

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE ANIMAL**

**DISTRIBUIÇÃO DE MACROINVERTEBRADOS, COM
ÊNFASE NO GÊNERO *HYALELLA* (CRUSTACEA:
PERACARIDA: AMPHIPODA), EM AMBIENTES
LÊNTICOS E LÓTICOS DO SUL DO BRASIL**

TESE DE DOUTORADO

Michelle Bicalho Antunes

Santa Maria, RS, Brasil

2015

**DISTRIBUIÇÃO DE MACROINVERTEBRADOS, COM
ÊNFASE NO GÊNERO *HYALELLA* (CRUSTACEA:
PERACARIDA: AMPHIPODA), EM AMBIENTES LÊNTICOS
E LÓTICOS DO SUL DO BRASIL**

Michelle Bicalho Antunes

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal, Área de Concentração em Bioecologia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM,RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Biodiversidade Animal**

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Daniela da Silva Castiglioni

Santa Maria, RS, Brasil

2015

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Antunes, Michelle Bicalho

Distribuição de macroinvertebrados, com ênfase no gênero *Hyalella* (Crustacea: Peracarida: Amphipoda), em ambientes lênticos e lóticos do sul do Brasil / Michelle Bicalho Antunes.-2015.

146 p.; 30cm

Orientadora: Daniela da Silva Castiglioni

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal, RS, 2015

1. Ambiente dulcícola 2. Composição 3. Biodiversidade
4. Crustáceos anfípodos 5. Conservação I. Castiglioni,
Daniela da Silva II. Título.

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Naturais e Exatas
Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Tese de Doutorado

**DISTRIBUIÇÃO DE MACROINVERTEBRADOS, COM ÊNFASE NO
GÊNERO *HYALELLA* (CRUSTACEA: PERACARIDA: AMPHIPODA),
EM AMBIENTES LÊNTICOS E LÓTICOS DO SUL DO BRASIL**

elaborada por
Michelle Bicalho Antunes

como requisito parcial para a obtenção do grau de
Doutora em Biodiversidade Animal

COMISSÃO EXAMINADORA:

Daniela da Silva Castiglioni, Dr^a.
(Presidente/Orientadora)

Marcia Regina Spies, Dr^a. (UNIPAMPA)

Karine Delevati Colpo, Dr^a. (ILPLA-CONICET)

Alcemar Rodrigues Martello, Dr. (UNESPAR)

Daniel Ângelo Sganzerla Graichen, Dr. (UFSM/CESNORS)

Santa Maria, 24 de julho de 2015.

Dedico essa conquista aos meus pais Jovelina e Adroaldo,
aos meus irmãos Dayane e Douglas,
colegas e amigos do “LabDros” (UFSM),
à Vanessa dos Anjos Baptista e aos “filhotes”
Darwin, Emma, Marie (*in memorian*) e Hólos.

AGRADECIMENTOS

Finalizar essa etapa acadêmica tornou-se uma questão de honra pra mim, e só foi possível pela sustentação de alguns anjos que me abriram portas, me acolheram, me disseram muitos “sim” em terras de muitos “não”.

Agradeço a Deus, duplamente: por me permitir vivenciar e experienciar este momento, e principalmente, por ter colocado tantos anjos ao meu redor.

À CAPES, pela bolsa de estudo, mas um agradecimento especial, principalmente, ao Advogado Sr. Élbio Ross, que acolheu minha angústia e minha causa, que entendeu meu sofrimento, que entendeu as entrelinhas e, com muita maestria, defendeu meu direito me possibilitou permanecer com a bolsa até o fim.

Agradeço a minha orientadora, Profa. Dra. Daniela da Silva Castiglioni, por aceitar me orientar, sem nunca ter me perguntado o motivo da troca de orientação, após um ano e meio de doutorado, e por ter me apresentado as “Hyalellas”. Agradeço a Profa. Dra. Alessandra Bueno, e toda a equipe do Laboratório de Carcinologia da UFLA, pela acolhida e treinamento para identificação dos espécimes de *Hyalella*.

Agradeço ao Prof. Dr. Elgion Loreto pela acolhida e permissão para me aquerenciar no seu laboratório, para realizar minhas atividades. Agradeço a todos os colegas e amigos do Laboratório de Biologia Molecular e Sequenciamento – “LabDros” pela companhia e parceria. Vocês foram meus facilitadores e minhas pílulas de ânimo para finalizar essa etapa. Em especial, os meus amigos-anjos: Francine Cenzi, Larissa Bernardo, Sinara Jardim, Pedro Fonseca, Valéria Kaminski... eu nunca vou esquecer o que vocês fizeram por mim! Obrigada pelas madrugadas de trabalho, pela criatividade na ausência de material, pelas palavras de incentivo, pelos ouvidos, pelas lágrimas, pelas risadas, pelo conforto. Vocês foram meu arco-íris no meio da tempestade!

Meu muito obrigado a Mariângela Facco de Sá por sempre me esperar com um matinho quentinho e uma conversa boa, na garagem azul, acompanhadas da queridona Kika! Por muitas vezes saber que eu precisava de uma atenção especial, sem nunca precisar falar. Obrigada ao Roger Sá, Rithiele, Leonardo e Dudu, pela agradável companhia, pelas jantãs em família, pelos momentos de distração que me permitiam viver um mundo paralelo, leve e divertido, longe do sofrido dia-a-dia.

Obrigada especial aos amigos com os quais iniciei minha caminhada no doutorado, no Laboratório de Macroinvertebrados Aquáticos, e com os quais posso contar até hoje: Alcemar Martello, Andrea Salvarrey, Bruna Braun, Caroline Peripolli, Elisângela Secretti, Giulia Fortes, Luciani Santin, Mateus Pires, Nícolas Figueiredo, Rosemary Davanso e Vanessa Baptista.

Também não posso deixar de agradecer aos meus parceiros na etapa de coletas dos macroinvertebrados e especialmente dos exemplares de *Hyalella*! Seria impossível realizar, sem vocês, toda a amostragem a campo. Obrigada Aline Ozga, Jovelina Bicalho, Luciani Santin, Cleo da Silva e Vanessa Baptista.

Um agradecimento especial a Andrea Salvarrey e Vanessa Baptista que, além da parceria no laboratório, também me auxiliaram muito na etapa da triagem e identificação dos animais, mesmo depois que eu ter saído do laboratório. Obrigada, mil vezes obrigada pela parceria, me possibilitando concluir esse estudo.

Às queridas amigas Profa. Dra. Rosemary Davanso e Profa. Dra. Caroline Leuchtenberger, bem como à Profa. Dra. Alessandra Bueno e à Profa. Dra. Ana Beatriz de Moraes, pela parceria na banca de qualificação, e pelas sugestões proferidas.

Aos meus amigos-anjos, que estão sempre por perto, mesmo quando eu não posso vê-los e tocá-los: Patrícia Duarte e Estevão Chittó, Letícia Guterres, Rejane Castro, Paloma Rubin, Diego Dama, Priscila Rodrigues, Karine Nunes, Lucas Campos.

Aos queridos Alejandro Gordillo, Mauro Ortiz, Maurício Beux, Marcos da Rosa, Tailini Stoffel, Cadidja Coutinho, Carlos Roberto Rangel, Ane Marjorie Frozza, Daniel Cassiano Lima, Lourdes Baptista, Gustavo Baptista, Taiani Anjos, Marcelo Freitas e Cristianne Giacomini, Antônio da Silva e Isolita da Silva, Naninha (vó do Pedro e vó de todos), por, de uma forma ou de outra, fazerem parte desta caminhada.

Aos queridos amigos Camilla Biazus e Matheus Bortoly, por terem o poder de transformar qualquer dia em um dia repleto de alegria, diversão, emoções, aventuras, sempre exalando bom humor e paz de espírito.

Aos queridos amigos e afilhados Denirio Marques e Julio Colpo! Simplesmente amo quando estamos juntos!

Nem sei como te agradecer, meu amigão e mestre, Denirio Marques, por tudo que fazes por mim. Abre-me portas, me incentiva, me ensina... Surge sempre que preciso, com uma oportunidade, uma ideia nova, uma sugestão, uma alternativa para superar maus tempos. Obrigada por estar sempre presente!

À Anna Maria Cardozo Kirchhof e Marcos Falkembach, meu muito obrigado pela oportunidade de aprendizagem, parceria, e compreensão de minha ausência devido às atividades do doutorado, no período em que trabalhamos juntos.

Aos queridos colegas, amigos, parceiros, da EMEF Vicente Farencena, que foi meu pedacinho de céu, ao longo destes anos aqui em Santa Maria. Sou profundamente grata pelo aconchego, desde sempre, pela confiança, pela liberdade, pela torcida, pela convivência doce e agradável... Amo vocês e amo pertencer a essa equipe de ouro!

Aos meus alunos, meus presentinhos... Obrigada por transformarem meus dias ruins em dias de muitas risadas... Obrigada por entenderem minhas flutuações de humor... Obrigada por terem percebido minha angústia e sofrimento e, sem perguntarem nada, me encherem de carinho... Obrigada por colorirem os dias cinza! Obrigada por me permitirem ser a professora que eu sempre quis ser!

À minha família! Em especial, minha tia Iara Antunes e minha madrinha Tânia Antunes, por estarem sempre na torcida e por estarem presentes em todos os momentos da minha vida! À tia Tânia Cassanta e primos Marcelo Cassanta e João Antunes, pela acolhida em Santa Maria. Ao meu padrinho João Luiz Antunes por reunir a turma e alegrar minhas noites com um churrasco, toda vez que chega à cidade! À tia Glória Neves e ao primo Arthur Neves, pela alegria contagiante.

À minha amada avó Natividade Ribas, e meus tios Jandira Bicalho, Moisés Bicalho, Juvenal Bicalho, por estarem sempre na torcida e em oração... Estão distante dos olhos, mas sempre pertinho do coração...

Agradeço aos meus irmãos Dayane Bicalho Antunes e Douglas Bicalho Antunes, pelo amor incondicional. Amo vocês e os admiro muito... Vocês são o melhor de nós, da nossa família.

Um obrigado especial para o Vicente Arenhart, meu cunhado, que sempre tem uma palavra de incentivo e uma sobremesa para adoçar nossos encontros.

À minha afilhada Mariana Franco, por ser tão delicada e amorosa, preenchendo meu coração de doçura. Ao (A) meu (minha) afilhado (a) que está a caminho, no ventre de minha amiga querida, Larissa Bernardo.

Obrigada pai Adroaldo Severo Antunes e mãe Jovelina Martins Bicalho, por serem meu chão, meu céu, minha luz, minhas estrelas-guia, meus heróis, minha força, minha coragem, meus exemplos, meus mestres, meu descanso, meu aconchego, minha saúde, minha

paz, meu coração, meu sopro de vida. Vocês são tudo pra mim! Meus Doutores da vida... Obrigada, mãe, “pelo joelho no chão e pela oração constante”...

Aos meus filhotes Darwico, Emmita, Holitos e Marie (*in memoriam*), por estarem sempre junto, na alegria e na tristeza, na saúde e na doença, na riqueza e na pobreza... Por encherem a casa de alegria e amor... Por estarem sempre prontos para dar um lambeijo consolador...

À Vanessa dos Anjos Baptista, pela parceria de uma vida... Parceria no âmbito acadêmico e parceria no âmbito pessoal. Obrigada por estar sempre aqui, mesmo quando estas em silêncio. Não tenho como te agradecer por tudo que fazes por mim, por nós. Obrigada pela preocupação, pela disposição do servir e ajudar, pela delicadeza, amor, cuidado e dedicação que preenches o seu espaço no nosso relacionamento. Obrigada pela ajuda técnica e psicológica. Se hoje estou finalizando essa etapa, é porque você me deu a segurança necessária para continuar. Obrigada por chorar junto, rir junto... Obrigada por perdoar minha falta de jeito, minhas flutuações, minhas inquietudes, minha ansiedade, minha loucura. Obrigada por acreditar na mudança, e incentivá-la! Obrigada por existir e coexistir aqui! “Mas o teu amor me cura, de uma loucura qualquer, é encostar no teu peito, e se isso for algum defeito, por mim, tudo bem...”

Eu nunca vou esquecer o que cada um de vocês fez por mim... Não há palavras que possam descrever a minha gratidão, que é eterna. Eu caí, e vocês me puxaram... Eu desisti, e vocês me empurraram... Eu empaquei, e vocês me deram as mãos... Eu chorei, e vocês choraram junto comigo, limpavam minhas lágrimas, e me fizeram rir... Eu fiquei doente, e vocês cuidaram de mim... A realização desse trabalho não seria possível sem vocês!

**“Tudo o que eu sonhei
Está a minha frente
Tudo caminhando num processo longo, de ser gente
Está em nossas mãos
É a nossa vida
Cada escolha sempre determina
O que vem em seguida...”**

(Lulu Santos)



**“Eu vejo a vida melhor no futuro
Eu vejo isso por cima de um muro
De hipocrisia que insiste em nos rodear
Eu vejo a vida mais clara e farta
Repleta de toda satisfação
Que se tem direito do firmamento ao chão [...]”**

**“Eu vejo um novo começo de era
De gente fina, elegante e sincera
Com habilidade
Pra dizer mais sim do que não [...]”**

**“Hoje o tempo voa, amor
Escorre pelas mãos
Mesmo sem se sentir
Não há tempo que volte, amor
Vamos viver tudo que há pra viver
Vamos nos permitir...”**

(Lulu Santos)



Assim como o caos tumultuado de uma tempestade traz uma chuva nutritiva que permite à vida florir, assim também nas coisas humanas tempos de progresso são precedidos por tempos de desordem. O sucesso vem para aqueles que conseguem sobreviver à crise... (I Ching)

RESUMO

Tese de Doutorado
Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal
Universidade Federal de Santa Maria

DISTRIBUIÇÃO DE MACROINVERTEBRADOS, COM ÊNFASE NO GÊNERO *HYALELLA* (CRUSTACEA: PERACARIDA: AMPHIPODA), EM AMBIENTES LÊNTICOS E LÓTICOS DO SUL DO BRASIL

Autora: Michelle Bicalho Antunes

Orientadora: Daniela da Silva Castiglioni

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 24 de julho de 2015.

Os ambientes aquáticos têm sido alterados em consequência do aumento de atividades antropogênicas. A degradação dos ecossistemas aquáticos atingiu níveis alarmantes, principalmente em ecossistemas dulcícolas. O monitoramento e avaliação dos recursos hídricos, utilizando índices bióticos, contribuem para um melhor acompanhamento das condições e processos ecológicos dos ecossistemas aquáticos. Atualmente o grupo biótico mais testado e utilizado em estudos de bioindicação em recursos hídricos são os macroinvertebrados. Os crustáceos estão entre os invertebrados mais representativos em ambientes dulcícolas. Amphipoda está entre as ordens mais representativas, abrigando a Família Hyalellidae e o gênero *Hyaella*, sendo este o único gênero de crustáceos anfípodos encontrado nos ambientes límnicos brasileiros. O Brasil é o país americano com a maior diversidade do gênero *Hyaella* (Crustacea). Entretanto, estudos ecológicos com o gênero no país são raros. Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo analisar a estruturação das comunidades de macroinvertebrados de água doce, com ênfase no gênero *Hyaella*, entre ambientes lóticos e lênticos (naturais e artificiais), na região central do Estado do Rio Grande Sul, bem como identificar a influência de variáveis ambientais sobre a estrutura dessas comunidades. Foram realizadas amostragens em 105 corpos d'água (açudes, banhados e riachos) abrangendo todos os municípios da região central do Estado do Rio Grande do Sul. Parâmetros físicos e químicos da água foram mensurados em cada ponto amostral. Foi amostrado um total de 26.181 indivíduos, distribuídos em 40 táxons. O gênero mais abundante foi *Hyaella*, com 14.601 indivíduos. O ambiente que apresentou a maior abundância de macroinvertebrados foi o banhado. Foi constatado que os ambientes lênticos e lóticos diferiram quanto às variáveis ambientais, e essa variação interferiu na distribuição dos macroinvertebrados, e que os ambientes lênticos artificiais apresentam-se como uma alternativa de preservação, apresentando essencial responsabilidade para a preservação de táxons ocorrentes em ambientes lênticos naturais e lóticos. Para *Hyaella*, constatou-se que as variações dentro do mesmo ambiente não é o que, de fato, parece interferir e explicar a presença e a abundância de *Hyaella*, e sim, a variação entre os ambientes (lênticos naturais e artificiais e lóticos) é que parece determinar a presença e abundância do gênero. Observou-se, também, uma forte influência do ambiente na ocorrência/distribuição das espécies de *Hyaella* identificadas para a região amostrada, sendo que o açude pode estar representando uma área importante de intersecção entre banhado e riacho. Foram identificadas duas espécies, *Hyaella bonariensis* e *Hyaella curvispina*, que já eram conhecidas para o Estado do Rio Grande do Sul, e seis morfoespécies, as quais têm grande probabilidade de serem espécies novas para a ciência. Visto que os ambientes dulcícolas são ecossistemas altamente ameaçados, estudos que abordem seu funcionamento e manutenção da biodiversidade contribuirão de forma significativa para a preservação destas áreas, fornecendo subsídios para futuros programas de conservação.

Palavras-chave: Ambiente dulcícola. Composição. Biodiversidade. Crustáceos anfípodos. Conservação.

ABSTRACT

Doctorate Thesis
Post-Graduation Program in Animal Biodiversity
Universidade Federal de Santa Maria

MACROINVERTEBRATES DISTRIBUTION, WITH EMPHASIS ON *HYALELLA* GENUS (CRUSTACEA: PERACARIDA: AMPHIPODA), IN LENTIC AND LOTIC ENVIRONMENTS OF SOUTHERN BRAZIL

Author: Michelle Bicalho Antunes

Advisor: Daniela da Silva Castiglioni

Date and Place of Defense: Santa Maria, July 24th 2015.

Aquatic environments have been altered due to the increase of anthropogenic activities. The degradation of aquatic ecosystems has reached alarming levels, particularly in freshwater ecosystems. Water resources monitoring and evaluation, using biotic indices contribute to a better understanding of ecological processes and conditions of aquatic ecosystems. Macroinvertebrates are the most tested and used group for bioindication studies in water resources. Crustaceans are among the most representative invertebrates in freshwater environments. Amphipoda is among the most significant orders, housing the Hyalellidae family and the *Hyaella* genus, which is the only genus of amphipod crustaceans found in Brazilian limnic environments. Brazil is the American country with the highest diversity of *Hyaella* genus (Crustacea). However, ecological studies with this genus in the country are rare. In this context, this study aims to analyze the structure of freshwater macroinvertebrate communities, with emphasis on the *Hyaella* genus, between lotic and lentic (natural and artificial) environments, in the central region of the Rio Grande do Sul State as well as to identify the influence of environmental variables on the structure of these communities. Samples were taken from 105 watercourses (weir, puddle and stream) covering all cities in the central region of the Rio Grande do Sul State. Water physical and chemical parameters were measured in each sample point. 26,181 individuals belonging to 40 taxa were sampled. *Hyaella* was the most abundant genus, with 14,601 individuals. Puddles were the environments with the highest abundance of macroinvertebrates. Environmental variables differed among lentic and lotic environments and this variation interfered in the macroinvertebrates distribution. Artificial lentic environments could represent a conservation alternative, presenting essential responsibility for the preservation of taxa that occur in lentic natural environments and lotic environments. Variations within the same environment is not what, in fact, appears to interfere and explain the presence and abundance of *Hyaella*, but the variation between environments (natural and artificial lentic and lotic) seems to determine the presence and abundance of the genus. There was also a strong influence of the environment on the occurrence/distribution of *Hyaella* species identified for the sampled region, and the weir may be playing an important intersection area between puddle and stream. Two species were identified, *Hyaella bonariensis* and *Hyaella curvispina*, which were already known to the state of Rio Grande do Sul and six morphospecies, which are likely to be new to science. Since freshwater environments are highly threatened ecosystems, studies addressing its operation and biodiversity maintenance will contribute significantly to the preservation of these areas, providing support for future conservation programs.

Keywords: Freshwater environment. Composition. Biodiversity. Amphipod crustaceans. Conservation.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	19
INTRODUÇÃO GERAL	21
REFERÊNCIAS.....	33
CAPÍTULO 1 – INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL VARIABLES IN THE DISTRIBUTION OF MACROINVERTEBRATES IN LENTIC AND LOTIC ENVIRONMENTS OF THE SOUTHERN FIELDS	41
Abstract	41
Introduction	42
Materials and Methods	45
Results.....	53
Discussion	58
References.....	60
CAPÍTULO 2 – DISTRIBUIÇÃO DE <i>Hyalella</i> (CRUSTACEA: PERACARIDA: AMPHIPODA) EM AMBIENTES LÊNTICOS E LÓTICOS NO SUL DO BRASIL.....	71
Resumo	71
Introdução	74
Material e Métodos	78
Resultados.....	92
Discussão.....	104
Referências	109
CAPÍTULO 3 – ESPÉCIES DE <i>Hyalella</i> Smith 1874 (CRUSTACEA: AMPHIPODA: HYALELLIDAE) EM AMBIENTES DULCÍCOLAS DA REGIÃO CENTRAL DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL	119
Resumo	119
Introdução	121
Material e Métodos	123
Resultados e Discussão	130
Referências	138
CONCLUSÃO GERAL	145

APRESENTAÇÃO

A presente tese segue a formatação sugerida pela Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa (PRPGP), da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). A “Estrutura e Apresentação de Monografias, Dissertações e Teses (MDT/2012)” tem como objetivo "orientar e definir a forma de apresentação de trabalhos científicos da UFSM, abrangendo os elementos gráficos de organização e redação de artigos científicos, monografias, dissertações e teses" e "orientação de outros trabalhos acadêmicos, tais como trabalho final de graduação, trabalhos de iniciação científica, resenha crítica, e similares".

Dessa forma, a presente tese apresenta-se dividida em três capítulos, sendo que os mesmos são apresentados sob a forma de artigos científicos, e encontram-se formatados seguindo as normas específicas das revistas científicas escolhidas para publicação dos mesmos.

No primeiro capítulo, aborda-se a influência de variáveis ambientais sobre a comunidade de macroinvertebrados de água doce, e a estruturação dessas comunidades, entre ambientes lóticos e lênticos (naturais e artificiais), na região central do Estado do Rio Grande do Sul. Este capítulo já foi submetido para a revista “PANAMJAS” (Pan-American Journal of Aquatic Sciences).

No segundo capítulo, apresenta-se uma análise e indicação dos fatores abióticos que influenciam na ocorrência e abundância do gênero *Hyalella*, em áreas lênticas (naturais e artificiais) e lóticas na região central do Estado do Rio Grande do Sul. Este capítulo será submetido para a revista “Zoological Studies”.

No terceiro capítulo, aborda-se sobre as possíveis espécies de *Hyalella* que habitam os ambientes dulcícolas da região central do Estado do Rio Grande do Sul, o que contribui para a expansão do conhecimento sobre o gênero no Estado e no país. Este capítulo está formatado a partir das normas de formatação da UFSM (MDT/2012).

INTRODUÇÃO GERAL

O volume total de água na Terra, apontada pela Organização das Nações Unidas (ONU), é de aproximadamente 1,4 bilhão de km³. Em termos de repartição no planeta Terra, temos: as águas salgadas e salinas (97,5%), que formam os oceanos e mares, e as águas doces (2,5%), com cerca de 35 milhões de km³, que se apresentam sob a forma de calotas polares, geleiras e neves eternas (68,9%), águas subterrâneas (29,9%), a umidade dos solos e as águas dos pântanos (0,9%), e água doce dos rios e lagos (0,3%) (REBOUÇAS, 2006).

De acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2004, a água doce é a que tem salinidade inferior ou igual a 0,5%. O ambiente dulcícola, também chamado de águas continentais, subterrâneas ou superficiais, corresponde a todos os ecossistemas de água doce. Esses ecossistemas compreendem, aos rios, riachos, lagos, lagoas, banhados, açudes, aquíferos.

O Brasil concentra em torno de 12% de todas as reservas de água doce do mundo. É o país que mais possui água doce de todas as fontes mundiais, sendo que 70% de todo o volume está na Região Amazônica (ANA, 2005). O Brasil é o país com maior disponibilidade hídrica do planeta, com aproximadamente 13,8% do deflúvio médio mundial (WRI, 1998). Enquanto apresenta uma das legislações mais rígidas do mundo, também não há o cumprimento da mesma. A degradação dos ecossistemas aquáticos atingiu níveis alarmantes, sendo que a taxa de extinção de espécies da fauna dulcícola é cinco vezes superior àquela da biota terrestre (CNUMAD, 1992; RICCIARDI; RASMUSSEN, 1999; WISHART; DAVIES, 2002; BERNHARDT et al., 2005).

A região sul do país abriga cerca de 6,5% da água doce brasileira. O Estado do Rio Grande do Sul apresenta duas grandes Regiões Hidrográficas: Região Hidrográfica do Uruguai e Região Hidrográfica Atlântico Sul.

A Região Hidrográfica do Uruguai tem grande importância para o país em função das atividades agroindustriais desenvolvidas e pelo seu potencial hidrelétrico. A bacia hidrográfica possui, em território brasileiro, 177.494 km² de área, o equivalente a 2,1% do território nacional, abrangendo 13 unidades hidrográficas, sendo que quatro ficam no estado de Santa Catarina e nove no Estado do Rio Grande do Sul. Dentre os impactos, destaque para a baixa porcentagem de esgoto tratado nas unidades hidrográficas, com média de 10%, valor inferior à média brasileira (30%), e intenso desmatamento na região, em que apenas regiões restritas conservam a vegetação original (ANA, 2005).

A Região Hidrográfica Atlântico Sul destaca-se por abrigar um expressivo contingente populacional, pelo desenvolvimento econômico e por sua importância para o turismo. A região se inicia ao norte, próximo à divisa dos Estados de São Paulo e Paraná, e se estende até o arroio Chuí, ao sul do Estado do Rio Grande do Sul. Esta região hidrográfica possui uma área total de 187.522 Km², o equivalente a 2,2% do País. Abrangendo porções dos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, a região tinha, em 2010, cerca de 13,4 milhões de habitantes, sendo que 88% em área urbana. Dentre os impactos, destaque para o baixo nível de esgoto tratado, apresentando valores entre 10 e 19%, além da intensa ação antrópica na Mata Atlântica, vegetação original predominante (ANA, 2005).

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA), a Região Hidrográfica do Atlântico Sul está entre as Regiões Hidrográficas Brasileiras com melhores condições de monitoramento de qualidade da água. Por outro lado, na Região Hidrográfica do Uruguai o monitoramento é ainda insuficiente e, em termos gerais, também está entre as regiões que apresentam menor densidade demográfica e atividade industrial, e os principais impactos sobre a qualidade da água são gerados, de maneira mais localizada, pelas atividades de mineração e agricultura (ANA, 2005).

Segundo a Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMA), o Estado do Rio Grande do Sul apresenta-se dividido em três Regiões Hidrográficas: Região Hidrográfica do Guaíba, Região Hidrográfica do Litoral e Região Hidrográfica do Uruguai. A região central do Estado abrange microbacias pertencentes a duas, das três indicadas pela SEMA: Região Hidrográfica do Guaíba e Região Hidrográfica do Uruguai (<http://www.sema.rs.gov.br>; último acesso em 02/07/2015).

No Estado do Rio Grande do Sul ocorrem dois biomas, dos seis identificados no país: Mata Atlântica e Pampa. O Pampa é bioma endêmico do Estado (IBGE, 2004). A região central do Estado se caracteriza por uma área de transição destes dois biomas, com uma área total de 32.457 Km², abrangendo 34 municípios: Agudo, Cacequi, Cachoeira do Sul, Capão do Cipó, Dilermando de Aguiar, Dona Francisca, Faxinal do Soturno, Formigueiro, Jari, Mata, Nova Esperança do Sul, Nova Palma, Quevedos, Santiago, São João do Pôlesine, São Martinho da Serra, Silveira Martins, Tupanciretã, Unistalda, Vila Nova do Sul, Itaara, Ivorá, Jaguari, Júlio de Castilhos, Novo Cabrais, Paraíso do Sul, Pinhal Grande, Restinga Seca, Santa Maria, São Francisco de Assis, São Pedro do Sul, São Sepé, São Vicente do Sul e Toropi. A população total do território é de, aproximadamente, 642.515 habitantes, sendo que em torno de 22% destes vivem em área rural (IBGE, 2007).

A região central do Estado do Rio Grande do Sul localiza-se em área de transição dos compartimentos geomorfológicos chamados Depressão Central e Planalto (MORAES; BEZZI, 2009; DANTAS; VIEIRO; DA SILVA, 2010). A vegetação original da área estudada, na presente tese, está inserida na zona de transição entre a Floresta Estacional Decidual (domínio da Mata Atlântica) na encosta do Planalto, e a Savana (campos) na Depressão Central (KLEIN, 1984; MARCUZZO; PAGEL; CHIAPETTI, 1998; QUADROS; PILLAR, 2002). Quanto ao uso do solo e cobertura vegetal, resulta a indicação, para a região, de oito classes: Agropecuária, Campo, Mata Nativa, Silvicultura, Orizicultura, Lâmina de Água, Terras

Úmidas/Áreas Alagáveis e Áreas Urbanas. Dentre os principais impactos para a região, destaca-se: lavoura temporária com o cultivo de, principalmente, arroz, soja, trigo, milho; lavoura permanente com cultivo de, principalmente, laranja e uva; pecuária, com destaque para a bovinocultura e a ovinocultura (SEMA, 2011).

As águas continentais superficiais, de maneira geral, podem ser classificadas em águas lóxicas ou águas lânticas. Águas lóxicas correspondem às águas continentais moventes, massas de águas correntes, como por exemplo, os rios e os riachos. Por sua vez, águas lânticas correspondem às massas de águas estacionárias ou “paradas”, como por exemplo, os açudes e banhados (Resolução CONAMA nº 357/2005).

A diversidade da fauna e flora das águas continentais superficiais está relacionada com os mecanismos de funcionamento de rios, lagos, áreas alagadas, represas, tais como o ciclo hidrológico, e a variedade de habitats e nichos. A dinâmica dos ecossistemas de águas continentais, da sua flora e fauna, depende, portanto, de uma série de fatores interdependentes. Apesar disso, muitas vezes é visto apenas como uma fonte conveniente e mais barata para necessidades domésticas e industriais, principalmente para descarte de afluentes (“esgotos gratuitos”) (www.ebah.com.br; último acesso em 02/07/2015).

A biota das águas de interiores está submetida, constantemente, a uma série de variados impactos, decorrentes, principalmente, das atividades humanas nas diferentes bacias hidrográficas, como (www.ambientebrasil.com.br; último acesso em 02/07/2015):

- Poluição, contaminação e introdução de substâncias tóxicas;
- Aumento do material em suspensão na água devido às atividades agrícolas;
- Intensificação das atividades de mineração;
- Introdução de espécies exóticas predadoras;
- Atividades excessivas de pesca;
- Remoção de espécies de grande importância na rede alimentar;

- Uso excessivo de equipamentos de recreação;
- Represamentos;
- Alteração na flutuação do nível da água e interferência no sistema hidrológico;
- Remoção da vegetação ciliar;
- Desmatamento em geral e perda da vegetação inundável;
- Remoção e destruição de áreas alagadas;
- Aumento de navegação e transporte;
- Alteração nas condições físico-químicas das águas (qualidade da água): temperatura, oxigênio dissolvido, pH, nutrientes (eutrofização excessiva).

Os ambientes aquáticos, de maneira geral, têm sido alterados em consequência do aumento de atividades antrópicas (ALLAN, 1995). Nesse sentido, é de fundamental importância conhecer os padrões espaciais das comunidades dos organismos aquáticos, sob tais condições. É importante também, conhecer os principais fatores ambientais que determinam sua distribuição e abundância, pois tais impactos podem levar à perda da diversidade e à extinção de espécies (PRIMACK; RODRIGUES, 2001).

Mais da metade dos principais rios do mundo “está gravemente exaurida e poluída, degradando e envenenando os ecossistemas ao redor e ameaçando a saúde e os meios de subsistência das pessoas que dependem deles” (WORLD COMMISSION ON WATER, 1999). Ainda, as áreas úmidas (naturais ou artificiais) são importantes ecossistemas para a biodiversidade do planeta, são considerados um dos ambientes mais produtivos do mundo, e apresentam uma grande riqueza de espécies, com altos níveis de endemismos (BARBIER; ACREMAN, KNOWLER, 1997; MALTCHIK, 2003; MALTCHIK et al., 2004). Entretanto, essas áreas são consideradas seriamente ameaçadas e encaradas como áreas prioritárias para conservação (MITSCH; GOSSELINK, 2000).

O monitoramento e a avaliação da qualidade das águas são fatores primordiais para a adequada gestão dos recursos hídricos, permitindo a caracterização e a análise de tendências em bacias hidrográficas, sendo essenciais para várias atividades de gestão, tais como: planejamento, outorga, cobrança e enquadramento dos cursos de água.

A simples mensuração dos níveis de substâncias químicas presentes no ambiente (indicadores abióticos) não é suficiente para revelar os reais efeitos da contaminação. Índices bióticos tem sido uma importante ferramenta em estudos de monitoramento de condições ecológicas, em geral considerando a composição taxonômica e dominância de alguns grupos tolerantes a poluição (CALLISTO et al., 2002). Mudanças na estrutura e nos processos ecológicos dos ecossistemas aquáticos podem modificar a estrutura de toda a comunidade biótica (AFONSO; HENRY; RODELLA, 2000; GRAÇA, 2001).

O grupo biótico mais testado e utilizado em estudos de bioindicação em recursos hídricos são os macroinvertebrados bentônicos, pois dentre outras características, são ubíquos, apresentam grande número de espécies, oferecendo um amplo espectro de respostas frente a variações ambientais (ROSENBERG; WIENS, 1976; MYSLINSKI; GINSBURG, 1977; LYNCH; POPP; JACOBI, 1988; HARE, 1992; HARE; CAMPBELL, 1992; ROSENBERG; RESH, 1993; GOODYEAR; MCNEILL, 1999; REECE; RICHARDSON, 1999; CALLISTO, 2000; GALDEAN; CALLISTO; BARBOSA, 2000; TAKEDA; PEREIRA; BARBOSA, 2000; THOMPSON; TOWNSEND, 2000; GOULART; CALLISTO, 2003), além de poderem ser amostrados facilmente e com baixos custos, entre outros (PRAT et al., 2009).

A fauna de macroinvertebrados bentônicos é representada, principalmente, pelos filos Platyhelminthes, Nematoda, Annelida e Arthropoda (MERRIT; CUMMINS, 1996). Os macroinvertebrados aquáticos são importantes no fluxo de energia, principalmente devido à utilização do material orgânico alóctone pelos fragmentadores (CALLISTO; ESTEVES, 1995), que devido ao processamento, pode ser utilizado por organismos filtradores, coletores

e pelos predadores. Além disso, constituem a maior fonte de alimento para outros organismos, como peixes e outros insetos (ROSENBERG; RESH, 1993).

Dentre os invertebrados mais representativos em ambientes dulcícolas, estão os crustáceos. Os crustáceos são um grupo de animais bem sucedidos, distribuídos em diferentes habitats, incluindo o ambiente marinho, terrestre e dulcícola (MARTIN; DAVIS, 2001; BRUSCA; BRUSCA, 2007), e são frequentemente utilizados como bioindicadores em sistemas aquáticos (RINDERHAGEN; RITTERHOFF; ZAUKE, 2000; MUGNAI; NESSIMIAN; BAPTISTA, 2010).

Os crustáceos dulcícolas mais utilizados em testes de toxicidade, que são considerados bioindicadores e biomonitores de qualidade ambiental, são os anfípodos, devido a sua distribuição cosmopolita, a sensibilidade a contaminantes e impactos ambientais, e a sua fácil adaptação a cultivos e experimentos laboratoriais (KRUSCHWITZ, 1978; SAMPAIO, 1988; PILGRIM; BURT, 1993; RINDERHAGEN; RITTERHOFF; ZAUKE, 2000; NEUPARTH et al., 2002; DUTRA et al., 2008a,b, 2009, 2011). Dentre os anfípodos mais utilizados em estudos toxicológicos, estão: *Hyaella azteca* Saussure, 1858 e *Gammarus lacustris* Sars, 1863 (BUYLE, 1989; NELSON; BRUNSON, 1995; DUAN et al., 1997). No Brasil, nos últimos anos, foram realizados alguns ensaios ecotoxicológicos com espécies nativas, como *H. pleoacuta* e *H. curvispina* (DUTRA et al., 2008b) e *H. castroi* (DUTRA et al., 2009, 2011). Uma vez que as espécies de *Hyaella* podem ser utilizadas como bioindicadoras, é de extrema importância conhecer quais são os fatores ambientais que influenciam os indivíduos deste gênero.

Na América do Sul, a Ordem Amphipoda está representada por espécies que habitam tanto águas subterrâneas como águas superficiais (VÄINOLÄ et al., 2008). No Estado do Rio Grande do Sul, são encontrados representantes de sete famílias da Subordem Senticaudata:

Corophiidae, Stenothoidae, Hyalidae, Ischyriceridae, Gammaridae, Talitridae e Hyalellidae (BENTO; BUCKUP, 1999).

A Família Hyalellidae está representada apenas pelo gênero *Hyalella* Smith, 1874 (LOWRY; MYERS, 2013) que ocorre ao longo das regiões biogeográficas Neoártica e Neotropical, sendo endêmico das Américas, apresentando distribuição restrita das espécies. Assim, atualmente o gênero *Hyalella* está alocado no Reino Animalia, Filo Artropoda, Subfilo Crustacea, Classe Malacostraca, Superordem Peracarida, Ordem Amphipoda, Subordem Senticaudata, Infraordem Talitrida e Família Hyalellidae (LOWRY; MYERS, 2013).

Até o momento foram descritas 65 espécies do gênero *Hyalella* (BUENO et al. 2013; LOWRY; MYERS, 2013; RODRIGUES; BUENO; FERREIRA, 2014), sendo que na América do Sul há registro de ocorrência de 55 espécies, conferindo a América do Sul então a maior diversidade de espécies nas Américas (GONZÁLEZ; WATLING, 2002a, b; GONZÁLEZ; WATLING, 2003a, b; BALDINGER, 2004; PEREIRA, 2004; GONZÁLEZ; BOND-BUCKUP; ARAUJO, 2006; CARDOSO; BUENO; FERREIRA, 2011; BUENO et al., 2013; RODRIGUES; BUENO; FERREIRA, 2014).

O gênero *Hyalella* é o único gênero de crustáceos anfípodos epígeos encontrado nos ambientes límnicos do Brasil (BENTO; BUCKUP, 1999). O Brasil é o país americano com a maior diversidade deste gênero (GONZÁLEZ; BOND-BUCKUP; ARAUJO, 2006), tendo o registro de espécies concentradas para o sul e sudeste, enquanto para outras regiões do país, não há nada registrado.

No Brasil são conhecidas 23 espécies de *Hyalella* (BASTOS-PEREIRA; BUENO, 2013; BUENO et al., 2013; RODRIGUES; BUENO; FERREIRA, 2014; CARDOSO et al., 2014; BUENO; RODRIGUES; ARAUJO, 2014). No Estado do Paraná havia registro de ocorrência de apenas uma espécie (*Hyalella brasiliensis* Bousfield, 1996). Recentemente, foi

descrita mais uma espécie, subterrânea, a *Hyaella formosa* Cardoso & Araujo, 2014. No Estado de Santa Catarina, há espécimes coletados, possivelmente espécies novas, mas ainda não descritos (BASTOS-PEREIRA, 2014). No Estado do Rio Grande do Sul, de acordo com González, Bond-Buckup e Araujo (2006), Cardoso, Bueno e Ferreira (2011) e Bastos-Pereira (2014), já foram descritas nove espécies do gênero *Hyaella*: *H. bonariensis* Bond-Buckup, Araujo & Santos, 2008; *H. castroi* González, Bond-Buckup & Araujo, 2006; *H. pleoacuta* González, Bond-Buckup & Araujo, 2006; *H. curvispina* Shoemaker, 1942; *H. montenegrinae* Bond-Buckup & Araujo, 1998; *H. pseudoazteca* González & Watling, 2003; *H. pampeana* Cavalieri, 1968; *H. imbya* Rodrigues & Bueno, 2012; *H. kaingang* Cardoso & Araujo, 2013.

As espécies de *Hyaella* vivem em muitos ambientes aquáticos e zonas úmidas, podendo ser encontradas aderidas à vegetação aquática e em ambientes subterrâneos (GROSSO; PERALTA, 1999; CASTIGLIONI; BOND-BUCKUP, 2008). A maioria das espécies é geralmente encontrada associada às macrófitas, sendo que outras espécies são encontradas nadando na coluna de água ou escavando (construindo galerias) no sedimento de reservatórios permanentes de água, lagos, lagoas, rios e riachos (KRUSCHWITZ, 1978; WELLBORN, 1995).

As espécies do gênero *Hyaella* são membros importantes da fauna bentônica de ambientes dulcícolas e apresentam diferentes hábitos alimentares, sendo registradas espécies herbívoras, carnívoras, onívoras e detritívoras (COOPER, 1965; WITT; HEBERT, 2000; VÄINOLÄ et al., 2008). Possuem um papel ecológico fundamental nos ecossistemas em que vivem, pois servem de alimento para diversos animais (aves aquáticas, peixes e outros crustáceos) e ainda possuem hábitos detritívoros, contribuindo para a limpeza da água e ciclagem de nutrientes (KRUSCHWITZ, 1978; WEN, 1992; WELLBORN, 1995; MURKIN; ROSS, 2000).

A maioria das espécies de *Hyaella* vive em ambientes epígeos, porém algumas espécies são encontradas tanto em ambientes epígeos quanto hipógeos e outras em ambiente troglóbios (PEREIRA, 1989; CARDOSO; BUENO; FERREIRA, 2011). Algumas espécies de *Hyaella* foram encontradas em cavernas como: *H. caeca* Pereira, 1989, *H. spelaea* Bueno & Cardoso, 2011, *H. anophthalma* Ruffo, 1957, *H. muerta* Baldinger, Threlhoff & Shepard, 2000, *H. veredae* Cardoso, Araujo, Bueno & Ferreira, 2014 e *H. formosa* Cardoso, Araujo, Bueno & Ferreira, 2014 (CARDOSO et al., 2014). A espécie *H. imbya* Rodrigues & Bueno, 2012, hipotelminorréica, foi encontrada em ambiente subterrâneo superficial. Apenas a espécie *H. rionegrina* Grosso & Peralta, 1999 é conhecida por habitar solos úmidos em uma floresta de gimnospermas na Argentina (GROSSO; PERALTA, 1999).

Os ciclos de vida das espécies de *Hyaella* que ocorrem no Brasil são pouco estudados, e a maioria dos trabalhos desenvolvidos com espécies desse gênero são estudos enfatizando a taxonomia do grupo, descrevendo novas espécies (BASTOS-PEREIRA; BUENO, 2013; BUENO et al., 2013; RODRIGUES; BUENO; FERREIRA, 2014; CARDOSO et al., 2014; BUENO; RODRIGUES; ARAUJO, 2014), com pouca ou nenhuma abordagem sobre os aspectos biológicos ou ecológicos desses invertebrados. Os trabalhos ecológicos existentes no Brasil restringem-se a poucos estudos populacionais na região sul do país, contemplando as espécies *H. pleoacuta* e *H. castroi* (CASTIGLIONI, 2007; CASTIGLIONI; BOND-BUCKUP, 2007; CASTIGLIONI et al., 2007; CASTIGLIONI; BOND-BUCKUP, 2008a, b; CASTIGLIONI; BOND-BUCKUP, 2009). Rodrigues (2011) também avaliou a distribuição e alguns aspectos populacionais de espécies do gênero *Hyaella* amostradas também no Estado do Rio Grande do Sul. Recentemente, no Estado de Minas Gerais, Bastos-Pereira (2014) estudou a ecologia de populações e a biologia reprodutiva das espécies *Hyaella longistila* Faxon, 1876 e *Hyaella carstica* Bastos-Pereira & Bueno, 2012. Também, Ozga (2014) avaliou a estrutura populacional e a biologia reprodutiva de duas espécies do gênero (*Hyaella*

sp.1 e *Hyalella* sp.2) que ocorrem em Palmeira das Missões, no Estado do Rio Grande do Sul. Além destes trabalhos de cunho ecológico, foram publicados trabalhos sobre metabolismo e toxicidade de algumas espécies que ocorrem no Estado do Rio Grande do Sul (DUTRA et al., 2008 a, b; DUTRA et al., 2009; GERING et al., 2009; DUTRA et al., 2011).

Sabe-se que os estágios do ciclo de vida de *Hyalella* são diretamente influenciados por condições ambientais, especialmente pela temperatura e fotoperíodo (BOVEE, 1950; COOPER, 1965; STRONG, 1972; DE MARCH, 1977; KRUSCHWITZ, 1978), podendo alterar a idade da maturidade sexual (CASTIGLIONI et al., 2007). Além da temperatura e fotoperíodo, podemos destacar o oxigênio dissolvido (NEBEKER et al., 1992), o pH (PILGRIM; BURT, 1993) e a quantidade e qualidade de comida (HARGRAVE, 1970; WELLBORN, 1994; MOORE; FARRAR, 1996), como fatores bióticos influenciadores, principalmente em ambientes artificiais (laboratório).

A biota aquática está constantemente exposta a uma infinidade de contaminantes, comprometendo a saúde dos seres vivos que habitam esses ecossistemas (CAJARAVILLE et al., 2000; RASHED, 2001). O monitoramento das condições ambientais e dos possíveis impactos causados pelas atividades humanas é fundamental. A simples mensuração de indicadores abióticos não é suficiente para revelar os reais efeitos da contaminação, tornando-se necessário a inclusão da avaliação de indicadores bióticos.

Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo analisar a estruturação das comunidades de macroinvertebrados de água doce, com ênfase no gênero *Hyalella*, entre ambientes lóticos e lênticos (naturais e artificiais), no bioma Pampa, na região central do Estado do Rio Grande Sul, bem como identificar a influência de variáveis ambientais sobre a estrutura dessas comunidades.

A ideia proposta nesse trabalho é pioneira para a análise da composição e da estrutura de macroinvertebrados, bem como suas respostas às variáveis ambientais em ambientes lóticos, lênticos e entre ambientes naturais e artificiais.

Visto que os ambientes dulcícolas são ecossistemas altamente ameaçados, com grande e ainda pouco conhecida biodiversidade, estudos que abordem seu funcionamento e manutenção da biodiversidade contribuirão de forma significativa para a preservação destas áreas, fornecendo subsídios para futuros programas de conservação.

REFERÊNCIAS

- AFONSO, A. A. O.; HENRY, R.; RODELLA, R. C. S. M. Allochthonous matter input in two different stretches of a headstream (Itatinga, São Paulo, Brazil). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 43, p. 335-343, 2000.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA (Brasil). Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. **Panorama da Qualidade das Águas Superficiais no Brasil**: Cadernos de Recursos Hídricos 1. Brasília, 2005. 176 p.
- ALLAN, J. D. **Stream ecology: structure and function of running waters**. London: Chapman & Hall, 1995. 388 p.
- BALDINGER, A. J. A new species of *Hyaella* (Crustacea: Amphipoda: Hyaellidae) from Ash Springs, Lincoln County, USA, with a key to the species of the genus in North America and the Caribbean region. **Journal of Natural History**, London, v. 38, p. 1087-106, 2004.
- BARBIER, E. B.; ACREMAN, M.; KNOWLER, D. **Economic valuation of wetlands: a guide for policy makers and planners**. Gland: Ramsar Convention Bureau, 1997. 143 p.
- BASTOS-PEREIRA, R. **Ecologia de Populações e Biologia Reprodutiva em *Hyaella* (Crustacea, Amphipoda, Hyaellidae)**. 2014. 116 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.
- BASTOS-PEREIRA, R.; BUENO, A. A. P. A new species of freshwater amphipod (Dogielinotidae, *Hyaella*) from Southeastern Brazil. **Nauplius**, Riberão Preto, v. 21, p. 79-87, 2013.
- BENTO, F. M.; BUCKUP, L. 1999. Subordem Gammaridea. In: BUCKUP, L.; BOND-BUCKUP, G. (Eds.). **Os Crustáceos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, p. 177-188, 1999.
- BERNHARDT, E. S. et al. Synthesizing U.S. River restoration efforts. **Science**, New York, v. 308, p. 636-637, 2005.
- BOVEE, E. C. Some effects of temperature on the rates of embryonic, post embryonic, and adult growth in *Hyaella azteca*. **The Proceedings of the Iowa Academy of Science**, Iowa, v. 57, p. 439-444, 1950.
- BRUSCA, R. C.; BRUSCA, G. J. **Invertebrados**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. 968 p.
- BUENO, A. A. P. et al. Two new species of *Hyaella* (Amphipoda, Dogielinotidae) from Brazil. **Crustaceana**, Leiden, v. 86, p. 802-819, 2013.
- BUENO, A. A. P.; RODRIGUES, S. G.; ARAUJO, P. B. O estado da arte do gênero *Hyaella* Smith, 1874 (Crustacea, Amphipoda, Senticaudata, Hyaellidae) no Brasil. In: HAYASHI, C. (Ed.). **Tópicos de atualização em ciências aquáticas**. Uberaba: UFTM, v. 1, p. 57-88, 2014.

BUYLE, I. R. B. G. Ecotoxicological testes on benthic organisms. **Archiv für Hydrobiologie–Beiheft Ergebnisse der Limnologie**, Stuttgart, v. 33, p. 485-491, 1989.

CAJARAVILLE, M. P. et al. The use of biomarkers to assess the impact of pollution in coastal environments of the Iberian Peninsula: a practical approach. Ecotoxicological tests on benthic organisms. **Science Total Environment**, Amsterdam, v. 247, p. 295-311, 2000.

CALLISTO, M. Macroinvertebrados bentônicos. In: BOZELLI, R. L.; ESTEVES, F. A.; ROLAND, F. **Lago Batata: impacto e recuperação de um ecossistema amazônico**. Rio de Janeiro: Instituto de Biologia-UFRJ, Sociedade Brasileira de Limnologia, p. 139-152, 2000.

CALLISTO, M. et al. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividade de ensino e pesquisa (MG/RJ). **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 14, n. 1, p. 91-98, 2002.

CALLISTO, M.; ESTEVES, F. A. Distribuição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos em um lago amazônico impactado por rejeito de bauxita, Lago Batata (Pará, Brasil). *Oecologia Brasiliensis*, v. 1, 1995. In: ESTEVES, F. A. (Ed.). **Estrutura, Funcionamento e Manejo de Ecossistemas Brasileiros**. Rio de Janeiro: Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto de Biologia, UFRJ, p. 281-291, 1995.

CARDOSO, G. M.; BUENO, A. A. P.; FERREIRA, R.L. A new troglobiotic species of *Hyaella* (Crustacea, Amphipoda, Dogielinotidae) from Southeastern Brazil. **Nauplius**, Ribeirão Preto, v. 19, n. 1, p. 17-26, 2011.

CARDOSO, G. M. et al. Two new subterranean species of *Hyaella* Smith, 1874 (Crustacea: Amphipoda: Hyaellidae) from Brazil. **Zootaxa**, Auckland, v. 3814, p. 253-348, 2014.

CASTIGLIONI, D. S. **Os ciclos biológicos de duas espécies simpátricas de *Hyaella* Smith, 1874 (Crustacea, Peracarida, Amphipoda, Dogielinotidae)**. 2007. 256 f. Tese (Doutorado em Biologia Animal)–Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

CASTIGLIONI, D. S. et al. Intermolt duration and postembryonic growth of two sympatric species of *Hyaella* (Amphipoda, Dogielinotidae) in laboratory conditions. **Nauplius**, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 57-64, 2007.

CASTIGLIONI, D. S.; BOND-BUCKUP, G. Reproductive strategies of two sympatric species of *Hyaella* Smith, 1874 (Amphipoda, Dogielinotidae) in laboratory conditions. **Journal of Natural History**, London, v. 41, p. 1571-1584, 2007.

CASTIGLIONI, D. S.; BOND-BUCKUP, G. Ecological traits of two sympatric species of *Hyaella* Smith, 1874 (Crustacea, Amphipoda, Dogielinotidae) from southern Brazil. **Acta Oecologica**, Paris, v. 33, n. 1, p. 36-48, 2008a.

CASTIGLIONI, D. S.; BOND-BUCKUP, G. Pairing and reproductive success in two sympatric species of *Hyaella* (Crustacea, Amphipoda, Dogielinotidae) from southern Brazil. **Acta Oecologica**, Paris, v. 33, n. 1, p. 49-55, 2008b.

CASTIGLIONI, D. S.; BOND-BUCKUP, G. Egg production of two sympatric species of *Hyaella* Smith, 1874 (Crustacea, Amphipoda, Dogielinotidae) in aquaculture ponds in southern Brazil. **Journal of Natural History**, London, v. 43, p. 1273-1289, 2009.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CNUMAD). **Agenda 21**. Brasília: Senado Federal, 1992.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA (Brasil). **Resolução n. 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes para o seu enquadramento. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 04 maio 2015.

COOPER, W. E. Dynamics and production of a natural population of a freshwater amphipod *Hyaella azteca*. **Ecological Monographs**, Lawrence, v. 35, n. 4, p. 377-394, 1965.

DANTAS, M. E.; VIEIRO, A. C.; DA SILVA, D. R. A. Origem das paisagens. In: VIEIRO, A. C.; DA SILVA, D. R. A. (Eds.). **Geodiversidade do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: CPRM, 2010.

DE MARCH, B. G. E. The effects of photoperiod and temperature on the induction and termination of reproductive resting stage in the freshwater amphipod *Hyaella azteca* (Saussure). **Canadian Journal of Zoology**, Ottawa, v. 55, p. 1595-1600, 1977.

DUAN, Y.; GUTTMA, S. I.; ORIS, J. T. Genetic differentiation among laboratory populations of *Hyaella azteca*: implications for toxicology. **Environmental Toxicology and Chemistry**, New York, v. 16, p. 691-695, 1997.

DUTRA, B. K. et al. Seasonal variations in the biochemical composition and lipoperoxidation of *Hyaella curvispina* (Crustacea, Amphipoda). **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, Michigan, v. 151, n. 12, p. 322-328, 2008a.

DUTRA, B. K.; FERNANDES, F. A.; OLIVEIRA, G. T. Carbofuran-induced alterations in biochemical composition, lipoperoxidation, and Na⁺/K⁺ ATPase activity of *Hyaella pleoacuta* and *Hyaella curvispina* in bioassays. **Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology**, Michigan, v. 147, n. 2, p. 179-188, 2008b.

DUTRA, B. K. et al. Carbofuran-induced alterations in biochemical composition, lipoperoxidation and Na⁺/K⁺ ATPase activity of *Hyaella castroi* (Crustacea, Amphipoda, Dogielinotidae) in bioassays. **Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology**, Michigan, v. 149, p. 640-646, 2009.

DUTRA, B. K. et al. Effect of roundup (glyphosate formulation) in the energy metabolism and reproductive traits of *Hyaella castroi* (Crustacea, Amphipoda, Dogielinotidae). **Ecotoxicology**, London, v. 20, p. 255-263, 2011.

GALDEAN, N.; CALLISTO, M.; BARBOSA, F. A. R. Lotic Ecosystems of Serra do Cipó, southeast Brazil: water quality and a tentative classification based on the benthic macroinvertebrate community. **Aquatic Ecosystem Health and Management**, Philadelphia, v. 3, p. 545-552, 2000.

GERING, F. S. et al. Biochemical Composition, Lipoperoxidation, Na⁺/K⁺ ATPase activity and Reproduction of *Hyaella castroi* (Amphipoda, Dogielinotidae) Fed With Different Diets. **Journal of Experimental Zoology**, Iowa, v. 311A, p. 408-421, 2009.

GONZÁLEZ, E. R.; BOND-BUCKUP, G.; ARAUJO, P. B. Two new species of *Hyaella* from southern Brazil (Amphipoda: Hyaellidae) with a taxonomic key. **Journal of Crustacean Biology**, Woods Hole, v. 26, n. 3, p. 355-365, 2006.

GONZÁLEZ, E. R.; WATLING, L. A new species of *Hyaella* from the Andes in Peru (Crustacea: Hyaellidae). **Revista de Biología Tropical**, San José, v. 50, p. 649-658, 2002a.

GONZÁLEZ, E. R.; WATLING, L. Redescription of *Hyaella azteca* from its type locality, Vera Cruz, Mexico (Amphipoda: Hyaellidae). **Journal of Crustacean Biology**, Woods Hole, v. 22, p. 173-183, 2002b.

GONZÁLEZ, E. R.; WATLING, L. A new species of *Hyaella* from the Patagonia, Chile, with the redescription of *H. simplex* Schellenberg, 1943 (Crustacea: Amphipoda). **Journal of Natural History**, London, v. 37, p. 2077-2094, 2003a.

GONZÁLEZ, E. R.; WATLING, L. A new species of *Hyaella* from Brazil (Crustacea: Amphipoda), and redescriptions of three other species in the genus. **Journal of Natural History**, London, v. 37, p. 2045-2076, 2003b.

GOODYEAR, K. L.; MCNEILL, S. Bioaccumulation of heavy metals by aquatic macroinvertebrates of different feeding guilds: a review. **The Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 229, p. 1-19, 1999.

GOULART, M. D.; CALLISTO, M. **Biomarcadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental**. Pará de Minas: Revista da FAPAM, v. 2, n. 1, 2003.

GRAÇA, M. A. S. The role of invertebrates on leaf litter decomposition in stream: a Review. **International Review of Hydrobiologia**, Weinheim, v. 86, p. 383-393, 2001.

GROSSO, L.; PERALTA, M. Anfípodos de agua dulce sudamericanos. Revisión del género *Hyaella* Smith. **Acta Zoologica Lilloana**, Tucuman, v. 45, p. 79-98, 1999.

HARE, L. Aquatic insects and trace metals: bioavailability, bioaccumulation and toxicology. **Critical Reviews in Toxicology**, London, v. 22, p. 327-369, 1992.

HARE, L.; CAMPBELL, P. G. C. Temporal variations of trace metals in aquatic insects. **Freshwater Biology**, Oxford, v. 27, p. 13-27, 1992.

HARGRAVE, B. T. The utilization of benthic microfauna by *Hyaella azteca* (Amphipoda). **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v. 39, p. 427-437, 1970.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Mapa da vegetação do Brasil e Mapa de Biomas do Brasil**. 2004. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>>. Acesso: 04 maio 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Contagem da população. 2007. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007/contagem.pdf>>. Acesso: 04 maio 2015.

KLEIN, R. M. Aspectos dinâmicos da vegetação do Sul do Brasil. **Sellowia**, Itajaí, v. 36, p. 5-54, 1984.

KRUSCHWITZ, L. G. Environmental factors controlling reproduction of the amphipod *Hyaella azteca*. **Proceedings of the Oklahoma Academy of Science**, Oklahoma, v. 21, p. 16-21, 1978.

LOWRY, J. K.; MYERS, A. A. A phylogeny and classification of the Senticaudata subord. nov. (Crustacea: Amphipoda). **Zootaxa**, Auckland, v. 3610, p. 1-80, 2013.

LYNCH, T. R.; POPP, C. J.; JACOBI, G. Z. Aquatic insects as environmental monitors of trace metal contamination: Red River, New Mexico. **Water, Air, & Soil Pollution**, New York, v. 42, p. 19-31, 1988.

MALTCHIK, L. Three new wetlands inventories in Brazil. **Interciencia**, Caracas, v. 28, n. 7, p. 421-423, 2003.

MALTCHIK, L. et al. Wetlands of Rio Grande do Sul, Brazil: a classification with emphasis on plant communities. **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 16, n. 2, p. 137-151, 2004.

MARCUZZO, S.; PAGEL, S. M.; CHIAPETTI, M. I. S. (Eds.). **A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica no Rio Grande do Sul: situação atual, ações e perspectivas**. Consórcio da Mata Atlântica e Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. São Paulo: Cetesb, 1998. 60 p.

MARTIN, J. W.; DAVIS, G. E. An Updated Classification of the Recent Crustacea. **Natural History Museum of Los Angeles County**, Los Angeles, 2001. 124 p.

MERRITT, R. W.; CUMMINS, K. W. **An introduction to the aquatic insects of North America**. Dubuque: Kendall/Hunt, 3. ed., 1996. 722 p.

MITSCH, W. J.; GOSELINK, J. G. The values of wetlands: importance of scale and landscape setting. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 35, n. 1, p. 25-33, 2000.

MOORE, D. W.; FARRAR, J. D. Effect of growth on reproduction in the freshwater amphipod, *Hyaella azteca* (Saussure). **Hydrobiologia**, The Hague, v. 328, p. 127-134, 1996.

MORAES, F. D.; BEZZI, M. L. A organização do estado agrário de Mata/RS: a cadeia produtiva da pecuária. **Geografia: Ensino & Pesquisa**, Santa Maria, v. 3, n. 2, p. 21-32, 2009.

MUGNAI, R.; NESSIMIAN, J. L.; BAPTISTA, D. F. Manual de Identificação de Macroinvertebrados do Estado do Rio de Janeiro. 1. ed. Rio de Janeiro: Technical Books, 2010. 176 p.

MURKIN, H.; ROSS, L. C. M. Invertebrates in prairie wetlands. In: MURKIN, H.; CLARK, W. **Prairie wetland ecology: the contribution of the Marsh Ecology Research Program**. Iowa: Iowa State University Press, p. 201-247, 2000.

MYSLINSKI, E.; GINSBURG, W. Macro-invertebrates as indicators of pollution. **Journal of the American Water Works Association**, Denver, v. 69, p. 538-544, 1977.

NEBEKER, A. V. et al. Effects of low dissolved oxygen on survival, growth and reproduction of *Daphnia*, *Hyaella* and *Gammarus*. **Environmental Toxicology Chemistry**, New York, v. 11, p. 373-379, 1992.

NELSON, M. K.; BRUNSON, E. L. Postembryonic growth and development of *Hyaella azteca* in laboratory cultures and contaminated sediments. **Chemosphere**, Oxford, v. 31, p. 3129-3140, 1995.

NEUPARTH, T.; COSTA, F. O.; COSTA, M. H. Effects of temperature and salinity on life history of the marine amphipod *Gammarus locusta*. Implications for ecotoxicological testing. **Ecotoxicology**, Oak Ridge, v. 11, p. 55-67, 2002.

OZGA, A. V. **Estrutura Populacional e Biologia Reprodutiva de duas Espécies de *Hyaella* Smith, 1874 (Crustacea, Amphipoda, Hyaellidae)**. 2014. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas)–Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

PEREIRA, V. F. G. C. Uma espécie de anfípode cavernícola do Brasil - *Hyaella caeca* sp. n. (Amphipoda, Hyaellidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 6, p. 49-55, 1989.

PEREIRA, V. F. G. C. *Hyaella dielaii* sp. nov. from São Paulo Brazil (Amphipoda, Hyaellidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 21, p. 179-184, 2004.

PILGRIM, W.; BURT, M. D. B. Effect of acute pH depression on the survival of the freshwater amphipod *Hyaella azteca* at variable temperatures: field and laboratory studies. **Hydrobiologia**, The Hague, v. 254, p. 91-98, 1993.

PRAT, N. et al. Los macroinvertebrados como indicadores de calidad de las aguas. In: DOMÍNGUEZ, E.; FERNÁNDEZ, H. R. (Eds.). **Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: sistemática y biología**. Tucumán: Fundación Miguel Lillo, 2009. 656 p.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: Editora Viva, 2001. 328 p.

QUADROS, F. L. F.; PILLAR, V. P. Transições floresta-campo no Rio Grande do Sul. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v. 24, p. 109-118, 2002.

RASHED, M. N. Monitoring of environmental heavy metals in fish from Nasser Lake. **Environment International**, Elmsford, v. 27, n. 1, p. 27-33. 2001.

REBOUÇAS, A. C. Água doce no mundo e no Brasil. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TNDISI, J. G. **Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 3. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2006.

REECE, P. F.; RICHARDSON, J. S. Biomonitoring with the reference condition approach for the detection of aquatic ecosystems at risk. In: DARLING, L. M. (Ed.). **Proceedings of a Conference on the Biology and Management of Species and Habitats at Risk**, Kamloops, v. 2, p. 15-19, 1999.

RICCIARDI, A.; RASMUSSEN, J. B. Extinction rates of North American freshwater fauna. **Conservation Biology**, Boston, v. 13, n. 5, p. 1220-1222, 1999.

RINDERHAGEN, M.; RITTERHOFF, J.; ZAUKE, G. P. Crustaceans as bioindicators. Biomonitoring of Polluted Water – Reviews on Actual Topics. **Trans Tech Publications – Scitech Publications, Environmental Research Forum**, Switzerland, v. 9, p. 161-194, 2000.

RODRIGUES, S. G. ***Hyaella* Smith, 1874 (Crustacea, Amphipoda, Dogielinotidae) em áreas úmidas do Rio Grande do Sul, Brasil**. 2011. 140 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

RODRIGUES, S. G.; BUENO, A. A. P.; FERREIRA, R. L. A new troglobiotic species of *Hyaella* (Crustacea, Amphipoda, Hyaellidae) with a taxonomic key for the Brazilian species. **Zootaxa**, Auckland, v. 3815, n. 2, p. 200-214, 2014.

ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H. **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates**. London: Chapman and Hall, 1993. 488 p.

ROSENBERG, D. M.; WIENS, A. P. Community and species responses of Chironomidae (Diptera) to contamination of freshwaters by crude oil and petroleum products, with special reference to the trail river, Northwest Territories. **Journal of the Fisheries Research Board of Canada**, Ottawa, v. 33, p. 1955-1963, 1976.

SAMPAIO, M. V. et al. Deterioração físico-conservacionista da sub-bacia hidrográfica do Rio Ibicuí-Mirim – RS. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 300-306, 2010.

SECRETARIA DO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – SEMA. **Bacias Hidrográficas do RS**, 2011. Disponível em: <<http://www.sema.rs.gov.br>>. Acesso em: 02 jul. 2015.

STRONG, D. R. Life History variation among populations of an amphipod (*Hyaella azteca*). **Ecology**, Davis, v. 53, p. 1103-1111, 1972.

TAKEDA, A. M.; PEREIRA, M. C. F.; BARBOSA, F. A. R. Zoobenthos survey of the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. In: WILLINK, P. W. et al. **Biological assessment of the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil**. Rap Bulletin of Biological Assessment, v. 18. Washington, DC: Conservation International, 2000.

THOMPSON, R. M.; TOWNSEND, C. R. Is resolution the solution? The effect of taxonomic resolution on the calculated properties of three stream food webs. **Freshwater Biology**, Oxford, v. 44, p. 413-422., 2000.

VÄINÖLA, R. et al. Global diversity of amphipods (Amphipoda; Crustacea) in freshwater. **Hydrobiologia**, The Hague, v. 595, p. 241-255, 2008.

WELLBORN, G. A. Size-biased predation and prey life histories: a comparative study of freshwater amphipod populations. **Ecology**, Davis, v. 75, n. 7, p. 2104-2117, 1994.

WELLBORN, G. A. Determinants of reproductive success in freshwater amphipod species that experience different mortality regimes. **Animal Behaviour**, London, v. 50, p. 353-363, 1995.

WEN, Y. H. Life history and production of *Hyalella azteca* (Crustacea, Amphipoda) in a hypereutrophic prairie pond in southern Alberta. **Canadian Journal of Zoology**, Ottawa, v. 70, p. 1417-1424, 1992.

WISHART, M. J.; DAVIES, B. R. Collaboration, conservation and the changing face of limnology. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, Panama, v. 12, p. 567-575, 2002.

WITT, J. D. S.; HEBERT, P. D. N. Cryptic species diversity and evolution in the amphipod genus *Hyalella* within central glaciated North America: a molecular phylogenetic approach. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, Ottawa, v. 57, p. 687-698, 2000.

WORLD COMMISSION ON WATER. World's Rivers in Crisis - Some Are Dying. Others Could Die. **World Water Council**. Disponível em <<http://www.worldwatercouncil.org/Vision/6902B03438178538C125683A004BE974.htm>> Acesso: 04 maio 2015.

WORLD RESOURCES INSTITUTE (WRI). World Resources – 1998/99 – **Environmental Change and Human Health**. Oxford: Oxford University Press, 1998.

<http://ambientes.ambientebrasil.com.br/agua/artigos_agua_doce/a_biota_das_aguas_interiores.html>. Acesso em: 02 jul. 2015.

<<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAejiUAI/ecossistemas-dulcicolos>>. Acesso em: 02 jul. 2015.

INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL VARIABLES IN THE DISTRIBUTION OF MACROINVERTEBRATES IN LENTIC AND LOTIC ENVIRONMENTS OF THE BRAZILIAN SOUTHERN FIELDS

MICHELLE BICALHO ANTUNES¹, VANESSA DOS ANJOS BAPTISTA², ANDREA SALVARREY¹ & DANIELA DA SILVA CASTIGLIONI^{1,3}

1. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Programa de Pós Graduação em Biodiversidade Animal, Av. Roraima, 1000, Camobi, CEP 97105-900 – Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brazil. Email: michelleantunes@gmail.com
2. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), Campus Santiago, Departamento de Ciências Biológicas, Av. Batista Bonoto Sobrinho, 733, CEP 97700-000 – Santiago, Rio Grande do Sul, Brazil.
3. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Centro de Educação Superior Norte do RS (CESNORS), Departamento de Zootecnia e Ciências Biológicas, Av. Independência, 3751, Vista Alegre, CEP 98300-000 – Palmeira das Missões, Rio Grande do Sul, Brazil.

Abstract: Influence of environmental variables in the distribution of macroinvertebrates in lentic and lotic environments of the southern fields. This work is pioneer for the analysis of the composition and structure of macroinvertebrates, as well as their response to environmental variables in lotic and lentic environments (natural and artificial). We sampled a total of 26,181 individuals belonging to 40 taxa. The genus with the highest abundance was *Hyaletta*, crustacean of Amphipoda order, with 14,601 individuals. The environment with the highest abundance of macroinvertebrates was the wetland with 19,773 individuals, differing significantly from dams and rivers (ANOVA $F_{(2,102)} = 9.307$, $p = 0.001$). The temperature was significantly lower in streams (ANOVA $F_{(2,102)} = 9.508$, $p = 0.001$), as the turbidity (ANOVA $F_{(2,102)} = 4.484$, $p = 0.014$). There were record of significantly more acidic pH in wetlands and streams (ANOVA $F_{(2,102)} = 3.669$, $p = 0.024$). Dissolved oxygen was significantly higher in streams (ANOVA $F_{(2,102)} = 12.167$, $p = 0.001$). The ANOSIN separated significantly the points of streams of other collection points. The model generated by the CCA was significantly different ($p = 0.001$). The variables determining the distribution of macroinvertebrates were: salinity, dissolved oxygen, pH and oxidation reduction potential. Artificial lentic environments are presented as a conservation alternative, with primary responsibility for the preservation of taxa occurring in natural lentic and lotic environments.

Key words: composition; aquatic invertebrates; *Hyaletta*; Biome Pampa.

Resumo: Influência das variáveis ambientais na distribuição de macroinvertebrados em ambientes lênticos e lóticos dos campos sulinos. Esse trabalho é pioneiro para a análise da composição e da estrutura de macroinvertebrados, bem como suas respostas às variáveis ambientais em ambientes lóticos e lênticos (naturais e artificiais). Foram amostrados um total de 26.181 indivíduos, distribuídos em 40 táxons. O gênero com maior abundância foi *Hyalella*, curstáceo da ordem Amphipoda, com 14.601 indivíduos. O ambiente que apresentou a maior abundância de macroinvertebrados foi o banhado, com 19.773 indivíduos, diferindo significativamente de açudes e rios (ANOVA $F_{(2,102)} = 9.307$, $p = 0.001$). A temperatura foi significativamente mais baixa em riachos (ANOVA $F_{(2,102)} = 9.508$, $p = 0.001$), assim como a turbidez (ANOVA $F_{(2,102)} = 4.484$, $p = 0.014$). Houve registro de pH significativamente mais ácido em banhados e riachos (ANOVA $F_{(2,102)} = 3.669$, $p = 0.024$). O oxigênio dissolvido foi significativamente superior em riachos (ANOVA $F_{(2,102)} = 12.167$, $p = 0.001$). O ANOSIN separou, significativamente, os pontos de riachos dos demais pontos de coletas. O modelo gerado pela CCA foi significativamente diferente ($p = 0.001$). As variáveis determinantes na distribuição dos macroinvertebrados foram: salinidade, oxigênio dissolvido, pH e potencial de óxido-redução. Os ambientes lênticos artificiais apresentam-se como uma alternativa de preservação, apresentando essencial responsabilidade para a preservação de táxons ocorrentes em ambientes lênticos naturais e lóticos.

Palavras-chave: Composição; invertebrados aquáticos; *Hyalella*; Bioma Pampa.

Introduction

There are numerous research on the macroinvertebrate responses to environmental variables (Fleituch *et al.* 2002, Cota *et al.* 2002, Lazaridou-Dimitriadou 2002, Strieder *et al.* 2006, Arimoro *et al.* 2007, Hepp & Restello 2007), which have used the benthic macroinvertebrates as bioindicators, considering this group as one of the most promising tools for assessing water quality. However, these studies are based on only one type of environment (lotic or lentic) or between natural and artificial areas. Studies comparing results between lotic and lentic environments are restricted, and even more rare those which compare natural areas to artificial areas (Oertli *et al.* 2002, Brainwood & Burgin 2009, Casas *et al.* 2011).

Scientific research in freshwater environments have been generally specific to a water body without broader comparisons. In addition, these studies have focused on rivers, streams and lakes, with limited data describing other water resources or small artificial areas. With the focus of scientific studies moving from analysis of individual species and isolated areas (Poiani *et al.* 2000) for an analysis of whole areas within a region (Chandy *et al.* 2006), it is essential to understand the dynamics of communities regarding their conservation areas.

It is known that the degradation of aquatic ecosystems has reached maximum levels, and the

rate of extinction of freshwater fauna is five times higher than that of the terrestrial biota (Ricciardi & Rasmussen 1999, Wishart & Davies 2002, Bernhardt *et al.* 2005). Human activities such as agriculture and agro-pastoral activities, cause a considerable impact on water resources, causing the disintegration of the physical environment, chemical and leading to changes in the dynamics and structure of biological communities, which leads to a marked reduction of aquatic biodiversity (Ward *et al.* 1995, Barbour *et al.* 1999, Galdean *et al.* 2000, Callisto *et al.* 2001).

The macroinvertebrate community is an important component in continental water ecosystems, being essential to the dynamics of nutrients, for the transformation of matter and energy flow (Callisto & Esteves 1995, Esteves 1998, Callisto *et al.* 2001, Goulart & Callisto 2003). The macroinvertebrate communities can be influenced by variables related to local spatial scale (substrate, water chemistry, habitat conditions), variables related to regional scale (latitude, biome, continent) (Allan 1995, Ward *et al.* 1995, Vinson & Hawkins 1996), as well as timescales (Brosse *et al.* 2003), suffering interference of biotic and abiotic variables and their interactions, which determine the community structure that is established. Any change in one of these factors can influence the composition and distribution of aquatic organisms (Weigel *et al.* 2003).

Thus, the biotic group most tested and used in bioindication studies in water resources are benthic macroinvertebrates, because among other characteristics, are ubiquitous, have large number of species, offerin]g a wide range of responses on the environmental variations (Myslinski & Ginsburg 1977, Hare & Campbell 1992, Rosenberg & Resh 1993, Goodyear & McNeill 1999, Thompson & Townsend 2000, Goulart & Callisto 2003).

Aquatic macroinvertebrates have traditionally been analyzed in the description of structural and functional aspects of lotic aquatic ecosystems (Cummins 1974, Vannote *et al.* 1980, Cummins *et al.* 1984, Ward *et al.* 1986). In Brazil, studies on the diversity of benthic macroinvertebrate communities in lotic environments have generally focused on the composition and spatial distribution at the local scale, i.e., covering a stretch of river or a single watershed (e.g. Takeda *et al.* 1991, Baptista *et al.* 2001, Kikuchi & Uieda 2005, Ayres-Perez *et al.* 2006, Hepp & Santos 2009, Nessimian *et al.* 2008, Ribeiro *et al.* 2009).

It is known that may occur big differences in environmental conditions of nearby streams, occurring variations in biotic and abiotic factors, in the same order and the same basin, as well as within a singles stretch of the same stream (Baptista *et al.* 2014) and thus local factors must modify significantly the diversity of invertebrates (Townsend *et al.*, 1983, Malmqvist & Mäki 1994, Paavola *et al.* 2000), reflecting on aquatic biodiversity.

Among the environmental factors that can influence the macroinvertebrate communities in lotic environments are: temperature, dissolved oxygen, substrate type (Callisto & Esteves 1996, Callisto *et al.* 2002, Bueno *et al.* 2003, Buss *et al.* 2002, 2004, Rhea *et al.* 2006, Silveira *et al.* 2006), the presence of macrophytes (Gerrish & Bristow 1979), order, width and slope (Vannote *et al.* 1980, Schäfer 1985, Flecker & Feifarek 1994) and also, biological interactions (Cummins & Klug 1979;

Svensson *et al.* 1999, Tomanova *et al.* 2006).

But for wetlands, one can see that, with the recent concern about the high rates of removal of these environments, studies on the macroinvertebrate community in these areas have increased in recent years (Batzer & Wissinger 1996, Wissinger 1999, Spieles & Mitsch 2000, Szalay & Resh 2000, Stenert *et al.* 2004, Maltchik *et al.* 2012, 2014). More than half of wetlands are found in tropical and subtropical regions and are among the most productive ecosystems and the most important on the planet (Mitsch & Gosselink 2000), facilitating the endemism of a diverse and unique biota (Gibbs 2000, Getzer 2002) and are considered priority ecosystems for conservation (Davis *et al.* 1996, Smart 1996). However, from the point of view of conservation, are among the most degraded ecosystems and vulnerable on the planet (Amezaga *et al.* 2002), and the biodiversity of these environments has been drastically reduced worldwide (Shine & Klemm 1999, Dahl 2000, Gibbs 2000, Chimney & Goforth 2001, Maltchik 2003).

On the other hand, scientific research suggests that freshwater reservoirs can be "hotspots" of biodiversity within the landscape (Williams *et al.* 2004, Karaus *et al.* 2005, Scheffer *et al.* 2006) and may increase regional biodiversity (Gaston *et al.* 2005), contributing to the support of aquatic biodiversity (Ruggiero *et al.* 2008), providing alternative habitats for many species that could disappear due to the degradation of their natural habitat (Hazell *et al.* 2004, Williams *et al.* 2004, Cereghino *et al.* 2008).

Even with so much variation within a lotic environment, which is the environment in which concentrates the majority of studies of macroinvertebrates, little is known about the relationship of the aquatic community structure of these environments each other and between them and natural and artificial lentic environments. Most studies in this regard, compare the macroinvertebrate community of streams with communities of artificial lentic environments of different area sizes (Oertli *et al.* 2002, Brainwood & Burgin 2009, Casas *et al.* 2011), which may lead the inconsistent generalizations due to lack of interaction between the studies conducted in small and large scales.

In general, it is noticed that the water bodies have increasingly been changed due to the intensification of human activities (Allan 1995). Know the main environmental factors that determine the distribution and abundance of aquatic community is fundamental, because these impacts can lead to loss of diversity and extinction of species (Primack & Rodrigues 2001). Thus, it is necessary to broaden and deepen the knowledge of the spatial patterns of communities of aquatic organisms, under such conditions, and draw a comparison between the different aquatic environments.

In this context, the present study aims to analyze the structure of freshwater macroinvertebrate communities between lotic and lentic environments (natural and artificial), in the pampa biome, in the central region of Rio Grande do Sul and to identify the influence of environmental variables on the structure of these communities.

The idea proposed in this paper is a pioneer for the analysis of the composition and structure of macroinvertebrates and their response to environmental variables in lotic, lentic and between natural and artificial environments.

Materials and Methods

Study area

The State of Rio Grande do Sul is located in the extreme south of Brazil (27°04'S,49°42'W;33°45'S,57°38'W). The weather is, as the Köppen classification system, subtropical "Cfa", with average annual relative humidity of the air 82% (Isaia 1992). In the region where the samples of macroinvertebrates were carried out, the specific climate is "humid subtropical" with average annual temperature of 19.2° C and average annual rainfall of 1708 mm (Maluf 2000).

The central region of the State of Rio Grande do Sul is located in the transition area of the geomorphological compartments called Depressão Central e Planalto. The Depressão Central is associated with sedimentary rocks such as sandstones, clays and river plains and displays altitude around 90 meters above sea level (Moraes & Bezzi 2009). The Planalto slope has irregular relief associated with basaltic rocks and the altitude ranges from 500 to 100 meters above sea level (Dantas *et al.* 2010).

In the State of Rio Grande do Sul there are two biomes of the six identified in the country: Atlantic Forest and Pampa, the latter (Pampa) is endemic of this State and occupies 63% of its territory and 2.07% of the Brazilian territory (IBGE 2004). The original vegetation of the study area is inserted in the transition zone between the Deciduous Stationary Forest (area of Atlantic Forest) in the Planalto slope and the Savana (fields) in the Depressão Central (Klein 1984, Marcuzzo *et al.* 1998, Quadros & Pillar 2002). Much of the existing vegetation in the Central Depression became agriculture, especially rice, mainly along the banks of rivers and streams (Ferreira & Fialho 2009, Pillar *et al.* 2009).

Sampling

Between the months of September/2012 and January/2013 macroinvertebrate samples were collected in 105 water bodies, being 35 dams, 35 streams (up to 3rd order) and 35 wetlands, covering all municipalities in the central region of the State of Rio Grande do Sul (Fig. 1). For capturing the individuals samples were performed with hand net (mesh = 0.5 mm and area = 16 x 17 cm) on the banks of water bodies, observing sediment and macrophytes, for 20 minutes. The collected material was placed in a plastic bag and placed in coolers with ice for transport to the laboratory, where it was later screened.

In the laboratory, all the sampled material on the field and placed in a plastic bag was passed through a sieve (mesh = 0.25 mm) and placed in pots with 70% alcohol for later perform the screening

and identification of taxa, with the aid appropriate identification keys (Borror & DeLong 1964, Merritt & Cummins 1996, Bouchard 2004, Calor 2007, Mariano & Froehlich 2007, Souza *et al.* 2007). It was determined the abundance of taxa for each of the 105 sample points, and the total abundance for each type of analyzed environment (streams, dams and wetlands).

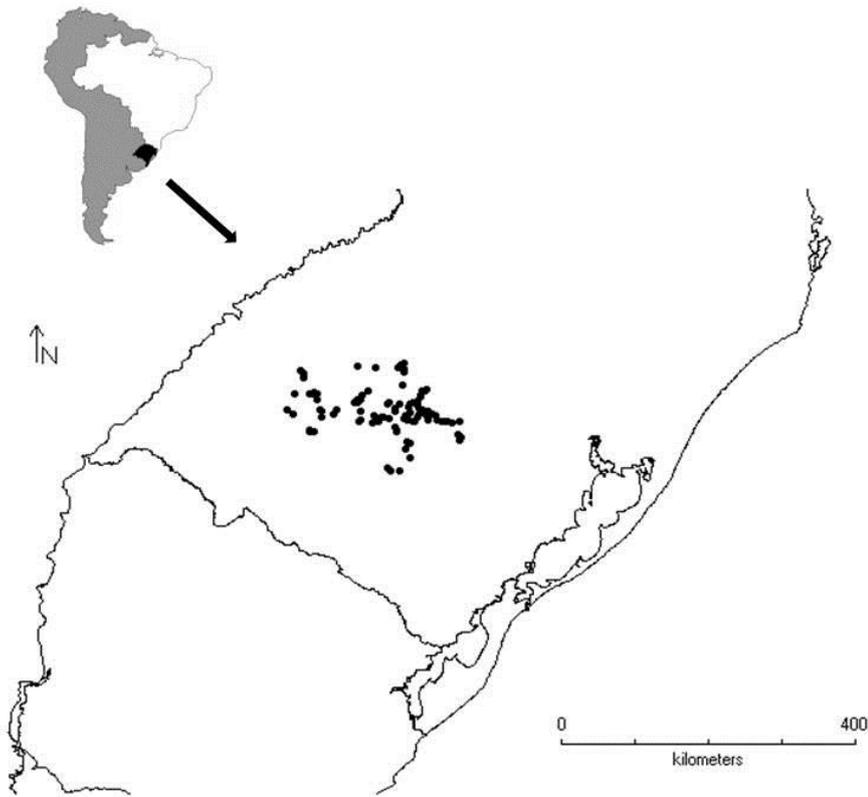


Figure 1: Location map of the 105 water bodies sampled in the municipalities of the central region of Rio Grande do Sul State, Brazil (Map created in the program Diva-Gis).

Abiotic Data

Along with the sampling of macroinvertebrates were measured some physical and chemical parameters of water bodies, using a multiparameter probe water (HORIBA): water temperature, pH, ORP (oxidation reduction potential), conductivity, NTU (turbidity), DO (dissolved oxygen), TDS (total dissolved solids) and PPT (salinity). Other environmental characteristics of sampling points were observed: presence of riparian vegetation, presence of macrophytes, presence of bromeliads and presence of cattle, horses and sheep (Table I).

Data Analysis

Using the statistical program SYSTAT 11, was verified if there was a significant difference between the abiotic variables and the abundance and richness of macroinvertebrates, among the studied environments, through an analysis of variance (ANOVA) with Tukey *a posteriori*.

In the statistical program Primer E (Clarke & Gorley 2006), an analysis of similarity was performed (ANOSIM) for ordination analysis. The result of this analysis was plotted using non-metric multidimensional scaling (NMDS), using the same program.

Finally, we used the canonical correspondence analysis (CCA) (Legendre & Legendre 1998), sorting technique used in ecological research to evaluate the relationship species-environments. Thus, the CCC was held at CANOCO program (Ter Braak & Smilauer 2002) to verify the distribution of individuals of macroinvertebrates in accordance with environmental variables.

All statistical tests were performed with a significance level of 5% (Zar 1999). Abundance of *Hylella* was logarithmed [$\log_{10}(x + 1)$] for the analysis of variance (ANOVA), and environmental data were logarithmed and standardized (standard deviation) for the canonical correspondence analysis (CCA). The logarithm of the data was adopted to standardize them and make them homocedastic (Sokal and Rohlf 1995). The standardization of environmental data was performed to homogenize the range of different units of measurement included in the environmental matrix (e.g., μS for electrical conductivity and mg/L for dissolved oxygen) (Clarke & Gorley 2006).

Table I: Location and environmental characterization of the 105 sample points, between the months of September/2012 and January/2013 in municipalities of the central region of Rio Grande do Sul State, Brazil (°C - water temperature, ORP - oxidation-reduction potential (mV), mS/cm - electrical conductivity, NTU - turbidity, DO - dissolved oxygen (mg/L), TDS - total dissolved solids (g/L) and PPT - salinity). Animals*: cattle, horses, sheep.

Sample	Type	Geographical coordinates	°C	pH	ORP	mS/cm	NTU	OD	TDS	PPT	Matrix	Riparian vegetation	Bromeliads	Macrophytes	Animals
P1	Dam	29°36'50.5"S 54°11'41.4"W São Pedro do Sul	18.44	6.07	295	0.272	3.7	14.04	0.176	0.1	Field	Absent	Present	Present	Present
P2	Stream	29°36'20.5"S 54°11'22.0"W São Pedro do Sul	18.60	7.05	271	0.240	11.0	15.70	0.156	0.1	Field	Present	Absent	Present	Present
P3	Wetland	29°36'08.9"S 54°11'24.7"W São Pedro do Sul	18.94	6.83	15	0.291	103	14.02	0.189	0.1	Field	Absent	Present	Present	Present
P4	Wetland	29°30'19.9"S 54°15'49.8"W Toropi	20.06	6.83	191	0.089	82.5	13.80	0.058	0.0	Field	Present	Absent	Present	Present
P5	Wetland	29°24'21.6"S 54°10'16.5"W Quevedos	19.23	6.73	246	0.023	84.1	15.74	0.015	0.0	Field	Absent	Absent	Absent	Present
P6	Stream	29°20'57.2"S 54°06'07.1"W Quevedos	17.07	6.92	2701	0.029	36.5	15.02	0.019	0.0	Field	Present	Absent	Absent	Absent
P7	Dam	29°27'22.0"S 54°10'52.0"W Quevedos	19.80	6.70	284	0.091	51.5	16.06	0.059	0.0	Field	Absent	Absent	Absent	Present
P8	Stream	29°27'36.7"S 54°13'31.0"W Toropi	18.66	7.14	263	0.071	19.5	17.39	0.046	0.0	Field	Present	Absent	Absent	Present
P9	Dam	29°30'17.7"S 54°13'04.9"W Toropi	21.29	7.28	265	0.059	63.7	11.90	0.038	0.0	Field	Absent	Absent	Absent	Present
P10	Dam	29°35'03.4"S 54°29'07.0"W Mata	22.57	7.39	220	0.027	239	12.74	0.018	0.0	Field	Absent	Absent	Absent	Present
P11	Stream	29°35'22.7"S 54°29'11.9"W Mata	19.29	7.03	213	0.054	43.5	13.39	0.035	0.0	Field	Present	Absent	Absent	Present
P12	Wetland	29°38'47.3"S 54°31'18.7"W Mata	21.50	6.7	213	0.021	502	13.01	0.014	0.0	Field	Absent	Absent	Absent	Present
P13	Stream	29°03'03.8"S 55°00'23.3"W Unistalda	18.35	7.20	279	0.015	29.8	12.24	0.010	0.0	Field	Present	Absent	Absent	Present
P14	Wetland	29°02'26.2"S 55°13'38.2"W Unistalda	20.14	6.82	317	0.018	33.7	13.71	0.012	0.0	Field	Absent	Absent	Absent	Present
P15	Dam	29°02'22.3"S 55°13'42.3"W Unistalda	21.78	6.69	309	0.041	39.3	13.19	0.027	0.0	Field	Absent	Absent	Present	Present
P16	Wetland	29°04'44.9"S 54°56'32.7"W Santiago	22.16	6.52	147	0.023	472	11.22	0.015	0.0	Field	Absent	Absent	Absent	Present
P17	Dam	29°07'26.6"S 54°54'09.5"W Santiago	22.22	6.59	260	0.040	196	11.20	0.026	0.0	Field	Absent	Absent	Absent	Present
P18	Stream	29°11'05.8"S 54°53'42.5"W Santiago	19.67	6.71	300	0.161	17.0	15.33	0.105	0.1	Field	Present	Absent	Absent	Present
P19	Wetland	29°22'52.2"S 55°00'19.0"W	24.17	6.11	207	0.037	800	9.02	0.024	0.0	Field	Absent	Absent	Absent	Present

P20	Stream	São Francisco de Assis 29°34'57.5"S 55°05'58.5"W	23.06	6.47	231	0.019	14.6	11.55	0.013	0.0	Field	Present	Absent	Absent	Present
P21	Dam	São Francisco de Assis 29°38'33.1"S 55°01'41.7"W	22.29	8.78	221	0.171	452	12.62	0.112	0.1	Field	Absent	Absent	Absent	Present
P22	Wetland	São Francisco de Assis 29°51'38.2"S 54°48'58.3"W	23.74	7.52	277	0.039	29.1	9.36	0.025	0.0	Field	Absent	Present	Absent	Present
P23	Dam	Cacequi 29°51'55.2"S 54°49'38.6"W	21.71	7.49	288	0.025	16.5	12.63	0.016	0.0	Field	Absent	Present	Absent	Present
P24	Stream	Cacequi 29°37'03.8"S 54°40'55.1"W	13.78	5.68	296	0.026	78.5	15.35	0.017	0.0	Field	Present	Absent	Present	Present
P25	Stream	São Vicente do Sul 29°23'33.3"S 54°49'07.6"W	15.13	6.21	374	0.060	36.6	12.40	0.039	0.0	Field	Present	Absent	Absent	Absent
P26	Dam	Nova Esperança do Sul 29°21'45.1"S 54°45'48.8"W	18.84	6.65	347	0.038	250	12.24	0.024	0.0	Field	Present	Present	Absent	Present
P27	Wetland	Nova Esperança do Sul 29°21'46.8"S 54°45'30.4"W	19.20	6.12	363	0.051	75.5	10.07	0.033	0.0	Field	Absent	Absent	Present	Present
P28	Stream	Nova Esperança do Sul 29°23'36.1"S 54°43'33.8"W	14.97	6.65	328	0.040	28.5	15.81	0.026	0.0	Field	Present	Absent	Absent	Present
P29	Dam	Jaguari 29°23'43.9"S 54°44'46.4"W	22.35	6.63	333	0.13	113	12.24	0.008	0.0	Field	Absent	Absent	Absent	Present
P30	Wetland	Jaguari 29°27'08.8"S 54°43'44.3"W	19.63	6.15	353	0.023	19.3	12.11	0.015	0.0	Field	Present	Absent	Absent	Present
P31	Wetland	Jaguari 29°35'56.8"S 54°41'13.8"W	22.40	6.51	323	0.013	66.0	12.18	0.009	0.0	Field	Absent	Present	Absent	Absent
P32	Stream	São Vicente do Sul 29°52'06.5"S 54°46'14.0"W	21.37	6.47	330	0.040	31.7	10.81	0.026	0.0	Crop rice	Absent	Present	Present	Absent
P33	Dam	Cacequi 29°41'09.0"S 54°40'00.6"W	23.17	6.75	328	0.052	114	10.69	0.034	0.0	Field	Absent	Present	Present	Present
P34	Wetland	São Vicente do Sul 29°44'04.9"S 54°12'04.5"W	23.39	6.88	307	0.016	11.0	12.64	0.010	0.0	Field	Absent	Present	Absent	Present
P35	Stream	Dilermando de Aguiar 29°44'04.9"S 54°12'26.2"W	19.63	6.11	360	0.015	17.5	12.08	0.010	0.0	Field	Absent	Present	Absent	Present
P36	Stream	Dilermando de Aguiar 29°59'12.4"S 52°57'07.7"W	17.49	6.56	332	0.034	32.5	13.49	0.022	0.0	Field	Present	Absent	Absent	Absent
P37	Dam	Cachoeira do Sul 29°57'07.4"S 52°56'47.8"W	20.45	6.24	334	0.024	53.3	9.07	0.016	0.0	Field	Absent	Absent	Absent	Absent
P38	Wetland	Cachoeira do Sul 29°54'48.5"S 52°58'19.2"W	19.78	4.45	326	0.014	132	18.62	0.009	0.0	Field	Absent	Present	Absent	Present
P39	Dam	Cachoeira do Sul 29°44'26.5"S 52°57'12.9"W	21.66	6.43	315	0.035	2.9	10.12	0.023	0.0	Field	Absent	Present	Present	Present
P40	Stream	Novo Cabrais 29°44'48.1"S 52°57'47.5"W	15.85	6.68	317	0.075	44.1	16.20	0.048	0.0	Field	Present	Absent	Absent	Absent
P41	Wetland	Novo Cabrais 29°45'01.1"S 53°03'11.2"W	22.34	6.46	320	0.029	105	11.83	0.019	0.0	Field	Absent	Present	Present	Absent

P42	Stream	29°44'38.0"S 53°06'35.6"W Paraíso do Sul	18.62	6.78	312	0.053	182	11.44	0.034	0.0	Field	Present	Absent	Absent	Absent
P43	Dam	29°44'28.5"S 53°07'57.6"W Paraíso do Sul	24.60	7.71	268	0.041	109	12.97	0.027	0.0	Field	Absent	Absent	Present	Absent
P44	Wetland	29°44'05.0"S 53°10'45.1"W Paraíso do Sul	22.71	6.77	315	0.053	27.1	10.67	0.034	0.0	Field	Absent	Absent	Present	Present
P45	Dam	29°04'28"S 53°52'22"W Tupanciretã	18.93	6.91	340	0.060	30.5	13.90	0.039	0.0	Field	Absent	Absent	Absent	Present
P46	Stream	29°02'56.7"S 53°42'20.1"W Tupanciretã	14.49	6.69	315	0.042	6.8	17.40	0.027	0.0	Field	Present	Present	Present	Absent
P47	Wetland	29°03'06.9"S 53°43'45.8"W Tupanciretã	18.98	6.26	246	0.018	14.8	13.08	0.012	0.0	Field	Absent	Present	Absent	Present
P48	Wetland	29°03'50.8"S 53°38'53.8"W Júlio de Castilhos	15.83	6.09	311	0.059	22.9	14.18	0.039	0.0	Field	Absent	Absent	Present	Present
P49	Stream	29°06'50.8"S 53°39'02.6"W Júlio de Castilhos	13.89	6.64	312	0.033	20.8	19.32	0.022	0.0	Field	Present	Absent	Absent	Absent
P50	Dam	29°16'56.0"S 53°40'00.2"W Júlio de Castilhos	21.04	6.79	313	0.018	86.3	10.82	0.012	0.0	Field	Absent	Present	Present	Present
P51	Stream	29°31'23.3"S 53°51'47.6"W São Martinho da Serra	16.30	6.69	332	0.036	26.3	15.59	0.024	0.0	Field	Present	Absent	Absent	Absent
P52	Dam	29°30'45.4"S 53°51'14.6"W São Martinho da Serra	22.41	6.87	307	0.023	277	10.55	0.015	0.0	Field	Absent	Absent	Absent	Present
P53	Wetland	29°29'32.2"S 53°50'05.3"W São Martinho da Serra	24.71	6.93	307	0.012	303	10.61	0.008	0.0	Field	Absent	Absent	Absent	Present
P54	Dam	29°30'36.8"S 53°42'27.4"W Itaara	19.88	6.45	325	0.021	0.7	8.96	0.014	0.0	Wheat crop	Absent	Absent	Present	Absent
P55	Stream	29°37'05.8"S 53°45'59.1"W Itaara	15.49	4.87	469	0.014	88.8	12.51	0.009	0.0	Field	Present	Absent	Absent	Absent
P56	Wetland	29°34'33.0"S 53°45'55.2"W Itaara	13.88	4.64	478	0.012	0.4	12.33	0.008	0.0	Field	Absent	Present	Present	Present
P57	Dam	30°00'30.8"S 53°40'42.6"W São Sepé	16.93	5.71	398	0.034	180	12.67	0.022	0.0	Field	Absent	Absent	Present	Present
P58	Stream	30°00'04.0"S 53°38'31.6"W Formigueiro	17.91	5.60	398	0.075	206	11.38	0.049	0.0	Crop rice	Absent	Present	Present	Absent
P59	Wetland	29°59'41.7"S 53°37'07.0"W Formigueiro	21.37	5.67	386	0.066	151	12.55	0.043	0.0	Field	Absent	Absent	Absent	Present
P60	Dam	30°01'28.1"S 53°34'03.0"W Formigueiro	23.34	7.03	323	0.103	86.7	10.39	0.066	0.0	Field	Absent	Present	Absent	Present
P61	Wetland	30°05'59.5"S 53°37'52.7"W São Sepé	24.98	6.99	311	0.044	34.7	10.26	0.028	0.0	Field	Absent	Absent	Absent	Absent
P62	Stream	30°11'52.4"S 53°34'02.3"W São Sepé	16.96	7.14	316	0.024	0.0	15.58	0.026	0.0	Field	Present	Absent	Absent	Absent
P63	Stream	30°20'30.4"S 53°51'35.8"W Vila Nova do Sul	16.53	7.10	340	0.101	1	15.61	0.066	0.0	Field	Present	Absent	Absent	Absent
P64	Wetland	30°21'50.6"S 53°48'52.6"W	20.51	8.05	284	0.019	0.7	12.33	0.013	0.0	Field	Absent	Present	Present	Present

P65	Dam	Vila Nova do Sul 30°22'26.8"S 53°42'07.9"W	20.17	7.22	326	0.056	35.4	13.18	0.042	0.0	Field	Present	Present	Absent	Present
P66	Dam	Vila Nova do Sul 29°42'47.0"S 54°11'41.6"W	18.86	6.54	344	0.046	45.2	11.82	0.031	0.0	Field	Absent	Absent	Present	Present
P67	Dam	Dilermando de Aguiar 29°28'33.1"S 53°28'48.9"W	16.99	6.13	351	0.038	70.1	13.88	0.026	0.0	Field	Absent	Present	Absent	Present
P68	Wetland	Nova Palma 29°25'10.2"S 53°27'00.6"W	15.86	5.99	371	0.023	30.8	16.88	0.015	0.0	Field	Absent	Present	Present	Present
P69	Stream	Nova Palma 29°24'11.2"S 53°27'12.5"W	13.81	6.40	362	0.033	29.9	14.45	0.022	0.0	Field	Present	Absent	Absent	Absent
P70	Stream	Nova Palma 29°20'08.2"S 53°22'17.7"W	14.45	6.16	375	0.024	36.0	12.51	0.016	0.0	Field	Present	Absent	Absent	Absent
P71	Dam	Pinhal Grande 29°20'40.3"S 53°23'48.7"W	15.96	6.51	357	0.015	18.07	14.25	0.010	0.0	Field	Absent	Present	Absent	Absent
P72	Wetland	Pinhal Grande 29°20'39.7"S 53°25'36.9"W	15.24	6.30	258	0.060	69.6	13.02	0.041	0.0	Field	Absent	Absent	Absent	Absent
P73	Stream	Pinhal Grande 29°29'27.1"S 53°32'05.7"W	15.22	6.74	332	0.054	45.8	14.56	0.037	0.0	Field	Present	Absent	Present	Absent
P74	Dam	Ivorá 29°31'11.4"S 53°34'27.6"W	17.97	6.07	353	0.050	71.2	12.81	0.034	0.0	Field	Present	Absent	Present	Absent
P75	Wetland	Ivorá 29°32'54.1"S 53°36'08.0"W	17.21	6.54	359	0.036	27.0	14.53	0.024	0.0	Field	Present	Absent	Present	Absent
P76	Wetland	Ivorá 29°37'31.7"S 53°34'06.0"W	14.71	6.56	350	0.032	50.8	16.46	0.022	0.0	Field	Absent	Present	Present	Present
P77	Stream	Silveira Martins 29°39'33.8"S 53°36'14.5"W	14.87	6.71	342	0.044	50.6	16.59	0.030	0.0	Field	Present	Absent	Absent	Absent
P78	Dam	Silveira Martins 29°40'19.4"S 53°37'49.4"W	16.65	6.85	360	0.075	78.7	14.34	0.051	0.0	Field	Absent	Present	Absent	Present
P79	Dam	Silveira Martins 29°32'37.1"S 53°28'20.5"W	17.30	7.16	344	0.071	26.6	14.32	0.048	0.0	Field	Absent	Absent	Absent	Present
P80	Wetland	Faxinal do Soturno 29°33'54.6"S 53°27'30.9"W	17.52	6.97	351	0.121	138	14.41	0.080	0.1	Field	Absent	Absent	Absent	Present
P81	Stream	Faxinal do Soturno 29°35'14.2"S 53°26'00.2"W	15.16	6.99	342	0.063	25.6	18.97	0.043	0.0	Field	Present	Absent	Absent	Present
P82	Wetland	Faxinal do Soturno 29°37'05.0"S 53°26'58.1"W	18.79	6.41	344	0.045	19.1	9.88	0.029	0.0	Field	Absent	Absent	Present	Present
P83	Stream	São João do Polêsine 29°39'07.1"S 53°28'13.6"W	16.17	6.85	329	0.043	0.0	17.82	0.028	0.0	Field	Present	Absent	Absent	Present
P84	Dam	São João do Polêsine 29°40'47.1"S 53°28'37.7"W	23.42	6.48	348	0.029	329	9.30	0.019	0.0	Field	Absent	Absent	Absent	Present
P85	Stream	São João do Polêsine 29°37'02.3"S 53°20'32.5"W	19.30	7.13	342	0.073	6.9	15.67	0.048	0.0	Field	Absent	Absent	Present	Present
P86	Wetland	Dona Francisca 29°37'41.7"S 53°21'31.9"W	23.88	7.16	332	0.046	103	10.20	0.030	0.0	Field	Absent	Absent	Present	Present

P87	Dam	29°35'38.2"S 53°25'06.2"W Dona Francisca	23.43	9.45	217	0.076	91.0	12.67	0.050	0.0	Field	Absent	Absent	Absent	Present
P88	Dam	29°39'010.0"S 53°18'05.4"W Agudo	23.38	9.75	208	0.064	23.8	11.80	0.041	0.0	Field	Absent	Absent	Absent	Present
P89	Wetland	29°39'51.9"S 53°14'57.8"W Agudo	24.91	8.28	302	0.017	17.1	10.15	0.011	0.0	Field	Absent	Absent	Present	Present
P90	Stream	25°43'23.0"S 53°14'25.9"W Agudo	17.80	7.32	211	0.116	14.8	12.90	0.075	0.1	Field	Present	Absent	Absent	Absent
P91	Wetland	29°40'17.9"S 54°01'31.4"W Santa Maria	21.75	5.30	304	0.027	104	8.59	0.017	0.0	Field	Present	Absent	Present	Absent
P92	Dam	29°40'56"S 53°55'37.8"W Santa Maria	23.77	7.5	269	0.079	90.8	10.55	0.051	0.0	Field	Absent	Absent	Absent	Present
P93	Stream	29°41'14.5"S 53°54'19.7"W Santa Maria	22.72	6.75	320	0.001	12.7	13.91	0.001	0.0	Field	Present	Present	Absent	Absent
P94	Dam	29°45'45.9"S 54°02'32.2"W Santa Maria	24.97	7.58	314	0.017	110	13.25	0.012	0.0	Field	Absent	Absent	Present	Present
P95	Stream	29°44'43.9"S 53°57'27"W Santa Maria	23.88	7.30	346	0.034	69.3	14.40	0.023	0.0	Field	Present	Absent	Absent	Present
P96	Wetland	29°42'35.6"S 53°50'18.6"W Santa Maria	29.44	6.89	200	0.057	659	9.24	0.038	0.0	Field	Absent	Present	Present	Present
P97	Stream	29°52'30.7"S 53°44'16.1"W Santa Maria	23.48	7.39	297	0.067	18.6	16.51	0.045	0.0	Field	Present	Absent	Absent	Absent
P98	Dam	29°51'12"S 53°45'01.9"W Santa Maria	29.74	7.2	315	0.011	112	11.43	0.008	0.0	Field	Absent	Absent	Present	Absent
P99	Wetland	29°49'07.7"S 53°46'09.1"W Santa Maria	27.71	7.03	349	0.024	38.9	12.28	0.016	0.0	Field	Absent	Absent	Present	Absent
P100	Wetland	29°43'48.9"S 53°21'26.1"W Restinga Seca	31.85	6.78	331	0.164	169	11.51	0.108	0.1	Field	Absent	Absent	Present	Present
P101	Stream	29°39'42.1"S 53°22'34.2"W Restinga Seca	26.45	6.92	185	0.039	60.6	9.57	0.027	0.0	Field	Present	Absent	Absent	Present
P102	Dam	29°43'59.5"S 53°31'13.4"W Restinga Seca	30.22	7.68	260	0.083	176	11.03	0.054	0.0	Field	Absent	Absent	Present	Present
P103	Wetland	29°43'55.4"S 53°32'09.2"W Santa Maria	22.96	5.59	365	0.064	72.9	13.21	0.041	0.0	Field	Absent	Absent	Present	Present
P104	Dam	29°43'14.4"S 53°36'20.6"W Santa Maria	22.25	5.69	404	0.026	42.0	11.17	0.016	0.0	Field	Absent	Absent	Present	Present
P105	Stream	29°42'39.0"S 53°39'26.1"W Santa Maria	25.61	6.35	388	0.049	134	12.20	0.032	0.0	Crop rice	Present	Present	Absent	Absent

Results

A total of 26,181 individuals were sampled, belonging to 40 taxa, among families and genera (Table II). The genus with the highest abundance was *Hyalella* (Crustacea: Amphipoda Order) with 14,601 individuals, followed by Corixidae family (Insecta: Heteroptera Order) with 2,740 individuals, Baetidae (Insecta: Ephemeroptera Order) with 2,165 individuals and Chironomidae (Insecta: Diptera Order) with 1,736 individuals. Families with only one individual were sampled: Dugesidae (Turbellaria: Tricladida Order), Aeshnidae and Gomphidae (Insecta: Odonata Order) and Scirtidae (Insecta: Coleoptera Order).

The environment with greater abundance of macroinvertebrates was the wetland with 19,808 individuals, followed by the dam with 4,449 individuals and stream with 1,924 individuals. The environment that had a greater richness was also the wetland, presenting at a single point 19 taxa, followed by the dam that had in a point 12 taxa and stream with 11 taxa. Regarding the abundance of macroinvertebrates was verified significant difference between the points of wetland with the points of dams and streams (ANOVA $F_{(2,102)}= 9.307$, $p= 0.001$) (Fig. 2), being the wetland the environment that presented the greatest abundance.

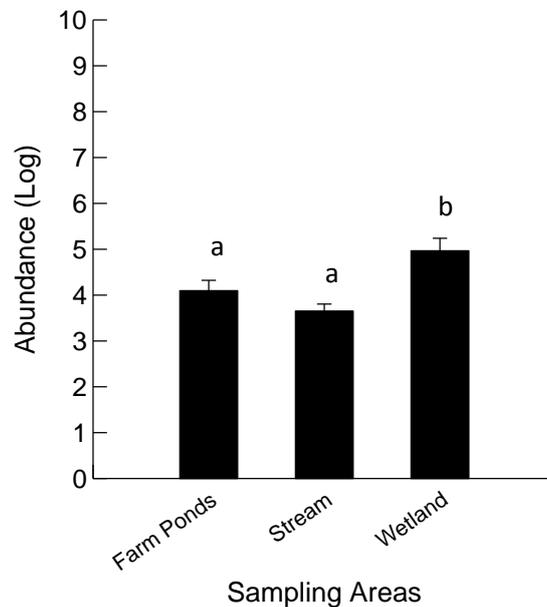


Figure 2: Abundance of macroinvertebrates in lentic and lotic environments, of the 105 water bodies sampled in the municipalities of the central region of Rio Grande do Sul State, Brazil (ANOVA ($F_{(2,102)}= 9.307$, $p= 0.001$)). Columns with the same letter do not differ significantly ($p<0.05$).

The sampling point with greater abundance was the P56, wetland area, with 10,162 individuals. The dam with highest abundance was the P66 with 610 individuals and the stream point with greater abundance was the P63 with 272 individuals.

Table II: Listing of the sampled macroinvertebrates, between the months of September/2012 and January/2013 in municipalities of the central region of Rio Grande do Sul State, Brazil.

Groups	Taxa	Total
Platyhelminthe	<i>Giardia</i>	1
Mollusca	<i>Pomacea</i>	10
	<i>Potamolithus</i>	4
	<i>Drepanotrema</i>	337
	<i>Biomphalaria</i>	677
	<i>Lymnaea</i>	63
	<i>Gundlachia</i>	26
Annelida	Hirudinea	156
	Oligochaeta	119
Aranae		13
Crustacea	<i>Hyalella</i>	14601
	Branchonetas	115
	Decapoda	1
Collembola	Entomobryidae	26
Ephemeroptera	Baetidae	2165
	Caenidae	75
Plecoptera	Perlidae	49
Odonata	Coenagrionidae	511
	Libellulidae	104
	Gomphidae	1
	Aeshnidae	1
Orthoptera	Phasmidae	7
Trichoptera	Hydroptilidae	41
	Philopotamidae	2
Heteroptera	Belostomatidae	127
	Notonectidae	270
	Corixidae	2740
	Gerridae	3
Homoptera	Cicadelidae	18
Coleoptera	Hydrophilidae	266
	Dytiscidae	1223
	Curculionidae	113
	Scirtidae	1
Diptera	Ceratopogonidae	21
	Chironomidae	1736
	Culicidae	140
	Simuliidae	327
Lepidoptera	Pyralidae	8
Amphibia	Anuro	50
Pisces		33
Total		26181

With regard to environmental variables, it was verified that the temperature was significantly lower in streams (ANOVA $F_{(2,102)} = 9,508$, $p = 0.001$) as well as the turbidity (ANOVA $F_{(2,102)} = 4.484$, $p = 0.014$). There was pH record closer to neutral in dams, and significantly more acid in wetlands and streams (ANOVA $F_{(2,102)} = 3.669$, $p = 0.024$). Dissolved oxygen was significantly higher in streams (ANOVA $F_{(2,102)} = 12.167$, $p = 0.001$).

When applying ANOSIN, it found a relatively high stress value (0.23), both when the distribution of points with all macroinvertebrates was analyzed as when was removed from the analysis the most abundant taxon (*Hyalella*). Although the stress value has been relatively high, the 'p' value was significant for separating the points of streams with other sampling points, as in dams as in wetlands (Fig. 3 and 4), not demonstrating, this way, the influence of the most abundant taxon in the results obtained.

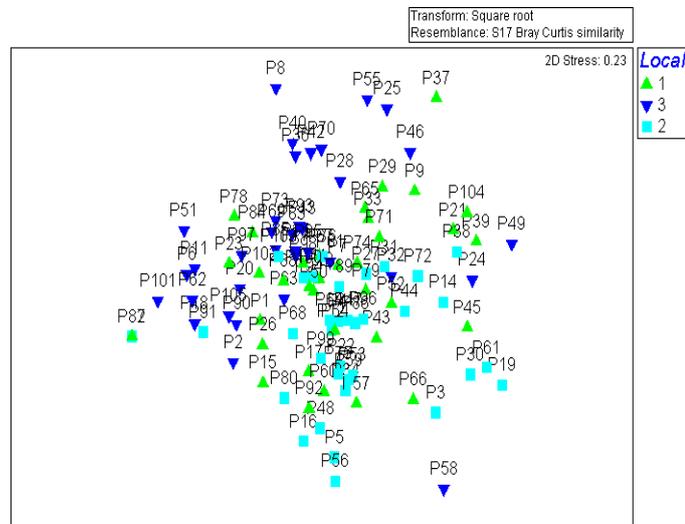


Figure 3: Multidimensional scaling analysis non-metric (NMDS) for the distances between dams points (green triangle), wetland points (square light blue) and stream (strong blue triangle), with the presence of more abundant taxon (*Hyalella*). Stress = 0.23.

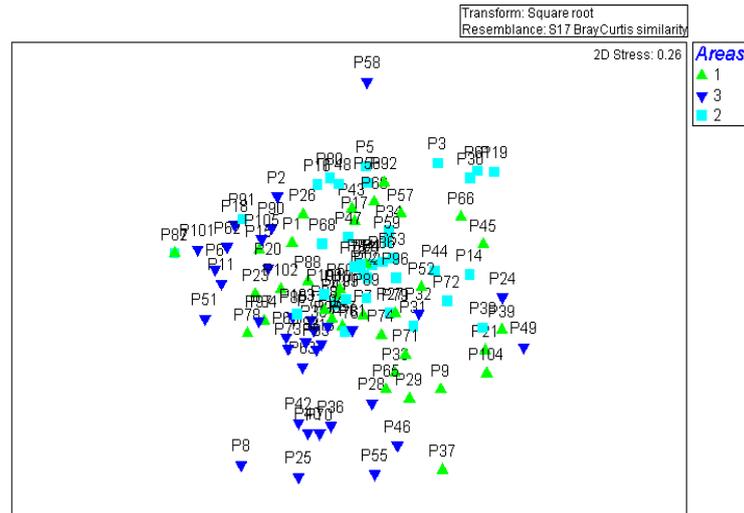


Figure 4: Multidimensional scaling analysis non-metric (NMDS) for the distances between dams points (green triangle), wetland points (square light blue) and stream (strong blue triangle), without the presence of more abundant taxon (*Hyalella*). Stress = 0.23.

The model generated by Canonical Correspondence Analysis (CCA) was significantly different ($p = 0.001$). The first two axes of CCA summarized together 15% of the variability in the data abundance of taxa of macroinvertebrates (Table III). Axis 1 of the CCA was negatively correlated with three variables and positively with only one, the axis 2 was positively correlated with the significant variables (Table IV). In the CCA analysis testing with the most abundant taxa were also conducted, and without it, but the variables that influenced the distribution of individuals were the same in both analyzes. Thus, as is shown in Figure 5, the determining variables in the distribution of individuals were: salinity (PPT), dissolved oxygen (DO), the hydrogenic potential (pH) and oxidation-reduction potential (ORP). The first two axes of CCA segregate taxa active dispersion of passive dispersion. Taxa of passive dispersion (*Hyalella*, *Drepanotrema*, *Lymnaea*) were associated significantly to wetland points. Salinity directly influenced the following taxa: *Drepanotrema*, *Biomphalaria*, Hydrophilidae, Cicadellidae and Dytiscidae. Dissolved oxygen was positively correlated with the distribution of Notonectidae, Phasmidae, *Potamolithus*, Caenidae, Simuliidae, Perlidae, Entomobryidae, Ceratopogonidae, Chironomidae, Philopotamidae, Oligochaeta and Culicidae. The pH and ORP were positively interfering in the distribution of *Lymnaea*, Baetidae, and Belostomatidae and Coenagrionidae. The other individuals, *Hyalella*, Hydroptilidae, Curculionidae, Corixidae, Libelulidae, Pyralidae, Aeschnidae and Gomphidae, were negatively related to dissolved oxygen. The Branchonetas taxon had no distribution related to any of the variables analyzed (Fig. 5).

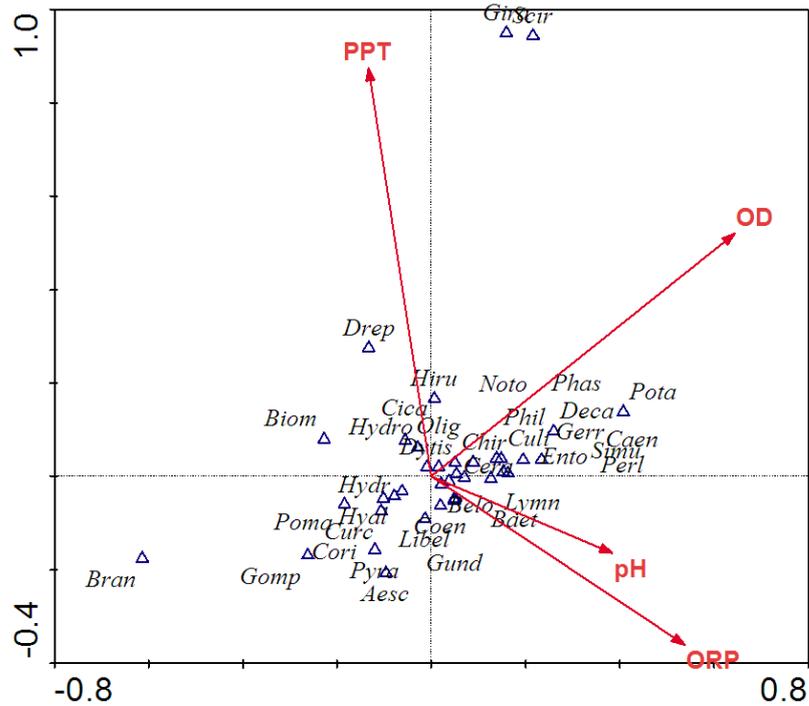


Figure 5: Taxa ordination diagram for the two main axes of Canonical Correspondence Analysis (CCA) of macroinvertebrates and environmental variables (PPT = salinity, DO = dissolved oxygen, pH = hydrogen potential and ORP = oxidation-reduction potential).

Table III: Eigenvalues, cumulative proportion of variance explained by the first two axes of Canonical Correspondence Analysis (CCA) for data abundance of taxa and taxon-environment relationships in their respective wetlands, dams and streams.

Axes	1	2
Eigenvalue	0.108	0.058
Cumulative proportion of variance:		
for data of the taxa:	3.6	5.5
taxon-environment:	46.9	71.9

Table IV: *Interset* correlation between the axes of Canonical Correspondence Analysis (CCA) and environmental variables selected.

Environmental variables	Axe 1	Axe 2
ORP	-0.0366	0.9808
DO	-0.0420	0.9684
PPT	-0.0668	0.8795
pH	6.7148	0.7053

Discussion

The difference between the abundance found in lentic environments (artificial and natural) was significantly higher than the abundance found in streams, which was not expected, due to the fact that dams are artificial environments and, usually, because they are smaller and isolated environments, have a smaller number of individuals and species (Dodson 1992, Hoyer & Canfield 1994). The same difference was not observed between natural and artificial lentic environments, with a similar composition of macroinvertebrate fauna between the areas, but better represented in natural lentic environments (wetland). When compared, for example, the families of ephemeropteran, it is found that artificial areas show about 50% less abundance in relation to natural areas (Maltchik *et al.* 2012). Part of this result can be explained probably because natural lentic environments have higher habitat complexity and they are not as affected as the artificial areas with the oscillation of hydroperiod, which modifies the level of eutrophication and the temperature of the water, for example (Scheffer *et al.* 1993).

Among the environmental variables that were related positively with the distribution of individuals, particularly passive distribution, there is the salinity (PPT), which was higher in lentic environments, and may be related to lack of riparian vegetation in these environments, directly receiving a larger amount dissolved solids as well as increased presence of vegetation in these lentic environments, which also increases the number of individuals in these locations (Scheffer *et al.* 2006). Most macrophyte cover and salinity in lentic environments are logically inversely related to the amount of dissolved oxygen in these locations, besides higher temperature levels, thus explaining the occurrence of the taxon with the greatest abundance in the study (*Hyaella*), which It did not occur in locations with lower temperatures. Areas with a long hydroperiod, as found in the study area, can allow the coexistence of a greater number of species, if the time differences in the hatching and development to reduce the overlapping of ecologically similar species as adults (King *et al.* 1996). The trophic complexity is one of the results of temporal heterogeneity (Menge & Sutherland 1976). Thus, the higher the hydroperiod greater heterogeneity and higher trophic complexity, reflected in the increase of the trophic chain (more individuals).

Although the temperature had not been determinant in the distribution of individuals in the Canonical Correspondence Analysis (CCA), the temperature was significantly lower in streams, as well as abundancy, results also found by Neri *et al.* (2005). The correlation with the water temperature can be influenced by the presence of the most abundant taxon, which was not found in environments with cooler water and more oxygen dissolved, its tolerance to harsh environments was identified in other surveys conducted with the genus *Hyaella* (Pennak 1953, Borowsky 1991, Duan *et al.* 1997).

Amphipods, dominant taxon in the fields of this study, are common in limnic ecosystems and often dominate the benthic community (Ishikawa & Urabe 2002), which may represent 50% of the biomass of the benthic fauna (Waters & Hokenstrom 1980). Among these crustaceans, *Hyaella* is the

only epigean genus found in limnic environments in Brazil (Bento & Buckup 1999), having record only to the south and southeast region. The species of this genus are omnivorous, feeding mainly on algae and bacteria associated with sediment and aquatic macrophytes (Hargrave 1970), as well as dead animals and plant material (Cooper 1965) abundant in natural and artificial wetlands. Participate in nutrient cycling and even provide food for many other animals (Cooper 1965, Muskó 1990). However, little is known about the ecological aspects that influence the occurrence and distribution of amphipods in Brazil, especially the genus *Hyaella*, being the most of the studies of systematic nature and description of new species (e.g.: Moreira 1903, Wakabara & Leite 1977, Serejo 1997, Valério-Berardo *et al.* 2005, Serejo 2004, Bastos-Pereira & Bueno 2013, Lowry & Myers 2013, Rodrigues *et al.* 2014). It is known that species of the genus *Hyaella* are directly influenced by environmental conditions, especially by the temperature and photoperiod (Cooper 1965, Kruschwitz 1978, Castiglioni *et al.* 2007). We can also highlight the dissolved oxygen (Nebeker *et al.* 1992), the pH (Pilgrim & Burt 1993) and the quantity and quality of food (Hargrave 1970, Wellborn 1994, Moore & Farrar 1996) as determining factors, especially in artificial environments (laboratory). In this study, we observed that this genus was more abundant in wetlands, environments that showed pH more acidic. Furthermore, streams presented temperature and turbidity significantly lower and DO higher, and virtually no recorded the occurrence of *Hyaella*, which in turn, was more abundant in environments with DO significantly lower.

The Corixidae family was the second most abundant in this study, with 95% of its occurrence restricted to lentic environments analyzed, as expected, as well as its occurrence be abundant in environments with high conductivity (Savage 1971). On the other hand, the Baetidae family is characterized by specimens that are considered good colonizers and that exhibit rapid growth (Callisto *et al.* 2001), which allows its presence in all types of water bodies of fresh water. The Chironomidae were also abundant in the central region of Rio Grande do Sul State. This family consists of species with great food plasticity, high power adaptive to different substrates and to different situations of environmental stress (Callisto & Esteves 1998, Strixino & Trivinho-Strixino 1998). These characteristics may explain the great abundance of this group in this study. In addition, this family has proved dominant in abundance in several studies of aquatic ecosystems, both lotic as lentic (Callisto & Esteves 1995, Gonçalves & Aranha 2004).

In lentic environments with permanent hydroperiods, physical stressors may be relatively benign. However, as it increases the hydroperiod, vertebrates and invertebrates predators become more diverse and abundant, and exert a profound influence on the community (Schneider & Frost 1996, Wellborn *et al.* 1996). The diversity of macroinvertebrates in damp areas (natural and artificial) permanent is typically high, often dominated by insects of the Hemiptera and Diptera orders and crustaceans of the Amphipod order (Zimmer *et al.* 2001). Permanent wetlands tend to be more stable in comparison with running water environments (Zimmer *et al.* 2001). Thus, wetlands with permanent hydroperiod present trophic representation all year.

The implication of these results for conservation is that becomes even clearer the importance of maintaining natural lentic environments for the preservation of species, especially for these with passive dispersion. In this study, artificial lentic environments are presented as a conservation alternative, contemplating, in smaller number, the taxa of natural lentic environments, and some taxa of lotic environments. Such lotic environments presented in this study the least richness and abundance of analyzed areas, which can be explained by the absence of genus *Hyalella* in this type of environment. Therefore, it is emphasized that artificial lentic environments have primary responsibility for preserving taxa occurring in natural lentic and lotic environments.

Acknowledgements

The authors thank the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), for granting the Doctoral scholarship CAPES-DS, the Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) for the financial support, as well as Jovelina Bicalho, Aline Ozga, Luciani Santin and Cleo da Silva for their assistance in collections.

References

- Allan, J. D. 1995. **Stream ecology: structure and function of running waters**. Chapman & Hall, London, 388 p.
- Amezaga, J. M., Santamaría, L. & Green, A. J. 2002. Biotic wetland connectivity - supporting a new approach wetland policy. **Acta Oecologica**, 23: 213-222.
- Arimoro, F. O., Ikomi, R. B. & Iwuegbue, C. M. A. 2007. Water quality changes in relation to Diptera community patterns and diversity measured at an organic effluent impacted stream in the Niger Delta, Nigeria. **Ecological Indicators**, 7(3): 541-542.
- Ayres-Peres, L., Sokolowicz, C. C. & Santos, S. 2006. Diversity and abundance of the benthic macrofauna in lotic environments from the central region of Rio Grande do Sul State, Brazil. **Biota Neotropica**, 6(3): 10-20.
- Baptista, D. F., Buss, D. F., Dorvillé, L. F. M. & Nessimian, J. L. 2001. Diversity and habitat preference of aquatic insects along the longitudinal gradient of the Macaé River basin, Rio de Janeiro, Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, 61(2): 249-258.
- Baptista, V. A. B., Antunes, M. B., Martello, A. R., Figueiredo, N. S. B., Amaral, A. M. B., Secretti, E. & Braun, B. 2014. Influência de fatores ambientais na distribuição de famílias de insetos aquáticos em rios no sul do Brasil. **Ambiente & Sociedade**, 17(3): 155-176.
- Barbour, M. T., Gerritsen, J., Snyder, B. D. & Stribling, J. B. (Eds.). 1999. **Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish**. Environmental Protection Agency (US EPA), Washington, 339 p.

- Bastos-Pereira, R. & Bueno, A. A. P. 2013. A new species of freshwater amphipod (Dogielinotidae, Hyalella) from Southeastern Brazil. **Nauplius**, 21: 79–87.
- Batzer, D. P. & Wissinger, A. S. 1996. Ecology of insect communities in nontidal wetlands. **Annual Review of Entomology**, 41: 75-100.
- Bento, F. M. & Buckup, L. 1999. Subordem Gammaridea. Pp. 177-188. *In*: Buckup, L. & Bond-Buckup, G. (Eds). **Os crustáceos do Rio Grande do Sul**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 503 p.
- Bernhardt, E. S., Palmer, M. A., Allan, J. D., Alexander, G., Brooks, S., Carr, J. & Dahm, C. 2005. Synthesizing U.S. River Restoration. **Science**, 308: 636-637.
- Borowsky, B. 1991. Patterns of reproduction of some amphipod crustaceans and insights into the nature of their stimuli. Pp. 33-66. *In*: Bauer, R. T. & Martin, J. W. (Eds.). **Crustacean Sexual Biology**. Columbia University Press, New York, 355 p.
- Borror, D. J. & DeLong, D. M. (Eds.). 1964. **Introdução ao Estudo dos Insetos**. Edgard Blücher Ltda, São Paulo, 653 p.
- Bouchard, R.W. Jr. 2004. **Guide to aquatic macroinvertebrate of the Upper Midwest**. Water Resources Center University of Minnesota, Saint Paul, 208 p.
- Brainwood, M. & Burgin, S. 2009. Hotspots of biodiversity or homogeneous landscapes? Farm dams as biodiversity reserves in Australia. **Biodiversity Conservation**, 18: 3043-3052.
- Brosse, S., Arbuckle, C. J. & Townsend, C. R. 2003. Habitat scale and biodiversity: influence of catchment, stream reach and bedform scales on local invertebrate diversity. **Biodiversity and Conservation**, 12: 2057- 2075.
- Buss, D. F., Baptista, D. F., Silveira, M. P., Nessimian, J. L. & Dorvillé, L. F. M. 2002. Influence of water chemistry and environmental degradation on macroinvertebrate assemblages in a river basin in southeast Brazil. **Hydrobiologia**, 481: 125-136.
- Buss, D. F., Baptista, D. F., Nessimian, J. L. & Egler, M. 2004. Substrate specificity, environmental degradation and disturbance structuring macroinvertebrates assemblages in neotropical streams. **Hydrobiologia**, 518: 179-188.
- Callegari-Jacques, S. M. 2003. **Bioestatística: Princípios e aplicações**. Artmed, Porto Alegre, 255 p.
- Callisto, M. & Esteves, F. A. 1995. Distribuição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos em um lago amazônico impactado por rejeito de bauxita. Lago Batata (Para, Brasil). **Oecologia Brasiliensis**, 1: 335-348.
- Callisto, M. & Esteves, F. A. 1996. Composição granulométrica do sedimento de um lago Amazônico impactado por rejeito de bauxita e um lago natural (Pará, Brasil). **Acta Limnologica Brasiliensis**, 8: 115-126.
- Callisto, M. & Esteves, F. A. 1998. Categorização funcional dos macroinvertebrados bentônicos em quatro ecossistemas lóticos sob influência das atividades de uma mineração de bauxita na

- Amazônia central (Brasil). Pp. 223-234. *In*: Nessimian, J. L. & Carvalho, A. L. (Eds). **Ecologia de insetos aquáticos**. PPGE-UFRJ, Series Oecologia Brasiliensis, vol. 5, Rio de Janeiro, 309 p.
- Callisto, M., Moretti, M. & Goulart, M. 2001. Macroinvertebrados bentônicos como ferramentas para avaliar a saúde de riachos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, 6(1): 71 – 82.
- Callisto, M., Ferreira, W. R., Moreno, P., Goulart, M. & Petrucio, M. 2002. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividade de ensino e pesquisa (MG. RJ). **Acta Limnologica Brasiliensia**, 14(1): 91-98.
- Calor, A. R. 2007. Trichoptera. *In*: Froehlich, C. G. (Ed.). **Guia on-line de identificação de larvas de insetos aquáticos do Estado de São Paulo**. World Wide Web eletronic publication, accessible at http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/Guia_online/ (Accessed 03/07/2015).
- Casas, J. J, Toja, J., Bonachela, S., Fuentes, F., Gallego, I., Juan, M., León, D., Peñalver, P., Pérez, C. & Sánchez, P. 2011. Artificial ponds in a Mediterranean region (Andalusia, Southern Spain): agricultural and environmental issues. **Water and Environment Journal**, 25: 308–317.
- Castiglioni, D. S., Garcia-Schroeder, D., Barcelos, D. F. & Bond-Buckup, G. 2007. Intermolt duration and postembryonic growth of two sympatric species of *Hyaella* (Amphipoda, Dogielinotidae) in laboratory conditions. **Nauplius**, 15(2): 57-64.
- Cereghino, R., Biggs, J., Oertli, B. & Declerck, S. 2008. The ecology of European ponds: defining the characteristics of a neglected freshwater habitat. **Hydrobiologia**, 597: 1–6.
- Chandy, S., Gilbson, D. J. & Robertson, P. A. 2006. Additive partitioning of diversity across hierarchical spatial scales in a forest landscape. **Journal of applied ecology**, 43: 729-801.
- Clarke, K. R. & Gorley, R. N. (Eds.). 2006. **Primer v.6: User Manual/Tutorial**. PRIMER-E Ltda, Plymouth, 91 p.
- Cooper, W. E. 1965. Dynamics and production of a natural population of a freshwater amphipod, *Hyaella azteca*. **Ecological Monographs**, 35: 377–394.
- Cota, L., Goulart, M., Moreno, P. & Callisto, M. 2002. Rapid assessment of river water quality using an adapted BMWP index: a practical tool to evaluate ecosystem health. **Verhandlungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie**, 28: 1-4.
- Cummins, K. W. & Klug, M. J. 1979. Feeding ecology of stream invertebrates. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 10: 147-172.
- Cummins, K. W., Minshall, G. W., Sedell, J. R., Cushing, C. E. & Petersen R. C. 1984. Stream ecosystem theory. **Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie**, 22: 1818-1827.
- Dahl, T. E. 2000. **Status and Trends of Wetlands in the Conterminous United States 1986-1997**. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Washington, 82 p.
- Dantas, M. E., Vieiro, A. C. & Silva, D. R. A. 2010. Origem das paisagens. Pp. 35-50. *In*: Vieiro, A. C. & Da Silva, D. R. A. (Eds). **Geodiversidade do estado do Rio Grande do Sul**. CPRM, Porto Alegre, 250 p.
- Davis, F. W. & Stoms, D. M. 1996. Sierran vegetation: a gap analysis. Pp. 671-690. *In*: Sierra Nevada

- Ecosystem Project: Final report to Congress, Assessments and scientific basis of management options, Vol. II, Ch. 23. University of California, Centers for Water and Wildland Resources, Davis.
- Dodson, S. 1992. Predicting crustacean zooplankton species richness. **Limnology and Oceanography**, 37: 848-856.
- Duan, Y., Guttman, S. I. & Oris, J. T. 1997. Genetic differentiation among laboratory populations of *Hyalella azteca*: implications for toxicology. **Environmental Toxicology and Chemistry**, 16: 691-695.
- Esteves, F. A. 1998. **Fundamentos de Limnologia**. Interciência, Rio de Janeiro, 602 p.
- Ferreira, A. B. & Filho, W. P. 2009. Análise do uso e cobertura da terra de três sub-bacias hidrográficas - Rio Grande do Sul/Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 2(3): 20-36.
- Flecker, A. S. & Feifarek, B. 1994. Disturbance and the temporal variability of invertebrate assemblages in two Andean streams. **Freshwater Biology**, 31: 131-142.
- Fleituch, T., Soszka, H., Kudelska, D. & Kownacki, A. 2002. Macroinvertebrates as indicators of water quality in rivers: a scientific basis for Polish standart method. **Archives of Hydrobiology Supplement**, 141(3-4): 225-239.
- Galdean, N., Callisto, M. & Barbosa, F. A. R. 2000. Lotic Ecosystems of Serra do Cipó, southeast Brazil: water quality and a tentative classification based on the benthic macroinvertebrate community. **Aquatic Ecosystem Health and Management**, 3: 545-552.
- Gaston, K. J., Warren, P. H., Thompson, K. & Smith, R. M. 2005. Urban domestic gardens (IV): the extent of the resource and its associated features. **Biodiversity and Conservation**, 14: 3327–3349.
- Gerrish, N. & Bristow, J. M. 1979. Macroinvertebrate associations with aquatic macrophytes and artificial substrates. **Journal of Great Lakes Research**, 5: 69-72.
- Getzner, M. 2002. Investigating public decisions about protecting wetlands. **Journal of Environmental Management**, 64(3): 237-246.
- Gibbs, J. P. 2000. Wetland loss and biodiversity conservation. **Conservation Biology**, 14(1): 314-317.
- Gonçalves, F. B. & Aranha, J. M. R. 2004. Ocupação espaço-temporal pelos macroinvertebrados bentônicos na bacia do rio Ribeirão, Paranaguá, PR (Brasil). **Acta Biológica Paranaense.**, 33: 181-190.
- Goodyear, K. L. & McNeill, S. 1999. Bioaccumulation of heavy metals by aquatic macro-invertebrates of different feeding guilds: a review. **The Science of the Total Environment**, 229: 1-19.
- Goulart, M. & Callisto, M., 2003, Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudo de impacto ambiental. **Revista FAPAM**, 2: 153–164.
- Hare, L. & Campbell, P. G. C. 1992. Temporal variations of trace metals in aquatic insects. **Freshwater Biology**, 27: 13-27.

- Hargrave, B. T. 1970. The utilization of benthic microfauna by *Hyallela azteca* (Amphipoda). **Journal of Animal Ecology**, 39: 427-437.
- Hazell, D., Hero, J. M., Lindenmayer, D. & Cunningham, R. 2004. A comparison of constructed and natural habitat for frog conservation in an Australian agricultural landscape. **Biological Conservation**, 119: 61-71.
- Hepp, L. U. & Restello, R. M. 2007. Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade das águas do Alto Uruguai Gaúcho. Pp 75-86. In. Zakrzewiski, S. B. (Ed.) **Conservação e uso sustentável da água: múltiplos olhares**. Edifapes, Erechim, 136 p.
- Hepp, L. U. & Santos, S. 2009. Benthic communities of streams related to different land uses in a hydrographic basin in southern Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, 157: 305-318.
- Hoyer, M. V. & Canfield, D. E. (Eds.). 1994. **Handbook of Common Freshwater Fish in Florida Lakes**. University of Florida, Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, Minnesota, 178 p.
- IBGE. 2004. Mapa da vegetação do Brasil e Mapa de Biomas do Brasil. World Wide Web electronic publication, accessible at <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm> (Accessed 04/10/2015).
- Isaía, T. 1992. **Planejamento de uso da terra para o município de Santa Maria-RS, através do diagnóstico físico conservacionista das microbacias hidrográficas**. UFSM, Santa Maria, 60 p.
- Ishikawa, T. & Urabe, J. 2002. Population dynamics and production of *Jesogammarus annandalei*, an endemic amphipod, in Lake Biwa, Japan. **Freshwater Biology**, 47(1): 1935-1943.
- Karaus, U., Alder, L. & Tockner, K. 2005. ‘‘Concave islands’’: habitat heterogeneity of parafluvial ponds in a gravel-bedriver. **Wetlands**, 25(1): 26–37.
- Kikuchi, R. M. & UIEDA, V. S. 2005. Composição e distribuição dos macroinvertebrados em diferentes substratos de fundo de um riacho no município de Itatinga, São Paulo, Brasil. **Entomologia y Vectores**, 12(2): 193-231.
- King, J. L., Smovich, M. A. & Brusca, R. C. 1996. Species richness, endemism and ecology of crustacean assemblages in northern California vernal pools. **Hidrobiologia**, 328: 85–116.
- Klein, R. M. 1984. Aspectos dinâmicos da vegetação do Sul do Brasil. **Sellowia**, 36: 5-54.
- Kruschwitz, L. G. 1978. Environmental factors controlling reproduction of the amphipod *Hyallela azteca*. **Proceedings of the Oklahoma Academy of Science**, 21: 16–21.
- Lazaridou-Dimitriadou, M. 2002. Seasonal variation of the water quality of rivers and streams of eastern Mediterranean. **Web Ecology**, 3: 20-32.
- Legendre, P. & Legendre, L. 1998. **Numerical ecology**. Elsevier Science B. V., Amsterdam, 852 p.

- Lowry, J. K. & Myers, A. A. 2013. A phylogeny and classification of the Senticaudata subord. nov. (Crustacea: Amphipoda). **Zootaxa**, 3610: 1–80.
- Malmqvist, B. & Mäki, M. 1994. Benthic macroinvertebrate assemblages in north Swedish streams: environmental relationships. **Ecography**, 17: 9-16.
- Maltchik, L. 2003. Three new wetlands inventories in Brazil. **Interciencia**, 28: 421-423.
- Maltchik, L., Dalzochio, M. S., Stenert, C. & Rolon, A. S. 2012. Diversity and distribution of aquatic insects in Southern Brazil wetlands: implications for biodiversity conservation in a Neotropical region. **Revista de Biología Tropical**, 60: 273-289.
- Maltchik, L., Lanes, L. E. K., Keppeler, F. W., Rolon, A. S. & Stenert, C. 2014. Landscape and habitat characteristics associated with fish occurrence and richness in southern Brazil palustrine wetland systems. **Environmental Biology of Fishes**, 97: 297-308.
- Maluf, J. R. T. 2000. Nova classificação climática do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, 8(1): 141-150.
- Marcuzzo, S., Pagel, S. M. & Chiapetti, M. I. S. (Eds.). 1998. **A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica no Rio Grande do Sul: situação atual, ações e perspectivas**. Consórcio da Mata Atlântica e Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Cetesb, São Paulo, 60 p.
- Mariano, R. & Froehlich, C. G. 2007. Ephemeroptera. *In*: Froehlich, C. G. (Ed.). **Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo**. World Wide Web electronic publication, accessible at http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/Guia_online/ (Accessed 03/07/2015).
- Menge, B. A. & Sutherland, J. P. 1976. Species diversity gradients: synthesis of the roles of predation, competition, and temporal heterogeneity. **The American Naturalist**, 110: 351–369.
- Merritt, R. W. & Cummins, K. W. (Eds.). 1996. **An introduction to the aquatic insects of North America**. Kendall/Hunt, Dubuque, 722 p.
- Mitsch, W. J. & Gosselink, J. G. 2000. **Wetlands**. John Wiley & Sons, New York, 920 p.
- Moore, D. W. & Farrar, J. D. 1996. Effect of growth on reproduction in the freshwater amphipod, *Hyaella azteca* (Saussure). **Hydrobiologia**, 328: 127-134.
- Moraes, F. D. & Bezzi, M. L. 2009. A organização do estado agrário de Mata/RS: a cadeia produtiva da pecuária. **Geografia: Ensino & Pesquisa**, 3(2): 21-32.
- Moreira, C. 1903. Uma espécie nova de amphipode orchestídeo que vive a 2.240 metros sobre o nível do mar. **Archivos do Museu Nacional (Rio de Janeiro)**, 12: 187-192.
- Muskó, L. B. 1990. Qualitative and quantitative relationships of Amphipoda (Crustacea) living on macrophytes in Lake Balaton (Hungary). **Hydrobiologia**, 191(1): 269-274.
- Myslinski, E. & Ginsburg, W. 1977. Macro-invertebrates as indicators of pollution. **Journal of the American Water Works Association**, 69: 538-544.

- Nebeker, A. V., Onjukka, S. T., Stevens, D. G., Chapman, G. A. & Dominguez, S. E. 1992. Effects of low dissolved oxygen on survival, growth and reproduction of *Daphnia*, *Hyaella* and *Gammarus*. **Environmental Toxicology and Chemistry**, 11: 373-379.
- Neri, D. B., Kotzian, C. B. & Siegloch, A. E. 2005. Composição de Heteroptera aquáticos e semi-aquáticos na área de abrangência da U.H.E. Dona Francisca, RS, Brasil: fase de préenchimento. **Iheringia, Série Zoologia**, 95(4): 421-429.
- Nessimian, J. L., Venticinque, E. M., Zuanon, J., De Marco, P., Gordo, M., Fidelis, L., Batista, J. D. & Juen, L. 2008. Land use, habitat integrity and aquatic insect assemblages in Central Amazonian streams. **Hydrobiologia**, 614(1): 117-131.
- Oertli, B., Joey, D. A., Castella, E., Juge, R., Cambin, D. & Lachavanne, J. B. 2002. Does size matter? The relationship between pond area and biodiversity. **Biological Conservation**, 104: 59-70.
- Paavola, R., Muotka, T. & Tikkanen, P. 2000. Macroinvertebrate community structure and species diversity in humic streams of Finnish Lapland. **Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie**, 27: 2550-2555.
- Pennak, R. W. 1953. **Freshwater Invertebrates of the United States**. The Ronald Press Company, New York, 769 p.
- Pilgrim, W. & Burt, M. D. B. 1993. Effect of acute pH depression on the survival of the freshwater amphipod *Hyaella azteca* at variable temperatures: field and laboratory studies. **Hydrobiologia**, 254: 91-98.
- Pillar, V. P., Muller, S. C., Castilhos, Z. M. S. & Jacques, A. V. (Eds.). 2009. **Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 403 p.
- Poiani, K. A., Richter, B. D., Anderson, M. G. & Richter, H. E. 2000. Biodiversity conservation at multiple scales: Functional sites, landscapes, and networks. **BioScience**, 50(2): 133-146.
- Primack, R. B. & Rodrigues, E. (Eds.). 2001. **Biologia da conservação**. Editora Viva, Londrina, 328 p.
- Quadros, F. L. F. & Pillar, V. P. 2002. Transições floresta-campo no Rio Grande do Sul. **Ciência & Ambiente**, 24: 109-118.
- Rhea, D. T., Harper, D. D., Farag, A. M. & BrumBaugh, W. G. 2006. Biomonitoring in the boulder river watershed, Montana, USA: Metal concentrations in biofilm and macroinvertebrates, and relations with macroinvertebrate assemblage. **Environmental Monitoring and Assessment**, 115: 381-393.
- Ribeiro, L. O., Konig, R., Flores, E. M. M. & Santos, S. 2009. Composição e distribuição de insetos aquáticos no rio Vacacaí-Mirim, Santa Maria, Rio Grande do Sul. **Ciência e Natura**, 31(1): 79-93.
- Ricciardi, A. & Rasmussen, J. B. 1999. Extinction rates of North American freshwater fauna. **Conservation Biology**, 13(5): 1220-1222.

- Rodrigues, S. G., Bueno, A. A. P. & Ferreira, R. L. 2014. A new troglobiotic species of *Hyalella* (Crustacea, Amphipoda, Hyalellidae) with a taxonomic key for the Brazilian species. **Zootaxa**, 3815(2): 200-214.
- Rosenberg, D. M. & Resh, V. H. (Eds.). 1993. **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates**. Chapman and Hall, London, 488 p.
- Ruggiero, A., Céréghino, R., Figuerola, J., Marty, P. & Angélibert, S. 2008. Farm ponds make a contribution to the biodiversity of aquatic insects in a French agricultural landscape. **Comptes Rendus Biologies**, 331(4): 298-308.
- Savage, A. A. 1971. The Corixidae of some inland saline lakes in Cheshire, England. **Entomologist**, 104: 331-344.
- Scheffer, M., Hosper, S. H., Meijer, M. L., Moss, B. & Jeppesen, E. 1993. Alternative equilibria in shallow lakes. **Trends in Ecology and Evolution**, 8: 275-279.
- Scheffer, M., Van Geest, G. J., Zimmer, K., Jeppesen, E., Sondergaard, M., Butler, M. G., Hanson, M. A., Declerck, S. & De Meester, L. 2006. Small habitat size and isolation can promote species richness: second-order effects on biodiversity in shallow lakes and ponds. **Oikos**, 112(1): 227-231.
- Schneider, D. W. & Frost, T. M. 1996. Habitat duration and community structure in temporary ponds. **Journal of the North American Benthological Society**, 15: 61-86.
- Serejo, C. S. 1997. *Hemiaegina costai* Quitete, 1972 a synonym of *Hemiaegina minuta* Mayer, 1890. **Crustaceana**, 70(5): 630-632.
- Serejo, C. 2004. Cladistic revision of talitroidean amphipods (Crustacea, Gammaridea), with a proposal of a new classification. **Zoologia Scripta**, 33: 551-586.
- Schäfer, A. 1985. **Fundamentos de ecologia e biogeografia das águas continentais**. UFRGS, Porto Alegre, 532 p.
- Shine, C. & Klemm, C. 1999. (Eds.). **Wetlands, Water and the Law: Using Law to Advance Wetland Conservation and Wise Use**. IUCN, Gland, Switzerland, Cambridge, UK and Bonn, Germany, 330 p.
- Silveira, M. P., Buss, D. F., Nessimian, J. L. & Baptista, D. F. 2006. Spatial and temporal distribution of benthic macroinvertebrates in a Southeastern Brazilian river. **Brazilian Journal of Biology**, 66(2b): 623-632.
- Smart, M. 1996. The Ramsar Convention: Its role in conservation and wise use of wetland biodiversity. Pp. 18-31. *In*: Hails, A. J. (Ed.). **Wetlands, Biodiversity and the Ramsar Convention. The role of the Convention on Wetlands in the conservation and wise use of biodiversity**. Ramsar Convention Bureau, Gland, Switzerland. World Wide Web electronic publication, accessible at http://archive.ramsar.org/cda/en/ramsar-pubs-books-wetlands-biodiversity-21181/main/ramsar/1-30-101%5E21181_4000_0__ (Accessed 03/20/2015).
- Sokal, R. R. & Rohlf, F. J. 1995. **Biometry**. W.H. Freeman & Company, New York, 887 p.

- Souza, L. O. I., Costa, J. M. & Oldrini, B. B. 2007. Odonata. *In*: Froehlich, C. G. (Ed.). **Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo**. World Wide Web electronic publication, accessible at http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/Guia_online/ (Accessed 03/07/2015).
- Spieles, D. J. & Mitsch, W. J. 2000. Macroinvertebrate community structure in high-and low-nutrient constructed wetlands. **Wetlands**, 20(4): 716-729.
- Stenert, C., Santos, E. M. & Maltchik, L. 2004. Levantamento da diversidade de macroinvertebrados em áreas úmidas do Rio Grande do Sul (Brasil). **Acta Biologica Leopoldensia**, 26 (2): 229–244.
- Strieder, M. N., Santos, J. E. & Vieira, E. M. 2006. Distribuição, abundância e diversidade de Simuliidae (Diptera) em uma bacia hidrográfica impactada no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, 50(1): 119-124.
- Strixino, G. & Trivinho-Strixino, S. 1998. Povoamentos de Chironomidae (Diptera) em lagos artificiais. **Oecologia Brasiliensis**, 5: 141-154.
- Svensson, J. M., Bergman, E. & Andersson, G. 1999. Impact of cyprinid reduction on the benthic macroinvertebrates community and implications for increased nitrogen retention. **Hydrobiologia**, 404: 99-112.
- Szalay, F. A. & Resh, V. H. 2000. Factors influencing macroinvertebrate colonization of seasonal wetlands: responses to emergent plant cover. **Freshwater Biology**, 45: 295–308.
- Takeda, A. M., Büttow, N. C. & Melo, S. M. 1991. Zoobentos do canal Corutuba- MS (Alto do Rio Paraná- Brasil). **Revista Unimar**, 13(2): 353-364.
- Ter Braak, C. J. F. & Šmilauer, P. (Eds.). 2002. **CANOCO: Reference manual and CanoDraw for Windows User's guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5)**. Microcomputer Power, Ithaca, 500 p.
- Thompson, R. M. & Townsend, C. R. 2000. Is resolution the solution? The effect of taxonomic resolution on the calculated properties of three stream food webs. **Freshwater Biology**, 44: 413-422.
- Tomanova, S., Goitia, E. & Helesic, J. 2006. Trophic levels and functional feeding groups of macroinvertebrates in neotropical streams. **Hydrobiologia**, 556: 251-264.
- Townsend, C. R., Hildrew, A. G. & Francis, J. 1983. Community structure in some southern English streams: the influence of physicochemical factors. **Freshwater Biology**, 13: 521-544.
- Valério-Berardo, M. T., Serejo, C. S. & Wakabara, Y. 2005. Description of two new species of *Ampelisca* (Crustacea: Amphipoda: Ampeliscidae) from the Brazilian coast. **Nauplius**, 13: 115-126.
- Vannote, R. L., Minshall, G. W., Cummins, K. W., Sedell, J. R. & Cushing, C. E. 1980. The River Continuum Concept. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, 37(1): 130-137.

- Vinson, M. R. & Hawkins, C. P. 1996. Effects of sampling area and subsampling procedure on comparisons of taxa richness among streams. **The Journal of the North American Benthological Society**, 15: 393-400.
- Wakabara, Y. & Leite, F. P. P. 1977. "*Heterophilias Seclusus*" Shoemaker, 1933 (Amphipoda, Philantidae) from the Brazilian coast. **Crustaceana**, 33(1): 90-96.
- Ward, J. V., Zimmermann, H. J. & Cline, L. D. 1986. Lotic zoobenthos of the Colorado system. Pp. 403-423. *In*: Davies, B. R. & Walker, K. F. (Eds.). **The ecology of river systems**. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, 793 p.
- Ward, D., Holmes, N. & José, P. (Eds.). 1995. **The New Rivers and Wildlife Handbook**. RSPB, NRA and The Wildlife Trusts, Bedfordshire, 426 p.
- Waters, T. F. & Hokenstrom, J. C. 1980. Annual production and drift of the stream amphipod *Gammarus pseudolimnaeus* in Valley Creek, Minnesota. **Limnology and Oceanography**, 25: 700-710.
- Weigel, D. E., Peterson, J. T. & Spruell, P. 2003. Introgressive hybridization between native cutthroat trout and introduced rainbow trout. **Ecological Applications**, 13: 38-50.
- Wellborn, G. A., Skelly, D. K. & Werner, E. E. 1996. Mechanisms creating community structure across a freshwater habitat gradient. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 27: 337-363.
- Wellborn, G. A. 1994. Size-biased predation and prey life histories: a comparative study of freshwater amphipod populations. **Ecology**, 75(7): 2104 - 2117.
- Williams, P., Whitfield, M., Biggs, J., Bray, S., Fox, G., Nicolet, P. & Sear D. 2004. Comparative biodiversity of rivers, streams, ditches and ponds in an agricultural landscape in Southern England. **Biological Conservation**, 115: 329-341.
- Wishart, M. J. & Davies, B. R. 2002. Collaboration, conservation and the changing face of limnology. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, 12: 567-575.
- Wissinger, S. A. 1999. Ecology of wetland invertebrates. *In*: Batzer, D. P., Rader, R. B. & Wissinger, S. A. (Eds.). **Invertebrates in Freshwater Wetlands of North America: Ecology and Management**. John Wiley and Sons, New York, 1.100 p.
- Zar, J. H. 1999. **Biostatistical Analysis**. Prentice Hall, New Jersey, 663 p.
- Zimmer, M., Danko, J. P., Pennings, S. C., Danford, A. R., Ziegler, A., Uglow, R F. & Carefoot, T. H. 2001. Hepatopancreatic endosymbionts in coastal Isopods digestion. **Marine Biology**, 138: 955-963.

DISTRIBUIÇÃO DE *Hyaletta* (CRUSTACEA: PERACARIDA: AMPHIPODA) EM AMBIENTES LÊNTICOS E LÓTICOS NO SUL DO BRASIL

Michelle Bicalho Antunes^{1*}, Vanessa dos Anjos Baptista² and Daniela da Silva Castiglioni^{1,3}

*Corresponding author: Michelle Bicalho Antunes
michelleantunes@gmail.com

¹Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal, Av. Roraima, 1000, Camobi, CEP 97105-900 – Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

²Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), Campus Santiago, Departamento de Ciências Biológicas, Av. Batista Bonoto Sobrinho, 733, CEP 97700-000 – Santiago, Rio Grande do Sul, Brasil; vanessaipp@gmail.com

³Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Centro de Educação Superior Norte do RS (CESNORS), Departamento de Zootecnia e Ciências Biológicas, Av. Independência, 3751, Vista Alegre, CEP 98300-000 – Palmeira das Missões, Rio Grande do Sul, Brasil; danielacastiglioni@yahoo.com.br

RESUMO

Introdução: O Brasil é o segundo país americano com a maior diversidade do

gênero *Hyaella* (Crustacea). Entretanto, estudos ecológicos com o gênero no país são raros. Espécies de *Hyaella* podem ser utilizadas como bioindicadoras, pois seu ciclo de vida é diretamente influenciado por condições ambientais. Assim, é de extrema importância conhecer quais são os fatores ambientais limitantes para o gênero. O objetivo desse estudo foi analisar e indicar quais fatores ambientais influenciam a ocorrência e abundância do gênero, na região central do Estado do Rio Grande do Sul.

Resultados: Foram realizadas amostragens em 105 corpos d'água abrangendo todos os municípios da região. Parâmetros físicos e químicos da água foram mensurados em cada ponto amostral, utilizando uma sonda de multiparâmetros aquáticos (HORIBA). Foi registrado um total de 14.601 indivíduos do gênero *Hyaella*, em 27 pontos dos 105 amostrados, sendo 99% dos registros em banhados. Foi constatado que os ambientes lênticos e lóticos diferiram significativamente ($p < 0.05$) quanto à temperatura, índices de NTU e OD. Esses fatores parecem ser determinantes para a ocorrência de *Hyaella*, sugerindo que o registro do gênero tende a ser maior em locais com temperatura e índices de turbidez mais altos, mas com baixos índices de oxigênio dissolvido. Por outro lado, índices mais altos de TDS e pH parecem não ser atrativos ao gênero. Quanto ao pH, os resultados sugerem que quanto mais neutro, maior a probabilidade de aumentar o registro do número de indivíduos do gênero.

Conclusões: A amplitude de relações das variáveis abióticas à ocorrência e abundância de indivíduos de *Hyaella* ajuda a entender a distribuição do gênero. Entretanto, as variações dentro do mesmo ambiente não é o que, de fato, parece interferir e explicar a presença e a quantidade de *Hyaella*, e sim, a variação entre os ambientes (lênticos naturais e artificiais e lóticos) é que parece determinar a

presença e abundância do gênero. Mais estudos sobre aspectos biológicos e ecológicos do gênero *Hyaella* se fazem necessários.

Palavras-chave: Crustáceos dulcícolas, ocorrência, abundância, fatores abióticos, bioindicador.

DISTRIBUTION OF *Hyaella* (CRUSTACEA: PERACARIDA: AMPHIPODA) IN LENTIC AND LOTIC ENVIRONMENTS IN SOUTHERN BRAZIL

ABSTRACT

Background: Brazil is the second American country with the greatest diversity of *Hyaella* genus (Crustacea). However, ecological studies with the genus in the country are rare. *Hyaella* species can be used as bio-indicators because their life cycle is directly influenced by environmental conditions. Thus, it is extremely important to know what are the limiting environmental factors to the genus. The aim of this study was to analyze and indicate which environmental factors influence the occurrence and abundance of this genus in the central region of Rio Grande do Sul State.

Results: 105 samples were collected in water bodies covering all municipalities of the region. Physical and chemical parameters of water were measured in each sample point using a multiparameter probe water (HORIBA). A total of 14,601 individuals of the *Hyaella* genus was registered on 27 points of the 105 sampled, 99% of the records were in wetlands. It was found that the lentic and lotic environments differed significantly ($p < 0.05$) for temperature, indices of NTU and DO. These factors seem to be decisive for the occurrence of *Hyaella*, suggesting that the

record of the genus tends to be higher in places with higher temperature and turbidity, but with low levels of dissolved oxygen. On the other hand, higher levels of TDS and pH do not seem to be attractive to the genus. For pH, the results suggest that the more neutral the more likely to increase the registration of the number of individuals of the genus.

Conclusions: The amplitude of relations of abiotic variables to the occurrence and abundance of individuals of *Hyalella* helps to understand the distribution of the genus. However, variations within the same environment is not what, in fact, appears to interfere and explain the presence and amount of *Hyalella*, but the variation between environments (natural and artificial lentic and lotic) is that seems to determine the presence and abundance of the genus. More studies on biological and ecological aspects of *Hyalella* genus are needed.

Keywords: Freshwater crustaceans, occurrence, abundance, abiotic factors, bio-indicator.

Introdução

Os crustáceos da Ordem Amphipoda são organismos comuns em ecossistemas aquáticos, extremamente abundantes e bem distribuídos por todo o planeta (Ishikawa and Urabe 2002; Chapman 2007). Incluído na Ordem Amphipoda, e pertencente à Família Hyalellidae (Lowry and Myers 2013), destaca-se o gênero *Hyalella* Smith, 1874, que apresenta uma distribuição restrita às regiões biogeográficas neoártica e neotropical (Bento and Buckup 1999), sendo endêmico das Américas (Baldinger 2004).

O gênero *Hyalella* é o único gênero de crustáceos anfípodos encontrado nos ambientes límnicos brasileiros (Baldinger 2004). O Brasil é o país americano com a

maior diversidade do gênero *Hyaella* (González et al. 2006; Bueno et al. 2014), com 23 espécies registradas até o momento (Bastos-Pereira and Bueno 2013; Bueno et al. 2013; Bueno et al. 2014; Cardoso et al. 2014; Marrón-Becerra et al. 2014; Rodrigues et al. 2014; Colla and César 2015), sendo que o registro de espécies está concentrado nas regiões sul e sudeste do país. Na região sul, a maioria das espécies conhecidas é para o Estado do Rio Grande do Sul, que apresenta, atualmente, uma lista de nove espécies, possuindo a maior diversidade conhecida do gênero no Brasil: *H. bonarienses* Bond-Buckup, Araujo & Santos, 2008; *H. castroi* González, Bond-Buckup & Araujo, 2006; *H. pleoacuta* González, Bond-Buckup & Araujo, 2006; *H. curvispina* Shomaker, 1942; *H. montenegrinae* Bond-Buckup & Araujo, 1998; *H. pseudoazteca* González & Watling, 2003; *H. pampeana* Cavalieri, 1968; *H. imbya* Rodrigues & Bueno, 2012 e *H. kaingang* Bueno & Araujo, 2013 (González et al. 2006; Cardoso et al. 2011; Bastos-Pereira 2014; Bueno et al. 2014; Cardoso et al. 2014; Rodrigues et al. 2014).

As espécies do gênero *Hyaella* são membros importantes da fauna bentônica de ambientes dulcícolas e possuem um papel ecológico fundamental nos ecossistemas em que vivem, servindo de alimento para diversos animais (Hargrave 1970; Wen 1992; Murkin and Ross 2000). Podem apresentar diferentes hábitos alimentares, e, em grande parte, possuem hábitos detritívoros, contribuindo para a ciclagem de nutrientes (Cooper 1965; Muskó 1990; Witt and Hebert 2000; Väinöla et al. 2008).

Os indivíduos de *Hyaella* podem ser encontradas em uma grande variedade de ambientes lênticos, inclusive em locais adjacentes de ambientes lóticos (Kruschwitz 1978; Wellborn 1995; Grosso and Peralta 1999). Podem viver aderidos à vegetação aquática, podem ser encontrados nadando na coluna d'água, ou ainda

em depósitos de detritos e substrato ao fundo dos corpos d'água, (Kruschwitz 1978; Wellborn 1995). A maioria das espécies é encontrada em ambientes epígeos, mas existem espécies que são encontradas também em ambientes hipógeos, e outras são troglóbias (Pereira 1989; Cardoso et al. 2011; Cardoso et al. 2014) ou hipotelminorreicas (Rodrigues et al. 2012). Uma única espécie é conhecida por habitar solos úmidos em uma floresta de gimnospermas na Argentina, *H. rionegrina* Grosso & Peralta, 1999 (Grosso and Peralta 1999).

As espécies do gênero *Hyalella*, apesar de serem abundantes e de possuírem uma grande importância para o funcionamento ecológico das áreas úmidas, são pobremente estudadas nesse aspecto. Grande parte dos trabalhos com o gênero *Hyalella* tratam da descrição de novas espécies (Bastos-Pereira and Bueno 2013; Bueno et al. 2013; Rodrigues et al. 2014; Cardoso et al. 2014; Bueno et al. 2014), com pouca ou nenhuma abordagem sobre os aspectos biológicos ou ecológicos desses invertebrados. Os trabalhos ecológicos existentes no Brasil restringem-se a poucos estudos populacionais na região sul do país, contemplando as espécies *H. pleoacuta* e *H. castroi* (Castiglioni 2007; Castiglioni and Bond-Buckup 2007; Castiglioni et al. 2007; Castiglioni and Bond-Buckup 2008a, b; Castiglioni and Bond-Buckup 2009). Rodrigues (2011) também avaliou a distribuição e alguns aspectos populacionais de espécies do gênero *Hyalella* amostradas também no Estado do Rio Grande do Sul. Recentemente, no Estado de Minas Gerais, Bastos-Pereira (2014) estudou a ecologia de populações e a biologia reprodutiva das espécies *Hyalella longistila* Faxon, 1876 e *Hyalella carstica* Bastos-Pereira & Bueno, 2012. Também, Ozga (2014) avaliou a estrutura populacional e a biologia reprodutiva de duas espécies do gênero (*Hyalella* sp.1 e *Hyalella* sp.2) que ocorrem em Palmeira das Missões, na região noroeste do Estado do Rio Grande do Sul.

Sabe-se que os estágios do ciclo de vida de espécies do gênero *Hyaella* são diretamente influenciados por condições ambientais, principalmente em ambientes artificiais (laboratório) (Dutra et al. 2007; Dutra et al. 2008; Dutra et al. 2009; Gering et al. 2009; Castiglioni et al. 2010; Dutra et al. 2011). A densidade populacional, biomassa, as atividades reprodutivas, o desenvolvimento dos embriões, tamanho corporal, entre outros aspectos da biologia e ecologia dos crustáceos anfípodos podem ser afetados por fatores abióticos como: temperatura, salinidade, regime hídrico local, fotoperíodo, oxigênio dissolvido, pH e condutividade da água (Kruschwitz 1978; Nebeker et al. 1992; Pilgrim and Burt 1993; Panov and McQueen 1998; Wilhelm and Schlinder 2000; Maranhão et al. 2001; Subida et al. 2005; Kestrup and Ricciardi 2010; Suyan et al. 2013). Fatores bióticos também podem influenciar, tais como a quantidade e qualidade de alimento (Hargrave 1970; Wellborn 1994; Moore and Farrar 1996). Ainda, a biomassa de algas, presença de predação e competição intraespecífica (Maranhão et al. 2001; Wellborn 2002; Cothran 2004; Subida et al. 2005), estão entre os fatores bióticos em destaque.

Estudos ecológicos podem indicar a sensibilidade dos crustáceos a distintos ambientes, podendo ser importantes para a interpretação de dados sobre estudos da bioindicação e para o desenvolvimento de estudos ecotoxicológicos (Rinderhagen et al. 2000). Devido à sensibilidade a distúrbios e a sua fácil adaptação a cultivos e experimentos laboratoriais (Neuparth et al. 2002), os anfípodos são frequentemente utilizados como organismos testes em estudos ecotoxicológicos. Uma vez que as espécies de *Hyaella* podem ser utilizadas como bioindicadoras, é de extrema importância conhecer quais são os fatores ambientais que influenciam na abundância e distribuição desses indivíduos.

Assim, sabendo da importância do gênero *Hyaella* nos ecossistemas

aquáticos que habita, da atual fragilidade dos ecossistemas das áreas úmidas e da falta de estudos ecológicos nesta área, o objetivo deste trabalho foi analisar e indicar os fatores abióticos que influenciam a ocorrência e abundância do gênero *Hyalella*, em áreas lânticas (naturais e artificiais) e lólicas de municípios da região central do Estado do Rio Grande do Sul.

Métodos

Área de estudo

O Estado do Rio Grande do Sul está localizado no extremo sul do Brasil (27°04'S,49°42'W;33°45'S,57°38'W). O clima é, conforme o sistema de classificação de Köppen, do tipo subtropical "Cfa", com umidade relativa do ar média anual de 82% (Isaía 1992). Na região onde foram realizadas as amostragens dos macroinvertebrados, o clima específico é o "Subtropical úmido", com temperatura média anual de 19,2°C e precipitação média anual de 1708 mm (Maluf 2000).

No Estado do Rio Grande do Sul, ocorrem dois biomas, dos seis identificados no país: Mata Atlântica e Pampa. O Pampa é bioma endêmico do Estado (IBGE 2004). A região central do Estado do Rio Grande do Sul localiza-se em área de transição dos compartimentos geomorfológicos chamados Depressão Central e Planalto (Moraes and Bezzi 2009; Dantas et al. 2010). A vegetação original da área estudada está inserida na zona de transição entre a Floresta Estacional Decidual (domínio da Mata Atlântica) na encosta do Planalto, e a Savana (campos) na Depressão Central (Klein 1984; Marcuzzo et al. 1998; Quadros and Pillar 2002).

Amostragem

Entre os meses de setembro/2012 e janeiro/2013, foram realizadas amostragens em

105 corpos d'água doce, sendo 35 açudes, 35 riachos (até 3ª ordem) e 35 banhados, abrangendo todos os municípios da região central do Estado do Rio Grande do Sul (Figura 1). Os animais foram capturados com puçá (malha = 0,5 mm e área = 16 x 17 cm) nas margens dos corpos de água, observando sedimento e macrófitas, durante 20 minutos. O material coletado foi acondicionado em saco plástico e colocado em isopor com gelo para ser transportado até o laboratório, onde foi posteriormente triado.

Em laboratório, todo o material amostrado foi peneirado (malha = 0,25 mm) e acondicionado em potes contendo álcool 70% para, posteriormente, efetuar a triagem. Os indivíduos de *Hyalella* foram separados dos outros animais para estimativa de abundância por ponto de amostragem e para cada tipo de ambiente analisado (riachos, açudes e banhados).

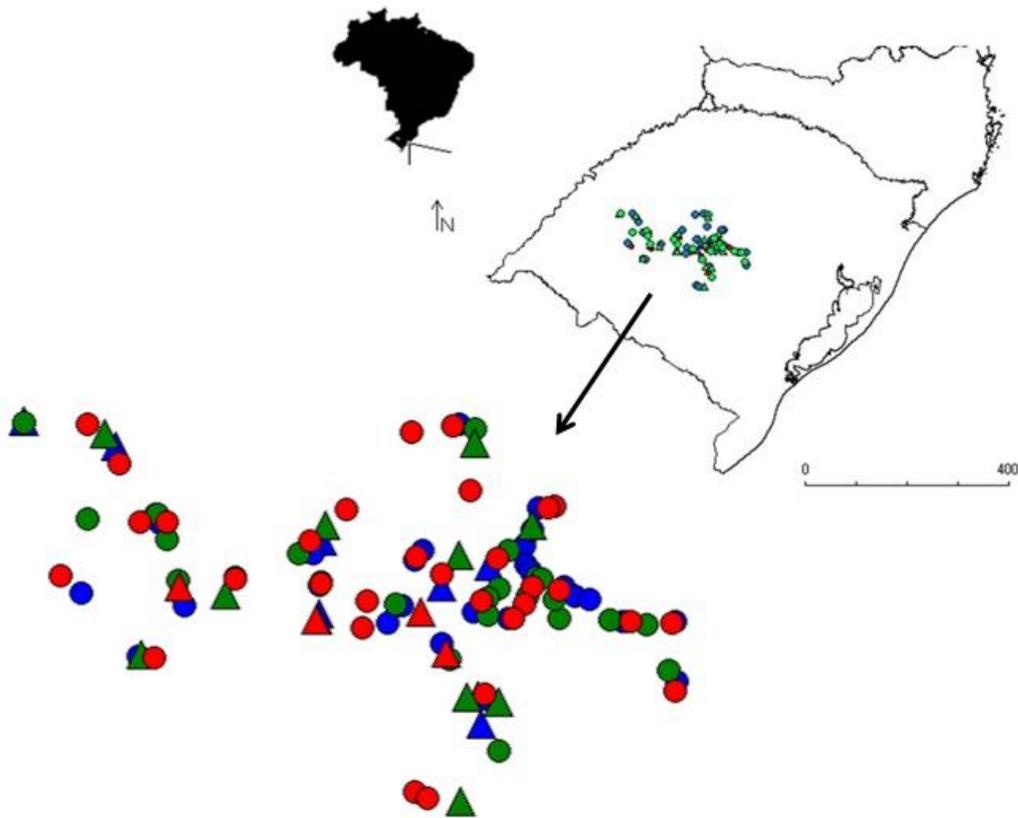


Figura 1. Pontos amostrados nos municípios da região central do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Total de 105 pontos amostrados. Triângulos: pontos com presença de indivíduos de *Hyaella*. Verde: banhados. Azul: riachos. Vermelho: açudes (Mapa elaborado no programa Diva-Gis).

Dados abióticos

Juntamente com a amostragem dos animais, foram mensurados alguns parâmetros físicos e químicos dos corpos d'água, utilizando uma sonda de multiparâmetros aquáticos (HORIBA): temperatura da água, pH, ORP (potencial de óxido-redução), condutividade, NTU (turbidez), OD (oxigênio dissolvido), TDS (total de sólidos dissolvidos) e PPT (salinidade). Outras características ambientais dos pontos de amostragem foram observadas: presença de mata ciliar, presença de macrófitas, presença de gravatás e presença de bovinos, equinos e ovinos (Tabela 1).

Análise dos dados

Utilizando o programa estatístico SYSTAT 11, foi realizada uma regressão múltipla (GLM) com stepwise (Callegari-Jacques 2003) para verificar a correlação entre as variáveis ambientais, tanto para os 105 pontos quanto para apenas os 27 pontos com registro de exemplares do gênero *Hyaella*. Também foi realizada uma regressão múltipla (GLM) com stepwise para verificar se havia correlação significativa da ocorrência e da abundância de *Hyaella* com as variáveis ambientais, tanto para os 105 pontos quanto para apenas os 27 pontos com registro de *Hyaella*. Ainda, foi realizada uma regressão múltipla (GLM) com stepwise para verificar se havia correlação significativa da ocorrência e da abundância de *Hyaella* com as variáveis ambientais, levando em consideração apenas os 35 pontos de banhado, açude e riacho, analisando os ambientes separadamente.

Através de uma análise de variância (ANOVA) com *Tukey a posteriori*, utilizando o mesmo programa estatístico, foi verificado se havia diferença significativa entre os ambientes amostrados, quanto às variáveis ambientais e quanto à abundância de *Hyaella*, tanto para os 105 pontos quanto para apenas os 27 pontos com registro de *Hyaella*. No programa estatístico Primer E (Clarke and Gorley 2006), foi realizada uma análise de similaridade (ANOSIM), para análise de ordenação.

Todos os testes estatísticos foram realizados considerando o nível de significância de 5% (Zar 1999). A abundância de indivíduos do gênero *Hyaella* foi logaritmizada [$\log_{10}(x+1)$] para a análise de GLM. A logaritmização dos dados foi adotada para normalizá-los e torná-los homocedásticos (Sokal and Rohlf 1995).

Tabela 1. Localização e caracterização ambiental dos 105 pontos amostrados. Amostragem realizada entre os meses de setembro/2012 e janeiro/2013, nos municípios da região central do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. (°C – temperatura de água, ORP – potencial de óxido-redução (mV), mS/cm – condutividade elétrica, NTU – turbidez, OD – oxigênio dissolvido (mg/L), TDS – total de sólidos dissolvidos (g/L) e PPT – salinidade). Presença de Animais* no entorno dos copos d'água: bovinos, equinos, ovinos.

Amostra	Tipo	Abund <i>Hyalella</i>	Coordenadas	°C	pH	ORP	mS/cm	NTU	OD	TDS	PPT	Matriz	Mata Ciliar	Gravatás	Macrófitas	Animais*
P1	Açude	0	29°36'50.5"S 54°11'41.4"W	18.44	6.07	295	0.272	3.7	14.04	0.176	0.1	Campo	Ausente	Presente	Presente	Presente
			São Pedro do Sul													
P2	Riacho	0	29°36'20.5"S 54°11'22.0"W	18.60	7.05	271	0.240	11.0	15.70	0.156	0.1	Campo	Presente	Ausente	Presente	Presente
			São Pedro do Sul													
P3	Banhado	0	29°36'08.9"S 54°11'24.7"W	18.94	6.83	15	0.291	103	14.02	0.189	0.1	Campo	Ausente	Presente	Presente	Presente
			São Pedro do Sul													
P4	Banhado	0	29°30'19.9"S 54°15'49.8"W Toropi	20.06	6.83	191	0.089	82.5	13.80	0.058	0.0	Campo	Presente	Ausente	Presente	Presente
P5	Banhado	1379	29°24'21.6"S 54°10'16.5"W Quevedos	19.23	6.73	246	0.023	84.1	15.74	0.015	0.0	Campo	Ausente	Ausente	Ausente	Presente
P6	Riacho	0	29°20'57.2"S 54°06'07.1"W Quevedos	17.07	6.92	2701	0.029	36.5	15.02	0.019	0.0	Campo	Presente	Ausente	Ausente	Ausente
P7	Açude	1	29°27'22.0"S 54°10'52.0"W Quevedos	19.80	6.70	284	0.091	51.5	16.06	0.059	0.0	Campo	Ausente	Ausente	Ausente	Presente
P8	Riacho	0	29°27'36.7"S 54°13'31.0"W Toropi	18.66	7.14	263	0.071	19.5	17.39	0.046	0.0	Campo	Presente	Ausente	Ausente	Presente
P9	Açude	0	29°30'17.7"S 54°13'04.9"W Toropi	21.29	7.28	265	0.059	63.7	11.90	0.038	0.0	Campo	Ausente	Ausente	Ausente	Presente

P22	Banhado	454	29°51'38.2"S 54°48'58.3"W Cacequi	23.74	7.52	277	0.039	29.1	9.36	0.025	0.0	Campo	Ausente	Presente	Ausente	Presente
P23	Açude	0	29°51'55.2"S 54°49'38.6"W Cacequi	21.71	7.49	288	0.025	16.5	12.63	0.016	0.0	Campo	Ausente	Presente	Ausente	Presente
P24	Riacho	1	29°37'03.8"S 54°40'55.1"W São Vicente do Sul	13.78	5.68	296	0.026	78.5	15.35	0.017	0.0	Campo	Presente	Ausente	Presente	Presente
P25	Riacho	0	29°23'33.3"S 54°49'07.6"W Nova Esperança do Sul	15.13	6.21	374	0.060	36.6	12.40	0.039	0.0	Campo	Presente	Ausente	Ausente	Ausente
P26	Açude	0	29°21'45.1"S 54°45'48.8"W Nova Esperança do Sul	18.84	6.65	347	0.038	250	12.24	0.024	0.0	Campo	Presente	Presente	Ausente	Presente
P27	Banhado	0	29°21'46.8"S 54°45'30.4"W Nova Esperança do Sul	19.20	6.12	363	0.051	75.5	10.07	0.033	0.0	Campo	Ausente	Ausente	Presente	Presente
P28	Riacho	0	29°23'36.1"S 54°43'33.8"W Jaguari	14.97	6.65	328	0.040	28.5	15.81	0.026	0.0	Campo	Presente	Ausente	Ausente	Presente
P29	Açude	0	29°23'43.9"S 54°44'46.4"W Jaguari	22.35	6.63	333	0.13	113	12.24	0.008	0.0	Campo	Ausente	Ausente	Ausente	Presente
P30	Banhado	0	29°27'08.8"S 54°43'44.3"W Jaguari	19.63	6.15	353	0.023	19.3	12.11	0.015	0.0	Campo	Presente	Ausente	Ausente	Presente
P31	Banhado	0	29°35'56.8"S 54°41'13.8"W São Vicente do Sul	22.40	6.51	323	0.013	66.0	12.18	0.009	0.0	Campo	Ausente	Presente	Ausente	Ausente
P32	Riacho	0	29°52'06.5"S 54°46'14.0"W Cacequi	21.37	6.47	330	0.040	31.7	10.81	0.026	0.0	Lavoura de Arroz	Ausente	Presente	Presente	Ausente
P33	Açude	0	29°41'09.0"S 54°40'00.6"W São Vicente do Sul	23.17	6.75	328	0.052	114	10.69	0.034	0.0	Campo	Ausente	Presente	Presente	Presente

P34	Banhado	216	29°44'04.9"S 54°12'04.5"W Dilermando de Aguiar	23.39	6.88	307	0.016	11.0	12.64	0.010	0.0	Campo	Ausente	Presente	Ausente	Presente
P35	Riacho	2	29°44'04.9"S 54°12'26.2"W Dilermando de Aguiar	19.63	6.11	360	0.015	17.5	12.08	0.010	0.0	Campo	Ausente	Presente	Ausente	Presente
P36	Riacho	0	29°59'12.4"S 52°57'07.7"W Cachoeira do Sul	17.49	6.56	332	0.034	32.5	13.49	0.022	0.0	Campo	Presente	Ausente	Ausente	Ausente
P37	Açude	0	29°57'07.4"S 52°56'47.8"W Cachoeira do Sul	20.45	6.24	334	0.024	53.3	9.07	0.016	0.0	Campo	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
P38	Banhado	0	29°54'48.5"S 52°58'19.2"W Cachoeira do Sul	19.78	4.45	326	0.014	132	18.62	0.009	0.0	Campo	Ausente	Presente	Ausente	Presente
P39	Açude	0	29°44'26.5"S 52°57'12.9"W Novo Cabrais	21.66	6.43	315	0.035	2.9	10.12	0.023	0.0	Campo	Ausente	Presente	Presente	Presente
P40	Riacho	0	29°44'48.1"S 52°57'47.5"W Novo Cabrais	15.85	6.68	317	0.075	44.1	16.20	0.048	0.0	Campo	Presente	Ausente	Ausente	Ausente
P41	Banhado	0	29°45'01.1"S 53°03'11.2"W Novo Cabrais	22.34	6.46	320	0.029	105	11.83	0.019	0.0	Campo	Ausente	Presente	Presente	Ausente
P42	Riacho	0	29°44'38.0"S 53°06'35.6"W Paraíso do Sul	18.62	6.78	312	0.053	182	11.44	0.034	0.0	Campo	Presente	Ausente	Ausente	Ausente
P43	Açude	0	29°44'28.5"S 53°07'57.6"W Paraíso do Sul	24.60	7.71	268	0.041	109	12.97	0.027	0.0	Campo	Ausente	Ausente	Presente	Ausente
P44	Banhado	0	29°44'05.0"S 53°10'45.1"W Paraíso do Sul	22.71	6.77	315	0.053	27.1	10.67	0.034	0.0	Campo	Ausente	Ausente	Presente	Presente
P45	Açude	0	29°04'28"S 53°52'22"W Tupanciretã	18.93	6.91	340	0.060	30.5	13.90	0.039	0.0	Campo	Ausente	Ausente	Ausente	Presente
P46	Riacho	0	29°02'56.7"S 53°42'20.1"W	14.49	6.69	315	0.042	6.8	17.40	0.027	0.0	Campo	Presente	Presente	Presente	Ausente

Tupanciretã																
P47	Banhado	0	29°03'06.9"S 53°43'45.8"W Tupanciretã	18.98	6.26	246	0.018	14.8	13.08	0.012	0.0	Campo	Ausente	Presente	Ausente	Presente
P48	Banhado	308	29°03'50.8"S 53°38'53.8"W	15.83	6.09	311	0.059	22.9	14.18	0.039	0.0	Campo	Ausente	Ausente	Presente	Presente
Júlio de Castilhos																
P49	Riacho	0	29°06'50.8"S 53°39'02.6"W	13.89	6.64	312	0.033	20.8	19.32	0.022	0.0	Campo	Presente	Ausente	Ausente	Ausente
Júlio de Castilhos																
P50	Açude	0	29°16'56.0"S 53°40'00.2"W	21.04	6.79	313	0.018	86.3	10.82	0.012	0.0	Campo	Ausente	Presente	Presente	Presente
Júlio de Castilhos																
P51	Riacho	0	29°31'23.3"S 53°51'47.6"W São Martinho da Serra	16.30	6.69	332	0.036	26.3	15.59	0.024	0.0	Campo	Presente	Ausente	Ausente	Ausente
P52	Açude	0	29°30'45.4"S 53°51'14.6"W São Martinho da Serra	22.41	6.87	307	0.023	277	10.55	0.015	0.0	Campo	Ausente	Ausente	Ausente	Presente
P53	Banhado	485	29°29'32.2"S 53°50'05.3"W São Martinho da Serra	24.71	6.93	307	0.012	303	10.61	0.008	0.0	Campo	Ausente	Ausente	Ausente	Presente
P54	Açude	9	29°30'36.8"S 53°42'27.4"W Itaara	19.88	6.45	325	0.021	0.7	8.96	0.014	0.0	Lavoura de Trigo	Ausente	Ausente	Presente	Ausente
P55	Riacho	0	29°37'05.8"S 53°45'59.1"W Itaara	15.49	4.87	469	0.014	88.8	12.51	0.009	0.0	Campo	Presente	Ausente	Ausente	Ausente
P56	Banhado	9849	29°34'33.0"S 53°45'55.2"W Itaara	13.88	4.64	478	0.012	0.4	12.33	0.008	0.0	Campo	Ausente	Presente	Presente	Presente
P57	Açude	126	30°00'30.8"S 53°40'42.6"W	16.93	5.71	398	0.034	180	12.67	0.022	0.0	Campo	Ausente	Ausente	Presente	Presente
São Sepé																

P58	Riacho	0	30°00'04.0"S 53°38'31.6"W Formigueiro	17.91	5.60	398	0.075	206	11.38	0.049	0.0	Lavoura de Arroz	Ausente	Presente	Presente	Ausente
P59	Banhado	303	29°59'41.7"S 53°37'07.0"W Formigueiro	21.37	5.67	386	0.066	151	12.55	0.043	0.0	Campo	Ausente	Ausente	Ausente	Presente
P60	Açude	9	30°01'28.1"S 53°34'03.0"W Formigueiro	23.34	7.03	323	0.103	86.7	10.39	0.066	0.0	Campo	Ausente	Presente	Ausente	Presente
P61	Banhado	0	30°05'59.5"S 53°37'52.7"W São Sepé	24.98	6.99	311	0.044	34.7	10.26	0.028	0.0	Campo	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
P62	Riacho	0	30°11'52.4"S 53°34'02.3"W São Sepé	16.96	7.14	316	0.024	0.0	15.58	0.026	0.0	Campo	Presente	Ausente	Ausente	Ausente
P63	Riacho	0	30°20'30.4"S 53°51'35.8"W Vila Nova do Sul	16.53	7.10	340	0.101	1	15.61	0.066	0.0	Campo	Presente	Ausente	Ausente	Ausente
P64	Banhado	3	30°21'50.6"S 53°48'52.6"W Vila Nova do Sul	20.51	8.05	284	0.019	0.7	12.33	0.013	0.0	Campo	Ausente	Presente	Presente	Presente
P65	Açude	1	30°22'26.8"S 53°42'07.9"W Vila Nova do Sul	20.17	7.22	326	0.056	35.4	13.18	0.042	0.0	Campo	Presente	Presente	Ausente	Presente
P66	Açude	0	29°42'47.0"S 54°11'41.6"W Dilermando de Aguiar	18.86	6.54	344	0.046	45.2	11.82	0.031	0.0	Campo	Ausente	Ausente	Presente	Presente
P67	Açude	0	29°28'33.1"S 53°28'48.9"W Nova Palma	16.99	6.13	351	0.038	70.1	13.88	0.026	0.0	Campo	Ausente	Presente	Ausente	Presente
P68	Banhado	14	29°25'10.2"S 53°27'00.6"W	15.86	5.99	371	0.023	30.8	16.88	0.015	0.0	Campo	Ausente	Presente	Presente	Presente

			Nova Palma														
P69	Riacho	0	29°24'11.2"S 53°27'12.5"W	13.81	6.40	362	0.033	29.9	14.45	0.022	0.0	Campo	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	
			Nova Palma														
P70	Riacho	0	29°20'08.2"S 53°22'17.7"W Pinhal Grande	14.45	6.16	375	0.024	36.0	12.51	0.016	0.0	Campo	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	
P71	Açude	0	29°20'40.3"S 53°23'48.7"W Pinhal Grande	15.96	6.51	357	0.015	18.07	14.25	0.010	0.0	Campo	Ausente	Presente	Ausente	Ausente	
P72	Banhado	0	29°20'39.7"S 53°25'36.9"W Pinhal Grande	15.24	6.30	258	0.060	69.6	13.02	0.041	0.0	Campo	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	
P73	Riacho	0	29°29'27.1"S 53°32'05.7"W	15.22	6.74	332	0.054	45.8	14.56	0.037	0.0	Campo	Presente	Ausente	Presente	Ausente	
			Ivorá														
P74	Açude	4	29°31'11.4"S 53°34'27.6"W	17.97	6.07	353	0.050	71.2	12.81	0.034	0.0	Campo	Presente	Ausente	Presente	Ausente	
			Ivorá														
P75	Banhado	356	29°32'54.1"S 53°36'08.0"W	17.21	6.54	359	0.036	27.0	14.53	0.024	0.0	Campo	Presente	Ausente	Presente	Ausente	
			Ivorá														
P76	Banhado	5	29°37'31.7"S 53°34'06.0"W Silveira Martins	14.71	6.56	350	0.032	50.8	16.46	0.022	0.0	Campo	Ausente	Presente	Presente	Presente	
P77	Riacho	0	29°39'33.8"S 53°36'14.5"W Silveira Martins	14.87	6.71	342	0.044	50.6	16.59	0.030	0.0	Campo	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	
P78	Açude	0	29°40'19.4"S 53°37'49.4"W Silveira Martins	16.65	6.85	360	0.075	78.7	14.34	0.051	0.0	Campo	Ausente	Presente	Ausente	Presente	
P79	Açude	0	29°32'37.1"S 53°28'20.5"W Faxinal do	17.30	7.16	344	0.071	26.6	14.32	0.048	0.0	Campo	Ausente	Ausente	Ausente	Presente	

Soturno																
P80	Banhado	0	29°33'54.6"S 53°27'30.9"W Faxinal do Soturno	17.52	6.97	351	0.121	138	14.41	0.080	0.1	Campo	Ausente	Ausente	Ausente	Presente
P81	Riacho	0	29°35'14.2"S 53°26'00.2"W Faxinal do Soturno	15.16	6.99	342	0.063	25.6	18.97	0.043	0.0	Campo	Presente	Ausente	Ausente	Presente
P82	Banhado	0	29°37'05.0"S 53°26'58.1"W	18.79	6.41	344	0.045	19.1	9.88	0.029	0.0	Campo	Ausente	Ausente	Presente	Presente
São João do Polêsine																
P83	Riacho	0	29°39'07.1"S 53°28'13.6"W	16.17	6.85	329	0.043	0.0	17.82	0.028	0.0	Campo	Presente	Ausente	Ausente	Presente
São João do Polêsine																
P84	Açude	0	29°40'47.1"S 53°28'37.7"W	23.42	6.48	348	0.029	329	9.30	0.019	0.0	Campo	Ausente	Ausente	Ausente	Presente
São João do Polêsine																
P85	Riacho	0	29°37'02.3"S 53°20'32.5"W	19.30	7.13	342	0.073	6.9	15.67	0.048	0.0	Campo	Ausente	Ausente	Presente	Presente
Dona Francisca																
P86	Banhado	0	29°37'41.7"S 53°21'31.9"W	23.88	7.16	332	0.046	103	10.20	0.030	0.0	Campo	Ausente	Ausente	Presente	Presente
Dona Francisca																
P87	Açude	0	29°35'38.2"S 53°25'06.2"W	23.43	9.45	217	0.076	91.0	12.67	0.050	0.0	Campo	Ausente	Ausente	Ausente	Presente
Dona Francisca																
P88	Açude	0	29°39'010.0"S 53°18'05.4"W Agudo	23.38	9.75	208	0.064	23.8	11.80	0.041	0.0	Campo	Ausente	Ausente	Ausente	Presente
P89	Banhado	0	29°39'51.9"S 53°14'57.8"W Agudo	24.91	8.28	302	0.017	17.1	10.15	0.011	0.0	Campo	Ausente	Ausente	Presente	Presente
P90	Riacho	0	25°43'23.0"S 53°14'25.9"W Agudo	17.80	7.32	211	0.116	14.8	12.90	0.075	0.1	Campo	Presente	Ausente	Ausente	Ausente

P91	Banhado	0	29°40'17.9"S 54°01'31.4"W	21.75	5.30	304	0.027	104	8.59	0.017	0.0	Campo	Presente	Ausente	Presente	Ausente
			Santa Maria													
P92	Açude	0	29°40'56"S 53°55'37.8"W	23.77	7.5	269	0.079	90.8	10.55	0.051	0.0	Campo	Ausente	Ausente	Ausente	Presente
			Santa Maria													
P93	Riacho	0	29°41'14.5"S 53°54'19.7"W	22.72	6.75	320	0.001	12.7	13.91	0.001	0.0	Campo	Presente	Presente	Ausente	Ausente
			Santa Maria													
P94	Açude	0	29°45'45.9"S 54°02'32.2"W	24.97	7.58	314	0.017	110	13.25	0.012	0.0	Campo	Ausente	Ausente	Presente	Presente
			Santa Maria													
P95	Riacho	1	29°44'43.9"S 53°57'27"W	23.88	7.30	346	0.034	69.3	14.40	0.023	0.0	Campo	Presente	Ausente	Ausente	Presente
			Santa Maria													
P96	Banhado	10	29°42'35.6"S 53°50'18.6"W	29.44	6.89	200	0.057	659	9.24	0.038	0.0	Campo	Ausente	Presente	Presente	Presente
			Santa Maria													
P97	Riacho	4	29°52'30.7"S 53°44'16.1"W	23.48	7.39	297	0.067	18.6	16.51	0.045	0.0	Campo	Presente	Ausente	Ausente	Ausente
			Santa Maria													
P98	Açude	0	29°51'12"S 53°45'01.9"W	29.74	7.2	315	0.011	112	11.43	0.008	0.0	Campo	Ausente	Ausente	Presente	Ausente
			Santa Maria													
P99	Banhado	339	29°49'07.7"S 53°46'09.1"W	27.71	7.03	349	0.024	38.9	12.28	0.016	0.0	Campo	Ausente	Ausente	Presente	Ausente
			Santa Maria													
P100	Banhado	0	29°43'48.9"S 53°21'26.1"W Restinga Seca	31.85	6.78	331	0.164	169	11.51	0.108	0.1	Campo	Ausente	Ausente	Presente	Presente
P101	Riacho	0	29°39'42.1"S 53°22'34.2"W Restinga	26.45	6.92	185	0.039	60.6	9.57	0.027	0.0	Campo	Presente	Ausente	Ausente	Presente

Seca																
P102	Açude	0	29°43'59.5"S 53°31'13.4"W Restinga Seca	30.22	7.68	260	0.083	176	11.03	0.054	0.0	Campo	Ausente	Ausente	Presente	Presente
P103	Banhado	0	29°43'55.4"S 53°32'09.2"W	22.96	5.59	365	0.064	72.9	13.21	0.041	0.0	Campo	Ausente	Ausente	Presente	Presente
Santa Maria																
P104	Açude	0	29°43'14.4"S 53°36'20.6"W	22.25	5.69	404	0.026	42.0	11.17	0.016	0.0	Campo	Ausente	Ausente	Presente	Presente
Santa Maria																
P105	Riacho	0	29°42'39.0"S 53°39'26.1"W	25.61	6.35	388	0.049	134	12.20	0.032	0.0	Lavoura de Arroz	Presente	Presente	Ausente	Ausente

Resultados

Foi registrado um total de 14.601 indivíduos do gênero *Hyaella*, em 27 pontos dos 105 amostrados de ambientes dulcícolas, sendo 15 pontos de banhado, oito de açude e quatro de riachos. Os banhados apresentaram 99% dos registros do gênero, sendo o registro total de 14.396 indivíduos nos banhados, 197 indivíduos nos açudes e apenas oito indivíduos nos riachos.

Com relação às características ambientais dos locais amostrados, 101 pontos estavam localizados em matriz de campo (96%), três em lavouras de arroz e apenas um em lavoura de trigo. Todos os pontos com registro de indivíduos do gênero *Hyaella* foram em matriz de campo, exceto um que foi em matriz de lavoura de trigo. Em 64% das amostragens, dos 105 pontos, não havia registro de mata ciliar, e em apenas seis pontos (22%) com registro de *Hyaella* havia presença de mata ciliar. Na maioria dos pontos (68%) havia registro de bovinos, equinos e/ou ovinos, não havia registro de gravatás (72%) nem de macrófitas (62%). Na maioria dos pontos com ocorrência de exemplares de *Hyaella* havia registro de bovinos, equinos e/ou ovinos (81%), não havia registro de gravatás (63%), e em praticamente metade dos pontos (52%) não havia registro de macrófitas.

Ao analisar uma possível correlação entre as variáveis abióticas da água, nas quais foram realizadas as amostragens dos exemplares de *Hyaella*, levando em consideração os 105 pontos amostrados, foi verificado que existe uma correlação positiva ($p < 0.05$) entre: temperatura e pH, temperatura e NTU (turbidez), pH e condutividade, pH e TDS (total de sólidos dissolvidos), condutividade e TDS, condutividade e PPT (salinidade), TDS e PPT (Tabela 1). Por outro lado, também foi verificado, nessa mesma análise, que existe uma correlação negativa ($p < 0.05$) entre: temperatura e OD (oxigênio dissolvido), pH e ORP (potencial de óxido-redução), ORP e condutividade, ORP e NTU, ORP e TDS, NTU e OD (Tabela 2). Dessa maneira, quanto menor a temperatura, menor o NTU, menor o pH e menor o TDS e a condutividade. Por outro lado, quanto menor a temperatura e o pH, maior o OD e maior o ORP, nos ambientes dulcícolas amostrados.

Tabela 2. Correlações entre as variáveis abióticas analisadas, dos 105 ambientes dulcícolas amostrados. Levantamento nos municípios da região central do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. (Temp – temperatura (°C); ORP – potencial de óxido-redução (mV); Condu – condutividade elétrica (mS/cm); NTU – turbidez; OD – oxigênio dissolvido (mg/L); TDS – total de sólidos dissolvidos (g/L); PPT – salinidade. p* (significativo p<0.05) e R² (coeficiente de correlação).

Correlação	p	R²
Temp x pH	0.001*	0.127
Temp x ORP	0.118	- 0.024
Temp x Condu	0.923	0.000
Temp x NTU	0.001*	0.135
Temp x OD	0.001*	- 0.341
Temp x TDS	0.937	- 0.000
Temp x PPT	0.747	0.001
pH x ORP	0.001*	- 0.098
pH x Condu	0.035*	0.042
pH x NTU	0.932	- 0.000
pH x OD	0.716	- 0.001
pH x TDS	0.027*	0.046
pH x PPT	0.119	0.023
ORP x Condu	0.035*	- 0.042
ORP X NTU	0.015*	- 0.056
ORP X OD	0.714	0.001
ORP X TDS	0.028*	- 0.046
ORP X PPT	0.065	- 0.033
Condu x NTU	0.969	0.000
Condu x OD	0.135	0.022
Condu x TDS	0.001*	0.944
Condu x PPT	0.001*	0.657

NTU X OD	0.001*	- 0.120
NTU X TDS	0.980	- 0.000
NTU X PPT	0.642	0.002
OD X TDS	0.094	0.027
OD X PPT	0.308	0.010
TDS X PPT	0.001*	0.679

Ao analisar a correlação entre a ocorrência e abundância de indivíduos de *Hyalella* e as variáveis abióticas, levando em consideração os 105 pontos amostrados, foi constatado que não houve correlação significativa ($p=0.066$, $R^2=0.033$ e $p=0.055$, $R^2=0.055$; respectivamente).

Observou-se, no presente estudo, que os ambientes dulcícolas amostrados diferiram significativamente quanto a temperatura, índices de NTU e OD. Houve variância significativa entre a temperatura dos pontos de açude e banhado quando comparado com os pontos de riacho (ANOVA $F_{(2,102)}=9.508$, $p=0.001$), enquanto que não houve diferença significativa entre os pontos de açude e banhado, para a mesma variável ($p>0.05$) (Figura 2), sendo que estes registraram as maiores temperaturas. Com relação à variável NTU, ocorreu diferença significativa entre os pontos de banhado e riacho (ANOVA $F_{(2,102)}=4.484$, $p=0.014$), sendo menor no riacho, não havendo diferença significativa entre pontos de açude e riacho, e açude e banhado ($p>0.05$) (Figura 3). Com relação à variável OD, observamos que os pontos de açude e banhado se diferenciam significativamente dos pontos de riacho (ANOVA $F_{(2,102)}=12.167$, $p=0.001$), e que não há diferença significativa entre os pontos de açude e banhado, para a mesma variável ($p>0.05$) (Figura 4), sendo que estes apresentaram os menores índices de OD.

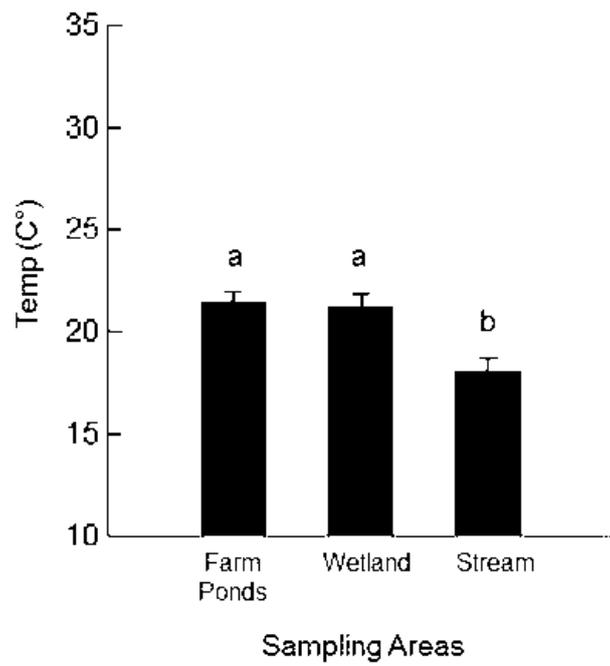


Figura 2. Análise de variância entre a temperatura da água dos açudes, banhados e riachos (ANOVA $F_{(2,102)}=9.508$, $p=0.001$). Considerando os 105 ambientes dulcícolas amostrados nos municípios da região central do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Colunas com letras iguais não diferem significativamente ($p<0,05$).

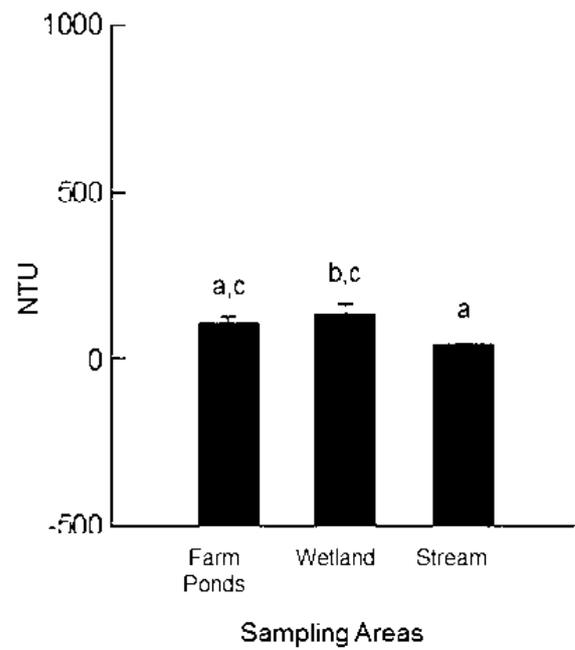


Figura 3. Análise de variância entre o NTU da água dos açudes, banhados e riachos (ANOVA $F_{(2,102)}=4.484$, $p=0.012$). Considerando os 105 ambientes dulcícolas amostrados nos municípios da região central do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Colunas com letras iguais não diferem significativamente ($p<0,05$).

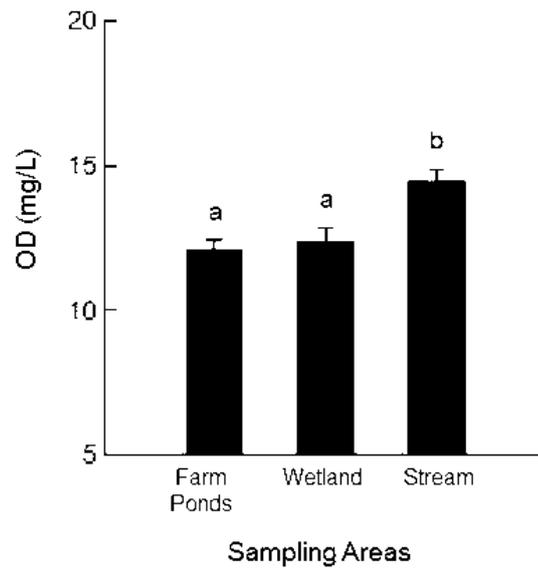


Figura 4. Análise de variância entre o OD da água dos açudes, banhados e riachos (ANOVA $F_{(2,102)}=12.167$, $p=0.001$). Considerando os 105 ambientes dulcícolas amostrados nos municípios da região central do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Colunas com letras iguais não diferem significativamente ($p<0,05$).

Por sua vez, também se constatou variância significativa entre a abundância de *Hyalella* e os ambientes amostrados (Figura 5), sendo que banhado se diferenciou significativamente de açude (ANOVA $F_{(2,102)}=12.574$, $p=0.001$) e de riacho (ANOVA $F_{(2,102)}=12.574$, $p=0.001$), apresentando a maior abundância.

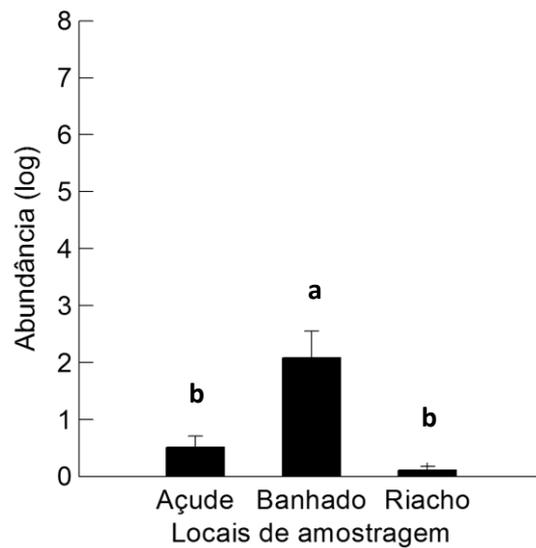


Figura 5. Análise de variância da abundância de *Hyalella* entre açudes, banhados e riachos (ANOVA $F_{(2,102)}=12.574$, $p=0.001$). Considerando os 105 ambientes dulcícolas amostrados nos municípios da região central do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Colunas com letras iguais não diferem significativamente ($p<0,05$).

Levando-se em consideração apenas os 27 pontos com presença de indivíduos do gênero *Hyalella*, constatou-se que há variância significativa apenas no TDS entre açude e banhado (ANOVA $F_{(2,24)}=3.317$, $p=0.044$; Figura 6). Além disso, foi verificado que existe uma correlação positiva ($p<0.05$) entre temperatura e pH e negativa ($p<0.05$) entre temperatura e OD (Tabela 3).

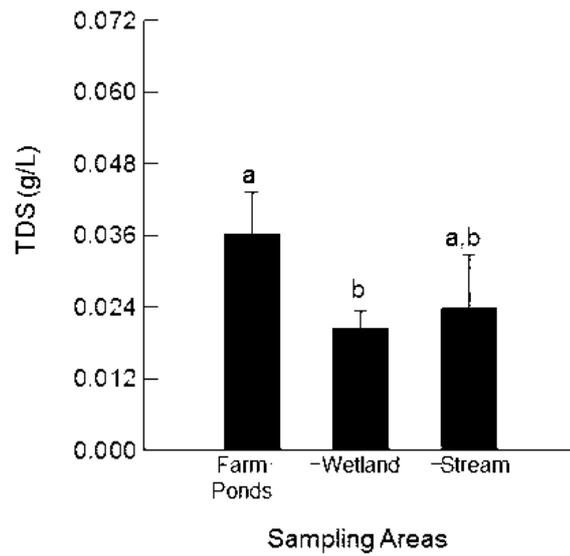


Figura 6. Análise de variância do TDS entre açudes, banhados e riachos (ANOVA $F_{(2,24)}=3.317$, $p=0.044$). Considerando apenas os 27 ambientes com presença de indivíduos do gênero *Hyaella*, amostrados nos municípios da região central do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Colunas com letras iguais não diferem significativamente ($p<0,05$).

Tabela 3. Correlações entre as variáveis abióticas dos 27 ambientes com presença de indivíduos do gênero *Hyalella*. Levantamento nos municípios da região central do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. (Temp – temperatura (°C); ORP – potencial de óxido-redução (mV); Condu – condutividade elétrica (mS/cm); NTU – turbidez; OD – oxigênio dissolvido (mg/L); TDS – total de sólidos dissolvidos (g/L); PPT – salinidade. p* (significativo p<0.05) e R² (coeficiente de correlação).

Correlação	p	R²
Temp x pH	0.001*	0.600
Temp x ORP	0.473	- 0.150
Temp x Condu	0.537	0.016
Temp x NTU	0.324	0.206
Temp x OD	0.002*	- 0.447
Temp x TDS	0.433	0.164
pH x ORP	0.005*	- 0.270
pH x Condu	0.212	- 0.030
pH x NTU	0.643	- 0.095
pH x OD	0.836	- 0.043
pH x TDS	0.419	0.165
ORP x Condu	0.656	- 0.009
ORP X NTU	0.063	- 0.809
ORP X OD	0.270	0.229
ORP X TDS	0.394	0.178
Condu x NTU	0.844	0.040
Condu x OD	0.792	- 0.005
Condu x TDS	0.001*	0.998
NTU X OD	0.190	0.271
NTU X TDS	0.092	0.238
OD X TDS	0.382	0.183

Também foi constatado, no presente estudo, levando-se em consideração apenas os 27 pontos com presença de *Hyalella*, variância significativa entre a abundância de *Hyalella* e os ambientes amostrados (Figura 7), sendo que os pontos de banhado se diferenciaram significativamente dos pontos de açude (ANOVA $F_{(2,24)}=11.009$, $p=0.006$) e de riacho (ANOVA $F_{(2,24)}=11.009$, $p=0.001$).

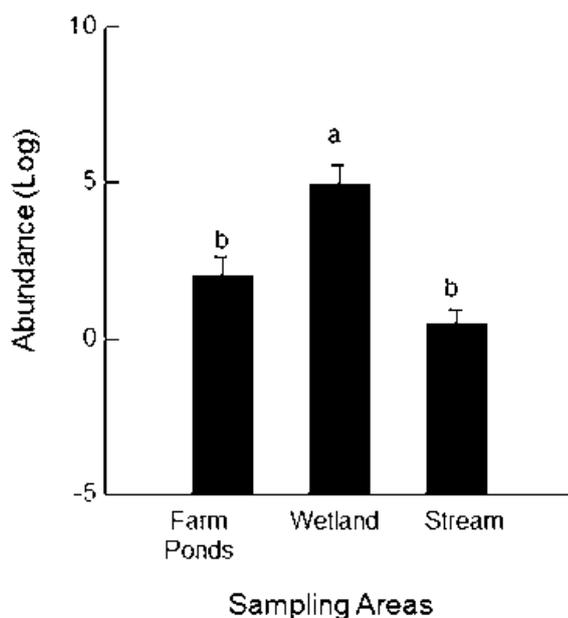


Figura 7. Análise de variância da abundância de *Hyalella* entre açudes, banhados e riachos (ANOVA $F_{(2,24)}=3.317$, $p=0.044$). Considerando apenas os 27 ambientes com presença de indivíduos do gênero *Hyalella*, amostrados nos municípios da região central do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Colunas com letras iguais não diferem significativamente ($p<0,05$).

Ao analisar uma possível correlação da abundância de indivíduos de *Hyalella* com as variáveis abióticas, levando em consideração apenas os 27 pontos com presença de *Hyalella*, foi verificado que o pH esteve correlacionado negativamente ($p=0.045$, $R^2=0.267$;

Figura 8) com a abundância de *Hyalella*, sendo a abundância maior em índices de pH próximo a neutro.

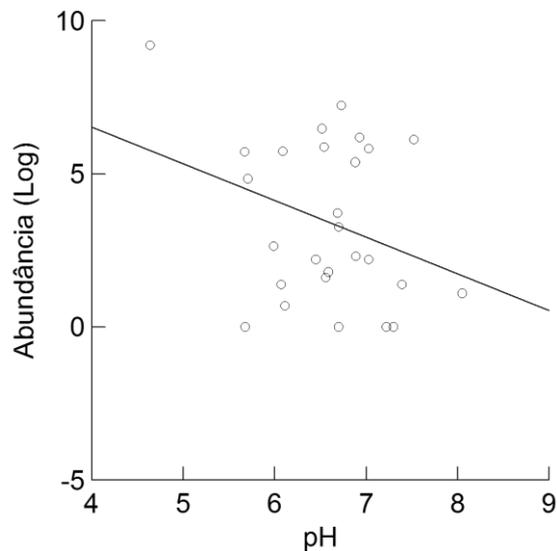


Figura 8. Correlação entre a abundância de indivíduos de *Hyalella* e o pH ($p=0.045$, $R^2=0.267$). Considerando apenas os 27 ambientes com presença de *Hyalella*, amostrados nos municípios da região central do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

Ao analisar uma possível correlação da ocorrência e da abundância do gênero *Hyalella* com as variáveis abióticas, observando separadamente os ambientes (banhados, açudes e riachos), foi verificado que só houve correlação, em riachos, da abundância do gênero com a temperatura ($p=0.045$, $R^2=0.168$; Figura 9), sendo essa correlação positiva.

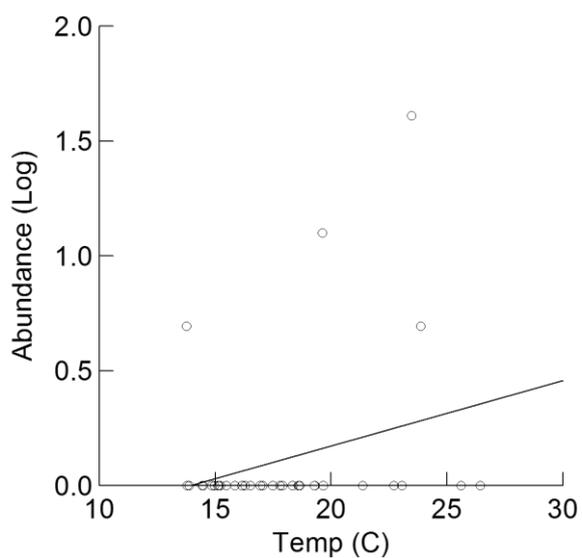


Figura 9. Correlação entre a abundância do gênero *Hyalella* e a temperatura ($p=0.045$, $R^2=0.267$), entre os pontos de riacho. Ambientes amostrados nos municípios da região central do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

Com relação à análise de ordenação (ANOSIM), foi encontrado um valor de stress relativamente baixo (0.16) e o valor de 'p' foi significativo para a separação dos pontos de banhado com os demais pontos de amostragem (açude e riacho), nos quais se registrou indivíduos do gênero *Hyalella* (Figura 10).

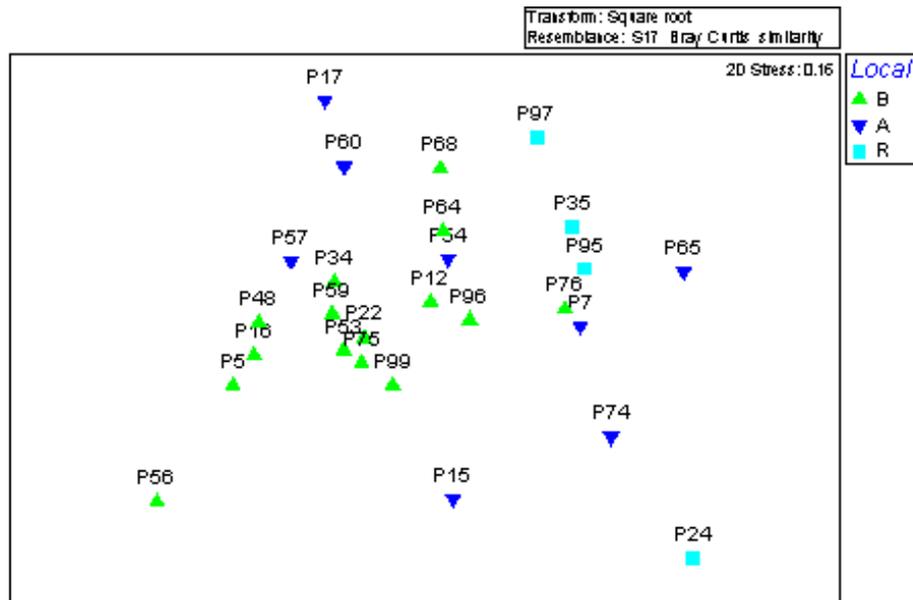


Figura 10. Análise de escalonamento multidimensional não-métrica (NMDS). Stress=0.16. Considerando as distâncias entre os ambientes de banhado (triângulo verde), açude (triângulo azul forte) e de riacho (quadrado azul fraco), nos quais se registrou o gênero *Hyalella*, nos municípios da região central do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

Discussão

Apesar de o Brasil ser o segundo país americano com a maior diversidade de crustáceos anfípodos dulcícolas do gênero *Hyalella* (Crustacea), estudos ecológicos com o gênero, no país, são raros. Não existem trabalhos que analisam a influência das variáveis ambientais na distribuição e abundância do gênero *Hyalella* no Brasil.

Dentre os poucos trabalhos sobre ecologia do gênero *Hyalella* no Brasil, há o estudo realizado por Rodrigues (2011), o qual realizou amostragens em 146 pontos de áreas úmidas distribuídos em todo o Estado do Rio Grande do Sul, no qual foi registrado a ocorrência de 5.948 indivíduos do gênero *Hyalella*, em 61% dos pontos amostrados (89 pontos). Quando comparado a abundância de 5.948 indivíduos do

gênero, registrada por Rodrigues (2011), com a abundância de 14.601 indivíduos do gênero, registrada no presente estudo, em 26% dos pontos amostrados (27 pontos dos 105 pontos), nota-se um número significativo de registro de indivíduos do gênero, em menos pontos, assegurando relevância aos resultados encontrados quanto à ampliação de conhecimento das respostas do gênero às variáveis ambientais. Sabe-se que anfípodos podem sofrer uma grande variação em sua estrutura populacional ao longo dos meses do ano, sendo que nos meses mais quentes, são significativamente mais abundantes, devido à maior disponibilidade de alimento e ao aumento das temperaturas (Hargrave 1970; Wellborn 1994; Moore and Farrar 1996; Appadoo and Myers 2004; Kevrekids et al. 2005; Castiglioni and Bond-Buckup 2008a; Bastos-Pereira 2014; Ozga 2014). Como a amostragem deste estudo foi concentrada no verão, era esperado um número relativamente alto de indivíduos.

Há registros de ocorrência do gênero *Hyaella* tanto em ambientes lênticos quanto lóticos, e geralmente os indivíduos aparecem associados às macrófitas (Hargrave 1970; Kruschwitz 1978; Cooper 1965; Wellborn 1995; Rodrigues 2011). Inclusive, a presença de plantas aquáticas, juntamente com os parâmetros hidrológicos, é indicado por alguns autores como um dos fatores mais importantes na regulação e distribuição de anfípodos (Kevrekids et al. 2005; Huang et al. 2007; Jacobucci and Leite 2008). Entretanto, no presente estudo, foi observado que a maioria dos registros de indivíduos do gênero *Hyaella* ocorreu em pontos sem presença de gravatás e/ou macrófitas. Por outro lado, a maioria dos registros de exemplares de *Hyaella* ocorreu em pontos com presença de bovinos/equinos/ovinos, indicando, provavelmente, a preferência do gênero por locais com matéria orgânica. Ainda, foi observado que as áreas úmidas (banhados), ambientes lênticos naturais,

apresentaram 99% dos registros de *Hyaella*, diferenciando-se significativamente, quanto à abundância, dos ambientes de lóticos e lênticos artificiais (açudes). Era esperado observar diferença significativa na abundância dos ambientes lênticos (naturais e artificiais) e os lóticos, uma vez que os mesmos diferem naturalmente quanto aos parâmetros físico-químicos hídricos.

Sabe-se que áreas úmidas permanentes tendem a ser mais estáveis em comparação com áreas temporárias, sendo reconhecido que comunidades de macroinvertebrados de áreas úmidas permanentes apresentam uma composição diferente das comunidades de áreas temporárias (Wellborn et al. 1996). Uma vez que as próprias áreas úmidas apresentam diferenças significativas, entre si, quanto à comunidade de macroinvertebrados, já se esperava encontrar diferença significativa, entre áreas úmidas (banhados) e açudes, quanto às variáveis abióticas, as quais se refletiriam na diferença significativa da abundância de indivíduos do gênero *Hyaella*. De fato, no presente estudo, foi constatado que os ambientes lênticos e lóticos diferiram significativamente quanto à temperatura, índices de NTU e OD. Esses fatores parecem ser determinantes para a ocorrência de *Hyaella*, conforme já sugerido por Bovee (1950), Cooper (1965), Strong (1972), De March (1977), Kruschwitz (1978) e Nebeker et al. (1992). Neste estudo, foi percebido que a presença do gênero tende a ser maior em locais com temperatura e índices de turbidez mais altos, mas com baixos índices de oxigênio dissolvido, tal como ocorre em açudes e banhados. Isso explicaria a considerável abundância do gênero nesses ambientes.

Apesar de açudes e banhados não terem apresentado diferença significativa quanto à temperatura, índices de NTU e OD, diferiram quanto aos índices de TDS naqueles pontos em que houve registro da presença de *Hyaella*. Assim, era

esperando que a ocorrência de indivíduos de *Hyaella* fosse maior em locais com maior quantidade de matéria orgânica, pelo fato das espécies de *Hyaella* serem detritívoras (Hargrave 1970; Cooper 1965) e por terem sido registradas, nesse estudo, em locais com maior quantidade de bovinos/equinos/ovinos. No entanto, foi o açude que apresentou os maiores índices de TDS, enquanto o banhado, o maior registro de indivíduos, demonstrando que altos índices de matéria orgânica possam não ser tão atrativos ao gênero. Além disto, o pH mostrou-se correlacionado positivamente com temperatura e índices de NTU, variáveis ambientais provavelmente favoráveis a ocorrência e abundância do gênero, conforme sugerido por Pilgrim and Burt (1993), quanto ao pH. Entretanto, constatamos que quanto maior o índice de pH, menos indivíduos de *Hyaella* foram amostrados no presente estudo. Observou-se um agrupamento de registros de indivíduos em índices próximos a neutro, mostrando que, quanto mais neutro o pH, maior a probabilidade de registrar mais indivíduos do gênero.

Quando se observa que entre os 105 pontos analisados nenhuma variável ambiental se correlaciona com a presença ou abundância de *Hyaella*, pode-se inferir que ao analisar de forma macro, os fatores determinantes possivelmente ficam mascarados e não refletem sua real importância na ocorrência e abundância do gênero. Quando se registra que dentro dos mesmos ambientes, com exceção dos riachos (e apenas para uma variável: temperatura), praticamente nenhuma variável ambiental se correlaciona com a ocorrência ou abundância de *Hyaella*, fica constatado que as variações dentro do mesmo ambiente não é o que, de fato, parece interferir e explicar a presença e a quantidade de *Hyaella*, e sim, a variação entre os ambientes é que parece determinar a presença e abundância do gênero.

É perceptível, observando a análise de ordenação, que os pontos de banhado com presença de *Hyaella* ficaram bem agrupados, os pontos de riacho, mais afastados e também, relativamente, agrupados, e que os pontos de açude ficaram distribuídos entre os de banhado e riacho. Essa formatação pode estar demonstrando que o açude perpassa pelo banhado e riacho, apresentando-se parte semelhante, quanto à ocorrência, ao banhado e parte semelhante ao riacho, sobressaindo-se como eixo de conexão entre esses dois ambientes tão distintos quanto às características ambientais. Conforme sugerido por Baptista (2014), os reservatórios artificiais (açudes) podem ser uma alternativa de conservação da representatividade faunística bentônica da região onde estão inseridos.

A amplitude de relações das variáveis abióticas à ocorrência e abundância de indivíduos de *Hyaella*, já verificadas em outros estudos, e descritas acima, ajudam a entender a distribuição do gênero dentro de um determinado local. Contudo, conforme demonstrado, no presente estudo, é insuficiente para explicar as relações de presença/ausência e abundância de *Hyaella* em estudos comparativos entre ambientes lênticos (naturais e artificiais) e lóticos. Dessa forma, mais estudos sobre aspectos biológicos e ecológicos do gênero *Hyaella* se fazem necessários, visando ampliar o conhecimento e a contribuição do gênero em futuros estudos ecotoxicológicos e de conservação.

Interesses conflitantes

Os autores declaram que não apresentam interesses conflitantes.

Contribuições dos autores

MBA coordenou e executou a amostragem em campo. MBA e VAB escreveram o manuscrito. VAB coordenou a análise dos dados e produziu as figuras. DSC fez contribuições intelectuais e a revisão do manuscrito. Todos os autores leram e aprovaram o manuscrito final.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de doutorado CAPES-DS, à Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) pelo apoio financeiro, bem como à Jovelina Bicalho, Aline Ozga, Luciani Santin e Cleo da Silva pelo auxílio nas amostragens em campo, à Alessandra Angélica de Pádua Bueno, Caroline Leuchenberger e Ana Beatriz de Moraes pelas suas contribuições na revisão do manuscrito.

Referências

- Appadoo C, Myers AA (2004) Reproductive bionomics and life history traits of three gammaridean amphipods, *Cymadusa filosa* Savigny, *Ampithoe laxipodus* Appadoo and Myers and *Mallacoota schellenbergi* Ledoyer from tropical Indian Ocean (Mauritius). *Acta Oecologica* 26:227-238
- Baldinger AJ (2004) A new species of *Hyaella* (Crustacea: Amphipoda: Hyaellidae) from Ash Springs, Lincoln County, USA, with a key to the species of the genus in North America and the Caribbean region. *J Nat Hist* 38:1087-106
- Baptista VAB (2014) O papel dos açudes na manutenção da biodiversidade de macroinvertebrados de áreas úmidas no extremo sul do Brasil. Dissertation, Universidade Federal de Santa Maria.

- Bastos-Pereira R (2014) Ecologia de Populações e Biologia Reprodutiva em *Hyalella* (Crustacea, Amphipoda, Hyalellidae). Master Thesis, Universidade Federal de Lavras
- Bastos-Pereira R, Bueno AAP (2013) A new species of freshwater amphipod (Dogielinotidae, *Hyalella*) from Southeastern Brazil. *Nauplius* 21:79-87
- Bento FM, Buckup L (1999) Subordem Gammaridea. In: Buckup L, Bond-Buckup G (eds) Os crustáceos do Rio Grande do Sul. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre
- Bovee EC (1950) Some effects of temperature on the rates of embryonic, post embryonic, and adult growth in *Hyalella azteca*. *Proc Iowa Acad Sci* 57:439-444.
- Bueno AAP, Araujo PB, Cardoso GM, Gomes KM, Bond-Buckup G (2013) Two new species of *Hyalella* (Amphipoda, Dogielinotidae) from Brazil. *Crustaceana* 86:802-819
- Bueno AAP, Rodrigues SG, Araujo PB (2014) O estado da arte do gênero *Hyalella* Smith, 1874 (Crustacea, Amphipoda, Senticaudata, Hyalellidae) no Brasil. In: Hayashi C (ed) Tópicos de atualização em ciências aquáticas, vol 1. UFTM, Uberaba, pp 57-88
- Callegari-Jacques SM (2003) Bioestatística: Princípios e aplicações. Artmed, Porto Alegre
- Cardoso GM, Bueno AAP, Ferreira RL (2011) A new troglobiotic species of *Hyalella* (Crustacea, Amphipoda, Dogielinotidae) from Southeastern Brazil. *Nauplius* 19(1):17-26
- Cardoso GM, Araujo PB, Bueno AAP, Ferreira RL (2014) Two new subterranean species of *Hyalella* Smith, 1874 (Crustacea: Amphipoda: Hyalellidae) from Brazil. *Zootaxa*, 3814:253-348
- Castiglioni DS (2007) Os ciclos biológicos de duas espécies simpáticas de *Hyalella* Smith, 1874 (Crustacea, Peracarida, Amphipoda, Dogielinotidae). Dissertation, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

- Castiglioni DS, Bond-Buckup G (2007) Reproductive strategies of two sympatric species of *Hyaella* Smith, 1874 (Amphipoda, Dogielinotidae) in laboratory conditions. J Nat Hist 41:1571-1584
- Castiglioni DS, Bond-Buckup G (2008a) Ecological traits of two sympatric species of *Hyaella* Smith, 1874 (Crustacea, Amphipoda, Dogielinotidae) from southern Brazil. Acta Oecol 33(1):36-48
- Castiglioni DS, Bond-Buckup G (2008b) Pairing and reproductive success in two sympatric species of *Hyaella* (Crustacea, Amphipoda, Dogielinotidae) from southern Brazil. Acta Oecol 33(1):49-55
- Castiglioni DS, Bond-Buckup G (2009) Egg production of two sympatric species of *Hyaella* Smith, 1874 (Crustacea, Amphipoda, Dogielinotidae) in aquaculture ponds in southern Brazil. J Nat Hist 43:1273-1289
- Castiglioni DS, Garcia-Schroeder D, Barcelos DF, Bond-Buckup G (2007) Intermolt duration and postembryonic growth of two sympatric species of *Hyaella* (Amphipoda, Dogielinotidae) in laboratory conditions. Nauplius 15(2):57-64
- Castiglioni DS, Dutra BK, Cahansky A, Rodrigues E, Oliveira GT, Bond-Buckup G (2010) Variations in biochemical composition and lipoperoxidation levels of *Hyaella bonariensis* maintained in laboratory with different diets. Animal Biology 60:349-360
- Chapman JW (2007). Amphipoda. In: Carlton JT (ed) The light and Smith manual: Intertidal Invertebrates from Central California to Oregon. The University of California Press, Oakland
- Clarke KR, Gorley RN (eds) (2006) Primer v.6: User Manual/Tutorial. PRIMER-E Ltda, Plymouth
- Colla MF, César II (2015) A new species of *Hyaella* (Crustacea, Amphipoda, Dogielinotidae) from the Atlantic Forest of Misiones, Argentina. ZooKeys 481:25-38

- Cooper WE (1965) Dynamics and production of a natural population of a freshwater amphipod, *Hyalella azteca*. *Ecol Monogr* 35:377-394
- Cothran RD (2004) Precopulatory mate guarding affects predation risk in two freshwater amphipod species. *Anim Behav* 68:1133-1138
- Dantas ME, Vieiro AC, Silva DRA (2010) Origem das paisagens. In: Vieiro AC, Da Silva DRA (eds) *Geodiversidade do estado do Rio Grande do Sul*. CPRM, Porto Alegre
- De March BGE (1977) The effects of photoperiod and temperature on the induction and termination of reproductive resting stage in the freshwater amphipod *Hyalella azteca* (Saussure). *Can J Zool* 55:1595-1600
- Dutra BK, Castiglioni DS, Santos RB, Bond-Buckup G, Oliveira GT (2007) Seasonal Variations of the Energy Metabolism of Two Sympatric Species of *Hyalella* (Crustacea, Amphipoda, Dogielinotidae) in the Southern Brazilian Highlands. *Comp Biochem Physio* 148:239-247.
- Dutra BK, Santos RB, Bueno AAP, Oliveira GT (2008) Seasonal variations in the biochemical composition and lipoperoxidation of *Hyalella curvispina* (Crustacea, Amphipoda). *Comp Biochem Physio* 151(12):322-328
- Dutra BK, Fernandes FA, Laufer AL, Oliveira GT (2009) Carbofuran-induced alterations in biochemical composition, lipoperoxidation and Na⁺/K⁺ ATPase activity of *Hyalella castroi* (Crustacea, Amphipoda, Dogielinotidae) in bioassays. *Comp Biochem Physio C* 149:640-646
- Dutra BK, Fernandes FA, Failace DM, Oliveira GT (2011) Effect of roundup (glyphosate formulation) in the energy metabolism and reproductive traits of *Hyalella castroi* (Crustacea, Amphipoda, Dogielinotidae). *Ecotoxicology* 20:255-263

- Gering FS, Oliveira LFF, Dutra BK, Oliveira GT (2009) Biochemical Composition, Lipoperoxidation, Na⁺/K⁺ ATPase activity and Reproduction of *Hyalella castroi* (Amphipoda, Dogielinotidae) Fed With Different Diets. J Exp Zool 311A:408-421
- González ER, Bond-Buckup G, Araujo PB (2006) Two new species of *Hyalella* from southern Brazil (Amphipoda: Hyalellidae) with a taxonomic key. J Crustacean Biol 26(3):355-365
- Grosso L, Peralta M (1999) Anfípodos de agua dulce sudamericanos. Revisión del género *Hyalella* Smith. Acta Zool Lilloana 45:79-98
- Hargrave BT (1970) The utilization of benthic microfauna by *Hyallela azteca* (Amphipoda). J Anim Ecol 39:427-437
- Huang YM, Amsler MO, McClintock JB, Amsler CD, Baker BJ (2007) Patterns of gammaridean amphipod abundance and species composition associated with dominant subtidal macroalgae from the western Antarctic Peninsula. Polar Biol 30(11):1417-1430
- IBGE (2004) Mapa da vegetação do Brasil e Mapa de Biomas do Brasil. <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>. Accessed 04 May 2015
- Isaía T (1992) Planejamento de uso da terra para o município de Santa Maria-RS, através do diagnóstico físico conservacionista das microbacias hidrográficas. Master Thesis, Universidade Federal de Santa Maria
- Ishikawa T, Urabe J (2002) Population dynamics and production of *Jesogammarus annandalei*, an endemic amphipod, in Lake Biwa, Japan. Freshwater Biol 47(1):1935-1943
- Jacobucci GB, Leite FPP (2008) Effect of temporal variation and size of herbivorous amphipods on consumption levels of *Sargassum filipendula* (Phaeophyta, Fucales) and their main epiphyte, *Hypnea musciformis*. Neotrop Biol Conserv 3(2):78-85

- Kestrup A, Ricciardi A (2010) Influence of conductivity on life history traits of exotic and native amphipods in the St. Lawrence River. *Fundam Appl Limnol* 176:249-262
- Kevrekidis T, Boubonari T, Goutner V (2005) Seasonal variation in abundance of *Corophium orientale* (Crustacea: Amphipoda) in Monolimni lagoon, Evros Delta, North Aegean Sea. *Belg J Zool* 135(2):171-173
- Klein RM (1984) Aspectos dinâmicos da vegetação do Sul do Brasil. *Sellowia* 36:5-54
- Kruschwitz LG (1978) Environmental factors controlling reproduction of the amphipod *Hyalella azteca*. *Proc Oklahoma Acad Sci* 21:16-21
- Lowry JK, Myers AA (2013) A phylogeny and classification of the Senticaudata subord. nov. (Crustacea: Amphipoda). *Zootaxa* 3610:1-80
- Maluf JRT (2000) Nova classificação climática do Estado do Rio Grande do Sul. *Rev Bras Agrometeorologia* 8(1):141-150
- Maranhão P, Bengala N, Pardal M, Marques JC (2001) The influence of environmental factors on the population dynamics, reproductive biology and productivity of *Echinogammarus marinus* Leach (Amphipoda, Gammaridae) in the Mondego estuary (Portugal). *Acta Oecol* 22:139-152
- Marcuzzo S, Pagel SM, Chiapetti MIS (eds) (1998) A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica no Rio Grande do Sul: situação atual, ações e perspectivas. Consórcio da Mata Atlântica e Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Cetesb, São Paulo
- Marrón-Becerra A, Hermoso-Salazar M, Solís-Weiss V (2014) *Hyalella cenotenis*, a new species of Hyalellidae (Crustacea: Amphipoda) from the Yucatán Peninsula, Mexico. *Zootaxa* 3811(2):262-270

- Moore DW, Farrar JD (1996) Effect of growth on reproduction in the freshwater amphipod, *Hyalella azteca* (Saussure). *Hydrobiologia* 328:127-134
- Moraes FD, Bezzi ML (2009) A organização do estado agrário de Mata/RS: a cadeia produtiva da pecuária. *Geografia: Ensino & Pesquisa* 3(2):21-32
- Murkin H, Ross LCM (2000) Invertebrates in prairie wetlands. In: Murkin H, Clark W (eds) *Prairie wetland ecology: the contribution of the Marsh Ecology Research Program*. Iowa State University Press, Iowa
- Muskó LB (1990) Qualitative and quantitative relationships of Amphipoda (Crustacea) living on macrophytes in Lake Balaton (Hungary). *Hydrobiologia* 191(1):269-274
- Nebeker AV, Onjukka ST, Stevens DG, Chapman GA, Dominguez SE (1992) Effects of low dissolved oxygen on survival, growth and reproduction of *Daphnia*, *Hyalella* and *Gammarus*. *Environ Toxicol Chem* 11:373-379
- Neuparth T, Costa FO, Costa MH (2002) Effects of temperature and salinity on life history of the marine amphipod *Gammarus locusta*. Implications for ecotoxicological testing. *Ecotoxicology* 11:55-67
- Ozga AV (2014) Estrutura Populacional e Biologia Reprodutiva de duas Espécies de *Hyalella* Smith, 1874 (Crustacea, Amphipoda, Hyalellidae). Master Thesis, Universidade Federal de Santa Maria.
- Panov VE, McQueen DJ (1998) Effects of temperature on individual growth rate and body size of a freshwater amphipod. *Can J Zool* 76:1107-1116
- Pereira VFG (1989) Uma espécie de anfípode cavernícola do Brasil - *Hyalella caeca* sp. n. (Amphipoda, Hyalellidae). *Rev Bras Zool* 6:49-55

- Pilgrim W, Burt MDB (1993) Effect of acute pH depression on the survival of the freshwater amphipod *Hyalella azteca* at variable temperatures: field and laboratory studies. *Hydrobiologia* 254:91-98
- Quadros FLF, Pillar VP (2002) Transições floresta-campo no Rio Grande do Sul. *Ciência & Ambiente* 24:109-118
- Rinderhagen M, Ritterhoff J, Zauke GP (2000) Crustaceans as bioindicators. *Env Res Forum* 9:161-194
- Rodrigues SG (2011) *Hyalella* Smith, 1874 (Crustacea, Amphipoda, Dogielinotidae) em áreas úmidas do Rio Grande do Sul, Brasil. Master Thesis, Universidade Federal de Lavras
- Rodrigues SG, Bueno AAP, Ferreira RL (2012) The first hypothelminorheic Crustacea (Amphipoda, Dogielinotidae, *Hyalella*) from South America. *Zookeys* 236:65-80
- Rodrigues SG, Bueno AAP, Ferreira RL (2014) A new troglobiotic species of *Hyalella* (Crustacea, Amphipoda, Hyalellidae) with a taxonomic key for the Brazilian species. *Zootaxa* 3815(2):200-214
- Sokal RR, Rohlf FJ (1995) *Biometry*. W.H. Freeman and Company, New York
- Strong DR (1972) Life History variation among populations of an amphipod (*Hyalella azteca*). *Ecology* 53:1103-1111
- Subida MD, Cunha MR, Moreira MH (2005) Life history, reproduction and production of *Gammarus chevreuxi* (Amphipoda: Gammaridae) in the Ria de Aveiro, northwestern Portugal. *J N Am Benthol Soc* 24:82-100
- Suyan XUE, Jianguang F, Jihong Z (2013) Effects of temperature and salinity on the development of the amphipod crustacean *Eogammarus sinensis*. *Chin J Oceanol Limnol* 31:1010 -1017

- Väinölä R, Witt JDS, Grabowski M, Bradbury JH, Jazdzewski K, Sket B (2008) Global diversity of amphipods (Amphipoda; Crustacea) in freshwater. *Hydrobiologia* 595:241-255
- Wellborn GA (1994) Size-biased predation and prey life histories: a comparative study of freshwater amphipod populations. *Ecology* 75(7):2104-2117
- Wellborn GA (1995) Determinants of reproductive success in freshwater amphipod species that experience different mortality regimes. *Anim Behav* 50:353-363
- Wellborn GA (2002) Trade-off between competitive ability and antipredator adaptation in a freshwater amphipod species complex. *Ecology* 83:129-136
- Wellborn GA, Skelly DK, Werner EE (1996) Mechanisms creating community structure across a freshwater habitat gradient. *Annu Rev Ecol Syst* 27:337-363
- Wen YH (1992) Life history and production of *Hyalella azteca* (Crustacea, Amphipoda) in a hypereutrophic prairie pond in southern Alberta. *Can J Zool* 70:1417-1424
- Wilhelm FM, Schindler DW (2000) Reproductive strategies of *Gammarus lacustris* (Crustacea: Amphipoda) along an elevation gradient. *Funct Ecol* 14:413-422
- Witt JDS, Hebert PDN (2000) Cryptic species diversity and evolution in the amphipod genus *Hyalella* within central glaciated North America: a molecular phylogenetic approach. *Can J Fish Aquat Sci* 57:687-698
- Zar JH (1999) *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, New Jersey

**ESPÉCIES DE *Hyaella* Smith 1874 (CRUSTACEA: AMPHIPODA: HYALELLIDAE)
EM AMBIENTES DULCÍCOLAS DA REGIÃO CENTRAL
DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL**

Michelle Bicalho Antunes¹ & Daniela da Silva Castiglioni^{1,2}

¹Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal, Av. Roraima, 1000, Camobi, CEP 97105-900 – Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil; michelleantunes@gmail.com

²Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Centro de Educação Superior Norte do RS (CESNORS), Departamento de Zootecnia e Ciências Biológicas, Av. Independência, 3751, Vista Alegre, CEP 98300-000 – Palmeira das Missões, Rio Grande do Sul, Brasil; danielacastiglioni@yahoo.com.br

RESUMO

Os crustáceos estão entre os invertebrados mais representativos em ambientes dulcícolas. Amphipoda está entre as ordens mais representativas, abrigando a Família Hyalellidae e o gênero *Hyaella*, sendo este o único gênero de crustáceos anfípodos encontrado nos ambientes límnicos do Brasil. Este trabalho objetiva conhecer as possíveis espécies de *Hyaella* que habitam os ambientes dulcícolas da região central do Estado do Rio Grande do Sul, contribuindo para a expansão do conhecimento sobre o gênero no país, além de avaliar sua distribuição geográfica na região amostrada. Foram realizadas amostragens em 105 corpos d'água abrangendo todos os municípios da região. Parâmetros físicos e químicos da água foram mensurados em cada ponto amostral, utilizando uma sonda de multiparâmetros aquáticos (HORIBA). Foi registrado um total de 14.601 indivíduos do gênero *Hyaella*, em 27 pontos dos 105 amostrados, sendo 99% dos registros em banhados. Foram identificadas duas espécies, *Hyaella bonariensis* e *Hyaella curvispina*, que já eram conhecidas para o Estado, e seis morfoespécies, as quais têm grande probabilidade de serem espécies novas para a ciência. As espécies *H. bonariensis* e a *Hyaella* sp.1 foram as mais abundantes, e inclusive apareceram coexistindo o mesmo ponto amostral, assim como a *Hyaella* sp.2, *Hyaella* sp.3 e *Hyaella* sp.4. Observou-se uma forte influência do ambiente na ocorrência/distribuição das espécies de *Hyaella* identificadas para a região amostrada, sendo que o açude pode estar representando uma área importante de intersecção entre banhado e riacho. A ocorrência de *H.*

curvispina pode estar correlacionada a ambientes que apresentam pH mais ácidos e índices mais altos de condutividade elétrica e TDS, padrão oposto ao observado nas demais espécie/morfoespécies. Este trabalho foi realizado em áreas pertencentes à região hidrográfica do Uruguai, região conhecida por apresentar a maior riqueza do gênero *Hyaella* no Estado, onde muitas espécies encontradas do gênero *Hyaella* não foram identificadas, demonstrando, assim, a necessidade da ampliação de estudos nessa região.

PALAVRAS-CHAVE: Anfípodos de água doce, Bacia Hidrográfica do Uruguai, biodiversidade, conservação.

***Hyaella* Smith 1874 SPECIES (CRUSTACEA: AMPHIPODA: HYALELLIDAE) OF FRESHWATER ENVIROMENTS FROM THE CENTRAL REGION OF THE RIO GRANDE DO SUL STATE, BRAZIL**

ABSTRACT

Crustaceans are among the most representative freshwater invertebrates. Amphipoda is among the most representative orders, housing the Hyalellidae family and the *Hyaella* genus, which is the only amphipod crustacean genus found in Brazilian limnic environments. This study aims to identify the possible *Hyaella* species that live in freshwater environments of the central region of the Rio Grande do Sul State, contributing to the knowledge development of the genus in the country, besides evaluating its geographical distribution in the sampled area. Samples of 105 watercourses were analyzed, covering all the cities of the studied area. Water physical and chemical parameters were measured in each sample area, using an aquatic multiparameters sounder (HORIBA). 14,601 individuals from the *Hyaella* genus were registered, in 27 places of the 105 sampled areas and 99% of the records were found in puddles. Two species were identified, *Hyaella bonariensis* and *Hyaella curvispina*, which were already known to the state and six morphospecies, which may be new for science. The *H. bonariensis* species and the *Hyaella* sp.1 were the most abundant, and appeared coexisting at the same sampled area, as well as *Hyaella* sp.2, *Hyaella* sp.3 and *Hyaella* sp.4. A strong influence of the environment was observed in the occurrence/distribution of the *Hyaella* species identified for the sampled area and the weir may be representing an important intersection area between puddle and stream. The occurrence of *H. curvispina* could be correlated to more acid environments and higher levels of electrical conductivity and TDS, the opposite pattern observed for the other species/morphospecies. This study was carried out

in areas belonging to the hydrographic basin of the Uruguay River, a region known for presenting the highest richness of the *Hyaella* genus in the state. Many species belonging to the *Hyaella* genus that were found still need to be identified, thereby demonstrating that more studies in this region are needed.

KEYWORDS: Freshwater amphipods, Hydrographic Uruguay River Basin, biodiversity, conservation.

INTRODUÇÃO

Os ambientes aquáticos, de maneira geral, têm sido alterados em consequência do aumento de atividades antrópicas (ALLAN, 1995). Mudanças na estrutura e nos processos ecológicos dos ecossistemas aquáticos podem modificar a estrutura de toda a comunidade biótica (AFONSO; HENRY. RODELLA, 2000; GRAÇA, 2001), levando à perda da diversidade e à extinção de espécies (PRIMACK; RODRIGUES, 2001). Desta forma, torna-se fundamental conhecer os principais fatores ambientais que determinam a distribuição e abundância dos organismos aquáticos. Visto que os ambientes dulcícolas são ecossistemas altamente ameaçados, com grande e ainda pouco conhecida biodiversidade, estudos que abordem seu funcionamento e manutenção da biodiversidade contribuirão de forma significativa para a preservação destas áreas, fornecendo subsídios para futuros programas de conservação.

Os crustáceos estão entre os grupos de organismos mais diversos morfológicamente e bem sucedidos, que colonizaram diversos tipos de habitats, e estão entre os invertebrados mais representativos em ambientes dulcícolas (MARTIN; DAVIS, 2001; BRUSCA; BRUSCA, 2007). A Classe Malacostraca é a maior entre os crustáceos, apresentando uma grande diversidade ecológica (HAYWARD et al., 1995). A Superordem Peracarida agrupa a maioria dos crustáceos e é formada por nove ordens, das quais Isopoda e Amphipoda são as mais representativas (BRUSCA; BRUSCA, 2007). Amphipoda, com aproximadamente 8.000 espécies conhecidas (BRUSCA; BRUSCA, 2007), caracteriza-se pela ausência de carapaça, corpo achatado lateralmente, sete pares de pereiópodos unirremes, sendo o primeiro e o segundo modificados em sub-quelas (conhecidos como gnatópodos) (MARTIN; DAVIS, 2001), geralmente com um par de olhos compostos sésseis localizados lateralmente na cabeça (VÄINÖLA, 2008). Segundo Lowry e Myers (2013), a Ordem Amphipoda apresenta uma nova Subordem, a Senticaudata, que compreende quase todas as espécies de Amphipoda de

água doce. Pertencente a essa subordem, está à Família Hyalellidae, que abriga o gênero *Hyalella* Smith, 1874.

O gênero *Hyalella* apresenta, até o momento, cerca de 65 espécies descritas somente no continente americano (BUENO et al. 2013; LOWRY; MYERS, 2013; RODRIGUES; BUENO; FERREIRA, 2014), uma vez que é um gênero de anfípodos endêmicos das Américas, amplamente distribuído desde a América do Norte até a região Sul da Argentina. É, também, o único gênero de crustáceos anfípodos encontrado nos ambientes límnicos brasileiros (BENTO; BUCKUP, 1999). O Brasil é o segundo país americano com a maior diversidade deste gênero (GONZÁLEZ; BOND-BUCKUP; ARAUJO, 2006), tendo o registro de espécies concentradas para o sul e sudeste, enquanto para outras regiões do país, não há nada registrado. Até o momento, 23 espécies são registradas para o Brasil (BASTOS-PEREIRA; BUENO, 2013; BUENO et al., 2013; LOWRY; MYERS, 2013; BUENO; RODRIGUES; ARAUJO, 2014; CARDOSO et al., 2014; MÁRRON-BECERRA; HERMOSO-SALAZAR; SOLÍS-WEISS, 2014; RODRIGUES; BUENO; FERREIRA, 2014). No Estado do Rio Grande do Sul, há registros de ocorrência de nove espécies: *H. bonariensis* Bond-Buckup, Araujo & Santos, 2008; *H. pseudoazteca* González & Watling, 2003; *H. montenegrinae* Bond-Buckup & Araújo, 1998; *H. curvispina* Shoemaker, 1942; *H. pleoacuta* González, Bond-Buckup & Araújo, 2006; *H. castroi* González, Bond-Buckup & Araujo, 2006; *H. pampeana* Cavalieri, 1968; *H. imbya* Rodrigues & Bueno, 2012; *H. kaingang* Bueno & Araujo, 2013.

As espécies de *Hyalella* vivem em muitos ambientes aquáticos e zonas úmidas, podendo ser encontradas aderidas à vegetação aquática e em ambientes subterrâneos (GROSSO; PERALTA, 1999). Uma única espécie conhecida, *H. rionegrina* Grosso & Peralta, 1999 ocorre em solos úmidos de uma floresta de gimnospermas na Argentina (GROSSO; PERALTA, 1999). Há registro de espécies em ambientes epígeos e hipógeos, e espécies troglóbias (PEREIRA, 1989; CARDOSO; BUENO; FERREIRA, 2011; CARDOSO et al., 2014). A maioria das espécies é geralmente encontrada associada às macrófitas, sendo que outras espécies são encontradas nadando na coluna de água ou escavando (construindo galerias) no sedimento de reservatórios permanentes de água, lagos, lagoas, rios e riachos (KRUSCHWITZ, 1978; WELLBORN, 1995). São importantes membros da fauna bentônica, pois servem de alimento para aves aquáticas, peixes e outros crustáceos (KRUSCHWITZ, 1978; WELLBORN, 1995; COOPER, 1965; MUSKÓ, 1990).

Sabe-se que os estágios do ciclo de vida de indivíduos de *Hyalella* são diretamente influenciados por condições ambientais, especialmente pela temperatura e fotoperíodo

(BOVEE, 1950; COOPER, 1965; STRONG, 1972; DE MARCH, 1977; KRUSCHWITZ, 1978), podendo alterar a idade da maturidade sexual (CASTIGLIONI et al., 2007). Além da temperatura e fotoperíodo, podemos destacar o oxigênio dissolvido (NEBEKER, et al., 1992), o pH (PILGRIM; BURT, 1993) e a quantidade e qualidade de alimento (HARGRAVE, 1970; MOORE; FARRAR, 1996; WELLBORN, 1994), como fatores que influenciam o ciclo de vida das espécies, principalmente em ambientes artificiais (laboratório). Assim, por apresentarem sensibilidade a poluentes e metais pesados, ciclo de vida curto, desenvolvimento direto, por serem facilmente cultivados em laboratório e de fácil manuseio e coleta, são animais amplamente utilizados em trabalhos ecológicos e como bioindicadores de qualidade da água (DUAN; GUTTMAN; ORIS, 1997; BORGMANN; COUILLARD; GRAPENTINE, 2007; COUILLARD et al., 2008).

Entretanto, os ciclos de vida das espécies de *Hyalella* que ocorrem no Brasil são pouco estudados, e a maioria dos trabalhos desenvolvidos com espécies desse gênero são estudos enfatizando a taxonomia do grupo (PEREIRA, 1989; BOND-BUCKUP; ARAUJO, 1998; PEREIRA, 2004; GONZÁLEZ; BOND-BUCKUP; ARAUJO, 2006; BUENO; RODRIGUES; ARAUJO, 2014; CARDOSO et al., 2014; MÁRRON-BECERRA; HERMOSO-SALAZAR; SOLÍS-WEISS, 2014), descrevendo novas espécies. Poucos são os estudos enfatizando aspectos biológicos dessas espécies (CASTIGLIONI; BOND-BUCKUP, 2007; CASTIGLIONI et al., 2007; CASTIGLIONI; BOND-BUCKUP, 2008a,b), de forma que a biologia das demais espécies brasileiras ainda é totalmente desconhecida.

Por serem ambientes ameaçados, todos os tipos de trabalhos relacionados às áreas dulcícolas contribuem de forma significativa para o conhecimento de sua biodiversidade, servindo também como base para programas de conservação destes ecossistemas. Ainda, este trabalho objetiva conhecer as possíveis espécies de *Hyalella* que habitam os ambientes dulcícolas da região central do Estado do Rio Grande do Sul, contribuindo para a expansão do conhecimento sobre o gênero no país, além de avaliar sua distribuição geográfica na região amostrada.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O Estado do Rio Grande do Sul está localizado no extremo sul do Brasil (27°04'S, 49°42'W; 33°45'S, 57°38'W). O clima é, conforme o sistema de classificação de Köppen, do tipo subtropical "Cfa", com umidade relativa do ar média anual de 82% (Isaía,

1992). Na região onde foram realizadas as amostragens dos macroinvertebrados, o clima específico é o “Subtropical úmido”, com temperatura média anual de 19,2°C e precipitação média anual de 1708 mm (MALUF, 2000).

De acordo com a Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMA) o Estado do Rio Grande do Sul apresenta-se dividido em três Regiões Hidrográficas: Região Hidrográfica do Guaíba, Região Hidrográfica do Litoral e Região Hidrográfica do Uruguai. A região central do Estado abrange microbacias pertencentes a duas, das três indicadas pela SEMA: Região Hidrográfica do Guaíba e Região Hidrográfica do Uruguai (<http://www.sema.rs.gov.br>; último acesso em 02/07/2015).

No Estado do Rio Grande do Sul, ocorrem dois biomas, dos seis identificados no país: Mata Atlântica e Pampa. O Pampa é bioma endêmico do Estado (IBGE, 2004). A região central do Estado do Rio Grande do Sul localiza-se em área de transição dos compartimentos geomorfológicos chamados Depressão Central e Planalto (MORAES; BEZZI, 2009; DANTAS; VIEIRO; DA SILVA, 2010). A vegetação original da área estudada está inserida na zona de transição entre a Floresta Estacional Decidual (domínio da Mata Atlântica) na encosta do Planalto, e a Savana (campos) na Depressão Central (KLEIN, 1984; MARCUZZO; PAGEL; CHIAPETTI, 1998; QUADROS; PILLAR, 2002).

Dentre os principais impactos para a região, destaca-se o intenso desmatamento na região, ocasionado, principalmente, pelas atividades agropastoris, e apenas regiões restritas conservam a vegetação original (ANA, 2005). Segundo Pedron et al. (2006), onde originalmente havia campos, hoje percebe-se a conversão em lavouras.

Amostragens

Entre os meses de setembro/2012 e janeiro/2013, foram realizadas amostragens em 105 corpos d'água doce, sendo 35 açudes, 35 riachos (até 3ª ordem) e 35 banhados, abrangendo todos os municípios da região central do Estado do Rio Grande do Sul (Figura 1). Os animais foram capturados com puçá (malha = 0,5 mm e área = 16 x 17 cm) nas margens dos corpos de água, observando sedimento e macrófitas, durante 20 minutos. O material coletado foi acondicionado em saco plástico e colocado em isopor com gelo para ser transportado até o laboratório, onde foi posteriormente triado.

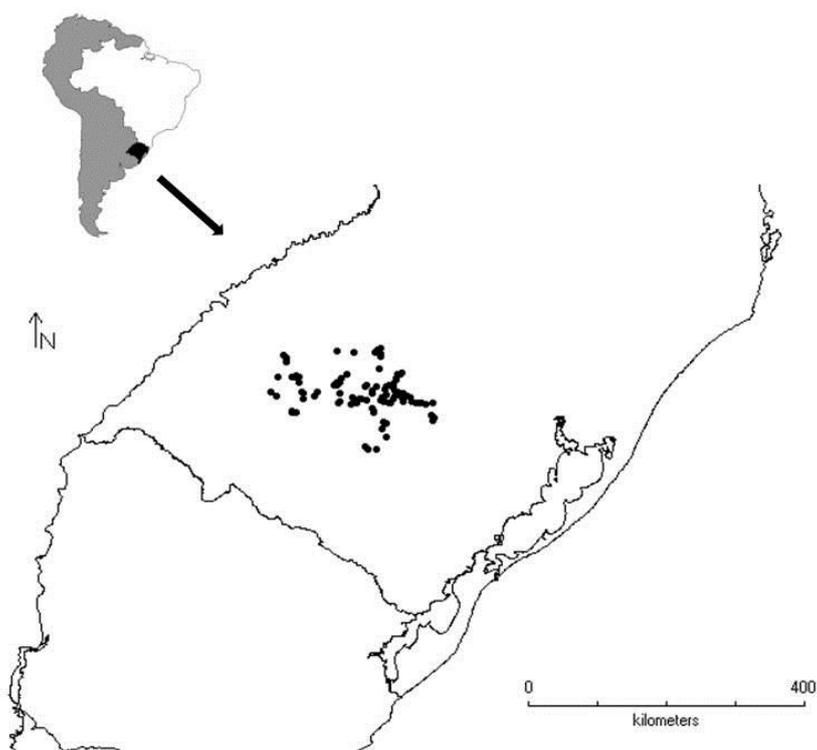


Figura 1: Localização dos 105 corpos d'água amostrados nos municípios da região central do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil (Mapa elaborado no programa Diva-Gis).

Em laboratório, todo o material amostrado foi peneirado (malha = 0,25 mm) e acondicionado em potes com álcool 70% para, posteriormente, efetuar a triagem. Os indivíduos de *Hyaella* foram separados dos outros animais para estimativa de abundância por ponto de amostragem e para cada tipo de ambiente analisado (riachos, açudes e banhados).

Dados abióticos

Juntamente com a amostragem dos animais, foram mensurados alguns parâmetros físicos e químicos dos corpos d'água, utilizando uma sonda de multiparâmetros aquáticos (HORIBA): temperatura da água, pH, ORP (potencial de óxido-redução), condutividade, NTU (turbidez), OD (oxigênio dissolvido), TDS (total de sólidos dissolvidos) e PPT (salinidade). Outras características ambientais dos pontos de amostragem foram observadas: presença de mata ciliar, presença de macrófitas, presença de gravatás e presença de bovinos, equinos e ovinos. Apresentam-se, a seguir, apenas os dados dos locais nos quais foram amostrados indivíduos do gênero *Hyaella* (Tabela 1).

Tabela 1: Localização e caracterização dos 27 pontos com presença de espécies de *Hyalella*, dos 105 pontos amostrados entre os meses de setembro/2012 e janeiro/2013, em municípios da região central do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. (°C – temperatura de água, ORP – potencial de óxido-redução (mV), mS/cm – condutividade elétrica, NTU – turbidez, OD – oxigênio dissolvido (mg/L), TDS – total de sólidos dissolvidos (g/L) e PPT – salinidade). Presença de Animais* no entorno dos copos d'água: bovinos, equinos, ovinos.

Amostra	Tipo	Abund <i>Hyalella</i>	Coordenadas	°C	pH	ORP	mS/cm	NTU	OD	TDS	PPT	Matriz	Mata Ciliar	Gravatás	Macrófitas	Animais
P5	Banhado	1379	29°24'21.6"S 54°10'16.5"W	19.23	6.73	246	0.023	84.1	15.74	0.015	0.0	Campo	Ausente	Ausente	Ausente	Presente
P7	Açude	1	Quevedos 29°27'22.0"S 54°10'52.0"W	19.80	6.70	284	0.091	51.5	16.06	0.059	0.0	Campo	Ausente	Ausente	Ausente	Presente
P12	Banhado	26	Quevedos 29°38'47.3"S 54°31'18.7"W	21.50	6.7	213	0.021	502	13.01	0.014	0.0	Campo	Ausente	Ausente	Ausente	Presente
P15	Açude	41	Mata 29°02'22.3"S 55°13'42.3"W	21.78	6.69	309	0.041	39.3	13.19	0.027	0.0	Campo	Ausente	Ausente	Presente	Presente
P16	Banhado	649	Unistalda 29°04'44.9"S 54°56'32.7"W	22.16	6.52	147	0.023	472	11.22	0.015	0.0	Campo	Ausente	Ausente	Ausente	Presente
P17	Açude	6	Santiago 29°07'26.6"S 54°54'09.5"W	22.22	6.59	260	0.040	196	11.20	0.026	0.0	Campo	Ausente	Ausente	Ausente	Presente
P22	Banhado	454	Santiago 29°51'38.2"S 54°48'58.3"W	23.74	7.52	277	0.039	29.1	9.36	0.025	0.0	Campo	Ausente	Presente	Ausente	Presente
P24	Riacho	1	Cacequi 29°37'03.8"S 54°40'55.1"W	13.78	5.68	296	0.026	78.5	15.35	0.017	0.0	Campo	Presente	Ausente	Presente	Presente
P34	Banhado	216	São Vicente do Sul 29°44'04.9"S 54°12'04.5"W	23.39	6.88	307	0.016	11.0	12.64	0.010	0.0	Campo	Ausente	Presente	Ausente	Presente

P68	Banhado	14	29°25'10.2"S 53°27'00.6"W Nova Palma	15.86	5.99	371	0.023	30.8	16.88	0.015	0.0	Campo	Ausente	Presente	Presente	Presente
P74	Açude	4	29°31'11.4"S 53°34'27.6"W Ivorá	17.97	6.07	353	0.050	71.2	12.81	0.034	0.0	Campo	Presente	Ausente	Presente	Ausente
P75	Banhado	356	29°32'54.1"S 53°36'08.0"W Ivorá	17.21	6.54	359	0.036	27.0	14.53	0.024	0.0	Campo	Presente	Ausente	Presente	Ausente
P76	Banhado	5	29°37'31.7"S 53°34'06.0"W Ivorá	14.71	6.56	350	0.032	50.8	16.46	0.022	0.0	Campo	Ausente	Presente	Presente	Presente
P95	Riacho	1	29°44'43.9"S 53°57'27"W Silveira Martins	23.88	7.30	346	0.034	69.3	14.40	0.023	0.0	Campo	Presente	Ausente	Ausente	Presente
P96	Banhado	10	29°42'35.6"S 53°50'18.6"W Santa Maria	29.44	6.89	200	0.057	659	9.24	0.038	0.0	Campo	Ausente	Presente	Presente	Presente
P97	Riacho	4	29°52'30.7"S 53°44'16.1"W Santa Maria	23.48	7.39	297	0.067	18.6	16.51	0.045	0.0	Campo	Presente	Ausente	Ausente	Ausente
P99	Banhado	339	29°49'07.7"S 53°46'09.1"W Santa Maria	27.71	7.03	349	0.024	38.9	12.28	0.016	0.0	Campo	Ausente	Ausente	Presente	Ausente

Identificação das espécies ou morfotipos de *Hyalella*

Para a identificação das espécies ou morfotipos de *Hyalella*, foram separados tantos machos adultos quanto possíveis, para a confecção de lâminas, de cada ponto amostrado, nos quais tinham registro de indivíduos do gênero. Antes da dissecação, os machos foram colocados por, pelo menos, dois dias no corante Rosa de Bengala, o que facilita a separação das estruturas e sua visualização no microscópio para posterior identificação da espécie. Após serem corados, os machos foram dissecados com o auxílio de um estereomicroscópio, e as estruturas separadas foram montadas em lâminas permanentes.

A identificação das espécies foi feita com base na análise de características morfológicas dos apêndices, como a presença de flanges no pleon, presença de brânquias esternais, tamanho, forma e setação dos gnatópodos, formato e número de setas do télson, presença de seta curva no urópodo 1 e padrão de setação dos urópodos.

Os principais trabalhos utilizados para a identificação das espécies foram: González; Bond-Buckup; Araujo (2006), Santos; Araujo; Bond-Buckup (2008), Zimmer; Araujo; Bond-Buckup (2009), Cardoso; Bueno; Ferreira (2011), Rodrigues; Bueno; Ferreira (2012) e Bueno et al. (2013).

Quando a identificação das espécies não foi possível ou quando a espécie foi considerada como potencialmente nova, os indivíduos foram classificados em morfoespécies. Não foram confeccionadas lâminas para os pontos que possuíam apenas fêmeas ou juvenis coletados, ausência de indivíduos machos adultos ou por estes não serem adequados à identificação, ou ainda em pontos que havia apenas um indivíduo macho adulto.

Análise dos dados

Utilizando o programa estatístico SYSTAT 11, foi realizada uma regressão linear (CALLEGARI-JACQUES, 2003) para verificar se havia correlação significativa da ocorrência das espécies de *Hyalella* com as variáveis ambientais amostradas, para os 27 pontos com registro de indivíduos de *Hyalella*.

No programa estatístico Primer E (CLARKE; GORLEY, 2006), foi realizada uma análise de similaridade (ANOSIM), para análise de ordenação, verificando se a ocorrência/distribuição das espécies estava condicionada a outras espécies ou aos ambientes amostrados (pontos de açude, banhado ou riacho). Para tanto, foi feita uma transformação em raiz quadrada dos dados de abundância de indivíduos de *Hyalella*, foi utilizando o coeficiente de similaridade de Bray-Curtis para a análise de similaridade entre as amostras, e por fim, foi

aplicado um ANOSIM. O resultado dessa análise foi representado graficamente através da técnica de escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) (MAGURRAN, 2004), utilizando-se o mesmo programa. Todos os testes estatísticos foram realizados considerando o nível de significância de 5% (ZAR, 1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi registrado um total de 14.601 indivíduos do gênero *Hyalella*, em 27 pontos dos 105 amostrados de ambientes dulcícolas, sendo 15 pontos de banhado, oito de açude e quatro de riachos. Os banhados apresentaram 99% dos registros do gênero, sendo o registro total de 14.396 indivíduos nos banhados, 197 indivíduos nos açudes e apenas oito indivíduos nos riachos (Figura 2).

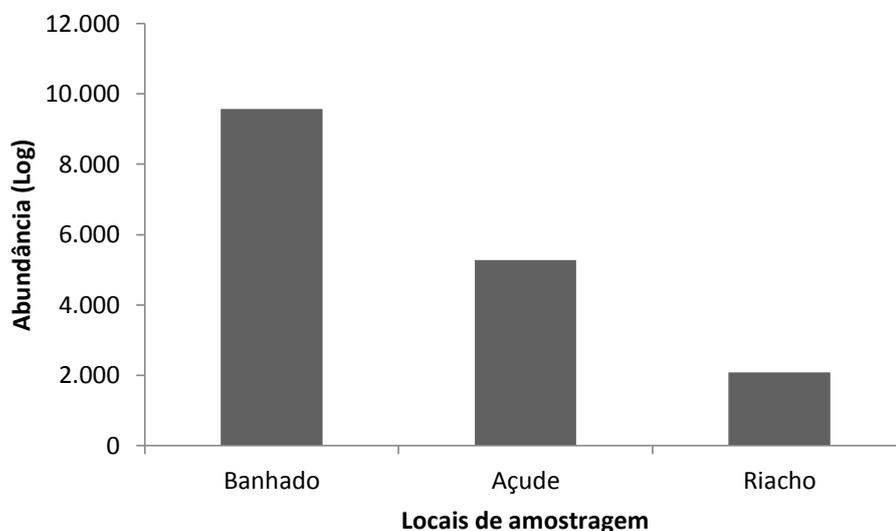


Figura 2: Abundância (log) dos indivíduos de *Hyalella* entre os ambientes lênticos (naturais e artificiais) e lóticos amostrados nos municípios da região central do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

Dos indivíduos encaminhados para identificação, observaram-se duas espécies (*Hyalella bonariensis* e *Hyalella curvispina*) que já eram conhecidas para o Estado do Rio Grande do Sul. Ainda, foi identificado seis morfoespécies (*Hyalella* sp.1, *Hyalella* sp.2,

Hyalella sp.3, *Hyalella* sp.4, *Hyalella* sp.5, *Hyalella* sp.6), as quais têm grande probabilidade de serem espécies novas para a ciência, e 23 indivíduos não foram identificados (Tabela 2).

Tabela 2: Abundância e riqueza do gênero *Hyalella*, nos 27 pontos e ambientes com presença de com registro de indivíduos do gênero, dos 105 pontos amostrados entre os meses de setembro/2012 e janeiro/2013, em municípios da região central do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

PONTO AMOSTRAL	AMBIENTE	ABUNDÂNCIA DE <i>Hyalella</i>	RIQUEZA DE <i>Hyalella</i>
5	Banhado	1379	<i>Hyalella</i> sp.1
12	Banhado	26	<i>Hyalella</i> sp.4
16	Banhado	649	<i>Hyalella</i> sp.5
22	Banhado	454	<i>Hyalella</i> sp.1
34	Banhado	216	<i>Hyalella</i> sp.4
48	Banhado	308	<i>Hyalella bonariensis</i>
53	Banhado		<i>Hyalella</i> sp.2
53	Banhado	485	<i>Hyalella</i> sp.3
53	Banhado		<i>Hyalella</i> sp.4
56	Banhado		<i>Hyalella</i> sp.1
56	Banhado	9849	<i>Hyalella bonariensis</i>
59	Banhado	303	<i>Hyalella bonariensis</i>
64	Banhado	3	Não identificado
68	Banhado	14	<i>Hyalella</i> sp.3
75	Banhado	356	<i>Hyalella</i> sp.1
76	Banhado	5	<i>Hyalella</i> sp.1
96	Banhado	10	<i>Hyalella bonariensis</i>
99	Banhado	339	<i>Hyalella bonariensis</i>
7	Açude	1	Não identificado
15	Açude	41	<i>Hyalella</i> sp.6
17	Açude	6	Não identificado
54	Açude	9	<i>Hyalella</i> sp.1
57	Açude	126	<i>Hyalella bonariensis</i>
60	Açude	9	<i>Hyalella curvispina</i>
65	Açude	1	Não identificado
74	Açude	4	Não identificado
24	Riacho	1	Não identificado
35	Riacho	2	Não identificado
95	Riacho	1	Não identificado
97	Riacho	4	Não identificado

Como foi identificada mais de uma espécie em alguns pontos amostrais, e nem todos os indivíduos coletados foram encaminhados para identificação, não foi possível determinar o valor exato da abundância de algumas espécies/morfoespécies. De qualquer forma, pode-se afirmar que, para *Hyalella bonariensis*, houve registro de mais de 1.086 indivíduos, não sendo registrada em ambientes lóticos, e sendo mais abundante em ambientes lênticos naturais (banhado), tendo sido registrada em cinco pontos amostrais nos banhados e em apenas um único ponto amostral de açude. Com relação à espécie *Hyalella curvispina*, observou-se nove indivíduos, em um único ponto, em ambientes lênticos artificiais (açudes). Os morfotipos ocorreram apenas em ambientes lênticos, sendo que *Hyalella* sp.1, com mais de 2.203 indivíduos, foi registrada em cinco pontos de banhado e em apenas um ponto de açude, sendo mais abundante em banhados (mais de 2.194 indivíduos). Os morfotipos *Hyalella* sp.2, *Hyalella* sp.3, *Hyalella* sp.4 e *Hyalella* sp.5, foram registrados apenas em banhados, sendo o registro de indivíduos, respectivamente: indefinido, mais de 14 indivíduos, mais de 242 indivíduos e um total de 649 indivíduos. Já, o morfotipo *Hyalella* sp.6, foi registrado apenas em açudes, totalizando 41 indivíduos. Nos ambientes lóticos, devido ao baixo número de indivíduos amostrados, não foi possível identificar nenhuma espécie.

Quando comparado com um trabalho realizado em 146 áreas úmidas no Rio Grande do Sul, distribuídas em todo o Estado, foram encontrados 5.948 indivíduos (RODRIGUES, 2011), menos da metade do que foi encontrado no presente estudo. No estudo de Rodrigues (2011) a espécie mais abundante foi *H. curvispina*, enquanto neste estudo, a mesma espécie foi a menos abundante, apesar de ser uma espécie amplamente distribuída no Estado do Rio Grande do Sul (GONZÁLEZ, 2001). Uma possível explicação para a diferença pode estar relacionada às épocas de amostragem dos trabalhos comparados, que são distintas. No estudo realizado em 146 áreas úmidas (RODRIGUES, 2011), as coletas foram realizadas entre março e outubro de 2002, enquanto no presente trabalho as coletas concentraram-se entre setembro de 2012 e janeiro de 2013. Assim, essa variação na abundância de *H. curvispina* entre os trabalhos pode ser explicada pela diferença entre as estações do ano, tendo o último sido realizado no verão e o primeiro, em todas as estações, com exceção do verão. Sabe-se que a variação temporal é um fator importante para a distribuição desses crustáceos (KEVREKIDS; BOUBONARI; GOUTNER, 2005). Além disso, a ocorrência de *H. curvispina* também é relacionada ao aumento da condutividade elétrica, que é comum na primavera, tendo já sido observado um aumento considerável de 125 indivíduos (registrado nas demais estações) para mais de 6 mil, em áreas úmidas artificiais na Argentina (GALASSI; FRANCESCHINI; NEIFF, 2006).

A espécie *H. bonariensis* e a morfoespécie *Hyaella* sp.1 foram as mais abundantes no presente estudo, sendo que a espécie *H. bonariensis* teve seu primeiro registro para o Estado do Rio Grande do Sul em 2008, sendo até então encontrada somente em Buenos Aires, na Argentina (SANTOS; ARAUJO; BOND-BUCKUP, 2008). Além dos estudos sobre o gênero serem incipientes no Estado do Rio Grande do Sul, fator que pode mascarar o registro de ocorrência de diversas espécies, outro fator que pode explicar a ampla distribuição desses indivíduos, que possuem sua forma de distribuição passiva, é o fato dos mesmos serem carregados pelos pássaros (SWANSON, 1984; BOROWSKY, 1991). Dados sobre a espécie *H. bonariensis* são restritos a experimentos em laboratório (CASTIGLIONI et al., 2010) ligando sua abundância a presença de macrófitas.

Ainda, no presente estudo, registramos dois banhados com existência de simpatria: *Hyaella* sp.2, *Hyaella* sp.3 e *Hyaella* sp.4 (município de São Martinho da Serra) e *Hyaella* sp.1 e *H. bonariensis* (município de Itaara). Sabe-se que são comuns casos de simpatria entre espécies dentro do gênero *Hyaella*. González e Watling (2003b) registraram uma surpreendente diversidade de *Hyaella*, no Lago Titicaca, na Bolívia, o qual ainda possui grande parte das espécies para serem descritas e muitas ainda estão por serem coletadas. Wellborn e Cothran (2007) também relataram a coexistência de três espécies de *Hyaella* (ainda não descritas) em um lago de Michigan, nos Estados Unidos. Da mesma forma, Castiglioni e Bond-Buckup (2007; 2008a; 2008b; 2009) verificaram que *H. pleoacuta* e *H. castroi* adquiriram especializações reprodutivas que as permitiram coexistir em um mesmo local no Estado do Rio Grande do Sul. A existência conjunta destas espécies, segundo Castiglioni e Bond-Buckup (2007; 2008a; 2008b; 2009), só é possível graças às diferenças observadas no ciclo de vida e às diferenças morfológicas existentes entre elas, o permitem diferentes estratégias reprodutivas e exploração de nichos, recursos e microhabitats distintos, dentro do mesmo habitat. Rodrigues (2011) também registrou casos de simpatria entre *H. curvispina* e *H. bonariensis*, além de *H. bonariensis* e *H. pleoacuta*, e a mesma pesquisadora já havia chamado atenção para a falta de informações sobre aspectos ecológicos da espécie *H. bonariensis*, sendo que esta parece ser uma espécie interessante para avaliar a dinâmica populacional de espécies simpátricas do gênero *Hyaella*.

Sobre as seis morfoespécies encontradas neste trabalho, não se pode discutir profundamente sobre elas antes de se poder afirmar se realmente são novas espécies. Desta forma, mais amostragens nos pontos se fazem necessárias para que se comprove essa hipótese, bem como, análises moleculares. Caso se confirme que estas morfoespécies realmente sejam novas, teremos um aumento significativo no número de espécies de *Hyaella*

no Brasil, contribuindo de forma expressiva para o conhecimento do grupo e dos crustáceos dulcícolas no Estado do Rio Grande do Sul.

Mais amostragens também se fazem necessárias naqueles nove pontos amostrais (um banhado, quatro açudes e quatro riachos), dos 27 pontos com registro do gênero *Hyalella*, nos quais não pode ser feita a identificação das espécies, pois estas áreas apresentaram baixo número de indivíduos e/ou ausência de indivíduos machos adultos, ou devido estes não serem adequados para confecção das lâminas para observação dos apêndices e identificação dos mesmos.

Com relação à análise de ordenação (ANOSIM), representada no gráfico de NMDS, foi encontrado um valor de stress bastante forte (0.01) e o valor de 'p' foi significativo, demonstrando que existe uma forte influência do ambiente na ocorrência/distribuição das espécies de *Hyalella* identificadas para a região amostrada. Pode-se observar a separação de, no mínimo, dois grupos: um de banhado e outro de riacho (Figura 3). Conforme observado e já ressaltado no capítulo 2 desta tese, observa-se que o açude (ambiente lêntico artificial) pode estar representando uma área importante de intersecção entre banhado (ambiente lêntico natural) e riacho (ambiente lótico) sobressaindo-se como eixo de conexão entre esses dois ambientes tão distintos quanto às características ambientais. Conforme sugerido por Baptista (2014), os reservatórios artificiais (açudes) podem ser um alternativa de conservação da representatividade faunística bentônica da região onde estão inseridos.

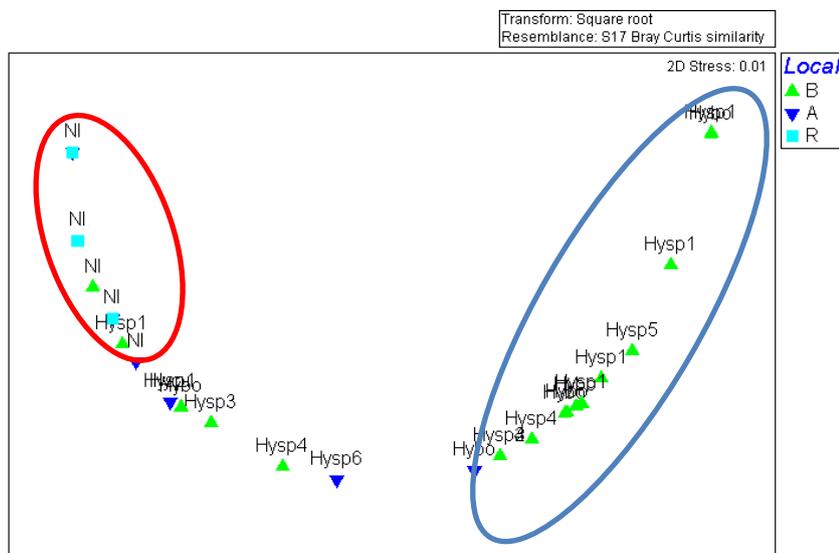


Figura 3: Análise de escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS). Stress=0.01. Considerando as distâncias entre os ambientes de banhado (triângulo verde), açude (triângulo azul forte) e de riacho (quadrado azul fraco), nos quais se registrou o gênero *Hyalella*, nos municípios da região central do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

A baixa ocorrência de exemplares *Hyalella* em riachos pode estar relacionada à qualidade da água dos riachos na região da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul. Esta região se caracteriza pela presença maciça de lavouras de arroz, o que pode contribuir com uma diminuição da presença do gênero (STENERT; SANTOS; MALTCHIK, 2004), além da ausência de mata ciliar nas margens dos riachos e da ausência de macrófitas ao longo do seu curso, diminuindo assim a disponibilidade de alimento e/ou abrigo para esses indivíduos (COOPER, 1965; MUSKÓ, 1990). A presença de plantas aquáticas, juntamente com os parâmetros hidrológicos, são indicados por alguns autores como um dos fatores mais importantes na regulação e distribuição de anfípodos (KEVREKIDS; BOUBONARE; GOUTNER, 2005; HUANG et al., 2007; JACOBUCCI; LEITE, 2008). Segundo Hargrave (1970), Kruschwitz (1978), Cooper (1965), Wellborn (1995) e Castiglioni et al. (2010), os indivíduos do gênero *Hyalella* aparecem associados às macrófitas, com registros tanto em ambientes lênticos quanto lóticos.

Ainda, através da regressão linear, percebemos que a ocorrência das espécies/morfoespécies esteve correlacionada aos índices de pH, condutividade elétrica e TDS (Figuras 4, 5 e 6), com destaque para a espécie *H. curvispina*, que pareceu apresentar um padrão oposto à preferência da *H. bonariensis* e das outras seis morfoespécies. Enquanto a maioria apresentou sua ocorrência relacionada a ambientes com pH mais próximo a neutro (conforme já observado e destacado no capítulo 2 desta tese), índices de condutividade elétrica e TDS (total de sólidos dissolvidos) mais baixos, a ocorrência de *H. curvispina* pode estar correlacionada a ambientes que apresentam um pH mais ácido, índices de condutividade elétrica e TDS mais altos. Para a condutividade elétrica, Galassi et al. (2006), conforme já ressaltado, encontrou resultado semelhante.

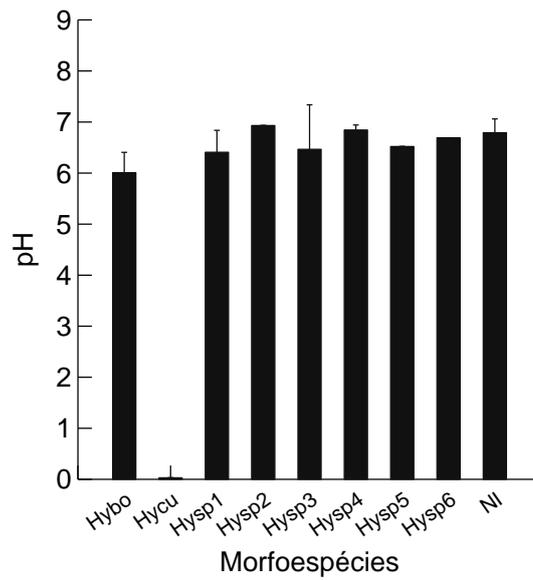


Figura 4: Correlação entre a ocorrência de espécies/morfoespécies de *Hyalella* e índices de pH ($p=0.001$, $R^2=0.763$), para os 27 ambientes com presença de *Hyalella*, amostrados nos municípios da região central do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Hybo = *Hyalella bonariensis*; Hycu = *Hyalella curvispina*; Hysp1 = *Hyalella* sp.1; Hysp2 = *Hyalella* sp.2; Hysp3 = *Hyalella* sp.3; Hysp4 = *Hyalella* sp.4; Hysp5 = *Hyalella* sp.5; Hysp6 = *Hyalella* sp.6; NI = Não identificadas.

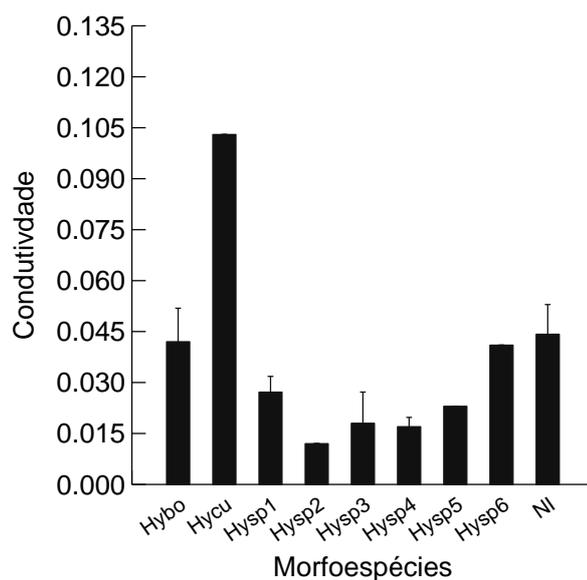


Figura 5: Correlação entre a ocorrência de espécies/morfoespécies de *Hyalella* e índices de condutividade elétrica ($p=0.029$, $R^2=0.515$), para os 27 ambientes com presença de *Hyalella*, amostrados nos municípios da região central do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Hybo = *Hyalella bonariensis*; Hycu = *Hyalella curvispina*; Hysp1 = *Hyalella* sp.1; Hysp2 = *Hyalella* sp.2; Hysp3 = *Hyalella* sp.3; Hysp4 = *Hyalella* sp.4; Hysp5 = *Hyalella* sp.5; Hysp6 = *Hyalella* sp.6; NI = Não identificadas.

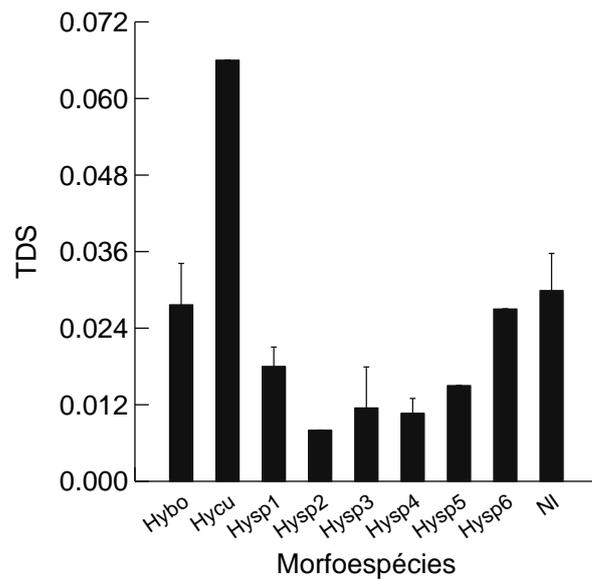


Figura 6: Correlação entre a ocorrência de espécies/morfoespécies de *Hyalella* e índices de TDS ($p=0.032$, $R^2=0.509$), para os 27 ambientes com presença de *Hyalella*, amostrados nos municípios da região central do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Hybo = *Hyalella bonariensis*; Hycu = *Hyalella curvispina*; Hysp1 = *Hyalella* sp.1; Hysp2 = *Hyalella* sp.2; Hysp3 = *Hyalella* sp.3; Hysp4 = *Hyalella* sp.4; Hysp5 = *Hyalella* sp.5; Hysp6 = *Hyalella* sp.6; NI = Não identificadas.

Em geral, os trabalhos de *Hyalella* desenvolvidos no Estado do Rio Grande do Sul são voltados à descrição de espécies, ou concentrados nas regiões dos Aparados da Serra (BOND-BUCKUP; ARAUJO, 1998; GONZÁLEZ; BOND-BUCKUP; ARAUJO, 2006) e região litorânea (GONZÁLEZ; WATLING, 2003). Contudo, segundo Stenert et al. (2004), a região hidrográfica do Uruguai apresenta a maior riqueza do gênero *Hyalella* e dos demais macroinvertebrados, demonstrando assim a necessidade da ampliação de estudos nessa região, para que se possa identificar o maior número de indivíduos possíveis. Este trabalho foi realizado em áreas pertencentes à região hidrográfica do Uruguai, onde muitas espécies encontradas do gênero *Hyalella* não foram identificadas.

REFERÊNCIAS

AFONSO, A. A. O.; HENRY, R.; RODELLA, R. C. S. M. 2000. Allochthonous matter input in two different stretches of a headstream (Itatinga, São Paulo, Brazil). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 43, p. 335-343, 2000.

ALLAN, J. D. **Stream ecology: structure and function of running waters**. London: Chapman & Hall, 1995. 388 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA (Brasil). Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. **Panorama da Qualidade das Águas Superficiais no Brasil: Cadernos de Recursos Hídricos 1**. Brasília, 2005. 176 p.

BAPTISTA, V. A. B. **O papel dos açudes na manutenção da biodiversidade de macroinvertebrados de áreas úmidas no extremo sul do Brasil**. 2014. 98 f. Tese (Doutorado em Biodiversidade Animal)–Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

BASTOS-PEREIRA, R.; BUENO, A. A. P. A new species of freshwater amphipod (Dogielinotidae, *Hyaella*) from Southeastern Brazil. **Nauplius**, Ribeirão Preto, v. 21, p. 79-87, 2013.

BENTO, F. M.; BUCKUP, L. 1999. Subordem Gammaridea. In: BUCKUP, L.; BOND-BUCKUP, G. (Eds.). **Os Crustáceos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, p. 177-188, 1999.

BOND-BUCKUP, G.; ARAUJO, P. B. *Hyaella montenegrinae* sp. n., um Amphipoda de águas continentais do sul do Brasil (Crustacea, peracarida, hyalellidae). **Nauplius**, Rio Grande, v. 6, p. 53-59, 1998.

BORGMANN, U.; COUILLARD, Y.; GRAPENTINE, L. C. Relative contribution of food and water to 27 metals and metalloids accumulated by caged *Hyaella azteca* in two rivers affected by metal mining. **Environmental Pollution**, London, v. 145, n. 10, p. 753-765, 2007.

BOROWSKY, B. Patterns of reproduction of some amphipod crustaceans and insights into the nature of their stimuli. In: BAUER, R. T.; MARTIN, W. (Eds.). **Journal of Crustacean Sexual Biology**, New York: Columbia, 1991. 355 p.

BOVEE, E. C. Some effects of temperature on the rates of embryonic, post embryonic, and adult growth in *Hyaella azteca*. **The Proceedings of the Iowa Academy of Science**, Iowa, v. 57, p. 439-444, 1950.

BRUSCA, R. C.; BRUSCA, G. J. **Invertebrados**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. 968 p.

BUENO, A. A. P. et al. Two new species of *Hyaella* (Amphipoda, Dogielinotidae) from Brazil. **Crustaceana**, Leiden, v. 86, p. 802-819, 2013.

BUENO, A. A. P.; RODRIGUES, S. G.; ARAUJO, P. B. O estado da arte do gênero *Hyaella* Smith, 1874 (Crustacea, Amphipoda, Senticaudata, Hyalellidae) no Brasil. In: HAYASHI, C. (Ed.). **Tópicos de atualização em ciências aquáticas**. Uberaba: UFTM, v. 1, p. 57-88, 2014.

CALLEGARI-JACQUES, S. M. Bioestatística: Princípios e aplicações. Porto Alegre: Artmed, 2003. 264 p.

CARDOSO, G. M.; BUENO, A. A. P.; FERREIRA, R.L. A new troglotrophic species of *Hyaella* (Crustacea, Amphipoda, Dogielinotidae) from Southeastern Brazil. **Nauplius**, Ribeirão Preto, v. 19, n. 1, p. 17-26, 2011.

CARDOSO, G. M. et al. Two new subterranean species of *Hyaella* Smith, 1874 (Crustacea: Amphipoda: Hyaellidae) from Brazil. **Zootaxa**, Auckland, v. 3814, p. 253-348, 2014.

CASTIGLIONI, D. S.; BOND-BUCKUP, G. Reproductive strategies of two sympatric species of *Hyaella* Smith, 1874 (Amphipoda, Dogielinotidae) in laboratory conditions. **Journal of Natural History**, London, v. 41, p. 1571-1584, 2007.

CASTIGLIONI, D. S.; BOND-BUCKUP, G. Ecological traits of two sympatric species of *Hyaella* Smith, 1874 (Crustacea, Amphipoda, Dogielinotidae) from southern Brazil. **Acta Oecologica**, Paris, v. 33, n. 1, p. 36-48, 2008a.

CASTIGLIONI, D. S.; BOND-BUCKUP, G. Pairing and reproductive success in two sympatric species of *Hyaella* (Crustacea, Amphipoda, Dogielinotidae) from southern Brazil. **Acta Oecologica**, Paris, v. 33, n. 1, p. 49-55, 2008b.

CASTIGLIONI, D. S.; BOND-BUCKUP, G. Egg production of two sympatric species of *Hyaella* Smith, 1874 (Crustacea, Amphipoda, Dogielinotidae) in aquaculture ponds in southern Brazil. **Journal of Natural History**, London, v. 43, p. 1273-1289, 2009.

CASTIGLIONI, D. S. et al. Intermolt duration and postembryonic growth of two sympatric species of *Hyaella* (Amphipoda, Dogielinotidae) in laboratory conditions. **Nauplius**, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 57-64, 2007.

CASTIGLIONI, D. S. et al. Variations in biochemical composition and lipoperoxidation levels of *Hyaella bonariensis* maintained in laboratory with different diets. **Animal Biology**, Palermo, v. 60, p. 349-360, 2010.

CLARKE, K. R.; GORLEY, R. N. (Eds.). **Primer v.6: User Manual/Tutorial**. Plymouth: PRIMER-E Ltda, 2006. 192 p.

COOPER, W. E. Dynamics and production of a natural population of a freshwater amphipod *Hyaella azteca*. **Ecological Monographs**, Lawrence, v. 35, n. 4, p. 377-394, 1965.

COUILLARD, Y. et al. The amphipod *Hyaella azteca* as a biomonitor in field deployment studies for metal mining. **Environmental Pollution**, London, v. 156, n. 14, p. 1314-1324, 2008.

DANTAS, M. E.; VIEIRO, A. C.; DA SILVA, D. R. A. Origem das paisagens. In: VIEIRO, A. C.; DA SILVA, D. R. A. (Eds.). **Geodiversidade do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: CPRM, 2010.

DE MARCH, B. G. E. The effects of photoperiod and temperature on the induction and termination of reproductive resting stage in the freshwater amphipod *Hyaella azteca* (Saussure). **Canadian Journal of Zoology**, Ottawa, v. 55, p. 1595-1600, 1977.

DUAN, Y.; GUTTMA, S. I.; ORIS, J. T. Genetic differentiation among laboratory populations of *Hyaella azteca*: implications for toxicology. **Environmental Toxicology and Chemistry**, New York, v. 16, p. 691-695, 1997.

GALASSI, M. E.; FRANCESCHINI, M. C.; NEIFF, A. P. Population estimates of *Hyalella curvispina* Shoemaker (Amphipoda) in aquatic vegetation of northeastern Argentinian ponds. **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 18, n. 1, p. 101-108, 2006.

GONZÁLEZ, E. R.; WATLING, L. A new species of *Hyalella* from the Patagonia, Chile, with the redescription of *H. simplex* Schellenberg, 1943 (Crustacea: Amphipoda). **Journal of Natural History**, London, v. 37, p. 2077-2094, 2003a.

GONZÁLEZ, E. R.; WATLING, L. A new species of *Hyalella* from Brazil (Crustacea: Amphipoda), and redescription of three other species in the genus. **Journal of Natural History**, London, v. 37, p. 2045-2076, 2003b.

GONZÁLEZ, E. R.; BOND-BUCKUP, G.; ARAUJO, P. B. Two new species of *Hyalella* from southern Brazil (Amphipoda: Hyalellidae) with a taxonomic key. **Journal of Crustacean Biology**, Woods Hole, v. 26, n. 3, p. 355-365, 2006.

GONZÁLEZ, E. **Neartic and neotropical *Hyalella* (Crustacea: Amphipoda: Hyalellidae)**. 2001. 470 p. Tese (Doutorado em Biologia Animal)–University of Maine, Maine, 2001.

GRAÇA, M. A. S. The role of invertebrates on leaf litter decomposition in stream: a Review. **International Review of Hydrobiologia**, Weinheim, v. 86, p. 383-393, 2001.

GROSSO, L.; PERALTA, M. Anfípodos de agua dulce sudamericanos. Revisión del género *Hyalella* Smith. **Acta Zoologica Lilloana**, Tucuman, v. 45, p. 79-98, 1999.

HARGRAVE, B. T. The utilization of benthic microfauna by *Hyallela azteca* (Amphipoda). **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v. 39, p. 427-437, 1970.

HAYWARD, P. J. et al. Crustaceans. In: HAYWARD, J. P.; RYLAND, J. S. (Eds.). **Handbook of the marine fauna of North-West Europe**. Oxford: Oxford University, p. 290-461, 1995.

HUANG, Y. M. et al. Patterns of gammaridean amphipod abundance and species composition associated with dominant subtidal macroalgae from the western Antarctic Peninsula. **Polar Biology**, Cincinnati, v. 30, n. 11, p.1417-1430, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Mapa da vegetação do Brasil e Mapa de Biomas do Brasil**. 2004. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>>. Acesso: 04 maio 2015.

ISAÍÁ, T. **Planejamento de uso da terra para o município de Santa Maria-RS, através do diagnóstico físico conservacionista das microbacias hidrográficas**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1992. 60 p.

BAPTISTA, V. A. B. **O papel dos açudes na manutenção da biodiversidade de macroinvertebrados de áreas úmidas no extremo sul do Brasil**. 2014. 98 f. Tese (Doutorado em Biodiversidade Animal)–Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

JACOBUCCI, G. B.; LEITE, F. P. P. Effect of temporal variation and size of herbivorous amphipods on consumption levels of *Sargassum filipendula* (Phaeophyta, Fucales) and their main epiphyte, *Hypnea musciformis*. **Neotropical Biology and Conservation**, São Leopoldo, v. 3, n. 2, p. 78-85, 2008.

KEVREKIDIS, T.; BOUBONARI, T.; GOUTNER, V. Seasonal variation in abundance of *Corophium orientale* (Crustacea: Amphipoda) in Monolimni lagoon, Evros Delta, North Aegean Sea. **Belgian Journal of Zoology**, Brussels, v. 135, n. 2, p. 171-173, 2005.

KLEIN, R. M. Aspectos dinâmicos da vegetação do Sul do Brasil. **Sellowia**, Itajaí, v. 36, p. 5-54, 1984.

KRUSCHWITZ, L. G. Environmental factors controlling reproduction of the amphipod *Hyalella azteca*. **Proceedings of the Oklahoma Academy of Science**, Oklahoma, v. 21, p. 16-21, 1978.

LOWRY, J. K.; MYERS, A. A. A phylogeny and classification of the Senticaudata subord. nov. (Crustacea: Amphipoda). **Zootaxa**, Auckland, v. 3610, p. 1-80, 2013.

MAGURRAN, A. E. **Measuring biological diversity**. Oxford: Blackwell Science, 2004. 256p.

MALUF, J. R. T. Nova classificação climática do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 8, n. 1, p. 141-150, 2000.

MARCUZZO, S.; PAGEL, S. M.; CHIAPETTI, M. I. S. (Eds.). **A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica no Rio Grande do Sul: situação atual, ações e perspectivas**. Consórcio da Mata Atlântica e Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. São Paulo: Cetesb, 1998. 60 p.

MARRÓN-BECERRA, A.; HERMOSO-SALAZAR, M.; SOLÍS-WEISS, V. *Hyalella cenotenis*, a new species of Hyalellidae (Crustacea: Amphipoda) from the Yucatán Peninsula, Mexico. **Zootaxa**, Auckland, v. 3811, n. 2, p. 262-270, 2014.

MARTIN, J. W.; DAVIS, G. E. An Updated Classification of the Recent Crustacea. **Natural History Museum of Los Angeles County**, Los Angeles, 2001. 124 p.

MOORE, D. W.; FARRAR, J. D. Effect of growth on reproduction in the freshwater amphipod, *Hyalella azteca* (Saussure). **Hydrobiologia**, The Hague, v. 328, p. 127-134, 1996.

MORAES, F. D.; BEZZI, M. L. A organização do estado agrário de Mata/RS: a cadeia produtiva da pecuária. **Geografia: Ensino & Pesquisa**, Santa Maria, v. 3, n. 2, p. 21-32, 2009.

MUSKÓ, I. B. Qualitative and quantitative relationships os Amphipoda (Crustacea) living on macrophytes in Lake Balaton (Hungary). **Hydrobiologia**, The Hague, v. 191, p. 269-274, 1990.

NEBEKER, A. V. Effects of low dissolved oxygen on survival, growth and reproduction of *Daphnia*, *Hyalella* and *Gammarus*. **Environmental Toxicology Chemistry**, New York, v. 11, p. 373-379, 1992.

PEDRON, F. A. et al. A aptidão de uso da terra como base para o planejamento da utilização dos recursos naturais no município de São João do Polêsine – RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 1, p. 105-112, 2006.

PEREIRA, V. F. G. C. Uma espécie de anfípode cavernícola do Brasil - *Hyalella caeca* sp. n. (Amphipoda, Hyalellidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 6, p. 49-55, 1989.

PEREIRA, V. F. G. C. *Hyalella dielaii* sp. nov. from São Paulo Brazil (Amphipoda, Hyalellidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 21, p. 179-184, 2004.

PILGRIM, W.; BURT, M. D. B. Effect of acute pH depression on the survival of the freshwater amphipod *Hyalella azteca* at variable temperatures: field and laboratory studies. **Hydrobiologia**, The Hague, v. 254, p. 91-98, 1993.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: Editora Viva, 2001. 328 p.

QUADROS, F. L. F.; PILLAR, V. P. Transições floresta-campo no Rio Grande do Sul. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v. 24, p. 109-118, 2002.

RODRIGUES, S. G. ***Hyalella* Smith, 1874 (Crustacea, Amphipoda, Dogielinotidae) em áreas úmidas do Rio Grande do Sul, Brasil**. 2011. 140 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

RODRIGUES, S. G.; BUENO, A. A. P.; FERREIRA, R. L. The first hypothelminorheic Crustacea (Amphipoda, Dogielinotidae, *Hyalella*) from South America. **Zookeys**, Sofia, v. 236, p. 65-80, 2012.

RODRIGUES, S. G.; BUENO, A. A. P.; FERREIRA, R. L. A new troglobiotic species of *Hyalella* (Crustacea, Amphipoda, Hyalellidae) with a taxonomic key for the Brazilian species. **Zootaxa**, Auckland, v. 3815, n. 2, p. 200-214, 2014.

SANTOS, A. L. F. dos; ARAUJO, P. B.; BOND-BUCKUP, G. New species and new reports of *Hyalella* (Crustacea, Amphipoda, Dogielinotidae) from Argentina. **Zootaxa**, Auckland, n. 1760, p. 24-36, 2008.

SECRETARIA DO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – SEMA. **Bacias Hidrográficas do RS**, 2011. Disponível em: <<http://www.sema.rs.gov.br>>. Acesso em: 02 jul. 2015.

STENERT, C.; SANTOS, E. M.; MALTCHIK, L. Levantamento da diversidade de macroinvertebrados em áreas úmidas do Rio Grande do Sul (Brasil). **Acta Biologica Leopoldensia**, São Leopoldo, 26 (2): 229–244, 2004.

STRONG, D. R. Life History variation among populations of an amphipod (*Hyalella azteca*). **Ecology**, Davis, v. 53, p. 1103-1111, 1972.

SWANSON, G. A. Dissemination of amphipods by waterfowl. **Journal of Wildlife Management**, Malden, v. 48, p. 988–991, 1984.

VÄINÖLA, R. et al. Global diversity of amphipods (Amphipoda; Crustacea) in freshwater. **Hydrobiologia**, The Hague, v. 595, p. 241-255, 2008.

WELLBORN, G. A. Size-biased predation and prey life histories: a comparative study of freshwater amphipod populations. **Ecology**, Davis, v. 75, n. 7, p. 2104-2117, 1994.

WELLBORN, G. A. Determinants of reproductive success in freshwater amphipod species that experience different mortality regimes. **Animal Behaviour**, London, v. 50, p. 353-363, 1995.

ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. New Jersey: Prentice Hall, 1999. 663 p.

ZIMMER, A.; ARAUJO, P. B.; BOND-BUCKUP, G. Diversity and arrangement of the cuticular structures of *Hyalella* (Crustacea: Amphipoda: Dogielinotidae) and their use in taxonomy. **Zoologia**, Curitiba, v. 26, n. 1, p. 127-142, 2009.

CONCLUSÃO GERAL

- A ideia proposta nesse trabalho é pioneira para a análise da composição e da estrutura de macroinvertebrados, bem como suas respostas às variáveis ambientais, comparando ambientes lóticos e lênticos (naturais e artificiais).
- Foi constatado que os ambientes lênticos e lóticos diferiram significativamente quanto à temperatura, índices de turbidez e oxigênio dissolvido.
- O ambiente que apresentou a maior abundância de macroinvertebrados foi o banhado, diferindo significativamente de açudes e rios.
- Riachos, que apresentaram a menor abundância, também apresentaram baixas temperaturas, baixos índices de turbidez e pH e altos índices de oxigênio dissolvido.
- As variáveis determinantes na distribuição dos macroinvertebrados foram: salinidade, oxigênio dissolvido, pH e potencial de óxido-redução.
- O gênero com maior abundância foi *Hyaella*, sendo 99% dos registros em banhados.
- O registro de indivíduos do gênero *Hyaella* tende a ser maior em locais com temperatura e índices de turbidez mais altos, mas com baixos índices de oxigênio dissolvido.
- Índices mais altos de TDS e pH parecem não ser favoráveis aos indivíduos do gênero *Hyaella*.
- Os resultados sugerem que quanto mais próximo a neutro o pH, maior a probabilidade de aumentar o registro do número de indivíduos do gênero *Hyaella*.
- As variações dentro do mesmo ambiente não é o que, de fato, interfere e explica a presença e a quantidade de *Hyaella*, e sim, a variação entre os ambientes (lênticos naturais e artificiais e lóticos) é que parece determinar a presença e abundância do gênero.

- Foram identificadas duas espécies, *Hyaella bonariensis* e *Hyaella curvispina*, que já eram conhecidas para o Estado, sendo que a *H. bonariensis* foi mais abundante.
- Foram identificadas seis morfoespécies, as quais têm grande probabilidade de serem espécies novas.
- As espécies *H. bonariensis* e a *Hyaella* sp.1 foram as mais abundantes, e inclusive apareceram coexistindo no mesmo ponto amostral, assim como a *Hyaella* sp.2, *Hyaella* sp.3 e *Hyaella* sp.4.
- Observou-se uma forte influência do ambiente na ocorrência/distribuição das espécies de *Hyaella* identificadas para a região amostrada, sendo que o açude pode estar representando uma área importante de intersecção entre banhado e riacho.
- A ocorrência de *H. curvispina* apresentou-se correlacionada a ambientes que apresentam pH mais ácidos e índices mais altos de condutividade elétrica e TDS, padrão oposto ao observado nas demais espécie/morfoespécies.
- Este trabalho contribui para a expansão do conhecimento sobre o gênero *Hyaella* no país, além de avaliar sua distribuição geográfica na região central do Estado do Rio Grande do Sul.
- A implicação destes resultados para a conservação é que se torna ainda mais clara a importância da manutenção de ambientes lênticos naturais (banhados) para a preservação das espécies, principalmente para as de dispersão passiva, como as espécies de *Hyaella*.