

# MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE:

FORMAÇÃO INTERDISCIPLINAR E CONHECIMENTO CIENTÍFICO



3

**CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA**  
(ORGANIZADOR)

**Atena**  
Editora  
Ano 2023

# MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE:

FORMAÇÃO INTERDISCIPLINAR E CONHECIMENTO CIENTÍFICO



**CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA**  
(ORGANIZADOR)

**Atena**  
Editora  
Ano 2023

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2023 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2023 Os autores

Copyright da edição © 2023 Atena

Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena

Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial****Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade do Estado de Mato Grosso

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

## Meio ambiente e sustentabilidade: formação interdisciplinar e conhecimento científico 3

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Mariane Aparecida Freitas  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)</b>	
M514	Meio ambiente e sustentabilidade: formação interdisciplinar e conhecimento científico 3 / Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-0976-2 DOI: <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.762230501">https://doi.org/10.22533/at.ed.762230501</a>  1. Sustentabilidade e meio ambiente. I. Paniagua, Cleiseano Emanuel da Silva (Organizador). II. Título. CDD 363.7
<b>Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166</b>	

**Atena Editora**  
Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

O e-book: “Meio ambiente e sustentabilidade: Formação interdisciplinar e conhecimento científico 3” é constituído por cinco capítulos de livro que investigaram: *i)* meio ambiente e atividades turísticas; *ii)* desenvolvimento de utensílios a partir de resíduos plásticos e; *iii)* poluentes em organismos aquáticos e seus efeitos deletérios.

O primeiro capítulo apresenta um estudo sobre a importância da pesca esportiva como fonte de geração de recursos econômicos, bem como a oportunidade de se desenvolver um trabalho de conscientização ambiental a partir da análise de alguns parâmetros (número de capturas, identificação da espécie, comprimento do peixe e o esforço pesqueiro). Já o capítulo 2 propõe uma metodologia capaz de quantificar a erosão hídrica a partir do uso de um software com modelagem matemática associado a um Sistema de Informações Geográficas a ser utilizado na gestão de bacias hidrográficas. O terceiro capítulo apresenta e discute a importância do planejamento urbano em municípios litorâneos, em especial na cidade de Ubatuba/SP que procurou entender e correlacionar a legislação vigente ao uso da ocupação de áreas urbanas que afetam o turismo e a manutenção da paisagem do município.






O quarto capítulo apresenta a construção de fogões solares a partir da reutilização de materiais poliméricos que são resíduos de baixo custo e obtenção por famílias carentes da comunidade do Maciço do Baturité/CE. Além disso, os fogões apresentam elevada capacidade no processo de cozimento dos alimentos, na preservação ambiental e no controle de emissão de gases.

O quinto e último capítulo investigou a influência das concentrações de diferentes metais pesados no estresse oxidativo presente nos tecidos de *Donax hanleyanus* que vivem no ecossistema aquático da Praia Grande de São Francisco do Sul/SC.

Nesta perspectiva, a Atena Editora vem trabalhando de forma a estimular e incentivar cada vez mais pesquisadores do Brasil e de outros países a publicarem seus trabalhos com garantia de qualidade e excelência em forma de livros, capítulos de livros e artigos científicos.

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua



<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>1</b>
QUE FATORES PODEM GARANTIR O SUCESSO EM TORNEIOS DE PESCA AMADORA?	
Julia Myriam de Almeida Pereira	
Rinaldo Antonio Ribeiro Filho	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.7622305011">https://doi.org/10.22533/at.ed.7622305011</a>	
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>18</b>
ESTIMATIVA DE PERDA DE SOLO POR EROSÃO HÍDRICA EM BACIA HIDROGRÁFICA	
Mariane Rodrigues da Vitoria	
Klaus de Oliveira Abdala	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.7622305012">https://doi.org/10.22533/at.ed.7622305012</a>	
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>29</b>
A PAISAGEM E O PLANEJAMENTO DE CIDADES TURÍSTICAS COSTEIRAS – O CASO DO MUNICÍPIO DE UBATUBA, SP, BRASIL	
Flavio Jose Nery Conde Malta	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.7622305013">https://doi.org/10.22533/at.ed.7622305013</a>	
<b>CAPÍTULO 4 .....</b>	<b>35</b>
USO DE ENERGIA SOLAR: COMO CONSTRUIR UM FOGÃO SOLAR CASEIRO COM MATERIAIS POLIMÉRICOS DESCARTADOS	
Aryadna Livia Mendes Araújo	
Carlos Alberto Cáceres	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.7622305014">https://doi.org/10.22533/at.ed.7622305014</a>	
<b>CAPÍTULO 5 .....</b>	<b>45</b>
VARIAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DA CONTAMINAÇÃO DE METAIS PESADOS E ESTRESSE OXIDATIVO EM <i>Donax hanleyanus</i> (MOLLUSCA, BIVALVIA) NA PRAIA GRANDE, SÃO FRANCISCO DO SUL - SC	
Eduardo Cabral Gonçalves	
Therezinha Maria Novais de Oliveira	
Daniela Delwing de Lima	
Luciano Lorenzi	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.7622305015">https://doi.org/10.22533/at.ed.7622305015</a>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR .....</b>	<b>72</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO .....</b>	<b>73</b>

# VARIAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DA CONTAMINAÇÃO DE METAIS PESADOS E ESTRESSE OXIDATIVO EM *Donax hanleyanus* (MOLLUSCA, BIVALVIA) NA PRAIA GRANDE, SÃO FRANCISCO DO SUL - SC

Data de aceite: 02/01/2023

### **Eduardo Cabral Gonçalves**

Programa de Pós-Graduação em Saúde e Meio Ambiente, Universidade da Região de Joinville– UNIVILLE  
Joinville, SC, Brazil

### **Therezinha Maria Novais de Oliveira**

Programa de Pós-Graduação em Saúde e Meio Ambiente, Universidade da Região de Joinville– UNIVILLE  
Joinville, SC, Brazil

### **Daniela Delwing de Lima**

Programa de Pós-Graduação em Saúde e Meio Ambiente, Universidade da Região de Joinville– UNIVILLE  
Joinville, SC, Brazil  
Departamento de Medicina, Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE  
Joinville, SC, Brazil

### **Luciano Lorenzi**

Programa de Pós-Graduação em Saúde e Meio Ambiente, Universidade da Região de Joinville– UNIVILLE  
Joinville, SC, Brazil  
Universidade da Região de Joinville (Univille) – Unidade São Francisco do Sul, departamento de Ciências Biológicas, Laboratório de Bentologia  
São Francisco do Sul, SC, Brazil

**RESUMO:** O ecossistema marinho vem sofrendo com a poluição de efluentes oriundos da ação antrópica via principalmente por efluentes domésticos e industriais que possuem dentre outros contaminantes, metais pesados, que além de causar doenças em organismos também geram perturbações no seu sistema biológico de defesa. Portanto, o objetivo deste trabalho foi determinar a variação espacial e temporal das concentrações de metais pesados e o estresse oxidativo em *Donax hanleyanus* na Praia Grande – São Francisco do Sul, SC. Para tanto, foram realizadas coletas de organismos nas estações de inverno e verão, em três pontos diferentes (P1, P2, P3) da Praia Grande. As coletas foram realizadas em três luas de sizígias (C1, C2, C3) de cada estação, foram coletados 100 gramas de *Donax hanleyanus* para as análises de metais pesados e 15 gramas para a análise de estresse oxidativo. Além disso foram coletadas amostras de sedimento para determinar a porcentagem de carbonato de cálcio e diâmetros dos grãos. Foram determinadas as concentrações de alumínio, boro, cádmio, chumbo, cobre, cromo, estanho, ferro, manganês, níquel, titânio e zinco e estresse oxidativo nos tecidos de *D.*

*hanleyanus*. Todas as variáveis foram submetidas ao teste de normalidade e logaritimizados e foram aplicados testes de t, e Análises de Variância (ANOVAs) paramétricas e no caso contrário, foram aplicados testes não paramétricos. As comparações das variáveis ambientais, na análise entre as duas estações foram distintas pelas características dos próprios períodos. Referente aos pontos de coleta pode se notar uma variação na morfodinâmica praial de cada um dos pontos, o que ao longo das análises são determinadas como a variação dos tipos de praias encontradas, sendo classificadas como intermediária e refletiva. Quanto a análise das comparações dos metais pesados, entre as estações não ocorreu diferenças significativas entre o conteúdo total de proteínas carboniladas entre inverno e verão, porém os níveis de TBA-RS foram maiores no inverno, visto que nessa estação as praias são mais violentas e rigorosas com os organismos presentes nessa região. Em relação a legislação para emissão dos metais pesados no oceano através de emissários marítimos, de acordo com a análise de metais pesados, os valores médios de Cádmio, Cobre e Zinco estão abaixo dos valores recomendados por todas as organizações de saúde. Os valores de Chumbo estão acima de todas as recomendações e os de Cromo está dentro dos parâmetros apenas do limite da FAO/WHO, que se comparada aos limites de outras organizações é menos restritiva. Não existe legislação ou recomendação para os metais pesados Alumínio, Boro, Estanho, Ferro, Manganês, Níquel e Titânio em moluscos bivalves, assim dificultando a análise em relação dos valores médios obtidos neste trabalho, no entanto a toxicidade destes elementos e sua capacidade de bioacumulação é conhecida e gera preocupação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Estresse Oxidativo, Metais pesados, *Donax hanleyanus*.

**ABSTRACT:** The marine ecosystem has been suffering from the pollution of effluents from human action, mainly by domestic and industrial effluents that have, among other contaminants, heavy metals, which in addition to causing diseases in organisms also generate disturbances in their biological defense system. Therefore, the objective of this work was to determine the spatial and temporal variation of heavy metal concentrations and oxidative stress in *Donax hanleyanus* in Praia Grande – São Francisco do Sul, SC. For that, organisms were collected in the winter and summer seasons, in three different points (P1, P2, P3) of Praia Grande. The collections were carried out in three syzygy moons (C1, C2, C3) of each season, 100 grams of *Donax hanleyanus* were collected for the analysis of heavy metals and 15 grams for the analysis of oxidative stress. In addition, sediment samples were collected to determine the percentage of calcium carbonate and grain diameters. The concentrations of aluminum, boron, cadmium, lead, copper, chromium, tin, iron, manganese, nickel, titanium and zinc and oxidative stress in the tissues of *D. hanleyanus* were determined. All variables were submitted to the normality test and logarithmized and t tests were applied, and parametric Analysis of Variance (ANOVAs) and in the opposite case, non-parametric tests were applied. The comparisons of environmental variables, in the analysis between the two seasons, were distinguished by the characteristics of the periods themselves. Regarding the collection points, a variation in the beach morphodynamics of each of the points can be noted, which throughout the analyzes are determined as the variation of the types of beaches found, being classified as intermediate and reflective. As for the analysis of the comparisons of heavy metals, between the seasons there were no significant differences between the total content of carbonyl proteins between winter and summer, but the levels of TBA-RS were higher in winter, since in this season the

beaches are more violent and rigorous with the organisms present in that region. Regarding the legislation for the emission of heavy metals into the ocean through maritime outfalls, according to the analysis of heavy metals, the average values of Cadmium, Copper and Zinc are below the values recommended by all health organizations. Lead values are above all recommendations and Chromium values are within the parameters only of the FAO/WHO limit, which compared to the limits of other organizations is less restrictive. There is no legislation or recommendation for the heavy metals Aluminum, Boron, Tin, Iron, Manganese, Nickel and Titanium in bivalve molluscs, thus making it difficult to analyze the average values obtained in this work, however the toxicity of these elements and their ability to bioaccumulate is known and causes concern.

**KEYWORDS:** Oxidative stress, heavy metal, Donax hanleyanus.

## INTRODUÇÃO

Atualmente o volume de produtos químicos que são despejados nos ambientes aquáticos vem crescendo dia após dia, gerando diversos efeitos letais e sub letais em organismos residentes (MCGLASHAN & HUGHIES, 2001). Dentre as atividades humanas que contribuem para os despejos de efluentes, estão as industriais, que executam processos de tratamento de produtos compostos por metais ou que em seus processos de alguma forma envolvem a fabricação de produtos primários ou secundários que utilizam metais. Essas atividades de metalurgia, dependendo do tempo e da capacidade de processamento, variam o volume de efluentes. Dentre esses efluentes, os metais pesados são geralmente descartados como resíduos *in natura*, incluindo os ambientes marinhos (ROBSON & NEAL, 1997; VUTUKURU *et al.*, 2007). Os metais pesados constituem um grupo importante de poluentes aquáticos devido à sua capacidade de bioacumulação em animais e plantas (Singh, 2005) e propriedades não biodegradáveis. Seu alto grau de contaminação representa um risco para os ecossistemas aquáticos, causando problemas ambientais e de saúde em todo o mundo (VUTUKURU *et al.*, 2007). Esforços têm sido empreendidos no sentido de avaliar a qualidade ambiental com o uso de bioindicadores de maneira ativa, onde uma certa espécie residente no ambiente é utilizada para o controle da emissão de efluentes (FIALHO, 2002).

Os moluscos bivalves são bons indicadores ambientais pela capacidade de bioacumulação (PERCEVAL *et al.*, 2006; JORGE *et al.* 2013) e possuem adaptações fisiológicas para tolerar condições ambientais estressantes, como a ativação do seu metabolismo anaeróbico e a intensa troca iônica pelas brânquias, que seria o processo de depuração, quando o organismo está saturado por uma determinada substância tóxica (ARTIGAUD *et al.* 2014; JANSSON *et al.* 2015). O hábito sedentário desses organismos, ciclo de vida relativamente longo e alimentação detritívora, que engloba a ingestão de material em suspensão ou depositado, os tornam bons biomonitores de substâncias tóxicas, incluindo metais pesados; bem como perfeitos para serem utilizados em testes de estresse oxidativo, visto que o estresse é decorrente das características do ambiente e do

acúmulo de metais ou outras substâncias tóxicas (ZUYKOV et al., 2013).

O estresse oxidativo pode descrever os danos que resultam das espécies reativas de oxigênio, sendo compostos químicos que resultam da ativação ou redução do oxigênio molecular (VALKO *et al.*, 2006). A redução do oxigênio molecular está ligada diretamente aos estímulos ambientais, sendo uma resposta fisiológica do organismo a um agente estressor, podendo ser o ambiente em que o organismo vive e/ou a poluição como um todo, incluindo a exposição de moluscos a metais pesados (YOSHIHARA; FUJIWARA & SUZUKI, 2010). *Donax hanleyanus* é uma espécie de molusco bivalve que pertence à família Donacidae e seu habitat natural são as praias arenosas espalhadas pelo mundo (MARCOMINI *et al.*, 2012). Por diversos anos essa espécie tem sido utilizada como indicadora de poluição química em áreas costeiras (CHANDURVELAN *et al.* 2015; VÉLEZ *et al.* 2016), visto que é consideravelmente sensível a poluentes, dentre os quais se destacam fertilizantes, pesticidas e metais pesados (JANAKIDEVI *et al.*, 2013; RENAULT, 2015).

A Praia Grande situada em São Francisco do Sul, alvo de estudo deste trabalho é uma das praias do Brasil que recebe efluentes de origem industrial tratados lançados via emissário submarino. Assim, considerando a importância ambiental e turística da região, o objetivo desse trabalho foi determinar a variação morfodinâmica dos perfis da praia e as concentrações de metais e o estresse oxidativo em tecidos de *D. hanleyanus*.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Área de estudo

A ilha de São Francisco do Sul onde situa-se a Praia Grande, fica ao norte do estado de Santa Catarina (Fig. 1) e é confrontada a norte e oeste com a Baía Babitonga, ao sul com o Canal do Linguado e a Leste com o Oceano Atlântico (OLIVEIRA, 2013). A linha de costa que compreende a Praia Grande tem aproximadamente 22 quilômetros de extensão e o perfil varia de refletivo no verão a intermediário no inverno, e o sedimento é composto por areia média (DA COSTA, 2006). Devido à ação das ondas durante períodos de tormentas, a praia apresenta falésias e escarpas em degrau, com declividade elevada média (<1:10) (HORN FILHO, 1997; OLIVEIRA, 2013). A extensão média do perfil praiar é de 38 metros, composto por areia média ( $\Phi_1$  a 2) e período de onda de 8,5 segundos. A temperatura média da água é de 19°C, salinidade de 34 e a profundidade do lençol freático inicia-se em 52 centímetros, conforme dados de Soares (2003).

### Metodologia

As amostragens para realização da pesquisa foram realizadas no inverno (INV) e verão (VER), com a distribuição de três áreas ao longo da Praia Grande. Para a definição das áreas, o emissário de efluentes industriais instalado na Praia Grande (área P2) foi utilizado como referência para o posicionamento dos demais pontos. A 13 quilômetros do

emissário no sentido Sul, foi estabelecida uma área no Balneário Ervino (P1) e outra área a 8 quilômetros no sentido Norte (P3) (Fig. 01). Em cada área foram escolhidos três pontos na praia, denominados A, B e C, com espaçamento médio de 500 metros (Fig. 02), para repetir a coleta de amostras de *D. hanleyanus* e escolhidas três luas de sizígia (C1, C2 e C3) para a repetição das amostragens por estação (inverno e verão).

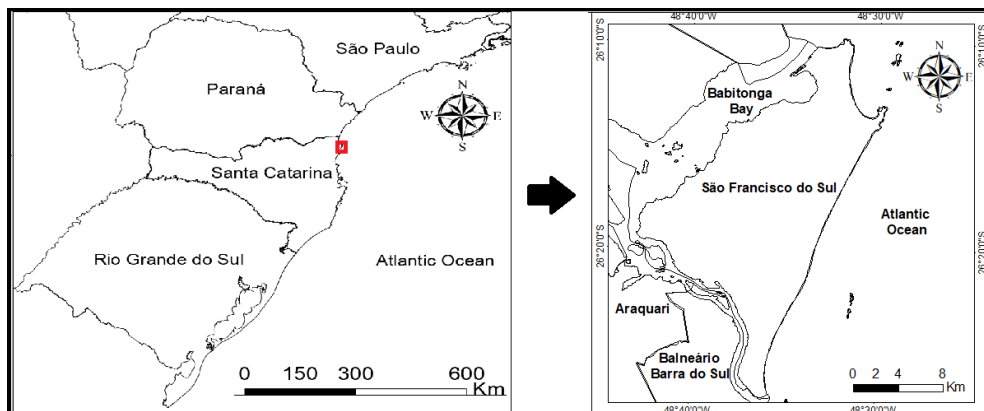


Figura 01 – Localização da área de estudo situada na Praia Grande, São Francisco do Sul, Santa Catarina. A figura a direita determina a localização dos pontos de coleta das amostras e das informações do estudo (P1, P2, P3).

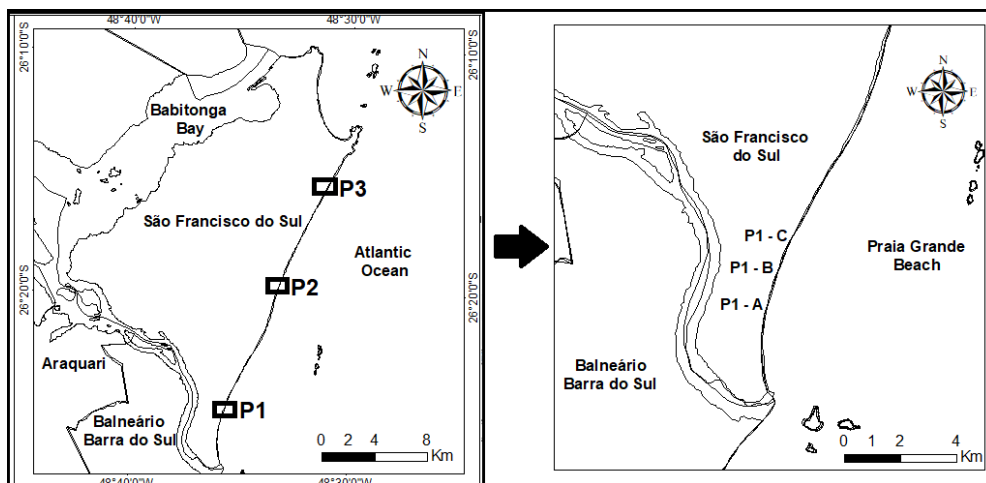


Figura 02 – Mapa de localização dos pontos de coleta das amostras e das informações do estudo (P1, P2, P3). A figura a direita mostra o detalhamento do Ponto 1 (Ervino) e o detalhamento de replicação (P1-A, P1-B, P1-C).

Exemplares de *D. hanleyanus* com 1 a 3 cm de comprimento foram coletados na superfície do sedimento de cada ponto, mantidos resfriados e posteriormente congelados em laboratório (-80°C) para posterior análise tecidual dos metais pesados (≈ 100 g de tecido por amostra) e estresse oxidativo (≈ 15 g de tecido por amostra).

Amostras de sedimento foram coletadas em cinco pontos equidistantes de cada perfil da praia em verão (VER) e inverno (INV), em luas de sizígia da respectiva estação (C1, C2 e C3) e em P1, P2 e P3 (Fig. 2). No perfil de cada ponto de amostragem foram posicionados cinco pontos equidistantes e coletada uma amostra. Essas amostras foram levadas ao laboratório para determinar a umidade do sedimento, a porcentagem de Carbonato de Cálcio conforme DEAN (1974) e os diâmetros dos grãos, os quais foram determinados por pipetagem (GALEHOUSE, 1971) e peneiramento (SUGUIO, 1973).

Nos pontos de cada perfil foi determinado o desnível do perfil (m) com o auxílio de mira óptica e régua graduada, estimada a altura de onda (m) com régua e o período de ondas com cronômetro. A temperatura da água foi determinada com termômetro de mercúrio e retirada uma amostra de água para determinar a salinidade com refratômetro Portátil Digit 211.

As concentrações de alumínio, boro, cádmio, chumbo, cobre, cromo, estanho, ferro, manganês, níquel, titânio e zinco nos tecidos de *D. hanleyanus* foram determinadas com a metodologia de USEPA (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos) 3050B: 1996, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3. O método USEPA 3050B (USEPA, 1998) utilizando aproximadamente 1 g da amostra, que foi digerida em 10 mL de ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>).

Para determinar o estresse oxidativo, as amostras de tecidos foram removidas das conchas de *D. hanleyanus*, e mantidas em gelo com solução tampão salina. O homogeneizado (10%) (p/v) foi preparado em tampão fosfato de sódio 20 mM com KCl 140 mM, pH 7,4 e centrifugado para remoção de resíduos. Após aliqotado e armazenado em freezer a -80°C para posterior determinação das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBA-RS) e proteínas carboniladas. As substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBA-RS) foram determinadas de acordo com o método descrito por Ohkawa et al. (1979), e os resultados expressos em nmol de por mg de proteína (OHKAWA *et al.*, 1979). O conteúdo de proteínas carboniladas foi verificado por meio do método descrito por Reznick e Packer (1994), e os resultados expressos em nmol de proteínas carboniladas por mg de proteína. A determinação das proteínas totais foi realizada pelo método de Lowry (1951), utilizando-se albumina sérica bovina como padrão.

## Análises dos dados

As variáveis de diâmetro médio dos grãos, seleção, assimetria, curtose, porcentagens de umidade e carbonato de cálcio e temperatura do sedimento, salinidade da água, desnível e comprimento do perfil altura e período de onda foram inicialmente submetidas aos testes de normalidade de Komolgorov-Smirnov e homogeneidade das variâncias de Levene. Uma vez que a variável não atendeu a um desses pressupostos, foi logaritimizada e testada novamente. Uma vez que a normalidade e a homocedasticidade foram atendidas, foram aplicados testes de t descrito por Gosset (1908), e Análises de Variância (ANOVAs) paramétricas e no caso contrário, foram aplicados testes não paramétricos descritos por

Fisher (1924). As significâncias das diferenças foram testadas nas comparações entre estações (VER e INV), entre os pontos de amostragem e entre estações e pontos.

Os dados foram analisados através da Análise de Componentes Principais (PCA) utilizando a metodologia de Legendre & Legendre (1998), aplicando teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov das variáveis ambientais antes da aplicação do PCA. Também foram utilizados as Análises de Correspondência (CA) para os metais pesados, proteínas carboniladas e TBA-RS, relacionando as coletas realizadas com as luas, que são analisadas pela diferença entre as marés e a quantidade de metais pesados encontrados no tecido de *D. hanleyanus*

## RESULTADOS

### Variáveis ambientais

Com relação aos resultados das análises das variáveis ambientais (Tab. 01), na comparação entre VER e INV, respectivamente, os valores médios de porcentagem de carbonato de cálcio, salinidade, temperatura e extensão do perfil praiial foram significativamente maiores no VER. Já os valores médios de INV foram maiores se comparado com o VER nas variáveis de altura da onda, período da onda e seleção. As variáveis de desnível do perfil, porcentagem da umidade do sedimento, assimetria e curtose não tiveram diferenças significativas em nenhuma das comparações entre as estações.

Variável	INVERNO X VERÃO			
	INV [x̄ (dp)]	VER [x̄ (dp)]	p-valor	Comparações
% Carbonato de Cálcio	1,06 (1,65)	2,12 (0,82)	0,012 *	VER > INV
Salinidade	34,11 (0,88)	37,33 (1,50)	0,000 *	VER > INV
Temperatura (°C)	12,85 (0,72)	23,97 (1,46)	0,000 *	VER > INV
Altura de onda (m)	0,80 (0,17)	0,61 (0,10)	0,000 *	INV > VER
Período de onda (s)	12,38 (0,81)	10,11 (1,76)	0,000 *	INV > VER
Desnível perfil (m)			0,597	ns
% umidade do sedimento	7,00 (6,59)	7,36 (5,69)	0,383	ns
Extensão do perfil (m)	20,88 (2,60)	26,07 (5,31)	0,000 *	VER > INV
Diâmetro médio (phi)	1,36 (0,31)	1,46 (0,42)	0,504	ns
Seleção	0,95 (0,18)	0,73 (0,16)	0,000 *	INV > VER
Assimetria	3,99 (1,08)	3,54 (1,50)	0,439	ns
Curtose	27,34 (11,14)	30,28 (15,59)	0,174	ns

Tabela 01 – Comparações das variáveis ambientais das estações de verão e inverno. Legenda: INV: Inverno; VER: Verão; x̄: Média; dp: Desvio padrão; p-valor: Valores de p dos testes estatísticos; \*diferenças significativas para p-valor < 0,05.



Na relação entre os Pontos de coleta (Tab. 02) também ocorreu uma leve variação dos valores entre os pontos das porcentagens de carbonato de cálcio, os valores médios de P2 foram superiores aos de P1. No diâmetro médio o P3 foi maior que P2, que demonstraram valores semelhantes. Os valores de assimetria e curtose tiveram a mesma diferença, sendo que os valores de P1, foi maior que P2 e P3, que demonstraram valores semelhantes.

Variável	PONTOS					Comparações
	P1 [x̄ (dp)]	P2 [x̄ (dp)]	P3 [x̄ (dp)]	F/H: (p-valor)		
% Carbonato de Cálcio	0,93 (1,21)	2,30 (3,59)	1,54 (1,04)	F: 4,084 (0,025) *		<u>P2 P3</u> P1
Salinidade	36 (1,94)	36,16 (1,98)	34,89 (1,98)	H: 3,327 (0,198)		ns
Temperatura (°C)	18,31 (6,08)	18,23 (6,28)	18,70 (6,24)	H: 0,119 (0,942)		ns
Altura de onda (m)	0,68 (0,11)	0,69 (0,21)	0,75 (0,17)	er		-
Período de onda (s)	10,92 (1,41)	11,49 (2,19)	11,33 (1,90)	H: 2,299 (0,317)		ns
Desnível perfil (m)				H: 1,55 (0,46)		ns
% umidade do sedimento	9,05 (6,52)	6,65 (5,92)	5,85 (5,63)	F: 0,436 (0,649)		ns
Extensão do perfil (m)	21,35 (6,45)	25,10 (4,62)	23,99 (2,87)	H: 0,119 (0,942)		ns
Diâmetro médio (phi)	1,26 (0,11)	1,24 (0,34)	1,73 (0,36)	F: 12,741 (0,000) *		P3 > (P1 = P2)
Seleção	0,82 (0,22)	0,85 (0,16)	0,84 (0,23)	F: 0,659 (0,524)		ns
Assimetria	4,96 (0,85)	3,02 (1,24)	3,31 (0,92)	F: 12,052 (0,000) *		P1 > (P3 = P2)
Curtose	39,72 (13,12)	21,82 (10,77)	24,87 (9,27)	F: 7,726 (0,002) *		P1 > (P3 = P2)

Tabela 02 – Comparações das variáveis ambientais dos pontos de coleta. Legenda: P1: Ponto de coleta 1 de inverno e verão; P2: Ponto de coleta 2 de inverno e verão; P3: Ponto de coleta 3 de inverno e verão; x̄: média; dp: desvio padrão; F: valores de F dos testes de Tukey; H: valores de H do teste de Kruskal-Wallis; p-valor: valores de p dos testes estatísticos; \*diferenças significativas para p-valor < 0,05.

Variável	ESTAÇÕES X PONTOS						F (p-valor)
	INVP1 [x̄ (dp)]	INVP2 [x̄ (dp)]	INVP3 [x̄ (dp)]	VERP1 [x̄ (dp)]	VERP2 [x̄ (dp)]	VERP3 [x̄ (dp)]	
% Carbonato de Cálcio	0,58 (0,95)	1,64 (2,55)	0,96 (0,76)	1,27 (1,37)	2,96 (4,40)	2,12 (0,98)	0,183 (0,833)
Salinidade	34,33 (0,48)	34,33 (0,48)	33,33 (0,97)	37,66 (1,29)	37,66 (1,75)	37,66 (1,29)	-
Temperatura (°C)	12,96 (0,77)	12,50 (0,26)	13,10 (1,05)	23,66 (2,46)	23,96 (0,15)	24,30 (1,47)	-
Altura de onda (m)	0,733 (0,15)	0,80 (0,26)	0,86 (0,11)	0,63 (0,05)	0,58(0,10)	0,63 (0,15)	-
Período de onda (s)	11,90 (0,81)	12,56 (0,23)	12,67 (1,19)	9,93 (1,18)	10,41 (2,92)	9,99 (1,49)	-
Desnível perfil (m)							-
% umidade do sedimento	9,58 (7,22)	6,33 (6,07)	5,10 (5,99)	8,52 (5,94)	6,97 (5,97)	6,59 (5,34)	0,101 (0,903)

Extensão do perfil (m)	24,0 (8,84)	28,80 (2,59)	25,43 (3,11)	18,70 (2,17)	21,41 (2,43)	22,55 (2,17)	-
Diâmetro médio (phi)	1,25 (0,12)	1,11 (0,21)	1,71 (0,20)	1,26 (0,10)	1,36 (0,40)	1,76 (0,48)	2,208 (0,125)
Seleção	0,92 (0,17)	0,93 (0,16)	0,99 (0,21)	0,71 (0,21)	0,77 (0,10)	0,70 (0,13)	0,56 (0,576)
Assimetria	4,97 (0,67)	3,48 (1,09)	3,51 (0,70)	4,95 (1,02)	2,57 (1,24)	3,11 (1,08)	0,799 (0,457)

Tabela 03 – Comparações das variáveis ambientais entre as estações e pontos. Legenda: INVP1: Ponto 1 de inverno; INVP2: Ponto 2 de inverno; INVP3: Ponto 3 de inverno; VERP1: Ponto 1 de verão; VERP2: Ponto 2 de verão; VERP3: Ponto 3 de verão;  $\bar{x}$ : média; dp: desvio padrão; F: valores de F dos testes de Tukey; p-valor: valores de p dos testes estatísticos;

No INV, a componente 1 contribuiu com 24,96% da variância e a componente 2 com 19,04% (Figura 03). Houve uma tendência de separação do agrupamento de pontos da Praia do Ervino (P1) dos demais pontos, com o aumento de assimetria, curtose e umidade do sedimento, mas com redução do desnível do perfil e grãos moderadamente selecionados. Por outro lado, a assimetria, curtose e umidade de sedimento tenderam a diminuir em P2 e P3 e aumentarem o desnível do perfil e grãos pobremente selecionados. Entretanto, na componente 2, os diâmetros médios dos grãos do sedimento, o comprimento do perfil e a altura e período de onda aumentaram em duas amostragens em P3, com a diminuição da salinidade.

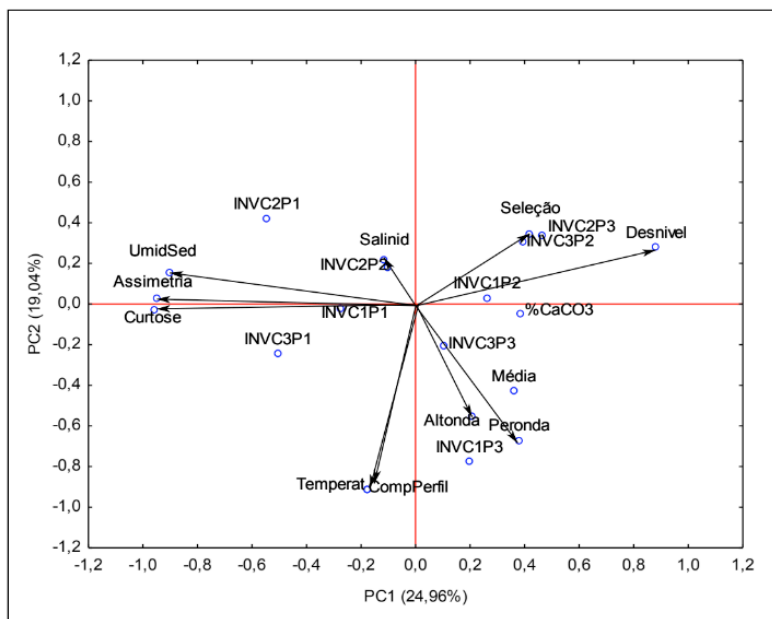


Figura 03 – Resultados da análise de Componentes Principais de média, seleção, assimetria, curtose, porcentagem de carbonato de cálcio, salinidade, temperatura, altura de onda, período de onda, desnível do perfil, umidade do sedimento e comprimento do perfil (INV), da coleta 1 (C1), coleta 2 (C2) e coleta 3 (C3), dos pontos 1 (P1), ponto 2 (P2) e ponto 3 (P3).

Referente a estação do VER (Fig. 04), a Análise de Componentes Principais, mostra que as componentes auxiliaram com uma somatória de 50,10% da variância, maior se comparado com os dados de INV, sendo que são 29,01% na componente PC1 e 21,09% na componente PC2, o que também traz uma diferenciação maior entre as duas componentes.

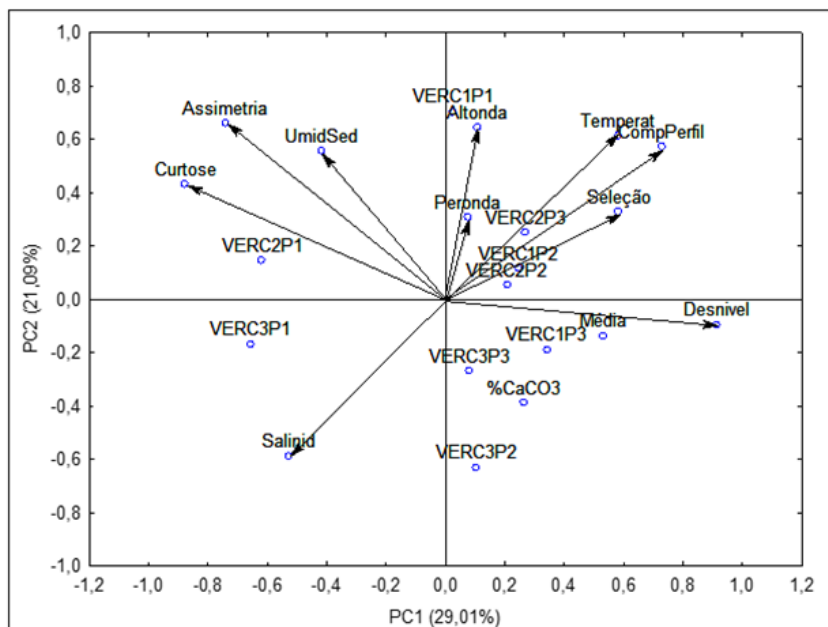


Figura 04 – Resultados da análise de Componentes Principais de média, seleção, assimetria, curtose, porcentagem de carbonato de cálcio, salinidade, temperatura, altura de onda, período de onda, desnível do perfil, umidade do sedimento e comprimento do perfil (VER), da coleta 1 (C1), coleta 2 (C2) e coleta 3 (C3), dos pontos 1 (P1), ponto 2 (P2) e ponto 3 (P3).

Ponto	Diâmetro Médio	Seleção	Assimetria	Curtose	%CaCO3	Salinid	Temp.	Altura onda	Períodoonda	Desnível	Umid-Sed	Comp Perfil
INVC1P1	1,298	0,980	4,772	30,090	0,274	35,000	13,200	0,600	12,850	1,300	8,558	13,200
INVC1P2	1,061	0,864	2,856	18,870	2,961	35,000	12,400	1,100	12,700	1,424	7,220	12,400
INVC1P3	1,648	0,973	3,516	22,680	1,382	34,000	14,300	1,000	13,740	1,370	5,675	14,300
INVC2P1	1,171	0,930	5,272	36,890	1,056	34,000	12,100	0,700	11,350	1,066	10,875	12,100
INVC2P2	1,091	1,037	3,915	24,850	0,949	35,000	12,800	0,700	12,290	1,192	8,041	12,800
INVC2P3	1,714	1,188	3,019	15,610	0,723	34,000	12,300	0,800	11,370	1,680	5,025	12,300
INVC3P1	1,299	0,931	4,798	31,810	0,435	34,000	13,600	0,900	11,530	0,754	9,317	13,600
INVC3P2	1,201	1,008	3,224	19,020	1,031	34,000	12,300	0,600	12,700	1,826	3,751	12,300
INVC3P3	1,786	0,923	4,037	27,100	0,777	32,000	12,700	0,800	12,910	1,270	4,616	12,700

VERC1P1	1,319	0,964	5,268	35,310	0,638	36,000	26,500	0,700	8,790	0,974	8,437	26,500
VERC1P2	1,459	0,955	2,743	17,920	0,926	36,000	24,100	0,500	12,950	1,226	6,658	24,100
VERC1P3	1,869	0,699	1,705	17,470	2,317	35,000	23,400	0,600	11,490	1,236	3,484	23,400
VERC2P1	1,231	0,660	5,405	50,870	1,846	38,000	22,200	0,600	11,150	0,824	9,870	19,700
VERC2P2	1,063	0,781	2,429	16,320	5,113	37,000	24,200	0,700	11,100	1,360	9,133	24,100
VERC2P3	1,989	0,795	2,394	19,060	1,817	37,000	26,100	0,800	10,010	1,190	8,329	22,500
VERC3P1	1,252	0,588	4,612	45,610	1,333	39,000	22,500	0,600	9,880	0,780	7,269	16,200
VERC3P2	1,573	0,784	1,094	8,905	2,860	40,000	23,800	0,500	7,210	1,096	5,122	20,800
VERC3P3	1,428	0,951	1,966	13,210	2,238	38,000	23,500	0,500	8,490	1,134	7,980	20,400

Tabela 04 – Tabela de dados das condições ambientais da área de estudo das estações de inverno e verão, com dados de diâmetro médio, seleção, assimetria, curtose, porcentagem de carbonato de cálcio, salinidade, temperatura, altura de onda, período de onda, desnível do perfil, umidade do sedimento e comprimento do perfil.

## Concentrações de metais e estresse oxidativo em *D. hanleyanus*

Nas comparações entre as estações (Tabela 05), os valores médios de VER foram maiores que os de INV, respectivamente, nos metais pesados Boro, Cobre e Manganês. Os valores de INV foram maiores nos metais Chumbo, Cromo e nos níveis de TBA-RS. As diferenças não foram significativas nas concentrações de Alumínio, Cádmio, Estanho, Ferro, Níquel, Titânio, Zinco e conteúdo total de proteínas carboniladas entre as estações.

Variável	INVERNO X VERÃO			
	INV [x̄ (dp)]	VER [x̄ (dp)]	p-valor	Comparações
Alumínio (mg/kg)	82,307 (183,3938)	32,918 (16,2636)	0,497	ns
Boro (mg/kg)	1,018 (0,0943)	67,634 (116,6233)	0,000 *	VER > INV
Cádmio (mg/kg)	1,018 (0,0585)	1,006 (0,03464)	0,242	ns
Chumbo (mg/kg)	8,464 (8,8842)	2,211 (2,2402)	0,001 *	INV > VER
Cobre (mg/kg)	4,110 (0,9034)	5,872 (0,5229)	0,000 *	VER > INV
Cromo (mg/kg)	1,814 (1,2652)	1,070 (0,1630)	0,002	INV > VER
Estanho (mg/kg)	5,976 (5,1066)	3,475 (1,7075)	0,211	ns
Ferro (mg/kg)	56,255 (39,7827)	46,955 (16,5955)	0,267	ns
Manganês (mg/kg)	4,051 (1,7408)	6,180 (0,9673)	0,000 *	VER > INV
Níquel (mg/kg)	1,510 (0,9102)	1,014 (0,0731)	0,055	ns
Titânio (mg/kg)	5,136 (4,7387)	3,433 (1,2332)	0,452	ns
Zinco (mg/kg)	8,075 (8,0583)	5,780 (2,2518)	0,545	ns
Conteúdo total de Proteínas Carboniladas (nmol/mg de proteína)	22,938 (19,6184)	18,396 (18,5342)	0,493	ns

Tabela 05 – Comparações dos metais pesados, conteúdo total de proteínas carboniladas e TBA-RS entre as estações.

As comparações das variáveis dos metais pesados entre as coletas apresentaram diferenças. Os valores médios das coletas 1 e 2, respectivamente, foram semelhantes entre as duas coletas, e maiores que os valores médios da coleta 3 para os metais Alumínio, Cobre, Cromo, Manganês, Níquel e Zinco. Os valores médios da coleta 2 do estanho foi maior que os valores das coletas 1 e 3, que tiveram valores semelhantes. Nos valores de Titânio (Tab. 06) pode-se notar uma semelhança entre a coleta 1 e coleta 2 em comparação com a coleta. Não foi constatado diferenças significativas nos valores de Boro, Cádmio, Chumbo e conteúdo total de proteínas carboniladas.

Variável	COLETAS			F/H: (p-valor)	Comparações
	C1 [x̄ (dp)]	C2 [x̄ (dp)]	C3 [x̄ (dp)]		
Alumínio (mg/kg)	58,655 (34,5432)	96,900 (214,9857)	17,282 (14,4816)	F: 16,401 (0,000) *	(C1 = C2) > C3
Boro (mg/kg)	7,173 (8,4097)	14,544 (14,9912)	81,260 (139,0947)	H: 4,232 (0,12)	ns
Cádmio (mg/kg)	1,031 (0,0734)	1,007 (0,0297)	1,00 (0)	H: 3,122 (0,21)	ns
Chumbo (mg/kg)	6,660 (7,4074)	7,380 (8,7866)	1,973 (1,1228)	H: 3,211 (0,201)	ns
Cobre (mg/kg)	5,379 (1,1403)	5,159 (0,8042)	4,435 (1,2115)	F: 14,086 (0,000) *	(C1 = C2) > C3
Cromo (mg/kg)	1,772 (1,4584)	1,506 (0,5938)	1,047 (0,1306)	F: 8,292 (0,016) *	(C2 = C1) > C3
Estanho (mg/kg)	4,536 (3,6753)	6,980 (4,4225)	2,661 (2,0292)	F: 14,705 (0,000) *	C2 > (C1 = C3)
Ferro (mg/kg)	68,050 (37,3679)	50,350 (18,0573)	36,416 (22,8829)	F: 6,696 (0,003) *	<u>C1</u> <u>C2</u> C3
Manganês (mg/kg)	5,842 (1,4148)	5,279 (1,3324)	4,2244 (2,000)	F: 12,267 (0,000) *	(C1 = C2) > C3
Níquel (mg/kg)	1,461 (0,8643)	1,325 (0,7277)	1,00 (0)	H: 6,601 (0,037)	(C1 = C2) > C3
Titânio (mg/kg)	5,420 (4,5014)	4,470 (2,6163)	2,963 (2,5751)	F: 5,232 (0,01) *	<u>C1</u> <u>C2</u> C3
Zinco (mg/kg)	7,445 (5,0953)	9,094 (7,7756)	4,243 (2,5470)	F: 10,599 (0,000) *	(C2 = C1) > C3
Conteúdo Total de Proteínas Carboniladas (nmol/mg de proteína)	15,375 (13,5292)	21,576 (17,3740)	25,050 (23,1229)	F: 1,58 (0,219)	ns

TBA-RS (nmol de MDA/mg de proteína)	F: 0,60 (0,554)	ns
-------------------------------------	--------------------	----

Tabela 06 – Comparações dos metais pesados, conteúdo total de proteínas carboniladas e TBA-RS entre as coletas.

Nas comparações entre os pontos de coleta (Tab. 06), os níveis de conteúdo total de proteínas carboniladas apresentaram diferença significativa, sendo os níveis maiores no ponto 2 e ponto do que ponto 1.

Variável	PONTOS			F/H: (p-valor)	Comparações
	P1 [x̄ (dp)]	P2 [x̄ (dp)]	P3 [x̄ (dp)]		
Alumínio (mg/kg)	39,851 (31,7618)	87,718 (218,9801)	45,267 (21,3914)	F: 1,744 (0,189)	ns
Boro (mg/kg)	15,373 (23,2875)	21,850 (32,3873)	65,755 (140,9975)	H: 0,614 (0,736)	ns
Cádmio (mg/kg)	1,00 (0)	1,00 (0)	1,038 (0,0763)	H: 5,902 (0,052)	ns
Chumbo (mg/kg)	5,616 (8,6448)	5,835 (6,6887)	4,562 (5,4934)	H: 0,795 (0,672)	ns
Cobre (mg/kg)	4,931 (1,1221)	5,136 (1,0287)	4,906 (1,2464)	F: 0,922 (0,407)	ns
Cromo (mg/kg)	1,420 (0,5817)	1,525 (1,4559)	1,381 (0,5444)	H: 0,864 (0,649)	ns
Estanho (mg/kg)	3,866 (2,5873)	4,838 (4,2547)	5,472 (4,5234)	F: 2,047 (0,144)	ns
Ferro (mg/kg)	41,933 (15,5059)	52,00 (43,6111)	60,883 (20,6544)	F: 2,395 (0,105)	ns
Manganês (mg/kg)	4,936 (1,7820)	4,826 (1,8333)	5,584 (1,5018)	F: 3,052 (0,059)	ns
Níquel (mg/kg)	1,154 (0,4663)	1,315 (0,8446)	1,316 (0,6638)	H: 1,445 (0,485)	ns
Titânio (mg/kg)	3,382 (1,9036)	4,192 (3,7462)	5,280 (4,1635)	F: 2,048 (0,144)	ns
Zinco (mg/kg)	5,759 (2,6655)	8,726 (9,2285)	6,297 (2,7940)	F: 0,64 (0,533)	ns
Conteúdo Total de Proteínas Carboniladas (nmol/mg de proteína)	4,936 (1,5548)	25,387 (17,9266)	31,678 (18,7836)	F: 42,01 (0,000) *	(P2= P3) > P1
TBA-RS (nmol de MDA/mg de proteína)				F: 2,449 (0,445)	ns

Tabela 07 – Comparações dos metais pesados, conteúdo total de proteínas carboniladas e TBA-RS entre os pontos.

Na análise das estações e coletas (Tab. 08), o Cobre apresentou valores médios semelhantes em suas três coletas no VER. Além disso, os valores das coletas 1, 2 e 3

do VER apresentaram valores semelhantes com a coleta de INV1 e 2, e ocorreu uma leve diferença na coleta 3, com um valor médio um pouco abaixo em comparação com as outras coletas das duas estações. Em relação ao Estanho, os valores médios tiveram uma pequena variação, sendo que obtiveram comparações significativas na estação VER nas coletas 1, coleta 2, coleta 3, e na coleta 1 do INV. Também se obteve valores semelhantes da estação de INV na coleta 2 e coleta 3. Para Ferro, apenas os valores médios da coleta 1 do INV, e da coleta 1 e coleta 2 do VER tiveram alguma semelhança. Com relação ao Manganês, as três coletas do VER, coleta 1, coleta 2, coleta 3 e a coleta 1 do INV tiveram semelhanças nos seus dados. A concentração de Zinco da coleta 1 de VER e INV foi semelhante, e também uma equivalência entre as coletas 1 e 2 do INV, e coleta 2 e 3 do VER.

ESTAÇÕES X COLETAS					
Variável	INVC1 [x (dp)]	INVC2 [x (dp)]	INVC3 [x (dp)]	F (p-valor)	Comparações
Alumínio (mg/kg)	50,611 (42,5354)	144,998 (316,5377)	50,911 (26,0134)	1,027 (0,368)	ns
Boro (mg/kg)	1,054 (0,1633)	1,00 (0)	1,00 (0)	-	-
Cádmio (mg/kg)	1,00 (0)	1,00 (0)	1,056 (0,0935)	-	-
Chumbo (mg/kg)	8,858 (11,9040)	9,722 (7,9886)	9,857 (11,7268)	-	-
Cobre (mg/kg)	4,033 (0,8589)	4,523 (1,0666)	3,887 (0,7230)	3,768 (0,031) *	<u>VERC1 VERC2</u> <u>VERC3 INVC1</u> <u>INVC2 INVC3</u>
Cromo (mg/kg)	1,720 (0,7238)	2,047 (2,0383)	1,740 (0,7482)	-	-
Estanho (mg/kg)	4,382 (3,3915)	6,723 (5,4890)	7,070 (6,2356)	21,645 (0,000) *	<u>INVC2 INVC1</u> <u>VERC3 VERC2</u> <u>VERC1 INVC3</u>
Ferro (mg/kg)	41,566 (20,0573)	61,344 (61,4990)	62,588 (24,98556)	4,521 (0,018) *	<u>INVC1 INVC2</u> <u>VERC1 VERC3</u> <u>VERC2 INVC3</u>
Manganês (mg/kg)	3,332 (0,9552)	4,182 (2,4405)	4,535 (1,4170)	9,317 (0,000) *	<u>VERC2 VERC1</u> <u>VERC3 INVC1</u> <u>INVC2 INVC3</u>
Níquel (mg/kg)	1,308 (0,6600)	1,630 (1,1754)	1,591 (0,8978)	-	-
Titânio (mg/kg)	3,533 (2,6921)	5,252 (5,3379)	6,537 (5,6961)	2,712 (0,079)	ns
Zinco (mg/kg)	6,318 (3,1546)	11,868 (12,7741)	6,282 (3,7016)	14,644 (0,000) *	<u>INVC2 INVC1</u> <u>VERC2 VERC3</u> <u>VERC1 INVC1</u>
Conteúdo Total de Proteínas Carboniladas (nmol/mg de proteína)	4,264 (0,7912)	21,715 (15,9816)	40,508 (17,3056)	0,172 (0,843)	ns

TBA-RS (nmol de MDA/mg de proteína)				0,137 (0,872)	ns
	VERC1 [x (dp)]	VERC2 [x (dp)]	VERC3 [x (dp)]		
Alumínio (mg/kg)	29,092 (14,1453)	30,437 (17,7237)	39,224(16,6520)	1,027 (0,368)	ns
Boro (mg/kg)	29,692 (27,5471)	42,70 (37,1750)	130,511 (187,8717)	-	-
Cádmio (mg/kg)	1,00 (0)	1,00 (0)	1,020 (0,06)	-	-
Chumbo (mg/kg)	2,373 (1,6679)	1,948 (1,6899)	2,313 (3,2487)	-	-
Cobre (mg/kg)	5,828 (0,5310)	5,750 (0,6300)	6,038 (0,3993)	3,768 (0,031) *	<u>VERC1 VERC2</u> <u>VERC3 INVC1</u> <u>INVC2 INVC3</u>
Cromo (mg/kg)	1,120 (0,1870)	1,002 (0,0066)	1,087 (0,2073)	-	-
Estanho (mg/kg)	3,351 (1,7208)	2,954 (1,6162)	4,122 (1,7631)	21,645 (0,000) *	<u>INVC2 INVC1</u> <u>VERC3 VERC2</u> <u>VERC1 INVC3</u>
Ferro (mg/kg)	42,30 (11,7633)	42,655 (17,3422)	55,911 (17,9038)	4,521 (0,018) *	<u>INVC1 INVC2</u> <u>VERC1 VERC3</u> <u>VERC2 INVC3</u>
Manganês (mg/kg)	6,540 (0,6670)	5,470 (0,8206)	6,530 (1,035)	9,317 (0,000) *	<u>VERC2 VERC1</u> <u>VERC3 INVC1</u> <u>INVC2 INVC3</u>
Níquel (mg/kg)	1,00 (0)	1,00 (0)	1,042 (0,1266)	-	-
Titânio (mg/kg)	3,231 (0,9246)	3,132 (0,7455)	3,936 (1,7604)	2,712 (0,079)	ns
Zinco (mg/kg)	5,20 (2,3087)	5,584 (2,4960)	6,555 (1,9548)	14,644 (0,000) *	<u>INVC2 INVC1</u> <u>VERC2 VERC3</u> <u>VERC1 INVC1</u>
Conteúdo Total de Proteínas Carboniladas (nmol/mg de proteína)	5,607 (1,9489)	29,058 (20,9122)	20,522 (18,9298)	0,172 (0,843)	ns
TBA-RS (nmol de MDA/mg de proteína)				0,137 (0,872)	ns

Tabela 08 – Comparações dos metais pesados, conteúdo total de proteínas carboniladas e TBA-RS entre as estações e as coletas.

Na interação entre estações e pontos (Tab. 09), ocorreu separações dos valores médios entre as estações, porém com valores médios semelhantes entre os três pontos em duas variáveis, estas sendo o Cobre e o Manganês. As proteínas carboniladas apresentaram valores semelhantes em vários pontos e entre as estações. O ponto 2 da estação de VER e o ponto 1 de INV são significativamente semelhantes, como o ponto 1 de VER e ponto 2 de INV, e os pontos 1 e 2 da estação VER se assemelham aos valores médios do ponto 2 da estação INV. Também existe uma semelhança de valores nos pontos 3 das duas estações. Os valores médios de TBA-RS, assim como do conteúdo total de proteínas carboniladas



foram similares em diversos pontos entre as duas estações. O ponto 2 e 3 de INV e o ponto 1 do VER mostraram relações em seus valores médios, assim como o ponto 2 e 3 de VER e o ponto 1 de INV.

ESTAÇÕES X PONTOS					
Variável	INVP1 [x̄ (dp)]	INVP2 [x̄ (dp)]	INVP3 [x̄ (dp)]	F (p-valor)	Comparações
Alumínio (mg/kg)	50,611 (42,5354)	144,998 (316,5377)	50,911 (26,0134)	0,154 (0,857)	ns
Boro (mg/kg)	1,054 (0,1633)	1,00 (0)	1,00 (0)	-	-
Cádmio (mg/kg)	1,00 (0)	1,00 (0)	1,056 (0,0935)	-	-
Chumbo (mg/kg)	8,858 (11,9040)	9,722 (7,9886)	9,857 (11,7268)	-	-
Cobre (mg/kg)	4,033 (0,8589)	4,523 (1,0666)	3,887 (0,7230)	3,90 (0,029) *	<u>VERP3 VERP1</u> <u>VERP2 INVP2</u> <u>INVP1 INVP3</u>
Cromo (mg/kg)	1,720 (0,7238)	2,047 (2,0383)	1,740 (0,7482)	-	-
Estanho (mg/kg)	4,382 (3,3915)	6,723 (5,4890)	7,070 (6,2356)	1,47 (0,243)	ns
Ferro (mg/kg)	41,566 (20,0573)	61,344 (61,4990)	62,588 (24,98556)	0,63 (0,538)	ns
Manganês (mg/kg)	3,332 (0,9552)	4,182 (2,4405)	4,535 (1,4170)	4,38 (0,019) *	<u>VERP1 VERP3</u> <u>VERP2 INVP3</u> <u>INVP2 INVP1</u>
Níquel (mg/kg)	1,308 (0,6600)	1,630 (1,1754)	1,591 (0,8978)	-	-
Titânio (mg/kg)	3,533 (2,6921)	5,252 (5,3379)	6,537 (5,6961)	0,663 (0,522)	ns
Zinco (mg/kg)	6,318 (3,1546)	11,868 (12,7741)	6,282 (3,7016)	2,245 (0,12)	ns
Conteúdo Total de Proteínas Carboniladas (nmol/mg de proteína)	4,264 (0,7912)	21,715 (15,9816)	40,508 (17,3056)	8,343 (0,001) *	<u>INVP1 VERP2</u> <u>INVP2 VERP1</u> <u>VERP3 INVP3</u>
TBA-RS (nmol de MDA/mg de proteína)				13,912 (0,000) *	<u>INVP2 INVP3</u> <u>VERP1 INVP1</u> <u>VERP3 VERP2</u>
	VERP1 [x̄ (dp)]	VERP2 [x̄ (dp)]	VERP3 [x̄ (dp)]		
Alumínio (mg/kg)	29,092 (14,1453)	30,437 (17,7237)	39,224(16,6520)	0,154 (0,857)	ns
Boro (mg/kg)	29,692 (27,5471)	42,70 (37,1750)	130,511 (187,8717)	-	-
Cádmio (mg/kg)	1,00 (0)	1,00 (0)	1,020 (0,06)	-	-

Chumbo (mg/kg)	2,373 (1,6679)	1,948 (1,6899)	2,313 (3,2487)	-	-
Cobre (mg/kg)	5,828 (0,5310)	5,750 (0,6300)	6,038 (0,3993)	3,90 (0,029) *	<u>VERP3 VERP1</u> <u>VERP2 INVP2</u> <u>INVP1 INVP3</u>
Cromo (mg/kg)	1,120 (0,1870)	1,002 (0,0066)	1,087 (0,2073)	-	-
Estanho (mg/kg)	3,351 (1,7208)	2,954 (1,6162)	4,122 (1,7631)	1,47 (0,243)	ns
Ferro (mg/kg)	42,30 (11,7633)	42,655 (17,3422)	55,911 (17,9038)	0,63 (0,538)	ns
Manganês (mg/kg)	6,540 (0,6670)	5,470 (0,8206)	6,530 (1,035)	4,38 (0,019) *	<u>VERP1 VERP3</u> <u>VERP2 INVP3</u> <u>INVP2 INVP1</u>
Níquel (mg/kg)	1,00 (0)	1,00 (0)	1,042 (0,1266)	-	-
Titânio (mg/kg)	3,231 (0,9246)	3,132 (0,7455)	3,936 (1,7604)	0,663 (0,522)	ns
Zinco (mg/kg)	5,20 (2,3087)	5,584 (2,4960)	6,555 (1,9548)	2,245 (0,12)	ns
Proteínas Carboniladas (nmol/mg de proteína)	5,607 (1,9489)	29,058 (20,9122)	20,522 (18,9298)	8,343 (0,001) *	<u>INVP1 VERP2</u> <u>INVP2 VERP1</u> <u>VERP3 INVP3</u>
TBA-RS (nmol de MDA/mg de proteína)				13,912 (0,000) *	<u>INVP2 INVP3</u> <u>VERP1 INVP1</u> <u>VERP3 VERP2</u>

Tabela 09 – Comparações dos metais pesados, proteínas carboniladas e TBA-RS entre estações e pontos.

Os metais Boro, Cobre, Manganês foram maiores no VER, enquanto os valores médios de chumbo e cromo foram maiores no INV. Em relação a comparação entre os pontos, o conteúdo total de proteínas carboniladas apresentou resultados significativos, sendo que o P2 e P3 tiveram valores médios semelhantes e maiores que os valores de P1, que fortifica a diferença das características praias dos pontos nas duas extremidades entre P1 com um valor bem inferior e P3 com o maior valor de carbonilação proteica entre os três pontos.

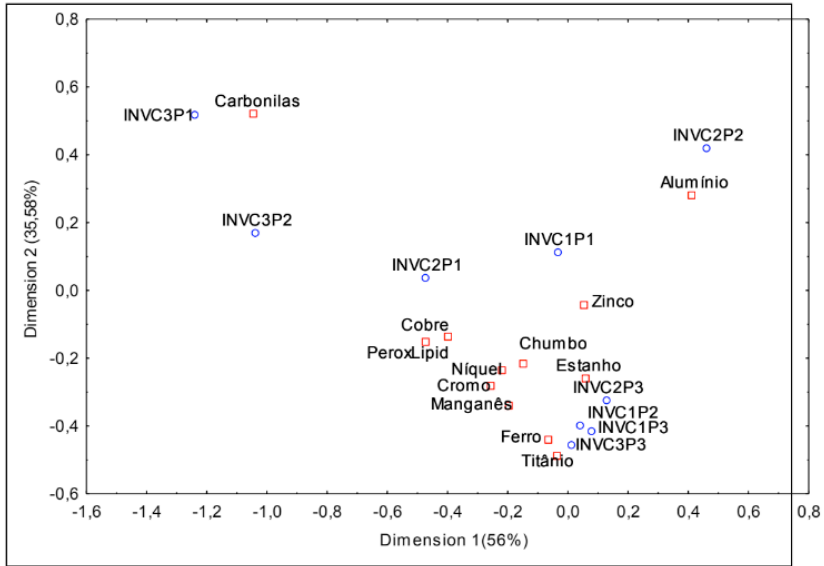


Figura 05 – Resultado da análise de Correspondência do inverno (INV). Concentrações dos metais pesados alumínio, boro, cádmio, chumbo, cobre, cromo, estanho, ferro, manganês, níquel, titânio e zinco e conteúdo total de proteínas carboniladas, referente ao estresse oxidativo em *D. hanleyanus* da coleta 1 (C1), coleta 2 (C2) e coleta 3 (C3), dos pontos 1 (P1), ponto 2 (P2) e ponto 3 (P3).

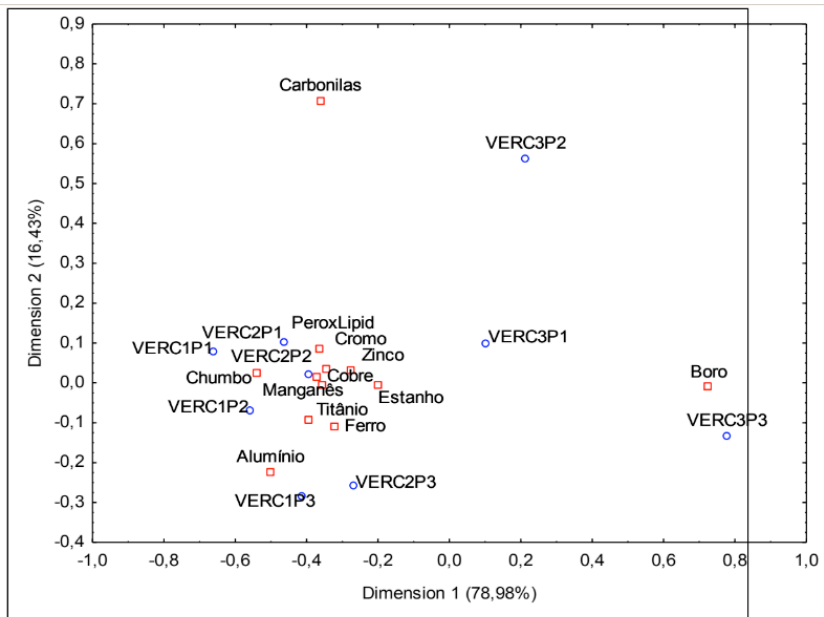


Figura 06 – Resultado da análise de Correspondência do verão (VER). Concentrações dos metais pesados alumínio, boro, cádmio, chumbo, cobre, cromo, estanho, ferro, manganês, níquel, titânio e zinco e conteúdo total de proteínas carboniladas, referente ao estresse oxidativo em *D. hanleyanus* da coleta 1 (C1), coleta 2 (C2) e coleta 3 (C3), dos pontos 1 (P1), ponto 2 (P2) e ponto 3 (P3).

Os valores médios de cada um dos metais pesados analisados e os valores do conteúdo total de proteínas carboniladas e de TBA-RS podem ser vistos na Tabela 10 abaixo.

Ponto	Al	B	Cd	Pb	Cu	Cr	Sn	Fe	Mn	Ni	Ti	Zn	Carbonilas	Peroxilipid
INVC1	98,9	0,90	0,9	7,3	4,2	1,8	4,6	60,1	4,0	1,8	4,7	9,4	33,44	3,86
P1	3		0	0	5	2	7	0	1	9	7	7		
INVC1	78,1	0,90	0,9	14,	5,5	3,3	8,9	112,	6,6	2,1	8,9	13,	9,69	8,48
P2	3		0	72	7	5	5	13	3	9	7	61		
INVC2	60,1	0,90	1,0	8,6	3,7	2,2	4,9	82,7	5,8	1,4	8,5	7,0	4,90	6,60
P3	0		9	9	7	3	0	0	2	2	3	0		
INVC2	42,4	0,90	0,9	17,	4,5	2,3	7,1	47,7	3,8	0,9	4,8	7,0	45,21	4,38
P1	3		0	40	0	4	8	3	4	0	3	6		
INVC2	351,	0,90	0,9	12,	4,6	1,7	10,	56,6	4,0	1,6	5,3	19,	28,84	7,09
P2	40		0	01	2	6	22	0	7	0	4	23		
INVC2	62,3	0,90	0,9	9,0	4,4	1,7	14,	64,8	4,7	2,2	4,8	9,4	3,90	6,11
P3	0		8	4	3	6	50	3	8	8	3	6		
INVC3	10,4	1,10	0,9	1,7	3,3	0,9	1,2	16,8	2,1	0,9	0,9	2,4	49,85	4,85
P1	7		0	4	5	0	0	7	5	0	0	3		
INVC3	5,40	0,90	0,9	2,4	3,3	0,9	0,9	15,3	1,8	0,9	1,3	2,7	26,62	8,08
P2			0	3	8	0	0	0	4	0	8	7		
INVC3	31,5	0,90	0,9	2,6	3,1	0,9	1,0	50,0	3,3	0,9	6,5	1,6	4,00	4,91
P3	3		0	3	2	0	0	3	2	0	1	3		
VERC1	35,7	4,44	0,9	3,3	6,1	0,9	2,7	43,4	6,5	0,9	2,9	3,5	21,05	6,23
P1	7		0	9	5	0	3	0	3	0	6	6		
VERC1	41,2	12,3	0,9	1,1	6,2	0,9	1,9	56,3	5,2	0,9	3,5	4,5	18,11	3,44
P2	7	7	0	1	0	0	6	3	6	0	8	6		
VERC1	37,7	23,2	0,9	4,5	6,3	1,1	3,9	53,6	6,8	1,0	3,7	6,4	5,07	3,54
P3	3	0	9	1	3	4	5	3	1	6	1	4		
VERC2	39,1	19,8	0,9	1,9	5,8	1,0	2,5	39,8	6,4	0,9	3,4	6,2	23,66	5,19
P1	3	3	0	7	2	2	7	7	0	0	9	7		
VERC2	40,5	25,4	0,9	2,2	5,7	0,9	3,6	40,5	6,1	0,9	3,4	5,8	20,39	2,54
P2	0	3	3	9	1	0	9	7	2	0	6	3		
VERC2	45,6	39,0	0,9	1,3	5,8	0,9	3,6	52,5	6,4	0,9	4,8	6,7	7,46	3,10
P3	3	0	0	3	8	9	9	0	7	0	7	2		
VERC3	12,3	64,7	0,9	1,6	5,5	1,2	4,7	43,6	6,7	0,9	3,2	5,7	16,86	5,32
P1	8	7	0	3	2	4	2	3	0	0	4	7		
VERC3	9,55	90,3	0,9	2,2	5,3	0,9	3,1	31,0	5,0	0,9	2,3	6,3	48,68	3,24
P2			0	0	8	4	4	9	7	2	0	6		
VERC3	34,3	329,	0,9	0,9	5,9	0,9	4,7	61,6	6,3	0,9	3,2	6,5	4,30	4,33
P3	1	33	0	0	0	0	3	0	2	0	3	1		

Tabela 10 – Tabela com valores médios das estações de inverno e verão, contendo dados das médias dos metais pesados analisados, sendo eles alumínio (Al), boro (B), cádmio (Cd), chumbo (Pb), cobre (Cu), cromo (Cr), estanho (Sn), ferro (Fe), manganês (Mn), níquel (Ni), titânio (Ti), zinco (Zn), além do conteúdo total de proteínas carboniladas e de TBA-RS, referentes ao estresse oxidativo.

## DISCUSSÃO

Nas comparações das variáveis ambientais, algumas variáveis indicaram características das estações. A redução da extensão do perfil da praia no INV foi menor que no VER, relacionada às ressacas marítimas que acontecem nos meses de INV, resultando em menores períodos de ondas e maiores alturas de ondas no INV, o que implica em maior remobilização de sedimento, tornando essa estação mais turbulenta para os organismos que vivem nas praias arenosas (SANTOS *et al.*, 2010). A temperatura da água no VER foi maior pela própria característica da estação, seguindo o mesmo padrão a salinidade, por conta da evaporação da água (SOUZA-PEREIRA & MONTEIRO CAMARGO, 2004).

A porcentagem de carbonato de cálcio também foi maior no VER, visto que a reprodução de grande parte dos organismos marinhos encontrados na praia é mais intensa no VER, logo causa o aumento da população de gastrópodes e bivalves como *Donax*. Quando predados por espécies de peixes, caranguejos e estrelas do mar, as conchas desses organismos se misturam aos sedimentos da praia (GIL & THOMÉ, 2004). Em relação aos pontos de coleta, pode-se notar que o diâmetro médio do Ponto 3 foi maior que os Pontos 1 e 2. O Ponto 3 também mostrou uma maior altura de onda, que são características de praias refletivas (HORN FILHO *et al.*, 2014). Na Praia do Ervino (P1), curtose e assimetria foram maiores, demonstrando ter características de uma praia intermediária (BULHÕES & FERNANDEZ, 2016). Por se tratar de uma praia que se estende por cerca de 20 km de costa, os processos oceanográficos que atuam sobre pontos estudados determinaram maior uniformidade nos perfis, a não ser pelas mudanças no estado do mar, que atuam sobre a Praia Grande, sendo assim, não ocorreram diferenças significativas em relação as variáveis ambientais quando realizado a comparação entre estações e coletas, estações e pontos, coleta e ponto, ou estações, coletas e pontos. No que se refere aos resultados da análise de Componentes Principais (PCA), pode-se notar uma distinção entre pontos e amostragens maior no INV, não tendo uma diferenciação entre os pontos P2 e P3 em comparação ao P1, e novamente uma semelhança de dados entre os pontos P2 e P3 se referindo as variáveis como o desnível da praia, seu período e altura de onda e sua porcentagem de carbonato de cálcio. Houve uma tendência de separação do agrupamento de pontos da Praia do Ervino (P1) dos demais pontos, com o aumento de assimetria, curtose, mas com redução do desnível do perfil e grãos moderadamente selecionados. Por outro lado, a assimetria, curtose e umidade de sedimento tenderam a diminuir em P2 e P3 e aumentarem o desnível do perfil e grãos pobremente selecionados. Entretanto, na componente 2, os diâmetros médios dos grãos do sedimento, o comprimento do perfil e a altura e período de onda aumentaram em duas amostragens em P3, com a diminuição da salinidade (PEREIRA, 2005). No gráfico de verão de Componentes Principais (PCA), as variáveis ambientais novamente seguem um padrão no que se refere aos pontos. Os pontos P2 e P3 apresentam semelhanças entre seus valores, que são mais distintos dos valores do P1. A relação dos valores tendem a aumentar referente a média, comprimento do perfil, seleção, temperatura, desnível do perfil, altura e período de onda, nos pontos 2 e 3, porém principalmente no ponto 2 dessas variáveis, e novamente a assimetria, curtose e umidade de sedimento tenderam a diminuir em P2 e P3 e aumentarem o desnível do perfil e grãos pobremente selecionados. Analisando os gráficos de PCA de ambas as estações podemos ver uma caracterização dos pontos P2 e P3 que são muito semelhantes e tem valores de suas variáveis consistentes o que determina uma semelhança na morfodinâmica praial, que pode ser caracterizada como refletiva, já P1 tendo uma diferenciação muito grande de suas variáveis podendo ser caracterizada como uma praia intermediária, onde se altera em refletiva e dissipativa.

Os níveis de TBA-RS, que indicam peroxidação lipídica, foram maiores no INV , visto que nessa estação as condições ambientais nas praias são mais intensas com os organismos de praias arenosas. Pode ser observado que nas duas estações o TBA-RS está relacionado com as maiores concentrações da maioria dos metais. Na Análise de correspondência de INV pode-se notar uma tendência entre os valores tanto no gráfico de INV quanto no de VER. As variáveis mantêm uma maior constância entre os seus valores e pontos, estão concentradas, o que mostra uma constância em seus dados, porém tendo uma maior diferenciação nos pontos INVC3P1, INVC3P2, INVC3P3, VERC3P1, VERC3P2 e VERC3P3. Sendo assim, também pode se notar que se trata da última coleta das duas estações, que também se refere a última lua daquela estação, podendo ter ocorrido algum evento como o *Wind set-up* e *set-down*, este sendo um efeito do vento perpendicular à costa durante um período curto anterior a coleta (TRUCCOLO, 1998).

As variáveis dos metais pesados com maior semelhança foram os metais Cobre e Níquel, onde seus valores, se comparados entre suas coletas e pontos são muito semelhantes, tendo valores maiores no verão do que no inverno, visto que ambos os metais são utilizados em banhos químicos para proteção das chapas de aço por exemplo, observou-se que seus valores estão interligados. A mesma situação acontece com o Estanho e Zinco, que são utilizados no processo de laminação, onde seus valores também obtiveram total semelhança entre suas coletas, e entre as estações e coletas, novamente os dois metais são utilizados em conjunto para um determinado tipo de procedimento metalúrgico, logo, seus valores médios demonstram uma grande semelhança. Essas correlações entre a utilização desses metais nos processos citados são descritas em outros trabalhos que relacionam os efluentes industriais e processos metalúrgicos.

Segundo a legislação para emissão de metais pesados no oceano utilizando emissários marítimos, a Portaria nº 685/1998 da Secretaria de Saúde e a Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 42 de 29 de agosto de 2013 do Ministério da Saúde e Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa, a Environmental Protection Agency – EPA e a Food and Agriculture Organization/World Health Organization – FAO/WHO determinam limites máximos recomendados, em moluscos bivalves, incluindo as espécies de *Donax* (Tab. 11).

METAL	FAO/WHO (mg/kg)	EPA (mg/kg)	ANVISA (mg/kg)	Este trabalho (mg/kg)
Cádmio	1,00	>2	2,00	0,92
Chumbo	2,00	0,1 - 0,8	1,50	5,30
Cobre	30,00	1,0 - 20,0	30,00	4,99
Cromo	12,00	0,1 - 0,9	0,10	1,38
Zinco	50,00	10,0 - 30,0	50,00	6,92

Tabela 11 – Valores médios e limites máximos recomendados por organizações de saúde nacional e internacional e valores médios obtidos nesse trabalho. Inserir os significados das siglas.

Analisando a tabela 11, pode ser notado que os valores médios de Cádmio, Cobre e Zinco estão abaixo dos valores recomendados por todas as organizações de saúde. Entretanto, os valores de Chumbo estão acima de todas as recomendações e o de Cromo está dentro dos parâmetros para o limite da FAO/WHO, no entanto não atende aos limites da ANVISA e da Agência de Proteção Ambiental Americana (EPA) (FERREIRA *et al.*, 2013). Observa-se ainda que os metais pesados são cumulativos e os dados apresentados suscitam preocupação. Não existe legislação ou recomendação para os metais pesados Alumínio, Boro, Estanho, Ferro, Manganês, Níquel e Titânio em moluscos bivalves, assim dificultando a análise em relação dos valores médios obtidos neste trabalho porém da mesma forma os resultados evidenciam a presença destes elementos e uma preocupação quanto a bioacumulação em outros organismo e no ambiente.

O molusco bivalve *Donax hanleyanus* absorve esses metais pesados que estão em suspensão no ambiente marinho quando realiza sua alimentação, tornando-o assim um bom bioindicador para metais pesados e de estresse oxidativo no ambiente que habita, e pode ser encontrado em várias praias ao redor do mundo por sua grande capacidade de sobrevivência. Além de que por sua resistência também é um bom indicador de estresse oxidativo, visto que habita praias refletivas, que são caracterizadas como praias mais violentas.

Também deve ser relatado a falta de legislações e leis que limitam e regulam a quantidade de metais pesados em bivalves, visto que dos doze metais analisados, apenas cinco possuem um limite ou recomendação dos valores de metais encontrados nesses organismos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da ampla quantidade de dados exposta nesse trabalho, o molusco bivalve *Donax hanleyanus* é um bom bioindicador para metais pesados e de estresse oxidativo no ambiente que habita, tendo em vista que o mesmo pode ser encontrado em várias praias ao redor do mundo por sua grande capacidade de sobrevivência e bioacumulação. Chama a atenção também a presença da maioria dos metais pesados analisados no organismo estudado. Também deve ser relatado a falta de legislações e leis que limitam e regulam a quantidade de metais pesados em moluscos bivalves, visto que dos doze metais analisados, apenas cinco possuem um limite ou recomendação dos valores para essa espécie. Os danos causados ao organismo analisado, mostraram riscos para esta espécie e demais organismos dependentes na cadeia trófica bem como a saúde humana, visto que o *Donax hanleyanus* é um recurso pesqueiro importante. Além disso, com os dados obtidos nesse trabalho, pode-se notar a necessidade de controles ambientais mais rigorosos e monitoramentos periódicos na costa oceânica, visto que apenas com dados de um curto período não é possível analisar de forma aprofundada todos os poluentes e agravantes

ambientais que são encontrados nesses ecossistemas e nos organismos que habitam nesses espaços deixando o ecossistema e a saúde da população ainda vulneráveis.

## REFERÊNCIAS

- ARCELORMITTAL BRASIL. Arcelor Mittal Vega, São Francisco do Sul. Disponível em: <<https://brasil.arcelormittal.com/a-arcelormittal/quem-somos/arcelormittal-vega>>. Acesso em 02 de fevereiro de 2019.
- ARTIGAUD, Sébastien et al. Respiratory response to combined heat and hypoxia in the marine bivalves *Pecten maximus* and *Mytilus* spp. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v. 175, p. 135-140, 2014.
- BITTENCOURT, A. C. DA SILVA.; DE FARIAS, F. F.; JÚNIOR, A. Z. Reflexo das variações morfodinâmicas praias nas características texturais dos sedimentos da praia da Armação, Salvador, Bahia. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 17, n. 3, p. 276-282, 2018.
- BROWN, A. C. The ecophysiology of sandy beach animals—a partial review. In: **Sandy beaches as ecosystems**. Springer, Dordrecht, 1983. p. 575-605.
- BROWN, A. C.; MCLACHLAN, A. **The ecology of sandy shores**. Elsevier, 2010.
- BULHOES, Eduardo Manuel Rosa; FERNANDEZ, Guilherme Borges. Aspectos morfodinâmicos em praias de enseada: estudo de caso em armação dos Búzios, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 17, n. 2, 2016.
- CAUDURO, L. M.; COLOMBELLI, G. L.; PORTO, A.; JÚNIOR, D. L.; BELTRAME, G. **As exigências da FEPAM: um estudo de caso sobre os impactos em uma metalúrgica do sul do Brasil**, 2016.
- CHANDURVELAN, Rathishri et al. Assessment of a mussel as a metal bioindicator of coastal contamination: relationships between metal bioaccumulation and multiple biomarker responses. **Science of the Total Environment**, v. 511, p. 663-675, 2015.
- CLARK, R. B.; FRID, C.; ATTRILL, M. Marine Pollution, 4th edit. **Oxford University Press, Oxford, Chapter Metals**, v. 1197, p. 61-79, 1997.
- CLASSICS LOWRY, O. et al. Protein measurement with the Folin phenol reagent. **J Biol Chem**, v. 193, n. 1, p. 265-75, 1951.
- DA COSTA, Elizabeth Ouriques. **Distribuição espacial e temporal da macrofauna bentônica na Praia Grande (SC - Brasil)**. Departamento de Ciências Biológicas. Bacharelado em Biologia Marinha. Trabalho de Conclusão de Curso, 2006.
- DEAN, Walter E. Determination of carbonate and organic matter in calcareous sediments and sedimentary rocks by loss on ignition; comparison with other methods. **Journal of Sedimentary Research**, v. 44, n. 1, p. 242-248, 1974.
- DELWING-DE LIMA, Daniela et al. The effect of d-galactose induced oxidative stress on in vitro redox homeostasis in rat plasma and erythrocytes. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 86, p. 686-693, 2017.



DUGAN, Jenifer E. et al. Macrofauna communities of exposed sandy beaches on the Southern California mainland and Channel Islands. In: **Proceedings of the Fifth California Islands Symposium. Minerals Management Service Publication**. 2000. p. 339-346.

FERREIRA, Micheli da Silva et al. Contaminação por metais traço em mexilhões Perna perna da costa brasileira. **Ciência Rural**, v. 43, n. 6, p. 1012-1020, 2013.

FIALHO, Rodrigo C. **O uso de bioindicadores vegetais no monitoramento e controle da poluição atmosférica – A importância dos Bioindicadores**. Informativo técnico publicado pela Associação dos Engenheiros da CETESB – ASEC e pelo Conselho de Representantes dos Funcionários da CETESB – CRF, para distribuição interna e limitada aos empregados da SMA/CETESB. v. 2. n. 4. setembro de 2002.

FISHER, Ronald Aylmer. The distribution of the partial correlation coefficient. **Metron**, v. 3, p. 329-332, 1924.

GALEHOUSE, Jon S. Sedimentation analysis. **Procedures in sedimentary petrology**, p. 69-94, 1971.

GIANUCA, Norton Mattos. **The ecology of a sandy beach in Southern Brazil**. 1985. Tese de Doutorado. University of Southampton, 2018.

GIL, Guacira M.; THOMÉ, José W. Descrição do ciclo reprodutivo de *Donax hanleyanus* (Bivalvia, Donacidae) no sul do Brasil. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 94, n. 3, p. 271-276, 2004.

GOSSET, William Sealy. Student. **The Application of the 'Law of Error' to the Work of the Brewery**, p. 3-6, 1908.

HOEFEL, Fernanda Gemael. **Morfodinâmica de praias arenosas oceânicas: uma revisão bibliográfica**. 1998.

JANAKIDEVI, V. et al. A study of proteotoxicity and genotoxicity induced by the pesticide and fungicide on marine invertebrate (*Donax faba*). **Chemosphere**, v. 90, n. 3, p. 1158-1166, 2013.

JARDIM, Renata Pimentel. **Alterações em Marcadores de Estresse Oxidativo em Mexilhões (Perna perna, Linnaeus, 1758) Machos e Fêmeas do Litoral Norte do RS/BRASIL**. 2015.

JORGE, Marianna B. et al. Mortality, bioaccumulation and physiological responses in juvenile freshwater mussels (*Lampsilis siliquoidea*) chronically exposed to copper. **Aquatic toxicology**, v. 126, p. 137-147, 2013.

JÚNIOR, Antônio Pereira Magalhães. **Indicadores ambientais e recursos hídricos: realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa**. Bertrand Brasil, 2007.

KEHRIG, Helena A. et al. Bioconcentração e biomagnificação de metilmercúrio na baía de Guanabara, Rio de Janeiro. **Química Nova**, v. 34, p. 377-384, 2011.

LEGENDRE, Pierre; LEGENDRE, Louis. **Numerical ecology**. Elsevier, 2012.

MACHADO, Ingrid C. et al. Estudo da ocorrência dos metais pesados Pb, Cd, Hg, Cu, e Zn na ostra de mangue *Crassostrea brasiliana* do estuário de Cananéia-SP, Brasil. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, v. 61, n. 1, p. 13-18, 2002.

MAIA, Nilson Borlina et al. **Indicadores ambientais: conceitos e aplicações**. Univ Pontifica Comillas, 2001.

MARCOMINI, Silvia C. et al. Beach morphodynamics and clam (*Donax hanleyanus*) densities in Buenos Aires, Argentina. **Journal of coastal research**, p. 601-611, 2002.

MCGLASHAN, D. J.; HUGHES, J. M. Genetic evidence for historical continuity between populations of the Australian freshwater fish *Craterocephalus stercusmuscarum* (Atherinidae) east and west of the Great Dividing Range. **Journal of Fish Biology**, v. 59, p. 55-67, 2001.

MCLACHLAN, A.; COCKCROFT, A. C.; MALAN, D. E. Benthic faunal response to a high energy gradient. **Marine ecology progress series. Oldendorf**, v. 16, n. 1, p. 51-63, 1984.

MCLACHLAN, A.; JARAMILLO, E. Zonation on sandy beaches. **Oceanography and Marine Biology: an annual review**, 1995.

MINAS GERAIS. **Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986**. Disponível em <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8902>> . Acesso em 05 de junho de 2019.

MOTTA, Ronaldo Seroa da. **Indicadores ambientais no Brasil: aspectos ecológicos, de eficiência e distributivos**. 1996.

NEVES, Luciano Peyrer das; SILVA, Pedro de Sá Rodrigues da; BEMVENUTI, Carlos Emílio. Zonation of benthic macrofauna on Cassino Beach, southernmost Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 55, n. 4, p. 293-307, 2007.

OHKAWA, Hiroshi; OHISHI, Nobuko; YAGI, Kunio. Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. **Analytical biochemistry**, v. 95, n. 2, p. 351-358, 1979.

OLIVEIRA, Ulisses R.; BARLETTA, Rodrigo C.; HORN FILHO, Norberto O. Distribuição espacial das características morfodinâmicas das praias arenosas da costa oceânica da Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil. **Pesquisas em Geociências**, v. 41, n. 2, p. 89-103, 2014.

PERCEVAL, Olivier et al. Long-term trends in accumulated metals (Cd, Cu and Zn) and metallothionein in bivalves from lakes within a smelter-impacted region. **Science of the Total Environment**, v. 369, n. 1-3, p. 403-418, 2006.

PEREIRA, Alvaro Augusto Feitosa. **Avaliação de condições de consumo da sardinha fresca, descongelada e processada, através de substâncias que reagem com o ácido tiobarbitúrico e do nitrogênio de bases voláteis totais**. 2004. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

PEREIRA, Pedro de Souza. **Variabilidade da orla oceânica do Rio Grande do Sul e suas implicações na elaboração de planos de contingência: aspectos morfodinâmicos, sedimentológicos e geomorfológicos**. 2005. Dissertação de Mestrado.

POSSAMAI, Tarcisio Olmiro Horn; VIEIRA, Celso Voos; HORN FILHO, Norberto Olmiro. Geologia costeira da Ilha de São Francisco do Sul, Santa Catarina. **Revista de Geografia (Recife)**, v. 27, n. 2. Esp, p. 45-58, 2011.

REIS, E. G.; ASMUS, M. L.; CALLIARI, L. J. Building human capacity on coastal and ocean management—implementing the Train-Sea-Coast Programme in Brazil. **Ocean & coastal management**, v. 42, n. 2-4, p. 211-228, 1999.

- RENAULT, T. Immunotoxicological effects of environmental contaminants on marine bivalves. **Fish & shellfish immunology**, v. 46, n. 1, p. 88-93, 2015.
- REZNICK, Abraham Z.; PACKER, Lester. Oxidative damage to proteins: spectrophotometric method for carbonyl assay. In: **Methods in enzymology**. Academic Press, 1994. p. 357-363.
- ROBSON, A. J.; NEAL, Colin. A summary of regional water quality for Eastern UK rivers. **Science of the Total Environment**, v. 194, p. 15-37, 1997.
- SANTOS, Gabriel Soares. **Distribuição espaço-temporal da macrofauna bentônica em uma praia de macromaré amazônica**. 2018.
- SHORT, A. D.; WRIGHT, L. D. Physical variability of sandy beaches. In: **Sandy beaches as ecosystems**. Springer, Dordrecht, 1983. p. 133-144.
- SHORT, ANDREW D. The role of wave height, period, slope, tide range and embaymentisation in beach classifications: a review. **Revista chilena de história natural**, v. 69, n. 4, p. 589-604, 1996.
- SIES, Helmut. Oxidative stress: a concept in redox biology and medicine. **Redox biology**, v. 4, p. 180-183, 2015.
- SINGH, Kunwar P. et al. Studies on distribution and fractionation of heavy metals in Gomti river sediments—a tributary of the Ganges, India. **Journal of hydrology**, v. 312, n. 1-4, p. 14-27, 2005.
- SOARES, Alexandre Goulart. **Sandy beach morphodynamics and macrobenthic communities in temperate, subtropical and tropical regions: a macroecological approach**. 2003. Tese de Doutorado. University of Port Elizabeth.
- SQUID, Ghada et al. Lead accumulation pattern and molecular biomarkers of oxidative stress in seabream (*Sparus aurata*) under short-term metal treatment. **Drug and chemical toxicology**, v. 38, n. 1, p. 98-105, 2015.
- SOUZA-PEREIRA, Paulo Eduardo; MONTEIRO CAMARGO, Antonio Fernando. Efeito da salinidade e do esgoto orgânico sobre a comunidade zooplânctônica, com ênfase nos copépodes, do estuário do rio Itanhaém, Estado de São Paulo. **Acta Scientiarum: Biological Sciences**, p. 9-17, 2004.
- SUGUIO, Kenitiro. **Introdução à sedimentologia**. 1973.
- TRUCCOLO, Eliane Cristina et al. **Maré meteorológica e forçantes atmosféricas locais em São Francisco do Sul-SC**. 1998.
- USEPA. **Method 3050 B. 1998a**. Disponível em <<http://www.epa.gov/SW-846/pdfs/3050b.pdf>>. Acesso em: 10/08/06.
- VALKO, Marian et al. Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer. **Chemico-biological interactions**, v. 160, n. 1, p. 1-40, 2006.
- VELOSO, Valéria G. et al. Comparison between the macroinfauna of urbanized and protected beaches in Rio de Janeiro State, Brazil. **Biological Conservation**, v. 127, n. 4, p. 510-515, 2006.

VUTUKURU, Sessa Srinivas et al. Effect of arsenic and chromium on the serum amino-transferases activity in Indian major carp, *Labeo rohita*. **International journal of environmental research and public health**, v. 4, n. 3, p. 224-227, 2007.

YOSHIHARA, D.; FUJIWARA, N.; SUZUKI, K. Antioxidants : Benefits and risks for long-term health. **Maturitas**, v. 67, n. 2, p. 103–107, 2010.

ZUYKOV, Michael; PELLETIER, Emilien; HARPER, David AT. Bivalve mollusks in metal pollution studies: from bioaccumulation to biomonitoring. **Chemosphere**, v. 93, n. 2, p. 201-208.

**CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA** - Técnico em Química pelo Colégio Profissional de Uberlândia (2008), Bacharel em Química pela Universidade Federal de Uberlândia (2010), Licenciado em Química pela Universidade de Uberaba (2011), em Ciências Biológicas (2021) e em Física (2022) pela Faculdade Única. Especialista em Metodologia do Ensino de Química e em Ensino Superior pela Faculdade JK Serrana em Brasília (2012), especialista em Ensino de Ciências e Matemática pelo Instituto Federal do Triângulo Mineiro (2021), e em Ciências da Natureza e Mercado de Trabalho (2022) pela Universidade Federal do Piauí (UFPI). Mestre (2015) e Doutor (2018) em Química pela Universidade Federal de Uberlândia, Realizou o primeiro estágio de Pós-Doutorado (de maio de 2019 a junho de 2021) na Universidade Federal de Uberlândia com ênfase na aplicação de novos agentes oxidantes utilizando radiação solar para remoção de CPE em efluentes de uma estação de tratamento de esgoto . Atualmente realiza seu segundo estágio Pós-Doutorado (julho de 2021 - atual) na UFU na mesma linha de pesquisa. Atualmente, vem atuando nas seguintes linhas de pesquisa: (i) Desenvolvimento de novas metodologias para tratamento e recuperação de resíduos químicos gerados em laboratórios de instituições de ensino e pesquisa; (ii) estudos de acompanhamento do CPE; (iii) Desenvolvimento de novas tecnologias avançadas para remoção de CPE em diferentes matrizes aquáticas; (iv) Aplicação de processos oxidativos avançados ( $H_2O_2/UV\ C$ ,  $TiO_2/UV\ A$  e foto-Fenton e outros) para remoção de CPE em efluentes de estação de tratamento de efluentes para reuso; (v) Estudo e desenvolvimento de novos bioadsorventes para remediação ambiental de CPE em diferentes matrizes aquáticas; (vi) Educação Ambiental e; (vii) alfabetização científica e processos de alfabetização na área de Ciências Naturais, especialmente biologia e química.

**A**

- Ação antrópica 45
- Ambientes aquáticos 46
- Ambientes naturais 29, 30
- Ambientes turísticos 29, 33
- Assoreamento 18, 20, 21, 22, 27

**B**

- Bacia hidrográfica 3, 16, 18, 19, 22, 24, 27, 28
- Bioacumulação 46, 47, 66
- Biodegradáveis 46
- Bioindicadores 46, 68

**C**

- Corpos d'água 18, 24
- Córrego do Bandeira 18, 19, 22
- CPUE (captura por unidade de esforço) 1, 2, 5, 8, 12

**D**

- Desenvolvimento sustentável 19, 20, 29, 31, 44
- Donax hanleyanus* 45, 46, 47, 66, 68, 69
- Dragagem 18, 27

**E**

- Ecosistema marinho 45
- Efeito estufa 36, 37, 38
- Eficiência energética 35
- Energias renováveis 36
- Erosão hídrica 18, 19, 20, 23, 27
- Estresse oxidativo 45, 46, 47, 49, 55, 62, 63, 66, 68

**F**

- Fogão solar 35, 36, 37, 39, 40, 43, 44

**G**

- Grilagem 32, 33
- Guaporé 1, 3, 4, 12, 15

**I**

*InVEST (Integrated Valuation of Environmental Services and Tradeoffs)* 18, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28

**M**

Manancial 19

Meio ambiente 1, 2, 3, 10, 12, 35, 36, 45

Metais pesados 45, 46, 47, 49, 50, 55, 56, 57, 59, 61, 62, 63, 65, 66, 68

Moluscos 46, 47, 65, 66

Municípios litorâneos 29, 30

**P**

Paisagem 3, 28, 29, 30, 31, 32, 33

Pesca amadora 1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10

Planejamento urbano 29, 30, 33

PNDPA (Programa Nacional de Desenvolvimento da Pesca Amadora) 3

Porto Rolim de Moura 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 14

Preservação ambiental 35, 36

**R**

Recursos hídricos 18, 20, 21, 24, 27, 68

Recursos pesqueiros 1, 2, 3, 4, 13, 14, 15

Região Amazônica 1, 10

Resíduos 37, 46, 50, 72

**S**

Sedimentos 18, 19, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 64, 67

SIG (Sistema de Informações Geográficas) 22

Sustentabilidade ambiental 19

**T**

Turismo 1, 4, 10, 17, 29, 30, 31, 32, 33

**U**

Ubatuba 29, 30, 31, 32, 33, 34

USEPA (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos) 49, 70

USLE (Equação Universal de Perda de Solo) 21, 22, 23, 26, 27

**Z**

ZEE (Zoneamento Ecológico Econômico) 30, 32, 33



# MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE:

FORMAÇÃO INTERDISCIPLINAR E CONHECIMENTO CIENTÍFICO



3

# MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE:

FORMAÇÃO INTERDISCIPLINAR E CONHECIMENTO CIENTÍFICO

