dragagem, que suspende os sedimentos finos, o turbilhonamento da água causado pelas hélices das embarcações afeta a coluna d'água impedindo a deposição desses sedimentos no fundo do mar. Outros fatores potencialmente impactantes, também contribuem para a redução da qualidade da água na região, tais como: emissários de esgotos e efluentes domésticos, ocupações irregulares, canais que deságuam no estuário, afluxo de turistas no verão, a atividade industrial de Cubatão, dentre outras.<sup>3</sup>

O estuário de Santos, engloba todos os canais estuarinos e trechos de rios sob influência direta do regime de marés e que recebem a drenagem dos municípios de Cubatão, Santos e Guarujá. Esta zona engloba integralmente os canais portuários da COSIPA, atualmente

USIMINAS e do Porto de Santos e o trecho ocidental do canal de Bertioga, cujas águas drenam para o canal de Santos. Estas águas sendo salobras, são enquadradas na Classe 7 da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA (2005). Sendo assim, esta zona recebe a influência direta dos efluentes das indústrias USIMINAS, Ultrafertil e Dow Química, dois terminais portuários, além dos esgotos domésticos e do chorume do Lixão da Alemoa.<sup>8</sup>

O município de Cubatão assume um ponto estratégico nessa região, pois abriga um dos mais importantes polos industriais do Brasil, contendo mais de uma centena de fábricas, incluindo indústrias químicas, petroquímicas e de fertilizantes, as quais são as principais fontes de contaminação do sistema local.<sup>9</sup> A figura 1 representa a localização das indústrias terminais no estuário de Santos.<sup>8</sup>

Deste modo, a possibilidade de presença de patógenos e contaminantes químicos, oriundos de fontes naturais, áreas agrícolas, efluentes domésticos e industriais e drenagem urbana pode representar um risco potencial para a saúde da população.<sup>10</sup> Todos esses efluentes independente da fonte são muito agressivos a vida aquática também, reduzindo a quantidade de oxigênio dissolvido que causam eutrofização, gerando sedimentos, acidificação, contaminação prejudicial aos microrganismos por causar variação de pH, aumento da temperatura, aumento das taxas de demanda química de oxigênio (DQO).

Portanto, de acordo com a avaliação e monitoramento realizado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, Centro Tecnológico de Saneamento Básico (CETESB) em 2001, o Rio Pouca Saúde localizado na cidade do Guarujá, na margem esquerda do estuário de Santos, fica próximo a uma área industrial altamente impactada com solos contaminados (Figura 2).<sup>8</sup>

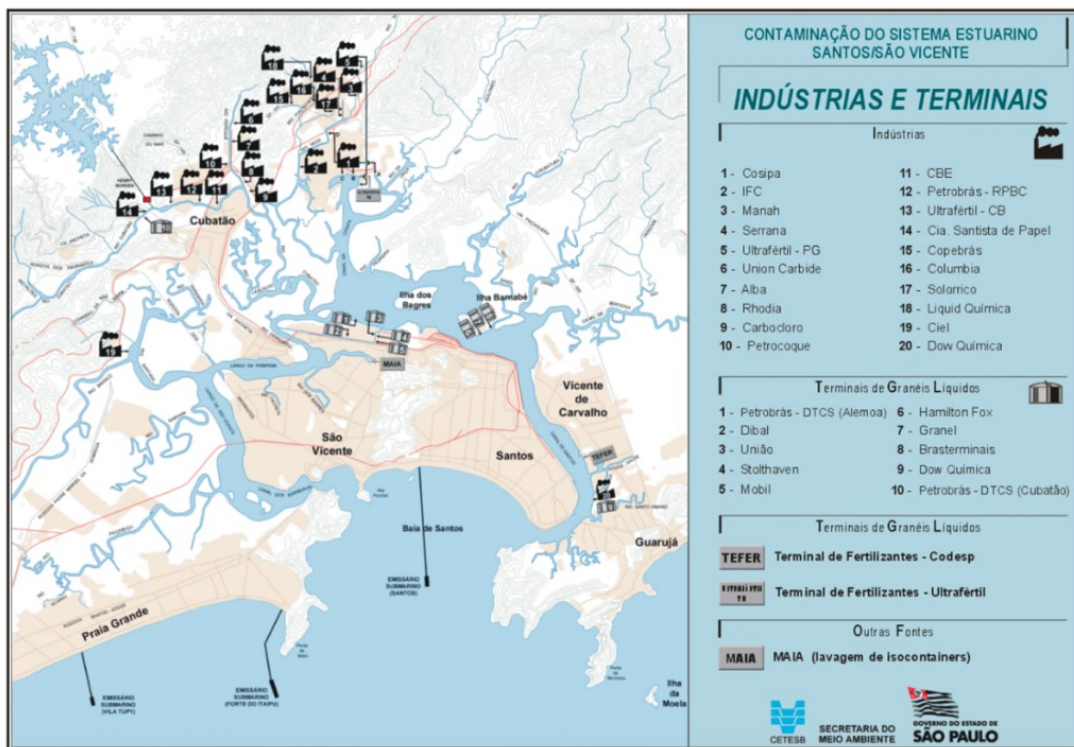


Figura 1. Indústrias e terminais do estuário de Santos. Fonte: CETESB, 2001.<sup>8</sup>

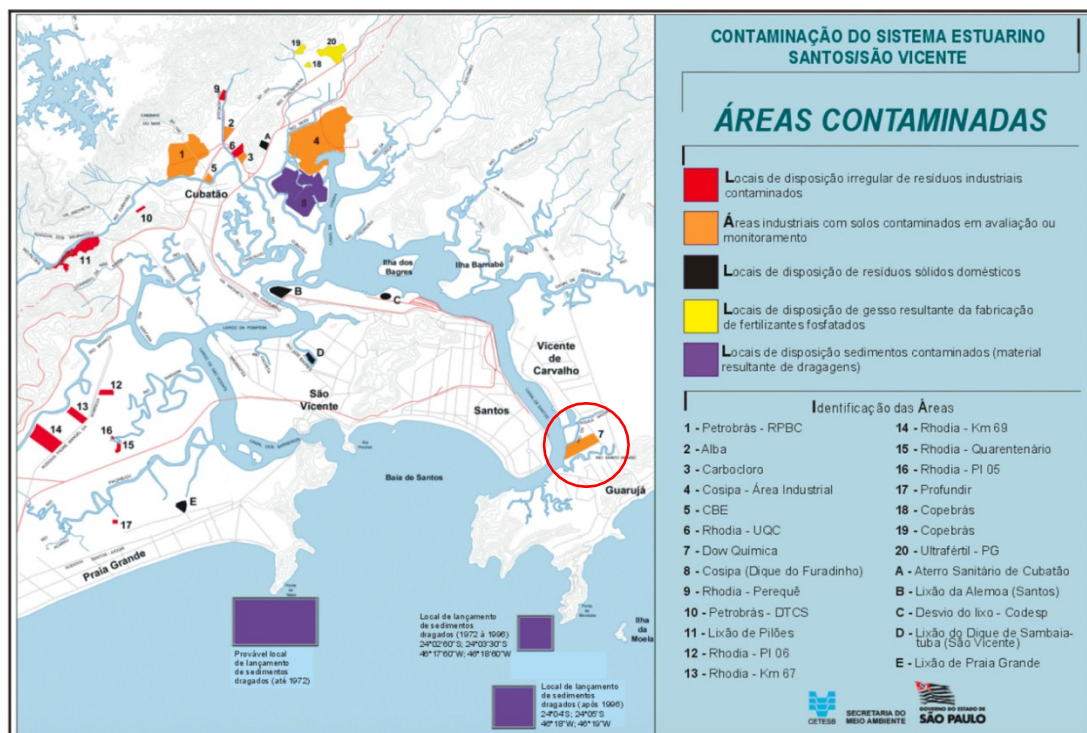


Figura 2. Áreas contaminadas no estuário de Santos. Área marcada com círculo vermelho localiza-se o Rio Pouca Saúde. Fonte: CETESB, 2001.<sup>8</sup>



Diante dessa realidade, o presente estudo teve como objetivo realizar um diagnóstico da qualidade da água do Rio Pouca Saúde, o qual é designado uma gamboa e mede aproximadamente 2,02 Km. Gamboa é o nome dado a um braço de rio de mangue, que não tem nascente e está sempre sob influência da maré, quando está baixa pode ficar completamente seca. Anteriormente, era denominado “Gamboa do Juca”, mas recebeu o nome “Rio Pouca Saúde” da população decorrente de muitos interferentes ambientais ao longo do seu percurso. A água desse rio é utilizada de forma direta e indiretamente pela população ribeirinha, desde a utilização para cozimento dos alimentos, consumo de pescados e diversão para crianças e o esgoto que é excretado diretamente nele. Em 2012, foi observado 15 tipos de aves diferentes vivendo entre lixo e mangue no rio.<sup>1</sup> Na entrada do Rio, após 500m já se encontra a comunidade em palafitas conhecida como prainha (Figura 3A e 3B), onde todo o esgoto e lixo orgânico são desprezados no rio.<sup>11</sup> Ao longo do rio diversas indústrias e postos de armazenamento coexistem com a comunidade incluindo uma unidade básica de saúde da família – USAFA Sítio Conceiçãozinha. Na parte inicial do rio localiza-se o Armazém verde que dentre os produtos que serão armazenados no novo espaço estão surfactantes (usados em produtos de limpeza, por exemplo), polióis (usados em espumas para colchões e estofados) e biocidas (soluções para controle microbiano).<sup>12</sup> Seguindo o percurso no Km 1 do lado direito encontra-se o terminal portuário da Cargill que transporta grãos e açúcares. Do lado esquerdo da margem estão as Indústrias Dow Química Brasil, Olin e a Sucocitrico Cutrale. As empresas Olin e Dow química Brasil (mesmo grupo) trabalham com solventes, resinas, aminas, polímeros, epoxi e cloro alcalino. Já a empresa Sucocitrico Cutrale trabalha com fabricação de sucos e óleos.<sup>8</sup> Passando a ponte da Avenida Santos Dumont, no Km 1,5 do lado direito, encontra-se o Hospital Guarujá e do outro lado da margem o Canil São Lazaro (Figura 3C). É importante ressaltar que existem alguns moradores de rua que habitam a parte inferior da ponte da Avenida Santos Dumont (Figura 3D).<sup>3</sup> No Km 2 ao lado direito encontra-se um albergue Municipal e na margem esquerda do rio a população conta com outra unidade de saúde da família – USAFA Jardim Conceiçãozinha.<sup>3</sup> Depois o Rio Pouca Saúde morre (Figura 3E), por ser uma gamboa não tem nascente.



**Figura 3: Imagens representativas do percurso do Rio Pouca Saúde. (A e B) Comunidade ribeirinha. (C) Hospital Guarujá, (D) Ponte Avenida Santos e (E) Final do Rio. Fonte: Novo Milênio <sup>11</sup>**

O Rio Pouca Saúde, possivelmente, pode também acumular águas vindas do rio Perequê onde recebe efluentes da USIMINAS que deságua direto no estuário de Santos, passando pela ilha Barnabé em Santos, onde existe um complexo de terminais e indústrias.<sup>8</sup> Diante disso, faz-se necessário monitorar os parâmetros físico-químicos como pH, temperatura do ar, temperatura da água, turbidez, alcalinidade, oxigênio dissolvido (OD) e salinidade da água do Rio Pouca Saúde.<sup>13</sup>

Parâmetros físico-químicos eram a única ferramenta para o diagnóstico da qualidade da água de um ecossistema, mas os bioindicadores de contaminação e a realização de bioensaios em laboratórios têm mostrado eficientes.<sup>14</sup> Testes biológicos de toxicidade são indispensáveis para a avaliação da qualidade da água, das reações dos organismos vivos à poluição ambiental e também para identificar os efeitos potenciais de vários poluentes nos ecossistemas.<sup>15</sup> Substâncias tóxicas presentes em efluentes domésticos, industriais e agrícolas podem ser capazes de provocar danos graves ao DNA de células de organismos presentes neste ambiente, interferindo na fisiologia dos organismos e influenciam nos aspectos genéticos e na sobrevivência da respectiva população.<sup>16</sup> Alguns metais presentes em solução aquosa podem atravessar a membrana celular ou entrar por processos de fagocitose ou pinocitose, podendo causar danos à estrutura da molécula de DNA.<sup>17</sup>

Sabe-se que citotoxicidade é a capacidade de compostos em promover alteração metabólica nas células, podendo culminar ou não em morte celular.<sup>18</sup> Várias estratégias podem ser utilizadas para monitorar a influência de poluentes presentes na água sobre a função celular. A técnica de análise citotóxica realizada a partir da germinação da raiz da cebola *Allium cepa* L. tem sido recomendada para análises de efluentes como bioindicador genotóxico devido a sua elevada sensibilidade, baixo custo, rapidez, facilidade de manipulação e da utilização de amostras sem tratamento prévio, determinando-se a diminuição do índice mitótico e a formação de aberrações cromossômicas.<sup>19</sup> O *Allium cepa* L. é utilizado rotineiramente em todo o mundo em laboratórios que trabalham com testes de genética toxicológica, considerado uma ferramenta valiosa quanto à determinação da contaminação ambiental, havendo extenso banco de dados de substâncias químicas já testadas.<sup>1</sup> Em geral, os metais induzem sintomas mais severos nas raízes do que nas folhas, uma vez que as raízes estão em contato direto com o solo e geralmente com o contaminante tóxico.<sup>20</sup> Bioensaios em plantas levam em conta diferenças relevantes, como a presença de uma parede celular rígida nas células vegetais, presenças localizadas em regiões meristemáticas características (por exemplo, a concentração de células

altamente divididas no ápice radicular) e o fato de a raiz ser normalmente o órgão diretamente em contato com solo e água contaminados<sup>20</sup>, devido à sua eficácia em medir a toxicidade de diferentes classes de compostos químicos e sua correlação com outros sistemas de teste, como linfócitos humanos e de camundongos.<sup>19</sup> Diante do exposto acima, realizar a análise citotóxica das águas do Rio Pouca Saúde é necessário para realizar o monitoramento toxicológico da região.

Além disto, a contaminação com metais tóxicos é bastante comum nessas áreas industriais. Todos esses fatores poluentes conferem aos efluentes propriedades altamente tóxicas.<sup>21</sup> Os metais tóxicos são compostos não biodegradáveis e altamente bioacumulativos que podem colocar em risco a saúde de seres humanos e animais devido aos seus efeitos mutagênicos e carcinogênicos, além da toxicidade a diversos órgãos e tecidos.<sup>22</sup> Mas, o risco de contaminação do metal é muito mais complexo em áreas de várzea ribeirinha, porque um conglomerado de metal trazidos e depositados por rios de áreas distantes podem ocorrer nos solos.<sup>23</sup> Nas águas, os metais pesados são expostos a diversas transformações químicas e bioquímicas. O ciclo biológico inclui a bioconcentração em plantas e animais e a inclusão na cadeia alimentar, principalmente, por meio da água e do solo. Muitas plantas e animais desenvolvem tolerância à um particular metal em excesso, que acaba sendo utilizado para seu desenvolvimento normal. Assim, a toxicidade se torna complexa e pode ser potencializada através da cadeia alimentar.<sup>24</sup>

Estudos epidemiológicos sobre a exposição ambiental e ocupacional a metais têm revelado a sua associação ao aparecimento de várias doenças do foro pulmonar, neurológico, renal, cardiovascular, câncer, entre outras.<sup>25</sup> O Chumbo (Pb) e seus compostos são utilizados na indústria de baterias, siderurgia, calçados, munições, tintas, inseticidas utilizadas na agricultura, vernizes, gasolina, pigmentos equipamentos contra radiação, soldas, vidros e cerâmica,<sup>26</sup> é absorvido primeiramente pelo trato gastrointestinal e pelos pulmões. Após algumas horas de exposição chumbo absorvidas está concentrado nos ossos (25% dos quais na medula óssea), 2% no sangue e o restante encontra-se no fígado, rins e tecidos moles. As patologias associadas à exposição ao chumbo são a anemia, cefaleias, depressão, fadiga, sonolência, dores musculares, dores nos ossos e articulações, fertilidade, hipertensão, neuropatia periférica, insuficiência renal e nefropatia crônica. É considerado, segundo a Agência Internacional de Pesquisas do Cancro (IARC), um agente potencialmente

carcinogênico nos humanos estando associado ao aumento do câncer dos pulmões, estômago e bexiga.<sup>27,28</sup>

O Mercúrio (Hg) é exposto por meio da respiração do ar poluído, da ingestão de alimentos e água contaminada e de tratamentos médicos e odontológicos, o mercúrio ao ser ingerido junto com a água de consumo é rapidamente absorvido pelo trato gastrointestinal, acumulando-se nas células vermelhas do sangue e ligando-se facilmente a grupos sulfidríla nas proteínas. Os principais efeitos adversos atribuídos à exposição ao mercúrio são: efeitos gastrointestinais, renais, músculo-esqueléticos, hepáticos, cardiovasculares e principalmente neurológicos.<sup>29</sup>

O Níquel (Ni) é liberado na atmosfera por indústrias que fabricam ou utilizam níquel. Algumas pessoas que trabalham em refinarias de níquel ou fábricas que processam níquel sofreram de bronquite crônica e problemas pulmonares. Essas pessoas inalaram quantidades de níquel muito maiores do que os níveis normalmente encontrados no meio ambiente. Alguns trabalhadores que beberam água com altos níveis de níquel sofreram de dores de estômago e efeitos adversos no sangue e nos rins.<sup>29</sup>

O Zinco (Zn) é elemento natural encontrado no solo por meio de processos naturais, porém a maior parte dele provém de atividades humanas como mineração. A exposição a altos níveis de zinco ocorre ao comer alimentos contaminados, beber água ou respirar em um local contaminado com partículas de zinco. Níveis baixos de zinco são necessários para manter a boa saúde, já as exposições a altas concentrações de zinco podem ser prejudiciais, causando cólicas estomacais e anemia, além de alterar níveis de colesterol.<sup>29</sup>

O Cádmio (Cd) é um elemento que se encontra disperso por todo o ambiente e que contata com o organismo por várias vias como a comida, a água, o ar e o fumo de tabaco. É utilizado nas indústrias de baterias juntamente com níquel, vidro, metalurgias, entre outras.<sup>30</sup> O cádmio provoca lesão testicular o que resulta em necrose, degeneração tecidual podendo levar a perda de produção de espermatozoides. Estas lesões resultam da redução do fluxo sanguíneo e consequente diminuição de oxigênio no testículo. A necrose testicular pode causar hiperplasia nas células de Leydig e consequentemente formação de tumor.<sup>31</sup> A IARC classifica assim o cádmio como um agente cancerígeno humano do tipo I, tendo sido associado ao câncer da próstata e câncer renal.<sup>32</sup>

Segundo um levantamento da contaminação ambiental do “Sistema Estuarino de Santos e São Vicente” realizado em 1999 pela CETESB, observou-se que os valores dos elementos

como Ni, Pb e Cd nas águas do Estuário de Santos estavam acima dos limites da Resolução do - CONAMA 1986 (Tabela 1).<sup>19</sup>

Poluentes		Águas	
		Frequência (%)	
		n	Acima dos limites <sup>(1)</sup>
Metais Pesados e Arsênio	Arsênio	-	-
	Cádmio	18	5
	Chumbo	27	9
	Cobre	14	0
	Cromo	0	0
	Manganês	-	-
	Mercurio	0	0
	Níquel	73	5
	Zinco	18	0
		22	

**Tabela 1.** Número total de amostras investigadas e frequência de detecção para o conjunto de parâmetros avaliados no levantamento da contaminação ambiental da Baixada Santista.

Fonte: CETESB, 2001 .<sup>8</sup>

Siqueira et al (2005), observaram contaminação moderada de Hg em sedimentos em alguns setores dos canais de Santos e São Vicente.<sup>33</sup> Um estudo realizado em sedimentos de seis pontos do estuário de Santos demonstrou que valores de Cd e de Pb estão muito acima dos teores médios considerados normais para sedimentos.<sup>34</sup> Outro estudo mais abrangente o qual analisou 41 amostras de sedimentos de vários pontos do estuário de Santos, encontrou que o Hg está presente em grande quantidade em várias regiões, sendo teores considerados danosos para biota na maior parte do estuário. Além disso, também foram encontrados pontos com valores elevados de Pb, Zn, Ni, Cr, Cd e Fe.<sup>4</sup>

Carmo et al (2011) observaram níveis elevados de Fe, Cr, Ni, Zn e Mn tanto na água de ano estuário de São Vicente como em sedimentos<sup>1</sup>. Entretanto, análises em sedimentos no Canal de Bertioga foram encontrados níveis abaixo do limiar de As, Cr, Cu, Ni, Pb e Zn.<sup>20</sup>

Os altos índices de toxicidade dos metais tóxicos para os organismos, associados à sua relativa facilidade de se acumular ao longo de cadeias tróficas por muito tempo, fundamenta a importância de estudos que determinem suas concentrações em ambientes aquáticos, pelo grande potencial dos metais tóxicos de causar danos ao meio ambiente e à saúde da população.<sup>35</sup>

Diante disso, identificar os metais tóxicos no Rio Pouca Saúde é fundamental para orientar a população ribeirinha dos possíveis efeitos tóxicos do consumo inadequado de suas águas.

### **3. OBJETIVOS**

O objetivo geral desse trabalho foi avaliar as condições toxicológicas de um rio altamente impactado localizado em uma região estuarina sub tropical, para assim criar um modelo de análise e monitoramento da contaminação ambiental.

Os objetivos específicos:

- Averiguar a adequação dos parâmetros físico-químicos da água do Rio Pouca Saúde de acordo com os parâmetros regulamentares como: pH, alcalinidade, turbidez, salinidade, óleos e graxas, OD, temperatura do ar e água;
- Verificar a resposta biológica em função da característica da água do Rio Pouca Saúde;
- Determinar a concentração de metais potencialmente tóxicos (Pb, Zn, Hg, Ni e Cd) em amostras de água e de sedimentos do Rio Pouca Saúde.

### **4. HIPÓTESE**

Diante do exposto acima, nossa hipótese é que as prováveis alterações encontradas nas análises físico-químicas e citotoxicológicas, bem como alterações nas concentrações de metais potencialmente tóxicos nas águas e sedimentos do Rio Pouca Saúde podem representar um risco potencial para a saúde da população.

## 5. METODOLOGIA

### 5.1. COLETA DE AMOSTRAS

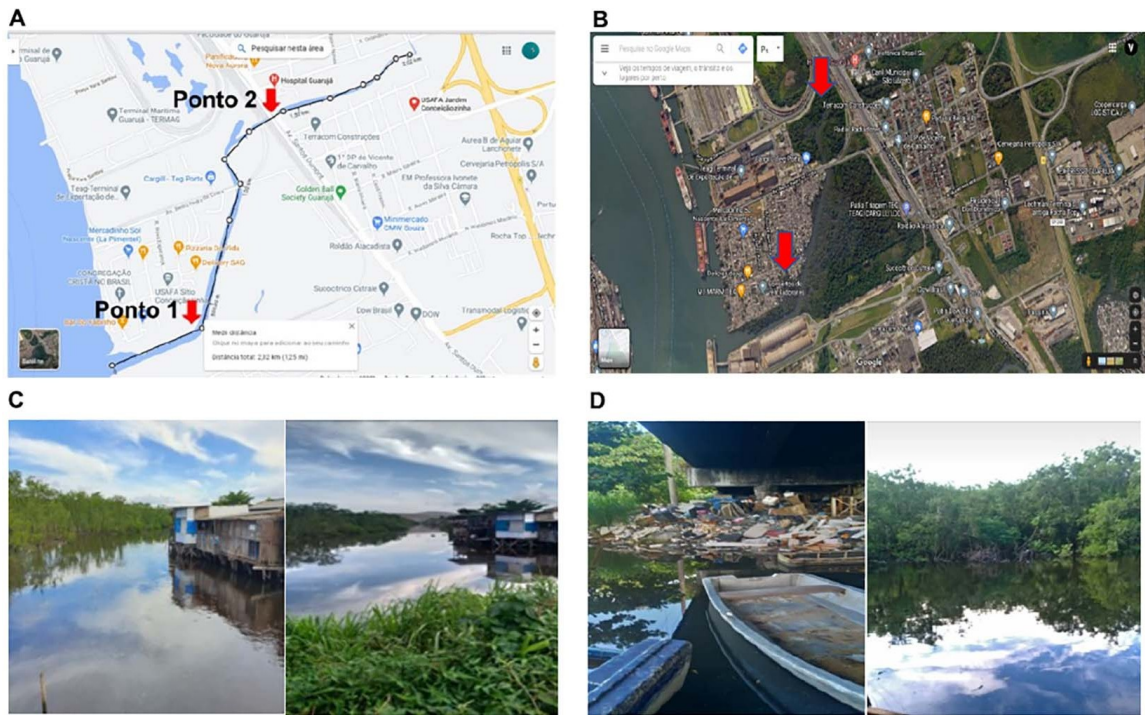
Foi realizado um estudo transversal e de coleta prospectiva. As amostras foram adquiridas em dois pontos distintos do Rio Pouca Saúde em águas superficiais próximas à margem durante 4 estações do ano (primavera, verão, outono e inverno) de 2021 (Figuras 5 A e B).

O ponto 1 (LAT -23.975788, LONG - 46.281542) fica próximo da saída do canal do estuário de Santos, uma região chamada de “Prainha”, com muitas palafitas ao redor, onde o esgoto é excretado diretamente no Rio, e com muito lixo (Figura 5C).

O ponto 2 (LAT -23.969540, LONG -46.278964) fica próximo à Avenida Santos Dumont, uma região mais afastada, com descarte de efluentes industriais e com muitos moradores de baixa ou nenhuma renda, que fazem uso direto da água do Rio e dos pescados (Figura 5D).

As amostras de água foram coletadas utilizando um recipiente de alumínio adaptado com corda de algodão, sendo o material imediatamente transferido para diferentes frascos de polipropileno (1L) com tampa, devidamente limpo, seco e identificado para evitar erros.<sup>36</sup> Posteriormente, as amostras foram armazenadas, em refrigerador a uma temperatura de 4° C, até serem analisadas.





**Figura 5.** Rio Pouca Saúde com os pontos de coleta demarcados no mapa (A) e na imagem adquirida de um satélite do Rio Pouca Saúde (B). Fonte: Googlemaps. Imagens do ponto 1 da coleta das amostras: área com interferência de contaminação de esgoto, moscas e pernilongos (C) e do ponto 2 (D). Fonte: Arquivo pessoal.

## 5.2. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Algumas substâncias podem apresentar riscos à saúde humana e alterar as características físico-químicas de um ambiente aquático, devido às concentrações em excesso. Existem muitos parâmetros por meio dos quais se avalia a qualidade das águas.<sup>37</sup> Neste trabalho priorizou-se alguns dos mais significativos critérios de pH, alcalinidade, turbidez, salinidade, óleos e graxas, oxigênio dissolvido, temperatura do ar e da água.

### **pH**

Esta determinação está relacionada com a concentração do íon  $H^+$  nas amostras, sendo realizada por medição direta utilizando-se pHmetro DIGIMED DM20 equipado com eletrodo combinado modelo SENSOTEC e calibrado com as soluções-tampão 7 e 10 no momento do uso. Os resultados são adimensionais e indicados em uma escala de 0 a 14.<sup>37</sup>

### **Alcalinidade**

Como as amostras são de natureza marinha, elas apresentam alcalinidade determinada por volumetria conforme a metodologia 2320 descrita no “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater” – 20ª edição. Uma alíquota representativa da amostra foi colocada em um béquer e titulada até  $pH = 4,5$  com auxílio de um pHmetro DIGIMED DM20 equipado com eletrodo combinado modelo SENSOTEC e calibrado no momento do uso através de soluções-tampão 7 e 10. O cálculo da alcalinidade foi feita pela equação adequada e os resultados são expressos em  $mg\ CaCO_3/L$ .<sup>37</sup>

### **Turbidez**

A determinação da turbidez foi realizada por método fotométrico utilizando-se turbidímetro modelo TURBIDIMETRO BANCADA II / PLUS II. A amostra sem tratamento prévio foi transferida para uma cubeta de 8 cm da altura com tampa de rosca e acondicionada no aparelho, sendo a turbidez expressa em NTU (unidade nefelométrica de turbidez).<sup>37</sup>

### **Salinidade**

Esta análise foi realizada por refratômetro direta utilizando equipamento modelo QUIMIS 107.1. O aparelho foi calibrado com água destilada no momento do uso e o resultado é lido no próprio equipamento e expresso em partes por mil (‰).<sup>37</sup>

## **Óleos e Graxas**

Esta análise foi realizada conforme a metodologia gravimétrica descrita no “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater” - 20ª edição (método de Winkler modificado). Basicamente, os óleos e graxas foram extraídos da amostra utilizando-se extrações sequenciais com n-hexano em funil de separação de 2 litros. As frações foram transferidas para um balão de destilação previamente pesado através de um funil contendo sulfato de sódio para evitar a contaminação por água, o solvente foi evaporado e os óleos e graxas foram quantificados por pesagem do balão com precisão de  $\pm 0,1$  mg, sendo expressos em mg/L. O n-hexano utilizado no ensaio foi recuperado por destilação e reutilizado.<sup>37</sup>

## **Oxigênio dissolvido**

O oxigênio dissolvido foi quantificado no momento da coleta através do oxímetro modelo AT160 com calibração automática.

## **Temperatura do ar e da água**

A medição da temperatura da água na superfície foi realizada com termômetro de imersão parcial, submergindo-o diretamente no corpo d'água através dos sensores de temperatura dos equipamentos eletrométricos utilizados para os ensaios oxigênio dissolvido. Para a determinação da temperatura em profundidade, foi utilizado sensor eletrométricos, com sonda de profundidade e sensor de temperatura, utilizando como resultado da medição o valor expresso no display do equipamento. A determinação de temperatura do ar foi realizada com os sensores acima, mantendo o termômetro ou sensor na posição vertical, evitando incidência direta da luz solar.<sup>37</sup>

## **5.3. ANÁLISE CITOTÓXICA POR MEIO DO TESTE *Allium Cepa L.***

### **Cultivo para o teste *Allium Cepa L.***

Os testes *Allium Cepa L.* foram realizados com cebolas do tipo pirulito de tamanho e peso previamente padronizados. Foram cultivadas 11 cebolas para cada amostra, em béquer contendo as amostras de água coletadas dos diferentes pontos do rio e períodos do ano. As amostras foram utilizadas em sua forma pura não diluída. Foi utilizado um grupo controle para comparação dos resultados, constituído de cebolas crescidas em água potável. Antes de colocá-las no meio para crescimento, as raízes já existentes nos bulbos de *Allium Cepa L.* foram retiradas, a fim de que as células analisadas fossem todas de raízes crescidas no meio

investigado. Os vegetais foram colocados em recipientes com 60 ml para cada solução, de maneira que apenas a parte inferior do bulbo estivesse em contato com seu meio de cultivo. O crescimento das raízes foi monitorado a cada 24 horas durante 72 h.

### **Análise Macroscópica**

Para avaliação dos aspectos macroscópicos foram analisadas alteração da cor, formato e tamanho da raiz. Qualquer alteração nos aspectos físicos pode ser indícios de substâncias tóxicas na água.<sup>38</sup>

### **Preparo das lâminas**

Após esse período, as raízes foram coletadas e fixadas em Etanol e Ácido Acético (3:1) em temperatura ambiente por 24h, em seguida transferida para álcool 70% e colocadas na geladeira até o momento da análise. Para preparação das lâminas, os meristemas radiculares de cada amostra foram cuidadosamente submergidos por 5 min em água destilada, em seguida colocadas em solução de HCl 5 N, por 20 min e recolocadas em água destilada por 5 min. O material a ser analisado foi colocado em uma lâmina e com auxílio de um bisturi foi seccionado a região meristemática apical. Após esse procedimento foi adicionado 10uL de Giemsa 20% por 5 min lavado com água destilada. Posteriormente, foi adicionada uma gota de balsamo do Canadá, cobrindo com uma lamínula, realizando a técnica de esmagamento.<sup>38</sup>

Após esse procedimento foi hidrolizado em HCl 5N devidamente padronizado até a concentração real por 10 min como demonstrado na figura 13 a; lavadas em água destilada corrente em abundância com auxílio de uma peneira; transferidas para solução de ácido acético 45% e aquecer em estufa com circulação de ar e temperatura controlada à 70°C por 3 min; Sempre conferir a temperatura da estufa utilizando termômetro figura 13 b; na sequencia foram lavadas em água destilada corrente em abundância com auxílio de uma peneira; transferidas individualmente para uma lâmina e com o auxílio de um microscópio estereoscópico QUIMIS 106.s para fazer o corte com média de 2 mm da área meristemática da raiz; Gotejou-se até imergir a raiz em corante Giemsa 20% por 5 mi e retirado o excesso de corante com água destilada.<sup>38</sup>

### **Análise Índice mitótico**

Para determinação do Índice Mitótico (IM%) foram analisadas 400 células em microscópio óptico ZEISS, observando a lâmina da esquerda para direita e contabilizando todas as células em mitose. Em seguida, foi calculado o índice mitótico considerando  $IM\% = N^{\circ} \text{ de células em mitose} / N^{\circ} \text{ de células analisadas} \times 1$ . Considerando que resultados maiores ou menores que 50% nível tóxico.<sup>38</sup>

A figura 6 ilustra a sequência de etapas realizadas durante o teste *Allium Cepa L.*

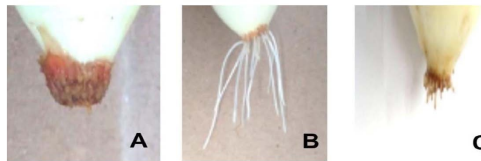
1) Seleção das cebolas e preparo.



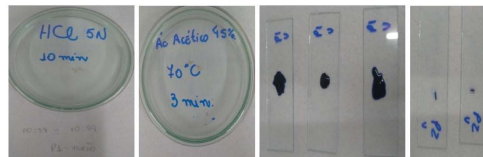
2) Bulbos das cebolas imersos por 72h em contato direto sem diluição.



3) Análise macroscópica bulbo necrosado (A), raiz do grupo controle (B) e raiz germinada na água do Rio (C).



4) Sequência para preparo das lâminas.



5) Análise microscópica da divisão celular da raiz para calcular o índice mitótico

(A) Prófase (B) Metáfase (C) Anáfase (D) Telófase.

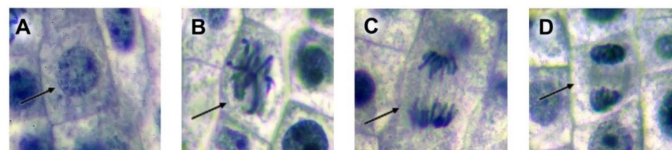


Figura 6: Fluxograma da análise citotóxica por meio do teste *Allium Cepa L.*

#### **5.4. ANÁLISE DOS METAIS POTENCIALMENTE TÓXICOS EM ÁGUAS SUPERFICIAIS E SEDIMENTOS**

As coletas das amostras de água para análise dos metais tóxicos foram realizadas nos Pontos 1 e 2 no outono de maneira dinâmica, utilizando uma garrafa do mesmo tipo e modelo das garrafas de coleta com a parte inferior aberta, para isso foi colocada a garrafa sobre a água e aguardou-se 3 minutos, após esse período foi rosqueada a tampa levantando a parte inferior da garrafa e transferida para a garrafa de coleta previamente ambientada. A coleta do ponto 1 foi realizada 0,7m de profundidade e a 1,1 m da margem com velocidade média de 0,5 segundos por metro. No ponto 2 a profundidade era de 0,9m e 1,5m de distância da margem com velocidade de correnteza de 0,4 segundos por metro.

A análise dos metais Pb, Zn, Hg, Ni e Cd foi realizada diretamente na água bruta em 3 amostras de cada ponto, sendo que na presença de material particulado foi realizada a digestão ácida das amostras.

As coletas de sedimentos para análise de metais tóxicos foram realizadas nos pontos 1 e 2 no inverno utilizando uma garra para coleta dos sedimentos brutos e acondicionados em sacos incolores identificados e armazenados em isopor. A coleta do ponto 1 foi realizada a 0,1m de profundidade e 1,1m de distância da margem com água sem movimentação. No ponto 2 a profundidade era de 0,5 m de profundidade e 1,5m de distância da margem e velocidade média de 9 segundos por metro. A análise dos metais Pb, Zn, Hg, Ni e Cd foi realizada diretamente em sedimentos bruto em 3 amostras de cada ponto.

As amostras de águas e sedimentos foram previamente preparadas por meio de procedimentos de preparo de amostras adequados aos analitos e seguindo as normas do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater EPA SW- 846 - 6010 D - 2018.<sup>39</sup> E o aparelho utilizado para execução da quantificação foi o ICPOES - espectrofotômetro de emissão atômica com fonte de plasma, previamente calibrado por curvas de calibração de concentração conhecida e branco. Tanto as coletas como as análises das amostras da água e sedimentos foram realizadas pela empresa Controle Analítico.

Para a verificação do impacto causado pela presença desses metais poluentes, foram considerados dois critérios. CETESB: TEL (“Threshold Effect Level”), nível abaixo do qual não ocorre efeito adverso na comunidade biológica, PEL (“Probable Effect Level”), nível acima do qual é provável a ocorrência de efeito adverso à comunidade biológica e a faixa entre o TEL

e o PEL representa uma possível ocorrência de efeito adverso à comunidade biológica. CONAMA: o ERL (“effects range – low”), o limite de concentração abaixo do qual os sedimentos raramente são tóxicos, ERM (“effects range – medium”), sedimentos provavelmente são tóxicos, quando algum elemento metálico ultrapassa esse valor e a faixa maior que o ERL e menor que o ERM indica que os sedimentos possivelmente são tóxicos.<sup>40</sup>

## **5.5. . DESCRIÇÃO DOS MÉTODOS ESTATÍSTICOS E CRITÉRIOS**

As diferenças entre dois os grupos foram analisadas pelo *teste t* de Student e quando foi calculado a diferença entre 3 grupos na mesma estação foi utilizado análise de variância (one way ANOVA seguida, pelo teste de Tukey), utilizando GraphPrism 9.0. Só foram considerados estatisticamente significantes valores de  $p < 0,05$ .

## 5.6. . DESCRIÇÃO DOS PRODUTOS FINAIS A SEREM DESENVOLVIDOS

1) Produto: Procedimento Operacional Padrão (POP) - Análise citotóxica por meio do teste *Allium Cepa L.* (cebola). Disponível em: <https://mestrado-saude-meio-ambiente.unimes.br/wp-content/uploads/2021/03/POP-12-Analise-citotoxica-por-meio-do-teste-Allium-Cepa.pdf>

Relevância/Utilidade: A técnica do *Allium Cepa L.* é uma ferramenta valiosa quanto à determinação da contaminação ambiental. Em geral, os metais tóxicos podem induzir sintomas mais severos nas raízes do que nas folhas, uma vez que as raízes estão em contato direto com o solo e geralmente com o contaminante tóxico. Portanto, através desse protocolo é possível detectar efeitos tóxicos de amostras de água de uma região contaminada e assim poder desenvolver cartilhas e material de orientação para população ribeirinha sobre os riscos de utilizar as águas da região.

Aderência (critério obrigatório): Projeto de Pesquisa vinculado: Análise de toxicologia ambiental na região portuária e petroquímica.

Linha de Pesquisa: Fatores de risco à saúde na indústria da cadeia de petróleo.

Impacto: Alto.

Demanda: Espontânea.

Área impactada pela produção: Saúde.

Aplicabilidade: Alta aplicabilidade.

Abrangência potencial: Alta abrangência.

Replicabilidade: Facilmente reprodutível.

Inovação: Produção com médio teor inovativo.

Complexidade: Produção de média complexidade.



2) Produto: Capítulo de livro – Capítulo 7 - Monitoramento ecotoxicológico com bioensaios Allium Cepa L no Rio Pouca Saúde durante diferentes estações localizado da região portuária de Santos/SP. Ventura MLS, Curraladas IDR, Santos MA, Boim MA Maquigussa E, Colovati MES, Bastos PAS, Oliveira-Sales EB. Monitoramento ecotoxicológico com bioensaios Allium Cepa L no Rio Pouca Saúde durante diferentes estações localizado da região portuária de Santos/SP. "In": Welington JJ. Sustentabilidade e Meio ambiente: Perspectivas e Desafios. Maringá: Editora UNIEDUSUL; 2021. 75-88. DOI: 10.51324/86010763.7. Disponível em: [file:///C:/Users/Samsung/Downloads/EBOOK%20%20SUSTENTABILIDADE%20E%20MEIO%20AMBIENTE%20-%20PERSPECTIVAS%20E%20DESAFIOS%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Samsung/Downloads/EBOOK%20%20SUSTENTABILIDADE%20E%20MEIO%20AMBIENTE%20-%20PERSPECTIVAS%20E%20DESAFIOS%20(2).pdf)

Aderência (critério obrigatório): Projeto de Pesquisa vinculado: Análise de toxicologia ambiental na região portuária e petroquímica.

Linha de Pesquisa: Fatores de risco à saúde na indústria da cadeia de petróleo.

Impacto: Alto.

Demanda: Espontânea.

Área impactada pela produção: Saúde.

Aplicabilidade: Alta aplicabilidade.

Abrangência potencial: Alta abrangência.

Replicabilidade: Facilmente reprodutível.

Inovação: Produção com médio teor inovativo.

Complexidade: Produção de média complexidade.

3) Produto: Capítulo publicado no e-book da Pós-graduação Saúde e Meio Ambiente 2021, Capítulo 9. “Importância do monitoramento toxicológico no Rio Pouca Saúde localizado na região portuária de Santos/SP”. Ventura MLS, Curraladas IDR, Santos MA, Boim MA, Maquigussa E, Colovati MES, Bastos PAS, Oliveira-Sales EB. Importância do monitoramento toxicológico no Rio Pouca Saúde localizado na região portuária de Santos/SP. “In” Saúde e Meio Ambiente em Regiões Portuárias. Santos. Editora: Programa de mestrado em Saúde e Meio Ambiente na Área de Medicina; 2021. 84-91. ISBN: 978-65-00-37069-0.

Aderência (critério obrigatório): Projeto de Pesquisa vinculado: Análise de toxicologia ambiental na região portuária e petroquímica.

Linha de Pesquisa: fatores de risco à saúde na indústria da cadeia de petróleo.

Impacto: Alto.

Demanda: Espontânea.

Área impactada pela produção: Saúde.

Aplicabilidade: Alta aplicabilidade.

Abrangência potencial: Alta abrangência.

Replicabilidade: Facilmente reprodutível.

Inovação: Produção com médio teor inovativo.

Complexidade: Produção de média complexidade.

4) Produto: Capítulo publicado no e-book da Pós-graduação Saúde e Meio Ambiente 2021. Capítulo 10 - “Principais doenças da população residente próxima ao Rio Pouca Saúde localizado no estuário de Santos/SP”; Curraladas IDR, Ventura MLS, Boim MA Maquigussa E, Colovati MES, Bastos PAS, Oliveira-Sales EB. “In” Saúde e Meio Ambiente em Regiões Portuárias. Santos. Editora: Programa de mestrado em Saúde e Meio Ambiente na Área de Medicina; 2021. 84-91. ISBN: 978-65-00-37069-0.

Aderência (critério obrigatório): Projeto de Pesquisa vinculado: Análise de toxicologia ambiental na região portuária e petroquímica.

Linha de Pesquisa: Fatores de risco à saúde na indústria da cadeia de petróleo.

Impacto: Alto.

Demanda: Espontânea.

Área impactada pela produção: Saúde.

Aplicabilidade: Alta aplicabilidade.

Abrangência potencial: Alta abrangência.

Replicabilidade: Facilmente reprodutível.

Inovação: Produção com médio teor inovativo.

Complexidade: Produção de média complexidade.

5) Produto: Cartilha informativa para população ribeirinha: Rio Pouca Saúde: Monitoramento Ambiental em atenção à População. Ventura MLS, Curraladas IDR, Barreiros JM, Santos MA, Boim MA, Maquigussa E, Colovati MES, Bastos PAS, Oliveira-Sales EB.

Aderência (critério obrigatório): Projeto de Pesquisa vinculado: Análise de toxicologia ambiental na região portuária e petroquímica

Linha de Pesquisa: Fatores de risco à saúde na indústria da cadeia de petróleo.

Impacto: Alto.

Demanda: Espontânea.

Área impactada pela produção: Saúde.

Aplicabilidade: Alta aplicabilidade.

Abrangência potencial: Alta abrangência.

Replicabilidade: Facilmente reprodutível.

Inovação: Produção com médio teor inovativo.

Complexidade: Produção de média complexidade

## 6. RESULTADOS

### 6.1. RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Os resultados físico-químicos das estações chuvosas (Verão e Primavera) estão representados na Tabela 2 e os das estações secas (Outono e Inverno) na Tabela 3. Os resultados para pH apresentaram-se dentro da normalidade em todos os pontos e estações analisadas. Já a alcalinidade, não foram encontrados referenciais citados do CONAMA. Também foram observados turbidez e óleos e graxas nas análises em todas as estações analisadas, sendo que o recomendado seria estarem ausentes (Tabela 2 e 3).

Sabe-se que a salinidade resulta em uma água salobra com valores menores que 30‰ e maiores que 0,5‰. Nossos resultados demonstraram valores dentro dessa faixa (Tabela 2 e 3).

Em relação ao OD, foi observado uma diminuição relevante nos níveis dos dois pontos do inverno em relação aos valores de referência do CONAMA. Enquanto, apenas o ponto 2 está abaixo do limite de referência no outono e no verão (Tabela 2 e 3).

A temperatura tanto da água como no ar apresentou-se dentro da normalidade.

**Tabela 2.** Parâmetros físico-químicos analisados na água do Rio Pouca Saúde nos pontos 1 e 2 nas estações secas.

Parâmetros n=3	Verão		Primavera		Referência CONAMA <sup>a</sup>
	P1	P2	P1	P2	
pH	7,6	7,5	7,7	6,8	6,5 – 8,5
Alcalinidade (ppm CaCO <sub>3</sub> )	182,0	200	218	200	-
Turbidez NTU	1,7	1,6	4,2	4,9	Ausente
Salinidade (% m/m)	3,2	2,8	2,3	1,6	0,5 – 30
Óleos e graxas (mg/mL)	1,2	1,8	1,1	2,0	Ausente
Oxigênio Dissolvido-OD (mg/L)	5,9	2,9	4,9	2,2	> 5
Temperatura da água °C	28,2	28,6	21,3	22,3	20 -32
Temperatura do ar °C	34,2	29,7	26,1	25,5	-

<sup>a</sup>Valores de recomendados pela legislação brasileira (CONAMA) por meio das Resoluções No 357/2005, N<sup>o</sup>. 430/011 e N<sup>o</sup> 274/2000.

**Tabela 3.** Parâmetros físico-químicos analisados na água do Rio Pouca Saúde nos pontos 1 e 2 nas estações chuvosas.

Parâmetros n=3	Outono		Inverno		Referência CONAMA <sup>a</sup>
	P1	P2	P1	P2	
pH	7,2	7,4	6,6	7,6	6,5 – 8,5
Alcalinidade (ppm CaCO <sub>3</sub> )	197,0	230,0	197,0	231	-
Turbidez NTU	1,4	1,3	45,5	11,4	Ausente
Salinidade (% m/m)	1,4	1,9	3,7	3,7	0,5 – 30
Óleos e graxas (mg/mL)	0,8	0,9	0,9	1,2	Ausente
Oxigênio Dissolvido-OD (mg/L)	5,4	4,8	0,1	3,9	> 5
Temperatura da água °C	25,1	23,7	25,6	23,2	20 -32
Temperatura do ar °C	26,4	24,3	33,1	28,9	-

<sup>a</sup>Valores de recomendados pela legislação brasileira (CONAMA) por meio das Resoluções No 357/2005, N<sup>o</sup>. 430/011 e N<sup>o</sup> 274/2000.

## 6.2. RESULTADOS DA ANÁLISE CITOTÓXICA POR MEIO DO TESTE *Allium Cepa L.*

Os resultados citotóxicos estão representados nas Tabelas 4 e 5. O comprimento das raízes das cebolas germinadas nas amostras do ponto 1 e 2 em todas as estações apresentaram um crescimento significativamente menor ao comparar com as amostras controles. Entretanto, no ponto 1, as raízes também diminuíram significativamente seu comprimento no inverno em relação ao outono (Tabela 5). A figura 7 representam um exemplo do crescimento radicular em cada estação nos diferentes pontos.

Para a quantidade de raízes houve queda significativa nas estações verão, outono e inverno, entretanto, na estação da primavera houve um aumento considerável em relação ao controle e as outras estações como demonstrado nas tabelas 4 e 5.

Em relação a qualidade e coloração das raízes, foi observado um crescimento fraco e com as pontas amarronzadas tanto no ponto 1 como o 2, em todas as estações. Sendo essas características opostas observadas nas amostras controles.

A Tabela 6 expressa a citotoxicidade segundo os resultados do IM para cada ponto de amostragem e estação do ano. A partir dos resultados encontrados foi possível verificar queda do IM em todas as estações analisadas. Sabe-se que quanto menor for o IM, maior é a toxicidade do rio, portanto, como o ponto 1 demonstra uma maior redução do IM comparado com a amostra controle, sugere-se que esse ponto apresente maior toxicidade.

**Tabela 4.** Resultados Macroscópicos do Bioensaio *Allium Cepa L* realizado nas amostras de água do Rio Pouca Saúde nos pontos 1 e 2 nas estações secas.

n:11	Verão			Primavera		
	Controle	P1	P2	Controle	P1	P2
Peso da Cebola (g)	38,5 ± 5,1	36,4 ± 4,3	34,3 ± 5,0	37,0g ± 1,3	40,1 ± 0,9	36,5 ± 2,8
Comprimento da raiz (cm)	2,8 ± 0,9	0,6 ± 0,2*	0,6 ± 0,2*	2,5 ± 1,0	0,5 ± 0,15**	0,4 ± 0,1**
Quantidade de raízes	28 ± 6,7	5 ± 2,5*	7 ± 3,3*	15 ± 2,1	25 ± 2,0**	27 ± 2,6**
Coloração da ponta da raiz	Branca	Marrom	Marrom	branca	Marrom	Marrom
Qualidade da raiz	Forte	Fraca	Fraca	Forte	Fraca	Fraca

Os valores de peso e comprimento foram expressos em Média ± Desvio padrão.

\*p<0,05 vs Controle do Verão. \*\*p<0,05 vs Controle da Primavera

**Tabela 5.** Resultados Macroscópicos do Bioensaio *Allium Cepa L* realizado nas amostras de água do Rio Pouca Saúde nos pontos 1 e 2 nas estações molhadas.

n:11	Inverno			Outono		
	Controle	P1	P2	Controle	P1	P2
Peso da Cebola (g)	22,7 ± 2,7	20,9 ± 1,6	20,8 ± 2,6	47,2 ± 8,9	40,4 ± 2,1 <sup>‡</sup>	46,1 ± 7,5 <sup>‡,‡</sup>
Comprimento da raiz (cm)	3,9 ± 0,7	0,1 ± 0,32*	0,5 ± 0,3*	2,0 ± 1,1	0,8 ± 0,2 <sup>‡,‡</sup>	0,6 ± 0,3 <sup>‡</sup>
Quantidade de raízes	22,2 ± 5,8	1,7 ± 3*	2,4 ± 0,3*	19,0 ± 10,8	8 ± 6,5 <sup>‡,‡</sup>	8 ± 5,4 <sup>‡,‡</sup>
Coloração da ponta da raiz	Branca	Marrom	Marrom	Branca	Marrom	Marrom
Qualidade da raiz	Forte	Fraca	Fraca	Forte	Fraca	Fraca

Os valores de peso e comprimento foram expressos em Média ± Desvio padrão.

\*p<0,05 vs Controle do Inverno. \*\*p<0,05 vs Controle da Outono

<sup>‡</sup>p<0,05 vs P1 do Outono. <sup>‡</sup>p<0,05 vs P1 do Inverno.

**Tabela 6.** Índice mitótico encontrado nas células meristemáticas radiculares da *Allium Cepa L.* germinadas nas amostras de água do Rio Pouca Saúde nos pontos 1 e 2 durante todas as estações.

N=11	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Controle	98%	99%	95%	100%
Ponto 1	23%	37%	11%	8%
Ponto 2	44%	51%	27%	14%

\*Valores calculados IM% (Índice Mitótico) = n° de células analisadas ÷ n° de células em mitose x 100.

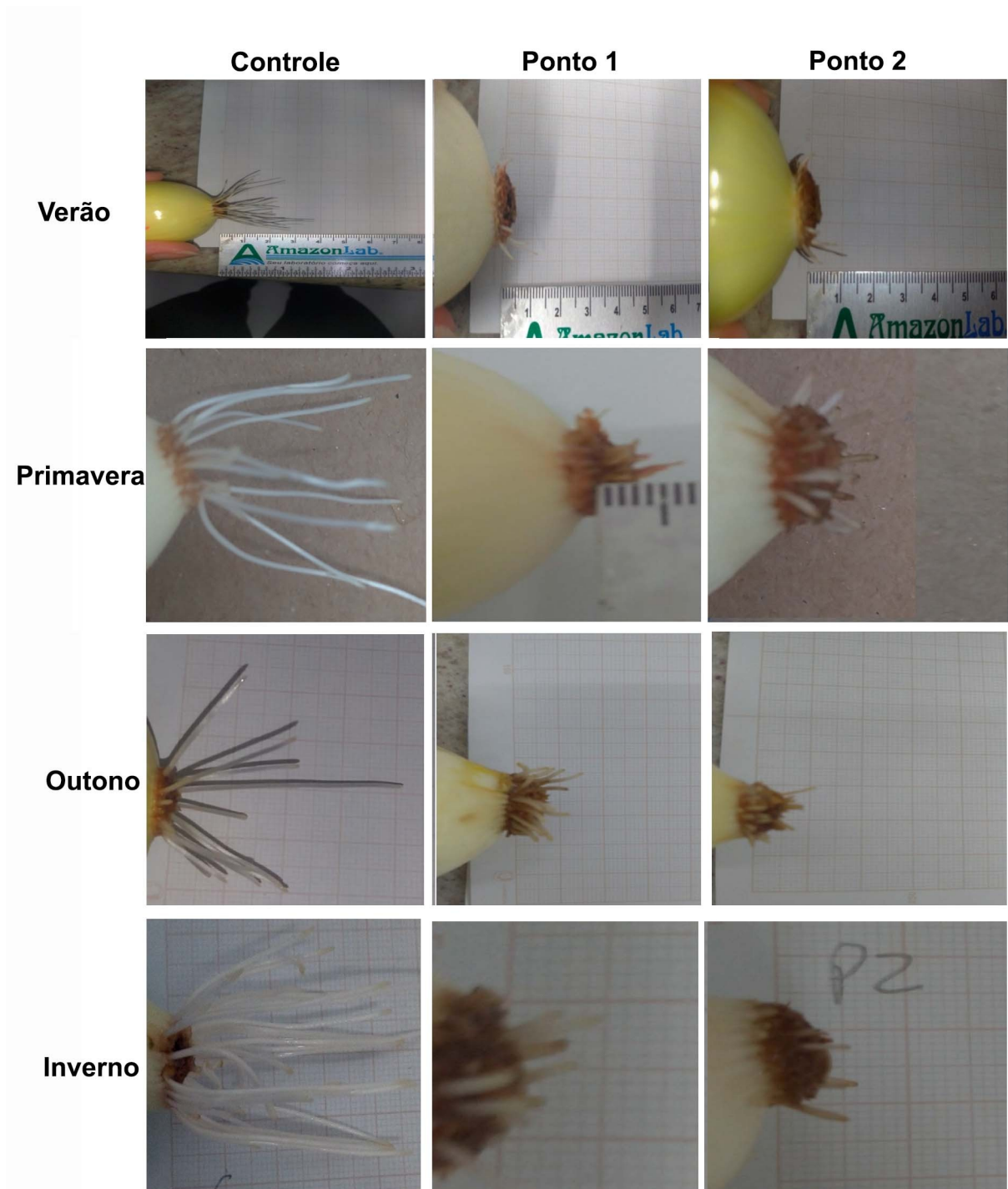


Figura 7. Imagens do crescimento da raiz germinada em amostras de água controle, na água do ponto 1 e na água do ponto 2 durante o verão, primavera, outono e inverno. Fonte: Arquivo pessoal.



### 6.3. RESULTADOS DA ANÁLISE DOS METAIS POTENCIALMENTE TÓXICOS EM ÁGUAS SUPERFICIAIS E SEDIMENTOS

Em relação as concentrações de metais em águas superficiais do Rio Pouca Saúde, foi observado valores abaixo do limite de determinação (Tabela 7).

Enquanto concentrações elevadas para os elementos Ni (19,3 mg/kg) e Zn (186 mg/kg) foram encontradas nos sedimentos do ponto 1 durante o inverno (Tabela 8). Essas concentrações foram acima do TEL e abaixo do PEL, portanto, representam uma possível ocorrência de efeito adverso à comunidade biológica. Já no ponto 2, o Zn também está acima do ERL, indicando que os sedimentos potencialmente são tóxicos.

Na coleta efetuada na Primavera não foi encontrada nenhuma alteração de metais nos pontos analisados (Tabela 9), estando dentro dos limites permitidos.

**Tabela 7.** Concentração de metais tóxicos em águas superficiais do Rio Pouca Saúde em dois pontos analisados durante o outono.

<b>Metal</b>	<b>Ponto 1</b>	<b>Ponto 2</b>	<b>LQ</b>	<b>Referência CONAMA</b>
Mercúrio mg/L	< 0,0001	< 0,0001	0,0001	0,0002
Cádmio mg/L	< 0,001	< 0,001	0,001	0,005
Chumbo mg/L	< 0,005	< 0,005	0,005	0,01
Níquel mg/L	< 0,005	< 0,005	0,025	0,005
Zinco mg/L	< 0,025	< 0,025	0,025	0,09

LQ- Limite de quantificação. Todos os metais foram detectados, porém com concentração abaixo do limite de quantificação.

**Tabela 8.** Concentrações de metais em sedimentos brutos no Rio Pouca Saúde analisados nos pontos 1 e 2 durante o Inverno.

Valores acima do TEL e abaixo do PEL e acima do ERL estão em negritos.

<b>Coleta</b>	<b>Hg (mg/kg)</b>	<b>Cd (mg/kg)</b>	<b>Pb (mg/kg)</b>	<b>Ni (mg/kg)</b>	<b>Zn (mg/kg)</b>
<b>Ponto 1</b>	<0,002	<0,02	26,44	<b>19,33</b>	<b>186,87</b>
<b>Ponto 2</b>	<0,002	<0,02	22,89	11,76	<b>193,90</b>
<b>LQ (mg/Kg)</b>	0,002	0,02	0,1	0,1	0,5
<b>TEL(mg/Kg)</b>	0,13	0,7	30,2	15,9	124
<b>PEL(mg/Kg)</b>	0,70	4,21	112	42,8	271
<b>ERL(mg/Kg)</b>	0,15	1,2	46,7	20,9	150,0
<b>ERM(mg/Kg)</b>	0,71	9,6	218,0	51,6	410,0

Hg – Mercúrio; Cd- Cádmio; Pb- Chumbo; Ni- Níquel; Zn- Zinco; LQ- Limite de quantificação;

TEL - Threshold Effect Level; PEL -Probable Effect Level – Normas Canadenses de Qualidade do Sedimento e adotado pela CETESB.

ERL - Effects Range Low; ERM - Effects Range Medium - critérios americanos adotados pela CONAMA Resol. 334/04.

**Tabela 9.** Concentrações de metais em sedimentos brutos no Rio Pouca Saúde analisados nos pontos 1 e 2 durante a Primavera.

<b>Coleta</b>	<b>Hg (mg/kg)</b>	<b>Cd (mg/kg)</b>	<b>Pb (mg/kg)</b>	<b>Ni (mg/kg)</b>	<b>Zn (mg/kg)</b>
<b>Ponto 1</b>	<0,0005	<0,005	11,62	4,24	72,08
<b>Ponto 2</b>	<0,0005	<0,005	12,95	4,41	81,40
<b>LQ (mg/Kg)</b>	0,002	0,02	0,1	0,1	0,5
<b>TEL(mg/Kg)</b>	0,13	0,7	30,2	15,9	124
<b>PEL(mg/Kg)</b>	0,70	4,21	112	42,8	271
<b>ERL(mg/Kg)</b>	0,15	1,2	46,7	20,9	150,0
<b>ERM(mg/Kg)</b>	0,71	9,6	218,0	51,6	410,0

Hg – Mercúrio; Cd- Cádmio; Pb- Chumbo; Ni- Níquel; Zn- Zinco; LQ- Limite de quantificação;

TEL - Threshold Effect Level; PEL -Probable Effect Level – Normas Canadenses de Qualidade do Sedimento e adotado pela CETESB.

ERL - Effects Range Low; ERM - Effects Range Medium - critérios americanos adotados pela CONAMA Resol. 334/04.

## 7. DISCUSSÃO

De acordo com a metodologia estabelecida e os resultados encontrados, os principais achados da presente dissertação foram que em relação a qualidade da água do Rio Pouca Saúde foi possível verificar que os parâmetros físico-químicos apresentaram alterações para oxigênio dissolvido, turbidez, óleos e graxas, apenas, e os outros parâmetros ficaram dentro dos limites estabelecidos pela resolução CONAMA 357/2005.<sup>40</sup> As amostras de água do Rio Pouca Saúde submetidas ao teste *Allium Cepa L* apresentaram potencial citotóxico. Além disso, os elementos Ni e Zn apresentaram alterações no sedimento do rio durante o inverno, ao passo que os outros elementos apresentaram concentrações dentro do limite.

Em relação aos resultados físico-químicos encontrados, uma água é considerada muito dura quando apresenta uma concentração em carbonato de cálcio superior a 180 mg/L; dura entre 120 e 180 mg/L, moderadamente dura entre 60-120 mg/L e macia quando os teores em carbonato de cálcio são menores 60 mg/L segundo a Organização Mundial de Saúde. Uma água com dureza acima de 180 mg/L de CaCO<sub>3</sub>, pode induzir à formação de incrustações nas canalizações e água com dureza inferior a 60 mg/L pode ser agressiva e provocar fenômenos de corrosão no sistema de abastecimento de água.<sup>41</sup> Todos os nossos resultados nos dois pontos analisados do rio foram superiores a 180 mg/L sendo caracterizada uma água muito dura. Além disso, também foram observados turbidez e óleos e graxas nas análises das amostras. A turbidez é provocada por partículas em suspensão, sendo, portanto, reduzida por sedimentação, além da ocorrência de origem natural a turbidez da água pode também ser causada por lançamentos de esgotos domésticos ou industriais.<sup>42</sup> Quanto a salinidade, nossos resultados caracterizaram as amostras como águas salinas e de classe 3 que podem ser destinadas apenas a navegação e harmonia paisagística.<sup>42</sup> Nessa Classe de água tolerasse iridescências para óleos e graxas.<sup>40</sup> A respeito da temperatura da água, todas as análises estavam dentro do referencial esperado. A alteração da temperatura da água pode ser causada por fontes naturais principalmente energia solar ou antropogênicas, despejos industriais ou águas de resfriamento de máquinas, exercendo influência na velocidade das reações químicas, nas atividades metabólicas dos organismos e na solubilidade de substâncias.<sup>43</sup>

Sobre as análises citotóxicas, os resultados das análises macroscópicas constataram uma diminuição no comprimento das raízes das amostras de água do rio, quando comparados ao grupo controle, o que pode estar relacionado a queda do IM dessas amostras. Estudos prévios

constatarem o mesmo efeito ao analisar a citotoxicidade de água de rios e demonstraram que a diminuição do IM também causa inibição do crescimento radicular.<sup>44,45,46,47</sup> Krüger também considerou como efeito de toxicidade, a inibição do crescimento radicular, o que pode estar associado também a queda do número de raízes.<sup>48</sup> Em todas as estações analisadas e em ambos os pontos mostraram raízes fracas e com pontas marrons. Segundo FISKESJÖ pontas com coloração marrom indicam agentes tóxicos na água.<sup>38</sup>

A partir dos resultados encontrados do bioensio da *Allium Cepa L.* foi possível verificar queda do IM em todas as estações analisadas. Sabe-se que quanto menor for o IM, maior é a toxicidade do rio, portanto, como o ponto 1 demonstra uma maior redução do IM comparado com a amostra controle, sugere-se que esse ponto apresente maior toxicidade. O teste do *Allium Cepa L.* é muito utilizado para avaliar danos no DNA como os distúrbios no ciclo mitótico, pois o IM representa o número total de divisão de células no ciclo celular.<sup>19</sup> Portanto, tanto a redução como o aumento do IM são indicadores importantes no monitoramento da poluição ambiental, especialmente para a avaliação de contaminantes que apresentam potencial citotóxico. Deste modo, podemos inferir que a indicação de toxicidade é observada tanto pela inibição do crescimento das raízes bem como pelos efeitos adversos causados aos cromossomos.<sup>38</sup> A resolução Conama 454 define a classificação dos testes ecotoxicológicos para efeito tóxico não significativo, quando menor ou igual a 50% e efeito tóxico significativo, quando maior que 50%.<sup>49</sup>

A respeito da determinação de metais potencialmente tóxicos no Rio Pouca Saúde, os resultados demonstraram concentrações de metais em águas superficiais abaixo do limite de determinação. A determinação do pH revelou valores entre 6,6 a 7,65 nas análises dos dois pontos. Esses valores englobam a faixa de neutralidade e, dessa forma, representam um baixo potencial de contribuição desse parâmetro na mobilização de metais pesados. Um estudo conduzido por Yin et al. (1996), com materiais na faixa de pH entre 5,0 e 8,0 unidades, revelou o aumento do processo de adsorção de íons mercuriosos e subsequente diminuição do potencial de disseminação da contaminação proporcional ao aumento do pH.<sup>43</sup> Além disso, é importante ressaltar que as concentrações de metais em águas estuarinas flutuam com os estágios de maré, quantidades de água e variações de descargas pontuais e difusas contendo esses elementos.<sup>1</sup> Análises anteriores realizadas em sedimentos do Rio Santo Amaro próximo ao Rio Pouca Saúde também não observam alteração de Zn, Cd, Pb, Cu, Hg e Ni na análise da água desse rio.<sup>8</sup>

Já nos sedimentos, as concentrações elevadas de Ni e Zn foram encontradas no ponto 1, região da Prainha durante o inverno. Essas concentrações foram acima do TEL e abaixo do PEL, portanto, representam uma possível ocorrência de efeito adverso à comunidade biológica. O Ni está presente na crosta terrestre com um valor médio de  $56 \mu\text{g.g}^{-1}$ . O metal é normalmente encontrado em efluentes líquidos industriais, principalmente em refinarias de petróleo, siderúrgicas e fábricas de fertilizantes e de celulose e papel. Na Baixada Santista, as principais fontes do poluente são a USIMINAS, a RPBC-PETROBRÁS, a Ultrafertil-Cubatão e a Dow Química, as quais apresentam o metal em seus efluentes, em geral, dentro dos padrões de lançamento quando analisados individualmente.<sup>8</sup> Portanto, esse aumento de Ni pode estar relacionado à possível falta ou baixa eficiência no tratamento de efluentes que são lançados no corpo d'água.<sup>50</sup> Além disso, essa região possui muitas palafitas e descarte de lixo doméstico.<sup>51</sup> O esgoto doméstico na região estudada constitui uma grande fonte de nutrientes, matéria orgânica e microrganismos para o sistema estuarino e baía de Santos, levando à eutrofização do ambiente aquático e o comprometimento da qualidade das águas para banho.<sup>8</sup>

Já no ponto 2, mais afastado da população, o Zn encontrou-se acima do TEL e abaixo do PEL e está acima do ERL, indicando que os sedimentos potencialmente são tóxicos. Esse resultado pode ser devido aos rejeitos de indústrias químicas e metalúrgicas.<sup>51</sup> O Zn é um metal amplamente distribuído na natureza, ocorrendo nos solos e, como nutriente essencial, nas plantas em geral. Nos solos, os valores de zinco em áreas não poluídas variam de 10 a  $30 \mu\text{g.g}^{-1}$ , a concentração média natural deste metal na crosta terrestre é de  $65 \mu\text{g.g}^{-1}$ . O uso do Zn em sua forma metálica ou em sais do metal, é comum nos mais diversos ramos industriais. Na Baixada Santista, o Zn é encontrado nos efluentes de grande parte das indústrias, dos terminais e em áreas contaminadas da região. Além do uso industrial, o zinco está presente nas habitações (telhas, utensílios) e em produtos diversos, ocorrendo, portanto, no lixo e nos esgotos domésticos. Nos sedimentos da região em estudo realizado pela CETESB, 2001, observa-se uma acumulação do Zn, especialmente próximo às fontes industriais. Dentre as fontes existentes, destaca-se a USIMINAS no Município de Cubatão, onde o valor de zinco no sedimento encontra-se entre 260 e  $957 \mu\text{g.g}^{-1}$  e na Dow Química no Município de Guarujá próximo ao ponto 2 variando de 183 a  $221 \mu\text{g.g}^{-1}$ .<sup>4</sup> Análises anteriores realizadas em sedimentos do Rio Santo Amaro próximo ao Rio Pouca Saúde também observaram valores acima do normal de Zn, Cd, Pb, Cu, Hg e Ni.<sup>8</sup>

Entretanto, ao comparar os resultados dos metais com outros parâmetros regulamentários, todos os metais analisados estavam abaixo dos limites de referência da resolução Conama 420/2009 para áreas residenciais e industriais, já que é uma região mista.<sup>52</sup> Além disso, considerando a qualidade de sedimentos, a Resolução do Conama nº454 de 1 de novembro de 2012 estabelece limites para fiscalização da qualidade dos sedimentos de águas salobras, nossos resultados demonstram nenhuma alteração para níveis de metais nos sedimentos para atuação e investigação de impacto ambiental de descartes de efluentes.<sup>49</sup>

Já na primavera, a concentração dos metais nos sedimentos apresentou-se dentro dos limites permitidos. Portanto, sugere-se que as alterações do IM encontrados nas análises citotóxicas não devem ser devido a presença de metais nos sedimentos do rio, visto que na primavera, o IM foram os mais baixos comparados com as outras estações. Outra sugestão pode ser devido aos descartes de matéria orgânica e esgoto descartado diretamente no rio sem nenhum tipo de tratamento prévio, segundo com testes de balneabilidade feitos pela CETESB para saber o índice de coliformes fecais totais.

O presente estudo apesar do difícil acesso para sua realização nos pontos 1 e 2 escolhidos não houve limitação para coleta de dados. O ponto 1 por ser em uma grande comunidade onde os riscos são eminentes. Enquanto o ponto 2, por estar localizado abaixo da ponte da Avenida Santos Dumont, o acesso também é ruim e escorregadio por ter muito lodo, também há o risco eminente por ter muitos moradores que formam uma pequena comunidade.

## 8. CONCLUSÃO

Baseado em nossos resultados, o monitoramento das águas do Rio Pouca Saúde é de suma importância por ser uma área portuária altamente impactada, visto seu potencial tóxico de acordo com as análises físico-químicas, toxicológicas e de metais. Além disso, ações públicas como encanamento e tratamento do esgoto que visam a melhoria da qualidade da água dessa região e a qualidade de vida da população, diminuindo os efeitos tóxicos da água e ações de conscientização da população a respeito do descarte de lixo no rio são imprescindíveis. O monitoramento mensal para reavaliar a qualidade da água, diminuindo o tempo de vistoria e detectando mês de maior acúmulo dos metais com atenção no Inverno sendo a estação de maior índice de metais.

Além disso, esse estudo é um piloto para áreas portuárias altamente impactadas similares em várias regiões do Brasil e do mundo, que há possivelmente deposição de metais nos sedimentos e acúmulo de matérias orgânicas com população habitacional desprovida de recursos que utilizam a água para consumos diversos.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- Carmo CA, Abessa DMS, Neto JGM. Metais em águas, sedimentos e peixes coletados no estuário de São Vicente-SP, Brasil. *O Mundo da Saúde*. 2011;35(1):64-70.
- 2- CIDE – Centro de integração e desenvolvimento, Polo de Cubatão, 2017 Disponível em: <http://polocide.com.br/cubatao-o-polo-que-abastece-o-brasil/#> Acessado em: fev, 2022.
- 3- CODESP-Companhia Docas do Estado de São Paulo, 2018. Disponível em: <http://www.portodesantos.com.br/institucional/o-porto-de-santos> Acesso em: set, 2021.
- 4- Hortellani MA.; Sarkis JES, Abessa DMS, Sousa ECPM. Avaliação da contaminação por elementos metálicos dos sedimentos do estuário de Santos, São Vicente. *Química Nova*. 2008; 31:10-19.
- 5- Filho, MA. Unicamp apresenta em Tóquio situação ambiental da América Latina *Jornal UNICAMP*. ANO XVII - 16 a 22 de dezembro de 2002 - Edição 202 < [https://www.unicamp.br/unicamp\\_hoje/ju/dezembro2002/unihoje\\_ju202pag11a.html](https://www.unicamp.br/unicamp_hoje/ju/dezembro2002/unihoje_ju202pag11a.html) > acessado em: fev, 2022.
- 6- CVS- Centro de vigilância sanitária. Órgão coordenador do sistema estadual de vigilância Sanitaria do Estado de São Paulo. Disponível em: < [http://www.cvs.saude.sp.gov.br/apresentacao.asp?te\\_codigo=14](http://www.cvs.saude.sp.gov.br/apresentacao.asp?te_codigo=14) > acessado em: fev, 2022.
- 7- Gomes VP, Amaral C, Júnior LCGN, César A, Abessa DMS. AVALIAÇÃO DA CONTAMINAÇÃO POR MERCÚRIO NOS SEDIMENTOS DO ESTUÁRIO DE SANTOS-SP, BRASIL. *Revista Ceciliana* 1(2): 29-33, 2009.
- 8- CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Sistema Estuarino de Santos e São Vicente. Relatório técnico – 2001. São Paulo: CETESB, 2001. CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental.
- 9- Magalhães DP, Ferrão Filho AS. A ecotoxicologia como ferramenta no biomonitoramento de ecossistemas aquáticos. *Oecologia Brasiliensis*. 2008; 12(3): 355-381.
- 10- Jordão EP, Pessôa CA. Tratamento de Esgotos Domésticos. 6. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2011
- 11- Histórias e lendas do Guarujá - Rio Pouca Saúde. Disponível em <<http://www.novomilenio.info.br/guaruja/gh019i.htm>> Acesso em: jun, 2021.
- 12- Lima MGF, Rocha LC, Silveira GL, Alvarenga IFS, Viera LFA. Nucleolar alterations are reliable parameters to determine the cytogenotoxicity of environmental pollutants. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2019;174:630-636.
- 13- Santana SJ, Heck MC, Buzo MG, Almeida IV. Evaluation of textile laundry effluents and their cytotoxic effects on *Allium cepa*. *Environmental Science and Pollution research*. 2018; 25:27890-27898.
- 14- Arias TL et al. Environmental quality assessment of Caañabe Stream by microbiological and ecotoxicological tests. *Rev. Ambient. Água*. 2016;11(3):548-565.
- 15- Kim KH, Susaya JP, Park CG, UHM, Jung-Hoon HUR, J. Comprehensive monitoring of drinking well water quality in Seoul metropolitan city, Korea. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2013; 185:6353–6378.
- 16- Bianchi J, Espinola ELG, Marin-Morales MA. Genotoxicity and mutagenicity of watersamples from the Monjolinho River (Brazil) after receivinguntreated effluents. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2011; 74:826–833.



- 17- Matsumoto T, Mantovani MS, Malagutti MIA, Dias AL, Fonseca IC, Marlin-Morales M A. Genotoxicity and mutagenicity of water contaminated with tannery effluents, as evaluated by the micronucleus test and comet assay using the fish *Oreochromis niloticus* and chromosome aberrations in onion root-tips. *Genetics and Molecular Biology*. 2006; 29:148–158.
- 18- Freshney IR. *Culture of animal cells: A manual of Basic Technique*. 5 ed. New York: Wiley-Liss, 2005 apud BOGO, D. Avaliação da atividade antitumoral in vitro e in Vivo de compostos de liquens. 2012, 110 f. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campina Grande, 2012.
- 19- Leme DM, Marin-Morales MA. Allium cepa test in environmental monitoring: A review on its application. *Mutation Research-reviews In Mutation Research*. Amsterdam: Elsevier B.V. 2009, 682(1):71-81. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/19821>>.
- 20- Salaroli AB. Distribuição de elementos metálicos e As em sedimentos superficiais ao longo do Canal de Bertioiga (SP) São Paulo, Brasil. São Paulo: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 2013. Dissertação de Mestrado em Ciências, área de Oceanografia Química e Geológica
- 21- Sisinnio CLS, Filho ECO. *Princípios de Toxicologia Ambiental*. 1ºed. Ed. Interciencia, Rio de Janeiro. 2013.
- 22- Baan RA, Grosse Y. Man-made mineral (vitreous) fibres: evaluations of cancer hazards by the IARC Monographs Programme. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*. 2004; 553:43–58.
- 23- Bhatti SS, Kumar V., Kumar A, Gouzou J, Kirby J, Singh J, et al. Potential ecological risks of metal(loid)s in riverine floodplain soils. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2018; 164:722–731.
- 24- Oliveira A, Sílvia N. DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE METAIS EM ÁGUAS DO CÓRREGO BARBADO, CUIABÁ - MT. *R. Gest. Sust. Ambient.*, Florianópolis, v. 2, n.1, p.47-63, abr./set. 2013
- 25- Lee D, Lim J, Song K, Boo Y, Jacobs D. Graded Associations of Blood Lead and Urinary Cadmium Concentrations with Oxidative-Stress– Related Markers in the U.S. Population: Results from the Third National Health and Nutrition Examination Survey *Environ Health Perspect* . 2006; 114: 350-4.
- 26- Lima LF. Geoquímica de sedimentos de fundo dos rios Trairí, Ararí e da Laguna Nísia Floresta (RN). 2006. 75 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Minerais; Recursos Hídricos; Meio Ambiente) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006.
- 27- Christensen JM, Kristiansen J, 1994. Lead. In: Eds HG. Seiler AS, Sigel H. (ed.) *Handbook on Metals in Clinical and Analytical Chemistry*. New York: Marcel Dekker Inc.425-440.
- 28- Moreira F, Moreira J. Os Efeitos Do Chumbo Sobre O Organismo Humano E Seu Significado Para a Saúde. *Rev Panam Salud Publica*. 2004; 15:119- 129.
- 29- AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY – ATSDR. Information About Contaminants Found at Hazardous Waste Sites. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/> Acesso em: 25/02/2021 as 21:06.
- 30- Fauriskov B, Bjerregaard H. Effect of Cadmium on Active Ion Transport and Cytotoxicity in Cultured Renal Epithelial Cells (A6). *Toxicology in Vitro*. 1997; 11: 717-722.

- 31- Moshtaghie A, Raisi A, Goodarzi H. A Study of the Effect of Cadmium Toxicity on Serum Proteins and It's Relation to Proteinuria in Male Rats. *Journal of Islamic Academy of Sciences*. 1991; 4:192-195.
- 32- Järup L. Hazards of Heavy Metal Contamination. *British Medical Bulletin*. 2003; 68:167-182
- 33- Siqueira, GW, Braga ES, Pereira SFP, Silva, EDA. Distribuição do mercúrio em sedimentos de fundo no Estuário de Santos SP/Brasil. *Rem: Rev. Esc. Minas [online]*. 2005;58(4)
- 34- Stephan M. Avaliação dos níveis de contaminação por metais pesados em amostras de sedimentos da região estuarinade Santos e Cubatão - SP. São paulo, Brasil. 2007. 65 f. Tese (Mestrado em Saúde Coletiva) – Unversidade Católica de Santos, Santos.
- 35- Rocha CHB, Azevedo LP. Avaliação da presença de metais pesados nas águas superficiais da Bacia do Córrego São Mateus, Juiz de Fora (MG), Brasil. *Revista Espinhaço*. 2015; 4 (2): 33-44.
- 36- Neto ME, Silva WO, Rameiro FC, Nascimento ES, Alves AS. Análise física, química e microbiológica das águas do Balneário Veneza na Bacia Hidrográfica do médio Itapecuru, MA. Universidade Estadual do Maranhão, Caxias, MA. *Arq. Inst. Biol., São Paulo*. 2012; 79(3):397-403.
- 37- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater” – 20ª edição e Nascimento et al. (2002).
- 38- Fiskesjö G. Allium test I: A 2-3 day plant test for toxicity assessment by measuring the mean root growth of onions (*Allium cepa* L.). *Environmental Toxicology and Water Quality [internet]*. Nova Iorque. 1993; 8(4):461–470.
- 39- METHOD 6010D INDUCTIVELY COUPLED PLASMA—OPTICAL EMISSION SPECTROMETRY <<https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-12/documents/6010d.pdf>>
- 40- CONAMA-Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2005. Resolução nº 358, de 29 de abril de 2005. Ministério do Meio Ambiente. [https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res\\_conama\\_357\\_2005\\_classificacao\\_corpos\\_agua\\_rtfcd\\_a\\_ltrd\\_res\\_393\\_2007\\_397\\_2008\\_410\\_2009\\_430\\_2011.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcd_a_ltrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf)
- 41- Decreto-lei nº 306/2007 de 27 de agosto, relativo ao controlo da qualidade da água destinada ao consumo humano. Acesso em 09/11/2021 as 20:30. <https://www.iasaude.pt/attachments/article/659/DL%20306-2007.pdf>
- 42- Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano/ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília : Ministério da Saúde, 2006. Acesso em: 09/11/2021 as 21:38 <[https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia\\_controle\\_qualidade\\_agua.pdf](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_controle_qualidade_agua.pdf)>
- 43- Yin Y, Alen HE, Huang CP, Li Y, Sanders PF. Adsorption of mercury by soil: effect of pH, chloride, and organic matter. *Journal of Environ-mental Quality*.1996; 24(4):837-844.
- 44- Motta LS, Damasceno JM, Pereira IFM, Vidal ACB, Silva DC, Silva PT, et al. Bioensaio com *Allium cepa* L. revela ação tóxica e citogenotóxica na água do Rio São Francisco sob influência do canal do Tourão (Juazeiro/BA). *Semina Cien Biolog Saúde*.2017; 38(1):109.

- 45- Braga JRM, Lopes DM. Citotoxicidade e genotoxicidade da água do rio Subaé (Humildes, Bahia, Brasil) usando *Allium cepa* L. como bioindicador. *Rev Ambient Água*. 2015; 10(1):130-40.
- 46- Krüger RA. Análise da toxicidade e da genotoxicidade de agrotóxicos utilizados na agricultura utilizando bioensaios com *Allium cepa* [dissertação]. Nova Hamburgo (RS): Centro Universitário Feevale; 2009.
- 47- Tedesco SB, Laughinghouse IV HD. Bioindicator of genotoxicity: the *Allium cepa* test. In: Srivastava JK, editor. *Environmental contamination*. Rijeka (HR): InTech; 2012. Chapter 8; p. 137-56
- 48- Krüger RA. Análise da toxicidade e da genotoxicidade de agrotóxicos utilizados na agricultura utilizando bioensaios com *Allium cepa* [dissertação]. Nova Hamburgo (RS): Centro Universitário Feevale; 2009.
- 49- Resolução Concelho nacional do Meio Ambiente - CONAMA 454/2012 (BR)  
<[http://www.suape.pe.gov.br/images/publicacoes/legislacao/22.\\_CONAMA\\_454\\_2012.pdf](http://www.suape.pe.gov.br/images/publicacoes/legislacao/22._CONAMA_454_2012.pdf)>
- 50- Fraçozo MO, Olivera TMN, Ressel K. Análise da Presença de Metais Pesados e sua Toxicidade nos Sedimentos do Rio Cachoeira – Joinville/SC. IX Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental, Energia e Ambiente. Pp. 1-15. 2014.
- 51- Gimeno-García E, Andreu V, Boluda R. Heavy metals incidence in the application of inorganic fertilizers and pesticides to rice farming soils. *Environmental Pollution*. 1996; 92: 19-25.
- 52- Resolução Concelho nacional do Meio Ambiente - CONAMA Nº 420 (BR), DE 28 DE DEZEMBRO DE 2009 Publicado no DOU nº 249, de 30/12/2009, págs. 81-84.

## 10. ANEXOS

### ANEXO 1 - Produto 1: POP – Procedimento Operacional Padrão (POP)

**Título:** Análise citotóxica por meio do teste *Allium Cepa* (cebola).

**Disponível em:** <https://mestrado-saude-meio-ambiente.unimes.br/wp-content/uploads/2021/03/POP-12-Analise-citotoxica-por-meio-do-teste-Allium-Cepa.pdf>

#### Procedimento Operacional Padrão

<b>Assunto:</b> Análise citotóxica por meio do teste <i>Allium Cepa</i> (cebola) versão 2		
<b>Substitui:</b> Análise citotóxica por meio do teste <i>Allium Cepa</i> (cebola)		<b>AlliumCepa02</b>
<b>Data de Operacionalização:</b> 06/10/2021		<b>Nº de Páginas:</b> 6
<b>Distribuição:</b> Todos os envolvidos em análises citotóxicas.		
<b>Elaborado por:</b> Maria Luiza Samia Ventura		<b>Data:</b> 05/10/2021
<b>Revisado por:</b> Mirian Aparecida Boim, Edgar Maquigussa		<b>Data:</b> __/__/__
<b>Aprovado por:</b> Elizabeth Barbosa de Oliveira Sales		<b>Data:</b> 15/10/2021
<b>Obsoleto em:</b> __/__/__ <b>Motivo:</b>		

#### 1. Objetivo

Estabelecer critérios para realização de análise citotóxica por meio do método de germinação de raiz da cebola *Allium cepa* L. e pela estimativa do índice mitótico das raízes.

#### 2. Abrangência

Todos os envolvidos em análises citotóxicas.

#### 3. Protocolo de análise citotóxica por meio do teste *Allium Cepa*

O *Allium cepa* L. é utilizado rotineiramente em todo o mundo em laboratórios que trabalham com testes de genética toxicológica, considerado uma ferramenta valiosa quanto à determinação da contaminação ambiental, havendo extenso banco de dados de substâncias químicas já testadas. Em geral, os metais induzem sintomas mais severos nas raízes do que nas folhas, uma vez que as raízes estão em contato direto com o solo e geralmente com o contaminante tóxico. Os bioensaios em plantas levam em conta diferenças relevantes, incluindo a presença de uma parede celular rígida nas células vegetais, presenças localizadas em regiões meristemáticas características (por exemplo, a concentração de células altamente divididas no ápice radicular) e o fato de a raiz ser normalmente o órgão diretamente em contato com solo e água contaminados, devido à sua eficácia em medir a toxicidade de diferentes classes de compostos químicos e sua correlação com outros sistemas de teste, como linfócitos humanos e de camundongos. Esse protocolo foi adaptado e aprimorado segundo Fiskesjö, 1993.

Após a exposição dos bulbos de cebola à solução teste por um determinado período é possível avaliar os efeitos citotóxicos como diminuição do crescimento das raízes e índice mitótico.

## Procedimento Operacional Padrão

### 4. Material

#### 4.1. Vidraria e diversos

- Bisturi;
- Provetas de 100ml;
- Lâminas microscópicas de boa qualidade;
- Régua;
- Peneira;

#### 4.2. Reagentes

- Fixador de Carnoy (3:1 álcool etílico e ácido acético);
- Álcool 70%;
- HCl 5N;
- Ácido acético 45%;
- Corante Giemsa 20%;
- Álcool etílico absoluto;
- Xilol;
- Bálsamo do Canadá;

### 5. Equipamentos

- Estufa;
- Microscópio estereoscópico;
- Microscópio binocular primo star ZEISS;

### 6. Procedimento

#### 6.1. Seleção das cebolas

- 6.1.1. A escolha das cebolas deve ser padronizada em tipo e peso;
- 6.1.2. Observar o bulbo de cada cebola para verificar se é saudável (Figura 1);

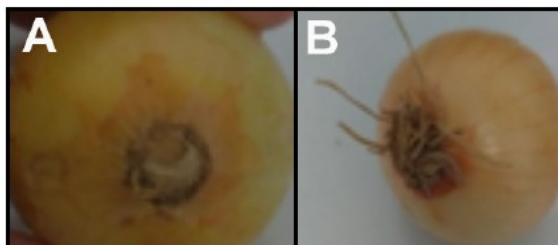


Figura 1. Cebola com deficiência para germinação (A) e cebola saudável (B)

- 6.1.3. Selecionar pelo menos três cebolas por amostra;
- 6.1.4. Cortar as raízes rente ao bulbo com auxílio de um bisturi e retirar toda a parte marrom do bulbo da Cebola;
- 6.1.5. Imergir o bulbo da cebola na amostra teste e no controle;
- 6.1.6. As raízes devem permanecer em imersão por 72h, sendo acompanhado a cada 24h o nível da água e o crescimento das raízes.

## Procedimento Operacional Padrão

### 6.2. Análise Macroscópica da raiz

- 6.2.1. Medir o comprimento médio entre as raízes;
- 6.2.2. Avaliar o número de raízes;
- 6.2.3. Observar se há alguma pigmentação na ponta da raiz, pontas com coloração marrom são indícios tóxicos;
- 6.2.4. Observar se as raízes estão fracas e finas;
- 6.2.5. Avaliar a rigidez nas pontas; (Nos tratamentos causando alta toxicidade, as raízes vão ficar menos rígidas e morrer);
- 6.2.6. Avaliar se há formação de tumor ou inchaço na ponta da raiz (fenômeno observado de 3 a 5 dias);
- 6.2.7. Metais podem deixar as raízes curvadas e com a cor do metal em evidência.
- 6.2.8. Exemplos de análises (Figura 2).

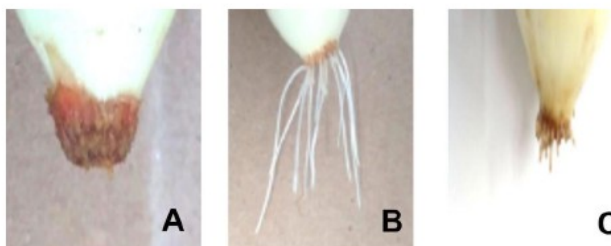


Figura 2. Análise macroscópica bulbo necrosado (A), Raiz grupo controle (B), Raiz água do Rio (C)

### 6.3. Preparo das lâminas

- 6.3.1. Coletar pelo menos 1,5 cm e imergir no fixador de Carnoy (3:1 álcool etílico e ácido acético) por 24h a temperatura ambiente;
- 6.3.2. Lavar com água destilada em abundância;
- 6.3.3. Estocar em frasco âmbar, com solução de álcool 70% em freezer até o preparo das lâminas;
- 6.3.4. Retirar do freezer e lavar em água destilada corrente em abundância com o auxílio de uma peneira;
- 6.3.5. Hidrolisar em HCl 5N devidamente padronizado até a concentração real por 10 min;
- 6.3.6. Lavar em água destilada corrente em abundância com auxílio de uma peneira;
- 6.3.7. Transferir para solução de ácido acético 45% e aquecer em estufa com circulação de ar e temperatura controlada à 70°C por 3 min; Sempre conferir a temperatura da estufa utilizando termômetro;
- 6.3.8. Lavar em água destilada corrente em abundância com auxílio de uma peneira;
- 6.3.9. Transferir individualmente para uma lâmina;
- 6.3.10. Com o auxílio de um microscópio estereoscópico QUIMIS 106.s para fazer o corte com média de 2 mm da área meristemática da raiz;
- 6.3.11. Gotejar até imergir a raiz em corante Giemsa 20% por 5 min;
- 6.3.12. Retirar o excesso de corante com água destilada;
- 6.3.13. Dar 4 banhos em álcool etílico absoluto por 2 min;
- 6.3.14. Dar 2 banhos de xilol por 5 min (para retirar o excesso de corante);
- 6.3.15. Adicionar 1 gota de bálsamo do Canadá;
- 6.3.16. Fechar com a laminula com a técnica de esmagamento;
- 6.3.17. Identificar as lâminas;



## Procedimento Operacional Padrão

### 6.4. Análise das mitoses ao Microscópio

- 6.4.1. Analisar da esquerda para direita no microscópio binocular primo star ZEISS com aumento de 400x para pessoas experientes, e 1000x para iniciantes;
- 6.4.2. Contar as células e marcar as que estão em mitose;
- 6.4.3. Contar em média 100 células por lâmina num total de 400 Células por amostra;  
Fórmula Índice Mitótico (IM%)

$$\text{IM\%} = \frac{\text{Número de células em mitose}}{\text{Número de células analisadas}} \times 100$$

- 6.4.4. Manual da mitose (Figura 3):

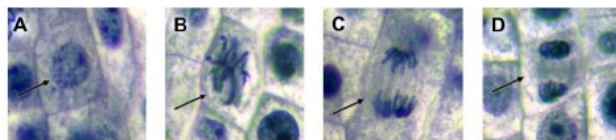


Figura 3. Manual da Mitose: Células de *Allium Cepa* em divisão celular. (A) Prófase (B) Metáfase (C) Anáfase (D) Telófase.

## 7. Referências Bibliográficas

1. Fiskesjö G. Allium test I: A 2-3 day plant test for toxicity assessment by measuring the mean root growth of onions (*Allium cepa* L.). *Environmental Toxicology and Water Quality* [internet]. Nova Iorque. v.8, n. 4, p. 461–470, 1993.
2. Santos CL, Pourrunt B, Ferreira OJM. The use of comet assay in plant toxicology: recent advances. *Front genet.* 2015. p. 6-216.
3. Barbério, A., Voltolini, J. C., & Mello, M. L. S. (2011). Standardization of bulb and root sample sizes for the *Allium cepa* test. *Ecotoxicology*, 20(4), 927–935. doi:10.1007/s10646-011-0602-8.
4. Leme DM, Marin-MMA. *Allium cepa* test in environmental monitoring: A review on its application. *Mutation Research*, v. 682, n. 1, p. 71-81, 2009. Disponível em: Acesso em: 02 abril 2019.
5. Krunger, RA. Análise da toxicidade e da genotoxicidade de Agrotóxicos Utilizado Agricultura Utilizando Bioensaios com *Allium cepa*. Centro Universitário Feevale – programa de Pós-graduação em Qualidade Ambiental – Mestrado em Qualidade Ambiental, Novo Hamburgo, 2009.





**ANEXO 2 - Produto 2. Capítulo publicado no e-book Sustentabilidade e Meio ambiente: Perspectivas e Desafios em 2021– Cap. 7 - Monitoramento ecotoxicológico com bioensaios *Allium Cepa L* no Rio Pouca Saúde durante diferentes estações localizado da região portuária de Santos/SP.**

Ventura MLS, Curraladas IDR, Santos MA, Boim MA Maquigussa E, Colovati MES, Bastos PAS, Oliveira-Sales EB. Monitoramento ecotoxicológico com bioensaios *Allium Cepa L* no Rio Pouca Saúde durante diferentes estações localizado da região portuária de Santos/SP. "In": Wellington JJ. Sustentabilidade e Meio ambiente: Perspectivas e Desafios. Maringá: Editora UNIEDUSUL; 2021. 75-88. DOI: 10.51324/86010763.7



2021 Uniedusul Editora

Copyright da Uniedusul Editora  
Editor Chefe: Prof. Me. Wellington Junior Jorge  
Diagramação e Edição de Arte: André Oliveira Vaz  
Revisão: O/s autor/es

#### Conselho Editorial

Adilson Tadeu Basquerote Silva	Jessica da Silva Campos
Adriana Gava	Jéssica Rabito Chaves
Alexandre Azenha Alves de Rezende	John Edward Neira Villena
Alexandre Matiello	Jonas Bertholdi
Ana Júlia Lemos Alves Pedreira	Karine Rezende de Oliveira
Ana Paula Romero Bacri	Leonice Aparecida de Fatima Alves Pereira Mourad
Andre Contin	Luciana Karen Calábria
Andrea Boari Caraciola	Luciano Messina Pereira da Silva
Antonio Luiz Miranda	Luiz Carlos Santos
Campos Antônio Valmor de	Luiz F. do Vale de Almeida Guilherme
Carlos Augusto de Assis	Marcelo de Macedo Brigido
Christine da Silva Schröder	Maurício José Siewerdt
Cintia Beatriz Müller	Michelle Asato Junqueira
Claudia Madrugá Cunha	Nedilso Lauro Brugnera
Claudia Padovesi Fonseca	Ng Haig They
Daniela de Melo e Silva	Normandes Matos da Silva
Daniela Franco Carvalho	Odair Neitzel
Dhonatan Diego Pessi	Olga Maria Coutinho Pépece
Domingos Savio Barbosa	Pablo Cristini Guedes
Fabiano Augusto Petean	Rafael Ademir Oliveira de Andrade
Fabrizio Meller da Silva	Regina Célia de Oliveira
Fernanda Paulini	Reinaldo Moreira Bruno
Francielle Amâncio Pereira	Renilda Vicenzi
Graciela Cristine Oyamada	Rita de Cassia Pereira Carvalho
Hélcio de Abreu Dallari Júnior	Rivael Mateus Fabricio
Helena Maura Torezan Silingardi	Sarah Christina Caldas Oliveira
Izaque Pereira de Souza	Saulo Cerqueira de Aguiar Soares
Jaisson Teixeira Lino	Viviane Rodrigues Alves de Moraes
Jaqueline Marcela Villafuerte Bittencourt	

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

S964 Sustentabilidade e meio ambiente [livro eletrônico] : perspectivas e desafios / Organizador Tiago Vinicius Silva Athaydes. – Maringá, PR: Uniedusul, 2021.

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acess: World Wide Web  
ISBN 978-65-86010-76-3

1. Sustentabilidade. 2. Meio ambiente. 3. Educação ambiental.  
I. Título.

CDD 363.7

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

Permitido fazer download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.uniedusul.com.br](http://www.uniedusul.com.br)

## SUMÁRIO

<b>Capítulo 1</b> .....	<b>6</b>
Avaliação Quali-quantitativa da Arborização Urbana do Município de Wagner-BA	
Marcus Dhilermando Hora de Souza	
Lucas Soares Miguez	
Ivana Amorim Dias	
Jocilene do Rosário Cruz	
Lorena Santana de Oliveira Melo	
Taís Ferreira Costa	
DOI 10.51324/86010763.1	
<b>Capítulo 2</b> .....	<b>17</b>
Grandes Aliados: O Velho Chico e Grande Sertão Veredas em uma Abordagem de Ressignificar a Biodiversidade	
Juliana Nascimento Magno	
Flávia Moreira Gomes	
Reisila Simone Migliorini Mendes	
DOI 10.51324/86010763.2	
<b>Capítulo 3</b> .....	<b>27</b>
Diagnóstico da Institucionalização da Responsabilidade Social Corporativa em Empresas da Região Metropolitana de Campinas – SP	
Livia Ferreira Neves	
Samuel Carvalho de Benedicto	
Cândido Ferreira da Silva Filho	
Cibele Roberta Sugahara	
DOI 10.51324/86010763.3	
<b>Capítulo 4</b> .....	<b>48</b>
Preço dos Bens de Consumo e Consciência Ambiental como Categorias de Análise na Geração de Resíduos Sólidos	
Ângela Patrícia Deiró Damasceno	
Rogério Barbosa Gomes Ferreira	
Flávia Mendes Magalhães	
DOI 10.51324/86010763.4	
<b>Capítulo 5</b> .....	<b>54</b>
Trabalho do Deficiente: Assimetrias Frente ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 08	
Patrick Verfe Schneider	
Cibele Roberta Sugahara	
DOI 10.51324/86010763.5	
<b>Capítulo 6</b> .....	<b>64</b>
Educação Ambiental como Forma de Transformação Social no Ensino Fundamental II	
Elvis Castro Reis	
DOI 10.51324/86010763.6	
<b>Capítulo 7</b> .....	<b>75</b>
Monitoramento Ecotoxicológico com Bioensaios <i>Allium Cepa L</i> no Rio Pouca Saúde Durante Diferentes Estações Localizado na Região Portuária de Santos/SP	
Maria Luiza Samia Ventura	
Isadora Dicher Reimão Curraladas	
Marco Antônio dos Santos	
Mirian Aparecida Boim	
Edgar Maquigussa	
Mileny Esbravatti Stephano Colovati	
Paula Andrea de Santis Bastos	
Elizabeth Barbosa de Oliveira – Sales	
DOI 10.51324/86010763.7	



## CAPÍTULO 7

### MONITORAMENTO ECOTOXICOLÓGICO COM BIOENSAIOS *ALLIUM CEPA L* NO RIO POUCA SAÚDE DURANTE DIFERENTES ESTAÇÕES LOCALIZADO NA REGIÃO PORTUÁRIA DE SANTOS/SP

**MARIA LUIZA SAMIA VENTURA**  
UNIVERSIDADE METROPOLITANA DE  
SANTOS - UNIMES

**ISADORA DICHER REIMÃO  
CURRALADAS**  
UNIVERSIDADE METROPOLITANA DE  
SANTOS - UNIMES

**MARCO ANTÔNIO DOS SANTOS**  
UNIVERSIDADE METROPOLITANA DE  
SANTOS - UNIMES

**MIRIAN APARECIDA BOIM**  
UNIVERSIDADE METROPOLITANA DE  
SANTOS - UNIMES

**EDGAR MAQUIGUSSA**  
UNIVERSIDADE METROPOLITANA DE  
SANTOS - UNIMES

**MILENY ESBRAVATTI STEPHANO  
COLOVATI**  
UNIVERSIDADE METROPOLITANA DE  
SANTOS - UNIMES

**PAULA ANDREA DE SANTIS BASTOS**  
UNIVERSIDADE METROPOLITANA DE  
SANTOS - UNIMES

**ELIZABETH BARBOSA DE OLIVEIRA –  
SALES**  
UNIVERSIDADE METROPOLITANA DE  
SANTOS - UNIMES

**RESUMO:** Este trabalho teve como objetivo, analisar as condições toxicológicas do Rio

Pouca Saúde, localizado à margem direita do Porto de Santos em Guarujá, SP. Foram coletadas amostras de águas superficiais das margens deste rio no Ponto 1 (comunidade ribeirinha) e no Ponto 2 (atividades industriais) em diferentes estações do ano: verão, inverno e primavera. Foi realizado o bioensaio com *Allium cepa L*, onde as cebolas foram colocadas para germinar durante 72h nas amostras dos pontos 1 e 2, comparadas com amostras de água potável, controle. Também foram realizadas a análise macroscópica e o teste de citotoxicidade por meio do cálculo do índice mitótico (IM) das raízes das cebolas. Com relação ao Ponto 1, foi observado que as cebolas não germinaram no inverno, havendo necrose bulbar. O crescimento das raízes foi maior no verão em relação à primavera. Já no Ponto 2, as raízes tanto no inverno como na primavera diminuíram significativamente o comprimento de suas raízes comparados com o verão e apresentaram-se amarronzadas. Houve redução significativa do IM em todas as estações analisadas nas cebolas germinadas em amostras de água coletadas tanto no Ponto 1 como no 2. Sabe-se que quanto menor for o IM, maior é a toxicidade do rio, portanto, como o Ponto 1 demonstra uma maior redução do IM comparado com a amostra controle, sugere-se que esse ponto possua maior toxicidade. Ao comparar os dois pontos analisados, os resultados sugerem que o Ponto 1 apresentou as piores condições em todas as estações estudadas, tanto nas análises macroscópicas como nos testes citotóxicos, podendo sugerir que a piora da qualidade da água pode estar associada ao descarte direto de esgoto e lixo nessa região do rio Pouca Saúde.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Allium cepa L.*, citotoxicidade, monitoramento ambiental, toxicidade ambiental, Porto de Santos.

**ABSTRACT:** The study analyzes the toxicological conditions of the Pouca Saude River, located on the right bank of the Port of Santos in Guarujá, SP. Cytotoxicity was evaluated by the *Allium cepa L.* bioassay. Onions were placed to germinate for 72 hours into water samples collected from the riverbanks of Point 1 (riverside community) and Point 2 (industrial activities) and compared samples germinate into drinking water. The samples were collected in different seasons: Summer, Winter and Spring. It was performed the macroscopic analysis; the cytotoxicity was identified by *Allium cepa L.* test and by the Mitotic Index (MI). Regarding Point 1, it was observed that the onions did not germinate at Point 1 in winter, with bulbar necrosis. The growth of the roots was greater in the summer than in the spring. The roots significantly decreased their length in the spring compared to the summer at that point. At Point 2, roots in both winter and spring decreased significantly in length compared to summer. There was a significant reduction in MI in all seasons analyzed in the onions germinated in samples of water collected at both Point 1 and Point 2. It is known that the lower the MI, the greater the toxicity of the river, therefore, as Point 1 demonstrates a greater reduction in the MI compared to the control sample, it is suggested that this point has greater toxicity. When comparing the two points analyzed, the results suggest that Point 1 presented the worst conditions in all the stations studied, both in macroscopic analyzes and cytotoxic tests, which may suggest that the worsening of water quality may be associated with direct sewage disposal and garbage discarded in the river in that region.

**KEYWORDS:** *Allium cepa L.*, cytotoxic, environmental monitoring, environmental toxicity, Port of Santos.

## 1. INTRODUÇÃO

O Rio Pouca Saúde é designado uma gamboa, que se comunica com a margem esquerda do Estuário do Porto de Santos, no bairro Porto em Guarujá medindo aproximadamente 2,02 Km (Figura 1). Gamboa é o nome dado a um braço de rio de mangue que não tem nascente e está sempre sob influência da maré, quando está baixa pode ficar completamente seca. Anteriormente, era denominado "Gamboa do Juca", mas recebeu o nome "Rio Pouca Saúde" da população decorrente de muitos interferentes ambientais ao longo do seu percurso (HISTÓRIAS E LENDAS).



Figura 1 – Rio Pouca Saúde.



Fonte: Googlemaps.

Na entrada do Rio, após 500 m já se encontra a comunidade em palafitas conhecida como prainha (Figura 2), onde todo o esgoto e lixo orgânico são despejados no rio (HISTÓRIAS E LENDAS).

Figura 2 – Rio Pouca Saúde (HISTÓRIAS E LENDAS).

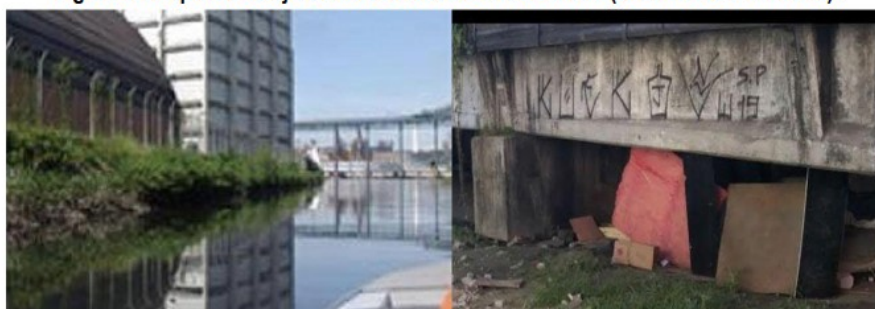


Ao longo do rio diversas indústrias e postos de armazenamento coexistem com a comunidade incluindo uma unidade básica de saúde da família – USAFA Sítio Conceiçãozinha. Na parte inicial do rio localiza-se o Armazém verde que dentre os produtos que são armazenados no novo espaço estão surfactantes (usados em produtos de limpeza, por exemplo), polióis (usados em espumas para colchões e estofados) e biocidas (soluções para controle microbiano). Seguindo o percurso, no Km 1 do lado direito encontra-se o terminal portuário que transporta grãos e açúcares. Do lado esquerdo da margem estão duas

indústrias que trabalham com solventes, resinas, aminas, polímeros, epoxi e cloro alcalino, e logo na sequência uma indústria fabricante de sucos e óleos (CETESB, 2001).

Passando a ponte da Avenida Santos Dumont, no Km 1,5 do lado direito, encontra-se o Hospital Guarujá e do outro lado da margem o Canil São Lazaro. É importante frisar que existem alguns moradores de rua que habitam a parte inferior da ponte da Avenida Santos Dumont (Figura 3) (HISTÓRIAS E LENDAS).

Figura 3: Hospital Guarujá e Ponte Avenida Santos Dumont (HISTÓRIAS E LENDAS).



No Km 2 ao lado direito encontra-se um albergue Municipal e na margem esquerda do rio a população conta com outra unidade de saúde da família –USAFA Jardim Conceiçãozinha. O Rio Pouca Saúde, possivelmente, pode também acumular águas vindas do rio Perequê, onde recebe efluentes da USIMINAS que deságuam direto no estuário de Santos, passando pela ilha Barnabé em Santos, onde existe um complexo de terminais portuários e indústrias (CETESB, 2001).

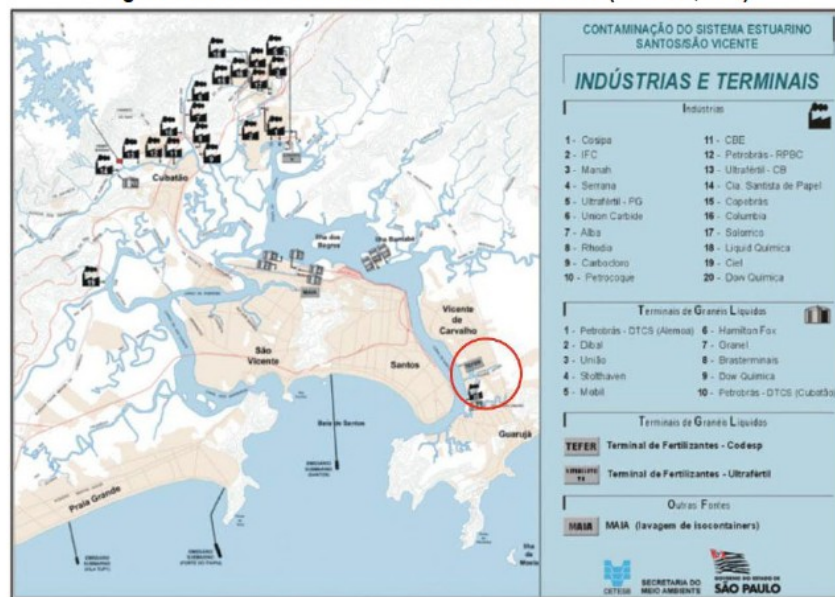
É importante ressaltar que o Rio se situa na região portuária de Santos. O Porto de Santos é o maior complexo portuário da América Latina, administrado pela antiga Companhia Docas do Estado de São Paulo (CODESP), atualmente *Santos Port Authority*. O Porto de Santos localiza-se a 70 Km de Cubatão, a área mais industrializada do hemisfério sul. Além da dragagem, que suspende os sedimentos finos, o turbilhonamento da água causado pelas hélices das embarcações afeta a coluna d'água impedindo a deposição desses sedimentos no fundo do mar. Outros fatores potencialmente impactantes, também contribuem para a redução da qualidade da água na região, tais como: emissários de esgotos e efluentes domésticos, ocupações irregulares, canais que deságuam no estuário, afluxo de turistas no verão, a atividade industrial de Cubatão, dentre outras (CODESP, 2018).

Além disso, a contaminação do Rio Pouca Saúde também pode ser devido a contaminação antropogênica de alguns setores da área estuarina, como resultado de resíduos petroquímico e metalúrgico derivados do distrito industrial de Cubatão, das atividades siderúrgicas do Estado de São Paulo, COSIPA, -atualmente USIMINAS-, do Porto de Santos e,



finalmente, das descargas dos efluentes do emissário submarino dentro da baía de Santos. O município de Cubatão assume um ponto estratégico nessa região, pois abriga um dos mais importantes polos industriais do Brasil, contendo mais de uma centena de fábricas, incluindo indústrias químicas, petroquímicas e de fertilizantes, as quais são as principais fontes de contaminação do sistema local (LUIZ-SILVA, 2002). A figura 4 representa a localização das indústrias terminais no estuário de Santos (CETESB, 2001).

Figura 4. Indústrias e terminais do estuário de Santos (CETESB,2001).



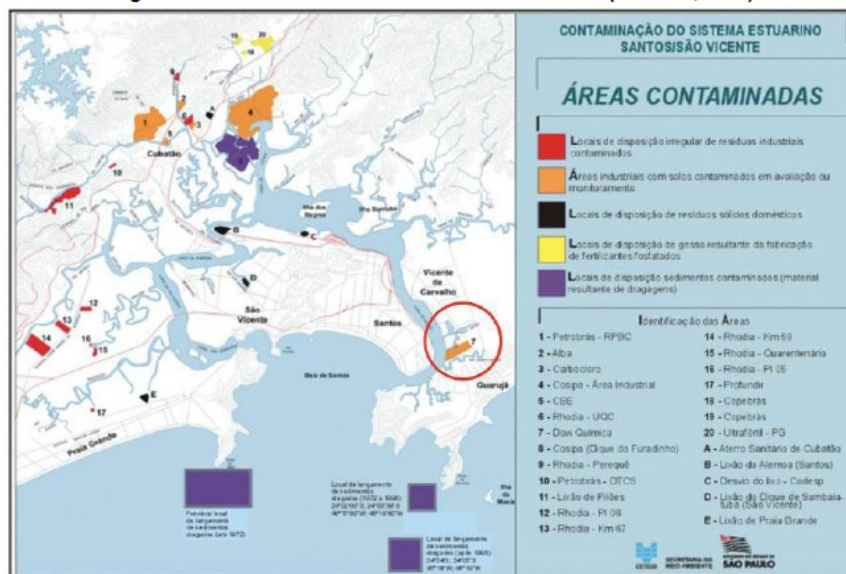
Área marcada com círculo vermelho localiza-se o Rio Pouca Saúde

Deste modo, o estuário de Santos engloba todos os canais estuarinos e trechos de rios sob influência direta do regime de marés e que recebem a drenagem dos municípios de Cubatão, Santos e Guarujá. Esta zona engloba integralmente os canais portuários da COSIPA e do Porto de Santos e o trecho ocidental do canal de Bertioga, cujas águas drenam para o canal de Santos. Estas águas sendo salobras, são enquadradas na Classe 7 da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA (2005). Sendo assim, esta zona recebe a influência direta dos efluentes das indústrias USIMINAS, Ultrafertil e Dow Química, dos terminais portuários, além dos esgotos domésticos e do chorume do Lixão da Almoa (CETESB, 2001).

Portanto, de acordo com a avaliação e monitoramento realizado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, Centro Tecnológico de Saneamento Básico (CETESB) em 2001, o Rio Pouca Saúde fica próximo a uma área industrial com solos contaminados Figura 5 (CETESB, 2001).



Figura 5: Áreas contaminadas no Estuário de Santos (CETESB, 2001).



Área marcada com círculo vermelho localiza-se o Rio Pouca Saúde.

Sabe-se que a água constitui uma necessidade fundamental para a manutenção da vida. Portanto, a possibilidade de presença de patógenos e contaminantes químicos, oriundos de fontes naturais, áreas agrícolas, efluentes domésticos e industriais e drenagem urbana pode representar um risco potencial para a saúde da população ribeirinha (JORDÃO E PESSOA, 2011). Diante disso, determinar a concentração das substâncias presentes na água do Rio Pouca Saúde e comparar com valores de referência são de suma importância para avaliar o risco para a saúde humana, a animal e do ambiente (KIM et al, 2013).

Sabe-se que citotoxicidade é a capacidade de compostos em promover alteração metabólica nas células, podendo culminar ou não em morte celular (FRESHNEY,2012). Várias estratégias podem ser utilizadas para monitorar a influência de poluentes presentes na água sobre a função celular. A técnica de análise citotóxica realizada a partir da germinação da raiz da cebola *Allium cepa* L. tem sido recomendada, em efluentes, como bioindicador genotóxico, devido a sua elevada sensibilidade, ao baixo custo, a rapidez de execução, a facilidade de manipulação e a utilização de amostras sem tratamento prévio, determinando-se a diminuição do índice mitótico e a formação de aberrações cromossômicas (LEME E MARIN, 2019). O método *Allium cepa* L. é utilizado rotineiramente em todo o mundo em laboratórios que trabalham com testes de genética toxicológica, considerado uma ferramenta valiosa quanto à determinação da contaminação ambiental, havendo extenso banco de dados de substâncias químicas já testadas (CARMO et al,2011). Em geral, os metais induzem sintomas mais severos nas raízes do que nas folhas, uma vez que as raízes estão em contato direto com o solo e geralmente com o contaminante tóxico. Bioensaios em plantas

levam em conta diferenças relevantes, como a presença de uma parede celular rígida nas células vegetais, as presenças localizadas em regiões meristemáticas características (por exemplo, a concentração de células altamente divididas no ápice radicular) e o fato de a raiz ser normalmente o órgão diretamente em contato com solo e água contaminados (SALAROLI, 2013). Outros fatores a serem considerados são devido à sua eficácia em mensurar a toxicidade de diferentes classes de compostos químicos e sua correlação com outros sistemas de teste, como de linfócitos humanos e de camundongos (LEME E MARIN, 2019).

Diante do exposto acima, fica evidente que realizar a análise citotóxica das águas do Rio Pouca Saúde é necessária para um adequado monitoramento toxicológico da região. Assim, este estudo teve como objetivo avaliar as condições toxicológicas do Rio Pouca Saúde por meio de análise citotóxica da água coletada em diversos pontos do rio bem como em diferentes estações do ano.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

A coleta de amostras foi realizada em dois pontos distintos do Rio Pouca Saúde (Figura 6) em águas superficiais próximas à margem durante 3 estações do ano (verão, inverno e primavera) de 2020.

Figura 6: Pontos de coleta (Googlemaps)

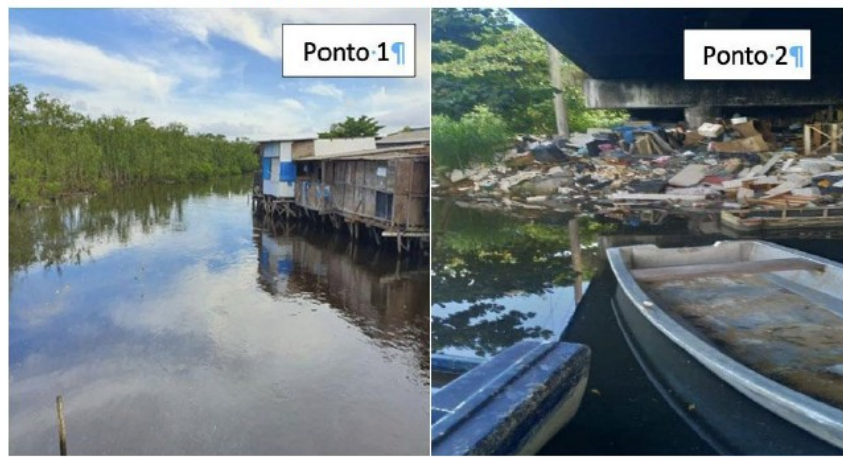


O Ponto 1 (Figura 7) fica próximo da saída do canal do estuário de Santos, uma região chamada de “Prainha”, com muitas palafitas ao redor, muito lixo, onde o esgoto é excretado diretamente no Rio, e com muito lixo. O Ponto 2 (Figura 7) fica próximo à Aveni-



da Santos Dumont, uma região mais afastada, com descarte de efluentes industriais e com muitos moradores de baixa ou nenhuma renda, que fazem uso direto da água do Rio e dos pescados. As amostras de água foram coletadas utilizando-se um recipiente de alumínio adaptado com corda de algodão, sendo amostra, imediatamente, transferida para diferentes frascos de polipropileno (1L) com tampa, devidamente limpos, secos e identificados para evitar erros (FUNASA, 2014). As amostras foram armazenadas em refrigerador a temperatura de 4° C, até serem analisadas.

Figura 7- Ponto 1 e Ponto 2 (Arquivo pessoal)



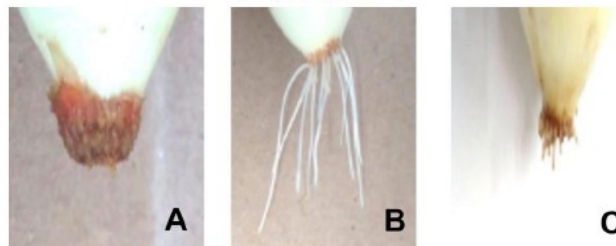
Os testes *Allium cepa L* foram realizados com cebolas do tipo pirulito, com tamanho e peso previamente padronizados. Foram cultivadas três cebolas para cada amostra, em béquer contendo as amostras de água coletadas dos diferentes pontos do rio e períodos do ano. As amostras foram utilizadas em sua forma pura não diluída. Foi utilizado um grupo controle para comparação dos resultados, constituído de cebolas crescidas em água potável. O crescimento das raízes foi monitorado a cada 24 horas durante 72h (Figura 8). Após esse período, as raízes foram coletadas e fixadas em uma solução de Etanol e Ácido Acético (3:1) em temperatura ambiente por 24h, em seguida transferidas para álcool 70% e colocadas na geladeira até o momento da análise. Para preparação das lâminas, os meristemas radiculares de cada amostra foram cuidadosamente submergidos por 5 min em água destilada, em seguida colocadas em solução de HCl 5 N, por 20 min, e recolocadas em água destilada por 5 min. O material a ser analisado foi colocado em lâmina e com auxílio de um bisturi foi seccionada a região meristemática apical. Após esse procedimento, foi adicionada solução de 10uL Giemsa 20% por 5 min na lâmina, retirada com água destilada. Posteriormente, foi adicionada uma gota de bálsamo do Canadá, cobrindo com uma laminula, realizando a técnica de esmagamento (FISKESJO, 1993).

Figura 8: Imersão por 72h em contato direto com a amostra (Arquivo pessoal)



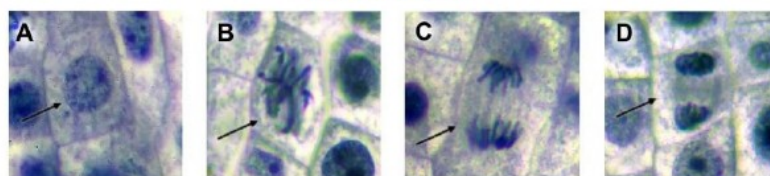
Para avaliação dos aspectos macroscópicos foram analisadas alterações de cor, formato e tamanho das raízes (Figura 9). Qualquer alteração nos aspectos físicos pode ser indicio de substâncias tóxicas na água (FISKESJO, 1993).

Figura 9: Análise macroscópica bulbo necrosado (A), Raiz grupo controle (B), Raiz água do Rio (C) (Arquivo pessoal)



Para determinação do Índice Mitótico (IM%) foram analisadas 400 células em microscópio óptico ZIESS, observando a lâmina da esquerda para direita e contabilizando todas as células em mitose (Figura 10). Em seguida, foi calculado o índice mitótico considerando  $IM\% = N^\circ \text{ de células em mitose} / N^\circ \text{ de células analisadas} \times 1$

Figura 10: Células de *Allium* Ceba em divisão celular. (A) Prófase (B) Metáfase (C) Anáfase (D) Telófase (Arquivo pessoal).





As diferenças entre os grupos foram analisadas pelo teste de análise de variância (one way ANOVA seguida, pelo teste de Tukey), utilizando GraphPrism 9.0. Só foram considerados estatisticamente significantes valores de  $p < 0,05$ .

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação ao peso médio das cebolas, foi verificado que as cebolas em contato com a amostra de água coletadas no verão e no inverno apresentaram um peso significativo menor em relação às cebolas da primavera em todas as amostras analisadas, conforme observado nas Tabelas 1, 2 e 3.

O comprimento das raízes das cebolas germinadas nas amostras controles durante o inverno foi significativamente maior ao comparar com as outras estações (Tabela 1). Entretanto, no Ponto 1, as cebolas não germinaram no inverno, havendo necrose bulbar como visualizado na Figura 9A. E as raízes diminuíram significativamente seu comprimento na primavera em relação ao verão (Tabela 2). Já no Ponto 2, as raízes, tanto no inverno, como na primavera diminuíram significativamente de comprimento, quando comparadas com as do verão (Tabela 3).

Em relação a qualidade das raízes, foi observado que em ambos, nos Pontos 1 e 2, as raízes cresceram finas, porém bem rígidas e com pontas levemente amarronzadas no verão, demonstrando características opostas observadas nas amostras controles. Já no inverno, a raiz do Ponto 1 não germinou (Tabela 2) e no Ponto 2 cresceu fina, fraca e levemente amarronzada (Tabela 3). Na primavera, ambos os pontos mostraram raízes finas, fracas e com pontas marrons. Segundo FISKESJÖ pontas com coloração marrom indicam tóxicos na água. (FISKESJÖ, 1993).

**Tabela 1:** Resultados macroscópicos do teste *Allium cepa* na amostra controle.

CONTROLE	Verão	Inverno	Primavera
Peso da cebola	30,9g ± 0,3*	32,3g ± 0,7*	37,0g ± 1,3
Comprimento da Raiz	2,5 cm ± 0,3	4,0 cm ± 0,2*	2,5 cm ± 1,0
Qualidade da raiz	Forte	Forte	Forte
Coloração da ponta da raiz	Branca	Branca	Branca
Número de raízes	40 ± 10,0	16 ± 1,1*	13 ± 3,5*

Os valores de peso e comprimento foram expressos em Média ± Desvio padrão. \* $P < 0,05$  vs Primavera/\* $P < 0,05$  vs Verão.

**Tabela 2:** Resultados macroscópicos do teste *Allium cepa* no Ponto 1.

PONTO 1	Verão	Inverno	Primavera
Peso da cebola	32,8g ± 0,6*	32,2g ± 1,2*	40,14g ± 0,9
Comprimento da Raiz	2,5 cm ± 0,4	NG	0,5 cm ± 0,1 <sup>+</sup>
Qualidade da raiz	Fina	NG	Fina e fraca
Coloração da ponta da raiz	levemente amarronzada	NG	Marrom
Número de raízes	18 ± 1,1	NG	22 ± 2,6

Os valores de peso e comprimento foram expressos em Média ± Desvio padrão. \*P<0,05 vs Primavera / <sup>+</sup>P<0,05 vs Verão. NG: Não houve germinação.

**Tabela 3:** Resultados macroscópicos do teste *Allium cepa* no Ponto 2.

PONTO 2	Verão	Inverno	Primavera
Peso da cebola	32,6g ± 0,9*	35,8g ± 0,4	36,5g ± 2,0
Comprimento da Raiz	3,2 cm ± 0,3	0,6 cm ± 0,1 <sup>+</sup>	0,4 cm ± 0,1 <sup>+</sup>
Qualidade da raiz	Fina	Fina e fraca	Fina e fraca
Coloração da ponta da raiz	levemente amarronzada	levemente amarronzada	Marrom
Número de raízes	17 ± 1,5 <sup>+</sup>	18 ± 1,5	23 ± 3,5

Os valores de peso e comprimento foram expressos em Média ± Desvio padrão. \*P<0,05 vs Primavera / <sup>+</sup>P<0,05 vs Verão.

A Tabela 4 expressa a citotoxicidade segundo os resultados do Índice Mitótico (IM) para cada ponto de amostragem e estação do ano.

A partir dos resultados encontrados foi possível verificar queda do IM em todas as estações analisadas. Sabe-se que quanto menor for o IM, maior é a toxicidade do rio, portanto, como o Ponto 1 demonstra uma maior redução do IM comparado com a amostra controle, sugere-se que esse ponto apresente maior toxicidade. O teste do *Allium cepa* é muito utilizado para avaliar danos no DNA como os distúrbios no ciclo mitótico, pois o IM representa o número total de divisão de células no ciclo celular (LEME & MARIN-MORALES, 2007 e 2009). Portanto, tanto a redução como o aumento do IM são indicadores importantes no monitoramento da poluição ambiental, especialmente para a avaliação de contaminantes que apresentam potencial citotóxico.

**Tabela 4:** Valores de índice mitótico (IM) obtidos no teste de *Allium cepa* para avaliação da citotoxicidade nas amostras de água controle, do ponto 1 e ponto 2 durante as três estações.

	Verão	Inverno	Primavera
<b>Controle</b>	95%	95%	100%
<b>Ponto 1</b>	20%	NG	8%
<b>Ponto 2</b>	35%	23%	14%

NG: não houve germinação



Deste modo, podemos inferir que a indicação de toxicidade é observada tanto pela inibição do crescimento das raízes e como pelos efeitos adversos causados aos cromossomos (FISKESJÖ, 1993).

Adicionalmente, ao comparar os dois pontos analisados, os resultados sugerem que o Ponto 1 apresentou as piores condições em todas as estações estudadas, tanto nas análises macroscópicas como nos testes citotóxicos, podendo sugerir que a piora da qualidade da água pode estar associado ao descarte direto de esgoto e lixo nessa região do Rio Pouca Saúde.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estudos adicionais estão previstos para analisar os parâmetros selecionados durante o outono, além da realização de análises físico-químicas e de metais tóxicos, potencialmente poluentes da região durante todas as estações. Entretanto, com base nos resultados encontrados até o momento, evidencia-se a importância de realizar ações públicas que visam a melhoria da qualidade da água dessa região e ações de conscientização da população a respeito do descarte de lixo no rio. Campanha de orientação à população para que crianças e adultos evitem tomar banho e ingerir pescados dessa região do Rio Pouca Saúde, alertando quanto aos riscos para a saúde, também são muito importantes.

#### 6. AUXÍLIO FINANCEIRO

Esse trabalho recebeu o auxílio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) nº do Processo: 2019/ 25695-8.

#### 5. REFERÊNCIAS

ARIAS, T. L., PERALTA, V. F., FRANCO DE DIANA, et al. Environmental quality assessment of Caañabe Stream by microbiological and ecotoxicological tests. *Ambiente e Água. An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, v. 11, n. 3, p. 548-565, 2016.

BARROS, P. A. A. **Análise do Efeito da Acidificação dos Oceanos no Desenvolvimento Larvar de *Crassostrea gigas***. 2011. 132f. Dissertação (Mestre em Engenharia do Ambiente) - Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa. BARBÉRIO, A., Voltolini, J. C., & Mello, M. L. S. (2011)

BIANCHI, J. ESPINDOLA, E. L. G. E MARIN-MORALES, M. A. Genotoxicity and mutagenicity of watersamples from the Monjolinho River (Brazil) after receiving gun treated effluents. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. v.74, p. 826–833, 2011.

CARMO, C. A.; ABESSA, D. M. S.; NETO, J. G. M. Metais em águas, sedimentos e peixes coletados no estuário de São Vicente-SP, Brasil. **O Mundo da Saúde**, v. 35, n. 1, p. 64-70, 2011.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Governo do Estado de São Paulo. Sistema Estuarino de Santos e São Vicente. **Relatório Técnico**, 2001.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL. Relatório de Qualidade das Águas Superficiais do Estado de São Paulo 2014. Apêndice D - **Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade**. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>. Acessado em 17/02/2021 as 14:00.

Companhia Docas do Estado de São Paulo, **CODESP** 2018. Disponível em: <<http://www.portode-santos.com.br/institucional/o-porto-de-santos>>

CONAMA – **Resolução CONAMA Nº 357/2005** – “Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamentos de efluentes, e dá outras providências” - Data da legislação: 17/03/2005 – Publicação DOU nº 053, de 188/03/2005, págs. 58-63.

FISKESJO G. Allium test I: A 2-3 day plant test for toxicity assessment by measuring the mean root growth of onions (*Allium cepa* L.). **Environmental Toxicology and Water Quality**. Nova Iorque. v.8, n. 4, p. 461–470, 1993.

FRESHNEY, I.R. **Culture of animal cells: A manual of Basic Technique**. 5 ed. New York: Wiley-Liss, 2005 apud BOGO, D. Avaliação da atividade antitumoral in vitro e in Vivo de compostos de líquens.2012, 110 f. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campina Grande, 2012.

FUNASA - **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS /** Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília: Funasa, 2014. P85.

HISTÓRIAS E LENDAS do Guarujá, Rio Pouca Saúde. **Novo Milênio**, Guarujá. Disponível em: [www.novomilenio.info.br/guaruja/gh019i.htm](http://www.novomilenio.info.br/guaruja/gh019i.htm)

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 6ª ed. Rio de Janeiro: ABES, 2011, 1050 p

KIM, Ki-Hyun; SUSAYA, J. P.; PARK, C. G.; UHM, Jung-Hoon; HUR, J. Comprehensive monitoring of drinking well water quality in Seoul metropolitan city, Korea. **Environmental Monitoring and Assessment**. v. 185, p. 6353–6378, jan. 2013

LEME DM, MARIN-MMA. *Allium cepa* test in environmental monitoring: A review on its application. **Mutation Research**, v. 682, n. 1, p. 71-81, 2009. Disponível em: Acesso em: 02 abril 2019.

LUIZ-SILVA, W., MATOS, R. H. R., KRISTOCH, G. C. Geoquímica e índice de geoacumulação de mercúrio em sedimentos de superfície do estuário de Santos-Cubatão (SP). **Química Nova**, n. 25, p.753-756, 2002.

MAGALHÃES, D. P.; FERRÃO FILHO, A. S. A ecotoxicologia como ferramenta no biomonitoramento de ecossistemas aquáticos. **Oecologia Brasiliensis**. v.12, n.3, p.355-381, 2008.

SALAROLI, A. B. **Distribuição de elementos metálicos de As em sedimentos superficiais ao longo do Canal de Bertioga (SP) São Paulo, Brasil. 2013**. 117f. Tese (Mestrado em Ciências, área de Oceanografia Química e Geológica) – Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo.

SANTANA SJ, HECK MC, BUZO MG, Almeida IV. Evaluation of textile laundry effluents and their cytotoxic effects on *Allium cepa*. **Environmental Science and Pollution research**. v.25, p 27890-27898, 2018.



SODRE, C. F. L.; SILVA, Y. J. A.; MONTEIRO, I. P. Acidificação dos Oceanos: fenômeno, consequências e necessidade de uma Governança Ambiental Global. **REVISTA DO CEDS (Revista Científica do Centro de Estudos em Desenvolvimento Sustentável da UNDB)** Número 4 – Volume 1 –jan/julho 2016. Disponível em: [http://sou.undb.edu.br/public/publicacoes/artigo\\_acidifica%C3%83%C2%A7%C3%83%C2%A3o\\_dos\\_oceanos\\_-\\_camilla\\_fernanda\\_lima\\_sodr%C3%83%C2%A9.pdf](http://sou.undb.edu.br/public/publicacoes/artigo_acidifica%C3%83%C2%A7%C3%83%C2%A3o_dos_oceanos_-_camilla_fernanda_lima_sodr%C3%83%C2%A9.pdf)

ZUCCARI, M. L.; GRANER, C. A. F.; LEOPOLDO, P. R. Determinação da demanda química de oxigênio (DQO) em águas e efluentes por método colorimétrico alternativo. **Engenharia Agrícola**, Botucatu, vol. 20, n.4, p. 69-82, 2005.

**ANEXO 3 - Produto 3: Capítulo publicado no e-book da Pós-graduação Saúde e Meio Ambiente 2021. Capítulo 9 - “Importância do monitoramento toxicológico no Rio Pouca Saúde localizado na região portuária de Santos/SP” . Ventura MLS, Curraladas IDR, Santos MA, Boim MA Maquigussa E, Colovati MES, Bastos PAS, Oliveira-Sales EB. Importância do monitoramento toxicológico no Rio Pouca Saúde localizado na região portuária de Santos/SP. “In” Saúde e Meio Ambiente em Regiões Portuárias. Santos. Editora: Programa de mestrado em Saúde e Meio Ambiente na Área de Medicina; 2021. 84-91. ISBN: 978-65-00-37069-0.**

---

## **SAÚDE E MEIO AMBIENTE EM REGIÕES PORTUÁRIAS**



**ORGANIZADORES:**

PROFA. DRA. ELAINE MARCÍLIO SANTOS  
PROFA. DRA. ANA LUIZA CABRERA MARTIMBIANCO  
PROF. DR. GUSTAVO DUARTE MENDES

**1ª EDIÇÃO - ISBN: 978-65-00-37069-0**

PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL DE SAÚDE E MEIO AMBIENTE  
NA ÁREA DE MEDICINA II PELA CAPES – UNIVERSIDADE  
METROPOLITANA DE SANTOS – UNIMES

**SANTOS  
2021**



S255

SAÚDE E MEIO AMBIENTE EM REGIÕES PORTUÁRIAS. / Vários autores.  
Organizado por PROFA. DRA. ELAINE MARCÍLIO SANTOS, PROFA. DRA. ANA LUIZA  
CABRERA MARTIMBIANCO, PROF. DR. GUSTAVO DUARTE MENDES. – Santos,  
2021.

ISBN: 978-65-00-37069-0

PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL DE SAÚDE E MEIO AMBIENTE NA  
ÁREA DE MEDICINA II PELA CAPES – UNIVERSIDADE METROPOLITANA DE  
SANTOS – UNIMES,

Universidade Metropolitana de Santos, 17/12/2021.

1. Medicina. 2. Odontologia. 3. Região Portuária. 4. Meio Ambiente. 5. Saúde. I. Título.  
CDD:617.6



## SUMÁRIO

---

Capítulo 1 - Cães são sentinela na saúde ambiental e pública .....	12
Capítulo 2 - Lesões orais em pescadores e suas relações com a exposição solar e hábitos adquiridos .....	19
Capítulo 3 - Saúde dos trabalhadores portuários: uma análise bibliométrica da produção brasileira .....	26
Capítulo 4 - Prevalência e fatores de risco associados às doenças musculoesqueléticas em trabalhadores portuários.....	37
Capítulo 5 - Reflexos trabalhistas e previdenciários relacionados às doenças ocupacionais portuárias .....	43
Capítulo 6 - Biomarcadores e poluição do ar.....	49
Capítulo 7 - Estudo retrospectivo da prevalência de lesões bucais referenciadas no período de 10 anos em um município do litoral paulista .....	56
Capítulo 8 - Fatores de risco e proteção da função cognitiva – enfoque no processo de envelhecimento da baixada santista .....	69
Capítulo 9 - Importância do monitoramento toxicológico no rio pouca saúde localizado na região portuária de santos/sp .....	84
Capítulo 10 - Principais doenças da população residente próxima ao rio pouca saúde localizado no estuário de santos/sp .....	92
Capítulo 11 - Análise microscópica do lodo ativado utilizado no tratamento de efluentes .....	99



## **CAPÍTULO 9 - IMPORTÂNCIA DO MONITORAMENTO TOXICOLÓGICO NO RIO POUCA SAÚDE LOCALIZADO NA REGIÃO PORTUÁRIA DE SANTOS/SP**

---

Maria Luiza Samia Ventura, Isadora Dicher Reimão Curraladas, Marco Antônio dos Santos, Mirian Aparecida Boim, Edgar Maquigussa, Mileny Esbravatti Stephano Colovati, Paula Andrea de Santis Bastos, Elizabeth Barbosa de Oliveira-Sales

### **INTRODUÇÃO**

#### **Porto de Santos/SP**

O Porto de Santos é o maior complexo portuário da América Latina, administrado pela antiga Companhia Docas do Estado de São Paulo (CODESP), atualmente Autoridade Portuária de Santos. O Porto de Santos localiza-se a 70 Km de Cubatão, o maior polo industrial do hemisfério sul. Além da dragagem, que suspende os sedimentos finos, o turbilhonamento da água causado pelas hélices das embarcações afeta a coluna d'água impedindo a deposição desses sedimentos no fundo do mar. Outros fatores potencialmente impactantes, também contribuem para a redução da qualidade da água na região, tais como:

Página **84** de **105**



emissários de esgotos e efluentes domésticos, ocupações irregulares, canais que deságuam no estuário, afluxo de turistas no verão, a atividade industrial de Cubatão, dentre outras<sup>1</sup>.

### Rio Pouca Saúde se situa na região portuária de Santos

O Rio Pouca Saúde é designado uma gamboa, que se comunica com a margem esquerda do Estuário do Porto de Santos, no bairro Porto em Guarujá medindo aproximadamente 2,02 Km (Figura 1). Gamboa é o nome dado a um braço de rio de mangue que não tem nascente e está sempre sob influência da maré, quando está baixa pode ficar completamente seca. Anteriormente, era denominado "Gamboa do Juca", mas recebeu o nome "Rio Pouca Saúde" da população decorrente de muitos interferentes ambientais ao longo do seu percurso<sup>2</sup>.

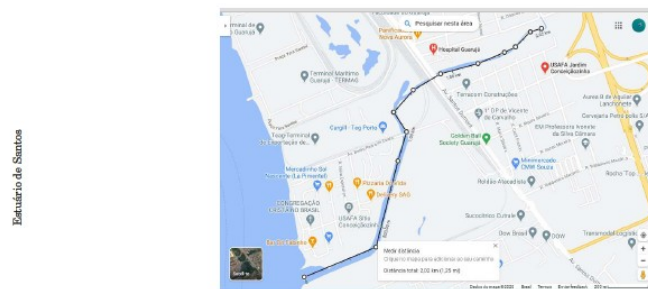


Figura 1 – Percurso do Rio Pouca Saúde. Fonte:Googlemaps.

Na entrada do Rio, após 500m já se encontra a comunidade em palafitas conhecida como prainha, onde a maior parte do esgoto e do lixo orgânico são desprezados no rio<sup>2</sup>. Ao longo do rio diversas indústrias e postos de armazenamento coexistem com a comunidade incluindo uma Unidade Básica de Saúde da Família – USFA Sítio Conceiçãozinha. Na parte inicial do rio localiza-se o Armazém verde que dentre os produtos que são armazenados no novo espaço estão surfactantes (usados em produtos de limpeza, por exemplo), polióis

(usados em espumas para colchões e estofados) e biocidas (soluções para controle microbiano). Seguindo o percurso, no Km 1 do lado direito encontra-se o terminal portuário que transporta grãos e açúcares. Do lado esquerdo da margem estão duas indústrias que trabalham com solventes, resinas, aminas, polímeros, epoxi e cloro alcalino, e logo na sequência uma indústria fabricante de sucos e óleos<sup>3</sup>. Passando a ponte da Avenida Santos Dumont, no Km 1,5 do lado direito, encontra-se o Hospital Guarujá e do outro lado da margem o Canil São Lazaro. É importante frisar que existem alguns moradores de rua que habitam a parte inferior da ponte da Avenida Santos Dumont<sup>2</sup>. No Km 2 ao lado direito encontra-se um albergue Municipal e na margem esquerda do rio a população conta com outra unidade de saúde da família –USAFA Jardim Conceiçãozinha.

#### **Fontes potencialmente poluidoras do Rio Pouca Saúde**

A contaminação do Rio Pouca Saúde pode ser devido a contaminação antropogênica de alguns setores da área estuarina, como resultado de resíduos petroquímico e metalúrgico derivados do distrito industrial de Cubatão, das atividades siderúrgicas do Estado de São Paulo, COSIPA, -atualmente USIMINAS-, do Porto de Santos e, finalmente, das descargas dos efluentes do emissário submarino dentro da baía de Santos. O município de Cubatão assume um ponto estratégico nessa região, pois abriga um dos mais importantes polos industriais do Brasil, contendo mais de uma centena de fábricas, incluindo indústrias químicas, petroquímicas e de fertilizantes, as quais são as principais fontes de contaminação do sistema local<sup>4</sup>.

Deste modo, o estuário de Santos engloba todos os canais estuarinos e trechos de rios sob influência direta do regime de marés e que recebem a drenagem dos municípios de Cubatão, Santos e Guarujá. Esta zona engloba integralmente os canais portuários da USIMINAS e do Porto de Santos e o trecho ocidental do canal de Bertioga, cujas águas drenam para o canal de Santos. Estas águas sendo salobras, são enquadradas na Classe 7 da Resolução do Conselho

Nacional do Meio Ambiente-CONAMA (2005)<sup>5</sup>. Sendo assim, esta zona recebe a influência direta dos efluentes das indústrias USIMINAS, Ultrafertil e Dow Química, dos terminais portuários, além dos esgotos domésticos e do chorume do Lixão da Alemoa<sup>3</sup>.

Portanto, de acordo com a avaliação e monitoramento realizado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, Centro Tecnológico de Saneamento Básico (CETESB) em 2001, o Rio Pouca Saúde fica próximo a uma área industrial com solos contaminados<sup>3</sup>.

### **Importância do monitoramento da qualidade da água**

Sabe-se que a água constitui uma necessidade fundamental para a manutenção da vida. Portanto, a possibilidade de presença de patógenos e contaminantes químicos, oriundos de fontes naturais, áreas agrícolas, efluentes domésticos e industriais e drenagem urbana pode representar um risco potencial para a saúde da população ribeirinha<sup>6</sup>.

Todos esses efluentes independente da fonte são muito agressivos a vida aquática também, reduzindo a quantidade de oxigênio dissolvido que causam eutrofização, gerando sedimentos, acidificação, contaminação prejudicial aos microrganismos por causar variação de pH, aumento da temperatura, aumento das taxas de demanda química de oxigênio (DQO). Diante disso, faz-se necessário monitorar os parâmetros físico-químicos como pH, temperatura do ar, temperatura da água, turbidez, alcalinidade, oxigênio dissolvido (OD) e salinidade da água do Rio Pouca Saúde<sup>7</sup>.

### **Avaliação da qualidade da água**

Parâmetros físico-químicos eram a única ferramenta para o diagnóstico da qualidade da água de um ecossistema, mas o desenvolvimento de bioindicadores de contaminação e a realização de bioensaios em laboratórios têm-se mostrado eficientes na detecção e monitoramento da qualidade da água<sup>8</sup>. Testes biológicos de toxicidade são indispensáveis para a avaliação da



qualidade da água, das reações dos organismos vivos à poluição ambiental e também para identificar os efeitos potenciais de vários poluentes nos ecossistemas<sup>9</sup>. Substâncias tóxicas presentes em efluentes domésticos, industriais e agrícolas podem ser capazes de provocar danos graves ao DNA de células de organismos presentes neste ambiente, interferindo na fisiologia dos organismos e influenciam nos aspectos genéticos e na sobrevivência da respectiva população<sup>10</sup>. Alguns metais presentes em solução aquosa podem atravessar a membrana celular ou entrar por processos de fagocitose ou pinocitose, podendo causar danos à estrutura da molécula de DNA<sup>11</sup>.

Sabe-se que citotoxicidade é a capacidade de compostos em promover alteração metabólica nas células, podendo culminar ou não em morte celular<sup>12</sup>. Várias estratégias podem ser utilizadas para monitorar a influência de poluentes presentes na água sobre a função celular. A técnica de análise citotóxica realizada a partir da germinação da raiz da cebola *Allium cepa* L. tem sido recomendada, em efluentes, como bioindicador genotóxico, devido a sua elevada sensibilidade, ao baixo custo, a rapidez de execução, a facilidade de manipulação e a utilização de amostras sem tratamento prévio, determinando-se a diminuição do índice mitótico (IM) e a formação de aberrações cromossômicas<sup>13</sup>.

O método *Allium cepa* L. é utilizado rotineiramente em todo o mundo em laboratórios que trabalham com testes de genética toxicológica, considerado uma ferramenta valiosa quanto à determinação da contaminação ambiental, havendo extenso banco de dados de substâncias químicas já testadas<sup>14</sup>. Em geral, os metais induzem alterações mais severas nas raízes do que nas folhas, uma vez que as raízes estão em contato direto com o solo e geralmente com o contaminante tóxico. Bioensaios em plantas levam em conta diferenças relevantes, como a presença de uma parede celular rígida nas células vegetais, as presenças localizadas em regiões meristemáticas características (por exemplo, a concentração de células altamente divididas no ápice radicular) e o fato de a raiz ser normalmente o órgão diretamente em contato com solo e água

contaminados<sup>15</sup>. Outros fatores a serem considerados são devido à sua eficácia em mensurar a toxicidade de diferentes classes de compostos químicos e sua correlação com outros sistemas de teste, como de linfócitos humanos e de camundongos<sup>13</sup>.

### **Análises citotxicológicas do Rio Pouca Saúde**

Estudos prévios do nosso grupo de pesquisa demonstraram diminuição no IM nas raízes germinadas em amostras de água coletadas em dois pontos distintos do Rio Pouca Saúde em águas superficiais próximas à margem durante 3 estações do ano (verão, inverno e primavera) de 2020. Sabe-se que quanto menor for o IM, maior é a toxicidade do rio. Portanto, o ponto 1 no qual a coleta foi na região da prainha com muitas palafitas e descarte de esgoto doméstico demonstrou uma maior redução do IM em todas as estações analisadas comparado ao ponto 2, uma região mais afastada da população (Tabela 1). Sugere-se que o ponto 1 apresente maior toxicidade. Além disso, também foram observadas alterações macroscópicas significativas, tanto no comprimento, na quantidade, na qualidade e na coloração das raízes das cebolas germinadas nas amostras de água do Rio Pouca Saúde comparado com as raízes germinadas em amostras de água controle. Adicionalmente, ao comparar os dois pontos analisados, os resultados sugerem que o ponto 1 apresentou as piores condições em todas as estações estudadas, tanto nas análises macroscópicas como nos testes citotóxicos, podendo sugerir que a piora da qualidade da água pode estar associado ao descarte direto de esgoto e lixo nessa região do Rio Pouca Saúde<sup>16</sup>.

**Tabela 1:** Valores de índice mitótico (IM) obtidos no teste de *Allium cepa* L. para avaliação da citotoxicidade nas amostras de água controle e dos pontos 1 e 2 do Rio Pouca Saúde durante três estações do ano<sup>16</sup>.

	<b>Verão</b>	<b>Inverno</b>	<b>Primavera</b>
<b>Controle</b>	95%	95%	100%

<b>Ponto 1</b>	20%	NG	8%
<b>Ponto 2</b>	35%	23%	14%

NG: não houve germinação

## CONCLUSÕES

Conclui-se que o monitoramento das águas do Rio Pouca Saúde é de suma importância, visto seu potencial tóxico de acordo com as análises citotóxicas. Entretanto, futuras análises complementares são necessárias para identificar quais os principais contaminantes que podem estar causando esta toxicidade e, conseqüentemente qual o risco à saúde pública.

Além disso, ações públicas que visam a melhoria da qualidade da água dessa região e ações de conscientização da população a respeito do descarte de lixo no rio são imprescindíveis. Campanha de orientação a população para que crianças e adultos evitem tomar banho e ingerir pescados dessa região do Rio Pouca Saúde, alertando quanto aos riscos para a saúde, também são muito importantes.

## AUXÍLIO FINANCEIRO

Esse trabalho recebeu o auxílio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) nº do Processo: 2019/ 25695-8.

## REFERÊNCIAS

1. CODESP-Companhia Docas do Estado de São Paulo, 2018. Disponível em: <<http://www.portodesantos.com.br/institucional/o-porto-de-santos>> Acesso em: set, 2021.
2. \_\_\_\_\_. Histórias e lendas do Guarujá - Rio Pouca Saúde. Disponível em <<http://www.novomilenio.info.br/guaruja/gh019i.htm>> Acesso em: jun, 2021.
3. CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Sistema Estuarino de Santos e São Vicente. Relatório técnico – 2001. São Paulo: CETESB, 2001. CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental.
4. Luiz-Silva W, Matos RHR, Kristoch GC. Geoquímica e índice de geoacumulação de mercúrio em sedimentos de superfície do estuário de Santos-Cubatão (SP). Química Nova, 2002; 25:753-756.



**ANEXO 4 - Produto 4: Capítulo publicado no e-book da Pós-graduação Saúde e Meio Ambiente 2021. Capítulo 10 - Principais doenças da população residente próxima ao Rio Pouca Saúde localizado no estuário de Santos/SP".** Curraladas IDR, Ventura MLS, Boim MA Maquigussa E, Colovati MES, Bastos PAS, Oliveira-Sales EB. "In" Saúde e Meio Ambiente em Regiões Portuárias. Santos. Editora: Programa de mestrado em Saúde e Meio Ambiente na Área de Medicina; 2021. 84-91. ISBN: 978-65-00-37069-0.

---

## **SAÚDE E MEIO AMBIENTE EM REGIÕES PORTUÁRIAS**



**ORGANIZADORES:**

PROFA. DRA. ELAINE MARCÍLIO SANTOS  
PROFA. DRA. ANA LUIZA CABRERA MARTIMBIANCO  
PROF. DR. GUSTAVO DUARTE MENDES

**1ª EDIÇÃO - ISBN: 978-65-00-37069-0**

PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL DE SAÚDE E MEIO AMBIENTE  
NA ÁREA DE MEDICINA II PELA CAPES – UNIVERSIDADE  
METROPOLITANA DE SANTOS – UNIMES

**SANTOS  
2021**



S255

SAÚDE E MEIO AMBIENTE EM REGIÕES PORTUÁRIAS. / Vários autores.  
Organizado por PROFA. DRA. ELAINE MARCÍLIO SANTOS, PROFA. DRA. ANA LUIZA  
CABRERA MARTIMBIANCO, PROF. DR. GUSTAVO DUARTE MENDES. – Santos,  
2021.

ISBN: 978-65-00-37069-0

PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL DE SAÚDE E MEIO AMBIENTE NA  
ÁREA DE MEDICINA II PELA CAPES – UNIVERSIDADE METROPOLITANA DE  
SANTOS – UNIMES,

Universidade Metropolitana de Santos, 17/12/2021.

1. Medicina. 2. Odontologia. 3. Região Portuária. 4. Meio Ambiente. 5. Saúde. I. Título.  
CDD:617.6



## SUMÁRIO

---

Capítulo 1 - Cães são sentinela na saúde ambiental e pública .....	12
Capítulo 2 - Lesões orais em pescadores e suas relações com a exposição solar e hábitos adquiridos .....	19
Capítulo 3 - Saúde dos trabalhadores portuários: uma análise bibliométrica da produção brasileira .....	26
Capítulo 4 - Prevalência e fatores de risco associados às doenças musculoesqueléticas em trabalhadores portuários.....	37
Capítulo 5 - Reflexos trabalhistas e previdenciários relacionados às doenças ocupacionais portuárias .....	43
Capítulo 6 - Biomarcadores e poluição do ar.....	49
Capítulo 7 - Estudo retrospectivo da prevalência de lesões bucais referenciadas no período de 10 anos em um município do litoral paulista .....	56
Capítulo 8 - Fatores de risco e proteção da função cognitiva – enfoque no processo de envelhecimento da baixada santista .....	69
Capítulo 9 - Importância do monitoramento toxicológico no rio pouca saúde localizado na região portuária de santos/sp .....	84
Capítulo 10 - Principais doenças da população residente próxima ao rio pouca saúde localizado no estuário de santos/sp.....	92
Capítulo 11 - Análise microscópica do lodo ativado utilizado no tratamento de efluentes .....	99



## **CAPÍTULO 10 - PRINCIPAIS DOENÇAS DA POPULAÇÃO RESIDENTE PRÓXIMA AO RIO POUCA SAÚDE LOCALIZADO NO ESTUÁRIO DE SANTOS/SP**

---

Isadora Dicher Reimão Curraladas, Maria Luiza Samia Ventura, Mirian Aparecida Boim, Edgar Maquigussa, Elizabeth Barbosa de Oliveira-Sales

### **INTRODUÇÃO**

**O Rio Pouca Saúde se localiza no estuário de Santos**

O sistema estuarino santista é um ambiente que recebe aporte de sedimentos devido a forte irrigação provocada pelas bacias hidrográficas do entorno. Além disso, observa-se poluição oriunda de efluentes industriais, terminais portuários, lixões, aterros sanitários, áreas contaminadas por disposição inadequada de resíduos tóxicos, estações de tratamento de águas e esgotos, contribuições difusas, lançamento in natura de esgotos em canais, rios e mar. Somado à essa circunstância, sabe-se que o Porto de Santos é o maior complexo portuário da América Latina, logo a demasiada atividade portuária do local contribui para a toxicidade da água do local<sup>1</sup>. Esses efluentes industriais são muito

Página 92 de 105



agressivos a vida aquática, causando redução da quantidade de oxigênio, aumento de temperatura, variação de pH entre outros<sup>2</sup>.

O rio Pouca Saúde se comunica com a margem direita do Estuário do Porto de Santos, no bairro Porto em Guarujá. Ele é designado uma gamboa, pois é um braço de rio de mangue, que não tem nascente e está sempre sob influência da maré, na maré baixa uma gamboa pode ficar completamente seca. O rio Pouca Saúde, anteriormente denominado "Gamboa do Juca", atravessa a Avenida Santos Dumont, com margens próximas ao Hospital Santo Amaro, em Guarujá (SP). Ao longo do curso do rio há muitas palafitas, as quais lançam esgoto e lixo doméstico nas águas. Além disso, sacos de lixo boiando e uma fina película de óleo de embarcações que recobre a superfície são visualizados frequentemente no rio. Próximas às margens do rio também existem as Indústrias Dow Química Brasil, Olin e a Sucocitrico Cutrale<sup>3</sup>.

O Rio Pouca Saúde também pode possivelmente acumular águas vindas do rio Perequê onde recebe efluentes da USIMINAS que deságua direto no estuário de Santos, passando pela ilha Barnabé em Santos, onde existe um complexo de terminais e indústrias<sup>3</sup>.

### **Metais potencialmente tóxicos na região do Rio Pouca Saúde**

A contaminação com metais potencialmente tóxicos é bastante comum nessas áreas industriais. Todos esses fatores poluentes conferem aos efluentes propriedades altamente tóxicas<sup>4</sup>. Os metais tóxicos não são biodegradáveis e altamente bioacumulativos que podem colocar em risco a saúde de seres humanos e animais devido aos seus efeitos mutagênicos e carcinogênicos, além da toxicidade a diversos órgãos e tecidos<sup>5</sup>. Mas, o risco de contaminação do metal é muito mais complexo em áreas de várzea ribeirinha, porque um conglomerado de metais trazidos e depositados por rios de áreas distantes podem ocorrer nos solos<sup>6</sup>.



O Rio Pouca Saúde fica próximo a uma área industrial com solos contaminados em avaliação e monitoramento de acordo com CETESB. Análises anteriores realizadas em sedimentos do Rio Santo Amaro próximo ao Rio Pouca Saúde observaram valores acima do normal de Zinco (Zn), Cádmio (Cd), Chumbo (Pb), Cobre (Cu), Mercúrio (Hg) e Níquel (Ni). Entretanto, não foram observados sinais de alteração desses metais na análise da água desse Rio<sup>7</sup>.

O Pb e seus compostos são utilizados na indústria de baterias, siderurgia, calçados, cerâmica<sup>8</sup>. As patologias associadas à exposição ao Pb são a anemia, cefaleias, depressão, fadiga, sonolência, dores musculares, dores nos ossos e articulações, infertilidade, hipertensão, neuropatia periférica, insuficiência renal e nefropatia crônica. É considerado, segundo a IARC (Agência Internacional de Pesquisa do Câncer), um agente potencialmente carcinogênico nos humanos estando associado ao aumento do câncer dos pulmões, estômago e bexiga<sup>9</sup>.

O Hg é exposto por meio da respiração do ar poluído, da ingestão de alimentos e água contaminada e de tratamentos médicos e odontológicos. Os principais efeitos adversos atribuídos à exposição ao Hg são: efeitos gastrointestinais, renais, músculo-esqueléticos, hepáticos, cardiovasculares e principalmente neurológicos<sup>10</sup>.

O Ni é liberado na atmosfera por indústrias que fabricam ou utilizam níquel. Os sais de Ni podem causar irritação gastrointestinal e estão relacionados com quadros de infarto e câncer, de acordo com a OMS (1998)<sup>10</sup>.

O Zn é elemento natural encontrado no solo por meio de processos naturais, porém a maior parte dele provem de atividades humanas como mineração. A exposição a altos níveis de Zn ocorre ao comer alimentos contaminados, beber água ou respirar em um local contaminado com partículas de zinco. Níveis baixos de Zn são necessários para manter a boa saúde, já a exposição a altas concentrações de zinco podem ser prejudiciais, causando cólicas estomacais e anemia, além de alterar níveis de colesterol<sup>10</sup>.

O Cd é um elemento que é utilizado nas indústrias de baterias juntamente com níquel, vidro, metalurgias, entre outras. O Cd provoca lesão testicular o que

resulta em necrose, degeneração tecidual podendo levar a perda de produção de espermatozoides. A necrose testicular pode causar hiperplasia nas células de Leydig e conseqüentemente formação de tumor<sup>11</sup>.

#### **Doenças mais prevalentes da população próxima ao Rio Pouca Saúde.**

Estudos realizados pelo nosso grupo de pesquisa demonstrou que a neoplasia é a principal causa de doenças na região do Rio Pouca Saúde, seguida das doenças que acometem o sistema nervoso central.

Foi realizado um estudo de aspecto observacional e analítico, por meio de uma pesquisa no banco de dados do Estado de São Paulo do Departamento de Informática do SUS (DATASUS), utilizando o software TABWIN. Os dados analisados foram do Hospital Santo Amaro (CNES número 2754843) e do Instituto de Infectologia Emílio Ribas II da Baixada Santista (CNES 7544529) (Figura 1), localizados próximos ao Rio Pouca Saúde. Foram analisados os Códigos Internacionais de Doenças (CID)-10, agrupados pelas doenças por sistemas como base os órgãos mais acometidos pela intoxicação aguda e crônica por metais tóxicos de janeiro a dezembro dos anos de 2015 a 2020, incluindo os moradores do sexo feminino e masculino com idade superior a 20 anos.



Figura 1 - Localização pelo Google Maps do Hospital Santo Amaro e do Instituto de Infectologia Emílio Ribas II

A principal causa básica de número de casos no hospital Santo Amaro foi neoplasia (C00-C97), seguido das doenças do sistema nervoso central (F20-F29;G00-G73), doenças do aparelho circulatório (I00-I99), doenças do aparelho geniturinário (N00-N23), doenças do sangue e dos órgãos hematopoiéticos (D50-D64), doenças do aparelho respiratório (J40-J86), malformações congênitas, (Q00-Q07;Q20-Q28;Q50-Q64) e intoxicação por drogas, medicamentos e substâncias biológicas (736-T50). Esses dados mantiveram similaridade com os dados da população do município de Guarujá (Figura 2). Esses resultados podem ser devido à falta de dados disponíveis pelo DATASUS de outros hospitais e unidades de Saúde da região.

Os números de casos do Hospital Emílio Ribas apresentaram-se reduzidos em relação ao Hospital Santo Amaro e a população de Guarujá (Figura 2).

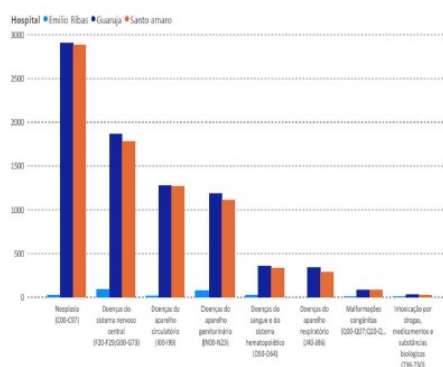


Figura 2 – Número de casos dos hospitais Santo Amaro e Emílio Ribas comparados com o número de casos da população do município de Guarujá de acordo com a causa básica (CID-10).

## CONCLUSÕES

Conclui-se que a neoplasia é a principal causa de casos de doenças na região do Rio Pouca Saúde, seguida das doenças que acometem o sistema nervoso central. Não podemos afirmar se essas doenças se relacionam somente



com a contaminação de metais tóxicos na região, entretanto, eles podem estar relacionados favorecendo o aparecimento dessas doenças. Mais análises são necessárias para fazer uma associação específica dos poluentes presentes na região com a prevalência das doenças analisadas. Esses dados podem ser fundamentais para serem empregados por gestores, tomadores de decisões, e certamente pela comunidade médica, para entender melhor as doenças desta população, reavaliar esforços e identificar ações prioritárias para combater e prevenir as doenças da região.

## AUXÍLIO FINANCEIRO

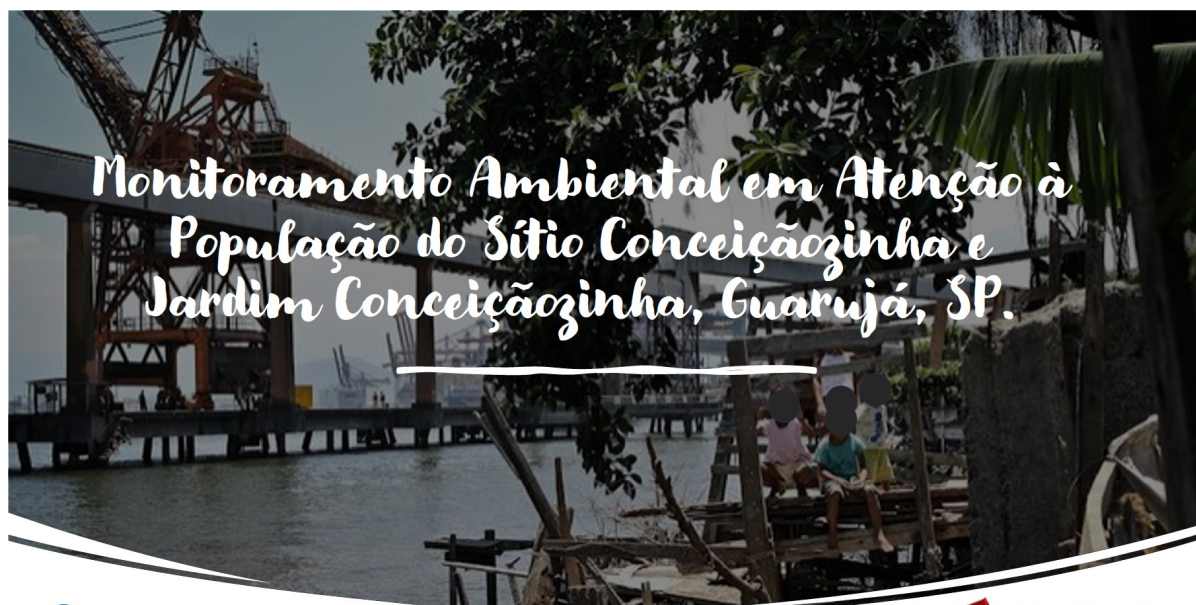
Esse trabalho recebeu o auxílio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Bolsa de Treinamento Técnico (TT-1) (Processo FAPESP: 2020/12760-3) e Auxílio regular (Processo FAPESP: 2019/25695-8).

## REFERÊNCIAS

1. Miller TTM, Freitas JCH, Silva MCM. Dragagem: a necessidade de um novo modelo. SOPESP. 2017; 01:1-18.
2. Santana SJ, Heck MC, Buzo MG, Almeida IV. Evaluation of textile laundry effluents and their cytotoxic effects on *Allium cepa*. Environ Sci Pollut Res. 2018; 25:27890-27898.
3. \_\_\_\_\_. Histórias e lendas do Guarujá - Rio Pouca Saúde. Disponível em <<http://www.novomilenio.info.br/guaruja/gh019i.htm>> Acesso em: jun, 2021.
4. Sisino CLS, Filho ECO. Princípios de Toxicologia Ambiental. 1. ed. Rio de Janeiro: Interciencia; 2013.
5. Baan RA, Grosse Y. Man-made mineral (vitreous) fibres: evaluations of cancer hazards by the IARC Monographs Programme. Mutat Res. 2004; 553:43-58.
6. Bhatti SS, Kumar V, Kumar A, Gouzos J, Kirby J, Singh J, Nagpal AK. Potential ecological risks of metal(loids) in riverine floodplain soils. Ecotoxicol Environ Saf. 2018;164: 722-731.
7. CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Sistema Estuarino de Santos e São Vicente. Relatório técnico – 2001. São Paulo: CETESB, 2001. CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

8. Lima LF. Geoquímica de sedimentos de fundo dos rios Trairí, Ararí e da Laguna Nísia Floresta (RN). Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2006. Dissertação do Mestrado em Recursos Minerais, Recursos Hídricos e Meio Ambiente.
9. Moreira F, Moreira J. Os efeitos do chumbo sobre o organismo humano e seu significado para a saúde. Rev Panam Salud Publica. 2004; 15:119-129.
10. ATSDR - AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY. Information About Contaminants Found at Hazardous Waste Sites. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/> Acesso em: 17/08/2021
11. Moshtaghi AL, Raisi A, Goodarzi H. A Study of the Effect of Cadmium Toxicity on Serum Proteins and It's Relation to Proteinuria in Male Rats. Journal of Islamic Academy of Sciences. 1991; 4:192-195.

**ANEXO 5 - Produto 5: Cartilha informativa para população ribeirinha: Rio Pouca Saúde: Monitoramento Ambiental em atenção à População.** Ventura MLS, Curraladas IDR, Barreiros JM, Santos MA, Boim MA, Maquigussa E, Colovati MES, Bastos PAS, Oliveira-Sales EB.



Rio Pouca Saúde - 2022



## Pesquisadores responsáveis

Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional Saúde e Meio Ambiente  
Universidade Metropolitana de Santos - UNIMES

Mestranda Maria Luiza Samia Ventura  
Isadora Dicher Reimão Curralhadas  
Ms. João Mario Barreiros  
Prof. Ms. Marco Antônio dos Santos  
Profa. Dra. Mirian A. Boim  
Prof. Dr. Edgar Maquigussa  
Profa. Dra. Mileny E. S. Colovati  
Profa. Dra. Paula A. de Santis Bastos  
Profa. Dra. Elizabeth B. de Oliveira-Sales



# Rio Pouca Saúde

- É uma gamboa, ou seja, um braço de mar com mangue que não tem nascente;
- Localizado entre os bairros Jardim Conceiçãozinha e Sítio Conceiçãozinha no Município do Guarujá;
- Por não ter nascente é uma água sem movimento ou com pouca corrente de água, onde há o acúmulo de metais tóxicos e matéria orgânica com maior facilidade;
- O rio também recebe descartes industriais e de esgoto que piora a qualidade da água;
- Além de muito lixo orgânico e reciclável.



Final do Rio. Fonte: Arquivo Pessoal

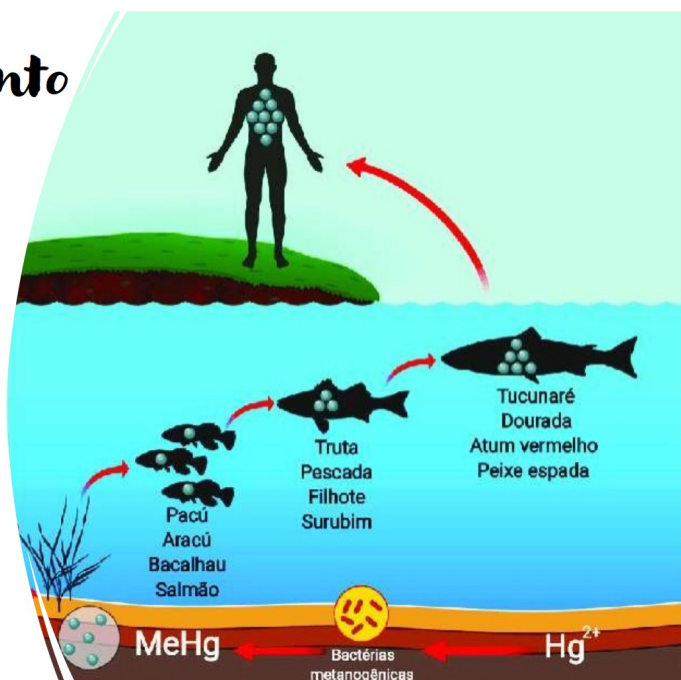
Descartes Industriais. Fonte: Novo Milênio

Esgoto doméstico. Fonte: Novo Milênio

Lixo Orgânico e Reciclável. Fonte: Novo Milênio

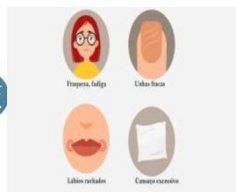
## O que o monitoramento do Rio Pouca Saúde indicou?

- A água do Rio é considerada tóxica em todas as estações do ano;
- Foram encontradas alterações maiores que permitido no inverno dos metais tóxicos Zinco e Níquel.



# O que esses metais podem causar a saúde?

- Exposições a altas concentrações de **Zinco** podem ser prejudiciais a saúde causando cólicas estomacais e anemia, além de alterar níveis de colesterol.



## COLESTEROL ALTO

NÃO APRESENTA SINTOMAS E É RESPONSÁVEL POR DIVERSAS DOENÇAS MUITO SÉRIAS. PREVINA-SE!

Após alguns anos fora dos valores desejáveis o colesterol **causa o entupimento das artérias** >>>

Podendo resultar em derrame, dor no peito e enfarte

**COLESTEROL TOTAL**  
(LDL + HDL)

Ideal: até 200 mg/dL



### COLESTEROL RUIM (LDL\*)

Ideal: até 100 mg/dL

É o responsável pela formação de placas de gordura que prejudicam a passagem do sangue, podendo causar doenças cardiovasculares.

Para diminuir o colesterol ruim...



• **Pratique exercícios físicos:** Ainda que de intensidade moderada como caminhada e dança de salão.



• **Tenha uma alimentação saudável:** Evite carnes gordurosas, frituras e produtos com gordura vegetal hidrogenada.



• **Consulte um médico:** pode ser necessário tomar medicamentos para normalizar.



### COLESTEROL BOM (HDL\*)

Ideal: 50 mg/dL ou mais

Remove o excesso de colesterol no sangue, reduzindo o risco de formação das placas de gordura.

Para aumentar o colesterol bom...



• **Pratique exercícios físicos de alta intensidade,** como Natação, ciclismo e corrida.



• **Aumente o consumo de abacate,** nozes, soja, aveia, frutas e legumes.



• **Se estiver acima do peso ideal,** perca peso: especialmente se tiver muita gordura abdominal.

Fonte: Sociedade Brasileira de Cardiologia

Quer ajuda? Entre no [vitalbox.com.br](http://vitalbox.com.br) e faça uma análise de saúde personalizada e gratuita.

Exposições a altas concentrações de **Níquel** podem ser prejudiciais a saúde causando: dores de estômago e efeitos adversos no sangue e nos rins, bronquite crônica e problemas pulmonares.



Shortness of breath





## Como posso ajudar a melhorar a qualidade da água na minha região?

- Não jogar lixo orgânico no rio;
- Separar o lixo reciclável para coleta seletiva;
- Não jogar óleo usado no esgoto.



## O que posso fazer para não me contaminar?

- Não brincar na água do Rio;
- Não consumir peixes, siris e caranguejos do Rio;
- Não utilizar a água do Rio para banhos e consumo próprio.



## Em que os órgãos públicos podem ajudar?

- Desviar o esgoto e tratar para diminuir os interferentes orgânicos na água;
- Aumentar o monitoramento da água na região e identificar de onde estão vindo os metais acumulados nos sedimentos das águas.



### Financiamento

- Auxílio regular à pesquisa concedido pela FAPESP (Número do Processo 2019/25695-8);
- UNIMES.