

**MONITORAMENTO DOS ORGANISMOS AQUÁTICOS  
FITOPLÂNCTON, PERIFITON, ZOOPLÂNCTON E MACROINVERTEBRADOS –  
2020 (Sedimento, amostradores naturais e artificiais)  
SOMAR – SOCIEDADE MINERADORA LTDA.**

Bióloga Dra. Maria da Conceição Tavares – CRBio 08182-03

Bióloga Renata Nunes de Carvalho - CRBio 95504-03

Biólogo Marco de Assis Brasil Haussen – CRBio 17152-03

## **1. APRESENTAÇÃO**

O presente relatório se refere à edição 2020 do monitoramento realizado no rio Jacuí, na área de influência da mineração desenvolvida pela SOMAR, em 10 pontos de amostragem com uso de organismos aquáticos, como fitoplâncton, perifiton, zooplâncton e macroinvertebrados bentônicos, esses últimos através da análise qualitativa e quantitativa de sedimentos e de amostradores naturais (macrófitas) e artificiais (dispositivos feitos com garrafas PETs). A atual edição do monitoramento dará continuidade à metodologia modificada em 2014, quando houve alteração desta, com a inclusão de análises em substratos naturais e artificiais e ampliação espacial da amostragem, passando de três para 10 pontos de coleta conforme descrito nos relatórios anteriores. Tal ampliação metodológica permitiu, conforme constatado desde o relatório emitido em 2014 uma abordagem mais representativa da biota aquática neste ecossistema, no aspecto espacial. No entanto, a abordagem temporal foi modificada a partir de 2018, de modo a contemplar somente os períodos de verão e inverno.

## **2. METODOLOGIA APLICADA NO MONITORAMENTO**

Os pontos de amostragem, já previamente definidos, estão em quatro regiões conforme a seguir: região 1 (P1), a montante da área de mineração; região 2 (P2), na área de mineração (local de extração de areia); região 3 (P3), a jusante da área de mineração e região 4 (P4) na ilha do Carioca. Tais pontos foram considerados regiões de mesmo nome e ampliados de três para nove – em relação aos pontos de monitoramento até 2013. Para cada uma das regiões foram considerados subpontos

A, B e C, com distâncias mínimas aproximadas de 100 m entre si, de modo a contemplar tanto a margem esquerda como a direita do rio. A região quatro ou P4, na Ilha do Carioca, foi considerada ponto referência e de interesse conservacionista, mantendo-se como único da respectiva região.

O quadro 1 apresenta as coordenadas dos pontos de coleta e a figura 1 a localização desses pontos no mapa. A figura 2 exemplifica diferentes pontos de amostragem nas três regiões avaliadas (1, 2 e 3), destacando as margens onde são amostradas as comunidades biológicas.

A amostragem de verão se deu com a colocação dos amostradores de macroinvertebrados bentônicos e de perifiton, nos dias 20 de janeiro e 15 de fevereiro de 2020, respectivamente. A retirada dos amostradores (bentos e perifiton) se deu em 20 de março de 2020, assim como as amostragens para análise de fitoplâncton, zooplâncton e de sedimento para avaliação de bentos nos 10 pontos previamente estabelecidos.

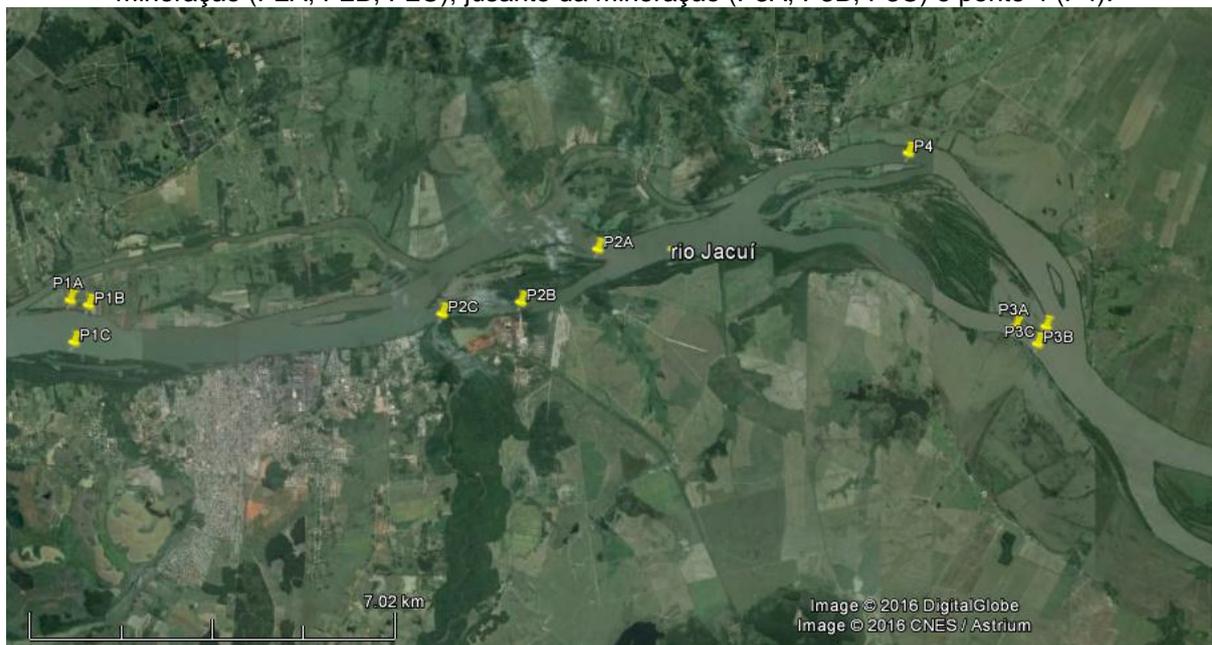
A amostragem de inverno se deu com a colocação dos amostradores de macroinvertebrados bentônicos e de perifiton, nos dias 21 de julho e 17 de agosto de 2020, respectivamente. A retirada dos amostradores (bentos e perifiton), coleta de fitoplâncton e zooplâncton, além de sedimento, ocorreu no dia 25 de setembro de 2020.

As campanhas ocorreram no rio Jacuí, na cidade de Charqueadas, Rio Grande do Sul, com o uso de barco a motor, piloto, técnico de campo e bióloga especialista.

Quadro 1 – Regiões e Pontos de amostragem de fitoplâncton, perifiton, zooplâncton e macroinvertebrados bentônicos do monitoramento do rio Jacuí, Charqueadas, RS, 2020.

<b>Região 1 (Montante)</b>	<b>Região 2 (Área de mineração)</b>	<b>Região 3 (Jusante)</b>	<b>Região 4 ou Ponto 4 (Jusante - Ilha do Carioca)</b>
<b>Projeção UTM DATUM SIRGAS 2000 – ZONA 22J</b>			
P1 A 436.091 6.687.650	P2 A 446.242 6.688.671	P3 A 454.285 6.687.201	P4 452.208 6.690.544
P1 B 436.445 6.687.558	P2 B 443.252 6.687.411	P3 B 454.703 6.686.873	-
P1 C 436.169 6.686.843	P2 C 444.764 6.687.644	P3 C 454.868 6.687.206	-

Figura 1 – Localização das regiões de amostragem, sendo: montante (P1A, P1B, P1C); região de mineração (P2A, P2B, P2C); jusante da mineração (P3A, P3B, P3C) e ponto 4 (P4).



Para que os resultados obtidos a partir de 2014 sejam comparados com os dos anos anteriores, ficou estabelecido que o subponto A coincida com cada um dos locais já determinados até o ano de 2013, cujos locais eram avaliados com as mesmas comunidades da biota aquática, como zooplâncton, fitoplâncton e macroinvertebrados bentônicos em sedimento.

São apresentados os parâmetros biológicos riqueza, densidades e índices de diversidade de Shannow-Winner, cujos cálculos foram obtidos com a utilização do programa estatístico PAST (HAMMER, O., HARPER, D.A.T., RYAN, P.D., 2008).

Nos subitens a seguir, estão discriminadas as metodologias empregadas para o monitoramento com uso dos organismos aquáticos.

Figura 2 – Imagens de pontos das três regiões de amostragem: P1A (margem esquerda na região 1 – Sarandi submerso), P2A (margem direita na região 2) e P3A (margem direita na região 3), em 20 de março de 2020. A seta indica o Sarandi submerso, onde são presos os dispositivos nesse ponto de amostragem.



Fotos: M.C.Tavares

## 2.1. FITOPLÂNCTON E PERIFITON

Foram obtidas amostras do fitoplâncton (passagem de frasco na subsuperfície) e do perifíton (amostradores de acrílico), em cada uma das três regiões P1, P2 e P3, nos subpontos A.

Para o fitoplâncton, foram amostrados os pontos P1A, P1B, P1C; P2A, P2B, P2C; P3A, P3B, P3C e P4.

Para o perifíton, foram colocados, cerca de 28 dias antes da coleta, amostradores de acrílico (Figura 3) que, posteriormente, foram retirados e lavados com água destilada e a amostra obtida colocada em frascos de vidro. Tanto fitoplâncton quanto perifíton, foram fixadas com lugol acético.

Para análise quantitativa foram utilizadas câmaras de sedimentação de 2cc, 10cc, 25cc e 50cc, seguindo-se o método de UTERMÖHL (1958) e as amostras analisadas em microscópio invertido. Cada espécime (unicelular, colonial, filamentoso) foi considerada uma unidade amostral, tendo sido quantificados apenas aquelas que apresentavam cloroplastos.

Para a determinação dos cálculos das espécies dominantes e abundantes foram seguidos os critérios de LOBO & LEIGHTON (1986).

Figura 3 – Amostrador em acrílico de Perifíton (no momento da coleta em 20 de março de 2020), após cerca de 28 dias submerso no rio Jacuí. A seta indica a parte flutuante do amostrador no ambiente.



Foto: M.C.Tavares.

## 2.2. ZOOPLÂNCTON

O material obtido para análise do zooplâncton foi capturado nos 10 pontos supracitados, através da passagem de 300 litros de água em rede de plâncton abertura de malha de 68 $\mu$ m (Figura 4) com uso de uma bomba de sucção.

Figura 4 – Amostragem de Zooplâncton com uso de rede, em 20 de março de 2020.



Foto: M.C.Tavares.

As amostras foram fixadas com formol 4% e posteriormente processadas em laboratório com o auxílio de microscópio e bibliografia especializada para cada grupo taxonômico.

As contagens de zooplâncton foram efetuadas com auxílio de uma câmara de contagem do tipo Sedgewick-Rafter em microscópio binocular e os resultados apresentados por meio de indivíduos por mililitro (densidades).

Para as identificações de zooplâncton foram utilizadas as seguintes bibliografias: BOHRER & ARAÚJO (1999), BRITO (2008), DMAE (1973), ELMOOR-LOUREIRO (1997), ESTEVES (1988), GAZULHA (2012), LAHR & LOPES (2008), PENNAK (1978), SLADECEK (1983) E MONTÚ & GLOEDEN (1986), RHODEN & PITONI (1999).

### 2.3. MACROINVERTEBRADOS (COMUNIDADE ZOOBENTÔNICA)

Para as amostragens de macroinvertebrados foram utilizados três métodos: uso de draga, uso de amostradores naturais e artificiais (Figuras, 5, 6, 7 e 8). O método com o uso de draga de Eckmann (Figuras 5-6) se dá com a retirada de uma porção de sedimento, cuja massa foi estimada em kg, em cada um dos 10 locais de amostragem; o método de amostradores artificiais (Figura 7) se dá com o uso de garrafas PETs, cuja metodologia foi adaptada de VOLKMER-RIBEIRO *et al* (2004). Tais dispositivos artificiais consistem em duas garrafas plásticas de dois litros e verdes, com os fundos cortados e suas paredes franjadas. Dentro de cada dupla de garrafas, disposta de forma encaixada, foi colocado um pedaço de esponja vegetal de modo a imitar a vegetação submersa do ambiente. Cada amostrador é revestido por uma tela de plástico e uma das extremidades é presa com fio de nylon com uma garrafinha cheia de areia que serve de peso para que o dispositivo fique no fundo,

junto ao sedimento. Na outra ponta é amarrado um fio de nylon de 4 a 6 metros de comprimento (dependo da profundidade do ponto) o qual é fixado na vegetação marginal ou mata ciliar em cada ponto de monitoramento. Cada dispositivo é mantido, submerso no rio, durante aproximadamente 60 dias. O terceiro método é o uso de substrato natural - a macrófita *Eichhornia azurea* ou “aguapé de baraço” (Figura 8) utilizada comumente pelos macroinvertebrados bentônicos em ambientes como na Bacia do Guaíba. Os dados de invertebrados bentônicos obtidos nas macrófitas são apresentados em uma tabela, cujos resultados são os registros qualitativos das ocorrências dos organismos por período sazonal amostrado.

Após a coleta tanto de sedimento, de amostradores artificiais, como de macrófitas, cada amostra foi individualmente acondicionada em saco plástico e conservada com a adição de aproximadamente 50 ml de formol 4% e etiquetado.

Figura 5 – Amostragem de sedimento com draga de Eckman e lavagem parcial em rede de puçá, na amostragem de inverno (25 de setembro de 2020).



Fotos: M.C.Tavares.

Figura 6 – Produto da dragagem em diferentes pontos de amostragem, mostrando os distintos substratos analisados (areia grossa e com vegetação). Amostras fixadas com formol, acondicionadas e etiquetadas, em 25 de setembro de 2020.



Fotos: M.C.Tavares.

Figura 7 – Amostragem de macroinvertebrados bentônicos com uso de garrafas Pets (artificial) no momento da retirada após 60 dias submerso (amostragem de inverno, 25 de setembro de 2020) As amostras foram colocadas em saco plástico onde são fixadas com formol e etiquetadas.



Fotos: M.C.Tavares.

Figura 8 – Amostragem de macroinvertebrados bentônicos com uso de macrófita – *Eichhornia azurea*, como substrato natural (amostragem de verão, em 20 de março de 2020). As amostras foram colocadas em saco plástico onde são fixadas com formol e etiquetadas.



Fotos: M.C.Tavares.

No laboratório, cada amostra foi lavada sob um pano branco com água corrente, com abertura de malha de até cerca de 1,00 mm, com 50 cm de lado, em

água corrente para que seja filtrado o conteúdo fino do sedimento e mantido o material biológico. Cada amostra foi conservada em frasco separado e em álcool 70 GL. Sob microscópio estereoscópico, as mesmas foram observadas em pequenas porções diluídas em álcool e em placas de Petry. Com uso de pinça, foram retirados e quantificados os organismos para identificação até o menor nível taxonômico possível.

Para as identificações foram consultados os seguintes trabalhos: BACHMANN & MAZZUCCONI (1995), BACHMANN (1981), BOND-BUCKUP & BUCKUP (1999), CARVALHO & CALIL (2000), FIORENTIN (1989), MAGALHÃES (1999), MANSUR *et al.* (1987), MUGNAI *et al.* (2010), NIESER & MELO (1997), PITONI *et al.* (1976) e SOARES (1981), entre outros.

### **3. RESULTADOS**

#### **3.1. CAMPANHA DE MARÇO DE 2020 - VERÃO**

##### **3.1.1 Fitoplâncton**

Como resultado da análise quantitativa, a composição da comunidade fitoplanctônica esteve constituída, na 1ª coleta (verão), por 46 espécies identificadas, quando possível, a nível de espécie, e divididas em 5 classes: Baccillariophyceae, Chlorophyceae, Euglenophyceae, Cyanophyceae e Dynophyceae.

A tabela 1 apresenta todos os resultados qualitativos e quantitativos obtidos do fitoplâncton na amostragem de verão de 2020.

As figuras 9, 10, 11 e 12 mostram os resultados das densidades de diferentes grupos de fitoplâncton por região (P1, P2, P3 e P4) de amostragens e seus subpontos na amostragem de verão de 2020.

Figura 9 – Percentual (%) de indivíduos das diferentes classes de algas observados nas amostras analisadas coletadas a montante (Ponto 1A, 1B, 1C) no período de março de 2020 no Rio Jacuí, RS.

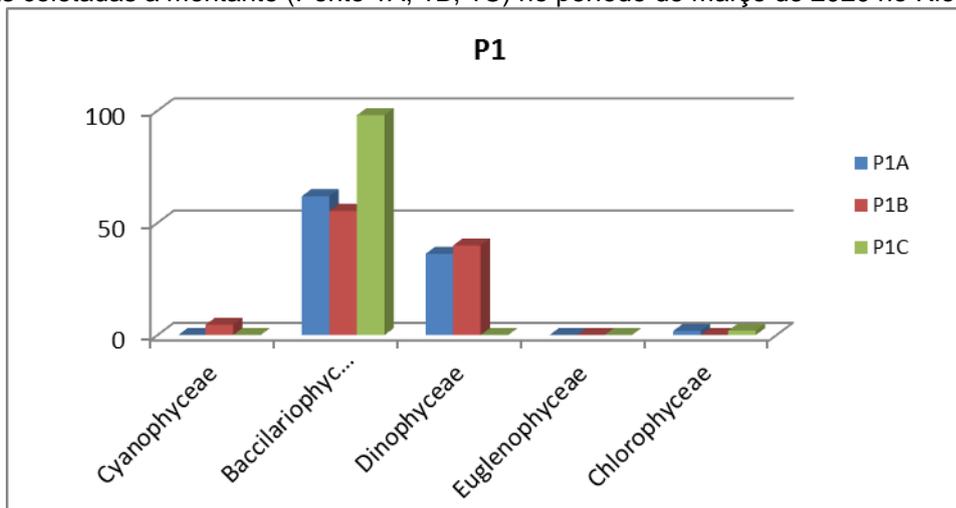


Figura 10 – Percentual (%) de indivíduos das diferentes classes de algas observados nas amostras analisadas coletadas no local de retirada de areia (Ponto 2A, 2B, 2C) no período de março de 2020 no Rio Jacuí, RS.

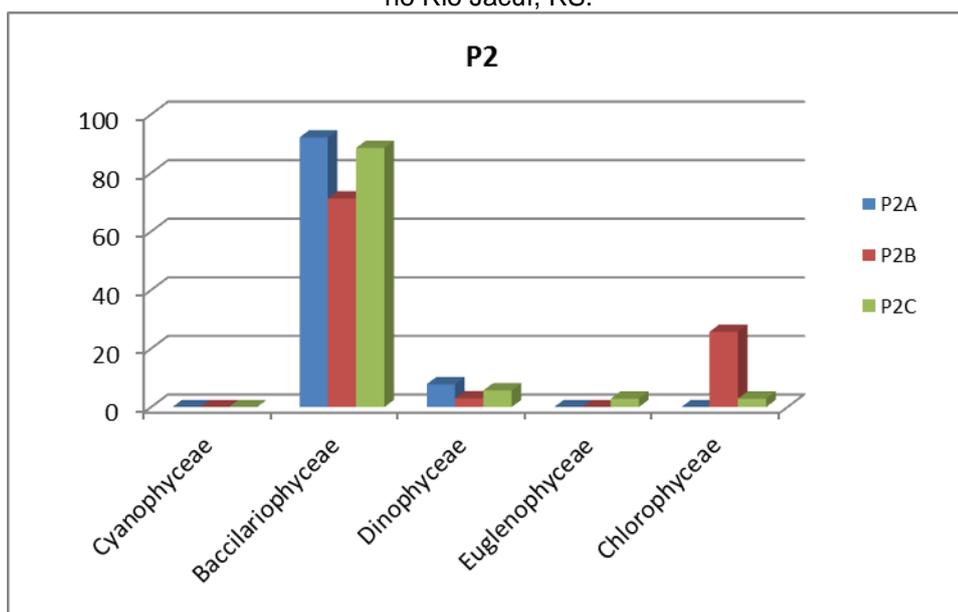


Figura 11 – Percentual (%) de indivíduos das diferentes classes de algas observados nas amostras analisadas coletadas a jusante (Ponto 3A, 3B, 3C) no período de março de 2020 no Rio Jacuí, RS

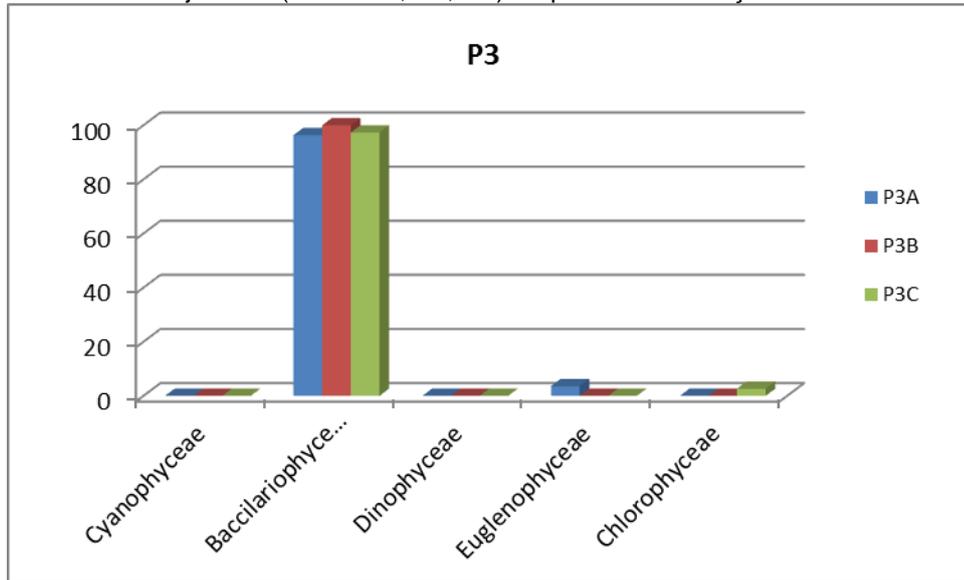


Figura 12 – Percentual (%) de indivíduos das diferentes classes de algas observados nas amostras analisadas coletadas no P4 no período de março de 2020 no Rio Jacuí, RS.

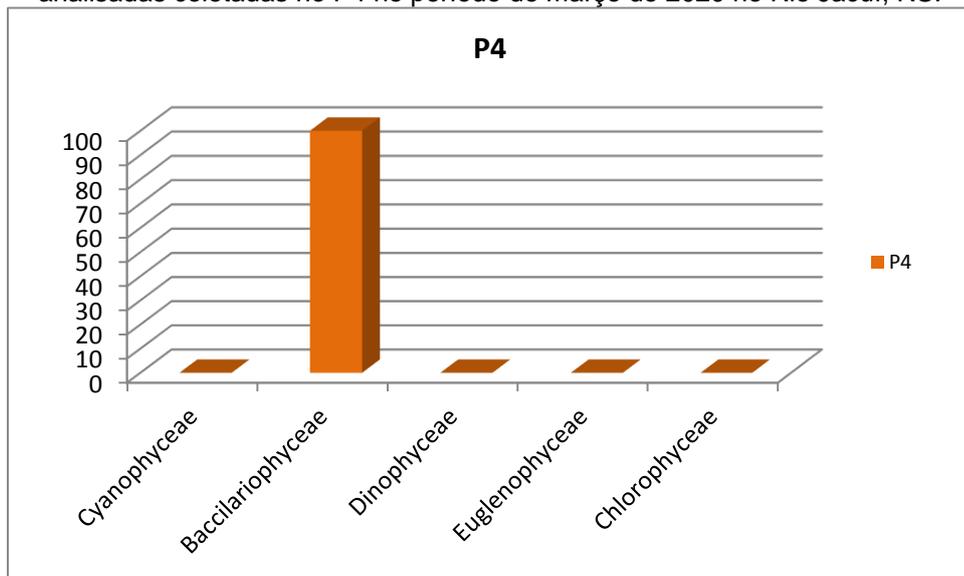


Tabela 1 – Lista das espécies de algas fitoplanctônicas (ind/mL), dos diferentes grupos de algas observados nas amostras coletadas nos pontos: P1 (A, B, C) a montante; P2 (A, B, C) local de retirada de areia; P3 (A, B, C) a jusante; e P4, em 20 março de 2020 no rio Jacuí, RS. (\* abundantes e \*\*dominantes)

Táxons	P1A	P1B	P1C	P2A	P2B	P2C	P3A	P3B	P3C	P4
	Ind/mL									
<b>Cyanophyceae</b>										
<i>Merismopedia glauca</i>		5								
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>							
<b>Baccilariophyceae</b>										
<i>Achnanthes</i> sp	6	5								
<i>Aulacoseira granulata</i>	11	16	27	3	14	9		11		
<i>Capartogramma crucicola</i>	8	8	14		6		14	11		11
<i>Cocconeis placentula</i>			14	5					9	16
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	3		3	3		9			9	11
<i>Encyonema mesianum</i>	6									
<i>Encyonema minutum</i>				3						
<i>Eunotia</i> sp		3								
<i>Gomphonema augur</i>										11
<i>Gomphonema parvulum</i>	45		5	5			11		7	8
<i>Gomphonema</i> sp1							5			
<i>Gomphonema</i> sp3										3
<i>Gyrosigma</i> cf <i>acuminatum</i>					3					
<i>Hippodonta capitata</i>				5						
<i>Melosira varians</i>					9		14		9	
<i>Navicula</i> cf <i>cryptocephala</i>	3									3
<i>Navicula</i> sp1		5	11		3		5	11	7	
<i>Nitzschia acicularis</i>								5		
<i>Nitzschia clausii</i>	3			8	12		8	5	12	
<i>Nitzschia</i> cf <i>intermedia</i>										
Complexo <i>Nitzschia palea</i>	6		19	59	20	61		11	16	
<i>Nitzschia sigmoidea</i>				5						
<i>Nitzschia</i> sp1			3		3					
<i>Pinnularia</i> cf <i>braunii</i>					3					
<i>Pinnularia</i> sp		3								
<i>Planothidium frequentissimum</i>	3	8		3				8		
<i>Selaphora pupula</i>			11	13						5

<i>Stauroneis anceps</i>			3							
<i>Stauroneis</i> sp				32		3				
<i>Surirella</i> cf <i>linearis</i>							8			
<i>Surirella</i> sp2	3	3								
<i>Synedra acus</i>		8				6				
<i>Terpsinoe musica</i>						3				
<i>Tryblionella</i> sp			3							
Diatomácea penada 1 (vista lateral)	8		16	8		3	5			3
Diatomácea penada 2 (vista lateral)			3					11		
Diatomácea penada 3		3	5				8		2	
Diatomácea penada 4 (vista lateral)		5								
<b>Total</b>	<b>101</b>	<b>60</b>	<b>148</b>	<b>152</b>	<b>72</b>	<b>93</b>	<b>80</b>	<b>73</b>	<b>73</b>	<b>71</b>
<b>Dinophyceae</b>										
<i>Peridinium</i> cf <i>gatunense</i>	59	43		13	3	6				
<b>Total</b>	<b>59</b>	<b>43</b>	<b>0</b>	<b>13</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Euglenophyceae</b>										
<i>Strombomonas verrucosa</i>						3				
<i>Trachelomonas intermedia</i>							3			
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Chlorophyceae</b>										
<i>Desmodesmus maximus</i>	3								2	
<i>Pandorina morun</i>					26					
<i>Scenedesmus acuminatus</i>						3				
<i>Scenedesmus</i> sp2			3							
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>26</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
<b>Densidade Total (ind/ml)</b>	<b>163</b>	<b>108</b>	<b>151</b>	<b>166</b>	<b>101</b>	<b>104</b>	<b>82</b>	<b>73</b>	<b>75</b>	<b>71</b>
<b>Riqueza</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>17</b>	<b>14</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>
<b>Shannon_H</b>	<b>1,93</b>	<b>2,01</b>	<b>2,56</b>	<b>2,10</b>	<b>2,09</b>	<b>1,57</b>	<b>2,20</b>	<b>2,04</b>	<b>2,05</b>	<b>2,04</b>
<b>Equitability_J</b>	<b>0,8</b>	<b>0,8</b>	<b>0,9</b>	<b>0,8</b>	<b>0,9</b>	<b>0,7</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>0,9</b>	<b>0,9</b>

### 3.1.2 Perifíton

Tabela 2 – Lista das espécies de algas perifíticas (ind/mL), observadas nas amostras obtidas dos amostradores colocados e retirados dos pontos P1 e P2 na coleta de verão de 2020, Rio Jacuí, RS.

Táxons	Perifíton 1	Perifíton 2	Perifíton 3
	Ind/mL		
<b>Cyanophyceae</b>			
Cianobactéria filamentosa		3	
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
<b>Bacillariophyceae</b>			
<i>Capartogramma crucicola</i>	14	7	19
<i>Cocconeis placentula</i>	7	3	5
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	7		
<i>Encyonema mesianum</i>	2	17	38
<i>Encyonema minutum</i>	18	3	14
<i>Fragilaria goulardii</i>	18	176	53
<i>Gomphonema augur</i>	23	24	43
<i>Gomphonema augur</i> var <i>turris</i>	7		5
<i>Gomphonema parvulum</i>	21	54	91
<i>Gomphonema</i> sp1		17	
<i>Gomphonema</i> sp2 (com pedúnculo)		41	87
<i>Gomphonema</i> sp3			77
<i>Melosira varians</i>	9	3	48
<i>Navicula</i> sp1	25		
<i>Nitzschia clausii</i>	2		62
<i>Nitzschia</i> cf <i>intermedia</i>			14
Complexo <i>Nitzschia palea</i>	9	20	14
<i>Nitzschia</i> sp1	2		
<i>Pinnularia</i> sp		3	5
<i>Planothidium frequentissimum</i>	2		5
<i>Surirella</i> cf <i>linearis</i>	2		
<i>Surirella</i> sp1	5		
<i>Synedra acus</i>		7	24
<i>Terpsinoe musica</i>			10
Diatomácea penada 1 (vista lateral)	5	24	
Diatomácea penada 2 (vista lateral)	2	14	34
<b>Total</b>	<b>182</b>	<b>414</b>	<b>649</b>
<b>Chlorophyceae</b>			
<i>Desmodesmus bicaudatus</i>			5
<i>Scenedesmus</i> sp1			10
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>15</b>
<b>Densidade Total (ind/ml)</b>	<b>182</b>	<b>417</b>	<b>664</b>
<b>Riqueza</b>	<b>19</b>	<b>16</b>	<b>21</b>

### 3.1.3 Zooplâncton

Como resultado da análise qualitativa-quantitativa das 10 amostras obtidas em 20 de março de 2020, a composição da comunidade zooplanctônica esteve constituída por 60 diferentes táxons (espécies ou morfoespécies) distribuídos nos

seguintes filos: Protozoa, Rotifera, Mollusca e Arthropoda (Crustacea, Insecta e Chelicerata).

A densidade variou nos diferentes pontos de amostragem entre 48 e 380 ind. mL<sup>-1</sup>. O ponto 3, subponto C (P3C) foi o de menor densidade, seguido do ponto P2A com 76 ind. mL<sup>-1</sup>. O ponto de maior densidade foi o P1A, seguido do P2C com 320 ind. mL<sup>-1</sup>. Somando-se as densidades dos pontos por região, observa-se que as regiões P1 e P2 são similares, apresentando 672 ind. mL<sup>-1</sup> e 684 ind. mL<sup>-1</sup>, respectivamente. A riqueza variou de 4 a 24, apresentando o menor valor no ponto P3C e o maior no P2B.

Os índices de diversidade de Shannow-Winner nos pontos amostrados variaram de 0,98 a 2,70. O P3C apresentou-se com o menor valor, seguido do P3B com H'= 1,11. O maior índice de diversidade constatado foi no ponto P2B, seguido do ponto P1C com H'=2,46.

A tabela 3 apresenta todos os resultados discutidos acima, como densidades, riqueza e índice de diversidade.

A figura 13 mostra a densidade em cada uma das regiões amostradas e a Figura 14 mostra a densidade em cada ponto amostrado.

As figuras 15, 16 e 17 apresentam os resultados, por grupo taxonômico, dos pontos amostrados e respectivas regiões P1, P2, P3 e P4.

Tabela 3 – Resultados das densidades de zooplâncton (ind. mL<sup>-1</sup>) observados nas amostras coletadas a montante (P1A; P1B; P1C), retirada de areia (P2A; P2B, P2C), a jusante (P3A; P3B; P3C), e ilha do Carioca (P4), em 20 de março de 2020 (amostragem de verão), rio Jacuí, Charqueadas, RS.

FILO/CLASSE/ORDEM/ FAMÍLIA/GÊNERO/ ESPÉCIE/MORFOESPÉCIE	PONTOS AMOSTRAIS- Verão 2020									
	P1 Montante ind./mL			P2 Centro ind./mL			P3 Jusante ind./mL			P4 I.Carioca ind./mL
	P1.A	P1.B	P1.C	P2.A	P2.B	P2.C	P3.A	P3.B	P3.C	P4
<b>PROTOZOA</b> - <i>Arcella</i> sp.	4			4	4	4		4		
Actinopoda - Morfoesp.1					4	4				
<i>Centropyxis</i> sp.										
<i>Codonella</i> sp.	124	12			4					
<i>Cyclopyxis</i> sp.										8
<i>Diffugia corona</i>			4		8	4	12		8	20
<i>Diffugia claviformis</i>			8		4	8	4			4
<i>Diffugia gramen</i>			72		40	60	48	72	32	12
<i>Diffugia penardi</i>	8		4		4		4	4	4	4
<i>Diffugia lanceolata</i>					8					8
<i>Diffugia limnetica</i>					12	4	20			
<i>Diffugia pyriformis</i>					4	4	4			
<i>Tintinnopsis</i> sp.						4				
<i>Tintidinium</i> sp.										4
<i>Nebela</i> sp.1										
<b>ROTIFERA</b> - <i>Asplanchna</i> sp.	4									
<i>Brachionus</i> sp.	12									
<i>Brachionus calyciflorus</i>	4									
<i>Brachionus forficula</i>										
<i>Cephalodella</i> sp.	4	4	4							
<i>Colurella</i> sp.			4							
<i>Euchlanis</i> sp.	8									

FILO/CLASSE/ORDEM/ FAMÍLIA/GÊNERO/ ESPÉCIE/MORFOESPÉCIE	PONTOS AMOSTRAIS- Verão 2020									
	P1 Montante ind./mL			P2 Centro ind./mL			P3 Jusante ind./mL			P4 I.Carioca ind./mL
	P1.A	P1.B	P1.C	P2.A	P2.B	P2.C	P3.A	P3.B	P3.C	P4
<i>Filinia longiseta</i>	12		8							
<i>Gastropus</i> sp.	4				20	8				
<i>Hexarthra</i> sp.	8				12					
<i>Kellicottia</i> sp.										
<i>Keratella cochlearis</i>	52	8				4				4
<i>Keratella tropica</i>										
<i>Keratella</i> sp.										
<i>Lecane proiecta</i>					4	4				
<i>Lecane lunaris</i>	4		4			4				
<i>Lepadella</i> sp.		4								
<i>Lophocharis</i> sp.	4		3			4				4
<i>Pedalia</i> sp.				4	20					20
<i>Polyarthra vulgaris</i>	64	16	12	40	64	80	48		4	80
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	24	24	4	4						4
<i>Polyarthra</i> sp.2								8		
<i>Platyas</i> sp.			4							
<i>Platyonus</i> sp.										
<i>Ploesoma</i> sp.	4	4			4	8				
<i>Monommata</i> sp.						4				
<i>Testudinella</i> sp.	4	4								
<i>Trichocerca</i> sp.	4					4				
<i>Tetramastix</i> sp.										4
<b>MOLLUSCA - BIVALVIA (Larva)</b>			4		8	32	8	16		4
<b>ARTRHPODA/ CRUSTACEA/ Cladocera</b> <i>Bosmina</i> sp.	4	4	8							

FILO/CLASSE/ORDEM/ FAMÍLIA/GÊNERO/ ESPÉCIE/MORFOESPÉCIE	PONTOS AMOSTRAIS- Verão 2020									
	P1 Montante ind./mL			P2 Centro ind./mL			P3 Jusante ind./mL			P4 I.Carioca ind./mL
	P1.A	P1.B	P1.C	P2.A	P2.B	P2.C	P3.A	P3.B	P3.C	P4
<i>Bosminopsis</i> sp.		8	12	12	8	48	32			44
<i>Chidorus</i> sp.			4		4					8
<i>Ceriodaphnia</i> sp.			16		32					
<i>Diaphanosoma</i> sp.					8	4	4			
<i>Macrothrix</i> sp.										
Daphnidae –Morf.1								4		
<i>Moina</i> sp.					4					
<b>Copepoda</b> /CYCLOPOIDA - Náuplio	24	8	8	8		8	24			32
Copepodito			4	4		12				
<i>Mesocyclops</i> sp.			4		4	4				
<i>Cyclops</i> sp.										
HARPACTICOIDA - Harpacticoida - sp1		4								
<b>INSECTA</b> - DIPTERA Chironomidae – Morfoesp.1					4					
CHELICERATA - Hydracarina - Morf. 1			4							
<b>Total ind/mL</b>	<b>380</b>	<b>100</b>	<b>195</b>	<b>76</b>	<b>288</b>	<b>320</b>	<b>208</b>	<b>108</b>	<b>48</b>	<b>264</b>
<b>Riqueza (S)</b>	<b>21</b>	<b>12</b>	<b>21</b>	<b>7</b>	<b>24</b>	<b>23</b>	<b>11</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>17</b>
<b>Índice de Diversidade de Shannon (H')</b>	<b>2,28</b>	<b>2,22</b>	<b>2,46</b>	<b>1,49</b>	<b>2,7</b>	<b>2,43</b>	<b>2,03</b>	<b>1,11</b>	<b>0,98</b>	<b>2,273</b>

Figura 13 – Total de indivíduos (ind.mL<sup>-1</sup>) dos diferentes taxons ou morfoespécies da comunidade zooplancônica nas amostras coletadas nos pontos: P1 (A, B, C) a montante; P2 (A, B, C) local de retirada de areia; P3 (A, B, C) a jusante; e P4, em 20 de março de 2020, rio Jacuí, Charqueadas, RS.

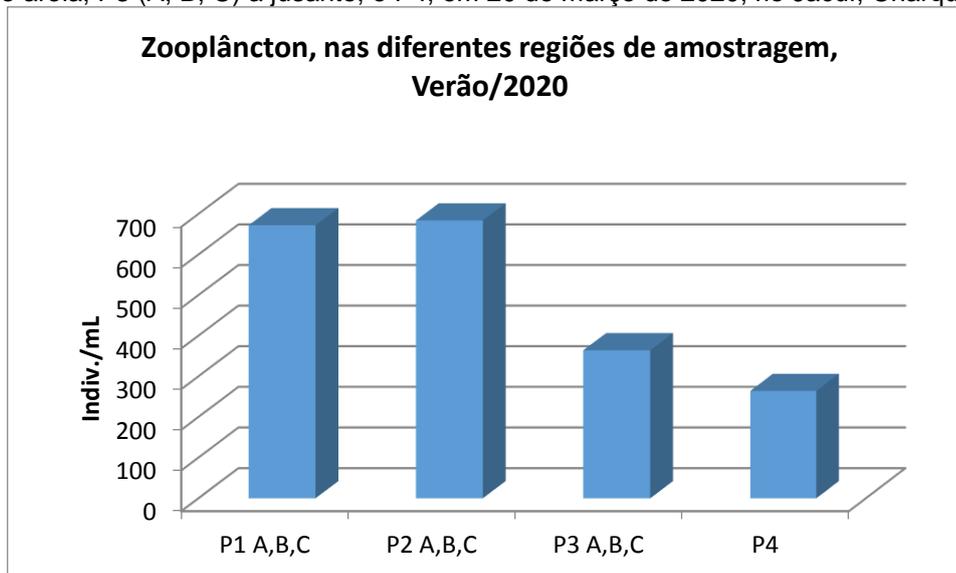


Figura 14 – Total de indivíduos (ind.mL<sup>-1</sup>) dos diferentes táxons ou morfoespécies da comunidade zooplancônica nas amostras coletadas nos pontos: P1A, P1B, P1C (a montante); P2A, P2B, P2C (local de retirada de areia); P3A, P3B, P3C (a jusante); e P4 (Carioca), em 20 de março de 2020, rio Jacuí, Charqueadas, RS.

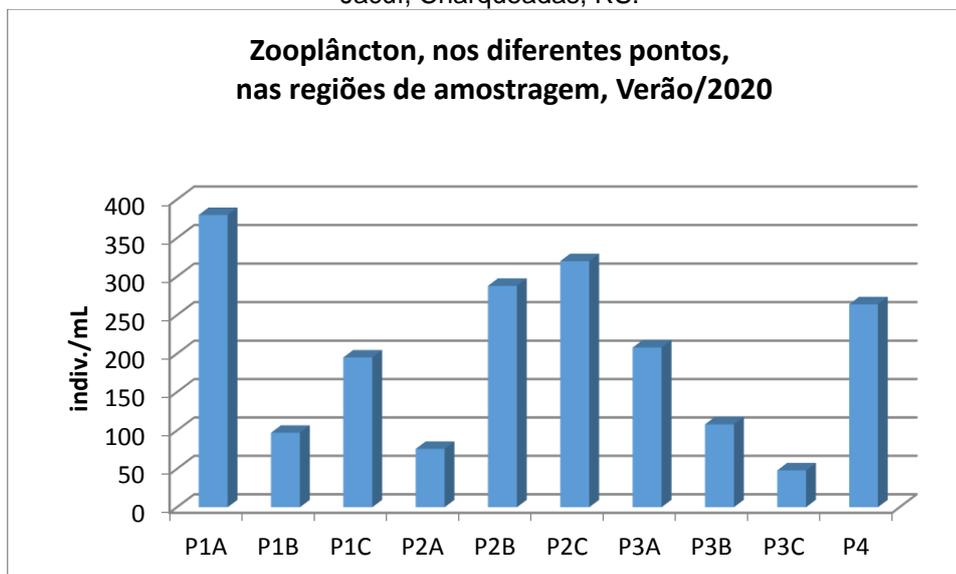


Figura 15 – Total de indivíduos (ind.mL<sup>-1</sup>) por grupo taxonômico - Filo da comunidade zooplanctônica nas amostras coletadas na região do ponto 1 (P1A, P1B, P1C), em 20 de março de 2020, rio Jacuí, Charqueadas, RS.

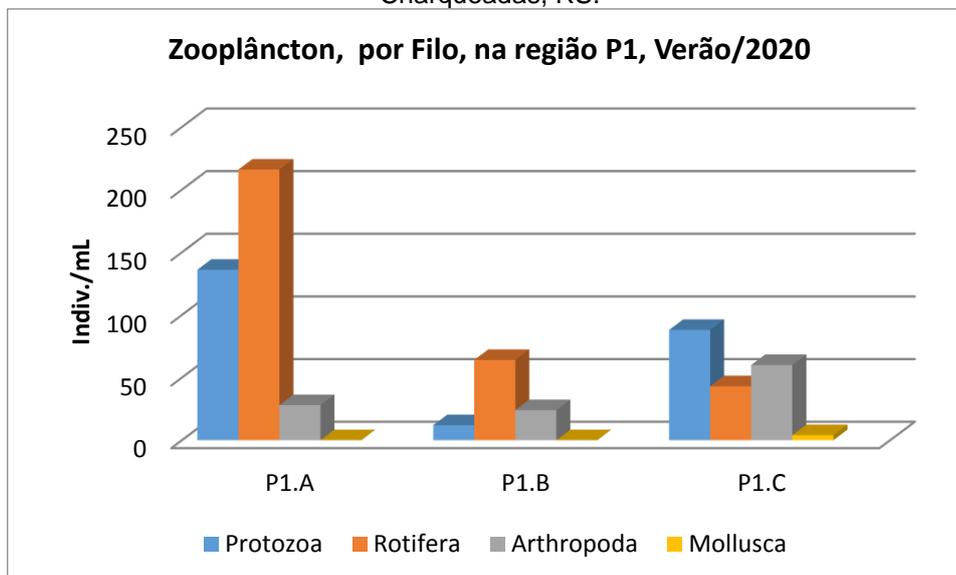


Figura 16 – Total de indivíduos (ind.mL<sup>-1</sup>) por grupo taxonômico - Filo da comunidade zooplanctônica nas amostras coletadas na região do ponto 2 (P2 A, P2B, P2C), em 20 de março de 2020, rio Jacuí, Charqueadas, RS.

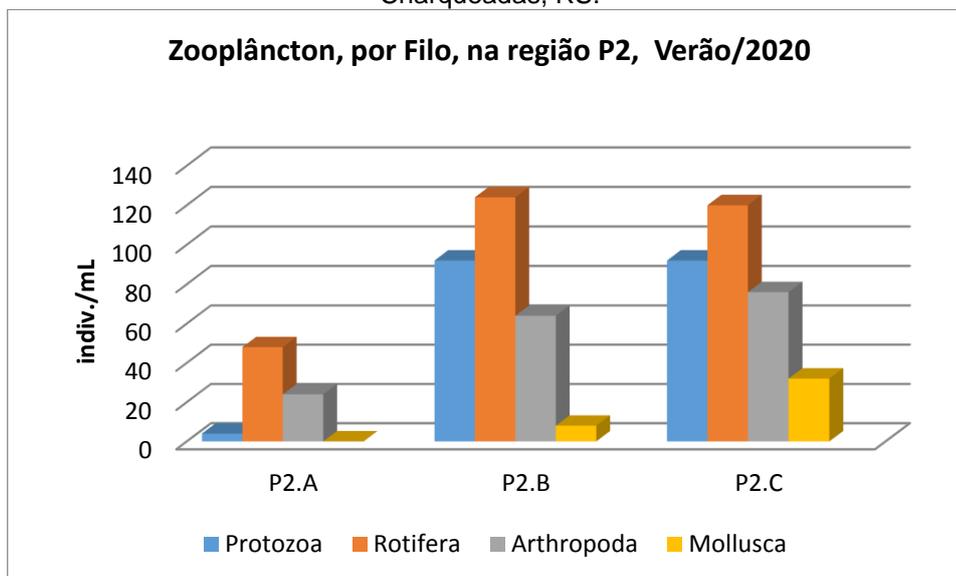
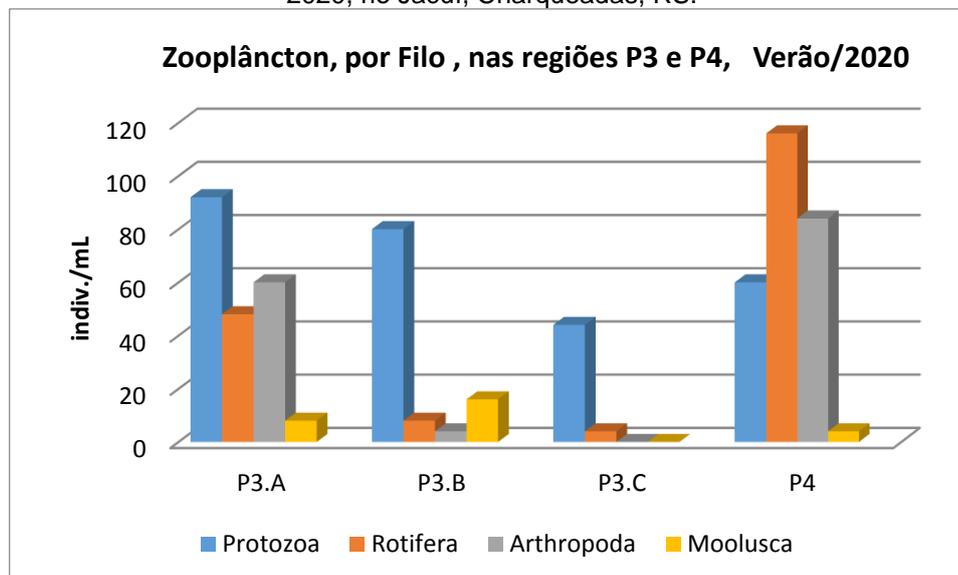


Figura 17 – Total de indivíduos (ind.mL<sup>-1</sup>) por grupo taxonômico - Filo da comunidade zooplânctônica nas amostras coletadas na região do ponto 3 (P3A, P3B, P3C) e ponto 4 (Carioca), em 20 março de 2020, rio Jacuí, Charqueadas, RS.



### 3.1.4 Bentos (Macroinvertebrados Bentônicos ou Comunidade Zoobentônica)

#### a) Com uso de Amostradores artificiais:

São apresentados os resultados qualitativos-quantitativos de macroinvertebrados bentônicos obtidos com o uso dos amostradores artificiais que foram mantidos submersos no rio Jacuí, de 20 de janeiro a 20 de março de 2020.

A análise das amostras dos pontos 1, 2 e 3 e subpontos A, B e C e ponto 4 totalizou sete amostradores, perfazendo uma perda de 30% na amostragem com o dispositivo. A perda se deu, provavelmente, pelo extravio ou ato depredatório humano indicado pela alta incidência de transeuntes na região no período do verão e como foi encontrado o fio no ambiente: aparentemente cortado.

A composição da comunidade bentônica registrada com o uso dos amostradores, no verão, foi constituída por 78 táxons ou morfoespécies distribuídos nos seguintes filos: Porifera, Cnidaria, Nematoda, Nemertinea, Annelida, Platyhelminthes, Mollusca, Arthropoda (Crustacea, Insecta e Chelicerata) e Bryozoa. São apresentados resultados qualitativos-quantitativos dos indivíduos por unidade amostral (u.a.), isto é, por amostrador artificial na Tabela 4.

Conforme constatado, o ponto 1 subponto B (P1B) foi o de maior densidade, com 184 ind. u.a.<sup>-1</sup>, seguido dos pontos P1C e P2B com 132 ind. mL<sup>-1</sup> cada. .A partir

do cálculo da média aritmética entre os resultados da avaliação entre as quatro regiões (P1, P2, P3 e P4) com amostradores, constata-se que a região 2 apresentou-se com maior densidade, considerando a única amostra, já que as 132 ind. u.a.<sup>-1</sup>, (Figura 18).

A riqueza variou de 11 a 31 táxons, sendo o amostrador do ponto P1A com menor valor e o do ponto P1C, com maior (Tabela 4).

Os índices de diversidade nos pontos amostrados variam de  $H' = 1,52$  a  $H' = 2,76$ . O ponto P1B apresentou-se com o menor valor, seguido do ponto P2B com  $H' = 2,04$ . O maior índice de diversidade de Shannow-Winner foi no P4 (Tabela 4).

A figura 18 mostra os resultados das densidades totais em cada um dos amostrados e respectivos pontos de amostragem.

As figuras 19-23 apresentam os resultados, por grupo taxonômico, dos amostradores e respectivas regiões de amostragem: montante, área de mineração e jusante.

Tabela 4 – Resultado da avaliação quali-quantitativa, por unidade amostral de invertebrados bentônicos nos amostradores artificiais coletados a montante (P1A; P1B; P1C), retirada de areia (P2A; P2B, P2C) e a jusante (P3A; P3B; P3C), submersos de 20/janeiro a 20/março de 2020 (Verão), rio Jacuí, Charqueadas, RS. NE (Não Encontrado).

FILO - CLASSE – ORDEM – FAMÍLIA – GÊNERO – ESPÉCIE /MORFOESPÉCIE	PONTOS AMOSTRAIS - Verão/20									
	P1			P2			P3			P4
	Montante			Área de Mineração			Jusante			
	unidade amostral			unidade amostral			unidade amostral			unidade amostral
	P1.A	P1.B	P1.C	P2.A	P2.B	P2.C	P3.A	P3.B	P3.C	P4
<b>PORIFERA</b> - Spongilidae- <i>Trochospongilla</i> sp.						1				2
Spongilidae- <i>Heteromeyenia</i> sp.										
Spongilidae- Morfoesp. 1						1		2		
<b>CNIDARIA</b> - Hydrozoa - <i>Hydra</i> sp.						1				
<b>NEMATODA</b> - Morfoesp. 1	3	10	1			2	1	2		5
<b>NEMERTINEA</b> - Morfoesp.1	1							1		
<b>PLATYHELMINTES</b> - Turbellaria - <i>Dugesia</i> sp.						1				1
Turbellaria- Morfoesp. 1						1				2
Tricladida - Morfoesp.1	1									
<b>ANNELIDA</b> - Oligochaeta - Naididae/Morf. 1			1	2		3		1		7
Morfoesp. 2								1		
Morfoesp. 3										1
Hirudinea / Glossiphonidae - Morf. 1			1	1						
Glossiphonidae - Morf.2								2		
Glossiphonidae - Morf.3										1
<b>MOLLUSCA</b> - <b>Bivalvia</b> - <i>Limnoperna fortunei</i>	5	102	55			3	11	7		12
Sphaeriidae- <i>Psidium</i> sp.										2
<i>Corbiculla fluminea</i>			2			1				
<b>Gastropoda</b> - <i>Chilina</i> sp.							1			

FILO - CLASSE – ORDEM – FAMÍLIA – GÊNERO – ESPÉCIE /MORFOESPÉCIE	PONTOS AMOSTRAIS - Verão/20									
	P1			P2			P3			P4
	Montante			Área de Mineração			Jusante			
	unidade amostral			unidade amostral			unidade amostral			unidade amostral
	P1.A	P1.B	P1.C	P2.A	P2.B	P2.C	P3.A	P3.B	P3.C	P4
<i>Heleobia</i> sp. 1	2	37	6		72		1	30		2
<i>Heleobia</i> sp. 2			7							
<i>Gundlachhia</i> sp.	2	11			3		1	1		1
<i>Burnupia</i> sp.			10		2		1	1		
<i>Ferressia</i> sp.										
<i>Biomphalaria</i> sp.			2							
<i>Asolene</i> sp.		2	1					1		
<i>Potamolithus</i> sp. 1	5	2	15		11		2	4		3
<i>Potamolithus</i> sp. 2					2					
Lymnaeidae - Morfoesp. 1			1							
Physidae - Morfoesp. 1										
<b>ARTHROPODA - CRUSTACEA</b>										
<b>Cladocera</b> - Chidoridae - Morf. Sp 1	1		3		1		1			
<i>Ilyocryptus</i> sp.					1		11			
<i>Macrothrix</i> sp.										
<i>Moina</i> sp.			1		2					
<i>Camptocercus</i> sp.					1		1			
<b>Copepoda</b> – Cyclopoida Cyclopidae – Morf. 1		2	1		3			1		2
Copepodito			1		1					
<i>Tropocyclops</i> sp.								2		
<i>Macrocyclops</i> sp.		8					3			
<i>Mesocyclops</i> sp.	11	2			4			2		1

FILO - CLASSE – ORDEM – FAMÍLIA – GÊNERO – ESPÉCIE /MORFOESPÉCIE	PONTOS AMOSTRAIS - Verão/20									
	P1			P2			P3			P4
	Montante			Área de Mineração			Jusante			
	unidade amostral			unidade amostral			unidade amostral			unidade amostral
	P1.A	P1.B	P1.C	P2.A	P2.B	P2.C	P3.A	P3.B	P3.C	P4
Harpaticoida - Morfoesp. 1							1			
<b>Podocopida</b> - Cyprididae – Morfoesp. 1										
<i>Darwinula</i> sp.			6							2
<i>Chlamidotecca</i> sp.					1			1		2
<i>Cytheridella</i> sp.			2							
<i>Stenocypris</i> sp.							1			
<b>Conchostraca</b> - Morfoesp. 1			1					1		
<b>Amphipoda</b> - - Morfoesp.1					1					
<b>ARTHROPODA - INSECTA</b>										
<b>Ephemeroptera</b> - Baetidae – Morfoesp. 1			1					1		1
Baetidae – Morfoesp. 2					1					
Caenidae - Morfoesp. 1					1					
Leptophlebiidae – Morfoesp. 1										
Leptohyphidae - Morfoesp. 1										
<b>Odonata</b> - Calopterigidae - Morfoesp.1										
Gomphidae - <i>Aphylla</i> sp.										
Libellulidae - Morfoesp. 1							1			
<b>Trichoptera</b> - Polycentropodidae – Morf. 1			1		1		3			
Polycentropodidae – Morf. 2			2				1			2
Calamoceratidae - Morf.1										
Glossosomatidae - Morf.1			2							
Limnephilidae - Morf.1			1		1					

FILO - CLASSE – ORDEM – FAMÍLIA – GÊNERO – ESPÉCIE /MORFOESPÉCIE	PONTOS AMOSTRAIS - Verão/20									
	P1			P2			P3			P4
	Montante			Área de Mineração			Jusante			
	unidade amostral			unidade amostral			unidade amostral			unidade amostral
	P1.A	P1.B	P1.C	P2.A	P2.B	P2.C	P3.A	P3.B	P3.C	P4
Helicopsichidae - Morf. 1										1
<b>Coleoptera</b> - Elmidae - Morf.1								1		2
<b>Hemiptera</b> - Pleidae - Morf. 1										
<b>Diptera</b> - Chironomidae – Morf. 1	1	2	1		8		1			2
Chironomidae - Morf. 2		1						1		1
Chironomidae - Morf. 3										
<i>Chironomus</i> sp.								1		
Culicidae - Morf. 1										
Tabanidae – Morf. 1								1		
Centropogonidae - Morfoesp.1										
Thaumaleidae - Morfoesp. 1					1					
<b>Colembola</b> - Morfoesp. 1	1	1	1		1					
<b>ARTHROPODA - Chelicerata</b>										
Hydracarina- Morfoesp. 1			1				1			
Hydracarina- Morfoesp. 2			2							
Hydracarina- Morfoesp. 3										
Oribatida - Morf. 1										
<b>BRYOZOA</b> - Ectoprocta - Morfoesp.1			1							
<b>Indivíduos por unidade amostral</b>	<b>33</b>	<b>184</b>	<b>132</b>	<b>NE</b>	<b>132</b>	<b>NE</b>	<b>43</b>	<b>65</b>	<b>NE</b>	<b>55</b>
<b>Número de táxons (Riqueza)</b>	<b>11</b>	<b>15</b>	<b>31</b>	<b>NE</b>	<b>29</b>	<b>NE</b>	<b>18</b>	<b>22</b>	<b>NE</b>	<b>22</b>
<b>Índice Diversidade (H')</b>	<b>2,03</b>	<b>1,52</b>	<b>2,38</b>	<b>NE</b>	<b>2,04</b>	<b>NE</b>	<b>2,35</b>	<b>2,2</b>	<b>NE</b>	<b>2,76</b>

Figura 18 – Total de indivíduos (ind.u.a.<sup>-1</sup>) e média dos diferentes taxons ou morfoespécies da comunidade zoobentônica nos amostradores artificiais por região: P1 (A, B, C) a montante; ponto P2 (A, B, C) local de retirada de areia e ponto P3 (A, B, C) a jusante. Amostradores submersos de 20/janeiro a 20 de março de 2020, rio Jacuí, Charqueadas, RS.

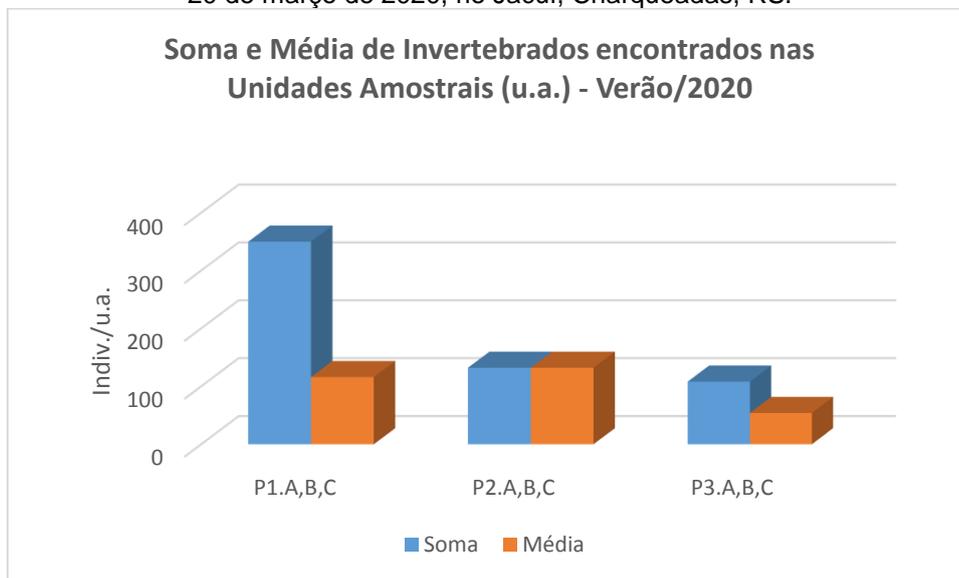


Figura 19 – Total de indivíduos (ind.u.a.<sup>-1</sup>) dos diferentes taxons ou morfoespécies da comunidade zoobentônica nas amostras coletadas P1A, P1B, P1C (a montante); P2A, P2B, P2C (local de retirada de areia) e P3A, P3B, P3C (a jusante), amostradores submersos de 20/janeiro a 20/março de 2020, rio Jacuí, Charqueadas, RS.

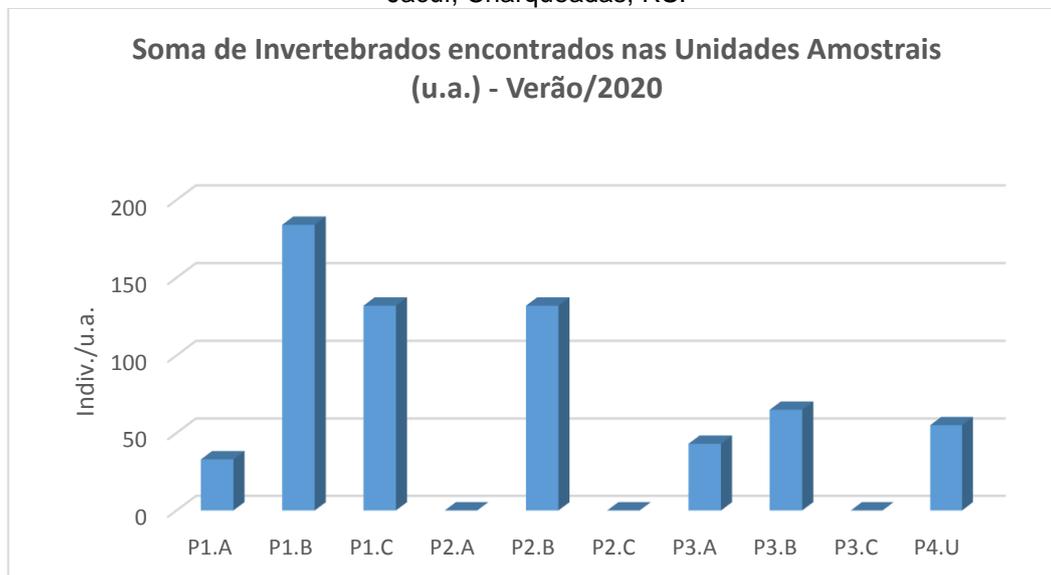


Figura 20 – Total de indivíduos (ind.u.a.<sup>-1</sup>) por grupo taxonômico (Filo) da comunidade zoobentônica coletada nas diferentes regiões dos pontos de amostragem (P1 A,B,C, P2A,B,C P3A,B,C), com amostradores submersos de 20/janeiro a 20/março de 2020, rio Jacuí, Charqueadas, RS.

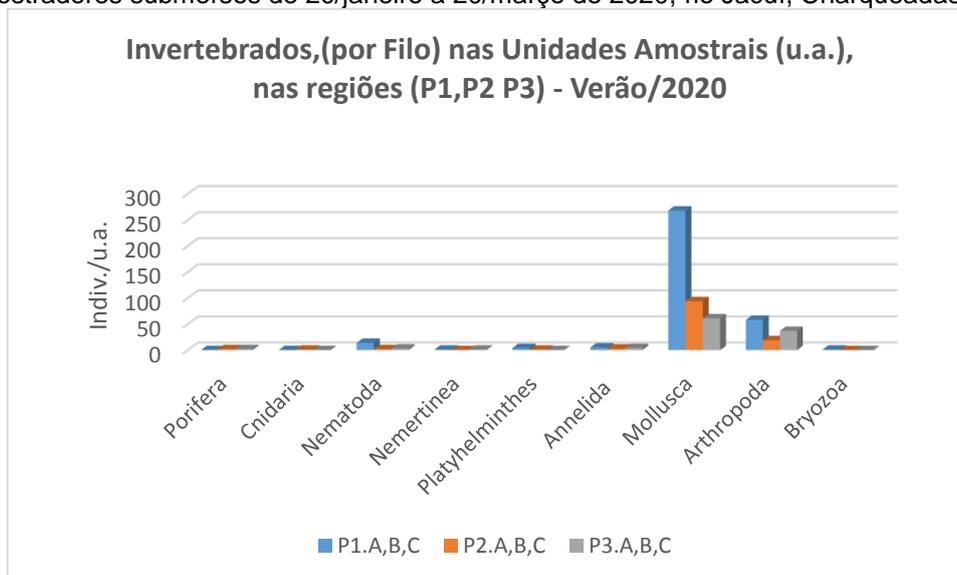


Figura 21 – Total de indivíduos (ind.u.a.<sup>-1</sup>) por grupo taxonômico (Filo) da comunidade zoobentônica coletada na região do ponto 1 (P1 A, P1B, P1C), com amostradores submersos de 20/janeiro a 20/março de 2020, rio Jacuí, Charqueadas, RS.

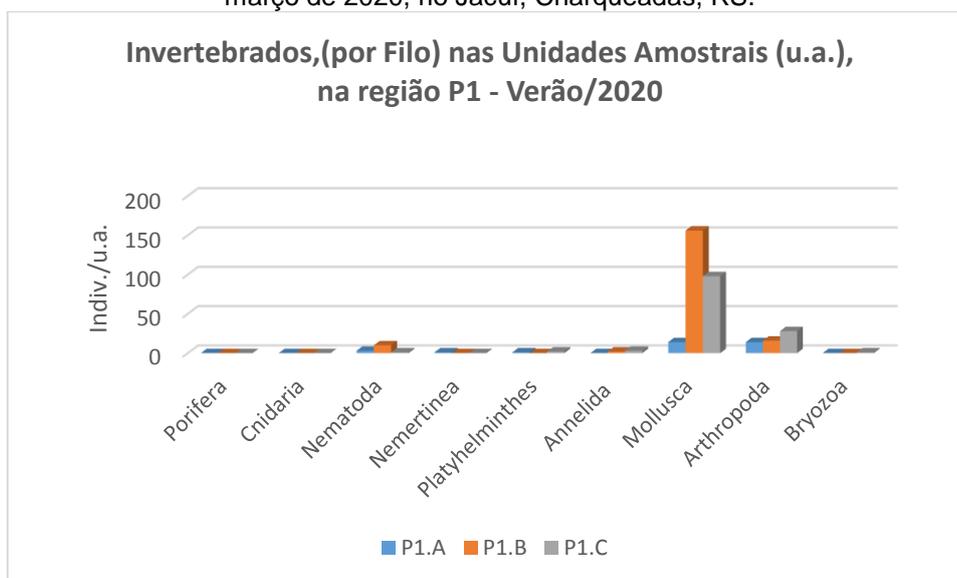


Figura 22 – Total de indivíduos (ind.u.a.<sup>-1</sup>) por grupo taxonômico (Filo) da comunidade zoobentônica coletada na região do ponto 2 (P2 A, P2B, P2C), com amostradores submersos de 20/janeiro a 20/março de 2020, rio Jacuí, Charqueadas, RS.

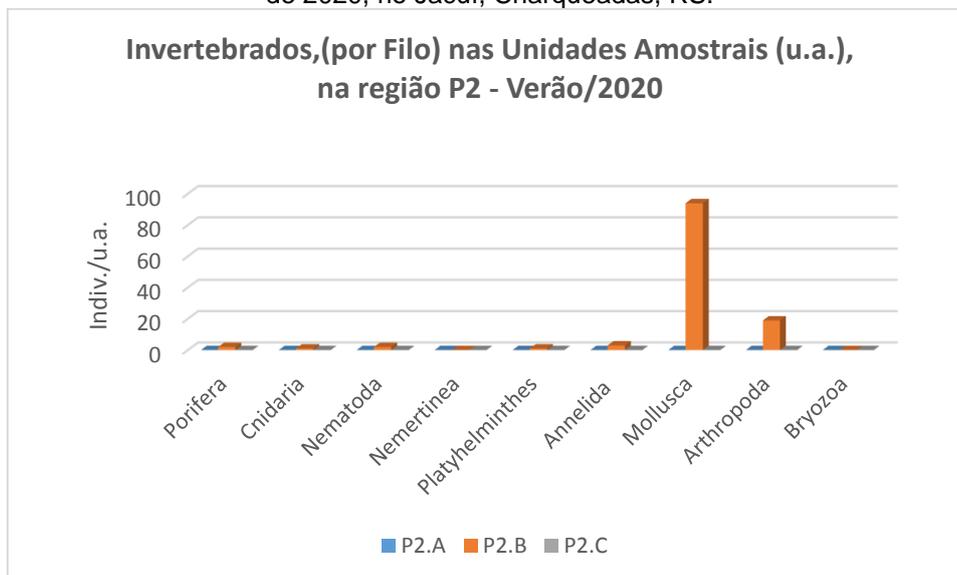
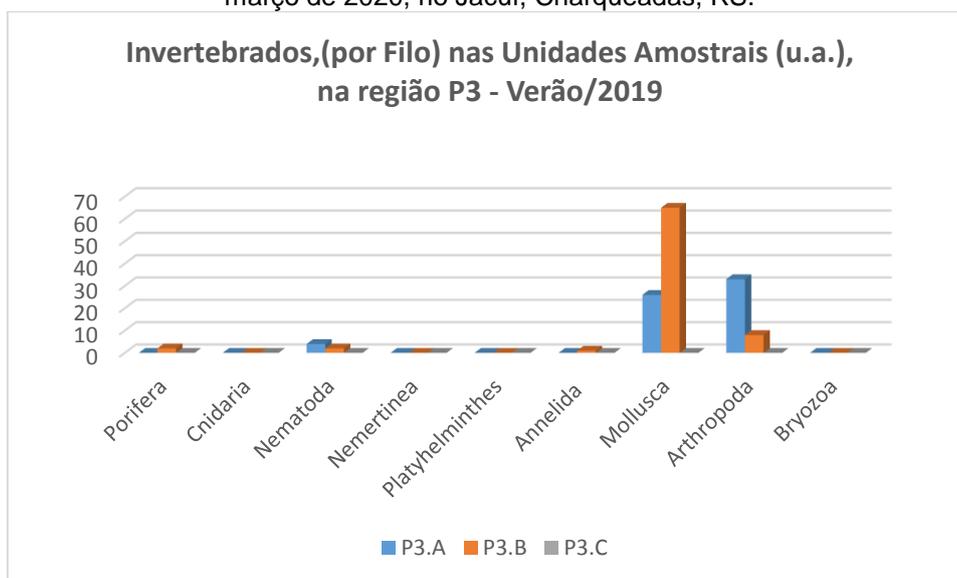


Figura 23 – Total de indivíduos (ind.u.a.<sup>-1</sup>) por grupo taxonômico (Filo) da comunidade zoobentônica coletada na região do ponto 3 (P3 A, P3B, P3C), com amostradores submersos de 18 de janeiro a 15 de março de 2020, rio Jacuí, Charqueadas, RS.



**b) Macroinvertebrados em sedimento:**

Quanto à análise de macroinvertebrados bentônicos no sedimento, constatou-se a presença de organismos nas amostras avaliadas dos seguintes filos: Nematoda, Annelida, Mollusca e Arthropoda (Crustacea, Insecta e Chelicerata). As densidades variaram de 4 a 27 ind.kg<sup>-1</sup>, sendo o ponto P2C com menor valor e o P1B o de maior densidade (Tabela 5).

A riqueza variou de dois a seis táxons, sendo os pontos P1B, P2B e P3A com os de menor valor e o ponto P2A, com maior.

Os índices de diversidade nos pontos amostrados variaram de  $H'=0,26$  a  $H'=1,68$ . O ponto P1B apresentou o menor valor, e o ponto P2A, o maior índice de diversidade de Shannon.

Confirma-se o destaque do mexilhão-dourado *Limnoperna fortunei* pela elevada frequência nas amostras avaliadas, estando presentes em todas as quatro regiões: P1 (montante), P2 (área de mineração) e P3 (jusante) e P4. Foram observados em grandes aglomerações nos pontos da região P1, como registrado no anexo do presente relatório. Em laboratório, se constatou fragmentos de conchas, principalmente do referido mitilídeo nos sedimentos avaliados, indicando que o mexilhão dourado faz parte da dieta, provavelmente, de peixes, conforme já constatado e já referido em relatórios anteriores, além de mamíferos como lontras. Esse bivalve invasor tem sido largamente encontrado, na região hidrográfica do Guaíba, desde o início da década de 2000, aí incluído o rio Jacuí, quando foi introduzido por navios cargueiros pelo rio da Prata, na Argentina. Além desses registros, foram encontrados bivalves *Corbicula* spp.

A figura 24 mostra os resultados das densidades totais, em cada um dos pontos avaliados. As figuras de 25 a 27 mostram as densidades totais, por grupo taxonômico nas diferentes regiões amostradas.

Tabela 5 – Resultados da avaliação quali-quantitativa de invertebrados bentônicos nos sedimentos coletados a montante (P1A; P1B; P1C), retirada de areia (P2A; P2B, P2C), a jusante (P3A; P3B; P3C) e ilha do Carioca (P4), em 20 de março de 2020, rio Jacuí, Charqueadas, RS.

FILO - CLASSE – ORDEM – FAMÍLIA GÊNERO –ESPÉCIE – MORFOESPÉCIE	PONTOS AMOSTRAIS - Verão/2020									
	P1 Montante ind./kg			P2 Área de Mineração ind./kg			P3 Jusante ind./kg			P4 I.Carioca Ind./kg
	P1.A	P1.B	P1.C	P2.A	P2.B	P2.C	P3.A	P3.B	P3.C	P4
<b>NEMATODA</b> - Morfoesp. 1	1		1			3				
<b>ANNELIDA</b> -Oligochaeta - Morfoesp. 1		2	2							
Oligochaeta - Naididae - Morfoesp. 1				2	1	1				3
<b>MOLLUSCA</b>										
<b>Gastropoda</b> - Lithoglyphidae - <i>Potamolithus</i> sp.			1	1			5	1	2	2
Cochliopidae - <i>Heleobia</i> sp.										1
Ampullariade - <i>Pomacea</i> sp.					1					
<b>Bivalvia</b> - Corbiculidae - <i>Corbicula fluminea</i>				1						
Sphaeriidae - <i>Psidium</i> sp.			1						1	1
Mytilidae - <i>Limnoperna fortunei</i>	4	25	6	3			1	4	7	5
<b>ARTHROPODA</b>										
<b>Crustacea</b> - Podocopida - <i>Chlamidoteca</i> sp.								2		
Podocopida - Morfoesp. 1	1			1						
<b>Insecta</b> - Diptera - Chironomidae - Morfoesp.1					1					1
Chironomidae - <i>Chidorus</i> sp.			1							3
<b>Chelicerata</b> - Hydracarina - Morfoesp.1				1	2			1		
<b>Indivíduos por kg de sedimento amostrado</b>	<b>6</b>	<b>27</b>	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>14</b>	<b>12</b>
<b>Número de táxons (Riqueza)</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
<b>Índice Diversidade (H')</b>	<b>0,8676</b>	<b>0,2641</b>	<b>1,474</b>	<b>1,677</b>	<b>1,332</b>	<b>0,5623</b>	<b>0,4506</b>	<b>1,213</b>	<b>1,332</b>	<b>1,424</b>

Figura 24 – Total de indivíduos (ind.kg.<sup>-1</sup>) dos diferentes taxons ou morfoespécies da comunidade zoobentônica nas amostras de sedimento coletadas em P1A, P1B, P1C (a montante); P2A, P2B, P2C (local de retirada de areia); P3A, P3B, P3C (a jusante); e P4 (Carioca), em 20 de março de 2020, rio Jacuí, Charqueadas, RS.

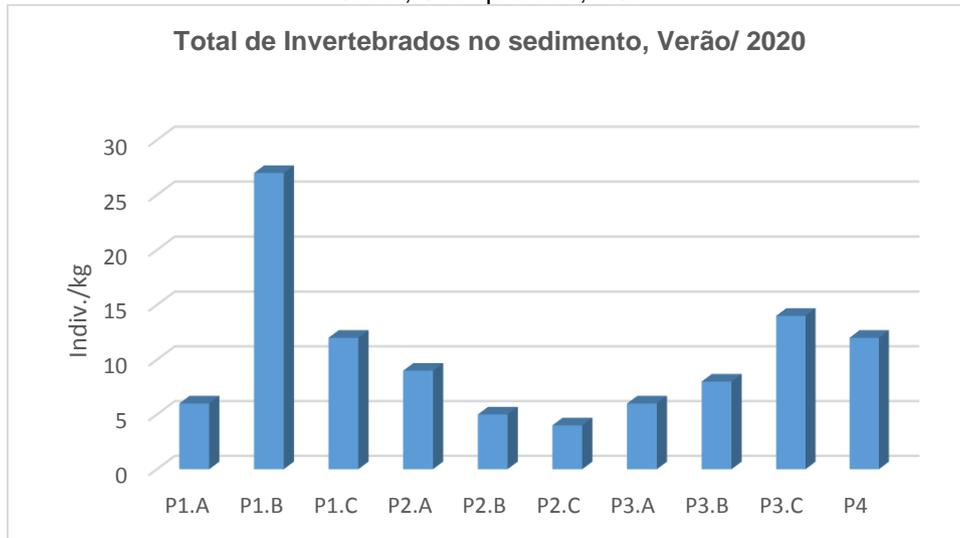


Figura 25 – Total de indivíduos (ind. kg.<sup>-1</sup>) por grupo taxonômico (Filo) da comunidade zoobentônica no sedimento coletado na região do ponto 1 (P1A, P1B, P1C), em 20 de março de 2020, rio Jacuí, Charqueadas, RS.

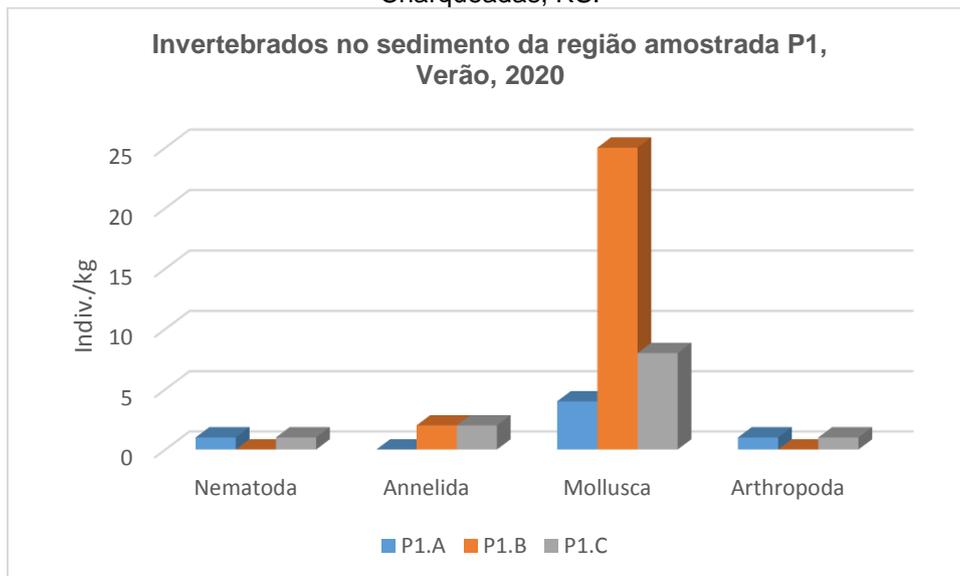


Figura 26 – Total de indivíduos (ind. kg<sup>-1</sup>) por grupo taxonômico (Filo) da comunidade zoobentônica no sedimento coletado na região do ponto 2 (P2A, P2B, P2C), em 20 de março de 2020, rio Jacuí, Charqueadas, RS.

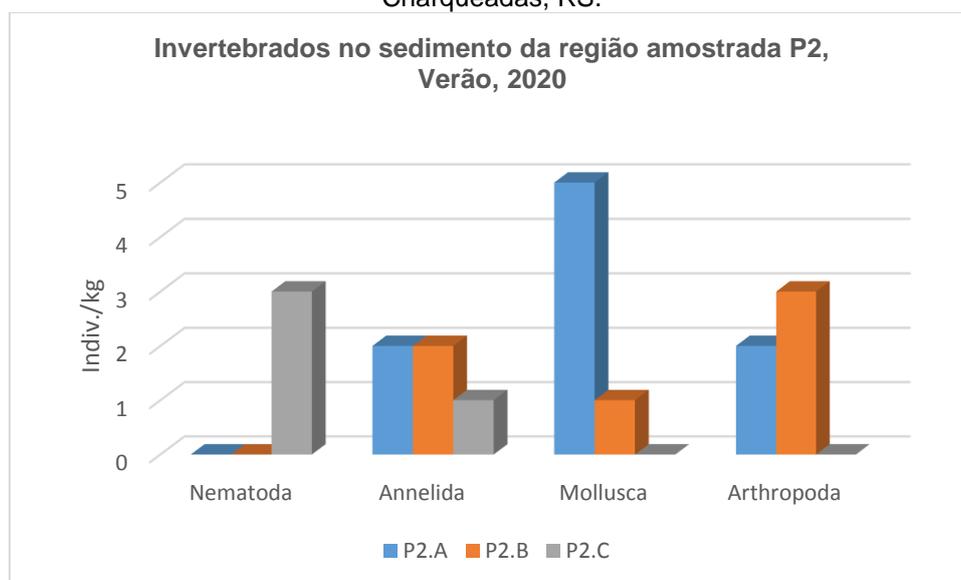
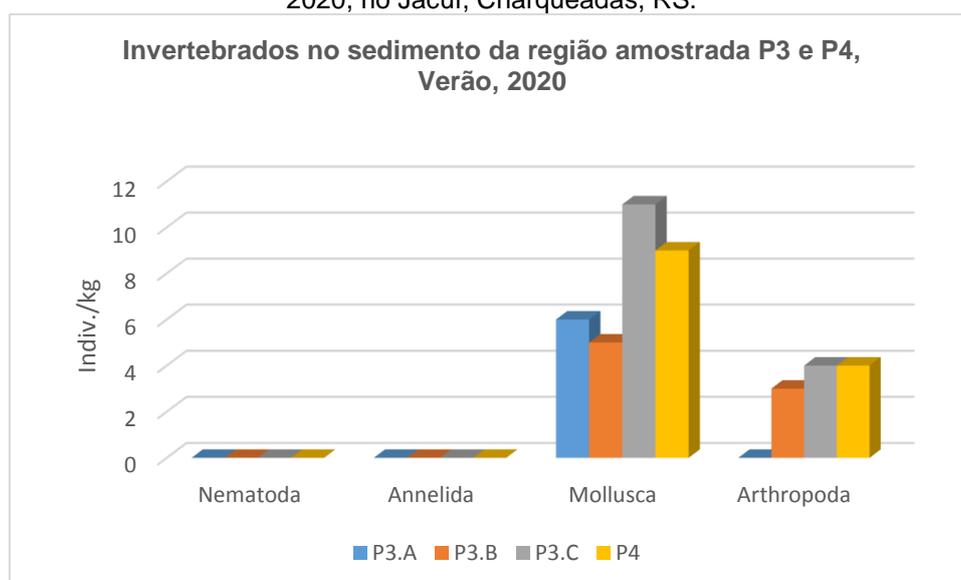


Figura 27 – Total de indivíduos (ind. kg<sup>-1</sup>) por grupo taxonômico (Filo) da comunidade zoobentônica no sedimento coletado na região do ponto 3 (P3A, P3B, P3C) e ponto 4 (P4), em 20 de março de 2020, rio Jacuí, Charqueadas, RS.



### c) **Macroinvertebrados em Macrófita – *Eichhornia azurea*:**

Os resultados das análises de *Eichhornia azurea* (macrófita) como substrato para avaliação qualitativa da comunidade zoobentônica estão apresentados no final do relatório, onde são mostradas as duas campanhas sazonais avaliadas (Verão e Inverno) de 2020.

## 3.2. CAMPANHA DE SETEMBRO DE 2020 - INVERNO

### 3.2.1 Fitoplâncton

Como resultado da análise quantitativa, a composição da comunidade fitoplanctônica esteve constituída, na 2ª coleta (inverno) por 55 espécies divididas entre os grupos como Cryptophyceae, Chrysophyceae e Zignematophyceae.

A tabela 6 mostra os resultados qualitativos e quantitativos do fitoplâncton registrados no inverno de 2020.

As figuras 28, 29, 30 e 31 mostram os resultados das densidades de diferentes grupos de fitoplâncton por região (P1, P2, P3 e P4) de amostragens e seus sub pontos na amostragem de inverno de 2020.

Figura 28 – Percentual (%) de indivíduos das diferentes classes de algas observados nas amostras analisadas coletadas a montante (Ponto 1A, 1B, 1C) no período de setembro de 2020 no Rio Jacuí, RS.

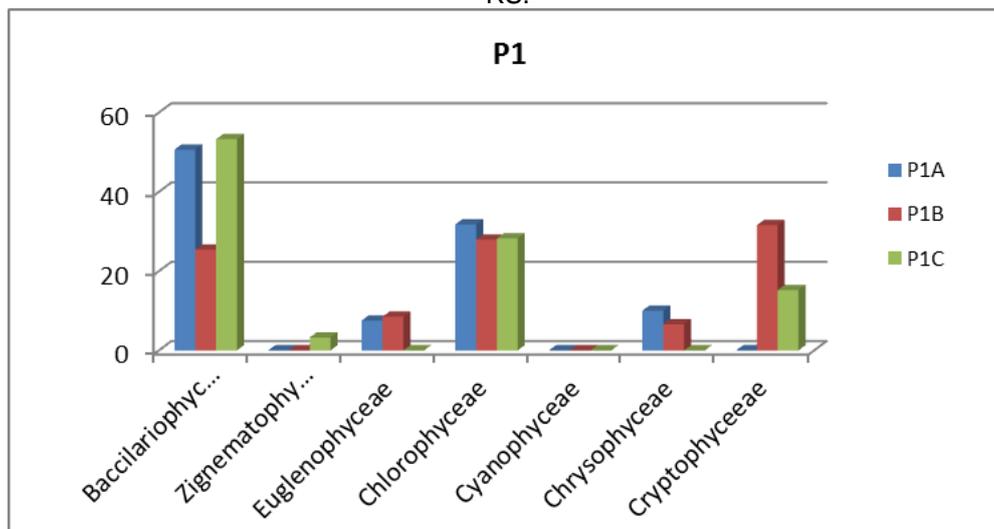


Figura 29 – Percentual (%) de indivíduos das diferentes classes de algas observados nas amostras analisadas coletadas no local de retirada de areia (Ponto 2A, 2B, 2C) no período de setembro de 2020 no Rio Jacuí, RS.

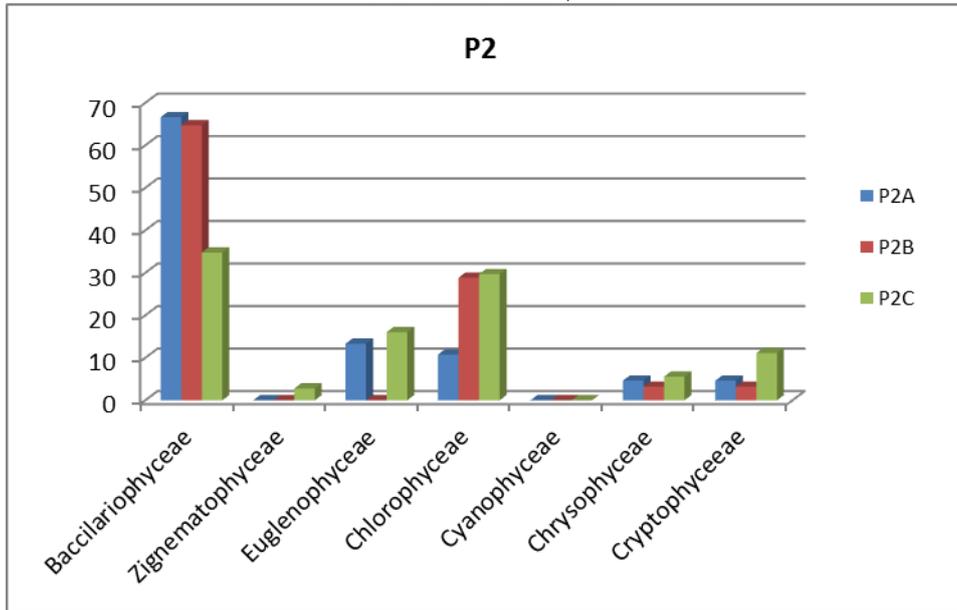


Figura 30 – Percentual (%) de indivíduos das diferentes classes de algas observados nas amostras analisadas coletadas a jusante (Ponto 3A, 3B, 3C) no período de setembro de 2020 no Rio Jacuí, RS

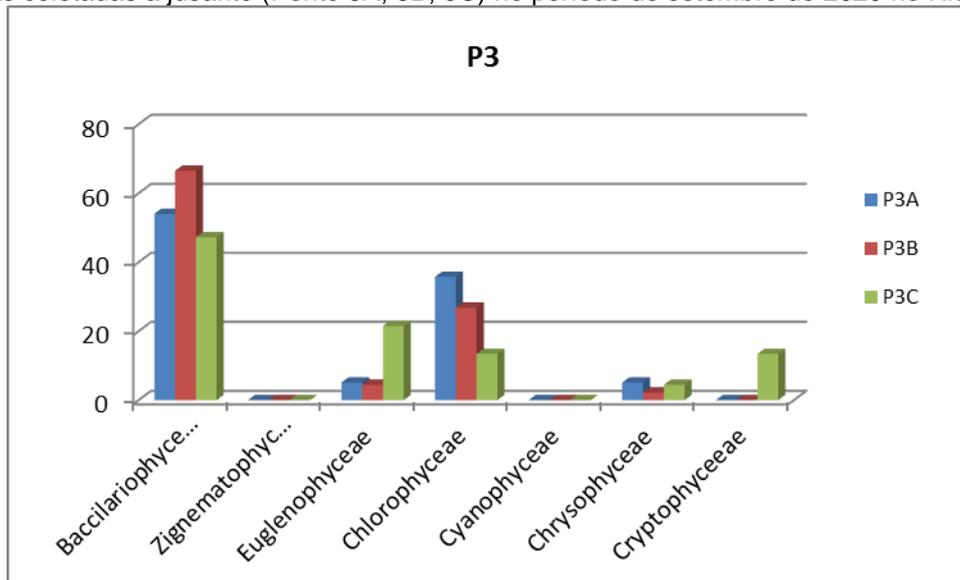


Figura 31 – Percentual (%) de indivíduos das diferentes classes de algas observados na amostra analisada coletada no Ponto 4 no período de setembro de 2020 no Rio Jacuí, RS

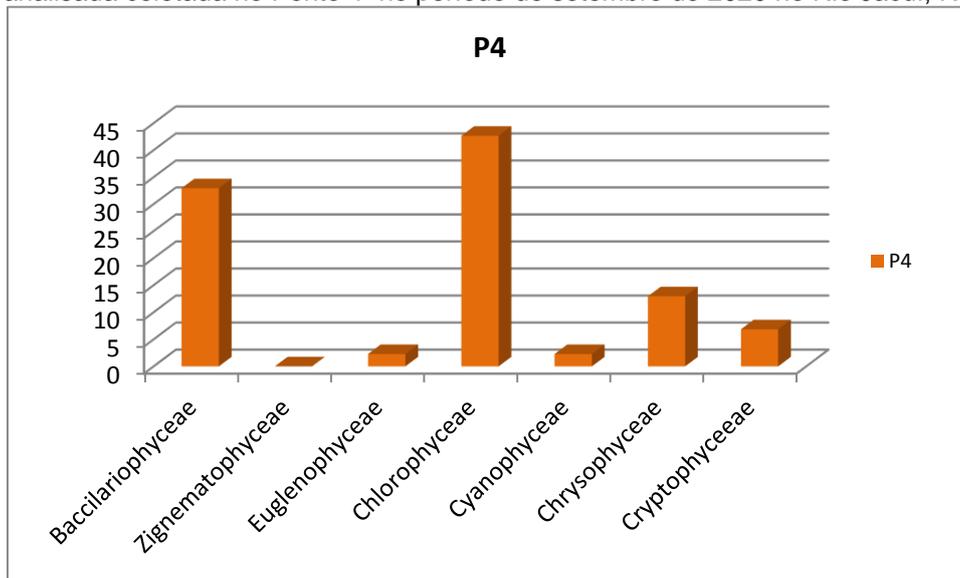


Tabela 6 – Lista das espécies de algas fitoplanctônicas (ind/mL), dos diferentes grupos de algas observados nas amostras coletadas nos pontos: P1 (A, B, C) a montante; ponto P2 (A, B, C) local de retirada de areia e ponto P3 (A, B, C) a jusante, em 25 de setembro de 2020 no Rio Jacuí, RS. (\* abundantes e \*\*dominantes).

Táxons	P1A	P1B	P1C	P2A	P2B	P2C	P3A	P3B	P3C	P4
<b>Baccillariophyceae</b>										
<i>Amphipleura lindheimeri</i>							3			
<i>Aulacoseira distans</i>	9		12				6	12		9
<i>Aulacoseira granulata</i>	12	12	3	17			12			
<i>Aulacoseira granulata</i> var <i>angustissima</i>							14	9		
<i>Cocconeis placentula</i>	3				9					
<i>Cyclotella meneghiniana</i>			6					26	12	
<i>Encyonema mesianum</i>	6									
<i>Encyonema minutum</i>				3				6		
<i>Eunotia</i> sp										3
<i>Gomphonema augur</i>	3			3	14			3		
<i>Gomphonema parvulum</i>						9				
<i>Gomphonema</i> sp1		3								
<i>Gomphonema</i> sp2 (vista lateral)							6			
<i>Gomphonema</i> sp3 (vista lateral)								3		
<i>Melosira varians</i>	9									
<i>Navicula</i> cf <i>cryptocephala</i>				6						
<i>Navicula</i> sp1		3		6						
<i>Nitzschia acicularis</i>		6						6	6	
<i>Nitzschia clausii</i>				6	9					
<i>Nitzschia</i> cf <i>intermedia</i>	3									
<i>Nitzschia palea</i>	17	9	23	29	23	17	23	17	14	12
<i>Nitzschia</i> sp1				3	6			3		14
<i>Pinnularia</i> sp2								3		
<i>Selaphora pupula</i>										3

<i>Surirella angusta</i>		3				12				
<i>Synedra acus</i>					12					
Diatomácea penada 1										3
Diatomácea penada 2			6							
Diatomácea penada 3 (vista lateral)					3				3	
<b>Total</b>	<b>61</b>	<b>35</b>	<b>49</b>	<b>87</b>	<b>61</b>	<b>37</b>	<b>63</b>	<b>89</b>	<b>32</b>	<b>43</b>
<b>Euglenophyceae</b>										
<i>Euglena</i> sp (metabolia)	9	6		3		6				
<i>Phacus hamatus</i>		3						6		
<i>Strombomonas</i> sp						3				
<i>Trachelomonas intermedia</i>		3				9				3
<i>Trachelomonas oblonga</i>				9					6	
<i>Trachelomonas volvocina</i>							6		9	
<i>Trachelomonas</i> sp				6						
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>14</b>	<b>3</b>
<b>Cryptophyceae</b>										
<i>Cryptomonas</i> cf <i>brasiliensis</i>		43	14	6	3	12				9
<i>Cryptomonas</i> cf <i>erosa</i>									9	
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>43</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>9</b>
<b>Chlorophyceae</b>										
<i>Ankistrodesmus fusiformes</i>						12				
<i>Desmodesmus bicaudatus</i>		9								
<i>Desmodesmus maximus</i>							9	3		6
<i>Desmodesmus quadricauda</i>	20						9			12
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>										
<i>Monoraphidium contortum</i>	12	20	20		12	23	9			23
<i>Monoraphidium irregulare</i>									9	
<i>Scenedesmus ecornis</i>	3		6		3	3	3	12		
<i>Scenedesmus intermedius</i> var <i>acaudatus</i>						3				
<i>Scenedesmus linearis</i>							6	12		
<i>Scenedesmus obtusus</i>										3
<i>Scenedesmus</i> cf <i>spinus</i>	3	3				3				12
<i>Stauridium tetras</i>		6					6			
<i>Tetrastrum triangulare</i>				14				9		

<b>Total</b>	<b>38</b>	<b>38</b>	<b>26</b>	<b>14</b>	<b>27</b>	<b>32</b>	<b>42</b>	<b>36</b>	<b>9</b>	<b>56</b>
<b>Chrysophyceae</b>										
<i>Kephyrion</i> sp	12	9		6	3	6	6	3	3	17
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>17</b>
<b>Cyanophyceae</b>										
<i>Merismopedia tenuissima</i>										3
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>3</b>								
<b>Zignematophyceae</b>										
<i>Closterium</i> sp			3			3				
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Densidade Total (ind/ml)</b>	<b>68</b>	<b>65</b>	<b>38</b>	<b>40</b>	<b>36</b>	<b>59</b>	<b>69</b>	<b>75</b>	<b>15</b>	<b>111</b>
<b>Riqueza</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>9</b>	<b>16</b>	<b>10</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>17</b>	<b>9</b>	<b>15</b>
<b>Shannon_H</b>	<b>2,4</b>	<b>2,3</b>	<b>2,0</b>	<b>2,5</b>	<b>2,1</b>	<b>2,3</b>	<b>2,5</b>	<b>2,6</b>	<b>2,0</b>	<b>2,5</b>
<b>Equitability_J</b>	<b>0,9</b>	<b>0,8</b>	<b>0,9</b>	<b>0,9</b>	<b>0,9</b>	<b>0,9</b>	<b>0,9</b>	<b>0,9</b>	<b>1,0</b>	<b>0,9</b>

### 3.2.2 Perifiton

A tabela 7 mostra os resultados da análise de perifiton obtida no inverno de 2020.

**Tabela 7** – Lista das espécies de algas perifíticas (ind/mL), observadas nas amostras obtidas dos amostradores colocados nos pontos P1 a montante, P2 local de retirada de areia e ponto P3 a jusante, na coleta de inverno de 2020, Rio Jacuí, RS.

Táxons	Perifiton 1	Perifiton 2
	Ind/mL	
<b>Baccilariophyceae</b>		
<i>Achnanthes</i> sp	305	461
<i>Aulacoseira granulata</i>	8	
<i>Capartogramma crucicola</i>		48
<i>Cocconeis placentula</i>	74	58
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	41	
<i>Encyonema mesianum</i>	16	
<i>Encyonema minutum</i>	41	10
<i>Eunotia</i> sp1		125
<i>Eunotia</i> sp2 (cadeia)	107	106
<i>Eunotia</i> sp3	8	38
<i>Gomphonema augur</i>	272	
<i>Gomphonema parvulum</i>	74	10
<i>Gomphonema</i> sp3 (vista lateral)	25	
<i>Gomphonema</i> sp4		10
<i>Navicula</i> cf <i>cryptocephala</i>	8	10
<i>Nitzschia acicularis</i>		19
<i>Nitzschia</i> cf <i>intermedia</i>	8	
Complexo <i>Nitzschia palea</i>	91	19
<i>Nitzschia</i> sp1	16	
<i>Pinnularia</i> cf <i>braunii</i>		10
<i>Pinnularia</i> sp1	8	
<i>Planothidium frequentissimum</i>		29
<i>Synedra acus</i>	25	
Diatomácea penada 2		38
Diatomácea penada 3 (vista lateral)	124	260
<b>Total</b>	<b>1252</b>	<b>1249</b>
<b>Chlorophyceae</b>		
<i>Desmodesmus quadricauda</i>		10
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	8	
<i>Monoraphidium contortum</i>	25	
<i>Scenedesmus linearis</i>	16	10
<b>Total</b>	<b>49</b>	<b>20</b>
<b>Densidade Total (ind/ml)</b>	<b>2554</b>	<b>2519</b>
<b>Riqueza</b>	<b>21</b>	<b>18</b>

### 3.2.3 Zooplâncton

Como resultado da análise quali-quantitativa das 10 amostras obtidas em 25 de setembro de 2020, a composição da comunidade zooplanctônica esteve constituída de 60 diferentes táxons (espécies ou morfoespécies) distribuídos nos seguintes filos: Protozoa, Rotifera, Mollusca e Arthropoda (Crustacea, Insecta e Chelicerata) (Tabela 8).

A densidade variou de 36 a 200 ind. mL<sup>-1</sup>. O P2C) foi o de menor densidade, seguido do ponto P2B com 52 ind. mL<sup>-1</sup> (Tabela 8). O ponto de maior densidade foi o P3C, seguido do ponto P1C com 156 ind. mL<sup>-1</sup>. Somando-se as densidades dos subpontos de cada região de amostragem, se verifica que as regiões P1 e P3 são similares com 356 e 364 ind. mL<sup>-1</sup>, respectivamente.

A riqueza variou de 6 a 15, apresentando o menor valor nos pontos P2B e P2C e o maior no P3C (Tabela 8).

O índice de diversidade nos pontos amostrados variou de 1,61 a 2,15 (Tabela 8). O P2B apresentou-se com o menor valor, seguido do P2C, com H' = 1,68. O maior índice de diversidade constatado foi no ponto P1C.

As figuras 32-33 mostram as densidades em cada um dos pontos amostrados, por região (Figura 32) e por cada um dos pontos amostrados (Figura 33). As figuras de 34-36 apresentam os resultados, por grupo taxonômico, dos pontos amostrados e respectivas regiões de avaliação: montante (P1), área de mineração (P2) e jusante (P3 e P4).

**Tabela 8** - Resultados das densidades de zooplâncton (ind. mL<sup>-1</sup>) observados nas amostras coletadas a montante (P1A; P1B; P1C), retirada de areia (P2A; P2B, P2C), a jusante (P3A; P3B; P3C), e ilha do Carioca (P4), em 25 de setembro de 2020 (amostragem de Inverno), rio Jacuí, Charqueadas, RS.

FILO/CLASSE/ORDEM/ FAMÍLIA/GÊNERO/ ESPÉCIE/MORFOESPÉCIE	PONTOS AMOSTRAIS- Inverno 2020									
	P1 Montante ind./mL			P2 Centro ind./mL			P3 Jusante ind./mL			P4 I.Carioca ind./mL
	P1.A	P1.B	P1.C	P2.A	P2.B	P2.C	P3.A	P3.B	P3.C	P4
<b>PROTOZOA</b> - <i>Arcella</i> sp.			4	4				4		
Actinopoda - Morfoesp.1								4		
<i>Centropyxis</i> sp.						4				
<i>Codonella</i> sp.	4	4	12	8	16	4	24	4	4	4
<i>Cyclopyxis</i> sp.										
<i>Diffugia corona</i>						8	4			
<i>Diffugia claviformis</i>	4									
<i>Diffugia gramen</i>										
<i>Diffugia penardi</i>										
<i>Diffugia lanceolata</i>			4							
<i>Diffugia limnetica</i>										
<i>Diffugia pyriformis</i>					8					4
<i>Tintinnopsis</i> sp.										
<i>Tintidinium</i> sp.										
<i>Nebela</i> sp.1						4				
<b>ROTIFERA</b> - <i>Asplanchna</i> sp.			8		4				12	
<i>Brachionus</i> sp.										4
<i>Brachionus calyciflorus</i>									4	4
<i>Brachionus forficula</i>	8	4	4						4	
<i>Cephalodella</i> sp.										
<i>Colurella</i> sp.										
<i>Euchlanis</i> sp.										
<i>Filinia longiseta</i>			4				8	4	4	
<i>Gastropus</i> sp.										

FILO/CLASSE/ORDEM/ FAMÍLIA/GÊNERO/ ESPÉCIE/MORFOESPÉCIE	PONTOS AMOSTRAIS- Inverno 2020									
	P1 Montante ind./mL			P2 Centro ind./mL			P3 Jusante ind./mL			P4 I.Carioca ind./mL
	P1.A	P1.B	P1.C	P2.A	P2.B	P2.C	P3.A	P3.B	P3.C	P4
<i>Hexarthra</i> sp.				4						
<i>Kellicottia</i> sp.							4		4	4
<i>Keratella cochlearis</i>		4	4	4			4	4	12	12
<i>Keratella tropica</i>		4								
<i>Keratella</i> sp.		4					4			
<i>Lecane proiecta</i>										
<i>Lecane lunaris</i>										
<i>Lepadella</i> sp.										
<i>Lophocharis</i> sp.										
<i>Pedalia</i> sp.			4						8	32
<i>Polyarthra vulgaris</i>	24	20	48	12	16		20	12	60	
<i>Polyarthra dolichoptera</i>									8	
<i>Polyarthra</i> sp.2	4	8	20						8	4
<i>Platyas</i> sp.										
<i>Platyonus</i> sp.								4		
<i>Ploesoma</i> sp.			4							
<i>Monommata</i> sp.										
<i>Testudinella</i> sp.										
<i>Trichocerca</i> sp.										
<i>Tetramastix</i> sp.										
<b>MOLLUSCA - BIVALVIA (Larva)</b>	4	36		4					8	8
<b>ARTRHOPODA/ CRUSTACEA/ Cladocera - <i>Bosmina</i> sp.</b>										
<i>Bosminopsis</i> sp.				4	4				4	
<i>Chidorus</i> sp.										
<i>Ceriodaphnia</i> sp.								4		

FILO/CLASSE/ORDEM/ FAMÍLIA/GÊNERO/ ESPÉCIE/MORFOESPÉCIE	PONTOS AMOSTRAIS- Inverno 2020									
	P1 Montante ind./mL			P2 Centro ind./mL			P3 Jusante ind./mL			P4 I.Carioca ind./mL
	P1.A	P1.B	P1.C	P2.A	P2.B	P2.C	P3.A	P3.B	P3.C	P4
<i>Diaphanosoma</i> sp.										
<i>Macrothrix</i> sp.										
Daphnidae –Morf.1										
<i>Moina</i> sp.										
<b>Copepoda</b> /CYCLOPOIDA - Náuplio	20	32	32	24		4	24	24	56	8
Copepodito	4	8	4	4	4	12			4	
<i>Mesocyclops</i> sp.		4	4	4						
<i>Cyclops</i> sp.								4		
HARPACTICOIDA - Harpacticoida - sp1							4			
<b>INSECTA</b> - DIPTERA Chironomidae – Morfoesp.1										
CHELICERATA - Hydracarina - Morf. 1										
<b>Total ind/mL</b>	<b>72</b>	<b>128</b>	<b>156</b>	<b>72</b>	<b>52</b>	<b>36</b>	<b>96</b>	<b>68</b>	<b>200</b>	<b>84</b>
<b>Riqueza (S)</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>10</b>
<b>Índice de Diversidade de Shannon (H')</b>	<b>1,77</b>	<b>1,99</b>	<b>2,15</b>	<b>2,03</b>	<b>1,61</b>	<b>1,68</b>	<b>1,89</b>	<b>2,01</b>	<b>2,12</b>	<b>1,963</b>

Figura 32 – Total de indivíduos (ind.mL<sup>-1</sup>) dos diferentes taxons ou morfoespécies da comunidade zooplancônica nas amostras coletadas nos pontos: P1 (A, B, C) a montante; P2 (A, B, C) local de retirada de areia; P3 (A, B, C) a jusante; e P4, em 25 de setembro de 2020, rio Jacuí, Charqueadas, RS.

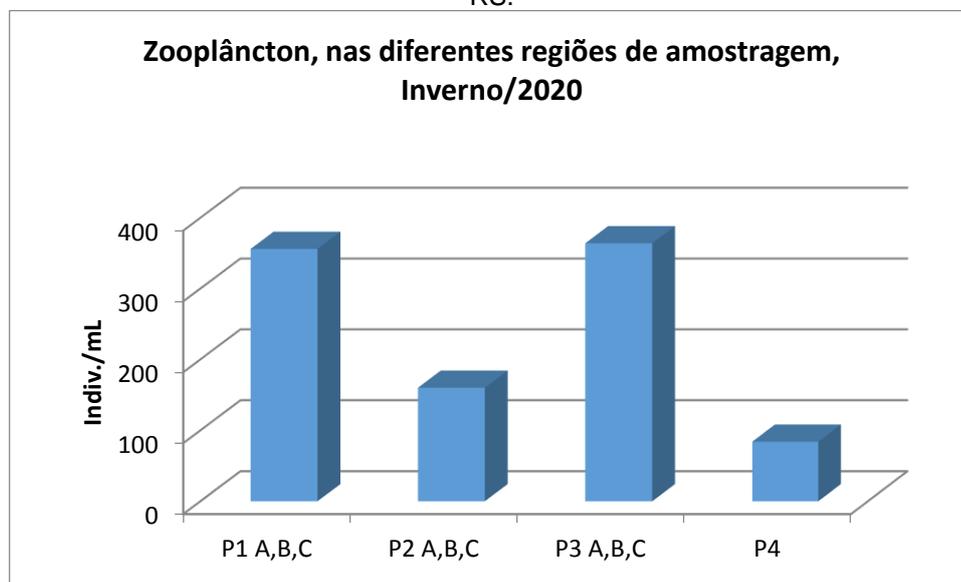


Figura 33 – Total de indivíduos (ind.mL<sup>-1</sup>) dos diferentes taxons ou morfoespécies da comunidade zooplancônica nas amostras coletadas nos pontos: P1A, P1B, P1C (a montante); P2A, P2B, P2C (local de retirada de areia); P3A, P3B, P3C (a jusante); e P4 (Carioca), em 25 de setembro de 2020, rio Jacuí, Charqueadas, RS

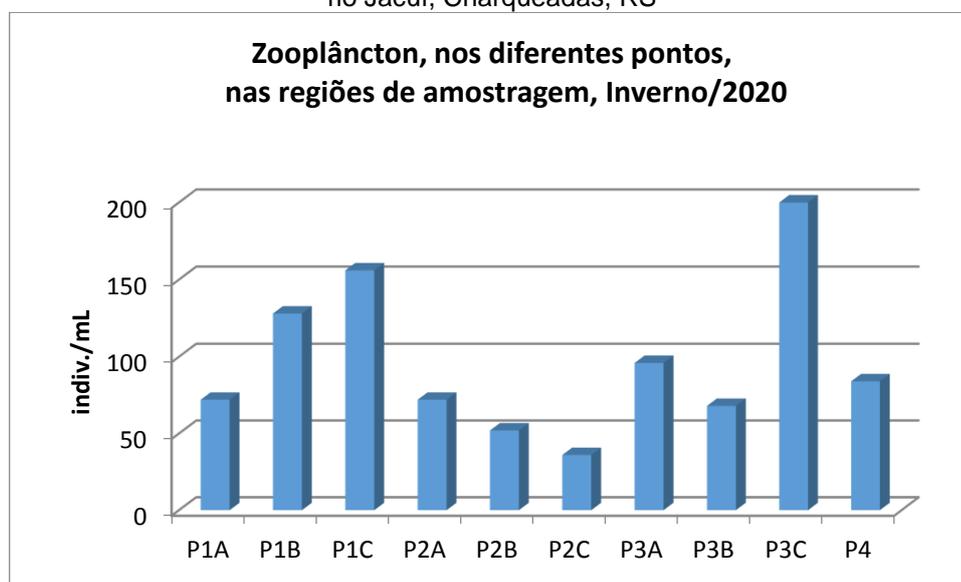


Figura 34 – Total de indivíduos (ind.mL<sup>-1</sup>) por grupo taxonômico - Filo da comunidade zooplanctônica nas amostras coletadas na região do ponto 1 (P1A, P1B, P1C), em 25 de setembro de 2020, rio Jacuí, Charqueadas, RS.

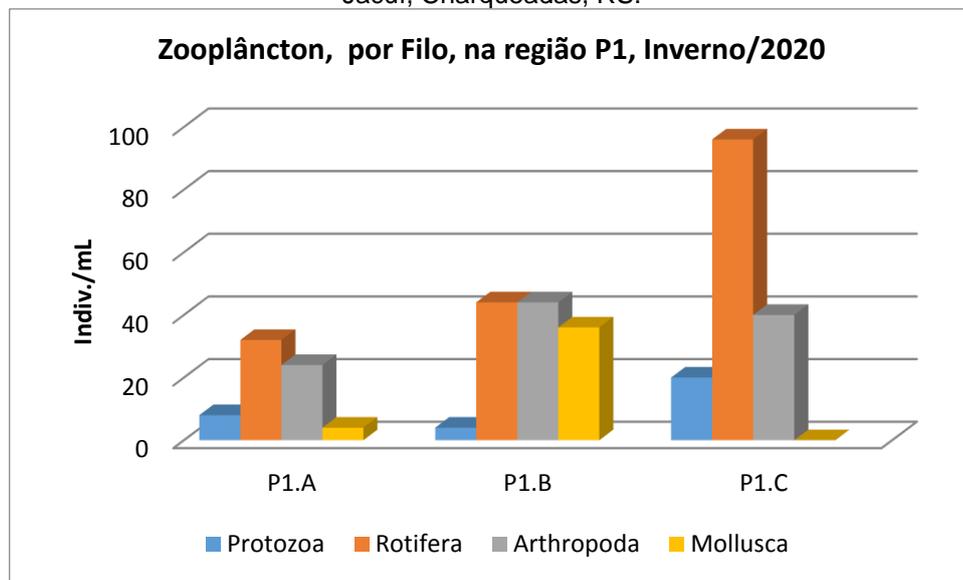


Figura 35 – Total de indivíduos (ind.mL<sup>-1</sup>) por grupo taxonômico - Filo da comunidade zooplanctônica nas amostras coletadas na região do ponto 2 (P2A, P2B, P2C), em 25 de setembro de 2020, rio Jacuí, Charqueadas, RS.

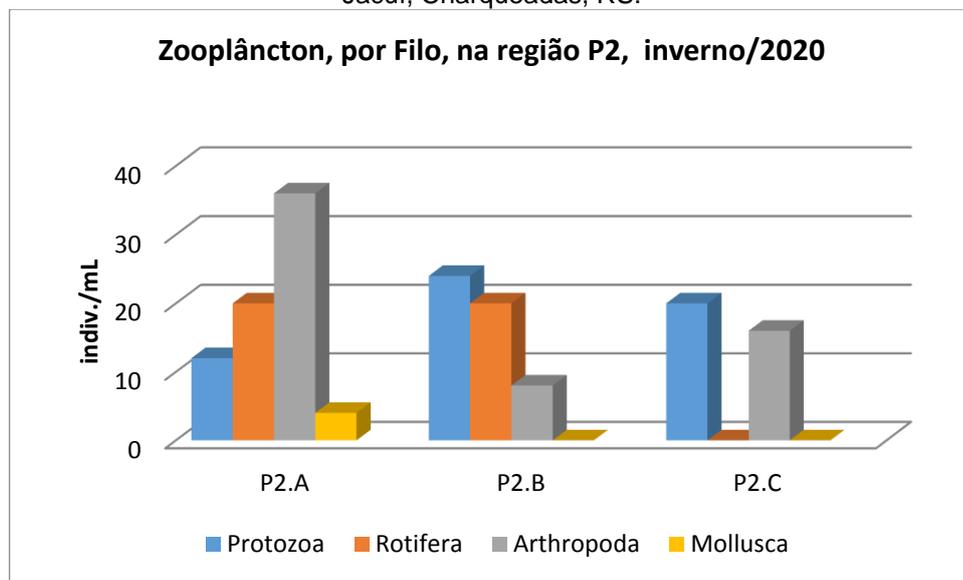
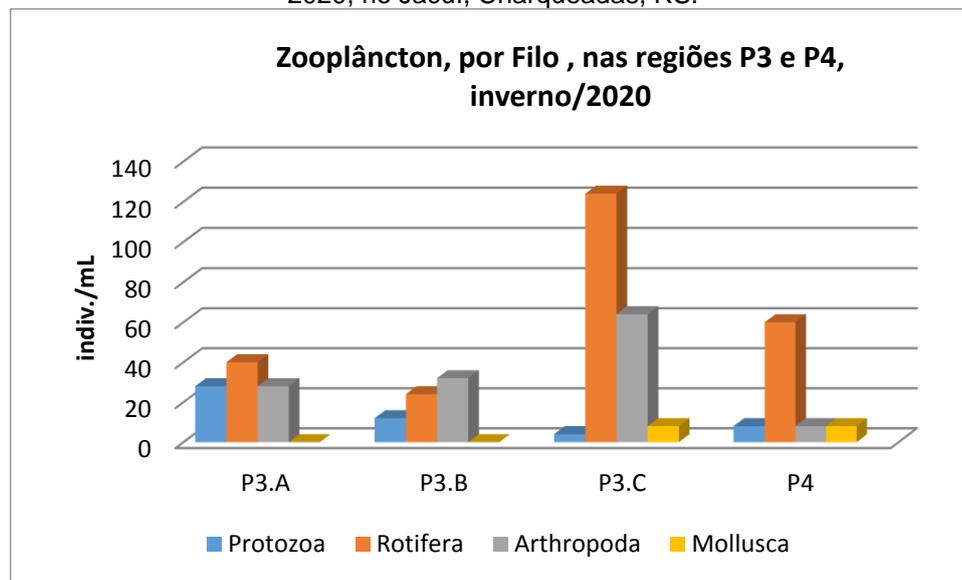


Figura 36 – Total de indivíduos (ind.mL<sup>-1</sup>) por grupo taxonômico - Filo da comunidade zooplânctônica nas amostras coletadas nas regiões dos pontos 3 (P3A, P3B, P3C) e P4, em 25 de setembro de 2020, rio Jacuí, Charqueadas, RS.



### 3.2.3 Macroinvertebrados Bentônicos

#### a) Com uso de Amostradores artificiais:

A tabela 9 apresenta os resultados qualitativos-quantitativos de macroinvertebrados bentônicos obtidos com o uso dos amostradores artificiais que foram mantidos submersos no rio Jacuí, de 19 de julho a 25 de setembro de 2020. Foram registrados 56 táxons distribuídos nos seguintes filios: Porifera, Nematoda, Nemertinea, Platyhelminthes, Annelida, Mollusca e Arthropoda (Crustacea, Insecta e Chelicerata). A amostragem de inverno teve um aproveitamento de 70% dos amostradores, sendo 3 dos dispositivos extraviados, caso equivalente ao ocorrido no verão de 2020.

A densidade variou de nove a 82 ind.u.a<sup>-1</sup>. O ponto P2B apresentou o menor valor, seguido do P1B, com 10 ind.u.a<sup>-1</sup>. A maior densidade foi encontrada no Ponto P4, seguida do P3A que apresentou 76 ind. u.a.<sup>-1</sup> (Tabela 9). A média das densidades revelou que a P4 apresentou-se com maior valor (82 ind. u.a.<sup>-1</sup>), seguida da região 3, com 49 ind. u.a.<sup>-1</sup>, de média. O destaque do ponto P4, novamente se confirma com os maiores índices, já que para o parâmetro riqueza, também é esse ponto que apresenta maior valor, confirmando o ocorrido em 2019. A

riqueza variou de 8 a 34, sendo o P4 o de maior valor. O ponto de menor riqueza foi o P2B.

Os índices de diversidade nos pontos amostrados variaram de  $H'=2,04$  a  $H'=3,11$ . O ponto P2B apresentou-se com o menor valor, seguido do ponto P1B com  $H'= 2,16$ . O maior índice de diversidade de Shannon encontrado foi no P4, seguido do P2C com  $H'= 2,58$  (Tabela 9).

A figura 37 mostra os resultados das somas e médias das densidades por região de amostragem. A figura 38 mostra as densidades, por grupo taxonômico, em cada um dos amostrados e respectivos pontos de amostragem. A figura 39 mostra as densidades, por grupo e nas diferentes regiões avaliadas. As figuras de 40-42 apresentam os resultados, por grupo taxonômico, dos amostradores e respectivas regiões de amostragem: montante (P1), área de mineração (P2) e jusante (P3 e P4).

Tabela 9 – Resultado da avaliação quali-quantitativa, por unidade amostral de invertebrados bentônicos nos amostradores artificiais coletados a montante (P1A; P1B; P1C), retirada de areia (P2A; P2B, P2C) e a jusante (P3A; P3B; P3C), submersos de 19/julho a 25/setembro de 2020 (inverno), rio Jacuí, Charqueadas, RS. NE= amostrador não encontrado.

FILO - CLASSE – ORDEM – FAMÍLIA – GÊNERO –ESPÉCIE - MORFOESPÉCIE	PONTOS AMOSTRAIS - Inverno/20									
	P1			P2			P3			P4
	Montante			Área de Mineração			Jusante			
	unidade amostral			unidade amostral			unidade amostral			unidade amostral
	P1.A	P1.B	P1.C	P2.A	P2.B	P2.C	P3.A	P3.B	P3.C	P4
<b>PORIFERA</b> - Spongilidae- <i>Trochospongilla</i> sp.										1
Spongilidae- <i>Heteromeyenia</i> sp.								1		
Spongilidae- Morfoesp. 1										
<b>CNIDARIA</b> - Hydrozoa - <i>Hydra</i> sp.										
<b>NEMATODA</b> - Morfoesp. 1	1	1			1	2	1	1		4
<b>NEMERTINEA</b> - Morfoesp.1	1					1		1		1
<b>PLATYHELMINTES</b> - Turbellaria - <i>Dugesia</i> sp.			2							
Turbellaria- Morfoesp. 1					1					1
Tricladida - Morfoesp.1										
<b>ANNELIDA</b> - Oligochaeta - Naididae/Morf. 1			1			1	15	1		10
Morfoesp. 2										
Morfoesp. 3										
Hirudinea / Glossiphonidae - Morf. 1							1			2
Glossiphonidae - Morf.2							1			
Glossiphonidae - Morf.3										
<b>MOLLUSCA</b> - Bivalvia - <i>Limnoperna fortunei</i>	2				1	1	1	3		1
Sphaeriidae- <i>Psidium</i> sp.										1
<i>Corbiculla fluminea</i>										3
<b>Gastropoda</b> - <i>Chilina</i> sp.										
<i>Heleobia</i> sp. 1	1						4			11

FILO - CLASSE – ORDEM – FAMÍLIA – GÊNERO –ESPÉCIE - MORFOESPÉCIE	PONTOS AMOSTRAIS - Inverno/20									
	P1			P2			P3			P4
	Montante			Área de Mineração			Jusante			
	unidade amostral			unidade amostral			unidade amostral			unidade amostral
P1.A	P1.B	P1.C	P2.A	P2.B	P2.C	P3.A	P3.B	P3.C	P4	
<i>Heleobia</i> sp. 2										
<i>Gundlachhia</i> sp.	4					2	1		5	
<i>Burnupia</i> sp.	1								1	
<i>Ferressia</i> sp.	1									
<i>Biomphalaria</i> sp.						2		1		
<i>Asolene</i> sp.	1									
<i>Potamolithus</i> sp. 1					1	4	13		7	
<i>Potamolithus</i> sp. 2						2				
Lymnaeidae - Morfoesp. 1										
Physidae - Morfoesp. 1							1		1	
<b>ARTHROPODA - CRUSTACEA</b>										
<b>Cladocera</b> - Chidoridae - Morf. Sp 1										
<i>Ilyocryptus</i> sp.										
<i>Macrothryx</i> sp.									1	
<i>Moina</i> sp.										
<i>Camptocercus</i> sp.										
<b>Copepoda</b> – Cyclopoida Cyclopidae – Morf. 1						4	15		4	
Copepodito									1	
<i>Tropocyclops</i> sp.									1	
<i>Macrocyclops</i> sp.										
<i>Mesocyclops</i> sp.							4		1	
Harpaticoida - Morfoesp. 1		1					1		1	

FILO - CLASSE – ORDEM – FAMÍLIA – GÊNERO –ESPÉCIE - MORFOESPÉCIE	PONTOS AMOSTRAIS - Inverno/20									
	P1			P2			P3			P4
	Montante			Área de Mineração			Jusante			
	unidade amostral			unidade amostral			unidade amostral			unidade amostral
P1.A	P1.B	P1.C	P2.A	P2.B	P2.C	P3.A	P3.B	P3.C	P4	
<b>Podocopida</b> - Cyprididae – Morfoesp. 1		1			1			1		
<i>Darwinula</i> sp.		1					10		7	
<i>Chlamidoteca</i> sp.								1	1	
<i>Cytheridella</i> sp.							1			
<i>Stenocypris</i> sp.										
<b>Conchostraca</b> - Morfoesp. 1									3	
<b>Amphipoda</b> - - Morfoesp.1									1	
<b>ARTHROPODA - INSECTA</b>										
<b>Ephemeroptera</b> - Baetidae – Morfoesp. 1							1			
Baetidae – Morfoesp. 2							1			
Caenidae - Morfoesp. 1					1					
Leptophlebiidae – Morfoesp. 1					2					
Leptohyphidae - Morfoesp. 1									2	
<b>Odonata</b> - Calopterigidae - Morfoesp.1						2				
Gomphidae - <i>Aphylla</i> sp.	1									
Libellulidae - Morfoesp. 1										
<b>Trichoptera</b> - Polycentropodidae – Morf. 1										
Polycentropodidae – Morf. 2										
Calamoceratidae - Morf.1									1	
Glossosomatidae - Morf.1								1	1	
Limnephilidae - Morf.1										
Helicopsichidae - Morf. 1										

FILO - CLASSE – ORDEM – FAMÍLIA – GÊNERO –ESPÉCIE - MORFOESPÉCIE	PONTOS AMOSTRAIS - Inverno/20									
	P1			P2			P3			P4
	Montante			Área de Mineração			Jusante			
	unidade amostral			unidade amostral			unidade amostral			unidade amostral
P1.A	P1.B	P1.C	P2.A	P2.B	P2.C	P3.A	P3.B	P3.C	P4	
<b>Coleoptera</b> - Elmidae - Morf.1										
<b>Hemiptera</b> - Pleidae - Morf. 1										1
<b>Diptera</b> - Chironomidae – Morf. 1		1				1	1	1		1
Chironomidae - Morf. 2							1			
Chironomidae - Morf. 3	1									
<i>Chironomus</i> sp.	1									
Culicidae - Morf. 1		1								
Tabanidae – Morf. 1										1
Centropogonidae - Morfoesp.1						1				1
Thaumaleidae - Morfoesp. 1					1					
<b>Colembola</b> - Morfoesp. 1										2
<b>ARTHROPODA - Chelicerata</b>										
Hydracarina- Morfoesp. 1						1	3			1
Hydracarina- Morfoesp. 2						1				
Hydracarina- Morfoesp. 3										1
Oribatida - Morf. 1		1								
<b>BRYOZOA</b> - Ectoprocta - Morfoesp.1										
<b>Indivíduos por unidade amostral</b>	15	10	NE	NE	9	27	76	12	NE	82
<b>Número de táxons (Riqueza)</b>	11	9	NE	NE	8	15	19	10	NE	34
<b>Índice Diversidade (H')</b>	2,25	2,16	NE	NE	2,04	2,58	2,33	2,21	NE	3,11

Figura 37 – Total de indivíduos (ind.u.a.<sup>-1</sup>) e média dos diferentes taxons ou morfoespécies da comunidade zoobentônica nos amostradores artificiais por região: P1 (A, B, C) a montante; ponto P2 (A, B, C) local de retirada de areia e ponto P3 (A, B, C) a jusante. Amostradores submersos de 19/julho a 25/setembro de 2020, rio Jacuí, Charqueadas, RS.

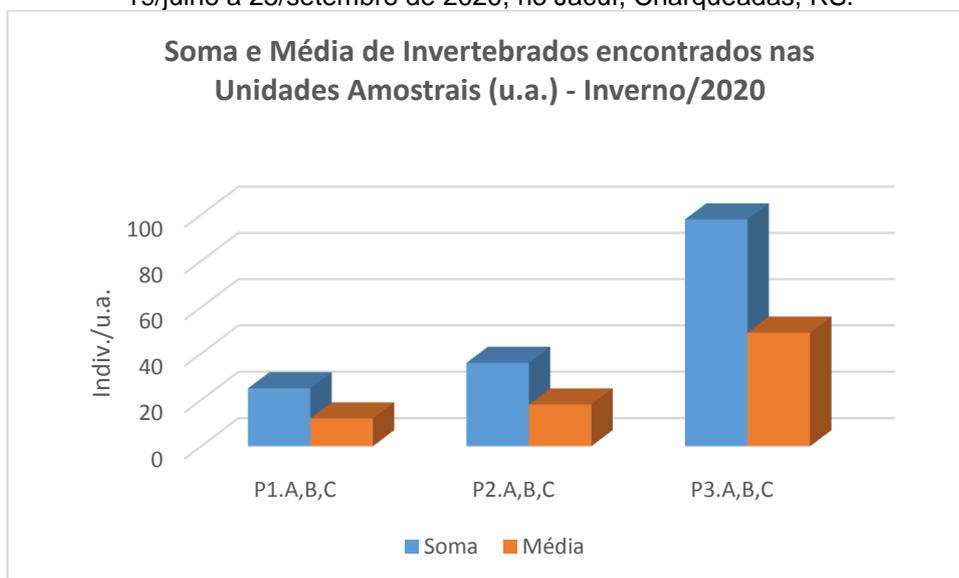


Figura 38 – Total de indivíduos (ind.u.a.<sup>-1</sup>) dos diferentes taxons ou morfoespécies da comunidade zoobentônica nos amostradores artificiais por região: P1 (A, B, C) a montante; ponto P2 (A, B, C) local de retirada de areia e ponto P3 (A, B, C) a jusante. Amostradores submersos de 19/julho a 25/setembro de 2020, rio Jacuí, Charqueadas, RS.

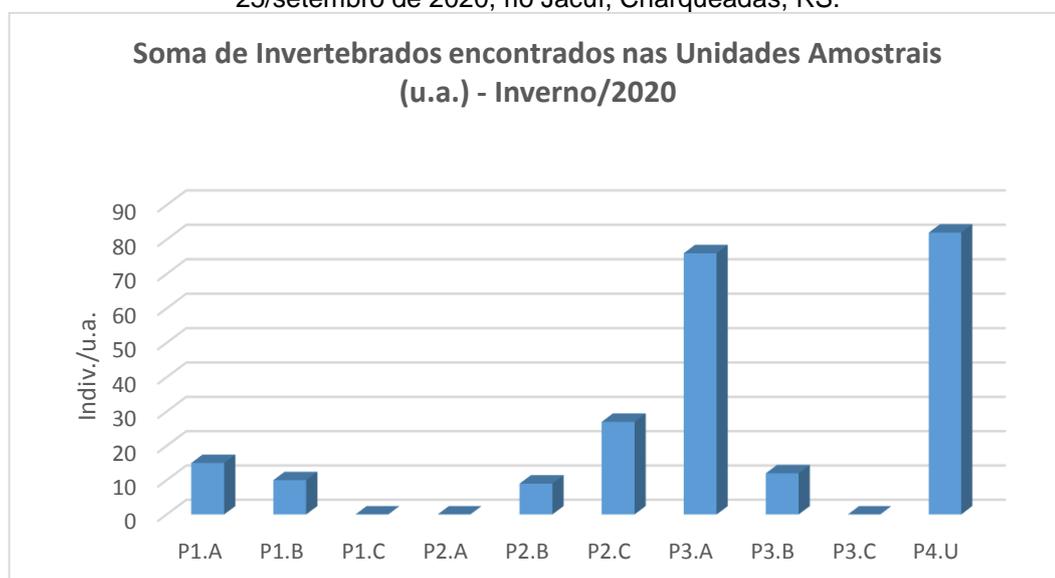


Figura 39 – Total de indivíduos (ind.u.a.<sup>-1</sup>) por grupo taxonômico (Filo) da comunidade zoobentônica coletada nas regiões P1, P2 e P3, com amostradores submersos de 19/julho a 25/setembro de 2020, rio Jacuí, Charqueadas, RS

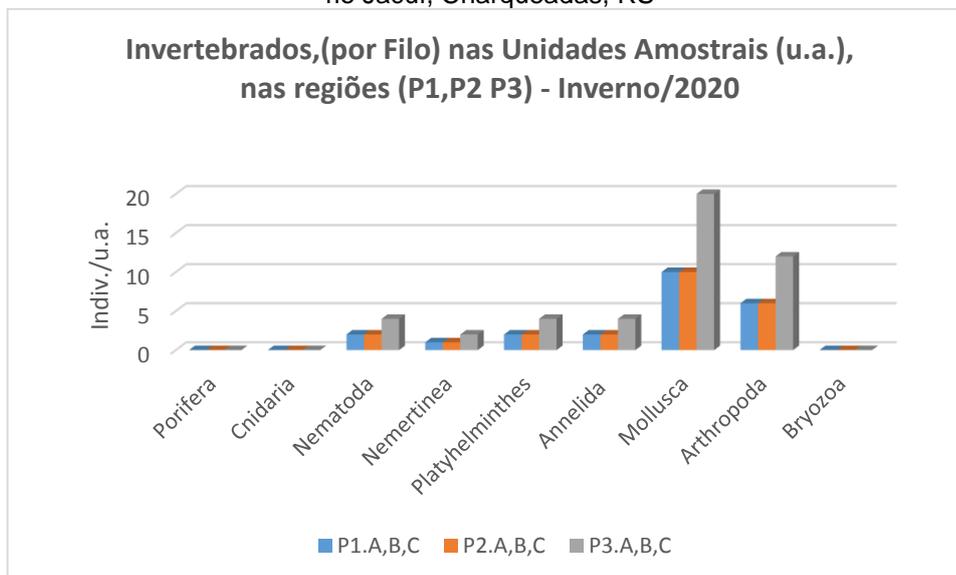


Figura 40 – Total de indivíduos (ind.u.a.<sup>-1</sup>) por grupo taxonômico (Filo) da comunidade zoobentônica coletada na região do ponto 1 (P1 A, P1B, P1C), com amostradores submersos de 19/julho a 25/setembro de 2020, rio Jacuí, Charqueadas, RS

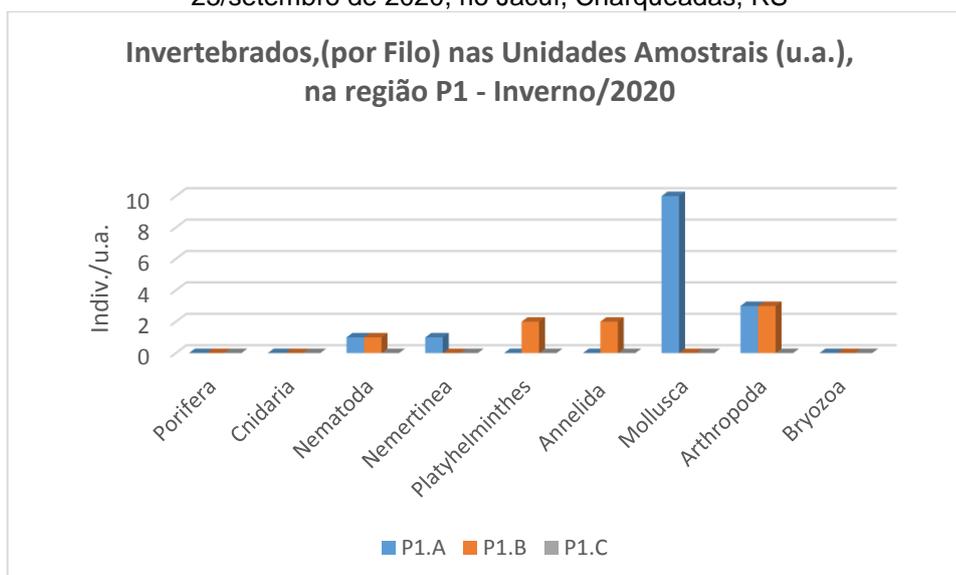


Figura 41 – Total de indivíduos (ind.u.a.<sup>-1</sup>) por grupo taxonômico (Filo) da comunidade zoobentônica coletada na região do ponto 2 (P2 A, P2B, P2C), com amostradores submersos de 19/julho a 25/setembro de 2020, rio Jacuí, Charqueadas, RS

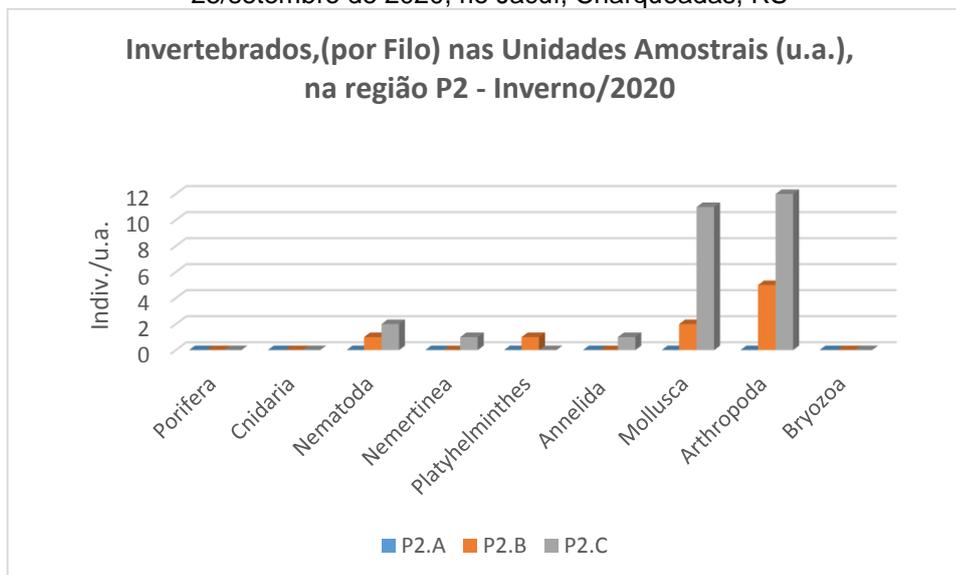
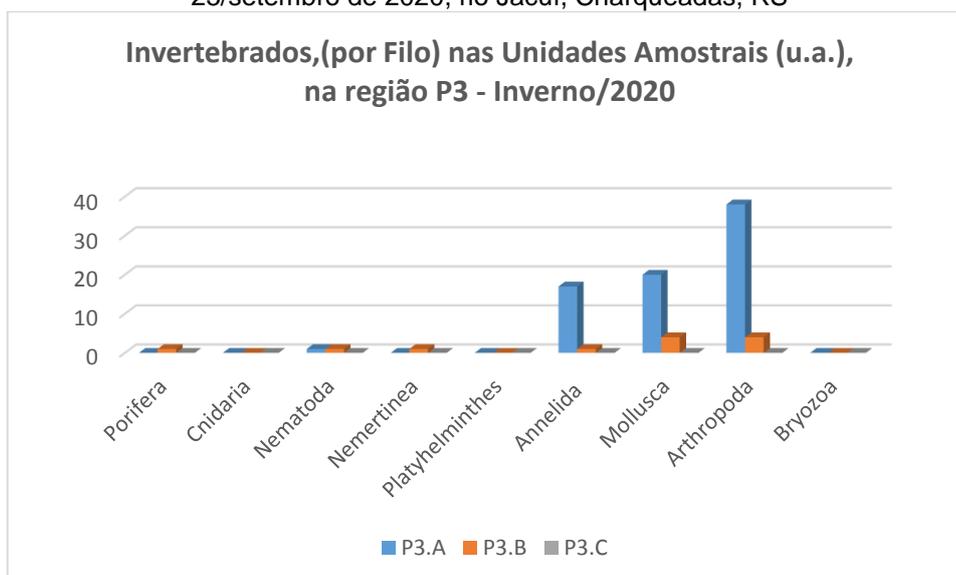


Figura 42 – Total de indivíduos (ind.u.a.<sup>-1</sup>) por grupo taxonômico (Filo) da comunidade zoobentônica coletada na região do ponto 3 (P3 A, P3B, P3C), com amostradores submersos de 19/julho a 25/setembro de 2020, rio Jacuí, Charqueadas, RS



### b) Macroinvertebrados em sedimento:

Quanto à análise de macroinvertebrados bentônicos no sedimento, na amostragem de inverno, constatou-se a presença de organismos nas amostras avaliadas dos seguintes filis: Nematoda, Annelida, Mollusca e Arthropoda (Crustacea, Insecta e Chelicerata). As densidades variaram de 3 a 12 ind.kg<sup>-1</sup>, sendo o ponto P1B com menor valor e o P2B o de maior densidade (Tabela 10).

A riqueza variou de dois a sete táxons, sendo os pontos P1B, P2C e todos da região 3 com menor valor e o ponto P2B, com maior.

Os índices de diversidade nos pontos amostrados variaram de  $H'=0,5$  a  $H'=1,79$ . O ponto P3B apresentou o menor valor, e o ponto P2B o maior índice de diversidade de Shannow-Winner.

O destaque se dá, novamente, pela frequência de quase 100% do mexilhão dourado *Limnoperna fortunei* nas amostras avaliadas, estando presentes em todas as quatro regiões: P1 (montante), P2 (área de mineração) e P3 (jusante) e P4, embora em menor quantidade. Em laboratório, se constatou fragmentos de conchas, principalmente do referido mitilídeo nos sedimentos avaliados, indicando que o mexilhão dourado faz parte da dieta, provavelmente, de peixes. Esse bivalve invasor tem sido largamente encontrado na região hidrográfica do Guaíba, desde o início da década de 2000, aí incluído o rio Jacuí, quando foi introduzido por navios cargueiros pelo rio da Prata, na Argentina. Além desses registros, foi encontrado bivalve *Corbiculla fluminea* também invasor e comumente encontrado na região hidrográfica do Guaíba.

**Tabela 10** - Resultados da avaliação quali-quantitativa de invertebrados bentônicos nos sedimentos coletados a montante (P1A; P1B; P1C), retirada de areia (P2A; P2B, P2C), a jusante (P3A; P3B; P3C) e ilha do Carioca (P4), em 25 de setembro de 2020, rio Jacuí (inverno), Charqueadas, RS.

FILO - CLASSE – ORDEM – FAMÍLIA GÊNERO –ESPÉCIE - MORFOESPÉCIE	PONTOS AMOSTRAIS - Inverno/2020									
	P1 Montante ind./kg			P2 Área de Mineração ind./kg			P3 Jusante ind./kg			P4 I.carioca Ind./kg
	P1.A	P1.B	P1.C	P2.A	P2.B	P2.C	P3.A	P3.B	P3.C	P4
<b>NEMATODA</b> - Morfoesp. 1	3		1		2	3				1
<b>ANNELIDA</b> -Oligochaeta - Morfoesp. 1		2	2							
Oligochaeta - Naididae - Morfoesp. 1				2	1	1				4
<b>MOLLUSCA</b>										
<b>Gastropoda</b> - Lithoglyphidae - <i>Potamolithus</i> sp.			1	1			3			
Cochliopidae - <i>Heleobia</i> sp.										1
Ampullariidae - <i>Pomacea</i> sp.					1					
<b>Bivalvia</b> - Corbiculidae - <i>Corbicula fluminea</i>				1						
Sphaeriidae - <i>Psidium</i> sp.										1
Mytilidae - <i>Limnoperna fortunei</i>	4	1	1		4		1	4	1	1
<b>ARTHROPODA</b>										
<b>Crustacea</b> - Podocopida - <i>Chlamidoteca</i> sp.										
Podocopida - Morfoesp. 1	1			1	1					
<b>Insecta</b> - Diptera - Chironomidae - Morfoesp.1						1				
Chironomidae - <i>Chidorus</i> sp.			1						3	
<b>Chelicerata</b> - Hydracarina - Morfoesp.1				1	2			1		
<b>Indivíduos por kg de sedimento amostrado</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>8</b>
<b>Número de táxons (Riqueza)</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>5</b>
<b>Índice Diversidade (H')</b>	<b>0,9743</b>	<b>0,6365</b>	<b>1,561</b>	<b>1,561</b>	<b>1,792</b>	<b>0,5623</b>	<b>0,5623</b>	<b>0,5004</b>	<b>0,5623</b>	<b>1,386</b>

As figuras de 43 a 46 mostram as densidades por ponto de amostragens e os diferentes grupo taxonômicos encontrados na amostragem de inverno de 2020.

Figura 43 – Total de indivíduos (ind.kg.<sup>-1</sup>) dos diferentes taxons ou morfoespécies da comunidade zoobentônica nas amostras de sedimento coletadas em P1A, P1B, P1C (a montante); P2A, P2B, P2C (local de retirada de areia); P3A, P3B, P3C (a jusante); e P4 (Carioca), em 25 de setembro de 2020, rio Jacuí, Charqueadas, RS.

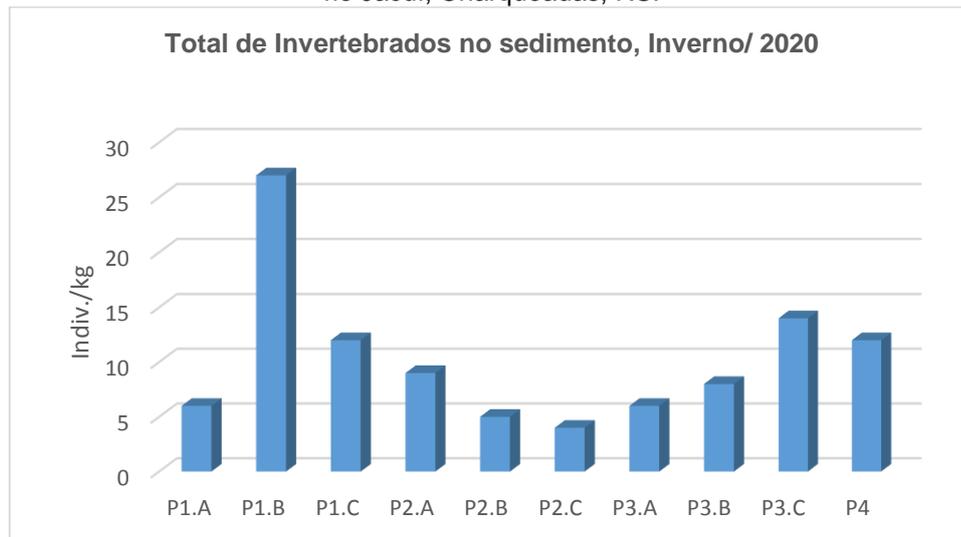


Figura 44 – Total de indivíduos (ind. kg<sup>-1</sup>) por grupo taxonômico (Filo) da comunidade zoobentônica no sedimento coletado na região do ponto 1 (P1A, P1B, P1C), em 25 de setembro 2020, rio Jacuí, Charqueadas, RS.

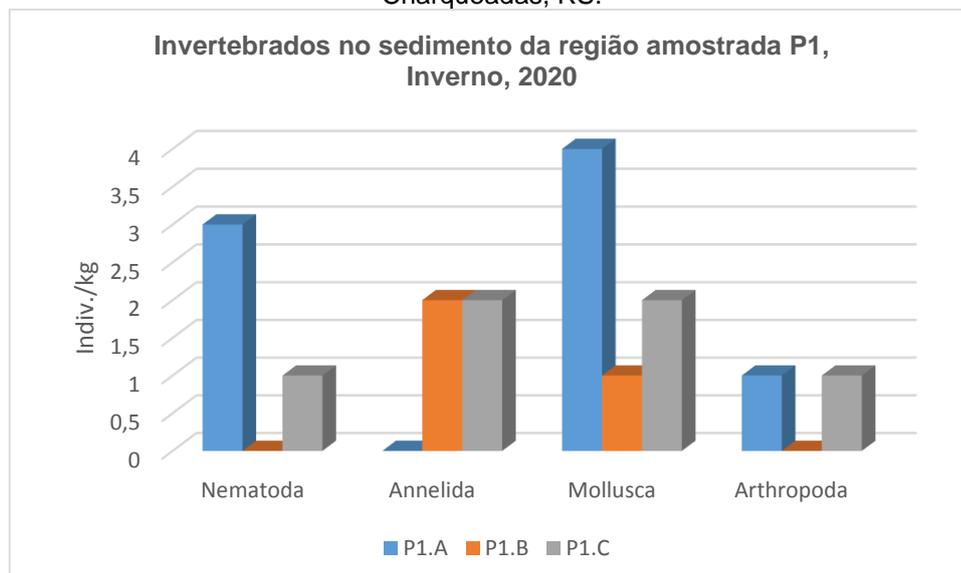


Figura 45 – Total de indivíduos (ind. kg<sup>-1</sup>) por grupo taxonômico (Filo) da comunidade zoobentônica no sedimento coletado na região do ponto 2 (P2A, P2B, P2C), em 25 de setembro de 2020, rio Jacuí, Charqueadas, RS.

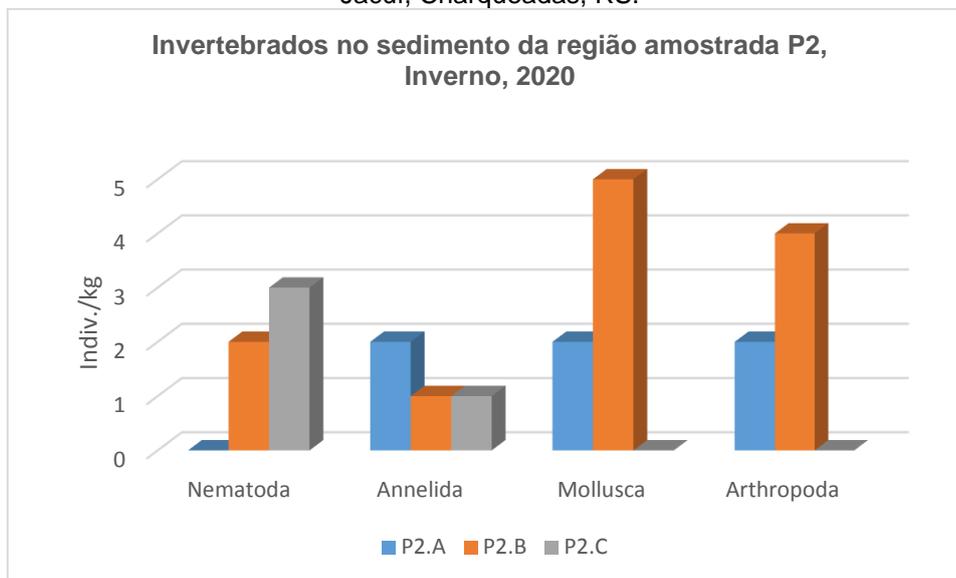
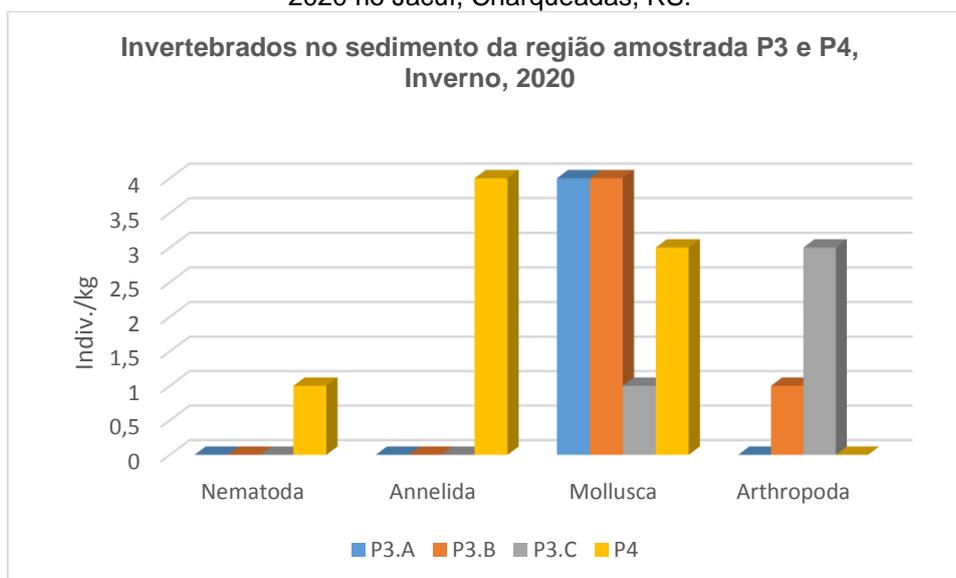


Figura 46 – Total de indivíduos (ind. kg<sup>-1</sup>) por grupo taxonômico (Filo) da comunidade zoobentônica no sedimento coletado na região do ponto 3 (P3A, P3B, P3C) e ponto 4 (P4), em 25 de setembro de 2020 rio Jacuí, Charqueadas, RS.



**c) Macroinvertebrados em Macrófita – *Eichhornia azurea*:**

São apresentados, na tabela 11, os resultados qualitativos das ocorrências de invertebrados bentônicos encontrados e associados à macrófita aquática *Eichhornia azurea* (talos e raízes submersas) nos dois períodos amostrados em 2020: verão e inverno.

Foram identificados organismos dos seguintes filos: Porifera, Cnidaria, Nematoda, Nemertinea, Platyhelminthes, Annelida, Mollusca (Bivalvia e Gastropoda) e Arthropoda (Crustacea, Insecta e Chelicerata). Tais grupos são geralmente encontrados em diferentes vegetações submersas, principalmente *E. azurea*, por apresentar superfície como talos e raízes que caracterizam o ambiente bentônico. As raízes do tipo fasciculada e que ficam junto ao sedimento do fundo do rio, ou em forma de cabeleira, propiciam um ambiente para desenvolvimento dos invertebrados aquáticos, disponibilizando alimento e proteção, além de local para a reprodução de diferentes populações zoológicas aquáticas.

Foi observada pouca diferença na riqueza entre a amostragem de invertebrados bentônicos com uso de dispositivos artificiais em relação ao uso de macrófitas aquáticas, confirmando o já constatado desde 2016. Isso corrobora com o que já foi observado, confirmando a representatividade da metodologia aqui aplicada, com o uso de amostradores artificiais, como meio de padronizar o método em todos os pontos de coleta ao longo de um corpo hídrico em monitoramento.

Fotos de exemplares encontrados das comunidades zooplanctônica e bentônica nos diferentes pontos de amostragem, ao longo de 2020, são apresentadas como anexo.

**Tabela 11** - Resultados da avaliação quanto à presença\ausência de invertebrados bentônicos em amostras de macrófitas *Eichhornia azurea* coletadas num único local com vegetação aquática permanente – o ponto 2 subponto A (P2A) em 20 de março (verão) e 25 de setembro (inverno) de 2020, rio Jacuí, Charqueadas, RS.

FILO - CLASSE – ORDEM – FAMÍLIA – GÊNERO –ESPÉCIE – MORFOESPÉCIE	AMOSTRAGEM VERÃO 2020	AMOSTRAGEM INVERNO 2020
<b>PORIFERA</b> – <i>Trochospongia</i> sp.		X
<b>CNIDARIA</b> – <i>Hydra</i> sp.		X
<b>NEMATODA</b> - Morfoesp. 1	X	X
<b>NEMERTINEA</b> – Morfoesp. 1	X	
<b>PLATYHELMINTHES</b>		
Turbelaria- Dugesidae – Morfoesp.1	X	
Tricladida - Morfoesp.1		X
<b>ANNELIDA</b>		
Oligochaeta - Naididae/Morfoesp. 1	X	X
Morfoesp. 2		X
Tubificidae – Morfoesp. 1		X
Hirudinea – <i>Helobdella</i> sp.	X	X
Hirudinea – Pscicolidae – Morfoesp.1		X
Glossiphonidae – Morf. 1	X	
<b>MOLLUSCA</b>		
<b>Bivalvia</b> - <i>Limnoperna fortunei</i>	X	X
<i>Corbicula</i> sp.	X	X
<i>Eupera</i> sp.		X
<b>Gastropoda</b> - <i>Heleobia</i> sp.1	X	X
<i>Heleobia</i> sp.2	X	
<i>Gundlachia</i> sp.		X
<i>Ferressia</i> sp.		X
<i>Biomphalaria</i> sp.		X
Physidae – Morfoesp. 1		X
<i>Potamolithus</i> sp. 1	X	X

FILO - CLASSE – ORDEM – FAMÍLIA – GÊNERO –ESPÉCIE – MORFOESPÉCIE	AMOSTRAGEM VERÃO 2020	AMOSTRAGEM INVERNO 2020
<i>Potamolithus</i> sp. 2		X
<i>Pomacea</i> sp.	X	
<b>ARTHROPODA – CRUSTACEA</b>		
<b>Cladocera</b> - <i>Camptocercus</i> sp.		X
<i>Alona</i> sp.	X	
<i>Moina</i> sp.		X
<i>Kurzia</i> sp.		X
<i>Ilyocryptus</i> sp.		X
<b>Copepoda</b> – Cyclopoida - Cyclopidae – Morf.1	X	X
<i>Macrocyclops</i> sp.		X
<i>Mesocyclops</i> sp.		X
Harpaticoida/ Morfoesp. 1		X
<b>Podocopida</b> - <i>Chlamidoteca</i> sp.		X
<i>Darwinula</i> sp.	X	
<i>Cytheridella</i> sp.	X	
<b>Amphipoda</b> – <i>Hyalella</i> sp.		X
<b>ARTHROPODA –INSECTA</b>		
Ephemeroptera - Baetidae – Morfoesp. 1	X	X
Caenidae – Morfoesp.1		X
Leptophlebiidae – Morfoesp. 1		X
Trichoptera - Polycentropodidae – Morf. 1	X	X
Odontoceridae – Morfoesp. 1		X
Leptoceridae – Morfoesp.1		X
Hydroptilidae – Morfoesp.1	X	
Hydrophilidae – Morfoesp.1	X	
Noteridae – Morfoesp.1	X	
Odonata – Calopterigidae – Morfoesp.1		X

FILO - CLASSE – ORDEM – FAMÍLIA – GÊNERO –ESPÉCIE – MORFOESPÉCIE	AMOSTRAGEM VERÃO 2020	AMOSTRAGEM INVERNO 2020
Coenagrionidae – Morfoesp. 1		X
Diptera - Chironomidae – <i>Chironomus</i> sp.		X
Chironomidae – <i>Ablabesmyia</i> sp.		X
Chironomiadae – Morfoesp.1	X	X
Tabanidae – Morfoesp. 1		X
Thaumaleidae – Morfoesp. 1	X	
Ceratopogonidae – Morfoesp. 1		X
Lepidoptera - Pyralidae – Morfoesp. 1	X	
Hemiptera – Mesoveliidae – Morfoesp.1	X	
Colembola – Morfoesp. 1	X	X
Colembola – Isotomatidae – Morfoesp.1		X
<b>ARTHROPODA – CHELICERATA</b>		
Hydracarina- Morfoesp.1		X
Hydracarina- Morfoesp. 2		X
Hydracarina- Morfoesp. 3	X	
Oribatida – Morfoesp.1		X

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

A avaliação conjunta dos resultados obtidos da biota aquática durante as duas amostragens realizadas em 2020 permitiu as seguintes considerações:

Como resultado da análise quantitativa conjunta, a composição da comunidade fitoplanctônica (Figura 47) esteve constituída, na 1ª coleta (verão), por 46 espécies identificadas, quando possível, a nível de espécie, e divididas em 5 classes: Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Euglenophyceae, Cyanophyceae e Dynophyceae.

Na 2ª coleta (inverno), o número de táxons identificados aumentou, sendo identificadas 55 espécies divididas entre os grupos que já citamos, além de Cryptophyceae, Chrysophyceae e Zignematophyceae.

A classe Bacillariophyceae destaca-se por ser formada por algas que estão presentes em grande número em qualquer lugar ao longo de um rio. Na campanha 1 (verão), elas corresponderam a 84,2% da densidade de microalgas na contagem quantitativa. No entanto, na 2ª coleta, as diatomáceas apresentaram uma diminuição, correspondendo a 49,2% da densidade total, seguido das Chlorophyceae (28,1%) e Cryptophyceae (8,5%). Isso provavelmente deve-se ao aumento da temperatura da água. Quando isso ocorre, as diatomáceas começam a ser substituídas por estes dois grupos.

Devido a sua sensibilidade ambiental as diatomáceas podem apresentar maior ou menor tolerância aos agentes ambientais, respondendo as mudanças ocorridas no meio. Abundante em 4 pontos na coleta 1, *Aulacoseira granulata* é citada como indicadora de ambientes com moderado grau de impacto.

Outra diatomácea que ocorreu em todos os pontos amostrados na coleta 2, foi *Nitzschia palea*. Dominante no ponto P2C da coleta 1, tem por característica a necessidade de quantidades específicas de fósforo para crescer em condições ótimas.

Neste ambiente com a remoção de areia do fundo, é provável que ocorra um aumento de matéria orgânica particulada na coluna d'água proporcionando maior disponibilidade de nutrientes, favorecendo o aumento da densidade de algumas espécies mais tolerantes.

A classe Cryptophyceae também esteve representada nas amostras analisadas da campanha de inverno. *Cryptomonas cf brasiliensis* ocorreu em 6

pontos, sendo dominante no ponto P1B. Citadas na literatura como microalgas planctônicas, espécies de *Cryptomonas* spp que se desenvolve em diferentes tipos de corpos d'água, tem seu desenvolvimento favorecido pelo aumento da luminosidade e da temperatura (Nevo & Wasser, 2000), o que corrobora com o também aumento do grupo das Chlorophyceae nas amostras da coleta 2.

Outro grupo que ocorreu nas amostras coletadas na campanha 1 foi o dinoflagelado *Peridinium* cf *gatunense*. Esta espécie alcança seu melhor desenvolvimento em períodos de evidente estresse limnológico, ou carência de nutrientes, com menor competição intra-específica, sugerindo sua preferência por condições oligotróficas.

Reynolds (1987), diz que a composição do fitoplâncton é influenciada por fatores bióticos e abióticos como, por exemplo, à mistura da coluna d'água, luz, temperatura e nutrientes. Assim, a variação da composição específica ou da densidade do fitoplâncton está associada geralmente a fatores locais.

Figura 47 – Densidade do fitoplâncton em cada ponto de amostragem - Rio Jacuí – RS, 2020.

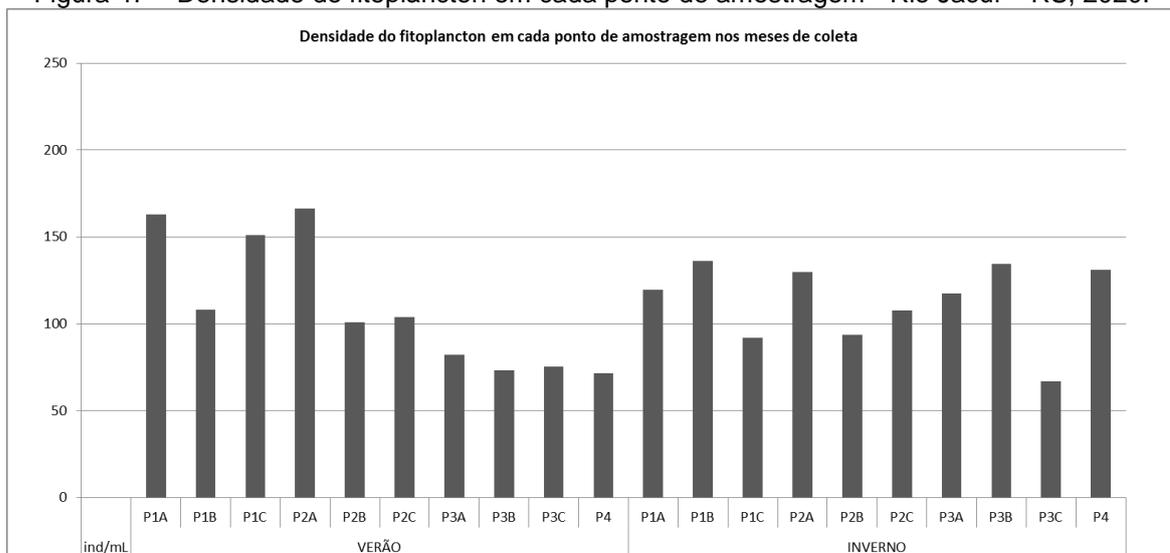
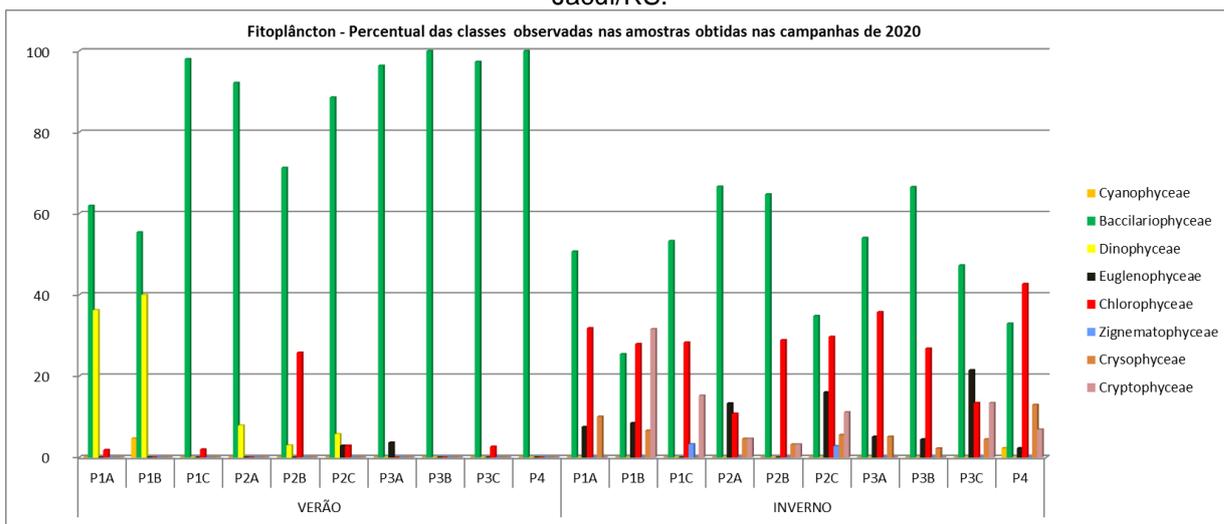


Figura 48 – Percentual das classes observadas nas amostras obtidas campanhas de 2020 - Rio Jacuí/RS.



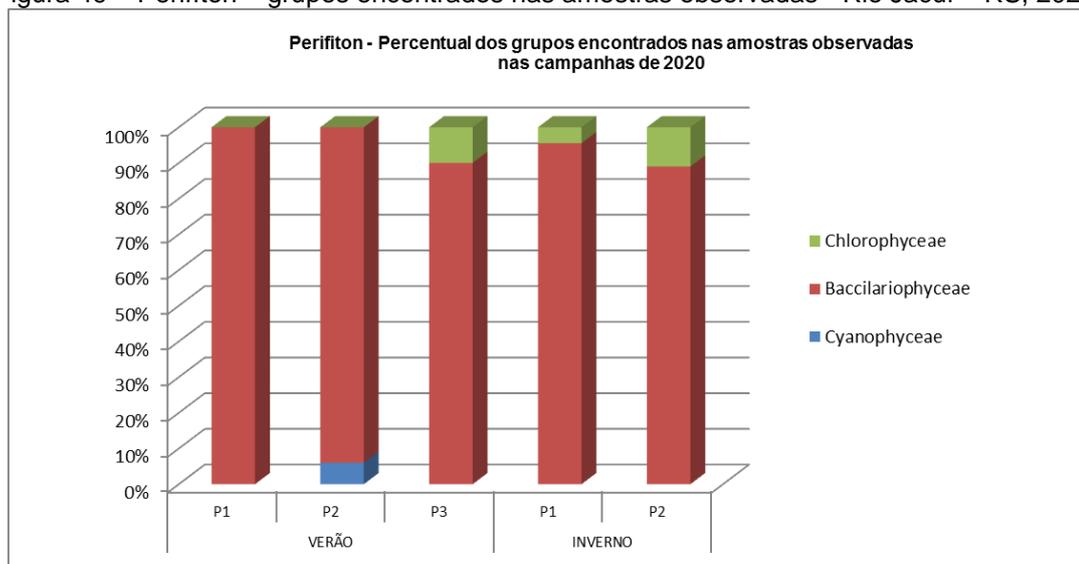
As amostras de perifíton foram obtidas através da lavagem das placas de acrílico colocadas em campo 28 dias antes de cada coleta.

Nas 5 amostras observadas (um amostrador foi perdido em campo – coleta de inverno), observamos a ocorrência de espécies da classe Baccillariophyceae. No perifíton, o grupo das diatomáceas é sempre a mais ocorrente, pois são algas que se fixam ao substrato (amostrador) através da mucilagem por elas produzido.

Dentre as espécies identificadas, algumas, tais como as *pertencentes ao gênero Gomphonema* sp., estão diretamente ligadas ao aumento de matéria orgânica no ambiente, uma vez que é uma alga altamente tolerante e indicadora de ambientes com poluição orgânica (Lobo *et al.*, 2002).

Nas amostras da coleta de inverno, observou-se um grande aumento na densidade total de indivíduos.

Figura 49 – Perifíton – grupos encontrados nas amostras observadas - Rio Jacuí – RS, 2020.



Quanto à comunidade de zooplâncton, considerando a avaliação geral dos resultados da análise nos diferentes pontos do rio Jacuí, em área de potencial influência de mineração (montante, área de retirada de areia e jusante), foram encontrados, em 2020, 60 integrantes dos filos Protozoa, Rotifera, Nematoda, Mollusca, Annelida e Arthropoda (Crustacea, Insecta e Chelicerata). Representantes de Protozoa, Rotifera e Crustacea (copépodos e cladóceros) foram os mais encontrados, confirmando com o que foi registrado em anos anteriores e geralmente encontrado neste compartimento ambiental. Constata-se um aumento das

densidades, principalmente de Rotifera, seguido de Protozoa, contrariando o observado em 2019. Os demais grupos taxonômicos apresentam integrantes considerados eventuais nesta comunidade à exceção dos representantes dos moluscos aqui registrados que são bivalves na forma larval, livre-natantes e por isso encontrados na coluna d'água do corpo hídrico e frequentes, encontrados em todas regiões de amostragem (P1, P2 e P3), no verão. Tais larvas têm sido registradas de forma oscilante visto que não foram encontradas em 2016 e se fizeram presentes nos períodos em 2017, 2018, verão de 2019 e em 2020. Tais larvas compõem o plâncton (zooplâncton) até uma determinada fase em que se fixam em substratos como a vegetação aquática ou troncos submersos, ou mesmo no leito dos mananciais para se desenvolverem até a fase adulta, conforme registrado em relatórios anteriores e na presente avaliação confirmada. A ocorrência de larvas veio a corroborar com o observado, principalmente, nos pontos da região P1, onde foram encontradas aglomerações bem avantajadas do mexilhão-dourado, já adultos (imagens *in locu* da coleta de verão e anexadas no presente documento). Os representantes dos diferentes filos ou grupos taxonômicos supracitados e encontrados são geralmente registrados em mananciais lóticos do Rio Grande do Sul, na comunidade zooplanctônica.

As densidades obtidas por ponto nas respectivas regiões avaliadas (P1, P2 e P3) nas amostragens de verão e inverno de 2020 são mostradas na Figura 50.

No aspecto temporal, comparando as amostragens feitas em 2020, constatou-se que no verão apresentou a maior densidade nos pontos das regiões P1, P2 e P4, mantendo-se equivalentes as densidades nos dois períodos de verão e inverno, na região P3 (Figura 50).

Quanto ao aspecto espacial, em 2020, observou-se uma elevada diferença entre as regiões avaliadas, principalmente entre P1 e P2 com a região P3, o que veio a confirmar a maior densidade em P1, como registrado para 2018. No entanto, observa-se uma não regularidade nas densidades da comunidade zooplanctônica nas regiões, como montante (P1), região de mineração (P2), jusante (P3) e P4, observada em relatórios anteriores. Em 2014, 2015, 2016 e 2017 foram observadas maiores densidades totais nas regiões P3 (jusante), P2 (região de mineração) e P1 (montante), respectivamente para os três primeiros e com pouca diferença nas diferentes regiões nos anos de 2018 e 2019. Já em 2020 foi observada a elevada

densidade nas regiões em questão, à exceção do P3 que apresentou menor valor nesse parâmetro ambiental.

O índice de diversidade de Shannow-Winner ( $H'$ ) teve sua média variando entre 1,37 e 2,32 nas diferentes regiões de amostragens no verão, e entre 1,77 a 1,97 no inverno (Figura 51) existindo pouca diferença entre os pontos avaliados. Isso foi observado, principalmente no inverno, sem prevalecer um dos locais de amostragem, sendo maiores os valores no verão. Esse parâmetro indica, comparativamente, que quanto maior o seu valor, mais íntegro pode estar o ambiente por permitir um equilíbrio maior entre as diferentes densidades das populações de organismos e o número de espécies ou morfo-espécies (riqueza) no ambiente. A pouca diferença desse parâmetro nos pontos amostrados nos indica uma pouca influência das atividades existentes, mostrando pouca diferença entre as regiões de mineração ou a montante dela ou a jusante. No entanto, a influência da atividade antrópica no meio natural, como a mineração ou outras atividades como a navegação tendem a alterar as condições e características da coluna d'água com a suspensão de particulados, tanto de origem mineral como orgânico de modo a aumentar a turbidez da água, impedindo o estabelecimento da zona fótica para o fitoplâncton que necessita de luz para o seu desenvolvimento. Também o aumento de particulados em suspensão aumenta a concentração de nutrientes orgânicos de modo a alterar as densidades de populações pela disponibilidade de alimento para o zooplâncton, causando um desequilíbrio. A alteração e seleção das populações de fitoplâncton influenciadas pelo meio interferem, também, no desenvolvimento da comunidade zooplanctônica, que dependa da primeira para a sua manutenção, através da cadeia trófica. Assim, se reafirma a necessidade de serem respeitadas as distâncias entre a ação da mineração e as margens do manancial hídrico em questão, mesmo não observadas, na presente avaliação, alterações representativas da composição, densidades e diversidades das comunidades da biota aquática. Os organismos da comunidade zooplanctônica são considerados "passageiros" no ambiente, principalmente lótico, e são integrantes fundamentais por fazerem parte da cadeia alimentar se nutrindo de fito e perifiton além de outros invertebrados e servindo de alimento para outros animais, como invertebrados maiores e peixes.

A importância do atendimento às exigências legais quanto à manutenção da faixa de isenção da atividade de mineração se faz necessária, como medida mínima de respeito às condições naturais de acolhimento das comunidades biológicas pela

faixa de vegetação aquática existente na região litorânea do sistema. A sobrevivência do rio se dá pela manutenção das margens, sem que haja desmoronamento das mesmas com a ação, tanto da mineração propriamente dita, como da retirada da vegetação do entorno, principalmente ripária ou ciliar, devendo ser prioridade o estabelecimento dessa vegetação ribeirinha para a manutenção e melhoria da qualidade ambiental, aí incluindo as condições básicas do manancial aquático como um todo.

Figura 50 – Densidades da comunidade zooplânctônica por região amostrada, rio Jacuí, Charqueada, RS, em 2020.

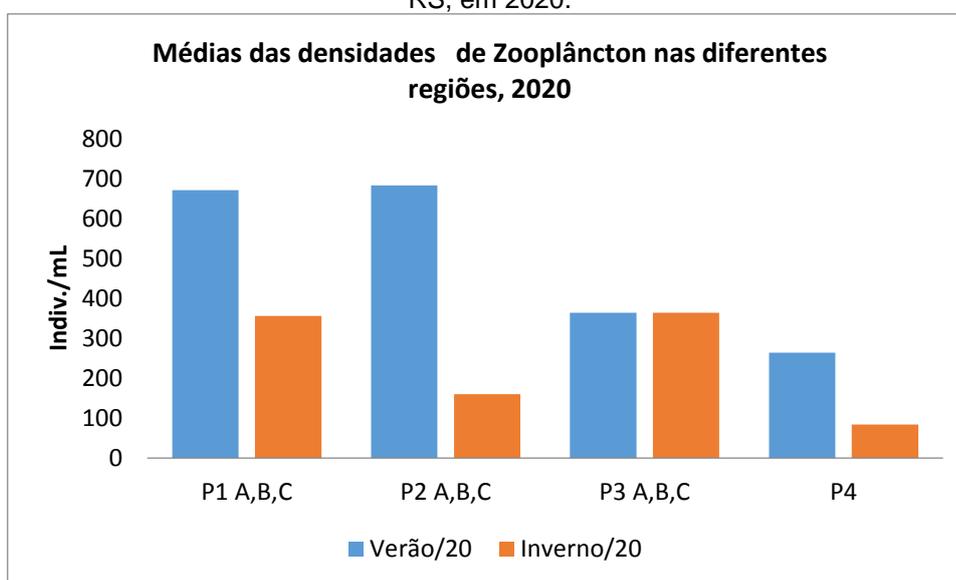
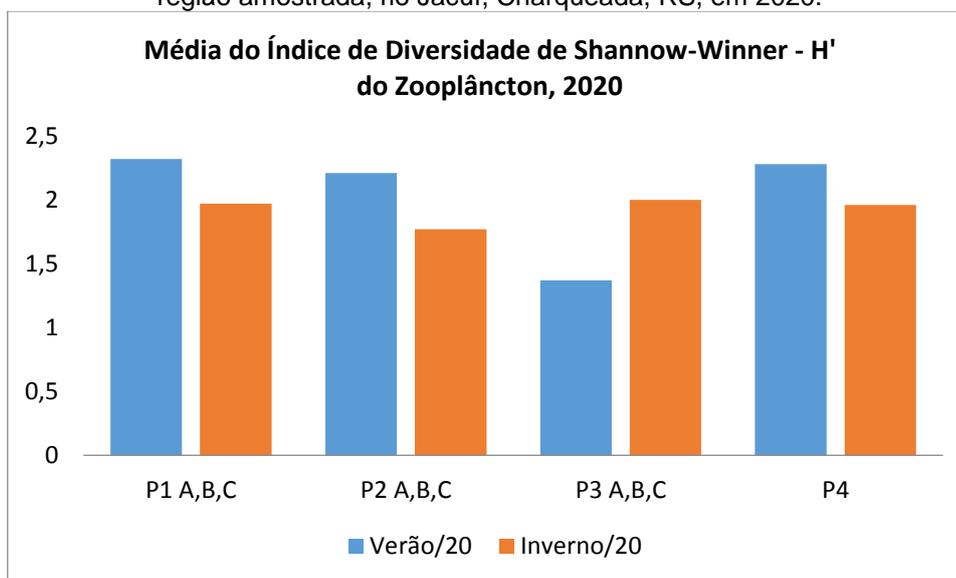


Figura 51 – Média do Índice de Diversidade de Shannow-Winner da comunidade zooplânctônica, por região amostrada, rio Jacuí, Charqueada, RS, em 2020.



Quanto aos macroinvertebrados bentônicos nos dispositivos artificiais, sedimento e macrófitas, em 2020, foram encontrados representantes de 78 espécies ou morfoespécies dos seguintes filos: Porifera, Cnidaria, Nematoda, Nemertea, Platyhelminthes, Annelida (Oligochaeta, Polychaeta e Hirudinea), Mollusca (Gastropoda e Bivalvia), Arthropoda (Crustacea, Insecta e Chelicerata) e Bryozoa. Comparativamente com os anos 2016, 2017, 2018 e 2019 houve um aumento da biodiversidade da comunidade bentônica nos dispositivos artificiais. Considerando que até 2013 a metodologia para avaliação desse compartimento ambiental era restrita ao sedimento, percebe-se um importante incremento de dados de ocorrência que em 2020 veio a se confirmar. Isso corrobora com o já constatado para mananciais lóticos do Rio Grande do Sul, quando do uso de macrófitas em avaliação da biota aquática conforme MOURA *et al.* (2003) e TAVARES *et al.* (2003) e do uso de amostradores artificiais, conforme descrito em TAVARES *et al.* (2009; 2014). O uso de tais dispositivos permite uma padronização na amostragem, já que nem todos os pontos em avaliação dispõem de substratos naturais como as macrófitas.

Os resultados de densidades gerais das comunidades de macroinvertebrados obtidos em 2020 nos amostradores artificiais (Figura 52) indicam que o período do verão se apresentou com valores maiores nos pontos P1, P2 e P3, à exceção do P4 que a maior densidade apresentou-se no inverno, confirmando o ocorrido nos dois últimos anos e diferindo do ocorrido em 2017 quando a amostragem de inverno que teve maior densidade de organismos nos dispositivos artificiais nas regiões P1, P2 e P3. No entanto, o P4 teve sua maior densidade no inverno, em 2017, contrariando o constatado em 2020.

Quanto ao aspecto espacial, novamente é observada a inexistência de uma regularidade nas regiões como montante (P1), região de mineração (P2) e jusante (P3) e P4, já que nenhum ponto se destacou como o de maior densidade ao longo do monitoramento, alternando esse parâmetro entre os pontos de avaliação nos diferentes períodos sazonais em 2020, confirmando o já registrado em relatórios anteriores. Constata-se que a avaliação de apenas dois períodos sazonais é insuficiente para se inferir melhor na condição da biota aquática, considerando as comunidades de invertebrados bentônicos, já que o ciclo biológico dos diferentes integrantes desse compartimento ambiental é muito diversificado, não sendo possível verificar a existência de integrantes das populações durante o intervalo longo entre somente dois períodos de amostragens. Isto se dá, principalmente, entre

insetos aquáticos, cujas fases larvais e juvenis são efêmeras ou de curta duração. Muitas destes são importantes indicadores de qualidade ambiental.

Para a comunidade bentônica, no sedimento, houve maior densidade total em relação a 2019, confirmando o que ocorreu em 2016 e 2017. A Figura 53 mostra densidades totais dos invertebrados em sedimento obtidas ao longo da amostragem nos dois períodos em 2020.

No aspecto espacial, a comunidade bentônica no sedimento apresentou as densidades maiores nos pontos da região P1 (montante) em relação aos demais pontos e regiões. Isto se deve pelo destaca-se do mexilhão-dourado como integrante, tanto no sedimento como demais substratos, principalmente nos pontos da região a montante de mineração, conforme já descrito aqui no presente relatório.

No aspecto temporal, o verão mostrou-se como o de maior densidade, confirmando o registrado para o zooplâncton e para a amostragem de demais invertebrados nos dispositivos artificiais. Constataram-se diferentes tipos de sedimento como arenoso, com areia fina e grossa, lodoso ou com vegetação e fragmentos de conchas em diferentes pontos de amostragem.

Os invertebrados encontrados nas porções submersas de *Eichhornia azurea* confirmam que as condições ambientais, principalmente no ponto P2A, onde são amostradas tais substratos, mesmo com avaliação apenas qualitativa, são boas e o ambiente se mantém com integridade semelhante aos de outros da bacia do Guaíba onde também são encontrados os organismos na avaliação. Foram encontrados representantes de diferentes filos: Porifera, Cnidaria, Nematoda, Nemertea, Platyhelminthes, Annelida, Mollusca e Arthropoda.

É importante se levar em conta, também, que um rio é um corpo hídrico lótico, dinâmico e, no caso do rio Jacuí, com trechos retos, sinuosos a meandreformes, com características próprias, o que dificulta a amostragem mais representativa e para melhor contemplar uma abordagem mais ampla das suas comunidades, principalmente bentônicas, que estão diretamente no leito do rio ou associadas às vegetações ribeirinhas. As ações de deposição e de erosão de sedimento em um corpo hídrico, regidas pela vazão e demais fatores geográficos naturais do sistema, interferem naturalmente nas comunidades biológicas, tanto do plâncton (fito e zoo) como do bentos. Por isso, a escolha dos subpontos em cada região não é uma tarefa fácil, e se dá pela necessidade em abordar, no monitoramento, diferentes trechos e margens do rio. Apesar de significativos os locais aqui avaliados, não

refletem o manancial hídrico abordado de maneira totalmente fiel nos aspectos que se quer analisar. O que se tenta realizar é a abrangência para se ter uma visão geral da biota aquática de modo a retratar o mais próximo possível da realidade para, assim, se verificar como se comportam tais comunidades ao longo do tempo e do espaço, frente a prováveis interferências nos períodos de avaliação. Quanto maior a malha de amostragem, principalmente num corpo hídrico lótico, melhor a avaliação realizada. Assim, acredito no prejuízo na qualidade da avaliação dessa biota aquática pela alteração metodológica quando diminuídas as avaliações, desde 2018 restritas a apenas dois períodos sazonais (verão e inverno). Mesmo assim, a metodologia aplicada é reconhecidamente válida para monitoramento de ecossistemas aquáticos com uso de plâncton (fito e zoo) e de bentos e perifiton, mas não se esgota, de modo a estarmos atentos a melhorias dos métodos. A identificação taxonômica específica, embora mais recomendada, em muitas vezes não se aplica, porque seria necessário um especialista para cada grupo, tornando inviável tal execução. No entanto, o que é feito é aceito pela comunidade técnico-científica, tanto no âmbito nacional como internacional. Apesar das constatações sobre o método aplicado desde 2014, aconselha-se a continuidade para 2021 com uso dos dispositivos artificiais para avaliação de invertebrados bentônicos, assim como para as demais comunidades do bentos em sedimento e no plâncton em pelo menos os dois períodos sazonais avaliados em 2018, 2019 e 2020.

A interferência direta nas comunidades do zoobentos pode se dar pela ação física da remoção do substrato que é o próprio objeto de interesse do empreendimento, tornando a retirada da areia do ambiente natural - a questão crítica quando se trata da comunidade de fundo ou bentônica. No entanto, a manutenção das margens, fora de mineração, respeitando a distância das mesmas em relação ao meio do rio, fazendo com que sejam estabelecidas as populações de macrófitas, também utilizadas pelos invertebrados aquáticos como alimento e proteção, são medidas importantes na manutenção das comunidades biológicas em geral. Tal medida é fundamental para que a ação das atividades do empreendimento viabilize a manutenção do equilíbrio da biota aquática.

Figura 52 – Médias das densidades da comunidade bentônica em amostradores artificiais encontradas por região amostrada, rio Jacuí, Charqueadas, RS, em 2020.

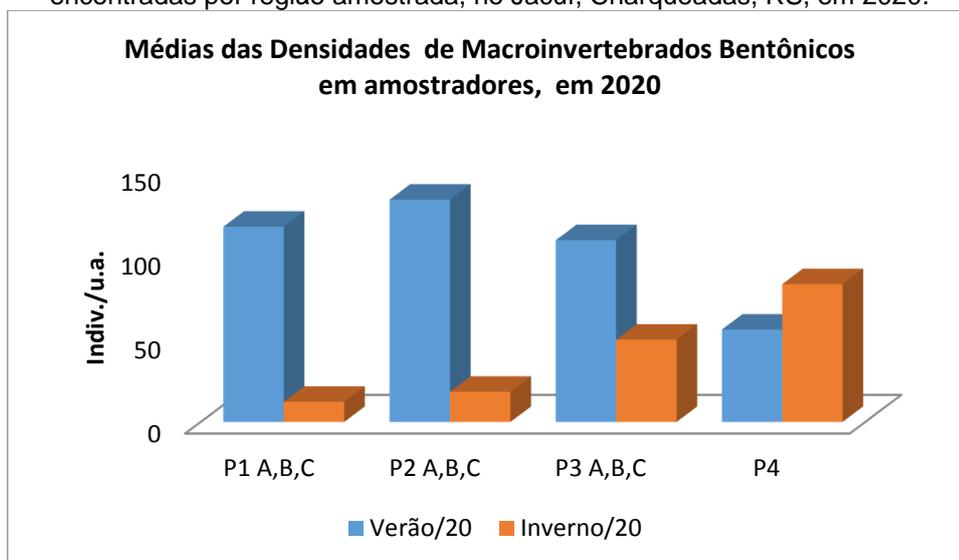
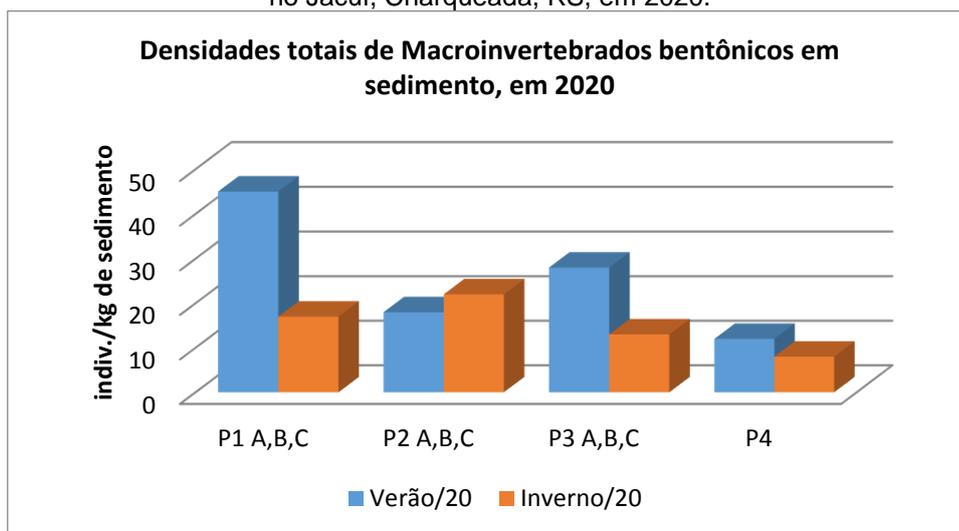


Figura 53 – Densidades da comunidade bentônica, em sedimento, encontradas por região amostrada, rio Jacuí, Charqueada, RS, em 2020.



  
 Dra. Maria da Conceição Tavares  
 CRBio 08182-03

  
 Renata Nunes de Carvalho  
 CRBio 95504-03

  
 Marco de Assis Brasil Haussen  
 CRBio 17152-03

## REFERÊNCIAS

- BACHMANN, A. O. 1981. Claves para determinarlas familias, las subfamilias y los generos de Hydrophiloidea acuaticos, y las especies de Hydrophilinae de la Republica Argentina (Coleoptera). *Revta soc. Ent. Argentina*, 40(1-4):1-9.
- BACHMANN, A. O., MAZZUCCONI, S. A. 1995. Insecta Heteroptera (= Hemiptera s. str.). In: LOPRETTO, E.L., TELL, G. Ecosistemas de aguas continentales – Metodologias para su estudio. Ediciones Sur, p. 1291-1310.
- BOND-BUCKUP, G., BUCKUP, L. 1999. Caridea (pitos, camarões de água doce e marinhos). In: BUCKUP, L., BOND-BUCKUP, G. Os crustáceos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, p. 300-318.
- CARVALHO, A. L. & CALIL, E. R. 2000. Chaves de identificação para as famílias de Odonata (Insecta) ocorrentes no Brasil, adultos e larvas. *Papeis Avulsos de Zoologia, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo*, 41(15):223-241.
- DMAE. Departamento Municipal de Águas e Esgotos. 1973. O Rio Guaíba e seus contribuintes: o plâncton e o bêtos. DMAE/CESB: Porto Alegre, 213p.
- ESTEVES, F. A. 1988. Fundamentos de Limnologia. Rio de Janeiro: Interciência /FINEP, 75p.
- FIORENTIN, G. L. 1989. Caracterização de formas jovens aquáticas de Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera e hemiptera, coletados em três municípios do Rio Grande do Sul, Brasil (Insecta – Pterygota). Dissertação de Mestrado, Instituto de Biociências da PUCRS. 146p. il.
- GAZULHA, V. 2012. Zooplâncton Límnico, Manual Ilustrado. Ed. TB. 151P.
- HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T. & RYAN, P. D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp.
- HUBER-PESTALOZZI, G. 1955. Euglenophyceen. DAS PHYTOPLANKTON des Susswässers. Systematik und Biologie. Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchlandlung, pt. 4, 606p. (Die Binnengewässer. August Thienemann,16). - Clorophyceae - Volvocales. DAS PHYTOPLANKTON des Susswässers. Systematik und Biologie. Stuttgart: E.Schweizerbart'sche Verlagsbuchlandlung, 1961. pt. 5, 744p. (Die Binnengewässer. August Thienemann, 16).
- KRAMER K., LANGE-BERTALOT H. 1991. Bacillariophyceae: Centrales, Frafiliariaceae, Eunotiaceae. In: ETTL, H., GERLOFF, J., HEYNIG,H., *et al.* Süßwasserflora von Mitteleuropa. Stuttgart: G. Fischer, v.2, pt.3, 576p.
- LAHR, D. J. G. & LOPES, S.G.B.C. 2006. Morphology, Biometry, Ecology and Biogeography of five species of *Diffflugia* Leclerc, 1815 (Arcellinida: Difflogiidae), form Tiete River, Brazil. *Acta Protozoologica*. 45:77-90.

LOBO, E., LEIGHTON, G. 1986. Estruturas comunitarias de las fitocenoses planctônicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile. *Revista Biologia Marina, Valparaiso*, v.22, n.1, p.1-29.

LOBO, E.A., CALLEGARO, V.L.M. & BENDER, P. 2002. Utilização de algas diatomáceas epilíticas como indicadoras da qualidade da água em rios e arroios da Região Hidrográfica do Guaíba, RS, Brasil. Santa Cruz do Sul: EDUNISC. 127p.

MAGALHÃES, C. 1999. Família Trichodactylidae (caranguejos braquiúros de água doce). In: BUCKUP, L., BOND-BUCKUP, G. Os crustáceos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, p. 486-490.

MANSUR, M. C. D., SCHULZ, C. & GARCES, L. M. M. P. 1987. Moluscos Bivalves de Água Doce: Identificação dos Gêneros do Sul e Leste do Brasil. *Acta Biológica Leopoldensia, São Leopoldo*, 2:181-202.

METZELTIN, D., LANGE-BERTALOT, H., GARCÍA-RODRÍGUEZ, F. 2005. Diatoms of Uruguay. *Iconographia Diatomologica*, v. 15, p 1 – 736.

MOURA, L. A.; HEYDRICH, I.; BARCELLOS, A. & BARROS, M. 2000. Invertebrados associados a macrófitas aquáticas no Parque Estadual Delta do Jacuí, Rio Grande do Sul, Brasil. In: XXIII Congresso Brasileiro de Zoologia, Cuiabá, Universidade Federal de Mato Grosso.

MUGNAI, R., NESSIMIAN, BAPTISTA, D.F. 2010. Manual de Identificação de Macroinvertebrados Aquáticos do estado do Rio de Janeiro. Ed. TB,174p.

NEVO, E. & WASSER, S. P. 2000. Biodiversity of cyanoprocaryotes, algae and fungi of Israel: Cyanoprocaryotes and algae of continental Israel. Ruggell: A.R.A. Gantner Verlag, 629p. il.

NIESER, N. & MELO, A. L. 1997. Os Heterópteros Aquáticos de Minas Gerais. Guia introdutório com chave de identificação para as espécies de Nepomorpha e Gerromorpha. Belo Horizonte, Editora UFMG, 177p.

PAPPAS, J. L. & STOERMER, E. F. 1996. Quantitative method for determining a representative algal sample count. **Journal of Phycology**, n. 32, p. 693-696.

PENNAK, R. W. 1978. Freshwater invertebrates of the United States. New York, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc., 803p.

PITONI, V. L. L., VEITENHEIMER, I. L., MANSUR, M. C. D. 1976. Moluscos do Rio Grande do Sul: coleta, preparação e conservação. **Iheringia, Sér. Divulgação**, n. 5, p. 25-68.

REYNOLDS, C.S. 1987. **The response of phytoplankton communities to changing lakes enviroments**. Cambridge University Press, 384p.

ROQUE, F., TRIVINHO-STRIXINO, S. 2000. Avaliação preliminar da qualidade de água dos córregos do município de Luiz Antônio (SP) utilizando macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores: subsídios para o monitoramento ambiental. **Ciênc. Biol. Ambient.**, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 21-34.

SANT'ANNA, C. L. 1984. Chlorococcales (Chlorophyceae) do Estado de São Paulo, Brasil. Berlin, 384p., 187 fig., 67 est. (Bibliotheca Phycologica).

SANT'ANNA C.L. *et al.* Atlas de cianobactérias e microalgas de águas continentais brasileiras. São Paulo, Instituto de Botânica. 2012. 175p.

SKUJA, H. 1948. Taxonomie des Phytoplankton einiger Seen in Uppland, Schweden. *Symbolae botanicae upsalienses*, Uppsala, v.9, n.3, p. 1-399.

SOARES, P. R. 1981. Larvas de Chironomídeos da Bacia do Jacuí – Sua Classificação e Distribuição. DMAE – Centro de Estudos de Saneamento Básico – CESB. Porto Alegre. 73p.

TAVARES, M.C.M.; VOLKMER-RIBEIRO, C. & DE ROSA-BARBOSA, R. 2003. Primeiro registro de *Corvoheteromeyenia australis* (Bonetto & Ezcurra de Drago) para o Brasil com chave taxonômica para os poríferos do Parque Estadual Delta do Jacuí, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, 20 (2), p. 169-182.

UEHLINGER, V. 1964. Étude statistique des méthodes de dénombrement planctonique. *Archives des sciences*, Geneve, v.17, n.2, p.121-123.

UTERMÖHL, H. 1958. Zur Verwolkung der Quantitativen Phytoplankton Methodik. *Mitt. Int. Verein. Theor. Angew. Limnol.*, 9: 1-39.

VEITENHEIMER-MENDES, I. L. 1998. Biótopos Naturais: A diversidade da Fauna, p.66. In: MENEGAT, R *et al.* Atlas Ambiental de Porto Alegre. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 236p.

VEITENHEIMER-MENDES, I. L. & LOPES-PITONI, V. L. 1995. Moluscos. In: VEITENHEIMER-MENDES, I. L., MONDIN, C. A. & STREHL, T. Guia Ilustrado da Fauna e Flora para o Parque COPESUL de Proteção Ambiental. Ed. Palotti, COPESUL/FZB, Porto Alegre, 209p.

VOLKMER-RIBEIRO, C.; GUADAGNIN, D. L. DE-SOSA BARBOSA, R.; SILVA, M. M.; DRÜGG-HAHN, S. LOPES-PITONI, V.L.; GASTAL, H. A DE O.; BARROS, M.P. AND DEMAMAN, L. V. 2004. A Polyethylenetherephthalate (PET) device for sampling freshwater benthic macroinvertebrates. **Brazilian Journal of Biology**, Rio de Janeiro , v.64 , n.3,p.1-8.