

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**DISTRIBUIÇÃO E DIVERSIDADE ESPAÇO -
TEMPORAL DA CLASSE COLLEMBOLA NA REGIÃO
CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Franciele Coghetto

Santa Maria, RS, Brasil,

2015

**DISTRIBUIÇÃO E DIVERSIDADE ESPAÇO - TEMPORAL DA
CLASSE COLLEMBOLA NA REGIÃO CENTRAL DO RIO
GRANDE DO SUL, BRASIL**

Franciele Coghetto

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Área de Engenharia Ambiental, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Engenharia Agrícola.**

Orientador: Profª Drª Ana Paula Moreira Rovedder

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).

Coghetto, Franciele

Distribuição e diversidade espaço - temporal da classe collembola na região central do Rio Grande do Sul, Brasil / Franciele Coghetto.-2015.

61 f.; 30cm

Orientadora: Ana Paula Moreira Rovedder

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, RS, 2015

1. Fauna do solo 2. Colêmbolos 3. Pampa 4. Floresta Estacional Decidual I. Rovedder, Ana Paula Moreira II. Título.

© 2015

Todos os direitos autorais reservados a Franciele Coghetto. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

E-mail: francoghetto@gmail.com

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**DISTRIBUIÇÃO E DIVERSIDADE ESPAÇO - TEMPORAL DA CLASSE
COLLEMBOLA NA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL,
BRASIL**

elaborada por
Franciele Coghetto

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Engenharia Agrícola

COMISSÃO EXAMINADORA:

Ana Paula Moreira Rovedder, Dr^a. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Záida Inês Antonioli, Dr^a. (UFSM)

Gerusa Pauli Kist Steffen, Dr^a. (FEPAGRO)

Santa Maria, 4 de março de 2015.

Dedico

A minha mãe Rosa,
A meu tio Pedrinho (*in memoriam*),
Ao meu querido avó Colorindo (*in memoriam*)
Ao meu anjo de 4 patas Rodolfo (*in memoriam*),
*Pelos momentos vividos, pelas lições de vida, por
todo amor e por toda proteção.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço,

A Deus e aos meus guias espirituais, pela proteção.

À minha querida mãe Rosa, ao meu irmão Fábio, a minha tia Jove e a minha avó Honorina, pelos exemplos íntegros, pelo amor, carinho, paciência, por todo apoio e confiança em mim depositados. Serei eternamente grata por ter tido a chance de fazer parte dessa família, amo vocês!

Ao meu companheiro José Antônio Louzada, pelo amor, carinho, apoio, confiança, pelas discussões políticas e ajuda no campo. Gratidão por todos os momentos compartilhados ao teu lado.

À Rafaela Hummel e ao Lucas Toso, pela amizade, compreensão, apoio e por terem tornado meus dias de Santa Maria à Nova Ramada mais felizes. Estarão sempre no meu coração e pensamentos.

À Eliara Piazza, pela amizade, compreensão, pela ajuda nas incontáveis e cansáveis horas de laboratório para morfotipagem dos colêmbolos.

À minha orientadora Ana Paula Rovedder, por ter me iniciado nos estudos de fauna do solo e pelo empoderamento enquanto mulher- mãe- profissional.

Aos professores Zaída Antonioli e Rodrigo Jacques, pela amizade, paciência, ensinamentos, contribuições, empréstimo dos materiais e dos laboratórios para que triagem do material fosse realizada.

Ao professor Douglas Zeppelini, pela disposição em auxiliar na identificação taxonômica dos colêmbolos, pelos ricos ensinamentos e pela excelente acolhida em João Pessoa/PB.

Ao biólogo e futuro taxonomista, Roniere Brito, pela ajuda na montagem e na identificação do material biológico, pela enorme paciência na tentativa incansável de me fazer enxergar escamas e tricobótrias até então invisíveis para mim, pelos ensinamentos, pelas discussões via facebook, pela amizade.

À toda a equipe do LSCC – Laboratório de Sistemática de Colêmbolos e Conservação da UEPB, pela ajuda para “decifrar” e entender os colêmbolos, pela receptividade, pela amizade e pelos momentos de descontração.

À toda a equipe do NEPRADE, pela amizade, ajuda, pelas festas, pelas parcerias e por serem pessoas especiais.

Ao Dr. Geovane Reichem pelas valiosas contribuições nas análises estatísticas desde estudo.

Aos meus amigos, pela companhia e compreensão, em especial ao meu querido amigo Eduardo Jaehn, pelo carinho e por ter me acolhido em Santa Maria.

Ao professor Altemir José Mossi, pela amizade, pela ajuda e incentivo e por ter contribuído para que a identificação dos colêmbolos fosse realizada.

Ao coordenador do PPGEA, professor Jerson Carús Guedes, pelo apoio e liberação dos recursos necessários para a viagem de identificação dos colêmbolos

À secretária Luciana, pela competência, agilidade e seriedade nas atividades prestadas ao Programa e aos pós-graduandos do PPGEA.

Ao ex- nepradiano Anderson Campanholi pela ajuda no campo.

À Daiane Andriollo pela identificação das espécies florestais.

Aos caseiros da Fazenda Santa Tereza, pela amizade e acolhida.

Ao proprietário da Fazenda Santa Tereza, César Medeiros, pela disponibilidade da área para o desenvolvimento desta pesquisa.

À Capes pela bolsa de estudos.

“Desconfiai do mais trivial, na aparência singelo.

E examinai, sobretudo, o que parece habitual.

Suplicamos expressamente:

não aceiteis o que é de hábito

como coisa natural.

Pois em tempo de desordem sangrenta, de confusão organizada, de arbitrariedade consciente, de humanidade desumanizada, nada deve parecer natural.

Nada deve parecer impossível de mudar.”

Bertolt Brecht

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola
Universidade Federal de Santa Maria

DISTRIBUIÇÃO E DIVERSIDADE ESPAÇO- TEMPORAL DA CLASSE COLLEMBOLA NA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

AUTORA: FRANCIELE COGHETTO
ORIENTADORA: ANA PAULA MOREIRA ROVEDDER
Data e Local da Defesa: Santa Maria, 04 de março de 2015.

A medida que a expansão agrícola avança sobre os ecótopos do Bioma Pampa, a simplificação e a contaminação de ambientes tem se tornado os principais agentes causadores da perda de diversidade de vários organismos do solo entre eles os colêmbolos. A Classe Collembola é um dos grupos mais abundantes na fauna do solo, sendo responsável pela fragmentação de detritos vegetais, dispersão de fungos, decomposição, mineralização de nutrientes, entre outros, desempenhando assim papel fundamental na dinâmica do funcionamento dos ecossistemas. Os colêmbolos possuem distribuição cosmopolita e estão presentes em quase todos os ecossistemas, desde áreas alagadas até altitudes mais altas. Apesar de desempenhar papel fundamental no funcionamento dos ecossistemas e estarem presentes em todas as regiões zoogeográficas, estudos da Classe Collembola, são negligenciados e incipientes em várias regiões, como é o caso do Rio Grande do Sul. Neste intuito, o presente estudo teve como objetivo inventariar a distribuição dos colêmbolos em diferentes usos de solos na Depressão Central do Rio Grande do Sul, aliando o estudo taxonômico à parâmetros ecológicos, com fins de contribuir para o conhecimento da dinâmica populacional da Classe Collembola em diferentes usos de solo nesta região. Foram realizadas coletas com auxílio de armadilhas do tipo PROVID no período de novembro de 2013 à junho de 2014, de modo a cobrir a sazonalidade anual. Ao todo foram identificadas dezenove espécies, dezoito gêneros, pertencentes a sete famílias. Os resultados demonstraram indícios de sazonalidade na distribuição dos colêmbolos e uma preferência pela área de floresta conservada, com onze espécies pertencentes a seis famílias, coletadas. Sendo que as áreas com menores riquezas de espécies foram a floresta impactada, com sete espécies pertencentes a quatro famílias e a lavoura com oito espécies, pertencentes a quatro famílias, coletadas. Esses dados sugerem para as perdas de diversidade causadas principalmente pela fragmentação de ecossistemas e pelo uso indiscriminado de agrotóxicos.

Palavras-chave: Fauna do solo. Colêmbolos. Pampa. Floresta Estacional Decidual.

ABSTRACT

Master dissertation
Graduate Program in Agricultural Engineering
Federal university of Santa Maria

DISTRIBUTION AND DIVERSITY SPACE-TIME OF COLLEMBOLA CLASS IN CENTRAL REGION OF RIO GRANDE DO SUL, BRAZIL

AUTHOR: FRANCIELE COGHETTO

ADVISOR: ANA PAULA MOREIRA ROVEDDER

Date and Local of the Defense: Santa Maria, mach 4th 2015.

As long as the agricultural expansion progresses over the Pampa biome, the simplification and contamination of environments have become the main causing agents of loses of diversity of several soil organisms, among them the springtails. The Collembola class is one of the most plentiful groups present in the soil fauna; being responsible for the fragmentation of plant detritus, fungi dispersion, decomposition, nutrient mineralization and others; developing this way an elementary function at the dynamic of ecosystem operation. Springtails have a cosmopolitan distribution and can be found in almost all ecosystems, from the flooded areas until the higher elevations. Besides performing fundamental role at the ecosystem operation and be present in all zoogeographic regions, studies about Collembola class are overlooked and incipient at many areas, which is the case of Rio Grande do Sul. To that end, this study had as objective to schedule the distribution of springtails in different soil uses at the Central Depression Area of Rio Grande do Sul, allying taxonomic study to ecological parameters, aiming to contribute for the knowledge about dynamics of Collembola population in different soil uses at this region. Collects were performed with the aid of PROVID traps between November of 2013 and June of 2014, covering the annual seasonality. At all, were identified nineteen species and eighteen genders belonging to seven different families. The results showed indications of seasonality on the springtails distribution, and a preference for protected forest area, with eleven species belonging to six families collected. The area with less richness of species was the impacted one, with seven species belonging to four families, and the tillage with eight species belonging to four families collected. These data suggest to the loses of diversity caused, mainly, by ecosystem fragmentation and indiscriminate use of agrochemicals.

Key words: Soil fauna. Springtails. Pampa. Deciduous Forest.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
ARTIGO 1 - DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO- TEMPORAL DA CLASSE COLLEMBOLA, EM DIFERENTES USOS DE SOLO NO BIOMA PAMPA.	15
RESUMO.....	15
ABSTRACT	15
INTRODUÇÃO	16
METODOLOGIA.....	18
Caracterização da Área de Estudo.....	18
Amostragem dos dados	20
Mesofauna edáfica	20
Dados abióticos.....	21
Análise estatística	22
RESULTADOS	23
DISCUSSÃO	35
CONCLUSÃO.....	41
REFERÊNCIAS.....	41
ARTIGO 2 - REGISTROS DA CLASSE COLLEMBOLA NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL	47
RESUMO.....	47
ABSTRACT	47
INTRODUÇÃO	48
MATERIAL E MÉTODOS	49
RESULTADOS	50
DISCUSSÃO	52
REFERÊNCIAS.....	54
DISCUSSÃO	56
CONCLUSÃO.....	58
REFERÊNCIAS	59
APÊNDICE A	61

INTRODUÇÃO

O Bioma Pampa é o único bioma brasileiro que ocupa exclusivamente o território de um único Estado. Localizado no Rio Grande do Sul, o bioma é composto por campos nativos, florestas ciliares, florestas de encosta, florestas de pau-ferro, formações arbustivas, butiazais, banhados, afloramentos rochosos, etc. e abriga uma grande diversidade biológica (flora, invertebrados, peixes, répteis e anfíbios, aves e mamíferos). Mesmo com quase toda sua área original devastada pelas fortes pressões oriundas de atividades agrosilvipastoris, o Pampa Gaúcho, contempla uma área de extrema importância biológica para conservação da natureza, pela sua rica biodiversidade de fauna e flora (BOLDRINI, 2006; ROVEDDER e ANTONIOLLI, 2012; ROVEDDER, 2013).

O Pampa ocupa cerca de 178.243 km² o que corresponde a 63% do território gaúcho e a 2,07% do território nacional e se localiza nas regiões fisiográficas da Depressão Central, Campanha Gaúcha, Serra do Sudeste, Encosta do Sudeste, parte das Missões e Litoral Sul (ROVEDDER, 2013; MMA, 2015). Das diferentes fitofisionomias encontradas dentro do domínio do Pampa, está a Floresta Estacional Decidual.

De acordo com o Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul, a Floresta Estacional Decidual abrange uma área de 11.762,45 km², o que representa 4,16 % da cobertura florestal do Estado e 23,84 % da área total coberta com florestas naturais. Localizada nas regiões noroeste e central do Rio Grande do Sul, a Floresta Estacional Decidual é caracterizada pela perda de mais de 50% das folhas das árvores do estrato superior durante o outono e inverno (KLEIN, 1984; BRENA e LONGHI, 2002). Atualmente a Floresta Estacional decidual sofre com os processos de fragmentação, conversão de ecossistemas e sua consequente simplificação.

O processo de fragmentação dos ecotópos do Bioma Pampa está atrelado em décadas mais longínquas (Século XVII) à colonização Ibérica e à introdução da pecuária. A partir da década de 1960 e até os dias de hoje, a intensificação da degradação ambiental do Bioma Pampa está ligada principalmente ao avanço extensivo e a grande expansão das fronteiras agrícolas, com presença marcante da cultura de arroz, silvicultura e mais recentemente com a expansão da área de cultivo

do principal *commodities* brasileiro, - a soja (ROVEDDER e ANTONIOLLI, 2012; ROVEDDER, 2013)

A intensificação dos sistemas de produção agrícola, após a notória difusão dos pacotes tecnológicos oferecidos pelo modelo de agricultura industrial fez com que o nível de degradação das áreas naturais e a simplificação de habitats aumentassem desenfreadamente (ALTIERI, 2012), causando inúmeras alterações nas propriedades físicas, químicas e biológicas dos ecossistemas.

Em conjunto com o aumento da produção agrícola, a contaminação ambiental e a simplificação dos ecossistemas passaram a ser protagonistas em todos os ecossistemas brasileiros, ameaçando o desenvolvimento e a sobrevivência de diversos organismos essenciais para o funcionamento harmônico dos sistemas naturais, como é o caso dos organismos do solo que, em suma, compreendem a maior proporção de diversidade dos ecossistemas (DEHARVENG, 1996). Capra (2002), em sua teoria sistêmica, descreve que os sistemas naturais crescem e se formam em processos dinâmicos, sendo compostos por relações de cooperação, marcadas pela coexistência e pela interdependência. A teoria de Capra (2002) corrobora com dados encontrados na literatura, que apontam para uma dependência direta ou indireta dos organismos do solo ao material vegetal, cuja quantidade e qualidade são cruciais para a sobrevivência e diversidade da pedofauna (MATOS et al., 1994; OLIVEIRA et al., 1995; SOARES et al., 2010).

Diante desse cenário, é necessário promover manutenção dos recursos naturais, por meio do manejo racional e da conservação. É necessário conhecer a estrutura e a dinâmica dos ecossistemas, em todos os seus níveis de organização ecológica para que ações conservacionistas sejam adotadas de maneira eficiente.

Neste diapasão, o comportamento de vários organismos da fauna do solo vem sendo estudado para verificar o estado de conservação, degradação e recuperação desses ecossistemas, em virtude da sensibilidade frente a modificações do meio e das suas contribuições nos processos ecológicos como um todo. Neste contexto, a Classe Collembola torna-se uma aliada na indicação da integridade no entendimento das características básicas do funcionamento de diversos ecossistemas. Esses organismos tem sido utilizados como indicadores de qualidade ambiental, por apresentarem rápida resposta a distúrbios e por ocuparem importante nicho ecológico na dinâmica de matéria orgânica e na mineralização de nutrientes e como base de teias alimentares, principalmente em nível de solo

(BONNET et al.,1976; FABER 1991; BARDGETT et al., 1998; CASSAGNE et al., 2003; KUMSSA et al., 2004; ZEPPELINI et al., 2008).

Apesar de sua importância, informações sobre ocorrência e ecologia dos colêmbolos são escassas e, muitas vezes, negligenciada em diversas regiões, como é o caso do Rio Grande do Sul, que atualmente possui apenas três registros de colêmbolos feitos por Kraepelin (1901) e Börner (1907) que descreveram a espécie *Lepidocyrtus pallidus* Reuter (encontrada em plantas) e da espécie *Cyphoderodes xenopus* Börner descrito por Börner (1913) (encontrada em formigueiro) (ABRANTES et al., 2012). Esses dados evidenciam a necessidade e a importância de se estudar a Classe Collembola (derivação do Latim colla e embolon), segundo grupo mais diverso e abundante de organismos do solo que atuam nos processos de gênese, evolução e estruturação dos solos (DEHARVENG, 1996; HOPKIN, 1997; CASSAGNE et al., 2003). Neste contexto, o objetivo do trabalho foi analisar a distribuição e a diversidade da Classe Collembola em uma área rural na Região Central do Rio Grande do Sul, domínio este, pertencente ao Bioma Pampa.

DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO- TEMPORAL DA CLASSE COLLEMBOLA, EM DIFERENTES USOS DE SOLO NO BIOMA PAMPA.

Franciele Coghetto e Ana Paula. M. Rovedder

RESUMO

A Classe Collembola constitui um dos grupos mais abundantes e diverso de artrópodes terrestres. Os colêmbolos estão distribuídos em todas as regiões zoogeográficas e se diferem dos demais artrópodes por possuir um órgão saltador denominado fúrcula. Em geral apresentam uma dieta alimentar de herbivoria, se alimentando de fungos, hifas, sendo que algumas espécies possuem hábitos carnívoros, se alimentando de outros organismos diminutos, como nematóides. São base de cadeia alimentar e participam dos processos de decomposição e ciclagem de nutrientes nos ecossistemas. Apesar da sua ampla distribuição e de seu papel fundamental na dinâmica dos ecossistemas, estudos sobre a Classe Collembola são restritos a algumas regiões do Brasil, como sudeste e nordeste, de modo que pouco se conhece sobre os colêmbolos em outros ecossistemas brasileiros, como é o caso do Bioma Pampa. Neste diapasão o objetivo deste estudo foi analisar a distribuição espaço- temporal da Classe Collembola no Bioma Pampa. As coletas foram realizadas em quatro diferentes usos de solos: lavoura, floresta impactada, floresta conservada e voçoroca. Foram realizadas quatro expedições a campo, de novembro de 2013 à junho de 2014, de modo a otimizar a sazonalidade anual. Os colêmbolos foram coletados com o auxílio de armadilhas do tipo PROVID, dispostas em transecções, totalizando dez armadilhas por área amostrada. Os resultados demonstraram que os colêmbolos possuem uma distribuição com indícios de sazonalidade e apresentam preferência por áreas com baixos grau de interferência antropogênica, como é o caso da floresta conservada, que teve maior número de famílias coletadas. A área de lavoura foi área amostrada que mais refletiu o a perda de diversidade atrelada a conversão de ecossistemas e sua consequente contaminação por agrotóxicos e exposição a fertilizantes químicos. A área de voçoroca, demonstrou uma dominância da Família Isotomidae, refletindo as relações desarmônicas causadas pela dominância de determinadas espécies. A floresta impactada, comprovou os danos causados na diversidade dos colêmbolos, pelo efeito de bordadura e pela interferência das áreas adjacentes. Os dados encontrados neste trabalho alertam para as perdas de diversidade causada pela degradação dos ecótopos do Bioma Pampa.

Palavras- chaves: Colêmbolos. Floresta Estacional Decidual. Degradação. Agrotóxicos.

ABSTRACT

Collembola class represents one of the most plentiful and diverse groups covering terrestrial arthropods. The springtails are distributed along all zoogeographic regions, and differ themselves among other arthropods for having a spring organ known as wishbone. In general, they have herbivory diet, consisting on fungi and hyphae, but some species may have carnivorous habits by feeding on other tiny organisms, such as nematodes. They are the basis of food chain, and also participate on processes of decomposition and nutrient cycling in ecosystems. Besides their wide distribution and fundamental role on the dynamic of ecosystems, studies about Collembola class are

restrict to some regions of Brazil, as southeast and northeast, such that information about this class are insufficient inside other Brazilian ecosystems, and this is the case of Pampa biome. This way, the objective of this research was analyze space-temporal distribution of Collembola class at the Pampa biome. Samples were collected according to four different soil uses: tillage, impacted forest, protected forest and gullies. Four expeditions were performed between November of 2013 and June of 2014, in order to optimize the annual seasonality. The springtails were collected with the aid of PROVID traps for each sampled area. The results show that springtails have a distribution with evidences of seasonality, and prefer areas with low degrees of human interference, which is the case of the protected area, where were found the higher number of families collected. The farming area sampled was the one which highlighted the loss of diversity, linked to conversion of ecosystems and its consequent contamination by pesticides and chemical fertilizers. The gully area showed dominance of Isotomidae Family, reflecting disharmonic relations caused by the dominance of certain species. The impacted forest proved the damage caused to the diversity of Collembola, by the border effect and the “neighborhood” interference. The data found in this study warn to losses on diversity caused by ecotopes degradation of Pampabiome.

Key words: Springtails. Deciduous Forest. Degradation. Agrotoxics.

INTRODUÇÃO

A Classe Collembola é representada por pequenos artrópodes ápteros, que podem medir 0,12 a 17 mm (HOPKIN, 1997, BELLINGER et al., 1996,2012; ZEPPELINI e BELINI, 2004). São caracterizados pela presença de órgão saltador – fúrcula e tubo ventral- o colóforo.

Estão entre os mais numerosos artrópodes terrestres estando presentes desde o nível do mar até latitudes mais altas. Podem ser encontrados em dosséis de árvores, cavernas, geleiras, superfícies de lagos, várzeas, solos (até 1,5 m), sendo que os únicos ambientes pouco colonizados por estes organismos são as profundezas de rios e mar aberto (WALLWORK, 1976; PALACIOS- VARGAS, 1990, 2005; PALACIOS- VARGAS et al., 1998; ZEPPELINI e BELLINI, 2004).

Apesar da abundância e da distribuição cosmopolita, os colêmbolos tem uma baixa representatividade na biomassa animal total presente nos solos, devido ao seu tamanho reduzido. Em ecossistemas tropicais se estima que esses organismos representem cerca de 1 a 5% do total dessa biomassa; em zonas árticas essa porcentagem sobe para 10% e em ambientes em estágios iniciais de sucessão ecológica, podem representar cerca de 33% da biomassa total (PETERSEN, 1994; PALACIOS-VARGAS, 2005). Poucas espécies são consideradas “pragas”, podendo

causar danos a cultivos de alfafa, cogumelos, tomate e cana-de-açúcar. Quando isso acontece é em virtude da introdução acidental dessas espécies por atividades humanas (CHRISTIANSEN, 1964; PALACIOS- VARGAS, 2005).

A dieta alimentar dos colêmbolos geralmente é herbívora ou detritívora, alimentando-se, principalmente, de hifas de fungos decompositores. Poucas espécies são carnívoras e se alimentam de nematóides, rotíferos e outros colêmbolos (CHRISTIANSEN, 1964, 1992; PALACIOS- VARGAS e GÓMEZ-ANHAYA, 1994; PALACIOS- VARGAS e VIDAL- ACOSTA, 1994). Em virtude de seu tamanho reduzido, servem de alimento para diversos outros organismos, como nematóides, pseudoescorpiões, entre outros sendo, portanto, considerado base de cadeias tróficas (ZEPPELINI e BELLINI, 2004; PALACIOS- VARGAS, 2005).

Possuem papel ecológico fundamental nos processos de estruturação dos solos, decomposição e ciclagem de nutrientes (CHRISTIANSEN, 1964; ZINKLER E STECKEN, 1985; HOPKIN, 1997; ZEPPELINI e BELINI, 2004; PALACIOS- VARGAS, 2005). Sua abundância e riqueza são influenciadas, principalmente, por fatores bióticos e abióticos, tanto acima como abaixo do solo, incluindo altitude, clima, fitofisionomia vegetal e propriedades do solo (FRANKLIN et al., 2005; WIWATWITAYA e TAKEDA, 2005; CHAUVAT et al., 2007; ILLIG et al., 2010, BRIONES et al., 2010).

Apesar de sua importância ecológica e ampla distribuição, estudos da Classe Collembola que consigam agregar taxonomia e parâmetros ecológicos, são incipientes e escassos, principalmente em um nível de classificação mais específico como em nível de gênero e espécie. Isso se dá pela dificuldade de identificação, já que são organismos diminutos. Mesmo assim, seu papel no funcionamento dos ecossistemas e como indicadores de qualidade ambiental, atestam a necessidade de aprofundar o conhecimento taxonômico, como forma de melhor distinguir os resultados encontrados e as possibilidades de aplicação de tais estudos na conservação de ecossistemas e no uso racional dos recursos naturais.

Neste intuito, o presente trabalho analisou a distribuição espaço-temporal de colêmbolos em uma área rural na Região Central do RS, Bioma Pampa, relacionando a ocorrência de grupos taxonômicos com variações de qualidade ambiental em diferentes usos do solo.

METODOLOGIA

Caracterização da Área de Estudo

O estudo foi desenvolvido em diferentes usos de solos na Fazenda Santa Tereza (UTM 22JJ 0239186/6698928), situada no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

A área possui uma extensão de aproximadamente 400 hectares, sendo que, aproximadamente 31% da área total é composta por fragmentos de Floresta Estacional Decidual, pertencentes ao Domínio do Bioma Pampa (Figura 1).

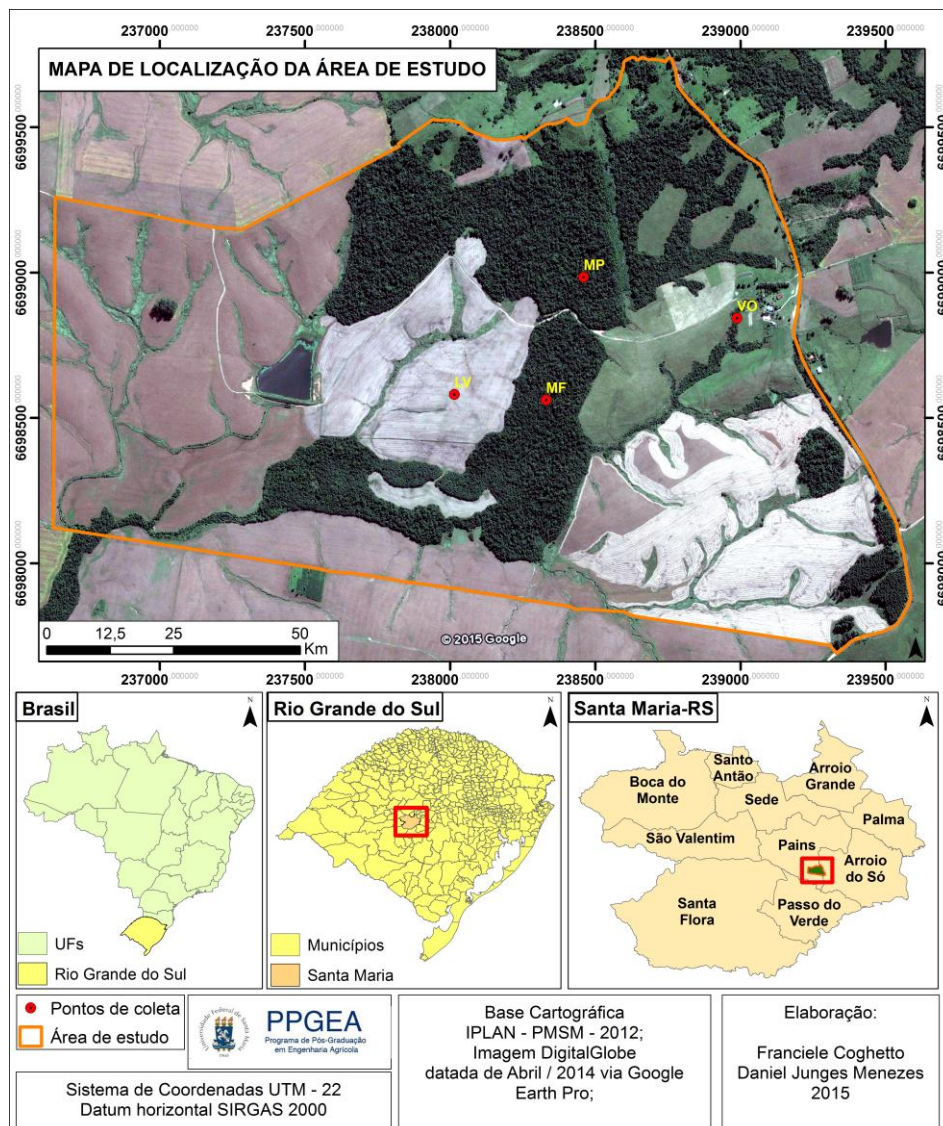


Figura 1 - Mapa indicando o uso da terra na Fazenda Santa Tereza, Distrito de Pains, Município de Santa Maria/RS.

MP: Floresta Conservada; LV: Lavoura; MF: Floresta impactada; VO: Voçoroca.

O clima, segundo a classificação de Köpen, é do tipo Cfa, subtropical úmido. É caracterizado por chuvas bem distribuídas ao longo do ano, sem estação seca definida e com temperatura mínima podendo ficar abaixo de 18 °C nos meses mais frios e temperatura máxima podendo ultrapassar os 22 °C nos meses mais quentes (MORENO, 1961).

A temperatura média anual é de aproximadamente 22°C e a precipitação média anual é de 1769 mm (Figura 2) (MORENO, 1961).

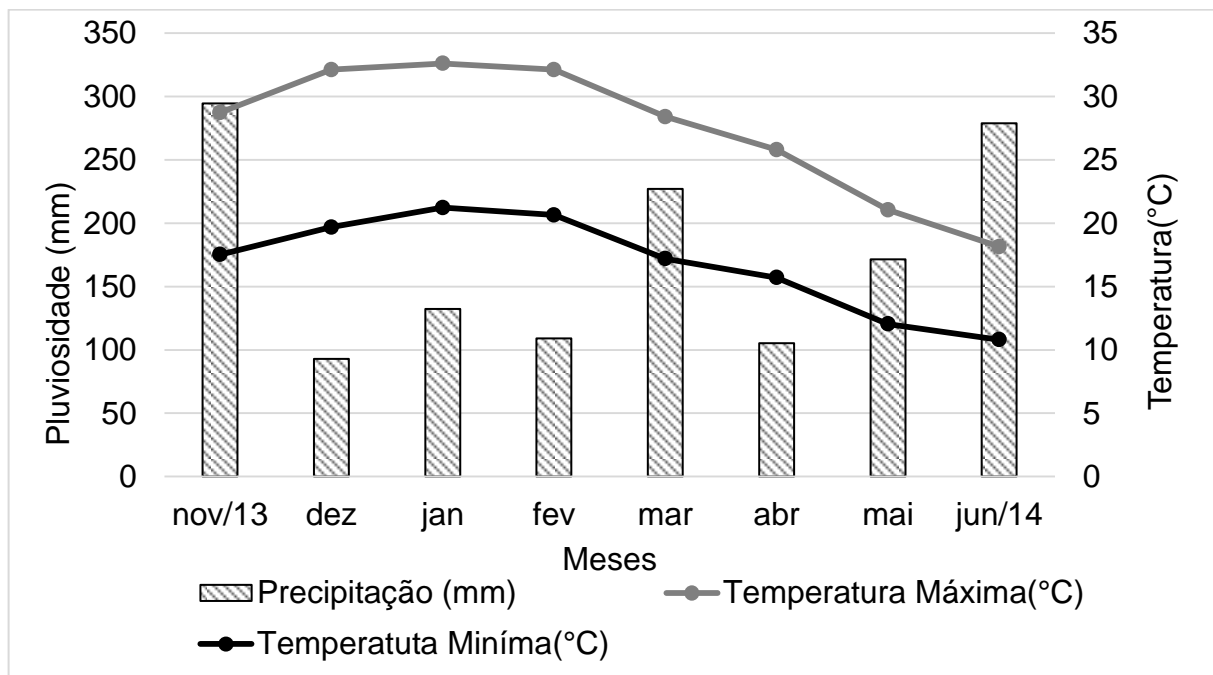


Figura 2 - Precipitação pluviométrica, temperaturas máximas e mínimas para o município de Santa Maria/RS, durante o período do estudo (Novembro de 2013 a Junho de 2014).

Fonte: INMET, 2014.

O relevo da região é suave-ondulado a ondulado. Nas cotas mais elevada predominam Argissolos nos terços médios e mais baixos. Nas cotas mais baixas, em relevo de planície ocorrem Planossolos, Gleissolos e, junto às margens dos cursos de água, ocorre Neossolo Flúvico. O material de origem é sedimentar, composto por arenitos, siltitos e argilitos (STRECK et al., 2008).

No local do estudo foi registrada a ocorrência de Argissolos nas cotas mais altas e de Neossolo Flúvico nas mais baixas (ROVEDDER, comunicação pessoal, 2015).

Amostragem dos dados

Mesofauna edáfica

A coleta dos dados ocorreu no período de novembro de 2013 a junho de 2014. Foram realizadas quatro expedições a campo, sendo uma por estação – primavera, verão, outono e inverno de modo a registrar as variações sazonais das populações amostradas.

Os ambientes estudados foram escolhidos por serem adjacentes e por apresentarem características diferenciadas entre si, principalmente em relação à cobertura vegetal, de forma a criar um mosaico de usos do solo. A área amostral foi dividida em (Figura 1):

a) Lavoura: área de cultivo em sistema plantio direto, com soja no verão e lotação de gado no inverno. A área é mecanizada e recebe aplicações de agrotóxicos. Situa-se em um divisor de águas e o solo é do tipo Argissolo.

b) Floresta com certo grau de impacto: fragmento florestal com formato alongado. Caracterizado por um dossel com espécies de estágio sucessional inicial a intermediário. O levantamento florístico realizado indicou maior frequência de *Actinostemon concolor* (Spreng.)Müll. Arg. e *Eugenia ramboi* D.Legrand, com presença de seletivas higrófilas como *Luehea divaricata* Mart & Zucc, *Sebastiania commersoniana*(Baill.)L.B.Sm.& Dows e *Sebastiania. Brasiliensis* Spreng.. Apresenta baixo grau de regeneração, com o piso florestal dominado por apiáceas e subbosque escasso. Situa-se na cota mais baixa, com áreas de atividade agropecuária adjacentes a leste, oeste e sul. Ao norte, limita-se com estrada interna da propriedade e com fragmento florestal (APÊNDICE A).

c) Floresta em bom estado de conservação: Apresenta maior expressão de sub-bosque, com presença de lianas. O levantamento florístico apresentou maior frequência de *Actinostemon concolor* e diversas mirtáceas (*Plinia rivularis* (Cambess) Rotman; *Myrcianthes pungens*(O.Berg) D. Legrand; *Eugenia ramboi* D.Legrand e *Campomanesia xanthocarpa* O.Berg, *Eugenia involucrata* DC). A porção norte do fragmento encontra-se em cota mais alta, configurando o principal divisor de águas da paisagem, com formação de Argissolo. A toposequência tem caimento em direção sul, onde se encontra a porção mais baixa do fragmento, com presença de córregos e formação de Neossolo Flúvico e depósitos recentes de

material sedimentar formando colúvios. Limita-se ao norte com estrada e áreas de cultivo, ao sul com o leste com faixa de passagem de rede elétrica (APÊNDICE A).

d) Voçoroca em vias de restauração natural: área com histórico de erosão hídrica intensa. No interior da voçoroca formou-se curso d'água o que favoreceu a regeneração natural com espécies florestais. A área é estreita, com intenso efeito de borda, sub-bosque escasso, presença de herbáceas. No levantamento florístico destacaram-se *Casearia silvestris* Sw.e *Ocotea puberula* (Rich.)Nees (APÊNDICE A).

Foram definidos 10 pontos amostrais, distribuídos de forma linear e equidistantes 10 metros entre si para cada área.

Em cada ponto foram instaladas 10 armadilhas do tipo PROVID (ANTONIOLLI, et al., 2006), contendo 300 ml de solução fixadora composta de 95% de álcool 70% e 5% de glicerina. As armadilhas permaneceram no campo durante três dias, sendo posteriormente removidas e levadas ao laboratório para triagem.

A triagem do material foi feita utilizando-se peneiras com malha de 0,2 mm e posteriormente lupas estereoscópica. Os colêmbolos foram morfotipados e armazenados em eppendorfs contendo solução de álcool 96° GL e glicerina.

Posteriormente as espécies foram diafanizadas com KOH 5% e Lactofenol e montadas em lâminas semipermanentes com Líquido de Hoyer, a fim de serem identificadas, sempre que possível em nível de espécie com auxílios de chaves de identificação Abrantes (2011), Bellinger e colaboradores (1996-2012), Bretfeld (1999) e Zeppelini e Bellini (2004).

Dados abióticos

Para caracterização temporal do ambiente foram analisadas algumas variáveis abióticas durante as expedições a campo. A umidade relativa do ar (%) e temperatura do ar foram obtidas com o auxílio de termohigrômetro digital. A umidade do solo foi obtida através do método de pesagens, onde os recipientes contendo solo foram colocados em uma estufa a 70° e pesados em balança de precisão até atingir um peso constante (indicativo de solo seco).

Análise estatística

As comunidades de colêmbolos foram analisadas quanto a possíveis variações entre os locais e épocas do ano empregando técnicas multivariadas. Antes das análises multivariadas, os resultados da contagem dos indivíduos de colêmbolos foram submetidos à transformação por raiz quadrada para reter as informações relacionadas à abundância relativa, reduzindo as diferenças na escala entre as variáveis (ANDERSON e WILLIS, 2003), obtendo-se assim, uma melhor distribuição dos dados e evitando desvios nos testes estatísticos.

Como medida de semelhança, a similaridade de Bray-Curtis foi escolhida para os dados das variáveis da densidade de colêmbolos (CLARKE e WARWICK, 2001). A distância Euclidiana foi usada para os parâmetros ambientais, pois esta é uma medida de similaridade apropriada para medidas de dados ambientais (CLARKE e GORLEY, 2006).

A partir da matriz de similaridade da composição faunística dos Collembola, para medir e/ou testar a interação entre os fatores (área vs estações) foi realizada a análise de variância multivariada permutacional (PERMANOVA), um método não-paramétrico similar a análise de variância que usa métodos de permutação para proceder testes de diferenças entre grupos (ANDERSON et al., 2006). Para a análise de PERMANOVA, as estações foram tratadas como fator aleatório, enquanto que o fator área foi tratado como fator fixo. Após verificar a existência de interação entre os fatores área e estações, foi usada a avaliação dos grupos aos pares por meio do procedimento PERMANOVA para testar as diferenças na composição da comunidade de Collembola entre cada nível dos fatores entre si.

Em adição, a análise canônica de coordenadas principais (CAP) foi usada para analisar e caracterizar a natureza das diferenças entre a comunidade da fauna de Collembola nas diferentes áreas e estações amostradas. A proposta da CAP é de encontrar eixos por meio de nuvens de pontos multivariadas que são ou (I) melhor na discriminação entre grupos definidos a priori, ou (II) possuem as correlações mais altas com alguma variável explicativa (CLARKE e WARWICK, 2001). Táxons de Collembola mostrando alta correlação com o eixo canônico da CAP são indicados pelas flechas (vetores) mais longas do *biplot*.

Para identificar as espécies mais influentes e que melhor contribuíram para a similaridade (espécies mais comuns) dentro de cada grupo definido pela área de

amostragem e dissimilaridade (espécies mais discriminantes) entre grupos, realizou-se a análise de percentagem de similaridade (SIMPER), levando em consideração um valor de corte de 90%, de forma a listar apenas as espécies com maior contribuição.

Para estudar a relação entre os dados biológicos e parâmetros abióticos foi usada a análise de modelos lineares baseadas na distância (DISTLM). O resultado da DISTLM relaciona e gera modelos entre um conjunto de dados multivariados, como os descritos em uma matriz de semelhança de parâmetros biológicos (comunidade de Collembola), e uma ou mais variáveis possivelmente indicadoras, como as variáveis ambientais (ANDERSON et al., 2006). As variáveis preditoras usadas (variáveis ambientais) foram correlacionadas com matrizes de similaridade de Bray-Curtis, utilizando como método de seleção do modelo o *Stepwise* e como critério de modelagem a AICc foi utilizado devido ao N/v ser pequeno (N = número de amostras, v = número de variáveis) (BURNHAM e ANDERSON, 2002). Para visualização dos modelos em um diagrama de ordenação, foi utilizada a análise de redundância baseada em distância (dbRDA), que executa uma ordenação das variáveis num espaço multidimensional.

Todos os procedimentos analíticos foram realizados através do programa estatístico PRIMER v6 com o pacote adicional PERMANOVA. Ambas as rotinas PERMANOVA, CAP e SIMPER utilizam o método de permutação para testar a diferença entre grupos, o qual evita a necessidade de conformarem as normas de normalidade (ANDERSON et al., 2006).

RESULTADOS

No total foram coletados 5.338 indivíduos da Classe Collembola, representados por 7 famílias, 18 gêneros e 19 espécies, todas com distribuição descrita para o Brasil (ABRANTES et al., 2012). A estação de outono foi a que apresentou maior abundância de indivíduos, com 2043 colêmbolos coletados, divididos em 12 espécies. O inverno foi a estação com menor número de organismos coletados (529), distribuídos em 12 espécies.

A área com maior número de organismos coletados foi a voçoroca com um total de 2.441 colêmbolos. A lavoura foi a área com menores taxas de captura, onde foram coletados 578 organismos (Tabela 1).

Tabela 1 - Abundância de colêmbolos nos diferentes usos do solo e estações do ano, no Bioma Pampa, Santa Maria, RS.

	PRIMAVERA				VERÃO				OUTONO				INVERNO			
	MF	LV	MP	VO	MF	LV	MP	VO	MF	LV	MP	VO	MF	LV	MP	VO
Família Brachystomellidae																
<i>Brachystomella saladaensis</i>	0	53	0	0	0	45	19	0	0	12	50	0	0	1	12	0
<i>Raponella sp.1</i>	0	0	10	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Família Dicyrtomidae																
<i>Ptenotrix sp.1</i>	0	0	0	4	0	0	0	1	0	0	42	30	0	0	45	40
Família Entomobryidae																
<i>Dicranocentrus sp.1</i>	336	14	160	286	220	52	70	55	51	0	70	53	0	3	0	0
<i>Entomobrya sp.1</i>	0	0	0	11	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	32
<i>Lepdocyrtus sp.1</i>	166	10	0	0	26	0	0	1	0	9	0	7	3	1	0	2
<i>Mastigoceras sp.1</i>	62	0	78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Setogaster sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
Família Isotomidae																
<i>Ballistrura sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	53	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cryptopygus sp.1</i>	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Desoria sp.1</i>	0	0	0	56	0	47	0	141	0	197	0	97	0	0	0	1
<i>Isotomurus sp.1</i>	0	7	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Proisotoma sp.1</i>	44	0	27	514	45	0	9	0	362	0	104	866	21	0	21	149
<i>Proisotoma sp.2</i>	0	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Família Katiannidae																
<i>Katianna sp.1</i>	0	0	0	0	20	5	16	0	39	28	0	0	69	48	36	0
<i>Sminthurinus sp.1</i>	6	0	3	0	0	0	0	0	0	0	8	0	1	0	3	0
Família Paronellidae																
<i>Lepidonella sp.1</i>	0	0	33	0	0	0	0	0	2	0	0	0	16	0	22	0
<i>Trogalophysa sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	12	0	0	0	0	0
Família Sminthuridae																
<i>Sminthurides spn.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
TOTAL POR ÁREA	614	130	311	877	311	149	120	254	454	246	289	1054	110	53	140	226
TOTAL POR ESTAÇÃO	1932				834				2043				529			

MF: Floresta impactada; LV: lavoura; MP: Floresta preservada; VO: Voçoroca

A análise multivariada (PERMANOVA) da estrutura da comunidade de colêmbolos evidenciou que existe interação significativa entre as áreas de coleta e as estações do ano (Tabela 2).

Pode-se notar que 30,82% do total da variabilidade pode ser explicada pelo fator estações, enquanto que 27,55% foi explicado pelas diferentes áreas amostradas. Embora a diferença percentual entre estações e as áreas não tenha sido tão discrepante, a PERMANOVA mostra que as estações do ano foram a principal influência sobre a diversidade e abundância desses organismos (Tabela 2).

Tabela 2 - PERMANOVA baseada na Matriz de Similaridade de Bray- Curtis, aplicada a estrutura da comunidade para as áreas amostradas, estações do ano e interação entre os fatores.

RESULTADOS PERMANOVA					
<u>Fontes de variação</u>	Df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)
Áreas amostradas	3	1,2267E5	40890	3,6695	0,001
Estações do ano	3	1,1467E5	38223	38,56	0,001
ÁreasXEstações	9	1,0036E5	11151	11,249	0,001
Resíduos	141	1,3977E5	991.26		
Total	156	4,7727E5			

Estimativas dos componentes de variação		
<u>Fontes de variação</u>	Estimativa	Sq.root
Áreas amostradas	759,1	27,552
Estações do ano	950,1	30,824
ÁreasXEstações	1036,3	32,191
Resíduos	991,26	31,484

SS: soma dos quadrados, df: graus de liberdade, MS: média dos quadrados, Pseudo- F: Proporção do Pseudo- F. Valores de p em negrito indicam significância estatística ($p < 0,05$).

A análise canônica de coordenadas principais (CAP) demonstrou que na primavera a espécie *Brachystomella saladaensis* e *Proisotoma* sp.2 demonstram ter uma possível relação com a lavoura. *Dicranocentrus* sp.1 e *Mastigoceras* sp.1, apresentam uma correlação com a área de floresta conservada, sendo que esta última espécie possui fraca associação com a floresta impactada *Desoria* sp.1. e *Proisotoma* sp.1 parecem estar associados com a voçoroca (Figura 3).

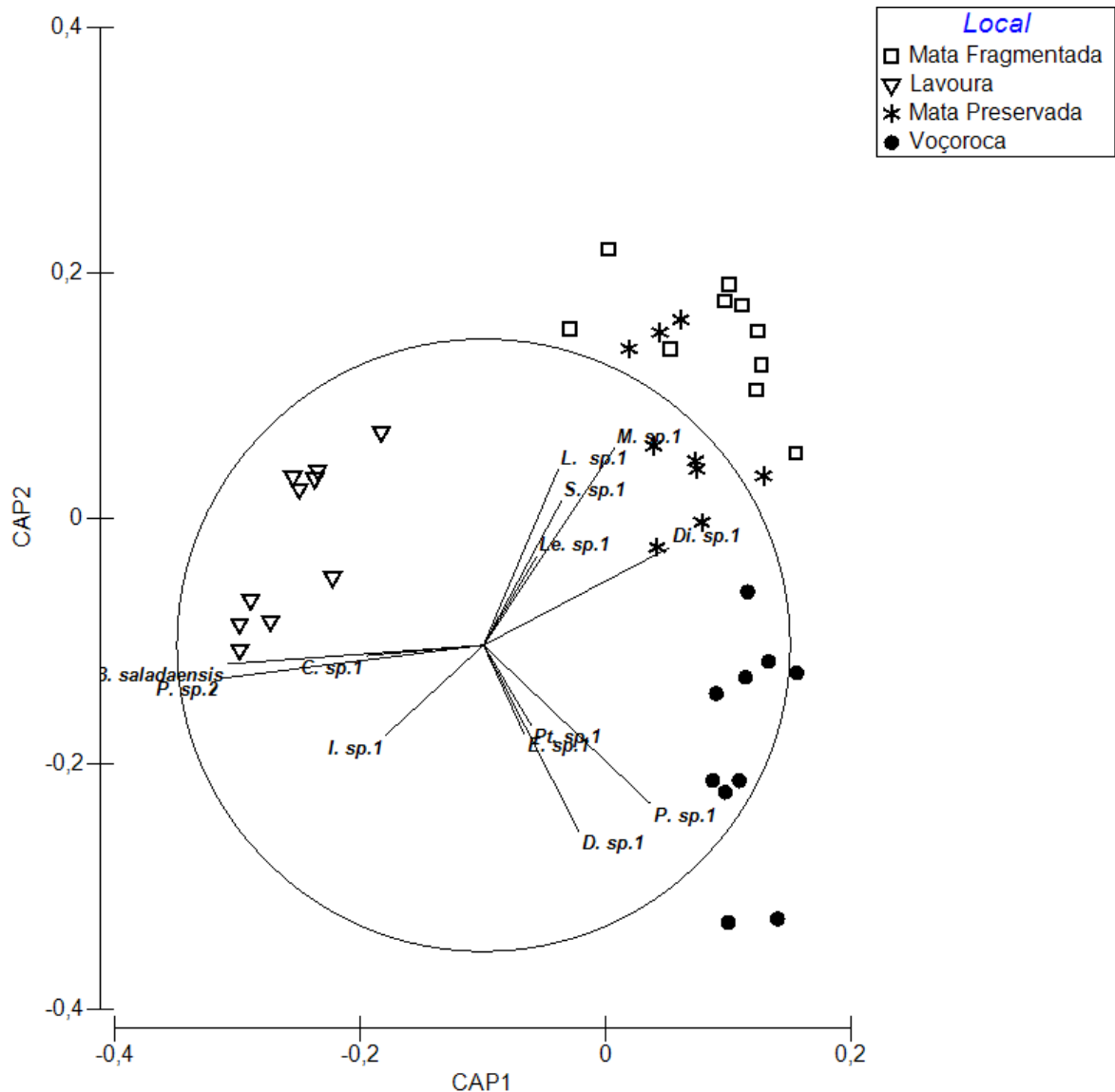


Figura 3 - Análise Canônica de Coordenadas Principais (CAP) da composição de espécies de Collembola da Fazenda Santa Tereza, entre as áreas de Floresta impactada; Lavoura, Floresta conservada e Voçoroca para a Primavera.

L.sp. 1- *Lepydocyrtus* sp.1; **M. sp. 1-** *Mastigoceras* sp. 1; **S. sp. 1-** *Sminthurinus* sp.1; **Le. Sp. 1.** - *Lepidonella* sp. 1; **Di. sp. 1-** *Dicranocentrus* sp. 1; **B. saladaensis-** *Brachystomella saladaensis*; **P.sp. 2-** *Proisotoma* sp. 2; **C.sp. 1:-***Cryptopygus* sp. 1; **I.sp. 1-** *Isotomurus* sp.1; **E. sp. 1-** *Entomobrya* sp. 1; **Pt. Sp.1-** *Ptenotrix* sp. 1; **D.sp.1-** *Desoria* sp. 1; **P.sp.1-** *Proisotoma* sp. 1.

No verão a espécie *Brachystomella saladaensis* parece ter uma associação com a lavoura. Enquanto que *Desoria* sp.1 e *Ballistrura* sp.1 possuem uma correlação com a voçoroca. A espécie *Dicranocentrus* sp.1 está fortemente associada com a floresta impactada e *Proisotoma* sp.1 possui uma relação com esta mesma fitofisionomia. *Trogolaphysa* sp. 1 e *Raponella* sp. 1 apontam para a floresta conservada, indicando uma possível correlação das espécies com a com a área (Figura 4).

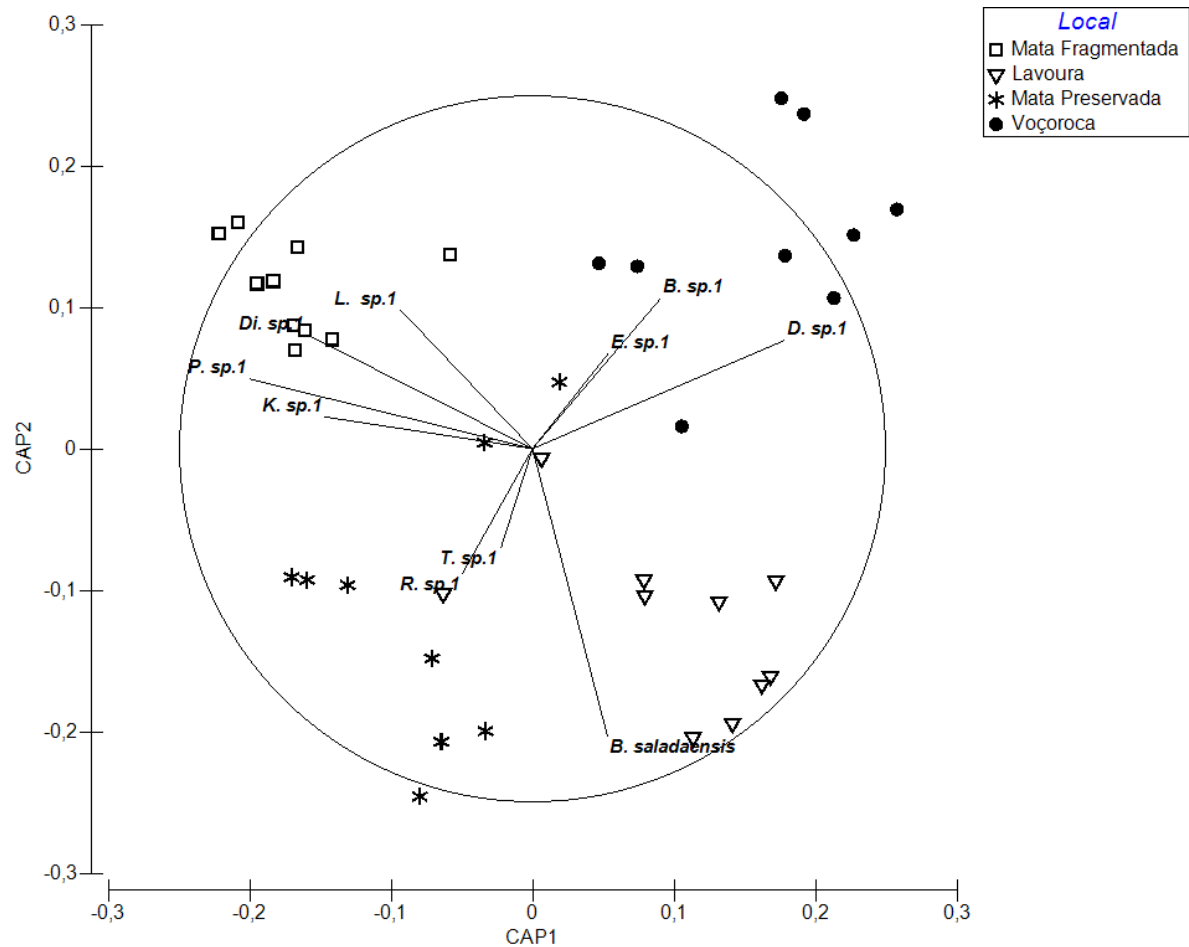


Figura 4 - Análise Canônica de Coordenadas Principais (CAP) da composição de espécies de Collembola da Fazenda Santa Tereza, entre as áreas de Floresta impactada, Lavoura, Floresta conservada e Voçoroca para o Verão.

L.sp. 1- *Lepydocyrtus* sp.1; **Di. sp. 1-** *Dicranocentrus* sp. 1; **B. saladaensis-** *Brachystomella saladaensis*; 1; **E. sp. 1-** *Entomobrya* sp. 1; 1; **D.sp.1-** *Desoria* sp. 1; **P.sp.1-** *Proisotoma* sp. 1; **K.sp.1-** *Katianna* sp. 1; **T.sp.1-** *Trogalophysa* sp. 1; **R. sp. 1-** *Raponella* sp. 1; **B. sp. 1-** *Ballistrura* sp. 1.

No outono a CAP mostrou que a *Desoria* sp.1 parece estar correlacionada com a área de lavoura e *Lepydocyrtus* sp.1 apresenta uma relação com lavoura. *Dicranocentrus* sp.1, *Proisotoma* sp.1. e *Ptenotrix* sp.1 separam a floresta impactada, floresta conservada e voçoroca da área de lavoura(Figura 5).

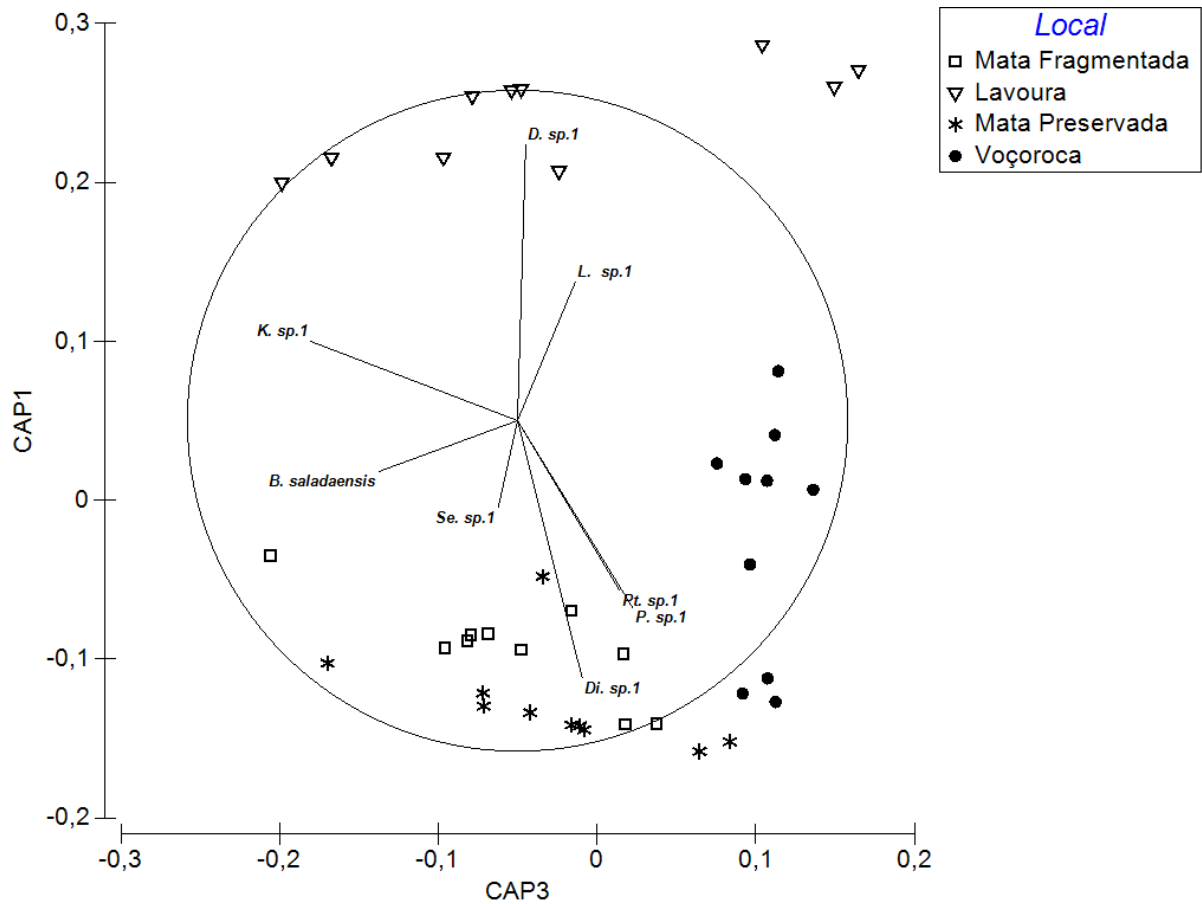


Figura 5 - Análise Canônica de Coordenadas Principais (CAP) da composição de espécies de Collembola da Fazenda Santa Tereza, entre as áreas de Floresta impactada, Lavoura, Floresta conservada e Voçoroca para o Outono.

L.sp. 1- *Lepidocyrtus* sp.1; **Di. sp. 1-** *Dicranocentrus* sp. 1; **B. saladaensis-** *Brachystomella saladaensis*; 1; **D.sp.1-** *Desoria* sp. 1; **P.sp.1-** *Proisotoma* sp. 1; **K.sp.1-** *Katianna* sp. 1; **Se. sp. 1-** *Setogaster* sp.1;. 1; **Pt. Sp-** q- *Ptenotrix* sp. 1

A CAP para o inverno demonstrou que o *Entomobrya* sp.1 e *Proisotoma* sp. 1 possui associação com a voçoroca e *Ptenotrix* sp.1 está fortemente correlacionada a esta área. *Lepidonella* sp.1 parece estar associado com a floresta conservada (Figura 6).

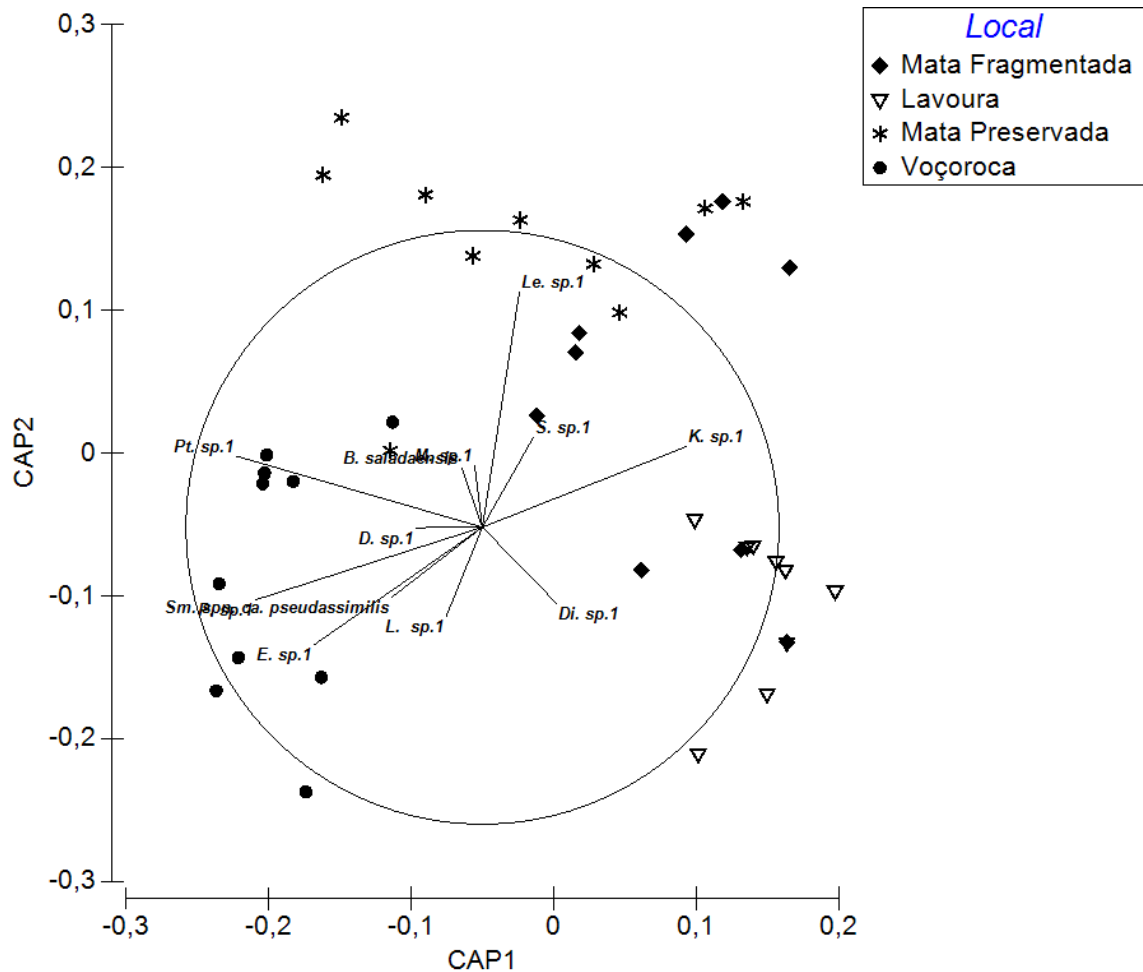


Figura 6 - Análise Canônica de Coordenadas Principais (CAP) da composição de espécies de Collembola da Fazenda Santa Tereza, entre as áreas de Floresta Fragmentada, Lavoura, Floresta conservada e Voçoroca para o Inverno.

L.sp. 1- *Lepydocyrtus* sp.1; **Di. sp. 1-** *Dicranocentrus* sp. 1; **B. saldaensis-** *Brachystomella saldaensis*; 1; **D.sp.1-** *Desoria* sp. 1; **P.sp.1-** *Proisotoma* sp. 1; **K.sp.1-** *Katianna* sp. 1; **Le. Sp. 1.** - *Lepidonella* sp. 1; **S. sp. 1-** *Sminthurinus* sp. 1; **Pt. Sp-** q- *Ptenotrix* sp. 1; **E.sp. 1-** *Entomobrya* sp. 1; **Sm. spn. pseudassimilis-** *Sminthurides* spn.c. a. *pseudassimilis*

A análise dos percentuais de similaridade (SIMPER) revelou que a área de floresta conservada apresentou a dominância de mais táxons quando comparadas as demais áreas (Quadro 1). Seis táxons contribuíram com 94,43% da similaridade de Bray-Curtis dentro da floresta conservada, com *Dicranocentrus* sp.1 detendo 37,51 % dessa contribuição, seguido pelo isotomídeo *Proisotoma* sp. 1 (25,41 %), da *Brachystomella saldaensis* (17,91%), *Ptenotrix* sp.1 (9,27%), *Lepidonella* sp.1(6,62%) e *Katianna* sp.1(4,6%). Na área de lavoura, foram quatro táxons que mais contribuíram mais para a formação do grupo, com *Brachystomella saldaensis*, *Desoria* sp.1 e *Katianna* sp.1 sendo responsáveis por 79,49% dos 91,96% acumulados no total. Já na área de floresta impactada, quatro táxons foram

responsáveis por 98,82% da similaridade do grupo, com *Dicranocentrus* sp.1 e *Proisotoma* sp.1 contribuindo com 67,72%. Finalmente, a área de voçoroca, com quatro táxons responsáveis por uma contribuição acumulada de 97,03%, teve *Proisotoma* sp. 1 responsável por 49,94% de contribuição para a sua configuração. A similaridade média de Bray-Curtis entre as áreas foi maior na floresta impactada com 40,09%, seguida da voçoroca (38,36%), Floresta conservada (36,915) e por fim com a menor similaridade média a lavoura, com 29,93%.

		Mf	Lv	Mp	Vo
Similaridade média		40,09	29,93	36,91	38,36
Táxon	<i>Dicranocentrus</i> sp.1	33,96	12,47	37,51	17,97
	<i>Proisotoma</i> sp.1	33,76	-	25,41	49,94
	<i>Brachystomella saladaensis</i>	-	28,94	11,02	-
	<i>Desoria</i> sp.1	-	27,65	-	17,91
	<i>Katianna</i> sp.1	21,4	22,9	4,6	-
	<i>Lepdocyrtus</i> sp.1	7,7	-	-	-
	<i>Ptenotrix</i> sp.1	-	-	9,27	11,21
	<i>Lepidonella</i> sp.1	-	-	6,62	-

Quadro 1 - Análise de SIMPER. Contribuição percentual (%) dos táxons para a similaridade dentro das áreas de estudo no Município de Santa Maria/RS.

Mf: Floresta impactada; **Lv:** Lavoura; **Mp:** Floresta conservada; **Vo:** Voçoroca

A dissimilaridade média foi maior entre as áreas de lavoura x voçoroca (**LvxVo= 86,96%**) contribuindo principalmente a espécie *Dicranocentrus* sp.1 e *Proisotoma* sp.1. A menor dissimilaridade média foi encontrada entre as áreas de floresta fragmentada x floresta conservada (**MfxMp= 69,2%**) sendo *Dicranocentrus* sp.1, *Proisotoma* sp.1 e *Katianna* sp.1 as espécies que mais contribuíram para esta dissimilaridade (Quadro 2).

		LvxVo	MfxLv	LvxMp	MpxVo	MfxVo	MfxMp
Dissimilaridade média		86,96	84,85	83,76	74,62	73,78	69,2
Táxon	<i>Dicranocentrus</i> sp.1	14,25	21,41	17,57	17,01	20,82	22,14
	<i>Proisotoma</i> sp.1	27,91	20,51	13,22		24,8	18,15
	<i>Desoria</i> sp.1		12,75	13,12	12,94	12,86	
	<i>Katianna</i> sp.1		12,69	10,7		11,57	12,68
	<i>Brachystomella saladaensis</i>		10,03	11,48			

Quadro 2 - Análise de SIMPER. Contribuição percentual (%) dos táxons para a dissimilaridade entre as áreas de estudo no Município de Santa Maria/RS

Mf: Floresta impactada; **Lv:** Lavoura; **Mp:** Floresta conservada; **Vo:** Voçoroca

A análise DISTLM revelou que os parâmetros abióticos analisados, com exceção da umidade do solo, se correlacionaram de modo significativo com a distribuição da comunidade de colêmbolos. No inverno a temperatura do ar explicou quase 18% da variabilidade da nuvem de dados e a umidade do ar explicou 15% da variabilidade.

Para o outono foi possível constatar que a umidade do ar (25%) e a temperatura do ar (10%) tiveram influência significativa na variabilidade da comunidade de colêmbolos, sendo que os dois parâmetros explicaram 35% da variabilidade total. Já para a primavera ($\approx 29\%$) e verão ($\approx 15\%$), apenas a temperatura do ar influenciou na variação da estrutura dos colêmbolos correlacionada com os fatores abióticos (Quadro 3).

Primavera	Variável	AICc	SS(trace)	Pseudo-F	P	Prop.	Cumul.	res.df
	Temperatura do ar	296,43	29012	15,381	0,001	0,29364	0,29364	37
Outono	Variável	AICc	SS(trace)	Pseudo-F	P	Prop.	Cumul.	res.df
	Umidade do ar	301,31	21972	12,447	0,001	0,24673	0,24673	38
	Temperatura do ar	297,71	9262.6	59,277	0,001	0,10401	0,35075	37
Inverno	Variável	AICc	SS(trace)	Pseudo-F	P	Prop.	Cumul.	res.df
	Temperatura do ar	300,61	16737	7,971	0,003	0,17725	0,17725	37
	Umidade do ar	294,97	14410	8,1976	0,001	0,1526	0,32985	36
Verão	Variável	AICc	SS(trace)	Pseudo-F	P	Prop.	Cumul.	res.df
	Temperatura do ar	296,4	12041	63,894	0,001	0,14726	0,14726	37

Quadro 3 - Resultados das análises sequenciais da rotina DISTLM (critério AICc) das quatro estações de coleta.

Cumul = cumulativa% de variabilidade total, res.df = grau resíduos de liberdade, P = valor p, Prop = Proporção da variabilidade total, SS = soma dos quadrados.

Na trama de ordenação resultante da análise de distância baseada na redundância (dbRDA) os resultados revelaram que para a primavera (Figura 7 **(a)**;

Tabela 3), o eixo 1 explicou cerca de 29% da variabilidade total e para o verão 15% do total da variação também foi explicado pelo eixo 1 (Figura 7, **(b)**; Tabela 3).

No outono, os resultados, indicam que o eixo 1 foi responsável por quase 31% de explicação da variabilidade total, enquanto que o eixo 2 foi responsável por cerca de 4%. Para o outono é possível verificar ainda que a umidade do ar possui uma associação com o eixo 1 e a temperatura do ar com o eixo 2 (Figura 7 **(c)** ; Tabela 3).

Já no o inverno o eixo 1 representa 28,17% da variabilidade total, enquanto que o eixo 2 foi responsável por 4,81% da variação total, sendo possível observar ainda que a umidade do ar esteve correlacionada com o eixo 2, enquanto que a temperatura do ar esteve associada com o eixo 1 (Figura 7 **(d)** ; Tabela 3).

Tabela 3 - Percentual de variação explicada por dbRDA para cada eixo individual.

	Eixo	% variação modelo ajustado		% variação total	
		Individual	Cumulativo	Individual	Cumulativo
Primavera	1	100	100	29,36	29,36
Verão	1	100	100	14,73	14,73
Outono	1	87,62	87,62	30,73	30,73
	2	12,38	100	4,34	35,07
Inverno	1	85,41	85,41	28,17	28,17
	2	14,59	100	4,81	32,98

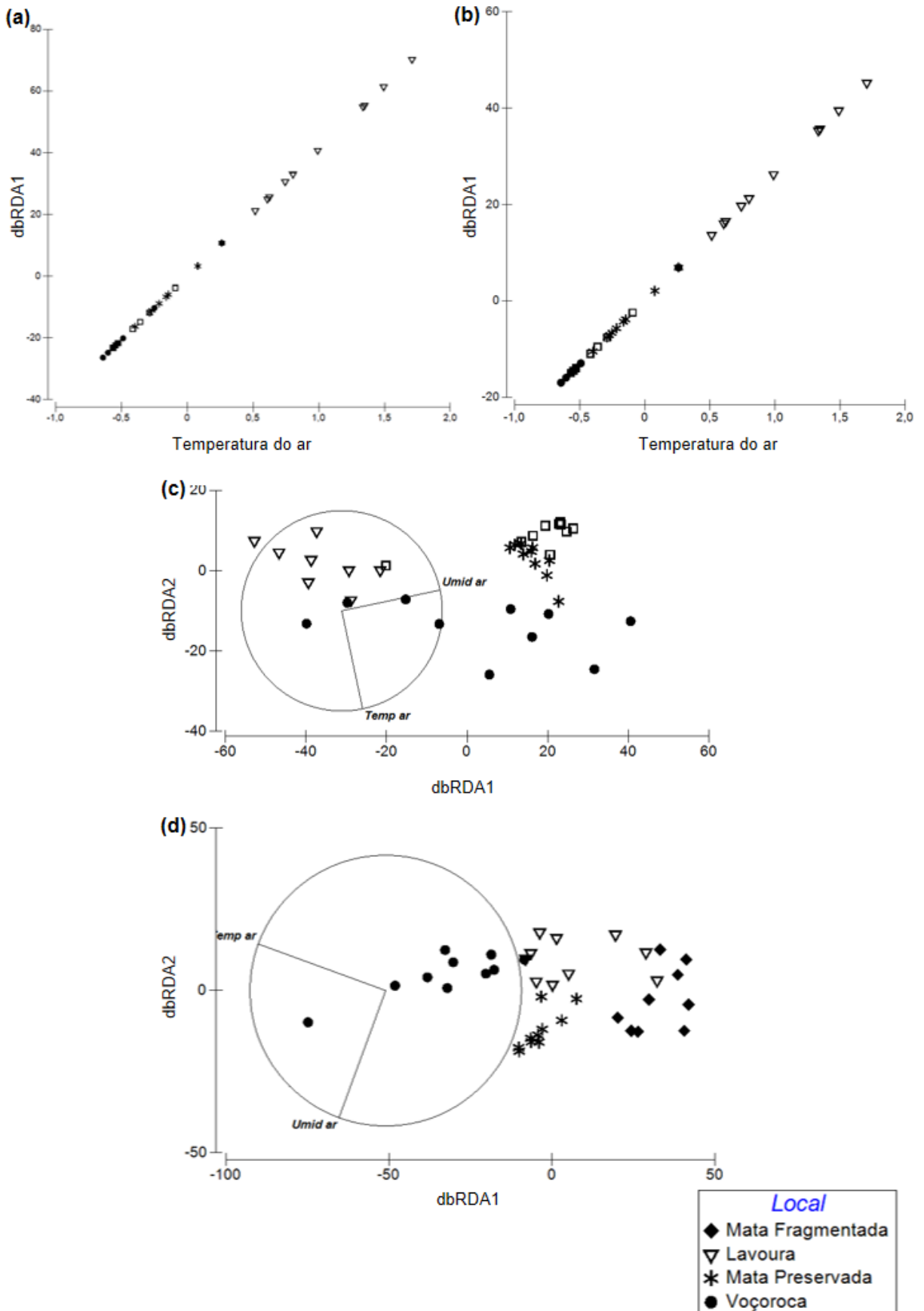


Figura 7 - Ordenação dbRDA para o modelo ajustado a partir dos 40 pontos de amostragem da fauna de colêmbolos com as variáveis abióticas, para cada estação de coleta.

DISCUSSÃO

Distribuição temporal

Analisando a variação temporal, se observou que a temperatura do ar foi a variável que mais explicou a distribuição dos colêmbolos, seguida da umidade do ar, que juntamente com a temperatura, foi responsável por explicar a distribuição dos colêmbolos em duas estações: Inverno e outono. Esses resultados estão atrelados ao fato de que a temperatura (principalmente) e a umidade são as variáveis abióticas que mais interferem na distribuição dos colêmbolos (ZEPPELINI et al, 2013). Ferreira e seus colaboradores (2013), estudando a variação temporal de colêmbolos da Caatinga, concluíram que os entomobrídeos do gênero *Seira*, tiveram sua distribuição alterada pela variação da temperatura do ar, concluindo que fatores abióticos, como a temperatura, interferem no desenvolvimento dos Collembola, podendo ampliar ou reduzir sua ocorrência em diferentes ecossistemas.

A estação com menos indivíduos coletados foi o inverno, corroborando com o encontrado na literatura que associa redução nas populações de colêmbolos aos períodos de temperaturas mais baixas (DIAZ, 1974; SAUTTER et al, 1999; ABRANTES e MENDONÇA, 2006; ROVEDDER et al., 2009). Isso pode ser associado as baixas temperaturas registradas no inverno na Região Sul (FACCO et al., 2012). Na época do estudo a temperatura mínima média registrada para a cidade de Santa Maria, foi de 10,8 °C (INMET, 2014). Estudos relatam que em temperaturas mais baixas há um deslocamento vertical por parte dos colêmbolos, fazendo com que se desloquem para as camadas mais profundas do solo para se proteger das avarias causadas pelo frio (DIAZ, 1974; SAUTTER et al, 1999).

No verão os dados de abundância dos colêmbolos, também se apresentaram baixos, não corroborando com as dados encontrados na literatura, que documentam um maior número de indivíduos nos períodos quentes em diferentes ecossistemas (DIAZ, 1974; SAUTTER et al, 1999; MEDONÇA, 2002; DELLAMEA, 2012). Os fatores que reduziram a abundância dos colêmbolos no verão podem estar atrelados a alguns eventos como altas temperaturas, baixa precipitação e no caso especial deste trabalho, na aplicação de agrotóxicos na época de coleta.

É sabido que a temperatura elevada pode prejudicar os colêmbolos em virtude da dessecação, além disso, a comunidade de colêmbolos pode ter sido alterada pela baixa precipitação do verão (ver figura 2), uma vez que a água é um

fator limitante para os Collembola, desempenhando um papel importante sobre a comunidade, independentemente do tipo de ambiente (VERHOEF e WITTEVEEN, 1980).

Outro fator importante de se destacar é que a matriz produtiva da região é desenvolvida dentro da agricultura moderna, com predomínio de soja nas áreas mais altas. Na coleta de verão (fevereiro/2014) foi possível acompanhar a aplicação de agrotóxicos na área de lavoura, a qual se encontrava com cultivo de soja. Ressalta-se que, por suas posições no relevo, a área de lavoura contribui diretamente com água de escoamento na floresta impactada. Por apresentar-se em cota superior à lavoura, a floresta conservada recebe aporte de escoamento da lavoura apenas em sua borda inferior (sul do fragmento).

Os agrotóxicos e demais substâncias químicas vem alterado de maneira variada as populações de fauna edáfica (IGLESIAS e PALACIOS-VARGAS, 1999). A aplicação de agrotóxicos na área nos dias de expedição a campo, pode ser um fator relevante para o entendimento da dinâmica desses organismo no verão. É importante destacar que não é apenas a contaminação direta por agrotóxicos que causa danos na dinâmica e estrutura dos ecossistemas. A propagação indireta de substâncias nocivas como os agrotóxicos, seja pelo ar, água, etc., também é responsável por respostas negativas nos ecossistemas e afetando diretamente os organismos do solo (IGLESIAS E PALACIOS- VARGAS, 1999).

Essas afirmações dos danos causados pelo uso indiscriminado dos agrotóxicos, seja por contaminação direta ou indireta, reforçam a inferência de que a utilização dos agrotóxicos nas matrizes agrícolas deste estudo. foi um fator determinante para o menor número de indivíduos encontrados no verão, já que, Dellamea (2012) avaliando o efeito da fragmentação florestal sobre a comunidade de artrópodes edáficos na mesma área deste estudo, encontrou uma maior abundância de colêmbolos no verão.

O outono foi a estação com maior abundância de organismos da Classe Collembola, fato este que pode ser atribuído a tipologia florestal. As áreas florestadas se encontram dentro da Floresta Estacional Decidual, caracterizada por caducifólia. Esse fenômeno caracterizado pela “perda das folhas” incrementa a camada de serapilheira, que por sua vez oferece uma grande variedade de habitats e alimentos para diversos organismos, entre eles, os colêmbolos. Com uma maior variedade de refúgios e recursos alimentares, a reprodução e crescimento

populacional de espécies são favorecido, uma vez que em condições favoráveis as interações ecológicas, se mantêm. Além de proporcionar condições favoráveis, as camadas de serapilheira são um dos locais preferidos pelos colêmbolos (PALACIOS- VARGAS, et al., 2007).

Na primavera foi observado um grande número de indivíduos. Da mesma forma que no outono, na primavera há um incremento de habitats e alimentos, uma vez que a estação é caracterizada pela floração, reprodução e de altas atividades de diversos organismos. Outro fator importante, que foi observado em trabalhos como o de Abrantes e Mendonça (2006), em eventos de baixas temperaturas, como o inverno, os colêmbolos migram para camadas mais profundas do solo para se proteger. Com a entrada da primavera e com um *pool* de recursos disponibilizados na estação, os colêmbolos podem migrar entre os horizontes edáficos devido à disponibilidade de água, alimentos (FUJII e TAKEDA, 2012), o que pode ter contribuído para a alta taxa de capturas nesta estação.

Distribuição espacial

Quando avaliados os dados levando em consideração a distribuição espacial, se observou que os prejuízos causados pela intensa expansão agrícola nas áreas pertencentes ao Bioma Pampa, podem ser verificados de forma detalhada quando se analisa as principais espécies encontradas na área de lavoura. A espécie com maior ocorrência e associação na lavoura, *Brachystomella saladaensis*, pertence ao grupo dos Poduromorpha, característico por estar presente em áreas de perturbação e em áreas no processo inicial de recuperação (MENDONZA et al., 1995). Esse grupo também apresenta os apêndices locomotores mais curtos, permitindo a melhor locomoção em ambientes onde a cobertura vegetal do solo é menor, como é o caso da área de lavoura.

O regime de sucessão de culturas, sem o uso de uma maior diversidade de plantas de cobertura e sem período de pousio, dificulta a formação de palhada na área o estudo. Vale ressaltar que a área está em arrendamento, modelo que, culturalmente no RS, desfavorece a aplicação de práticas mais intensivas de conservação do solo, como a rotação de culturas. Em adição, o horizonte A arenoso, típico do local do estudo, desfavorece a estabilização da matéria orgânica do solo, o que aumenta a dependência ao aporte de material vegetal (ROVEDDER et al, 2014). Além disso, espécies do gênero *Brachystomella*, já foram encontradas em áreas de

solos arenosos e pobres troficamente (FERNANDES e MENDONÇA, 2004). Fernandes e Mendonça (2007), estudando uma área de restinga no Rio de Janeiro, encontraram uma representatividade taxonomia de 53% do grupo Poduromorpha em áreas de solos arenosos, considerados pobres.

Além da *Brachystomella saladaensis*, a área de lavoura apresentou relações com a Família Isotomidae. Esta família se caracteriza por hábitos generalistas e por estar presente em áreas contaminadas. Avila e Cano (2009) estudando diferentes áreas na Colômbia encontraram uma abundância da Família Isotomidae em ambientes agrícolas contaminados por fertilizantes e herbicidas.

Esses resultados podem estar atrelados as diferentes alterações na fauna edáfica, causadas principalmente pelo uso de agrotóxicos, fertilizantes químicos, e demais produtos químicos. Como consequência do uso desses produtos, uma enorme contaminação dos solos, em todos os países vem aumentando desenfreadamente. Além de prejudicar a fauna do solo, o uso de agrotóxicos e demais substâncias químicas, causa um empobrecimento da biodiversidade em muitas locais, afetando todos os níveis tróficos das cadeias alimentares (MIRANDA e PALACIOS- VARGAS, 1992; IGLESIAS E PALACIOS- VARGAS, 1999).

Além dos danos causados pelo uso dos agrotóxicos, a fragmentação e a simplificação ecológica dos ecótopos do Bioma Pampa têm causado um enorme prejuízo nos ecossistemas, causando um rápido colapso na abundância e na diversidade de vários organismos, entre eles os colêmbolos. Como observado neste trabalho, as áreas de floresta fragmentada, lavoura e voçoroca apresentam uma perda de diversidade quando comparadas à área de floresta conservada que apresenta um bom estado de conservação.

Rovedder et al.(2004), analisando áreas de simplificação causadas pelo fenômeno de arenização no Pampa gaúcho, confirmou que em áreas degradadas a abundância e a riqueza dos colêmbolos são drasticamente reduzidas. A autora e seus colaboradores inferem que essa baixa abundância está ligada à ausência de cobertura vegetal, a intensidade dos processos erosivos, principalmente eólicos e as condições do substrato arenítico, que impedem o estabelecimento de um ecossistema biodiverso.

No entanto, apesar de saber que a modificação da vegetação natural por atividades humanas como a agricultura e a pecuária, tem efeito significativo sobre as comunidades de solo, reduzindo a diversidade e densidade das populações

(CASTAÑO- MENESES e PALACIOS- VARGAS, 2000), o desequilíbrio provocado por perturbações oriundas dos processos de fragmentação de ecossistemas podem propiciar um interferência negativa nas populações de organismos. Essa interferência faz com que determinadas famílias e espécies, denominadas r-estrategistas se beneficiem das condições desfavoráveis proporcionadas pelo meio e apresentem um comportamento de dominância no ecossistema, causando perdas na biodiversidade (RICKLEFS, 2003; BEGON et al., 2007).

Esse fato foi observado na voçoroca, área que teve 77% de representatividade taxonômica da Família Isotomidae. A Família Isotomidae é uma das famílias mais diversas e abundantes, presente em todas as regiões zoogeográfica e se caracteriza pelo hábito generalista sendo frequentemente encontrada em áreas de estágios iniciais de sucessão e em solos perturbados (PETERSEN, 2001). Esse dado corrobora com o visualizado na voçoroca, uma vez que este local, além de ser caracterizada por ser um processo erosivo, se encontra em vias de regeneração natural, apresentando uma maior estratificação na composição florística com dominância de arbustos e herbáceas, sendo que árvores de grande porte se apresentam em menor quantidade e esparsas e com dominância de espécies como *Casearia sylvestris* Sw., caracterizada por ser uma espécie pioneira, característica de estágios iniciais de sucessão ecológica (CARVALHO, 2006).

As área de floresta, por sua vez, apresentam uma vegetação mais densa, com menor estratificação na estrutura horizontal da floresta, se caracterizando por possuírem em sua composição florística espécies como *Actinostemon concolor* (Spreng.) Müll.Arg., uma espécie considerada secundária, o que dá indícios de que estas áreas estão em estágios avançados de sucessão ecológica (CARVALHO, 2006).

No entanto, apesar de apresentar algumas espécies secundárias, típicas de um estágio sucessional mais avançado, a floresta impactada sofre um constante estresse ambiental, pois possui um formato retangular alongado, o que acentua o efeito de borda, aumentando a ação de intempéries como maior influência de áreas adjacentes (neste caso áreas agrícola), aumento de temperatura, maior intensidades dos ventos, invasão de espécies exóticas, entre outros (VIANA e PINHEIRO, 1998; RICKLEFS, 2003). Todos esses fatores podem modificar o microclima e a estrutura

do solo e da vegetação (ZEPPELINI et al., 2013), acarretando em variações na composição e abundância das comunidades dos colêmbolos.

Essas variações de composição e abundância da Classe Collembola são validadas na floresta impactada, onde apenas sete espécies, pertencentes a quatro famílias, foram encontradas na área. Dessas sete espécies, quatro, pertencentes às Família Entomobrydae (58%) e Isotomidae (31%), foram responsáveis por 89% da composição faunística dos colêmbolos. Esses dados indicam um possível desequilíbrio ambiental, uma vez que em áreas com perturbações recorrentes, como é o caso da floresta impactada, que sofre constantemente a influência da matriz agrícola, há uma menor diversidade de organismos sendo que os organismos que se sobressaem são organismos ditos r- estrategistas, que possuem características oportunistas se sobressaindo em situações de adversidade. Essas espécies tendem a ter uma explosão no crescimento populacional, já que em suma, fatores que fariam seu controle, como predadores, são excluídos do processo, causando por vezes uma relação desarmônica no ecossistema (RICKLEFS, 2003; BEGON, et al., 2007).

Já a área de floresta conservada apresentou uma maior uniformidade da diversidade de colêmbolos ao longo do ano. Nesta área foram coletadas onze espécies, pertencentes a seis famílias. Apesar das Famílias Entomobrydae (42%) e Isotomidae(18%) apresentarem uma contribuição significativa para a área, se percebe um incremento de famílias e espécies quando comparada às outras áreas, como é o caso da Família Paronellidae, que teve as duas espécies coletadas neste estudo, encontradas na floresta conservada. Esta família é característica de áreas florestadas (MIRANDA e PALACIOS- VARGAS, 1992). Hopkin (1997) infere que maiores valores de diversidade de colêmbolos, especialmente os endêmicos, estão associados a bons níveis de conservação ambiental.

Esses dados inferem, portanto, que a floresta conservada, parece ser o biótopo mais favorável para o desenvolvimento de organismos da Classe Collembola. Isso se deve em partes pelo seu formato “arredondado”, o que reduz o efeito de bordadura e pela heterogeneidade de recursos o que proporciona uma gama de condições e recursos para diversas espécies (VIANA e PINHEIRO, 1998; RICKLEFS, 2003). Mendonça e seus colaboradores (2009), verificaram maior diversidade de colêmbolos em áreas naturais e com menor grau de interferência antropogênica, ressaltando a importância da conservação de ambientes com floresta

nativa. Resultado semelhante foi encontrado por Zeppelini et al.(2009), que ao avaliar áreas de reflorestamento com espécies nativas e áreas nativas intocadas, concluíram que a abundância de colêmbolos é maior nas áreas intocadas e que a riqueza de colêmbolos aumenta gradativamente com o avanço ecológico sucessional.

Isso pode ser explicado pelo fato de que a heterogeneidade de áreas de floresta conservada, proporciona condições de sobrevivência e perpetuação das espécies, como variedade de microhabitats e diferentes nichos ecológicos, o que permite suportar uma maior riqueza e abundância de colêmbolos e demais organismos com diferentes especializações ecológicas, contribuindo dessa maneira para que as interações ecológicas fluam de modo harmônico dentro dos ecossistemas (RICKFLES, 2003; AVILA e CANO, 2009).

CONCLUSÕES

Analisando os diferentes usos de solos no Bioma Pampa quanto à distribuição espacial e temporal dos colêmbolos se conclui que:

- a. A Classe Colembolla apresenta indícios de sazonalidade,
- b. Ambientes simplificados e/ou impactados, como lavoura, floresta impactada e voçoroca, apresentam interferências negativas nos processos ecossistêmicos, afetando a diversidade dos colêmbolos;
- c. O estudo das populações de colêmbolos em níveis taxonômicos mais avançados contribuiu para a diferenciação das áreas, sendo que, a área de floresta conservada pode ser validada como a de melhor qualidade ambiental.

REFERÊNCIAS

ABRANTES, E. A. **Fauna de Isotomidae (Collembola: Entomobryomorpha) em áreas da restinga da Marambaia, Estado do Rio de Janeiro, Brasil.**2011. p. 118 Tese. (Doutorado em Ciências Biológicas - Zoologia)- Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011.

ABRANTES. E. A.; BELLINI, B. C.; BERNARDO, A. N do. FERNANDES, L. H.; MENDONÇA, M. C. de.; OLIVEIRA, E. P. de.; GABRIEL COSTA QUEIROZ, G. C.;

SAUTTER, K. D.; SILVEIRA, T. C da.; ZEPPELINI, D. Errata Corrigenda and update for the “Synthesis of Brazilian Collembola: na update to the species list.” ABRANTES et al. (2010), Zootaxa, 2388: 1–22. **Zootaxa**, v. 3168, p. 1-21, 2012.

ABRANTES, E.; MENDONÇA, M. C. de. Colêmbolos Isotomidae em áreas impactadas e preservadas da restinga de Maricá, Município de Maricá, RJ. In: Congresso Brasileiro de Zoologia, 26., 2006, Londrina. **Anais...** Londrina: Sociedade Brasileira de Zoologia, 2006.

ANDERSON, M. J.; GORLEY, R. N.; CLARKE, K. R. **PERMANOVA** for **PRIMER**: Guide to Software and Statistical Methods. PRIMER-E, Plymouth, UK, 2006.

ANDERSON, M. J.; WILLIS, T. J Canonical analysis of principal coordinates: a useful method of constrained ordination for ecology. **Ecology**, v. 84, p. 511–525, 2003.

ANTONIOLLI, Z. I.; CONCEIÇÃO, P. C.; BÖCK, V.; PORT, O.; SILVA, D. da; SILVA, R. F. da. Método alternative para estudar a fauna do solo. **Ciência Florestal**, v. 16, p. 407- 417, 2006.

AVILA, D. R. Q.; CANO, Y. F. J. **Composición de la Clase Collembola en un bosque alto andino de la vereda Noruega Alta, Sylvania, Cundinamarca, Colombia.** 2009.206 p. Proyecto de grado para optar por el título de Licenciados en Biología- Universidad Distrital Francisco José de Caldas Facultad de Ciencias y Educación, Colombia, 2009.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas.** 4. ed., Porto Alegre: Artmed, 2007. 752 p.

BELLINGER, P. F.; CHRISTIANSEN, K. A.; JANSSENS, F. (1996-2012) **Checklist of the Collembola of the World.** Disponível em: <<http://www.collembola.org>> Acesso 19 dez.2014.

BRETFELD, G. **Synopses on Palaearctic Collembola: Symphypleona.** Ed. Wolfram Dunger, v. 2, 320 p., 1999.

BRIONES, M. J. I.; GARNETT, M. H.; INESON, P. Soil biology and warming play a key role in the release of ‘old C’ from organic soils, **Soil Biology & Biochemistry**, v. 42,p. 960-967, 2010.

BURNHAM, K. P.; ANDERSON, D. R. **Model selection and multimodel inference: a practical information- theoretic approach.** New York, New York, Springer, 2002.

CASTAÑO-MENESES G.; PALACIOS-VARGAS, J. G. Effect of fire and agricultural practices on the ants communities. In: International Colloquium on soil Zoology., 13., 2000,Czech Republic.. **Anais ...** Czech Republic, 2000.p.167.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; Centro Nacional de Pesquisa de Florestas – Colombo: EMBRAPA-CNPQ. Brasília. Vol. 2. 2006. p. 628.

CHAUVAT, M.; WOLTERS, V.; DAUBER, J. Response of collembolan communities to land-use change and grassland succession, **Ecography**, v. 30, p. 183-192, 2007.

CHRISTIANSEN, K. Bionomics of Collembola. **Annual Review Entomology**, v. 9, p. 147-178, 1964.

CHRISTIANSEN, K. Springtails. **Kans. School Nut.**, v. 39, p.1-16, 1992.

CLARKE, K. R.; WARWICK, R. M. **Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation**. 2ed. Plymouth, Plymouth Marine Laboratory, 2001.

CLARKE, K. R., GORLEY, R. N. **PRIMER v6: User Manual/Tutorial**. PRIMER-E, Plymouth, UK, 2006.

DELLAMEA, N. P. **Efeitos da fragmentação florestal sobre a comunidade de artrópodes edáficos epigéicos em Santa Maria, RS**.2012. 16 p. Monografia(Curso superior de Tecnologia em Gestão Ambiental)- Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

DIAZ, A. **Étude de quelques populations de Collemboles(Insects) edáphiques de la region parisienne, Paris**.1974. 60 p. Tese (Doutorado)- Universide de Paris, Paris, 1974.

FACCO, R.; NASCIMENTO, V. B.; WERLANG, M. K. VARIABILIDADE DE TEMPERATURAS MÉDIAS MENSIS EM SANTA MARIA/RS NO PERÍODO DE 2004/2011. **Revista Geonorte**, Edição Especial, v. 2, n. 4, p. 1103 -1110, 2012

FERNANDES, L. H.; MENDONÇA, M. C. de. Collembola Poduromorpha do litoral de Maricá, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 21, p. 15-25, 2004.

FERNANDES, L. H.; MENDONÇA, M. C. de. Collembola Poduromorpha de áreas preservadas e impactadas do litoral sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 24, n. 3, p. 777-785, Set.2007.

FERREIRA, A. S.; BELLINI, B. C.; Vasconcellos, A. Temporal variations of Collembola (Arthropoda: Hexapoda) in the semiarid Caatinga in northeastern Brazil. **Zoologia** (Curitiba): an international journal for zoology, p. 639-644, 2013.

FRANKLIN, E.; MAGNUSSON, W. E.; LUIZÃO, F. J. Relative effects of biotic and abiotic factors on the composition of soil invertebrate communities in an Amazonian savanna, **Applied Soil Ecology**, v. 29, p. 259-273, 2005.

FUJII, S.; TAKEDA, H. Succession of collembolan communities during decomposition of leaf and root litter: effects of litter type and position. **Soil Biology e Biochemistry**, v. 54, p. 77-85, 2012.

HOPKIN, S. P. **Biology of the Springtails: Collembola (Insecta)**. Oxford University Press, Oxford, UK, 1997. 330 p.

IGLESIAS M. R.; CUTZ, L. P. PALACIOS-VARGAS, J.G. Estudio preliminar sobre el efecto de los contaminantes del suelo en la fauna edáfica en el Estado de Hidalgo. In: Congreso Nacional de Entomología, 34., 1999, México. **Anais...** México, 1999. p. 324-327.

ILLIG, R. J.; NORTON, A.; SCHEU, S; MARAUN, M. Density and community structure of soil- and bark-dwelling microarthropods along an altitudinal gradient in a tropical montane rainforest, **Experimental and Applied Acarology**, v. 52,p. 49-62, 2010.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Dados históricos da estação meteorológica de Santa Maria/RS. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 13 dez. 2014.

MENDONÇA, C. **Taxonomia e distribuição do gênero Isomiella Bagnall, 1939 (Collembola, Isotomidae) na Floresta da Tijuca, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.**2002. 149 p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas- Zoologia)- Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

MENDONÇA, M. C. de.; FERNANDES, L. H.; ABRANTES, E.A.; QUEIROZ, C.G.; BERNARDO, A. N. do.; SILVEIRA, T. C. da. **Fauna colembológica do Estado do Rio de Janeiro, Brasil.** v. 67, n. 3-4, p. 265-274. jul./dez. 2009. (Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro).

MENDOZA, M. S.; VILLALOBOS, F. J.; PALACIOS-VARGAS, J. G. La comunidad de Collembola (Apterygota) del suelo en un gradiente sucesional del bosque mesófilo de la reserva de la biosfera "El Cielo" Tamaulipas. In: Simposio Universitario de Edafología. Facultad de Ciencias, U.N.A.M., 1995, México. **Anais...**México, 1995. p. 102.

MIRANDA, R. A.; PALACIOS-VARGAS, J. G. Estudio comparativo de las comunidades de colémbolos edáficos de bosque de *Abies religiosa* y cultivo de haba(*Vicia faba*). **Agrociencia:Serie Protección Vegetal**, v. 3, n. 3, p. 7-18, 1992.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 42p.

PALACIOS- VARGAS, J. G. Collembola. In: SÁNCHEZ-RAMOS, G.; CASTILLO-REYES, P.; DIRZO, R. (ed.) **Historia Natural de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México.** México: Universidad Autónoma de Tamaulipas, 2005. p. 354- 366.

PALACIOS- VARGAS, J. G. El uso de trampas epineústicas para la coleta de microartrópodos. **Folia Entomológica Mexicana.**, v. 78, p. 275-277, 1990.

PALACIOS- VARGAS, J. G.; CASTAÑO- MENESES, G.; GÓMEZ-ANAYA, J. A. Collembola from the canopy of a Mexican tropical deciduous forest. **Pan- Pacific Entomologist**, v. 74, p. 26-53, 1998.

PALACIOS- VARGAS, J. G.; GÓMEZ-ANAYA, J. A. Lista actualizada de colémbolos micetófilos de México (Hexapoda: Entognatha). **Folia Entomológica Mexicana**, v. 92, p. 21-30, 1994.

PALACIOS- VARGAS, J. G.; VIDAL- ACOSTA, M. Nuevas especies de *Friesea* (Collembola: Neanuridae) de Reservas biológicas de México. **Southwestern Entomology**, v. 19, n. 3, p. 291-299, 1994.

PALACIOS-VARGAS, J. G.; CUTZ-POOL, L. Q.; BÁRCENAS, D. A. E. Collembola . In: UNA, I., J.J. MORRONE Y D. ESPINOSA (eds.). **Biodiversidad de la faja volcánica transmexicana**. U.N.A.M, MÉXICO, 2007. p. 331-344.

PETERSEN, H. A review of collembolan ecology in ecosystem context. **Acta Zoologica Fennica**, v. 195, p. 111-118, 1994.

PETERSEN, H. Collembola populations in an organic crop rotation: Population dynamics and metabolism alter conversion from clover-grass ley to spring barley. **Pedobiologia**, v. 44, p. 502-515, 2000.

RICKLEFS, R. E. **A Economia da Natureza**. 5. Ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2003. 542 p.

ROVEDDER, A. P. M.; ALMEIDA, C. M. de; ARAUJO, M. M.; TONETTO, T. S.; SCOTTI, M. S. V. Relação solo-vegetação em remanescente da floresta estacional decidual na Região Central do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 44, n. 12, p. 2178- 2185, dez. 2014.

ROVEDDER, A. P. M.; ELTZ, F. L. F.; DRESCHER, M. S.; SCHENATO, R. B.; ANTONIOLLI, Z. I. Organismos edáficos como bioindicadores da recuperação de solos degradados por arenização no Bioma Pampa. **Ciência Rural**, v. 39, n. 4, p. 1061-1068, jul. 2009.

ROVEDDER, A. P. M.; ANTONIOLLI, Z. I.; SPAGNOLLO, E.; VENTURINI, S. F. Fauna edáfica em solo suscetível à arenização na região sudoeste do Rio Grande do Sul. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 3, n. 2, p. 87-96, 2004.

SAUTTER, K. D.; SANTOS, H. R. dos.; RIBEIRO JR, P. J. Comparação das comunidades de Entomobryidae e Isotomidae(Collembola) entre plantio direto em três níveis de fertilidade, plantio convencional e um ecossistema natural (campo nativo) em Ponta Grossa, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 16, n. 1, p. 117- 124, 1999.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L.F.S. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2008. 222p.

VERHOEF, H. A.; WITTEVEEN, J. Water balance in Collembola and its relation to habitat selection, cuticular water loss and water uptake. **Journal of Insect Physiology**, v. 26, p. 201- 208, 1980.

VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V. **Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais**. v. 12. n. 32. dez. 1998. p. 25-42. (Série Técnica IPEF).

WALLWORK J. A. **The Distribution and Diversity of Soil Fauna**. London: Academic Press, 1976.

WIWATWITAYA, D.; TAKEDA, H. Seasonal changes in soil arthropod abundance in the dry evergreen forest of north-east Thailand, with special reference to collembolan communities, **Ecological Research**, v. 20, p. 59-70, 2005.

ZEPPELINI, D. F.; BELLINI, B. C. **Introdução ao estudo dos Collembola**. João Pessoa: Editora Universitária da UFPB, 2004. 82 p.

ZEPPELINI, D.; BELLINI, B. C.; CREÃO-DUARTE, A. J.; HERNÁNDEZ, M. I. M. Collembola as bioindicators of restoration in mined sand dunes of Northeastern Brazil. **Biodiversity and Conservation**, v. 18, n. 5, p. 1161-1170, 2009.

ZEPPELINI, D.; QUEIROZ, G. C.; ABRANTES, E. S.; BELLINI, B. C.; MEDEIROS, E. S. F.; OLIVEIRA, E. P.; SILVEIRA, T. C.; NEVES, A. C. R.; FERREIRA, A. S.; GODEIRO, N.; OLIVEIRA, F. G. L.; SANTOSROCHA, I. M.; MENESES, L. F.; MENDONÇA, M. C. Diversity of Collembola (Arthropoda: Hexapoda) across different types of vegetation in Brazil. **International Journal of Biodiversity and Conservation**, v. 5, n. 3, p. 176-184, marc. 2013.

ZINKLERD; R.; STECKEN, R. Digestion of leaf litter by the springtail *Tomocerus zaescens* (Insecta, Collembola). In :STRIGANOVA, B. R.(Ed.). **Soil fauna and soil fertility**. Nauka, Moscow, 1987. p. 730- 734.

REGISTROS DA CLASSE COLLEMBOLA NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

Franciele Coghetto e Ana Paula M. Rovedder

RESUMO

O estudo da Classe Collembola tem fornecido importantes quanto à funcionalidade ecossistêmica, permitindo avaliações complexas, no que tange à conservação do recurso solo em sistemas produtivos e naturais. No entanto, informações quanto à distribuição de famílias e espécies são escassas, principalmente no Brasil. O presente trabalho tem por objetivo contribuir com o registro de ocorrência de espécies de colêmbolos estão listadas as espécies encontradas no Estado do Rio Grande do Sul, Região Sul do Brasil. As espécies foram coletadas em 4 tipos de usos de solos em uma área rural, no município de Santa Maria, Região Central do Rio Grande do Sul. Os organismos forma coletados com auxílio de armadilhas do tipo PROVID. Sendo que os espécimes coletados foram montados em lâminas de microscopia para posterior identificação. Foram identificadas 19 espécies pertencentes a 18 gêneros distribuídos em 7 famílias. O gênero mais diverso foi Isotomidae com 6 espécies encontradas. O fragmento florestal conservado concentrou a maior parte das espécies com 11 espécies registradas, enquanto que nas áreas fragmentadas o número de espécies encontradas foi o mais baixo com 7 espécies registradas. Foi encontrada 1 espécie nova de Collembola.

Palavras-chaves: Colêmbolos. Pampa. Taxonomia.

ABSTRACT

The study of Collembola group has provided important as the ecosystem functionality, allowing complex assessments, regarding the conservation of soil resources in productive and natural systems. However, information regarding the distribution of families and species are scarce, especially in Brazil. This paper lists the species found in Rio Grande do Sul State, south region of Brazil. The species were collected in four types of soil use in a rural area, in Santa Maria city, central region of Rio Grande do Sul. The organisms were collected with aid of PROVID traps. The collected specimens were fitted on microscope blades for later identification. Nineteen species were identified on eighteen genders distributed in seven families. Isotomidae was the more diverse gender, with six species found. The protected forest area concentrated most of the species, with eleven species registered, meanwhile at the fragmented areas; the number of species found was the lowest, with seven species registered. It was found one new species for Collembola class.

Key words: Springtails. Pampa. Taxonomy

INTRODUÇÃO

A Classe Collembola agrega organismos extremamente antigos. Seus primeiros registros são datados do Devoniano Médio (~400 m.a) e sua distribuição se estende a todas as regiões zoogeográficas (PALACIOS- VARGAS, 2005; ZEPPELINI FILHO, 2012).

Os colêmbolos possuem uma classificação filogenética bastante controversa, sendo enquadrados por alguns autores como uma classe dentro do táxon Hexapoda, e por outros como um grupo monofilético caracterizado por diversas sinapomorfias claras (ZEPPELINI FILHO e BELLINI, 2004). São divididos em quatro ordens, sendo Entomobryomorpha e Poduromorpha, representados pelas formas de corpo alongado e Symphypleona e Neelipelona, com representantes de corpo globoso (PINHO et al., 2007).

Apesar da grande discussão acerca da classificação filogenética, os colêmbolos são pequenos artrópodes que medem de 2,0 mm até 8mm (ZEPPELINI FILHO e BELLINI, 2004), fazendo parte da mesofauna do solo (LAVELLE et al., 1994). São ametábolos, ápteros, entognathos e possuem o corpo revestido por uma cutícula altamente hidromórfica. Possuem antenas geralmente divididas em quatro artículos, tórax dividido em três segmentos, tendo cada segmento um par de apêndices ambulacrais e abdômen normalmente dividido em seis segmentos que podem ser fundidos em algumas famílias, como é o caso dos Sminthuridae. Apresentam uma estrutura locomotora particular que os difere de outros organismos. Esta estrutura se localiza no quarto segmento do abdômen e é chamada de fúrcula, possibilitando aos colêmbolos que saltem para se locomover. A fúrcula é formada por uma base única, o manúbrio dois ramos distais, dentes com garra, chamada de mucro ou múcron. São sexuais e ovíparos (ZEPPELINI FILHO e BELLINI, 2004; PALACIOS- VARGAS, 2005). Todas essas estruturas são essenciais e determinantes na identificação e classificação taxonômica.

A Classe Collembola, apesar de ter um tamanho corporal reduzido, desempenha um “trabalho ímpar” no ecossistema. Os colêmbolos, são classificados como decompositores primários e secundários, atuando na fragmentação de detritos oriundos de material orgânico depositado, propiciando dessa forma a ação de fungos e bactérias decompositoras (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006; PALACIOS- VARGAS, et al, 2007)

Além disso, são base de cadeia tróficas servindo de alimento para diversos outros grupos como: ácaros, psedoescorpões, besouros, jovens ou pequenas centopéias, sapos, aranhas, entre outros. Além da grande importância na cadeia alimentar, estes organismos desempenham papel de indicadores ecológicos (PONGE, 1993). Isso se deve ao fato de serem extremamente sensíveis a variações ecoclimáticas e alterações no meio, principalmente a distúrbios de origem antropogênica, sendo assim importantes organismo para estudos sinecológicos e de qualidade ambiental (ARBEA e BLASCO-ZUMETA, 2001).

No entanto apesar da reconhecida gama de benefícios proporcionados nos ecossistemas pelos colêmbolos, pouco se conhece sobre a ecologia, evolução, taxonomia e sistemática desses organismos.

No Brasil, assim como em outras partes do mundo, o conhecimento sobre a Classe Collembola é incipiente, sendo que os estudos a cerca desses organismos estão concomitantemente ligados a região onde estão lotados os principais colembólogos do País, Região Nordeste e Sudeste. Poucos trabalhos foram realizados em outros biomas brasileiros, no tanto que registros de ocorrência de espécies é escassa e muitas vezes inexistentes, principalmente em se tratando da região Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

Os espécimes foram coletados de novembro de 2013 a junho de 2014, visando cobrir a sazonalidade anual, em uma área rural no município de Santa Maria, região Central do RS. O local de estudo se encontra no Bioma Pampa e é caracterizado por área de tensão ecológica campo- floresta. A formação florestal da região é classificada como Floresta Estacional Decidual, conforme Veloso, 2012. O clima da é do tipo subtropical sem estação seca e com verões quentes, sendo classificado de acordo com Köppen, como Cfa (MORENO, 1961).

As áreas de amostragem, compreendem quatro tipos de usos de solo, sendo eles: a) voçoroca em vias de regeneração natural; b) fragmento florestal impactado; c) lavoura e d) fragmento florestal conservado.

As coletas foram realizadas com o auxílio de armadilhas do tipo PROVID contendo uma solução de álcool 70% e glicerina. Foram utilizadas 40 armadilhas, 10

para cada área, dispostas em transecções equidistantes 10 metros entre si. As armadilha permaneceram no campo durante três dias e foram posteriormente retiradas para a triagem.

Todas as amostras foram triadas sob lupa eletrônica e armazenadas em eppendorf contendo álcool 96%.

Em seguida o material foi tratado com Hidróxido de Potássio 5% e Lactofenol para fins de diafanização. Posteriormente, os indivíduos foram dispostos, em lâminas semipermanentes com líquido de Hoyer. Todo o procedimento de montagem e identificação foi realizado com o auxílio do especialista Douglas Zepellini no Laboratório de Sistemática de Collembola e Conservação na Universidade Estadual da Paraíba(UEPB) Campus João Pessoa e chaves de identificação propostas por Abrantes (2011), Bellinger e colaboradores (1996-2012), Bretfeld (1999) e Zeppelini e Bellini (2004).

RESULTADOS

Foram registrados 19 espécies de colêmbolos e 18 gêneros pertencentes a 7 famílias, nas quatro áreas avaliadas (Tabela 1).

A família com maior riqueza de espécies foi Isotomidae com 6 espécies, seguida de Entomobrydae, com 5 espécies. Sendo que os gêneros com maior número de espécies foi *Proisotoma* com 2 espécies. Todos os demais gêneros tiveram apenas uma espécie identificada (Figura 1).

A maioria das espécies foi encontrada no fragmento florestal preservado com 11 espécies e o uso de solo com menor riqueza de espécies foi o fragmento florestal impactado com apenas 7, das 19 espécies encontradas no total. O gênero com maior frequência de ocorrência foi *Diacranocentrus*, sendo encontrado em todos os usos de solo.

Tabela 1. Espécies de Collembola registradas em quatro áreas, pertencentes ao Bioma Pampa, no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

Táxon	Área de coleta			
	Mata refrência	Mata fragmentada	Voçoroca	Lavoura
Família Brachystomellidae				
<i>Brachystomella saladaensis</i> Weiner & Najt, 2001	X	-	-	X
<i>Raponella</i> sp.	X	-	-	-
Família Dicyrtomidae				
<i>Ptenotrix</i> sp.	x	-	x	-
Família Entomobrydae				
<i>Dicranocentrus</i> sp.	x	x	x	x
<i>Entomobrya</i> sp.	-	-	x	-
<i>Lepdocyrtus</i> sp.1	-	x	x	-
<i>Mastigoceras</i> sp.	x	x	-	-
<i>Setogaster</i> sp.	x	-	-	-
Família Isotomidae				
<i>Ballistrura</i> sp.	-	-	x	-
<i>Cryptopygus</i> sp.	-	-	x	-
<i>Desoria</i> sp.	-	-	x	x
<i>Isotomurus</i> sp.	-	-	x	x
<i>Proisotoma</i> sp.1	x	x	x	-
<i>Proisotoma</i> sp.2	-	-	-	x
Família Katiannidae				
<i>Katianna</i> sp.	x	x	-	x
<i>Sminthurinus</i> sp.	x	-	-	-
Família Paronellidae				
<i>Lepidonella</i> sp.	x	x	-	-
<i>Trogalophysa</i> sp.	x	-	-	-
Família Sminthuridae				
<i>Sminthurides</i> spn.c. a. <i>pseudassimilis</i>	-	-	x	-

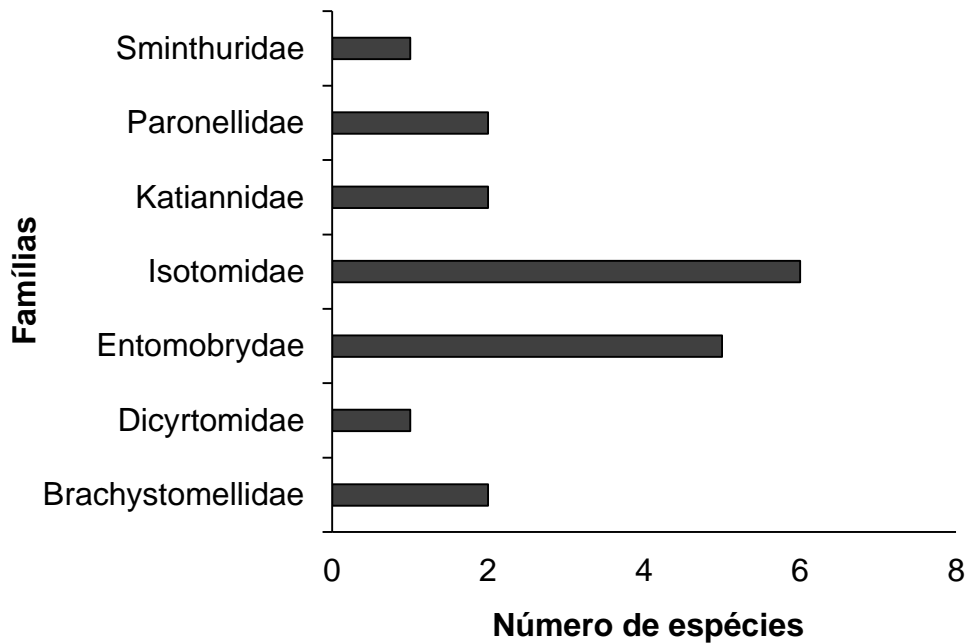


Figura 1. Número de espécies da Classe Collembola identificadas, por família na Região Central do Estado do Rio Grande do Sul.

DISCUSSÃO

Todas as famílias da Classe Collembola encontradas na área de estudo tem ocorrência no Brasil. Foram identificados 19 espécies, sendo 1 espécie nova (*Sminthurides* spn. ca. *pseudassimilis*), pertencentes a 18 gêneros dentre os 94 gêneros já registrados no País e 7 famílias das 19 famílias descritas para o Brasil (ABRANTES, et al., 2012).

Comparando os gêneros encontrados neste trabalho com os registros realizados por Abrantes e colaboradores (2012), verifica-se que com exceção do gênero *Lepdocyrtus* descrito por Kraepelin (1901) e Börner (1907), todos os demais gêneros encontrados e conseqüentemente as espécies de cada taxón (*Brachystomella*, *Raponella*, *Ptenotrix*, *Dicranocentrus*, *Entomobrya*, *Lanocyrtus*, *Mastigoceras*, *Setogaster*, *Ballistrura*, *Cryptopygus*, *Desoria*, *Isotomurus*, *Proisotoma*, *Katianna*, *Sminthurinus*, *Lepidonella*, *Sminthurides*, *Trogalophysa*) são novos registros para o Rio Grande do Sul.

Em se tratando de Região Sul, no Estado de Santa Catarina apenas a Família Entomobrydae já havia sido registrada por Handschim (1924), Christiansen e Bellinger (2000), sendo que o gênero descrito foi *Seira*, enquanto que para o Estado

do Paraná, as Famílias Entomobrydae, com registro do gênero *Seira*, descrito por Zeppelini (2006) e a Família Isotomidae, com o gênero *Proisotoma* descrito por Arlé(1970) e Mendonça e Reis (1990), foram os únicos registros encontrados (ABRANTES, et al., 2012).

Nota-se para tanto, que com exceção do gênero *Proisotoma*, encontrado nas quatro áreas de estudo desse trabalho, todos os demais gêneros são novos registros para a Região Sul do Brasil.

A família com maior frequência encontrada nas áreas prospectadas, foi Isotomidae. Esta família é bastante diversa e é caracterizada pela sua ampla distribuição que se dá em todas as regiões zoogeográficas. No Brasil o estudo taxonômico dos isotomídeos se iniciou com Arlé (1939, 1959) e mais recentemente Mendonça e Fernandes (2003a, 2003b), Mendonça *et al.* (2006, 2009a), Mendonça e Abrantes (2007, 2010) Abrantes e Mendonça (2007, 2009) e Queiroz e Mendonça (2010), incrementaram o conhecimento de Isotomidae, principalmente na Região Sudeste (ABRANTES, 2011).

O maior diversidade de espécies (11 espécies) foi encontrada na região de Floresta conservada, reforçando assim a necessidade de preservação de remanescentes com vegetação nativa (Tabela 1).

Enquanto que o menor número foi encontrado na área de fragmentação (7 espécies) e lavoura (8 espécies), indicando que a fragmentação e conversão de ecossistemas em áreas agricultáveis, acarretam na simplificação de habitats, em perturbações químicas, físicas e biológicas no solo e em alterações drásticas nas funções ecológicas vitais, ocasionando alterações na densidade e diversidade de organismos, que dependendo das adaptações e de seu espaço de atividade, podem sofrer um desequilíbrio populacional (TURNER e COLLET, 1996; PRIMACK e RODRIGUES, 2001; (BARETTA et al., 2003, RICKLEFS, 2010).

O trabalho por ser um dos primeiros estudos taxonômicos da Classe Collembola no Estado do Rio Grande do Sul, aliado ao baixo esforço amostral pode ocultar a real composição das espécies de colêmbolos no Estado.

Em virtude do tamanho e diversidade de fitofisionomias, incluindo o Bioma Pampa que se restringe apenas ao Rio Grande do Sul, pode se inferir que exista um número muito maior de famílias, gêneros e espécies para o Estado do que o descrito neste trabalho.

O grande número de espécies sem descrição taxonômica (Tabela 1) reflete a carência de informações e a necessidade de se ampliar o número de estudos focados na taxonomia e sistemática da Classe Collembola, em especial na região Sul.

REFERÊNCIAS

ABRANTES, E. A. **Fauna de Isotomidae (Collembola: Entomobryomorpha) em áreas da restinga da Marambaia, Estado do Rio de Janeiro, Brasil.** 2011. p. 118 Tese. (Doutorado em Ciências Biológicas - Zoologia)- Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011.

ABRANTES, E. A.; BELLINI, B. C.; BERNARDO, A. N do.; FERNANDES, L. H.; MENDONÇA, M. C. de.; OLIVEIRA, E. P. de.; GABRIEL COSTA QUEIROZ, G. C.; SAUTTER, K. D.; TATIANA CRISTINA DA SILVEIRA, T. C da.; ZEPPELINI. Errata Corrigenda and update for the “Synthesis of Brazilian Collembola: na update to the species list.” ABRANTES et al. (2010), Zootaxa, 2388: 1–22. Zootaxa, v. 3168, p. 1-21, 2012

ARBEA, J. I.; BLASCO-ZUMETA, J. Ecología de los Colémbolos (Hexapoda, Collembola) en Los Monegros(Zaragoza, España). **Aracnet**, v. 7, n. 28, p. 35-48, 2001.

ARLÉ, R. Collemboles Nouveaux de Rio de Janeiro. **Annais da Academia brasileira de Ciencias**, v. 11, p. 25-32, 1939.

ARLÉ, R. **Collembola Arthropleona do Brasil Oriental e Central**, 1959. p. 155-211. (Arquivos do Museu Nacional)

BARETTA, D.; SANTOS, J. C. P.; MAFRA, Á. L. et al. Fauna edáfica avaliada por armadilhas de catação manual afetada pelo manejo do solo na região oeste catarinense. **Revista de Ciência Agroveterinárias**, Lages, v. 2, n. 2, p. 97-106, 2003.

BELLINGER, P. F.; CHRISTIANSEN, K. A.; JANSSENS, F. (1996-2012) **Checklist of the Collembola of the World**. Disponível em: <<http://www.collembola.org>> Acesso 19 dez. 2014.

BELLINI, B. C.; ZEPPELINI, D. Registros da fauna de Collembola (Arthropoda, Hexapoda) no Estado da Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, n. 3, p. 386-390, set. 2009.

BRETFELD, G. **Synopses on Palaearctic Collembola: Symphypleona**. Ed. Wolfram Dunger, v. 2, 320 p., 1999.

CHRISTIANSEN, K.; P. BELLINGER, A survey of the genus *Seira* (Collembola: Entomobryidae) in the Americas. **Caribbean Journal of Science**, v. 36, p. 39-75, 2000.

CULIK, M. P.; MARTINS, D. S.; VENTURA, J. A. Collembola (Arthropoda:Hexapoda) communities in the soil of papaya orchards managed with conventional and integrated production in Espírito Santo, Brazil. **Biota Neotropical**, v. 6, n. 3, 8 p. 2006.

PALACIOS- VARGAS, J. G. Collembola. In: SÁNCHEZ-RAMOS, G.; CASTILLO-REYES, P.; DIRZO, R. (Ed.) **Historia Natural de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México**. México: Universidad Autónoma de Tamaulipas, 2005. p. 354-366.

PALACIOS-VARGAS, J. G.; CUTZ-POOL, L. Q.; BÁRCENAS, D. A. E. Collembola. In: UNA, I.; MORRONE, J. J.; ESPINOSA, Y. D. (Eds.). **Biodiversidad de la faja volcánica transmexicana**. U.N.A.M, MÉXICO, 2007. p. 331-344.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. 2001. **Biologia da Conservação**. Londrina, Efraim Rodrigues. 328p.

TURNER, I. M.; COLLET, R. T. The conservation value of small, isolated fragments of lowland rain forest. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 11, n. 8, 1996.

ZEPPELINI FILHO, D. Collembola Lubbock, 1873. In: RAFAEL, J. A (Ed.). **Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2012. p. 202-211.

DISCUSSÃO

Todas as famílias de colêmbolos encontradas na Região Central do Rio Grande do Sul, tem ocorrência no Brasil. Foram identificados dezoito gêneros, dezenove espécies, pertencentes a sete famílias.

Comparando os gêneros encontrados neste trabalho com os registrados por Abrantes *et al.* (2012), verificou-se que dezessete dos dezoito gêneros coletados neste estudo, e conseqüentemente as espécies que compõe cada táxon (*Brachystomella*, *Raponella*, *Ptenotrix*, *Dicranocentrus*, *Entomobrya*, *Mastigoceras*, *Setogaster*, *Ballistrura*, *Cryptopygus*, *Desoria*, *Isotomurus*, *Proisotoma*, *Katianna*, *Sminthurinus*, *Lepidonella*, *Trogalophysa*, *Sminthurides*), representam novos registros para o Rio Grande do Sul e registros inéditos para o Bioma Pampa.

Se verificou ainda que as espécies de Collembola apresentam um padrão de comportamento de similaridade entre os três usos de solos com presença de algum tipo de cobertura arbórea, destacando-se a relação de similaridade entre a floresta impactada e a floresta preservada, sendo que a floresta preservada é a que mais se diferencia entre as demais áreas estudadas, diferindo principalmente da área de lavoura. No entanto, esse padrão de similaridade apresenta uma quebra no verão quando cada área apresenta oposição entre si. Pode-se observar que em todas as estações, a área de lavoura demonstrou um comportamento de oposição entre as demais áreas, atentando para os prejuízos causados pela conversão dos ecossistemas e sua conseqüente simplificação

A estrutura composicional da taxocenose de Collembola foi influenciada principalmente (embora sem muita discrepância no que diz respeito a estatística) pela variação temporal, sendo que a variável abiótica que mais interferiu na distribuição dos colêmbolos, foi a temperatura do ar. A partir da análise da variação temporal foi possível verificar um padrão de sazonalidade na comunidade de colêmbolos.

Já a variação espacial, demonstrou que nas áreas com perturbações antropogênicas (lavoura, voçoroca, floresta impactada) a diversidade de colêmbolos foi reduzida quando comparada a área de floresta preservada. Além disso, foi possível observar que determinadas espécies foram dominantes nas áreas perturbadas, indicando a presença de espécies oportunistas, que indicam

desequilíbrios ecossistêmicos. Esses dados, sugerem que a fragmentação, conversão e simplificação no Bioma Pampa, podem afetar serviços ecossistêmicos associados aos colêmbolos, acarretando em perdas de biodiversidade. Demonstrando a necessidade de se estabelecer medidas mitigatórias para evitar um colapso na diversidade não só de colêmbolos, mas de diversos organismos.

Esse trabalho é um dos primeiros trabalhos taxonômicos aliado a ecologia dos colêmbolos no Bioma Pampa , ressaltando a importância da divulgação e atualização de inventários colembológicos que levem em consideração as particularidades de cada espécie e a sua distribuição, já que apesar da Classe Collembola ser altamente tolerante a uma vasta gama de condições ambientais incluindo agricultura e a poluição industrial, as espécies diferem fortemente em sua sensibilidade ao estresse ambiental (STERZYŃSKA, 1990).

CONCLUSÃO

Os dados apresentados neste trabalho, refletem a importância de se estabelecer relações entre parâmetros ecológicos e taxonômicos, uma vez que cada espécie apresenta um comportamento único frente a alterações do meio em que vive.

Estudo futuros devem atentar para a combinação de novas metodologias e ampliação das áreas de coletas dentro do Bioma Pampa, a fim de contemplar uma maior gama de colêmbolos com diferentes hábitos de vida e estabelecer uma maior contribuição para o inventário colembológico do Estado do Rio Grande do Sul e do Brasil.

REFERÊNCIAS

ABRANTES, E. A.; BELLINI, B. C.; BERNARDO, A. N.; FERNANDES, L. H.; MENDONÇA, M. C.; OLIVEIRA, P. O.; QUEIROZ, G. C.; SAUTTER, K. D.; SILVEIRA, T. C.; ZEPPELINI, D. Errata Corrigenda and update for the “Synthesis of Brazilian Collembola: an update to the species list.” ABRANTES et al. (2010), *Zootaxa*, 2388: 1–22. **Zootaxa**, v. 3168, p. 1-21, 2012.

ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. 3. Ed., São Paulo: Expressão Popular. 2012. 400p.

BARDGETT, R. D.; KEILLER, S.; COOK, R.; GILBURN, A. S. Dynamic interpretations between soil animals and microorganisms in upland grassland soils amended with sheep dung: a microcosm experiment. **Soil Biology Biochemistry**, v. 30, p. 531-539, 1998.

BOLDRINI, I. Biodiversidade dos Campos Sulinos. In: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL, 24, 2006, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ULBRA, 2006. p. 17.

BONNET, L.; CASSAGNAU, P.; DEHARVENG, L. Un exemple de rupture de l'équilibre biocénose par déboisement: les peuplements de Collemboles edaphiques du Piau d'Engaly (Hautes-Pyrenees). **Revue d'Ecologie et de Biologie du Sol**, p. 13337-351, 1976.

BRENA, D. A.; LONGHI, S. J. Inventário Florestal. In: ITAQUI, J. (Org.). **Quarta Colônia: Inventário Técnico**. Santa Maria: Condesus Quarta Colônia, 2002.

CAPRA, F. **As conexões ocultas: ciência para uma vida sustentável**. São Paulo: Cultrix. 2002. 296p.

CASSAGNE, N.; GERS, C.; GAUQUELIN, T. Relationships between Collembola, soil chemistry and humus types in forest stands (France). **Biology and Fertility Soils**, v. 37, p. 355-361, 2003.

DEHARVENG, L. Soil Collembola diversity, endemism, and reforestation: a case study in the Pyrenees (France). **Conservation Biology**, v. 10, n. 1, p. 74-84, 1996.

FABER, J. H. Functional classification of soil fauna: a new approach. **Oikos**, v. 62, p. 110-117, 1991.

HOPKIN, S. P. **Biology of Springtails: Collembola (Insecta)**. Oxford: Oxford University Press, 1997.

KLEIN, R. M. Síntese ecológica da Floresta Estacional da Bacia do Jacuí e importância do reflorestamento com essências nativas. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 5, 1984, Nova Prata. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 1984. p. 265-278.

KUMSSA, D. B.; VAN AARDE, R. J.; WASSSENAAR, T. D. The regeneration of soil micro-arthropod assemblages in a rehabilitating coastal dune forest at Richards Bay, South Africa. **African Journal of Ecology**, v. 42, p. 346-354, 2004.

MATOS, J. Z. de; YAMANAKA, C. N.; CASTELLANI, T. T.; LOPES, B. C. Comparação da fauna de formigas de solo em áreas de plantio de *Pinus elliottii*, com diferentes graus de complexidade estrutural (Florianópolis, SC). **Biotemas**, Florianópolis, v. 7, n. 1-2, p. 57-64, 1994.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Pampa**. Brasília, 2015. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/pampa>>. Acesso em: 04 jan. 2015.

OLIVEIRA, M. A.; DELLA, T. M. C. L.; ARAUJO, M. S. da; CRUZ, A. P. A fauna de formigas em povoamentos de eucalipto e floresta nativa no estado do Amapá. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 25, n. 1-2, p. 117-126, 1995.

ROVEDDER, A. P. M. Bioma Pampa: relações solo-vegetação e experiências de restauração. In: Congresso Nacional de Botânica, 64., 2013, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Sociedade Botânica do Brasil, 2013.p. 46-53.

ROVEDDER, A. P. M.; ANTONIOLLI, Z. I. Bioma Pampa: da fragilidade ao uso. In: RIBEIRO, B. T.; WENDLING, B. In: Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas. Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 33. Uberlândia. 2012, **Anais...** Uberlândia: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2012. p. 99-112.

SOARES, S. de A.; ANTONIALLI-JUNIOR, W. F.; LIMA-JUNIOR, S. E. Diversidade de formigas epigéicas (Hymenoptera, Formicidae) em dois ambientes no Centro-Oeste do Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 54, n. 1, p. 71-81, mar. 2010.

STERZYŃSKA, M. Communities of Collembola in natural and transformed soils of the linden–oak–hornbeam sites of the Mazovian Lowland. **Fragmenta Faunistica**, v. 34, 165-262, 1990.

ZEPPELINI, D.; BELLINI, B. C.; DUARTE, A. J. C.; HERNANDEZ, M. I. M. Collembola as bioindicators of restoration in mined sand dunes of Northeastern Brazil. **Biodiversity and Conservation**, v. 18, p. 1161-1170, 2008.

APÊNDICE A

Tabela 1 - Espécies florestais encontradas nas áreas de estudo, Santa Maria, RS.

FLORESTA PRESERVADA

Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.
Plinia rivularis (Cambess.) Rotman
Myrcianthes pungens (O.Berg) D. Legrand
Eugenia ramboi D.Legrand
Campomanesia xanthocarpa O.Berg
Ficus sp./ *Ruprechtia laxiflora* Meisn.
Chrysophyllum marginatum (Hook. & Arn.) Radlk.

FLORESTA IMPACTADA

Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.
Banara tomentosa Clos
Allophylus edulis (A.St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk.
Plinia rivularis (Cambess.) Rotman
Eugenia ramboi D.Legrand
Sebastiania commersoniana (Baill.) L.B. Sm. & Downs
Eugenia hiemalis Cambess.
Campomanesia xanthocarpa O.Berg
Myrsine sp.
Myrcianthes pungens (O.Berg) D. Legrand
Luehea divaricata Mart. & Zucc.
Cordia americana (L.) Gottshling & J.E.Mill.
Sebastiania brasiliensis Spreng.

NI

VOÇOROÇA

Ocotea puberula (Rich.) Nees
Casearia sylvestris Sw.
Allophylus edulis (A.St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk.
Zanthoxylum caribaeum Lam.
Myrsine coriacea (Sw.) R.Br.
Aiouea saligna Meisn.
Senegalia bonariensis (Gillies ex Hook. & Arn.) Seigler & Ebinger